

# 第 20 回水道技術事例発表会

と き 平成 29 年 8 月 24 日～25 日

ところ 青 森 県 八 戸 市  
「グランドサンピア八戸」

日本水道協会東北地方支部

# 日本水道協会東北地方支部 第20回水道技術事例発表会 日程

期 日 平成29年8月24日（木）13:00～17:00

平成29年8月25日（金） 9:00～12:00

場 所 青森県 八戸市 「グランドサンピア八戸」  
〔八甲田の間〕

## 【1日目】8月24日（木）

12:30～13:00 受付

13:00～13:10 開会

東北地方支部代表 挨拶

開催地代表 挨拶

事例発表の審査等に関する説明

13:10～14:40 技術事例発表（6題）

14:40～14:50 休憩

14:50～16:20 技術事例発表（6題）

16:20～16:30 休憩

16:30～17:00 日本水道協会 国際研修報告

17:00～17:05 事務連絡／解散

## 【2日目】8月25日（金）

9:00～ 9:05 開会

9:05～10:35 技術事例発表（6題）

10:35～10:45 休憩

10:45～11:45 日本水道協会東北地方支部技術研究委員会報告

◇浄水研究委員会

「消毒補完設備としてのUV（紫外線処理設備）導入について」

◇給・配水研究委員会

「布設替工事の注意点・問題点について」

◇給水装置研究委員会

「指定給水装置工事事業者制度の現状及び課題について」

11:45～11:55 MIP (Most Impressive Presentation) 賞審査発表・表彰式

東北地方支部技術研究部会長 講評

11:55～12:00 事務連絡／解散

# 技 術 事 例 発 表

## 【技術事例発表】

## 第20回水道技術事例発表会 発表順序

《1日目》 平成29年8月24日(木)

(発表時間)	NO.	(題名・所属・発表者)		
13:10 ~ 13:30	①	白山浄水場粉末活性炭接触池の運用効果 八戸圏域水道企業団	加藤 悠樹	P 1
13:25 ~ 13:40	②	水道施設監視システム統合 ー広域施設の監視情報システムの構築ー 一関市水道部	桂田 長司 岩淵 光浩	P 4
13:40 ~ 13:55	③	活きがよく、わかりやすい広報を目指して 山形市上下水道部	秋葉 浩司	P 7
13:55 ~ 14:10	④	給水分岐等工事に伴う既設配水管状況調査の取り組みについて 仙台市水道局	荒谷 慶一	P 10
14:10 ~ 14:25	⑤	秋田市における応急給水施設整備について 秋田市上下水道局	柳原 直文 石井 博文	P 13
14:25 ~ 14:40	⑥	携帯型残留塩素計の市販試薬の検討 青森市企業局	今 健亘 油川 一紀	P 17
14:50 ~ 15:05	⑦	小水力発電の導入について 郡山市上下水道局	柳沼 宏昌	P 20
15:05 ~ 15:20	⑧	台風10号における岩泉町簡易水道施設の被災状況と減災のための一考察 盛岡市上下水道局	畑山 大輔	P 23
15:20 ~ 15:35	⑨	「災害情報システム」による管路被害予測結果の蓄積と活用 仙台市水道局	齋藤 峻太	P 26
15:35 ~ 15:50	⑩	「不断水工法によるφ1,000mm送水管移設工事」について 福島地方水道用水供給企業団	佐藤 栄治 加藤 智幸	P 29
15:50 ~ 16:05	⑪	処理水量に合わせた生物活性炭吸着池の運用と除去率の挙動 山形市上下水道部	三澤 栄次	P 32
16:05 ~ 16:20	⑫	給水装置工事しゅん工検査の簡素化によるお客様サービスの向上について 福島市水道局	浅井 健介	P 35

《2日目》 平成29年8月25日(金)

(発表時間)	NO.	(題名・所属・発表者)		
9:05 ~ 9:20	⑬	滝沢浄水場更新整備等事業 ー新滝沢浄水場の建設ー 会津若松市水道部	遠藤 利哉	P 38
9:20 ~ 9:35	⑭	大倉ダムと国見浄水場原水マンガン濃度上昇の傾向解析 仙台市水道局	中川 卓哉	P 41
9:35 ~ 9:50	⑮	既存のデータを活用した農薬類監視体制の構築と、その流域圏における共有について 盛岡市上下水道局	大崎 瑞希	P 44
9:50 ~ 10:05	⑯	貯水槽水道を適正に管理するための取組について 秋田市上下水道局	沖 隆志 佐藤 貴	P 47
10:05 ~ 10:20	⑰	自家用水道からの切替促進策 ー加入金減免制度の創設ー 福島市水道局	植松 将司	P 50
10:20 ~ 10:35	⑱	非常時における送水の二系統化を実現させるエンジン式ポンプの活用事例 仙台市水道局	十文字 陽	P 53
◆ 参考資料		《これまでのMIP -Most Impressive Presentation- 賞 受賞論文一覧》		P 56

# 白山浄水場粉末活性炭接触池の運用効果について

八戸圏域水道企業団 関川 慎也  
○加藤 悠樹  
柏村 卓

## 1. はじめに

当企業団の白山浄水場では、原水中の異臭味物質、農薬類等を吸着除去するために粉末活性炭を用いた凝集沈殿・急速ろ過による浄水処理を行っている。これまでは、着水井で粉末活性炭を注入直後に凝集沈殿を行っていたため、接触時間が5分程度と吸着反応が平衡状態に達する（60分程度）には不十分な状態であった。

そのため平成28年度より新井田川系において粉末活性炭接触池の運用を開始し、接触時間が最大60分程度と大きく改善された。この接触池の効果を検証するために粉末活性炭の除去対象となるカビ臭原因物質、農薬類のモニタリングを実施し、併せてTOCも調査項目に加え評価したので報告する。

## 2. 概要

活性炭接触池は有効容量1,300 m<sup>3</sup>で56区画×2槽の上下迂流方式となっている。この方式は上下に設けた阻流壁により攪拌を起こし、粉末活性炭の接触を行うもので、導水ポンプ1台運転時は60分の接触時間を確保できる。攪拌機などの機械設備がなく、その更新・メンテナンスは不要なためランニングコストも安価で経済性に優れている。



活性炭接触池

- ① 構造 RC造
- ② 有効容量 1,300 m<sup>3</sup> (650 m<sup>3</sup>×2槽)
- ③ 区画数 1槽 56区画×2槽

## 3. 調査方法

効果の検証にあたり、①活性炭注入前の新井田川原水、②接触池運用開始前と同じ5分接触のN04区画（図1）、③吸着反応が平衡に達するのに十分な接触時間（60分）が得られているN54区画、④凝集沈殿・急速ろ過後のろ過水の4検体を採水し、活性炭吸着対象物質の残存率について調査した。

### 3.1 調査期間および測定回数

調査期間：平成28年6月～9月

測定回数：8回

### 3.2 調査項目

- ①カビ臭原因物質：ジェオスミン、2-メチルイソボルネオール（2-MIB）
- ②TOC
- ③農薬類

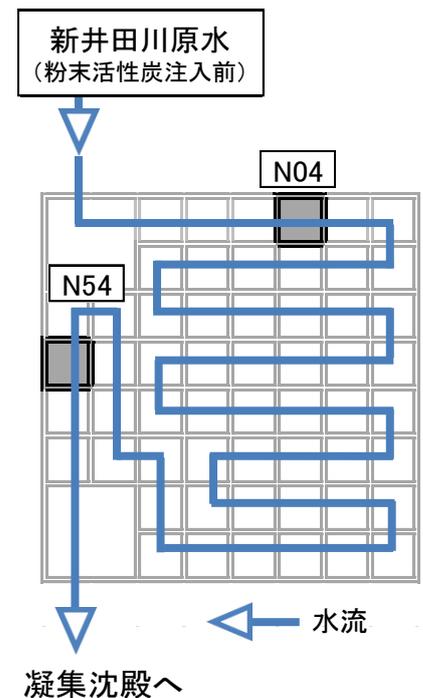


図1 活性炭接触池調査地点

## 4. 調査結果

### 4.1 カビ臭原因物質および TOC

カビ臭原因物質の活性炭接触池での吸着効果について、原水濃度を 100 % としたときの処理工程ごとの平均残存率を表 1 に示す。ただし、調査期間中において原水で検出されたカビ臭原因物質はジェオスミン、2-MIB とともに最大 2 ng/L 程度と極微量である。2-MIB の活性炭接触池での平均残存率は従来の 5 分接触後 (N04 区画) で 81 %、60 分接触後 (N54 区画) は 50 % であった。一方ジェオスミンの平均残存率は、5 分接触後 (N04 区画) で 59 %、60 分接触後は 23 % であった。2-MIB はジェオスミンに比べ除去効果が劣るものの、いずれも活性炭接触池の効果がみられる結果となった。

一方で、TOC の平均残存率は 60 分接触後においても 90 %、その後の凝集沈殿、急速ろ過後において 54 % であった (表 1)。これより TOC は活性炭による吸着より凝集沈殿、急速ろ過の効果の方が大きいことが示された。

活性炭表面は疎水性であるため、フミン質のような親水性の溶解性物質の除去に対しては吸着効果が薄いことが知られている。新井田川系原水に含まれる TOC を構成する成分の大部分がフミン質などの親水性有機物であったため、活性炭接触池での TOC の吸着効果が低かったと推察される。

表 1 カビ臭原因物質、TOC の平均残存率 (%) (測定回数 : 8 回)

採水地点 (活性炭接触時間)	原水 (0分)	N04 (5分)	N54 (60分)	ろ過水
2-MIB		81.0	50.2	45.7
ジェオスミン	100	58.7	23.3	16.3
TOC		94.9	89.7	54.0

### 4.2 農薬類

農薬類については、水質管理目標設定項目の検査方法別添方法 5 及び別添方法 5 の 2 に該当する農薬 128 種 (GC/MS 測定農薬) のうち、新井田川系原水にて検出された農薬について評価を行った。

図 2 に検出農薬の N04 区画及び N54 区画における平均残存率を示す。

新井田川系原水から検出された農薬は 14 種類で、平均残存率は 5 分接触後 (N04 区画) で 54 ~ 91 %、60 分接触後 (N54 区画) には 14 ~ 53 % であった。

これより、カビ臭原因物質同様に活性炭接触池の効果が確認された。

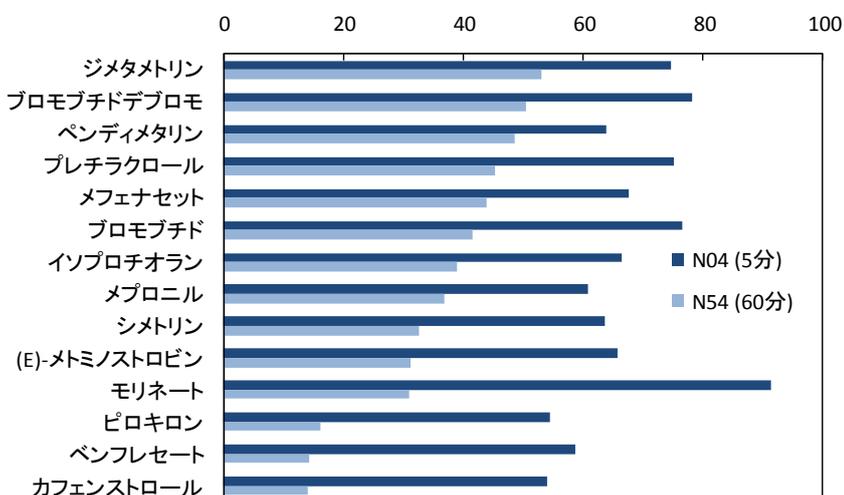


図 2 農薬類の平均残存率 (%) (測定回数 : 8 回)

### 4.3 粉末活性炭処理状況

粉末活性炭処理の状況について、活性炭接触池築造前（平成 27 年度）と比較した結果を表 2 に示す。

平成 27 年度までは接触時間が 5 分程度と短かったため、活性炭注入率を高めることでその効果を確保していた。平成 28 年度は多くの台風が接近または上陸し、それに伴う大雨の影響で活性炭注入率を高めた時もあったが、接触時間延長により、臭気に異常がないか確認したうえで前年度より低い注入率で処理することができた。

更に平成 28 年 11 月からは注入設備のソフト改修により、注入率をより低く設定できるようになったため、冬期間の注入率を 1 mg/L 程度に設定した。これにより年平均の注入率が 7 mg/L から 5 mg/L まで低減された。

表 2 月別粉末活性炭注入率 (mg/L)

	年平均	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
27年度	最高	20	15	15	15	15	10	12	10	8	3	8	20
	最低	3	3	4	12	8	10	6	6	3	3	3	3
	平均	7	3	9	12	11	13	9	6	3	4	3	3
28年度	最高	13	10	13	6	11	12	6	8	1	1	3	5
	最低	1	3	6	6	6	8	6	2	1	1	1	1
	平均	5	6	7	6	8	11	7	5	1	1	1	3

### 5. まとめ

本調査において、以下の 2 点について明らかとなった。

- 1) 活性炭接触池の新設で接触時間が大幅に延長されたため、従来よりも低い注入率でカビ臭、農薬類の吸着除去が可能となった。
- 2) TOC の除去については、活性炭接触池の効果があまり得られなかった。

本調査は、吸着対象の農薬類やカビ臭原因物質が増加すると予想される夏季において実施されたが、調査期間中にこれらの物質が高濃度で発生することはなく、通常の活性炭注入率で浄水処理が行われた。注入率については採水当日の気象条件などによる水質の違いから単純比較はできないものの、総じて接触時間が長い方が平均残存率の低い結果となった。

項目別にみると、フミン質を含む TOC は活性炭による吸着効果が小さいため接触池の効果が小さいものの、農薬類、カビ臭原因物質の吸着は従来の 5 分程度の接触と比較して大きく向上しており、接触時間延長による除去性能の向上が確認できた。

白山浄水場においては活性炭接触池運用開始後、活性炭注入率の設定を従来より低くして運用しているが、浄水処理における臭気試験については異常はない。

活性炭接触池運用開始後においては生物の増殖といった吸着対象物質の増加につながる事例は発生していないものの、河川流域調査を含めた総合的な水質管理体制で、今後も水道水の安全性の確保に努める。

# 水道施設監視システム統合

## — 広域施設の監視情報システムの構築 —

○桂田 長司（一関市水道部） 岩渕 光浩（一関市水道部）

### 1. はじめに

一関市は平成17年9月に1市4町2村による新設合併を行い、さらに平成23年度に1町を編入し現在の市勢となっている。人口は121,583人(平成27年度国勢調査)で、市域は東西に約6.3km、南北に約4.6kmの広がりがあり、面積は約1,256km<sup>2</sup>である。

水道事業は平成28年度まで、上水道2事業、簡易水道18事業を運営し、平成29年度から全ての上水道と簡易水道の統合を行い現在に至っている。

水道施設の監視においては旧市町村役場(以下「支所」という。)で上水道・簡易水道それぞれの監視システムを有しているため、異常発生時の通報方式や現場対応もそれぞれであり、職員数の減少や人事異動などにより浄水施設の監視等技術力の低下が懸念されていた。また、老朽施設の更新、耐震化対策、人口減少に伴う料金収入の減少など当市水道事業は大きな課題を抱えており効率性の高い事業運営が求められている。

さらに平成30年度から施設の運転管理委託を実施する予定もあり、現在市内に290を超える施設の効率的な監視・運転を行うために、それぞれ各支所施設で行っていた監視装置の情報信号を一元的に集約し、職員常駐施設を中核監視施設とすることで、「効率的な施設監視能力」の向上を図る目的で水道施設監視システム統合を平成28年度に実施した。

### 2. 監視システム統合の実施

#### (1) システム要件の検討

水道監視システムはメーカー毎に様々な方式・特徴がある。基本的に監視ソフトウェア間に互換性は無く、浄水場～配水池・ポンプ場間の通信方式も異なる。

これらを一元的に統合する為には単一の監視システムソフトウェアの導入や通信設備の統一などが効果的な方法ではあるが多大なコストがかかる上、工事期間中の監視が出来なくなるなど施工に伴うデメリットも大きい。

このことから当市では今回採用するシステムの要件として、

- ① 既存の各支所監視システム・通信設備を引き続き使用できること。
- ② 工事期間中に現況監視体制への影響が最小限であること。
- ③ 通信設備における不正アクセス等に対するセキュリティ対策が優れていること。
- ④ 当然のことながらイニシャル・ランニングコストに優れていること。

の4点をクリアできるシステムの構築を検討した。

その結果として、各支所各施設に設置されている監視装置を更新・移設することなく、また支所～各水道施設間の通信設備に大きく手を加えることの無い、WEB機能(サーバPCから監視情報データの集積を行う機能)を各支所の監視装置に追加改修することで中核監視施設の集中監視センターに新たに設置したクライアントPCにて市内水道施設の集中監視(一部施設については制御機能)を行う方式を採用することとした。

## (2) 通信方法の検討

各水道施設間の通信方式としては、NTT専用回線を使用したデータ通信方式が一般的ではあるが、監視対象施設が多く新規に回線敷設を行うには多大なコストを要する。そこで今回、当市が採用したのは、市内の各公共機関を結んでいるイントラネットの回線を水道施設監視に利用してネットワーク化を行い、そのネットワーク内で施設監視情報を収集する方式である。

## (3) 3つのメリット

このイントラネットの回線を利用することのメリットとしては、以下の3点が挙げられる。

- ① 新たにネットワークを構築する必要がないことに加え、新規通信機器の導入の必要がないためイニシャルコスト面で有利なこと。
- ② 既存の庁内ネットワークの一部を利用するためランニングコスト面で有利なこと。
- ③ 外部インターネットを介して各支所の監視装置へ接続する形態ではないため、外部からの不正アクセス等に対し安全性が確保されること。

## (4) 今後の課題

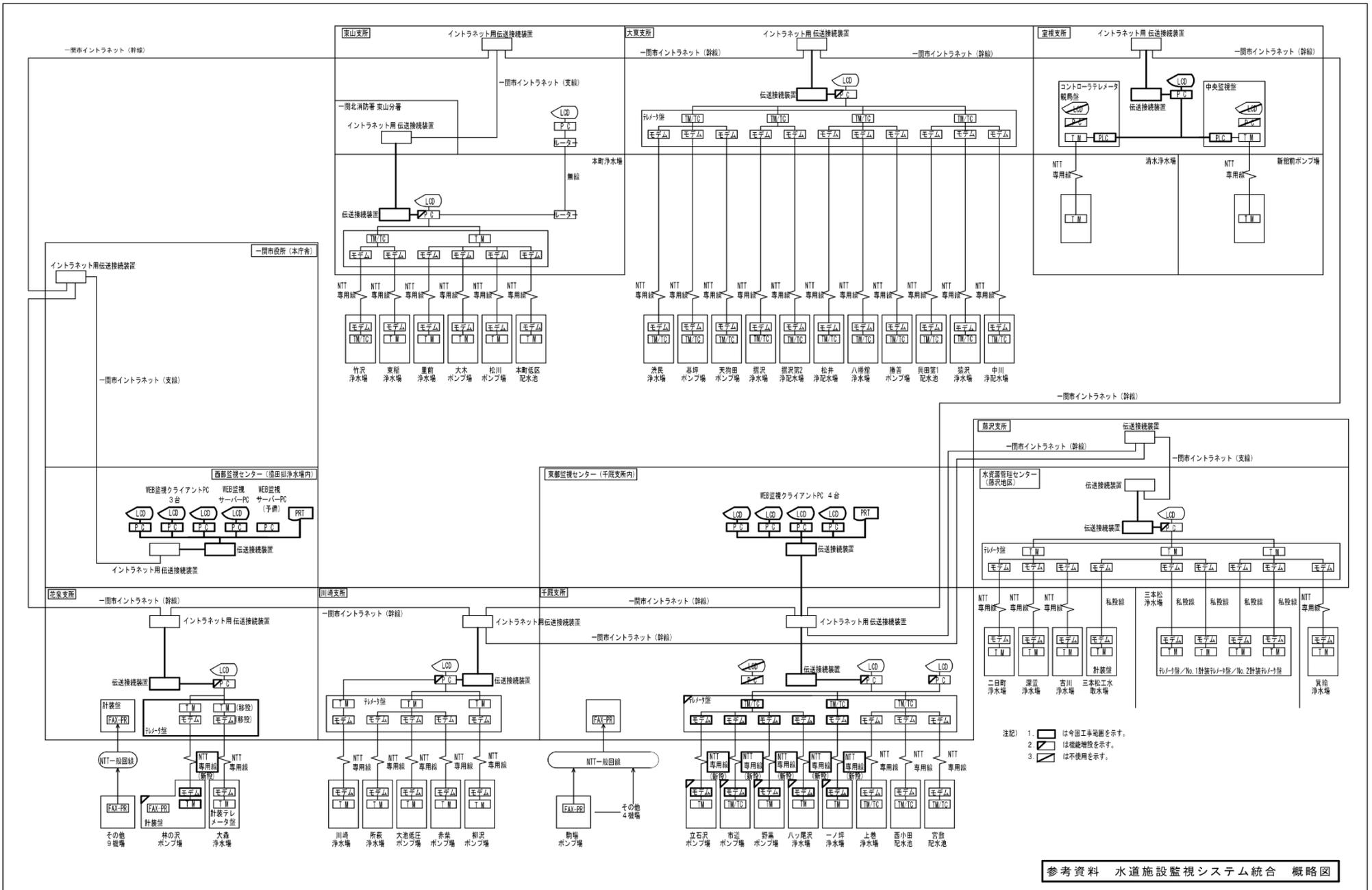
既存の庁内ネットワークを利用していることから、ネットワーク用サーバのメンテナンスやトラブルの影響を受けやすいこと、施設数が多いことから通信情報量が膨大で処理に若干のタイムラグが発生するなどが挙げられる。今後の対策としては庁内ネットワーク管理者と協議により設備機器更新の際の性能向上の必要がある。また集中監視センターが出先機関であることから、ケーブル断線や経年劣化のトラブル対策としてのネットワークケーブルの複線化の必要性が課題として挙げられる。

## 3. おわりに

今回完成した水道施設監視システムの統合は、既存監視装置に新たな機能を追加改修すること、既存の庁内ネットワークの一部を利用することにより、計画時の目的であった「効率的な施設監視能力の向上」をより安全な環境で低コストに達成できるシステムになったものと考えている。

しかしながら「今後の課題」で述べたとおり、さらなる通信環境の性能向上やトラブル時のバックアップ体制の整備など将来的な課題もあるため、継続的に監視システムのチェックバックを行い、さらなる機能向上を図っていきたい。

最後に、約10ヶ月の長期にわたり本監視システム構築検討や現場施工対応に尽力いただいた施工者をはじめ、関係各位に感謝する。



# 活きがよく、わかりやすい広報を目指して

○山形市上下水道部 秋場 浩司

## 1. はじめに

水道は、蛇口をひねれば出て当たり前、下水道も、衛生的で快適な生活を送るのに欠かせないインフラであるにもかかわらず、水道管や下水管が地下に存在し普段は見る事ができないため、お客さまはあまり関心を持ってもらえないのが現状である。

そのため、これまで様々な機会を通じて、お客さまに上下水道事業に対する理解を深めてもらうための情報発信に努めてきたが、平成 26 年度、上下水道利用者 2 千人を対象に初めて実施した「水道・下水道に関する利用者アンケート調査」の結果で、当部の情報提供・発信については「どのような情報発信をしているかわからない」ため「評価できない・どちらともいえない」が 59%と、お客さまから見た部の情報提供・発信はまだまだ足りていないことが分かった。

## 2. 広報基本計画の策定

水道料金収入の減少が続き、財政的に厳しい環境の中であっても施設の耐震化や災害への対応に取り組み、当部の上下水道事業基本計画の基本方針「健全な水循環を守り、豊かな環境と安心を未来につなぎます」を実現するためには、お客さまからのこれまで以上の理解と協力を得ることが必要である。

そのためには、広報が重要！！ということで同年 12 月「山形市上下水道部広報基本計画」を策定し、これまで以上にお客さまが必要としている情報を、わかりやすく・丁寧に発信し、双方向のコミュニケーション図っていくことを目指している。

### (1) 基本目標

～活きがよく、わかりやすい広報を目指して～

### (2) 基本方針

1. 職員一人ひとりが広報マン  
○職員の広報意識の高揚
2. 効果的な広報手法の検討と実践  
○広報媒体の充実・活用 ○双方向コミュニケーションの充実
3. 情報発信力の強化  
○計画的な広報の推進 ○施設見学等の充実

## 3. 重点事業はホームページの充実

常に新鮮な情報がわかりやすく誰でも掲載することができ情報にもたどり着き易くするため平成 28 年 3 月にホームページのシステム改修を行い、職員向けの研修を実施し同年 8 月から運用している。併せて、ウェブサイトの運用に関する要綱も策定している。

### (1) システム改修

システム改修は、「いつでも誰でも情報掲載や更新が可能となり、お客さまが情報にたどり着きやすくなること」を目標に必要な最小限の範囲とした。

改修に際しては、これまで委託業者や1係でしかできなかった情報掲載・更新を各課で行えることと、これまでの12コンテンツを、「お客さまへ」「事業者のみなさまへ」「上下水道部の紹介」の3つのカテゴリに集約した（図1）。

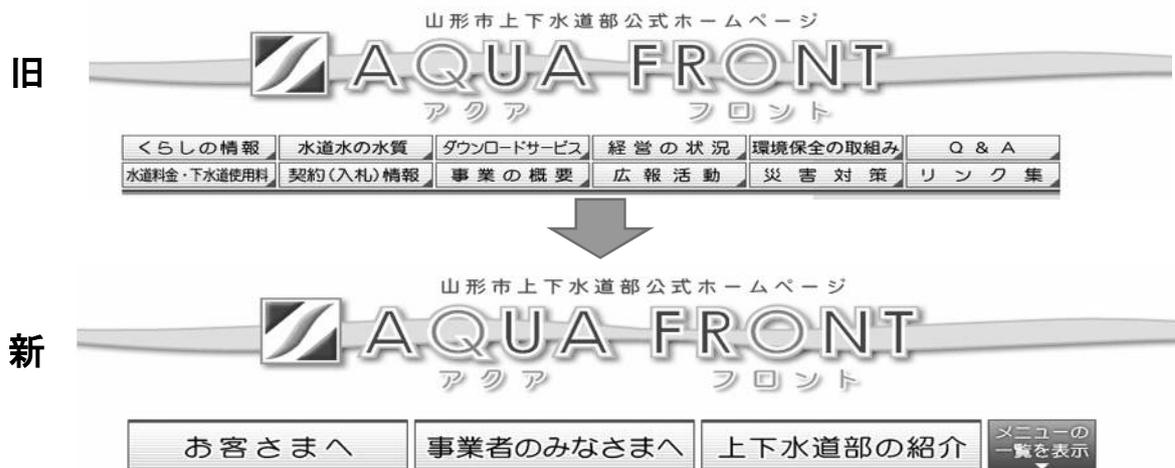


図1：トップページ コンテンツ数の変更

また、「工事のお知らせ」「メーター交換のお知らせ」「漏水調査のお知らせ」はバナー活用し、トップ画面を見やすくした。「工事のお知らせ」には、地図情報の掲載や交通規制情報のニーズに対応するため、新たに情報掲載を行っている。

新着情報の大見出しについても、例えば「断水について」との表現から「〇〇地内、断水のお知らせ」へと一目でわかるような掲載（図2）と、「工事終了後のお礼」の掲載も心掛けている。

最近では、施設見学時の写真や小学生からの御礼も一部掲載（図3）が行われるようになった。

**清住町三丁目地内、断水のお知らせ (2017年06月19日更新)**

本日、6月19日23時から翌朝5時まで緊急漏水修繕工事のため断水となります。

**断水にご協力いただき、ありがとうございました。(2017年06月20日更新)**

清住町三丁目地内の緊急漏水修繕工事は、6月20日(火)午前3時に終了しました。

図2：タイトルでわかる表記方法



図3：施設見学の写真とお礼の手紙

## **(2)各課更新回数の変化**

平成 27, 28 年度の同時期の情報掲載・更新回数を見ると、平成 27 年度 14 回（月平均 1.3 回）に対し、平成 28 年度は 43 回（月平均 5.2 回）に増加している。

## **4. 今後の取り組み**

今後は、「情報が一目でわかるタイトルの作成」「より早く情報へたどり着く工夫」「アクセシビリティを考慮したページの作成」に取り組み、お客さま目線に立った「よりみやすく・わかりやすい」ページの構成になるよう努めていく。

また、現在掲載している情報を整理し、お客さまが知りたい情報をまとめた Q & A のページも検討していく。

## **5. おわりに**

当部の広報活動は、まだ一步を踏み出したばかりで他の事業体から見れば 2、3 周遅れである。しかし、ホームページの各課更新を通じて「職員一人ひとりが広報マン」であるという意識が醸成されてくれば、お客さまから見た上下水道事業への評価は上がり、良好な信頼関係が構築されることにつながってくると思う。

今後も、引き続き～活きがよく、わかりやすい広報を目指して～職員全員で広報活動に取り組んでいきたい。

# 給水分岐等工事に伴う既設配水管状況調査の取り組みについて

○荒谷 慶一（仙台市水道局） 鈴木 渡（仙台市水道局）

## 1. はじめに

本市の送配水管路網は、総延長 3,400km（口径 75mm 以上）を超える延長を有しており、中でも給水需要増加に伴う拡張時期（昭和 40 年頃から平成 10 年頃）に、集中的に整備されてきた管路の割合が高くなっている。これら送配水管の経年化・老朽化は年々着実に進行し、近い将来には更新のペースを上回る勢いで増加していくことが見込まれている。

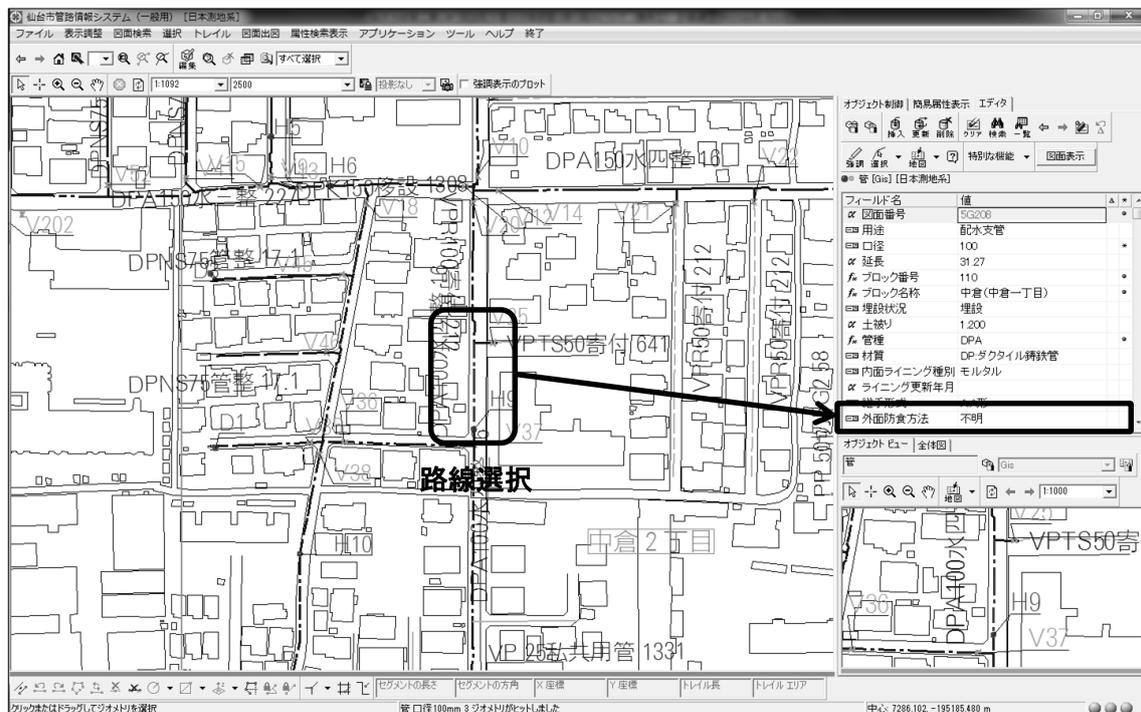
そのため本市では、健全な管路は可能な範囲で長く使い続け、老朽化が進んだものから優先的に更新するという基本方針のもと、長期的な視点から適切な資産管理を推進しており、管路情報管理のレベルアップを図る取り組みを開始した。

このうち本報では、給水管分岐等工事に伴う既設配水管に関する状況調査の取り組みについて報告する。

## 2. 調査内容

### (1) 管路情報管理の現状

本市では、「仙台市水道局管路情報システム」(以下「GIS」という。)を中心に送・配水施設の管理を行っており、通常維持管理業務のほか、各種作業計画や管路更新計画の立案などにも同システムを活用している。このため、GIS への依存度は高いものの、その登録情報



(図-1) 仙台市水道局管路情報システム (GIS) のイメージ

は、布設年度が古い路線等一部では登録情報が不完全（図-1）であり、業務に支障を来たさないためにも、その精度向上を図る取組みが不可欠である。

## （２）調査概要

管路情報管理の精度向上を図るために、その都度掘削し、地中に埋設された管路の状態を細かく確認することは、物理的にも費用面でも困難であるため、水道工事に伴うあらゆる掘削の機会を活用し、既設管路の状態を確認することが出来ないか検討を行った。そこで着目したのが、配水管を掘削・露出させ給水分岐を行う給水分岐等工事（以下「分岐工事」という。）である。本市における分岐工事は現在、年間 2,000 件程度行われており、市内に埋設された既設配水管の状態を、まんべんなく目視確認できる好機であるため、有効活用することとした。

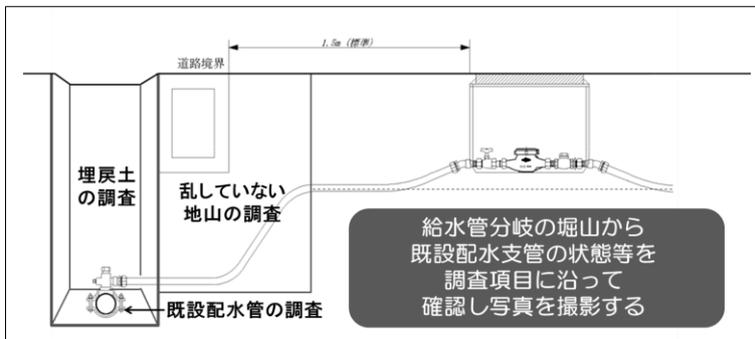
## （３）調査の実施

分岐工事のおよそ 9 割は、仙台市水道局指定の指定給水装置工事事業者（以下「指定店」という。）から依頼を受けた宮城県管工業協同組合（以下「宮管組合」という。）による施工となっており、残りの 1 割は指定店による自社施工となっている。調査の実施方法としては、局職員直営による調査、指定工事店の協力をベースとした調査、外部委託による調査など複数の案を比較検討した。いずれの案についてもいくつかの課題はあったが、局内部で検討の結果、分岐工事の 9 割相当を担っている、宮管組合への外部委託による方式が最も実効性があると判断し、本年度より調査を委託している。なお、残りの約 1 割となる指定店による自社施工については、局職員が立会い時に、指定店の協力を得ながら直営調査を行うこととした。

既設管の確認や写真撮影などに少なからず時間を要するが、分岐工事は民間工事であるため、調査を一連の作業過程でスムーズに行えるよう、指定店に対し事前説明会を行い、分岐調査に対しての協力依頼を行っている。

## （４）調査項目

調査は、分岐穿孔作業前に、堀山内に露出した既設配水管について、管路属性及び埋設状況をチェックリストに基づき確認し、その状況を写真にも記録する。具体的調査項目については、被分岐管の管路属性として管種、呼び径、継手形式、外面防食仕様、内面ライニング、管体を目視にて確認し、GIS への登録情報と相違がある場合には、GIS 情報をその都度修正することで、データ精度のレベルアップを図るものである。また埋設状況は、被分岐配水管の土被り、埋設位置、腐食状況、埋め戻し状況について目視確認することとした。



（図-2）調査のイメージ

### 3. 成果と課題

#### (1) 成果

調査開始から間もないものの、少しずつ成果があがってきている。写真-1は、ダクタイトル鉄管の近景写真である。ポリスリーブによって外面防食が施されており、管の腐食もほぼなく健全な状態であるため、今後も長く使い続けていくことが可能である。



(写真-1) 外面防食あり

続いて、GIS登録情報との相違があった例について報告する。GISには、外面防食方法について「ポリエチレンスリーブ」と登録されていたが、現場を確認するとポリエチレンスリーブの被覆はなく、外面防食がされていないことが確認できたため、当該路線のGIS登録情報について、「外面防食なし」と改めることができた(写真-2)。また、本市では、ポリスリーブ被覆の無いダクタイトル管を更新対象管路に位置付けている。今回、管体状況を確認できたことから、図-3の管路と同様、管の腐食もほぼなく健全な状態であったため、すぐに更新対象路線とせずに済むことが確認できた。



(写真-2) 外面防食なし

今後は、断水時の影響度や地震時のリスク、土壌腐食度等により優先度を評価・選別し、更新計画を立案していく予定であるため、満足する調査結果を得ることができている。

#### (2) 課題

調査に先立ち、調査従事者の作業水準を統一するためにも、一つ一つの調査工程を明確にすることで誰もが調査に従事できるようマニュアルを作成し、宮管組合や局職員向けに配布した。チェックリストの記載については、概ね良好な水準を保ってはいるものの、写真撮影の精度については従事者の経験年数の差のためか、従事者によってまちまちの調査結果となっている。定期的に調査結果のチェックを行い、研修等で調査の質を確保していきたい。

### 4. おわりに

管路更新計画立案や日々の維持管理業務は、GISに登録された情報に依存する割合が高く、その正確性が求められている中で、管路の状態に関する写真をはじめとした本調査で得られたデータは、限られた財源のもとで、計画的かつ効率的に更新等を実施するアセットマネジメントの取組みを本格化させていく上で重要なデータとなる。

今後も、本調査から得られたデータを分析することで、管路情報管理のレベルアップに向けた取組みを強化し、効率的・効果的な管路更新を行って参りたい。

# 秋田市における応急給水施設整備について

秋田市上下水道局 ○柳原 直文

石井 博文

## 1 基本計画における応急給水施設の位置付け

秋田市の水道事業は、明治40年の通水開始以降、今年で110周年を迎える。

これまで時代の要求に応えながら市勢拡大に伴う施設規模の拡張などに努めてきたものの、近年は人口減少、節水器具の普及などに伴う水需要の減少で料金収入は減収に傾向しており、水道事業の使命を持続するにはこれまで以上に効率的な経営が求められている。

さらに、東日本大震災や熊本地震など頻発する自然災害への備えや危機管理対策の強化も求められ、防災意識の高まりや利用者ニーズも多様化しており、事業環境の変化に迅速に対応していく必要が生じている。

このような背景のもと、水道の利便性や災害時の信頼性、将来に渡る事業の持続を念頭に「いつでもいつまでも秋田市の上下水道」を基本理念に掲げ、今後10年間の経営の基本方針を定めた「秋田市上下水道事業基本計画」を昨年度、策定した。(図1)

基本方針の一つ「災害に強い上下水道の構築」では「供給システムの強化」「危機管理の充実」を掲げ、広範囲に及ぶ災害でも迅速な応急給水活動を可能とするため、「応急給水栓」や「緊急貯水槽」を計画的に整備するとともに、「市民への効率的な情報提供」を図ることとしている。

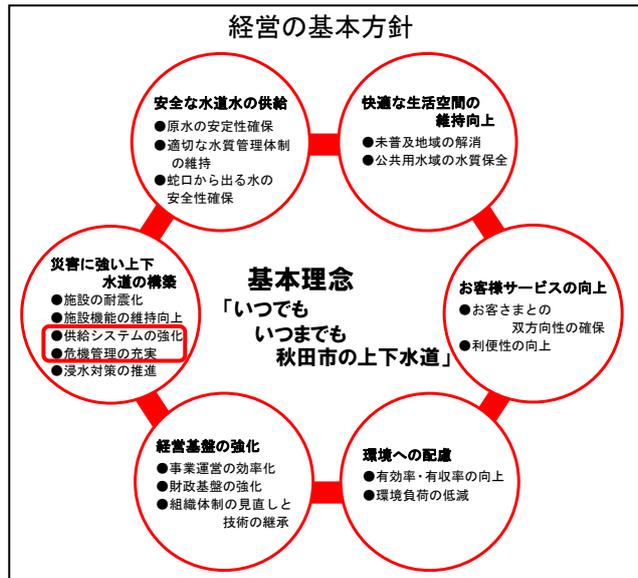


図1：上下水道事業基本計画における経営の基本方針

## 2 管路の耐震性向上

平成28年度末現在、管路の総延長は1,968km、耐震管率は22.2%である。基本計画では目標年度の平成38年度までに、基幹管路の耐震管率を67.6%、管路全体で33.0%まで向上させることとしている。(表1)

しかし、現在の管路更新ペースで管路全体を耐震化するには、今後60年以上を費やすことから、災害時に重要となる施設へ優先的に管路整備を行い、耐震性を向上させる「重要給水施設管路整備」を実施している。

具体的には、医療機関(14箇所)、防災関係機関(7箇所)、市地域防災計画に定めている主な避難施設(93箇所)までの路線で耐震性が低い管路を耐震管に更新し、平成38年度までに重要給水施設管路の耐震管率を63%まで向上させる。

管路種別	平成28年度			平成38年度 目標耐震管率 (%)
	延長(m)	耐震管		
		延長(m)	率(%)	
基幹 管 路	導水管	2,915	670	67.6
	送水管	82,384	49,096	
	配水本管	171,095	89,302	
	計	256,394	139,068	
配水支管	1,711,508	296,996	17.4	29.3
合計	1,967,902	436,064	22.2	33.0

表1：秋田市の管路延長と耐震管率(平成28年度末)

## 3 従来の応急給水体制と今後の応急給水施設整備の方針

市内には災害などに備えて、応急取水場所17箇所、応急取水栓10箇所、緊急貯水槽1基等が整備されているが、避難施設との位置関係はあまり考慮されていない配置のため、有事には避難施設に給水バッグを設置して応急給水する方式を基本としていた。(写真1)



写真1：従来の応急給水

- 取水場所17箇所 各浄水場・配水場等
- 取水栓10箇所 配水幹線に設置(主に車道で地下式)
- 給水車4台(2m<sup>3</sup>)
- 給水バッグ80個(1m<sup>3</sup>)
- サイクルタイム7回/台 ≒ 50m<sup>3</sup>/日(約1.7万人分)
- その他 市防災部局の備蓄ボトル水42.2kl(0.5万人分)

しかし、東日本大震災のような大規模災害の初期段階では、道路も壊滅的な被害が生じ、給水車の台数や職員数も制限される中、全ての避難施設に給水活動を行うことは難しいことが明らかとなった。そのため、市地域防災計画に基づき、生命維持に必要とされる一人一日当たり3リットルの飲料水を確保するため、応急給水栓や緊急貯水槽を主要な避難所等に整備し、併せて地域主導の応急給水体制を目指すこととした。

#### 4 応急給水施設整備の全体計画

2で管路の耐震性向上を図った施設に応急給水施設(貯水槽・給水栓)を設置する。特に貯水槽は、事業費が大きく設置場所の選定で難航したが、県の津波被害想定で影響が大きいとされる場所に絞り、その他の避難所については応急給水栓や従来型の応急給水を組み合わせて実施することとした。(図2)

##### (1) 応急給水栓【ステンレス製地上式消火栓】(写真2)

震度6強以上の地震により、配水支管に数多く残る非耐震管や給水管に被害が起きても、応急給水栓までの耐震管に被害が無ければ、そこを拠点として応急給水活動が可能。

平成26年度から36年度まで市民サービスセンターや小中学校等に約40基を整備予定。



写真2：応急給水栓(東部市民サービスセンター)

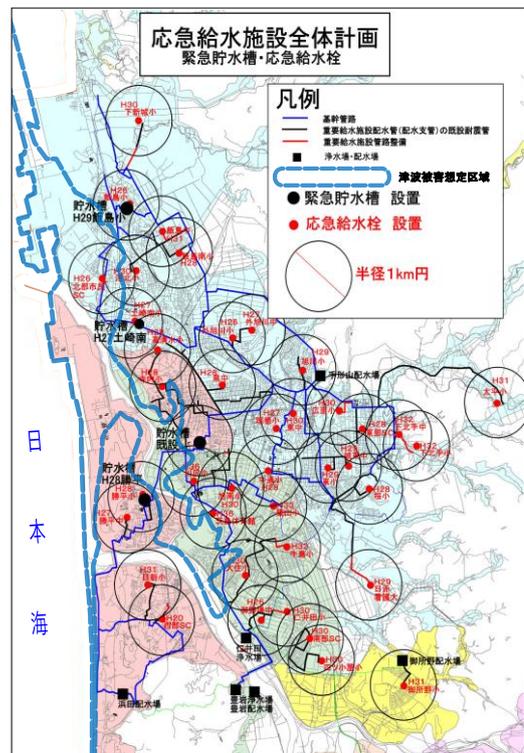


図2：全体計画+津波被害想定

##### (2) 緊急貯水槽【地下・圧力式・鋼管製】(写真3)

地震被害想定の中で最悪のシナリオとされている連動地震の津波被害の場合、応急給水栓にも被害が予想されるため、津波被害想定地域の近隣避難所に緊急貯水槽を設置する。これにより、想像を超える津波被害等が及んだ場合でも、緊急貯水槽に蓄えられた水を利用して応急給水を行う。(40m<sup>3</sup>の場合、一人一日3リットル×3日×4,400人分) 既存1基に加え、平成27年度から29年度まで3基を整備予定。

##### (3) 設置費用

①緊急貯水槽(40m<sup>3</sup>、緊急遮断弁含む) 約69百万円

財源内訳：生活基盤施設耐震化等交付金(交付対象の1/3) (「緊急時給水拠点確保等事業」貯留施設(H27採択))、一般会計繰入金(事業費から交付金を除く額の1/2)、自己財源(残額)

②応急給水栓 1基あたり約百万円。単独事業につき自己財源。



写真3：緊急貯水槽設置状況(土崎南小学校)

## 5 設置条件と応急給水器具の配備

### (1) 設置条件

- ① 応急給水がしやすいこと（人が集まりやすく列を作りやすい）
- ② 有人施設であること（保安面、鍵の管理等）
- ③ 資器材を保管する倉庫があること（なければプレハブ設置）
- ④ 耐震管整備を同時に行うこと  
貯水槽の場合は⑤～⑦が追加。
- ⑤ 一定の流量があること（概ねφ200以上の管路近傍が望ましい）
- ⑥ 工事用仮設ヤードが確保できる敷地があること
- ⑦ 設置箇所は当該施設の建替計画に支障とならないこと



写真4：応急給水器具保管庫

### (2) 応急給水器具の配備（写真5）（維持管理は上下水道局）

- ① 器具保管用プレハブ（写真4）
- ② 仮設給水栓一式（収納袋入り）
- ③ 給水ホース（5m巻、10m巻各1本）
- ④ 給水パック 1箱（6リットル×200枚）
- ⑤ 応急給水栓ハンドル 1本
- ⑥ 応急給水栓使用方説明書一式（図3）



写真5：倉庫内収納状況



図3：使用方説明書

## 6 市民等への周知と今後の課題

有事にこれら災害用施設を最大限に有効活用するためには、実際に使用する施設職員（避難所管理者）や地元町内会への周知が重要となる。このため、施設職員には耐震管路と応急給水栓の工事完了後、速やかに応急給水器具の納入を兼ねて操作説明会を実施している。（写真6）

また、地元町内会については、主に町内会長を対象とした「防災研修会」が市防災安全対策課の主催で年数回、開催されることから、応急給水のPRの場として活用している。（写真7） 毎回、70～90名の町内会長等の参加があり、研修会終了後は屋外に応急給水栓を設置して説明を行っている。参加者の反応も良く、PR効果も高いことから、引き続き開催できるよう市防災安全対策課に協力をお願いしている。さらに、町内会長への浸透により、個々の町内会が主催する防災訓練にも参加要請を承り、個別に説明を行っている。（写真8）

なお、今後の課題としては、

- ・ 防災には持続性が肝要なことから、施設職員の交代時でも容易な引継ぎを可能にする方法の検討。
- ・ 引き続き応急給水栓が設置され、市民PRの業務が増え続けることが予想されるため、PR手法や体制の見直しについての検討。
- ・ 万が一の操作ミスを防ぐための安全方策の検討。

などが挙げられるが、応急給水栓の必要性や設置方法の理解度を深めてもらうことが地域防災のレベルを向上させる近道となることから、今後も防災訓練や操作説明会等を重ねることで、地域主導型の応急給水体制を促進していきたいと考えている。

応急給水施設説明会 開催状況(学校等関係)

年度	月日	場所	開催主旨	対象者	応急給水栓	貯水槽
H27	5月11日	飯島小学校	操作説明会	学校教職員	○	
	5月12日	外旭川小学校	操作説明会	学校教職員	○	
	5月12日	御野場中学校	操作説明会	学校教職員	○	
	5月12日	北部市民サービスセンター	操作説明会	センター職員	○	
H28	7月7日	勝平中学校	操作説明会	学校教職員	○	
	7月7日	土崎南小学校	操作説明会	学校教職員	○	○
	7月13日	明徳小学校	操作説明会	学校教職員	○	
	7月13日	外旭川中学校	操作説明会	学校教職員	○	
	10月6日	東部市民サービスセンター	操作説明会	センター職員	○	
	10月6日	飯島南小学校	操作説明会	学校教職員	○	
	10月7日	桜小学校	操作説明会	学校教職員	○	
	10月7日	勝平小学校	操作説明会	学校教職員	○	
H29	12月8日	勝平小学校	出前上下水道教室	学校教職員、4年生児童130名	○	○
	3月8日	西部市民サービスセンター	操作説明会	センター職員	○	
	4月27日	中通小学校	操作説明会	学校教職員	○	
	5月17日	寺内小学校	操作説明会	学校教職員	○	
	5月22日	泉中学校	操作説明会	学校教職員	○	



写真6：応急給水栓操作説明会（左：飯島南小学校 右：東部市民サービスセンター）

応急給水施設説明会 開催状況(町内会関係)

年度	月日	場所	開催主旨	参加者	応急給水栓	貯水槽
H28	8月27日	北部市民サービスセンター	自主防災リーダー研修会	主に北部地域の町内会長90名	○	
	10月23日	寺内小学校、町内会	町内会主催	八橋大道東町内会住民約30名	○	
	11月5日	土崎南小学校	町内会連合会主催	計5町内会住民約200名	○	○
	1月22日	中央市民サービスセンター	自主防災リーダー研修会	主に中央地域の町内会長75名	○	
	2月25日	西部市民サービスセンター	自主防災リーダー研修会	主に西部地域の町内会長75名	○	
H29	8月19日	南部市民サービスセンター	自主防災リーダー研修会	主に南部地域の町内会長	○	



写真7：自主防災リーダー研修会（北部市民サービスセンター）



写真8：町内会の防災訓練（寺内小）

# 携帯型残留塩素計の市販試薬の検討

青森市企業局水道部

○今 健亘

油川 一紀

## 1 はじめに

水道水の衛生管理に不可欠な残留塩素の検査法においては、残留塩素の形態によって殺菌力が大きく異なることから、遊離残留塩素（遊離塩素）と結合残留塩素（結合塩素）の分別定量が重要である。残留塩素の検査方法については「水道法施行規則第 17 条第 2 項の規定に基づき厚生労働大臣が定める遊離残留塩素及び結合残留塩素の検査方法（平成 16 年 4 月 1 日施行）」

（以下、「告示法」という。）に示されており、その中から、連続自動測定器や電流滴定器など特殊な機器を用いない方法を選択した場合には、「ジエチル-p-フェニレンジアミン（DPD）試薬」を利用し、遊離塩素と結合塩素をそれぞれ分別定量できる DPD 法を選択することになる。

告示法の DPD 法において使用する試薬（以下、『告示 DPD 試薬』という。）は、「DPD 試薬」と「pH6.5 りん酸緩衝液」を別々に調製しておき、測定時に試料を加え混和する。しかし、検査を行う者の利便性を考慮して、「DPD 試薬」と「pH6.5 りん酸緩衝液」をあらかじめ混和してある調製済みの試薬（以下、『市販 DPD 試薬』という。）が各種販売され、多くの事業者が工程管理に係る検査等に使用している実態がある。

## 2 検証目的

販売されている『市販 DPD 試薬』の剤形については錠剤、粉剤、液体等多岐にわたり、その成分についても「DPD 試薬」の安定性を改善するために、各社独自の種々の添加剤を含んでいると言われている。また、液性（pH）を調整する「pH6.5 りん酸緩衝液」が混合されているかどうかとも明らかになっておらず、現に一部の『市販 DPD 試薬』では pH が酸性に調整されているため、告示法で指定されていない成分が含まれる可能性が否定できない。

これらのことから、『市販 DPD 試薬』を用いた検査と『告示 DPD 試薬』を用いた検査とで測定結果が乖離している可能性があったため、各「DPD 試薬」による検査結果を比較検討することとした。

## 3 検証試薬

比較検証に使用する『市販 DPD 試薬』は、多くの事業者で工程管理等に使用され、かつ、「震災等の非常時における水質試験方法（上水試験方法一別冊）」に記載されている 3 社とする。成分仕様について表 1 に示す。

表 1 各社の『市販 DPD 試薬』の成分

	A 社	B 社	C 社
成分仕様	N,N-ジエチル-p-フェニレンジアミン硫酸塩 < 5%	N,N-ジエチル-p-フェニレンジアミン硫酸塩 < 5w/w%	N,N-ジエチル-p-フェニレンジアミン硫酸塩 0.5～1.0%
	pH 調整剤 < 50%	カルボン酸塩 60.0～70.0w/w%	無水硫酸ナトリウム 82～88%

	硫酸ナトリウム<50%	リン酸水素二ナトリウム 30.0~40.0w/w%	リン酸二ナトリウム< 1.0%
	trans-1,2-シクロヘキサジ アミン-N,N,N',N'-四 酢酸<5%	エチレンジアミン四酢酸二ナ トリウム<5.0w/w%	ホウ酸 10~15%
	—	—	エチレンジアミン四酢酸二ナ トリウム二水和物< 0.5%

#### 4 検査方法及び評価

##### 1) 検量線における方法と評価

標準塩素水を精製水で 0.1~2mg/L に調製したものを対象 3 種の『市販 DPD 試薬』及び『告示 DPD 試薬』で発色させた試料を用い、検量線の差異を確認した。検査方法は告示法別表第 3 の吸光光度法に準拠し、繰り返し回数は各濃度につき 3 回行った。評価には各濃度についての真度、併行精度の値を用いた。

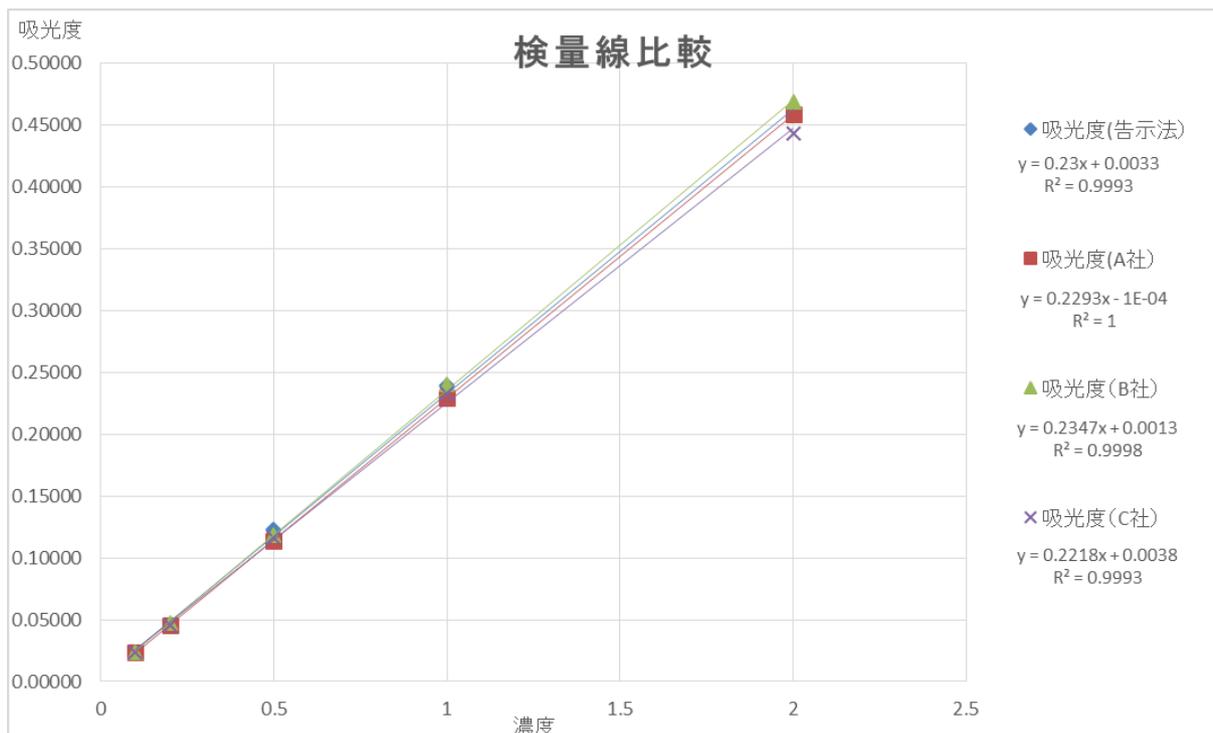
##### 2) 添加における方法と評価

標準塩素水を精製水で 0.1、0.5 mg/L に調製したものを『市販 DPD 試薬』及び『告示 DPD 試薬』で発色させた試料を用い、添加試料の差異を確認した。検査方法は 1) と同様であり、「妥当性評価ガイドライン」を参考に行った。評価は 1) と同様の方法で行った。

#### 5 検証結果

検量線における比較について図 1 に示す。

図 1 検量線の比較



『告示 DPD 試薬』及び『市販 DPD 試薬』3種とも、検量線の傾き等について大きな差異は見られなかった。また、真度については、すべての試料で92~104%であった。併行精度についてもすべて10%未満だった。

次に添加における比較検討については、0.1mg/L、0.5mg/Lを添加したすべての試料について真度88~104%であり、併行精度についてもすべて10%未満であった。『告示 DPD 試薬』を用いた検量線で、『市販 DPD 試薬』について濃度換算し比較した結果を表2に示す。

表2 告示法検量線での換算表

		n = 3 平均				
		0.1	0.2	0.5	1	2
告示法	吸光度(告示法)	0.02368	0.04525	0.12257	0.23908	0.45976
	告示法検量線での濃度値	0.09	0.18	0.52	1.03	1.98
	告示法換算濃度値と設定値比	0.89	0.91	1.04	1.03	0.99
A社	吸光度(A社)	0.02367	0.04524	0.11403	0.22924	0.45853
	告示法との誤差率% (吸光度)	99.97	99.99	93.04	95.89	99.73
	告示法検量線での濃度値	0.09	0.18	0.48	0.98	1.98
	告示法換算濃度値と設定値比	0.89	0.91	0.96	0.98	0.99
B社	吸光度 (B社)	0.02370	0.04720	0.11824	0.24035	0.46870
	告示法との誤差率%	100.11	104.32	96.46	100.53	101.95
	告示法検量線での濃度値	0.09	0.19	0.50	1.03	2.02
	告示法換算濃度値と設定値比	0.89	0.95	1.00	1.03	1.01
C社	吸光度 (C社)	0.02338	0.04573	0.11612	0.23279	0.44385
	告示法との誤差率%	98.75	101.06	94.74	97.37	96.54
	告示法検量線での濃度値	0.09	0.18	0.49	1.00	1.92
	告示法換算濃度値と設定値比	0.87	0.92	0.98	1.00	0.96

表2のとおり、吸光度における告示法との誤差率はすべて93~105%以内であり、吸光度における差異はないと考える。また、告示法検量線での濃度値も3種の『市販 DPD 試薬』についての大きな差は見られなかった。この換算値と設定濃度の比については低いところで0.87となっているが、ほぼ1前後であった。

## 6 おわりに

今回の結果から、『市販 DPD 試薬』の種類による残留塩素の測定結果には大きな差が見られないことが確認された。通常、『市販 DPD 試薬』は携帯型残留塩素計とセットになっていることが多く、各社の機器に専用の「DPD 試薬」を用いて分析するが、今回の結果から、他社製の試薬を用いても測定結果に差異がないと考えられる。今後は、告示法による残留塩素測定法と携帯型残留塩素計を用いた方法で差異があるのか調査していきたい。

# 小水力発電の導入について

郡山市上下水道局 ○柳沼宏昌

## 1 はじめに

2015年12月にフランスのパリで開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)において、日本は、温室効果ガスの2030年までに2013年比で26%削減を目標としたなど、低炭素社会の推進やエネルギー自給率の向上を図るため、近年再生可能エネルギーの普及拡大が社会全体で求められている中、水道事業では、現在未利用である標高差による位置エネルギーを利用した小水力発電が有効である。

また、安定して効率よく発電するには、落差と水量に恵まれ、水量は年間や昼夜など変動が少ないことが重要となる。

このような条件下において、郡山市上下水道局で計画している小水力発電は、高いポテンシャルを有していることから、これまでの取り組み事例を紹介する。

## 2 関係法令等

○平成24年7月 電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法  
(固定価格買取制度：F I T) 施行

○平成25年12月 河川法改正 許可制→登録制

- ・改正前 既に水利使用の許可を得た水を利用しての従属発電であっても水利使用の許可が必要であった。
- ・改正後 従属発電については、河川の流量等に新たな影響を与えるものではないため、登録制となった。

上記のとおり安定した売電収入を得ることが出来る固定価格買取制と、河川法の手続きが、他の利水者の同意等が必要である許可制から登録制へと大幅な簡素化が図られたことにより、小水力発電の導入への環境が整った。

参考：当該発電予定箇所は、浄水場1次側に当たり、河川法の手続きを要す。

## 3 経過

○平成25年度

小水力発電の導入に係る事業計画策定。翌年度に調査費5,400千円を予算化。

○平成26年度

福島県の補助採択を得て事業の可能性調査を実施。

### (1) 補助対象事業

- ① 小水力発電事業では、出力1,000kW以下であること。
- ② 具体的な事業計画を有していること。(前年度策定済み)
- ③ 事業可能性調査の候補地は、福島県内であること。

### (2) 補助対象経費

- ① 経済性など事業可能性調査に必要な経費

② 電力会社に対する系統関係協議に係る経費

③ その他協議により認められた経費

(3) 補助率等

補助対象経費の1/2以内（上限250万円）

(4) 調査結果

① 委託名 小水力発電事業可能性調査委託

② 委託期間 平成26年9月25日から平成27年3月13日まで

③ 委託金額 4,176,360円（税込み）うち、県補助金:1,933,000円

④ 受注者 アジア航測株式会社郡山営業所

⑤ 調査内容及び結果

既存の水道施設との関係、採算性、運営方式について検討をした結果、十分可能性を有しており、中でも固定価格買取制度を利用して全量売電する案が、最も採算性が見込める収支計画であった。

○平成27年度

前年度実施した可能性調査の結果を踏まえ、事業化に向けて実施方法の検討。

事業化の手法も多様化しており、発注や運営方法等について、先進事例調査等により検討を行なった結果、民間の資金やノウハウが活用できる「官民連携」の手法で事業の進捗を図り、また、民間事業者の選定は、公募型プロポーザル方式とした。

(1) 官民連携

① メリット 民間の資金やノウハウが活用でき、資産の有効活用が図れる。

② 民間事業者 企画、資金調達、設計、建設、管理運営までを実施。

③ 上下水道局 場所の貸付け及び水の位置エネルギーの提供。

(2) 事業者の選定

公募型プロポーザル方式 高い専門知識を有する事業者を広く募集するため。

○平成28年度

公募型プロポーザル方式による民間事業者の選定。

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| ・ 6月13日：募集要項公告  | ・ 6月21日：現地見学会    |
| ・ 7月8日：参加表明書締切  | ・ 7月15日：参加資格確認通知 |
| ・ 8月12日：企画提案書締切 | ・ 8月26日：プレゼン及び審査 |
| ・ 9月20日：審査結果公表  |                  |

応募者数 4事業者

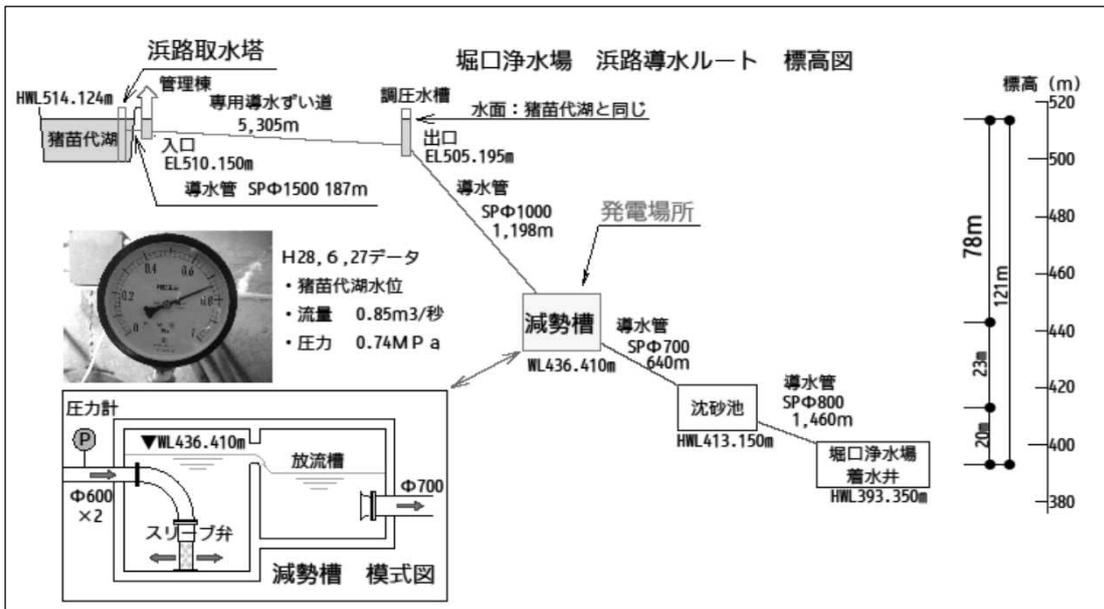
最優秀企画提案事業者 日本工営株式会社

○平成29年度

本事業は官民連携による水力発電事業で契約期間が20年を超えるなど、本市にとって過去に例のない契約であることから、円滑で確実に事業の遂行を図るため、各種調整を行い、前年度に選定した日本工営株式会社と契約締結予定である。

## 4 発電場所等

堀口浄水場減勢槽（堀口浄水場の約2km西方） 下図参照



## 5 最優秀企画提案事業者による提案概要等

- ① 想定最大出力 600 kW
- ② 想定年間発電量 約383万 kWh/年  
一般家庭 約1,100世帯分相当  
CO<sub>2</sub>削減効果 約2,200 t/年

※ 水量及び落差に係る公募時の条件

- ・水量 : 約69,600m<sup>3</sup>/日 ⇒ 約0.8m<sup>3</sup>/s (平成27年度平均)
- ・総落差 : 約77.5m (平成27年度平均)

参考：水力発電出力の計算式

$$\text{発電出力 } P \text{ (kW)} = 9.8 \times \text{有効落差 (m)} \times \text{水量 (m}^3/\text{s)} \times \text{効率 (\%)}$$

## 6 まとめ

上水道施設を利用して小水力発電を行う場合、多くの事業者では、施設の標高や流量の帳票データは保有していると考えられ、発電出力は上記計算式により容易に想定可能である。

ここで、小水力発電事業を計画する上での課題の1つに、電力会社との系統連携がある。

完全自家消費を除き、固定価格買取制度等を利用して発電した電気を売電する場合は、電力会社の配電線に接続するため、これに伴う費用負担がある。また、配電線の工事に一定の期間を要する。これらは、発電出力と場所によって異なる。

事業の採算性やスケジュールの検討に不可欠なこれらの情報を得るには、電力会社に対し発電概要書の添付を要するアクセス協議を行なうことになる。

最後に、同じ官民連携により既に発電を開始している仙台市水道局の皆様方をはじめとして、お力添え頂いた関係各位に心から感謝する。

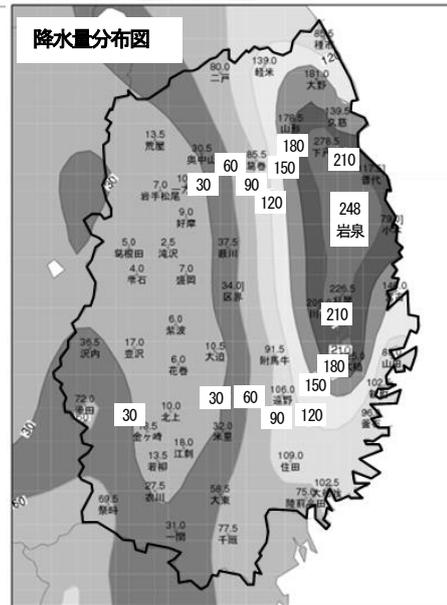
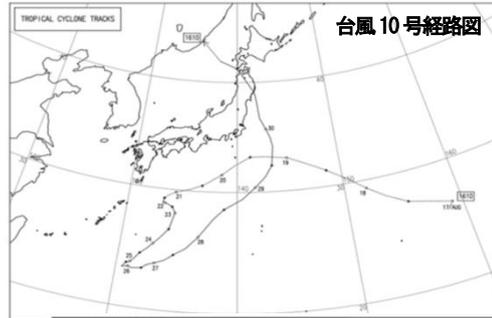
# 台風 10 号における岩泉町簡易水道施設の被災状況とその減災のための一考察

○畑山 大輔（盛岡市上下水道局）

## 1. 台風 10 号の状況

平成 28 年 8 月 19 日に太平洋上八丈島の東約 150 キロの海上で発生した台風 10 号は、蛇行しながら勢力を拡大し、同 30 日 17 時半頃に暴風域を伴ったまま岩手県大船渡付近に上陸、岩手県と青森県を縦断して日本海へ抜けた。

岩手県では 29 日から 30 日にかけて沿岸部を中心に記録的な大雨となった。30 日夕方から夜のはじめ頃にかけて局地的に猛烈な雨を観測し、岩泉町では 8 月 29 日 0 時から 31 日 12 時までの総降水量が 248 ミリの大雨となった。このため、河川の氾濫により人命が失われるなど重大な被害が発生するとともに、冠水、倒木、土砂災害による道路被害、建物災害等が多数発生したものである。



8/29 0:00~8/31 12:00 までの総降水量



<台風 10 号による被害状況>

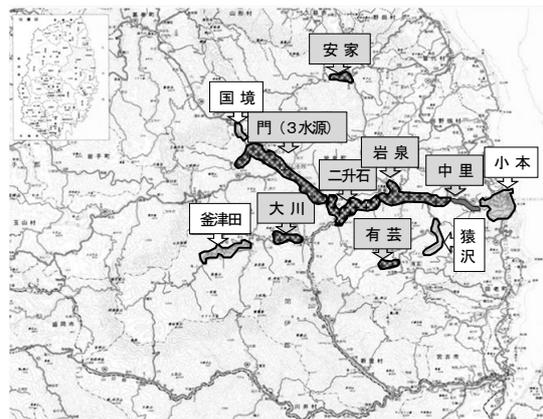
- 死者 22 名，行方不明者 5 名，負傷者 15 名
  - 住宅全壊 502 棟，半壊 2,372 棟，一部損壊 1,143 棟
  - 床上浸水 241 棟，床下浸水 1,694 棟など
- （平成 28 年 11 月 10 日消防庁 HP より）

## 2. 岩泉町簡易水道事業の状況

岩泉町は面積 992.36 平方キロメートル（東西 51 km，南北 41km）の本州一広い面積を有する人口約 1 万人の町である。

岩泉町の水道事業は、昭和 31 年 4 月 1 日に給水開始した岩泉簡易水道創設後、同 43 年に門，同 44 年に小本，同 48 年に安家の各簡易水道を整備し、以後大川，有芸，二升石，国境，中里，猿沢，釜津田の簡易水道整備を進め、現在は町営の 11 簡易水道を運営している。この他町内には組合運営の専用水道 1 施設と飲料水共同施設等が 7 施設あり、これら施設を含めた水道普及率は約 77%である。なお、簡易水道施設は今後統合し、岩泉上水道として運営する計画である。

岩泉町の簡易水道施設位置図（全 11 施設，13 水源）

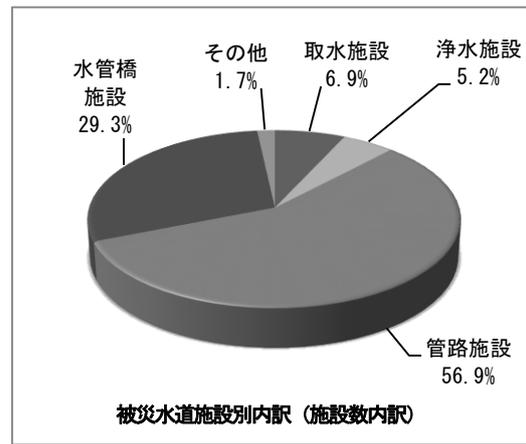


### 3. 台風10号による水道施設被災の概況

現在岩泉町で運営する11簡易水道のうち、台風10号により7簡易水道の施設が被害を受けた。

被災施設の内訳は、取水井や計装設備類の冠水、取水口施設の流出等により取水施設が4箇所、電気、機械、計装設備の冠水等により浄水施設が3箇所、管路の破断、流出等により管路施設が33箇所、橋梁添架管を含む水管橋施設が17箇所である。

被害総額は、簡易水道施設災害復旧費補助金交付決定額で約5億円である。



### 4. 施設別被災の原因と特徴

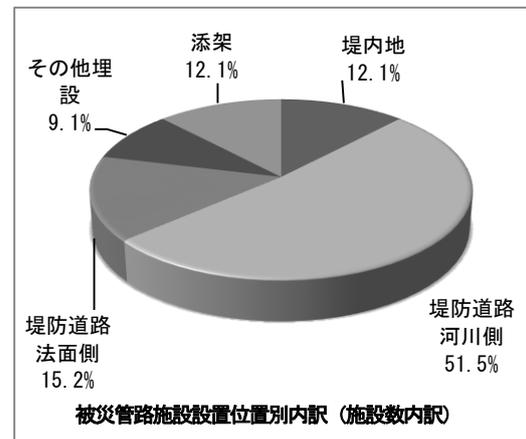
#### (1) 取水・浄水施設

地下水源の取水施設及び浄水施設は、河川水位が堤防高さを超えたことにより被災したものである。被災状況は、取水井への土砂流入、消毒施設、非常用発電機等の施設の冠水による破損、計装設備類の冠水による絶縁不良等であり、特に計装設備類は全て交換が必要な状況であった。被災した施設は河川堤防高と同等、若しくは堤防高より低い堤内地に位置していたものである。

#### (2) 管路施設

埋設道路の洗掘、崩壊に伴い露出した管路が被災したものである。被災状況は、管路施設の歪曲・破断・流出等である。被災施設のうち67%が河川に沿って整備されている道路(以下「堤防道路」という。)内に埋設されていたものである。更に、堤防道路内へ埋設された被災施設のうち77%は河川(護岸)側への埋設であり、道路が洗掘された場合に被災する可能性の高い埋設位置であったものである。

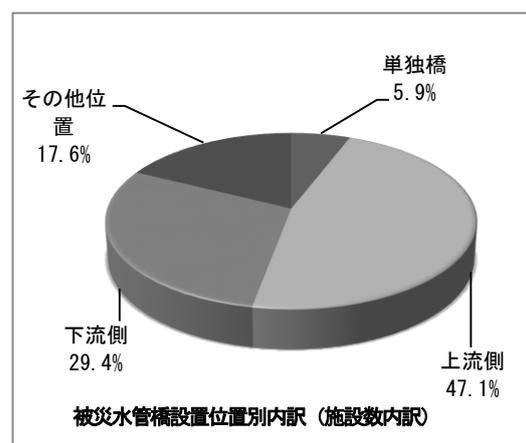
また、被災した管路施設のうち82%は非耐震管であり、耐震管で整備された管路施設は、被災した管路施設と同様に埋設箇所が洗掘され管路が露出した場合でも、管路が破断した施設は1施設と被害が少なかったものである。



#### (3) 水管橋施設(添架管含む)

増水した河川の流れ及び流木等の漂流物の激突の衝撃により水管橋施設が被災したものである。被災状況は、水管橋施設の破断・流出、外装材・支持金具の破損等である。被災施設のうち流れの衝撃を受け難い河川下流側等に添架されていたものは29%であり、河川上流側等の河川の衝撃を受けやすい位置へ設置されていた施設の被災が多かった。

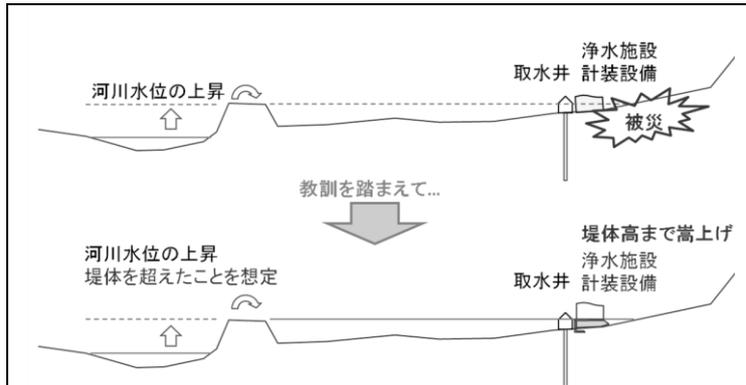
また、被災した水管橋施設のうち、70%の施設は現場で保温と外装の施工を実施した施設であるが、その外装は現場作業となる特性から、加工が容易な比較的強度が弱い素材が使用され、かつ継目が多い施工がされていたものである。



## 5. 降雨による災害を軽減させる一考察

### (1) 取水施設及び浄水施設

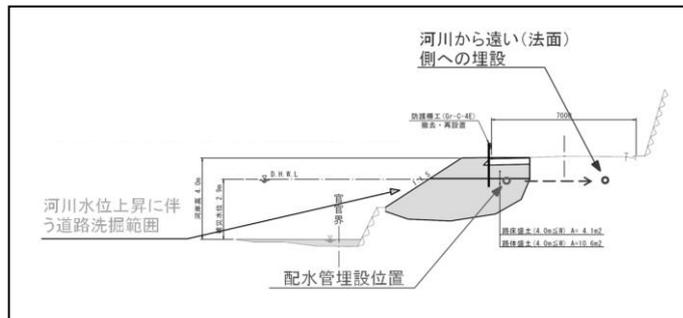
ポンプや浄水施設は精密な電気、機械部品で構成される計装設備で制御されている。計装設備が被災した場合には、たとえ施設本体が被災していなくても施設が稼働できなくなることから、災害時には計装設備が被災しない事が重要である。各自治体で作成している洪水ハザードマップ等を利用し、浸水予定区域内に取水、浄水施設の整備が必要な場合には、浸水深の想定を検討のうえ計装設備類の設置高さを決定することで、降雨に伴う災害に対しても減災に効果があると考えられる。



### (2) 管路施設

配水管網を形成するうえで堤防道路への水道管整備は避けられないが、堤防道路に管路施設を整備する場合には、河川から離れた側に埋設することで減災に効果があると考えられる。この度の岩泉町の災害において堤防道路の河川側に埋設され被災した17施設のうち、76%にあたる13施設は埋設位置を河川から遠い側にしていれば被災を免れていた可能性が高かったものである。

また、被災した管路施設のうち、耐震管で整備されていた施設の被災は少なかったことから、耐震管での施設整備は地震災害のみならず、降雨に対する災害に対しても減災に効果があると考えられる。



### (3) 水管橋施設

被災した水管橋施設のうち、河川下流側に添架されていた施設の被災は少なかったことから、水管橋施設は河川の流れの衝撃を受け難い河川下流側に設置することで減災に効果があると考えられる。

また、防寒対策として必要となる保温材を保護する外装材は、継目が少なく強度の高い素材の被災が少なかったことから、工場で製作されたプレハブ管を使用するなど継目の軽減を図るとともに、軽量化だけにとらわれることなく、外装材強度の検討を行うことで減災に効果があると考えられる。

## 6. おわりに

どのような施設整備を行ったとしても、自然災害に対して万全といえる施設の整備を行うことはできないと考えられる。しかし、その施設の整備に対して多角的な検討と対策を行う事は可能であり、その対策で被害を軽減させることは可能であると考えられる。岩泉町での豪雨災害について検証したこの報告が、今後の他事業体の施設整備にあたっての一考となれば幸いである。

# 「災害情報システム」による管路被害予測結果の蓄積と活用

○齋藤 峻太（仙台市水道局） 小野 誠一（仙台市水道局）

## 1. はじめに

本市では、宮城県沖地震や東日本大震災の経験を踏まえ、管路耐震化や水運用機能の強化等の震災対策を推進しているが、宮城県沖地震の再発が高い確率で予測されているほか、長町利府活断層地震（直下型）等の発生も懸念されており、震災対策事業の効率化と更なる加速が求められている。災害時でも大規模断水を回避低減するためには、想定地震に対する被害予測を実施し、水道管路の被害リスクとその影響規模等を的確に把握することが必要不可欠である。

このような背景の基で、本市では平成19年度に「災害情報システム」を構築し、震災対策のベースとなる管路被害リスクを算定している。本報では、これまで9年間にわたって算定・蓄積してきた管路被害予測結果の分析とその活用手法についての事例を報告する。

## 2. システム概要

災害情報システムは、想定地震における管路の被害リスクを解析し、被害率や被害数を算定するほか、被害率毎に管路を着色し、分布表示が可能である。（図-1）また、想定被害下での応急給水活動に要する給水量や給水車台数を算定する機能も搭載している。基本ソフトは、文部科学省の大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一環として開発された「上水道ネットワークの広域復旧戦略シミュレータ」<sup>1)</sup>を用いており、本市仕様に改修している。被害率や被害数の算定に用いる被害予測式は、日本水道協会式を採用しており、算定要素は図-2のとおりである。このうち、配水管網データ（管種、口径、位置、配水ブロック、顧客使用水量等）は、水道施設の情報管理のために別途構築している「管路情報システム」から取り込む。地形特性、液状化特性、地表面最大速度（地震動）データは、東北大学災害制御研究センターから提供を受けた50mメッシュデータで、一般の250mメッシュデータに比べて高精度かつ、本市の地形特性等に合致したものである。なお、地震動データは「宮城県沖地震（単独型）」「宮城県沖地震（連動型）」「長町利府活断層地震」の3種類を適用しており、各々のケースで被害予測が可能である。

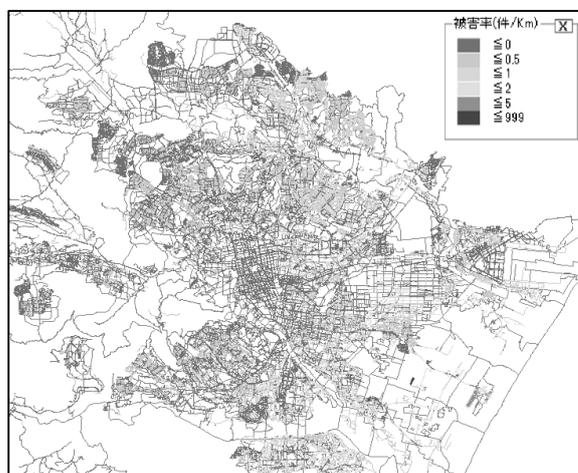


図-1 被害予測結果（本市の管路被害率分布）

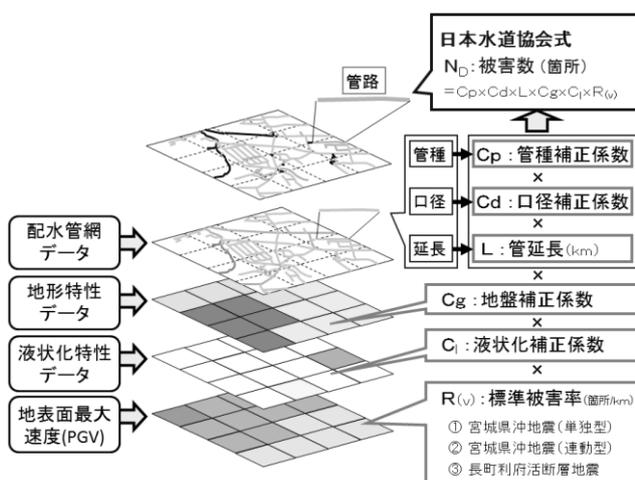


図-2 被害数の算定要素と予測式

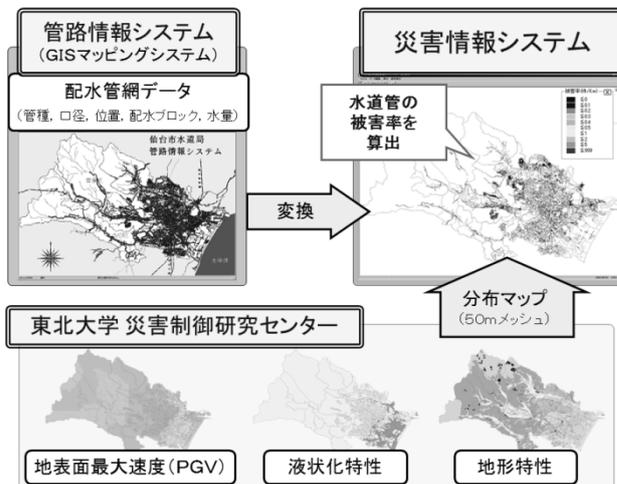


図-3 算定用データの取り込み

### 3. 被害予測結果の蓄積 ～管路整備事業による被害リスクの低減～

#### (1) 経年比較

システムでの被害予測は、平成20年度から28年度までの9年間にわたり実施している。表-1は、年度毎の配水管総延長と想定地震別の被害数(箇所)及び被害低減率(%)である。予測式から算出される被害数は、想定地震発生時の漏水事故件数を示すものではなく、被害リスクを把握するための指標である。

予測結果からは、総延長が長いこともあり、管路の被害数はいずれの想定地震でも未だに多く、特に長町利府活断層地震での被害規模は大きい。しかしながら、被害数の年度推移をみると、着実な管路耐震化の実行により年々その数を減少させており、平成28年度には20年度と比べ、各想定地震に対する被害リスクを約15%～25%低減させている。

表-1 配水管総延長と想定地震別の被害数, 被害低減率(口径75 耗以上)

年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H20からH28までの被害低減率	
総延長(km)	3,284	3,304	3,325	3,343	3,358	3,370	3,386	3,407	3,430		
被害数(箇所)	単 独 型	779	769	686	674	659	655	620	608	588	24.6%
	連 動 型	1,068	1,051	1,013	996	976	971	922	905	877	17.8%
	長 町 利 府	2,339	2,306	2,287	2,248	2,209	2,194	2,081	2,045	1,987	15.1%

#### (2) 管種別の比較

CIP(普通鉄管)やVP-TS(塩化ビニル管TS継手)は地震による被害率が高く、本市ではこれら管種の耐震管への更新を重点的に実施してきた経緯がある。表-2, 3はCIP及びVP-TSの年度毎の残延長と想定地震別の被害数(箇所)及び被害低減率(%)である。結果として、管路更新の進捗により、想定地震における被害リスクをCIPでは約94～95%, VP-TSでは約17%低減させている。しかしながら、未だVP-TSの残延長が多く、今後も管路更新を的確に進め、更に被害リスクの低減を図る必要がある。

表-2 CIP 残延長と被害数, 被害低減率(口径75 耗以上)

年度	H20	H21	H22	H23	H24	...	H28	H20からH28までの被害低減率	
CIP 残延長	43km	32km	22km	12km	10km	...	2km		
被害数(箇所)	単 独 型	14	10	7	4	3	...	1	94.2%
	連 動 型	19	14	10	5	4	...	1	94.2%
	長 町 利 府	56	41	29	15	12	...	3	94.9%

表-3 VP-TS 残延長と被害数, 被害低減率(口径75 耗以上)

年度	H20	...	H24	H25	H26	H27	H28	H20からH28までの被害低減率	
VP-TS 残延長	881km	...	859km	850km	838km	829km	818km		
被害数(箇所)	単 独 型	414	...	390	371	361	355	344	16.8%
	連 動 型	564	...	531	504	491	483	468	16.9%
	長 町 利 府	1,173	...	1,107	1,044	1,017	1,000	972	17.2%

#### (3) 配水ブロック単位での分析

本市は、配水区域を129の配水ブロックに分割しており(平成28年度末時点)、システムでは、その配水ブロック毎に被害率を算出し、分布表示ができる。詳細な結果は割愛するが、一例として、卸町東ブロック(平成27年度末時点 管路総延長≒90km)では、長町利府活断層地震における被害数は平成19年度では243箇所あったが、管路更新の実施により平成28年度には176箇所となり、約28%の被害リスク低減となった。配水ブロック単位でも被害リスクを把握し、的確なリスク低減を図ることが重要である。

### 4. 被害予測結果の活用

#### (1) 管路更新計画への反映 ～更新候補管路のピックアップ～

被害予測結果は、図-4に示すとおり次期の更新候補管路のピックアップに活用し、管路整備部署への更新要望や情報提供をしている。各想定地震における予測結果から被害率が高い管路を抽出し、そのなかでも配水ブロック内の上流側に位置する管路に優先順位を付けるほか、VP-TSが一带に埋設されている宅地造成地等の管路を抽出している。



図-4 更新候補管路のピックアップ例

## (2) 応急復旧計画への反映 ～被災時の水運用の策定～

長町利府活断層地震による管路被害は甚大であると想定されており、システムの予測でも口径400以上の配水本管の被害が多数予測されている(平成28年度予測結果の被害数は35箇所)。この結果を基に、配水系統上の主要管路や被害率が高い管路を抽出し、その漏水事故を断水修繕する想定で、応急復旧計画の基礎となる被災時の水運用を策定した。

具体的には、6つの配水本管で8箇所の漏水被害を想定し、それに対する仕切弁の開閉箇所、隣接する配水ブロックからの水融通、配水区域内の有効動水頭の増減、影響範囲等を取りまとめた。図-5はその概要図の一例である。

被害予測を行わない場合、地震による漏水事故の想定は無数にあり、その選択肢の多さから効率的かつ的確な復旧計画の策定は困難である。そのため、本市ではシステムによる被害予測を実施し、その結果から想定地震による被災管路を抽出し、水運用上の対応策をまとめることで水運用機能の強化を図っている。

## 5. 被害予測精度向上の取り組み

被害予測は、効果的な震災対策及び被害リスク低減を実施するにあたり、更なる精度向上を図る必要がある。そのため、本市では平成29年度に、新たに被害予測式(丸山・山崎式)のシステムへの導入を検討している。この予測式は、既往の研究成果<sup>2)</sup>から東日本大震災での本市の被害実情に近い予測が可能とされている。また、地域特性により即した被害予測を行うために、当式を補完する微地形データ等の要素を取り入れることが提唱されていることから、宅地造成地での切土盛土や液状化等のデータのシステム反映を見据えて検討を行っている。

## 6. まとめ

地震による被害規模の的確な予見は困難であるが、予測無しの手探り状態ではなく、災害情報システムのような地震被害予測システムを構築・活用することで、想定地震の被害リスク低減を主眼とした管路更新の評価、復旧対策方針の具体化等を実現できる。また、管種・口径・配水ブロック単位での被害分析や、管路被害率の分布表示機能等を活用することで、更新の優先順位を決定し、効率的な管路更新が可能となる。

震災対策では、人的・物的資源の制約や地域特性等の様々な条件を考慮する必要があるため、基本方針や復旧手法には総合的な判断が必要であり、災害情報システムから得られる被害予測結果はその判断材料として非常に貴重な情報である。この予測結果を有効活用しながら、今後もよりの確で効率的な管路更新等の震災対策を推進する。また、本報が本市と同様の懸念や課題を抱える他事業者にて、震災対策や地震時の管路被害予測手法の参考になれば幸いである。

### [ 参考文献 ]

- 1) 永田茂, 山本欣弥: 地震災害に対する配水管路網の広域復旧戦略シミュレータの開発 (I), 第58回全国水道研究発表会講演集, p692-693, 2007.
- 2) 永田茂, 丸山喜久, 庄司学: 既往の上水道配水管の地震被害予測式の予測精度に関する検討, 土木学会論文集A1(構造・地震工学), Vol. 71, No. 4 (地震工学論文集第34巻), I\_50-I\_61, 2015.

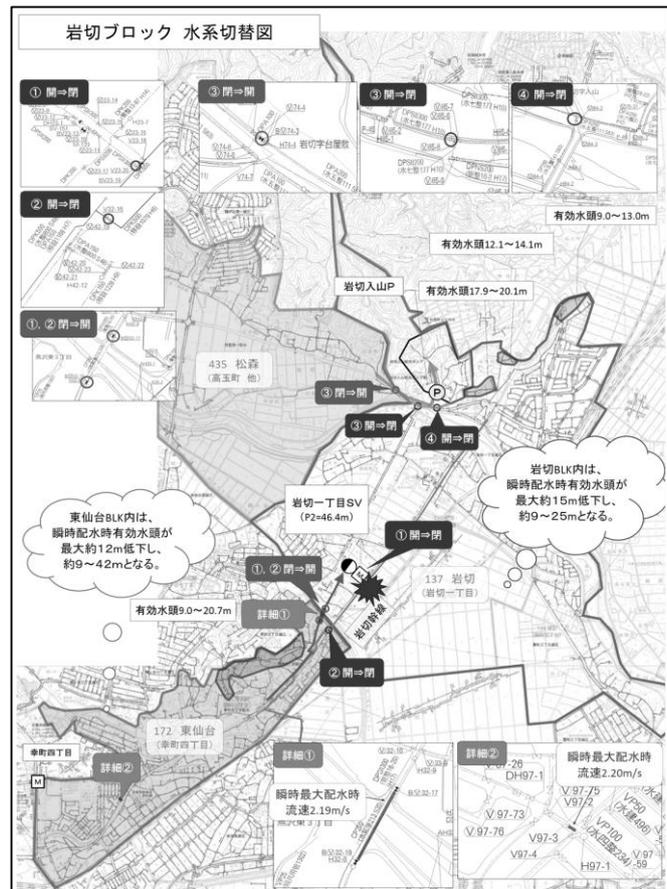


図-5 被災時の水運用の概要図

# 「不断水工法によるφ1,000mm 送水管移設工事」について

福島地方水道用水供給企業団 ○佐藤栄治  
加藤智幸

## 1. はじめに

当企業団は摺上川ダム(国土交通省東北地方整備局)を水源とし、すりかみ浄水場にて浄水した水を平成19年4月より福島県北地区の3市3町(構成団体:福島市、二本松市、伊達市、国見町、桑折町、川俣町)へ水道用水を供給し、本年度で本格供給10周年を迎えたところである。浄水場からは一部を除き自然流下方式とし、管路構成はダクトイル铸铁管および鋼管でありφ1,500mmの基幹線、φ1,350mm～φ300mmの西部幹線、φ1,000mm～φ150mmの東部幹線に区分され、総延長122kmの送水管路である。また、送水量は一日最大128,991 m<sup>3</sup>/日であり、給水人口約39万人の水道用水を供給している。

本稿では代替え管路のない送水管において、不断水分岐工法(切替弁)による送水管の移設事例を報告するものである。

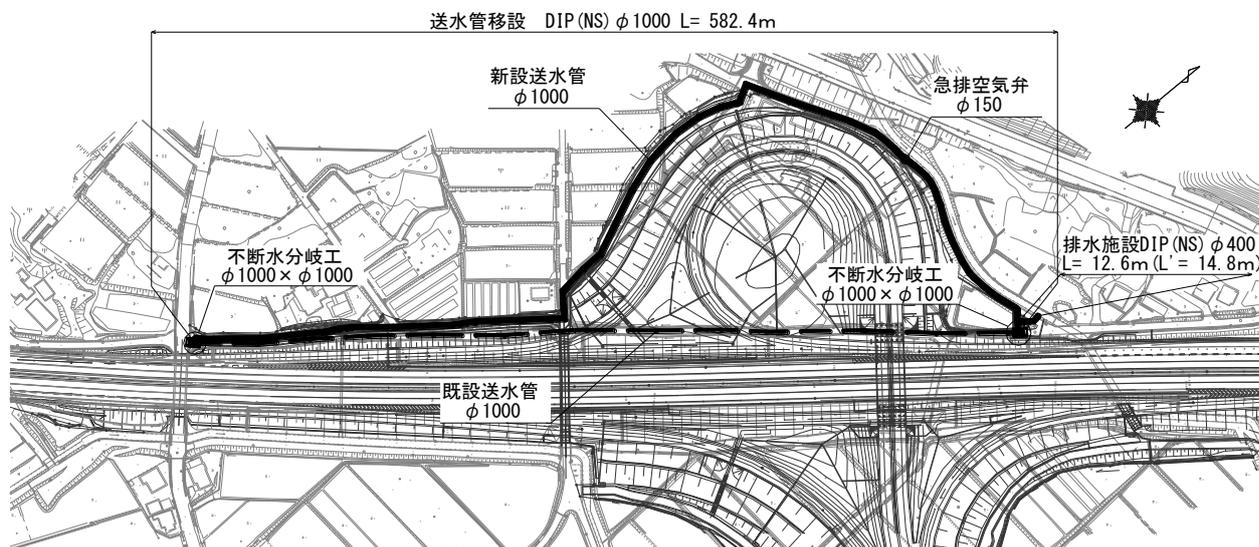
## 2. 工事概要

当該現場は、国土交通省による復興支援道路相馬福島道路(仮)福島北JCT建設に伴う移設補償工事であり、既存の高速道路側道に埋設してある送水管φ1,000mmを新設するJCT側道へ移設するものである。

- 送水管移設工:φ1,000mm DIP-NS L=582.4m
- 不断水分岐工:インサートバルブ T型  
φ1,000mm 2基
- 空気弁設置工:空気弁φ150mm 20K 1基  
(補修弁含む)
- 排水管設置工:φ400mm DIP-NS  
仕切弁FCDφ400mm 20K 1基



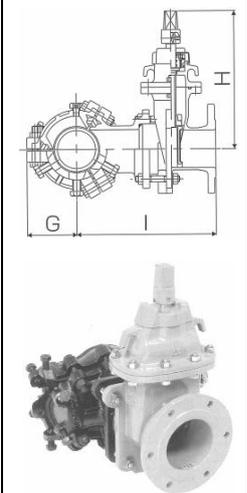
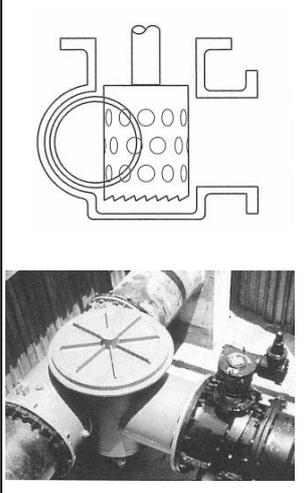
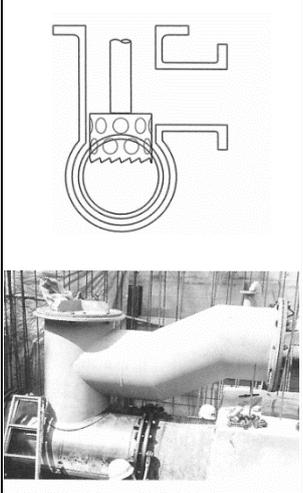
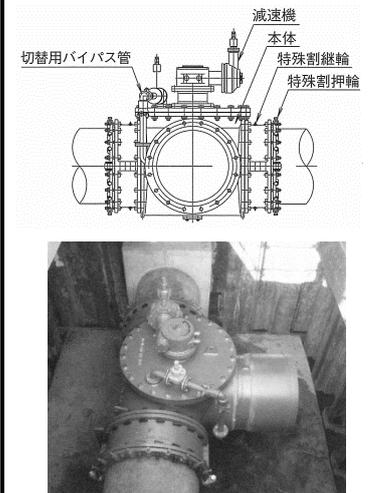
全体平面図



### 3. 不断水工法

#### (1) 工法選定

不断水工法には、新管の分岐取出し用として「不断水分岐工法」、「特殊分岐工法(水平)」、「特殊分岐工法(垂直)」があるが、当該現場は移設であるためこれらの工法では管路を分岐した後に別途仕切弁にて既設管を遮断、撤去することとなり、設置費用とスペースが必要となる。当該現場では分岐工設置スペースに制約(高速道路の側道幅内に設置)があることや、既設送水管は東部幹線の最大口径φ1,000mm、設計水圧20K(2.0MPa)であり、全送水量の約25%(給水人口約9万人)を占める重要な管路であるため、管路の切替え後別途仕切り弁を設置せずに既設管を撤去でき、分岐に伴う構造物(製品)が小さい不断水分岐工法(切替弁)を選定した。

×新管の分岐取出し(別途仕切弁必要)			○既設管から新管へ切替え
不断水分岐工法	特殊分岐工法(水平)	特殊分岐工法(垂直)	不断水分岐工法(切替弁)
			

#### (2) 不断水分岐工法(切替弁)

不断水分岐工法(切替弁)は通水下で既設管路の一部を切断除去し、切替弁(インサートバルブ)を設置するものである。切替弁は分岐管路を接続しなくても設置できるため切替える管路布設の工程に影響が少なく、既設管の切断には専用の圧力タンク内でバイト式パイプカッターにより管の厚みのみを削り取るため、既設管内には切り屑が混入しないだけでなく、赤水が発生しない、無振動、無騒音という特徴もある。

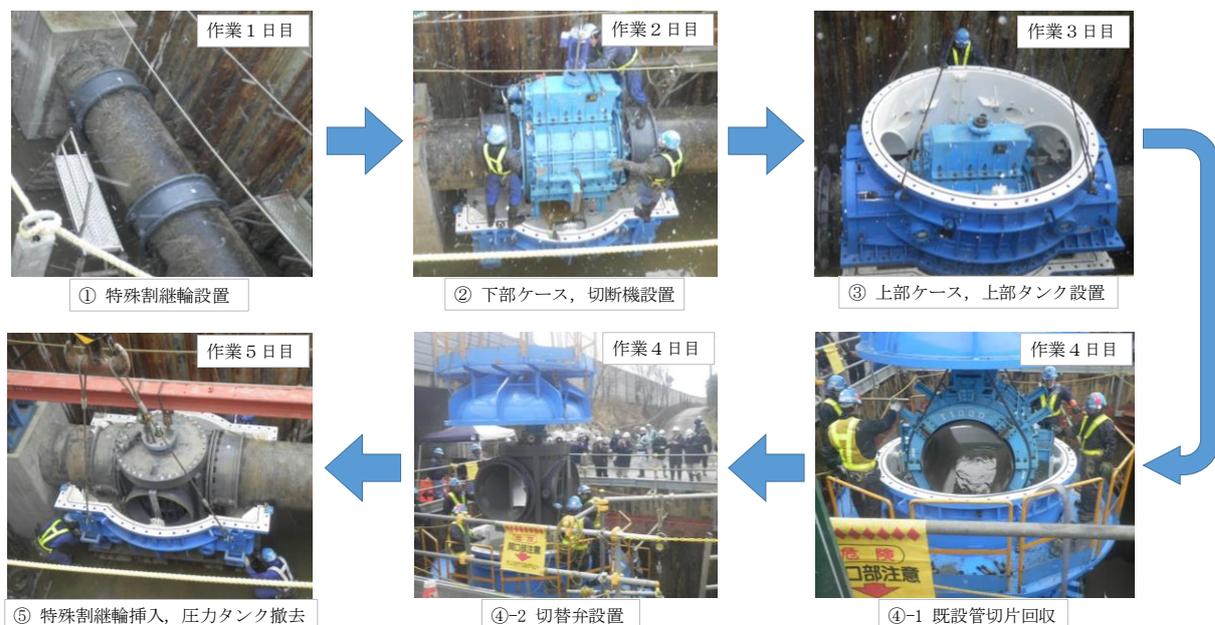


切替弁(インサートバルブ)の標準仕様はFCD製(7.5K(0.75MPa)まで)であるが、当該現場の設計水圧は20K(2.0MPa)であるため鋼製(SS400)の切替弁を特注製作し、切替弁が鋼製であるため防食仕様は外面を液状エポキシ樹脂塗装(塗膜厚:300μm)、内面をエポキシ樹脂紛体塗装(塗膜厚:300μm)とすることで品質を確保した。また、切替弁の止水構造は弁体の裏側(通水しない側)に取付けてあるOリングにより止水する構造となっており、切替え操作に対応している。(製造メーカーにおいて設置後20年経過した切替弁の正常操作実績あり)

なお、不断水分岐工法は切替弁に限らず既設管への設置(接続)であることから、切替弁の製作前に既設管の真円度、勾配等を確認する必要がある。(既設管の変形等がある場合は別途加工により対応)

### (3) 施工方法

施工手順としては大きく分けて 5 工程(①特殊割継輪の設置, ②下部ケースおよび切断機の設置, ③上部ケースおよび上部タンクの設置, ④既設管切断後切片回収および切替弁設置, ⑤特殊割継輪挿入完了後圧力タンク撤去)となり、当該現場においては1ヶ所につき 5 日間で切替弁の設置作業を実施した。施工状況の確認方法は内部確認用窓(4ヶ所)により、目視で確認しながら作業することができるため確実な施工が可能である。また、切替弁設置の際には事前調査結果をもとにガイドを作成し、既設管との接続精度を確保している。



このような大口径での不断水分岐工法(切替弁)を実施する例は希少であるため、現場見学会を実施することで水道事業関係者の技術伝承に貢献した。また、回収した既設管の切片については管体腐食調査を実施し、最も老朽度の低いランクV判定(20年以内に再診断)の結果を得た。

### (4) 洗管および切替え作業

洗管作業については水の供給および下流側へ夾雑物の流出等の影響を出さずに行うため受水池の流入を一時停止するものとし、洗管作業後は新設管路へ切替えができるため、洗管作業が完了後切替弁本弁操作により管路の切替えを実施するものとした。洗管および切替え作業中は水の供給を一時停止するため断水せずに作業できる時間をシミュレーションにより確認(受水池の最大流入停止時間 3 時間)し、断水せずに作業できる時間内で洗管および切替え作業を行う計画(作業時間 2 時間)とした。作業は計画どおり実施し無事洗管および切替え作業を完了した。なお、洗管作業時に不断水分岐工法による切粉や濁水等は確認されなかった。

## 4. おわりに

当該工事は代替え管路のない送水管を不断水分岐工法(切替弁)により送水管を移設するものであり、分岐箇所の送水管は全送水量の約 25%を占める重要管路かつ設計水圧 20K(2.0MPa)と高水圧という条件における施工となったが、断水や水質異常もなく工程どおり無事完了した。

今回使用した不断水分岐工法(切替弁)は大口径の高圧管路においても施工の安全性が確認され、断水が困難な工事の場合は有効な工法である。また、将来の管路更新においても有効な工法の一つであると考えられる。

# 処理水量に合わせた生物活性炭吸着池の運用と除去率の挙動

山形市上下水道部 ○三澤栄次・板坂学

## 1. はじめに

見崎浄水場は、一級河川最上川の表流水を水源として市内の北西部に給水しており、全給水量の約 30%を担っている。昭和 46 年に稼働して以来、河川水に由来する臭気の苦情がたびたび寄せられていたが、おいしい水に対する市民の期待が高まったのを受けて、臭気物質の除去を目的にした高度処理施設（生物活性炭吸着池：以下「BAC 池」と表記）を導入し平成 9 年 5 月から稼働している（図-1 参照）。

今回、処理水量の減少傾向を受けて、当初稼働していた BAC 池の 6 池を 4 池まで減らした運用を行った結果、浄水施設運用の適正化について

新たな知見が得られたので報告する。

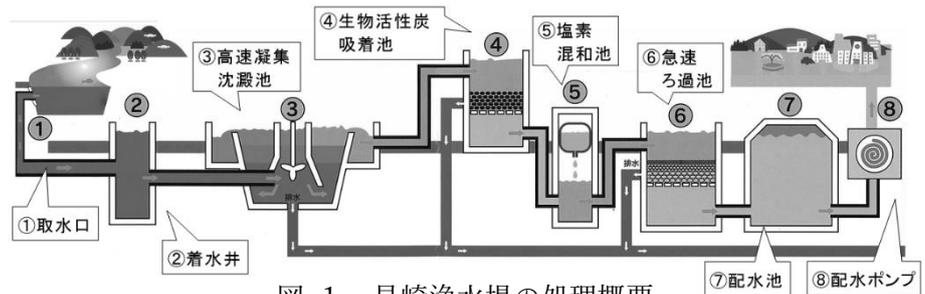


図-1 見崎浄水場の処理概要

## 2. 生物活性炭吸着池（BAC 池）の仕様

見崎浄水場の BAC 池の主な仕様を、表-1 に示す。活性炭は 5 年毎に新炭への入れ替えと再生を交互に行っている。また、BAC 池は 2 つの系列を、年度をずらして交換と再生をおこなっている。

表-1 生物活性炭吸着池の仕様

設計処理水量	60,000m <sup>3</sup> /日
池数	6 池（3 池×2 系列）
吸着池面積	10.5m × 4m = 42m <sup>2</sup> /池
洗浄方式	空気・水同時併用洗浄+水洗浄
活性炭	石炭系粒状破碎炭、層厚 2.0m

## 3. 処理水量の変化と活性炭吸着池

BAC 池を稼働してから今年で 20 年が経過するが、この間、節水意識の高まりや節水型給水装置の普及などにより処理水量は徐々に減少している。

図-2 に BAC 池の処理水量（月毎）について過去 10 年間の推移を示す。処理水量の減少傾向

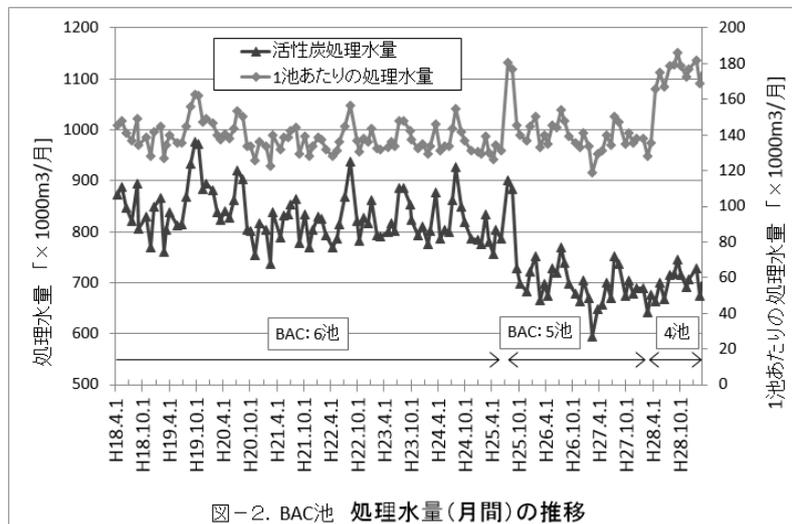


図-2. BAC池 処理水量(月間)の推移

（H28 年度の処理水量は H18 年度に比較して 84%まで減少）を受けて、当初稼働していた BAC 池の 6 池を H25 年度に 5 池に変更し、H28 年度には 4 池にまで減らす試みを行った。

これにより、1 池あたりの処理水量は、H25 度に 104%（5 池稼働）、H28 度に 126%（4 池稼働）に増加している（H18 年度・6 池稼働と比較）。

#### 4. BAC 池の色度除去率の推移

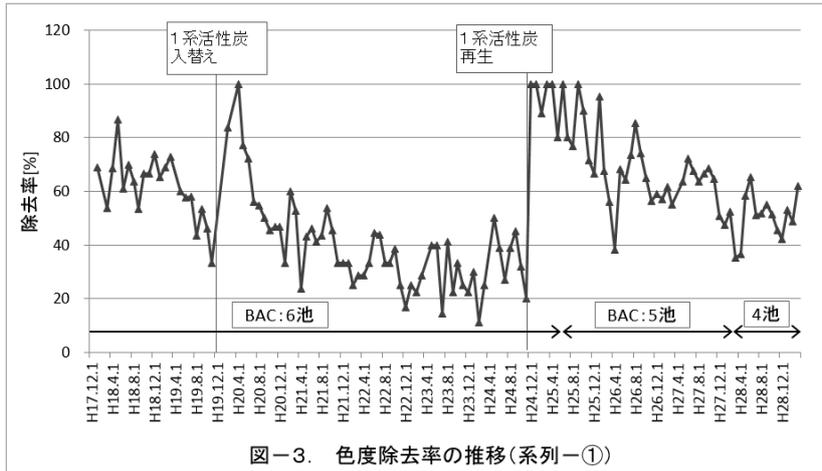


図-3. 色度除去率の推移(系列-①)

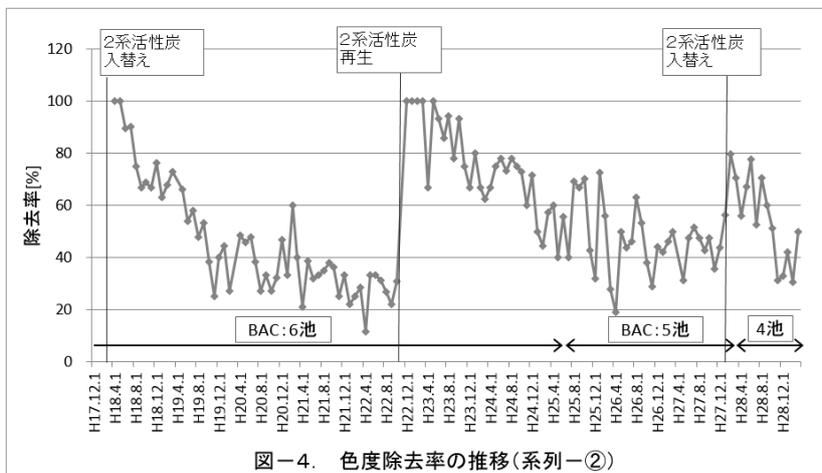


図-4. 色度除去率の推移(系列-②)

1 池あたりの処理水量が増加し、吸着性能の低下と臭気や有機物等の除去率の低下が懸念されたため、BAC 池における除去率の経年変化を調べた。このうち2つの系列それぞれの色度除去率の変化を図-3, 4に示す。

6池すべての BAC 池が稼働していた平成 24 年度までを見ると、交換時期の直前は色度除去率が 20%前後まで低下していたが、池数を減らした 25 年度以降も除去率は 20%を下回ることなく維持されており、吸着・分解の性能が保たれていることを示していた。

その他、臭気や紫外線吸光度、濁度等でも流出水の数値に異常は見られなかった。

#### 5. 高速凝集沈澱池が与える影響 (BAC 池への流入水の負荷)

BAC 池 1 池あたりの処理水量が増加していたにも関わらず、性能が大きく低下していなかったことに関して、BAC 池の流入水に着目して調査をおこなった。

「BAC 池の流入水」とは、すなわち前段の処理工程にある「高速凝集沈澱池の流出水」である。高速凝集沈澱池での処理が、BAC 池の処理にも影響するため、図-5に BAC 池流入水 (つまり高速凝集沈澱池の流出水) の濁度負荷量 (流入水量×濁度) の推移を示す。

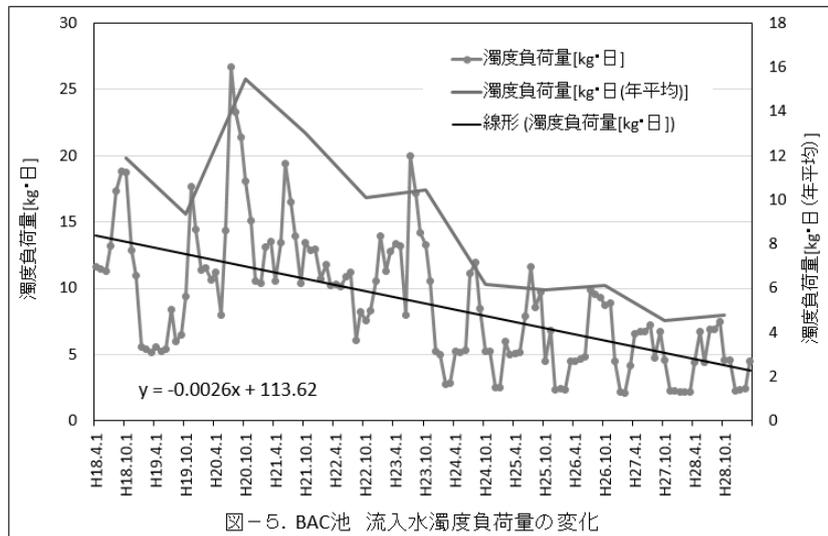


図-5. BAC池 流入水濁度負荷量の変化

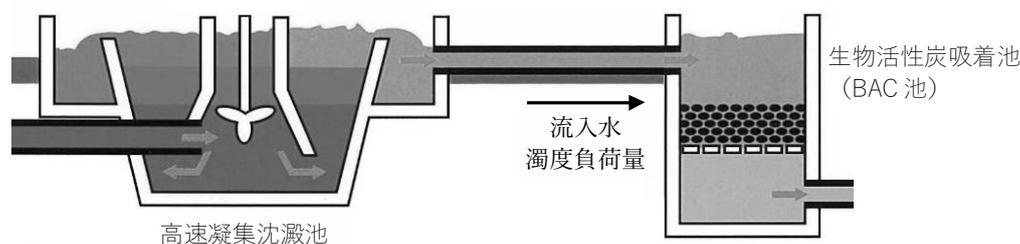
濁度負荷量が大きく減少しているのは、処理水量の減少だけではなく BAC 池への流入水濁度が低下していることを示しており、H28 年度の値は H18 年度比で 41%まで低下していた (処理水量は H18 年度比で 84%)。

高速凝集沈澱池の流出水濁度が低下している要因の一つとして、高速凝集沈澱池

内での滞留時間が長くなったことが挙げられる。

処理水量が減少したことに伴い処理水の滞留時間が長くなったことで、フロックの沈降性が向上したこと、急激な濁度変化や温度の変化による密度流などに対しても沈澱池の緩衝性が大きくなりフロックのキャリーオーバーが抑えられたこと、処理水量の変動が小さく抑えられるようになったこと、等が流出水の濁度低下の理由と考えられた。

BAC 池流入水の濁度負荷量を直接色度や臭気の負荷量に置き換えることはできないが、浄水処理における除去対象物質として捉えると、全体として負荷は大幅に低下しており対象物質によっては半分程度まで低下していると考えられる。(図-6 参照)



年度 (池数)	BAC 池の 稼働池数	BAC 池流入水の 濁度負荷量 [kg・日]	BAC 池 1 池当 たりの処理水量 [m3/月]	BAC 池 1 池当 たりの濁度負荷量 [kg・日]
H18 年度	6 池	11.87	138,974	1.98
H28 年度 (H18 比)	4 池	4.81 (41%)	175,436 (126%)	1.20 (61%)

図-6 BAC 池における濁度負荷量の比較

これらのことから、BAC 池において池数を削減したことにより 1 池あたりの処理水量は増加したが、BAC 池に流入する前段の高速凝集沈澱池の処理が向上し BAC 池への流入水の負荷量が低下したため、処理全体として性能が十分に保たれていることが確認された。

## 6. まとめ

BAC 池の稼働池数を削減した後も流出水の水質は適正に保たれており、それには BAC 池の前段にある高速凝集沈澱池の処理も密接に影響を与えていることが分かった。

処理水量の減少に応じて浄水処理を考えていく際には、施設の規模を一様に小さくすることや工程ごとに切り分けるだけでなく、前後の工程や処理も踏まえて総合的に処理を捉えていくことが重要である。

# 給水装置工事しゅん工検査の簡素化によるお客様サービスの向上について

福島市水道局 ○ 浅井 健介

## 1. はじめに

福島市の水道事業は、大正14年に給水を開始して以来、水道施設の整備を実施しながら、給水区域の拡大を行い、90年以上にわたり市民に水道水を届けてきた。しかし、水需要の減少や人口減少が進む一方、施設の更新や耐震化、環境への配慮など、多大な投資を必要としている。

このような中、様々な課題に取り組む上での指針となる「ふくしま水道事業ビジョン」を策定し、本計画に基づく事業を推進することにより、市民の満足度向上や安全な水の供給に努めている。

しかし、平成23年3月11日に発生した未曾有の東日本大震災から6年が経過し、そして、復興が進むに連れ、特に新築の建築が多い現状で給水装置工事のしゅん工検査が追いつかない事態であり、検査の簡素化によるお客様サービス向上について検討してきた。しゅん工検査方法の一部改善について、4～5月の試行期間を経て6月から本格施行したので紹介する。

## 2. 給水装置工事しゅん工検査の現状

最近の給水装置工事しゅん工検査の実態であるが、東日本大震災以降、復興が進むに連れ、新築建築ラッシュで多数の一般住宅が建築されている。このことに伴い、給水装置工事のしゅん工検査は毎年増加傾向にある。

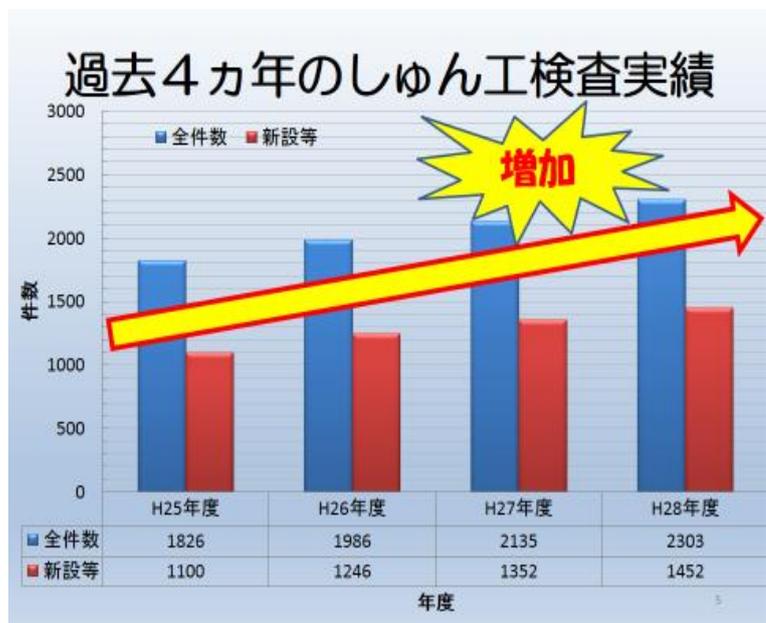
検査職員の人数は限られており、件数が多くなればなるほど検査申込があってもすぐには対応できず、受付後、1ヶ月以上先の検査となっている現状である。

お客様としては、新築の住宅に早く住みたいと懇願しており、ややもすると、しゅん工検査前に既に入居してしまうケースが出てくるのが考えられ、しゅん工検査無届という違反行為にも発展してくる。

お客様から早く検査してほしいと問い合わせや苦情が絶えない状況である。

このように、しゅん工検査の方法を検討しない限り、同様なことが繰り返されるため、条件を付け写真検査を実施するというしゅん工検査方法の一部改善を行うなどの検査の簡素化が今後の課題であると判断した。

このことにより、しゅん工検査の一部を写真検査にすることで、しゅん工検査が終了するまでの時間が大幅に短縮され、お客様を待たせることなく希望通りにスムーズに入居してもらえるなど迅速化が図られ、また、お客様のニーズに応えることでサービスの向上に繋がると考えた。



### 3. 簡素化の検討と改善内容

#### (1) 写真検査

前述したように、東日本大震災以降、復興が進むに連れ一般住宅建築ラッシュで検査件数が増加している。検査職員は5名で一人1日4件が限度である。例えば、本日予約を入れようとしてもしゅん工検査まで1ヶ月以上かかっており、お客様から苦情も多く入居が遅れ、どんどん対応が厳しくなっている現状である。

復興住宅等の増加に対応すべくしゅん工検査までの期間を如何に短縮できるか、また、スムーズな入居をしてもらうためにはどうすれば良いかなど、お客様サービスに繋がるよう検討した。

従来の配管工法と異なり、水を同時使用した場合、均等に供給できるヘッダー工法を採用しており施工性や維持管理、施工確認が比較的容易であるため、新築の一般住宅及び改造の全面建て替えの一般住宅に限って現場検査から写真検査に移行した。また、一般住宅はφ13mmからφ25mmのメーター設置が主流であるため、小口径メーターを取り付ける戸建ての現場について写真検査とした。

アパートやマンションなども写真検査にしてしまうとクロスコンネクションが発生したり、メーター番号と部屋番号が違っているなど、最終的に検針や料金徴収にも影響を及ぼす。そのために、戸建てで一般住宅に限って写真検査とした。それ以外は、現行通りの検査方法としている。

#### (2) 実施マニュアル

写真撮影項目や要領等については、右記のとおりとし、写真検査実施マニュアルを作成。各指定給水装置工事事業者へ配布した。

また、一部改善にあたっては、日本水道協会東北地方支部 給水装置研究委員会委員の皆様のご協力により事例等を参考にさせていただきました。

### 給水装置工事しゅん工における 写真検査実施マニュアルの作成

- ・ **撮影項目**
- 1. 配管状況と埋設深度 (1~2枚)
- 2. 水圧試験状況  
常圧試験と耐圧試験 (3枚)
- 3. メーター取り付け状況 (2~3枚)
- 4. 残塩測定状況及び水栓の場所全部 (残塩測定は2~3枚) (水栓はその数全部)
- 5. ヘッダー (1枚)
- 6. 弁栓類 (弁栓類の数全部)
- 7. 立上り管や保護・保温状況 (1枚)

埋設深度



耐圧試験



耐圧試験



常圧試験



メーター取り付け



メーター取り付け



水栓



水栓



ヘッダー



残留塩素測定



弁栓類



弁栓類



以上のように写真検査実施マニュアルに撮影例を示した。

また、撮影項目に沿って写真を整理し、しゅん工図と一緒に提出させ写真検査を行ってきた。

#### 4. 試行期間から現在までの写真検査状況と今後の課題

##### (1) 写真検査に移行して・・・

- ・全しゅん工検査件数 600件（平成29年4月から6月末）
- ・うち 写真検査件数 80件（13%）
- ・合格・不合格 今のところ不合格なし。写真の撮り直しあり。
- ・チェックリスト 給水装置工事しゅん工検査時のチェック項目によりチェック

今までは、現場検査予約受付から1ヶ月以上先に検査を行っていた。写真検査では受付後、数日後には検査終了。しゅん工検査通知書発行まで終わることができた。（検査所要時間 15分/件）

##### (2) 今後の課題

すべての指定給水装置工事事業者が大きな会社ではなく、中小企業でもあるため、写真整理の労力が負担とならないか？また、主任技術者の知識・技術力が、お客様やハウスメーカーの要望に対応できるか？更には現場を一人で切り盛りしている親方企業もいるため写真撮影等に対応できるか？などが今後の課題である。また、写真の加工など偽造されることも懸念されるので、その点に注意を払い、写真検査の現場を抜き打ちで検査することも考えなければならない。

#### 5. むすび

平成29年4月から5月の試行期間を経て、6月からしゅん工検査の簡素化におけるお客様サービスの一環として一部、現場検査を写真検査に移行してきた。この手法の導入について、他都市も同様な悩みを抱えていると推察されるため情報共有の意味で事例を発表した。

しゅん工検査方法の一部改善は初めての試みであった。改善が返って指定給水装置工事事業者の負担とならぬよう、今後、事業者と意見交換を行いながら進め市民サービスに繋げたい。本格施行後は、お客様からの苦情やトラブルがなく、お客様のニーズに応えることができサービスの向上に繋がったものと考察する。また、お客様サービスだけではなく、しゅん工検査無届という違反行為も少なくなった。指定給水装置工事事業者は、お客様の多様化する生活スタイルによりその要望に応えなければならず、相当な技術力を要する。建物建築の際、ハウスメーカーなどに左右され、工事内容・工期も合わせなければならず、その労力には敬意を表する。主任技術者への労力削減のためもあり写真検査に移行したが、ある程度の成果はあったと言えよう。今後は更に改善をしながら、より良い検査を心がけていきたい。

また、給水装置研究委員会委員の皆様のご協力により事例等を参考にさせてもらい感謝申し上げます。

# 滝沢浄水場更新整備等事業 —新滝沢浄水場の建設—

○遠藤利哉（会津若松市水道部） 土田 登（会津若松市水道部）  
 鈴木勇人（会津若松市水道部） 湯田豊巳（会津若松市水道部）  
 長谷川恵一（会津若松市水道部） 渡辺史人（会津若松市水道部）

## 1. はじめに

会津若松市基幹浄水場の滝沢浄水場については、将来予想される原水の悪化に対応するとともにクリプトスポリジウムへの対策を講じ、高濁度発生時における浄水機能を確保することを目的として、現在の同浄水場敷地内に膜ろ過方式による新しい浄水場をPPP事業（DBO方式）により平成26年度から全面更新するとした事業を実施している。本年度は建設工事の最終年度を迎える。

本稿ではこの滝沢浄水場更新整備等事業のうち、滝沢浄水場の建設工事概要とその特色等について報告する。

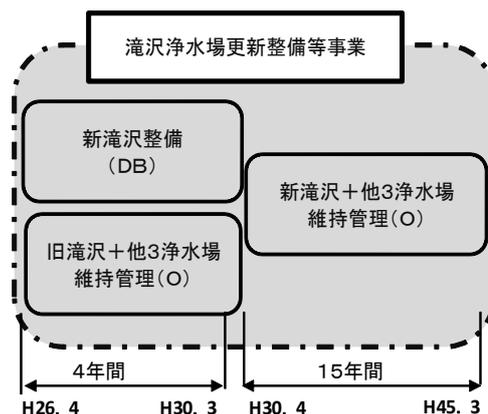


図1 事業スキーム

## 2. 建設工事の概要とその考え方

### (1) 建設工事の概要

新滝沢浄水場の建設工事概要については表1のとおりとなる。

事業方式については設計から建設維持管理を包括して発注するDBO方式を採用し、平成26年度から4ケ年の整備と15年間の維持管理を含んだ19年間に及ぶ事業である。整備される大部分の施設は新施設となるが、一部施設については既存施設の耐震補強を行うことで全体事業費の

項目	概要
①浄水能力	27,000 m <sup>3</sup> /日
②浄水処理方式	膜ろ過方式（無機MF膜）
③主要整備施設	導水管、着水井・原水調整池、混和槽、膜ろ過棟、1号配水池、2号配水池、濃縮槽、天日乾燥床、場内配管、場内整備、太陽光発電設備
④主な工程	平成26年度：実施設計、既存施設（緩速系）解体 平成27～28年度：主要施設建設・場内配管、試運転、一部給水開始 平成29年度：配水池耐震補強、場内配管、給水本格開始、既存施設（急速系）解体、太陽光パネル設置
⑤事業費（税込 H29/4）	6,115,204千円（当初5,874,012千円）

表1 新浄水場の建設工事概要

コストの縮減を図った整備内容が提案された。膜ろ過設備の処理能力としては東北最大規模の浄水場である

### (2) 膜ろ過方式の採用

平成23年4月に部内に設置した浄水場施設整備検討委員会にて浄水能力、処理方式等の基本的な方針を決定してきた経過にある。中でも膜ろ過の選定にあたっては以下の理由で選定した。

- ① 原水の急激な高濁度に対応できかつクリプトスポリジウム等の病原性原虫の除去に最も適した、より水質の向上が図れる処理方式であること。
- ② 従来の急速ろ過方式よりも施設のコンパクト化が図られること。

- ③ 施設のコンパクト化に伴い、現有地における施設の建て替えが有利となり、新たな用地取得が不要であり、既得の水利権（変更使用許可で対応）をもって整備できる。既存の浄水処理施設を稼働させながら、安全に建設作業ができること。
- ④ 薬品の経費や汚泥処分費を削減できること。
- ⑤ 運転管理は容易であり、運転管理従事者の省力化が図られること。
- ⑥ 実証実験により膜ろ過方式が滝沢浄水場の原水水質に適合することが確認されたこと。

### （３）浄水施設能力の決定

浄水施設能力は水需要予測にしたがって、従来の緩速ろ過＋急速ろ過の浄水能力の合計 47,300 m<sup>3</sup>/日をダウンサイジングし、27,000 m<sup>3</sup>/日とした。予備力の考え方については、設計指針にある 25%の予備力を施設単体で持たせるのではなく隣接する浄水場（受水池）を含めた給水区域全体で確保するとした。

### （４）施設の特徴

新浄水場の特徴としては東から西に下る階段状の傾斜により 9.91mの水位差を最大に活用した浄水処理を行っている。（図 2）また膜ろ過は無動力での運転を可能としており、災害による停電時においても‘水づくり’ができる施設である。維持管理においてはクラウド方式による一元管理により受発注者が常時同じ視点で情報の共有と管理ができるシステムを構築している。

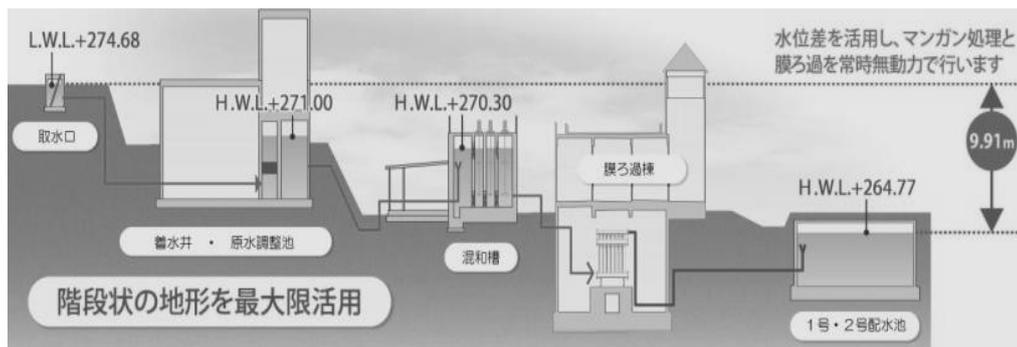


図 2 無動力ろ過の概念

## 3. 工事における留意点と対応

工事進捗にあたって留意すべき点とその対応について特出すべき 3 点を以下のとおり列挙する。

(1) 工事にあたっては既存施設を運転しながらの整備であること、浄水処理に支障をきたさずに工事を行うことが絶対条件であることから、試掘などの事前調査を段階ごとに十分に実施した。結果、施工上支障となる場内配管がある場合は仮設管などの仮設工事が生じたが、安全を重視した施工提案と迅速な対応により浄水処理に支障なく工事進捗が図られた。

(2) 事前調査において一部の施設整備予定地の地盤特性が提案時と異なることが判明した。そのようなことから受発注者が契約に基づく協議を実施した上で受注者提案

施設名	当初の基礎形式	変更後の基礎形式
①混和槽	直接基礎 (浅層地盤改良 2.0m)	杭基礎 φ800mm L=14m 41本
②膜ろ過棟	直接基礎 (浅層地盤改良 2.0m)	柱状地盤改良 φ1,000mm L=9.4m 51本

表 2 基礎形式の変更概要

による構造物の基礎構造の変更設計を実施し、地盤特性にあった構造物が構築できた。なお基礎の変更に必要な費用について、変更契約を締結している。

(3) 本年 7 月をもって全量膜ろ過水を市内へ配水しているが、それまでに至る既存施設から新施設

への配水切替作業については、慎重な対応を余儀なくされた。

既存施設で最も古い施設が昭和4年、直近の施設でも昭和50年代と配管内部状態だけでなく仕切弁の機能を有しているかさえも不明な中で長期的な切替作業を計画せざるを得なかった。

水道使用者を第一に考え、仕切弁操作のノウハウを生かし計画と操作を担当する市職員と操作時における水質、配水量監視を行う受注者が共に、緊急時における体制を含め連携して実施してきた。結果、使用者に影響なく切替作業が完了したことは今後の公民連携体制に資する経験と実績が得られた。

#### 4. おわりに

本事業は、本市における公民連携の取組として事業を推進している。前段で述べたように工事の所々にてお互いのノウハウを生かし事業進捗を図ることができ、事業方式については一定の成果を得られている。

この成果を背景に本市は今年度より「公民連携」にもう一つの「民」である「市民」を加え、水道事業サポート事業「會津水援隊」や安全安心水道工事の取組「Aiz-Up 作戦」などの「公民連携」の取組を実施している。平成30年3月にはこの新たな浄水場が「公民連携のランドマーク」としてかつ市民共有の財産としての「新たなシンボル」として、安全安心で恒久に愛される浄水場となることを望むものである。

最後に建設期間中に助言等を頂戴した小泉明先生、滝沢智先生をはじめとした関係各位に心より感謝する。

# 大倉ダムと国見浄水場原水マンガン濃度上昇の傾向解析

○中川 卓哉（仙台市水道局）

今野 祥顕（仙台市水道局）

## 1. はじめに

ダム貯水池を水源とする浄水場原水では、マンガン濃度の年次変化が見られ、また豪雨時には極端な濃度変化も発生する。平時及び豪雨時のマンガン濃度の挙動を把握するため、仙台市水道局の主要水源である大倉ダム貯水池や大倉ダムを水源とする国見浄水場原水における平時および平成 28 年 8 月の集中豪雨時のマンガン濃度の挙動について調査した。

## 2. 調査方法

### (1) 水源・原水のマンガン調査

大倉ダム及び国見浄水場原水について、マンガンと他の項目との相関を解析した。また、平成 28 年 8 月 14 日に発生し、東日本から北日本にかけて広い範囲に大雨をもたらした台風 7 号による集中豪雨時（8 月 17 日に大倉ダムで 121mm/日を観測）に測定したデータの解析も行った。水源と浄水場の概要を表 1 に示す。

表 1 水源と浄水場の概要

	大倉ダム		国見浄水場
集水面積(km <sup>2</sup> )	88.5	水源	大倉ダム放流水
湛水面積(km <sup>2</sup> )	1.67	浄水処理方法	凝集沈殿・砂ろ過
常時満水位(m)	E.L. 270.60	施設能力(m <sup>3</sup> /日)	97,300
制限水位(m)	E.L. 263.35	平均濁度(度)	3.8(H27年度)
最低水位(m)	E.L. 240.65		
有効貯水容量(万m <sup>3</sup> )	2,500		

### (2) 解析に使用したデータ

[年度] 平成 11 年 4 月～平成 29 年 6 月

[場所] 大倉ダムの表・中・下層、国見浄水場原水

[水質項目] マンガン及びその化合物：年 4 回（3, 6, 9, 12 月）

濁度、溶存酸素：年 12 回

## 3. 結果と考察

### (1) 水源におけるマンガンの挙動

大倉ダムにおける表層・中層・下層のマンガン濃度の季節変動を調べた結果、溶存酸素濃度が低下する 9 月に下層マンガン濃度が上昇する傾向がみられた（図 1）。また、下層におけるマンガン濃度と溶存酸素との間に強い相関がみられた（表 2）。9 月頃は、ダム等下層の溶存酸素が消費される時期であり<sup>1)</sup>、9 月における下層マンガン濃度の上昇は、ダム下層が嫌気化したことによる湖底からの溶出によることが示唆された。

また、マンガン濃度と濁度との間に相関は見られなかったが、ダム水位との間には相関がみられた（表 2）。

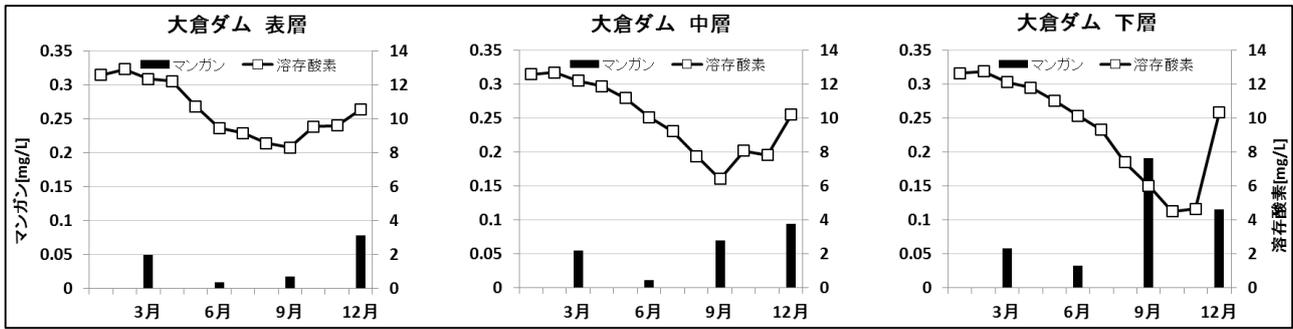


図 1 大倉ダムにおけるマンガン濃度と溶存酸素濃度の季節変動（月ごとの平均値）

表 2 大倉ダムにおけるマンガンと各項目との相関関係

	大倉ダム		
	表層水	中層水	下層水
濁度	×	×	×
溶存酸素	×	△	○
ダム水位	○	○	○
	0.24	0.08	0.21
	0.08	-0.28	-0.68
	-0.51	-0.64	-0.64

【評価】◎強い相関がある、○かなり相関がある、△やや相関がある、×ほとんど相関がない

## (2) 原水におけるマンガンの挙動

国見浄水場の原水マンガン濃度の年次変化を調査した結果、9月に濃度が上昇する傾向があった（図2）。大倉ダム下層のマンガン濃度が上昇する時期と同様であることから、湖底からの溶出マンガン由来であることが示唆された。

国見浄水場原水のマンガン濃度と大倉ダム水位との関係を調査した結果、ダム水質での調査結果と同様に、ダム水位と原水マンガン濃度との間に相関が見られ、ダム水位が低い場合にマンガン濃度が上昇する傾向にあることが分かった（高濁度時を除く、相関係数：-5.4、図3）。これらについては、ダム水位の低い時期が9月に多く、溶存酸素濃度低下によるものと考えられた。また、大倉ダムの水位が255m以上の場合、高濁度時を除いてマンガン濃度が水質基準値の0.05mg/Lを超過することはなかった。

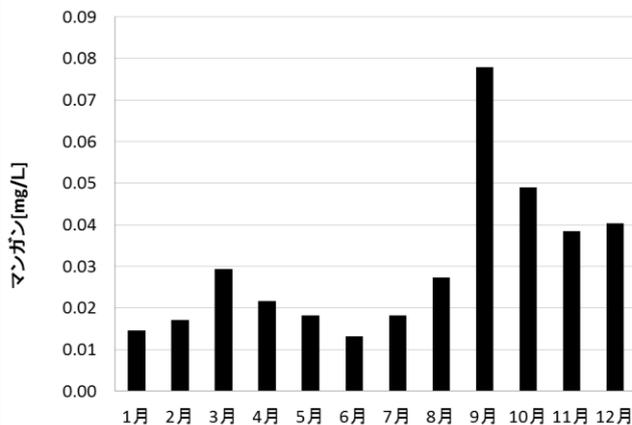


図 2 国見浄水場原水のマンガン濃度（月毎の平均値）

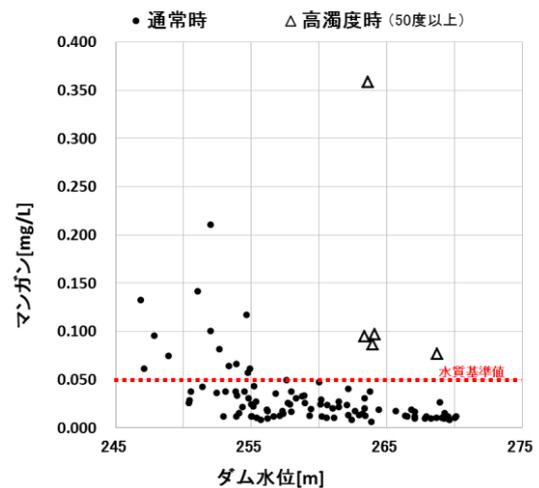


図 3 大倉ダム水位と国見浄水場原水マンガン濃度の散布図

### (3) 集中豪雨時における原水マンガンの挙動

平成 28 年 8 月の集中豪雨時におけるマンガン濃度と原水濁度の推移を図 4 に示した。8 月 17 日に大倉ダムにおいて 121mm/日の雨量を観測し、翌 18 日に濁度とマンガン濃度が急激に上昇した。8 月 30 日に、濁度は高いものの、マンガン濃度が減少したが、その理由としては、大倉ダムのクレストゲート放流による原水マンガン濃度の希釈が考えられた。

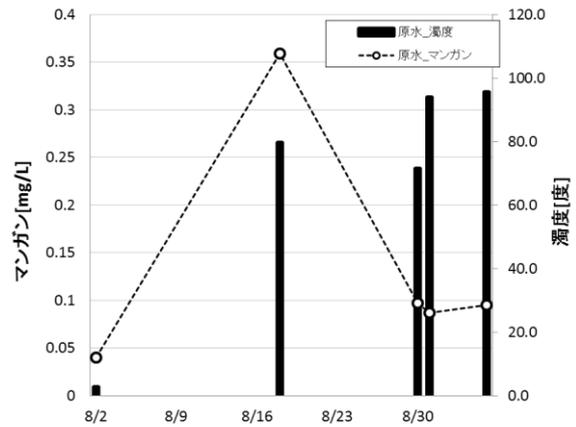


図 4 国見浄水場原水におけるマンガン濃度と濁度の推移

## 4. まとめ

- ・大倉ダムを水源とする国見浄水場原水のマンガン濃度が 9 月に上昇する傾向がみられたが、これはダム下層の嫌気化による湖底からの溶出によるものと推察された。
- ・原水マンガン濃度と濁度との間に相関は見られなかったが、平成 28 年 8 月の集中豪雨時の初期段階において、原水濁度の上昇と共にマンガン濃度の上昇が見られた。

現状では、原水のマンガン濃度上昇時であっても、適切な浄水処理によりマンガンの除去が行われている（集中豪雨時においてもマンガン濃度は浄水で 0.001mg/L 未満）。今回の調査結果については、安定した浄水処理や、浄水場更新の際の浄水処理方法検討の一助となりうると考える。今後は、水安全計画への反映なども視野に入れて、原水マンガンの挙動と浄水処理について調査を進めていきたい。

### 【参考文献】

- 1) 白谷栄作ら：農業農村工学会大会(2011)

# 既存データを活用した農薬類監視体制の構築と、その流域圏における共有について

○大崎 瑞希（盛岡市上下水道局）

## 1 はじめに

水道水質管理における農薬類は、水質管理目標設定項目の一つに挙げられており、現在 120 項目が「対象農薬リスト」に挙げられている。これら農薬類は、“測定を行う農薬は、水道水源流域で使用されている農薬の種類や散布時期等の把握に努め、その結果に基づいて取捨選択して選定するもの”とされ、厚生労働省局長通知により水質基準に準じた検査を求められている。

農薬測定項目の選定に際しては、近隣の農薬使用実態の調査が不可欠であるものの、農薬類を販売する企業・団体の多岐化、農薬製剤から原体への換算の煩雑さ等が課題である。また、例えば業務委託で測定を行う場合には、農薬類の散布時期が5月中下旬に見込まれることもあり、速やかな項目選定を行い、契約事務を執り進める必要もある。

農薬類水質検査を業務委託により行っている当市は、近年、浄水の安全性確認の観点から農薬類の項目選定を行わず「対象農薬リスト」に挙げられるすべての農薬について業務委託により水質検査を実施していたが、今回、農薬類の測定対象項目選定の手法について一定の成果が得られたことから、本報により報告する。

## 2 項目選定

### (1) 選定方法

項目の選定については「WHO 飲料水水質ガイドライン改定等に対応する水道における化学物質に関する研究（平成 13～15 年度厚生労働科学研究）」及び「東京都水道局による測定対象農薬の選定見直しと検査法の開発（平成 28 年 9 月水道協会雑誌報文）」を参考としたスコア方式によるプライオリティ評価とし、これに用いる評価項目は、以下の 6 種類とした（表 1）。

表 1 農薬類評価項目

	指標とするデータ	出典
① 毒性	水質管理目標設定項目 目標値	—
② 水への溶解度	オクタノール/水分配係数 (Kow)	EPI Suite (*)
③ 環境中での残留性	BIOWIN3	EPI Suite (*)
④ 出荷量	農薬類原体出荷量データ	関東学院大学 鎌田らによる
⑤ JA 販売状況	—	各 JA 農薬注文票
⑥ 検出実績	過去 5 年の原水中の農薬検出実績	—

(\*) アメリカ合衆国連邦環境保護庁が運営する化学物質等データベース。

### (2) 出荷量、JA 販売状況について

近隣における農薬使用実態の評価には、関東学院大学鎌田准教授らによる農薬類原体出荷量データの提供を受けた。なお、当該データは Microsoft Excel により提供され、また、近年多いと言われる JA を介さない農薬出荷状況も網羅され、更に農薬原体毎に出荷量を集計されているものである。



図 1 岩手県における農薬使用フロー

なお、当出荷量データは、都道府県毎に農薬原体として集計されているものであるが、岩手県内では、当市流域

圏と県内で栽培品目等が近似することから、これを活用することとした（図1）。

加えて、当市を管区とするJAにおいて水稲農薬として販売されている農薬については要注意農薬とし、出荷量を補足するものとした（表2）。

表2 評価項目とスコア

1 毒性		2 水への溶解度		3 環境中での残留性	
スコア	目標値	スコア	Kow	スコア	BIOWIN3
5	0.0001 mg/L 以上	5	0 未満	5	1 未満
4	0.001 mg/L 以上～0.01 mg/L 未満	4	0 以上 2 未満	4	1 以上 2 未満
3	0.01 mg/L 以上～0.1 mg/L 未満	3	2 以上 4 未満	3	2 以上 3 未満
2	0.1 mg/L 以上～1 mg/L 未満	2	4 以上 6 未満	2	3 以上 4 未満
1	1 mg/L 以上	1	6 以上	1	4 以上

4 出荷量		5 JA 販売状況		6 検出実績	
スコア	出荷量順位	スコア	H29 販売あり	スコア	検出値/目標値
10	上位 1～10 位	5	販売あり	5	5
8	上位 11～20 位	0	販売なし	3	3
6	上位 21～30 位			1	1
4	上位 31～40 位			0	0
2	上位 41～60 位				
1	上位 61～120 位				

※ 4 出荷量と 5 JA 販売状況は、いずれかスコアの大きい方を使用しました。

### 3 プライオリティリストの活用

#### (1) 項目選定結果

2により収集した諸データはすべてMicrosoft Excelで集計を行い、抽出したスコアからプライオリティリスト（優先順位表）を作成した。

平成28年度において、それぞれの農薬類のスコアは図2に示すとおり分布した。当年度選定農薬は、過半数に当たるスコア13～23に該当する農薬類47項目と、スコア12に該当する農薬のうち、出荷量の多い（1t/年以上）農薬7項目を加えた計54項目とした。

なお、本選定において作成したプライオリティリストはMicrosoft Excelで作成し、出荷量データ及びJA販売状況を更新することで次年度以降も継続して使用できるものとした。

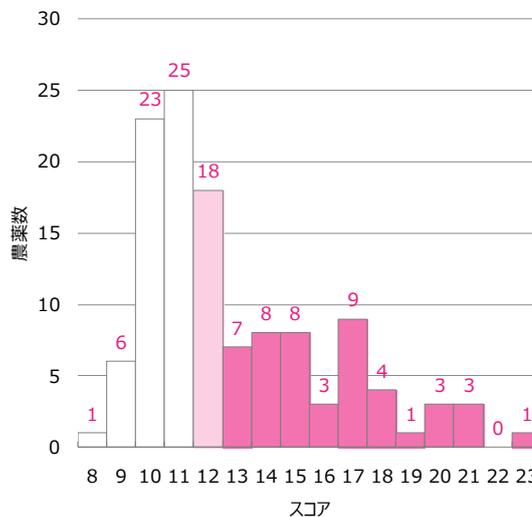


図2 平成28年度スコア分布

#### (2) 項目選定による委託料の縮減

項目選定の実施の有無に係る委託料の推移を表3に示す。項目選定を行うことにより、平成28年度では委託単価をピーク年度（H26）のおよそ60%を削減することが出来た。

表3 選定に係る委託単価の推移

	H25 委託	H26 委託	H27 委託	H28 委託
測定対象項目数	120	120	120	54
1 検体あたり委託単価（円）	472 千円	494 千円	378 千円	192 千円



# 貯水槽水道を適正に管理するための当市の取組について

秋田市上下水道局 沖 隆志

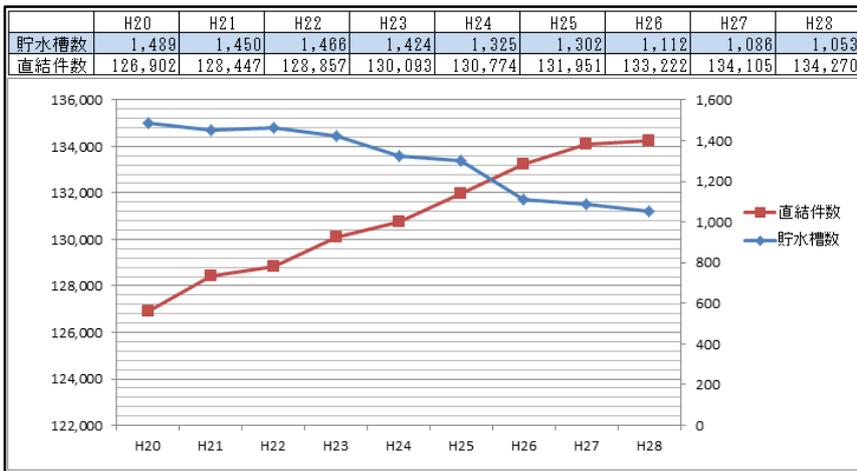
## 1 はじめに

秋田市では、平成14年の水道法改正を受け、貯水槽水道の衛生管理の徹底を図ることを目的に「秋田市水道事業給水条例」を改正し、秋田市保健所に加え、上下水道局も貯水槽水道設置者等への指導・助言を行うことができるようになった。これに伴い、現地調査やアンケートの結果データを整備し、貯水槽水道設置者等への指導・助言を行っている。

## 2 秋田市の貯水槽水道の現況

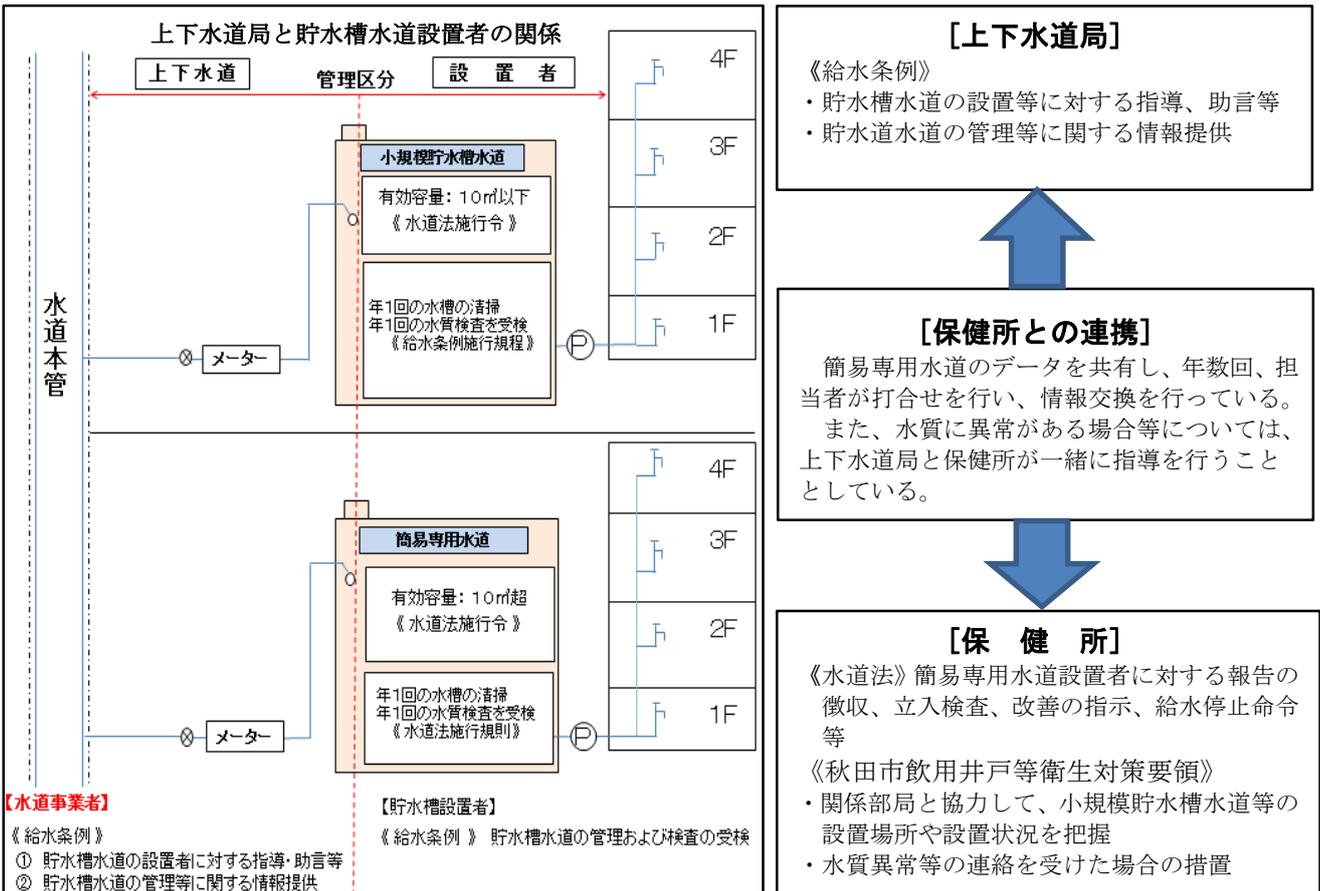
貯水槽水道の総数 1,053箇所(H28末)  
 小規模貯水槽水道 (10m<sup>3</sup>以下) 571箇所  
 簡易専用水道 (10m<sup>3</sup>超) 482箇所

### [貯水槽数と直結数の推移]



ここ数年、貯水槽水道から直結給水への切り替えが進んだため、貯水槽数は減少の傾向にある。

## 3 貯水槽水道設置者および保健所との関連



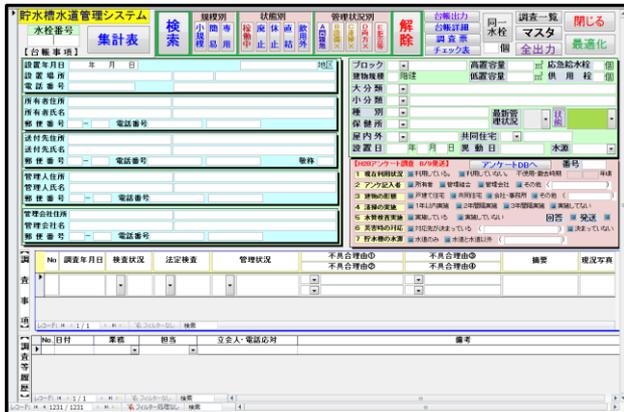
#### 4 データ管理

当市では、貯水槽に関するデータベースとして「貯水槽水道管理システム」を構築し、貯水槽水道の水質検査、清掃の有無、貯水槽水道設置者等への指導履歴、現場写真等の管理に活用している。

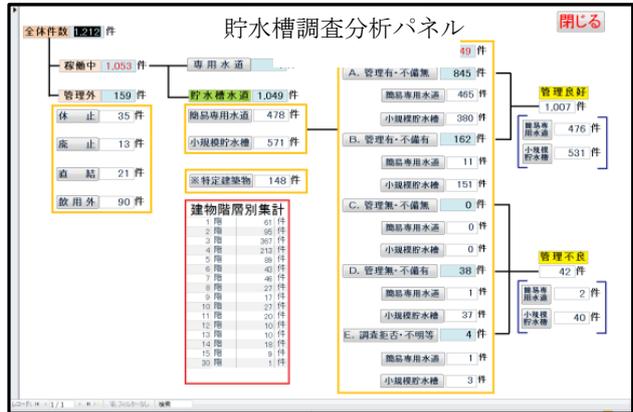
##### [主な機能]

- ①総合画面・・・貯水槽水道のデータの管理、検索機能、調査結果履歴、指導履歴、現況写真
- ②集計画面・・・貯水槽水道の各種分析の自動集計、一覧表出力
- ③意向調査集計・・・貯水槽の管理等に係る意向調査の自動集計
- ④帳票印刷・・・貯水槽水道台帳、調査票、チェックシートの差し込み印刷

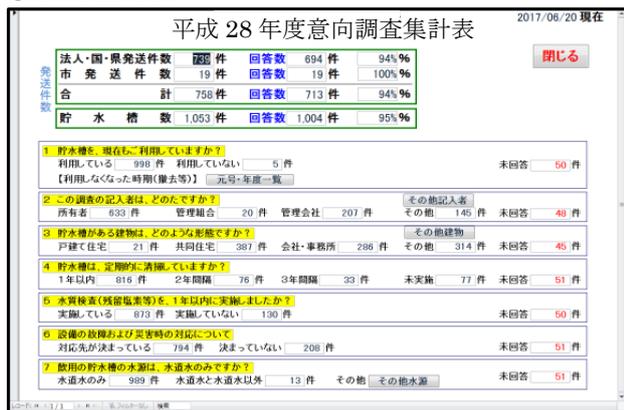
##### ①総合画面



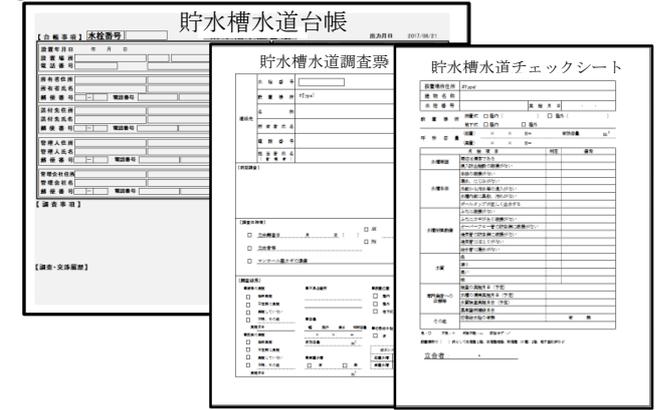
##### ②集計画面



##### ③意向調査集計



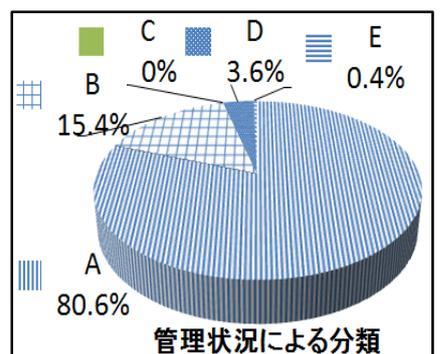
##### ④帳票印刷



##### [水質検査・清掃の管理状況によるランク付け]

当市では、現地調査やアンケートの結果に基づき、水質検査・清掃の状態によりA～Eの5つのランクに分けし、管理に不備のある貯水槽水道の設置者等に対して、現地指導を行っている。

- A 水質検査・清掃を定期的に行っており、設備に不備がないもの・・・849箇所
- B 水質検査・清掃を定期的に行っているが、設備に不備があるもの・・・162箇所
- C 水質検査・清掃を行っていないが、設備に不備がないもの・・・0箇所
- D 水質検査・清掃を行っておらず、設備に不備があるもの・・・38箇所
- E 指導拒否等・・・4箇所



##### [貯水槽水道の管理不備事例]



〈貯水槽内部の沈殿物〉



〈オーバーフロー管が短い・防虫網なし〉



〈マンホール蓋破損〉

## 5 アンケートおよび現地指導

平成15年度から21年度までは、貯水槽の実態を把握するためのアンケート調査を実施し、この結果に基づき、21年度から24年度まで全貯水槽を対象とした現地調査および指導を実施した。平成25年度以降は、不備箇所や清掃・水質検査が未実施である貯水槽設置者に対して訪問指導を実施している。

年度	有効容量	分類	郵送対象
H15	10m <sup>3</sup> 以下	小規模貯水槽水道	所有者および管理者
H16	10m <sup>3</sup> 超	簡易専用水道	所有者
H17	10m <sup>3</sup> 以下	小規模貯水槽水道	所有者
H18	10m <sup>3</sup> 超	簡易専用水道	所有者 (秋田市保健所で送付)
H19	10m <sup>3</sup> 以下	小規模貯水槽水道	所有者 アンケート調査実施
H20	アンケート調査の結果を検討し、H21年度以降の実施計画		
H21	管理を行っていない小規模貯水槽水道59件について立会調査を実施		
H22	再任用職員2名による立会調査を312件実施		
H23	再任用職員2名による立会調査を401件実施		
H24	再任用職員2名による立会調査（主に簡易専用水道）を432件実施		
H25	再任用職員2名による再調査の立会調査を31件実施（10件改善）		
H26	再任用職員2名による再調査の立会調査を110件実施（60件改善）		
H27	再任用職員2名による再調査の立会調査を59件実施（9件改善）		
H28	再任用職員2名による再調査の立会調査を42件実施（7件改善）		

## 6 貯水槽水道の管理に係る意向調査

平成27年度と28年度の2年間、すべての貯水槽水道設置者等への貯水槽の管理等に係る意向調査を実施し、適正な貯水槽水道の管理を行うことへの啓発を図るとともに、集計結果に基づいた方策に役立てている。

### 【平成28年度意向調査結果】

748 通送付済、631 通回答（貯水槽水道1,071箇所（平成28年7月のデータ）のうち回答1,004箇所）

【設問】

1 貯水槽がある建物の形態	戸建住宅 21件	共同住宅 387件	会社等 286件	その他 310件	(未回答67件)
2 貯水槽の定期的な清掃	1年以内 816件	2年毎 76件	3年毎 33件	未実施 79件	(未回答67件)
3 1年以内での水質検査	実施している 873件	実施していない 131件			(未回答67件)
4 設備の故障・災害の対応先	決まっている 794件	決まっていない 210件			(未回答67件)
5 飲用の貯水槽の水源	水道水のみ 991件	水道水と他の水源 13件			(未回答67件)

### 【調査結果に基づく分析】

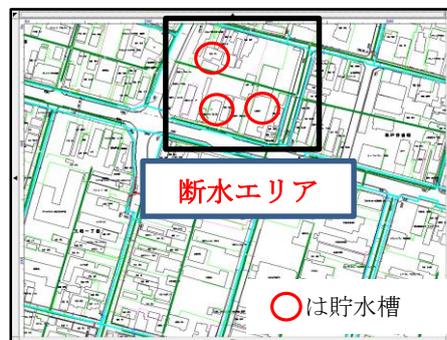
設問2、3の結果により、貯水槽の清掃を2年以上の定期または未実施のものが18.7%、1年以内の水質検査を実施していないものが13.0%となった。水道法や給水条例により年1回の水質検査・清掃することとなっていることから、貯水槽水道の設置者等に対して毎年定期的に水質検査・清掃をするよう指導が必要である。

次に、設問4の分析結果により、「設備の故障・災害の対応先」について回答のあった20.9%の貯水槽水道が、災害時への対応が不備であることから、貯水槽水道の管理者に対して情報提供を行い、改善を促進する必要があることが判った。

## 7 防災への活用

上下水道管路情報システム（マッピングシステム）における貯水槽データと貯水槽水道管理システムのデータの整合を図り、大規模な断水等に伴う、断水エリア内の貯水槽水道の把握に活用している。（平成24年度に、商業地区で大規模な断水があった際に貯水槽水道システムのデータを活用した実例あり。）

また、写真データ等により、貯水槽の型や、設置場所、応急給水栓の有無等の情報や、貯水槽の管理会社などのデータにより、災害時の緊急対応に活用している。



## 8 おわりに

これまで、貯水槽の適切な管理のため、貯水槽水道の現況把握とデータ整備を行い、設置者等に対して現地指導やアンケートなどを積極的に行ってきた。

今後も継続的に、貯水槽設備の不備箇所の解消や、法令、例規に基づいた1年以内の水質検査および清掃について指導・助言を行い、水道の利用者が安全・安心な水を飲めるよう努めてまいります。

# 自家用水道からの切替促進策 ～加入金減免制度の創設～

福島市水道局 ○植松将司

## 1. 福島市の現状

福島市は、大正 14 年、計画給水人口 50,000 人、計画 1 日最大給水量 5,560 m<sup>3</sup>の規模で全国 50 番目の近代水道として供給を開始した。その後、近隣市町村との合併を経て、第 1 次から第 8 次までの拡張事業を実施し、平成 28 年度末の給水人口は 283,654 人、1 日最大給水量は 94,063 m<sup>3</sup>となっている。

一方、国の「新水道ビジョン」では、日本の人口の推移は、少子化傾向を辿り、平成 72 年（2060 年）に人口で 3 割程度減少し、水需要においては 4 割程度減少すると予測している。本市における、平成 28 年度末の給水普及率は 98.7%と高水準にあるが、新たな需要拡大が見込めないほか、少子化傾向からの人口減少、地下水を利用する企業の増加など、本市においても例外なく水需要の減少が予測される。

このような中、本市では、厚生労働省の「新水道ビジョン」に示されている長期的な目標である「安全」・「強靱」・「持続」を念頭に、平成 18 年 6 月に策定された「福島市水道事業基本計画」を継承した今後の様々な課題に取り組む上での指針となる「ふくしま水道事業ビジョン（福島市水道事業基本計画 2016）」を策定し、これから 100 年の水道の維持を視野に、今後 10 年間に取り組むべき計画を定めた。

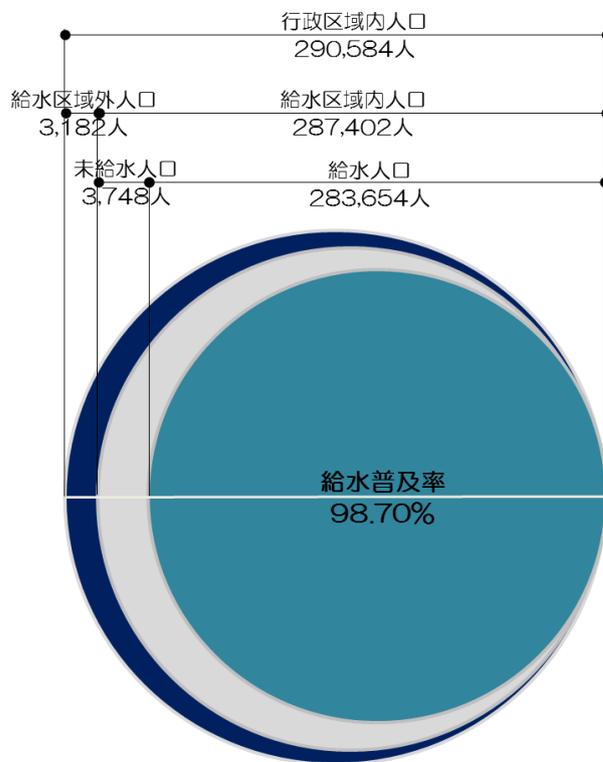


図1 平成 28 年度末 給水人口等

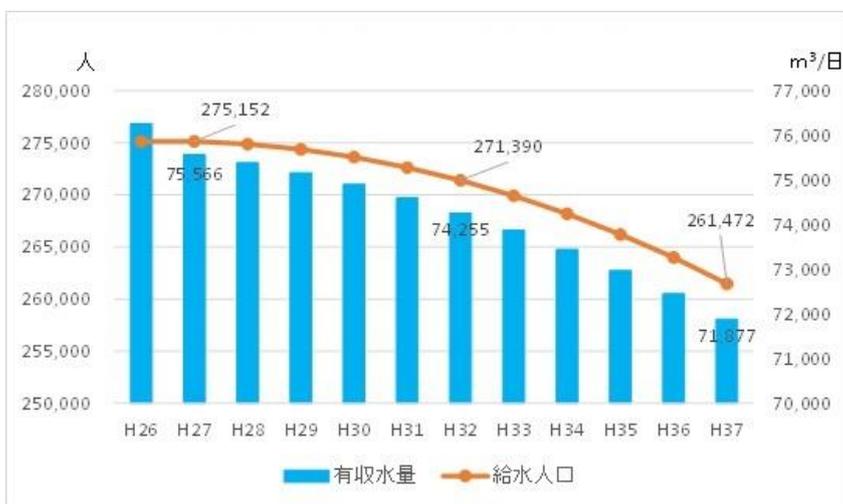


図2 給水人口と有収水量の予測

## 2. 助成制度の創設

「ふくしま水道事業ビジョン」を実践するためのアクションプランとして、上水道未普及地域対策と上水道加入促進の観点から、前計画のアクションプランとしてこれまで取り組んできた既存の制度であった、「配水管布設工事助成制度」の見直しや「資金融資あっせん制度」の推進に加え、更なる上水道加入の促進策として、自家用水道から上水道へ切り替える際の初期費用軽減を図る、「加入金減免制度」を創設したものである。

さらに福島市では、現在、給水区域内にあっても、民営の簡易水道や自家用水道を利用しているお客さまは、約 1,500 世帯と推計しており、その内、第 1 止水栓まで取り出している世帯が、約 900 世帯と推計されている。「加入金減免制度」は、この第 1 止水栓世帯を上水道へ引き込むための秘策ともなっている。

### 3. 加入金減免制度

#### (1) 制度内容

井戸水などの自家用水道から上水道へ切り替えるお客様を対象に、期間限定で水道加入金の額を一律減免する制度。

#### (2) 実施期間

平成 28 年 4 月 1 日から平成 30 年 3 月 31 日までに申請されたお客様を対象。

(税別)			
メーター口径	加入金の額	減免額	納付する加入金の額
13mm	60,000円	60,000円	0円
20mm	150,000円		90,000円
25mm	240,000円		180,000円

#### (3) 減免額

表 1 加入金の減免(25 mmまで)

一律 60,000 円を減免。

#### (4) 減免の条件

現在井戸水などの自家用水道をお使いで、個人のお宅（①福島市が主体となって、未給水地域解消事業として実施した地域、②福島市水道局配水管布設等検討委員会において、その配水管布設にあたり提出された陳情書・要望書に記載のあるものは対象外※1）、あるいは法人（一般家庭用に該当するもの※2）で、屋内配管を伴い屋内配管すべてにおいて水道に切り替えるお客様が対象。

具体例を以下に示す。

区分		具体例	加入金減免制度	
			自家水からの切替	新築住宅
個人	営利目的	賃貸住宅・建売住宅等	○ ※1	✗
	営利目的以外	一般住宅等	○ ※1	✗
法人	営利法人	会社等	△ ※2	✗
	非営利法人	一般社団法人・財団法人・学校法人・協同組合等	△ ※2	✗
	公的法人	国・地方公共団体等	△ ※2	✗

表 2 減免の条件（具体例）

## (5) 制度のPR

制度を運用するにあたっては、制度を利用するお客様や、お客様からの委託を受けて工事の申し込み及び施工を行う指定給水装置工事事業者を対象として、チラシ、ホームページ、制度ポスターなどによる周知や、事業者への説明会の開催などを通してPRに努めている。

## (6) 制度の利用状況

平成 23 年度にピークであった、上水道への切替件数は、近年は減少傾向にあったが、制度を導入した平成 28 年度は前年度比 38.5%増と前年度を大きく上回り、全体の切替数 54 件に対し制度利用が内 42 件と 77.8%を占めていることから、制度の影響が大であると思われ、平成 29 年度についても、大きな上昇が期待できる。

年 度	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
上水道切替件数	60	54	78	73	55	39	35	39	54 (42)	14 (13)

表 3 過去の上水道への切替件数

## (7) 課題

前述したとおり、制度導入前よりも導入後のほうが、切替件数が上昇していることから、お客様の制度への関心と理解が大きいことが見て取れる。

しかし、本制度は、平成 28 年度から平成 29 年度までの期間限定であることから、制度終了後の切替促進への取組が課題となっている。

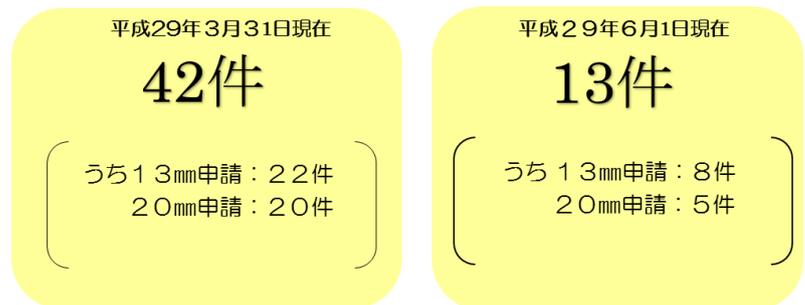


図 3 H28 H29 の切替件数

## 4. まとめ

日本の人口減少は、本市においても給水人口や料金収入の減少など非常に厳しい事業環境の変化に直面することになる。さらに追い打ちをかけるかのような、東日本大震災における東京電力福島第一原子力発電所の事故に由来する放射性物質の放出は、水道水の安全性に対する不安を招いている。

他方、本市は、摺上川ダムによる清廉・良質な水源確保により、平成 19 年 4 月から、福島地方水道用水供給企業団からの本格受水により、未来にわたり安定した水の確保が約束されたものである。

この「安定」・「安全」・「安心」さらに、モンドセレクション 2017 最高金賞受賞の「おいしい」水道水を市民のみなさま全員に届けられるよう、今後の取組・方策の検討に努めていきたいと考えるものである。

# 非常時における送水の二系統化を実現させるエンジン式ポンプの活用事例

○十文字 陽 (仙台市水道局) 小野 誠一 (仙台市水道局)  
 齋藤 峻太 (仙台市水道局) 尾形 晋治 (仙台市水道局)  
 今野 裕介 (仙台市水道局) 森 勇太 (仙台市水道局)

## 1. 背景と目的

仙台市では、自己浄水場のほかに宮城県仙南・仙塩広域水道用水供給事業（以下、広域水道）から9地点で受水しており、自然流下方式を基本に、水源の多系統化、配水幹線を使った相互融通施設整備など水運用機能の強化を図り、効率的に給水している。しかし、広域水道受水池のうち3地点（上流から坪沼、太白、錦ヶ丘）は、自己浄水場系統との相互融通施設が無かったことから、広域水道送水停止時には断水が生じる可能性があったため、H22年度より二系統化整備事業に着手した（坪沼系：H31年度完了予定で整備中、太白系：H23年度完了、錦ヶ丘系：H36年度完成予定）。

東日本大震災では、広域水道送水幹線φ2400が最上流部で脱管し送水停止となったため、広域受水単独水系の断水解消には最大18日間もの時間を要し、津波浸水区域などの復旧困難箇所を除くと市内でも遅い給水再開となるなど課題が表面化した。

本報では、緊急時に自己浄水場から送水を行う二系統化整備を実施するにあたり、エンジン（原動機）式ポンプを採用した二つの事例を紹介し、その効果及び課題について報告する。

## 2. エンジン式送水ポンプの採用

送水ポンプを整備する場合、一般的にその動力は電動機が採用される例が多い。しかし、電気設備に加え停電対策として自家発電装置が不可欠であり、電力料金等や維持費を考慮すると稼働率によっては過大な設備投資となる。一方、ディーゼルエンジンは、ガバナによる调速が可能であり、電動機の回転数制御と同様な制御ができることから、回転数を落とすことで小流量運転も可能になる。今回は、非常時のみ稼働という条件から、大規模な電気設備が不要なことで、容易に送水流量の調整ができるエンジン駆動のポンプを採用することとした。

## 3. 二系統化を実現させる非常用送水ポンプの活用事例

### (1) 茂庭浄水場から太白配水所への送水

#### ① 通常時の水運用方法

太白配水所（受水池兼用、 $V=20,000\text{m}^3$ 、H.W. L171m）は、主に市内中心部及び丘陵地区へ配水している。市内中心部は、国見浄水場（H.W. L142m）からの配水管と接続し二系統化されているが、丘陵地区は、標高の関係から二系統化が困難な区域となっている。また、太白配水所からは、茂庭浄水場（H.W. L88m）へφ400・φ700送水管路を整備し、水需要の増減や浄水場の沈澱池清掃及び修繕に伴う能力低下など、浄水量の変動に対して水融通を行っている。

#### ② 非常時の送水計画

非常時の送水は、φ400送水管を活用し、新設ポンプ設備により逆送させ、太白配水所へ茂庭浄水場の浄水を供給することとした。計画送水流量は、二系統化されていない区域における需要水量の日量 $19,500\text{m}^3$ （送水流量 $813\text{m}^3/\text{時}$ ）と設定した。

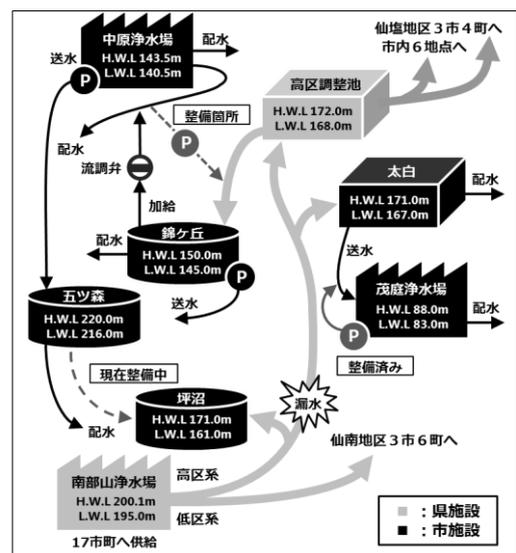


図1. 広域水道単独受水系統模式図

### ③ 施設整備

非常用送水ポンプ設備は、ディーゼルエンジンパッケージ収納型を選定し、既設建屋（茂庭浄水場内太白茂庭連絡棟）内に設置した。非常用であるため予備力は単機で満たすこと、また、設置スペースや維持管理の複雑さを解消することから、ポンプ台数は1台構成とした。

既設φ400送水管の通常運用は、送水経路の中間に減圧弁を設け自然流下で送水しているが、逆送時の水圧（1.57MPa）に対応するため、コンクリート防護や特殊割押輪により補強を行った。

太白配水所内に新設した非常用流入設備は、配水所内のφ1100広域受水流入管とφ400送水管を連絡した。また、接続地点直前にRC造の中和槽を設け、逆送時に発生する濁り水の洗管と塩素中和を行えるようにした。



図2. 太白-茂庭非常用送水ポンプ

### ④ 非常時送水の実施

送水の際は、通常行っていない作業となるため、職員の習熟及び関連部署間の綿密な連携が必要となる。そのため、H23年度の整備完了以降、年に一度、職員の技術継承を兼ねた試験送水訓練を実施している。

H28年12月広域水道送水管φ2300から漏水が発見され、その修繕のため広域水道の送水が停止となったが、約26時間のポンプ連続運転により広域受水のバックアップを行い、通常給水を維持した。

表1. 非常用送水ポンプ仕様

	太白-茂庭 非常用送水ポンプ	仮設錦ヶ丘配水所 非常用送水ポンプ
実揚程	125m	20m
送水能力	813m <sup>3</sup> /h (19,500m <sup>3</sup> /d)	276m <sup>3</sup> /h (6,600m <sup>3</sup> /d)
エンジン種別	ディーゼル	ディーゼル
エンジン出力	415kW	36.3kW
定格回転	1,500rpm	1,900rpm
燃料種類	軽油	軽油
燃料消費量	定格時 125L/h	定格時 6.5L/h
燃料タンク	10,000L	500L

## (2) 中原浄水場から錦ヶ丘配水所への送水

### ① 通常時の水運用方法

錦ヶ丘配水所（受水池兼用、V=2,500 m<sup>3</sup>、H. W. L 150.0m）は、図1に示すとおり広域水道からの受水のみで運用しており、当該配水所からの配水管と中原浄水場（L. W. L 140.5m）からの配水管は接続されているため、流量調整弁の開度調整を行うことで水融通を実施しているが、水位の関係から錦ヶ丘系から中原系へのみ加給可能な設備となっている。

### ② 非常時の送水計画

現在、中原浄水場からの配水管と錦ヶ丘配水所への広域水道送水管とは接続されていないため、二系統化整備を行なうためには、非常用連絡管を整備することに加え、送水ポンプの整備が必要である（図1：整備箇所参照）。ポンプ能力としては、全揚程20m、計画送水量は団地開発に伴う将来の水需要増加分も見込んだ日量6,600 m<sup>3</sup>（送水流量276 m<sup>3</sup>/時）以上として基本計画を立案し、坪沼系完成後のH32年度以降の整備を予定していた。

### ③ 前倒し整備

錦ヶ丘配水所への二系統化整備の基本計画は、非常時用連絡管（φ300×約200m）の整備と合わせ、ポンプ設備と用地を取得するものであったが、前述のH28年12月の広域水道漏水を受け、同種事象への対応に万全を期すためにも、計画を早期実現することとし、調達に最も時間のかかるポンプ設備のみ先行して配備することとした。

必要なポンプ性能を有し、候補としていたポンプの機種は、工事排水や雨水排水等雑排水を目的に開発された可搬型エンジンポンプユニットであり、接水部を清水対応の仕様に改良のうえ調達し、現場に

常設することとしてメーカーと協議を進めていた。しかしながら、急遽調達としたため、将来の改造を前提に標準仕様のまま H29 年 1 月下旬に購入した。製品仕様は、1 つの鋼製パッケージ内に、ディーゼルエンジンとポンプユニット（流入流出ともにφ150・10K フラジ）、燃料タンク（500ℓ）が収められ、無給油で 77 時間程度連続稼働可能というもので、2t トラックの荷台に積載可能な形状（外形：縦≒1.1m、横≒2.2m、高さ≒1.8m、乾燥重量：1.8t）となっている。

#### ④ 実地送水試験

H28 年 12 月の広域水道送水管の漏水修繕時は、広域水道高区調整池の貯留分で通常受水が継続でき、給水への影響はなかった。

しかしながら、今後発生が想定される同種事象の際に、初めて管路とポンプを組み合わせることはリスクが高いことから、ポンプ性能の確認も兼ねた実地での送水試験を行うこととした。この実地試験は、広域水道の協力も得ながら H29 年 4 月 12 日に実施し、ポンプユニットを現場へ運搬のうえ、予め布設したステンレス製リース仮設管φ250 と接続し、段階的にエンジン回転数を上げ送水性能の確認を行った（図 3）。



図 3. 試験送水風景

#### ⑤ 送水試験を実施しての課題

送水試験の結果は、現在の水需要を十分満足するレベルであり良好であったが、このポンプを本設設備として活用するには、次の課題が確認された。

- ・ 配備したポンプは、雑排水仕様であり、試運転実施前に水質試験を実施し、水道水への影響がないことを確認しているが、万全を期すため今後清水用に改造する必要がある。
- ・ 錦ヶ丘地区は、現在も造成・開発中の団地であり、計画値である全揚程 20m での送水流量 4.6 m<sup>3</sup>/分に対し、試験送水時の実測値は実揚程 14m で 4.2 m<sup>3</sup>/分と、ポンプ性能曲線（図 4）とも乖離があったことから、流量特性改善が必要であり、原因究明と改良措置をポンプメーカーにて検討中である。

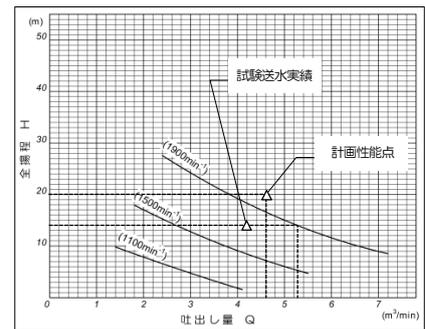


図 4. ポンプの性能曲線（工場試験値）

## 4. 考察

二系統化整備は、水道システムとしてその一部に致命的弱点が生じないように、複数の施設が連携してバックアップ機能を果たし、安全性を高めるために実施するものである。一般に災害や事故対応は、発生頻度が少なく突発的であるにもかかわらず、高額な設備投資を必要とすることが多い。

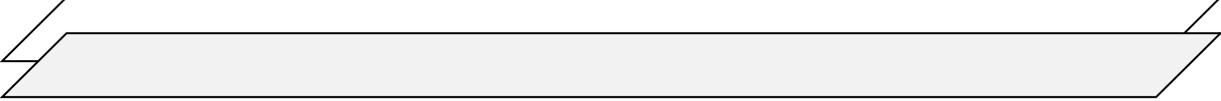
今回本市では、パッケージ収納型のエンジン式ポンプや既成の可搬型エンジンポンプユニットを採用し、比較的安価にバックアップ機能を確保することができた。錦ヶ丘におけるポンプユニットは、可搬式で車載状態での運転も可能であることから、適用条件が性能曲線に合致すれば様々な場所で使用でき、比較的安価な投資で加圧送水機能を確保することが可能と考えられ、災害時の暫定的な送水復旧や高台への加圧配水等の応用も期待できる。

安全・安心で良質な水道水を市民に提供し、更なる安定と信頼に応えるため、経済性にも配慮した、水系の二系統化整備の参考になれば幸いである。

～これまでのMIP -Most Impressive Presentation- 賞 受賞論文一覧～

開催年度 (開催都市)	受賞論文タイトル	受賞者所属	発表者
平成22年度 第14回 (秋田市)	ロールプレイング方式による災害対策訓練の実施について	いわき市水道局	大井川 祐一
	高度浄水処理によるアオコ対策	八郎潟町産業建設課	小野 良幸
	白山浄水場におけるアルミニウム濃度の管理について	八戸圏域水道企業団	馬場 拓美
平成23年度 東日本大震災のため開催なし			
平成24年度 第15回 (山形市)	高分子凝集剤による排水処理汚泥濃縮性向上試験	仙台市水道局	金子 剛
	震災後における放射性物質への対応	いわき市水道局	佐藤 俊
	自然冷媒ヒートポンプ式給湯機のスケール付着について	八戸圏域水道企業団	吉田 智成
平成25年度 第16回 (福島市)	青森市の水道水源地における植林事業について	青森市企業局水道部	宮川 伸治
	浄水場運転の節電対策について	盛岡市上下水道局	富井 健
	NPOと企業、地域との連携による災害体制の構築	北上市上下水道部	小原 太吉
平成26年度 第17回 (盛岡市)	施設更新計画策定に向けた日本地震工学会との共同研究に関する最終報告	いわき市水道局	熊谷 涼
	低水温・低濁度原水時における水処理の適正化について	山形市上下水道部	板坂 学
	地域主導応急給水を目指して 災害時給水栓による給水所運営の取組み	仙台市水道局	日下 貴史
平成27年度 第18回 (大崎市)	福島市上水道茂庭地区水道におけるトリクロロ酢酸低減化の検討及び実証実験結果について	福島市水道局	菅野 晃
	小牧浄水場監視制御設備更新工事について	酒田市水道局	富樫 悟
	戸島送水ポンプ場水位計不良による断水発生事例	秋田市上下水道局	下田 忍
平成28年度 第19回 (横手市)	効果的なポリピグ洗浄方法の提案	仙台市水道局	千葉 篤史
	盛岡広域水道圏における水道事業の経営形態安定化に関する検討 ～広域化の可能性を探る～	盛岡市上下水道局	齋藤 剛
	優良表彰制度をととした指定給水装置工事事業者のモチベーション向上について	福島市水道局	齋藤 勝士

# 浄水研究委員会報告



「消毒補完設備としての  
UV（紫外線処理設備）導入について」

日本水道協会東北地方支部  
技術研究部会

## H27-28 浄水研究委員会 報告書

「消毒補完設備としてのUV(紫外線処理設備)導入について」

平成 29 年 3 月

日本水道協会 東北地方支部 技術研究部会

## 【目 次】

はじめに	p 1
第1章 研究テーマについて	p 2
第2章 紫外線処理について	p 4
2.1 紫外線処理の原理	p 4
2.2 紫外線処理の特徴	p 8
2.3 膜処理との比較	p 10
2.4 クリプトスポリジウム等対策指針での取扱い	p 12
2.5 水道施設設計指針での取扱い	p 16
2.6 水道における紫外線処理設備の導入状況	p 18
第3章 東北地方支部の導入事例について	p 24
3.1 八戸圏域水道企業団 蟹沢浄水場	p 26
3.2 大館市建設部 山田赤川簡易水道	p 35
3.3 岩手中部水道企業団 和賀川浄水場	p 43
3.4 酒田市水道局 升田水源地	p 50
第4章 紫外線処理設備の導入及び検討状況に関する アンケート調査について	p 58
4.1 アンケート調査の概要	p 58
4.2 全体の状況	p 58
4.3 紫外線処理設備を導入している事業者の状況	p 68
4.4 小規模浄水場の状況	p 76
第5章 紫外線処理設備の導入についての提案	p 79
5.1 総論	p 79
5.2 小規模浄水場への紫外線処理設備導入 (リスクレベル 1,2,3)	p 82
5.3 消毒補完設備としての紫外線処理設備導入 (リスクレベル 4)	p 89

5.4 紫外線処理の課題と今後の可能性-----	p 95
5.5 紫外線処理設備の仕様、維持管理について-----	p 101
第6章 参考資料 -----	p 114
6.1 アンケート集計結果-----	p 114
6.2 運転と維持管理例-----	p 140
おわりに -----	p 172

## はじめに

我が国の水道における水処理方法は、塩素による消毒を必須として、凝集、沈澱、ろ過のような処理技術が中心であったが、水源の富栄養化による異臭味の発生等により活性炭処理、オゾン処理のような高度浄水処理が広く普及するようになった。

平成8年6月に我が国の水道で初めて発生したクリプトスポリジウムによる集団感染症により、同年10月に「クリプトスポリジウム暫定対策指針」が策定され、急速ろ過及び緩速ろ過に加えて膜ろ過によるクリプトスポリジウム等の除去が記載され、膜ろ過が急速に普及することとなった。

平成19年3月には「水道施設の技術的基準を定める省令の一部を改正する省令」が制定され、「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」（以下「対策指針」という。）が、同年4月1日より適用された。これを受けて厚生労働省より改正された「水道施設の技術的基準を定める省令」の中で、クリプトスポリジウム等の耐塩素性病原微生物対策として、紫外線処理による不活化が位置づけられ、年々導入が進んでいるところである。

しかしながら、小規模な浄水場や配水施設では耐塩素性病原微生物への対策が十分に取られていないところも多く、万が一クリプトスポリジウム等の集団感染が発生した場合には、水道水への信頼性が低下することになるため、早急に対策が必要なところである。そのような施設を有する事業者に対しては、有用な耐塩素性病原微生物対策の選択肢の一つとして、紫外線処理設備の建設及び運転費用及び維持管理方法等を広く周知することが重要である。

本報告書は、各水道事業者からの紫外線処理設備の導入及び検討状況に関するアンケート調査結果及び国内と東北地方支部内における導入事例等での課題に基づき、これから紫外線処理によるクリプトスポリジウム対策を検討する事業者にとって必要な情報をまとめたものである。

## 第1章 研究テーマについて

平成8年に国内で初となるクリプトスポリジウムによる集団感染が発生し、同年に「クリプトスポリジウム暫定対策指針」が策定された。その後、クリプトスポリジウム等耐塩素性病原生物に対する様々な研究がなされ、平成19年には厚労省より対策指針が出された。この対策指針が適用されてから10年が経過し、これまで特に大きな問題は発生していない。

しかし、ろ過設備を有する施設において、対策指針ではろ過池等の出口の濁度を0.1度以下に常に維持することが求められているが、濁度の測定を各ろ過池等ごとに行っている事業者は少なく、対策は万全とはいえない。また、小規模浄水場では、対策指針におけるリスクレベルが適切なるろ過設備または紫外線処理設備を整備することとされているレベル3にも関わらず、対策が取られていない施設もある。

対策指針では新たに上水道施設における紫外線処理の適用が示された。これにより、今まで塩素消毒のみの処理が多かった小規模浄水場では主に紫外線処理設備と膜処理設備の2種類のシステムが導入されてきており、最近では東北地方支部の事業者の中でも紫外線処理を導入する事業者が増えてきている。

また、急速ろ過でも管理を誤ればクリプトスポリジウム等が漏出する恐れがあるため、ろ過池と紫外線処理設備を組み合わせたマルチバリアを導入している事業者も出てきている。

紫外線処理設備は膜処理設備と比較して、イニシャル・ランニングコスト共に低く、装置の構造がシンプルのため、故障も比較的少なく、維持管理の負担が低減できる。

そこで、本研究では各事業者での既設浄水システムの耐塩素性病原生物に対する問題点、対策等を今一度見直し、消毒補完設備としてのUV（紫外線処理設備）導入の可能性について、主に次の4つを対象に研究することとした。

- 1) 東北地方支部の事業者におけるクリプトスポリジウム等対策の状況を調査する。
- 2) 対策が取られていない小規模浄水場に対して、紫外線処理設備の導入の参考となる資料を作成する。
- 3) 表流水を原水とする浄水システムである急速ろ過池にも紫外線処理設備を追加することにより、より安全、安心な水を高いコストをかけ

ることなく提供することが可能か検討する。

- 4) これまで行われてきた紫外線処理に関する研究、報告等をまとめ、紫外線処理の知見を深める。

以上のことをまとめ、私たち水道事業体が参考としやすい報告書を作成することとした。

## 第2章 紫外線処理について

### 2.1 紫外線処理の原理

#### 1) 紫外線消毒の歴史<sup>1) 2) 3)</sup>

17世紀に Isaac Newton がプリズムを用いて可視光線が赤から紫にいたる多数の色の光線から成り立っていることを証明したが、その後、この見える光線のほかに、見えない光線が存在すると考えられるようになった。1800年、イギリスの Frederick William Herschel によって赤外線が発見され、この考えが立証されるとすぐ、ドイツの物理学者 J.W.Ritter が、スペクトルの反対側である、紫より短いスペクトルを探し始めた。1801年、Ritter は光に反応する塩化銀を塗った紙を使用して、可視光より短い波長の電磁波を発見した。1877年には Downs と Blunt により、この電磁波が細菌に対して影響を与えることが発見され、研究が進められた。

一方光源の開発は、1892年に Arons が水銀蒸気をガラスチューブに封入し、電圧をかけると紫外線が生じることを発見し、現在の紫外線ランプの源となった。その後 1905年に Hereus がガラスチューブの代わりに石英ガラスを使った改良型のランプを発明し、現在の水銀ランプの原型がほぼできあがった。

水の消毒に実際に適用されたのはフランスのマルセイユに導入されたのが初めてである。しかしこの装置は、ランプの不安定性、供給電源の不安定性等の技術的な問題を残したものであった。その後 1920年には塩素を工業的に生成する方法が発明され、消毒の主役を塩素に譲ることになるのである。

1940年には、水銀封入圧力を調整したランプの製造技術が進み、より安定した紫外線光源が開発された。この頃には水の紫外線消毒の適用例も多く報告されはじめているが、その多くは失敗例としての報告であった。1955年にはスイスにおいて耐水圧型ランプを用いて、初めて上水道への適用が行われた。その後ヨーロッパ諸国を中心にその適用例は徐々に増えて行った。

1970年代になると塩素消毒で生じるトリハロメタン類の問題が起り、代替処理方法として紫外線消毒が注目されるようになった。さらに 1990年代後半になると塩素消毒がほとんど効かないクリプトスポリジウムに紫外線が有効であるという研究報告が相次ぎ、紫外線消毒の適用例の増加に拍車がかかった。

表 2-1-1 に紫外線の歴史を示す。

表 2-1-1 紫外線消毒の歴史<sup>4)</sup>

1801年	Ritterが可視光より短い波長の電磁波を発見
1887年	DownesとBlunt日光に殺菌作用があることを発見
1892年	Aronsが水銀蒸気をガラスチューブに封入し、電圧をかけると紫外線が生じることを発見
1901年	人工の紫外線光源として水銀ランプが開発される。
1906年	石英が紫外線の伝達物質として使用される。
1910年	フランスのマルセイユで初めて飲料水の消毒に使用される。
1929年	Gates紫外線消毒と核酸の紫外線吸収との関連を明らかにする。
1930年代	蛍光灯が開発され、殺菌に効果のある管状ランプの生産が始まる。
1940年	国産第1号の紫外線殺菌ランプ生産。
1950年代	紫外線消毒のメカニズムと微生物の不活化に関する研究が盛んとなる。
1955年	スイスとオーストリアで、地方自治体の水道において初めて紫外線消毒が適用される。
1975年	ノルウェーで初めての水道用紫外線消毒設備が設置される。
1970年	食品製造工場、製薬工場、水産加工場等において普及が進む。
1980年	オランダで初めての水道用紫外線消毒設備が設置される。以降ノルウェー及びオランダ両国では紫外線消毒が一般的となる。
1985年	この年までにスイス、オーストリア両国で導入された紫外線消毒設備の累計はそれぞれ500と600に達した。
1980年代	電子・半導体工場等における超純水の製造ラインに普及が進む。
1996年	この時点で欧州における飲料水用紫外線消毒システムが2,000を超える
1990年代	下水・農業集落排水処理施設等に普及が進む。
1999-2002年	動物細胞への感染性による評価により、少ない照射量であっても紫外線消毒がクリプトスポリジウムの不活化に有効であることが見出され、その効果が再評価される。
2002年	フィンランド、ヘルシンキ市のピトキャスコキ浄水場において処理水量220,000m <sup>3</sup> /日という大容量浄水処理に紫外線消毒が適用される。 高効率浄水技術開発研究（ACT21水道技術研究センターが「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル」を作成。
2003年	USEPAより紫外線消毒のガイダンスマニュアル案が示される。
2004年	WHOより「飲料水ガイドライン第3版」が刊行される。 八戸圏域水道企業団（最大給水量20,000m <sup>3</sup> /日）において紫外線消毒が適用される。
2005年	(社)日本水道協会が「水道でのクリプトスポリジウム不活化を目的とした紫外線消毒装置導入のためのガイドライン(案)」を作成 環境影響低減化浄水技術開発研究(e-Water)の研究成果として、(財)水道技術センターが「紫外線消毒ガイドライン」を作成。
2007年	省令の一部改正により、クリプトスポリジウム等対策としての上水道への紫外線処理導入が認められる。

## 2) 紫外線消毒の原理

一般的に紫外線とは電磁波(光)の一種で、100-380nmの波長に含まれる。さらに紫外線は太陽光に含まれる近紫外(300-380nm)と、含まれない遠紫外(190-300nm)、そして真空でしか測定できない真空紫外(100-190nm)に分類される。そのうち遠紫外光は生物の遺伝子に損傷を誘発する効果が高く、UV-Cとも呼ばれている。

図 2-1-1 に紫外線の波長領域を示す。

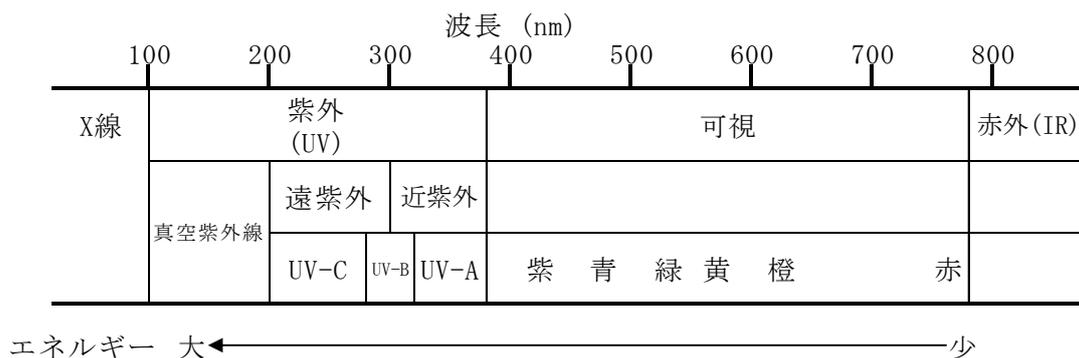


図 2-1-1 紫外線の波長領域

紫外線による殺菌・不活化効果は、遺伝子の核酸すなわち DNA もしくは RNA に紫外線が作用することで効果が発揮される。DNA と RNA は5種類の塩基（アデニン - A、シトシン - C、グアニン - G、チミン - T、ウラシル - U）から構成されており、これらの塩基は紫外線に対して高い光吸収スペクトルを持つ。紫外線（300nm 以下の波長）がこれらの塩基に照射されるとチミン - チミン、チミン - シトシン、シトシン - シトシン、ウラシル - ウラシルなどの二量体<sup>※1</sup>が形成される。紫外線による不活化効果は、上記塩基が二量体を生成することにより核酸の複製機能が阻害された結果、微生物が増殖できなくなり死滅に至るとされている。

図 2-1-2 に DNA の複製阻害を示す。

※1 二量体:分子 2 個が重合して生成する物質

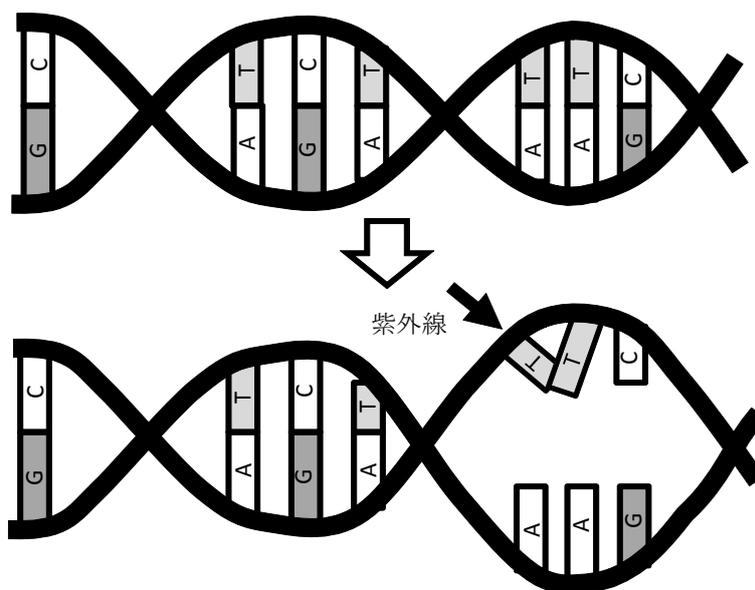


図 2-1-2 DNA の複製阻害

### 3) 紫外線ランプについて

紫外線ランプは石英ガラス内にアルゴンガスやネオンガス等の不活性ガスと共に水銀が封入され、電極から発せられた電子線が水銀蒸気と衝突し、電子エネルギーが光エネルギーに変換される。基本的な構造は一般の蛍光灯と同じだが、蛍光灯はランプ内壁に蛍光体が塗布されているため、紫外線が可視光線へ変換される。一方、紫外線ランプでは蛍光体が塗布されていないため、発生した紫外線がそのままランプから放出される。図 2-1-2 に紫外線ランプの構造を示す。

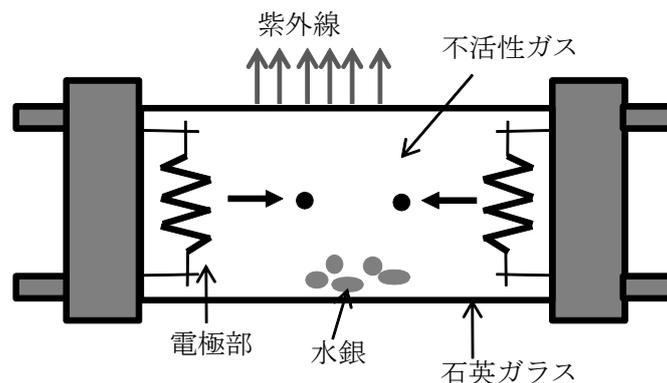


図 2-1-3 紫外線ランプの構造

紫外線ランプは、点灯時におけるランプ内の水銀蒸気圧によって低圧と中圧に分類される。この圧力の違いによって、発生する紫外線の波長分布に違いが生じる。点灯中の水銀蒸気圧が 10Pa を超えないものを低圧ランプ、40 kPa 以上のものを中圧ランプという。大規模な施設では中圧ランプが、それ以外の施設では低圧ランプが使用されることが多い。

表 2-1-2 に種類ごとの紫外線ランプの特徴、図 2-1-3 紫外線ランプの比較を示す。

表 2-1-2 紫外線ランプの特徴<sup>5)</sup>

項目	低圧	低圧高出力	中圧
波長	単波長 (253.7nm)	単波長 (253.7nm)	多波長 (200~300 nm)
水銀蒸気圧 (Pa)	0.93	0.18~1.6	40,000~4,000,000
動作温度 (°C)	約40	60~100	600~900
入力電力 (W/cm)	0.5	1.5~10	50~250
殺菌に有効な紫外線出力 (W/cm)	0.2	0.5~3.5	5~30
電力から殺菌に有効な光への変換効率 (%)	35~38	30~35	10~20
アーク長 (cm)	10~150	10~150	5~120
必要なランプ本数	多い	中程度	少ない
寿命 (hr)	8,000~10,000	8,000~12,000	4,000~8,000

表 2-1-3 低圧と中圧紫外線ランプの比較

	低圧	中圧
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・出力される波長が殺菌に有効な253.7 nmであり殺菌効率が高い</li> <li>・ランプ一本当たりの消費電力が少ない</li> <li>・変換効率が高い</li> <li>・ランプ寿命が長い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ランプ一本当たりの出力が高いため、設備を小型化できる</li> <li>・処理能力の多い施設に対応できる</li> <li>・処理水温度に影響されない</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多灯のため、ランプ不点灯時の影響が少ない</li> <li>・ランプ一本当たりの出力が小さいため、設備が大きくなる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運転温度が高いため、ファウリングが加速される</li> <li>・ランプ寿命が短い</li> <li>・変換効率が低い</li> </ul>

## 2.2 紫外線処理の特徴<sup>6)</sup>

### 1) 紫外線による消毒の優れた点

#### (1) 薬品が不要である

薬品などの物質を添加しないため残留物がない。

#### (2) 消毒副生成物がほとんど発生しない

トリハロメタンやハロ酢酸等の塩素と反応し生成する消毒副生成物が発生しない。

#### (3) 照射時間が短時間である

照射時間は通常数秒であり、設備がコンパクトである。

#### (4) クリプトスポリジウム等の不活化が可能である

通常の塩素消毒では効果が得られにくいクリプトスポリジウム等の耐塩素性病原生物を不活化する効果がある。

#### (5) 既存の施設に比較的簡単に組み込める

設備の圧力損失が少ないため、ポンプ設備等の増設無しで既存の設備に組み込み設置が可能である。

#### (6) イニシャルコストが安価である

他の処理方法(膜ろ過、急速ろ過、緩速ろ過)と比較して設置スペースが小ため建設にかかる費用が安価である。

(7) ランニングコストが安価である

維持管理費の主なものは、電力費、ランプ交換費、ランプスリーブの物理洗浄、薬品洗浄費である。

(8) 自動運転・監視が容易である

流量計、吸光光度計、紫外線強度計などを設置することにより、自動運転・監視が容易である。

## 2) 紫外線による消毒の弱点

(1) 残留性がない

薬剤による消毒では効果が持続するが、紫外線は照射している時のみ効果がある。

(2) 消毒効果の確認方法が少ない

塩素による消毒の場合 DPD 法等により消毒効果の確認が容易であるが、紫外線消毒の場合簡易な確認方法がない。

(3) 臭素酸の生成

臭化物イオンが存在する水に紫外線を照射した場合、臭素酸の生成が促進される可能性がある。

(4) 濁度の高い水では効果が減ずる

濁質に紫外光が散乱・吸収され、効果を減じてしまう。そのため水質の変動が激しい原水に対しては紫外線照射設備のみの処理は難しい。

(5) クリプトスポリジウム等の除去は不可能である

クリプトスポリジウム等の耐塩素性病原生物を不活化する効果はあるが、除去はできない。

(6) ランプ材料に水銀を使用している

「水銀に関する水俣条約」の批准により、水銀ランプを使用していくのが難しくなる可能性がある。代替ランプとしては LED が有力であるが水道市場への導入には数年以上を要すると思われる。

## 3) 紫外線による不活性化の効果

WHO の報告によると、クリプトスポリジウムは紫外線照射量  $10\text{mJ}/\text{cm}^2$  で  $3\log(99.9\%)$  の不活化率があるとされている。また、ジアルジアについては紫外線照射量  $5\text{mJ}/\text{cm}^2$  で  $2\log(99\%)$  の不活化率があるとされている。

また、ウイルスや細菌に関しても不活化されるという報告が多くされている。

表 2-2-1 に紫外線照射によるクリプトスポリジウム等の不活化効果、表 2-2-2 に 3 log(99.9%) 不活化に必要な紫外線照射量を示す。

**表 2-2-1 紫外線照射によるクリプトスポリジウム等の不活化効果**  
(WHO 報告)

	不活化率	照射量
ジアルジア	99% (2log)	5 mJ/cm <sup>2</sup>
クリプトスポリジウム	99.9% (3log)	10 mJ/cm <sup>2</sup>

**表 2-2-2 3 log(99.9%) 不活化に必要な紫外線照射量**

種別	微生物名	照射量 (253.7nm)
ウイルス	インフルエンザ	6.6 mJ/cm <sup>2</sup>
	アデノ	4.5 mJ/cm <sup>2</sup>
	ポリオ	4.5 mJ/cm <sup>2</sup>
細菌	大腸菌	3.5~7.3 mJ/cm <sup>2</sup>
	サルモネラ菌	5~15 mJ/cm <sup>2</sup>
	コレラ菌	2.2 mJ/cm <sup>2</sup>
原虫	クリプトスポリジウム	2.2~3 mJ/cm <sup>2</sup>
	ジアルジア	<20 mJ/cm <sup>2</sup>

## 2.3 膜処理との比較

膜処理とは、有機または無機の多孔質のフィルターにより原水中の不純物を分離除去する浄水処理である。

有機膜はセルロース、ポリアミド、ポリエチレンなどの有機素材が使用され、一方、無機膜はセラミック、硝子、カーボンなどの無機素材から作られる。

### 1) 膜ろ過の種類と特徴

膜の種類は、除去対象物質の大きさによって、精密ろ過 (MF) 膜、限外ろ過 (UF) 膜、ナノろ過 (NF) 膜、逆浸透 (RO) 膜などがある。

表 2-3-1 膜ろ過の分類<sup>8)</sup>

膜の種類	分離粒径 分画分子量	公称孔径	原理	除去対象
精密ろ過膜 (MF膜)	粒径 0.01 $\mu$ m以上	0.01~0.3 $\mu$ m	ふるい分け	懸濁物質、コロイド、細菌、藻類、クリプトスポリジウム等
限外ろ過膜 (UF膜)	分子量 1,000~300,000	0.01 $\mu$ m以下	ふるい分け	懸濁物質、コロイド、細菌、藻類、ウイルス、クリプトスポリジウム等
ナノろ過膜 (NF膜)	分子量 200~1,000	—	ふるい分け 表面電化によるイオン除去能	フミン酸、フルボ酸、消毒副生成物前駆物質、農薬、陰イオン界面活性剤、臭気物質、カルシウムなどの硬度成分、蒸発残留物等

主な特徴としては、自動運転が容易であり、他の処理方法に比べて日常的な運転及び維持管理における省力化が図れること。凝集剤の使用量が不要あるいは少なくて済むこと。省スペースで設置可能なことなどが利点として挙げられる。

## 2) 紫外線処理と膜処理との比較

紫外線処理と膜ろ過、砂ろ過との比較について、一般的な事項を下記の表に示す。

表 2-3-2 紫外線処理と他の浄水処理方法との比較<sup>9)</sup>

処理方法	紫外線処理	膜ろ過	砂ろ過(急速、緩速)
建設費用	安い	高い	高い
維持管理費用	安い	高い	高い
管理人員	少ない	少ない	多い
設置面積	小	中	大
クリプトスポリジウム等への効果	3 log(99.9%) の不活化	6 log～7 log (99.9999%) の除去	3 log(99.9%) 程度の除去
各装置特有の処理困難条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原水濁度上昇</li> <li>・ランプ破損</li> <li>・温度上昇</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・膜の異常</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ろ過池の閉塞</li> </ul>
総合的な長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・イニシャル、ランニングコストが安い</li> <li>・設置面積が小さい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クリプトスポリジウム等の確実な除去</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使い慣れた技術で職員が慣れている</li> </ul>
総合的な短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原水の変化に弱い</li> <li>・上水での導入事例が少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建設費、維持管理費が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・費用対効果が低い</li> <li>・管理に人員が多く必要</li> </ul>
認可	変更認可申請が必要	変更認可申請が必要	変更届で良い

以上が導入する前の検討事項となるが、既設の設備状況により耐塩素性病原生物に対する消毒補完設備だけになるのか、浄水場の改修までの検討が必要になるかによって、将来的な展望と詳細な費用の比較が必要になる。

## 2.4 クリプトスポリジウム等対策指針での取扱い

水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針とは、「水道水の安全に万全を期するためには、耐塩素性病原生物に対する対策を一層推進していく必要がある。」という提言が、平成 15 年厚生科学審議会答申「水質基準の見直し等について」においてなされ、この提言に基づきとりまとめられたものである。

ここで、対策指針において対象としている耐塩素性病原生物は、我が国において特に対策を講ずべきとされている、クリプトスポリジウム及びジアルジア(以下、「クリプトスポリジウム等」という)である。

以下に、対策指針内の本報告書に関する事項を記述する。

1) 水道原水に係るクリプトスポリジウム等による汚染のおそれの判断

(1) レベル4 (クリプトスポリジウム等による汚染のおそれが高い)

地表水を水道の原水としており、当該原水から指標菌が検出されたことがある施設

※クリプトスポリジウム等については、し尿、下水、家畜の糞尿等を処理する施設から排出される汚水その他、イノシシ、シカ、サル等の野生動物の糞便も汚染源となることから、地表水である原水から指標菌が検出されている場合は、クリプトスポリジウム等による汚染のおそれが高いと判断される。

(2) レベル3 (クリプトスポリジウム等による汚染のおそれがある)

地表水以外の水を水道の原水としており、当該原水から指標菌が検出されたことがある施設

※レベル4に該当しない、伏流水、浅井戸等を水源とする施設であっても、原水から指標菌が検出されたことがある場合、当該原水は糞便により汚染されていると考えられることから、クリプトスポリジウム等による汚染のおそれがあると判断される。

(3) レベル2 (当面、クリプトスポリジウム等による汚染の可能性が低い)

地表水等が混入していない被圧地下水以外の水を原水としており、当該原水から指標菌が検出されたことがない施設

※原水から指標菌が検出されていない場合は、当該原水には糞便により汚染されていないと考えられることから、当面、クリプトスポリジウム等による汚染の可能性は低いと判断される。

(4) レベル1 (クリプトスポリジウム等による汚染の可能性が低い)

地表水等が混入していない被圧地下水のみを原水としており、当該原水から指標菌が検出されたことがない施設

※井戸のケーシング等が破損していないこと、ストレーナーが被圧地下水のみを取水できる位置にあること等が確認され、かつ、原水の水質検査結果から地表水が混入していないことが確認できる井(例えば、大腸菌、トリクロロエチレン等が検出されていないこと等)から取水した被圧地下水を原水とし、当該原水から指標菌が検出されたことがない場合には、クリプトスポリジウム等による汚染の可能性は低いと判断される。

2) 施設整備

リスクレベル4においては、整備しなければならない施設として、ろ過池またはろ過膜(以下、「ろ過池等」という)の出口の濁度を0.1度以下に維持

することが可能なろ過設備（急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過等）が求められている。

リスクレベル3においては、整備しなければならない施設として、ろ過池出口の濁度を0.1度以下に維持することが可能なろ過設備（急速ろ過、緩速ろ過、膜ろ過等）、または、以下の要件を満たす、クリプトスポリジウム等を不活化することができる紫外線処理設備が求められている。

(1) 紫外線照射槽を通過する水量の95%以上に対して、紫外線（253.7nm付近）の照射量を常時10mJ/cm<sup>2</sup>以上確保できること。

(2) 処理対象とする水が以下の水質を満たすものであること。

- ① 濁度2度以下であること。
- ② 色度5度以下であること。
- ③ 紫外線（253.7nm付近）の透過率が75%を超えること（紫外線吸光度が0.125abs./10mm未満であること）

(3) 十分に紫外線が照射されていることを常時確認可能な紫外線強度計を備えていること。

(4) 原水の濁度の常時測定が可能な濁度計を備えていること（過去の水質検査結果等から、水道の原水の濁度が2度に達しないことが明らかである場合を除く）。

(5) 留意事項

- ① 紫外線照射槽は、水流の偏りの無い、所定の滞留時間が得られる構造のものであること。
- ② 適正なランプ照射強度を持つ紫外線ランプを選定し、必要な紫外線強度分布を得られるようランプを配置すること。
- ③ ランプスリーブを適切に洗浄できること。
- ④ 水質、水量の計測設備を設置し、効率的な運転、信頼性の向上を図ること。
- ⑤ 地震時の揺れ対策や、ランプ本体やランプスリーブの破損防止措置をとること。また、紫外線ランプの点灯状況を常時確認できること。
- ⑥ 紫外線照射を阻害する物質がランプスリーブの表面に付着することによる紫外線照射量低下の影響をできるだけ避けるため、処理対象水中の鉄が0.1mg/L以下、硬度が140mg/L以下及びマンガンを0.05mg/L以下であることが望ましいこと。

- ⑦ 紫外線照射槽を二つ以上の複数基に分けて設置し、一つの設備が故障しても最低限の処理水量が得られる設計とすることが望ましいこと。
- ⑧ ランプ寿命や流量等についても考慮した紫外線照射量の自動制御が望ましいこと。
- ⑨ 停電時の対策として非常用電源設備を設けることが望ましいこと。
- ⑩ 異常時の緊急遮断弁を設置することが望ましいこと。
- ⑪ 浄水処理の安全性を一層高めるために、ろ過池等の出口の濁度を 0.1 度以下に維持することが可能なろ過設備と紫外線処理設備を併用することとしてもよいこと。

### 3) 紫外線処理設備の運転管理

- (1) 紫外線強度計により常時紫外線強度を監視し、水量の 95%以上に対して紫外線 (253.7nm 付近) の照射量が常に 10mJ/cm<sup>2</sup>以上得られていることを確認すること。
- (2) 原水濁度が 2 度を超えた場合は取水を停止すること。ただし、紫外線処理設備の前にろ過設備を設けている場合は、この限りではない。
- (3) 常に設計性能が得られるように維持管理（運転状態の確認、保守部品の交換、センサー類の校正）を適正な頻度と方法で実施すること。
- (4) 留意事項
  - ① 原水濁度が 2 度を超えた場合は、不活化に必要な紫外線照射量が得られない恐れがあるため、直ちに取水を停止すること。そのため、常時監視が可能な濁度計より処理対象水の濁度変動に常時注意を払う必要があること。
  - ② 紫外線強度計の受光部の曇り及び汚れの有無、使用時間を確認し、定期的に洗浄、校正及び交換を行うこと。
  - ③ 紫外線照射槽内の流量について、設計値、ユニットごとの設定流量からの乖離が無いか確認すること。
  - ④ 紫外線ランプの点灯状況、運転時間及び出力を把握し、消灯あるいは、ランプまたは紫外線照射施設の状況に応じ、必要な出力以下に低下した場合は交換すること。
  - ⑤ ランプスリーブを定期的に洗浄すること。紫外線照射の有無に係わらず、紫外線照射槽内に水がある場合はスリーブの汚れの原因となるため、紫外線照射停止中であってもスリーブを定期的に洗浄すること。なお、自動洗浄装置を備えておくことが望ましいこと。

- ⑥ 紫外線照射槽内の流量、水温を定期的に監視し、異常が発生した場合には速やかに運転を停止し、設備を点検すること。
- ⑦ 紫外線が人体に直接照射されることが無いよう、ランプ交換等の作業時はランプを消灯し、やむを得ずランプ点灯時に作業する必要がある場合には、手袋や紫外線保護マスク等を着用すること。
- ⑧ 適切な日常点検を行うとともに、必要な予備部品を保管しておくこと。使用済み紫外線ランプは適切に処分すること。

## 2.5 水道施設設計指針での取扱い

水道施設の計画・設計に当たっては、水道法に定められる施設基準に基づいて行わなければならないが、その「水道施設の技術的基準を定める省令」（平成12年厚生労働省令第15号）は性能基準として定められており、具体的に規定している部分が少ない。そのため、水道事業者が地域特性や独自性を持った施設の計画・設計を円滑に行えるように、水道施設設計指針（以下「設計指針」という。）はある。

以下に、設計指針内の紫外線処理設備に関する事項を記述する。

### 1) 適用要件

紫外線処理設備の適用要件は、次の各項による。

- (1) 「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」における“水道原水に係るクリプトスポリジウム等による汚染の恐れ”のレベル3に該当する施設を対象とする。
- (2) 紫外線照射槽を通過する水量の95%以上に対して、紫外線（253.7nm付近）の照射量を常時10mJ/cm<sup>2</sup>以上確保できる設備とする。
- (3) 処理対象とする水は、次の各号を満たす水質とする。
  - ① 濁度は2度以下とする。
  - ② 色度は5度以下とする。
  - ③ 紫外線（253.7nm付近）の透過率は75%を超えるものとする（紫外線吸光度が0.125abs./10mm未満）。

### 2) 計画

紫外線処理設備の計画は、次の各項による。

- (1) 原水水質について、濁度、色度、紫外線透過率（又は紫外線吸光度）の年間最大値、平均値、最小値を把握する。
- (2) 計画処理量は、計画一日最大給水量を基に作業用水等の必要水量を見込んで設定する。

- (3) 紫外線照射装置は、原水の状況及び処理プロセスにおける他の処理設備の位置を考慮し、処理対象水が適用可能な水質を満たすことが可能な位置に設ける。
- (4) 効率的な運転や信頼性の向上を図るような運転制御や監視を検討する。

### 3) 紫外線照射装置

紫外線照射装置の選定は、次の各項による。

- (1) 形式は、設置面積が少なくて済む、空気由来の汚染の心配がない、作業従事者への紫外線曝露の危険性が少ない等の理由から、内照式管路型が一般に採用される。
- (2) ランプの種類には低圧紫外線ランプと中圧紫外線ランプがあり、各々に長所と短所があることから、処理水量や処理対象水の水質、適用位置を十分考慮して、ランプを選定する。
- (3) 性能は、「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」における設備要件を満たすものとする。
- (4) 装置の構成は、紫外線照射槽、ランプ、ランプスリーブ、紫外線強度計、安定器、付属制御盤、自動洗浄装置、温度計（水温計）を基本とする。
- (5) 台数は、維持管理や事故等による停止を考慮して、二系列以上となるよう複数基設置することが望ましい。

### 4) 設置・安全対策

紫外線処理設備の設置上の留意点や安全対策は、次の各項による。

- (1) 設置場所は、紫外線ランプの引き出しや付属制御盤の扉開閉、その他点検や作業に必要なスペースを確保する。
- (2) 紫外線照射装置の処理水出入口接続配管の材質は、ステンレス管を用いることが望ましい。
- (3) ランプやランプスリーブ破損の予防対策を講じるとともに、破損時の汚染水流出防止対策を講じる。
- (4) 温度や湿度を管理する等の結露対策を講じる。

- (5) 停電時の対策として、自家用発電設備を設けることが望ましい。
- (6) 振動対策を講じる。
- (7) 設計性能が常に得られるよう維持管理対策を検討する。

#### 5) 計装

紫外線処理設備の計装は、次の各項による。

- (1) 紫外線照射装置は、紫外線を常時安定して照射できるとともに、紫外線強度を常時監視できる構造とする。
- (2) 紫外線処理設備は、紫外線強度計、濁度計、温度計、流量計等の計装機器を設置する。
- (3) 常に設計性能が得られるように紫外線ランプの状態監視、破損防止、維持管理性を考慮した構成とする。

## 2.6 水道における紫外線処理設備の導入状況

### 1) 海外での紫外線処理施設の導入状況

日本では上水道においては塩素注入による消毒が法令で定められているため、浄水場における紫外線消毒単独の適用例はない。しかし、海外に目を向けるとオランダ、イギリス、ノルウェーなどのヨーロッパにおいて実用例が見受けられる。特にオランダは塩素代替処理において最も先鋭的であり、将来はできるだけ塩素を使用しない消毒方法に切り替え、紫外線処理設備の導入を進めていくとしている。<sup>11)</sup>

表 2-6-1 に各国における殺菌方法の違いを示す。

表 2-6-1 各国における殺菌方法<sup>10)</sup>

導入数	多		少		
	◎	○	●	○	●
国名	塩素	二酸化塩素	クロラミン	オゾン	紫外線
オーストラリア	◎	●			●
オーストリア	◎	●		●	●
ベルギー	◎	●		●	
ブラジル	●				
ブルガリア	◎				●
中国	◎			●	
チェコ	◎			●	
フィンランド	◎	●	●	●	
フランス	◎	○		○	
ドイツ	◎	◎		○	●
ハンガリー	◎		●	●	
アイルランド	◎			●	
イタリア	◎	◎			
日本	◎				
マカオ	◎				
オランダ	●			●	●
ノルウェー	○		●		○
南アフリカ	◎		●	●	
スペイン	◎	●		○	
スウェーデン	◎	●	○		
スイス	●	○		○	●
イギリス	◎	●	●		●
アメリカ	◎	●	●	●	●

また、紫外線単独の消毒ではないが、バンクーバー(カナダ)のセイモア・キャピラノ浄水場(1,800,000m<sup>3</sup>/日)やシアトル(アメリカ)のシダー浄水場(600,000m<sup>3</sup>/日)などでは河川表流水に対して紫外線消毒と次亜塩素酸ナトリウムの併用で処理を行い、消毒の二重化をおこなっている実例が報告されている。<sup>12)</sup>

## 2) 日本国内での紫外線処理設備の導入状況<sup>12)</sup>

(公財)水道技術研究センターの調査によれば、浄水プロセスにおいて紫外線処理設備が最初に導入されたのは平成16年度であり、平成18年度以前の導入目的は、消毒の多重化、消毒強化となっていた。平成19年度に省令が改正され対策指針が示されたことにより、平成19年度以降の主な導入目的は、クリプトスポリジウム等対策となっており、処理水量も増加していることが伺える。図 2-6-1 に浄水プロセスにおける紫外線処理設備の導入状況を示す。

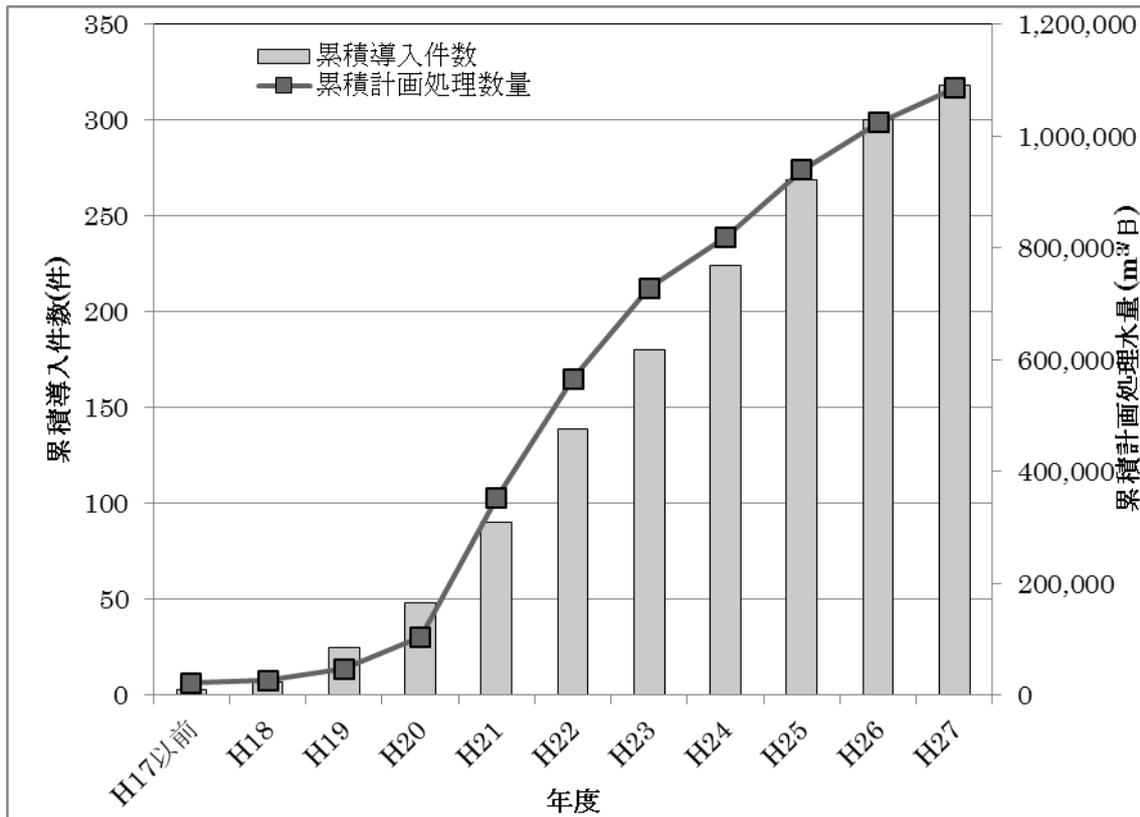


図 2-6-1 浄水プロセスにおける紫外線処理設備の導入状況 <sup>12)</sup>

紫外線処理設備の規模は、8 m<sup>3</sup>/日～27,200m<sup>3</sup>/日の範囲となっている。また導入件数の割合は 1,000m<sup>3</sup>/日未満が 49.0%、1,000m<sup>3</sup>/日以上～10,000m<sup>3</sup>/日未満が 42.8%、10,000m<sup>3</sup>/日以上が 8.2%となっており比較的小規模な浄水場で導入されることが多い。

また、紫外線処理設備を導入している浄水場の大部分は地下水を水源とする浄水場が占め、表流水を水源とする浄水場に導入される事例は数例しかない。図 2-6-2 に全国の施設能力別紫外線処理設備導入状況を示す。

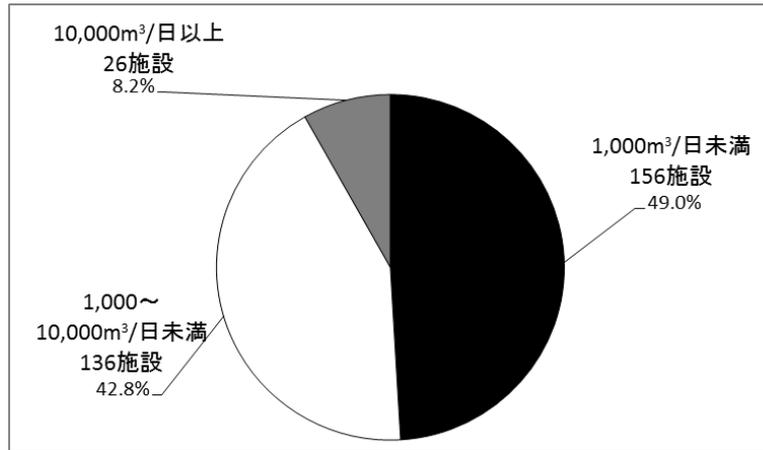


図 2-6-2 全国の施設能力別紫外線処理設備導入状況（平成 27 年度現在）

### 3) 東北地方での紫外線処理施設の導入状況

当委員会のアンケート調査の結果によると、東北地方についても全国と同様、平成 19 年度に対策指針が示されたことにより、平成 19 年度以降導入が進んだのがうかがえる。

東北における紫外線処理設備を導入している浄水場の規模は 120m<sup>3</sup>/日～22,000 m<sup>3</sup>/日の範囲となっている。また導入件数の割合は 1,000m<sup>3</sup>/日未満が 64.1%、1,000m<sup>3</sup>/日以上～10,000m<sup>3</sup>/日未満が 28.2%、10,000m<sup>3</sup>/日以上が 7.7%となっており、全国と同様比較的小規模な浄水場で導入されることが多い。

また、表流水を水源とする浄水場で紫外線処理設備が導入されている事例は無かった。

図 2-6-3 に東北地方の紫外線処理設備の導入状況、図 2-6-4 に東北地方の施設能力別紫外線処理設備導入状況を示す。

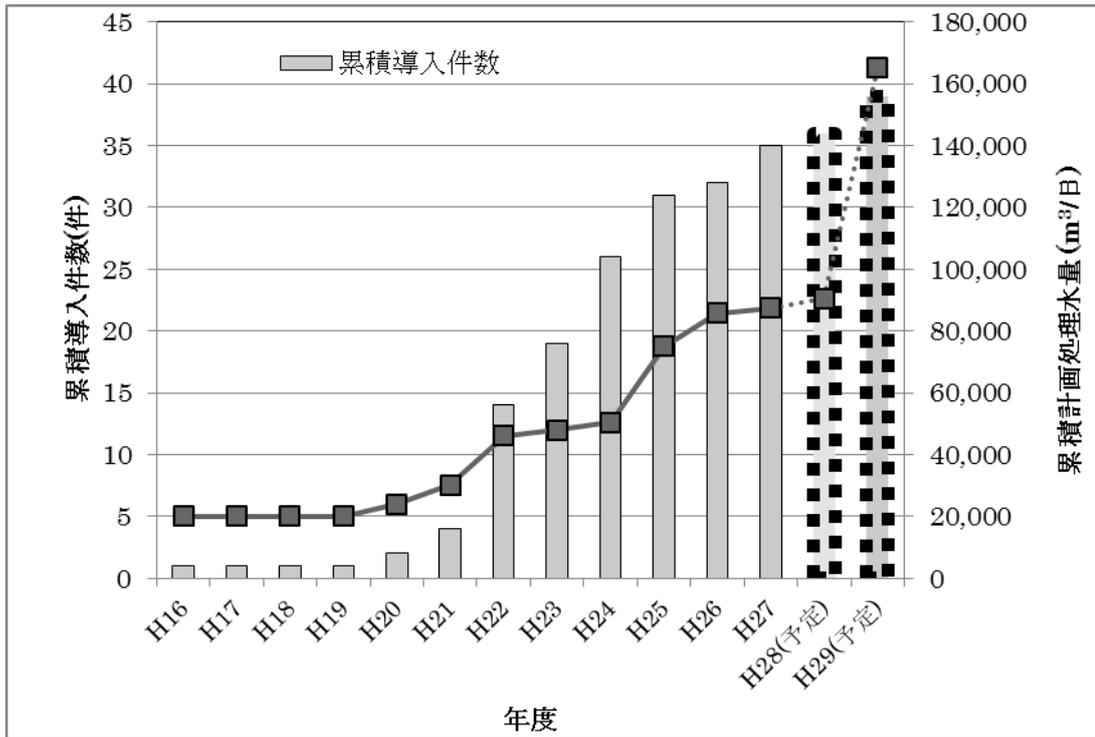


図 2-6-3 東北地方の紫外線処理設備の導入状況

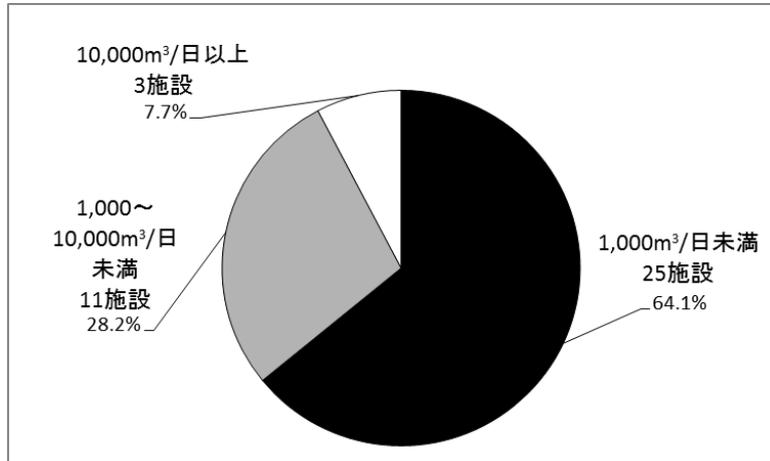


図 2-6-4 東北地方の施設能力別紫外線処理設備導入状況

- 1) 浦上逸男(2005). 初歩から学ぶ紫外線殺菌 工業用水から上水道まで. 工業調査会,p.8.
- 2) 大垣眞一郎(1989). 紫外線照射による消毒技術の基礎概念. 造水技術, vol.15,no.1, p.33-39.
- 3) 大瀧雅寛(2003). 紫外線消毒法の現状. 生活工学研究, vol.5,no.1, p.88-89.
- 4) 国立保健医療科学院(2008). 水道における紫外線処理に関する Q & A, p.11.
- 5) Environmental Protection Agency(2006). Ultraviolet Disinfection guidance Manual, p.(2)15.
- 6) 公益財団法人水道技術研究センター(2010). 浄水技術ガイドライン 2010, p.127-132.
- 7) WHO(2004). 飲料水水質ガイドライン第 3 版, p.140.
- 8) 日本水工設計株式会社. “膜ろ過”. 日本水工設計株式会社ホームページ. [http://www.n-suiko.co.jp/01\\_water-works/02\\_quality/](http://www.n-suiko.co.jp/01_water-works/02_quality/) (参照 2016-10-16).
- 9) 国立保健医療科学院(2008). 水道における紫外線処理に関する Q & A, p.32.
- 10) 大瀧雅寛(1999). 紫外線照射による水中病原微生物の不活化. 生活工学研究, vol.1,no.2, p.66-67.
- 11) 大沼国彦ら(2008). 第 20 回 海外水道技術視察調査報告書 (カナダ・アメリカ). 公益財団法人水道技術研究センター, p.5-13.
- 12) 公益財団法人水道技術研究センター(2016). 我が国の水道における紫外線処理設備の導入状況 (全国計、平成 27 年度末現在). 水道ホットニュース, 524 号, p1-2.

### 第3章 東北地方支部の導入事例について

東北地方支部における紫外線処理設備の導入または導入予定状況は、表3-2 東北地方支部における紫外線処理設備の導入状況のとおり、42箇所もの施設で導入されている。

水源は湧水が一番多く、次いで浅井戸、伏流水となっている。処理水量は500m<sup>3</sup>/日未満が19件、500 m<sup>3</sup>/日以上～1,000m<sup>3</sup>/日未満が9件、1,000 m<sup>3</sup>/日以上～10,000m<sup>3</sup>/日未満が11件、10,000m<sup>3</sup>/日以上が3件となっており、小規模浄水場への導入が中心となっている。

今回、本研究の委員となっている事業者でも導入されている施設があるため、その導入事例を紹介する。表3-1、図3-1に今回事例紹介する事業者を示す。

表 3-1 事例紹介する事業者

事業者名	浄水場名	施設能力 (配水能力)	リスク レベル	水源	導入時期
八戸圏域水道企業団	蟹沢浄水場	15,000 m <sup>3</sup> /日	3	湧水	平成16年度
大館市	山田赤川簡易水道	461 m <sup>3</sup> /日	3	伏流水	平成27年度
岩手中部水道企業団	和賀川浄水場	5,960 m <sup>3</sup> /日	2	地下水	平成26年度
酒田市	升田水源地	430 m <sup>3</sup> /日	2	地下水	平成26年度

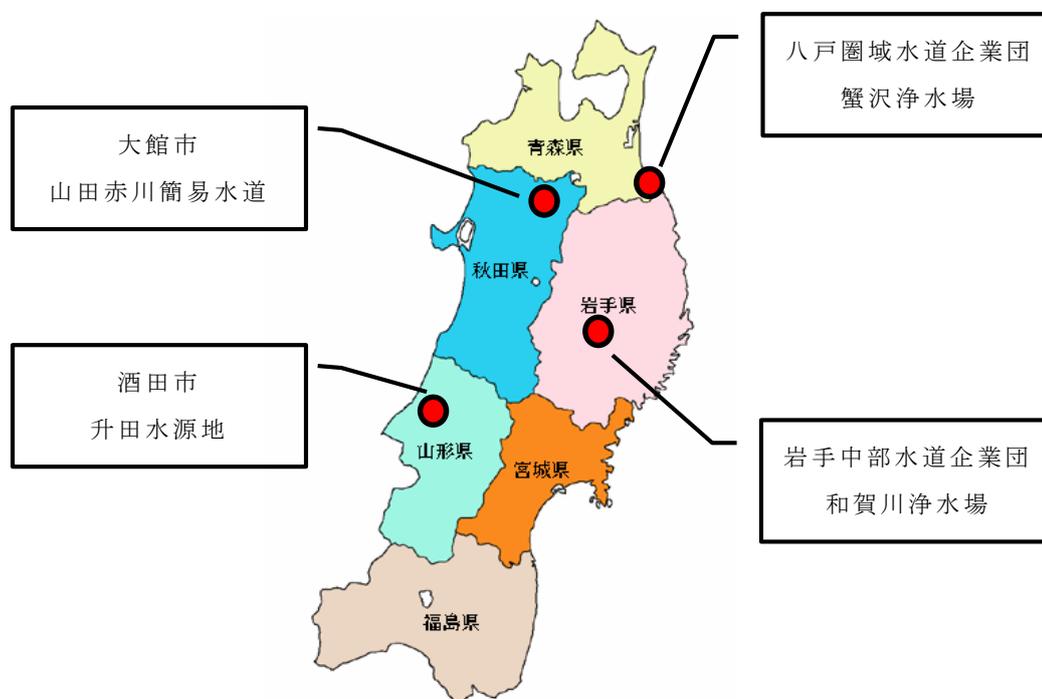


図 3-1 事例紹介する事業者

表 3-2 東北地方支部における紫外線処理設備の導入状況

県名	施設能力 (配水能力) (m <sup>3</sup> /d)	リス スケ レベル	導入 時期 平成 ○年度	紫外線処理設備の概要					浄水処理フロー				
				(1)ランプの種類	(2)照射槽形式	(3)紫外線処理設備 の系統数	(4)1系統あたりの ランプ出力 及び本数						(5)照射量
							1. 低圧	2. 低圧/高出力					
1 青森県	15,000	3	16	2	内照式管路密閉型	1	0	250	18	40	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
2 青森県	1,226	3	22	1	内照式管路密閉型	2	0	130	3	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
3 青森県	2,031	3	20	1	内照式管路密閉型	2	0	150	8	10	取水井 → 着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
4 青森県	168	3	24	1	内照式流水型	2	1	420	2	10	取水井 → 着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
5 秋田県	538	3	22	1	内照式管路密閉型	2	1	127	1	10	着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
6 秋田県	461	3	27	1	内照式管路密閉型	2	1	130	2	10	取水井 → 紫外線照射装置 → エアレーション → 浄水池		
7 秋田県	1,400	3	28	1	内照式管路密閉型	2	1	140	3	10	取水井 → 紫外線照射装置 → エアレーション → 浄水池		
8 秋田県	269	2	27	1	内照式管路密閉型	2	0	25	2	10	取水井 → 紫外線照射装置 → エアレーション → 浄水池		
9 秋田県	5,670	3	29	1	内照式管路密閉型	2	0	140	6	10	取水井 → 紫外線照射装置 → エアレーション → 塩素注入 → 浄水池 → 配水池		
10 岩手県	124	3	30or31	1	内照式（閉管路型）	2	1			10	取水井 → 着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
11 岩手県	56	3	30or31	1	内照式（閉管路型）	2	1			10	取水井 → 着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
12 岩手県	145	3	29	1	内照式（閉管路型）	2	1			10	着水井 → 塩素注入 → 紫外線照射装置 → 配水池		
13 岩手県	62	3	23	1	内照式流水型	1	0	340	1	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
14 岩手県	5,960	2	26	2	内照式管路密閉型	3	1	150	4	20	着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 浄水池		
15 岩手県	10,000	3	25	1	管路密閉型 L 字流方式	2	1	140	8	10	取水井 → 塩素注入 + 除Mnろ過 → 紫外線照射装置 → エアレーション		
16 岩手県	2,790	3	25	1	内照式管路密閉型	2	1	140	6	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
17 宮城県	1,440	3	21	2	内照式管路密閉型	2	1		4	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 浄水池 → 塩素注入 → 配水池		
18 宮城県	1,220	3	21	2	内照式管路密閉型	2	1		2	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 浄水池 → 塩素注入 → 配水池 → 浄水池		
19 山形県	103	3	24	1	管路密閉型 U 字流方式	2	1	25	3	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
20 山形県	80	3	24	1	管路密閉型 U 字流方式	2	1	25	2	10	水源 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
21 山形県	215	3	23	1	管路密閉型 U 字流方式	2	1	25	2	10	水源 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
22 山形県	300	3	22	2	管路密閉型 L 字流方式	2	1	130	3	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
23 山形県	82	3	24	1	管路密閉型 U 字流方式	2	1	25	2	10	着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
24 山形県	115	3	22	2	管路密閉型 L 字流方式	2	1	130	3	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
25 山形県	150	3	23	1	管路密閉型 U 字流方式	2	1	25	3	10	着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
26 山形県	225	3	24	1	管路密閉型 U 字流方式	2	1	25	2	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
27 山形県	90	3	22	2	管路密閉型 L 字流方式	2	1	130	3	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
28 山形県	78	3	22	2	管路密閉型 L 字流方式	2	1	130	3	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
29 山形県	70	3	22	2	管路密閉型 L 字流方式	2	1	130	3	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
30 山形県	135	3	24	1	管路密閉型 U 字流方式	2	1	25	2	10	着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
31 山形県	22	3	23	1	管路密閉型 U 字流方式	2	1	25	3	10	水源 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
32 山形県	44	3	24	1	管路密閉型 U 字流方式	2	1	25	2	10	水源 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
33 山形県	1,500	3	23	1	管路密閉型 U 字流方式	2	1	25	2	10	水源 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
34 山形県	430	3	26	2	内照式管路密閉型	2	1	60	4	15	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
35 山形県	88	3	27	1	管路密閉型	2	1	22	2	10	導水管 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
36 山形県	350	2	25	1	内照式管路密閉型	2		130	3	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
37 山形県	600	3	22	1	内照式流水型	2	1	730	6	10	導水管 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
38 福島県	12,700	3	22	2	内照式流水型	1	0		3	10	導水管 → 紫外線照射装置 → 着水井 + 塩素注入 → 配水池		
39 福島県	750	3	22	1	内照式	1	0	65	3	10	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
40 福島県	10,240	3	29	1	内照式管路密閉型	2	1	325	6	10	導水管 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		
41 福島県	20,000	3	29	1	内照式管路密閉型	2	1	325	10	10	取水井 → 塩素注入 → 紫外線照射装置 → 配水池		
42 福島県	400	3	25	1	内照式閉管路型	2	1	580	4	10	取水井 → 取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池		

※太枠内は今回事例紹介する施設を示す。

## 3.1 八戸圏域水道企業団 蟹沢浄水場

### 3.1.1 導入の背景、理由

蟹沢水源は、階上岳の北側にあたる八戸平原の石灰岩層を通過して湧き出ている湧水で、昭和 25 年 6 月に通水を開始している。水道企業団の前身である八戸市水道部発祥の水源で、長年にわたり「がんじゃの水」として市民からも愛されている水源である。

これまで、次亜塩素酸ナトリウムによる消毒のみで浄水を行っていたが、大雨の際や地震時には濁る場合もあることから、不安定水源ということで、水道企業団では予備水源として位置付けている。

蟹沢水源は近年、上流域の開発行為などにより水質に影響が出てきており、病原性微生物でクリプトスポリジウムの指標菌となる大腸菌も検出されている。このような状況から、安全な水を供給するため、消毒強化の目的で、紫外線による消毒装置を平成 15 年度に設置工事を実施、平成 16 年 4 月から運用している。

### 3.1.2 水源水質の状況

蟹沢水源の水質の特徴として水温は年間を通じて 11℃前後を保ち、石灰岩層の影響によりカルシウム硬度の高い弱アルカリ性の水である。近年、隣接する馬渡川上流域の宅地化や畜産業などの開発行為により硝酸態窒素が増加傾向を示し、大腸菌などの汚染指標細菌も検出されるようになり、クリプトスポリジウム汚染のおそれがある施設となっている。

平成 18 年度から平成 27 年度まで、過去 10 年間における蟹沢原水の水質状況は表 3-1-1 のとおりである。

表 3-1-1 蟹沢原水の水質

項目		最高値	最低値	平均値
水温	℃	12.0	8.9	10.6
濁度	度	2.4	<0.1	0.2
色度	度	1.2	<0.5	<0.5
一般細菌	CFU/ml	890	0	24
大腸菌	MPN/100ml	160	<1.0	3.4
ウェルシュ菌芽胞	CFU/ml	3	<1	<1
カルシウム、マグネシウム等（硬度）	mg/L	138	118	130
鉄及びその化合物	mg/L	0.05	<0.01	<0.01
マンガン及びその化合物	mg/L	0.005	<0.001	<0.001
紫外線透過率（260nm） （紫外線吸光度）	%	>99.8 (<0.001)	97.9 (0.009)	98.9 (0.005)
有機物（TOCの量）	mg/L	0.5	<0.2	<0.2
pH 値		7.93	7.61	7.82
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	mg/L	5.71	3.49	5.06

水温は 8.9～12.0℃である。pH 値は、昭和 50 年代に 8.1 であったが、若干の減少傾向がみられ現在は 7.6～7.9 の範囲である。

カルシウム、マグネシウム等（硬度）は、石灰岩層を流れる地下水のためカルシウム分が多く平均値は 130mg/L である。昭和 50 年代は 80mg/L であり年々増加傾向にある。

硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素は 3.49～5.71mg/L、平均 5.06mg/L 検出されている。昭和 50 年代は約 0.8mg/L であり増加傾向であったが平成 14 年以降横ばい傾向にある。

一般細菌の最高値は 890CFU/ml である。大腸菌の最高値は 160MPN/100ml である。ウェルシュ菌芽胞の最高値は 3CFU/ml である。

蟹沢湧水の地下水経路の詳細はよくわかっていないが、水源の近傍を流れる馬渡川と地下水経路とは非常に関連性が高いと考えられている。

### 3.1.3 設備設置までの経緯

蟹沢水源は近年、上流域に畜産業が広まり、また、宅地開発がなされた結果、クリプトスポリジウムの恐れのある指標菌が検出されるようになってきた。そこで水源地保全対策や水処理方法の検討に関して次のような対策、検討を行ってきた。

- 平成 8 年 5 月蟹沢水源地涵養林保全事業策定
- 平成 9 年 10 月蟹沢浄水場施設整備計画検討
- 平成 12 年 8 月堆肥舎整備補助事業実施
- 平成 13 年 3 月～6 月マイクロブロック法 2 層ろ過実験
- 平成 14 年 11 月マイクロブロック法単層ろ過実験
- 平成 15 年 2 月高感度濁度計設置
- 平成 15 年 8 月小型紫外線消毒実験装置での実験
- 平成 16 年 4 月紫外線処理設備を設置、運用開始

これらの検討の中で当初は膜ろ過法が主に検討されたが、水源の位置づけの問題と技術的課題の検討に時間を要することから、当面の安全性確保のための消毒強化として、暫定的に平成 15 年 8 月に紫外線消毒を決定した。

そして、小型紫外線消毒実験装置での実験を経て、平成 16 年 4 月に本設備を設置、運用を開始した。

### 3.1.4 設備の概要

#### 1) 蟹沢浄水場浄水処理フロー

図 3-1-1 に蟹沢浄水場の浄水処理フローを示す。

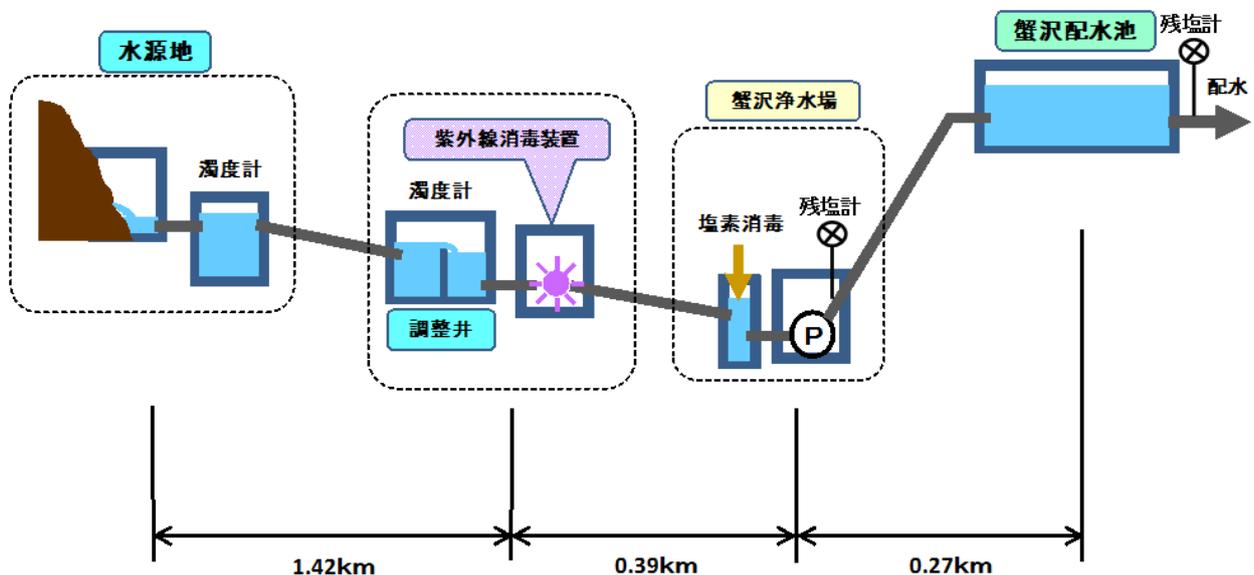


図 3-1-1 浄水処理フロー

水源地からの湧水は、調整井と浄水場の間の紫外線照射室で照射され、浄水場で次亜塩素酸ナトリウムを注入後、送水ポンプにより配水池へ送水され、配水している。

一日平均浄水量は、約 15,000m<sup>3</sup> であり、湧水の水質（年平均値）は、pH 値 7.82、濁度 0.2 度、色度 0.5 度未満、紫外線吸光度 0.005abs./10mm、硬度 130mg/L と弱アルカリ性の水源である。

運用方法としては、取入室及び調整井に設置した濁度計により、湧水濁度 0.5 度を上限値として運用している。大雨や地震等により濁度が上昇し濁度が 0.5 度を越えた場合は送水ポンプを停止し、ポンプと連動して紫外線照射装置が停止するシステムを組んでいる。

## 2) 設備概要

表 3-1-2 に蟹沢浄水場の紫外線処理設備の概要を示す。

表 3-1-2 紫外線処理設備の概要

項目	内 容
目的	消毒強化（大腸菌、クリプトスポリジウム等の不活性化）
対象水	湧水
形式	内照式管路形（ランプ水平・内照・密閉流通方式） （ステンレスシリンダーの中にランプを設置し、処理水の内側から照射するタイプ）
寸法	内径 500mm×長さ 2,100mm ランプ径 20mm×ランプ長 1.47m
処理水量	20,000 m <sup>3</sup> /日（最大）
濁度	2NTU（1.4 度以下）
ランプ種類	低圧ランプ(250W×18 本)/約 9,000 時間
紫外線透過率	95%程度
照射量	40mJ/cm <sup>2</sup> 以上（管理目標照射量）
接触時間	1.6 秒（処理水量 15,000m <sup>3</sup> /日の場合）
構成	①ランプ ②ランプスリーブ ③UV センサー ④安定器 ⑤ワイパー ⑥制御盤 ⑦その他
台数	1 台
稼働年月	平成 16 年 4 月
紫外線処理設備システム構成	①濁度計 ②紫外線照射装置 ③テレメータ及び監視設備
運転制御及び監視方法	①蟹沢浄水場送水ポンプとの連動運転(運転/停止、自動/手動) ②白山浄水場中央管理室による遠方監視制御（自動/手動）
テレメータ伝送内容	①照射強度 ②故障(ランプ切れ、照射強度低下、安定器故障、ワイパー故障、その他) ③運転状況（運転/停止、自動/手動）
その他 ①水源の濁度管理 ②運転条件(濁度) ③故障対応	①水質計器（濁度計）による濁度管理 ②濁度（水源）の上限を 0.5 度とし、超過すれば紫外線照射装置の運転を停止 ③担当職員による現場確認及びメーカーへの調査依頼

### 3) 工事概要

蟹沢浄水場の浄水処理フローは図 3-1-1 に示すように水源地から浄水場までは自然流下で導水されている。本紫外線処理設備はそのフローの途中にある調整井の下流の配管を一部改造し、地下建屋を建設し、その

建屋内に紫外線処理設備とバイパス管を設けた。そして、紫外線処理された水は約 400m 離れた浄水場のポンプ井に自然流下で送水するフローとした。図 3-1-2 に紫外線処理設備の平断面図を表 3-1-3 に事業費を示す。

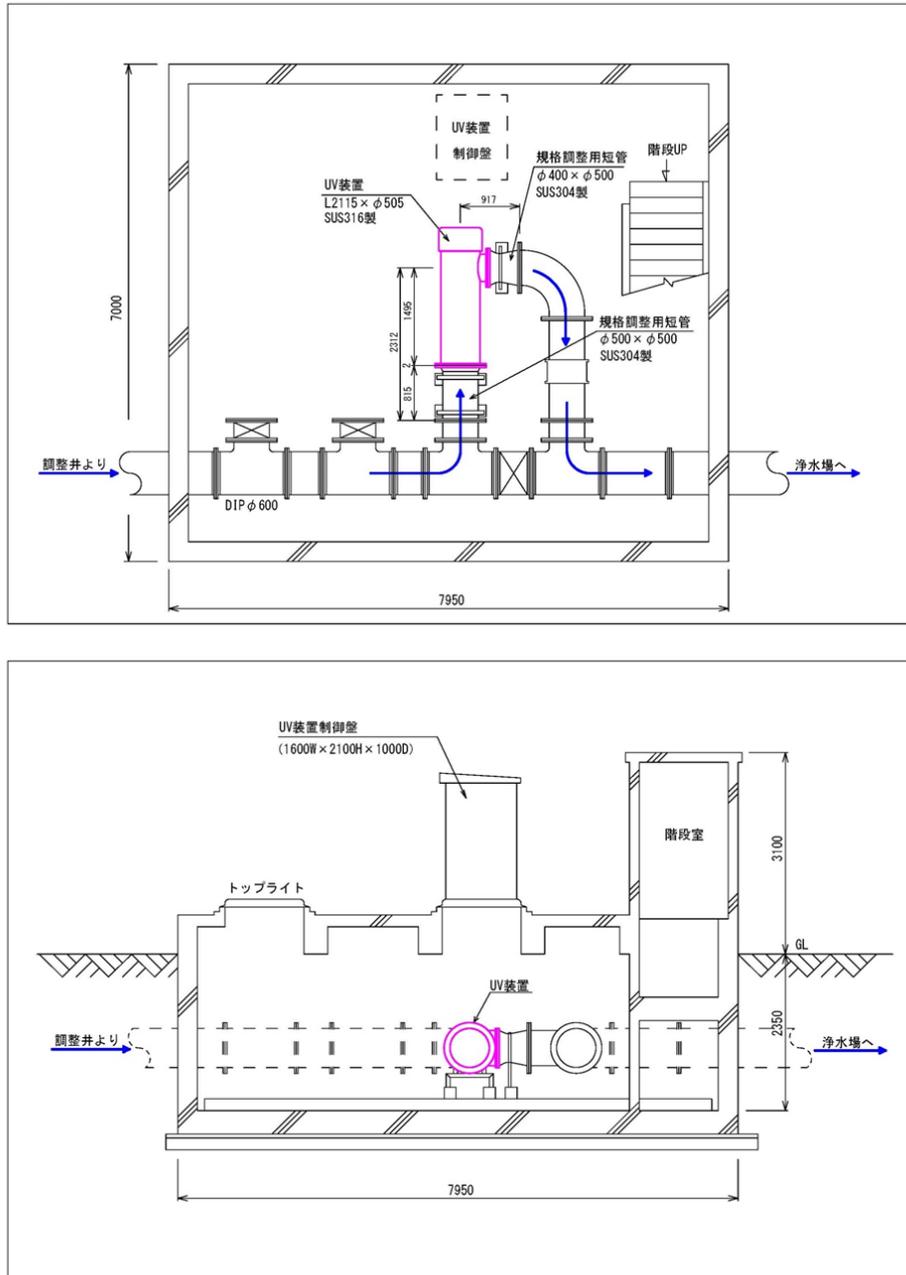


図 3-1-2 紫外線処理設備の平断面図

表 3-1-3 事業費（平成 15 年度工事）

紫外線消毒装置（本体、テレメータ）	4,500 万円
建物（建屋、配管）	2,800 万円
総額	7,300 万円

#### 4) 導入時苦労した点

(1) 当時、日本の上水道での紫外線処理設備の導入実績がないため、国内の設計基準がなく、また、導入を検討している装置がカナダ製のため、装置の詳細や効果が明確でなかった。そこで蟹沢原水について、採用予定である紫外線照射量（40mJ/cm<sup>2</sup>）で小型紫外線消毒実験装置による予備実験を行った。その結果、表 3-1-4 細菌試験結果のとおり紫外線の効果が確認された。

**表 3-1-4 細菌試験結果**

	原水 濁度	蟹沢原水				紫外線消毒処理水			
		一般細菌	大腸菌	ウェル シュ菌	従属栄 養細菌	一般細菌	大腸菌	ウェル シュ菌	従属栄 養細菌
		CFU/ml	MNP/100ml	CFU/100ml	CFU/ml	CFU/ml	MNP/100ml	CFU/100ml	CFU/ml
1	0.0	14	2	0	2,200	0	0	0	50
2	0.0	1	0	0	590	0	0	0	12
3	0.0	0	0	0	120	0	0	0	34
4	0.0	0	0	0	1,100	0	0	0	477
5	0.0	3	0	0	1,700	1	0	0	34
6	0.0	0	0	0	550	0	0	0	240
7	0.0	2	0	0	380	0	0	0	54
8	0.0	0	0	0	170	0	0	0	29
9	0.0	0	0	0	93	0	0	0	22

(2) 海外製のため規格変換が必要となり、以下のように対応した。

電 源：紫外線消毒装置のみ変圧器で 200V→240V

計装信号：アイソレータで DC4～25mA→DC4～20mA

配 管：相フランジ短管で対応

#### 5) 本設備の特徴

##### (1) 自然流下のフローに追加した施設

本設備は従来のフローの途中の配管を一部改造し設置されており、建設コストが抑えられた設備となっている。また、自然流下にて送水されるため、ランニングコストも抑えられている。

##### (2) 紫外線照射量

紫外線消毒は、クリプトスポリジウムとジアルジアをターゲットとしている。クリプトスポリジウム等は、紫外線に対して高い感受性があり、

両者とも、3 log 以上の不活化は、10mJ/cm<sup>2</sup> 以上の紫外線照射量で可能といわれているが、当初は国内での基準がなかった。そこで紫外線消毒装置の第三者検定機関であるドイツガス水道技術協会（DVGW）の標準規格が 40mJ/cm<sup>2</sup> と定めており、それに習って企業団でも最低保証値を 40mJ/cm<sup>2</sup> としている。

### 3.1.5 設置後の評価

紫外線処理設備を導入した平成 16 年 4 月から今までのところ大きなトラブルもなく運用ができており、ほとんどメンテナンスフリーでコスト的にも有利であることを実感している。しかし、本設備はカナダ製であり、部品の購入が容易にできず、また導入してから 13 年が経過（企業団内での耐用年数 15 年）していることもあり、国内製での更新を検討中である。

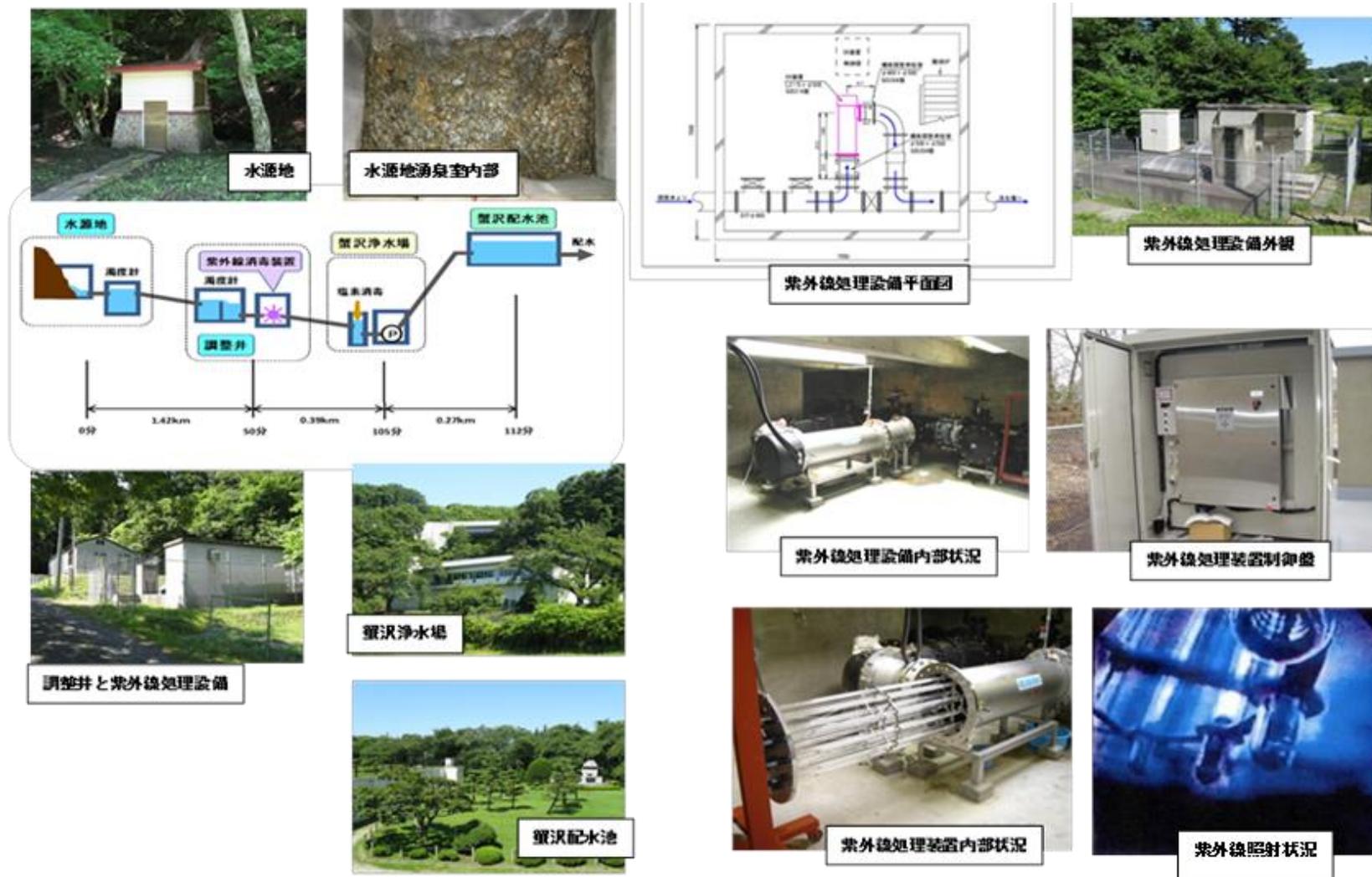


図 3-1-6 蟹沢浄水場 紫外線処理設備 参考写真

## 3.2 大館市 山田赤川簡易水道

### 3.2.1 導入の背景、理由

大館市は、平成 17 年度に近隣市町村である比内町及び田代町、1 市 2 町の合併により、総面積 913.7km<sup>2</sup> の市域となり、市内にある浄水場 4 施設、簡易水道 8 施設の運転管理を行っている。

今回、紫外線処理設備を設置した山田赤川簡易水道（現在、上水道区分）は、大館市北西部田代地域内の山田・赤川地区に計画給水量 461m<sup>3</sup>/日の水道水を供給する簡易水道施設で、近隣を流れる岩瀬川（山瀬ダム）流域の伏流水を水源とし、これまで、原水をエアレーション（脱炭酸設備）、塩素消毒処理し給水してきた。（図 3-2-1 山田赤川取水ポンプ場）

しかし、当施設の原水より過去に指標菌が検出されたことや岩瀬川流域の上流部において糞便処理施設が点在していることから、今後も引き続き指標菌が検出されることが懸念され、対策指針において、リスクレベルが 3 に属していることから、安全な水供給のため、大腸菌、嫌気性芽胞菌の不活化を図り、消毒強化の目的で紫外線による消毒装置を平成 26 年度に設置工事を実施し、平成 27 年 4 月より運用をしている。



図 3-2-1 山田赤川取水ポンプ場

### 3.2.2 水源水質の状況

山田赤川水源水質の特徴として、年間を通じて天候による濁度及び色度の影響変化はなく、pH 値は 6.2 前後の弱酸性水である。

過去の指標菌検査において、2 度、大腸菌を検出しているが、嫌気性芽胞菌及びクリプトスポリジウム、ジアルジアの検出はない。

平成 18 年度から平成 27 年度まで、過去 10 年間における山田赤川取水ポンプ場原水の水質状況は表 3-2-1 のとおりである。

表 3-2-1 山田赤川取水ポンプ場原水の水質

項目		最高値	最低値	平均値
水温	℃	22.0	4.0	11.6
濁度	度	<0.1	<0.1	<0.1
色度	度	<0.5	<0.5	<0.5
一般細菌	CFU/ml	7	0	2.3
大腸菌	MPN/100ml	2.0	0	0
ウェルシュ菌芽胞	CFU/ml	0	0	0
カルシウム、マグネシウム等（硬度）	mg/L	33	20	25.8
鉄及びその化合物	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03
マンガン及びその化合物	mg/L	0.005	<0.001	0.002
有機物（TOC の量）	mg/L	0.5	<0.3	0.4
pH 値		6.40	6.10	6.20
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	mg/L	0.94	0.46	0.60

### 3.2.3 設備設置までの経緯

当市では、簡易水道再編促進事業として 3 簡易水道事業の統合整備により、老朽化施設の設備更新を図ってきた。

その際、リスクレベルがレベル 3 の当施設では、対策指針に基づき、ろ過設備または紫外線処理設備での対策が必要であったため、検討を行った結果、ろ過設備の導入には施設を新設する必要があり、現在の敷地では手狭である点や建設コストがかかる点、今までに原水濁度が年間を通じて 5 度以上になることがないことを考慮し、既存施設に設置可能な紫外線処理設備を選定した。

平成 26 年度に工事を実施、平成 27 年より運用を開始している。

### 3.2.4 設備の概要

#### 1) 山田赤川取水ポンプ場処理フロー

図 3-2-2 にフローシート及び図 3-2-3 処理フローを示す。

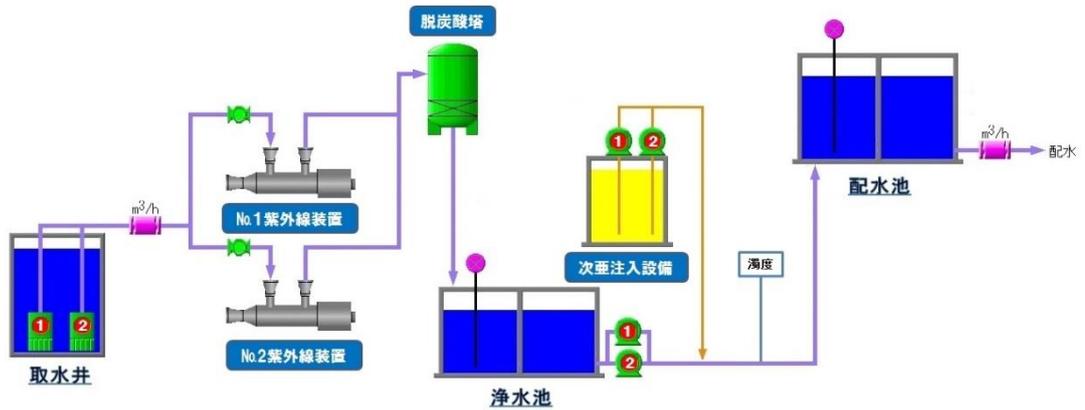


図 3-2-2 フローシート

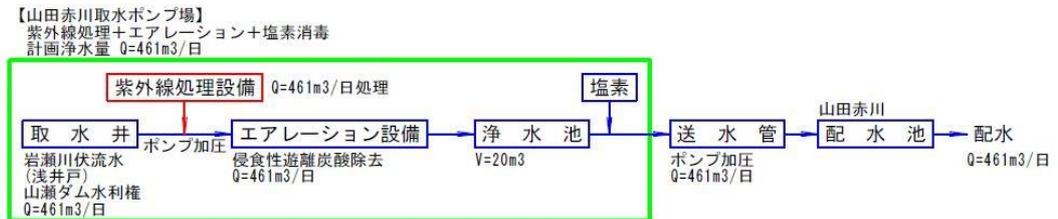


図 3-2-3 処理フロー

取水井より取水ポンプでポンプ圧送した時間最大  $19\text{m}^3/\text{h}$  の伏流水を紫外線処理設備で照射処理、エアレーション設備で脱炭酸処理を行い、浄水池へ貯留された後、送水ポンプと連動して次亜塩素酸ナトリウム注入した浄水を配水池へ送り配水される。

施設の運用方法としては、送水管からの試料水を濁度計により常時測定監視し、濁度  $0.1$  度を超過した場合、各担当者へメールで警報が通知され、担当者が早急に遠隔操作により取水停止を行う。

取水停止後、現地確認のうえ取水井の捨水を行い、原水濁度低下後、施設の運転を再開する。

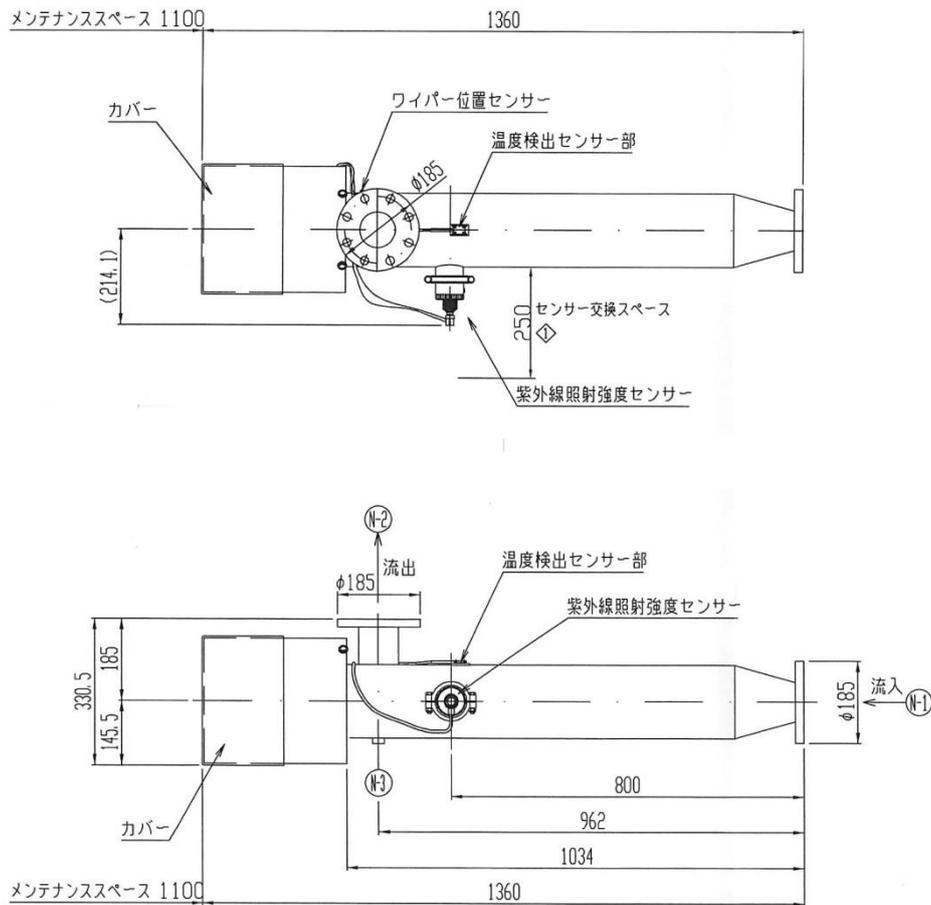
#### 2) 設備概要

表 3-2-2 に山田赤川取水ポンプ場紫外線処理設備の概要、図 3-2-4 に紫

外線処理装置詳細図を示す。

**表 3-2-2 紫外線処理設備の概要**

項目	内 容
目的	消毒強化（大腸菌、クリプトスポリジウム等の不活性化）
対象水	伏流水
形式	内照式管路密閉型横形 L 字流方式（ランプ水平・内照・密閉流通方式） （ステンレスシリンダーの中にランプを設置し、処理水の内側から照射するタイプ）
寸法	（図 3.2.4 紫外線処理装置詳細図参照）
処理水量	550 m <sup>3</sup> /日（最大）
適応水質	濁度；2 度以下 色度；5 度以下
ランプ種類	直線型低圧アマルガムランプ(130W×2 本) 設計寿命 約 12,000 時間
紫外線透過率	95%程度
照射量	10mJ/cm <sup>2</sup> 以上（管理目標照射量）
構成（1 基当たり）	① 紫外線ランプ/2 本 ② ランプスリーブ/2 本 ③ 紫外線強度センサー/1 台 ④ 自動ワイパー式洗浄装置/ 1 台 ⑤ 温度検出センサー/1 台 ⑥ バラストボックス/1 台 ⑦ コントロールパネル/1 台 ⑧ その他
台数	2 台
稼働年月	平成 27 年 4 月
紫外線処理設備システム構成	① 濁度計 ② 紫外線照射装置 ③ 監視装置及び計装盤
運転制御及び監視方法	① 山田赤川取水ポンプ場取水ポンプとの連動運転(運転/停止、自動/手動)
監視装置伝送内容	① 照射強度 ② 故障(ランプ切れ、照射強度低下、ワイパー故障、その他) ③ 運転状況（運転/停止、自動/手動）
その他 ① 原水の濁度管理 ② 故障対応	① 水質計器（濁度計）による濁度管理 ② 担当職員による現場確認及びメーカーへの調査依頼



ノズルリスト

記号	名称	継手形状
N-1	原水入口	80A-JIS10Kフランジ
N-2	処理水出口	80A-JIS10Kフランジ
N-3	ドレン口	Rc1/2Bソケット(プラグ付)

図 3-2-4 紫外線照射装置詳細図

3) 工事概要

自給式ポンプでの取水設備を水中ポンプに変更することにより、既設地下取水ポンプ室に紫外線処理装置の配置を行うこととし、配管ルートの見直しや動力計装盤・遠方監視装置の更新を行った。

なお、既設地下取水ポンプ室が手狭であったため、図 3-2-5 に示す通り紫外線処理設備（紫外線照射装置）を上下 2 段配置とした。

表 3-2-3 に当時の事業費を示す。

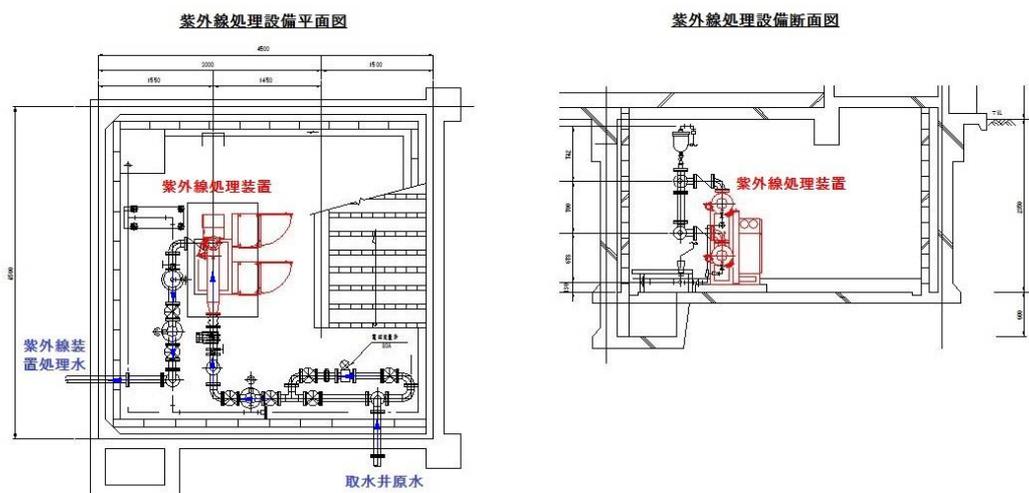


図 3-2-5 紫外線処理設備の平断面図

表 3-2-3 事業費（平成 26 年度工事）

紫外線処理設備（本体）	4,000 万円
建物（配管）	500 万円
総額	4,500 万円

#### 4) 本設備の特徴

##### (1) 既存施設での改修設置

本設備は機器が小さいため、スペースが狭い空間でも配置できる、配管ルートの見直し等での部分改造で設置できる、膜ろ過と比較し、洗浄設備などの付帯設備が必要ないなど建設コストが抑えられた設備となっている。

### 3.2.5 設置しての評価

紫外線処理設備を平成 27 年 4 月に導入してまだ間もないため、判断材料に乏しいところではあるが、運転開始より重大なトラブル発生はなく、濁度が安定している限りは、日常的なメンテナンスも含め手間がかからない状態である。

しかし、上下に紫外線照射装置を配置したため伏流水の水温が夏期に低いこともあり、結露による電気機器への影響が懸念される。

長期間での使用では結露対策に万全を期す必要がある。

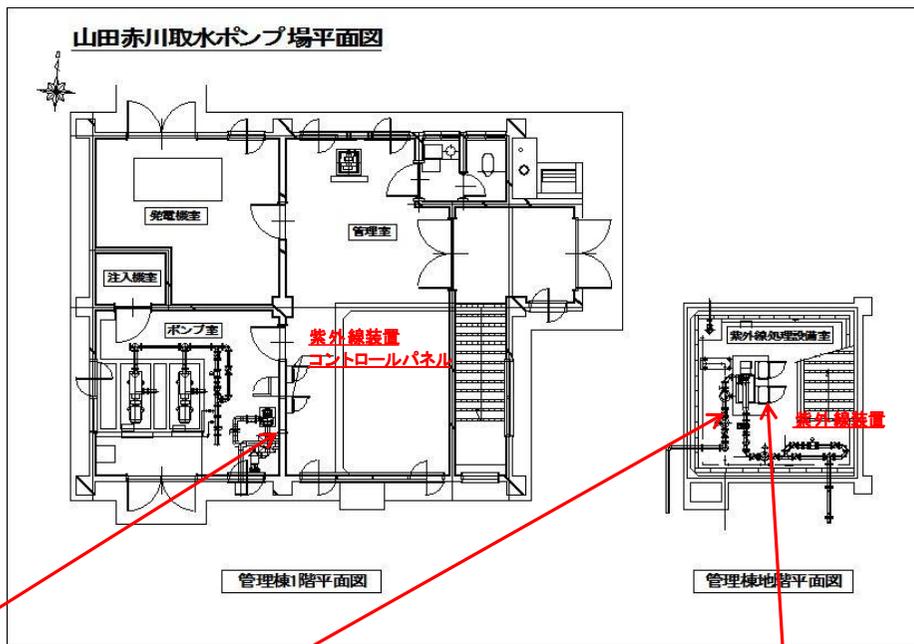
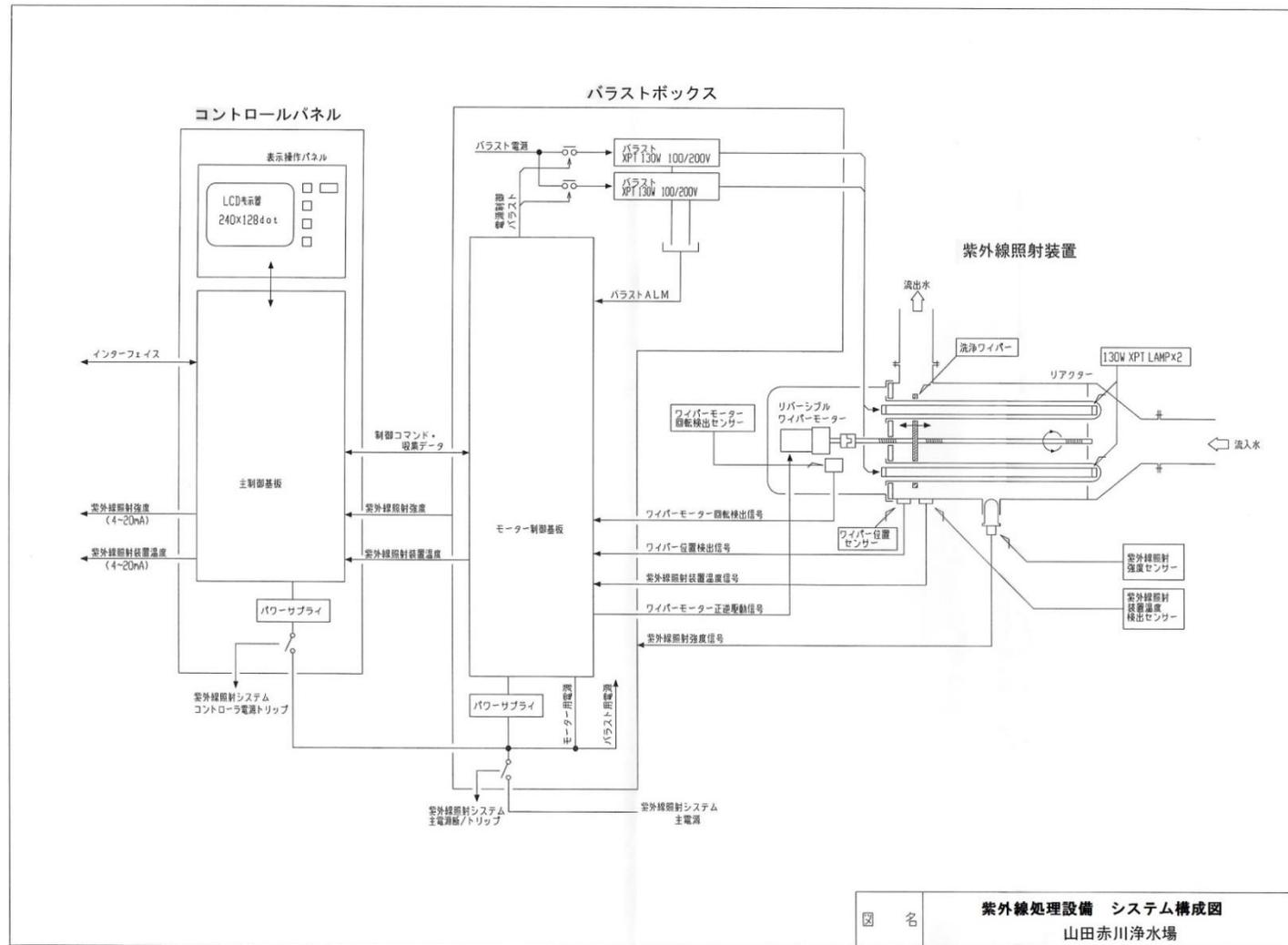


図 3-2-6 山田赤川取水ポンプ場 紫外線処理設備 参考写真



図名	紫外線処理設備 システム構成図 山田赤川浄水場
----	----------------------------

図 3-2-7 参考資料 紫外線処理設備 システム構成

### 3.3 岩手中部水道企業団 和賀川浄水場

#### 3.3.1 導入の背景・理由

和賀川浄水場は水道広域化促進事業の統合関連事業のひとつとして、老朽化により休止していた旧和賀川浄水場を更新、平成 26 年 10 月 31 日に完成した。水源は北上川水系和賀川左岸に近接した堤内地の和賀川第 1 水源と、西へ 5 km 離れた江釣子第 4 水源(同 7 月に廃止となった江釣子浄水場水源)の 2 地下水源をブレンドしている。

本水源はクリプトスポリジウム等による汚染の程度がレベル 2 であるが、懸念される地表水の混入汚染に備え基幹浄水場として安全・安心で安定した水道水の供給のため、予防的対策として紫外線処理設備を導入するに至った。

#### 3.3.2 水源水質の状況

供用を開始した平成 26 年 11 月から平成 28 年 3 月までの水源水質状況は、表 3-3-1 のとおりである。特徴として、和賀第 1 水源、江釣子第 4 水源ともに水温は 10℃～15℃前後、pH 値は 6.3 前後の弱酸性水である。

表 3-3-1 原水の水質

項目		和賀第 1 水源		
		最高値	最低値	平均値
水温	℃	16.2	9.3	13.3
濁度	度	<0.1	<0.1	<0.1
色度	度	<1	<1	<1
一般細菌	CFU/ml	71	0	17
大腸菌	MPN/100ml	<1.0	<1.0	<1.0
ウェルシュ菌芽胞	CFU/ml	0	0	0
カルシウム、マグネシウム等(硬度)	mg/L	48	45	46
鉄及びその化合物	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03
マンガン及びその化合物	mg/L	0.049	0.009	0.034
紫外線透過率(260nm) (紫外線吸光度)	%	98.4	98.4	98.4
有機物(全有機炭素(TOC)の量)	mg/L	0.4	<0.3	<0.3
pH 値	-	6.3	6.1	6.2

項目		江釣子第4水源		
		最高値	最低値	平均値
水温	℃	17.1	11.3	14.3
濁度	度	<0.1	<0.1	<0.1
色度	度	<1	<1	<1
一般細菌	CFU/ml	41	5	12
大腸菌	MPN/100ml	<1.0	<1.0	<1.0
ウェルシュ菌芽胞	CFU/ml	0	0	0
カルシウム、マグネシウム等（硬度）	mg/L	46	25	32
鉄及びその化合物	mg/L	0.035	<0.03	<0.03
マンガン及びその化合物	mg/L	0.019	<0.001	0.006
紫外線透過率(260nm) (紫外線吸光度)	%	99.2	99.2	99.2
有機物(全有機炭素 (TOC) の量)	mg/L	<0.3	<0.3	<0.3
pH 値	-	6.5	6.2	6.3

### 3.3.3 施設設置までの経過

現在、和賀川第1水源および江釣子第4水源の両水源は、クリプトスポリジウム等による汚染の程度がレベル2であるが、将来地表水の混入汚染の懸念があることから、安全・安心で安定した水道水の供給を行うための予防的対策として紫外線処理設備を導入するに至った。

地下水である両水源は濁度、色度ともにほとんど検出されず、水質が安定しておりかつ紫外線照射による水質への悪影響が無いことを予備試験により確認できた。よって浄水方法は、「紫外線処理＋塩素消毒」とした。

また、表 3-3-2 のとおり、機種選定に際して低圧ランプと中圧ランプの比較検討を行った。

表 3-3-2 低圧ランプと中圧ランプの比較

項目	低圧	低圧/高出力	中圧
波長	253.7nm の単色光	同左	殺菌に有効な波長範囲を含む多波長
水銀封入圧	1Pa 程度	100Pa 程度	100Pa～1MPa
動作温度	40℃	130～200℃	600～900℃
電気入力	0.4～0.7W/cm	1.5～10W/cm	50～250W/cm
殺菌に必要な紫外線出力	0.15～0.3W/cm	0.5～3.5W/cm	5～30W/cm
電力から殺菌に有効な光への変換効率	30～40%	30～40%	10～20%
必要なランプ本数	多	中	小
寿命	8,000～10,000 時間	8,000～12,000 時間	4,000～8,000 時間

和賀川浄水場における計画浄水量は 5,960m<sup>3</sup>/日であり、水道施設の規模としては中規模に分類される。しかし、本計画においては、水源運用方法から紫外線設備を常用 2 台として計画するため、1 台当たりとしては小規模施設の分類となる。

前述紫外線ランプの比較より、中圧ランプはその電気入力値の特性から大容量施設に適しているが、小規模施設における利点はほとんど無く本浄水場の施設規模では、ランプ寿命や変換効率などの観点から低圧ランプを採用する利点が多い。

以上により、低圧ランプの採用となった。

### 3.3.4 施設の概要

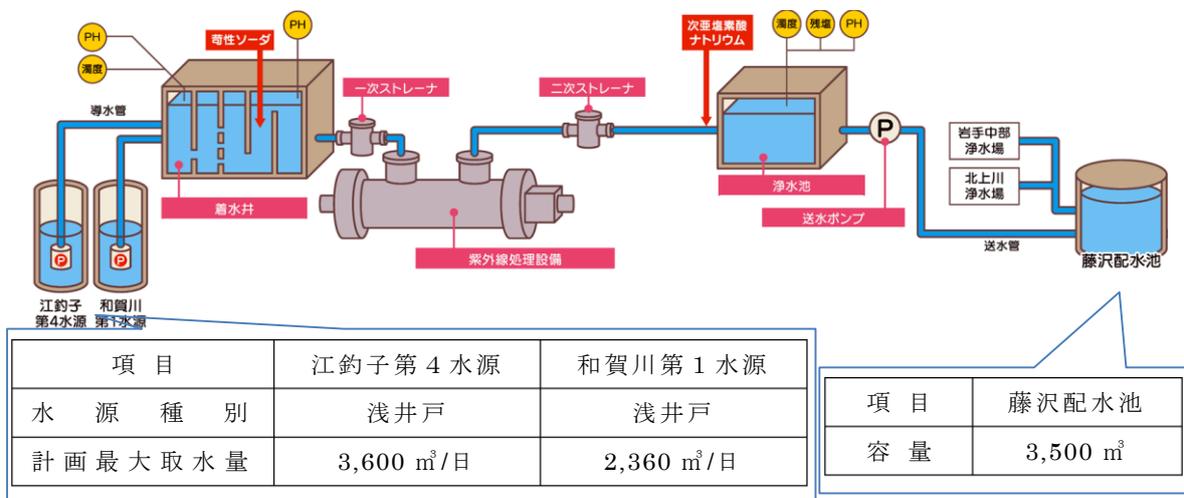


図 3-3-1 浄水処理フロー

#### 1) 和賀川浄水場浄水処理フロー

和賀川第1水源及び江釣子第4水源の原水に対し、pH調整を目的とした苛性ソーダ注入後に紫外線処理を行い、塩素剤注入後、浄水池から送水ポンプで北4kmに位置する藤沢配水池に送水している。

藤沢配水池は、和賀川浄水場の他に、岩手中部浄水場および北上川浄水場からも受水可能となっている。

和賀川浄水場は、原水濁度1度以下を管理目標値とし、大雨や地震等により原水濁度が1度を超えた場合は取水および送水ポンプを停止する（供用開始後の最大値0.1度未満）。

#### 2) 設備概要

表3-3-3に和賀川浄水場の紫外線処理設備の概要を示す。設備の監視は、和賀川浄水場の北6kmに位置する北上川浄水場中央監視室から遠方監視を行っている。

構成は、出力150W低圧ランプ4本×3系統（うち1系統は予備）ランプ本体を保護するランプスリーブ（石英保護管）、ランプの照射強度を感知するセンサー等から成り、これらの機器に故障が生じた場合、システム異常の警報が伝送される。

紫外線照射量は、4本の低圧ランプにより常時10mJ/cm<sup>2</sup>以上に保持される。また、ランプの照射強度は時間とともに減少するため、紫外線ランプは年1回のメーカー保守点検時に全数交換している。

表 3-3-3 紫外線処理設備の概要

項目	内容
目的	消毒強化（大腸菌、クリプト等の不活性化）
形式	内照式管路形（ランプ水平・内照・密閉流通方式）
処理水量	5,960 m <sup>3</sup> /日（最大）
ランプ種類	低圧ランプ(150W×4本×3系統)/約 9,000 時間
照射量	10 mJ/cm <sup>2</sup> 以上（管理目標照射量）
構成	① ランプ ② ランプスリーブ ③ 紫外線センサー ④ 安定器 ⑤ ワイパー ⑥ 制御盤
台数	3 台（うち 1 台は予備）
運転制御及び監視方法	① 和賀川浄水場送水ポンプとの連動運転 ② 北上川浄水場中央管理室による遠方監視
テレメーター 伝送内容	① 照射強度 ② 故障(ランプ切れ、ワイパー故障、その他) ③ 運転状況（運転、停止、自動、手動）
その他 ① 水源の濁度管理 ② 運転条件（濁度） ③ 故障対応	① 水質計器（濁度計）による濁度管理 ② 原水濁度 1 度以下を管理目標値とし、超えた場合は取水及び送水ポンプの停止 ③ 現場確認及びメーカーへの調査依頼

### 3) 工事概要

今回の工事では、建築構造物及び機械・電気設備の全てを更新した。浄水処理フローは図 3-3-1 に示すように 2 水源から浄水場の着水井へポンプアップにより導水され、それ以降の紫外線処理設備から浄水池までは自然流下となるフローとした。図 3-3-2 に紫外線処理設備の平面図及び立面図、表 3-3-4 に事業費を示す。

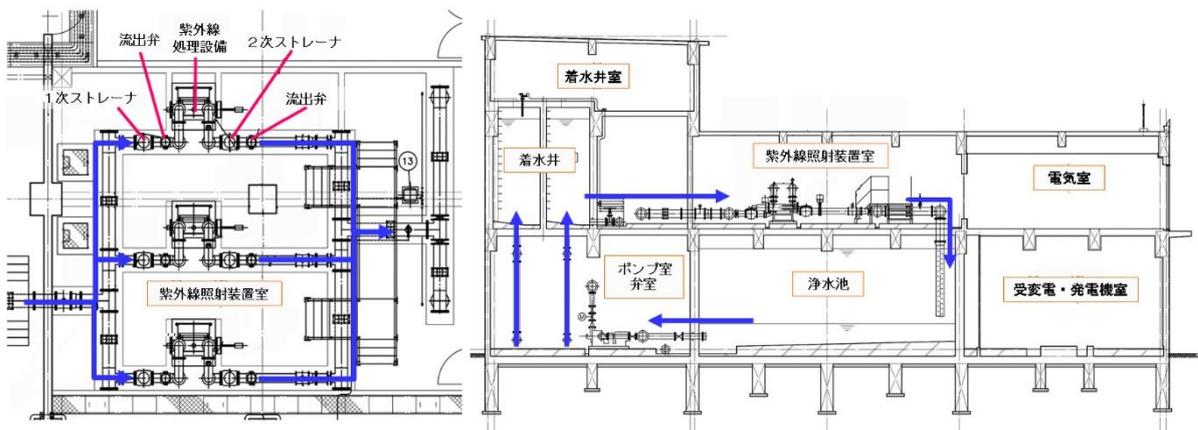


図 3-3-2 紫外線処理設備 平面図及び立面図

表 3-3-4 事業費（平成 25～26 年度工事）

項目	内容	金額
浄水設備	紫外線処理設備 薬品注入設備 取水・送水ポンプ サンプリングポンプ 監視計装設備 動力操作設備 …	4 億 9,300 万円
建築工事	建屋、配管等	3 億 3,000 万円
	総額	8 億 2,300 万円

### 3.3.5 設置しての評価

供用開始後、大きなトラブルもなく運用が出来ている事、日常点検は簡素、省力的である事その他、年 1 回のランプ交換を含むメーカー保守点検以外は、ほぼメンテナンスフリーである事から、信頼性及びランニングコスト共に期待どおりである事を実感している。

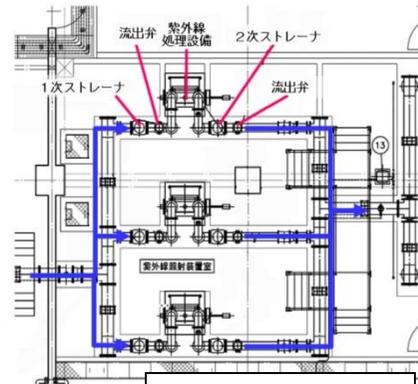
今後の運用ノウハウの蓄積により、さらなる低ランニングコスト化を図れるものと期待している。



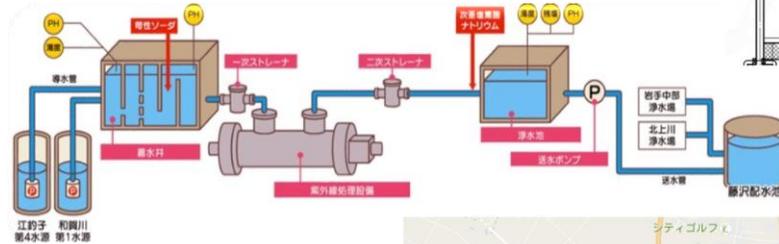
和賀川浄水場



藤沢配水池



紫外線処理設備平面図



紫外線処理設備外観



紫外線処理設備制御盤



紫外線ランプ交換



江釣子第4水源



和賀川第1水源



施設位置図



紫外線ランプ12本(4本×3系統)

図 3-3-6 和賀川浄水場 紫外線処理設備参考写真

### 3.4 酒田市水道局 升田水源地

#### 3.4.1 導入の背景、理由

八幡簡易水道事業は、昭和 50 年 8 月に事業認可を受け、給水人口 3,000 人、1 日最大給水量 600m<sup>3</sup>、総管路延長 42km として整備したものである。

升田水源地は、鳥海山の伏流水を源とした日向川上流左岸より 500m 離れた升田地区に設けられた内径 3.0m、深さ 8.5m の浅井戸であり、良質な水質のため、これまで、塩素消毒のみの処理を行っていたが、近年、集中した降雨が頻発し、たびたび原水濁度が対策指針による基準値を超過し、送水停止を余儀なくされていた。

これらのことから、平成 26 年度に、浄水施設として紫外線処理を導入し、併せて、給水人口等の変更認可申請（給水人口 1,590 人、1 日最大給水量 436m<sup>3</sup>）を実施している。



図 3-4-1 升田水源地

#### 3.4.2 水源水質の状況

升田水源地の水温は、年間を通じて 11℃前後を保ち、水質については、pH 値 7.0、濁度 0.1 度未満、硬度 40mg/L 程度の軟水である。

平成 26 年度から平成 27 年度までの過去 2 年間における升田水源地原水の水質状況は表 3-4-1 のとおりである。

表 3-4-1 升田水源地の水質

項 目		最高値	最低値	平均値	備 考
水温	℃	12.5	9.2	11.1	H27 データ
濁度	度	<0.1	<0.1	<0.1	
色度	度	<0.5	<0.5	<0.5	
一般細菌	CFU/ml	1	0	0	
大腸菌	MPN/100ml	0	0	0	
ウェルシュ菌芽胞	CFU/ml	0	0	0	
カルシウム、マグネシウム等（硬度）	mg/L	38	31	35	
鉄及びその化合物	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	
マンガン及びその化合物	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	
有機物（TOC の量）	mg/L	<0.3	<0.3	<0.3	
pH 値		7.0	6.8	6.9	
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	mg/L	1.0	0.9	1.0	

※ 定期水質検査（月 1 回）の結果である。

### 3.4.3 設備設置までの経緯

昭和 52 年 3 月に竣工し、給水を開始した八幡簡易水道は、施設の老朽化が進んだことに加え、国による対策指針が示されことから、平成 20 年度に施設の老朽化調査に併せ浄水処理方法についての検討を進めた。

当該施設では、これまで、次亜塩素酸ナトリウムを直接井戸へ注入し、塩素消毒によって水質を確保しており、原水検査及び指標菌検査においては、正確な検討資料として取り扱うことができなかった。そのため、浄水処理方法の選定にあたっては、対策指針によるリスクレベル 3 に近い状況であると仮定し、膜ろ過処理や紫外線処理といった耐塩素性病原生物への予防対策が必要であると判断した。

その対策方法について検討した結果、ライフサイクルコストにおいて安価となる紫外線処理を採用することとし、平成 25 年度に全面的な施設整備を行った。

コストの検討結果については、次の表 3-4-2 に示す。



図 3-4-2 取水井内

表 3-4-2 コストの比較表 (H20 年度試算) (単位：円)

項目	紫外線照射処理	膜ろ過処理	備 考
イニシャルコスト			
1) 建設費	130,000,000	250,000,000	
ランニングコスト			
1) 動力費	980,000	1,370,000	1 日平均給水量
2) 機器費(運搬・作業員費)	770,000	—	消耗部品
3) 薬品費	180,000	320,000	
4) 膜薬品洗浄費	—	660,000	
5) 膜交換費	—	1,650,000	5 年で交換
6) 点検費	160,000	1,500,000	
小 計	2,090,000	5,500,000	
合 計	132,090,000	255,500,000	

#### 3.4.4 設備の概要

##### 1) 升田水源地浄水処理フロー

取水井内へ流入する地下水は、送水（取水）ポンプで紫外線照射室に送られ、紫外線照射処理している。処理後、送水配管内に次亜塩素酸ナトリウムを注入し、そのまま配水池に送水する。

升田水源地では、原水濁度計により、原水濁度 0.5 度を上限値として運転管理している。大雨や地震等により原水濁度が上昇し、0.5 度を越えた場合は、送水（取水）を停止することになるが、紫外線照射装置は、紫外線保持機能を搭載しているため、上位盤により紫外線保持解除信号を入力し、装置を停止しなければならない構造となっている。

升田水源地の一日平均処理量は約 350m<sup>3</sup> で、処理された浄水は配水池に送水している。

図 3-4-3 に升田水源地浄水処理フローを示す。

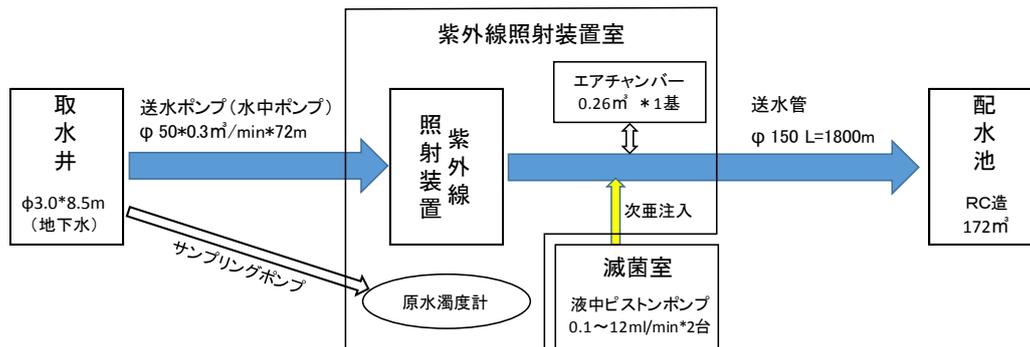


図 3-4-3 浄水処理フロー



図 3-4-4 原水濁度計



図 3-4-5 次亜注入機

## 2) 設備概要

表 3-4-3 に升田水源地の紫外線処理設備の概要を示す。

表 3-4-3 紫外線処理設備の概要

項目	内容
目的	消毒強化（大腸菌、クリプトスポリジウム等の不活化）
対象水	地下水
形式	内照式管路密閉平行流方式 （ステンレスシリンダーの中にランプを設置し、処理水の内側から照射するタイプ）
寸法	紫外線照射槽内径 200mm×540mm ランプ径 19mm×360mm
処理能力	430 m <sup>3</sup> /日×2台（1台は予備）
濁度	2度以下
ランプ種類	低圧高出力アマルガムランプ（60W×4本×2台）/約 9,000 時間 （メーカー推奨）
紫外線透過率	95%以上
照射量	15mJ/cm <sup>2</sup> 以上（運転管理指標値）
構成	①ランプ ②ランプスリーブ ③紫外線センサー ④安定器 ⑤自動洗浄装置 ⑥機側制御盤 ⑦エアーチャンバー
台数	2台
稼動年月	平成 26 年 4 月
運転制御及び監視方法	①送水ポンプとの連動運転（配水池水位による自動運転） ②小牧浄水場中央管理室による遠方監視
テレメータ伝送内容	①重故障（漏電、ランプスリーブ割れ、シーケンサ故障） ②軽故障（洗浄装置故障、その他） ③状態信号（運転、停止、自動、手動、紫外線強度、水温上昇等）
その他 ①水源の濁度管理 ②運転条件 ③故障対応	①水質計器（濁度計）による常時監視 ②水源の濁度の上限を 0.5 度とし、超過した場合は紫外線照射装置（取水ポンプ）を停止 ③運転管理業務委託業者職員による現場確認及び施工業者への調査依頼

### 3) 工事概要

今回の工事では、既設の取水井を除き建築構造物及び機械・電気設備の全てを新設した。

また、耐塩素性病原生物対策として紫外線処理設備を新たに導入し、水道水の安定供給を図ったものである。

升田水源地の機器配置図を図 3-4-9 に示す。また、施設整備費について表 3-4-4 に示す。



図 3-4-6 水源施設

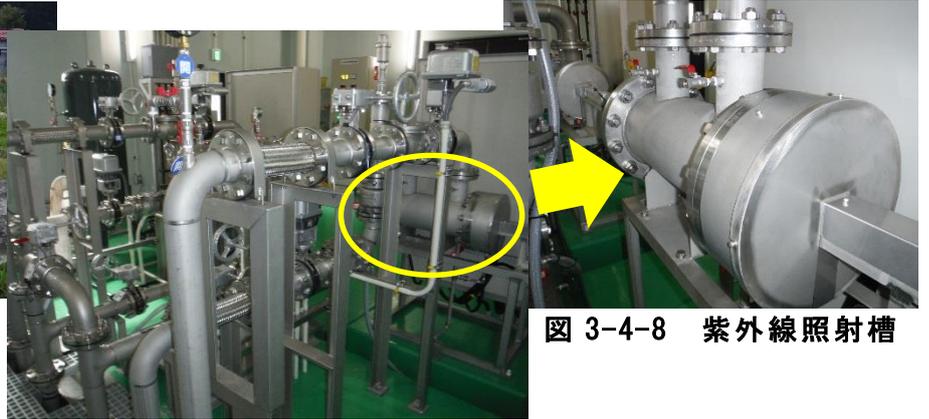


図 3-4-8 紫外線照射槽

図 3-4-7 紫外線照射装置

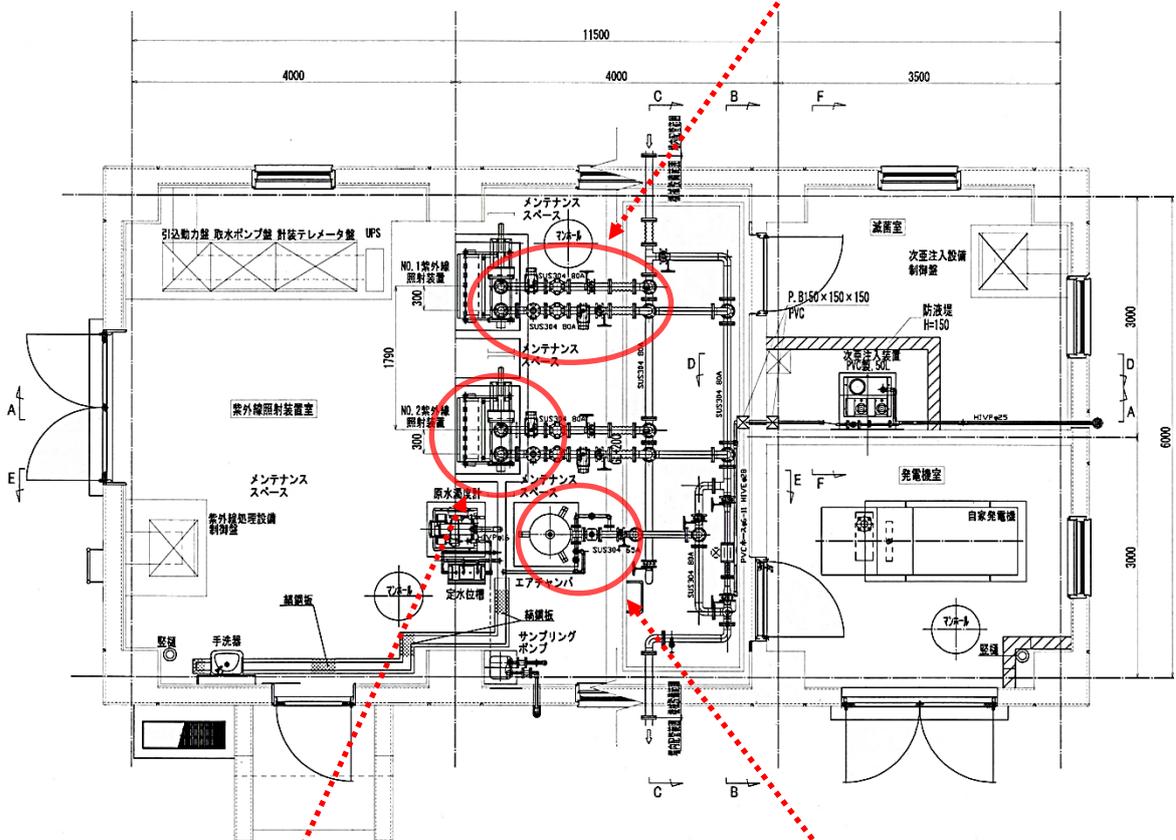


図 3-4-9 機器配置図



図 3-4-10 機側制御盤



図 3-4-11 エアーチャンバ

表 3-4-4 施設整備費（平成 25 年度）

紫外線処理設備	2,800 万円
建築構造物等（紫外線装置以外）	16,600 万円
施設整備費計	19,000 万円

#### 4) 導入時苦労した点

升田水源地の水温が年間を通じて 11℃程度とほぼ一定のため、気温が上昇する 6 月から 9 月にかけては、水温と紫外線照射装置室内の温度差の影響によって、装置本体及び施設内配管に結露が発生し、配管ピット内に多量の水が溜まる状況となった。

配管ピット内には、送水流量計や次亜塩素酸ナトリウムの注入点など、重要な機器が設置されていることから維持管理上、改善が必要となった。当初、結露の防止対策として除湿機の設置を検討したが、効果が期待される能力を有する機器のランニングコスト等を考慮し、直接対策となる床排水ポンプ（自動運転）を配管ピット内に設置することとした。



図 3-4-12 配管ピット内

#### 5) 本設備の特徴

升田水源地は、浅井戸であるため水中ポンプによる取水となるが、汲み上げられた原水が紫外線照射処理され、次亜塩素酸ナトリウムの注入後に直接配水池へ送水される構造となっている。そのため送水用として別途ポンプを設置する必要がなくランニングコストが抑えられている。

### 3.4.5 設置後の評価

平成 26 年度に紫外線処理設備を導入し、これまで、運転（送水）停止に至った機器のトラブルは一件のみで、安定した運転が行われている。

また、原水の水質については、まとまった降雨の時期に濁度が 0.1 度を超えたケースが、数回あったが、いずれも施設運転基準の 0.5 度を超過しなかったため、配水池への送水を継続できた。これらのことから、紫外線処理設備導入の効果があったと評価している。

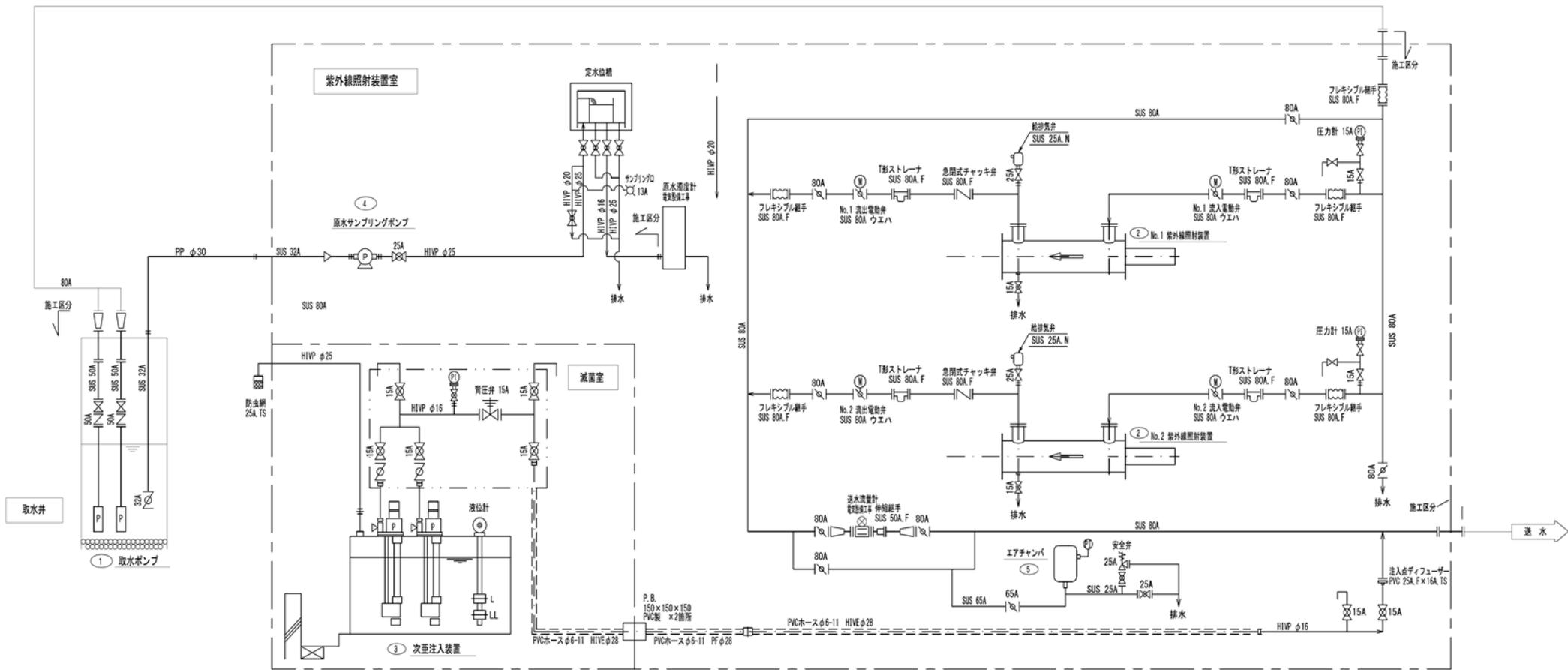


図 3-4-13 参考資料 (升田水源地紫外線処理設備フロー図)

## 第4章 紫外線処理設備の導入及び検討状況に関するアンケート調査について

### 4.1 アンケート調査の概要

本委員会では、研究テーマである『消毒補完設備としてのUV導入について』に則し、東北地方における浄水処理の状況と紫外線処理設備の導入状況について、日本水道協会東北地方支部正会員の事業体が有する全ての浄水処理施設を対象にアンケート調査を実施し、144 事業体・688 施設から回答を得た（回収率 91.1%）。調査結果から得られた東北地方の浄水処理施設の状況を以下に要約する。

なお、集計結果の全てについては『第6章 参考資料 6.1 アンケート集計結果』に掲載する。

### 4.2 全体の状況

#### 1) 施設概要

(1) 約6割の浄水処理施設は、施設能力が1,000m<sup>3</sup>/日未満である。

1,000未満	386
1,000～5,000	166
5,000～10,000	48
10,000～50,000	66
50,000～100,000	14
100,000以上	8

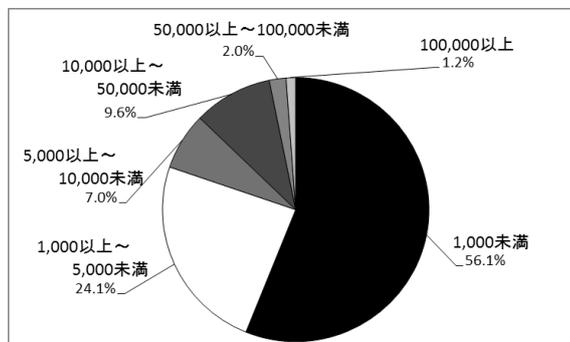
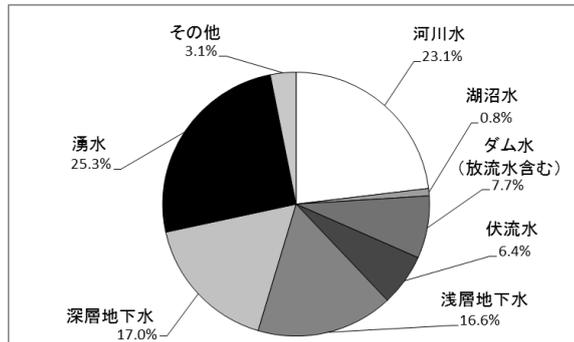


図4-2-1 施設能力 (m<sup>3</sup>/日)

(2) 約3割の浄水処理施設は、水源が地表水である。

河川水	178
湖沼水	7
ダム水(放流水含む)	59
伏流水	49
浅層地下水	128
深層地下水	131
湧水	195
その他	24

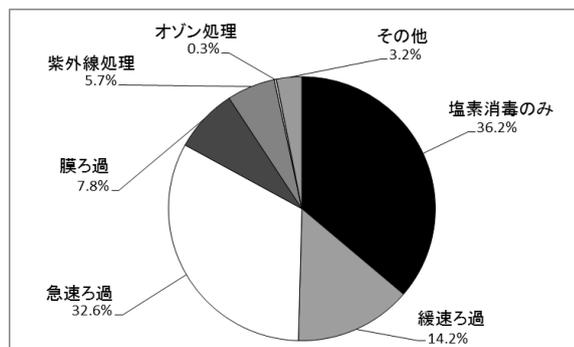


その他: 浄水受水, 浸透水, 表流水, 深井戸(被圧帯水層)

図 4-2-2 水源の内訳 (複数回答有り)

(3) 約4割の浄水処理施設は、処理方式が塩素消毒のみであり、紫外線処理を導入している施設は5.7%である。

塩素消毒のみ	260
緩速ろ過	102
急速ろ過	234
膜ろ過	56
紫外線処理	42
オゾン処理	2
その他	22



その他: エアレーション, 苛性ソーダ, 活性炭処理, 除マンガンろ過, 遊離炭酸除去

図 4-2-3 浄水処理方式 (複数回答有り)

(4) 対策指針におけるリスクレベル1は約2割、リスクレベル2は約3割、リスクレベル3は約2割、リスクレベル4は約3割である。

レベル1	129
レベル2	192
レベル3	139
レベル4	232

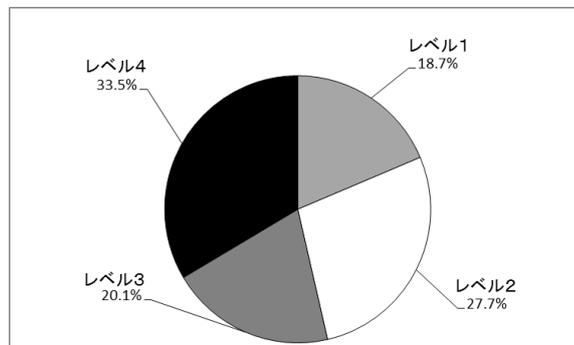
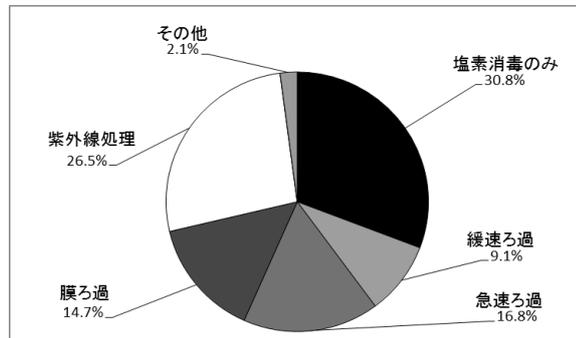


図 4-2-4 対策指針におけるリスクレベル

(5) リスクレベル3の施設のうち、約3割は処理方式が塩素消毒のみであり、クリプトスポリジウム等対策が十分にとられていない。

塩素消毒のみ	44
緩速ろ過	13
急速ろ過	24
膜ろ過	21
紫外線処理	38
オゾン処理	0
その他	3



その他: エアレーション(1), 活性炭吸着塔(1), 除マンガろ過(1)

図 4-2-5 リスクレベル3の施設における浄水処理方式 (複数回答有り)

## 2) 維持管理

(1) 約6割の浄水処理施設は、直営で運転管理を行っている。

直営	405
委託	129
一部委託	154

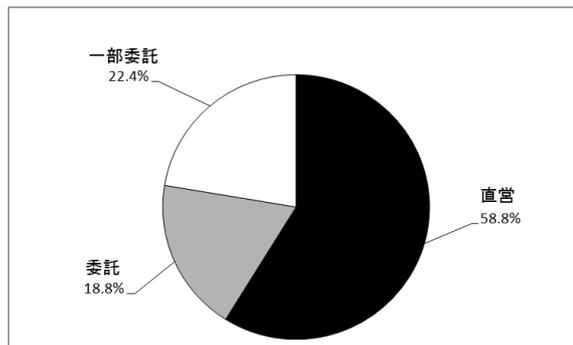


図 4-2-6 運転管理形態

(2) 約8割の浄水処理施設は、無人施設である。

有人	121
無人	565

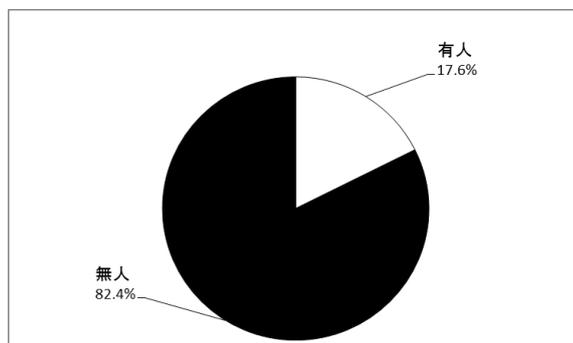


図 4-2-7 常駐職員の有無

(3) 約 8 割の浄水処理施設は、基準項目の水質検査を外部に全部もしくは一部委託している。

直営	120
委託	520
一部委託	46

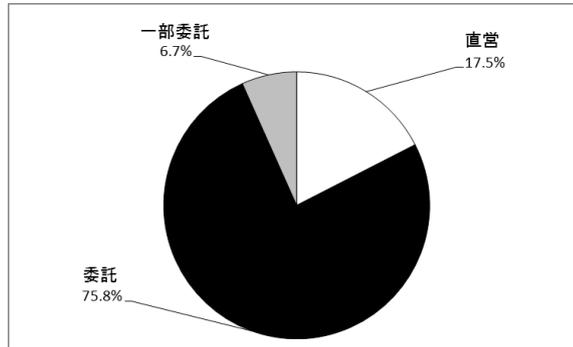


図 4-2-8 水質検査実施方法

(4) 約 8 割の浄水処理施設は、クリプトスポリジウムの検査を外部に委託しており、検査を実施していない施設は 15.8%である。

直営	48
委託	527
実施していない	108

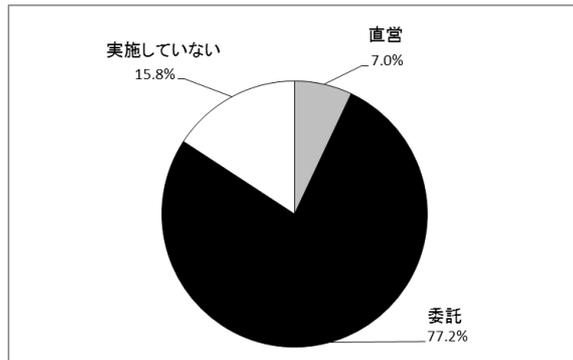


図 4-2-9 クリプトスポリジウム検査実施方法

### 3) 紫外線処理設備導入の検討状況

(1) ろ過設備がある浄水処理施設のうち、消毒補完設備として紫外線処理設備導入を検討したことがあるのは 1.4%である。また、検討内容及び検討した理由について自由記述にて記載を求めたところ、以下のような回答が得られた。

- ・ 以前から指標となる大腸菌が検出されているため。
- ・ 浄水方法、実施時期について検討中であるが、当面の間原水水質の観測と施設管理を強化している。
- ・ 原水中の嫌気性芽胞菌の検出があることから、紫外線処理設備の検討をしたが、金額等により現在はろ過水濁度監視の強化により対応している。
- ・ 原水としている川の上流域に酪農家が数件いる為、クリプトスポリジウム等の発生源になる可能性があることから、紫外線処理施設の導入を検討したが、代替水源があり配水ブロックの切替えが出来ることと、適正な浄水処理及びろ過濁度管理を行うことで対応出来るとの考えで導入を見送った経緯があった。

検討中である	2
検討したことがある	5
検討したことはない	355

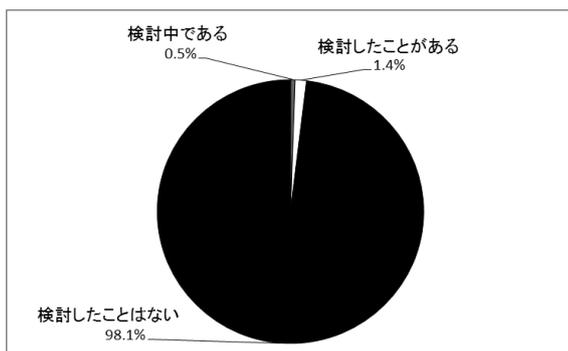


図 4-2-10 消毒補完設備としての紫外線処理設備導入検討状況

(2) 塩素消毒のみの施設のうち、紫外線処理設備もしくは膜処理設備の導入を検討中の施設で、約5割の施設が紫外線処理設備と膜処理設備の優先順位を決めていない。また、導入可能性が高い理由について自由記述にて記載を求めたところ、以下のような回答が得られた。

① 紫外線処理の導入可能性が高い理由

- ・ 設置工事及び維持管理において構造が簡単な紫外線処理法が優位であるため。
- ・ 既存施設を利用し設備を設置できるため、他の処理方法に比べ経済的である。
- ・ 対費用効果で紫外線処理が優位である。
- ・ 水質自体が良好である為、費用対効果で紫外線処理が優位である。
- ・ 使用量が少ないので対費用効果で紫外線処理が優位である。

② 膜処理の導入可能性が高い理由

- ・ 耐塩素性病原微生物への対策のほか、濁度、色度、鉄及びその化合物も除去する必要があるため。
- ・ 現状の水源が渇水傾向であり、他の水源確保が必要なため、ろ過設備を優先した。

紫外線のみ検討	7
膜のみ検討	12
両方検討しているが紫外線が優位	4
両方検討しているが膜が優位	0
順位を決めず紫外線と膜を検討	20

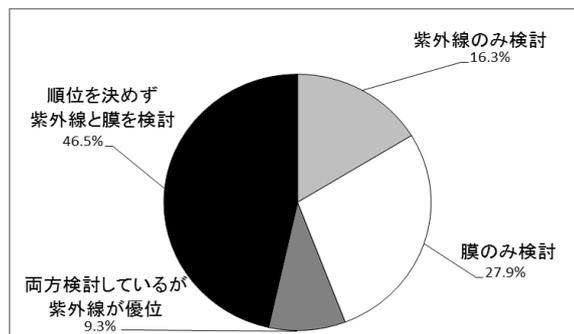
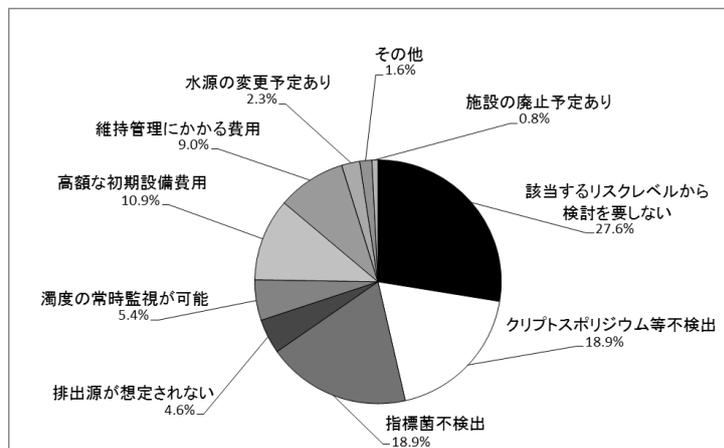


図 4-2-11 クリプトスポリジウム等対策設備の検討状況

(3) 塩素消毒のみの施設のうち、紫外線処理設備もしくは膜処理設備の導入を検討していない施設で、約4割の施設がクリプトスポリジウム等もしくは指標菌が検出されていないことを検討しない理由として挙げている。また、約2割の施設が設備費用もしくは維持費用を理由として挙げている。



該当するリスクレベルから検討を要しない	174
クリプトスポリジウム等不検出	119
指標菌不検出	119
排出源が想定されない	29
濁度の常時監視が可能	34
高額な初期設備費用	69
維持管理にかかる費用	57
人員の不足	0
水源の変更予定あり	15
施設の廃止予定あり	10
その他	5

その他

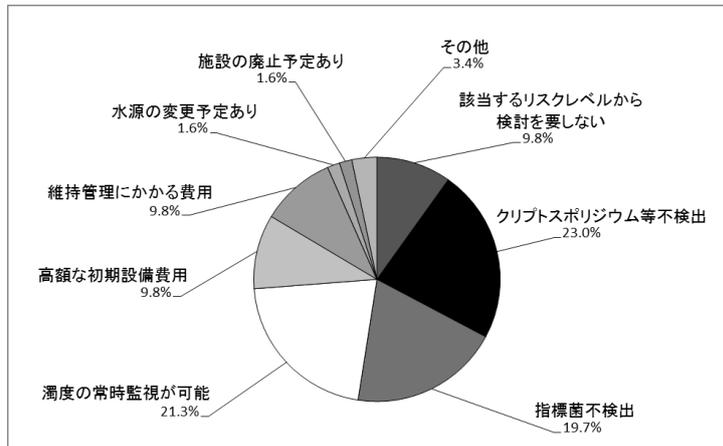
○浄水受水のため。

○配水区域の変更により、他の浄水場から給水が可能であるため、水源から指標菌が検出された時点で施設を廃止する予定である。

○耐塩素性病原微生物が検出された場合、別施設から浄水を送水することが可能なため。

図 4-2-12 クリプトスポリジウム等対策設備導入を検討していない理由

- (4) 塩素消毒のみの施設のうち、紫外線処理設備もしくは膜処理設備の導入を検討したが見送った施設で、約4割の施設がクリプトスポリジウム等もしくは指標菌が検出されていないこと、また、約2割の施設が濁度の常時監視が可能であることまたは設備費用もしくは維持費用を見送った理由として挙げている。



該当するリスクレベルから必要なしと判断	6
クリプトスポリジウム等不検出	14
指標菌不検出	12
排出源が想定されない	0
濁度の常時監視が可能	13
高額な初期設備費用	6
維持管理にかかる費用	6
人員の不足	0
水源の変更予定あり	1
施設の廃止予定あり	1
その他	2

その他

○東日本大震災により、濁度・色度の上昇が見られたため、水源を変更し、上水区域に統合を図った。

○給水人口が100人を切り、今後増加の可能性が低い施設であり、費用対効果の関係から事業化が困難である。当面の間、水質管理や施設管理を強化し、対応したい。

図4-2-13 クリプトスポリジウム等対策設備導入を見送った理由

(5) 膜処理を導入している浄水処理施設のうち、導入の際に紫外線処理設備との比較検討を実施したことがあるのは約1割である。また、膜処理を選定した理由について自由記述にて記載を求めたところ、以下のような回答が得られた。

- ・ 既存の急速ろ過設備では浄水濁度 0.1 度未満を維持するのが困難であったため、膜ろ過設備の導入を決めた。
- ・ 安全性を重視したため。
- ・ 膜処理を導入した平成 20 年時点では紫外線処理は補助対象外であった。

比較検討を行った	4
比較検討は行わなかった	28
検討実施の有無が不明	15

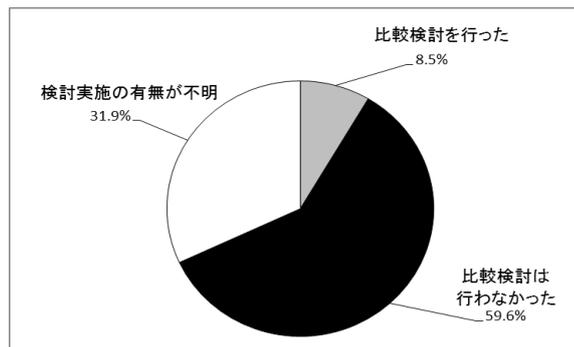


図 4-2-14 膜処理導入施設における紫外線処理設備導入検討の有無

#### 4) 紫外線処理設備の設置状況

(1) 全体のほぼ全ての浄水処理施設は、排水処理施設への紫外線処理設備導入の検討をしていない。なお、排水処理施設へ紫外線処理設備を導入している施設は全体の 0.3%である。

設置済み	2
検討中である	4
検討したことがある	8
検討したことはない	670

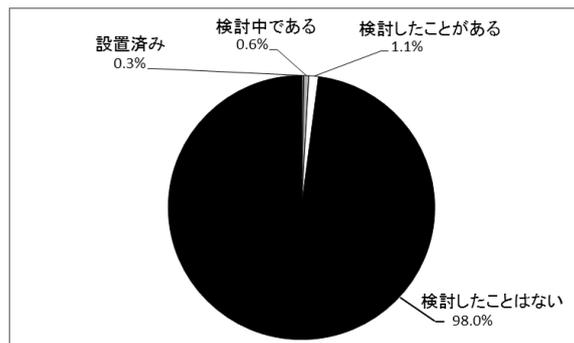


図 4-2-15 排水処理施設への紫外線処理設備設置の検討状況

- (2) 紫外線処理設備を設置している施設数は、特に平成 19 年度の対策指針施行以降増え続けている。平成 28 年度時点で 36 施設有り、以降も導入予定施設があることから、今後もこの増加傾向が続く見込みである。

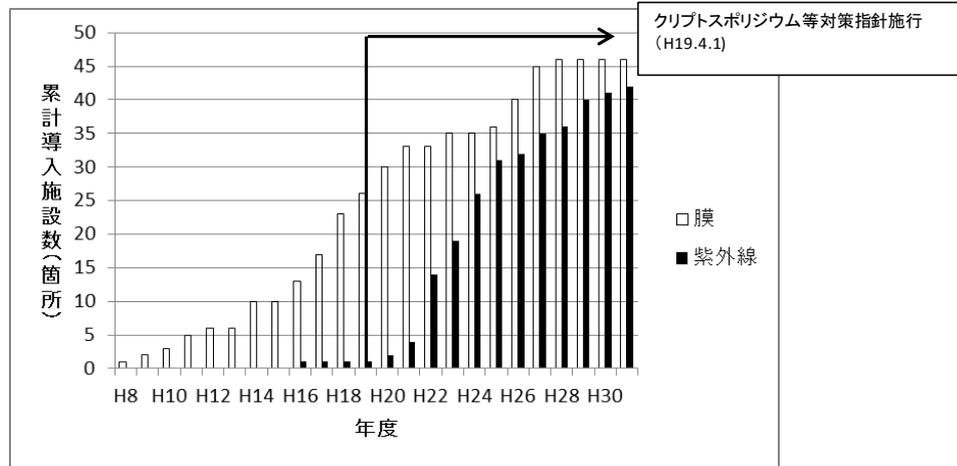


図 4-2-16 膜処理設備及び紫外線処理設備の導入施設数の推移

- 5) 今後地表水へ紫外線処理を適用することについての意見

自由記述で意見を求めたところ、主に以下のような回答が得られた。

- ・ 濁度等が適切に管理されていれば紫外線処理設備導入の必要性は少ない。
- ・ 将来原水の水質が悪化するようなことがあれば検討する。
- ・ 残留塩素濃度のように数値による消毒効果の監視が難しいため不安がある。
- ・ 塩素消毒と紫外線処理の 2 段階処理によるメリットがあれば検討する。
- ・ 水道法が改正され塩素消毒の代替として紫外線処理が認められれば検討する。
- ・ 紫外線処理を導入することでろ過池出口濁度が 0.1 度を超えても良いということにならない限りメリットは少ない。

### 4.3 紫外線処理設備を導入している事業体の状況

紫外線処理設備を既に導入している、もしくは今後導入予定の 42 施設から得られた回答を以下に要約する。

#### 1) 施設概要

(1) 約 7 割の施設は、施設能力が 1,000m<sup>3</sup>/日未満である。

100未満	10
100以上～1,000未満	18
1,000以上～5,000未満	7
5,000以上～10,000未満	2
10,000以上～50,000未満	5
50,000以上	0

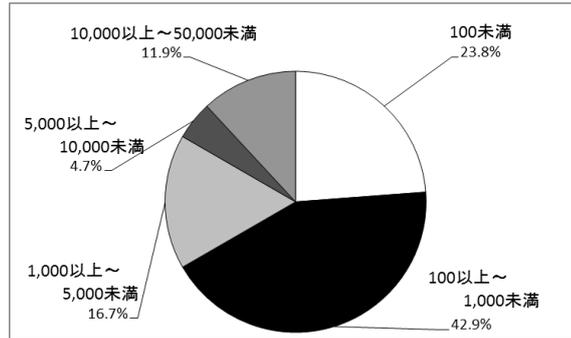


図 4-3-1 施設能力 (m<sup>3</sup>/日)

(2) 約 4 割の施設は、水源が湧水であり、約 3 割は浅層地下水である。

河川水	0
湖沼水	0
ダム水(放流水含む)	1
伏流水	8
浅層地下水	15
深層地下水	2
湧水	20
その他	0

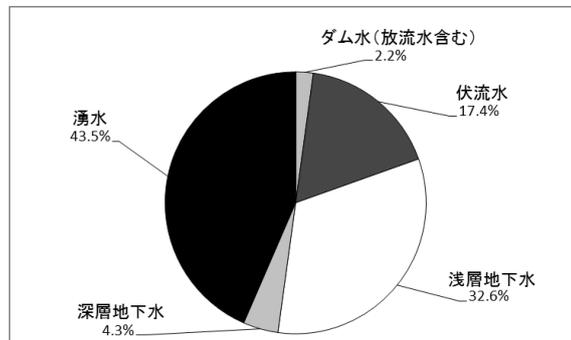


図 4-3-2 水源の内訳 (複数回答有り)

(3) 約9割の施設は、対策指針におけるリスクレベル3である。

レベル1	0
レベル2	3
レベル3	39
レベル4	0

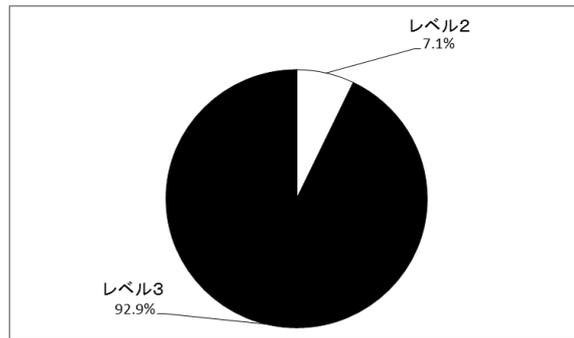


図 4-3-3 対策指針におけるリスクレベル

(4) 紫外線処理設備を導入するにあたり、約8割の施設は膜処理との比較検討を行っている。比較した結果、コスト面で有利であるため紫外線処理設備を選択したという施設が多い。

比較検討を行った	33
比較検討は行わなかった	4
検討実施の有無が不明	5

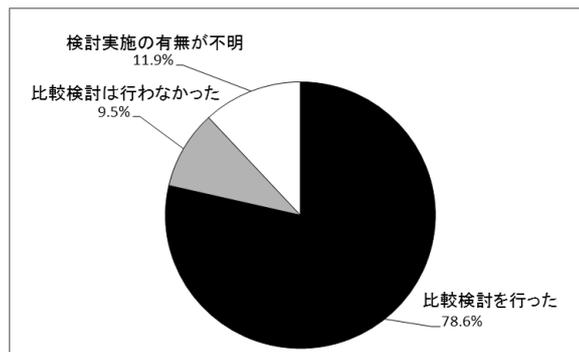


図 4-3-4 膜処理設備との比較検討実施の有無

(5) 浄水処理フローは、大部分の施設が「取水→紫外線処理→塩素注入→配水」となっている。中には除マンガン処理やエアレーション等の処理と併用している施設がある。

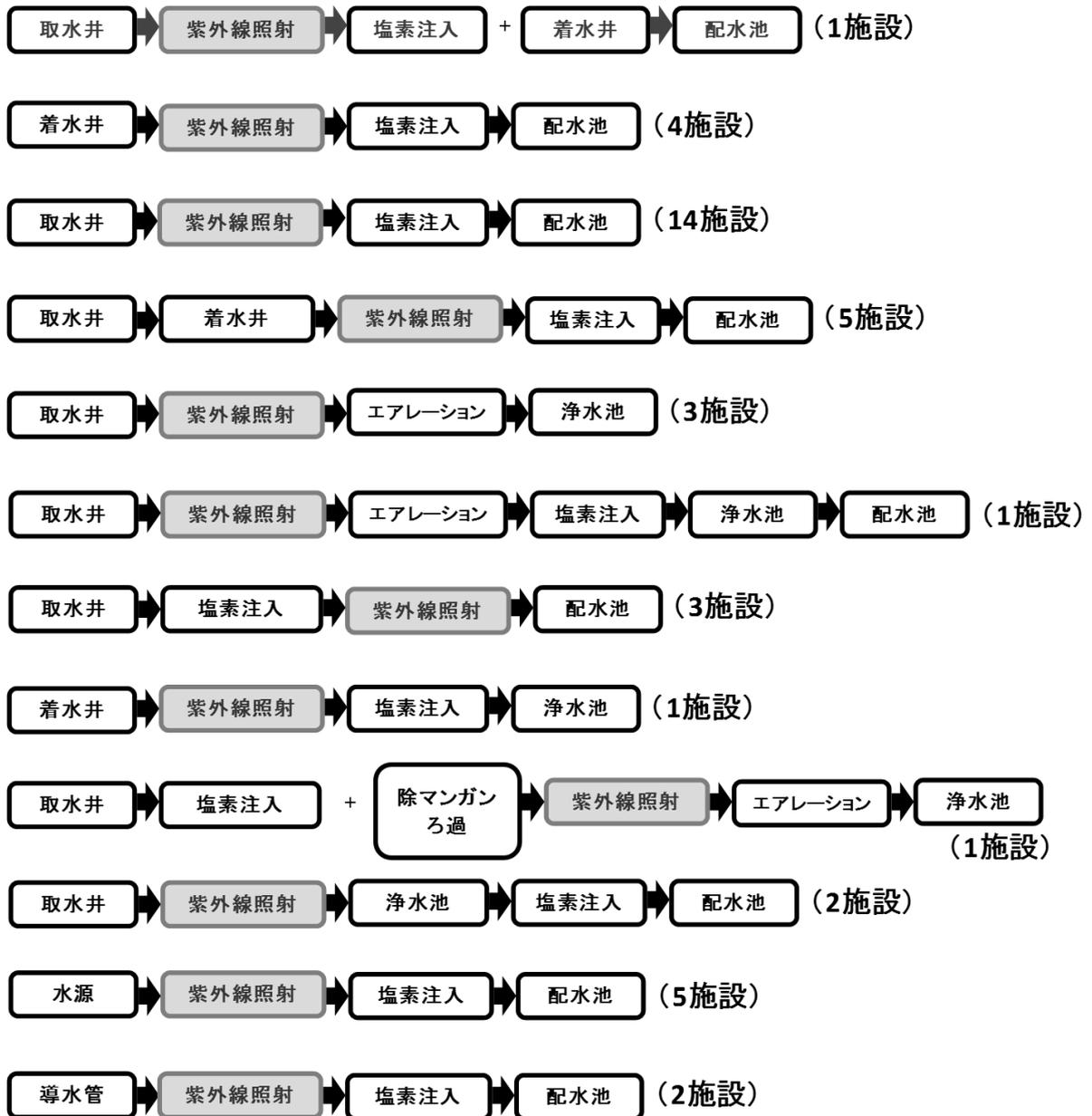


図 4-3-5 浄水処理フロー

2) 紫外線処理設備の概要

(1) 全ての施設は、低圧ランプを採用しており、うち3割の施設は低圧／高出力ランプを採用している。

低圧	31
低圧／高出力	11
中圧	0

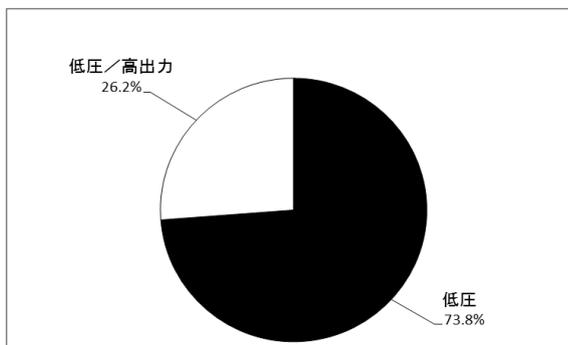
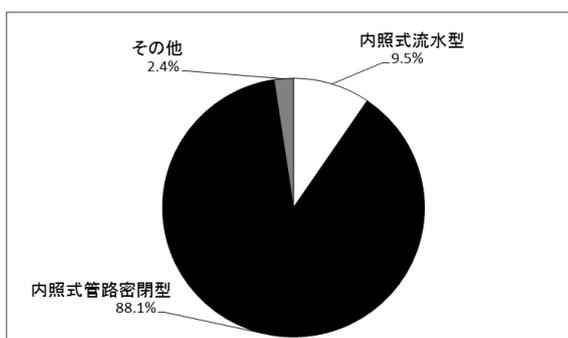


図 4-3-6 紫外線ランプの種類

(2) 約9割の施設は、照射槽に内照式管路密閉型を採用している。

内照式流水型	4
内照式管路密閉型	37
その他	1



その他:内照式(流水型、管路密閉型いずれにも分類できないため、その他に分類した)

図 4-3-7 紫外線照射槽の型式

(3) 約7割の施設は、紫外線処理設備が2系統うち予備1系統である。

1系統	5
2系統予備なし	5
2系統うち予備1系統	31
3系統うち予備1系統	1

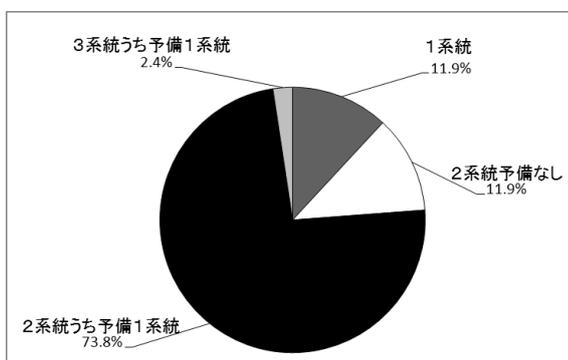


図 4-3-8 紫外線処理設備の系統数

(4) 約9割の施設は、紫外線処理設備の照射量が10mJ/cm<sup>2</sup>以上15mJ/cm<sup>2</sup>未満である。

10以上15未満(mJ/cm <sup>2</sup> )	39
15以上20未満(mJ/cm <sup>2</sup> )	1
20以上30未満(mJ/cm <sup>2</sup> )	1
30mJ/cm <sup>2</sup> 以上	1

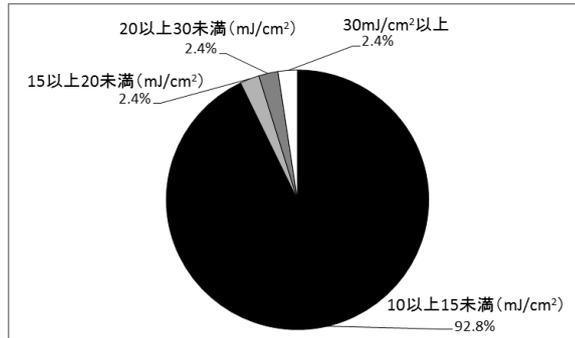


図4-3-9 紫外線処理設備の照射量

(5) ほぼ全ての施設は、紫外線処理装置1基あたりの紫外線モニタ数が1台である。

1台/基	41
2台/基	0
3台/基	1

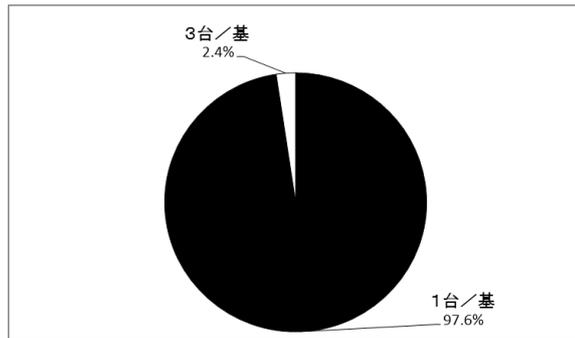
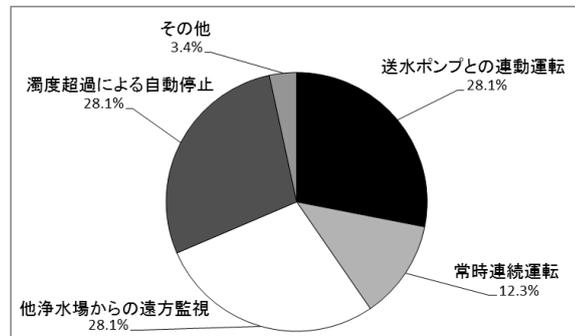


図4-3-10 1基あたりの紫外線モニタ数

(6) ほぼ全ての施設は、紫外線処理設備を送水ポンプとの連動運転、他浄水場からの遠方監視、濁度超過による自動停止のいずれか、もしくは併用して運転制御および監視を行っている。

送水ポンプとの連動運転	25
常時連続運転	11
他浄水場からの遠方監視	25
濁度超過による自動停止	25
その他	3



その他: 配水池水位との連動運転, 取水ポンプとの連動運転

図4-3-11 紫外線処理設備の制御方法 (複数回答有り)

3) 紫外線処理設備の維持管理

(1) 約4割の施設は、職員による日常点検をしていない、もしくは未定としており、約4割の施設は、週1回もしくは週2回日常点検を行っている。

週1回	9
週2回	9
週3回	1
月2回	1
実施していない または未定	17

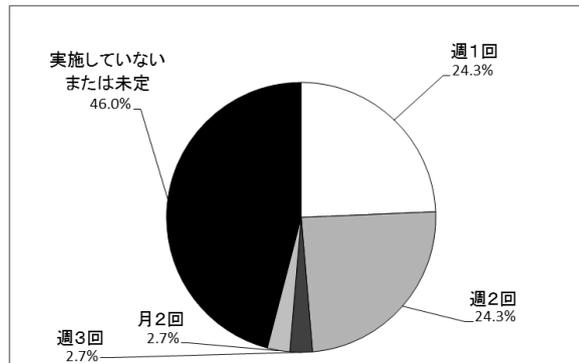


図 4-3-12 職員による日常点検頻度

(2) ほぼ全ての施設は、紫外線ランプの交換、センサーの校正等の定期整備点検を委託にて実施しており、うち約5割の施設は、年1回定期整備点検を実施している。

直営	1
委託	37

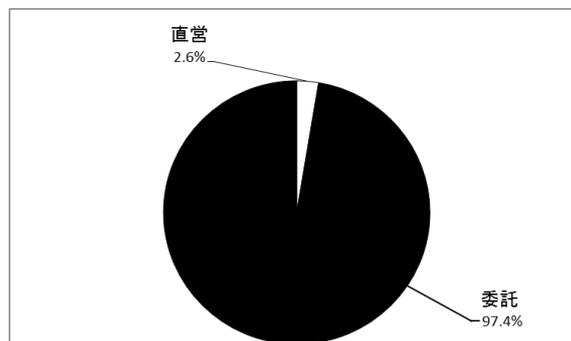


図 4-3-13 定期整備点検の実施方法

2ヶ月に1回	1
年1回	18
2年に1回	1
4年に1回	15
実施していない または未定	3

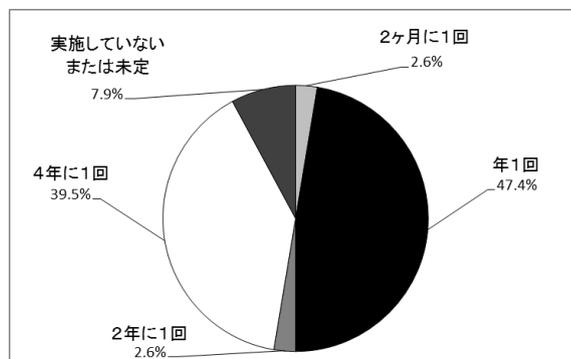
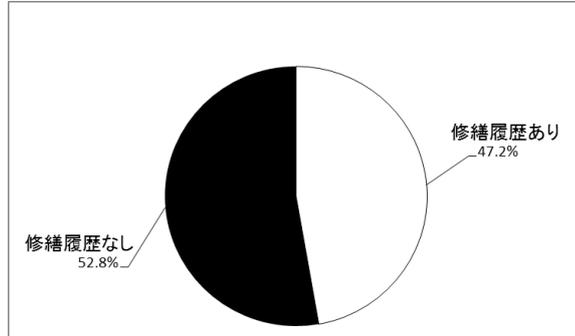


図 4-3-14 定期整備点検頻度

(3) 約5割の施設は、紫外線処理設備の不具合事例を経験しており、紫外線ランプの故障が不具合の多くを占めている。また、不具合があった施設のうちほぼ全ての施設は、不具合の修繕を設置業者等に依頼して実施している。

修繕履歴あり	17
修繕履歴なし	19



不具合の内容

- UVランプ切れ
- センサコネクタ断線
- ワイパ故障
- 強度センサーの故障
- 強度センサーアタッチメント内部結露
- 流入電動弁故障
- ランプスリーブ被膜剥離
- ランプ安定器故障
- ランプスリーブ割れ
- 外圧による洗浄装置の軸からの漏水
- 漏水
- 紫外線強度低下

図 4-3-15 紫外線処理設備の不具合事例

直営	1
設置業者等	17

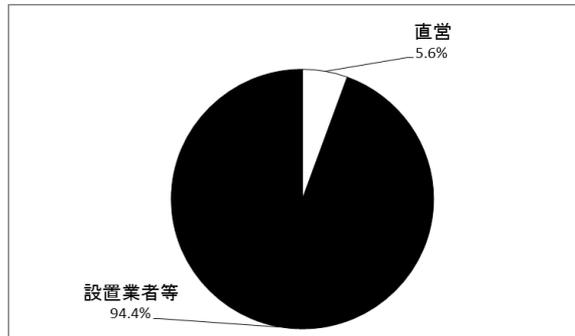


図 4-3-16 不具合の修繕方法

4) 紫外線処理設備にかかる費用

(1) 建築構造物を新築した場合にかかった費用は約4割の施設で1,000万円未満である。施設によって250万円から3億3,000万円と大きな差があるが、金額が大きい施設は浄水場自体を新設し、紫外線処理設備に係る建築構造物にかかった費用のみを算出するのが困難であることに起因する。

1,000万円未満	12
1,000万以上5,000万円未満	10
5,000万以上1億円未満	1
1億以上2億円未満	3
2億円以上	2

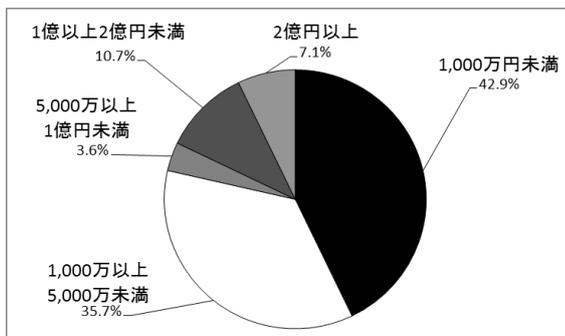


図 4-3-17 建築構造物新築に要した金額

(2) 紫外線処理設備にかかった費用は約4割の施設で3,000万円以上5,000万円未満である。施設によって100万円から4億9,320万円と大きな差があるが、これは建築構造物の費用差と同様の理由に起因する。

3,000万円未満	5
3,000万以上5,000万円未満	17
5,000万以上7,000万円未満	9
7,000万以上1億円未満	4
1億円以上	3

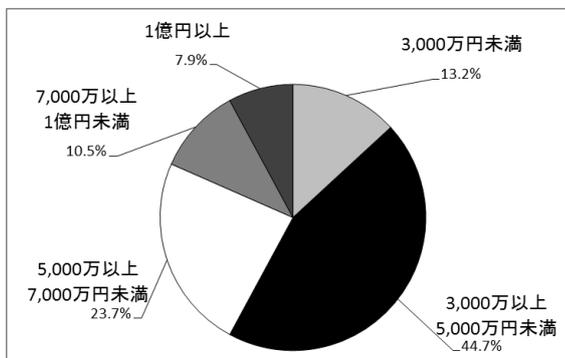


図 4-3-18 紫外線処理設備設置に要した金額

(3) 年間の点検費用は約 6 割の施設で 50 万円未満である。施設能力が大きくなると、点検費用も増加する傾向がある。

50万未満	19
50万以上100万未満	7
100万以上	8

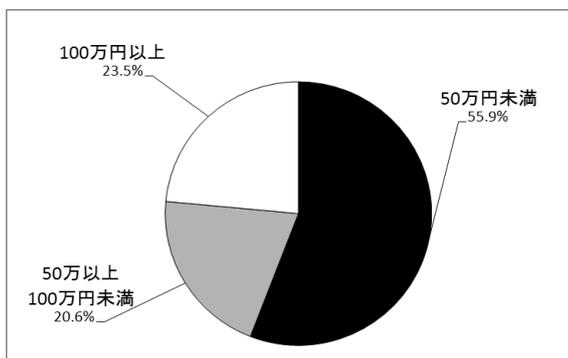


図 4-3-19 紫外線処理設備の点検費用 (総額)

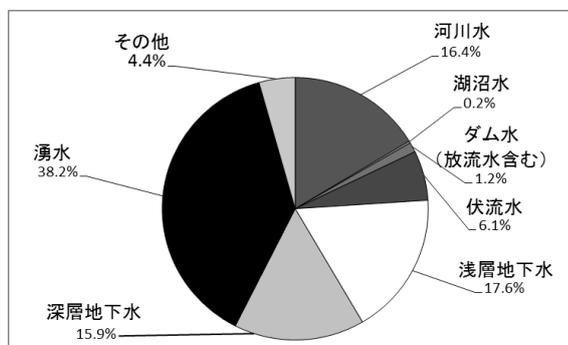
#### 4.4 小規模浄水場の状況

施設能力が 1,000m<sup>3</sup>/日以下の 392 施設から得られた回答を以下に要約する。

##### 1) 施設概要

(1) 約 3 割の施設は、水源が湧水であり、約 2 割の施設は水源が地表水である。

河川水	67
湖沼水	1
ダム水(放流水含む)	5
伏流水	25
浅層地下水	72
深層地下水	65
湧水	156
その他	18

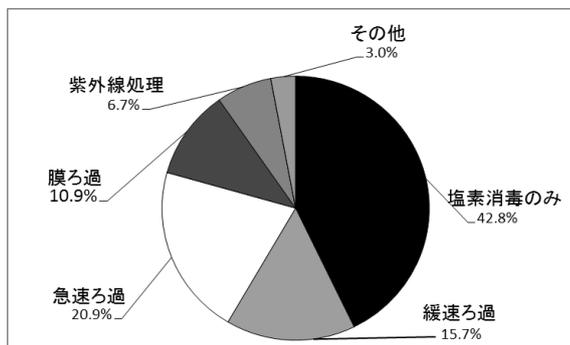


その他: 表流水

図 4-4-1 水源の内訳 (複数回答有り)

(2) 約4割の施設は、処理方式が塩素消毒のみであり、紫外線処理は全体の6.7%である。

塩素消毒のみ	172
緩速ろ過	63
急速ろ過	84
膜ろ過	44
紫外線処理	27
オゾン処理	0
その他	12



その他: 炭酸ガス注入, pH調整, 活性炭吸着塔, 遊離炭酸除去, 活性炭処理, 苛性ソーダ, 後塩素処理

図 4-4-2 浄水処理方式 (複数回答有り)

(3) 対策指針におけるリスクレベル1は約2割、リスクレベル2は約3割、リスクレベル3は約3割、リスクレベル4は約2割である。

レベル1	71
レベル2	122
レベル3	104
レベル4	95

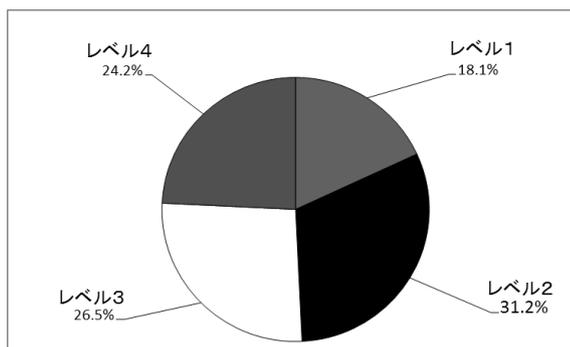


図 4-4-3 対策指針におけるリスクレベル

- (4) リスクレベル3の施設のうち、約4割の施設は処理方式が塩素消毒のみであり、クリプトスポリジウム等への対策が十分にとられていない。中でも施設能力が少ない施設ほどクリプトスポリジウム等への対策が十分でない傾向がある。

塩素消毒のみ	38
緩速ろ過	8
急速ろ過	18
膜ろ過	19
紫外線処理	24
オゾン処理	0
その他	1

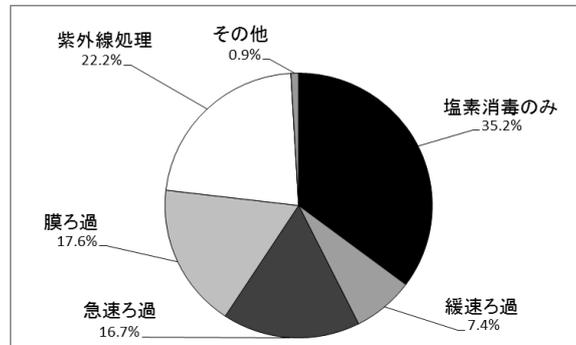


図 4-4-4 リスクレベル3の施設における浄水処理方式（複数回答有り）

## 第5章 紫外線処理設備の導入についての提案

### 5.1 総論

アンケートの結果によると、東北地方支部の事業体においても、多くは平成19年度以降に紫外線処理設備の導入が進められており、42施設で設置されている（建設中含む）。比較的小規模の浄水場で導入されている事例が多く、施設能力1,000m<sup>3</sup>/日未満の施設がその多くを占めている。

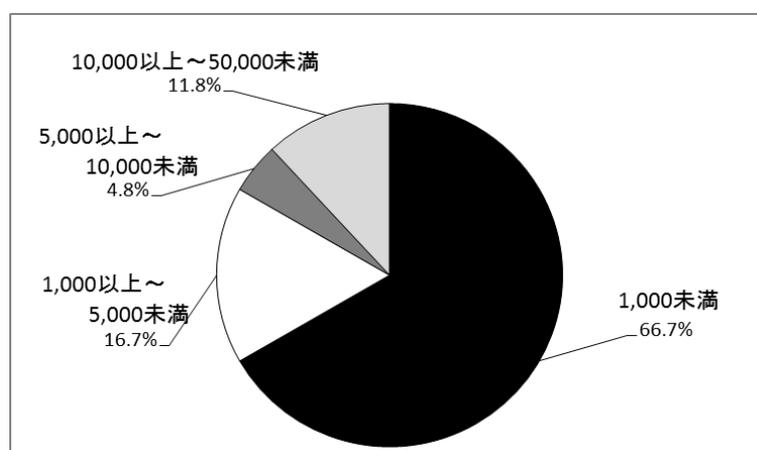


図 5-1-1 紫外線処理設備の施設能力別導入状況（東北地方支部 42 施設）

また、紫外線処理設備を導入している浄水場の多くは、「原水－紫外線処理－塩素注入－配水池」といった処理フローであり、これらのことから、良好な水源を有している小規模の浄水場での導入が一般的と考えられる。

対策指針が示すように、処理対象とする水が濁度2度以下、色度5度以下等の水質を満たすものであれば、紫外線処理設備の整備が可能であり、安定した原水を得られる場合、紫外線処理設備がクリプトスポリジウム等対策設備導入を検討する際の、第一選択肢となるものと考えられる。

ろ過設備を有していない浄水場におけるクリプトスポリジウム等の対策としては、紫外線処理設備または膜処理設備の設置が有力となる。水道事業体が抱える共通の問題として、人口減少等による給水収益の伸び悩みや更新需要の増大による経営状況の悪化が挙げられ、特に東北地方では大都市部と比較し、その対応の必要性が強く求められており、施設整備にあたっては、将来を見据えコスト削減を図る必要がある。導入を検討している事業体においては、表 5-1-1 に示すように初期設備費用および維持管理費用が課題となっているが、紫外線処理設備については、一般的に膜処理設備と比較し、設置費用および維持管理

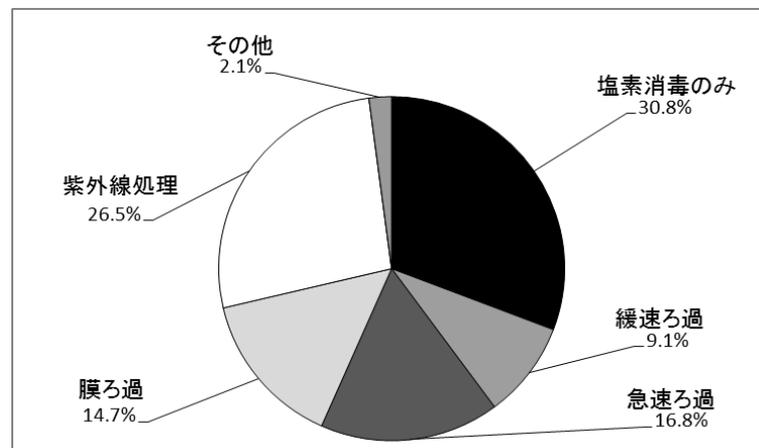
費用の面で有利になる場合が多く、この点においても、紫外線処理設備の優位性を見出すことができる。

**表 5-1-1 施設導入に向けての課題**

項目	第1位	第2位
処理方法（不活化か除去か）	4	0
初期設備費用	37	1
維持管理費用	0	38
設置場所	0	2
人員数	0	0
情報不足	0	1
その他	1	0

浄水場への設備の追加設置については、既存施設があることなどから位置的な制約を受ける場合が多いが、紫外線処理設備は膜処理設備と比較し、設置に要する面積が少ないというメリットもある。

図 5-1-2 に示すように、リスクレベル3の浄水場においても、処理方式が塩素消毒のみの事業体が比較的多数見られた。



**図 5-1-2 リスクレベル3の施設における浄水処理方法**

本報告では、消毒補完設備としての紫外線処理設備の導入として、リスクレベル4への適用についても提案する。

対策指針では、紫外線処理設備の整備の留意事項として「浄水処理の安全性を一層高めるために、ろ過池等の出口の濁度を0.1度以下に維持することが可能ならろ過設備と紫外線処理設備を併用することとしてもよいこと」とされている。通常の浄水処理に紫外線処理設備を追加することは、さらに安全性を高め

るための措置であり、消毒補完設備としての位置づけとなる。

紫外線処理設備を設置して消毒を多重化することは、より安全な水道水の供給のため、大変有効な取り組みと考えられる。

現在、東北地方支部内では、消毒補完設備として紫外線処理設備を導入している事業体はなく、検討もあまり行われている状況ではないが、国内では山口県光市をはじめ導入例が見られる。

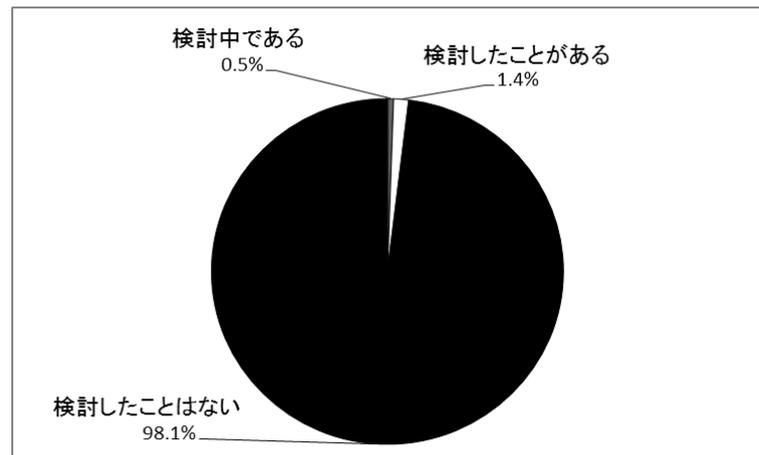


図 5-1-3 消毒補完施設としての紫外線処理施設導入の検討状況\*

※水源が表流水またはろ過設備がある浄水場における検討状況

クリプトスポリジウム等の汚染のおそれは、水源の状況により各事業体様々である。表流水は汚染のリスクが高いレベル4となり、ろ過設備の整備が求められているが、その中でも、汚水処理施設や畜産施設の有無、野生生物の生息状況等を踏まえ、よりリスクが高い水源を有する場合、ろ過設備に加え、紫外線処理設備を備えることは有意義であると考えられる。

アンケート結果から、既設の 42 施設において、原水水質、施設能力などは各浄水場で異なるものの、主に水源種別に由来するリスクレベルはレベル2または3であり、クリプトスポリジウム等対策で導入を検討している事業体も同様のリスクレベルと考えられる。施設能力は 100m<sup>3</sup>/日未満から 20,000m<sup>3</sup>/日まで様々な規模の設置例があり、規模に応じた設置費用や維持管理費用がどの程度であるか参考となるものである。

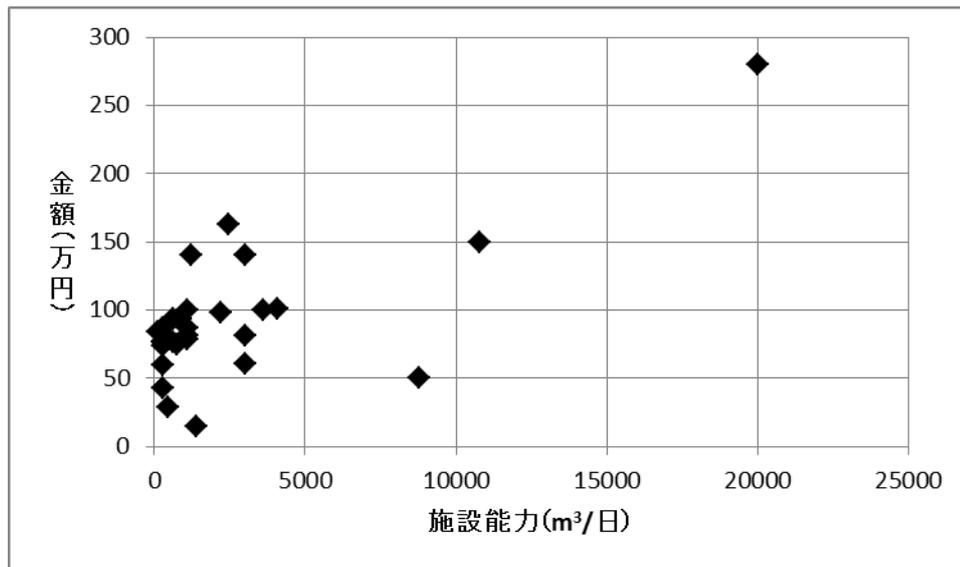


図 5-1-4 施設能力と紫外線処理設備点検費用（年間）の相関

また、紫外線処理設備設置における照射槽の型式やランプ出力、処理系統の数、制御及び監視方法等の設備概要ほか、点検頻度や点検回数、主な故障など、維持管理にかかる事例も得られていることから、導入検討時の参考となるよう、紫外線処理設備の一般的な仕様と維持管理方法についての報告を行う。

紫外線処理設備については、膜処理と比較し、一般的に設置費用や維持管理費用が安価というメリットがある一方、紫外線処理設備特有の課題も挙げられる。

原水の水質に由来するものや設備に由来するものがあり、導入を検討する際は紫外線処理設備の特性に十分留意しなければならない。

紫外線処理設備の設置は、浄水方法の変更に当たるため、事業の変更認可が必要となる。なお、高度浄水処理施設に該当するため、整備事業への国庫補助活用が見込まれる。紫外線処理設備については、現時点で導入している事業体は少ないものの、新たな技術の開発や対策指針の見直し等により普及することも考えられる。設置することによるメリットなどを踏まえ、今後の可能性についても述べる。

## 5.2 小規模浄水場への紫外線処理設備導入（リスクレベル 1、2、3）

東北地方への紫外線処理設備導入は八戸圏域水道企業団が最も早く、その後、平成 19 年 4 月 1 日適用になった「対策指針」において新たに紫外線処理設備の導入が盛り込まれて以降普及が拡大し、これまでの総設置数は 36 施設となった。以前は、クリプトスポリジウム等対策として膜ろ過施設の導入が主であったが、導入コストや維持管理面を考慮し、紫外線処理設備導入が進んだと思

われる。導入方法（新築・改築）については、スペースの確保が困難と思われ、新築が 61.1%を占めている。

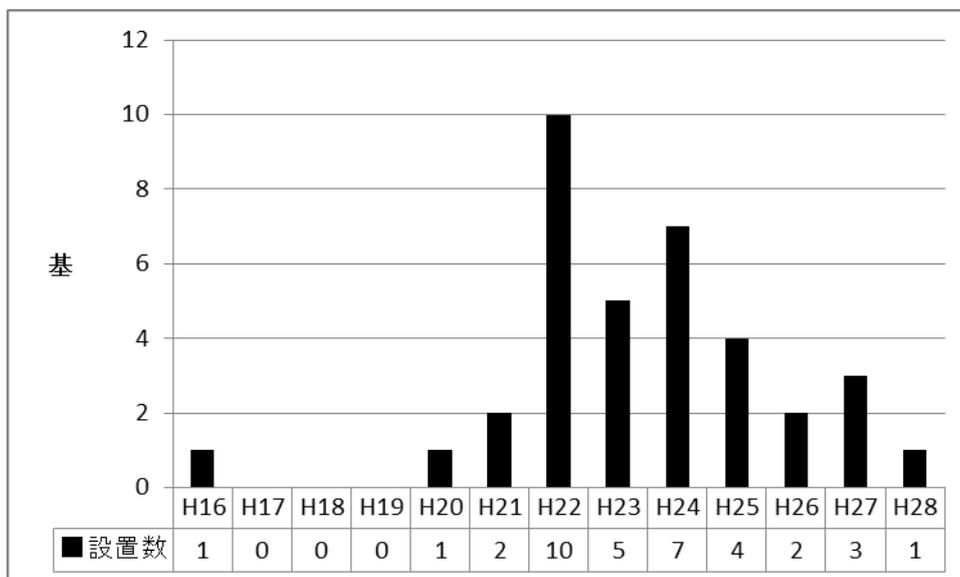


図 5-2-1 年度別設置数の推移

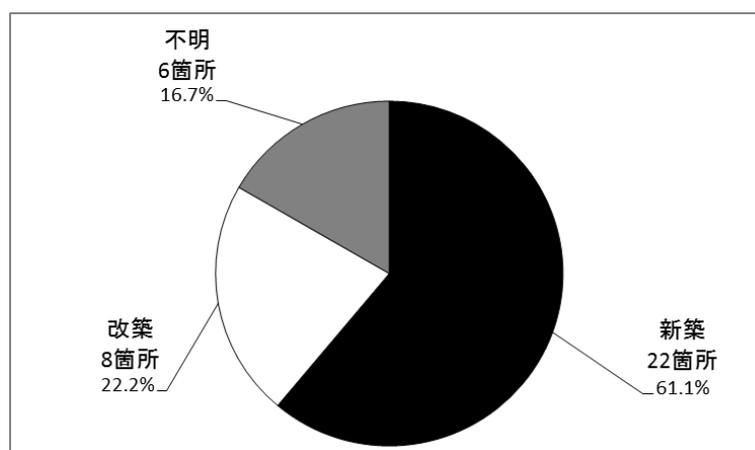


図 5-2-2 紫外線処理設備導入方法

導入施設をリスクレベル別に見ると、指標菌の検出事例がある地表水以外を水源としたリスクレベル3の施設が 88.9%を占め、リスクレベル2で導入しているケースでは、汚染の恐れを考慮し予防的対策として導入している。

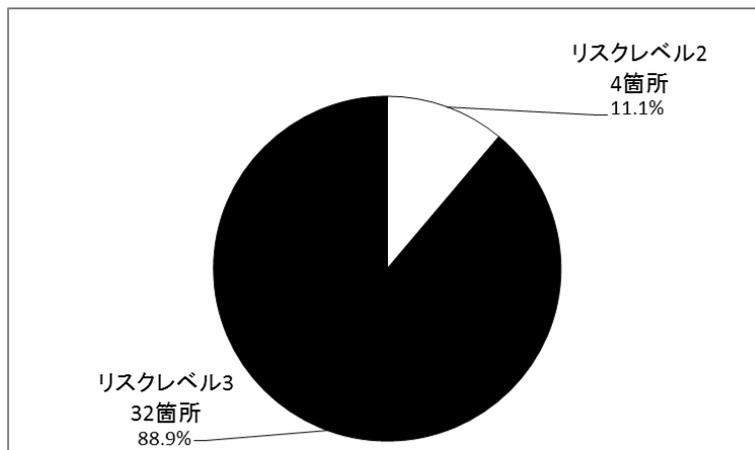


図 5-2-3 リスクレベル別導入実績割合

施設能力別に見ると、100m<sup>3</sup>/日未満が 25.0%、100m<sup>3</sup>/日以上 1,000m<sup>3</sup>/日未満が 44.5%であり、1,000m<sup>3</sup>/日未満の小規模浄水場への紫外線処理設備導入が 69.5%を占めている。

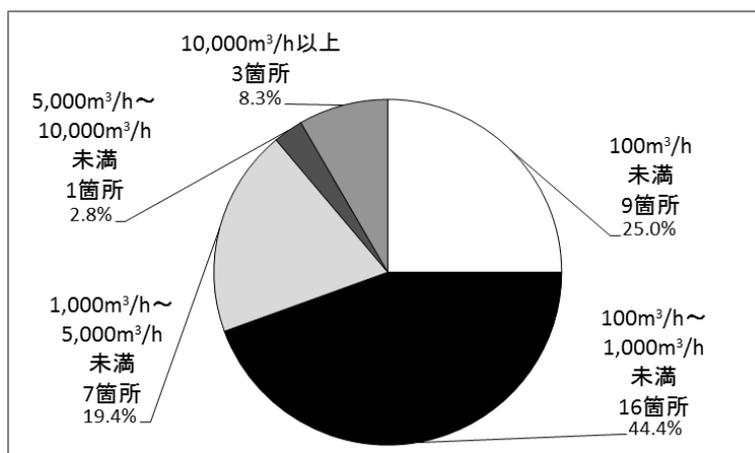


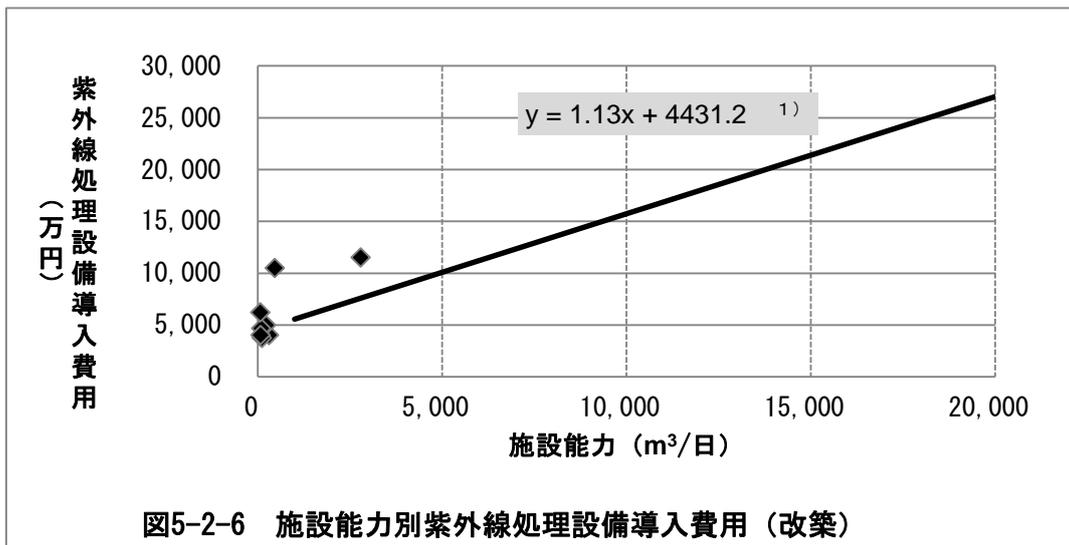
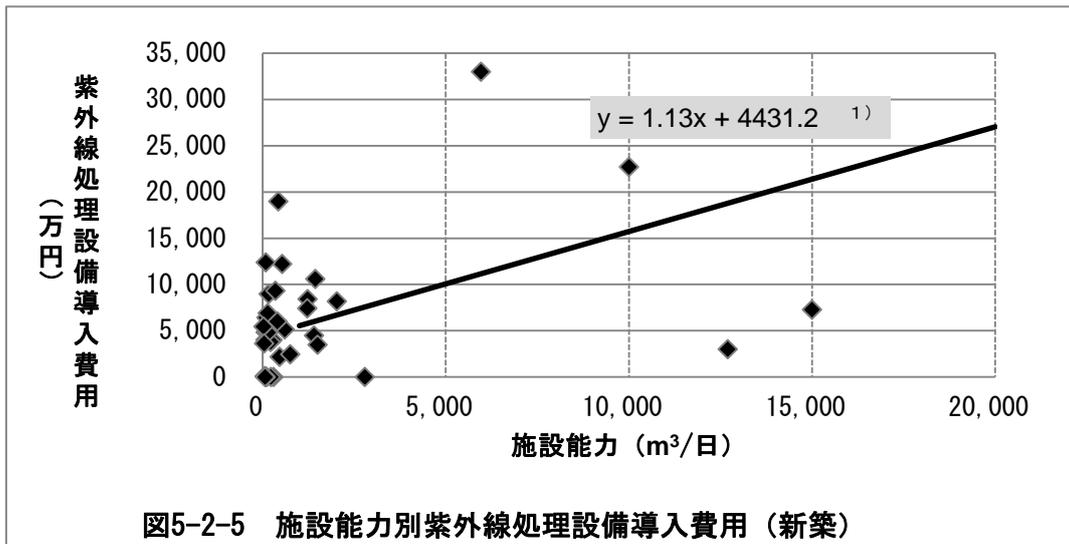
図 5-2-4 施設能力別紫外線処理設備導入箇所数

アンケート結果から東北地方支部における主な紫外線処理設備導入事例は次のとおりである。

- ・ 指標菌の検出事例がある地表水以外が水源（リスクレベル3）
- ・ 施設能力は 1,000m<sup>3</sup>/日未満
- ・ 導入時は建物等を新築

導入費用（建物と紫外線処理設備）については、新築、改築それぞれ条件が異なるため、傾向を把握することは難しいが、100m<sup>3</sup>/日以下でも 5,000 万円程度必要となっており料金収入が少ない小規模水道では負担が少なくない。一方

で、施設能力が増加しても導入費用の上昇は抑えられている。



東北地方における紫外線処理設備導入先は、原水に指標菌が検出された井戸や湧水を水源とした小規模な水道施設であり、無人施設で外部委託により維持管理されている。クリプトスポリジウム等が問題となったため、当初はろ過施設が必要と指導され、維持管理の容易性から膜ろ過処理設備の導入が進み、その後、紫外線処理設備が認められコスト的メリットが大きい紫外線処理設備の導入が進んだ。これまで原水を滅菌するだけで飲用してきたため、クリプトスポリジウム等対策のために、ろ過設備を新たに設置することはコスト面や維持管理面で避けてきたと思われる。これらの背景を踏まえれば、紫外線処理設備の導入という選択肢は、安全性を担保するうえで妥当な方策と言える。

一方で、リスクレベル1、2、3の小規模浄水場への紫外線処理設備の導入は、これからの水需要等を考慮すると、経営的観点から負担が大きい施設にな

る可能性があるため留意すべきである。小規模浄水場は中山間地域への設置が多いと思われ、今後の配水量予測やランニングコスト等を考慮し、長期的視点に立ち、安全性を担保できる方策を今後の料金収入に見合う施設レベルで検討する必要がある。

一例を挙げれば、原水が井戸や湧水の場合、水質は比較的良好な場合が多いと思われ、緩速ろ過施設（上向ろ過装置）や移動式ろ過装置等を採用した方が、長期的に安全で安価な施設が構築できる場合がある。

これから全国的にも中山間地域等の小規模集落への給水方法は課題になっていくものと考えられ、維持管理のしやすさ、施設の耐用年数や長期的維持費等を総合的に勘案し、最適な給水方法を見出す必要がある。

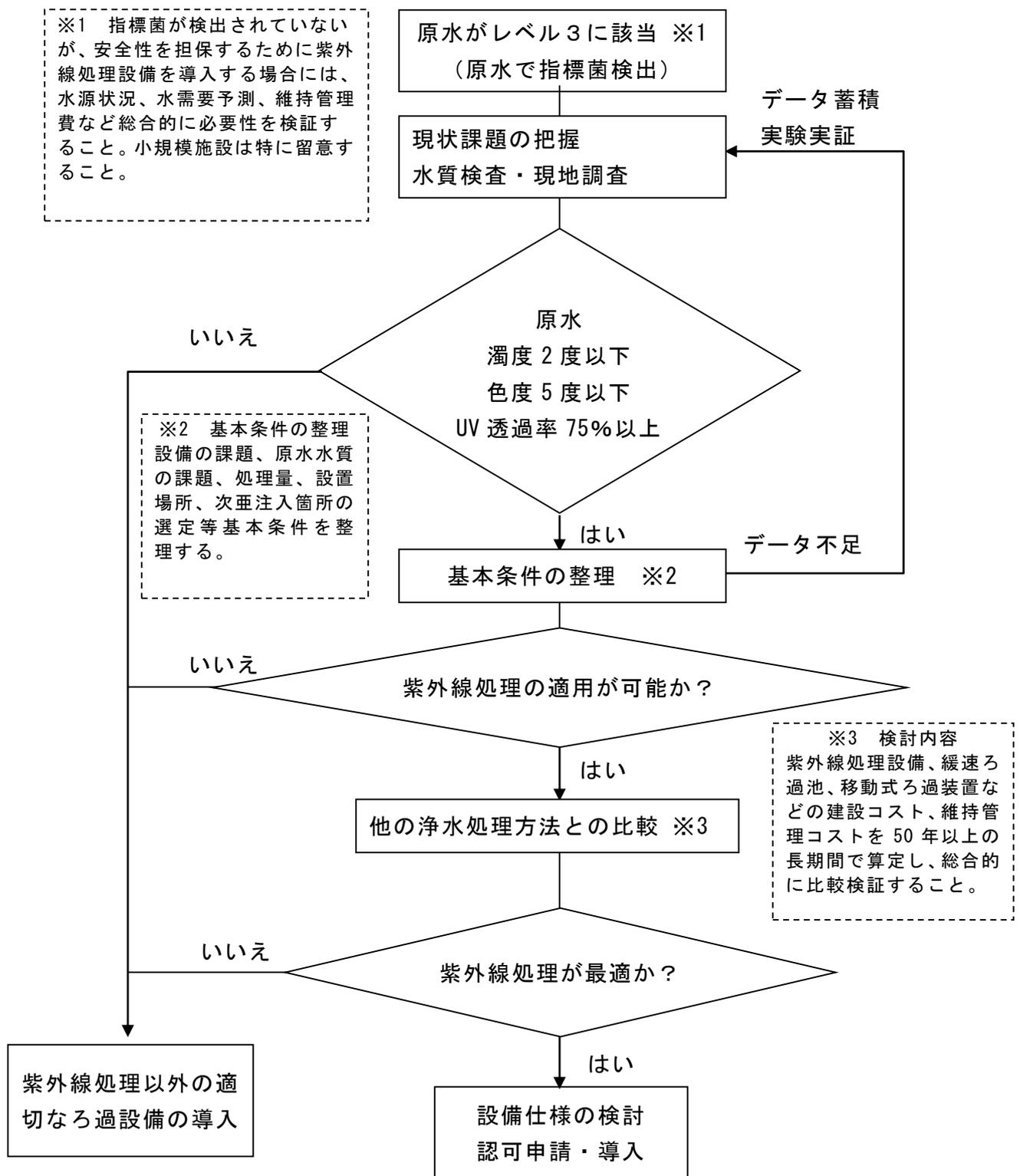


図 5-2-7 小規模浄水場への紫外線処理設備の導入フロー例

(参考) 処理方法別の整備費比較<sup>1)</sup>

水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き(平成23年12月厚生労働省)を参考にした場合、紫外線処理施設、緩速ろ過施設、膜ろ過施設の整備費を比較すると、紫外線処理が最もインシヤルコストが安価である。特に処理能力が大きいほどコスト的メリットが得られる。

小規模水道の場合には、インシヤルコストは紫外線処理が有利であるが、緩速ろ過との差は縮小するため、維持管理コスト、更新コスト等を総合的に評価する必要がある。

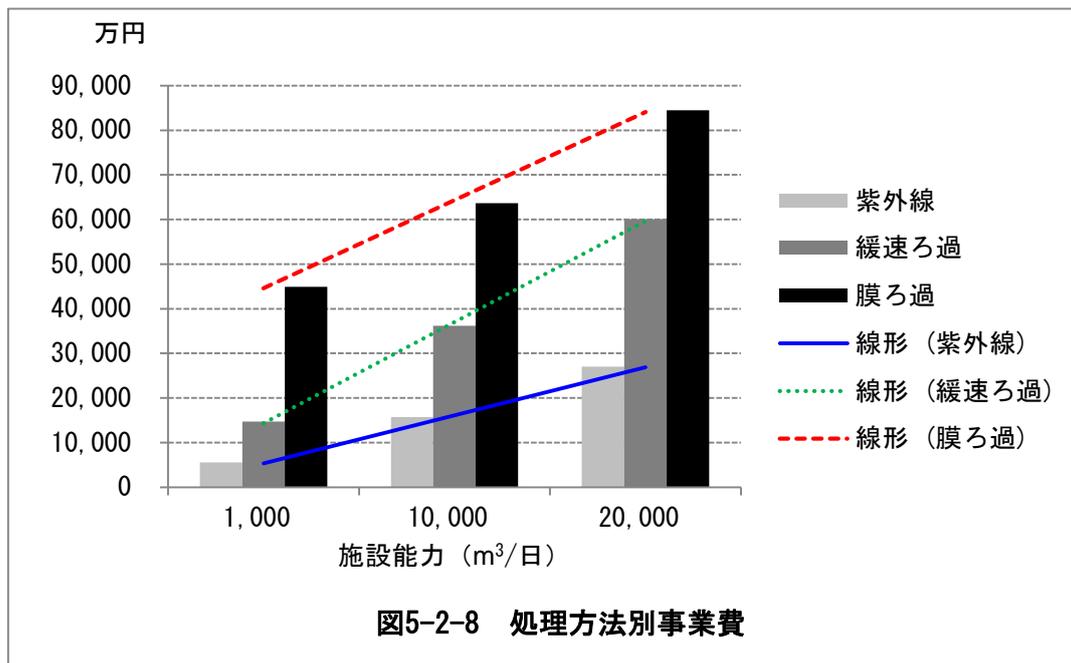


表 5-2-1 処理方法別事業費 (万円)

施設能力 (m³/日)	紫外線	緩速ろ過	膜ろ過
1,000	5,561	14,683	44,920
10,000	15,731	36,193	63,640
20,000	27,031	60,093	84,440

計算式 (x: 施設能力(m³/日) y: 事業費(万円))

紫外線処理施設 (処理設備一式)  $y = 1.13x + 4431.15$

緩速ろ過施設 (土木施設)  $y = 2.39x + 12293.48$

膜ろ過施設 (処理設備一式)  $y = 2.08x + 42840.34$

## 5.3 消毒補完設備としての紫外線処理設備導入（リスクレベル4）

### 5.3.1 濁度管理の状況

原水のクリプトスポリジウム等による汚染のリスクがレベル4（原水が地表水で原水から指標菌が検出されている場合）の場合、ろ過水濁度を0.1度以下に維持することが可能なろ過設備を設けなければならないとされている。

厚生労働省では、次のとおり水道にけるクリプトスポリジウム等検出状況と対応の事例を公表しているが、ろ過を有する施設の浄水からのクリプトスポリジウム等の検出事例が多く報告されており、濁度管理が不十分な状況が見られる。特に急速ろ過による障害が多く発生している

表 5-3-1 水道におけるクリプトスポリジウム等検出状況と対応の事例<sup>2)</sup>  
（給水停止等の対応を行ったもの） 平成27年1月末現在

年度	地域	種別	浄水処理方法	検出状況
平成8年度	埼玉県	上水道	急速ろ過	浄水からクリプトスポリジウムを検出
平成10年度	福井県	簡易水道	急速ろ過	原水及び浄水からジアルジアを検出
平成12年度	青森県	簡易水道	塩素のみ	浄水からジアルジアを検出
	沖縄県	小規模水道	簡易ろ過+塩素	浄水からクリプトスポリジウムを検出
	岩手県	簡易水道	塩素のみ	浄水からジアルジアを検出
平成13年度	愛媛県	上水道	塩素のみ	浄水からクリプトスポリジウムを検出
	岩手県	簡易水道	緩速ろ過	原水及び浄水からジアルジアを検出
	愛媛県	上水道	急速ろ過+活性炭	浄水からクリプトスポリジウムを検出
平成15年度	山形県	小規模水道	塩素のみ	浄水からジアルジアを検出
平成16年度	兵庫県	上水道	急速ろ過	原水及び浄水からジアルジアを検出
平成18年度	大阪府	簡易水道	急速ろ過	原水及び浄水からクリプトスポリジウムを検出
平成23年度	長野県	簡易水道	急速ろ過	原水及び浄水からクリプトスポリジウムを検出
平成24年度	群馬県	用水供給	急速ろ過	浄水からジアルジアを検出
平成25年度	北海道	飲料水供給	塩素のみ	原水及び浄水からクリプトスポリジウムを検出
平成26年度	北海道	簡易水道	塩素のみ	原水及び浄水からクリプトスポリジウムを検出

また、アンケート結果からは、リスクレベル4に該当する232施設のろ過水濁度の管理目標値は、0.05度と0.1度の設定に分かれている。232施設のうち

7施設がろ過水濁度の管理目標値を超過しており、0.1度を超過している施設は2施設となっている。ろ過水濁度の管理目標値を超過した7施設の浄水処理方法では、急速ろ過処理が最も多い。前述した過去の検出事例を含め、ろ過処理を行っている施設、特に急速ろ過処理で課題が見られ、原水水質の変化への対応の不備、設備の不具合、老朽化による処理機能の低下など運転管理の難しさが伺える。

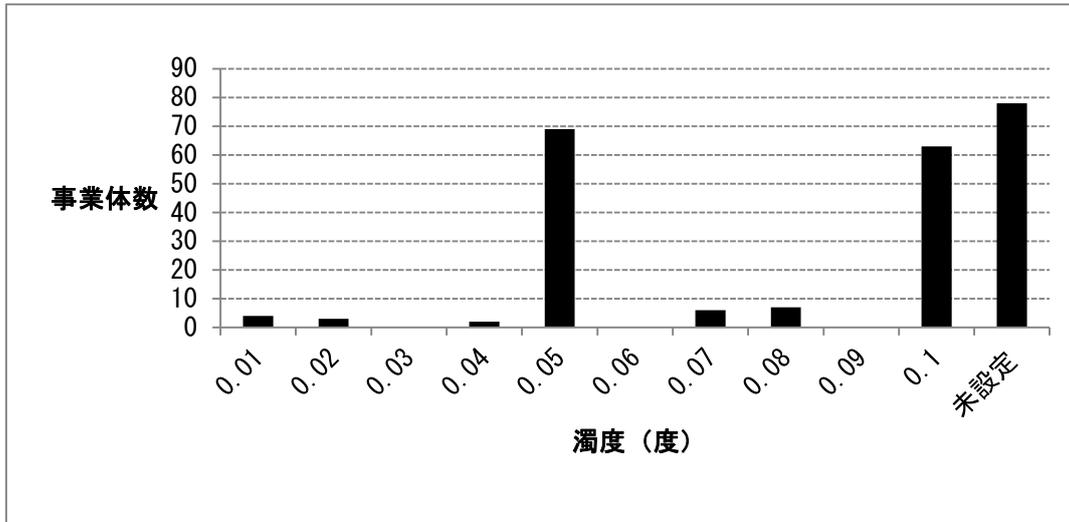


図 5-3-1 ろ過水濁度管理目標値別 設定事業体数

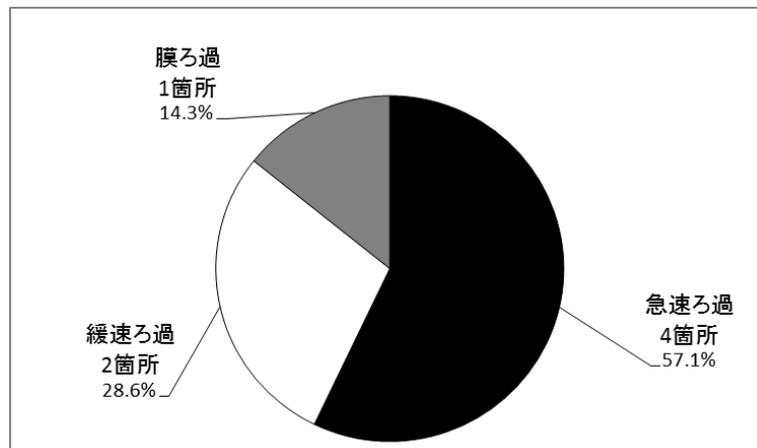


図 5-3-2 ろ過水管理目標値超過施設 (7施設の内訳)

### 5.3.2 地表水を原水とする浄水場への紫外線処理施設導入の可能性について

- 1) ろ過施設がある浄水場における紫外線処理施設の必要性  
アンケート結果によると、地表水を原水とするろ過施設の場合、ろ過水濁

度管理の強化によるクリプトスポリジウム等への対策が定着しており、多くの事業体で塩素処理と紫外線処理の消毒二重化の必要性を感じていない。

また、クリプトスポリジウム等によるリスクに不安を感じている事業体は少なく、特にろ過水濁度が適切に管理できている場合は紫外線処理設備導入の動機づけが無く、塩素処理と紫外線処理での消毒二重化にはメリットが感じられないことが伺える。

## 2) ろ過施設がある浄水場における紫外線処理施設の導入への課題

将来、原水水質が悪化するようなことがあれば検討したいと考える事業体も見受けられたが、アンケートに答える中で以下の課題を挙げている。

- ・標準仕様書が無い。
- ・導入事例が少ない。
- ・原水水質の変化が大きい地表水に紫外線処理が対応できるかが不安。
- ・明らかな費用対効果がなければ、新たな費用負担はできない。

ろ過施設を持つ浄水場には、水源域に汚染源が想定される等、ろ過水濁度を管理基準以下に維持することに苦慮する事業体もあり、「対策が必要だが紫外線処理施設導入に向けた検討材料が乏しい」との意見がある。

## 3) ろ過施設を持つ浄水場への導入先行事例

東北地方支部の会員事業体において、地表水を原水とするろ過施設への紫外線処理施設の適用事例がなかったため、全国の先行事例3件に対して照会を行った。消毒効果を期待して導入しているが、多くの課題も抱えている。

表 5-3-2 消毒補完設備としての紫外線処理設備導入事例

	山口県光市	三重県津市	広島県大竹市
浄水場名	林浄水場	高茶屋浄水場	防鹿水源地（浄水場）
施設能力（m <sup>3</sup> /日）	46,500	15,000	12,800
原水種別	伏流水	伏流水・浅層地下水	伏流水
浄水方法	急速ろ過方式+紫外線処理	砂ろ過（除鉄・除マン）+紫外線処理	緩速ろ過+紫外線処理
紫外線照射設備			
能力（m <sup>3</sup> /日）	54,000	24,000	14,700
導入理由	安全な水処理のため	安全な水処理のため	安全な水処理のため
補助金	有	有	有
メリット	消毒効果が期待できる	消毒効果が期待できる	・ランニングコストが安い ・クリプトスポリジウム等対策に有効
課題・留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・維持管理に手間がかかる</li> <li>・ランニングコストが高い</li> <li>・交換部品が高額</li> <li>・設備故障時に設置業者以外に修理できない。</li> <li>・修理に時間がかかる。</li> <li>・ろ過池～浄水池間の水位差が少ないことから水位抵抗の少ない機器を選定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・維持管理に手間がかかる</li> <li>・カナダ製のため交換部品が高額（設置費用が高い）</li> <li>・設備故障時に設置業者以外に修理できない。</li> <li>・維持管理費用が高額で、故障発生が多い。</li> <li>・故障時、復帰時間及び費用がかかる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・維持管理に手間がかかる</li> <li>・交換部品が高額</li> <li>・設備故障時に設置業者以外に修理できない。</li> <li>・復旧に時間を要する。</li> </ul>

(1) 紫外線処理施設導入の理由

紫外線処理施設を導入した理由は、いずれも「より安全な水処理のため」としており、ろ過施設によるクリプトスポリジウム等の除去に不安があったものと推測される。また、消毒効果への期待がメリットとして挙げられている。

(2) 紫外線処理施設設置前後の施設運用の変化

いずれの調査事例でも、取水及び浄水停止等の運用、原水及びろ過水濁

度の管理目標値、ろ過速度に変化はないとのことだった。また、維持管理に必要な人員にも変化はなかった。

### (3) その他の課題について

ランプスリーブワイパーの故障事例があり、設置業者以外に対応が出来ないため、修理に時間と費用がかかることが課題として挙げられている。

また、ろ過池～浄水池間に紫外線処理施設を設置するにあたり、この間の水位差が少ないことから水位抵抗の少ない機器を選定する等の配慮が必要だったとの事例があった。

## 4) 地表水を原水とするろ過施設への適用想定

### (1) 紫外線処理導入によるマルチバリアの考え方

紫外線処理は食品等の製造業や下水道処理における消毒に利用されているが、水道システムとしての紫外線処理施設は、塩素に限られている消毒プロセスに耐塩素性病原生物の不活化のプロセスを付加させるものであり、製品の安全性を確実にする目的として導入されている。

なお、地表水が原水の浄水場における耐塩素性病原生物対策はろ過施設の適正管理（ろ過水濁度 0.1 度以下を維持）が根幹であり、紫外線処理施設の導入検討にあっては、「消毒施設の高度化」という考え方で整理する。

アンケート調査によると、ろ過方式の浄水場でろ過水濁度が管理基準を超過することがあると回答したのは約 7 % (25/336 件) だったが、気候変動に伴う豪雨等による原水濁度上昇頻度の増加などの潜在的な要因を含めて、紫外線処理施設の導入による消毒施設の高度化が有効な事例はありと想定される。

### (2) マルチバリアが有効と想定される事例の検討

ろ過施設におけるクリプトスポリジウム等の除去率は、施設が適正に維持されている場合には、次のとおり整理される。なお、文献等により評価は異なるので留意する必要がある。

表 5-3-3 処理方式とオーシスト除去率<sup>3)</sup>

処理方式	除去率
急速ろ過	2～3 log (99～99.9%)
緩速ろ過	3～4 log (99.9～99.99%)
膜ろ過	5～7 log
オゾン処理	1～2 log
粒状活性炭ろ過	1.5～2 log

表 5-3-1、図 5-3-2、表 5-3-3 等から、特に薬品沈澱処理等の運転管理が難しい「急速ろ過処理施設」への導入が最も効果的であると想定される。凝集沈澱に関しては、現在も様々な研究が行われており、ピコプランクトン等の生物障害への的確な対応が非常に難しく、近年、ろ過水濁度の上昇が全国的に増加している。このような状況は温暖化等の気候変動により今後も継続すると推察されるため、ろ過水濁度上昇時の消毒効果を担保する目的で紫外線処理施設を導入することは有効な対策の一つと考えられる。

### (3) その他の意見

アンケートにおいては、維持管理の面からは「膜ろ過処理のほうが容易」との意見もあり、施設全般の更新時などには、原水水質や設置スペースを勘案し、クリプトスポリジウム等への対策を含めた他のろ過方法への変更も検討すべきである。

### 5) リスクレベル 4 への紫外線処理設備導入に対する留意点

本来、適切なるろ過設備を構築・維持すべきであるが、財政的理由などから修繕や改造、増強などを見送らざるを得ない状況がある場合には、安全性を担保する目的で、クリプトスポリジウム等の不活化を目的に消毒を補完する設備として紫外線処理設備を導入することが想定されるが、補完施設として紫外線処理設備を導入した場合でも、ろ過水濁度は 0.1 度以下を維持すべきで、0.1 度以下を維持できないろ過設備は本来のろ過機能を有しておらず何らかの問題がある施設であり、早期に改善策を検討し、適切なるろ過設備の整備・構築を図り、安全な水づくりを行うことを最優先に考えるべきである。

したがって、リスクレベル 4 における消毒補完設備としての紫外線処理設備導入については、基本的には適切なるろ過設備を整備するものとし、考慮すべき特別な事情等がある場合に、応急的対応策（マルチバリア）として紫外線処理設備の導入を検討すべきである。

考慮すべき特別な事情等には、以下の事項が想定される。

- ・近年、老朽化施設が増加傾向にあるが、財政状況や技術者を取り巻く環境が悪化しており、更新に着手できない場合（イニシャルコストのみで判断）
- ・廃止が決定しており、ろ過設備に投資ができない場合（廃止までの応急的措置）
- ・その他政策的に判断した場合（水道事業管理者や水道技術管理者の判断）

なお、「対策指針」ではリスクレベル 4 の施設での紫外線処理設備使用について言及していないが、原水の水質悪化やろ過水濁度 0.1 度を維持できない

施設を抱える場合には、既存のろ過設備に紫外線処理設備を追加することで病原微生物による感染症発生のリスクを低減化可能と判断できる。

## 5.4 紫外線処理の課題と今後の可能性

### 5.4.1 アンケートからうかがえる紫外線処理設備導入の傾向と課題

#### 1) 紫外線処理設備導入の傾向

平成 19 年の「対策指針」により紫外線処理設備が耐塩素性病原生物対策に新たに位置づけられて以降、リスクレベル 3 の浄水施設を中心に紫外線処理が導入されている。アンケートにおいて、紫外線処理設備と膜処理設備の導入件数を比較すると、図 5-4-1 のとおり膜処理導入のピークは平成 19 年度で、以降は紫外線処理設備の導入件数がより多い傾向にあり、近年中には施設能力の累積でも紫外線処理が膜処理を上回ることが予想される。

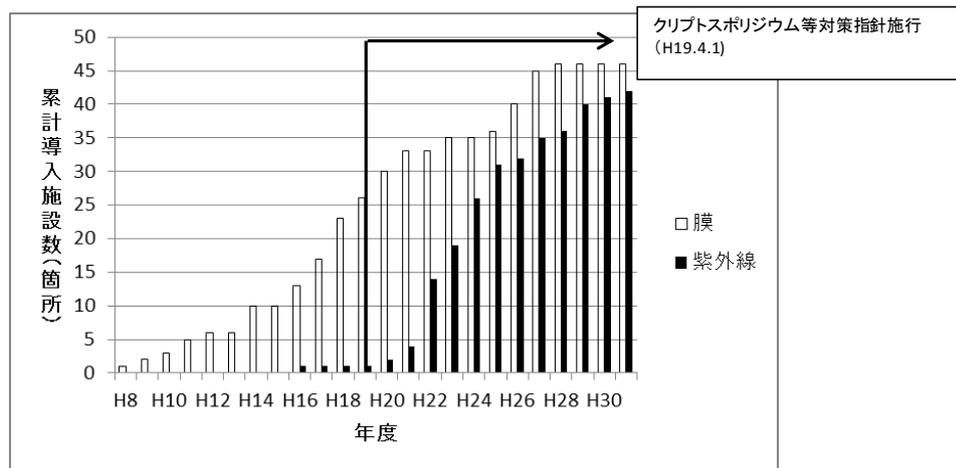


図 5-4-1 膜処理設備及び紫外線処理設備の導入施設数の推移

アンケートにおいて、紫外線処理または膜処理設備を導入した事例のうち両者の比較検討を行った事例は 37 件あり、うち紫外線処理施設が 33 件、膜処理施設が 4 件導入されている。

比較検討を行った	33
比較検討は行わなかった	4
検討実施の有無が不明	5

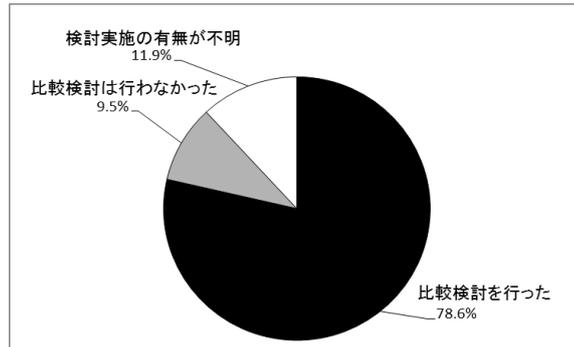


図 5-4-2 膜処理設備との比較検討実施の有無

比較検討を行った	4
比較検討は行わなかった	28
検討実施の有無が不明	15

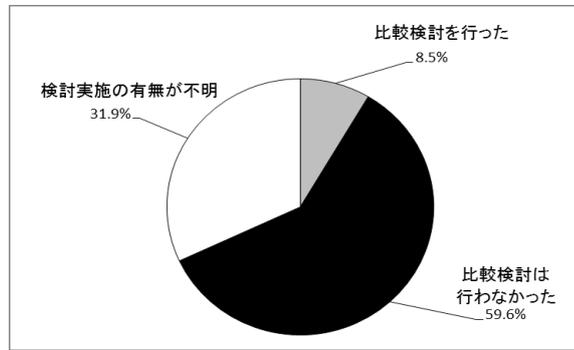


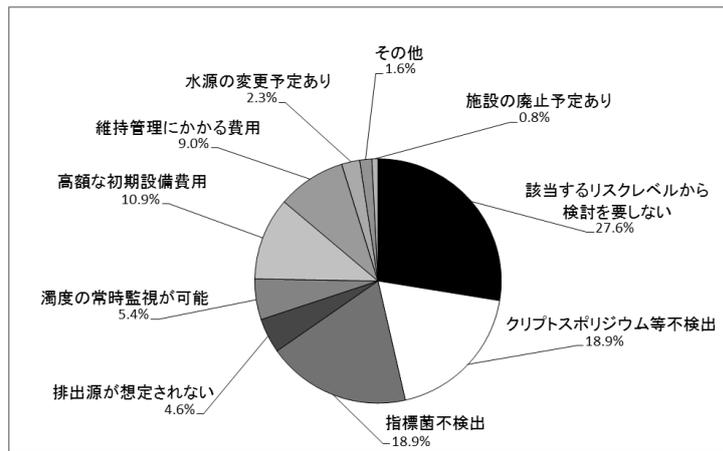
図 5-4-3 紫外線処理設備との比較検討実施の有無

紫外線処理設備はコスト面のメリットから選択され、一方で、原水濁度の上昇に不安がある場合は膜処理設備が選択される傾向にある。

## 2) 消毒補完施設としての紫外線処理の有効性とニーズ

残留塩素のように数値による消毒効果の監視ができず、紫外線処理における消毒効果が実感できないことに不安を感じる事業者も多いが、クリプトスポリジウム等への対策としての紫外線処理の有効性は広く認識されており、近年では膜処理よりも費用や維持管理の面から受け入れられている。

しかしながら、アンケート結果によると、全体の約6割はクリプトスポリジウム等の汚染への懸念を持っておらず、塩素消毒の補完設備の必要性を感じていない。



該当するリスクレベルから検討を要しない	174
クリプトスポリジウム等不検出	119
指標菌不検出	119
排出源が想定されない	29
濁度の常時監視が可能	34
高額な初期設備費用	69
維持管理にかかる費用	57
人員の不足	0
水源の変更予定あり	15
施設の廃止予定あり	10
その他	5

その他

○浄水受水のため。

○配水区域の変更により、他の浄水場から給水が可能であるため、水源から指標菌が検出された時点で施設を廃止する予定である。

○耐塩素性病原微生物が検出された場合、別施設から浄水を送水することが可能なため。

#### 図 5-4-4 クリプトスポリジウム等対策設備導入を検討していない理由

#### 3) 臭素酸等の副生成物の問題

アンケートにおける紫外線処理設備導入事業者からの回答においては、臭素酸生成などの副生成物に関する障害の発生はあげられていない。

なお、当研究委員会で行った紫外線処理設備メーカーからの聞き取りでは、「塩素注入の後段で紫外線を照射する場合は、臭素酸生成が問題とならないことを確認する必要がある」とのことであった。

#### 4) 水銀による汚染の不安

水銀ランプを使用していることによる水銀汚染への不安は、アンケートの回答には見られなかった。なお、紫外線処理設備導入事例においては、スリーブ破損等の事例はあるが、直接水銀の汚染が発生した事例はない。

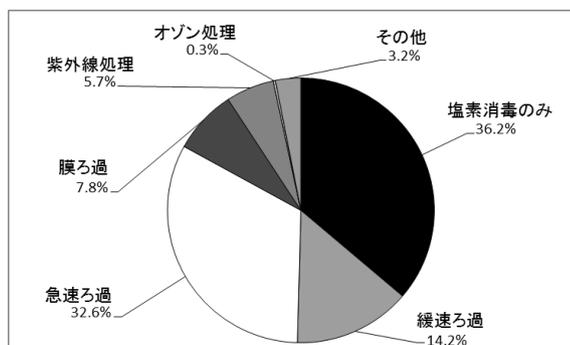
なお、水銀規制に向けた国際的取り組み「水銀に関する水俣条約」に関し

ては、製造や輸出入が禁止される「水銀添加製品」のリストには一般照明用以外の紫外線ランプは含まれないことから、紫外線処理設備に用いられる紫外線ランプは規制対象とされていない。<sup>4)</sup>

#### 5) 耐塩素性病原生物対策の導入の必要意識と方向性

アンケートにおいて、浄水方式の約4割は塩素消毒のみの処理となっており、また、半数近くがリスクレベル1～2であることから、東北地方では比較的良好な水源が維持されている状況にあるとみられる。また、塩素消毒のみの約6割が施設能力1,000m<sup>3</sup>/日未満の小規模浄水場であることから、将来の指標菌検出時等の対応として水源変更や配水区域変更による浄水施設そのものの廃止等を考えており、紫外線（あるいは膜）処理設備導入を想定していないところも多い。

塩素消毒のみ	260
緩速ろ過	102
急速ろ過	234
膜ろ過	56
紫外線処理	42
オゾン処理	2
その他	22



その他：エアレーション、苛性ソーダ、活性炭処理、除マンガンろ過、遊離炭酸除去

図 5-4-5 浄水処理方式（複数回答有り）

レベル1	129
レベル2	192
レベル3	139
レベル4	232

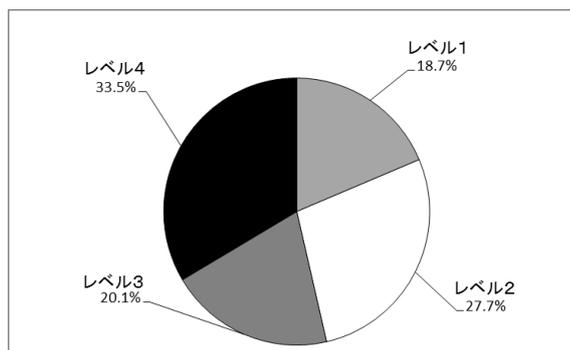


図 5-4-6 対策指針におけるリスクレベル

また、近年のいわゆるゲリラ豪雨等による急激な濁度上昇といった水源水質の変化がありクリプトスポリジウム等への不安を感じている事業者もある

が、将来の給水人口減少が想定される中、コスト面からも紫外線処理施設等の対策に踏み切れない事業者があることがうかがえる。

#### 5.4.2 紫外線処理のろ過水への適用における課題

これまでは、リスクレベル3の浄水施設を中心に導入されている紫外線処理施設について、地表水を原水とするろ過水に適用する際の課題を検討した。なお、記載事項以外については、対策指針の定めで支障がないと考えられるものとした。

##### 1) ろ過水中の濁質の影響

既往の研究によると、「濁度が5度程度以下又は水道水質基準である2度を満たしていれば、水中の微生物に紫外線が到達し、耐塩素性生物の不活化に効果的に適用できると考えられる。」<sup>5)</sup>とされており、適切に運用されているろ過施設のろ過水においては、紫外線処理施設のクリプトスポリジウム等の不活化への効果が期待できると考えられる。

##### 2) 紫外線処理施設の導入位置

地表水を原水とするろ過施設を持つ浄水場においては、耐塩素性病原生物対策はろ過施設の適正管理が根幹であるとの観点から、ろ過水に対して紫外線処理を行うことで消毒施設の高度化が図られるべきと考えられる。

##### 3) 維持管理上の留意点

ろ過水の水質は水道水質基準に近い性状と考えられることから、ランプスリーブの付着物予防についても従来の洗浄装置で効果が得られると推測される。

また、ろ過施設が適切に運用されていることが紫外線処理の効果を左右することから、浄水濁度の監視がこれまでと同様に重要となる。なお、直接紫外線処理施設に影響しない原水濁度の上昇による設備の停止は不要になる。また、一般にろ過流量は比較的安定していることから、流量に関する配慮が軽減されると思われる。

#### 5.4.3 今後期待される取り組み、新技術等

##### 1) 地表水を対象とした紫外線処理技術の調査研究

厚生労働省の「健康安全・危機管理対策総合研究事業」において、(公財)水道技術研究センターでは、平成26～28年度にかけて、地表水を対象とした紫外線処理の適用について、地表水の水質特性に対応した具体的な施設要件や維持管理要件等の提案のための検討を行っている。<sup>6)</sup>これにより、地表

水を原水とするろ過施設への紫外線処理施設導入手順、管理基準等が明確になることが期待される。

## 2) 「UV-LED」

現在、「UV-LED」は、樹脂の硬化や蛍光インクの発色等の検査用光源などに利用されてきているが、浄水処理においても「水銀不使用」や「堅牢性」、「発熱量が少ない」、「長寿命」などの利点から活用が期待される。しかしながら、当研究委員会で行った紫外線処理施設メーカーからの聞き取りでは、「より波長の短い LED が必要」、「出力が足りない」などの課題が残されており、「水道分野への利用は数年以上を要する」とのことだったが、小規模の紫外線処理装置については「UV-LED」の実用化に向けた開発が進んでいる。

## 3) クローズドシステムにおける返送水への導入

膜処理を行っている浄水場では、洗浄排水等を原水として返送することにより、浄水システム内でクリプトスポリジウム等が循環して蓄積されることが考えられる。アンケート調査では、排水に対して紫外線処理を行っている事例が2件（「検討中」4件、「検討したことがある」8件）あるが、クリプトスポリジウム等の検出頻度が高い場合では、返送水への紫外線処理導入により安全性及び有効率の向上に効果があると思われる。なお、返送水の性状によっては、濁質の紫外線処理への影響が想定される。

### 5.4.4 紫外線処理施設の今後の可能性

#### 1) 「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」について

平成19年4月1日から適用されている当該指針から紫外線処理を新たに導入し、適用要件、原水水質変化時の対応、紫外線照射量の監視といった運転管理に必要な事項が示された。また、「浄水処理の安全性を一層高めるため」として「ろ過池等の出口の濁度を0.1度以下に維持することが可能なろ過設備と紫外線処理設備を併用することとしてもよい」とされ、クリプトスポリジウム等への対策の二重化もあわせて示された。

その一方で、この度のアンケート調査の回答においては、水道水の安全性向上に紫外線処理設備の導入は有効としながら、指針における「ろ過水濁度0.1度以下の維持」の見直しが地表水を原水とするろ過施設への紫外線処理施設導入検討を進めるとの意見が見られた。前項1)の研究に伴い、「ろ過水濁度0.1度以下の維持」への考え方の検討が注目される。

#### 2) 地表水を原水とするろ過施設への紫外線処理施設導入のメリット

緩速あるいは急速ろ過施設が水源水質に適している場合や膜ろ過だけでは

除去が難しい成分（色度、臭気等）がある場合、既存のろ過施設の特徴を生かしつつ紫外線処理施設を追加導入することで、クリプトスポリジウム等への対策が図られるとともに、既存施設の延命により財政面にも寄与できる可能性が考えられる。また、緩速ろ過施設の多くは施設能力 5,000m<sup>3</sup>/日以下の小規模浄水場で、なおかつ無人の浄水場であることから、維持管理の負担が少ない紫外線処理施設の導入が浄水処理の強化や維持管理の負担軽減に有効な場合もあると思われる。

なお、ろ過施設におけるクリプトスポリジウム等の除去特性の目安を

凝集沈澱ろ過 = 2～3 log (99～99.9%除去)

直接ろ過 = 1.5～2 log (97～99%除去)

緩速ろ過 = 0.5～1.0 log (70～90%除去)

とする例もあり<sup>7)</sup>、適切な除去効果（2～3 log 以上）が得られないことも想定されるろ過施設や、原水水質の変動や悪化によりろ過水濁度を管理基準以下に保つことが困難な場合などについても、ろ過水に対する紫外線処理による消毒補完が有効と想定され、水源の状況や施設管理の状況に応じて、紫外線処理施設導入の必要性の有無の判断が行われるべきと考えられる。

### 3) 耐塩索性生物対策以外への効果

アンケートへの回答において、耐塩索性生物の不活化以外への効果を期待する意見が見られた。薬品使用量の削減や浄水水質の改善、維持管理面の負担軽減等に繋がるということが明らかにされれば導入促進が図られると思われる。

## 5.5 紫外線処理設備の仕様、維持管理について

本章は、紫外線処理設備として必要な紫外線照射量、機器の説明、計画、維持管理及び紫外線処理装置の技術的審査基準についてまとめたものである。

### 5.5.1 必要とされる紫外線照射量及び適する対象水の水質

#### 1) 紫外線照射量

対策指針では、「紫外線照射槽を通過する水量の 95%以上に対して、紫外線（253.7nm 付近）の照射量を常時 10mJ/cm<sup>2</sup>以上確保できること」と記載され、その要求照射量を満たす設備を構築することが条件となる。

紫外線照射量に関する説明は次のとおりである。

##### (1) 照射強度と照射時間

紫外線照射量 (mJ/cm<sup>2</sup>) とは、照射強度 (mW/cm<sup>2</sup>) と照射時間 (s) との積であり、照射強度、照射時間は照射槽内で分布が存在する。

## (2) クリプトスポリジウム等に対する効果

クリプトスポリジウムは  $10\text{mJ}/\text{cm}^2$  の照射量で  $3 \log$  (99.9%) の不活性化となり、ジアルジアは  $5\text{mJ}/\text{cm}^2$  の照射量で  $2 \log$  (99%) の不活性化となる。

## (3) 紫外線に影響を及ぼす要因

上記 (1) にあるような照射槽内の分布は照射槽の形状、ランプの配置及び本数によって生じ、水質としては水中の懸濁物質、溶解成分による紫外線透過率の低下や紫外線吸収物質による紫外線照射強度の低下及びランプスリーブの付着物による透過率の低下などが主たる要因となる。

## (4) 紫外線照射量を求める方法

方法としては換算紫外線照射量 (RED: Reduction Equivalent UV Dose) を求める試験方法<sup>\*</sup>や、CFD (Computational Fluid Dynamics) 解析モデルによるシミュレーションを用いて照射槽内の紫外線照射量分布を求める方法がある。

※あらかじめ指標微生物の紫外線感受性を測定し、紫外線照射装置に同一指標微生物を供することによって、その生存率から紫外線照射装置の与えた照射量を求める方法。

## 2) 紫外線照射に適する水質

### (1) 要求水質

対策指針では、処理対象とする水が次の水質を満たすものであることと記載されている。

- ・濁度 2度以下であること
- ・色度 5度以下であること
- ・紫外線 (253.7nm 付近) の透過率が、75%を超えること  
(紫外線吸光度が  $0.125\text{abs.}/10\text{mm}$  未満であること)

### (2) 望ましい水質

平成 19 年に厚生労働省から出された紫外線処理設備については、ランプスリーブ表面への付着要因となるため、次の水質であることが望ましいと記載している。

- ・鉄分 0.1mg/L 以下
- ・硬度 140mg/L 以下
- ・マンガン 0.05mg/L 以下

## 5.5.2 紫外線処理設備の主要機器

対策指針において、紫外線処理設備として必要及び望ましいとされる機器については水道施設設計指針にも記載されているが、公益財団法人水道技術研究センターが発行する「地表水以外の水への適用における紫外線処理設備 維持管理マニュアル」内の項目名のみ引用し次に記載する。

### 1) 対策指針で必要とされる機器

#### (1) 紫外線照射槽

紫外線照射槽とは、下記に記載する紫外線ランプ、ランプスリーブ（保護管）、自動洗浄装置、紫外線強度計などを組み込んだものである。

#### (2) 紫外線ランプ

ランプ内の点灯時の水銀蒸気圧の違いにより低圧と中圧に分類され、発生する紫外線の波長分布に違いが生じ、その特性により長所や短所があることから対象水の水質や水量によって選定されるランプが違ってくる。

#### (3) ランプスリーブ

紫外線ランプを破損から保護し、最適な動作温度を保つための部品であり、材質は石英のため内部応力や外的圧力による割れが発生しやすい。運転中にランプスリーブが割れると紫外線ランプが破損し封入された水銀が漏れ出す恐れがある。また、付着物による紫外線強度の低下が起こることから定期的な洗浄が必要である。

#### (4) 紫外線強度計

紫外線強度を測定する感光検出器で、ランプの出力や劣化（ランプスリーブ含む）が判断できるものであるが、検出部分の付着物等による汚れによって指示値に影響を及ぼすため定期的な洗浄が必要となるもの。

#### (5) 安定器

ランプが安定した紫外線を照射するためには、点灯時から放電を安定させる必要があり安定器を用いる。安定器には電磁型と電子型があり、各々に効率、重量及び価格などのメリット・デメリットがある。

#### (6) 付属制御盤

紫外線処理装置のための電源回路、安定器、液晶モニターを含む各種表示、制御回路、遠方監視装置などへの信号の入出力回路等を備える盤であり、その内容及び設置環境については設備計画の際に十分な検討が必要となるもの。

## 2) 対策指針で望ましいとされる機器

### (1) 自動洗浄装置

紫外線照射を阻害する物質がランプスリーブの表面に付着することによる照射量低下に対処するため、ランプスリーブを自動的に洗浄するもの。

なお、紫外線照射停止中であっても自動洗浄が行われることが望ましい。

### (2) 温度（水温）計

特に低圧紫外線の場合は水温の影響を受け紫外線強度が変化するため、紫外線照射槽内の水温を常時測定することが望ましく、処理対象水量の不足等の異常発生時には発熱による温度上昇が発生することから、警報及び運転停止を行うために必要となるもの。

## 5.5.3 紫外線処理設備の計画

### 1) 採用判断、設計及び計画

紫外線処理設備の採用にあたっては、「水道におけるクリプトスポリジウム対策指針」において記載された内容に適合するかが第一となるが、処理対象水の水質によっては膜ろ過設備の導入との比較検討も必要となり、「水道施設の技術的基準を定める省令」や「水道施設設計指針 2012」5.19 紫外線処理設備の諸元に合わせた総合的な判断を必要とするが、その判断は難しく職員が行うよりコンサルタント会社へ業務委託することが多い状況である。

業務委託する場合の設計には全国簡易水道協議会発行の「水道事業実務必携」第三編・設計業務委託標準歩掛、第3章・構造物設計歩掛、第3節・浄水場設計歩掛にある基本設計と詳細設計(紫外線処理方式)の歩掛を用いるが、設置場所の測量や地質調査、既存施設（取水・浄水・配水等）の改造、対象水質調査及び将来水質予測などは別途委託料を算出する必要があり、委託費の予算計上には注意が必要である。

計画時には水道施設設計指針 8.12 各種施設の計装、8.12.15 紫外線処理設備にあるような、流量計、濁度計、色度計、温度計、紫外線強度計及び監視制御装置（通報装置含む）に対するの必要性や適正な配置についての検討が必要である。また、紫外線処理設備は既設設備への追加として計画されることが多いため、既設設備との連動運転を行う必要がある場合は各種信号等の取合いについても検討し、既設設備であるポンプ盤等の機能増設の費用も考慮する必要がある。また、紫外線未照射水を流出させないために異常時の緊急遮断弁の急閉や、水源地等の関係から設備の設置個所が山間部である施設が多いため、落雷による紫外線照射装置が故障しないように避雷器等の設置及び停電時の対策として発電機を設置することなどの検討が必要となる場合もあり、緊急遮断弁の急閉時には、水撃や負圧が発生する可能性があり、そ

の影響でスリーブを破損する恐れがあるため急閉動作の検討や、落雷発生時の対策として直撃雷に対応できる避雷器の採用やアース線から侵入する雷サージもあるためそれに対応する避雷器の設置の検討、停電時対策として発電機のほかに無停電電源装置を設け、発電機の電源確立までの時間を無停電電源装置からの電源供給で消費電力の少ない紫外線ランプを点灯させ続け、紫外線未照射水が発生しない状況を作ることなどの検討を行うことも良いと思われる。

## 2) 設備概要及び仕様の決定

設備概要及び仕様は施設により異なるが、水道施設設計指針 5.19.4 紫外線照射装置、5.19.5 設置・安全対策を参照とした設備となるように検討され決定される。基本的な仕様条件の表記としては、設計指針及び維持管理指針の参考事例を次に示す。

### (1) 設備概要

- ① 計画処理水量      〇,〇〇〇m<sup>3</sup>/日
- ② 紫外線処理装置    2基（1基予備）
- ③ ストレーナ          1台
- ④ 着水井              2槽
- ⑤ 緊急遮断弁         2台
- ⑥ 次亜注入設備      一式

### (2) 仕様

- ① 紫外線照射量      10mJ/cm<sup>2</sup>  
(処理水量 95%に対して確保される紫外線照射量)
- ② 照射槽              型式：内照式〇〇〇〇型  
形状：φ〇〇〇mm×L〇,〇〇〇mm
- ③ 紫外線ランプ      型式：低圧、低圧高出又は中圧  
本数：〇本/基  
形状：φ〇mm×L〇,〇〇〇mm
- ④ ランプスリーブ    仕様：石英ガラス  
本数：〇本/基（湿式の場合は、ランプ本数+1本）
- ⑤ 自動洗浄装置      方式：〇〇式  
台数：1台/基
- ⑥ 紫外線強度計      方式：〇〇式  
台数：1台/基
- ⑦ 緊急遮断弁         型式：〇〇〇〇弁  
仕様：口径φ〇〇〇、電源 200V、駆動部 0.4Kw  
その他の設計条件として対象水の水質や装置の要件を記載することと

なる。上記の各機器の仕様に関してはメーカーごとで表現が変わることから、メーカーの特定となる表現に注意が必要である。

#### 5.5.4 維持管理について

紫外線処理設備の維持管理としては平成 18 年度版の維持管理指針には記載がなかったことから、メーカーからの推奨や平成 19 年に厚生労働省より紫外線処理設備を導入する際の適用要件および運転管理に関する現時点での知見についての参考として提供された「紫外線処理設備について」に示されていた点検の頻度や予備部品の例を参考に維持管理を行ってきた施設が多いと思われるが、平成 29 年 3 月に改訂となった維持管理指針に 7.17 紫外線処理設備が追加となり、①日常管理、②原水の水質管理、③紫外線照射量の監視、④運転開始・停止時の留意点、⑤結露・凍結対策、⑥定期点検、⑦異常時対応、⑧予備品、交換周期の目安、⑨安全対策の各項目についてより明確に示され、紫外線処理設備の維持管理に活用ができるようになったので参考としたい。

その維持管理指針には点検内容による整備周期や点検表の例なども記載されているため詳細についてはここで述べないが、紫外線処理の装置自体には備わらないが必要とされる付帯設備についての記載があり、抜粋すると②原水の水質管理では処理対象水が適用要件を満たさない場合は取水停止を視野に入れるために常時監視可能な濁度計を備えること。④運転開始・停止時の留意点として運転開始時には紫外線が照射されていない未処理水が紫外線照射装置から流出しないよう留意し、運転停止時は水撃作用の発生によりランプスリーブや紫外線ランプの破損が起きないように事前に対応策を講じておく。⑤結露・凍結対策として設置環境により結露の発生する恐れがある箇所があり紫外線強度計の誤指示による支障をきたす恐れがあり、冬季の長時間停止時は凍結の恐れがあるために照射槽内に水が滞留しないよう装置本体又は配管に水抜き用のバルブを設けるなどの配慮が必要とのことである。

これらは維持管理での記載ではあるが、紫外線処理設備の計画時当初に検討する必要がある設備であり、維持管理指針の改訂以前に導入された施設は別として、上記の 5.5.3 紫外線処理設備の計画で検討することとなるが、各々に対する対策例を挙げると、②に対しては濁度計を設置し、適用要件を超過する場合に自動停止条件や警報発報の回路を設け、その状況を監視装置又は通報装置を用い常時監視を行う。④に対しては紫外線処理設備の運転開始が送水ポンプ等の運転に連動する場合に、送水先の運転水位の設定を考慮した上でポンプ運転に遅延タイマー等を設け、運転開始時に紫外線処理設備が十分な紫外線照射量となった後に送水ポンプを運転させることや、水撃防止装置（エアチャンバー）の設置、インテグ回路を組み込んだ電動弁の設置又はインバータによるポンプ回転数制御などの方法で水撃対策を行なう。⑤に対しては照射槽の二次

側に水抜き用の排水電磁弁を設け、温度センサによる照射槽内水の排水工程の制御回路を組み込むことにより長時間停止時の凍結対策が可能となる。またポンプ等の連動に関わらずに紫外線を連続照射する設備の場合には、ポンプ等の停止時の紫外線照射による滞留水の水温上昇時に排水工程を行うことによって結露の抑制や水質の悪化を防ぐ効果もあると思われる。

上記の対策例は1例であり、処理対象水の水質や設置環境及び紫外線処理設備のメーカー判断によっては設けることができない設備もあるが、導入される紫外線処理設備については、設計段階から維持管理がしやすい機能を設けることや機器の配置に注意をすること。また、経験の浅い職員や業務委託の受託者が点検等を行う場合でも適切な維持管理が行えるように、水道施設設計指針や維持管理指針を基に分かりやすい点検表や操作説明書及び異常時の対策を網羅したマニュアルを作成することが望ましいと思われる。

### 1) アンケート「3. 紫外線処理設備の概要」に対する考察

#### (1) ランプの種類

東北地方の導入回答では施設能力が最小 22m<sup>3</sup>/日から最大 20,000m<sup>3</sup>/日の 42 施設のすべてが低圧又は低圧（高出力）の紫外線ランプを採用しており、中圧紫外線ランプの採用は無い状況である。水道施設設計指針の 5.19.4 紫外線照射装置の解説では「一般には、処理水量が少ない場合には、効率が高い低圧紫外線ランプが適するが、処理水量が多い場合には、ランプ1本あたりの出力が大きい中圧紫外線ランプが適する。具体的にはメーカー資料等により詳細を比較した上で、採用を決定する。」との表記があり、アンケート結果からは、東北地方の導入事業者では処理水量が少ない施設が多いことも要因にはなるが、中圧紫外線ランプの長所であるランプ1本あたりの出力が大きい設備が小さい、処理水量の多い施設に対応できる、ランプ交換本数が少ないなどよりも、低圧紫外線ランプの長所である不活性化効率が良い、変換効率が良い、ランプの寿命が長い、ランプ不点時の影響が少ないということの方が採用に有利だったものと思われる。

#### (2) 照射槽の型式

内照式流水型、内照式管路密閉型、その他（内照式）のうち内照式管路密閉型が大半を占めるが、メーカーによる照射方式の表現の違いによるもので、ハウジング内の水流の中にランプを設置する内照式としては 100%の結果となった。

内照式に対して透明管に水を通し、その周囲に紫外線ランプを配置して照射する構造の外照式や開水路に設置する方法などもあるが、水道施設設計指針の「形式は、設置面積が少なく済む、空気由来の汚染の心配がな

い、作業従事者への紫外線暴露の危険性が少ない等の理由から、内照式管路型が一般に採用される。」という記載にもあるように、設備的にも内照式は有利な点が多くあり、メーカーも多くの内照式を製作しているため、回答結果のように採用が多くなったと思われる。

### (3) 紫外線処理設備の系統数

水道施設設計指針では「台数は維持管理や事故等による停止を考慮して、二系統以上となるよう複数基設置することが望ましい」と記載されており、研修会の資料にも日常管理の効率的な運転・信頼性向上を図るための運転制御方法例として、装置の紫外線強度が低下等の異常時に予備装置に自動的に切替えるということが記載されている。アンケート結果は装置として二系統以上ある浄水場は90%以上となり、そのうち予備系を有する浄水場は80%を超えるという回答を得た。多くの浄水場で水道施設設計指針の要件を満たすが、紫外線照射装置を複数設置したくても設置スペースが無いことや予算の関係で一系統のみや予備系がない状況があると考えられる。

### (4) 一系統あたりのランプ出力及び本数

ランプの1本あたりの出力は22Wから最大730Wと幅広く、一系統当たりの本数は2本から18本となっており、一系統当たりの処理能力とランプ出力及び本数の相関図からは、ある程度正の相関があるが、処理能力が少なくても出力×本数(W・本)が多いものも見受けられ、これは特定のメーカーに偏ったものではないことから、処理対象水の紫外線透過率などの水質結果によって検討判断されたものと思われる。

紫外線ランプの本数については、処理能力が300m<sup>3</sup>/日を超える浄水場において3本以上となる傾向が見受けられる。これは処理水量の増により照射槽の形状(口径の増加等)やその他の要因によって紫外線照射強度に分布が生じるため、対策指針で定められている「紫外線処理設備として紫外線照槽を通過する水量の95%以上に対して、照射量を常時10mJ/cm<sup>2</sup>以上確保しなければならない」ことに対し、適正な照射分布強度の確保のため本数が増えていくものと思われる。

### (5) 照射量

すべての施設が対策指針による10mJ/cm<sup>2</sup>以上となっており、その中で最高40mJ/cm<sup>2</sup>という施設があるが、この施設の導入時期(平成16年度)は対策指針が出る前である。これは日本よりも紫外線処理設備の採用が早かったオーストリアが1993年に国際食品規格により紫外線量を40mJ/cm<sup>2</sup>とするなど、欧米諸国において換算紫外線照射量40mJ/cm<sup>2</sup>を採用していたことから、当時の設備仕様であったと推測される。

#### (6) 一系統当たりの紫外線強度計の数量

照射槽内の紫外線強度を測定する感光検出器である紫外線強度計は、1施設を除き1系統当たりの台数は1台となっている。型式としては照射槽側面に設置される乾式と照射槽内中心部に設置される湿式に分けられ、導入するメーカーによって違いがあり、一系統に3台を有する施設については、東北地方での導入が1例のみのメーカーの製品であることから測定に対する方式の違いによると思われる。

#### (7) 運転制御及び監視方法

回答のあった全施設に対し、運転方法は取水・送水・配水との連動運転が7割、常時運転が約3割弱であり、遠方監視は全体の約6割、濁度超過による自動停止の制御も6割の結果となった。この問いは複数回答可となっており、回答の組み合わせとしては、連動又は常時運転に濁度超過による自動停止を備え遠方監視を行っている施設が半数を占め、連動運転+自動停止の組み合わせで遠方監視が無いと思われる回答もあるが、紫外線処理設備に異常が発生した際は早期対応が必要となるため、遠方監視がない施設であっても一般電話回線等を利用した通報装置が設けられ監視されているものと思われる。

### 2) アンケート「4. 維持管理体制」に対する考察

維持管理の基本事項は、装置の性能を左右する2大要因である対象水の水質及び装置の紫外線照射量を監視することであり、所定範囲を逸脱の場合は取水停止、装置の運転停止等の処置を行うため、日常管理・定期点検の適正な実施と記録の保管は重要となる。

#### (1) 日常点検

維持管理上の留意点として、常に設計性能が得られるように維持管理（運転状態の点検、保守部品の交換、センサ類の校正）を適正な頻度と方法で実施する必要がある、職員による通常の運転時における日常点検の結果としては、週1回ないし週2回で実施するところが半数を占めるが週3回実施する施設もある。週2回以上複数回の点検と回答した施設について、前段のアンケートの問いである運転制御及び監視方法で、他浄水場からの遠方監視を行っていない施設の場合に回数を多くしている傾向が若干みられる。これは、遠方監視が無いためリアルタイムで紫外線処理設備の状況が把握できない場合に点検頻度を高くし対応している可能性があると思われる。また、今回の問いは職員による点検に特定されたものなので、点検頻度が月2回や職員による日常点検をしていない施設でも、業務委託等の何らかの形での点検は実施していると思われる。

## (2) 定期整備点検

定期点検については、1施設を除きほぼ全ての施設で委託を行っている。定期整備点検は日常点検と違い、紫外線照射槽内の点検、ランプスリーブ傷等の確認、自動洗浄装置の劣化判断、紫外線強度計の校正及び付帯設備である濁度計等の校正が必要となり、点検時のランプスリーブ破損等も考慮し委託する形となっているためと思われる。頻度については、2ヶ月に1回というものは委託内容により簡易点検を含めたものであり、4年に1回と回答されたものは定期整備の点検周期としては長いことから、問いの整備という表現から3年から5年の周期で実施する精密点検をイメージして回答されたものと推測される。

## (3) 紫外線処理装置の不具合事例の有無

不具合事例については約半数の施設で不具合が発生しており、導入年度が早い遅いに関わらず発生していることが読み取れる。故障の内容としては、ランプの故障、スリーブ皮膜の剥離、強度センサの故障及び洗浄用ワイパーの故障が数多く見受けられ、これらの故障については日常点検において確認を行う項目であることから、日常点検を行うことで早期の発見が可能である。

故障時の修繕は大半が設置業者等に依頼している状況であり、これは紫外線ランプの故障による取替などは、作業に特に専門的な技術を要するものではないが、故障原因の特定や紫外線ランプに対する安全対策を考慮した場合、依頼するほうが良いと判断されるためと思われる。

### 5.5.5 紫外線処理装置の技術的審査基準

平成19年の対策指針の策定を受け、平成20年に公益財団法人水道技術センター（JWRC）が、耐塩素性病原性物対象として位置づけられた紫外線処理における「紫外線照射装置が備えるべき要件」について、紫外線照射装置の性能及び品質等の適正化、一定水準以上の装置の水道事業者への供給、紫外線処理技術の浄水場への円滑かつ適切な導入促進を目的として、具体的な判断基準及び試験方法等を「JWRC 技術審査基準」として制定し適合審査を行っており、適合認定を受けた装置には適合認定証を貼り付けることが可能となるため、紫外線処理装置を販売する各メーカーは自社の製品が審査基準以上の性能を有する証明となる認定を受ける状況となっている。

平成28年9月現在の基準適合認定状況は、低圧ランプの紫外線照射装置が認定者数19企業、認定数78件、認定型式数164台であり、中圧ランプの紫外線照射装置は認定者数6企業、認定数19件、認定型式数32台となっており、

基準適合の認定を受けた装置の一覧は公益財団法人水道技術センターのホームページに掲載され、紫外線処理装置の認定を受けているメーカーが分かる状況となっている。

この審査基準は信頼性が高いものであることから、水道事業者が紫外線処理装置を導入する際には「公益財団法人水道技術センターの適合認定を受けたものであること。」を仕様で明記することで、一定水準以上の紫外線照射装置の導入ができると思われる。

なお、認定のための具体的な審査基準は次のとおりとなっている。

#### 1) ランプ能力（性能）

装置製造業者がランプの紫外線強度設計値を提示し、審査基準による紫外線強度試験において設計値以上の能力を有すること。また、ランプ寿命時の維持率設計値を提示し、紫外線強度維持率曲線において設計値を満足すること。

#### 2) 照射性能等

紫外線照射装置の照射性能としては、照射性能確認方法に従い次の条件のいずれかを満足すること。

(1) 紫外線照射量試験（①指標微生物の紫外線感受性測定試験、②紫外線照射装置の通水試験）により求めた対象装置の換算紫外線照射量(RED)が適合値以上である場合。

(2) CFD 解析モデルによる結果が、紫外線照射量分布図において規定要件を満足している場合。

(3) 低圧紫外線ランプの場合には照射槽内紫外線強度分布計算法により求めた最小紫外線強度と平均滞留時間の積が  $10\text{mJ}/\text{cm}^2$  以上であり、かつ照射槽内滞留時間分布試験により求める分散数が概ね 0.1 以下である場合。

なお、処理水量の多い中圧紫外線ランプを装備した照射槽の場合は、平均滞留時間が非常に短い場合が多く、トレーサ試験が困難であるため当該条件は除外となる。

#### 3) モニタリング性能

紫外線照射装置に設置する紫外線モニタはモニタリング性能試験において次の条件を満足すること。

(1) 紫外線モニタの測定値は、紫外線強度計の基準で規定する紫外線強度計に比べ変化率の誤差が 10%以内であること。

(2) 1ヶ月間の連続曝露劣化は、紫外線モニタのセンサ取り付け位置において10%以内であること。

#### 4) 浸出性

審査対象紫外線照射槽の浸出性は、資機材等の材質に関する試験（厚生省告示第45号）に従って得られた分析値が、水道施設の技術的基準を定める省令（厚生省令第15号）第1条第17号ハの規定に適合していること。

#### 5) 耐圧性

審査対象紫外線照射槽の耐圧性は、あらかじめ照射槽内に水を満たした状態とし、二次側を閉じ、次いで一次側より水压を加え、当該照射槽の最高使用条件における1.5倍以上の圧力を1分間加えて状態を観察し、漏れその他の異常がないこと。材質が同一又は同等であり、かつ構造及び製造方法が同様である紫外線照射槽については、既に適合認定を受けた紫外線照射槽で行った耐圧試験結果を用いることができるものとする。

#### 6) その他の性能

##### (1) 構造一般

- ・管路密閉型で外部からの汚染の心配がなく、また、紫外線が外部に漏れないこと。
- ・ランプの取り付け、取り外しが容易なこと。
- ・紫外線強度や水質の紫外線透過率変動などを示す紫外線モニタを設けること。

##### (2) 付属制御盤

- ・付属制御盤の絶縁抵抗は JIS C 0704 5. を満足すること。
- ・付属制御盤の耐電圧は JIS C 0704 6.1.2 制御回路の耐電圧値で試験を行い、試験前後で絶縁抵抗が JIS C 0704 5. を満足すること。
- ・付属制御盤の仕様に含まれる機能が正常に動作すること。

##### (3) 紫外線照射装置の主要部寸法公差

- ・図面寸法に（ ）書きがない場合は JIS B 0405 記号 v の規格値内にあること。（ ）書きがある場合は JIS B 0401-2 4. IT18 の規格値内にあること。

- 1) 厚生労働省(2011). 水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き (平成 23 年 12 月), p.2-40.
- 2) 厚生労働省. “水道におけるクリプトスポリジウム等対策の実施状況について(平成 27 年 3 月末現在調査結果)”. 厚生労働省ホームページ. <http://www.mhlw.go.jp/>, (参照 2017-1-31)
- 3) 厚生労働省. “緊急時水循環機能障害リスク検討委員会－淀川流域ケーススタディー－”. 厚生労働省ホームページ. <http://www.mhlw.go.jp/>, (参照 2017-1-31)
- 4) 環境省. “水俣条約について”. 環境省ホームページ. <http://www.env.go.jp/chemi/tmms/>, (参照 2017-1-31)
- 5) 藤原正弘ら(2011). 健康リスク低減のための新たな浄水プロセス及び管路更新手法の開発に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合研究事業 平成 20 年度～22 年度 総合研究報告書. 公益財団法人水道技術研究センター, p.19.
- 6) 公益財団法人水道技術研究センター. “JWRC 事業案内 2016 パンフレット”. 水道技術研究センターホームページ. <http://jwrc-net.or.jp/>, (参照 2017-1-31)
- 7) 公益財団法人水道技術研究センター(2010). 浄水技術ガイドライン 2010, p.168.

## 第6章 参考資料

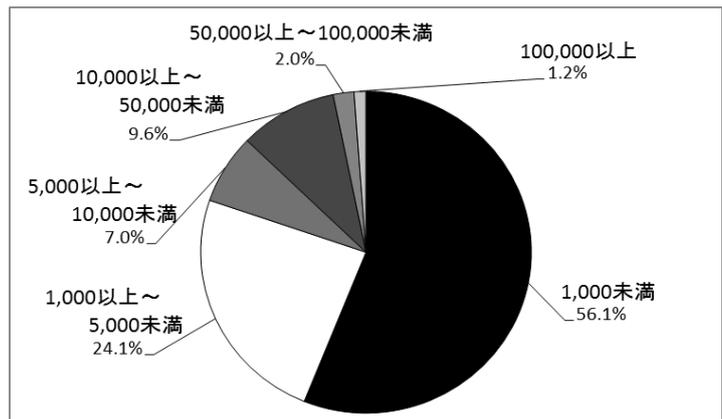
### 6.1 アンケート集計結果

アンケート調査で得られた集計結果の全てについて、次項より掲載する。

<A.すべての施設>

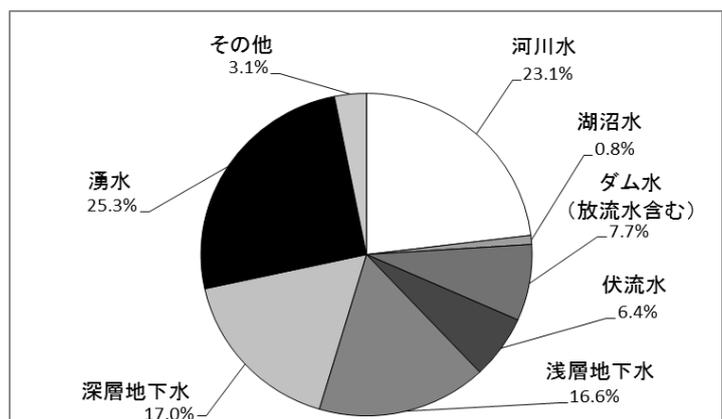
施設能力(配水能力)はどのくらいですか。(m<sup>3</sup>/日)

1,000未満	386
1,000～5,000	166
5,000～10,000	48
10,000～50,000	66
50,000～100,000	14
100,000以上	8



水源の種別はなんですか。【複数回答可】

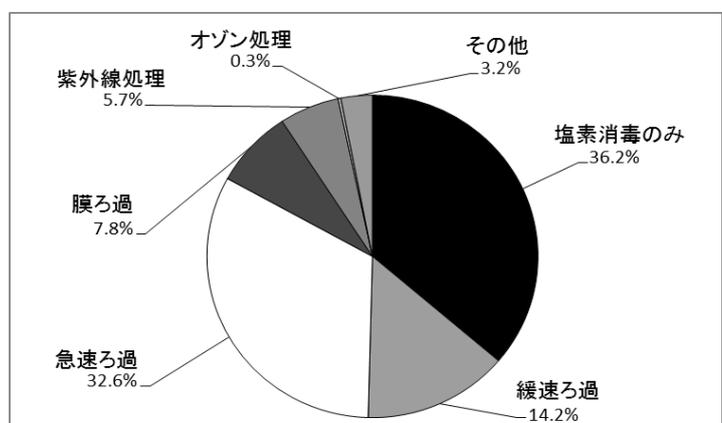
河川水	178
湖沼水	7
ダム水(放流水含む)	59
伏流水	49
浅層地下水	128
深層地下水	131
湧水	195
その他	24



その他: 浄水受水, 浸透水, 表流水, 深井戸(被圧帯水層)

浄水処理方式はなんですか。【複数回答可】

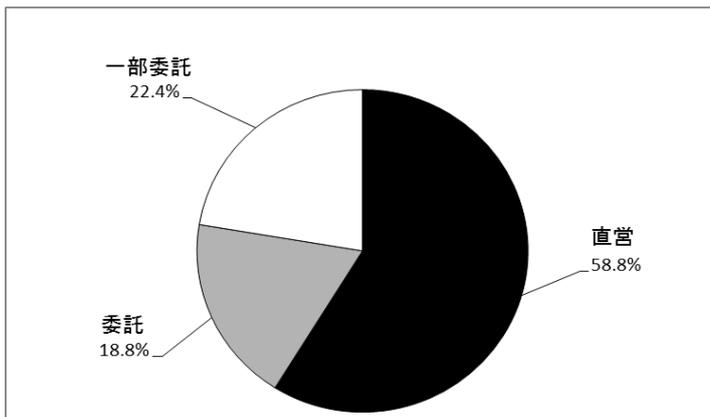
塩素消毒のみ	260
緩速ろ過	102
急速ろ過	234
膜ろ過	56
紫外線処理	42
オゾン処理	2
その他	22



その他: エアレーション, 苛性ソーダ, 活性炭処理, 除マンガンろ過, 遊離炭酸除去

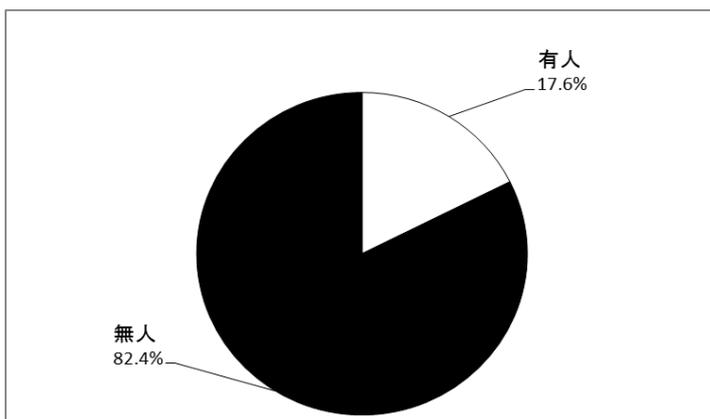
浄水場の運転管理は直営ですか。

直営	405
委託	129
一部委託	154



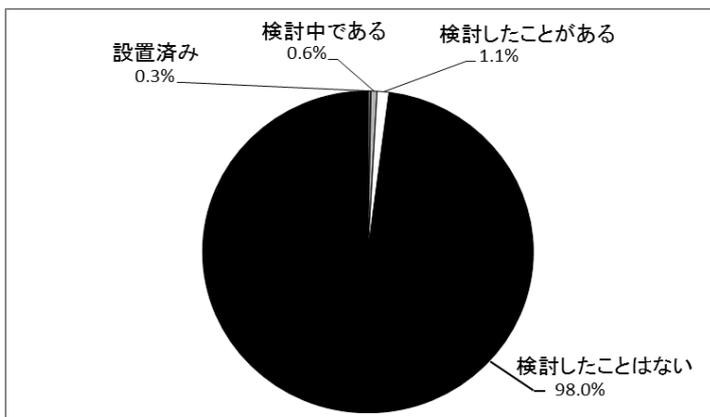
浄水場は有人で運転していますか。

有人	121
無人	565



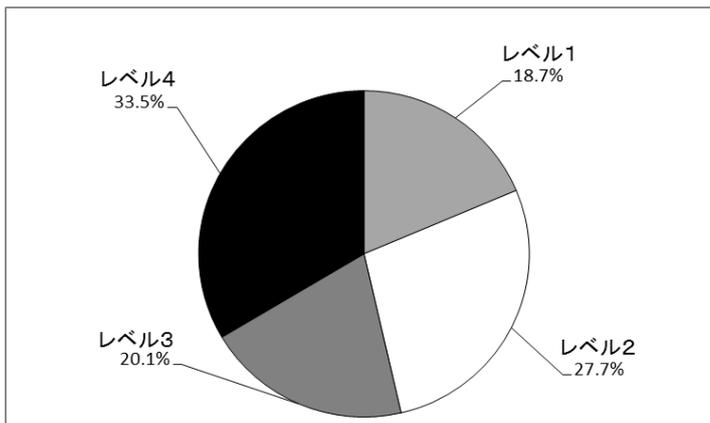
排水処理施設に紫外線処理設備を設置していますか。

設置済み	2
検討中である	4
検討したことがある	8
検討したことはない	670



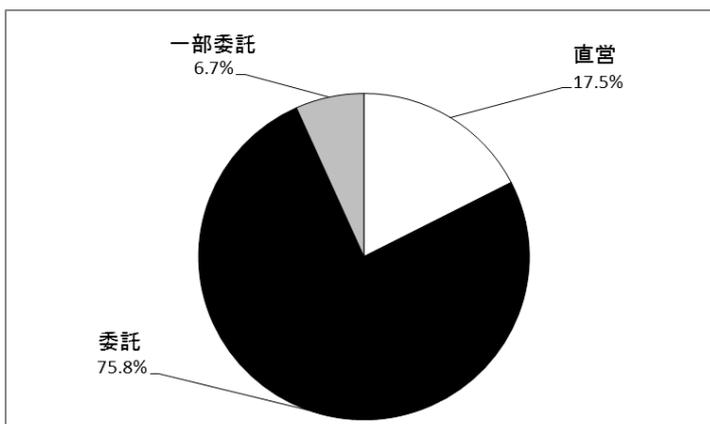
クリプトスポリジウム等対策指針におけるリスクレベルはどれに該当しますか。

レベル1	129
レベル2	192
レベル3	139
レベル4	232



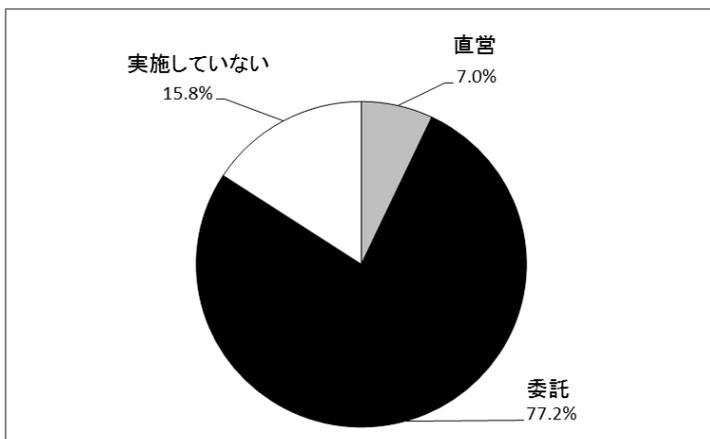
基準項目の水質検査は直営の水質検査部署で行いますか。

直営	120
委託	520
一部委託	46



クリプトスポリジウムの検査は直営の水質検査部署で行いますか。

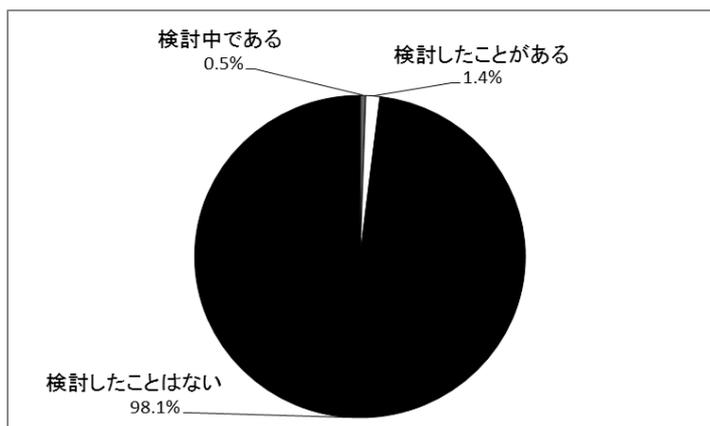
直営	48
委託	527
実施していない	108



### <B.原水が地表水またはろ過設備がある浄水場>

浄水処理における消毒の補完あるいは増強施設として紫外線処理設備導入を検討していますか。

検討中である	2
検討したことがある	5
検討したことはない	355



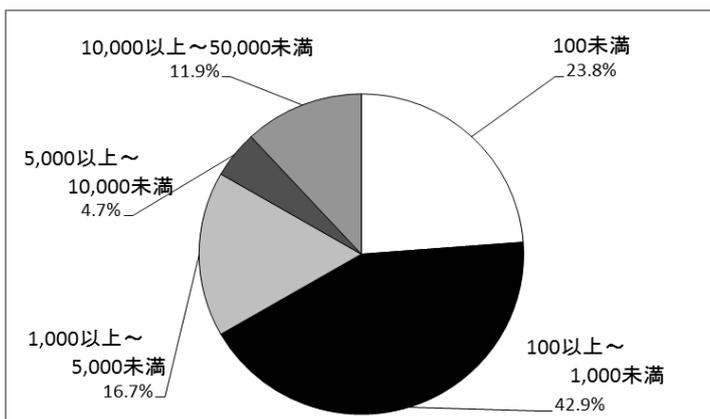
#### 検討内容・理由

- 以前から指標となる大腸菌が検出されているため。
- 浄水方法、実施時期について検討中であるが、当面の間原水水質の観測と施設管理を強化している。
- 原水中の嫌気性芽胞菌の検出があることから、紫外線処理設備の検討をしたが、金額等により現在は、ろ過水濁度監視の強化により対応している。
- 原水としている川の上流域にて、酪農家が数件いる為、クリプトスポリジウム等の発生源になる可能性があることから、紫外線処理施設の導入を検討したことがありましたが、代替水源があり配水ブロックの切替が出来ることと、適正な浄水処理及びろ過濁度管理をおこなうことで対応出来るとの考えで導入を見送った経緯がありました。

<C.紫外線処理設備導入済み>

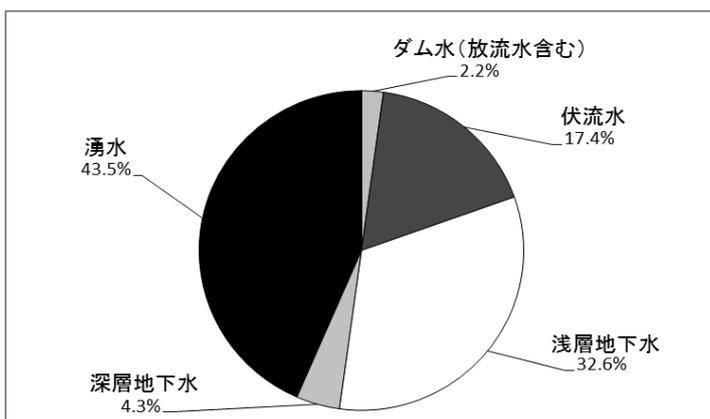
施設能力(配水能力)はどのくらいですか。(m<sup>3</sup>/日)

100未満	10
100以上～1,000未満	18
1,000以上～5,000未満	7
5,000以上～10,000未満	2
10,000以上～50,000未満	5
50,000以上	0



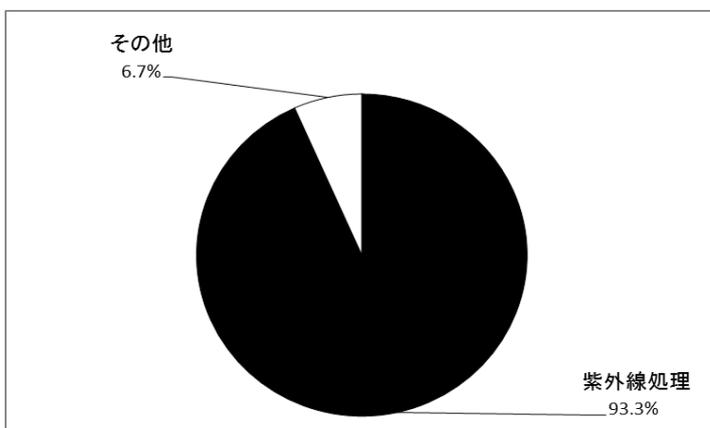
水源の種別はなんですか。【複数回答可】

河川水	0
湖沼水	0
ダム水(放流水含む)	1
伏流水	8
浅層地下水	15
深層地下水	2
湧水	20
その他	0



浄水処理方式はなんですか。【複数回答可】

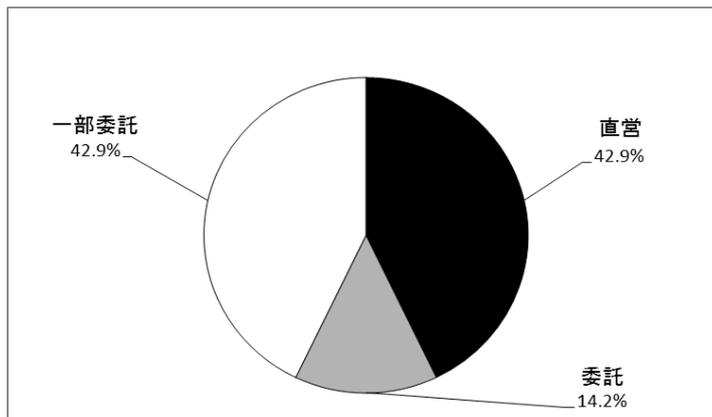
塩素消毒のみ	0
緩速ろ過	0
急速ろ過	0
膜ろ過	0
紫外線処理	42
オゾン処理	0
その他	3



その他: 除マンガンろ過(2), エアレーション(1)

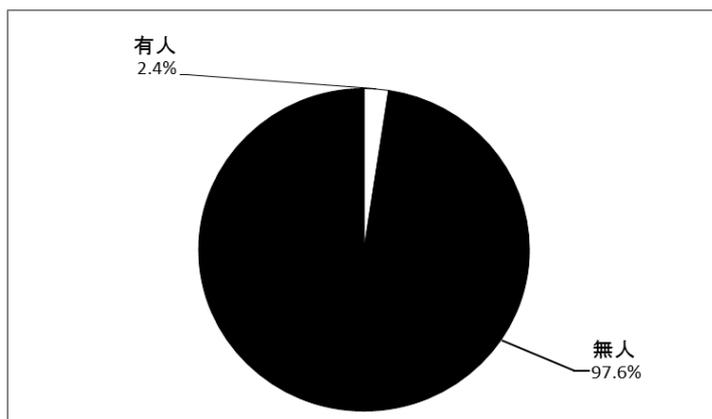
浄水場の運転管理は直営ですか。

直営	18
委託	6
一部委託	18



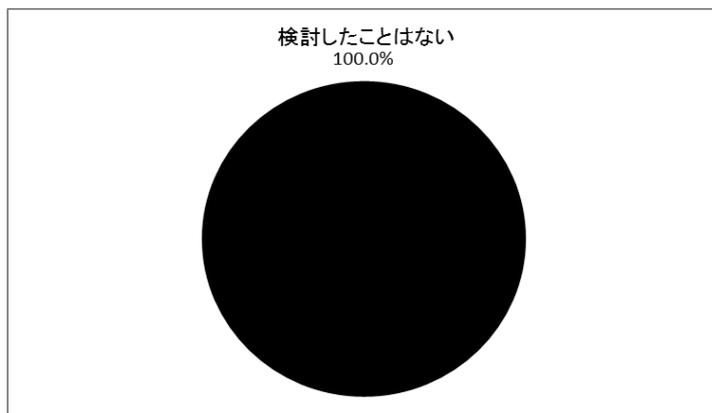
浄水場は有人で運転していますか。

有人	1
無人	41



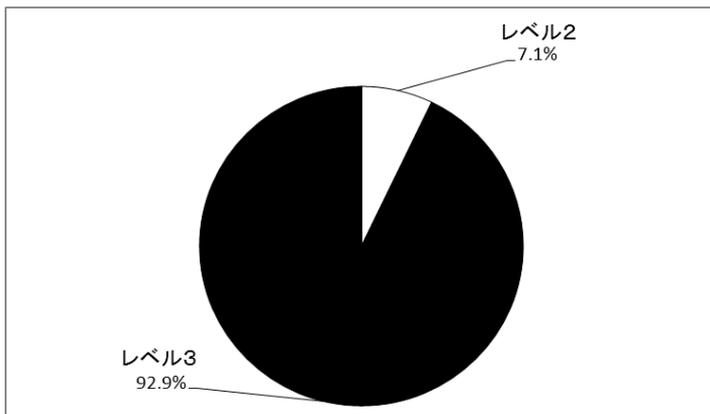
排水処理施設に紫外線処理設備を設置していますか。

設置済み	0
検討中である	0
検討したことがある	0
検討したことはない	41



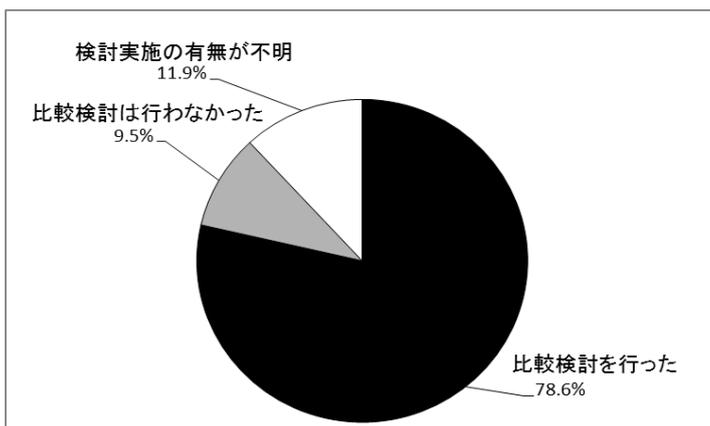
クリプトスポリジウム等対策指針におけるリスクレベルはどれに該当しますか。

レベル1	0
レベル2	3
レベル3	39
レベル4	0



膜処理との比較検討は行いましたか。

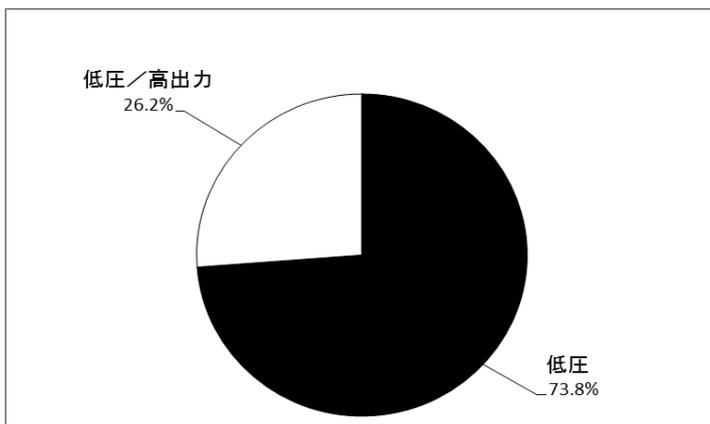
比較検討を行った	33
比較検討は行わなかった	4
検討実施の有無が不明	5



UVを選定した理由：膜処理と比較してコスト面で有利であるため

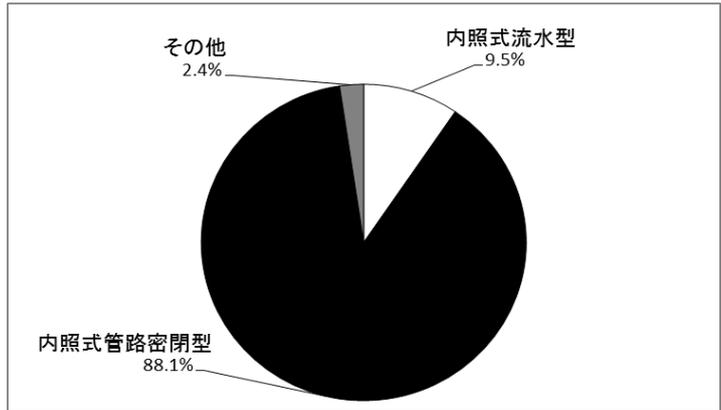
ランプの種類はなんですか。

低圧	31
低圧／高出力	11
中圧	0



照射槽の形式はなんですか。

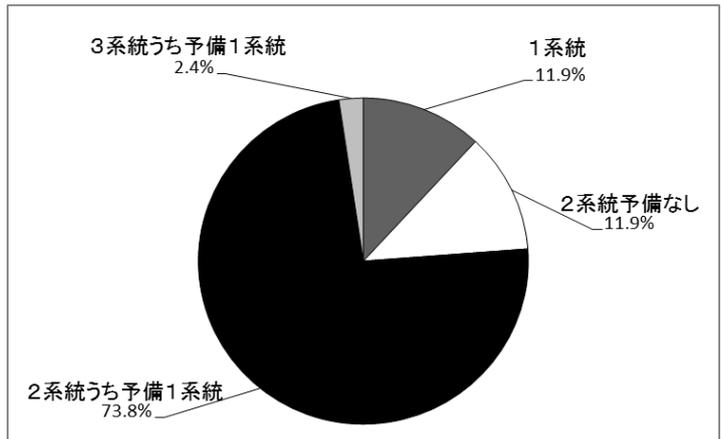
内照式流水型	4
内照式管路密閉型	37
その他	1



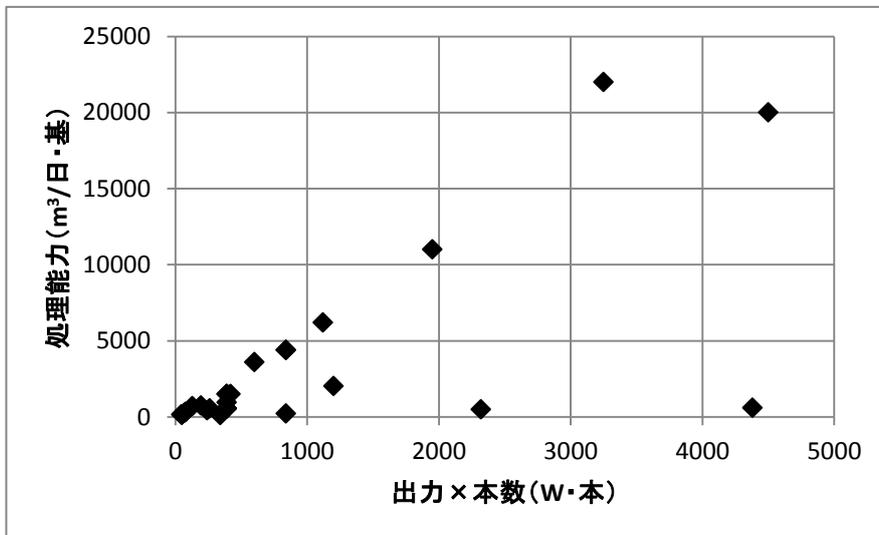
その他: 内照式(流水型、管路密閉型いずれにも分類できないため、その他に分類した)

紫外線処理設備の系統数はいくつですか。

1系統	5
2系統予備なし	5
2系統うち予備1系統	31
3系統うち予備1系統	1

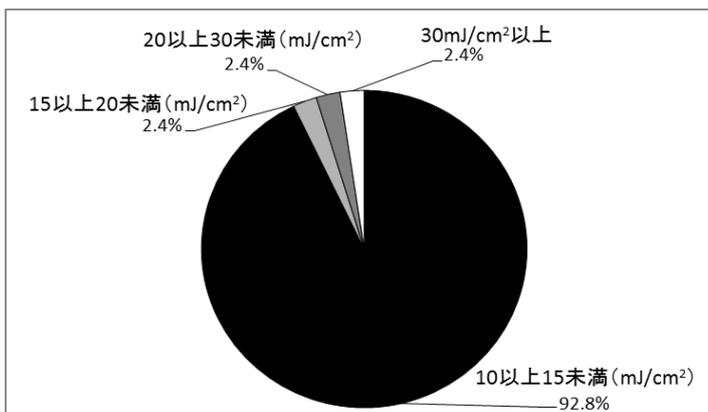


1系統あたりの処理能力とランプ出力及び本数との相関



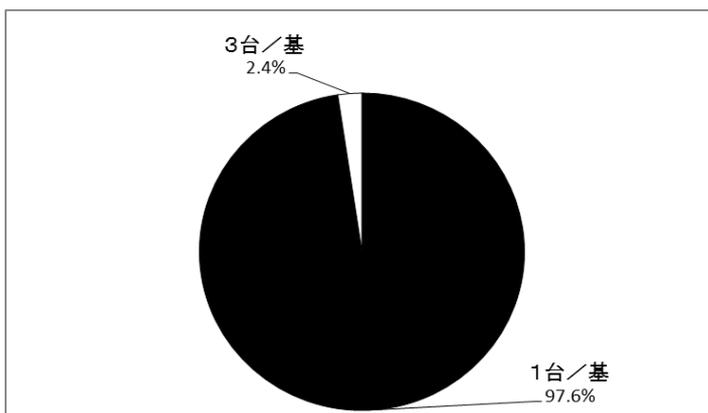
照射量はいくつですか。

10以上15未満 (mJ/cm <sup>2</sup> )	39
15以上20未満 (mJ/cm <sup>2</sup> )	1
20以上30未満 (mJ/cm <sup>2</sup> )	1
30mJ/cm <sup>2</sup> 以上	1



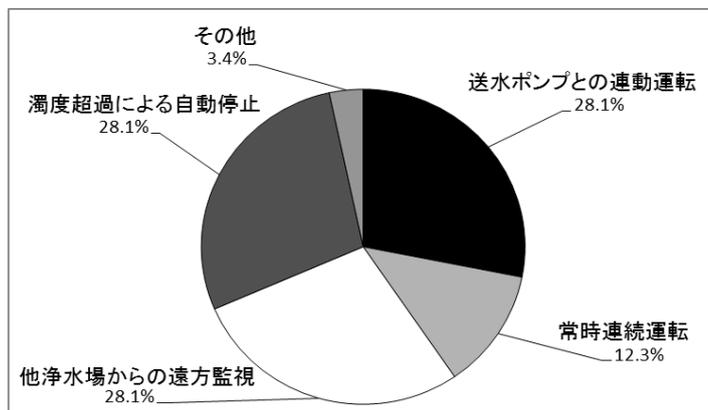
1系統あたりのUVモニタ数量はいくつですか。

1台/基	41
2台/基	0
3台/基	1



運転制御および監視方法はどのようなものですか。【複数回答可】

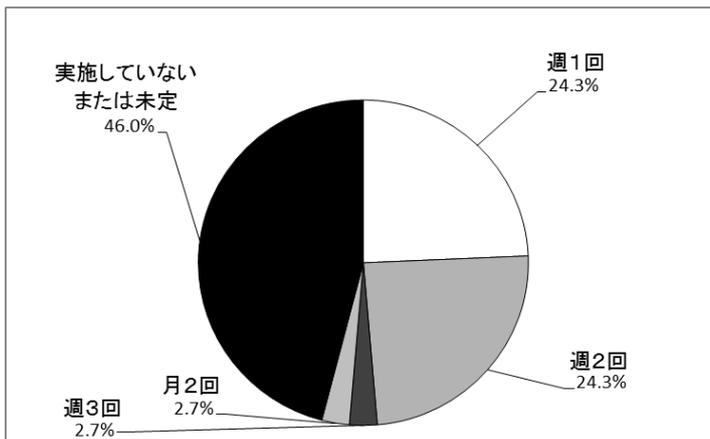
送水ポンプとの連動運転	25
常時連続運転	11
他浄水場からの遠方監視	25
濁度超過による自動停止	25
その他	3



その他: 配水池水位との連動運転, 取水ポンプとの連動運転

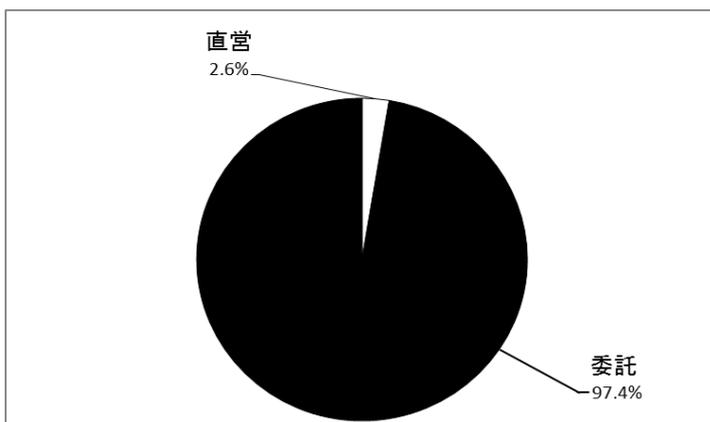
職員による日常点検の回数はどうにしていますか。

週1回	9
週2回	9
週3回	1
月2回	1
実施していない または未定	17



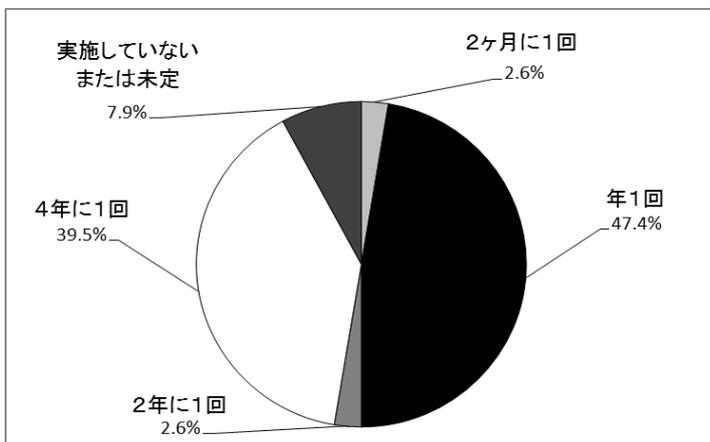
UVランプの交換, センサーの校正等の定期整備点検は直営ですか。

直営	1
委託	37



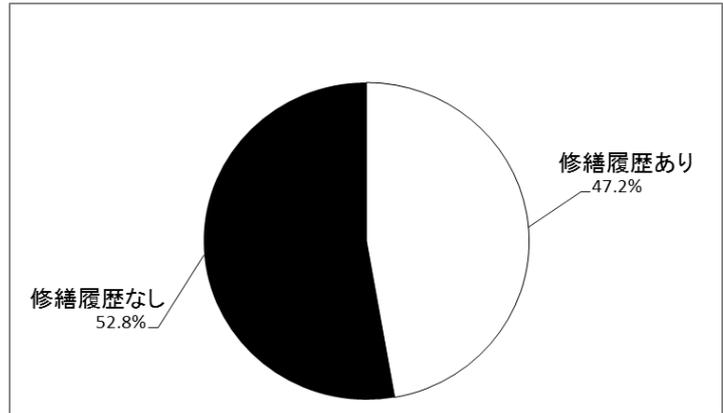
定期整備点検の回数はどうにしていますか。

2ヶ月に1回	1
年1回	18
2年に1回	1
4年に1回	15
実施していない または未定	3



UV装置の不具合事例はありましたか。

修繕履歴あり	17
修繕履歴なし	19

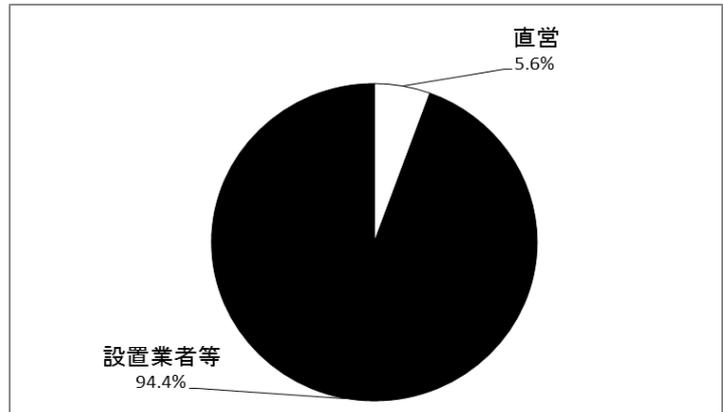


不具合の内容

- UVランプ切れ
- センサコネクタ断線
- ワイパ故障
- 強度センサーの故障
- 強度センサーアタッチメント内部結露
- 流入電動弁故障
- ランプスリーブ被膜剥離
- ランプ安定器故障
- ランプスリーブ割れ
- 外圧による洗浄装置の軸からの漏水
- 漏水
- 紫外線強度低下

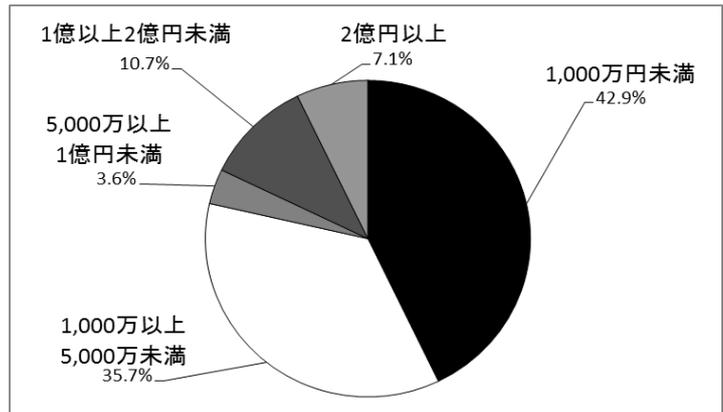
不具合の修繕は直営で行いましたか。

直営	1
設置業者等	17



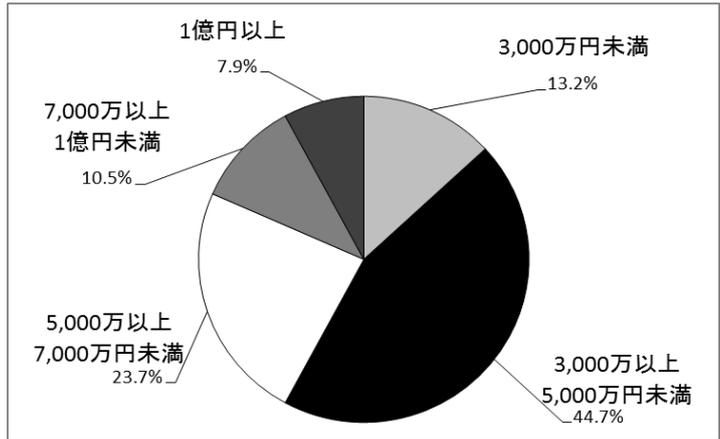
建築構造物に要した費用はいくらですか(新築の場合)。

1,000万円未満	12
1,000万以上5,000万円未満	10
5,000万以上1億円未満	1
1億以上2億円未満	3
2億円以上	2



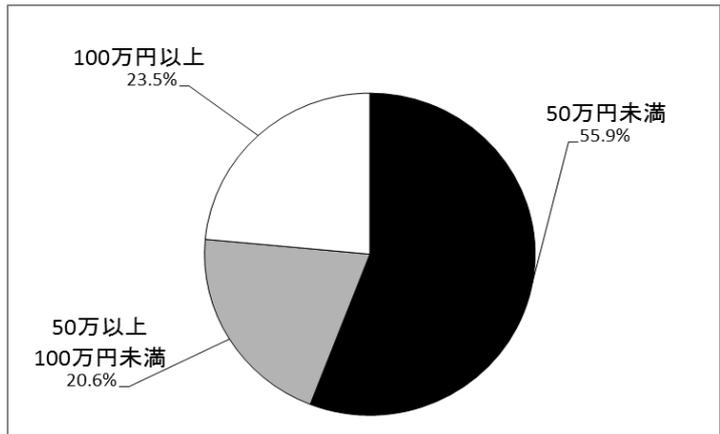
紫外線設備に要した費用はいくらですか。

3,000万円未満	5
3,000万以上5,000万円未満	17
5,000万以上7,000万円未満	9
7,000万以上1億円未満	4
1億円以上	3



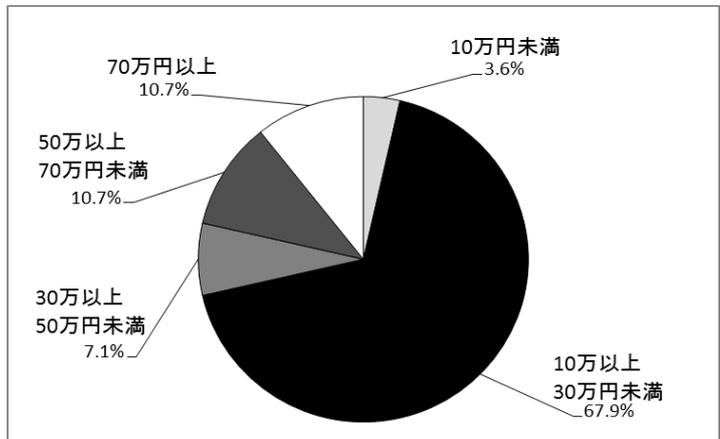
年間の維持管理費(点検にかかる費用)はいくらですか(総額)。

50万未満	19
50万以上100万未満	7
100万以上	8



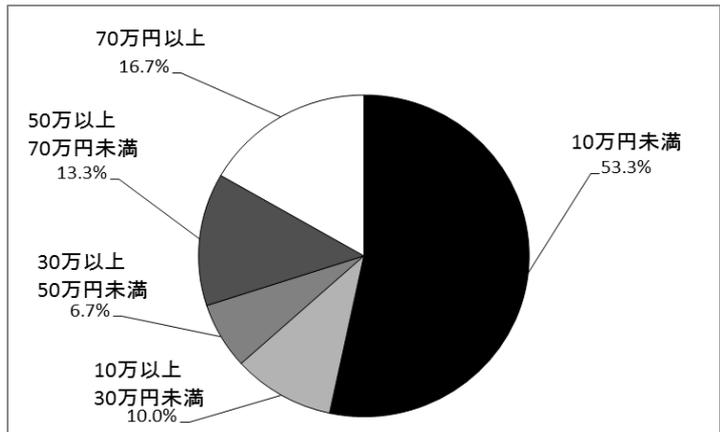
年間の維持管理費(点検にかかる費用)はいくらですか(部品を除く費用)。

10万未満	1
10万以上30万未満	19
30万以上50万未満	2
50万以上70万未満	3
70万以上	3



年間の維持管理費(点検にかかる費用)はいくらですか(部品等の費用)。

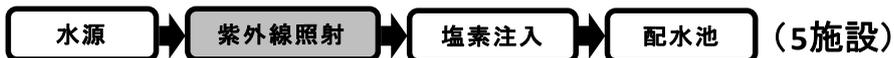
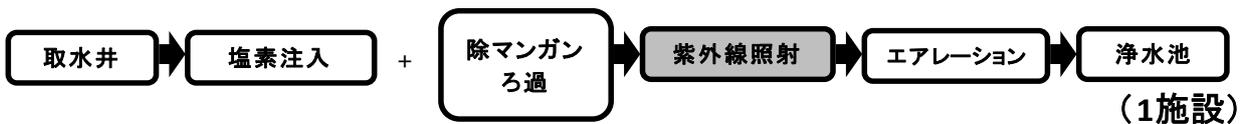
10万未満	16
10万以上30万未満	3
30万以上50万未満	2
50万以上70万未満	4
70万以上	5



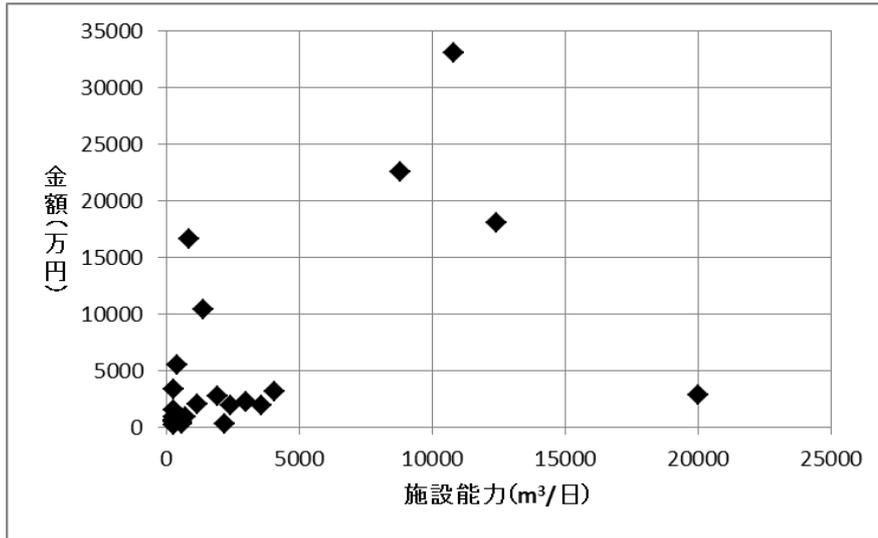
紫外線処理設備導入後の問題点と今後の課題はなんですか。

- UVランプ出力が固定のため効率的でない。
- UVセンサの精度に多少不安がある。
- 降雨などで色・濁度が上昇し基準を超えるような水源では、紫外線処理だけでは対応が出来ない。
- 設置から年数が経過するにつれ、異常、故障の発生が増加傾向にある。
- 現在、ランプの交換時期をメーカー推奨期間としているが、照射強度等に問題がない場合の取り扱いについて検討する。

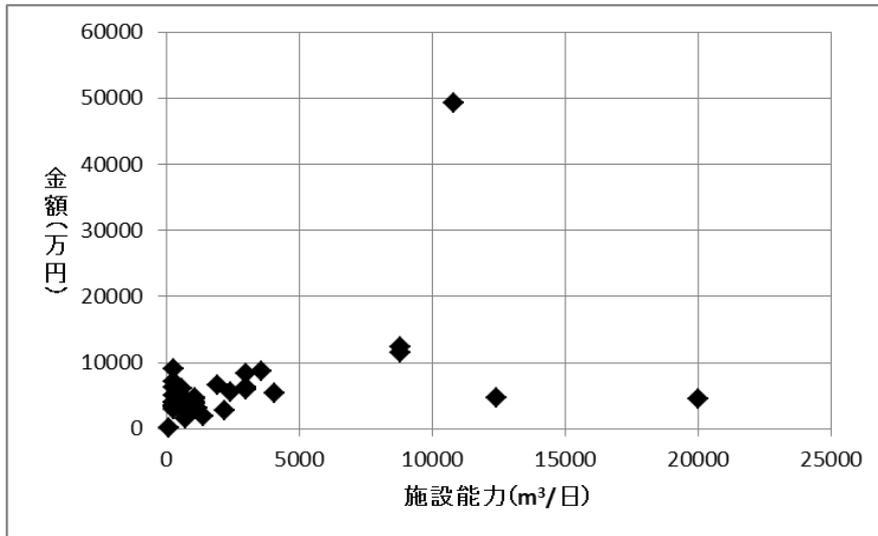
浄水処理フローはどのようになっていますか。



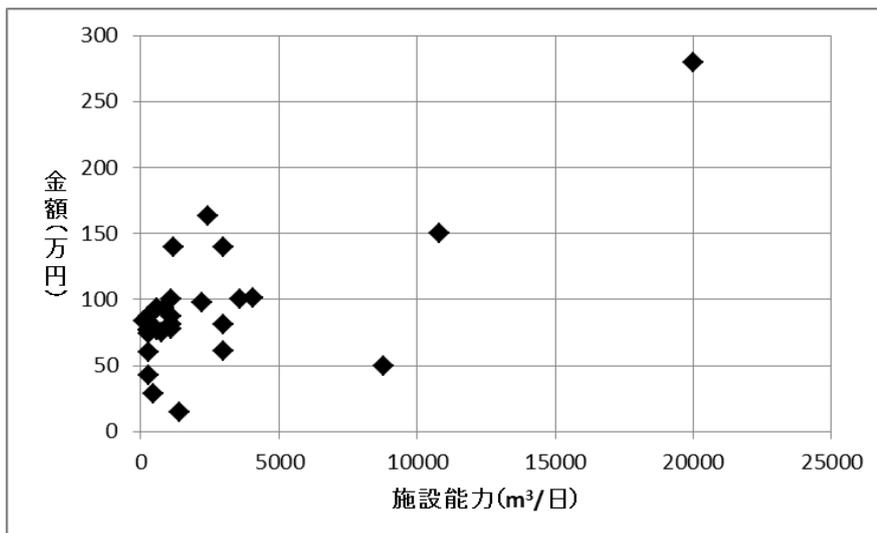
処理能力と建築構造物にかかった費用の相関(新築の場合)



処理能力と紫外線設備にかかった費用の相関

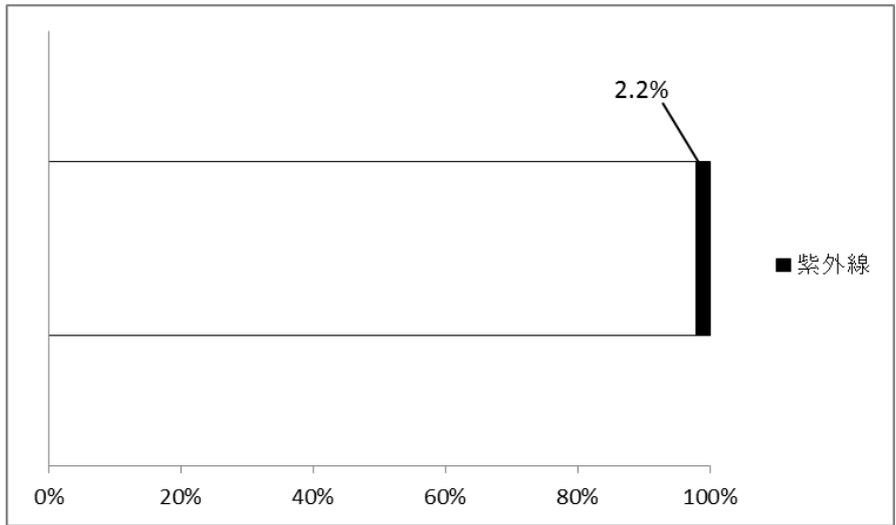


処理能力と点検費(総額)の相関

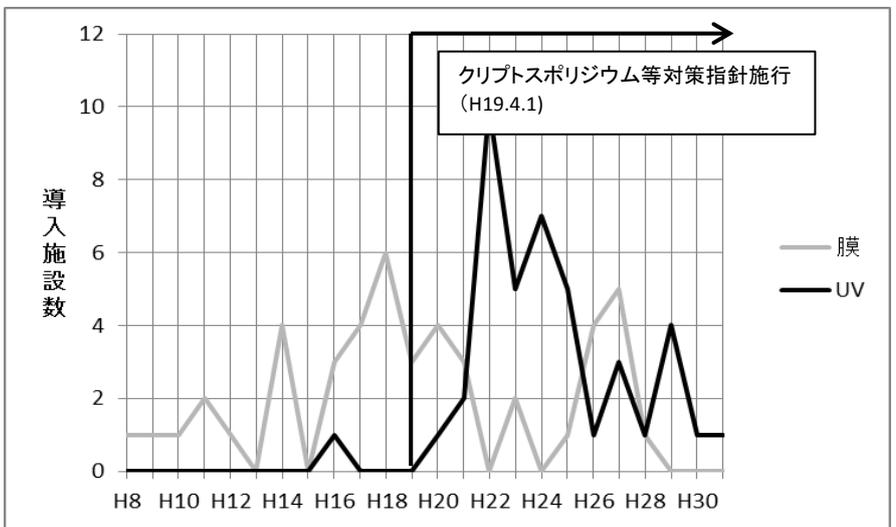


全体の施設能力(UV含む)におけるUV処理水量の割合

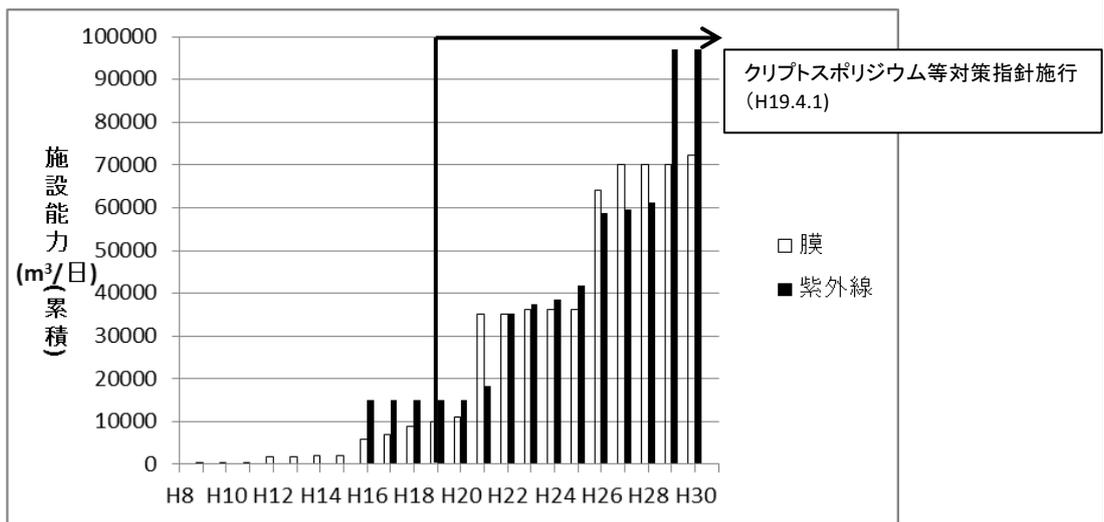
紫外線処理水量(m <sup>3</sup> /日)	97,327
全施設の処理水量(m <sup>3</sup> /日)	4,483,667



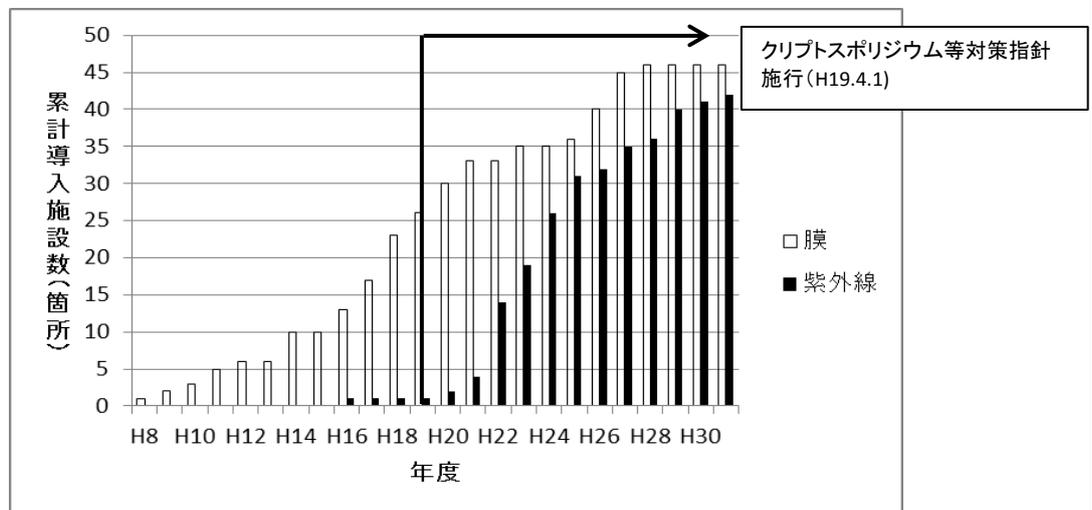
年度別膜処理設備及び紫外線処理設備導入施設数の推移



紫外線処理と膜処理の施設能力(累積)の推移(計画含む)



年度別膜処理設備及び紫外線設備導入施設数の推移(累計)



県名	施設能力 (配水能力) (m <sup>3</sup> /日)	リスクレベル	3. 紫外線処理設備の概要													
			1. 導入時期		2. 紫外線処理設備選定について		3. 紫外線処理設備の概要		4. 1系統あたりのランプ出力及び本数		5. 照射量		6. 1系統あたりの紫外線モニタ数量		7. 1系統あたりの処理能力	
			年度	(1) 膜処理との比較検討 1. 行った 2. 行わなかった 3. 不明	(1) ランプの種類 1. 低圧 2. 低圧/高出力 3. 中圧	(2) 照射槽形式	(3) 紫外線処理設備の系統数	系統数	うち予備系統数	出力(W)	本数	mJ/cm <sup>2</sup> 以上	台/基	m <sup>3</sup> /(日・基)		
1	青森県	15000	3	16	1	①	2	内照式管路密閉型	1	0	250	18	40	1	20000	
2	青森県	2031	3	22	1	②	1	内照式管路密閉型	2	0	130	3	10	1	1500	
3	青森県	1226	3	20	1	②	1	内照式管路密閉型	2	0	150	8	10	1	2031	
4	青森県	168	3	24	3		1	内照式流水型	2	1	420	2	10	1	220	
5	秋田県	538	3	22	2		1	内照式管路密閉型	2	1	127	1	10	1	700	
6	秋田県	461	3	27	2		1	内照式管路密閉型	2	1	130	2	10	1	550	
7	秋田県	1400	3	28	2		1	内照式管路密閉型	2	1	140	3	10	1	1500	
8	秋田県	269	2	27	2		1	内照式管路密閉型	2	0	25	2	10	1	150	
9	秋田県	5670	3	29	1	③	1	内照式管路密閉型	2	0	140	6	10	1	4400	
10	岩手県	124	3	30or31	1	⑥	1	内照式（閉管路型）	2	1			10	1	138	
11	岩手県	56	3	30or31	1	⑥	1	内照式（閉管路型）	2	1			10	1	138	
12	岩手県	145	3	29	1	⑥	1	内照式（閉管路型）	2	1			10	1	145	
13	岩手県	62	3	23	3		1	内照式流水型	1	0	340	1	10	1	120	
14	岩手県	5960	2	26	1	④	2	内照式管路密閉型	3	1	150	4	20	1	3600	
15	岩手県	10000	3	25	1	⑤	1	管路密閉型L字流方式	2	1	140	8	10	1	6200	
16	岩手県	2790	3	25	1		1	内照式管路密閉型	2	1	140	6	10	1	4400	
17	宮城県	1440	3	21	3		2	内照式管路密閉型	2	1		4	10	1	1800	
18	宮城県	1220	3	21	3		2	内照式管路密閉型	2	1		2	10	1	1220	
19	山形県	103	3	24	1	⑥	1	管路密閉型U字流方式	2	1	25	3	10	1	300	
20	山形県	80	3	24	1	⑥	1	管路密閉型U字流方式	2	1	25	2	10	1	150	
21	山形県	215	3	23	1	⑥	1	管路密閉型U字流方式	2	1	25	2	10	1	150	
22	山形県	300	3	22	1	⑥	2	管路密閉型L字流方式	2	1	130	3	10	1	550	
23	山形県	82	3	24	1	⑥	1	管路密閉型U字流方式	2	1	25	2	10	1	150	
24	山形県	115	3	22	1	⑥	2	管路密閉型L字流方式	2	1	130	3	10	1	550	
25	山形県	150	3	23	1	⑥	1	管路密閉型U字流方式	2	1	25	3	10	1	300	
26	山形県	225	3	24	1	⑥	1	管路密閉型U字流方式	2	1	25	2	10	1	150	
27	山形県	90	3	22	1	⑥	2	管路密閉型L字流方式	2	1	130	3	10	1	550	
28	山形県	78	3	22	1	⑥	2	管路密閉型L字流方式	2	1	130	3	10	1	550	
29	山形県	70	3	22	1	⑥	2	管路密閉型L字流方式	2	1	130	3	10	1	1500	
30	山形県	135	3	24	1	⑥	1	管路密閉型U字流方式	2	1	25	2	10	1	150	
31	山形県	22	3	23	1	⑥	1	管路密閉型U字流方式	2	1	25	3	10	1	300	
32	山形県	44	3	24	1	⑥	1	管路密閉型U字流方式	2	1	25	2	10	1	150	
33	山形県	1500	3	23	1	⑥	1	管路密閉型U字流方式	2	1	25	2	10	1	150	
34	山形県	430	3	26	1	⑦	2	内照式管路密閉型	2	1	60	4	15	1	430	
35	山形県	88	3	27	1		1	管路密閉型	2	1	22	2	10	1	150	
36	山形県	350	2	25	1		1	内照式管路密閉型	2		130	3	10	1	960	
37	福島県	600	3	22	3		1	内照式流水型	2	1	730	6	10	1	600	
38	福島県	12700	3	22	1	⑧	2	内照式流水型	1	0		3	10	1	2200	
39	福島県	750	3	22	1	⑨	1	内照式	1	0	65	3	10	3	750	
40	福島県	10240	3	29	1	⑩	1	内照式管路密閉型	2	1	325	6	10	1	11000	
41	福島県	20000	3	29	1	⑩	1	内照式管路密閉型	2	1	325	10	10	1	22000	
42	福島県	400	3	25	1		1	内照式閉管路型	2	1	580	4	10	1	480	

↓

- ① 安価で維持管理が容易
- ② UVIは、膜処理よりコストが低いため。
- ③ トータルコストの削減
- ④ 建設費、ランニングコストで有利
- ⑤ クリプトスポジウム等対策のため
- ⑥ 建設及び維持管理費用が安価であったため
- ⑦ コスト
- ⑧ コスト面で有利であるため
- ⑨ 装置が簡便、建設費が廉価
- ⑩ コスト比較による

県名	施設能力 (配水能力) (m <sup>3</sup> /日)	リスクレベル	1. 導入時期	3. 紫外線処理設備の概要	4. 維持管理体制						5. 設備導入費用及び維持管理費用					
			年度	(8) 運転制御及び監視方法	(1) 日常点検		(2) 定期整備点検		(3) UV装置の不具合事例の有無		(1) 建築構造物及び紫外線設備に要した費用			(2) 年間の維持管理費(点検にかかる費用)		
				1. 送水ポンプとの連動運転 2. 常時連続運転 3. 他浄水場からの遠方監視 4. 濁度超過による自動停止 5. その他	回数(/週)	1. 直営 2. 委託	回数(/年)	修繕履歴 1. あり 2. なし	不具合の内容	1. 直営 2. 設置業者等	建築構造物 (万円)	紫外線設備 (万円)	1. 新築 2. 改修	委託費 総額 (万円)	部品を除く人件費等の点検費用 (万円)	部品の費用 (万円)
1 青森県	15000	3	16	1 3	1	2	1	1	①	2	2800	4500		280	90	190
2 青森県	2031	3	22	2 4	2	2	1	2			2193	5987	1	61	26	35
3 青森県	1226	3	20	2 4	2	2	1	1	②	1	3116	5328	1	101	26	75
4 青森県	168	3	24	5①	1	2	0.5	2			5470	3500	1	29	7	14
5 秋田県	538	3	22	2	2	1	1	2			10330	1910	1			15
6 秋田県	461	3	27	1	1	2	1	2		2	0	4500		100	50	50
7 秋田県	1400	3	28	1	1	2	1	2		2	2200	8300	2	140	70	70
8 秋田県	269	2	27	1	1	2	1	1	③	2	0	4000		60	30	30
9 秋田県	5670	3	29	4 5②							22557	12379	1			
10 岩手県	124	3	30or31	1												
11 岩手県	56	3	30or31	1												
12 岩手県	145	3	29	1												
13 岩手県	62	3	23	1 3	1	2	1	1	④	2	0	100		84	21	63
14 岩手県	5960	2	26	2 3 4	2	2	1	2			33006	49320	1	150	80	70
15 岩手県	10000	3	25	3	1	2	0	2			18000	4700	1	0	0	0
16 岩手県	2790	3	25	2 3 4	1	2	1	2			0	11532	2			50
17 宮城県	1440	3	21	1 3	2	2	1	1	⑤	2	1868	8733		100		
18 宮城県	1220	3	21	1 3	2	2	1	1			1868	5558	1	163		
19 山形県	103	3	24	1 3 4	0	2	0.25	1	⑥	2	325	6119	1	77	51	26
20 山形県	80	3	24	2 3 4	0	2	0.25	2			600	3415	1	77	51	26
21 山形県	215	3	23	2 3 4	0	2	0.25	1	⑦	2	470	3328	1	87	62	25
22 山形県	300	3	22	1 3 4	0	2	0.25	2				4045	2	87	62	25
23 山形県	82	3	24	1 3 4	0	2	0.25	1	⑧	2	902	3954	1	74	51	23
24 山形県	115	3	22	1 3 4	0	2	0.25	1	⑨	2	0	3771	2	78	56	25
25 山形県	150	3	23	1 3 4	0	2	0.25	1	⑩	2	782	4033	1	93	62	31
26 山形県	225	3	24	1 3 4	0	2	0.25	1	⑪	2	0	4985	2	77	51	26
27 山形県	90	3	22	1 3 4	0	2	0.25	2				4695	2	81	56	25
28 山形県	78	3	22	1 3 4	0	2	0.25	1	⑫	2		4038	2	81	56	25
29 山形県	70	3	22	1 3 4	0	2	0.25	1	⑬	2	0	6237	2	81	56	25
30 山形県	135	3	24	1 3 4	0	2	0.25	2			609	6307	1	77	51	26
31 山形県	22	3	23	2 3 4	0	2	0.25	1	⑭	2	386	5075	1	93	62	31
32 山形県	44	3	24	2 3 4	0	2	0.25	1	⑮	2	221	3413	1	77	51	26
33 山形県	1500	3	23	2 3 4	0	2	0.25	2			478	3008	1	77	51	26
34 山形県	430	3	26	1	2	2	1	1	⑯	2	16600	2400	1	93	67	26
35 山形県	88	3	27	2 3 4	0.5	2	1	2			3358	9051	1	43		
36 山形県	350	2	25	1	3	2	1	2			2712	6615	1			
37 福島県	600	3	22	4	1	2	1	2			2000	3150		140	60	80
38 福島県	12700	3	22	1 4	2	2	1	2			250	2770	1	98	34	64
39 福島県	750	3	22	5③	2	2	6	2			915	1542	1	75	60	15
40 福島県	10240	3	29	1 3 4	-	2	-	-			-	-	1	-	-	-
41 福島県	20000	3	29	1 3 4	-	2	-	-			-	-	1	-	-	-
42 福島県	400	3	25	1 4 5④	0	2	1	2			800	5200	1	788		

↓

- ① 配水池水位との連動運転
- ② 取水ポンプとの連動運転
- ③ 施設管理センターからの遠方監視
- ④ 事務所内からの遠方監視

↓

- ① 紫外線ランプ切れ(ランプ交換)・照射強度異常(紫外線センサ取替)センサコネクタ断線(センサコネクタ交換)ワイパー故障(リミットスイッチ交換)
- ② ランプの故障・強度センサーの故障
- ③ ワイパー故障
- ④ 強度計センサヘッド
- ⑤ 電子安定器故障
- ⑥ 強度センサーアタッチメント内部結露・流入電動弁故障
- ⑦ ワイパー動作不良
- ⑧ 紫外線ランプ故障・強度低下
- ⑨ 紫外線ランプ故障
- ⑩ 紫外線ランプ故障・スリーブ被膜剥離
- ⑪ ワイパーセンサー故障
- ⑫ 漏水・強度低下
- ⑬ 紫外線ランプ故障・紫外線強度低下
- ⑭ 強度低下・ランプスリーブ被膜剥離・ランプ安定器故障
- ⑮ スリーブ被膜剥離
- ⑯ ランプスリーブ割れ(設置時のボルトの緩みによる漏水)外圧による洗浄装置の軸からの漏水・ランプ切れ(設置から1年未満)

県名	施設能力 (配水能力) (m <sup>3</sup> /日)	リスクレベ ル	1. 導入 時期	6. 現状の問題点 と今後の課題	7. 浄水処理フロー					
			年度	紫外線処理設備 導入後の問題点 と今後の課題						
1 青森県	15000	3	16	①	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
2 青森県	2031	3	22		取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
3 青森県	1226	3	20		取水井 → 着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
4 青森県	168	3	24		取水井 → 着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
5 秋田県	538	3	22		着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
6 秋田県	461	3	27		取水井 → 紫外線照射装置 → エアレーション → 浄水池					
7 秋田県	1400	3	28		取水井 → 紫外線照射装置 → エアレーション → 浄水池					
8 秋田県	269	2	27		取水井 → 紫外線照射装置 → エアレーション → 浄水池					
9 秋田県	5670	3	29		取水井 → 紫外線照射装置 → エアレーション → 塩素注入 → 浄水池 → 配水池					
10 岩手県	124	3	30or31		取水井 → 着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
11 岩手県	56	3	30or31		取水井 → 着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
12 岩手県	145	3	29		着水井 → 塩素注入 → 紫外線照射装置 → 配水池					
13 岩手県	62	3	23		取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
14 岩手県	5960	2	26		着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 浄水池					
15 岩手県	10000	3	25		取水井 → 塩素注入 + 除マンガンろ過 → 紫外線照射装置 → エアレーション					
16 岩手県	2790	3	25		取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
17 宮城県	1440	3	21		取水井 → 紫外線照射装置 → 浄水池 → 塩素注入 → 配水池					
18 宮城県	1220	3	21	②	取水井 → 紫外線照射装置 → 浄水池 → 塩素注入 → 配水池 → 浄水池					
19 山形県	103	3	24	③	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
20 山形県	80	3	24		水源 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
21 山形県	215	3	23	③	水源 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
22 山形県	300	3	22		取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
23 山形県	82	3	24	③	着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
24 山形県	115	3	22	③	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
25 山形県	150	3	23	③	着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
26 山形県	225	3	24	③	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
27 山形県	90	3	22		取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
28 山形県	78	3	22	③	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
29 山形県	70	3	22	③	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
30 山形県	135	3	24		着水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
31 山形県	22	3	23	③	水源 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
32 山形県	44	3	24	③	水源 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
33 山形県	1500	3	23		水源 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
34 山形県	430	3	26	④	取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
35 山形県	88	3	27		導水管 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
36 山形県	350	2	25		取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
37 福島県	600	3	22		導水管 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
38 福島県	12700	3	22		導水管 → 紫外線照射装置 → 着水井 + 塩素注入 → 配水池					
39 福島県	750	3	22		取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
40 福島県	10240	3	29		導水管 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					
41 福島県	20000	3	29		取水井 → 塩素注入 → 紫外線照射装置 → 配水池					
42 福島県	400	3	25		取水井 → 取水井 → 紫外線照射装置 → 塩素注入 → 配水池					

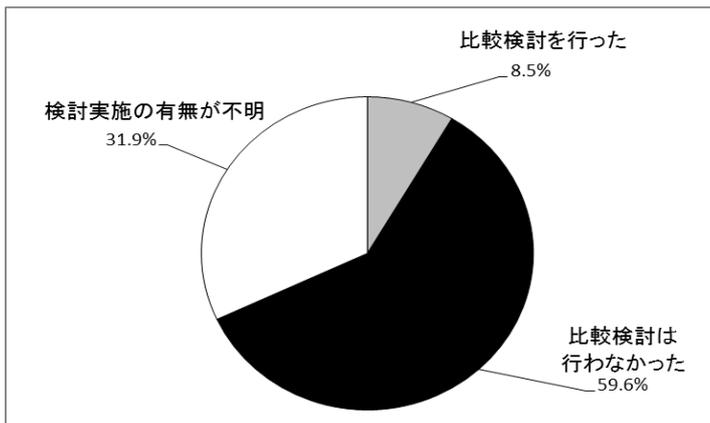
↓

- ① 紫外線ランプ出力が固定のため効率的でない。紫外線センサの精度に多少不安がある。
- ② 降雨などで色・濁度が上昇し基準を超えるような水源では、紫外線処理だけでは対応が出来ない。
- ③ 設置から年数が経過するにつれ、異常、故障の発生が増加傾向にある。
- ④ 現在、ランプの交換時期をメーカー推奨期間としているが、照射強度等に問題がない場合の取り扱いについて検討する。

<D.膜処理導入済み>

紫外線処理との比較検討は行いましたか。

比較検討を行った	4
比較検討は行わなかった	28
検討実施の有無が不明	15

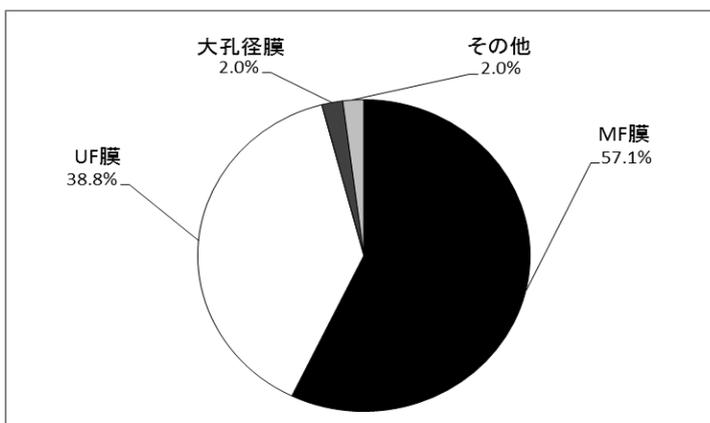


膜ろ過を選定した理由

- 既存の急速ろ過設備では浄水濁度0.1度未満を維持するのが困難であったため、膜ろ過設備の導入を決めた
- 安全性を重視したため。
- H2Oは補助外(紫外線処理)であった。

導入した膜の種類はなんですか。

MF膜	28
UF膜	19
大孔径膜	1
その他	1



その他：セラミック膜

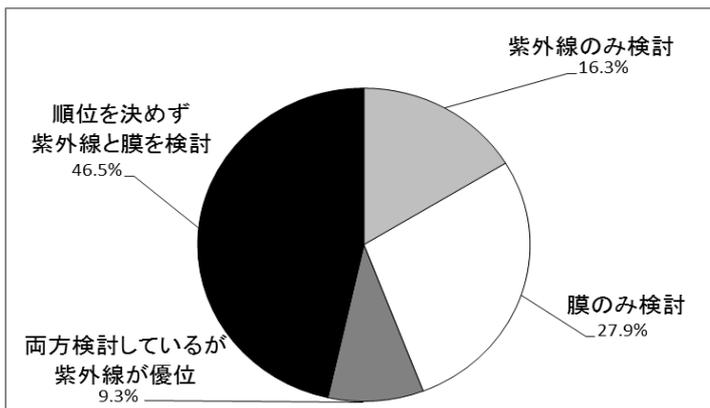
膜処理設備導入後の問題点と今後の課題はなんですか。

- 膜処理設備導入後の維持管理費(膜及び付属部品)が一定期間(5から6年後)に経費が発生している。
- 膜処理設備導入後は原水の水質変動に対しても、濁度管理が容易になった反面、浄水量が少ないため、急激な配水量の変動に追従出来ない。
- 小規模な集落に対しての浄水施設であり、維持管理費と水道料金による収入を比較した場合、費用対効果が良くない。
- 塩素消毒のみであった時に比べて、ランニングコストがかかる。
- 稼働直後なので、ランニングコストの経過資料を積み上げる必要があり、管理体制の画一と点検項目の画一に課題がある。
- 一時、膜処理過程での騒音で地元から苦情あり。ステンレス外装のため、共鳴りしたようです。その後、防音対策し、苦情もなし。
- 配水量がとても少ない浄水場のため、コスト面を考えると割に合わない。
- 沈殿池に浸漬タイプのため、寒い時期は池が凍結することもある。また、紫外線の影響で膜の劣化が早まっているようである。
- これまで、機器の大きなトラブルはなく、安定した運転が行われているが、紫外線処理に比べ設備の維持管理コストが高い。膜交換についての明確な判断基準が必要と考えている。
- 近年の水質悪化により、膜の閉塞が頻繁に起こるため、維持管理費用が増加傾向にある。
- 膜破断検知の精度
- 維持管理について専門的知識を要することから、業者に頼らざるを得ない。膜モジュール及び補器類等の機器の更新に費用がかかる。
- 最低でも年1回必要となる、ろ過膜の洗浄に係る費用の額が多いような気がする。
- 膜処理導入後15年を経過し、機器等の経年劣化が進行している。しかし導入以前は有人だったためランニングコスト的には低減化している。
- 膜モジュール洗浄等のランニングコスト。
- 予備の膜モジュールの保管方法。

<E.導入を検討中>

現在検討している処理方法で、導入可能性が高いものはなんですか。

紫外線のみ検討	7
膜のみ検討	12
両方検討しているが紫外線が優位	4
両方検討しているが膜が優位	0
順位を決めず紫外線と膜を検討	20



導入可能性が高い理由はなんですか。

①紫外線処理の導入可能性が高い理由

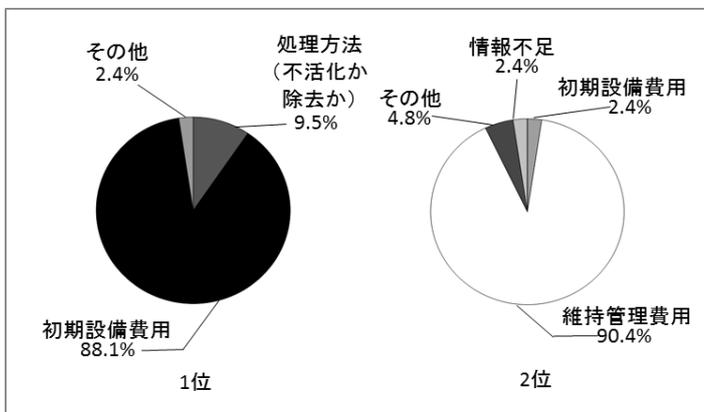
- ・設置工事及び維持管理において構造が簡単な紫外線処理法が優位であるため。
- ・既存施設を利用し設備を設置できるため、他の処理方法に比べ経済的である。
- ・対費用効果で紫外線処理が優位である
- ・水質自体が良好である為、費用対効果で紫外線処理を検討。
- ・使用量が少ないので対費用効果で紫外線処理が優位である

②膜処理の導入可能性が高い理由

- ・耐塩素性病原微生物への対策のほか、濁度、色度、鉄及びその化合物も除去する必要があったため。
- ・現状の水源が渇水傾向であり他の水源確保が必要なためろ過設備を優先

導入に向けての課題上位2つを挙げてください。

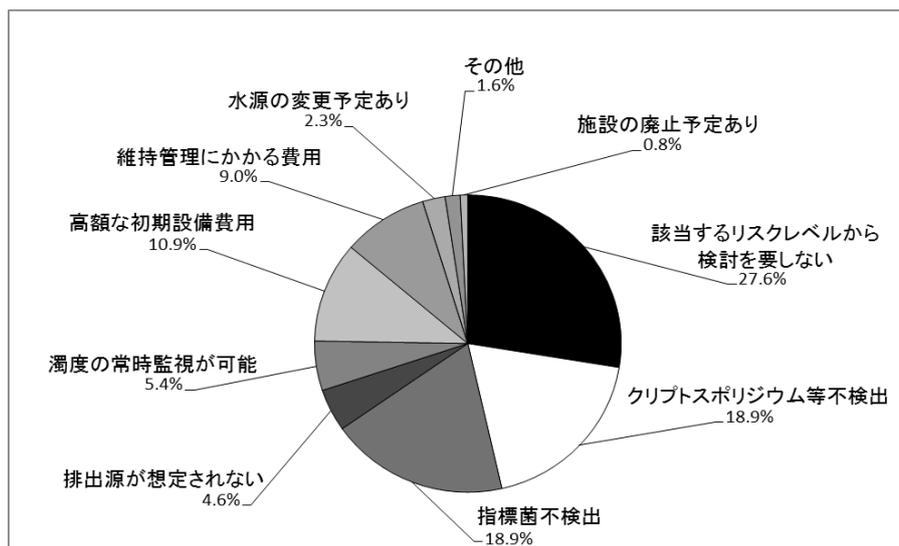
	1位	2位
処理方法(不活化か除去か)	4	0
初期設備費用	37	1
維持管理費用	0	38
設置場所	0	2
人員数	0	0
情報不足	0	1
その他	1	0



その他：給水人口100人以下の施設であり、今後人口増が見込まれない。

<F.検討していない>

設備を設置しない理由はなんですか。



該当するリスクレベルから検討を要しない	174
クリプトスポリジウム等不検出	119
指標菌不検出	119
排出源が想定されない	29
濁度の常時監視が可能	34
高額な初期設備費用	69
維持管理にかかる費用	57
人員の不足	0
水源の変更予定あり	15
施設の廃止予定あり	10
その他	5

その他

○浄水受水のため。

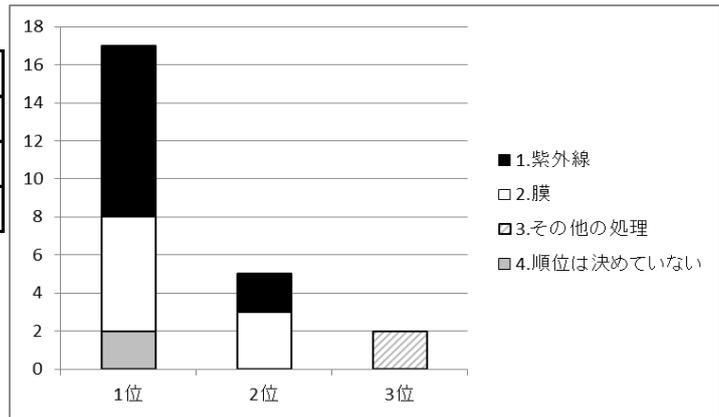
○配水区域の変更により、他の浄水場から給水が可能であるため、水源から指標菌が検出された時点で施設を廃止する予定である。

○耐塩素性病原微生物が検出された場合、別施設から浄水を送水することが可能なため。

<G.導入を検討したが、見送った>

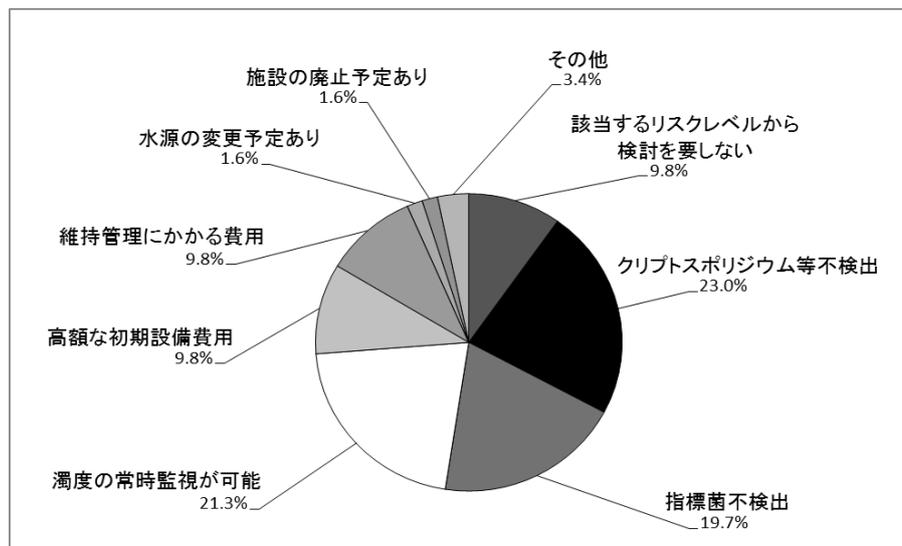
検討していた処理方法はなんですか。

	1位	2位	3位
紫外線	9	2	0
膜	6	3	0
その他の処理	0	0	2
順位は決めていない	2	0	0



その他：急速ろ過

導入しなかった理由はなんですか。



該当するリスクレベルから必要なしと判断	6
クリプトスポリジウム等不検出	14
指標菌不検出	12
排出源が想定されない	0
濁度の常時監視が可能	13
高額な初期設備費用	6
維持管理にかかる費用	6
人員の不足	0
水源の変更予定あり	1
施設の廃止予定あり	1
その他	2

その他

- 東日本大震災により、濁度・色度の上昇が見られたため、水源を変更し、上水区域に統合を図った。
- 給水人口が100人を切り、今後増加の可能性が低い施設であり、費用対効果の関係から事業化が困難である。当面の間、水質管理や施設管理を強化し、対応したい。

## 6.2 運転と維持管理例

紫外線処理設備の維持管理に関しては、平成 21 年 7 月に 財団法人 水道技術研究センターで「地表水以外の水への適用における紫外線処理設備維持管理マニュアル」を発行している。

ここでは、本研究の委員となっている事業体で導入されている施設においての運用と維持管理例を紹介する。

## 6.2.1 八戸圏域水道企業団 蟹沢浄水場

### 6.2.1.1 運転

#### 1) 運転方法

図 6-2-1-1 に蟹沢浄水場の浄水処理フローを示す。

紫外線処理設備の運転方法は、蟹沢浄水場のポンプ井から配水池に送水されるポンプ運転と連動しており、蟹沢送水ポンプの運転信号が ON の時は、紫外線ランプが点灯し、紫外線処理装置は照射強度の出力調整(80~100%)を行い運転する。また、送水ポンプが OFF になると、紫外線ランプが消灯し、紫外線処理装置も自動停止する運転方法になっている。これらの動作は、24 時間体制で本職員が勤務している白山浄水場中央管理室で遠方監視しており、異常時には制御も可能である。また、テレメータの伝送内容は①照射強度、②故障(ランプ切れ、照射強度低下、安定器故障、ワイパー故障、その他)、③運転状況(運転/停止、自動/手動)となっている。

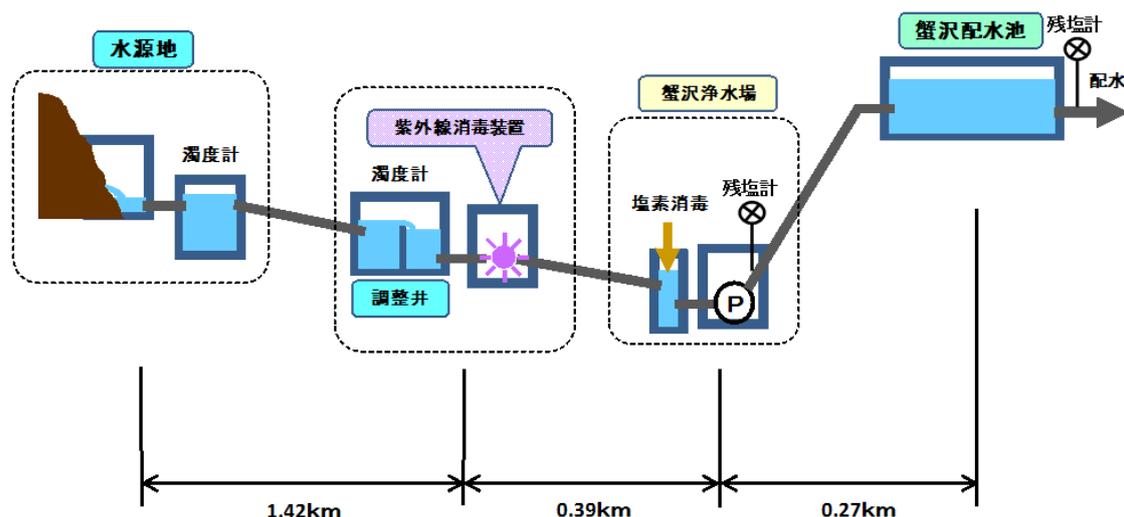


図 6-2-1-1 浄水処理フロー

#### 2) 紫外線 (UV) ランプの出力

ランプの照射強度はその特性上、時間とともに減少する。そこで、ランプの交換時期(約1年後)においても消毒が持続できる紫外線照射量(40mJ/cm<sup>2</sup>)が照射できるように計算し、使用開始時には80%出力で運転を行うが、約770時間毎に運転出力を2%ずつ上げ、交換時期前には100%出力で紫外線照射量(40mJ/cm<sup>2</sup>)となるように出力調整運転を行っている。

#### 3) 濁度監視

蟹沢水源は大雨の際や地震時には濁る場合もあることから、原水の濁度を

取入室と調整井の2ヶ所で濁度計により監視している。濁度 0.5 度を管理値としていて、超えた場合は白山浄水場からの遠隔操作にて取水停止としている。取水停止の際は蟹沢配水池と蟹沢配水区域への他系統（白山浄水場系）からの補水で対応している。

#### 4) 水質管理

原水については水源及び調整井に濁度計等を設置し水質の連続監視を行なっている。また、定期水質検査として原水および水源の近傍を流れる馬渡川において水質基準項目の他、水質管理目標設定項目および要検討項目など計 67 項目の検査を行なっている。汚染指標細菌については月 1 回、クリプトスポリジウム等耐塩素性病原微生物については年 4 回の定期検査の他、原水高濁度による取水停止からの再開時に検査を行なっている。

浄水については定期水質検査として水質基準項目の他、水質管理目標設定項目および要検討項目など計 77 項目の検査を行なっている。また、給水末端に水質自動計器を設置し、濁度および色度、残留塩素の連続監視を行なっている。

### 6.2.1.2 維持管理

#### 1) 維持管理の体制

維持管理は職員による日常点検とメーカーによる委託点検を実施している。

##### (1) 職員による日常点検は毎週 1 回

日常点検内容は、紫外線処理水量、照射量及び照射強度等のデータ管理のほか、装置本体の配管からの水漏れ、異音、振動、制御盤内の目視点検及び紫外線ランプ点灯積算時間や照射強度の確認など。

##### (2) メーカーによる定期的な委託点検は年 1 回

定期点検委託内容は、紫外線ランプ、センサー、ワイパーゴム等の取替え及び装置内の清掃等。

#### 2) 点検方法（保守・管理項目）

表 6-2-1-1 に主要構成部の点検頻度と交換頻度を表 6-2-1-2 に毎週行っている点検表を示す。

また、表 6-2-1-3 に毎年実施している点検委託時の仕様書（例）を示す。

表 6-2-1-1 主要構成部の点検頻度と交換頻度

点検項目		点検・交換頻度				点検内容
		一週間 毎	1年 毎	3年 毎	5年 毎	
UV制御盤	盤内	○				ケーブル、コネクタ等の緩みや破損
		○				異常な振動、騒音、発熱の有無
		○				UV照射強度値の記録
	異常表示灯	○				表示の確認
			○			動作点検
	積算時間計	○				指示値の確認
			○			リセット
UV装置	本体	○				漏水等
		○				ボルト、ナットネジの緩み
		○				ケーブル、コネクタ等の緩みや破損
		○				異常な振動、騒音、発熱の有無
	UVランプ		○			定期点検・交換(実働点灯時間1年間)
	石英スリーブ		○			点検・洗浄〔付着スケールの除去(硝酸・クエン酸)〕
					○	交換
	UVセンサー		○			定期点検・交換
	安定器			○		交換
	ワイパー洗浄	○				異常な振動、騒音、発熱の有無
		○			定期点検・交換(ワイパーゴムの劣化等)	

表 6-2-1-2 蟹沢浄水場点検表

蟹沢浄水場点検表

課長		課長補佐		保全GL		浄水GL		課員		点検者	
平成 年 月 日 曜日 時刻 : 天候 :											
点検場所	点検項目	記入事項		管理値	点検場所	点検項目	記入事項		管理値		
2階電気室 【℃】 【%】	無停電電源装置	インバータ盤 警報表示 有・無 整流器盤 警報表示 有・無			次亜室 【℃】	次亜注入ポンプ 異常 無・有 ※3番機の注入率注意 次亜注入制御盤 次亜コントローラー設定 1号 _____% ⇒ _____% 2号 _____% ⇒ _____% 3号 _____% ⇒ _____% コントローラー			7-9月 0.35mg/L ほか 0.30mg/L		
	テレメータ	蟹沢テレメータ盤 異常 有・無 取入テレメータ盤 警報表示 有・無 調整井テレメータ盤 異常 有・無 UV装置故障表示 有・無	ALM表示			次亜貯蔵タンク 残量【No.1】 _____% 【No.2】 _____% 使用タンク(1・2) 【小出し】 _____% 先週からの使用量【 _____%】 次亜濃度 【小出し槽】 _____% ※必要の都度				総残量800%で注文 10%以下廃棄	
1階電気室 【℃】 【%】	室内	異常 有・無 (熱、異音、におい)			屋外 調整井 【℃】	排水槽 空・満水			通常 空		
	高圧受電盤	受電電流【 A】 電力量【 kw】 受電電圧【 V】	12~20A			雨量計 ネット清掃(有・無) 上部・内部					
	400V主変圧器盤	Tv温度【℃】	6600~6900V		湧水量計、濁度計 湧水量【 ml/d】 濁度【 度】※1			0.5度以下			
	400V動力電源盤	警報表示 有・無			濁度計清掃【有・無】 清掃時、HOLD						
	建築動力電源盤	電流【 A】 電圧【 V】			検水ポンプ 異常 無・有 【No.1・No.2】(月末切替)						
	建築照明電源盤	電流【 A】 電圧【 V】(200V) 電圧【 V】(100V)			UV制御盤 異常 無・有 (故障表示、外観、発熱)						
	ポンプ盤	1号【 A】 延運転時間【 H】(月末) 2号【 A】 延運転時間【 H】(月末) 3号【 A】 延運転時間【 H】(月末)	13~15A		UV照射強度【 mW/cm <sup>2</sup> 】 運転積算時間【 h】 出力【 %】			15以上			
	補機制御盤	ポンプ弁電動弁開度【 %】 真空ポンプ【1号・自交・2号】	交互		UV装置 異常 無・有 (漏水、異音、振動、発熱)						
	計装監視盤	運転順序切替 ( - - ) ⇒ ( - - ) 導電率【 μ S/cm】 湧水流量【 ml/h】 UV強度【 mW/cm <sup>2</sup> 】 ポンプ井水位【 m】 補給流量【 ml/h】 補給電動弁開度【 %】 流量 配水【 ml/h】 送水【 ml/h】 加圧【 ml/h】 配水池水位 1号【 m】 2号【 m】 濁度 取入【 度】 調整井【 度】 残塩 送水【 mg/L】 配水【 mg/L】	毎週切替		水源池川 川の水位【 cm】						
	残塩計室 【℃】	残留塩素計	異常 有・無 (異音、PH、ビーズ) 送水残塩【 mg/L】 手分析【 mg/L】			【℃】 【%】	取入濁度計 濁度【 度】※1 手分析:【2F】 _____度 【3F】 _____度 濁度計清掃【有・無】 清掃時、スタンバイ 湿度表示【良・不良( % )】			0.5度以下 通常30%以下	
ポンプ室 【℃】		1号ポンプ (運・停)	異常 無・有 吸込圧【 Mpa】 吐出圧【 Mpa】 軸受温度 : モーター側【℃】 反モーター側【℃】 最高軸受温度 : モーター側【℃】 反モーター側【℃】	0.55~0.65 40℃以下 記録後リセット			配水池 構内 トイレ 異常 無・有 水飲場残塩 トイレ【 mg/L】 2号池奥【 mg/L】			0.15mg/L 以上	
ポンプ室 【℃】	2号ポンプ (運・停)	異常 無・有 吸込圧【 Mpa】 吐出圧【 Mpa】 軸受温度 : モーター側【℃】 反モーター側【℃】 最高軸受温度 : モーター側【℃】 反モーター側【℃】	0.55~0.65 40℃以下 記録後リセット		分電盤 警報表示 無・有 現場操作盤 加圧ポンプ電流【 A】 補給電動弁開度【 %】 配水池計装盤 1号池水位【 m】 2号池水位【 m】 加圧流量【 ml/h】 電極選択(1号・2号) 配水流量【 ml/h】 補給流量【 ml/h】 配水残塩【 mg/L】 手分析【 mg/L】						
	3号ポンプ (運・停)	異常 無・有 吸込圧【 Mpa】 吐出圧【 Mpa】 軸受温度 : モーター側【℃】 反モーター側【℃】 最高軸受温度 : モーター側【℃】 反モーター側【℃】	0.55~0.65 40℃以下 記録後リセット		加圧ポンプ (運転・停止) 吸込【 MPa】 吐出【 MPa】 軸受温度:負荷【℃】 反負荷【℃】 モーター温度【℃】						
	真空ポンプ	異常 無・有 (吸引側バルブ 1号2号ともに開)	交互		建物・フェンス 浄水場 異常 無・有 窓ガラス・カギ 調整井 異常 無・有 配水池 水源池 異常 無・有 点検口・通気口 配水池 異常 無・有 水道メーター読【 m】 量水器室 異常 無・有						
	特記事項	※1 毎週採水 → 手分析									

表 6-2-1-3 点検委託仕様書（例）

蟹沢紫外線消毒装置点検委託

仕 様 書

1. 点検委託内容

- (1) 件 名 蟹沢紫外線消毒装置点検委託  
(2) 施工場所 八戸市大字妙字蟹沢下 7-3 地内  
(3) 期 間 60 日間  
(4) 施工内容

1) 点検整備

2) 部品交換

- a) 紫外線ランプ 18 本  
低圧水銀ランプ 型式 GA 6 4 T 6 amalgam  
ガラス材質 (SiO<sub>2</sub>) 99.99%  
定格入力 250w UV 出力 47w  
アーク寸法 約 1,473mm
- b) スリーブ O リング 18 個  
254nm ランプ用
- c) エンドプレート O リング 1 個  
サイズ 20 インチ
- d) ワッシャー 18 個
- e) ワイパーゴム 50 個
- f) 紫外線センサー 1 個
- g) 保護管内除湿剤 18 個
- h) 紫外線ランプコード 18 本
- i) ランプ安定器 3 台

3) 保護管洗浄

2. 作業手順

- ・作業を行う前に、白山浄水場中央管理室に連絡し、作業を開始すること。
- ・配管切り替え作業は、企業団が行うものとする。

(1) 運転停止

作業を行う前の累積点灯時間、紫外線強度等、運転状況を記録し、UV 装置の停止、制御盤主電源を OFF とする

(2) 配管切り替え

(3) 紫外線照射装置内水抜き

(4) 紫外線照射装置開放

- a) 石英保護管から紫外線ランプを抜き取る

- b) 紫外線照射装置内部の引き出し（UV 装置吊下げ機使用）
- c) 紫外線照射装置内外、ワイパー等の写真撮影
- d) 石英保護管を取り外し予備品と取り替える
- e) Oリング、ワイパー等の劣化、破損等について目視点検し、交換
- f) 紫外線センサー、安定器取替、調整
- g) 紫外線照射装置内の清掃
- h) 石英保護管取り付け
- i) 紫外線照射装置洗浄後の写真撮影
- (5) 紫外線照射装置内部の挿入
- (6) 紫外線照射装置水張り（漏水の有無確認）
- (7) 紫外線ランプ挿入（除湿剤挿入）
- (8) 紫外線照射装置組み立て
- (9) 配管切り替え
- (10) 紫外線照射装置立ち上げ  
UV 制御パネルの電源を ON、UV 累積点灯時間をリセット（0 時間）
- (11) 作業終了（紫外線照射強度等、運転状況の記録）

### 3. 施工

- (1) 紫外線照射装置開放
  - a) 紫外線照射装置内部を引き抜くにあたり、備え付けの UV 装置吊下げ機のフックを確実に取り付けて行うこと。
- (2) ランプ交換
  - a) 万一、紫外線ランプを破損した場合でも、2 次汚染の無いように、配管切り替えを確認して行うこと。
  - b) ランプ交換にあたっては、装置停止後、ランプ温度が常温に戻っていることを確認して行うこと。
  - c) ランプ表面に不純物が付着すると、その性能を著しく低下させる。また、指紋が付くと運転時に破損する可能性があるため、清潔な綿布やパウダーフリーラテックスビニール手袋を用いて取り扱うこと。
- (3) 洗浄
  - a) 紫外線照射装置内部洗浄等にあたっては、ビニール手袋等を用いて行うこと。
- (4) 写真管理
- (5) 点灯試験
  - a) ランプ交換後、点灯試験を行い、異常音、異常温度、電流値及び作動状況、設備全体で円滑な運転が行われていることを確認する。
- (6) 紫外線ランプの処分
  - a) 取り換えた紫外線ランプは、請負業者が持ち帰り、有害資源ごみとして適正に処分すること。

#### 4. 災害事故防止対策

- (1) 紫外線ランプは水銀を使用しているため、破損等が起こらないよう、十分注意し取り扱うこと。
- (2) 石英保護管の洗浄、ランプ交換を行う際は、紫外線ランプを消灯して行い、点灯時に作業を行う必要がある場合には、手袋や紫外線保護マスク等を着用して行うこと。

#### 5. 特記事項

- (1) ランプ、石英保護管等の破損事故が生じた場合、速やかに連絡を行い復旧に努めること。
- (2) 交換部品、発生品の写真撮影を監督職員立会いの下で必ず行うこと。また、撮影した写真は、写真帳で違いが明確になるように対比させて整理すること。

### 3) 維持管理費

表 6-2-1-4 に維持管理費を示す。

**表 6-2-1-4 維持管理費**

整備費用（年間業務委託）		
内訳		280 万円
各部品（ランプ、センサーなど）交換費用	190 万円	
保守点検費用	90 万円	
電気料		110 万円
総額		390 万円

### 6.2.1.3 トラブルとその対処方法

#### 1) 故障表示の種類

表 6-2-1-5 に現場での故障表示一覧を示す。

表 6-2-1-5 故障表示一覧

①紫外線照射強度低下	UV 照射強度が 15mW/cm <sup>2</sup> 以下 … Low UV Sensor 1 Minor UV 照射強度が 12mW/cm <sup>2</sup> 以下 … Low UV Sensor 1 Major
②紫外線ランプ切れ	1 本の紫外線ランプが点灯しなくなった場合 … Lamp Alarm # Minor 複数本の場合 … Multiple Lamp Alarm
③安定器故障	故障表示部に Ballast # Alarm Minor と表示
④ワイパー故障	待機位置が不適切 … Wiper Home Alarm ワイパー駆動の不具合 … Wiper Limit Switch Alarm

(註 : # … ランプの位置番号)

①～③の故障については、一括故障信号として白山浄水場に送られる。これらのうち、①照射強度低下 (UV センサー指示値低下) については、UV ランプの寿命による照射強度の低下、石英管の汚れによる照射強度の低下、および、UV センサーの故障、原水の濁度や色度増加によって紫外線透過率が減少し、照射強度の低下となる場合がある。原水の濁度や色度増加によって紫外線透過率の減少は一過性のものであり、もとの状態に戻れば自動復帰をする。

一方、②ランプ切れ、③安定器の故障については、自動復帰はしない。

一括警報が出力された場合、紫外線出力は強制的に 100%出力となり、消毒の安全性を保つようになっている。

## 2) これまでの故障とその対応

(1) これまでの運転時での故障や点検時の不具合を以下に示す。

### 運転時

① 安定器が故障した。また、ランプ切れがあった。(運転時故障発生)

本装置は紫外線ランプが 18 本有り、1 個の電子安定器からランプ 2 本に電源が供給されている。1 個の電子安定器が故障となると 2 本の紫外線ランプが不点灯となるので、本装置では同じ安定器から電源を供給されるランプは隣り合わないよう配置することで、不点灯による影響を最小限としている。

② ワイパー駆動での故障が年に 2～3 回程度発生。(ワイパー待機位置不良、ワイパーリミットスイッチ警報)

主電源の断・入で復帰する機会が多いが、「ワイパーリミットスイッチ」の故障ではリミットスイッチの交換が必要となる。

③ UV 照射量が 40mJ/cm<sup>2</sup> を低下

UV センサーの劣化であった。照射量低下の場合、UV センサーの確認、近傍ランプの確認が必要である。UV センサーを 1 回/年取替える。

## 点検時

① 若干のスケールの付着が見られた。(メーカーによる定期点検時)

5 %程度の硝酸洗浄前後で照射強度に大きな変化は見られないが、年 1 回の定期点検時に硝酸・クエン酸等による薬品洗浄を行うことにより安全な処理となるため、スケールの有無に関わりなく洗浄を行う事としている。

洗浄前 14.3mW/cm<sup>2</sup> → 洗浄後 14.4mW/cm<sup>2</sup>

② ワイパーゴムの角が取れ、部分的に丸まっているワイパーゴムが 2, 3 個あった。

本装置の紫外線照射量は、ランプ劣化やランプスリーブ汚染、紫外線透過率の低下(水質悪化)や供給電源の不安定さ等の不確実性を考慮し、40mJ/cm<sup>2</sup>と設定している。

そこで、ワイパーゴムの劣化等でどの程度の影響が生じるかを確認するため、装置稼働 1 年目ではワイパーゴムの取り換えを行わず影響調査を行った。

装置稼働 2 年目の定期点検時、ワイパーゴムが劣化している石英管と劣化の無い石英管の汚れ具合(スケール付着)等を観察したところ、大きな変化は見られなかった。

③ 一部のランプソケットが変形している。また、紫外線ランプへの電源コードコネクタ(ランプソケット)の一部に不具合が見受けられた。(メーカーによる定期点検時)

本装置の原水水温は年間を通して 20°C 以下と安定しており、装置外面に結露が発生し、それが紫外線ランプへの電源コードコネクタ(ランプソケット)部で一時的な短絡をおこし、一部のランプソケットが変形したものと考えられる。

現在、電源コードコネクタが集中しているエンドプレートカバー(紫外線ランプ設置面)内の結露対策については検討中である。

案 1. カバー内に乾燥空気を送り込む。

案 2. カバー内に乾燥剤を入れ、密閉し除湿する。

#### 6.2.1.4 維持管理上の留意点について

紫外線処理設備は紫外線の照射量が非常に重要である。よって、この紫外線照射量低下の原因となりうる機器(紫外線ランプ、石英管、安定器、UVセンサー)については予備品を保管し、迅速に交換できる維持管理体制が必要である。

### 6.2.2 大館市 山田赤川簡易水道

#### 6.2.2.1 運転

##### 1) 運転方法

図 6-2-2-1 に山田赤川取水ポンプ場の処理フローを示す。

紫外線処理設備の運転方法は、山田赤川取水ポンプ場取水井より浄水池へ取水する取水ポンプと連動運転しており、ポンプ運転信号で紫外線装置流入弁を開閉し、紫外線処理を行っている。

紫外線装置は運転再開時に照射強度確保のため7分間程度の暖気運転が必要ことや紫外線ランプの寿命が点灯回数の影響を受けるため、機器本体で1時間30分の待機時間(ランプ点灯保持)を設け、点灯回数の減少に努めている。

また、紫外線装置故障発生時には、監視装置より重故障・軽故障の警報通知メールが各担当者へ送信され、重故障発生時には紫外線装置の運転停止・流入弁閉動作・取水ポンプ停止動作があわせて行われる。表 6-2-2-1 に故障メール内容を示す。

メール受信した各担当者は携帯端末より故障内容の確認を行い、必要により現地確認及び遠方より運転制御を行う。

なお、警報復旧、遠方操作時には再度メール通知を行うことで担当者以外でも現状把握ができるシステムを採用している。

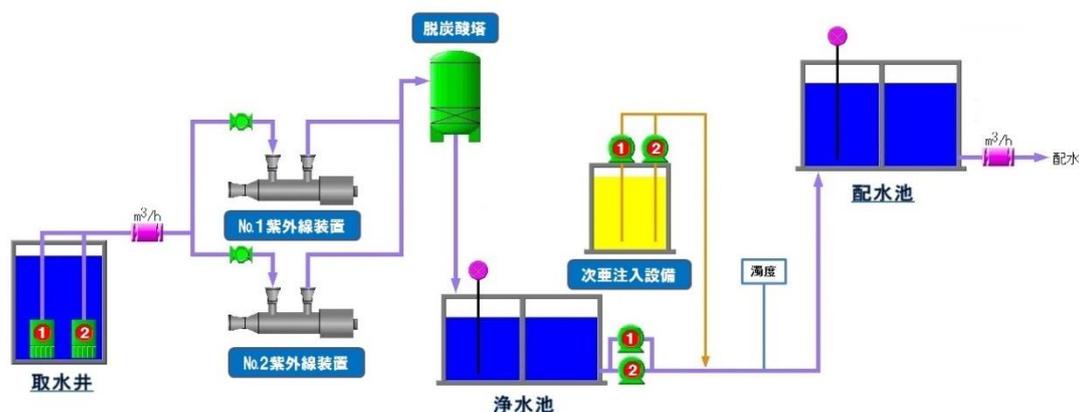


図 6-2-2-1 処理フロー

**表 6-2-2-1 故障通報内容詳細**

紫外線装置軽故障	紫外線照射強度低下 紫外線照射ランプ寿命経過 洗浄ワイパー異常 保守中
紫外線装置重故障	紫外線強度異常低下 紫外線装置異常温度 紫外線ランプ故障 通信異常

## 2) 濁度監視

山田赤川取水ポンプ場ではこれまで天候等による原水の濁度上昇はないが、監視体制として濁度計による監視を行い、濁度 0.1 度を超過した際は遠隔操作で取水停止のうえ現地で取水井を捨水し、濁度低下確認後施設の運転を再開している。

## 3) 水質管理

原水については、濁度計による常時監視とともに、定期水質検査として水質基準項目を年 1 回実施し、指標菌検査については月 1 回、クリプトスポリジウム等耐塩素性病原微生物については年 1 回の検査を実施する他、原水濁度による取水停止からの再開時に検査を行なっている。

浄水については定期水質検査として水質基準毎月項目 9 項目のほか水質基準全 51 項目の検査を年 1 回行なっている。

### 6.2.2.2 維持管理

#### 1) 維持管理の体制

維持管理は職員による日常点検と委託業者による点検及びメーカーによる委託点検を実施している。

##### (1) 職員による日常点検

日常点検内容は、毎週 1 回、紫外線処理水量、照射量及び照射強度等のデータ管理のほか、装置本体の配管からの水漏れ、異音、振動、制御盤内の目視点検及び紫外線ランプ点灯積算時間や照射強度の確認など。

##### (2) 委託業者による点検

委託業者による点検内容は、月 1 回、照射量及び照射強度のほか、装置本体の配管からの水漏れ、異音、振動、制御盤内の目視点検及び紫外線ランプ点灯積算時間や照射強度の確認など。

(3) メーカーによる定期的な委託点検は年 1 回

定期点検委託内容は、紫外線ランプ、センサー、ワイパーゴム等の取替え及び装置内の清掃等。

## 2) 点検方法（保守・管理項目）

表 6-2-2-2 に主要構成部の点検頻度・部品交換頻度、表 6-2-2-3 に職員による毎週行っている点検表を示す。

表 6-2-2-2 主要構成部の点検頻度と交換頻度

点検項目 (部品交換頻度)	点検頻度			点検内容
	1 週間	1 月	1 年	
装置本体	○	○	○	外面破損の有無
	○	○	○	接続配管破損の有無
	○	○	○	各接続部からの水漏れの有無
			○	装置内堆積物・汚れの有無
	○	○	○	ケーブル・コネクタ等の緩み、破損の有無
ランプスリーブ (5 年)			○	破損の有無
			○	スケール等汚れの有無
			○	O リング類劣化の有無
紫外線ランプ (1 年)		○	○	ランプの切れの有無
		○	○	破損の有無
			○	汚れ及び劣化の有無
紫外線強度センサー (2 年)	○	○	○	強度の確認
			○	内部の汚れの有無
洗浄ワイパー (2 年)			○	汚れの有無
			○	劣化の有無
		○	○	異常音、振動の有無
コントロールパネル バラストボックス (5 年)	○	○	○	LED 表示状態
	○	○	○	紫外線照射強度
	○	○	○	アラームの有無

表 6-2-2-3 紫外線照射装置点検表

	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">確認印</td> <td style="width: 100px; height: 40px;"></td> </tr> </table>	確認印							
確認印									
<p>紫外線照射装置点検表 <span style="float: right;">NO. _____</span></p> <p>施設名 <u>山田赤川取水ポンプ場</u></p> <p>測定者 _____</p> <p>平成 ____ 年 ____ 月 ____ 日      天候 _____</p>									
<p>月      1号      月                      月      2号      月</p>									
紫外線強度		mW/m2					mW/m2		
装置温度		℃					℃		
ランプ点灯時間		時間					時間		
ランプON・OFF回数		回					回		
運転モード	現場	遠隔					現場	遠隔	
点灯指令	点灯	消灯	点灯				点灯	消灯	点灯
ランプ出力	100	%	100				100	%	100
状態表示		点灯中	点灯中				点灯中	点灯中	
記									
事									

3) 維持管理費

表 6-2-2-4 に維持管理費を示す。

表 6-2-2-4 維持管理費

整備費用（年間業務委託） 内訳	
各部品（ランプ、センサーなど）交換費用	50 万円
保守点検費用	20 万円
	70 万円

### 6.2.2.3 トラブルとその対処方法

#### 1) 故障表示の種類

表 6-2-2-5 に現場での故障表示一覧を示す。

表 6-2-2-5 故障表示一覧

機器アラーム名称	故障発生要因	通報種別
① 紫外線強度低下	規定値 40%以下	軽故障
② 紫外線強度異常低下	規定値 30%以下	重故障
③ 紫外線装置異常温度	40℃以下	重故障
④ 紫外線ランプ故障	紫外線ランプ劣化・破損 バラスト故障 ランプケーブル破損	重故障
⑤ 紫外線ランプ寿命経過	運転時間 9,000 時間経過	軽故障
⑥ ワイパー位置異常	運転誤動作	軽故障
⑦ ワイパー動作渋滞	運転誤動作	軽故障
⑧ 通信異常	バラストボックスとコントロール パネル間のケーブル異常	重故障

#### 2) これまでの故障とその対応

(1) これまでの運転時での故障や点検時の不具合を以下に示す。

##### 運転時

##### ① 紫外線強度低下

紫外線強度センサーの劣化により発生、部品交換により対応。

### 6.2.2.4 維持管理上の留意点について

紫外線処理設備は照射槽内を通常時に確認ができないため、紫外線照射量の確保や機器の劣化・故障の把握には紫外線強度センサーや温度センサーの精度が重要な要素となる。

このため、メーカーによる定期的な点検は必須であるとともに、機器故障の際は迅速な復旧作業のため、機器予備品の保管、交換できる維持管理体制の構築が必要である。

## 6.2.3 岩手中部水道企業団 和賀川浄水場

### 6.2.3.1 運転

#### 1) 運転方法

図 6-2-3-1 に和賀川浄水場の浄水処理フローを示す。紫外線処理設備の運転方法は、和賀川第 1 水源および江釣子第 4 水源の取水ポンプの運転と連動し、原水濁度 1 度以下を管理目標値として運用している（運用開始後これまで最大値 0.1 度未満）。大雨や地震等により原水濁度が 1 度を超えた場合は取水及び送水ポンプを停止する。

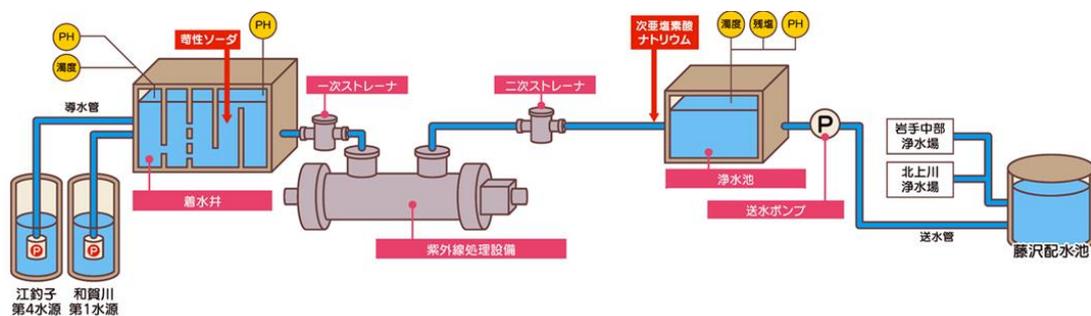


図 6-2-3-1 浄水処理フロー

和賀川浄水場は、北上川浄水場中央管理室にて職員および委託者により 24 時間遠方監視制御されている。

取水および送水ポンプは北上川浄水場中央管理室にて遠隔操作が可能である。また、テレメータの伝送内容は①照射強度、②故障（ランプ切れ、照射強度低下、安定器故障、ワイパー故障、その他）、③運転状況（運転/停止、自動/手動）となっている。

#### 2) 紫外線ランプの出力

照射装置の構成は、出力 150W 低圧ランプ 4 本×3 系統（うち 1 系統は予備）ランプ本体を保護するランプスリーブ（石英保護管）、ランプの照射強度を感知するセンサー等から成り、これらの機器に故障が生じた場合、システム異常の警報が伝送される。

紫外線照射量は、4 本の低圧ランプにより常時  $10\text{mJ}/\text{cm}^2$  以上に保持される。また、ランプの照射強度は時間とともに減少するため、紫外線ランプは年 1 回のメーカー保守点検時に全数交換している。

#### 3) 濁度監視

和賀川第 1 水源および江釣子第 4 水源は、大雨の際や地震発生時に濁度が上昇する事を想定して 1 度を管理目標値とし、水源毎に濁度計による連続監

視を行い、それを超えた場合は取水および送水ポンプを停止する。

和賀川浄水場からの送水を停止した藤沢配水池へは、岩手中部浄水場および北上川浄水場からの送水量を増やすことで対応する。

#### 4) 水質管理

原水については濁度の連続監視を行なっている他、定期水質検査として水質基準項目の他、水質管理目標設定項目などの検査を行なっている。

クリプトスポリジウム等耐塩素性病原微生物については年1回、汚染指標細菌である大腸菌及びウェルシュ菌芽胞については年4回の定期検査を行なっている。

浄水については定期水質検査として水質基準項目の他、水質管理目標設定項目などの検査を行なっている。

### 6.2.3.2 維持管理

#### 1) 維持管理の体制

維持管理は職員による日常点検とメーカーによる委託点検を実施している。

##### (1) 職員による日常点検は毎週2回

日常点検内容は、紫外線処理水量、照射量及び照射強度等のデータ管理のほか、装置本体の配管からの水漏れ、異音、振動、制御盤内の目視点検及び紫外線ランプ点灯積算時間の確認などである。

##### (2) メーカーによる定期的な委託点検は年1回

定期点検委託内容は、紫外線ランプ、センサー、ワイパーゴム等の取替え及び装置内の清掃等である。

#### 2) 点検方法（保守・管理項目）

表 6-2-3-1 に遠方監視点検表、表 6-2-3-2 に現場点検表を示す。また、表 6-2-3-3 に毎年実施している点検委託時の仕様書（例）を示す。

表 6-2-3-1 和賀川浄水場遠方監視点検表

様式第13号

和賀川浄水場定時点検簿 (監視装置)

表 3-2-1

平成 年 月 日 ( )

技術管理者	課長	補佐	係長	係員	管理技術員

点 検 時 間			2:00	4:00	6:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	20:00	23:00
点 検 者												
和賀第一水源	水 位	平常時 1.8 ~ 3.3 m (1.5m取水停止)										
	流 量	稼働時 100 m <sup>3</sup> /h										
	濁 度	平常時 0.00 度										
江釣子水源	水 位	平常時 3.5 ~ 5.5 m										
	流 量	稼働時 130 m <sup>3</sup> /h										
	濁 度	平常時 0.00 度										
着水井	ア ル カ リ 剤 注 入 率	平常時 25~30 mg/ℓ										
	ア ル カ リ 剤 注 入 量	平常時 300~500 mℓ/min										
中間水	P H	目標値 7.3										
紫外線処理	No. 1 紫 外 線 照 射 量	35~10mJ/cm <sup>2</sup>										
	No. 2 紫 外 線 照 射 量	35~10mJ/cm <sup>2</sup>										
	No. 3 紫 外 線 照 射 量	35~10mJ/cm <sup>2</sup>										
浄水池	塩 素 剤 注 入 率	平常時 0.4~0.6 mg/ℓ										
	塩 素 剤 注 入 量	平常時 10~20 mℓ/min										
	P H	目標値 7.3										
	濁 度	【注意】 目標値 0.00 度										
	残 塩	【注意】 目標値 0.3~0.5mg/ℓ										
薬品貯留槽	塩素剤貯留槽液位	【注意】 液位急低下										
	No. 1 アルカリ剤貯留槽液位	【注意】 液位急低下										
	No. 2 アルカリ剤貯留槽液位	【注意】 液位急低下										
処理水量	総 取 水 流 量	平常時 230 m <sup>3</sup> /h										
	紫 外 線 装 置 流 入 流 量	平常時 230 m <sup>3</sup> /h										
	藤 沢 配 水 池 流 送 水 流 量	一台 自動運転 200m <sup>3</sup> /h 二台目手動運転 300m <sup>3</sup> /h										
岩手中部浄水場 藤沢配水池 送水流量		平常時 50 m <sup>3</sup> /h										
北上川浄水場 藤沢配水池 送水流量		平常時 0 m <sup>3</sup> /h										
全体監視内容に異常はないか												
備 考												

表 6-2-3-2 和賀川浄水場現場点検表

技術管理者	課長	課長補佐	係長	担当者	係員	点検者	管理技術員

和賀川浄水場点検表

平成 年 月 日 ( ) 天候

特記事項		※点検回数 和浄:週2回(月・金曜日) 江浄・江水源:週1回(月曜日)							
受変電・発電機室	引込受電盤	受電電圧	V	受電電力	Kw	受電電流	A	受電電力量	KWh
		受電遮断器 点灯 <input type="checkbox"/> 緑 <input type="checkbox"/> 赤		トランス温度		℃			
	主変圧器盤	二次電圧	V	二次電流	A	二次遮断器点灯 <input type="checkbox"/> 緑 <input type="checkbox"/> 赤	電源切換器 <input type="checkbox"/> 商用 <input type="checkbox"/> 発電機		
	照明電源切換分岐盤	電圧	V	電流	A	進相コンデンサ点灯 <input type="checkbox"/> 緑 <input type="checkbox"/> 赤	ランプテスト 異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		
	自家発電装置	商用電源 <input type="checkbox"/> 点灯 <input type="checkbox"/> 消灯		準備完了 <input type="checkbox"/> 点灯 <input type="checkbox"/> 消灯		励磁突入抑制開閉器盤点灯 <input type="checkbox"/> 緑 <input type="checkbox"/> 赤			
燃料配管 異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		燃料漏れ、異臭 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		換気扇現場盤故障表示 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 / ランプ(緑) <input type="checkbox"/> 点灯 <input type="checkbox"/> 消灯					
		天井換気扇 異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止 )			換気扇温度設定   ℃ <input type="checkbox"/> 自動 <input type="checkbox"/> 切 <input type="checkbox"/> 連続 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止 )				
塩素剤貯槽室		次亜塩素酸ナトリウム タンク液位						m	
		No.1塩素剤小出槽液位			ℓ	No.2塩素剤小出槽液位			ℓ
		空調機異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		温度設定   ℃ ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止 )		換気扇温度設定   ℃ <input type="checkbox"/> 自動 <input type="checkbox"/> 切 <input type="checkbox"/> 連続 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止 )			
アルカリ剤貯槽室		No.1アルカリ剤貯留槽液位			m	アルカリ剤小出槽液位			ℓ
		No.2アルカリ剤貯留槽液位			m				
		排水ピット異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無			換気扇温度設定   ℃ <input type="checkbox"/> 自動 <input type="checkbox"/> 切 <input type="checkbox"/> 連続 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止 )				
送水ポンプ室		点検項目	流入弁開度	電流	吐出弁開度	吐出圧			
		江釣子水源地	%						
		和賀第一水源地	%						
		No.1送水ポンプ							
		No.2送水ポンプ		A	%	MPa			
		No.3送水ポンプ		A	%	MPa			
		除湿器湿度設定   % 異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止 )			ランプテスト 異常 <input type="checkbox"/> 有・ <input type="checkbox"/> 無				
換気扇温度設定   ℃ <input type="checkbox"/> 自動 <input type="checkbox"/> 切 <input type="checkbox"/> 連続 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止 )			配管の異常 <input type="checkbox"/> 有 ( <input type="checkbox"/> 漏水 <input type="checkbox"/> その他 )・ <input type="checkbox"/> 無						
2F管理室		自動火災報知設備 異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無			交流電源 <input type="checkbox"/> 点灯 <input type="checkbox"/> 消灯				
電気室		取水ポンプ盤	江釣子水源地	No.1取水ポンプ電流	A	紫外線照射・薬注設備監視盤			
				No.2取水ポンプ電流	A	ランプテスト 異常 <input type="checkbox"/> 有・ <input type="checkbox"/> 無			
		和賀第一水源地	No.1取水ポンプ電流	A	江釣子水源地流量積算		m <sup>3</sup>		
			No.2取水ポンプ電流	A	和賀第一水源地流量積算		m <sup>3</sup>		
		No.1送水ポンプ盤	送水ポンプ電流	A	紫外線装置流入量積算		m <sup>3</sup>		
		No.2送水ポンプ盤	送水ポンプ電流	A	送水流量積算		m <sup>3</sup>		
		No.3送水ポンプ盤	送水ポンプ電流	A	ランプテスト 異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無				
		ランプテスト 異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無			監視盤		異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止 )		
		換気扇温度設定   ℃ <input type="checkbox"/> 自動 <input type="checkbox"/> 切 <input type="checkbox"/> 連続 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止 )			空調機		温度設定   ℃		

	点検項目		No.1	No.2	No.3								
	紫外線照射装置室	紫外線処理装置	積算時間	h	h	h							
照射量			mJ/m <sup>2</sup>	mJ/m <sup>2</sup>	mJ/m <sup>2</sup>								
強度			μW/m <sup>2</sup>	μW/m <sup>2</sup>	μW/m <sup>2</sup>								
水温			℃	℃	℃								
流量			m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h								
点灯回数			回	回	回								
設計ランプ寿命			h	h	h								
水処理量		瞬時流量:左4ケタ	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h								
		流量積算値:右3ケタ	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>								
浄水池サンプリングポンプ 異常 <input type="checkbox"/> 有( <input type="checkbox"/> 異音 <input type="checkbox"/> 発熱等) <input type="checkbox"/> 無													
除湿器湿度設定 % 異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止)			換気扇温度設定 ℃ <input type="checkbox"/> 自動 <input type="checkbox"/> 切 <input type="checkbox"/> 連続 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止)										
浄水池水位 m			配管の異常 <input type="checkbox"/> 有 ( <input type="checkbox"/> 漏水 <input type="checkbox"/> その他) <input type="checkbox"/> 無										
着水井室	2 階			3 階									
	点検項目	異常	温度・温度設定	運転状況	点検項目	サンプリングポンプの異常							
	除湿機	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	%	<input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止	和賀第一原水	<input type="checkbox"/> 有 ( <input type="checkbox"/> 異音 <input type="checkbox"/> 漏水 <input type="checkbox"/> 発熱等) <input type="checkbox"/> 無							
	換気扇	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	℃	<input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止	江釣子原水	<input type="checkbox"/> 有 ( <input type="checkbox"/> 異音 <input type="checkbox"/> 漏水 <input type="checkbox"/> 発熱等) <input type="checkbox"/> 無							
	配管	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	/	/	中間水	<input type="checkbox"/> 有 ( <input type="checkbox"/> 異音 <input type="checkbox"/> 漏水 <input type="checkbox"/> 発熱等) <input type="checkbox"/> 無							
				換気扇温度設定	℃ <input type="checkbox"/> 自動 <input type="checkbox"/> 切 <input type="checkbox"/> 連続 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止)								
屋 上 異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 (防水シートの穴等の状況を確認のこと)													
水質計器室	点検項目	濁度(度)			PH			水温(℃) (PH計指示値)		残塩(mg/l)			脱泡槽 水量異常
		指示値	実測値	計器異常	指示値	実測値	計器異常	指示値	実測値	指示値	実測値	計器異常	
	和賀原水	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	/	/	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
	江釣子原水	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	/	/	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
	中間水	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	/	/	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
浄 水	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	/	/	/	/	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		
配管の異常 <input type="checkbox"/> 有 ( <input type="checkbox"/> 漏水 <input type="checkbox"/> その他) <input type="checkbox"/> 無				換気扇温度設定 ℃ <input type="checkbox"/> 自動 <input type="checkbox"/> 切 <input type="checkbox"/> 連続 ( <input type="checkbox"/> 運転 <input type="checkbox"/> 停止)									
外部設備	和賀第一水源地	取水ポンプ電流	No.1ポンプ	A	No.2ポンプ	A	水位計	m					
	ヒーティング制御盤ランプ(赤) <input type="checkbox"/> 点灯 <input type="checkbox"/> 消灯				給水積算量(門扉左側 隔測メータ)								
	浄水場外構施設の異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無				ケーブルピット内の異常 <input type="checkbox"/> 有 ( ) <input type="checkbox"/> 無								
江釣子水源地	取水ポンプ制御盤	受電電圧		V		/							
		取水ポンプ電流		号		A		取水ポンプ圧力		号 MPa			
	計装テレメータ	水源地水位		m		水位計		m		ランプテストの異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無			
	パネルヒーター(自動 設定温度 5℃)の異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無				ケーブルマンホールの異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無								
	建造物構造物等の異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		門扉・フェンス等の異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		敷地内の雑草状況 <input type="checkbox"/> 繁茂 <input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 良好								
江釣子浄水場	建造物構造物等の異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		門扉・フェンス等の異常 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		敷地内の雑草状況 <input type="checkbox"/> 繁茂 <input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 良好								
備 考													

表 6-2-3-3 点検委託仕様書

仕 様 書	
(適用)	
第1	この仕様書は、和賀川浄水場紫外線装置外保守点検業務委託(以下業務)に適用する
(目的)	
第2	この業務は、機器の運用に支障のないように整備し、常に良好な機能を保持させることを目的とする
(基本事項)	
第3	この業務は、契約書、仕様書及び設計書に基づき行うこととし、受託者の施工要項については、次のとおりとする
	1)業務内容を十分に把握し、現地の綿密な調査を行い、施工計画を策定すること
	2)資格を必要とする作業はそれぞれの資格を有する者が施行する。
	3)既設構造物を汚染または損傷を与えた場合は、受託者の責任で復旧すること
	4)作業従事者は、水道法第 21 条に定める健康診断を実施すること
	5)業務完了後、仮設物等を撤去し、交換した不用材等は受託者が処分すること
(内容)	
第4	この業務は、つぎの内容で行うものとする
	1 紫外線装置(詳細別紙点検表)
	(1)外観目視点検
	(2)UVランプ交換
	(3)紫外線強度の確認
	(4)内部汚れ点検清掃
	(5)機側盤確認
	(6)洗浄機動作確認
	(7)警報動作確認
	(8)その他消耗品交換
	2 無試薬式残塩計
	(1)外観目視点検
	(2)サンプリング系統点検清掃

- (3)分析部の点検確認
- (4)測定槽・電極の汚れ点検清掃
- (5)電気回路部確認
- (6)Z E R O ・ S P A N校正
- (7)警報動作確認
- (8)目盛試験

3 高感度濁度計

- (1)外観目視点検
- (2)サンプリング系統点検清掃
- (3)測定セルの点検清掃
- (4)電気回路部確認
- (5)警報動作確認
- (6)目盛試験

4 P H計

- (1)外観目視点検
- (2)サンプリング系統点検清掃
- (3)分析部の点検確認
- (4)測定槽・電極の汚れ点検清掃
- (5)電気回路部確認
- (6)標準液によるP H値校正
- (7)K C Lの補充（適宜）

5 その他浄水場内全般

- (1)外観目視点検
- (2)消耗品確認

(保安)

第5 受託者は業務にあたり、保安については十分注意すること

(打ち合わせ)

第6 受託者は監督員と十分打ち合わせを行い、業務を円滑に進めること

(提出書類)

第7 受託者は、業務の施工に伴い、関係書類を提出しなければならない

(検査)

第8 業務完了にあたっては、当企業団の規定に基づき検査を行うものとする

対象設備	紫外線処理装置	型式	RWL-04 3基
製造番号		製造メーカー	

【運転状況】

項目	メンテナンス前	メンテナンス後	備考欄
電源電圧	V	V	
積算時間	H	H	
水温	°C	°C	
紫外線強度	$\mu W/cm^2$	$\mu W/cm^2$	
紫外線ランプ点灯	正常・異常	正常・異常	
洗浄機動作	正常・異常	正常・異常	
異常警報	有・無	有・無	

【点検項目】

点検項目	判定基準	点検結果	備考欄
本体	石英ランプスリーブ	ヒビ、割れ、汚れ、コーティング剥れはないか。	
	紫外線強度計(受光部)	汚れ、劣化確認。 (保護ガラス、波長変換素子)	
	洗浄装置部品(固定PL)	片減り、劣化確認。	
	洗浄装置ワイパー	汚れ、劣化確認。	
	洗浄装置駆動部	ギア(アイドラ)ナットの劣化確認。	
	本体(タンク内)	砂・砂利・異物の混入はないか。	
	シリカゲル	除湿(使用可能)状態か。 (粒子の色確認)	
	ランプコネクタ/リード線	劣化、異常はないか。	
	通水確認	水漏れはないか。 (スリーブ、ロッドシール部)	
	洗浄装置動作	正常動作か。 (原点/反転検知センサ、モータ回転)	
機側盤	吸気フィルター	汚れはないか。	
	各端子	「ゆるみ」はないか。	
	各メータ類	故障、破損はないか。	
	漏電ブレーカ	作動するか。	
	シーケンサ	エラーはないか。 (SDカードイベントデータの確認)	
	ファン動作	正常に動作(回転)しているか。	
	紫外線強度計	正常にモニタできているか。 (表示器の確認)	

[備考欄]

(点検結果合格は○、要整備は△、不合格は×、点検外はーで表示する。)

### 3) 維持管理費

表 6-2-3-4 に維持管理費を示す。

**表 6-2-3-4 維持管理費**

整備費用（年間業務委託）	
内訳	
各部品（ランプ、センサーなど）交換費用	70 万円
保守点検費用	80 万円
電気料	100 万円
総額	250 万円

### 6.2.3.3 トラブルとその対処方法

#### 1) これまでの故障とその対応

表 6-2-3-5 にこれまでの故障内容およびその対応を示す。

**表 6-2-3-5 故障表示一覧**

① 紫外線ランプ切れ	No. 1 系の紫外線照射強度が $10\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以下 ・自動的に故障機の流入停止 ・正常な No. 2 および 3 により処理継続 ・委託点検においてランプ交換実施
------------	--

### 6.2.3.4 維持管理上の留意点について

紫外線処理設備は紫外線の照射量が非常に重要である。よって、この紫外線照射量低下の原因となりうる機器(紫外線ランプ、石英管、安定器、紫外線センサー)については予備品を保管し、迅速に交換できる維持管理体制が必要である。

## 6.2.4 酒田市水道局 升田水源地

### 6.2.4.1 運転

#### 1) 運転方法

図 6-2-4-1 に升田水源地の浄水処理フローを示す。

水源地の取水井内に流入する地下水は、送水（取水）ポンプで紫外線照射室に送られ、紫外線照射処理される。紫外線照射処理後、送水管内へ次亜塩素酸ナトリウムが注入され、そのまま配水池へ送水される。

紫外線照射装置の運転は、送水（取水）ポンプの運転と連動しているが、紫外線ランプの間欠運転頻度を低減する目的で、紫外線保持機能を搭載しているため、上位盤により紫外線保持解除信号を入力しなければ紫外線ランプは点灯したままの状態を維持する制御となっている。配水池の水位低下によりポンプ運転信号が入力されると、上位盤から紫外線照射装置へ運転指令が伝送される。ランプ点灯から 10 分程度は紫外線強度が穏やかに上昇していき、規定の紫外線強度に達すると、ポンプが起動し送水を開始する。

升田水源地の機械設備は、紫外線照射装置を含め全て現場の自動制御となっており、中央管理室がある小牧浄水場における遠隔操作はできないため、異常時には現場における機器状態確認が必要となる。遠方監視装置における伝送内容は①照射強度、②故障、③運転状態（運転/停止、自動/手動）となっている。

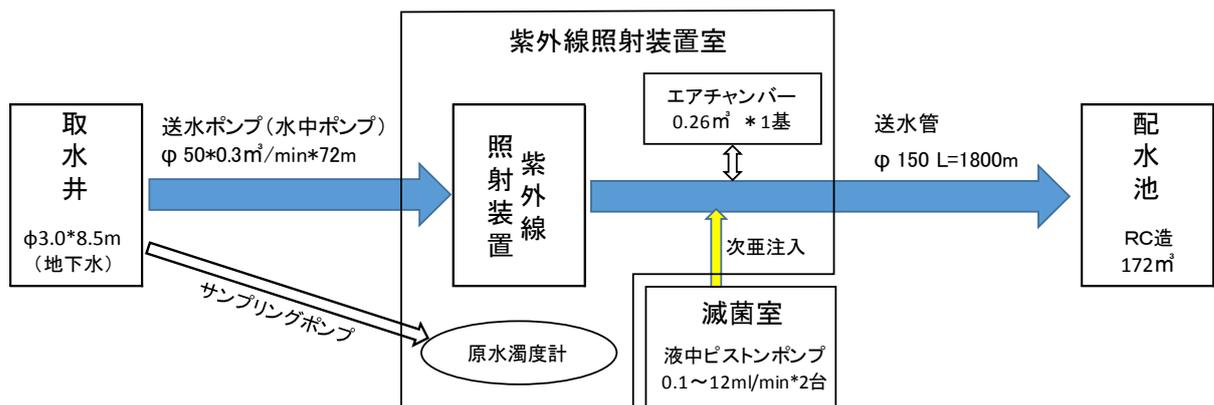


図 6-2-4-1 浄水処理フロー

#### 2) 紫外線ランプの出力

ランプの照射強度はその特性上、時間とともに減少してくる。当該装置の連続運転による寿命目安が 9,000 時間で、寿命目安を過ぎたあたりから紫外線強度が著しく低下する恐れがあることから、現在、年 1 回の点検整備時に

ランプの交換を行なっている。

### 3) 濁度監視

升田水源地では、大雨や地震時に原水濁度が上昇し、運転基準（0.5 度）を超過する場合があるため、紫外線照射室に濁度計が設置されている。

原水濁度計のデータは、小牧浄水場の中央管理室に伝送されており、常時監視が可能であるが、運転基準値を超過した場合は、運転停止の操作を現場で行なう必要がある。

### 4) 水質管理

升田水源地の原水は、定期水質検査として水質基準項目及び水質管理目標設定項目など計 54 項目の検査を行なっている。汚染指標細菌検査については年 4 回、クリプトスポリジウム等耐塩素性病原微生物については年 1 回の定期検査を原則とし、高濁度時等には臨時検査を行なう場合がある。

また、升田水源地の配水エリアの給水栓についても定期水質検査を行っており、水質基準項目及び水質管理目標設定項目など計 67 項目の検査を行なっている。その他に、給水末端での毎日検査として、色、濁り、残留塩素を確認するため対象地区のお客さまに検査を委託し水質管理を行なっている。

## 6.2.4.2 維持管理

### 1) 維持管理の体制

紫外線照射装置の維持管理については、運転監視等業務委託業者による日常巡視点検とメーカーによる点検整備を実施している。

#### (1) 運転監視等業務委託業者による日常巡視点検は毎週 2 回

日常巡視点検内容は、紫外線処理水量、照射量及び照射強度等のデータ管理のほか、装置本体の配管からの水漏れ、異音、振動、制御盤内の目視点検及び紫外線ランプ点灯積算時間や洗浄時間の確認などである。

#### (2) メーカーによる定期的な点検整備は年 1 回

点検整備内容は、装置の動作試験、紫外線ランプ等の消耗品の交換、基準強度計による校正及び装置内の清掃等である。

### 2) 点検方法（保守・管理項目）

表 6-2-4-1 に主要構成部の点検頻度と交換頻度を表 6-2-4-2 に日常巡視点検表を示す。

また、表 6-2-4-3 に毎年実施している点検整備の報告書を示す。

表 6-2-4-1 主要構成部の点検頻度と交換頻度

点検項目		実施内容	点検・交換頻度			
			週2回	1年 毎	3年 毎	5年 毎
制御盤（上位盤）	表示灯	運転状態・異常表示の確認	○			
		動作点検		○		
機側制御盤	表示灯	表示の確認（別添点検記録簿による）				
		動作点検	○	○		
	モニタ	各種指示値の確認	○			
	紫外線強度計	校正		○		
		モニター素子・光ファイバー交換				○
	吸気フィルター	点検・清掃		○		
		交換				○
	排気ファン	点検		○		
交換					○	
紫外線照射装置	本体	漏水等	○			
		ボルト、ナットの緩み	○			
		ケーブル、コネクタ等の緩みや破損	○			
		異常な振動、騒音、発熱の有無	○			
	石英ランプスリーブ	点検・洗浄		○		
		交換				○
	紫外線ランプ	点検・交換		○		
	洗浄装置ワイパー	汚れ・劣化確認		○		
		ブレード交換				○
	電動アクチュエーター	汚れ・劣化確認		○		
	シリカゲル	粒子の確認・交換		○		
	ランプコネクタ	劣化・異常確認		○		
	電子安定器	点検		○		
交換				○		

※ 交換頻度は目安です。点検整備により各部品の劣化状況を確認し、交換対象とします。

表 6-2-4-2 升田水源地日常巡視点検表

場外施設 日常巡視点検簿 (八幡地区週1・週2)

平成 年 月 日 ( ) 天気

監督員	現場代理人	副現場代理人	班長

点検者名 \_\_\_\_\_

升田水源地			
点検時刻			
紫外線照射装置室		紫外線照射装置室	
引込動力盤	200V受電電圧	190~215	V
	200V受電電流	0~70	A
	発電機モード自動点灯	判定	
	警報表示状態	判定	
取水ポンプ制御盤	取水ポンプ選択	通常交互	交互・No.1・No.2
	No.1取水ポンプ操作	通常自動	自動・切・手動
	No.2取水ポンプ操作	通常自動	自動・切・手動
	発電機室給気ファン操作	通常自動	自動・切・手動
	No.1取水ポンプ電流	0~33	A
	No.2取水ポンプ電流	0~33	A
	警報表示状態	判定	
	UPS電源点灯	判定	
計装テレメータ盤	取水井水位	3.0~5.5	m
	日向送水流量	17~20	m <sup>3</sup> /h
	日向配水池水位	2.10~3.00	m
	日向配水流量	0~40	m <sup>3</sup> /h
	警報表示状態	判定	
	緊急遮断弁	通常自動 通常全開	自動・手動 全開・全閉
紫外線処理設備制御盤	紫外線照射装置選択	通常自交並列	自交並列・No.1・No.2
	No.1紫外線照射装置	通常自動	自動・停止・運転
	No.1流入弁	通常自動	自動・閉・開
	No.1流出弁	通常自動	自動・閉・開
	No.2紫外線照射装置	通常自動	自動・停止・運転
	No.2流入弁	通常自動	自動・閉・開
	No.2流出弁	通常自動	自動・閉・開
	取水サンプリングポンプ	通常自動	自動・停止・運転
警報表示状態	判定		
滅菌室			
次亜注入設備制御盤	警報表示状態	判定	
	次亜注入ポンプ自動選択	通常自交並列	自交並列・No.1・No.2
	No.1次亜注入ポンプ	通常自動	自動・停止・運転
	No.2次亜注入ポンプ	通常自動	自動・停止・運転
	No.1次亜注入ポンプ制御ユニット		
	注入量		ml/min
	STOP消灯確認	判定	
	No.2次亜注入ポンプ制御ユニット		
	注入量		ml/min
	STOP消灯確認	判定	
次亜注入機	注入圧力	0.50~0.80	MPa
	注入状態	判定	
	タンク残量	50L以下は補充	L
発電機室			
発電機	充電点灯確認	判定	
	制御電源点灯確認	判定	
	燃料残量(満40L)	5割超確認	
No.1紫外線照射装置 運転・停止		No.2紫外線照射装置 運転・停止	
紫外線照射装置		紫外線照射装置	
メイン画面		メイン画面	
警報表示状態		判定	
状態表示			
積算時間計			h
紫外線照射量		15.0以上	ml/cm <sup>2</sup>
紫外線強度			μW/cm <sup>2</sup>
水温		40.0未満	℃
流量		19(固定値)	m <sup>3</sup> /h
点灯回数			回
ランプ交換予測		168以上	h
紫外線ランプ運転状態		通常4本点灯	本点灯
操作パネル			
紫外線ランプ		通常自動	自動・手動・停止
洗浄装置		通常自動	自動・手動・停止
保守切替		通常解除	保守中・解除
洗浄装置			
洗浄回数			回
洗浄時間			h m s
メイン画面			
警報表示状態		判定	
状態表示			
積算時間計			h
紫外線照射量		15.0以上	ml/cm <sup>2</sup>
紫外線強度			μW/cm <sup>2</sup>
水温		40.0未満	℃
流量		19(固定値)	m <sup>3</sup> /h
点灯回数			回
ランプ交換予測		168以上	h
紫外線ランプ運転状態		通常4本点灯	本点灯
操作パネル			
紫外線ランプ		通常自動	自動・手動・停止
洗浄装置		通常自動	自動・手動・停止
保守切替		通常解除	保守中・解除
洗浄装置			
洗浄回数			回
洗浄時間			h m s
紫外線照射装置配管			
流入圧力		0.50~0.80	MPa
水撃防止用圧力タンク			
圧力		0.50~0.80	MPa
次亜注入点		状況確認	
サンプリングポンプ		状況確認	
濁度計		指示値	
指示値		0.000~0.500	度
水質手分析値(送水)			
濁度		度	色度
濁度		度	度
備考 (2回/週点検) 室温 ℃ 最高 ℃ 最低 ℃			

表 6-2-4-3 点検整備報告書

作業結果報告書				承認	担当	P 1/1
工事名						
客先名			装置名			
対応者			型式/製造No.			
点検年月日			納入年月			
作業者			JOB No.			
1. メンテナンス内容(交換部品等)						
.			.			備考欄
.			.			
.			.			
.			.			
.			.			
2. 装置状況						
No.	項目	No.1号機		No.2号機		備考欄
		メンテナンス前	メンテナンス後	メンテナンス前	メンテナンス後	
1	電源電圧	V	V	V	V	
2	積算時間	H	H	H	H	
3	水温	℃	℃	℃	℃	
4	紫外線強度	μ W/cm <sup>2</sup>	μ W/cm <sup>2</sup>	μ W/cm <sup>2</sup>	μ W/cm <sup>2</sup>	
5	紫外線照射量	mJ/cm <sup>2</sup>	mJ/cm <sup>2</sup>	mJ/cm <sup>2</sup>	mJ/cm <sup>2</sup>	
6	紫外線ランプ点灯					
7	洗浄機動作					
8	異常警報					
3. 装置点検結果				○=良好 ×=問題あり △=備考欄参照		
No.	点検項目	点検結果		処置結果		備考欄
		1号	2号	1号	2号	
本体	1 石英ランプスリーブ	:ヒビ、割れ、汚れ、コーティング剥れはないか。				
	2 紫外線強度計(受光部)	:汚れ、劣化確認。(保護ガラス、波長変換素子)				
	3 洗浄装置部品(固定PL)	:片減り、劣化確認。				
	4 洗浄装置ワンプ	:汚れ、劣化確認。				
	5 電動アクチュエータ	:ロッドの汚れ、傷はないか。(グリース補給の実施)				
	6 本体(タンク内)	:砂、砂利・異物の混入はないか。				
	7 シリカゲル	:除湿(使用可能)状態か。(粒子の色確認)				
	8 ランプコネクタ/リード線	:劣化、異常はないか。				
	9 通水確認	:水漏れはないか。(スリーブ、ロッドシール部)				
	10 洗浄装置動作	:正常動作か。(アクチュエータロッド動作/シャクリ等)				
機側盤	1 吸気フィルター	:汚れはないか。				
	2 各端子	:「ゆるみ」はないか。				
	3 各メータ類	:故障、破損はないか。				
	4 漏電ブレーカ	:作動するか。				
	5 シーケンサフ	:エラーはないか。(SDカードイベントデータの確認)				
	6 ファン動作	:正常に動作(回転)しているか。				
	7 紫外線強度計	:正常にモニタできているか。(表示器の確認)				
4. 結果						
5. その他(交換推奨等)						

### 3) 維持管理費

表 6-2-4-4 に維持管理費を示す。

**表 6-2-4-4 維持管理費**

整備費用（平成 27 年度 点検整備）		
内訳		93 万円
各部品（ランプ、Oリング類）交換費用	40 万円	
保守点検費用	53 万円	
電気料（施設内低圧使用料金）		120 万円
総額		213 万円

## 6.2.4.3 トラブルとその対処方法

### 1) 故障表示の種類

表 6-2-4-5 に現場での故障表示一覧を示す。

**表 6-2-4-5 故障表示一覧**

異常内容	重故障 信号出 力	軽故障 信号出 力	状態信 号	表示灯	警報 設定値	考えられる要因
シーケンサ故障	○	—	—	●	—	シーケンサ故障
漏電	○	—	—	◎	—	漏電・過電流
ランプスリーブ割れ	○	—	—	◎	—	ランプスリーブ部か らの水漏れ
洗浄装置故障	—	○	—	◎	—	洗浄装置の故障
紫外線照射量低下	—	—	○	◎	—	紫外線ランプ劣化 安定器故障
水温上昇	—	—	○	◎	40℃	運転中の通水停止
機側盤内温度異常	—	—	○	◎	40℃	機側盤内ファン故障 フィルタ目詰り
紫外線ランプ不点	—	—	○	◎	—	紫外線ランプ劣化 安定器故障

※ 重/軽故障/状態信号（○）・表示灯（●：機側盤面、◎：タッチパネルメイン画面）

### 2) 異常発生後の処置

#### (1) シーケンサ故障

紫外線ランプ、洗浄装置共に停止する。

緊急運転用スイッチにより運転可能だが、自動制御運転はできなくなる。

メーカーへ連絡する。

## (2) 漏電・過電流

機側盤内に設置されている漏電遮断器及び配線用遮断器を確認し、機器状態についてメーカーへ連絡する。

## (3) ランプスリーブ割れ

紫外線強度センサスリーブ内部に取付けられたセンサーの検知部に液体が到達すると信号を出力する。

石英ランプスリーブの破損が考えられるため、本体流入弁・流出弁を閉じ装置を停止する。

ドレン弁から本体内の処理水を排水し、内部状況を確認してメーカーへ連絡する。

## (4) 洗浄装置故障

故障発生時にも紫外線ランプ点灯は継続する。紫外線照射量が規定値を超えている場合は、そのまま運転可能であるが、スリーブの汚れの影響により次第に紫外線強度が低下する場合がある。

洗浄装置に異常があるため、メーカーへ連絡する。

## (5) 紫外線照射量低下

ランプの劣化又は不点灯、安定器の故障、強度計の故障、ランプスリーブの汚れ、処理水の透過率低下等が原因と考えられる。それぞれの原因に合わせ対応する。

## (6) 水温上昇

本体シリンダ駆動側フランジ上部に取付けた水温センサーにより、本体内の水温を測定している。

機側盤内の温度指示調節計のデジタル指示値が 40℃以上であることを確認する。

原因としては、本体内部上部のエア溜まり又は通水しない状態でのランプ点灯が考えられる。

空気が完全に排出されていることを確認し、通水しながら運転する。

## (7) 機側盤内温度異常

機側盤内温度が上昇し警報設定温度を超えた場合に出力する。

ファンの故障又はエアフィルタの目詰まりが考えられるためファンの交換又はエアフィルタの清掃を行なう。

#### (8) 紫外線ランプ不点

紫外線ランプ不点は、紫外線照射量低下につながる要因の一つであることから、規定の照射量が確保できている場合でも、ランプの交換を行なう。

交換後もランプが点灯しない場合は、安定器自体の故障が考えられるため、メーカーへ連絡する。

### 3) これまでの故障とその対応

#### (1) 重故障が発生（運転時故障発生）

現場に急行し、機側制御盤により、スリーブ割れの警報であることを確認した。すぐに紫外線照射装置を停止し、紫外線照射槽の水を排水後、ランプスリーブを確認、スリーブ本体内に水が浸入していたが、傷、割れはなかった。

スリーブ内の水を取り除き、水に浸ったランプを交換し、復旧した。

メーカーの分析から、設置当初にスリーブを押えるボルトの締め付けが緩かったために水が侵入した可能性があるとのこと。

現在まで、同じ症状は発生していない。

#### (2) 紫外線照射槽から漏水が発生（巡視点検時発見）

日常巡視点検時に紫外線照射槽からの漏水を発見したため、本体を分解し調査した。

結果、洗浄ワイパー駆動軸部分に設置されているOリングが変形したことが原因であることを確認し、交換後に復旧した。

#### (3) 紫外線照射量が極端に低下（ $28\text{mJ}/\text{cm}^2 \rightarrow 13\text{mJ}/\text{cm}^2$ ）した。

機側制御盤によりランプ不点を確認。ランプを交換し復旧した。

### 6.2.4.4 維持管理上の留意点について

これまで紫外線処理設備導入から約3年間、施設を運用してきたが、日常巡視点検時は、他の処理装置と比べ専門的な技術を必要とすることは少ないと感じた。日常の施設点検と定期的な機器整備は、装置の性能維持に不可欠であり、不測の事態を未然に防ぐことに繋がるため、機器の特徴を把握した適切な点検整備を実施することが重要である。

また、ランプ等の消耗品の確保は、機器の故障時に迅速な対応を可能にすることから、現場へのストックが必要である。

## おわりに

今回の浄水研究委員会は『消毒補完設備としての UV 導入について』というテーマで東北の全水道事業体にアンケート調査を行い、その集約結果から紫外線処理の導入における問題点と課題を抽出した。

小規模な浄水場や水道施設では、クリプトスポリジウム等の耐塩素性病原微生物への対策が遅れているところが多くあるのが現状であり、アンケートの結果からその理由が明らかになった。

紫外線処理は維持管理が容易な技術として注目されているものの、現在は主として地下水のみで地表水には適用例が少ない状況にある。しかし、表流水を原水とする浄水場でも凝集沈澱・ろ過の後段に紫外線処理を設置することで、さらなる安全性を確保することが可能である。

その一方で、我が国ではろ過による物理的除去に重点が置かれており、紫外線処理においては「不活化したとはいえクリプトスポリジウム等が処理水中に残っていることを安全であると説明できるのか」、「既存の施設で適正な濁度管理を行うことで十分対応できる」等の意見があるのも事実である。

これからクリプトスポリジウム等対策を検討する水道事業者においては、この報告書を紫外線処理設備導入にあたっての参考として活用していただければ幸いである。

最後に本研究に際してご協力いただいた水道事業者並びに関係部署の皆様に感謝の意を表します。

## 平成27-28年度 浄水研究委員会名簿

平成27年4月1日～平成28年3月31日

事業体名		所属・職名	氏名
仙台市		水道局 浄水部 国見浄水課 主幹兼福岡浄水場長 委員長	大沼 国彦
八戸圏域水道企業団		浄水課 保全グループ 主幹 副委員長	堀野 秀一
青森市		企業局 水道部 堤川浄水課 主査	山内 弘康
秋田市		秋田市上下水道局 浄水課 主査 兼 仁井田浄水場更新準備室 主査	加賀屋 太一
大館市	(H27)	建設部水道課 主査	佐藤 忠広
	(H28)	建設部水道課 主査	工藤 睦月
盛岡市		上下水道局 上下水道部 浄水課 米内浄水場 主査	蛇口 卓也
岩手中部水道企業団		浄水課 岩手中部浄水場 浄水係長	菅原 一志
山形市		上下水道部 水運用センター 副所長兼水質管理係長	板坂 学
酒田市		酒田市水道局 水道部 工務課 調整主任	佐藤 伸
石巻地方広域水道企業団		浄水課 技術主幹兼施設維持係長	落合 徹
郡山市		水道局 浄水課 荒井浄水場 主任	田村 浩信
会津若松市		水道部 施設課 浄水場グループ 主幹	新藤 達也
事務局 (仙台市)	水道局 浄水部 国見浄水課 福岡浄水場 主任		大場 健敏
	水道局 浄水部 水質管理課 水質検査第二係 主任		伊藤 雅木
	水道局 浄水部 国見浄水課 国見浄水場 技師		澤田 圭介

※ (H27)(H28)はそれぞれ当該年度のみの任期の委員等を表す。



後列左から、佐藤(伸)委員 加賀屋委員 落合委員 板坂委員 蛇口委員 工藤委員  
前列左から、田村委員 新藤委員 大沼委員長 堀野副委員長 山内委員 菅原委員

(H28.12.16)

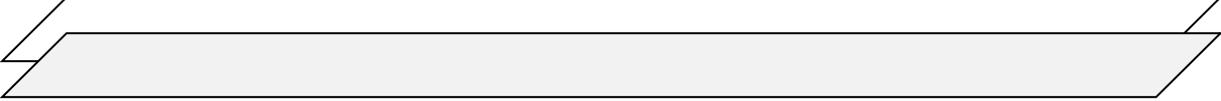


佐藤(忠)委員



【事務局】 左から、大場 伊藤 澤田

# 給・配水研究委員会報告



「布設替工事の注意点・問題点について」

日本水道協会東北地方支部  
技術研究部会

# 給・配水研究委員会報告書

「布設替工事の注意点・問題点について」

平成29年3月

日本水道協会東北地方支部技術研究部会

## 目 次

1. はじめに
  2. 研究テーマ及び検討方法
  3. 審議経過
  4. アンケート調査の実施
  5. 現状における課題
  6. 必要な取り組み
  7. 事例報告
    - 7-1 鶴岡市におけるエースモール工法による施工事例
    - 7-2 能代市におけるテラジェット工法による施工事例
    - 7-3 大崎市におけるアセットマネジメント作成事例
  8. おわりに
- 給・配水研究委員会名簿

## 1. はじめに

東北地方の水道は、昭和30年代から昭和40年代にかけての高度経済成長期における水需要の増加に対応するため、水道施設の整備・拡張事業を行ってきたが、これらの水道施設の多くは老朽化等により順次更新の時期を迎えてきている。併せて、東日本大震災や昨年8月の台風第10号による大雨等災害の被災経験地域として、自然災害への備えである施設強靱化の観点からも、水道施設の更新需要増大への対応が各水道事業体の課題となっている。

一方、水道事業を取り巻く環境は、職員数の減少と水需要の減少に伴う財政事情の逼迫等、事業運営は一層厳しさを増していくものと考えられる。これらの現状に対応する一つの方策である、適切な水道施設の更新・再構築は、水道事業にとって必要不可欠な取り組みであると考えられる。

適切な水道施設の更新・再構築の実施には、新水道ビジョンに記されている「安全」「強靱」「持続」の方向性や水道施設更新指針の考え方に基づき、アセットマネジメントを活用した中長期的な視点に立った、適切な投資と更新需要の平準化が必要不可欠である。そのためには、水需要の減少に対応したダウンサイジングを踏まえた施設の再構築や、施設の老朽化に対しては再構築のみならず、適切な保守点検による施設の長寿命化を図る等、持続可能な水道事業を展開していく必要があると考える。

本委員会では、研究テーマ「布設替工事の注意点・問題点について」として水道施設で最も大きな役割を占める、管路の布設替工事の際に必要な課題について、東北地方各事業体へのアンケート調査や委員会での審議を行い、今後の布設替工事での課題解決に向けての検討を報告するものである。

## 2. 研究テーマ及び検討方法について

～ 研究テーマ ～

「管路の布設替工事では、他事業者の占用状況を調査したうえでの布設ルートや、地質調査、工法の選定等多くの工程を経て行われるが、一連の工程を効率的に行う為に、その注意点や問題点について調査研究する。」

布設替工事を施工する際には、様々な調査検討を経て布設ルートを決めるものであるが、中大口径の布設替えを施工する際には、地下埋設物が輻輳している場合など、浅層埋設も不可能であるため埋設するスペースが無いことも多い。同路線での布設替えが困難となると、ルートの変更や大規模な推進・シールド等の工法の検討も必要となり、施工の難易度が高くなるために布設替工事を躊躇する場合もある。

また、他地下埋設物事業者との協議により水道管を切り廻す場合が多々あると思われるが、そのような場合に、ただ切り廻すのではなく維持管理上どのような対策を施せばよいのか様々な検討が必要となる。

そこで、本委員会では、東北地方各事業者の現状における課題、課題解決に向けた必要な取り組みについて調査検討を行う。



写真：配水管の布設替工事

### 3. 審議経過

第1回 平成27年8月20日～21日

- ①各事業体の取組み・課題について
- ②アンケート調査実施の有無について

第2回 平成27年11月26日～27日

- ①アンケート依頼先について
- ②アンケート（案）について

第3回 平成28年2月18日～19日

- ①報告書の作成について
- ②水運用システムについて

第4回 平成28年5月26日～27日

- ①配水管敷設工事標準掘削幅について
- ②アンケート集計方法について

第5回 平成28年9月1日～2日

- ①管路評価ツールの作成と活用について（大崎市）
- ②特殊工法による事例報告（山形市、鶴岡市、仙台市）

第6回 平成28年11月17日～18日

- ①給・配水委員会報告書の素案について
- ②特殊工法による事例報告（鶴岡市、能代市）

第7回 平成29年2月23日～24日

- ①給・配水委員会報告書について

## 4. アンケート調査の実施

本委員会では、研究テーマである「布設替工事の注意点・問題点について」に則り、東北地方各事業体の現状における課題、課題解決に向けた必要な取り組みについて、実態を把握することを目的にアンケート調査を実施した。

### 4-1 アンケート調査概要

- ①調査対象：東北地方支部役員都市・監事都市・各研究委員会出席都市
- ②調査実施期間：平成28年2月12日～平成28年2月29日
- ③調査事業体数：27事業体
- ④有効回答数：26事業体
- ⑤回答率：96.3%

### 4-2 アンケート調査結果

調査結果をまとめた資料を次ページ以降に掲載する。

1 水道施設状況(平成26年度末)に関する事項(公表値)

(1)水道管(給水管を除く)について伺います。

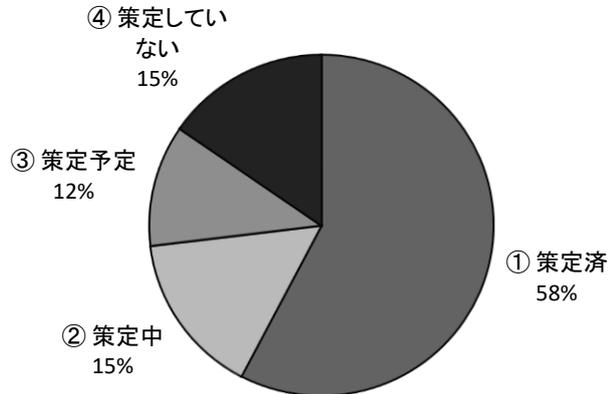
- ①水道管総延長(給水管を除く)
- ②水道管の用途別延長(導水管・送水管・配水管)
- ③管種別延長(導水管・送水管・配水管毎)

(2)普及率・有効率・有収率について伺います。

2 計画・事前調査に関する事項

(1)水道管更新計画(5ヶ年程度)の策定について伺います。

① 策定済	15
② 策定中	4
③ 策定予定	3
④ 策定していない	4



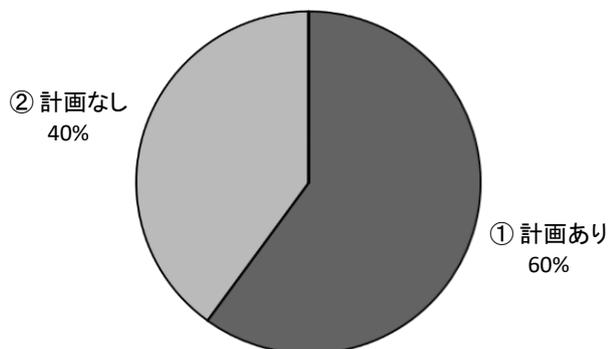
※①策定済15事業体の内、7事業体がアセットマネジメントを活用した更新計画を策定している

(2)(1)で①②③と回答した事業体に伺います。どのような計画に基づいて策定していますか。

- ・「仙台市水道事業基本計画(平成22～31年度)杜の都 水道ビジョン」の後期計画である  
「仙台市水道事業中期経営計画(平成27～31年度)」
- ・「青森市水道経営プラン(青森市水道事業計画)」
- ・「八戸圏域水道企業団第3次水道事業総合計画(平成21年度～平成30年度)」の後期実施計画として  
策定した「第9次中期財政計画(平成27年度～平成30年度)」
- ・「能代市水道等整備計画」
- ・「第三次盛岡市水道事業基本計画(平成27年度～36年度)～もりおか水道ビジョン～」
- ・「山形市上下水道事業基本計画」
- ・「大崎市水道事業基本計画」
- ・「相馬地方広域水道企業団水道施設整備計画」

(3)(1)で①と回答した事業体に伺います。大口径管(φ500mm以上)の更新計画はありますか。

① 計画あり	9
② 計画なし	6
③ 計画予定	0

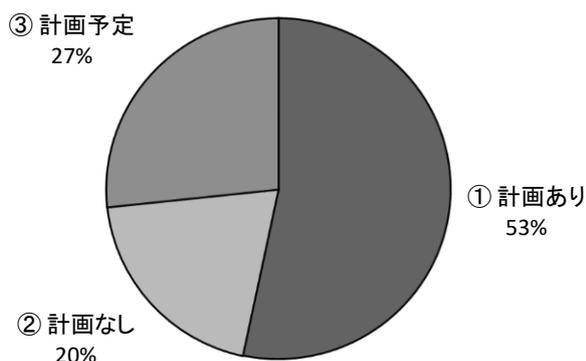


(4)(3)で①と回答した事業体に伺います。どのような計画に基づいた更新計画ですか。

- ・(2)同様

(5)(1)で①と回答した事業体に伺います。重要施設(医療機関、避難所等)へ通じる管路の更新(耐震化)計画はありますか。

① 計画あり	8
② 計画なし	3
③ 計画予定	4

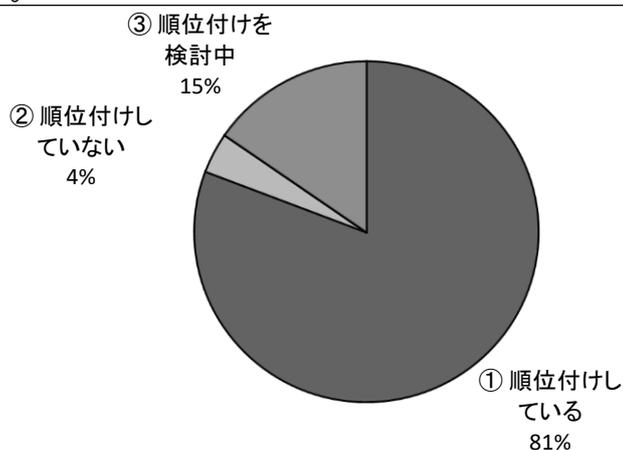


(6)(5)で①と回答した事業体に伺います。どのような計画に基づいた更新計画ですか。

- ・「仙台市水道事業基本計画(平成22～31年度)杜の都 水道ビジョン」の後期計画である「仙台市水道事業中期経営計画(平成27～31年度)」
- ・「水道施設耐震化計画(管路編)」(盛岡市)
- ・「山形市上下水道事業基本計画」

(7)水道管更新の優先順位付けをしていますか。

① 順位付けしている	21
② 順位付けしていない	1
③ 順位付けを検討中	4



(8)(7)で①③と回答した事業体に伺います。優先順位の選定項目について3つ紹介をお願いします。

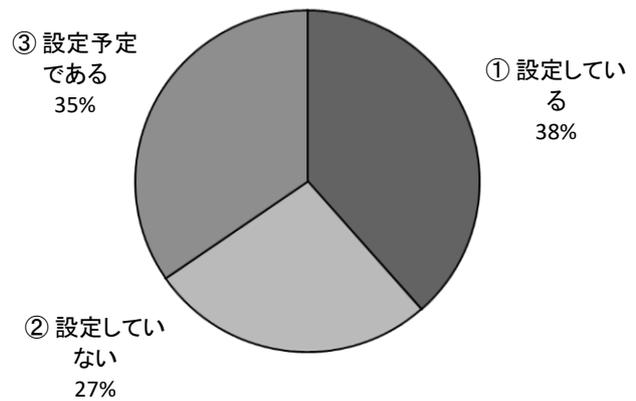
- ・管種
- ・重要度
- ・漏水履歴
- ・布設年次

(9)(7)で②と回答した事業体に伺います。順位付けをしていない(できない)のはなぜですか。

- ・水道管更新計画を策定していない。

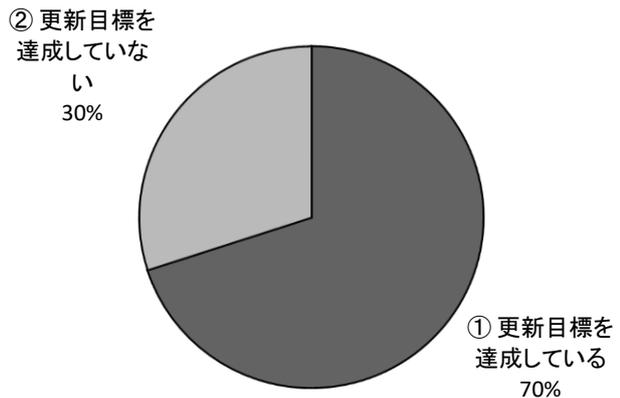
(10) 水道管の年間更新目標を設定していますか。

① 設定している	10
② 設定していない	7
③ 設定予定である	9



(11) (10)で①と回答した事業体に伺います。年間更新目標は達成できていますか。

① 更新目標を達成している	7
② 更新目標を達成していない	3



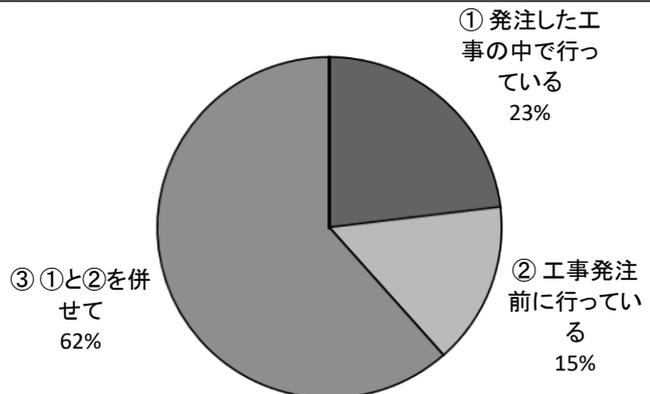
(12) (11)で②と回答した事業体に伺います。更新目標を達成できない理由(障害等)を教えてください。

- ・単年度の更新目標を1%以上に設定しているが、管整備費用や職員の事務量に限りがあるため、中口径配水管の整備や新設工事延長が増大すると更新延長が伸びない状況にある。
- ・工事の入札不調、不落による。
- ・人員、財政力、配管工の不足

(13) 水道管の布設工事を行う際の地下埋設物調査について伺います。

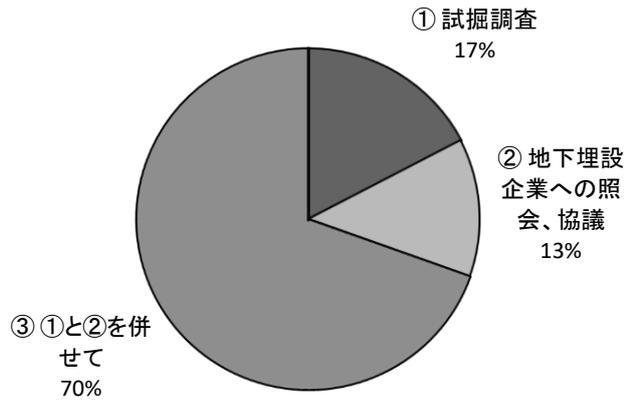
1) 地下埋設物調査(照会、協議等含む)時期は何時ですか。

① 発注した工事の中で行っている	6
② 工事発注前に行っている	4
③ ①と②を併せて	16
④ 行っていない	0
⑤ その他	0



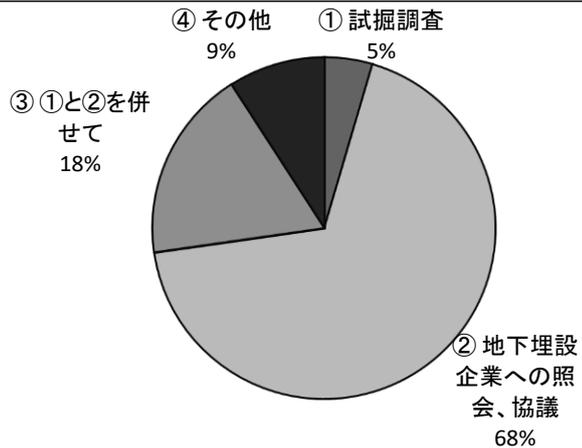
2)1)で①③と回答した事業体へ伺います。発注した工事の中で行っている調査方法はどれですか。

① 試掘調査	4
② 地下埋設企業への照会、協議	3
③ ①と②を併せて	16
④ その他	0



3)1)で②③と回答した事業体へ伺います。工事発注前に行っている調査方法はどれですか。

① 試掘調査	1
② 地下埋設企業への照会、協議	15
③ ①と②を併せて	4
④ その他	2



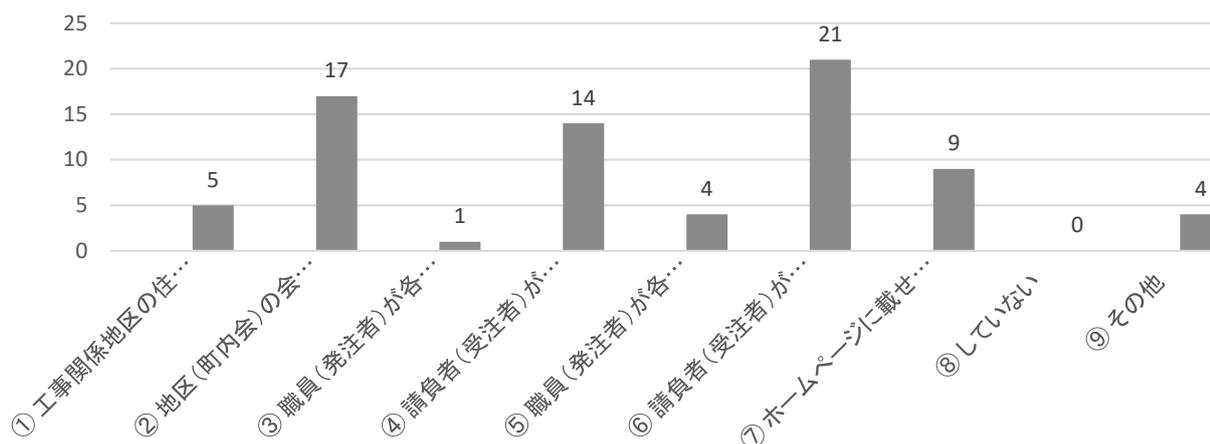
4)3)で①と回答した事業体へ伺います。発注形態はどれですか。

① 試掘調査単独	0
② 他の水道工事に併せて	0
③ 他の地下埋設工事に併せて	0
④ その他	1

### 3 住民対応に関する事項

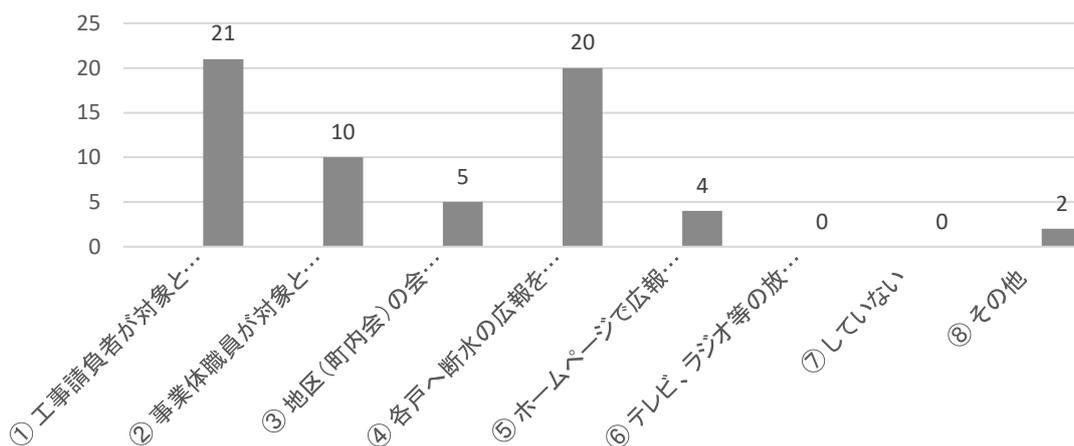
(1) 水道管布設工事(緊急工事・修繕工事を除く)の着手前に地域住民にどのように工事のお知らせを行っていますか。

① 工事関係地区の住民を対象に説明会をする	5
② 地区(町内会)の会長へ説明して工事の広報を回覧してもらう	17
③ 職員(発注者)が各戸を回り説明する	1
④ 請負者(受注者)が各戸を回り説明する	14
⑤ 職員(発注者)が各戸に広報を配付する	4
⑥ 請負者(受注者)が各戸に広報を配付する	21
⑦ ホームページに載せている	9
⑧ していない	0
⑨ その他	4



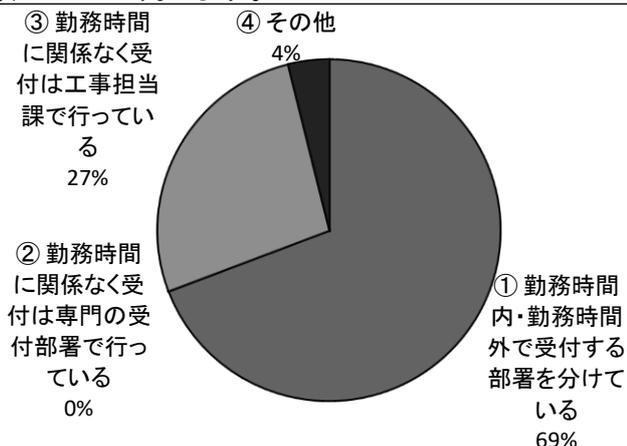
(2) 断水工事を行う前の断水のお知らせはどのように行っていますか。

① 工事請負者が対象となる住宅を訪問し広報を行っている	21
② 事業体職員が対象となる住宅を訪問し広報を行っている	10
③ 地区(町内会)の会長へ説明して断水の広報を回覧してもらう	5
④ 各戸へ断水の広報を配付している	20
⑤ ホームページで広報を行っている	4
⑥ テレビ、ラジオ等の放送を利用して広報を行っている	0
⑦ していない	0
⑧ その他	2



(3) 水道工事に関する苦情の受付(電話、メール等)について伺います。

① 勤務時間内・勤務時間外で受付する部署を分けている	18
② 勤務時間に関係なく受付は専門の受付部署で行っている	0
③ 勤務時間に関係なく受付は工事担当課で行っている	7
④ その他	1



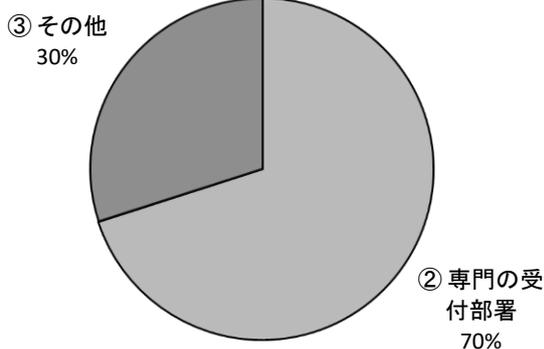
(4) (3)で①と回答した事業体に伺います。

1) 勤務時間内の受付はどちらの部署ですか。

① 工事担当課	18
② 専門の受付部署	0
③ その他	0

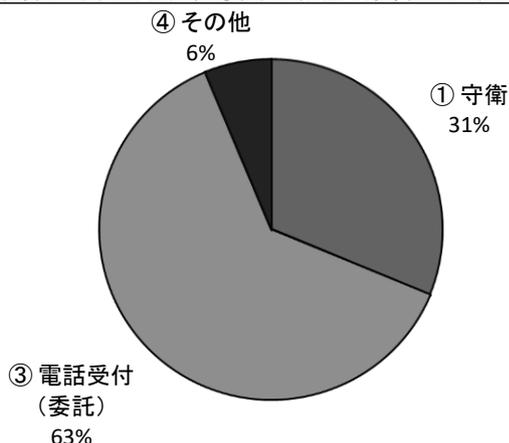
2) 勤務時間外の受付はどちらの部署ですか。

① 工事担当課	0
② 専門の受付部署	14
③ その他	6



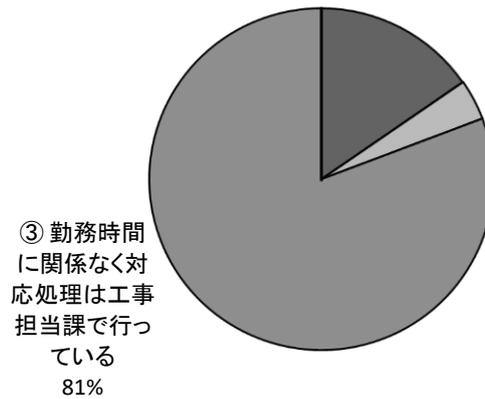
(5) 専門の受付部署(電話、メール等)を設けている事業体に伺います。専門の受付部署はどのような所ですか。

① 守衛	5
② 電話受付(職員)	0
③ 電話受付(委託)	10
④ その他	1



(6) 水道工事に関する苦情の対応処理について伺います。

① 勤務時間内・勤務時間外で対応処理する部署を分けている	4
② 勤務時間に関係なく対応処理は専門部署で行っている	1
③ 勤務時間に関係なく対応処理は工事担当課で行っている	21
④ その他	0



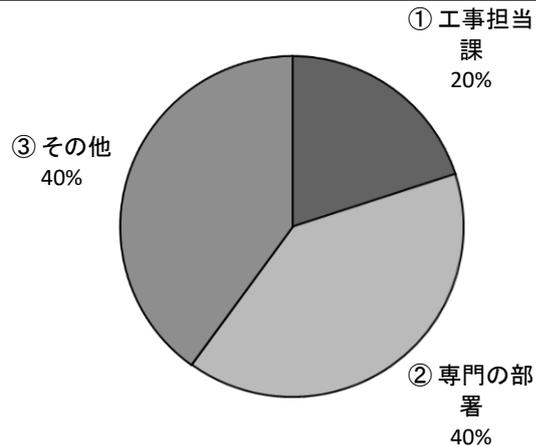
(7) (6)で①と回答した事業体に伺います。

1) 勤務時間内の対応処理はどちらの部署ですか。

① 工事担当課	4
② 専門の部署	0
③ その他	0

2) 勤務時間外の対応処理はどちらの部署ですか。

① 工事担当課	1
② 専門の部署	2
③ その他	2



(8) 専門の対応処理の部署を設けている事業体に伺います。専門の対応処理部署はどういう所ですか。

① 維持管理(職員)	0
② 維持管理(委託)	0
③ その他	1

#### 4 工法・資材に関する事項

(1) 水道管更新(耐震化)に向けて新資材、新工法等採用または検討しているものがあれば紹介をお願いします。

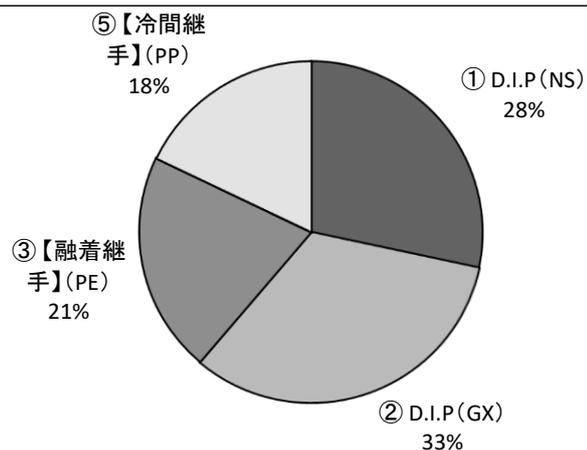
- ・SDF工法
- ・管更生工法
- ・シールド工法
- ・ダクタイル鋳鉄管S50形
- ・小口径管推進工法(エースモール工法)
- ・誘導式水平ボーリング工法(アーバンノーディック工法・テラジェット工法等)

(2) 市街地(交通量多い)での道路交通に影響を与えないよう工夫をしている工法等があれば紹介をお願いします。

- ・混雑時を避けた交通規制。
- ・従来行なっている夜間工事または交通誘導員による交通整理で対応しています。
- ・警察・道路管理者との協議により、夜間工事等を行っている。
- ・配水管の布設工事における推進工法。

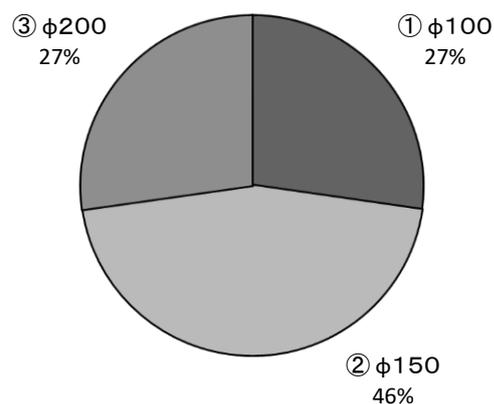
(3) 水道管更新に使用している管種は何ですか。

① D.I.P(NS)	19
② D.I.P(GX)	22
③【融着継手】(PE)	14
④ D.I.P(S50)	0
⑤【冷間継手】(PP)	12



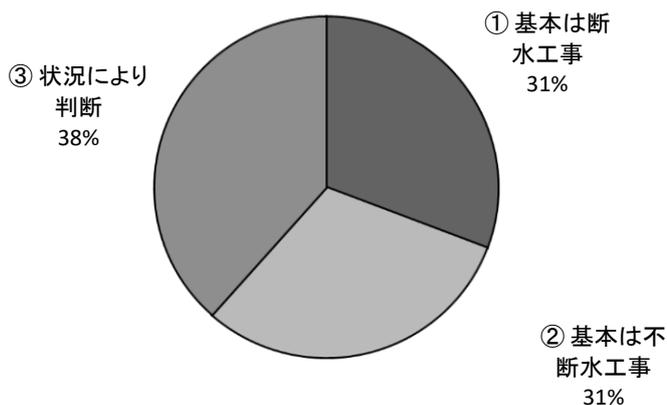
(4) (3)で③と回答した事業体に伺います。使用する水道管の呼び径の上限を設定していますか。

① φ100	3
② φ150	5
③ φ200	3



(5) 水道管の既設管と新設管との連絡工事の手法について伺います。

① 基本は断水工事	8
② 基本は不断水工事	8
③ 状況により判断	10



(6) (5)で③と回答した事業体に伺います。どのような場合に不断水工法を採用しているか紹介をお願いします。

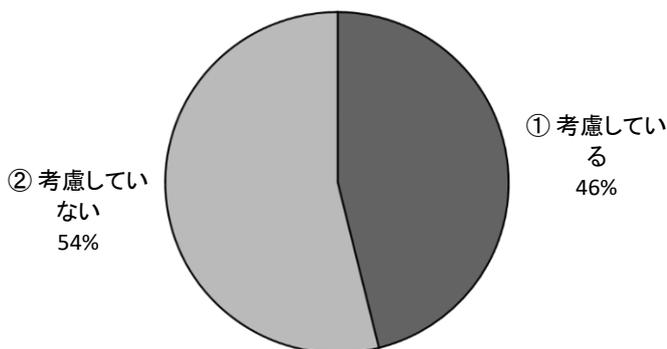
- ・基本は断水であるが、断水・濁水等影響が広範囲に及ぶ場合不断水工法も検討する。
- ・断水による影響が大きい場合は不断水工法を採用する。
- ・断水件数、営業店舗、にぎり誘因等を総合的に勘案して。
- ・断水範囲が広い場合や大口径からの分岐の場合。
- ・断水戸数、断水により影響を受ける施設がある場合(病院、福祉、商業、工業などの施設)

(7) (5)で②③と回答した事業体に伺います。どのような不断水工法を採用しているか紹介をお願いします。

- ・不断水割T字管
- ・不断水仕切弁
- ・不断水切替弁
- ・凍結工法
- ・ABS工法

(8) 空気溜まりの解消について伺います。水道管の切廻し(短区間の支障移設)時に一部の埋設深度が浅くなった場合、空気溜まりの解消対策をしていますか。

① 考慮している	12
② 考慮していない	14

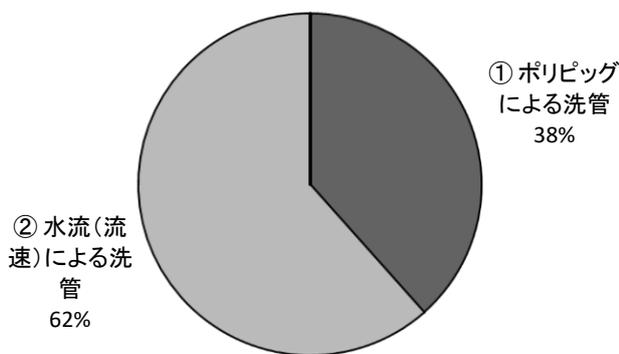


(9)(8)で①と回答した事業体に伺います。空気溜まりの解消方法について紹介をお願いします。

- ・サドル付分水栓の設置
- ・空気弁の設置
- ・水流(流速)による洗管
- ・慎重な仕切弁操作により流速に緩急を持たせ排捨を行い極力、空気溜りが発生しないように通水している。

(10)水道管の新設直後の管内洗浄工法について伺います。

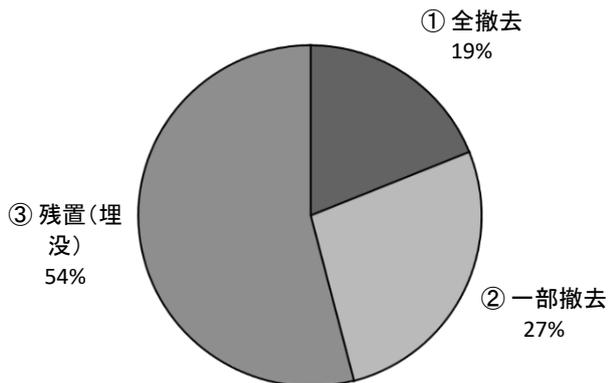
① ポリピッグによる洗管	10
② 水流(流速)による洗管	16
③ 管内洗浄は行っていない	0
④ その他	0



5 水道管新設後の既設(旧)管の取扱いに関する事項

(1)水道管の更新(切廻し、移設含む)を施工した後の既設管の取扱いについて伺います。

① 全撤去	7
② 一部撤去	10
③ 残置(埋没)	20

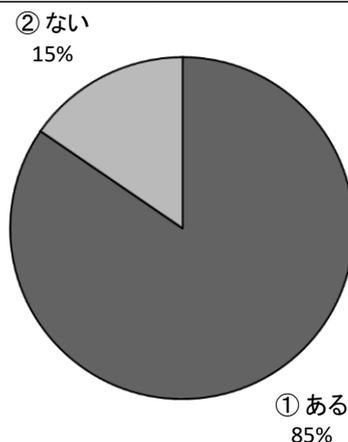


(2)(1)で①②と回答した事業体に伺います。道路管理者の指導によるものですか。

① はい	13
② いいえ	0

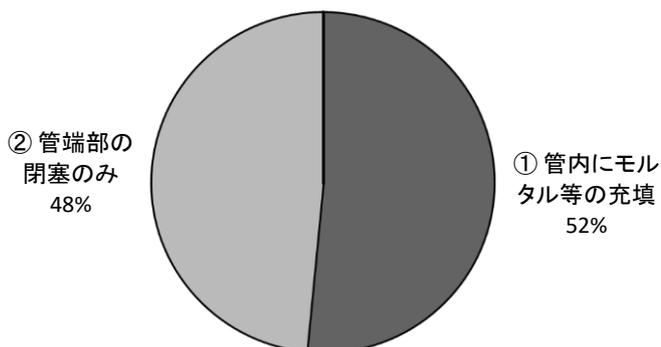
(3)(1)で①②と回答した事業体に伺います。道路管理者による違いはありますか。

① ある	11
② ない	2



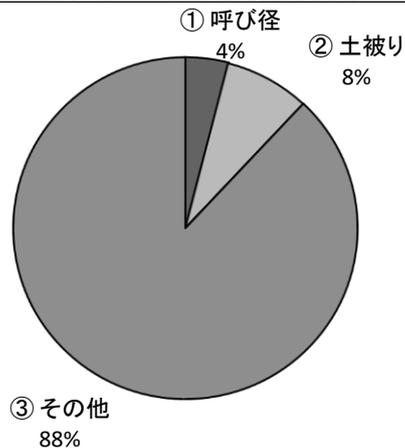
(4)(1)で③と回答した事業体に伺います。残置管の処理はどうしていますか。

① 管内にモルタル等の充填	17
② 管端部の閉塞のみ	16
③ 何もしていない	0



(5)(1)で②③と回答した事業体に伺います。既設管を残置する場合の判断材料はありますか。

① 呼び径	1
② 土被り	2
③ その他	22



(6)(5)で①と回答した事業体に伺います。呼び径により残置をする基準はありますか。

① φ100mm以下	0
② φ150mm以下	0
③ φ200mm以下	0
④ その他	2

(7)(5)で②と回答した事業体に伺います。土被りにより残置する基準はありますか。

① 1.2m ≤ H	0
② 1.5m ≤ H	0
③ 2.0m ≤ H	0
④ 2.5m ≤ H	0
⑤ その他	2

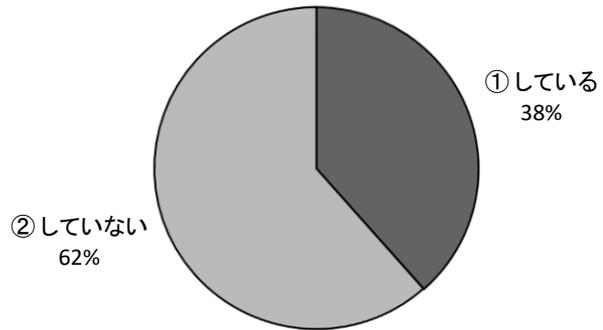
(8)上記以外で、既設水道管を撤去しない(できない)理由及び現場状況等があれば教えてください。

- ・既設管上の他事業体所有地下埋設物の輻輳。
- ・2回掘削しなければならないため(新管埋設、旧管撤去)、交通の妨げになる上に、苦情等を考慮すれば既設管を埋殺せざるを得ない。また、道幅が狭い道路は、管路を確保することが困難な上、水道管路の上に別の埋設物があり、掘削して水道管を撤去出来ない場合がある。
- ・特に道路管理者から指示がなく、モルタル充填で許可されるため。
- ・民地内布設管や撤去時に隣接する民地に影響をおよぼす恐れがある場合、土地所有者と協議により決定している。

6 維持管理に関する事項

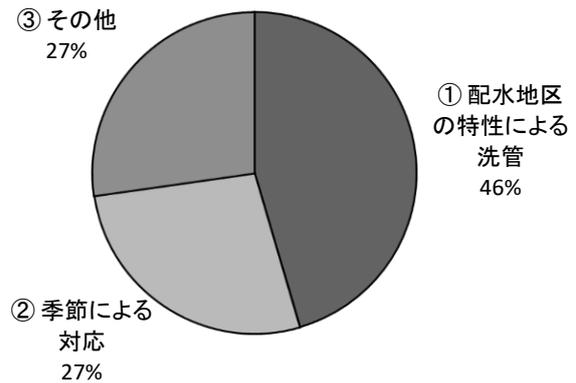
(1) 現在供用している水道管の管内洗浄(強制洗管含む)について伺います。既設管の管内洗浄を定期的に行っていますか。

① している	10
② していない	16



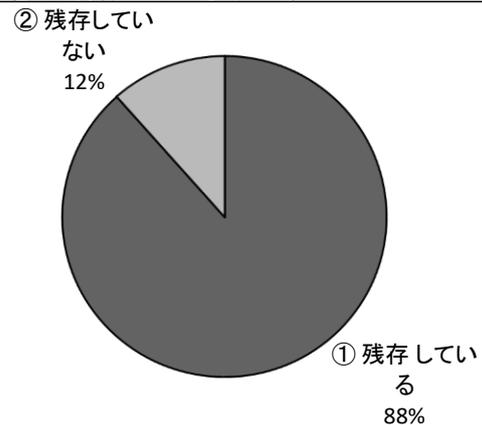
(2) (1)で①と回答した事業体に伺います。定期的に行っている理由を教えてください。

① 配水地区の特性による洗管	5
② 季節による対応	3
③ その他	3



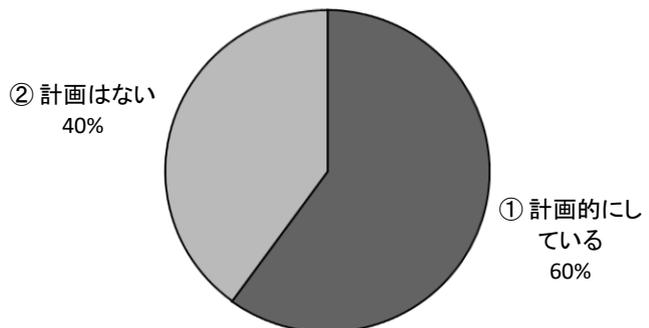
(3) 鉛製給水管の解消について伺います。現在も鉛製給水管は残存していますか。

① 残存している	23
② 残存していない	3



(4) 鉛製給水管の解消は計画的に行っていますか。

① 計画的にしている	15
② 計画はない	10

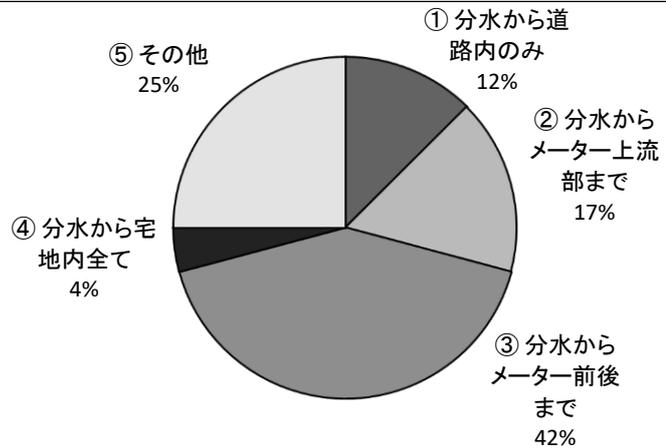


(5)(4)で①と回答した事業体に伺います。どのような計画により鉛製給水管の解消を行っているのか教えてください。

- ・鉛製給水管更新事業
- ・配水管分岐箇所から水道メーターまでの給水管については水道事業者の費用負担により解消済み。水道メーター以降の宅地内給水管については需要者負担で任意で工事をお願いしている。
- ・平成26年度から平成28年度までの3年計画で、残存する約1800件の鉛製給水管を解消している。
- ・鉛製給水管解消事業実施計画
- ・公道部で使用している鉛管は、平成25年度末で改良を終了している。残存の鉛管については、改良工事、移設工事の時に改良していく。宅地内のメーター手前までの鉛管については、漏水した時に改良しているが、今後積極的に改良していく方向で進んでいる。メーター以降については、所有者に交換するように広報等をお願いしています。
- ・道路内(分岐箇所から第1止水栓まで)の鉛製給水管は、他事業工事や配水管工事の進捗状況や工事施工条件などの調整を図りながら、単独工事による布設替えを計画的に行っています。宅地内(メーター上流部及び下流部の全て)の鉛製給水管は、布設替え工事助成制度を設けて広報を行いながら布設替えの促進を行っています。
- ・老朽配水管の更新、漏水修繕等の実施にあわせて可能な限り布設替えを実施している。

(6)鉛製給水管の解消はどの部分まで行っていますか。

① 分水から道路内のみ	3
② 分水からメーター上流部まで	4
③ 分水からメーター前後まで	10
④ 分水から宅地内全て	1
⑤ その他	6



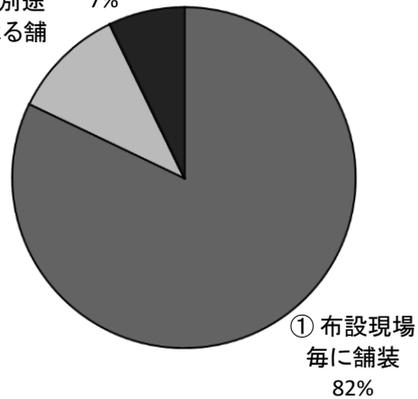
7 道路舗装復旧に関する事項

(1) 水道管布設後(切廻し・移設除く)の舗装復旧の手法について伺います。

① 布設現場毎に舗装	23
② 複数現場まとめて別途発注による舗装	3
③ 道路管理者と共同施工	0
④ その他	2

② 複数現場  
まとめて別途  
発注による舗  
装 11%

④ その他  
7%



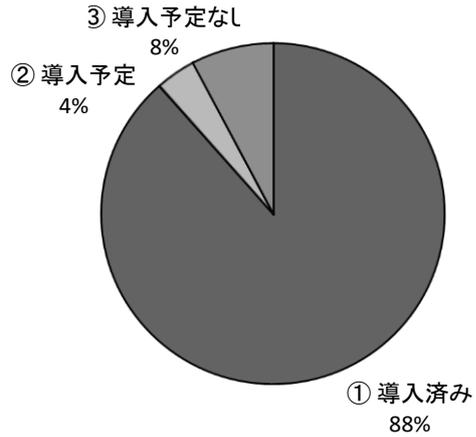
(2) (1)で②と回答した事業体に伺います。舗装復旧を複数現場まとめて別途発注するまでの期間は仮復旧状態と思われませんが、道路の表面管理(責任)はどこ部署で行いますか。

① 水道事業(原因)者	5
② 道路管理者	0
③ その他	0

8 マッピングシステム(管路情報システム)の導入状況に関する事項

(1) マッピングシステム(管路情報システム)を導入していますか。

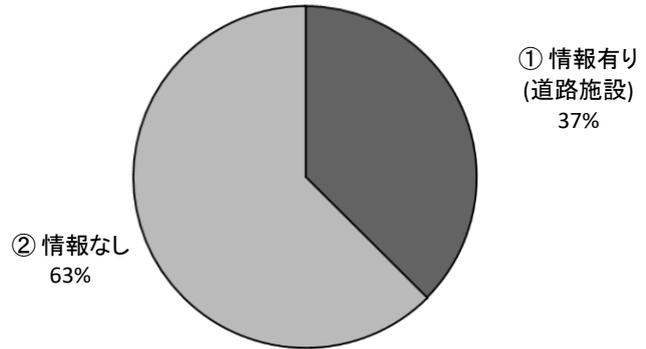
① 導入済み	23
② 導入予定	1
③ 導入予定なし	2



(2) (1)で ① ② と回答した事業体に伺います。

1) 水道以外の情報(道路施設、下水、電力等)を取込んでいますか。

① 情報有り(道路施設)	9
② 情報なし	15

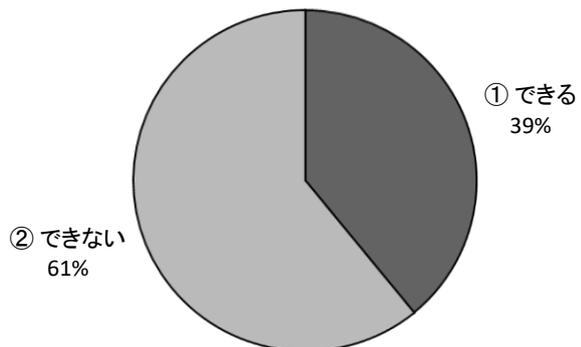


2) 情報有りまたは取込み予定の情報について記入をお願いします。また、取込む際の協議等で苦労した点や工夫した点がありましたら併せて記入をお願いします。

- ・上下水での地図情報の乖離(位置調整)
- ・リース費や委託の諸経費の按分方法。
- ・料金データとのリンクによる水理解析を行っている。
- ・公図を取り込んでいる。

(3) マッピングシステム上に修繕位置の表示だけでなく、修繕属性(どのような種類の修繕か)と修繕内容の確認をすることができますか。

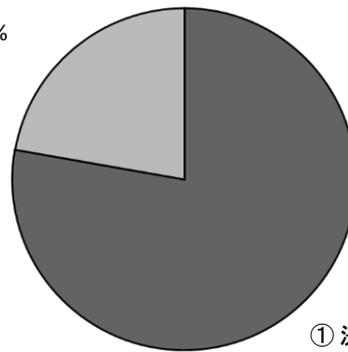
① できる	9
② できない	14



(4) (3)で①と回答した事業体に伺います。修繕属性を基に管路更新路線の優先順位を決めていますか。

① 決めている	7
② 決めていない	2

② 決めていない  
22%

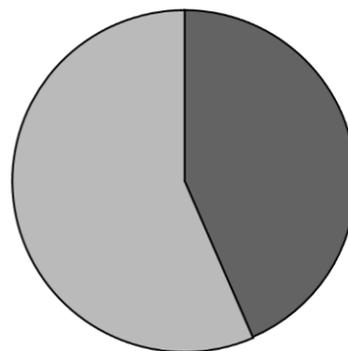


① 決めている  
78%

(5) 残存鉛製給水管の確認(検索)をすることはできますか

① できる	10
② できない	13

② できない  
57%



① できる  
43%

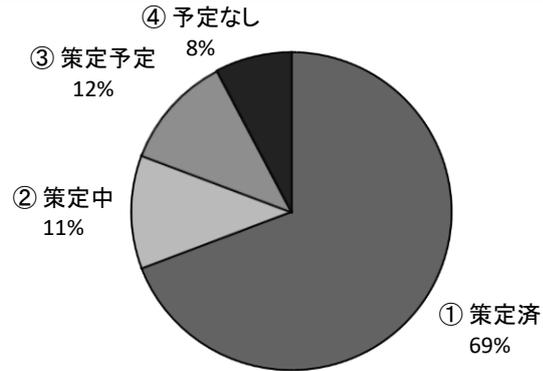
(6) マッピングシステム(管路情報システム)の効率的な利用方法として、どのような利用を考えているか教えてください。

- ・布設年度・管種・口径別の管延長が集計可能であるため統計情報に活用できる。
- ・管網解析により概ねの流れ方向、流量、水圧を確認できる。
- ・管路の維持管理だけでなく、配水ブロックの再編成、耐震対策、アセットマネジメントによる管路更新計画等、水理、水質、老朽度、耐震能力を分析し、総合的に効率的に活用している。当企業団のマッピングシステムは導入計画時から計画策定支援ツールとして位置付けている。
- ・管路更新の検討。
- ・断水時の仕切弁位置と断水範囲の確認。
- ・地下埋設物や給水装置の照会への対応。
- ・漏水修繕箇所や内容の検索・確認機能を付加し、管路更新計画の策定に利用していきたい。
- ・配水監視システムとの連動(配水量、水圧、解析など)
- ・中長期の業務引継(注意点などの落とし込み)
- ・給配水台帳図、竣工図等の一元管理図面検索、更新断水エリア検索、管種口径、各施設の検索等

9 アセットマネジメントに関する事項

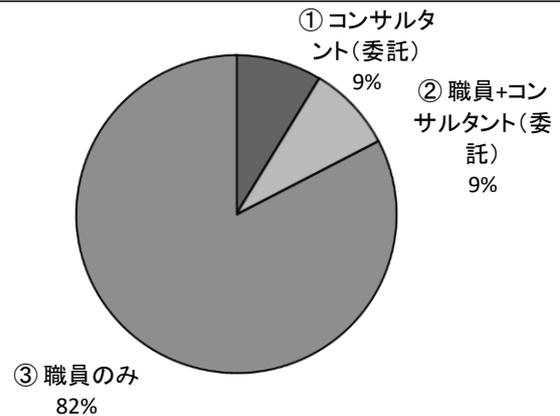
(1)アセットマネジメントの策定状況について伺います。

① 策定済	18
② 策定中	3
③ 策定予定	3
④ 予定なし	2



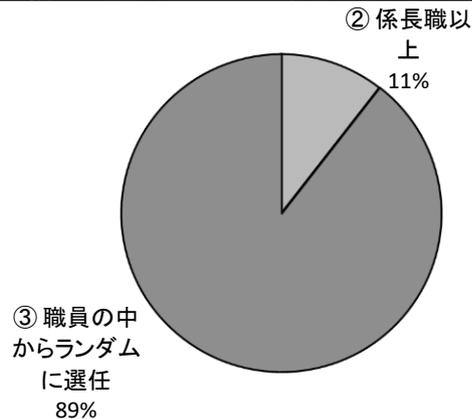
(2)策定方法(予定)の手法について教えてください

① コンサルタント(委託)	2
② 職員+コンサルタント(委託)	2
③ 職員のみ	19



(3)(2)で②③と回答した事業体に伺います。職員の構成(予定)について教えてください。

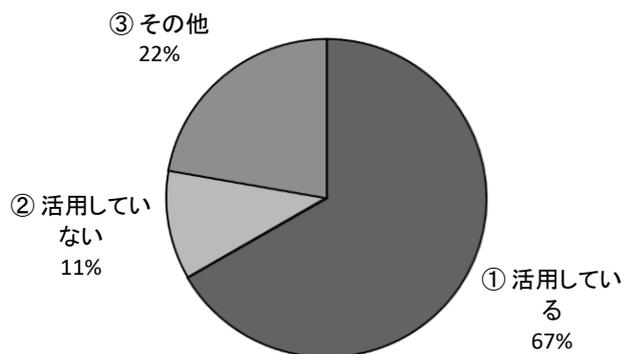
① 管理職以上	0
② 係長職以上	2
③ 職員の中からランダムに選任	17



(4)アセットマネジメント策定済の事業体に伺います。

1)アセットマネジメントを水道管更新計画等に活用していますか。

① 活用している	12
② 活用していない	2
③ その他	4



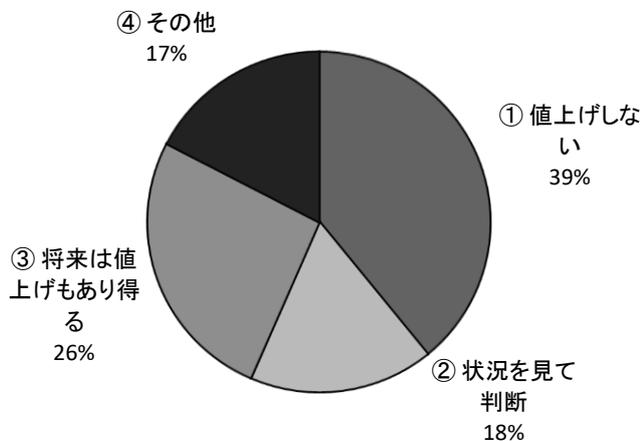
※①活用している12事業体の内、7事業体が更新計画を策定している

2) 1)で②③と回答した事業体に伺います。その理由を教えてください。

- ・すべての水道管を法定耐用年数以内で更新するためには平均で年2.5%を更新しなければならないが現実には1%程度が限界であるため、管路の重要度により更新区分を設定することで更新需要を平準化して設定することが可能である。また、水道料金値上げ時期について概ね予測が可能である。
- ・現在の長期計画は平成30年までであり、次期長期計画へ反映する予定である。
- ・これから活用出来るよう準備段階であるため。

3) 今後5年以内の水道料金についてどのように考えていますか。

① 値上げしない	9
② 状況を見て判断	4
③ 将来は値上げもあり得る	6
④ その他	4



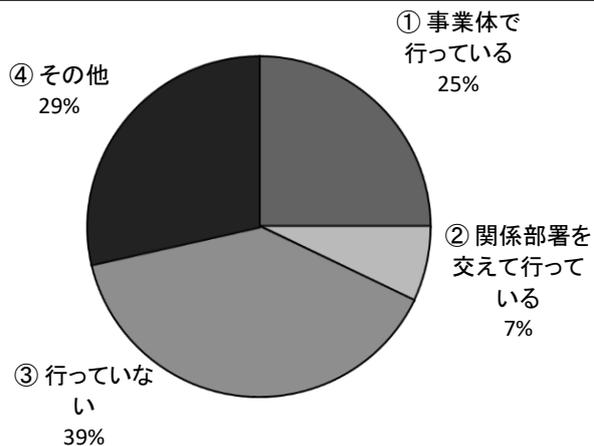
4) アセットマネジメントに関連付けたマッピングシステムの有効活用を考えていますか。あれば具体的に教えてください。

- ・活用を考えているが、具体化はしていない現状である。
- ・管路データを集計・試算に使用した。

10 工事監督員の技術力向上に関する事項

(1) 工事監督員の技術力向上のために研修等を行っていますか。

① 事業体で行っている	7
② 関係部署を交えて行っている	2
③ 行っていない	11
④ その他	8



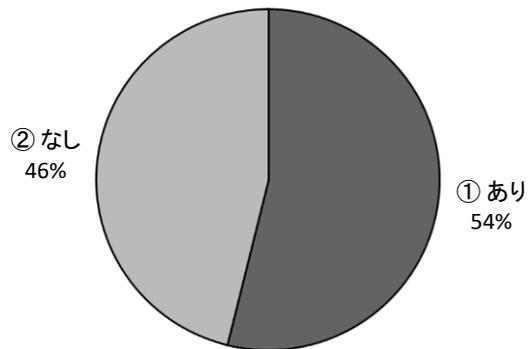
(2) (1)で①、②と回答した事業体に伺います。どのような研修等を行っているか教えてください。

- ・課内研修の実施。
- ・技術職員研修の実施。
- ・所有する水道技術研修施設を使用した漏水修理、メーター交換、漏水調査等。
- ・水道技術研修の一環として、仕切弁操作、断水・水張り、洗管、消火栓点検・修繕などの研修を実施。
- ・漏水調査、配管の技術力向上、減圧弁の構造及び分解整備。

11 契約に関する事項

(1)平成26年度の入札において応札なし(不調)はありましたか。

① あり	14
② なし	12

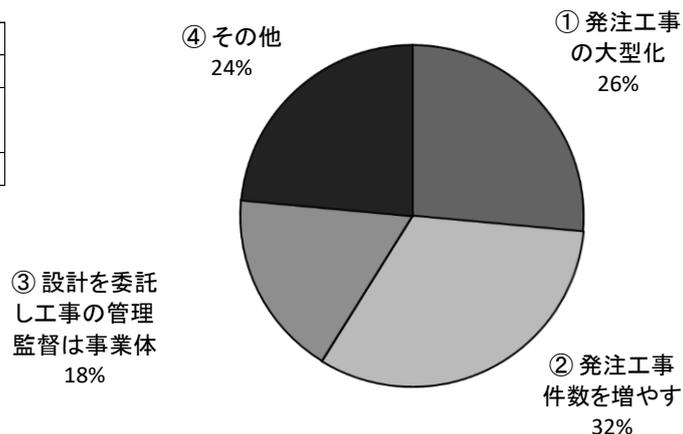


(2) (1)で①と回答した事業体に伺います。入札時の応札なし(不調)の場合の原因として何が考えられますか。原因を記入お願いします。

- ・主任(監理)技術者の配置が困難である。
- ・施工体制の確保が困難である。
- ・工期が多く他の現場と重複したことにより、技術者を含む人員の確保が困難であるため。
- ・受注者(技術者)の不足。
- ・近隣市町村(被災事業体含む)の工事発注量の増加。
- ・更新工事等の難易度が高い工事の増加。
- ・復興特需による業者不足(現場代理人、配置技術者、労働者等)
- ・繁華街における施工条件や特殊工法による施工方法など施工難易度が高い。

(3)水道管の更新計画延長を達成するための手法について伺います。

① 発注工事の大型化	9
② 発注工事件数を増やす	11
③ 設計を委託し工事の管理監督は事業体	6
④ その他	8



(4)水道管布設工事において、配管技術者の資格要件を設けていれば教えてください。

- ・日本水道協会配水管技能登録者(耐震)
- ・日本水道協会配水管技能登録者(大口径)
- ・水道配水用ポリエチレン配管施工講習受講証(配水管)
- ・給水装置主任技術者証
- ・給水装置工事配管技能者証

12 その他 研究テーマ「布設替工事の注意点・問題点について」へのご意見、提案等がございましたら、お聞かせください。

- ・道路交通に影響を与えない工法や、既設管の取扱い等、近年問題化しているため他都市の工夫や新技術があれば教えてほしい。
- ・業務の参考とするため他事業体の調査結果の提供を希望します。
- ・各事業体間での情報共有を望みます。
- ・施設再構築、管路更新計画などにおいて相互融通機能の拡充と相反する水需要の減少に伴う施設のスベックダウン、ダウンサイジングについての検討。

## 5. 現状における課題

### 5-1 更新計画について

更新計画の策定状況は、58%の事業者で策定済としているものの、そのうち更新計画策定の際にアセットマネジメントを活用している事業者は47%（全体では27%）にとどまっている。

### 5-2 更新目標の設定と達成状況について

年間更新目標を設定している事業者のうち、70%の事業者が更新目標を達成している。しかしながら年間更新目標自体を設定している事業者は全体の38%にとどまっている。

年間更新目標達成の阻害要因としては、入札不調、財政事情と職員数の不足、受注体制の確保が困難であるといった理由が挙げられている。

### 5-3 入札不調

更新目標を達成出来ない要因の一つとして、54%の事業者が入札不調を挙げている。

入札不調の原因としては、技術者の不足、難易度の高い工事、工事発注の増加が挙げられており、受注体制の確保が課題と考えられる。

### 5-4 更新計画目標を達成する為の手法

事業者側面では、発注工事の大型化や発注件数を増やすなどの対応をしている。また事業者職員の不足もあり、18%の事業者において設計業務委託等を活用している。

### 5-5 マッピングシステム

マッピングシステムは全体の88%が導入しており、維持管理、統計情報、管網解析、施設情報の検索や管路更新の優先順位付け等、管路更新計画策定の支援ツールとして活用されている。

しかし、アセットマネジメントに関連付けた有効活用の手法については、具体化していない現状となっている。

### 5-6 布設替工事で採用、検討している工法について

既設管を再利用するSDF工法、管更生工法や非開削工法である推進工法、水平ボーリング工法、シールド工法の採用を施工条件により検討している。

材料としては、小口径耐震管（S 5 0 形）の採用が挙げられているが、各事業体の事業計画により採用している管種が異なることから、工法等の採用選択には違いが有るものと考えられる。

## 6. 必要な取り組み

事業体においての取り組みとして、今後、膨大な管路や施設の更新・修繕への対応や事業費の平準化が求められる中、適切な維持管理によるライフサイクルコストの極小化、アセットマネジメントを活用した適切な更新計画の策定が必要である。

適切な更新計画の策定にあたっては、データベース化された最新の施設情報を取り込むことにより、効率的な管路の更新・修繕を行うことが出来るようマッピングシステムとの連動を図る等、効果的に活用する仕組み作りが必要である。

また、入札不調・不落対策として、施工品質が保たれる事を前提とした規制緩和の検討や、最適な工事発注方法の検討を行い、受注者の現状を踏まえた発注体制の見直しが必要である。

さらに、施工現場における取り組みとしては、現場の地下埋設状況・交通規制・工事期間の短縮・地域住民への配慮等により、管路の布設替工事が非常に困難な状況となった場合、その問題を解決するための特殊工法や新工法の採用や、年間更新目標を達成するために施工性の良い新たな管種の採用などの検討が必要である。

## 7. 事例報告

現状における課題及び必要な取組みの中で、「4 工法・資材に関する事項」のアンケート回答の事業者において、交通規制・地下埋設状況・経済比較等を検討した結果、新たな取組みとして採用した新工法事例が紹介されている。

新工法事例として、小口径管推進工法のエースモール工法及び誘導式水平ボーリング工法のテラジェット工法の実例報告と、7事業者で策定しているアセットマネジメントを活用した更新計画の作成事例を報告する。

### 7-1 鶴岡市におけるエースモール工法による施工事例

#### (1) 鶴岡市の概要

鶴岡市は山形県の日本海沿岸（庄内地方）南部にある、人口約13万3千人の都市である。2005年10月の市町村合併により県内人口第2位となり、市の面積は1,311.53平方キロメートルで東北地方では最も広く全国7位となった。

平成21年1月に総合計画を策定し、「人 暮らし 自然 みんないきいき 心やすらぐ文化をつむぐ悠久のまち 鶴岡」をめざす都市像として、市民とともに希望をもって新しい街づくりに努めているところである。

#### (2) 水道事業の沿革

鶴岡市の水道は、旧鶴岡市で昭和8年11月2日に給水されて以来、市域の拡大とともに4次にわたる拡張事業を重ね給水区域を全市に広げてきた。

平成13年10月20日からは、月山ダムを水源とする庄内広域水道事業（山形県企業局運営）から受水することになり、将来にわたって、より安定的に給水を行うことが出来るようになった。

また、平成17年10月1日には、市町村合併により新「鶴岡市」が発足し、平成21年4月1日からは、鶴岡市の5上水道事業と17簡易水道事業に、鶴岡市（藤島地域）と三川町で構成する月山水道企業団の上水道事業を統合して、新「鶴岡市水道事業」が創設された。

#### (3) 更新事業の取組み状況

事業の取組みとしては、下記の鶴岡市水道管路耐震化工事を平成26年度より実施しております。

#### 【鶴岡市水道管路耐震化計画概要】

東日本大震災では水道管路が甚大な被害を受けたことにより、大規模かつ長期間の断水が発生し、市民生活に多大な影響を及ぼしました。

当地域でも今後想定されている震災による水道管路の被害が懸念されていることから、震災発生時における給水手段確保を目的に計画を策定するものです。

本計画では配水池から災害時の避難拠点（収容避難所等）までの給水ラインを耐震化整備することとし、震災時に確実に効果的に避難拠点への給水を図ることを基本方針とします。

#### 【平成26・27年度実施状況】

計画期間は平成26年～平成75年までの50年間とし、工区を5グループに分け1グループ10年間で整備するものです。

耐震化延長合計	：	75,893m
平成26年度実施延長	：	1,386.6m
平成27年度実施延長	：	1,554.2m

#### (4) エースモール工法による施工事例

##### 1) 水道管路耐震化工事（国道112号線横断推進工事当初計画）

管路延長はメインとなる配水管が配水用ポリエチレン管φ200、538.3m（推進工事29.2m）、ダクタイル鋳鉄管φ200、6.15m、配水用ポリエチレン管φ75、5.48mで総延長549.93mとなる工事です。

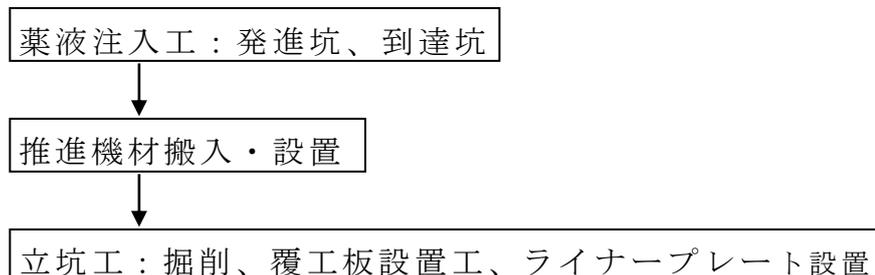
今回の推進工事は、コンクリート防護管内に初めて配水用ポリエチレン管を挿入し布設する工事である。

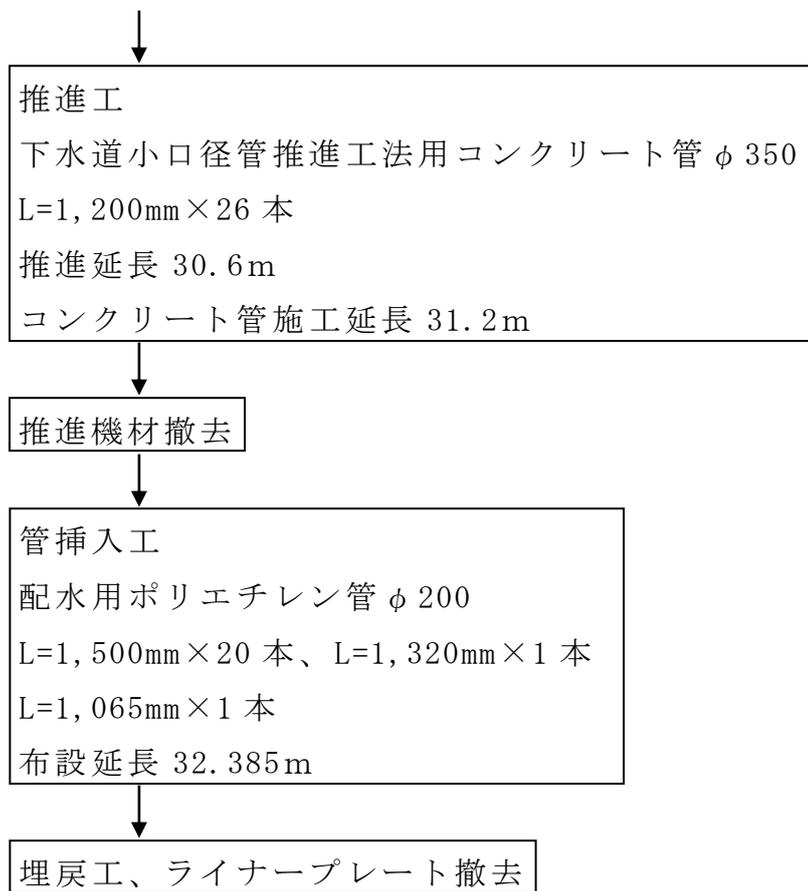
##### 2) エースモール工法採用経過

- ① 国道横断の為、開削工事ではなく推進工事とした。
- ② 推進工事を行うため、地質ボーリング調査及び推進工法の選定、設計業務委託。
- ③ 鶴岡国道維持出張所と占用協議を行い、エースモール工法及び横断管として配水用ポリエチレン管を使用し施工することの了承を受けた。

##### 3) 施工経過考察

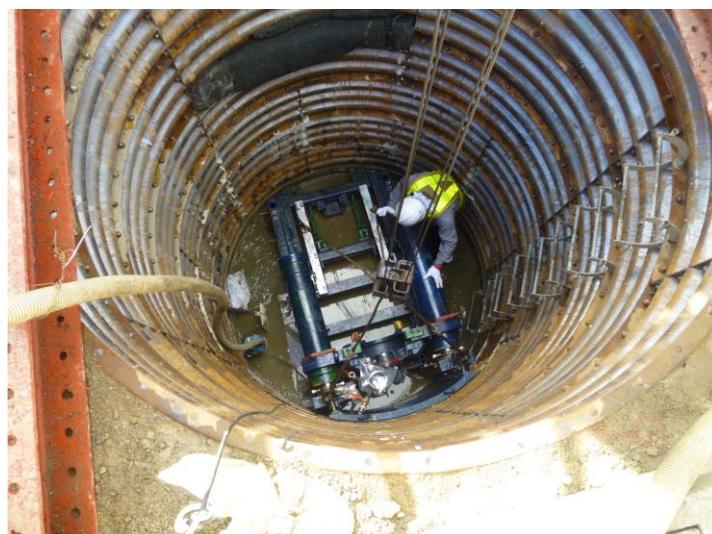
###### ① 経過（全体の流れ）





②立坑工について

- ・ 試掘の結果、当初設計発進坑設置箇所に既存の水道配水管が埋設されていた。
- ・ 竣工図面も昭和 54 年と古く、国道も拡張されていたため配水管の埋設位置を特定するのが困難であった。
- ・ 発進坑設置位置を 1 m 東に変更し対応したが、ライナープレートに干渉する箇所があったため、部分的にライナープレートを外し対応した。
- ・ 掘削については、クラムシェルバケットを取り付けしたバックホウを使用。

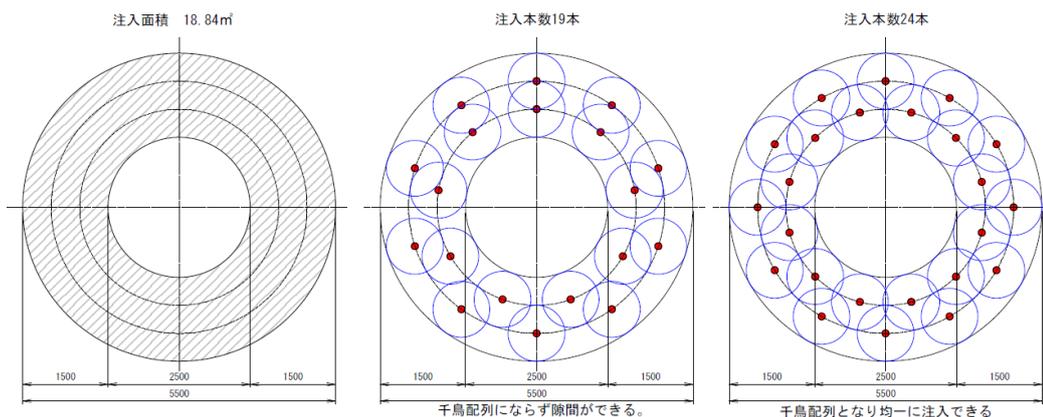


写真：立坑

### ③薬液注入工について

- ・当初設計数量では、地下水が坑内に流れ込む恐れがあると判断し、注入量を増やし対応。
- ・今回発進坑の設計平面積が 18.84 m<sup>2</sup>でしたが、1 m<sup>2</sup>に1本（360）の薬液注入で施工を行うと注入効果範囲がまばらになり、注入範囲が均一にラップしなくなる。

そこで注入坑の間隔を狭め、千鳥配列で注入効果範囲に隙間なく注入できるように配置することとした。



### ④推進工について

- ・推進工については、発進坑位置が変更になったため、推進延長が 29.2 mから 30.6mとなった。
- ・コンクリート管 1本掘進するのに要した時間は約 1時間、1日平均 5本で一日推進延長 6mとなった。
- ・掘進中地盤に玉石等が含まれているようで、時間をかけゆっくりと掘進しないとヘッド方向が定まらない様子だった。

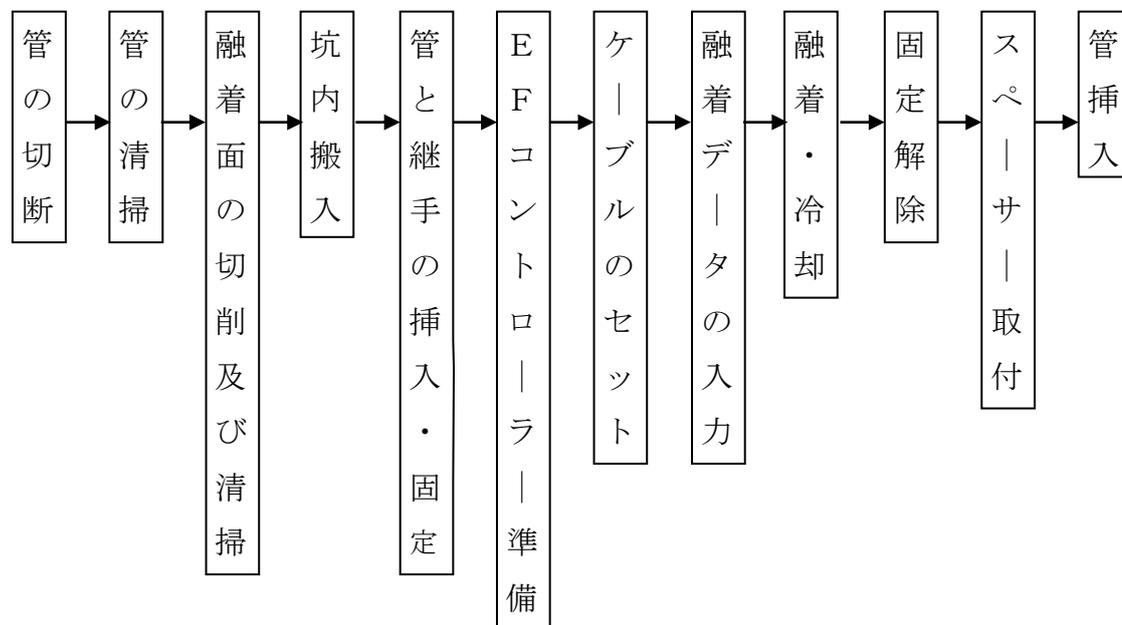


写真：HP φ350 推進状況

⑤管挿入工について

- ・コンクリート管内に配水用ポリエチレン管φ200 を挿入する工程として、以下の接合作業フロー図を参照してください。

管挿入フロー図



- ・通常の配水用ポリエチレン管接合要領と工程は同じだが、推進工事のため坑内搬入及びスペーサーの取り付け、コンクリート管への挿入が工程として増えた部分です。
- ・配水用ポリエチレン管で施工した結果、融着作業は坑内での作業であるため非常に施工しやすいようで、接続が鋳鉄管と違いボルトを締める作業がないことが要因の一つだと思われる。



写真：H P P E φ 200 挿入状況

⑥機材搬入及び設置について

- ・エースモール工法の主要機材として、別添資料のように坑内に設置する先導体、元押装置、地上に設置する操作盤、地上ユニット、添加材注入装置、排土タンク、その他排土管や添加剤等資材が必要となる。

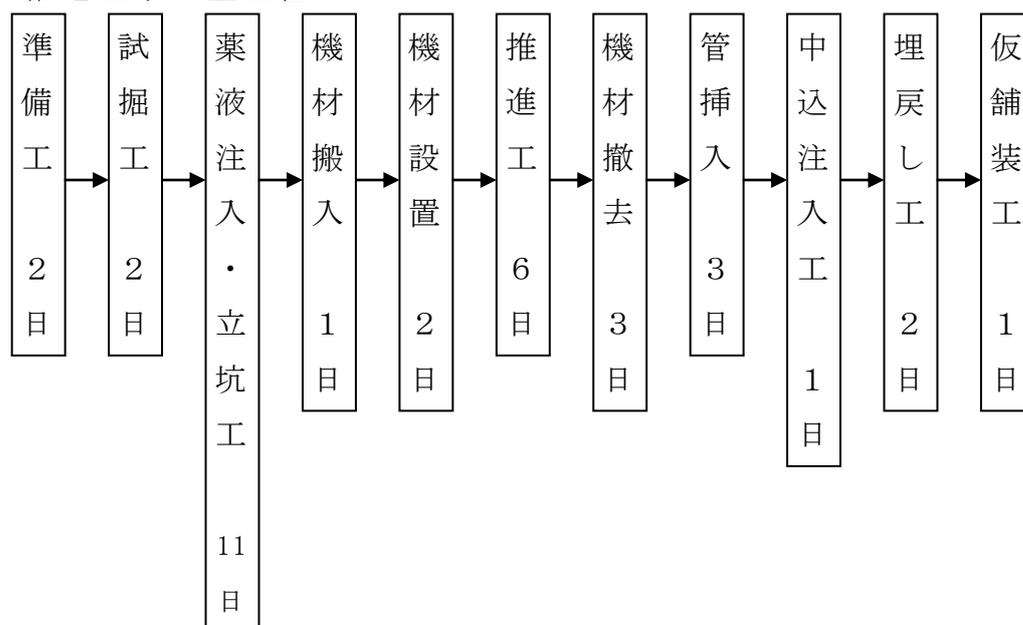
今回の工事箇所は広い敷地で常時地上機材を設置でき問題はなかったが、狭い敷地での作業や常時地上機材を設置出来ない場所などの場合、搬入・設置は困難ではないかと思われる。



写真：先導体据付状況

(5) まとめとして

- ・推進工事の全工程



- ・全行程日数が34日間となり、推進延長 30.6m、コンクリート管施工延長 31.2m 配水用ポリエチレン管布設延長 32.385m となった。

- ・今回採用したエースモール工法（泥土圧方式一工程式：圧送排土）は崩壊性地盤や礫・玉石混じり地盤を含む広範囲の土質において適用する工法で、今回の施工箇所は川に近く地下に玉石や流木などが埋没している可能性があります。

同じ泥土圧方式であってもヘッドから泥を吸い込む工法は、流木の繊維がヘッドに充満して排土管を閉塞してしまい掘進できなくなった例もあるようです。

エースモール工法は推進管路に流木が埋没していた場合でも、 Cutterヘッドにより木を粉砕し本体後方から泥を吸い込み圧送するため、掘削と排土を別々に行うことができ流木の繊維が排土管を塞ぐようなことはないようです。

今回の工事では流木が埋没していることはありませんでしたが、工法を選定する上でボーリング調査するだけでなく、工事箇所がどのような土地なのかを十分に調べたうえで選定しなければならないと感じました。

地下には様々な埋設物があることは分かっておりましたが、流木が埋没していることは想定していませんでした。

この他にも撤去していないコンクリート構造物や既存管など、予期しない埋設物は工事自体に影響を及ぼしかねないことを今回の推進工事で学ぶことが出来ました。

今後工事を計画する際の事前調査に活かして行きたいと考えております。

1-4.業務項目

①業務数量

項目	種別	細別	単位	数量	数量	摘要
配水管 詳細設計	配水管設計協議	業務方針、設計条件等の確認	式	1.0	1.0	
	配水管詳細設計 (推進工法)	推進工法 φ 350、L=41.0m	m	41.0	29.2	
		開削工法 φ 200、L=60.0m	m	60.0	65.0	
		現地調査	式	1.0	1.0	
		設計計画	式	1.0	1.0	
		各種計算	式	1.0	1.0	
		図面作成	式	1.0	1.0	
		数量計算書	式	1.0	1.0	
審査	式	1.0	1.0			
測量調査	中心測量		km	0.05	0.06	
	縦断測量		km	0.05	0.06	
	横断測量		km	0.05	0.06	
	現地測量		ha	10	10	
地質調査	機械ボーリング (ノンコアボーリング)	φ 66mm 粘性土・シルト	m	5.0	5.0	
		φ 66mm 砂・砂質土	m	10.0	10.0	
		φ 86mm 粘性土・シルト	m	5.0	5.0	
		φ 86mm 砂・砂質土	m	10.0	10.0	
	シンウォールサン	粘性土	本	1.0	1.0	
	標準貫入試験	粘性土・シルト	回	5.0	5.0	
		砂・砂質土	回	10.0	10.0	
	室内土質試験	土粒子の密度試験(3個/資料)	試料	1.0	1.0	
		土の含水比試験(3個/資料)	試料	1.0	1.0	
		土の粒度試験(沈降分析、ふるい含む)	試料	1.0	1.0	
		土の液性限界(4~6点/資料)	試料	1.0	1.0	
		土の塑性限界	試料	1.0	1.0	
	解析調査等	報告書作成	式	1.0	1.0	
		断面図作成	式	1.0	1.0	
	⑦運搬費		式	1.0	1.0	
	⑧準備費		式	1.0	1.0	
⑨仮設費		箇所	2.0	2.0		
⑩安全費		箇所	2.0	2.0		
⑫調査孔閉塞		箇所	2.0	2.0		

## 2.設計基本事項

### 2-1.管種・口径

管種 : 水道用配水ポリエチレン管

口径 :  $\phi 200$

### 2-1.土被り

市道の標準土被りについては、道路管理者との協議の結果、下記のとおりとする。

・国道車道部(横断) 3.00 m

・国道舗道部 0.70 m

・市道車道部、歩道部 0.70 m

### 2-3.掘削幅の算定

管種口径毎の掘削幅は、「平成27年度 水道事業実務必携P.35」を準拠し算出する。

掘削幅は、管の吊込み時と管の接合時より求める。吊込み時の掘削幅、接合時の掘削幅の求めた値を比較して大きい方を掘削幅とする。また、掘削幅は、1cm未満を切り捨てし5cm単位に切り上げ丸め処理する。

#### (1) 吊込み時の掘削幅

- ・「平成27年度 水道事業実務必携P.35」を準拠

吊込み時掘削幅 = 管最大外径 + 2 × (吊込み余裕幅 + 土留加算幅)

管最大外径 = 受口外径(D5)

吊込み余裕幅 = 50 mm

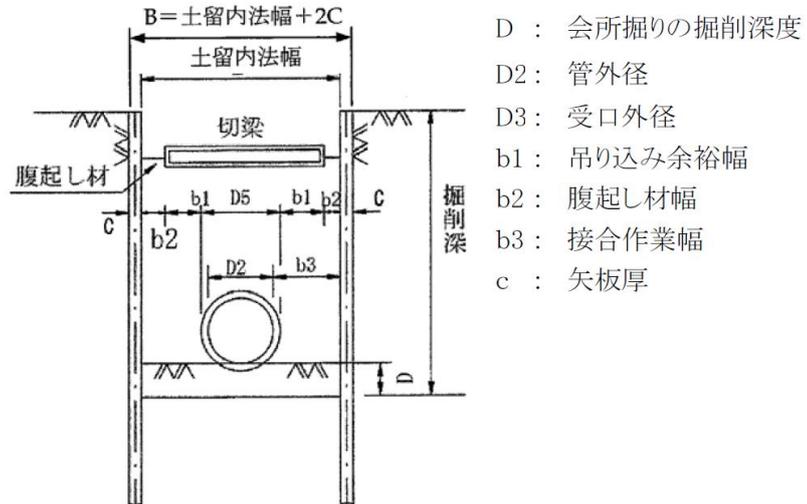
#### (2) 接合時の掘削幅

- ・「平成27年度 水道事業実務必携P.35」を準拠

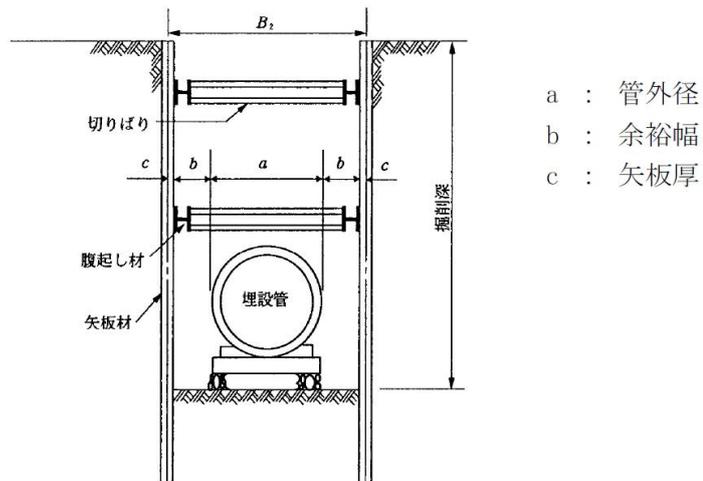
接合掘削幅 = 管外径(D2) + 2 × (接合作業幅 + 矢板厚)

接合作業幅 = 0.1 mm(ポリエチレン管)

掘削幅の算定式(1)、(2)の概略図



掘削幅の算定式(3)式の概略図



上記条件により算出した掘削幅は下表のとおりである。

管種	口径	土留無			土留有		
		吊込み時	接合時	掘削幅	吊込み時	接合時	掘削幅
HPPE	200	0.500	0.500	0.500	0.800	0.550	0.800

## 掘削幅の算定

水道配水用ポリエチレン管  $\phi 200$

### (1) 吊込み時の掘削幅

$$\begin{aligned}\text{吊込み掘削幅} &= \text{管最大外径} + 2 \times (\text{吊込み余裕幅} + \text{土留加算幅}) \\ &= 0.300 + 2 \times (0.05 + 0.00) \\ &= 0.400 = \mathbf{0.50} \text{ (m)}\end{aligned}$$

$$\text{管最大外径} = 0.300 \text{ (m)}$$

$$\text{土留加算幅} = \text{矢板厚(c)} + \text{腹起し材幅(b2)} = 0.00 + 0.00 = 0.00$$

### (2) 接合時の掘削幅

$$\begin{aligned}\text{接合掘削幅} &= \text{管外径(D2)} + 2 \times (\text{接合作業幅(b3)} + \text{矢板厚(c)}) \\ &= 0.250 + 2 \times (0.10 + 0.00) \\ &= 0.450 = \mathbf{0.50} \text{ (m)}\end{aligned}$$

$$\text{管外径 (D2)} = 0.250$$

水道用配水ポリエチレン管  $\phi 200$

### (1) 吊込み時の掘削幅

$$\begin{aligned}\text{吊込み掘削幅} &= \text{管最大外径} + 2 \times (\text{吊込み余裕幅} + \text{土留加算幅}) \\ &= 0.300 + 2 \times (0.05 + 0.20) \\ &= 0.800 = \mathbf{0.80} \text{ (m)}\end{aligned}$$

$$\text{管最大外径} = 0.300 \text{ (m)}$$

$$\text{土留加算幅} = \text{矢板厚(c)} + \text{腹起し材幅(b2)} = 0.05 + 0.15 = 0.20$$

### (2) 接合時の掘削幅

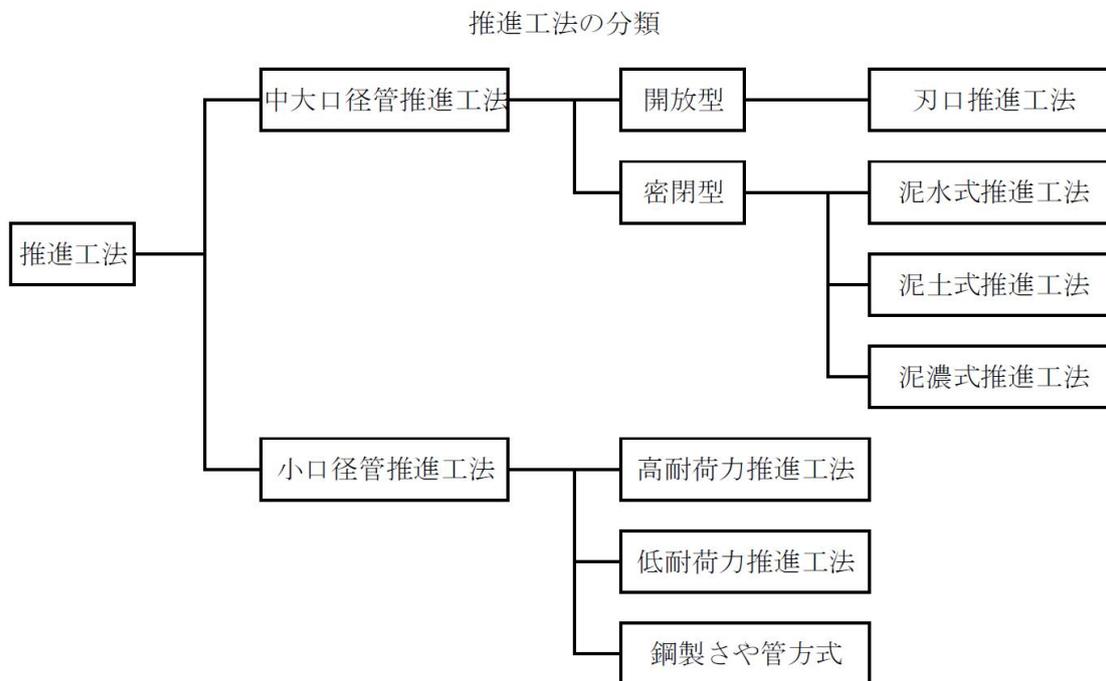
$$\begin{aligned}\text{接合掘削幅} &= \text{管外径(D2)} + 2 \times (\text{接合作業幅(b3)} + \text{矢板厚(c)}) \\ &= 0.250 + 2 \times (0.10 + 0.05) \\ &= 0.550 = \mathbf{0.55} \text{ (m)}\end{aligned}$$

$$\text{管外径 (D2)} = 0.250$$

### 3.推進工法の検討

#### 3- 1 推進工法の検討

推進工法の分類を下記に示す。



推進工法の中大口径はφ800mm以上としており、小口径管推進工法はφ700mm以下としている。

これらの工法のうち、当設計での必要管径がφ350mmであることより、推進工法としては小口径管推進工法を検討する。

### 3- 2 小口径推進工法の検討

小口径推進工法の各工法を下記に示す。

小口径管は、推進管の種別により3つの方式に分類され、さらに掘削及び排土方式、管の布設方式により大別される。

#### 1) 高耐荷力方式

高耐荷力方式は、鉄筋コンクリートのような高耐荷力管を用いて、推進方向の管の耐荷力に抗して、直接管に推進力を負荷して推進する施工方式である。

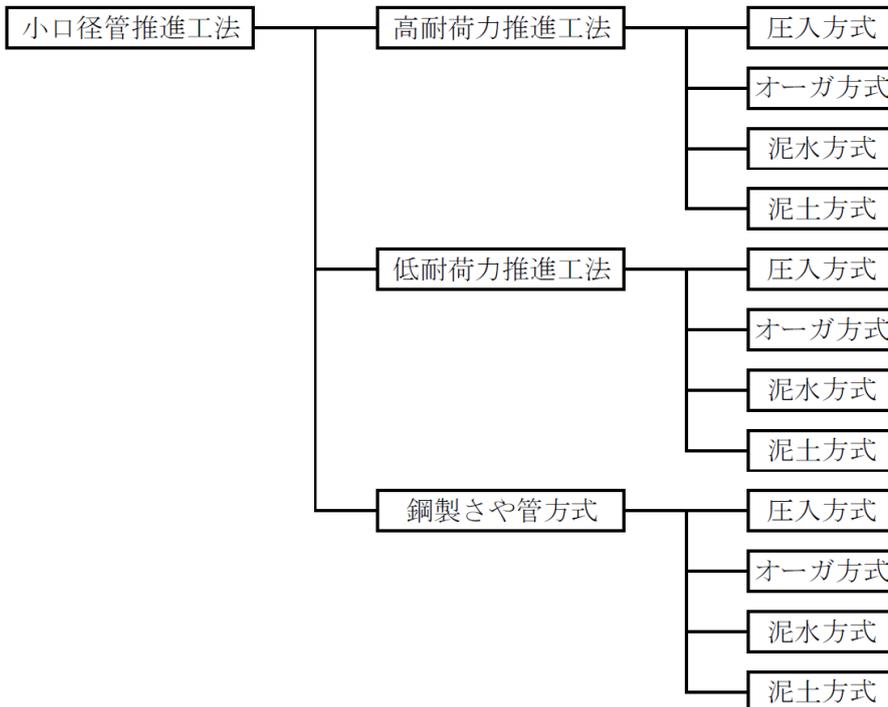
#### 2) 低耐荷力方式

低耐荷力方式は、硬質塩化ビニル管のような低耐荷力管を用いて、推進するもので、先導体の推進に必要な推進力の先端抵抗を推進力伝達ロッドに作用させ、管には土との管外周面抵抗力のみを負担させることにより推進させる施工方式である。

#### 3) 鋼製さや管方式

鋼製さや管方式は、外管となる鋼製管に直接推進力を伝達し、これをさや管として用いて鋼製管内に硬質塩化ビニル管等の本管を挿入する施工方式である。

小口径推進工法の分類



### 3- 3 推進工法の選定条件

当設計における選定条件を以下に示す。

- 1) 水道管管種 HPPE
- 2) 水道管管径  $\phi 200$
- 3) 推進延長  $L=29.20\text{m}$
- 4) 土質条件 砂礫 N値50以下  
 最大粒径 80mm (3倍径 240mm)  
 礫率 63%以上  
 地下水 GL-1.95m  
 透水係数  $5.16 \times 10^{-5} \text{m/s}$  ( $5.16 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ )
- 5) さや管径 下記の表からヒューム管… $\phi 350$ 、鋼管… $\phi 350$

さや管の適用口径と管種

呼び径 mm	さや管最小口径	
	ヒューム管	鋼管
75	250	200
100	250	300
150	300	350
200	350	400
250	400	450
300	500	500

以上を条件に推進工法の選定を行っていく。

#### 3- 4 小口径推進工法の一次選定

当設計では水道配水用ポリエチレン管（管径φ200mm）のさや管なので、高耐荷力方と鋼製さや管方式での選定を行っていく。次ページに土質条件の選定表を示す。



表-2 各方式別土質条件と地下水位の関係から補助工法との関係を含めた適用選定表（鋼管さや管方式）

土質分類	土質性状			鋼管さや管方式														
	N値 (%)	含水比 (%)	地下 水圧 (kN/m <sup>2</sup> )	最大 粒径 (呼び径 に対する 比率)	礫 含有率 (%)	透 水 係 数 (cm/s)	圧入方式		オーガ方式		ボーリング方式		二重管方式		泥水方式			
							無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別	無	有	種別
腐植土	N ≤ 1	> 200	-	-	-	-	X	△	A	X	△	A	X	△	A	X	△	A
	N > 1	-	-	-	-	-	△	○	A	△	○	A	△	○	A	△	○	A
粘性土	N ≤ 5	-	-	-	-	-	△	○	-	△	○	A	△	○	A	△	○	-
	5 < N ≤ 10	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-
	10 < N ≤ 20	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-
	20 < N ≤ 50	-	-	-	-	-	△	-	-	△	-	-	△	-	-	△	-	-
軟岩(土丹・泥岩)	N > 50	-	-	-	-	-	X	○	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-
	N ≤ 10	-	-	≤ 10	-	-	△	-	-	△	○	AB	△	○	AB	△	○	AB
砂質土	N ≤ 10	-	> 10	> 10	-	≤ 10-3	○	○	B	△	○	AB	X	△	AB	X	△	AB
	N ≤ 10	-	> 10	> 10	-	> 10-3	X	△	B	X	△	AB	X	△	AB	X	△	AB
	N ≤ 10	-	≤ 10	≤ 10	-	-	△	-	-	△	○	AB	△	○	AB	△	○	AB
	10 < N ≤ 50	-	> 10	> 10	-	≤ 10-3	△	○	B	△	○	AB	X	△	AB	X	△	AB
	10 < N ≤ 50	-	> 10	> 10	-	> 10-3	X	△	B	X	△	AB	X	△	AB	X	△	AB
	10 < N ≤ 50	-	≤ 10	≤ 10	-	-	△	○	B	△	○	AB	△	○	AB	△	○	AB
	N > 50	-	> 10	> 10	-	-	X	△	B	X	△	AB	X	△	AB	X	△	AB
	N > 50	-	> 10	> 10	-	-	X	△	B	X	△	AB	X	△	AB	X	△	AB
	-	-	≤ 10	≤ 1/3	≤ 60	-	-	○	-	-	○	AB	△	○	AB	△	○	AB
	-	-	≤ 10	≤ 1/3	> 60	-	-	○	-	-	○	AB	△	○	AB	△	○	AB
砂れき・粗砂(玉石)	-	-	≤ 10	> 1/3	≤ 60	-	△	○	AB	△	○	AB	△	○	AB	△	○	AB
	-	-	≤ 10	> 1/3	> 60	-	X	△	AB	△	○	AB	△	○	AB	△	○	AB
	-	-	> 10	≤ 1/3	≤ 60	≤ 10-2	△	○	B	△	○	AB	X	△	AB	X	△	AB
	-	-	> 10	≤ 1/3	≤ 60	> 10-2	X	△	B	△	○	AB	X	△	AB	X	△	AB
	-	-	> 10	≤ 1/3	> 60	> 10-2	X	△	B	△	○	AB	X	△	AB	X	△	AB
	-	-	> 10	> 1/3	≤ 60	≤ 10-2	X	△	B	△	○	AB	X	△	AB	X	△	AB
	-	-	> 10	> 1/3	≤ 60	> 10-2	X	△	B	△	○	AB	X	△	AB	X	△	AB
	-	-	> 10	> 1/3	> 60	> 10-2	X	△	B	△	○	AB	X	△	AB	X	△	AB
	-	-	> 10	> 1/3	> 60	> 10-2	X	△	B	△	○	AB	X	△	AB	X	△	AB
	-	-	> 10	> 1/3	> 60	> 10-2	X	△	B	△	○	AB	X	△	AB	X	△	AB

(注) 各方式毎に定める地下水位の上限値は次の通りとする。

推進方式	上限地下水位
圧入・オーガ方式	10kN/m <sup>2</sup>
泥水方式	150kN/m <sup>2</sup>

(凡例)

無：補助工法を使用しない場合  
有：補助工法を使用した場合

○：一般的に適用できる

△：適用にあつては検討を要する

X：一般的に適用できない

-：補助工法を使用しなくても良い

A：薬液注入工法又は高圧噴射攪拌工法

B：地下水低下工法

※小口径管推進工法 鋼製さや管推進工法編 2013年改訂版 (公益社団法人 日本推進技術協会)

3- 5 小口径推進工法の二次選定

次に、推進距離と管きょ径により推進工法を選定する。

《小口径推進工法の選定条件》

- 1) さや管管径 φ350
- 2) 推進延長 L29.20m

表-3 方式別に適用する1スパン推進延長(半管・高耐荷力方式)

分類方式			推進距離														
			20	40	60	80	100	120	140	160	180						
高 耐	泥水方式	一工程式	250~300	適	適	適	適	適	適	可							
			350~500	適	適	適	適	適	適	可							
			600~700	適	適	適	適	適	適	可							
荷 力 方 式	立坑内駆動	250~500	適	適	適	適	適	可									
			先導体駆動	適	適	適	適	適	可								
	泥土圧方式	圧送排土	250~300	適	適	適	適	適	適	可							
			350~500	適	適	適	適	適	適	可							
	吸引排土	250~300	適	適	適	適	適	適	可								
			350~500	適	適	適	適	適	適	可							

(凡例) 適 可

注 可の範囲は土質条件に影響を受けるため、採用にあたっては検討を要す。  
呼び径200については、対応可能な工法について別途検討すること。

3- 6 小口径推進工法の選定のまとめ

①一次選定

土質条件から表-1、表-2より補助工法無しで施工可能な工法は以下の工法となる。

高耐荷力工法	オーガ方式	
	泥水方式	
	泥土圧方式	立坑内駆動方式
		先導体駆動方式
		圧送排土方式
吸引排土方式		

②二次選定

管径と推進延長から表-3より適応可能な工法は以下の工法となる。

高耐荷力工法	オーガ方式	
	泥水方式	
	泥土圧方式	立坑内駆動方式
		先導体駆動方式
		圧送排土方式
吸引排土方式		

③三次判定

土質区分条件から選定すると、

「立坑内駆動方式」は土質条件が礫・粗石（玉石）の含有率が50%以下で最大粒径は呼び径の50%以下(最大礫径175mm以下)という条件から、当設計条件の礫・粗石（玉石）の含有率が60%以上で最大粒径が240mmなので、施工不可能となる。

「先導体駆動方式」は礫・粗石（玉石）の含有率が80%以下で最大粒径は80%以下となるので、推進可能である。

「圧送排土方式」は礫・粗石の含有率が90%以下で最大粒径は800mm以下となるので、推進可能である。

「吸引排土方式」は礫・粗石（玉石）の含有率が80%以下で最大粒径は80%以下となるので、推進可能である。

以上より、当設計の推進工法は高耐荷力工法 泥土圧方式 の「先導体駆動方式」、  
「圧送排土方式」、「吸引排土方式」より選定することとする。

高耐荷力工法	オーガ方式	
	泥水方式	
	泥土圧方式	立坑内駆動方式
		先導体駆動方式
		圧送排土方式
吸引排土方式		

下記に、3方式の1m当りの施工費を示す。  
3工法とも1m当りの工事費に大きな差はないが、当設計の推進工法は最も経済的な「圧送排土方式」とする。

工法	1m当りの施工費	経済比較判定
先導体駆動方式	238,765	○
圧送排土方式	231,432	◎
吸引排土方式	241,096	△

## 4.立坑の検討

### 4- 1 小口径推進工法用立坑の選定

推進工法の選定より立坑寸法は、安全性を考慮し圧送排土方式が可能な立坑寸法とする。

推進工法の立坑は、一般的に鋼矢板立坑とライナープレート式立坑、鋼製方式小型立坑、コンクリート製方式小型立坑が挙げられる。表-4 (1) ・ (2) にそれぞれの特徴を示す。

#### ①立坑の寸法の決定

立坑の最小寸法は、表-5より決定される。

当設計の推進工法の立坑設置個所の周辺状況は、片側2車線ある国道112号で、鶴岡市内の基幹道路となっているため、車両の交通制限をは出来るだけ避けたい。

また、両側に歩道（片側は花壇があり幅が広い）があるので、その歩道の中で立坑や補助工法等の作業を収めることが望ましい。

当設計箇所土質条件は、地下水が高く砂礫層で径80mmの礫(想定礫径240mm)が混入している。また、N値50以上を示してため、一般的な工法では施工することが難しい。

よって、掘削しながらプレートを築造できる、ライナープレート式立坑を採用することとする。

以上のことから、4つの条件を全て考慮できる立坑はライナープレート式立坑である。

また、小規模にするため推進管をL=1.20mの半管を使用して、推進できるように円形立坑とする。

よって、高耐荷力工法の泥土圧式 圧送排土方式なので、発進立坑はライナープレートのφ2500、到達立坑はライナープレートのφ1500とする。

到達立坑は、小型立坑の到達側の形状φ1500でも、ライナープレートで対応することができることから、φ1500とする。

立坑選定条件	施 工 条 件	
	・	立坑、補助工法等の作業は歩道内で行う。
	・	地下埋設物を確認しながら立坑の築造ができる。
	・	N値50以上の硬土質を掘削しながら立坑を築造する。
	・	周辺は店舗が等があるため、営業に支障ない工法とする。

②立坑深さの決定

深さの決定に当たっては、「推進工法用積算要領 小口径管推進工法 高耐荷力方式編 2013年版」（社団法人 日本下水道管渠推進技術協会）に明記されていない為、「エースモール工法」の技術・積算資料 平成27年度版 分割発進より引用し、下記に示す。

発進立坑で管芯より780mm、到達立坑で管底より300mmで設定した。

立坑基礎工の概要および推進管との離隔を図-3.5、表-3.10、3.11に示す。

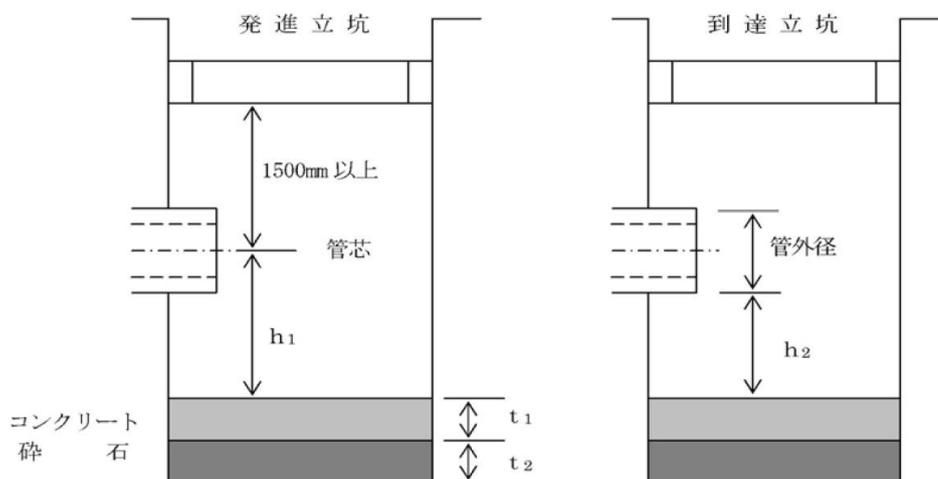


図-3.5 立坑基礎工

表-3.10 基礎と推進管の離隔 ( $h_1$ 、 $h_2$ ) [必要最小値]

型式	発進立坑寸法	管径	$h_1$	$h_2$
DL35-C	$\phi 2000$	250~300	700 mm	300 mm
	$\phi 2500$	250~350	780 mm	
DL50-C	$\phi 2500$	400~500	780 mm	
DL70-C	$\phi 2500$	600~700	890 mm	

表-3.11 基礎工寸法 ( $t_1$ 、 $t_2$ ) [参考値]

型式	区分	発進立坑	到達立坑
DL35-C	$t_1$	150 mm	—
DL50-C	$t_2$	150 mm	—
DL70-C			

表-4 立坑比較表(1)

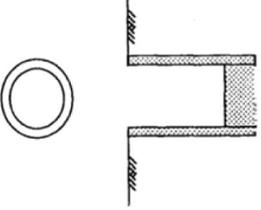
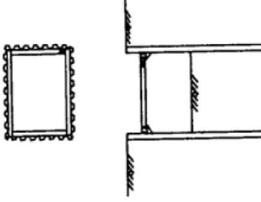
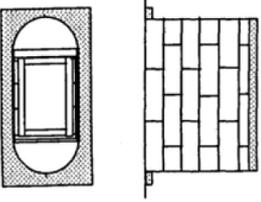
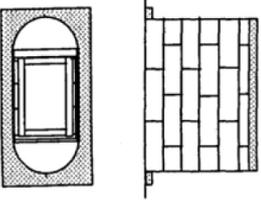
		小型立坑	小型立坑	小型立坑	一般的な立坑	一般的な立坑
工	法	鋼製方式小型立坑	コンクリート製方式小型立坑	鋼矢板工法立坑	ライナープレート式立坑	ライナープレート式立坑
模	式 図					
		掃同圧入回転と全周回転による方法がある	沈下構築式と圧入構築式がある	小判型と円形がある		
対	象地盤	砂質土、粘性土(軟弱地盤可) 礫質土(砂礫径 $\leq 200\text{mm}$ )	砂質土、粘性土(軟弱地盤可) 礫質土(砂礫径 $\leq 200\text{mm}$ )	砂質土、粘性土(軟弱地盤可)	砂質土、粘性土(自立可能な地盤)	
		砂質土 N $\leq 50$ 、粘性土 N $\leq 30$ 礫質土 N $\leq 50$	砂質土 N $\leq 50$ 、粘性土 N $\leq 30$ 礫質土 N $\leq 50$	砂質土 N $\leq 50$ 、粘性土 N $\leq 50$ 礫質土 N $\leq 50$	砂質土 N $\leq 50$ 、粘性土 N $\leq 50$ 礫質土 N $\leq 50$	砂質土 N $\leq 50$ 、粘性土 N $\leq 50$ 礫質土 N $\leq 50$
形	状	円形	円形	矩形	円形、小判型、矩形	
		円形	円形	矩形	円形	
		$\phi 2500$ $\phi 1800$	$\phi 2500$ $\phi 1800$	$3,200 \times 2,800, 2,000 \times 2,000$ $5,200 \times 2,800, 4,400 \times 2,000$	$\phi 2500, \phi 200$ 小判型 $4,541 \times 2,500, 4,198 \times 2,000$	
作	業性	掘削作業は、機械で行うため、鋼製ケーシングの溶接等の連結作業があるが施工性に優れる。	掘削作業は、機械で行うため、コンクリートブロックの溶接等の連結作業があるが、施工性に優れる。	鋼矢板打設、引抜き、引抜き、土留・支保工等を行なうため、機械掘削ではあるが小型立坑に比べ時間を必要とする。	掘削、ライナープレート組立、補強リングの取付等作業が1リング毎に行われるため、時間を必要とする。	
		透水性の高い砂地盤でも、水中掘削で対応できる。	透水性の高い砂地盤でも、水中掘削で対応できる。	透水性の高い地盤では、底版の地盤改良が必要となることがある。	透水性がないため地下水水位以下は、補助工法を必要とする。	
施	工精度	良好	良好	機械で打設するため打設精度による。	地山の状況に合わせ施工するため、精度の確保は容易である。	
		15m程度まで	10m程度(15m程度まで可能)	20m程度まで	15m程度まで	
作	業面積	幅3.5m×長さ16.0m(休止時11.0m)	幅3.5m×長さ16.0m(休止時11.0m)	立坑形状寸法により異なるため別途検討が必要	立坑形状寸法により異なるため別途検討が必要	

表-4 立坑比較表(2)

工法	小型立坑		小型立坑		一般的な立坑	
	鋼製方式小型立坑	コンクリート製方式小型立坑	鋼板工法立坑	ライナープレート式立坑	一般的な立坑	ライナープレート式立坑
土留め材としての剛性・作業の安全性	鋼製ケーシングの剛性は大きい。	二次製品円形コンクリート構造物で、剛性が大きい。	鋼矢板と支保工を用いた土留め材であり、剛性が大きい。	鋼矢板と支保工を用いた土留め材であり、剛性が大きい。	径が大きくなると曲げ剛性の検討が必要。一般的には地下水圧を考慮しない。	径が大きくなると曲げ剛性の検討が必要。一般的には地下水圧を考慮しない。
	掘削時に立坑内へ作業員が入らないので安全である。	掘削時に立坑内へ作業員が入らないので安全である。	掘削時に立坑内へ作業員が入らないので安全である。	掘削時に立坑内へ作業員が入らないので安全である。	掘削時に立坑内へ作業員が入らないので安全である。	掘削時に立坑内へ作業員が入らないので安全である。
周辺環境	騒音	低騒音	低騒音	低騒音	低騒音	低騒音
	振動	無振動	無振動	無振動	無振動	無振動
その他	地盤沈下	通常施工では特に問題はない	通常施工では特に問題はない	軟弱地盤での矢板の変形や引き抜き時の空隙充填が不十分だと、周辺地盤が沈下する恐れがある。	ライナープレート背面の裏込み注入が不十分だと周辺地盤が沈下する恐れがある。	ライナープレート背面の裏込み注入が不十分だと周辺地盤が沈下する恐れがある。
	地下埋設物	切り回しが必要埋設物がない個所での構築が望ましい。	切り回しが必要埋設物がない個所での構築が望ましい。	切り回しが必要埋設物がない個所での構築が望ましい。	掘削防護で施工可能だが、切廻しが必要の場合もある。	掘削防護で施工可能。
経済性	資機材運搬車	7.0m以上あれば作業可能、制限が厳しい場合は、鋼製ケーシングを短くして対応できる。 *3	作業高さ7.0m(沈下構築式)*3以上の空域を必要とする。	事前の移設が必要な場合がある。	特に問題がない。	特に問題がない。
	施工工期*1	鋼製ケーシングの運搬には大型車が必要	鋼製ケーシングの運搬には大型車が必要	コンクリートブロックの運搬には大型車が必要	掘削とライナープレート組み立てが一体のため施工日数が多い。	掘削とライナープレート組み立てが一体のため施工日数が多い。
総合評価	経済性*2	鋼製ケーシング建て込みによる機械掘削のため施工工期が短い。	立坑築造は、鋼製方式とほぼ同じである。	鋼矢板打設・引抜、掘削・土留・支保工設置等あるため施工日数は、長期間必要である。	湧水がある場所では底盤・側面前面に地盤改良が必要	湧水がある場所では底盤・側面前面に地盤改良が必要
		△	△	△	○	◎

\*1、\*2：施工工期や経済性については必要となる立坑規模を決定し、さらに土質・施工条件などを考慮して検討する必要がある。

\*3：各工法とも作業高さ7.0m以上あれば施工可能だが、工法ごとに若干の差があり確認する必要がある。また、このほか電線下では電線との離隔距離も決められているので注意が必要。

(3.11 支障物防護工参照)

表-5 小口径管推進工法用立坑 高耐荷力管推進工法

方式	立坑形状		管体長 (m)	ライナーブレード式立坑		鋼矢板式立坑		ケーシング(小型)立坑		
	呼径	形状		發進立坑	到達立坑	發進立坑	到達立坑	發進立坑	到達立坑	
圧入式	200~300		2.00	5,326×2,500	凹形3,500	5,200×2,800	3,600×2,000	-	呼び径1,500	
			1.00	凹形2,000	凹形3,500	2,800×2,000	2,000×2,000	-	呼び径1,500	
	350~400		2.43	5,326×2,500	凹形3,500	5,200×2,800	3,600×2,000	-	呼び径1,500	
			2.43	5,326×2,500	凹形3,500	5,200×2,800	3,600×2,400	-	呼び径1,500	
オーガ式	200~300		1.00	5,826×3,000	凹形3,000	5,600×2,800	3,200×2,000	-	呼び径1,500	
			1.00	凹形2,000	凹形3,000	2,400×2,400	2,000×2,000	呼び径2,000	呼び径2,000	
	350~400		1.20	6,140×3,000	凹形3,000	5,600×2,800	3,600×2,000	-	呼び径2,000	
			1.20	凹形2,500	凹形3,000	2,800×2,400	2,400×2,000	呼び径2,500	呼び径2,000	
	450~600		1.20	6,140×3,000	凹形3,000	5,600×2,800	3,200×2,400	-	呼び径2,000	
			1.20	凹形2,500	凹形3,000	2,800×2,400	2,400×2,400	呼び径2,500	呼び径2,000	
	600~700		2.43	6,140×3,000	凹形3,000	5,600×2,800	3,600×2,400	-	呼び径2,000	
			2.43	凹形2,500	凹形3,000	2,800×2,400	2,400×2,400	呼び径2,500	呼び径2,000	
	泥水式一工程方式	250~300		1.00	5,198×3,000	凹形3,500	5,200×3,200	3,200×2,800	-	呼び径1,500
				1.00	凹形2,500	凹形3,500	2,400×2,400	2,000×2,000	呼び径2,000	呼び径1,500
350~450			2.43	5,669×3,000	凹形4,000	5,600×3,200	4,000×2,800	-	呼び径2,000	
			1.20	凹形2,500	凹形4,000	2,800×2,400	2,400×2,000	呼び径2,500	呼び径2,000	
500			1.20	6,483×3,500	凹形4,000	6,000×3,200	4,400×3,200	-	呼び径2,000	
			1.20	凹形3,000	凹形4,000	3,200×2,400	2,400×2,000	呼び径2,500	呼び径2,000	
600			2.43	6,483×3,500	凹形4,500	6,400×4,000	4,400×3,200	-	呼び径2,000	
			1.20	凹形3,500	凹形4,500	3,600×3,600	2,800×2,000	呼び径3,000	呼び径2,000	
700			2.43	6,483×3,500	凹形5,000	6,400×4,000	4,400×3,200	-	呼び径2,500	
			1.20	凹形3,500	凹形5,000	3,600×3,600	2,800×2,000	呼び径3,000	呼び径2,500	
泥水式 玉石・転石・岩盤	300		2.00	5,826×3,000	4,070×2,500	6,000×3,200	4,000×2,800	-	-	
			2.43	6,140×3,000	4,070×2,500	6,400×3,200	4,000×2,800	-	-	
	350~500		2.43	6,740×3,000	4,884×3,000	6,400×3,200	4,800×3,200	-	-	
			2.00	5,826×3,000	凹形3,500	5,600×2,400	3,600×2,000	-	呼び径2,000	
	250~300		1.00	凹形2,000	凹形2,000	2,400×2,000	2,000×2,000	呼び径2,000	呼び径2,000	
			2.43	6,140×3,000	凹形3,500	5,600×2,400	4,400×2,000	-	呼び径2,000	
	350~400		1.20	凹形2,500	凹形3,000	2,800×2,400	2,000×2,000	呼び径2,500	呼び径2,000	
			2.43	6,140×3,000	凹形3,500	5,600×2,400	4,000×2,000	-	呼び径2,000	
	450~500		1.20	凹形2,500	凹形3,000	2,800×2,400	2,000×2,000	呼び径2,500	呼び径2,000	
			2.43	6,140×3,000	凹形3,500	5,600×2,400	4,000×2,000	-	呼び径2,000	
600~700		1.20	凹形2,500	凹形3,000	2,800×2,400	2,000×2,000	呼び径2,500	呼び径2,000		
		2.43	6,140×3,000	凹形3,500	5,600×2,400	4,000×2,000	-	呼び径2,000		
250~300		1.00	4,541×2,500	4,198×2,000	5,200×2,800	4,400×2,000	4,400×2,000	呼び径1,800		
		2.00	凹形2,500	凹形2,000	2,800×2,400	2,000×2,000	呼び径2,000	呼び径1,500		
泥土圧式 圧送排土	350		2.43	4,541×2,500	4,198×2,000	5,200×2,800	4,400×2,000	4,400×2,000	呼び径1,800	
			1.20	凹形2,500	凹形2,000	3,200×2,800	2,000×2,000	呼び径2,500	呼び径1,500	
	400~500		2.43	6,111×3,000	4,512×2,000	6,000×2,800	4,800×2,400	4,800×2,000	呼び径2,000	
			1.20	凹形2,500	凹形2,000	3,200×2,800	2,000×2,000	呼び径2,500	呼び径1,500	
	600~700		2.43	6,140×3,000	4,355×2,000	6,000×3,200	4,800×2,400	4,800×2,000	呼び径2,000	
			1.20	凹形3,000	凹形2,200	3,200×2,800	2,000×2,000	呼び径3,000	呼び径1,800	
	250		2.00	5,012×2,500	凹形4,000	4,000×2,400	4,000×1,600	4,000×1,600	呼び径1,500	
			1.00	凹形2,500	凹形2,000	2,800×2,400	2,000×1,600	呼び径2,000	呼び径1,500	
	300		2.00	5,012×2,500	凹形4,000	4,000×2,400	4,000×1,600	4,000×1,600	呼び径1,800	
			1.00	凹形2,500	凹形4,000	2,800×2,400	2,400×1,600	呼び径2,000	呼び径1,800	
350~450		2.43	5,983×3,000	凹形4,500	4,800×2,800	4,800×2,000	4,800×2,000	呼び径1,800		
		1.20	凹形2,500	凹形4,000	3,200×2,800	2,800×2,000	呼び径2,000	呼び径1,800		
500		2.43	5,983×3,000	凹形4,500	4,800×2,800	4,800×2,000	4,800×2,000	呼び径1,800		
		1.20	凹形2,500	凹形4,000	3,200×2,800	2,800×2,000	呼び径2,000	呼び径1,800		
600		2.43	6,140×3,000	凹形4,500	4,800×2,800	4,800×2,000	4,800×2,000	呼び径2,000		
		1.20	凹形3,000	凹形2,500	3,600×3,200	2,800×2,000	呼び径3,000	呼び径2,000		

※小口径管推進工法 高耐荷力管推進工法編 2013年改訂版 (公益社団法人 日本推進技術協会)

## 5. 地盤改良の検討

### 5- 1 小口径推進工法の坑口防護の検討

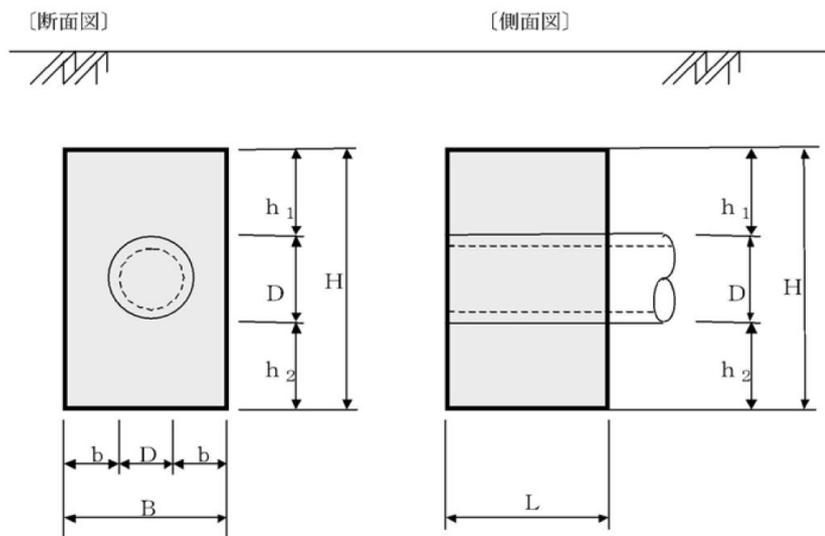
湧水地盤や軟弱地盤における推進では、発進・到達坑口部の止水性向上及び地山安定化を目的として、地盤改良を行う。

当設計では、推進工法の立坑の止水性・刃口先の地盤の崩壊の防止や・先導体の安定のための坑口の防護として地盤改良を行う。

改良の範囲及び工法は以下を原則として検討する。

- (1) 防護方法は、薬液注入工法によることを原則とする。但し、N値 $\geq 5$ の粘性土においては改良を行わなくて良い。
- (2) 防護方法は、十分な効果が期待でき、かつ経済性に優れた薬液注入工法を原則とする。

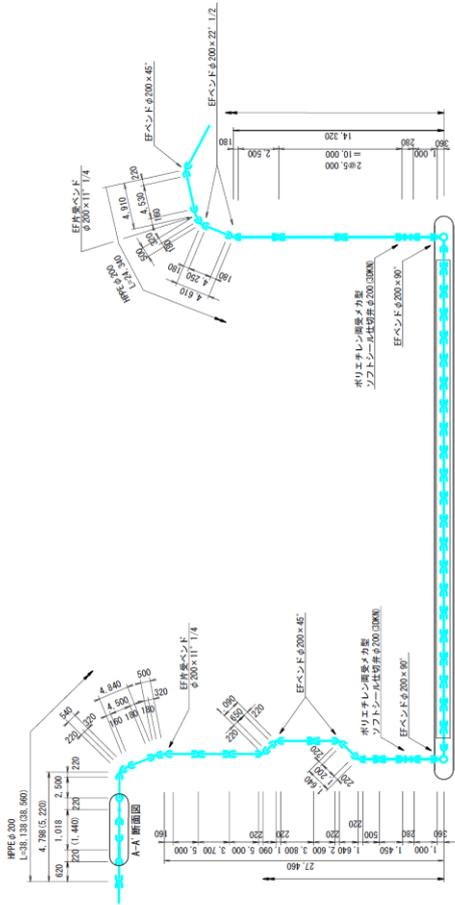
坑口の改良範囲は「エースモール工法」の技術・積算資料 平成27年度版 分割発進より引用し、下記に示す。



機種区分		改良長
DL 35	-N	4.0 m以上
	-C	
DL 50	-N	4.5 m以上
	-C	
DL 70	-N	
	-C	

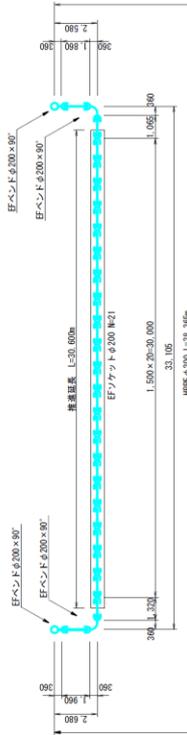
配管詳細図 S-Free

HPPEφ200 L=38.519.650×38.36524.340=100.845m(L=101.266m)  
 PPφ200(A-D) L=20.600m

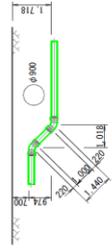


推進前詳細図

推進部詳細図 S-Free



A-A 断面図 S-J190



平成 28 年度	図番	業
東原町・伊勢原町地内		
工事名	菅200様水道管耐震化工事	
位置	鶴岡市東原町、伊勢原町 地内	
図名	完成配管詳細図	
縮尺	S-Free	鶴岡市上下水道部

## 7-2 能代市におけるテラジェット工法による施工事例

### (1) 能代市の概要

能代市は、秋田県北西部に位置し、東は北秋田市・上小阿仁村、西は日本海、南は三種町、北は八峰町・藤里町に接しています。

東北地方を縦断する奥羽山脈を源に発する一級河川米代川が市域のほぼ中央を東西に流れ、下流部には能代平野が広がっています。

平成 18 年 3 月 21 日に能代市と二ツ井町が合併し、新しい能代市が誕生しました。

平成 29 年 1 月末現在の人口は 55,182 人です。

### (2) 水道事業の沿革

能代市の水道は、昭和 29 年に創設認可を受け、計画給水人口 40,000 人、計画一日最大給水量 9,200m<sup>3</sup>/日とし、昭和 36 年に完成した。

その後、昭和 47 年度に第一期拡張事業の変更認可を受け、昭和 51 年度に完成。

昭和 58 年度に第二期拡張事業の変更認可を受け、平成 12 年度に完成。

平成 16 年度に第三期拡張事業の変更認可を受け、平成 24 年度に完成。

平成 28 年度末現在、計画給水人口 47,000 人、計画一日最大給水量 25,600m<sup>3</sup>/日となっている。

### (3) 更新事業の取組み状況

配水管総延長約 301km (平成 28 年 3 月末現在)

1) 石綿セメント管更新事業：平成 5 年度～平成 18 年度 (更新率 100%)  
総事業費約 30 億円、更新延長約 67km

2) 老朽铸铁管更新事業：平成 17 年度～平成 25 年度 (更新率 100%)  
総事業費約 14 億円、更新延長約 10km

※老朽铸铁管とは水道事業創設時 (昭和 36 年以前) に布設した铸铁管のことである。

3) 老朽ビニル管更新事業：平成 26 年度～平成 35 年度 (平成 29 年 3 月末の更新率 26%)  
総事業費約 5 億円、更新延長約 8km

※老朽ビニル管とは水道事業創設時 (昭和 36 年以前) に布設したビニル管のことである。

#### (4) テラジェット工法による施工事例

##### 1) 工事概要

工事名：天内地区配水管布設工事（H28 その2）

工事場所：秋田県能代市天内字家回地内ほか

施工延長：ダクタイル鋳鉄管（GX）φ150mm L=377.8m

橋梁添架管（凍結防止用複合管）φ150mm L=12.3m

配水用ポリエチレン管（HPPE）φ150mm L=29.0m

工事期間：平成28年6月14日～平成28年11月30日

##### 2) 採用経過

現地調査の結果、外幅1.9m、高さ1.6mのボックスカルバートが土被り約0.5mで埋設されており、当初設計の開削工法では施工不可能と判断した。

小口径管推進工法であるAH推進工法とテラジェット工法の概算工事費を比較したところ、直接工事費でAH推進工法は、テラジェット工法の約2倍であったため、テラジェット工法を採用した。

テラジェット推進延長：29m

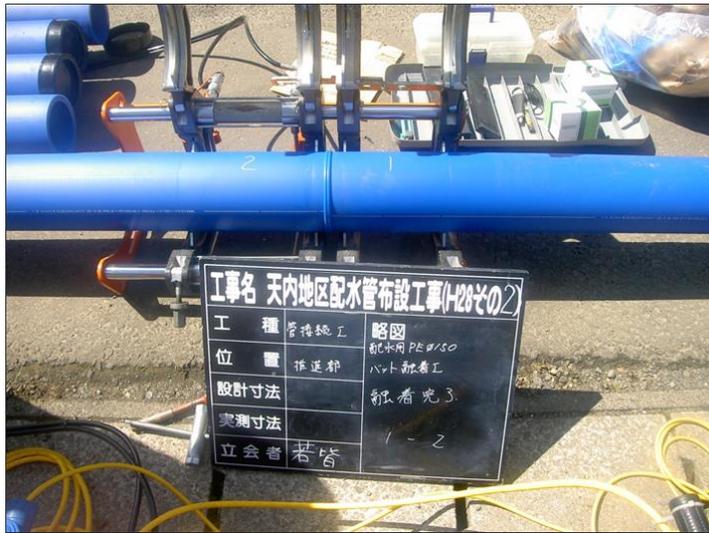
##### 3) 施工経過考察

1日目：材料検収後、バット融着まで完了。



写真区分:新しい分類
工種:管接続工
種別:バット融着 配水用PE
φ150
細別:融着状況
撮影箇所:1-2

※バット融着とは、管の端と端を直接ヒーターで加熱溶融した後、管どうしを圧着して融着する方法



写真区分:新しい分類  
 工種:管接続工  
 種別:バット融着 配水管PE  
 φ150  
 細別:融着完了  
 撮影箇所:1-2



写真区分:新しい分類  
 工種:管接続工  
 種別:バット融着 配水管PE  
 φ150  
 細別:融着完了

2日目：先導管推進～配水管引き抜き（配水管布設）完了。



写真区分:新しい分類  
 工種:推進工  
 種別:先導削孔工  
 細別:ドリルヘッド接続状況  
 撮影箇所:発進坑



写真区分:新しい分類  
 工種:推進工  
 種別:先導削孔工  
 細別:ロケーティング計測状  
 況  
 撮影箇所:横断用水路

	設計値	実測値	差
削孔深さ(φ)(H)	3230mm	3200mm	-30mm



写真区分:新しい分類  
 工種:推進工  
 種別:先導削孔工  
 細別:先導削孔完了  
 撮影箇所:到達坑



写真区分:新しい分類  
 工種:推進工  
 種別:管引込工 (配水用PE管  
 φ150)  
 細別:管引込状況  
 撮影箇所:到達坑



写真区分:新しい分類  
 工種:推進工  
 種別:管引込工 (配水用PE管  
 φ150)  
 細別:管引込状況  
 撮影箇所:到達坑



写真区分:新しい分類  
 工種:推進工  
 種別:管引込工 (配水用PE管  
 φ150)  
 細別:管引込完了  
 撮影箇所:発進坑

3日目：泥水の汲み取り運搬作業。



写真区分:新しい分類  
 工種:汚泥処理工  
 種別:泥水処理  
 細別:堆積泥水吸引状況  
 撮影箇所:発進坑

## (5) まとめ

今回、能代市でテラジェット工法を採用してみて、以下の2点が大きなメリットだと思った。

### 1) 工期の短縮について

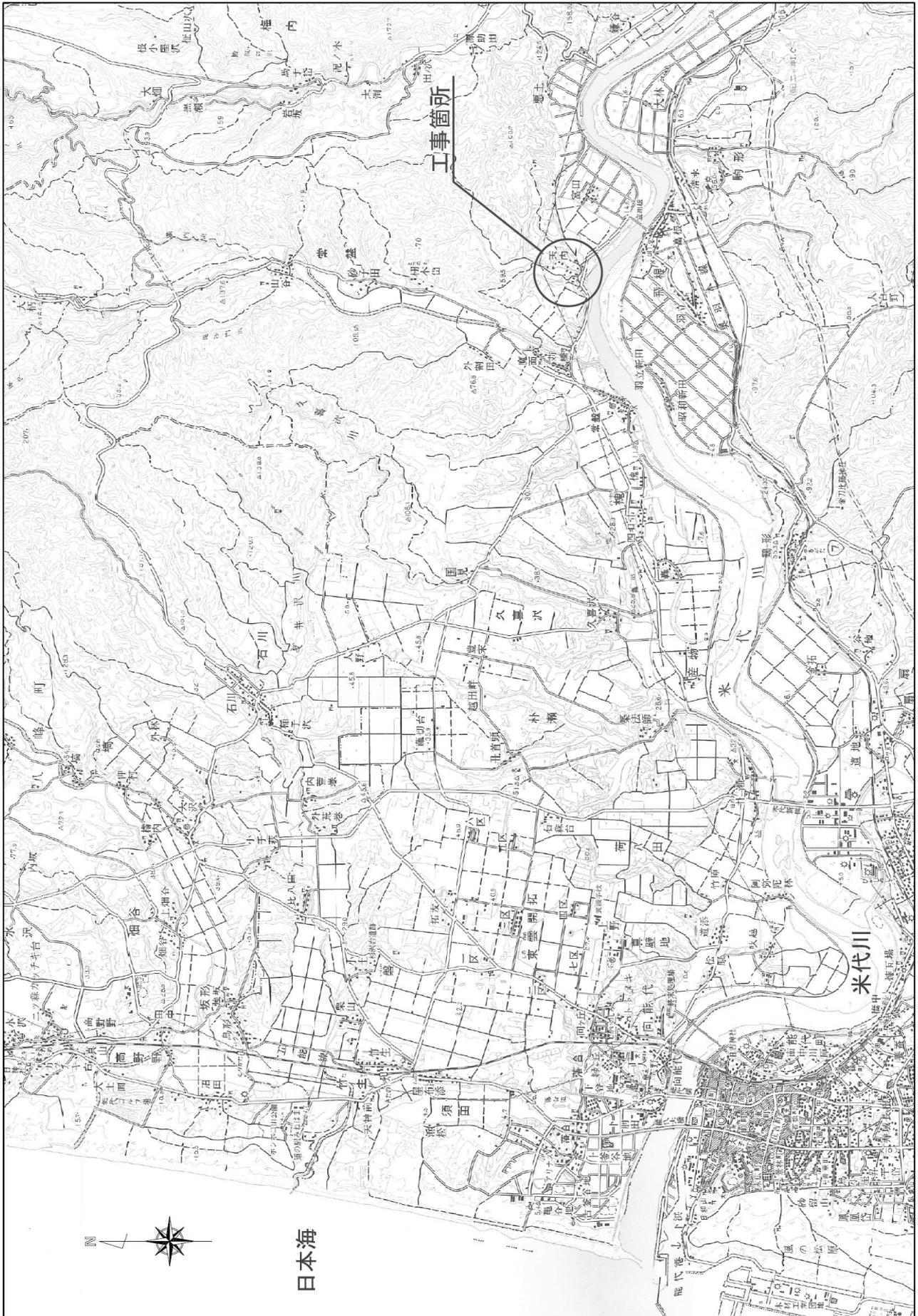
今回の現場における掘削開始から埋め戻し完了までの施工日数は、AH推進工法で約6日間、テラジェット工法で4日間であったため、2日間の工期短縮となった。

### 2) 施工の安全性について

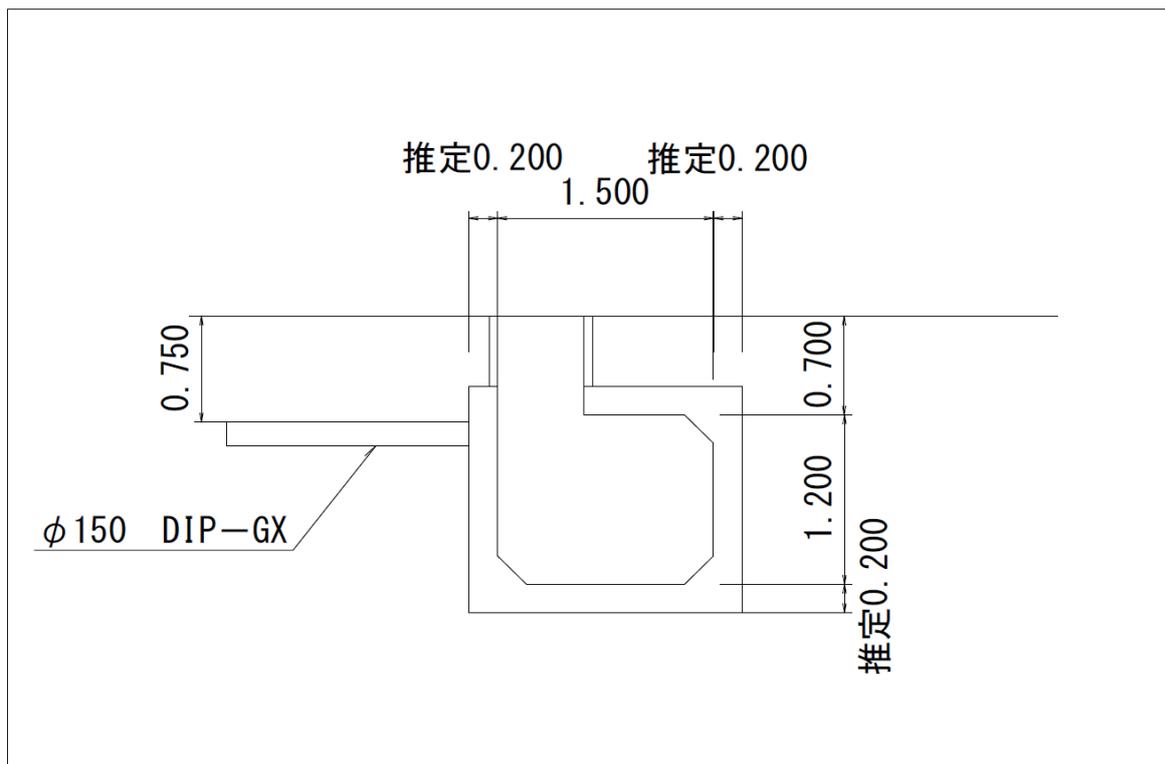
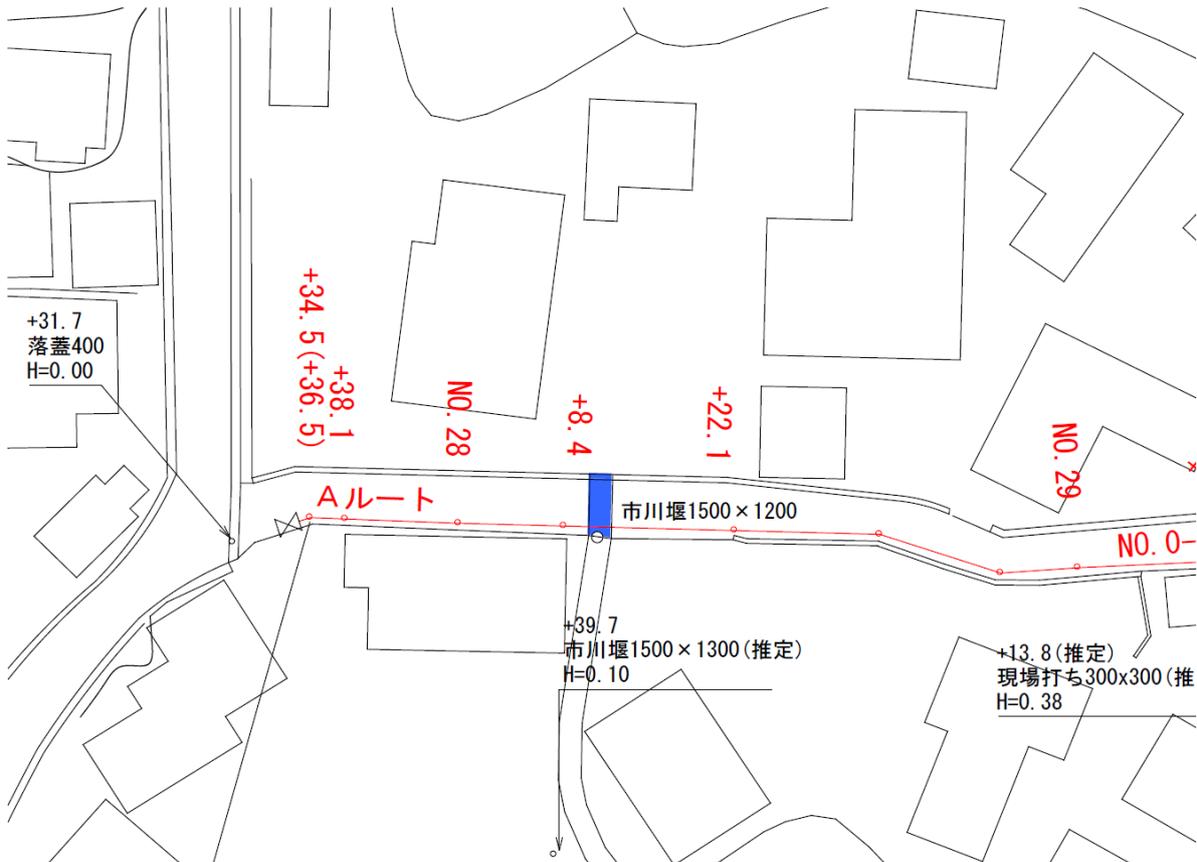
今回の施工現場は道路幅約4.5mの市道であり、西側にブロック塀があった。

立坑の深さはAH推進工法で約3.5m、テラジェット工法で1.5mであったため、約2.0m浅くできたことから、今回のような道路幅が狭く、近接した付属物がある場合は、安全性の面で有利であった。

テラジェット工法は立坑の深さが浅くできる反面、推進延長が長くなってしまいうという制約はあるものの、早く安全に施工できるという点から、能代市では今後も状況に応じてテラジェット工法を採用していこうと考える。



# 現場支障物箇所









### 7-3 大崎市におけるアセットマネジメント作成事例

#### (1) 大崎市の概要

大崎市は、宮城県の北西部に位置し、南は「黒川郡」、東は「遠田郡、登米市」、北は「栗原市」、西は「加美郡、秋田県、山形県」にそれぞれ接しています。

面積は、796.76 km<sup>2</sup>で宮城県土の 10.9%を占めています。地勢は、市西部の山岳地帯の荒雄岳を源とする江合川、船形連峰を源とする鳴瀬川の二つの大きな河川が西から東に流れており、その豊かな森林を源とする水は、市の北西から南東に広がる肥沃に満ちた広大な平野「大崎耕土」を潤し、昔から稲作が盛んな地域です。

気象は、例年最高気温は 30℃を超え、最低気温も -10℃を下回るなど、寒暖の差が大きい内陸型の気候となっており、特に山岳地帯では積雪が 2m~3m となります。

平成 18 年 3 月 31 日に 1 市 6 町が合併して誕生した本市は、これまで旧市町が培ってきた全国に誇れる地域資源や地域の力を磨き、連携を図ることにより、自立した「まち」をいかに創造していくかが大きな課題であり、この課題解決のために歩み始めました。



大崎市の水道事業

## (2) 水道事業の沿革

大崎市水道事業は平成 18 年 3 月に創設しております。創設前の市町は、古来より川水や井戸水・湧水を飲料水としていたことから、水質悪化や濁水の問題が発生し、良質の飲料水を求めるため、水道を創設した歴史があります。

特に明治時代の古川村においては、川水に飲料水を求めていたことから、良質の飲料水に恵まれておらず、コレラの発生もありました。このようなことから、衛生対策として水道の必要性を強く訴えた戸長の提案により、明治 17 年に上水道を創設しております。この水道は、明治 23 年公布の水道条例以前であり、全国で初めて水道を創設した横浜市に次ぎ古いものです。

続いて大正時代に入ると、旧鳴子町においては、大正 4 年陸羽東線の開通による温泉客増加と大正 10 年の町制施行とともに人口が増加し、水量不足の影響で大正 14 年に上水道を創設しました。

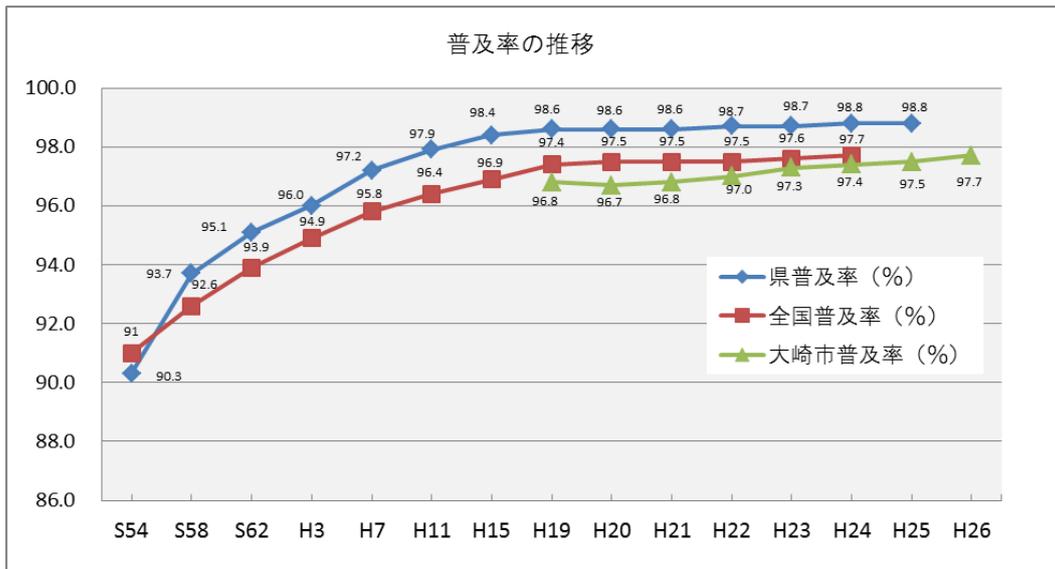
水質と衛生対策、人口増による安定供給などを目的に、昭和 20 年後半から各地域で、簡易水道や共同の水道組合、小規模簡易給水施設が次々に創設。国が生活改善の指導が重要と考えたことと、簡易水道の補助制度の発足により、昭和 30 年代から簡易水道の創設がますます増加しました。

昭和 30 年代・40 年代の高度成長期に水道の普及率も上昇。全国では 30 年に 30% 代の水道普及率が 40 年後半には 90% 近くまでになりました。市町も同じように普及率が上昇し、事業拡張で増大する水需要に対応してきましたが、水源の水利権問題や地下水涸渇で安定した水を求める必要がでてきました。

昭和 40 年代後半に関係市町村が連携して新たな水源を求め、漆沢ダムを水源とする大崎広域水道用水供給事業から、昭和 55 年より受水しました。大崎市では、古川・松山・三本木・鹿島台・田尻地域が受水しています。

大崎市の水道事業は、平成 18 年 3 月 31 日、1 市 6 町が合併し、1 つの上水道事業と 7 つの簡易水道事業が統合創設し誕生しました。簡易水道事業については、平成 23 年度から向山簡易水道と小身川原簡易水道が上水道事業へ事業統合し、平成 25 年度から鬼首簡易水道、鳴子上原簡易水道が上水道事業へ事業統合しました。

また、池月簡易水道事業、真山簡易水道事業、中里簡易水道事業については、平成 29 年 4 月に上水道事業に事業統合し、一つの上水道事業となります。



### (3) 現行の取組み状況

#### 1) 構造物及び設備の更新について

建築・土木の更新に合わせて電気・機械・計装の更新を行うことから、電気・機械・計装については、定期的に点検を実施し、部品交換や修繕を行い、延命化対策が必要となる。

#### 2) 管路の更新について

アセットマネジメントを基にした更新計画を策定の上、計画的な老朽管路更新事業を遂行するとともに、経年化・老朽化資産の増加に伴う漏水多発路線は前倒しで更新する等、随時計画の見直しを行う。

また、漏水実績に基づいた推移分析や老朽度調査（管路の老朽度、土壌腐食等）の結果を検証し、アセットマネジメントの管路更新基準に反映させる。

#### 3) 財政収支について

将来にわたって安定した給水を続けていくためには、必要に応じて企業債を活用するにしても、企業努力と安定した収入による健全経営が必要である。このため、現在の大崎市水道事業は、これまで、次の点について重点的に取り組んでいる。

- ①水道事業経費については、業務を民間委託して効率化を図り、人件費の削減を進めるなどコスト削減に努めてきた。職員数はピーク（合併）時の平成18年度の64名から、平成28年度の34名まで減らしている。
- ②水道料金収入については、滞納整理を強化し、水道料金の未収金の回収

に努めた結果、平成 27 年度分については、収納率 99.24%と向上し、過年度の徴収額も過去にない高い水準となっている。

#### (4) 整備計画の取組み

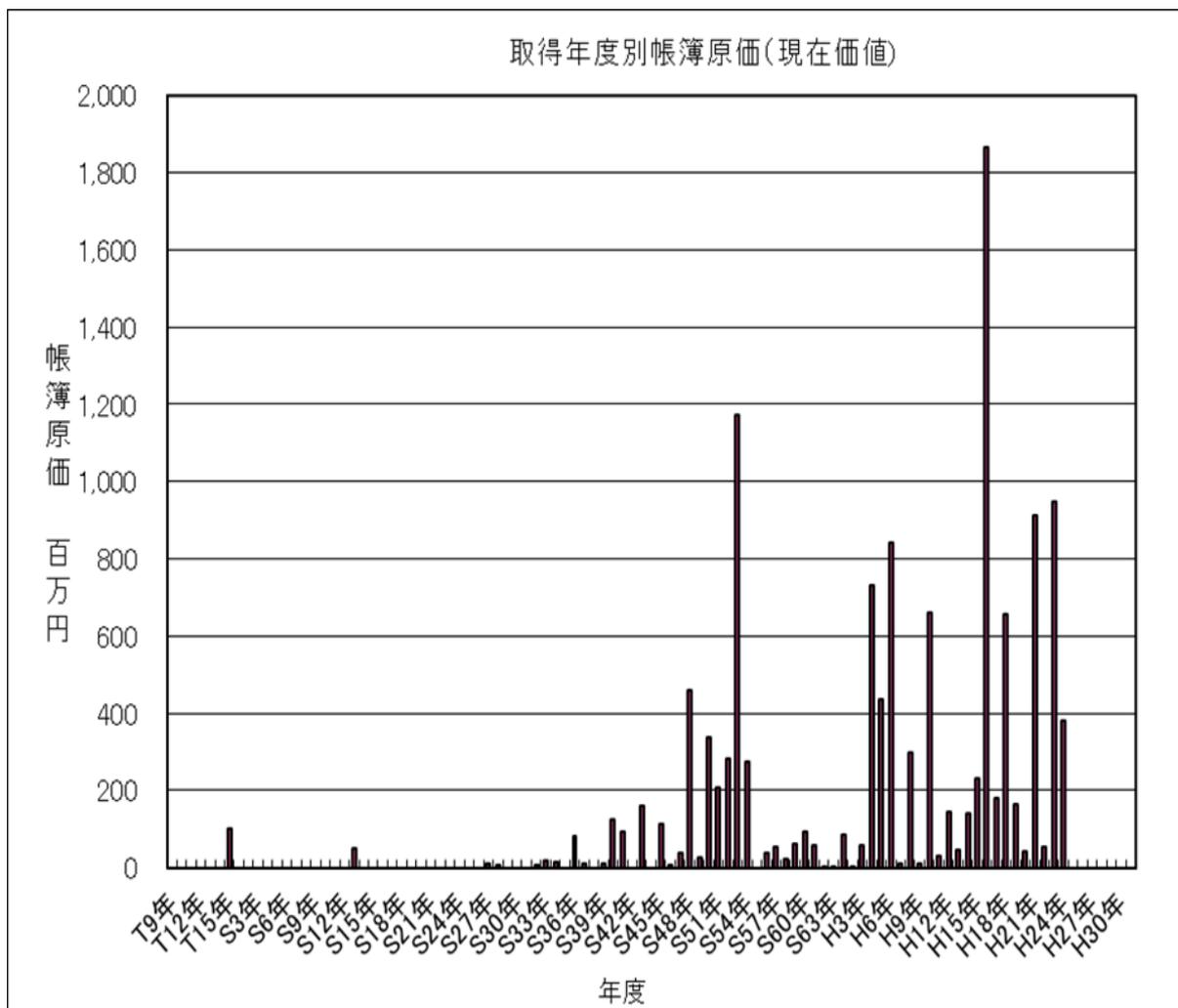
##### 資産の状況と今後の更新について

アセットマネジメントにおいては、これまでの水道事業と簡易水道事業の資産の合計を全体の資産として取り扱い、資産の把握は、「構造物及び設備」と「管路」に分類して行う。

##### 1) 構造物及び設備の資産状況

構造物及び設備の資産状況は、能力・規模等からデフレータ（費用関数）を用いて求める。数字についてはアセットマネジメント作成時におけるデフレータ（平成 25 年度）で現在価値に換算した結果は、図－2 のとおりであり、約 12,865 百万円となる。

図－2 構造物及び設備の取得年度・帳簿原価等



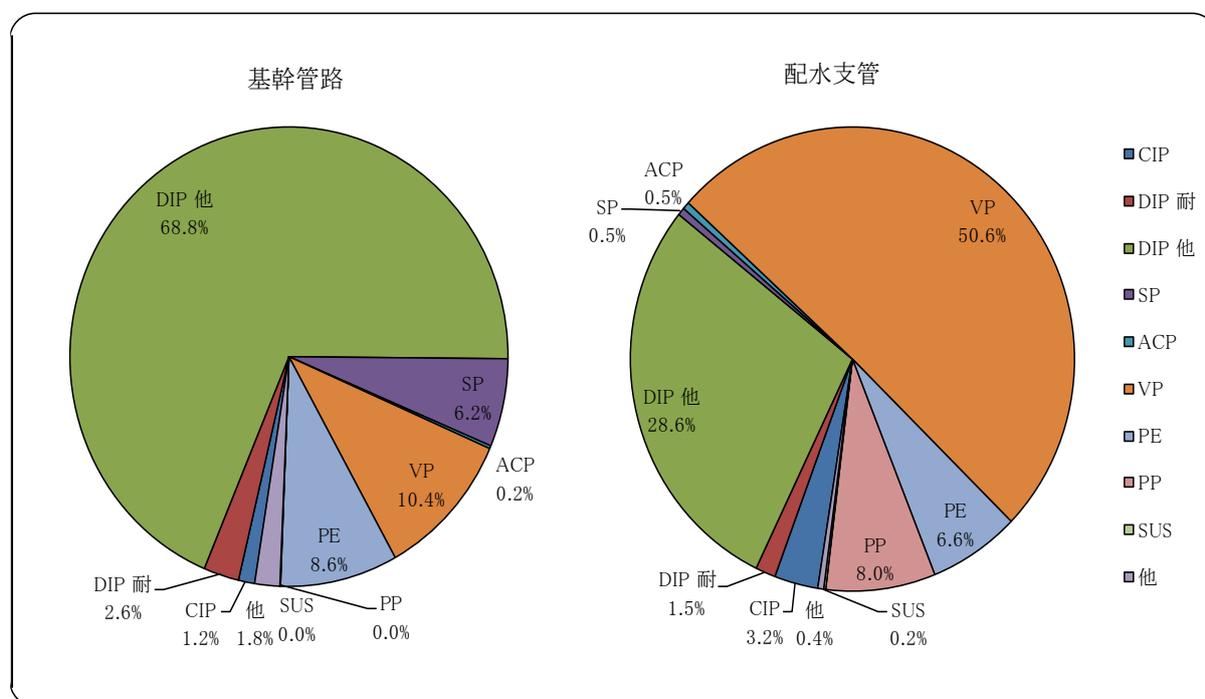
## 2) 管路の資産状況（管種別延長）

管路の管種別延長等の内訳は、表－2及び図－3のとおり、基幹管路（導・送水管、配水本管）の約7割がダクトイル鑄鉄管、配水支管の約5割が硬質塩化ビニル管である。

表－2 管種別延長(平成27年度末現在)

管種区分	管種記号	基幹管路		配水支管		総延長 (m)
		延長(m)	割合(%)	延長(m)	割合(%)	
鑄鉄管（ダクトイル鑄鉄管は含まない）	CIP	1,316.0	1.2	35,833.6	3.2	37,149.6
ダクトイル鑄鉄管 耐震型継手を有する	DIP 耐	2,867.6	2.6	16,462.2	1.5	19,329.8
ダクトイル鑄鉄管(上記以外・不明なものを含む)	DIP 他	75,768.4	68.8	321,904.5	28.6	397,672.9
鋼管（溶接継手を有する）	SP	6,848.3	6.2	6,031.7	0.5	12,880.0
石綿セメント管	ACP	227.5	0.2	5,796.4	0.5	6,023.9
硬質塩化ビニル管（RR継手以外・不明なものを含む）	VP	11,437.7	10.4	569,786.7	50.6	581,224.4
ポリエチレン管（高密度、熱融着継手を有する）	PE	9,518.1	8.6	74,677.5	6.6	84,195.6
ポリエチレン管（上記以外・不明なものを含む）	PP	35.0	0.0	89,790.3	8.0	89,825.3
ステンレス管（耐震型継手以外・不明なものを含む）	SUS	22.0	0.0	1,696.3	0.2	1,718.3
その他（SGP等）	他	2,019.6	1.8	4,816.9	0.4	6,836.5
合計		110,060.2	100.0	1,126,796.1	100.0	1,236,856.3

図－3 管種別延長割合（平成27年度末現在）



### 3) 大崎市水道施設更新基準の設定

これまで、資産の将来見通しの把握において、法定耐用年数を基準として更新事業を実施した場合、アセットマネジメントにおける試算では年平均で約29億円の更新需要が発生し、近年の建設改良費よりも大きいことが判明した。

そこで、次に、法定耐用年数で更新した場合の更新需要のピーク時期やその規模を踏まえつつ、更新費用の低減化を図るために「構造物及び設備」や「管路」の適切な更新時期「大崎市更新基準」の設定を行った。なお、この基準は、大崎市水道事業の実使用年数や、公益社団法人日本水道協会等における調査結果事例などを参考とした。

また、安全・安心な水を安定的に供給することができる健全な施設を維持するために、更新を単に先送りするのではなく、日々の点検や診断を適切に行うとともに、各種調査診断に基づく修繕や、施設の補修を適切に実施することでこの基準を検討した結果、次の内容で更新基準とした。

設定にあたり実使用年数に基づく更新年数基準の検討は、「構造物及び設備」と「管路」に分けて行うこととした。

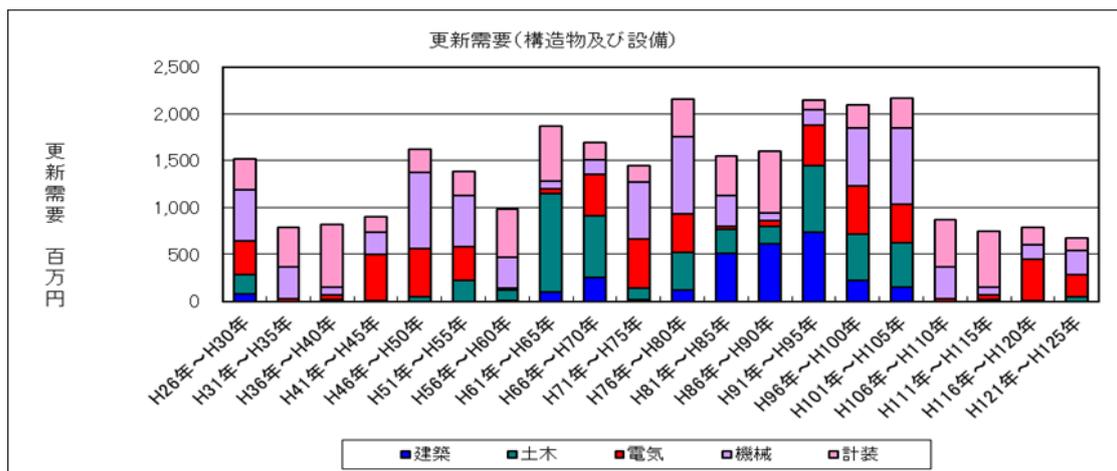
### 4) 今後の構造物及び設備の更新基準

構造物及び設備を法定耐用年数で更新した場合、事業費が膨大となり、財政的な制約から現実的ではない。よって、構造物及び設備の更新年数基準を検討する上で、以下の点を考慮して設定した。

- ①浄水場や配水池などの水道施設は、将来の更新需要を抑制するため、安全性を確保した上で、法定耐用年数によることなく、できる限り長期間使用することを原則とする。
- ②電気・機械・計装の更新のサイクルと建築・土木の更新サイクル時期を合わせることにより、施設の一括更新できる設定とする。
- ③統廃合等による見直しを行った上で更新する。

このことを踏まえ、アセットマネジメントにおいて様々なパターンを作成し、今後の更新基準について検討を行った結果、耐震診断の結果に基づき、耐震基準を満たしていない主要施設の更新を前倒しすることとし、また、5年毎の更新需要にばらつきがみられたことから、更新需要の前後5年以内で施設の重要度等を考慮し、更新の前倒しを行う施設と延命化対策を行い更新延長する施設を調整して更新需要の平準化を行ったところであり、その結果は図-4のとおりであり、更新基準については表-3として設定した。

図－４ 構造物及び設備の更新需要の平準化による推移



表－３ 構造物及び設備の更新基準

工種	法定耐用年数	厚生労働省簡易支援ツールにおける更新基準設定例	大崎市基準
建築	50年	65年～75年	70年～80年
土木	60年	65年～90年	70年～80年
電気	15年	23年～26年	20年～30年
機械	15年	21年～26年	20年～30年
計装	15年	18年～23年	20年～30年

### 5) 今後の管路の更新基準

管路を法定耐用年数40年で更新した場合、物価上昇を見込まなくても今後100年間で構造物及び設備と同様に多額な更新需要が想定され、財政的な制約から現実的ではないことから、管路の更新年数基準を検討するうえで、以下の点について考慮して設定した。

- ①管路の延命化を考慮した更新周期の目安となる更新基準年数を設定する。
- ②事業量(費)の平準化を考慮した更新量を設定する。

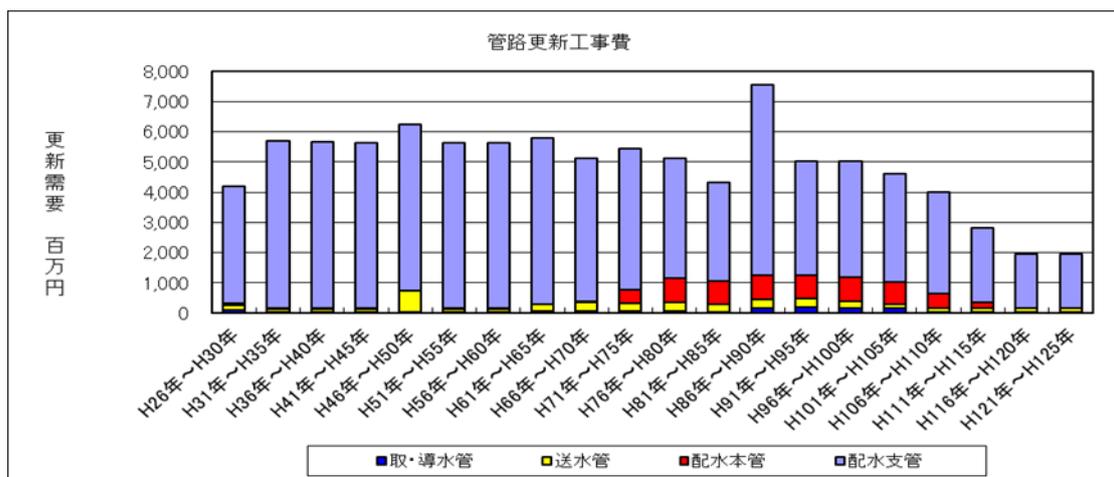
アセットマネジメントにおいては様々なパターンを作成し、今後の更新基準について検討を行った結果、管路においては、平成23年3月に発生した東日本大震災を踏まえ、一定程度の耐震性能があると判断し、アセットマネジメントでは耐震性の弱い石綿セメント管及び配水支管のダクタイル鋳鉄管（耐震型継手を有するものを除く）、硬質塩化ビニル管、ポリエチレン管（高密度、熱融着継手を有するものを除く）、更には、漏水が多

発している清水浄水場から上古川配水場までの送水管（鋼管）を前倒して更新することとして、需要の平準化を行ったところであり、その結果は図－５のとおりであり、更新基準については表－４として設定した。

【条件】

- ①管路全体の約５割の延長を占める硬質塩化ビニル管やポリエチレン管（高密度、熱融着継手を有するものを除く）、その他については、鑄鉄管等と比較して耐久性が劣ることから、平準化も考慮し１．３８～１．５０倍とする。（配水支管のみ）
- ②清水浄水場から上古川配水場までの送水管については、前倒しにより１．００倍とする。
- ③配水支管のダクタイル鑄鉄管（耐震型継手を有するものを除く）については、平準化を図るため１．５０倍とする。

図－５ 管路の更新需要の平準化による推移



表－４ 管路の更新基準

用途	水道統計の管種区分	更新基準					
		法定耐用 年数	厚生労働省 設定例年数	設定例のX倍による更新基準			
				X倍	算出年数 <sup>※1</sup>	採用年数 <sup>※2</sup>	更新後年数
<b>導・送水管【重要度 大】</b>							
	鑄鉄管（ダクタイル鑄鉄管は含まない）	40年	50年	1.25	60年	60年	100年
	ダクタイル鑄鉄管 耐震型継手を有する	40年	80年	1.25	100年	100年	100年
	ダクタイル鑄鉄管（上記以外・不明なものを含む）	40年	60年	1.25	80年	80年	100年
	鋼管（溶接継手を有する）	40年	70年	1.00	70年	70年	100年
	石綿セメント管	40年	40年	1.00	40年	40年	80年
	硬質塩化ビニル管（RR継手以外・不明なものを含む）	40年	40年	1.25	50年	50年	80年
	ポリエチレン管（高密度、熱融着継手を有する）	40年	60年	1.25	80年	80年	80年
	ポリエチレン管（上記以外・不明なものを含む）	40年	40年	1.25	50年	50年	50年
	ステンレス管（耐震継手以外・不明なものを含む）	40年	40年	1.25	50年	50年	80年
	その他（管種が不明のものを含む）	40年	40年	1.25	50年	50年	50年
<b>配水本管（口径300mm以上）【重要度 中】</b>							
	鑄鉄管（ダクタイル鑄鉄管は含まない）	40年	50年	1.50	80年	80年	100年
	ダクタイル鑄鉄管 耐震型継手を有する	40年	80年	1.50	120年	100年	100年
	ダクタイル鑄鉄管（上記以外・不明なものを含む）	40年	60年	1.50	90年	90年	100年
	鋼管（溶接継手を有する）	40年	70年	1.50	110年	100年	100年
	ポリエチレン管（高密度、熱融着継手を有する）	40年	60年	1.50	90年	90年	90年
	その他（管種が不明なものを含む）	40年	40年	1.50	60年	60年	60年
<b>配水支管（口径300mm未満）【重要度 小】</b>							
	鑄鉄管（ダクタイル鑄鉄管は含まない）	40年	50年	1.75	90年	90年	100年
	ダクタイル鑄鉄管 耐震型継手を有する	40年	80年	1.75	140年	100年	100年
	ダクタイル鑄鉄管（上記以外・不明なものを含む）	40年	60年	1.50	90年	90年	100年
	鋼管（溶接継手を有する）	40年	70年	1.75	120年	100年	100年
	石綿セメント管	40年	40年	1.00	40年	40年	100年
	硬質塩化ビニル管（RR継手以外・不明なものを含む）	40年	40年	1.38	55年	55年	100年
	ポリエチレン管（高密度、熱融着継手を有する）	40年	60年	1.75	110年	100年	100年
	ポリエチレン管（上記以外・不明なものを含む）	40年	40年	1.50	60年	60年	60年
	ステンレス管（耐震継手以外・不明なものを含む）	40年	40年	1.75	70年	70年	100年
	その他（管種が不明なものを含む）	40年	40年	1.50	60年	60年	60年

※1 X倍による算出年数は10年単位で四捨五入とする。（配水支管の硬質塩化ビニル管を除く）

※2 算出年数が100年を超える場合は100年とする。

## (5) アセットマネジメントを活用した更新計画について

大崎市の水道事業においては、水道資産の大半をしめている管路施設の経年化に伴う更新事業が大きな課題となっている。

平成26年度に作成したアセットマネジメントによっても、今後老朽管の更新需要の増加が明確であり、ミクロマネジメントによる適切な施設の現況把握が必須となっている。

アセットマネジメントを基に更新する施設の選定や更新基準の見直しなどを行い、水道台帳システム（GIS）の管路情報や事故歴情報を活用し、管路施設を定期的に評価するツールを作成し、管路更新計画の検討に有効なデータ（リスク評価点、重要度評価点、総合評価点と優先順位等）を容易に算定でき、アセットマネジメントの定期的な見直しにおいても効率的に活用するものである。

## (6) まとめ

これまで検討した大崎市水道事業としての更新需要見通し及び財政収支見通しについて、水道施設の健全度の推移や財政状況の推移等を吟味して、水道事業の持続可能性の観点から、その妥当性を評価した。また、検討結果を基に、運営基盤強化に向けた検討などへの活用も視野にいれ、アセットマネジメントの問題点・課題や対応方針の検討を行った。

### 1) 妥当性の確認

- ・ 構造物及び設備の健全度は、現状を維持できるため算定結果は妥当である。
- ・ 管路については、老朽化管路は発生するが、法定耐用年数に対する実績を考慮すると、概ね妥当である。
- ・ 財政収支見通しについては、適切な条件設定の下に算定されており妥当である。

### 2) 問題点・課題

- ・ 構造物及び設備については、今後、機能診断により更新時期の適正化を図る必要がある。
- ・ 管路については、将来的に老朽化管路が増加するため、維持管理体制の強化が必要となる。
- ・ 財政収支見通しについては、更なる経営改善による費用の抑制等や、更新投資額の適正化の観点から、再構築や規模の適正化による再投資価格の見直しを行う必要がある。

### 3) 対応方針

- ・ 構造物及び設備については、中長期的な水需要予測を行い、全体の水運用から見ての再編成や規模の適正化を検討する。
- ・ 管路については、配水管の管理について定期的な漏水調査等を実施していく。
- ・ 財政収支見通しについては、料金改定を検討する前提条件として、管理コストの縮減や延命化方策の可能性を検討する。

## 8. おわりに

本委員会は、研究テーマを「布設替工事における注意点・問題点について」として、平成27・28年度の2ヶ年で計7回の委員会を開催し調査検討を行ってきた。

布設替工事における注意点・問題点は何かと問われれば、計画に関しては更新計画の策定、ルート選定、工法選定、地下埋設物調査、地質調査、他地下埋設物管理者との協議、道路管理者との占用協議等が考えられる。施工に関しては、布設替対象となる路線の現場環境、他企業の地下埋設物状況、交通対策、住民対策等、既設管が布設された当時とは環境が大きく変化していることから、工事完成までの各段階で解決すべき課題は多くなっている。さらに、現場施工の難易度も高くなっている現状である。

また、各事業体においても採用管種の違いや地域特性、財政状況等により抱える課題は一律ではなく、対策の優先度も異なっている状況であり、研究テーマの範囲は多岐にわたっている。

このような中、本委員会では27事業体へのアンケート調査を実施し、その調査結果と各委員の事業体が抱える課題と取り組み状況等についての情報交換により、アセットマネジメントを活用した管路更新計画の策定や非開削による布設替工事について審議を進めることとした。

今回の委員会報告は、大崎市のアセットマネジメントを活用した管路更新計画の策定事例や、鶴岡市・能代市における配水用ポリエチレン管を使用した新たな工法等の事例研究となるが、本委員会の成果が今後の布設替工事における課題解決の参考として役立てていただければ幸いである。

最後に、本委員会に参加され資料の作成や貴重なご意見をいただいた委員の方々、アンケート調査にご協力いただいた各事業体の関係職員の方々に深く感謝いたします。

## 給・配水研究委員会委員名簿

委 員	青森市企業局水道部整備課	舘田 英幸	副委員長
	八戸圏域水道企業団工務課	京谷 昌章	
	能代市都市整備部上下水道整備課	若皆 忠弘	
	大仙市水道局上水道課	邑山 拓	
	盛岡市上下水道局上下水道部建設課	竹澤 慎	
	奥州市水道部工務課	小原 竜樹	
	山形市上下水道部水道建設課	鈴木 崇弘	委員長
	鶴岡市上下水道部水道課	田中 寿夫	
	仙台市水道局給水部管路整備課	本田 勝博	
	大崎市水道部施設課	高橋 浩一	
	いわき市水道局工務課	柴田 勲	
	相馬地方広域水道企業団施設課	森 大輔	



(後列) 鈴木 田中 高橋 柴田 小原 竹澤

(前列) 邑山 若皆 本田 京谷 舘田 森

事務局	仙台市水道局給水部管路整備課	熊谷 善弘
	仙台市水道局給水部管路整備課	安住 洋久
	仙台市水道局給水部管路整備課	安彦 諭

# 給水装置研究委員会報告

「指定給水装置工事事業者制度の  
現状及び課題について」

日本水道協会東北地方支部  
技術研究部会

給水装置研究委員会報告書

「指定給水装置工事事業者制度の  
現状及び課題について」

平成29年3月

日本水道協会東北地方支部 技術研究部会

# 目 次

I.	はじめに	1
II.	研究テーマの背景及び検討方法	2
III.	討議経過	3
IV.	各水道事業体における課題の抽出	4
V.	指定工事事業者に対する処分	9
VI.	指定工事事業者に対する表彰等	21
VII.	おわりに	29

## ※ 参考資料

- ①厚生労働省健康局水道課長通知（健水発第 0321001号）
  - ・給水装置工事事業者の指定制度等の適正な運用について
- ②日本水道協会作成資料
  - ・指定給水装置工事事業者の違反行為に係る事務処理要綱例
  - ・指定給水装置工事事業者の違反行為に係る処分基準例
  - ・違反行為事務処理フロー例

## ※ 巻末添付

- ①指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱  
〔給水装置研究委員会案〕
  - ・指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱
  - ・指定給水装置工事事業者の違反行為に係る処分基準
  - ・違反行為に係る処分点数基準
  - ・指定給水装置工事事業者の違反行為等に関する事務処理フロー
  - ・各種様式集（様式第1～10号）
- ②優良表彰制度をとおした  
指定給水装置工事事業者のモチベーション向上について  
（第19回水道技術事例発表会発表論文〔福島市水道局〕）

## ■ 給水装置研究委員会 委員名簿

## I. はじめに

指定給水装置工事事業者制度は、民間活動に係る規制の改善及び行政事務の合理化のための厚生省法律の一部を改正する法律（平成8年法律第107号）により改正された水道法（昭和32年法律第177号。以下「水道法」という。）により、給水装置工事主任技術者の国家資格を創設するとともに、統一化、明確化された指定要件の下、給水装置工事事業者を指定する制度として、平成10年4月より施行されたものである。その中で、指定給水装置工事事業者（以下「指定工事事業者」という。）は「水道事業者は、当該水道によって水の供給を受ける者の給水装置の構造及び材質が前条の規定に基づく政令で定める基準に適合することを確保するため、当該水道事業者の給水区域において給水装置工事を適正に施行することができる」と認められる者の指定をすることができる。」（水道法第16条の2第1項）と定義されており、水道法第25条の2に定められている申請要件に基づき、水道事業者毎に指定を行っているところである。

また、改正後の水道法の施行から10年を経過したことから実施した、有識者による検討会及び厚生科学審議会生活環境水道部会において、現行制度が水道の適正を確保する上で重要な役割を果たしていると評価された一方、改善を要する課題が示され、その解決の方法が取りまとめられた平成20年には、厚生労働省健康局水道課長通知「給水装置工事事業者の指定制度等の適正な運用について」（平成20年3月21日付健水発第0321001号）が発出され、指定工事事業者に対する講習の実施や処分基準の整備、需要者への情報提供及び適切な配管技能者の確保等、適正な制度の運用を行うに当たっての解決の方向が示され、水道事業者等の関係団体において、所要の措置を講ずるよう求められた。

しかしながら、現在においても無届工事や不良工事といった一部の指定工事事業者に係るトラブルや、連絡が取れず実態の不明な指定工事事業者への対応等、水道事業者が抱える課題・問題も近年特に増加しており、その対応に苦慮しているところである。

こうした状況下において、厚生労働省から委託を受けた日本水道協会が、平成27年度に有識者を交えた「指定給水装置工事事業者制度に係る検討会」を実施し、検討結果を厚生科学審議会生活環境水道部会に報告、その後平成28年度に同部会に設置された「水道事業の維持・向上に関する専門委員会」にて、法改正を視野に入れた課題解決に向けた対策案に関する専門的事項について検討を行っている。

本委員会では、これらを踏まえて各参加事業者における指定給水装置工事事業者制度運用における現状と課題点の抽出、検証等を実施し、今後のより適正な制度運用に向けての方策、手法等についての検討を行った。

## Ⅱ. 研究テーマの背景及び検討方法

～研究テーマ～

「指定給水装置工事事業者によるお客さまトラブルや違反行為が発生し、対応に苦慮している水道事業者もあることから、現行制度の問題点や課題を整理したうえで、今後の指定給水装置工事事業者制度の運用や制度のあるべき姿等について調査研究する。」

改正水道法の施行から20年が経過し、給水装置工事及び指定給水装置工事事業者制度を取り巻く環境は、近年大きく変化を遂げてきている。

東北地方においては、特に東日本大震災以降、水道施設及び給水装置の復旧やその後の維持管理等において、指定工事事業者の尽力が不可欠なものであった一方、一部の指定工事事業者による無届工事や不良工事に起因するお客さま及び水道事業者等関係団体を巻き込むトラブル、又、届出の義務を怠り連絡が取れず実態が不明となっている指定工事事業者、更には水道事業者ごとに抱える諸問題等、現状では課題は少なくない。

本委員会では、テーマに対する討議の方向性を確立するために、まず討議に先立ち、参加の各事業者における制度運用に関する現状と、抱えている課題等についてアンケートによる情報収集、及び委員間でのそれぞれの課題に対する報告、意見交換を行い、抱える課題点の抽出と情報の共有化を行った。

その中で、特に意見の多かった『指定工事事業者への処分』をテーマの中心として討議を進めていくこととし、各事業者で共通で使用できることを目的に、統一化した“指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱〔給水装置研究委員会案〕”の作成、併せて『優良な指定工事事業者への表彰等』について、既に実施している事業者の実施内容を基に検証し、今後のより適正な制度運用に向けて必要であるべき事項を整理し、報告することとした。

なお、本委員会の討議と並行して、日本水道協会が厚生労働省より受託して実施した「指定給水装置工事事業者制度に係る検討会」、及び同検討会の報告を受けた厚生科学審議会生活環境水道部会に設置された「水道事業の維持・向上に関する専門委員会」においても、制度に関して法改正を視野に入れた審議を行っているところであるが、その経過も考慮したうえで、本委員会独自の討議結果として、今回の報告書は取りまとめたものである。

※以降、本報告書では「水道事業者」について「指定工事事業者」との混同を避けるため、『水道事業者』若しくは『事業者』と表記する。

### Ⅲ. 討議経過

回	開催日	内 容
第1回	H27. 7. 9～10	<b>研究テーマについて</b> 提示理由の確認を行い、各委員の事業体での制度運用における現状と抱えている課題等を調査することとした。
第2回	H27. 11. 26～27	<b>現状調査の結果について</b> 各委員の事業体における現状と課題を集約し、情報の共有を図り、その対応策等について検討した。
第3回	H28. 2. 18～19	<b>主題となる課題の抽出</b> 集約された課題の中から、委員会として特筆すべき問題を討議し「処分基準の厳格（明確）化と表彰制度の充実」に主眼を置くこととした。
第4回	H28. 6. 16～17	<b>指定工事事業者への処分、表彰について①</b> 各委員の事業体における処分基準を集約し、検討した。 委員会として、事業体間で共有化することを目的とした『処分要綱〔案〕』を作成し、提案・報告することとした。
第5回	H28. 8. 25～26	<b>指定工事事業者への処分、表彰について②</b> 『処分要綱〔案〕』の内容について検討した。 表彰について、既に実施している事業体を中心に討議を行い、今後できうる方策等について検討した。
第6回	H28. 11. 17～18	<b>報告書の取りまとめ方法について</b> 報告書の構成、内容や取りまとめ方法について討議した。
第7回	H29. 2. 16～17	<b>報告書について</b> 報告書の案について討議した。

※全ての委員会において、開催時期に実施されていた「指定給水装置工事事業者制度に係る検討会」若しくは「厚生科学審議会生活環境水道部会 水道事業の維持・向上に関する専門委員会」での動向及び審議経過を確認しながら討議を行った。

#### IV. 各水道事業者における課題の抽出

##### 1. 各水道事業者における現状

本委員会の開催に先立ち、各委員の事業者における指定工事事業者に関する現状等について、事前に調査を行った。その結果を下記に示す。

なお、給水人口及び指定工事事業者数の内訳については、平成26年度末現在のものである。

		青森市 企業局	八戸圏域 水道企業団	横手市 上下水道部	由利本荘市 ガス水道局	盛岡市 上下水道局	岩手中部 水道企業団
給水人口		292,835	320,841	77,470	61,411	287,952	217,719
指定工 事事業者 数	平成22 年度末	238	192	174	199	200	282
	平成26 年度末	254	189	182	230	199	317
内 訳	給水 区域内	143 (56%)	141 (74%)	77 (42%)	77 (33%)	120 (60%)	160 (50%)
	給水 区域外	111 (44%)	48 (26%)	105 (58%)	153 (67%)	79 (40%)	157 (50%)

※岩手中部水道企業団は平成26年4月事業開始につき、H22末の数字は当時の花巻市のもの

		山形市 上下水道部	鶴岡市 上下水道部	仙台市 水道局	塩竈市 水道部	郡山市 水道局	福島市 水道局
給水人口		264,930	139,211	1,049,573	62,130	314,037	275,117
指定工 事事業者 数	平成22 年度末	273	162	465	155	209	195
	平成26 年度末	288	156	565	201	299	211
内 訳	給水 区域内	145 (50%)	89 (57%)	384 (67%)	29 (14%)	219 (73%)	122 (57%)
	給水 区域外	143 (50%)	67 (43%)	181 (33%)	172 (86%)	80 (27%)	89 (43%)

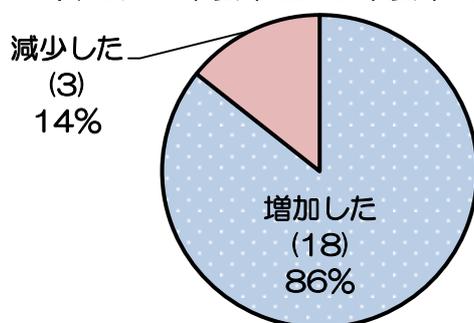
全国的にみると、規制緩和による平成8年の制度創設から今日に至るまでの期間において、指定工事事業者の数は9倍強と大幅に増加（平成9年：約2万5千者⇒平成25年：約22万8千者）している。

本委員会においては、平成23年3月11日に発生した東日本大震災の前後での比較として、平成22年度末と平成26年度末での指定工事事業者数の調査を行ったところ、震災後に半数以上の事業者で増加しており、中にはその増加が特に顕著となっている事業者がいくつかあった。

主な要因としては、震災からの早期の復旧・復興へ向けての需要が非常に高かったことから、工事・修繕を問わず、給水区域外から新規の指定を求めて申請を届け出る工事事業者が多く存在したことによるものであり、その状況は一部の事業体においては今もなお続いている。

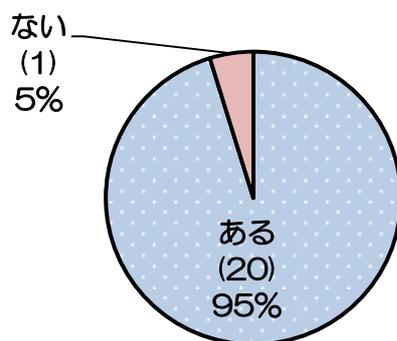
※全国的な傾向の把握を目的に、仙台市が平成27年11月に大都市水道事業管理者会議出席都市及び政令指定都市（計20事業体）あてに実施した「指定給水装置工事事業者の指定状況調査」における調査結果（抜粋：仙台市を含む21事業体の集計）を以下に掲載する。

### ①指定工事事業者数の推移 (平成22年度末と26年度末での比較)



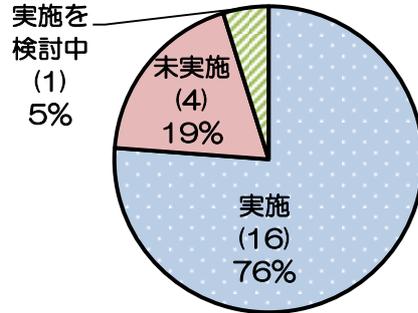
- ・本調査においては、東日本大震災前後の状況を把握しなかったため、平成22年度末と26年度末での比較となるが、大半の事業体において指定工事事業者の数は『増加』しており、減少したと回答の事業体は少なかった。

### ②連絡不能な指定工事事業者の有無



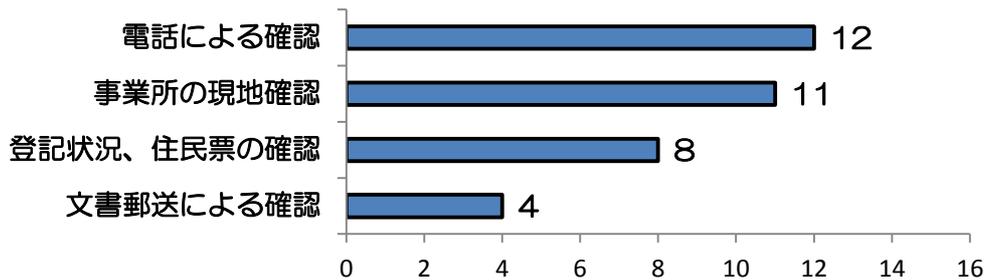
- ・調査実施時において、ほとんどの事業体で実態が不明となり連絡が取れない指定工事事業者が『存在する』との回答であった。
- ・主な発覚要因としては、多くの事業体で指定工事事業者に対しての『研修会開催の案内文書が不達』となることであった。

### ③連絡不能な指定工事事業者への 実態調査の実施について



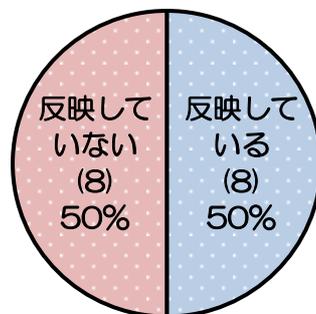
- ・仙台市では業務実態の調査方法を検討しているところであり、実際に実態調査を実施している事業者は全体のおよそ4分の3であった。

### ④主な実態調査の方法 ※重複回答あり (実施の16事業者中)



- ・実態調査を『行っている』と回答の16事業体に調査方法を伺ったところ、どの事業者においても複数種類の調査を行っていた。

### ⑤実態調査結果の処分等への反映 (実態調査を実施の16事業者中)



- ・実態が不明な指定工事事業者への指定取消等処分については、16事業者中、半数の事業者が実態調査の結果を『反映させている』との回答であった。

## 2. 各水道事業者が抱えている課題

本委員会において研究を行うにあたり、指定給水装置工事事業者制度運営に関して、各水道事業者として抱えている問題・課題はどのようなものであるかを網羅し、その中から討議の主題とするものを選出するため、各委員の事業者に対し、予備調査を実施した。

その中で、各事業者より出された問題点及び課題点の主なものについては、以下に記すとおりであった。（内容は箇条書き、一部重複あり）

- ①「指定工事事業者の情報管理」に関すること
  - ・依然、指定工事事業者数は増加傾向
  - ・給水区域外（県外を含む）の指定工事事業者が増加
  - ・事業の休止をする指定工事事業者が増加
  - ・「指定事項変更」の届出がないことによる、水道事業者から提供する情報の誤発信
  - ・指定工事事業者数の増加により、水道事業者での情報管理や実態把握が困難
  
- ②「実態が不明な指定工事事業者」に関すること
  - ・給水装置工事が完了（しゅん工）していない状態で連絡が取れなくなった指定工事事業者への対応
  - ・各種通知や研修会案内時等、連絡が取れない指定工事事業者への対応
  - ・処分等への対応
  - ・長期間にわたり、休止中や給水装置工事の申込実績がない指定工事事業者への対応
  - ・登録されている事業所の現地調査等を行いたいが、職員が足りない
  
- ③「無届工事・無断工事」に関すること
  - ・処分等への対応（指定工事事業者によるものの場合）
  - ・非指定工事事業者による施工への対応
  - ・指定工事事業者とお客さまとのトラブルへの対応
  - ・工事現場の現地調査等を行いたいが、職員が足りない
  
- ④「給水装置工事の施行」に関すること
  - ・給水装置工事申込前の着工や、給水装置工事のしゅん工検査前にお客さまが入居してしまうケースへの対応
  - ・事業者ごとの施行基準等の相違によるトラブル
  - ・より効率的な指定工事事業者への情報提供方法のあり方の検討

⑤「お客さま等への情報提供」に関すること

- ・お客さまへの指定工事事業者の紹介方法（主に修繕工事）
- ・お客さまから寄せられる指定工事事業者との間でのトラブルについての相談（修繕費用、指定工事事業者の対応、等）
- ・公表している名簿の掲載方法（長期間実績の確認できない、実態が不明、及び掲載を拒否する指定工事事業者への対応等）
- ・給水装置に関する、より効果的なお客さまへの情報提供方法の検討
- ・給水装置工事に関する、ハウスメーカー等工事関係者に対する各種情報の伝達手法の検討

⑥「指定工事事業者への研修」に関すること

- ・参加率向上へ向けた取り組み
- ・不参加者への対応（単年、複数年）
- ・連絡が取れない指定工事事業者への対応
- ・給水装置工事の施行基準の改訂情報や違反行為について等、水道事業体からの発信情報の偏りに伴うマンネリ化
- ・水道事業体ごとに開催することによる指定工事事業者への負担

⑦その他

- ・指定工事事業者のモチベーション向上に向けた方策の検討
- ・指定工事事業者の技術力向上及び技術の継承
- ・水道事業体間での連携（指定工事事業者の処分情報をはじめとする各種情報の共有、研修会や講習会の合同開催、等）
- ・処分基準の見直しの検討

### 3. 本委員会における主題の選出

前項において、各委員の事業体における課題や問題点を抽出したところであるが、その中より本委員会での討議の方向性として取り上げるべき事案について委員間で意見交換及び審議を行った。

その結果、多くの事業体より、その対応等に苦慮しているという意見が出された『**指定工事事業者に対する処分**』について、併せて、罰則等の強化だけでは、大多数の適正な施行を行っている指定工事事業者にとっては何の変化も無いことから、指定工事事業者のモチベーション及び技術力の向上等を目的とする『**指定工事事業者に対する表彰等**』についての2点を本委員会の主題とし、より掘り下げて討議を進めることとした。

## V. 指定工事事業者に対する処分

### 1. 指定工事事業者への処分の現状

平成20年3月に、厚生労働省健康局水道課長通知「給水装置工事事業者の指定制度等の適正な運用について」が発出され、その中で制度運用における課題の一つとして『指定給水装置工事事業者の取消しの処分基準の整備』が挙げられ、併せて解決の方向が示された。その内容（原文）は以下のとおりである。

～指定給水装置工事事業者の指定取消しについては、水道事業者においてあらかじめ処分基準を定め、これに従い指定取消しを行うよう求めているところであるが、水道事業者によって処分基準が大きく異なることは適当ではないため、標準的な処分基準例の提示を求める指摘がある。水道事業者等からのこうした指摘を踏まえた標準的な処分基準例が社団法人日本水道協会によって作成されており、これらも参考としつつ、必要に応じ処分基準の見直し等を行い、指定給水装置工事事業者の指定の取消しに当たってはその公平な実施に努められたいこと。～

この通知に基づき、多くの水道事業体が指定工事事業者に対する処分基準について、事業体独自のものから処分基準例を参考とした統一的なものへ見直し及び見直しへの検討を行ったことと思われる。

本委員会に参加の事業体においても、そのほとんどで平成20年4月以降、処分に関する基準について、処分基準例を踏襲したものに見直しを行っていた。

### 2. 各事業体における指定工事事業者への処分実施の実態

討議を進める中で、各委員より現行の処分基準や処分実績等に関する資料を提供してもらい、委員間でその内容や近年における処分の実績、処分実施にあたっての問題点等について報告及び意見交換を行った。

その中で、処分への対応に苦慮している委員間共通での大きな問題としては、やはり全国的に問題視されている『実態が不明な指定工事事業者』と『無届けでの給水装置工事の施行』の2点であった。

また、処分の実施までの過程についても、指定の停止や取消しの行政処分を科す場合には行政手続法に基づく聴聞を開催、又は弁明の機会の付与をする必要があるが、一部の事業体においては、その実施にあたり通常業務と並行してこれらの事務処理を行うことが困難なため、処分の実施ができないでいる、との意見もあり、併せて指定の停止の処分を科す場合に、当該違反行為において『〇ヶ月以下』と定めているが、その月数の決定に係る根拠が明確ではないために、その判断が難しく非常に苦慮している、というような意見も出され、事業体毎の地域性や特殊性等があることもさることながら、統一的な処分基準の下で運用しているものの、まだ様々な問題や課題がある、という現実が浮き彫りとなった。

### 3. 処分要綱〔給水装置研究委員会案〕の作成に至る経緯

前項での処分実施の実態確認にて、指定工事事業者への処分に関して、適正に事務処理を遂行している事業者がある一方、諸事情により思うように処分の実施をすることができていない事業者もあることが分かった。

そこで、処分を実施している事業者から、その詳細な実施している方法や指定工事事業者の反応等、実務レベルでの話を聞き、委員間での情報共有と処分に係る事務処理をより円滑に遂行することができる方法についての検討を進めていった。

その中で、一部の事業者から、日本水道協会が作成した処分基準例を踏襲しながら、その違反内容毎に「違反点数」を付与し、その累計点数に基づき処分内容を決定する方法（以下、『点数制』という。）で処分に関する要綱を取りまとめ、運用を行っている旨の報告を受けた。

この報告に対し、『点数制』ではない事業者の委員からは、

- ・ 明確で分かりやすい
- ・ 違反行為による停止期間、取消しの判断が自動的に決まるから良い
- ・ 指定工事事業者に対しても、違反行為に対する「処分の見える化」となっている

等、『点数制』に関して興味があると同時に賛同する意見が多数出された。

このことから、本委員会報告を取りまとめていくうえで、

**“各事業者で共通で運用できることを目標とした  
『指定工事事業者の違反行為に対する処分要綱〔案〕』”**

を作成し、本研究委員会からの提案とすることで、以後の討議・検討を進める方向性を決定した。

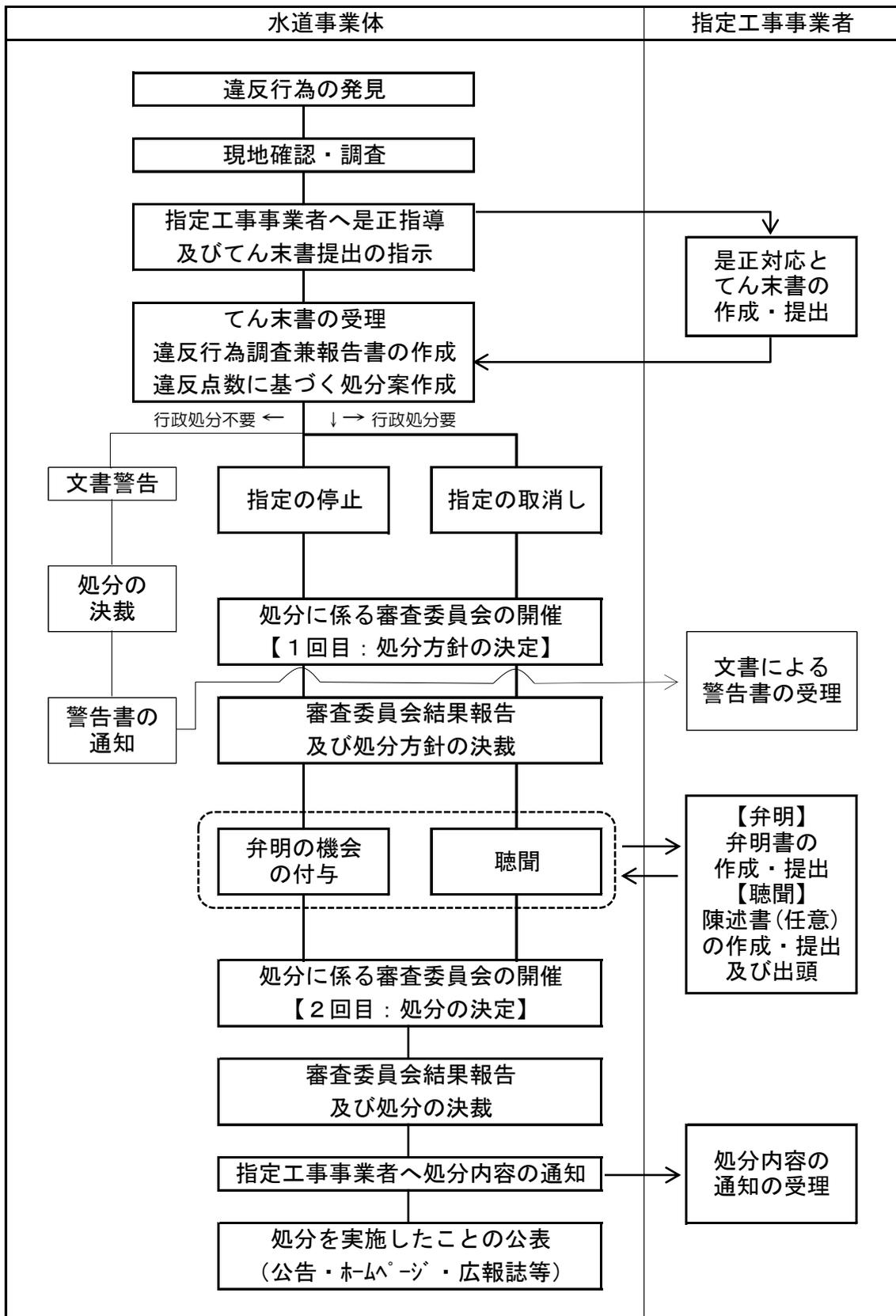
### 4. 処分要綱〔給水装置研究委員会案〕の作成

処分要綱〔給水装置研究委員会案〕を作成するにあたり、原則として、

- ①日本水道協会が作成した処分基準例に準拠したものとする
- ②処分に係る基準については、違反内容に対して違反点数を付与する『点数制』とし、作成にあたっては八戸圏域水道企業団で運用しているものをベースとする
- ③違反点数については、処分基準例と整合が取れる範囲で事業者毎に設定できるものとする

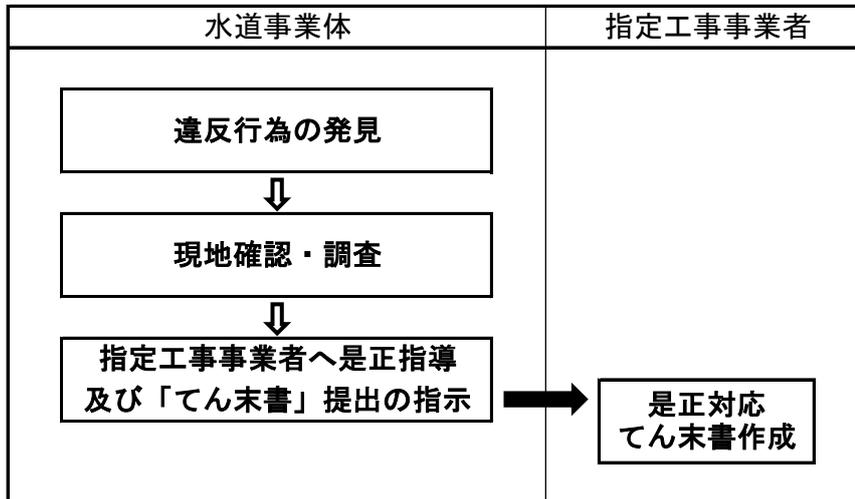
とし、処分に係る一連の流れを確認するため、事務処理フローを作成した。作成した大まかな事務処理フローについて、次ページに示す。

## 指定工事事業者の違反行為等に関する事務処理フロー（概要）



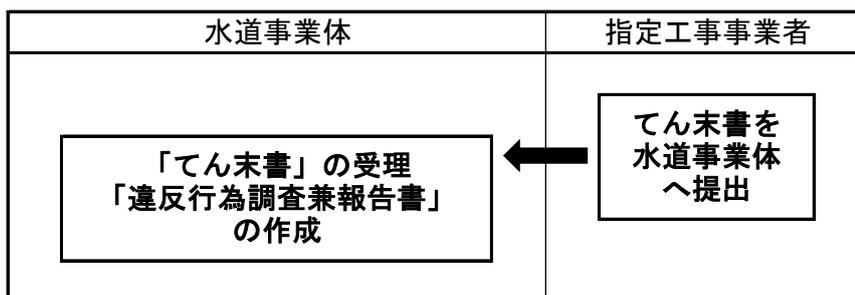
事務処理フロー上の主要項目について、処分要綱〔給水装置研究委員会案〕として取りまとめるにあたっての討議経過及び詳細を以下に示す。

(1) 違反行為の発見 ～ 指定工事事業者へ是正指導及びてん末書提出の指示



指定工事事業者による違反行為の疑いがあったとき（事務処理フロー上は「発見」としているが、事業体以外の第三者からの通報等も含む）は、速やかにその事実関係について調査を行い、違反行為の事実が認められたときは、直ちに指定工事事業者に当該違反行為を是正するように指導するとともに、期限を定め『てん末書（様式は任意とする）』の提出を求める。

(2) てん末書の受理 ～ 違反行為調査報告書の作成



事業体より指示を受けた指定工事事業者が、当該違反行為についてのてん末書を作成し、指定された期限までに事業体へ提出する。

事業体は、提出されたてん末書に基づき、当該違反行為の発生日、指定工事事業者名及び主任技術者氏名、内容、調査時の詳細状況等を記載した『違反行為調査兼報告書』を作成し、てん末書を添付のうえ、事業体の長又は事業体毎に定める者（以下、「管理者等」という。）に報告する。

また、期限を指定したにも関わらず、指定工事事業者より指定された期日までにてん末書が提出されなかった場合においても、その旨を違反行為調査兼報告書に記載し、管理者等へ報告する。

(3) 違反点数に基づく処分案作成

水道事業体	指定工事事業者
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">違反点数に基づく処分案作成</div>	

違反行為調査兼報告書に記された、今回、確認された違反行為に対し、その処分案を作成する。

当該違反行為への処分案作成にあたっては、処分基準に基づくものとし、

- ・『指定の取消し』の要件に該当しているか
- ・『指定の停止』の要件に該当している場合、処分点数基準（※1）に基づき加点し、その結果「行政処分」が必要となるか

について確認する。

（※1）処分点数基準の作成及び加点方法

違反内容に基づく処分内容を『指定の停止』とした違反行為について、それぞれに違反点数を付与するものとする。

付与する点数については、原則、事業体毎に設定できることとするが、日本水道協会作成の処分基準例を逸脱することがないように注意する。

今回、委員会で作成する案として、違反点数に基づく処分の内容は以下のとおりとする。

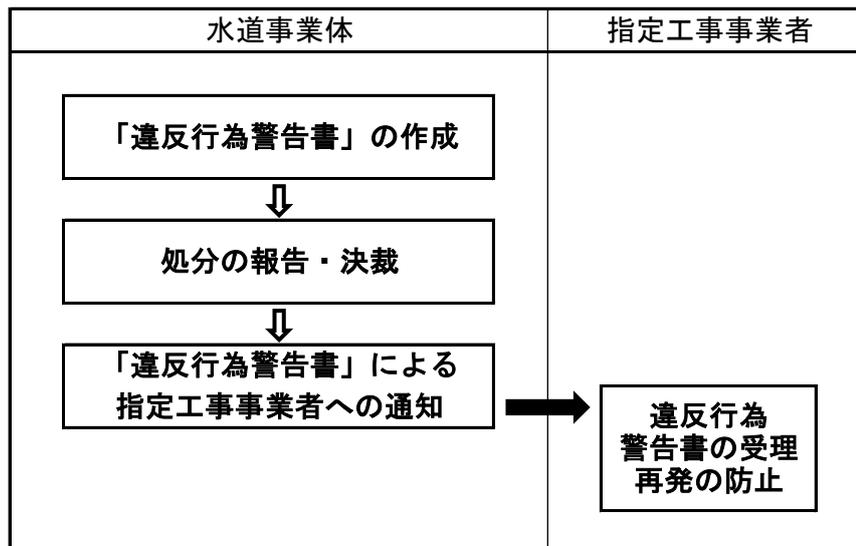
違反点数の計	処分の内容
100点未満	文書警告
100点以上200点未満	指定の停止1ヶ月
200点以上300点未満	指定の停止2ヶ月
300点以上400点未満	指定の停止3ヶ月
400点以上500点未満	指定の停止4ヶ月
500点以上600点未満	指定の停止5ヶ月
600点	指定の停止6ヶ月
600点を超える	指定の取消し

また、点数の加算方法についての詳細を以下に示す。

- ①違反点数が100点毎に1ヶ月の指定の停止とし、停止の最大は6ヶ月とする。
- ②違反内容が2以上に該当する場合は、その合計点数に基づき処分内容を決定する。

- ③ 1回の違反行為に係る違反点数の合計が 600点を超えた場合は指定の取消しとし、100点に満たないときは文書警告とする。
- ④ 処分により付与された違反点数は、直近の違反行為に係る処分を受けた日を起算日として2年を経過しなければ消滅しない。
- ⑤ 直近の処分を受けた日から2年を経過する日までの間に、再度違反行為が行われた場合、当該違反点数の2倍に相当する点数を違反点数として付与する。
- ⑥ 上記④及び⑤により、累積の違反点数が 600点を超えた場合、指定の取消しとする。
- ⑦ 直近の違反行為に係る処分を受けた日を起算日とする過去2年以内に、当該違反行為及び他の違反行為の回数の合計が5回以上となる場合、指定の取消しとする。（回数は事業体毎に設定できるものとする）

(4) 行政処分を要しない処分の実施【文書警告】



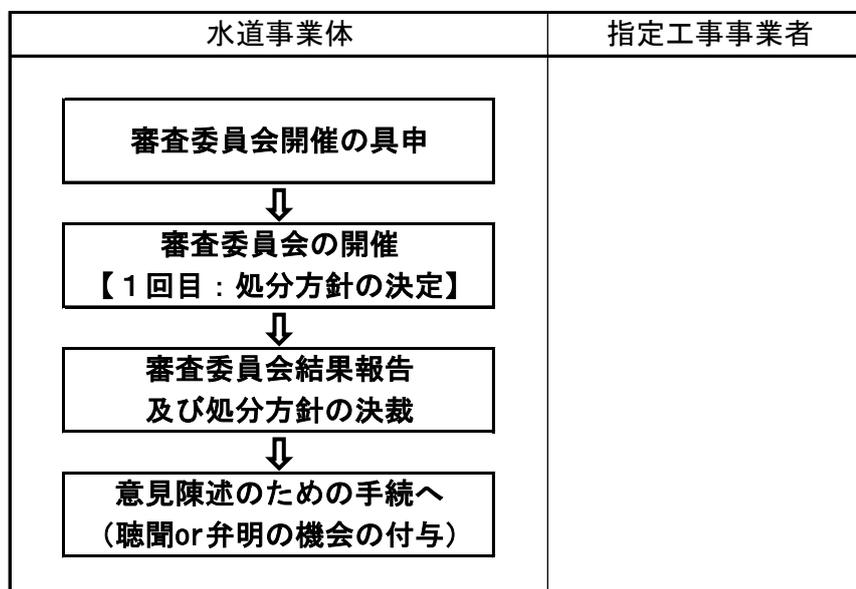
文書による警告は、当該違反行為において行政処分は要しないが、違反行為の再発を防止するため『違反行為警告書』により、通知を行う。

なお、文書警告により付された違反点数及び回数についても、直近の違反行為に係る処分を受けた日を起算日として2年を経過しなければ消滅しない。

また、直近の処分を受けた日から2年を経過する日までの間に再度、同じ指定工事事業者による新たな違反行為が行われた場合は、当該違反点数の2倍に相当する点数を違反点数とする。

(5) 行政処分の実施

(ア) 処分に係る審査委員会〔1回目〕の開催



当該違反行為の処分案が、指定工事事業者に行政処分が必要と認められるときには、当該処分方針案を審査委員会にて報告し、審査委員会がその報告を受けたときには、遅滞なく処分方針を決定し、管理者等の決裁を受ける。

その後、決定した処分方針に基づき、速やかに意見陳述のための手続を行う。(※2)

(※2) 審査委員会の後に意見陳述のための手続を行う

『点数制』を採用していない事業体は、「審査委員会の開催前」に意見陳述のための手続を行っているのが現状である。

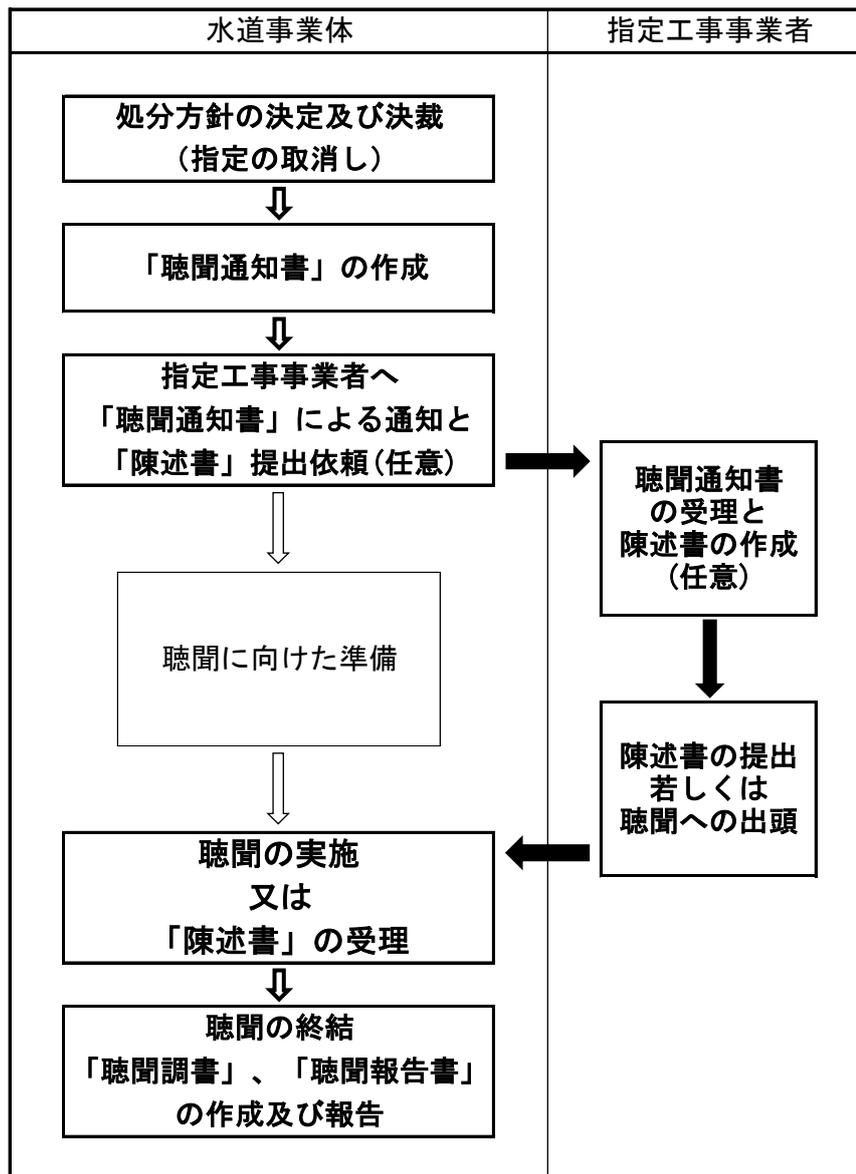
このことは、日本水道協会作成の処分基準例にもそのように記載されており、ほとんどの事業体がこの処分基準例を参考にして現在の要綱を取りまとめたものであると思われる。そのため、当該違反行為において、被処分対象者に対し意見陳述のための手続を行った後に、その結果を基に処分案を作成（特に指定の停止に係る期間決定の根拠）し、審査委員会にて処分内容を決定する、という流れになっている。

しかしながら今回、『点数制』での要綱の取りまとめを行うにあたり、実際に運用している事業体に話を聞き討議を進めていく中で、事業体として一番判断が難しかった「指定の停止の期間」について、違反内容毎に違反点数を定めることにより、違反行為調査兼報告書を作成すると同時期に、当該違反行為に対しての処分案が明確に算定され

ることとなる。

そのため、この時点で審査委員会を開催し、処分方針を決定した上で意見陳述のための手続を行うことにより、その場において被処分対象者に対する説明及び意見聴取に際し、公正かつ円滑に遂行できるものと判断し、今回の内容とした。

(イ)意見陳述のための手続①【聴聞】

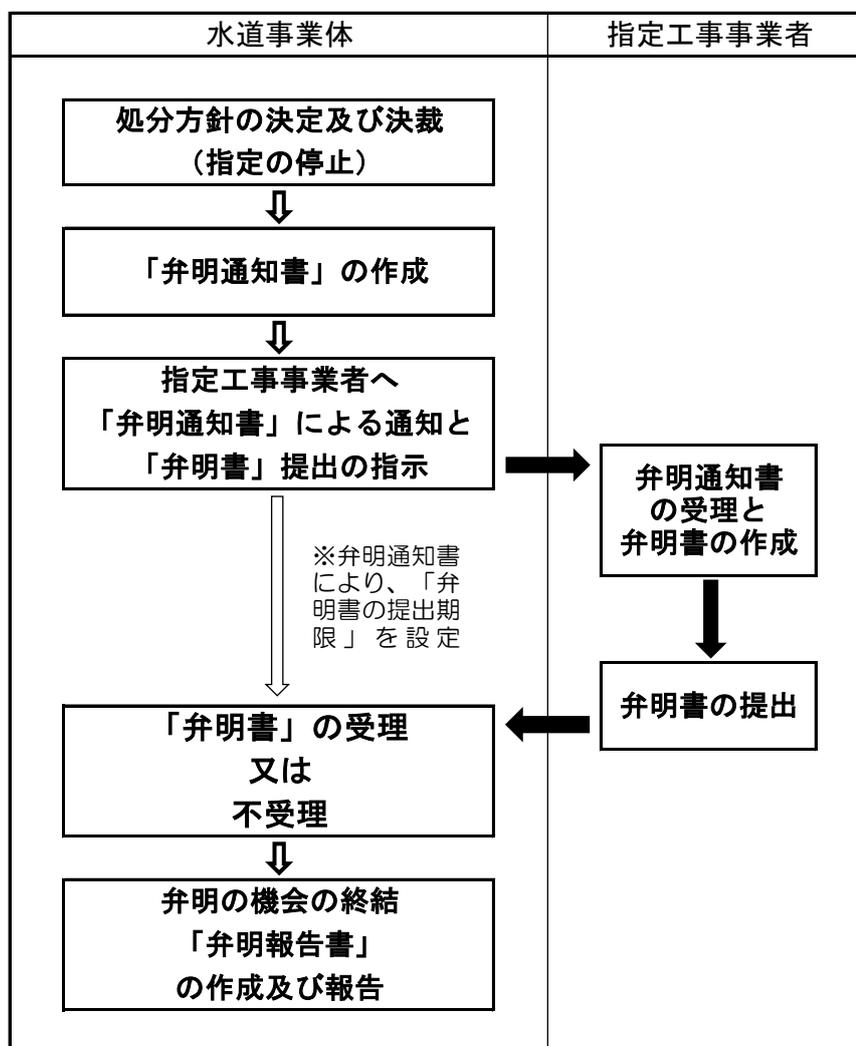


当該違反行為への処分方針として「指定の取消し」に該当する場合は、指定工事事業者に対して聴聞を行う。

聴聞の実施にあたっては、『聴聞通知書』により当該指定工事事業者へ通知し、聴聞の期日の出頭又は聴聞の期日の出頭に代えての『陳述書』及び証拠書類等の提出を求めるものとする。

聴聞を終結したら、出頭及び陳述書提出の有無に関わらず、その内容を記した『聴聞調書』及び『聴聞報告書』を作成し、管理者等へ報告する。

(ウ)意見陳述のための手続②【弁明の機会の付与】

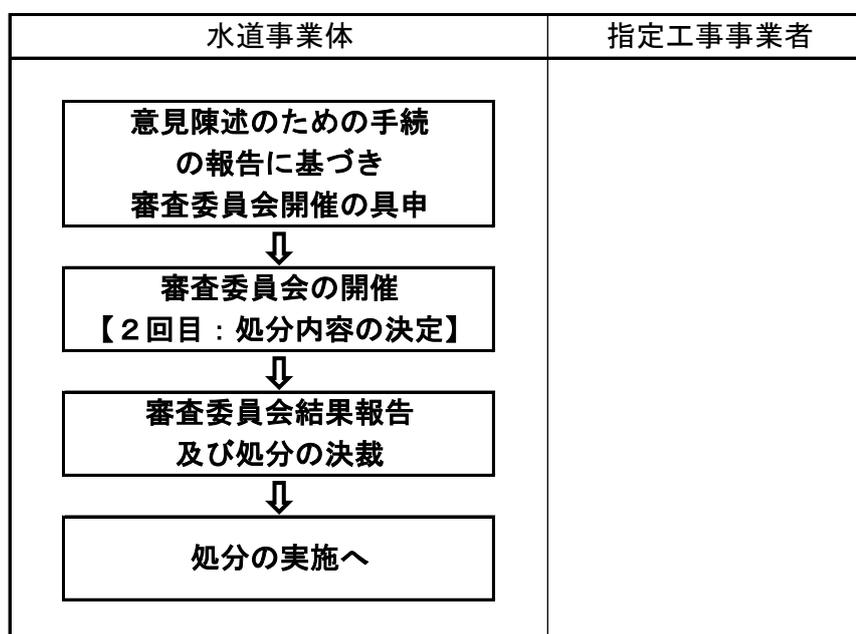


当該違反行為への処分方針として「指定の停止」に該当する場合は、指定工事事業者に対して弁明の機会を付与する。

弁明の機会の付与にあたっては、『弁明通知書』により当該指定工事事業者へ通知し、期限を定めて『弁明書』及び証拠書類等の提出を求めるものとする。

弁明の機会を終結したら、弁明書提出の有無に関わらず、その内容を記した『弁明報告書』を作成し、管理者等へ報告する。

(エ) 処分に係る審査委員会〔2回目〕の開催



意見陳述のための手続（聴聞又は弁明の機会の付与）が終結し、管理者等への報告を行ったら、当該違反行為に対する処分内容を決定するために、処分案を再度審査委員会に報告（※3）し、審査委員会がその報告を受けたときには、遅滞なく処分内容を決定し、管理者等の決裁を受ける。

**（※3） 処分案を再度、審査委員会に報告**

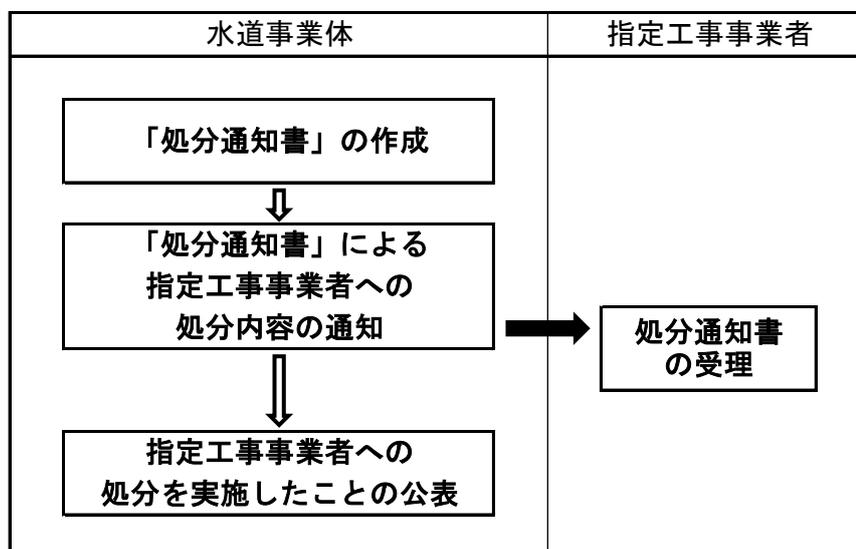
作成した当初の処分案に基づき、1回目の審査委員会の審議を経て決定した処分方針により、意見陳述のための手続を行う。

その後、意見陳述のための手続の実施結果に基づき、再度、当該違反行為に対する最終的な処分案を作成及び報告し、2回目となる審査委員会の開催を具申し、その審議を経て最終的な処分内容を確定することを原則とする。

ただし、1回目の審査委員会で決定した処分方針と意見陳述のための手続の実施結果を経て作成した処分案の内容が異なる場合を除き、2回目の審査委員会への諮問を省略することができるものとする。

なお、2回目の審査委員会を省略した場合は、処分の決裁を行う際に、その旨の報告を併せて行うこととする。

(オ) 処分の実施



決定した当該違反行為に対する処分内容に基づき『処分通知書』を作成し、指定工事事業者に通知する。

併せて、当該処分を実施したことを告示する。

また、事業体毎にお客さまへの情報提供を行っている媒体（ホームページや広報誌等）にも、当該処分を実施したことを公表する。

(6) その他関連事項

(ア) 給水装置工事主任技術者に対する措置

指定の取消し又は指定の停止の処分を行った場合において、当該違反行為が給水装置工事主任技術者の故意によるものである等、水道法第25条の5第3項の規定による厚生労働大臣の給水装置工事主任技術者免状返納命令の対象になり得る事案と判断したときは、厚生労働大臣に対してその旨を報告するものとする。

(イ) 処分後の給水装置工事の施行

指定の取消し又は指定の停止の処分を受けた指定工事事業者は、当該処分の期間中、一切の給水装置工事を施行することができない。

ただし、管理者等が特に必要があると認めたときは、承認を受けた給水装置工事であってしゅん工していないものに限り、施行させることができるものとする。

## 5. 『指定工事事業者に対する処分』についての考察

本委員会において討議及び審議を重ね『指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱〔給水装置研究委員会案〕』を作成した。本報告書の巻末にその要綱案を添付する。

なお、本要綱案は前述のとおり『各事業体で共通で運用できること』を前提として作成したものであるが、実際に要綱の改正を行う場合においては、事業体毎の条例や規程及び関連内規等に準拠した運用方法を構築する必要があると考えられる。

今後、事業体毎の実態、実情に沿った指定工事事業者に対する処分の環境が整備され、より円滑な事務処理を遂行できることが望まれるところであり、本委員会で提案した要綱案が一つの例となり、その一助となれば幸いである。

## VI. 指定工事事業者に対する表彰等

### 1. 主題として討議に至る経緯

本委員会においての主題を決定するにあたり、先述の『指定工事事業者に対する処分』については、課題の抽出の中で多くの事業者から積極的に意見が出されたこともあり、早い段階から主題としてまとめていく方向性が確認できた。

そうして、処分に対する討議を進めていく中で、下記のような意見が出された。

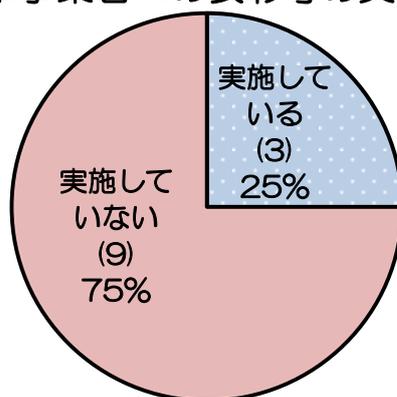
- ・ 違反行為を行い、処分を受ける対象となる指定工事事業者は、全体のほんの一部であり、大多数の指定工事事業者は事業者毎の施行基準等に基づき、適正な施行を行っている
- ・ 事業者から見れば、処分基準等を整備することは良いことではあるが、指定工事事業者側から見ればデメリットでしかない
- ・ 処分基準を厳しくしていくことや、研修会等で処分のことばかりを繰り返し説明していくのみでは、指定工事事業者のモチベーションが下がる一方である
- ・ 事業者が指定工事事業者に「求めること」は当然必要ではあるが、事業者が指定工事事業者に「行えること」の更なる模索も必要ではないか…等

こうした経緯から、処分とは対極にある『指定工事事業者に対する表彰等』について、その実施状況や方法及び今後できる方向性等について、委員間での意見交換を交え、掘り下げて討議を進めていくこととした。

### 2. 指定工事事業者への表彰等の現状

指定工事事業者に対する表彰等の実施状況について、各委員に聞き取り調査を行った。結果は以下のとおりであった。

指定工事事業者への表彰等の実施状況



本委員会に参加している12の事業者のうち、指定工事事業者に対する表彰等を「実施している」のは3事業者で、「実施していない」との回答は9事業者となり、実施率は意外と低いことが分かった。

しかしながら、現在実施していない事業者においても、今後、実施を検討したいとの意見も多くあることから、実際に表彰等を実施、運用している事業者（福島市・山形市・仙台市）より、その実施方法等についての情報提供を受け、意見交換及び情報の共有を図ることとした。

### 3. 表彰等の実施状況及び概要

各事業者の表彰等の実施状況及び概要について、以下に示す。

#### (1) 福島市水道局

##### ○実施状況

・ 名称	福島市水道局優良指定給水装置工事事業者等表彰
・ 対象者	①指定工事事業者 ②給水装置工事主任技術者
・ 部門	①2部門（給水装置工事・緊急修繕協力） ②1部門（2種：マスタークラス・エースクラス）
・ 実施回数	毎年度ごと1回（局外の会場を借用し、指定工事事業者講習会にて実施）
・ 授与物	(ア)表彰状 (イ)記念品 (ウ)受賞ロゴマーク（※1）

##### ○概要

福島市水道局優良指定給水装置工事事業者等表彰要綱、及び福島市水道局優良指定給水装置工事事業者等表彰実施要領に基づき実施。

指定工事事業者に対しては、給水装置工事の施行内容が優秀で、他の模範になると認められる事業者を表彰する「給水装置工事部門」と水道管路施設の非常時対応等、水道事業運営に多大な貢献があったと認められた事業者を表彰する「緊急修繕協力部門」の2部門があり、共に前年度の工事实績から、一定の要件及び評価基準に基づき審査を行い『優良工事事業者』として表彰している。

給水装置工事主任技術者に対しては、職務に精通し、他の模範になると認められる者を、40歳以上の技術者を対象とした「マスタークラス」と、40歳未満の技術者を対象とした「エースクラス」と年代別に

設け、指定工事事業者からの推薦を募り、その中から一定の要件及び評価基準に基づき審査を行い『優良工事技術者』として表彰している。

### (※1) 受賞ロゴマーク

受賞者に対してロゴマークを配布する。

ロゴマークは各部門ごとであり、優良工事事業者（2部門）の受賞者は『受賞後4ヶ年度』、優良工事技術者（2部門）の受賞者は『受賞後無期限』に、工事看板、ヘルメット、名刺等に使用することができる。

配布しているロゴマーク（2015年版）について、以下に示す。

## 受賞ロゴマーク (福島市水道局)



○表彰式の様子



**表彰の様**



**受賞者**

受賞者については、福島市水道局のホームページでも公表している。

**(補足)**

この福島市の表彰制度は、平成27年度に創設されたものであり、制度創設の経緯や内容及び効果等について、日本水道協会東北地方支部主催の第19回水道技術事例発表会（平成28年8月25～26日、秋田県横手市）にて『優良表彰制度をととした指定給水装置工事事業者のモチベーション向上について』と題して発表されているところである。

その発表原稿を、本報告書の巻末に添付する。

(2) 山形市上下水道部

○実施状況

・ 名称	山形市給排水工事従事者ほう賞状贈呈式
・ 対象者	給水装置工事従事者
・ 部門	1 部門
・ 実施回数	毎年度ごと 1 回（部外の会場を借用し、指定工事事業者研修会にて実施）
・ 授与物	(ア) ほう賞状 (イ) 記念品
・ 備考	排水設備工事従事者についても、同時に行う

○概要

山形市給排水工事従事者ほう賞要綱に基づき実施。

市民の快適な生活環境の推進及び工事技術の向上を図ることを目

的に、指定工事業者が施行する工事に従事する者で、同一指定工事業者に20年以上勤務している場合、もしくは20年に満たない場合は、15年以上19年未満勤務していて、前年度の工事件数が20件以上であること、また、職務に精通し他の模範であること、過去2年間において関係法令に違反していないことなどを要件とし、指定工事業者からの推薦に基づいて選考委員会において審議を行い、勤勉にその業務を遂行し他の模範となる者をほう賞している。

○表彰式の様子



**表彰の様**

**受賞者**

受賞者については、山形市上下水道部のホームページでも公表している。

(3) 仙台市水道局

○実施状況

・ 名称	仙台市指定給水装置工事業者優良表彰
・ 対象者	指定工事業者
・ 部門	2部門（給水装置工事・修繕工事）
・ 実施回数	毎年度ごと1回（表彰式は2回実施）（※2）
・ 授与物	(7) 表彰状 (1) 記念品

○概要

水道事業功労者等表彰要綱、地元密着型水道修繕登録店取扱要綱、及び指定給水装置工事業者優良表彰実施要領に基づき実施。

指定工事業者に対してのみ表彰を行っており、給水装置その他の給水のための設備の設置又は維持管理に関し、誠実かつ優良な施行を継続し、水道事業の信頼性の向上と市民サービスの推進に大きく寄与した者を対象に、給水装置工事の施行が適正かつ良好で、他の模範に

なると認められる事業者を表彰する「給水装置工事部門」と、平成26年度より実施している、お客さまからの修繕依頼に対し速やかな対応ができる地元の指定工事事業者を公募により登録し、同時に開設した修繕受付センターより紹介している『地元密着型水道修繕登録店制度』の中から、優れた修繕実績の登録事業者に感謝状を贈呈する「修繕工事部門」の2部門があり、共に前年度の工事及び修繕実績から、一定の要件及び評価基準に基づき審査を行い、表彰している。

### (※2) 表彰式の実施回数について

表彰に関する審査は、年度ごと1回の実施となっているが、その表彰式に関しては、受賞者が県管工業協同組合の組合員については、同組合の総会の場（局外の会場）において表彰状又は感謝状及び記念品の授与を行い、非組合員については、別の日に水道局庁舎内の会議室において表彰状又は感謝状及び記念品の授与を行っており、2回に分けて表彰式を実施している。

なお、水道局庁舎で実施する表彰式については、過日（大概、組合の総会が先に開催されるため）表彰を行った組合員の受賞者にも列席いただき、表彰式終了後に受賞者全員での記念写真の撮影を行っている。

○表彰式の様子（水道局庁舎内）



表彰の様様



受賞者（給水装置工事部門）



受賞者（修繕工事部門）



受賞者（全員）

受賞者については、仙台市水道局のホームページでも公表している。



#### 4. 『指定工事事業者に対する表彰等』についての考察

現状として、指定工事事業者に対する表彰等を行っている事業体はまだ少ないが、実施している事業体の話を聞くことで、その実施に至る経緯や対象者、運営に係る内情などが、討議を重ねていく中、確認することができた。

今回の討議により、表彰等を実施していない事業体は、今後、実施を検討するにあたっての参考とすることができ、また、実施している事業体においても、同じ表彰でも実施方法は様々であることから、貴重な情報交換の場となった。

冒頭の経緯でも触れているが、一部の不誠実な指定工事事業者への対応として、処分に対する基準を厳格化する流れがある中、大半の適正に事業を遂行している指定工事事業者にとっては、マイナスになることはあっても、プラスになることはほとんどないのが実情である。

こうしたことから、この「表彰等の制度」への取り組みを水道事業体が自らの事業体の実情等を考慮したうえで、積極的に実施、運用していくことにより『指定工事事業者の意識及び意欲の向上』が図られるものとする。また、併せて表彰された優良な指定工事事業者の公表をお客さまの目の触れる場面で幅広く行うことで『お客さまへの情報提供としてのサービス向上』にも繋がることと期待ができる。

## Ⅶ. おわりに

本委員会では「指定給水装置工事事業者制度の現状及び課題について」という、漠然としていながらも各水道事業体において非常に関心の高いテーマのもと、事業体それぞれが抱えている諸問題等について意見交換を重ねることから始め、その中から大きく二つの主題を定めて2年間、計7回にわたって討議を進めてきた。

まず、主題の一つ目として掲げた『指定工事事業者に対する処分』については、指定工事事業者の処分に苦慮している水道事業体が多数ある現状において、今回作成・提案に至った「指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱〔給水装置研究委員会案〕」を運用することにより、その事務処理及び手続がより明確かつ円滑に遂行できることが期待される。

続いて、主題の二つ目とした『指定工事事業者に対する表彰等』についても、今後、各水道事業体において優良な指定工事事業者及び給水装置工事主任技術者への表彰等を実施・運用していくことにより、指定工事事業者の意識向上はもとより、施行技術の向上にも繋がるものと考えている。

今回、主題としたこの二つの項目（「処分」と「表彰等」）は、対極に位置するものである。しかしながら、水道事業体と指定工事事業者のより良好な関係を築きあげるうえで不可欠な対のものであると考えている。また、このことに関する情報を広く、分かりやすく需要者であるお客さまに伝えることにより、水道事業体、指定工事事業者、需要者の三者が円滑に結ばれ、その結果としてお客さまサービスの向上、そしてより良い指定給水装置工事事業者制度運営が図られるものと考えている。

また、本委員会と並行して実施されていた、厚生科学審議会生活環境水道部会に設置された「水道事業の維持・向上に関する専門委員会」の報告書として平成28年11月に『国民生活を支える水道事業の基盤強化等に向けて』が取りまとめられ、その中で課題に対する具体的な対応（案）の一つとして「指定給水装置工事事業者制度の改善」が提言され、『指定に有効期間を設ける更新制の導入』を含んだ水道法改正に向けて、厚生労働省をはじめ関係機関が現在検討を行っている。

今後、この水道法改正の動向を鑑み、本委員会で取りまとめたものも柔軟に取り入れつつ、国、水道事業体、指定工事事業者の三者においてもより強い連携を築き上げ、更に良好な指定給水装置工事事業者制度運営に繋がることを期待する。

健水発第0321001号

平成20年3月21日

各厚生労働大臣認可水道事業者 殿

厚生労働省健康局水道課長

## 給水装置工事事業者の指定制度等の適正な運用について

民間活動に係る規制の改善及び行政事務の合理化のための厚生省関係法律の一部を改正する法律（平成8年法律第107号）により改正された水道法（昭和32年法律第177号。以下「水道法」という。）により、給水装置工事主任技術者の国家資格を創設するとともに、統一化、明確化された指定要件の下、給水装置工事事業者を指定する制度を法定する、給水装置工事に関する規制緩和が行われたところである。

改正後の水道法の施行から10年を経過したことから、有識者による検討会及び厚生科学審議会生活環境水道部会において、施行の状況について検討、審議を行い、現行制度が水道の適正を確保する上で重要な役割を果たしていると評価された一方、改善を要する課題が示され、その解決の方向が取りまとめられた。

貴職におかれては、下記に示した課題と解決の方向を踏まえて所要の措置を講じ、給水装置工事事業者の指定制度をより適正に運用いただくようお願いする。

## 記

## 1. 指定給水装置工事事業者に対する講習・研修の実施

給水装置工事の施行に当たっての手続きや工事上の条件、事業に変更等があった場合の水道事業者への届出など、指定給水装置工事事業者の遵守事項に的確な対応がなされていない事例等がみられることから、指定給水装置工事事業者による適正な給水装置工事の施行の確保に資するため、水道事業者においては、必要に応じて水道事業者間の連携を図りつつ、指定を行った指定給水装置工事事業者の代表者（ここでは、自社内の周知や教育を適切に実施できる者をいう。）に対して必要な情報の提供等を行う講習・研修を定期的を実施するよう努め、その実施に合わせ、水道法第25条の7に基づく指定給水装置工事事業者からの届出に遺漏がないか等の確認にも努められたいこと。こうした講習・研修に含まれるべき内容としては、次の事項が挙げられる。

- (1)水道法令における給水装置に関連する規定の再確認
- (2)給水装置に関連する行政や法令の動向に関する情報
- (3)給水装置に関する事故事例と防止のための留意事項
- (4)需要者への給水装置の維持管理等に関する普及啓発の実施に関する事項
- (5)水道事業者から需要者に提供する指定給水装置工事事業者の情報に関する事項
- (6)水道事業者が定める配水管の分岐から水道メーターまでの工事上の条件の改定情報

なお、社団法人日本水道協会において、水道事業者における円滑な講習・研修の実施に寄与するため、講習・研修用のテキストの作成等が行われているので、必要に応じ活用されたい。

## 2. 給水装置工事主任技術者等に対する研修の実施

給水装置工事主任技術者をはじめ給水装置工事に従事する者の技術力の低下を懸念する指摘がみられることから、給水装置工事主任技術者等の給水装置の施行技術の向上を図るため、指定給水装置工事事業者において、水道法第 25 条の 8 及び同法施行規則第 36 条第 4 号の規定に従い、給水装置工事主任技術者等が進展した施行技術等の習得を行える研修の機会が適時確保されることが必要である。水道事業者においては、指定給水装置工事事業者が外部機関の研修会への参加等による給水装置工事主任技術者等の研修の機会を適切に確保するよう、助言、指導に努められたいこと。こうした研修に含まれるべき内容としては、次の事項が挙げられる。

- (1)給水装置及び給水装置工事法に関する最新の技術情報
- (2)給水装置の事故事例と対策技術
- (3)給水装置の故障・異常の原因と修繕工事法
- (4)給水装置工事主任技術者の職務と役割

なお、財団法人給水工事技術振興財団において、給水装置工事主任技術者等に技術情報の提供等のため研修が行われるので、申し添える。

## 3. 需要者のニーズに応じた指定給水装置工事事業者に関する情報の提供

指定給水装置工事事業者に関する情報の不足に起因し、需要者が給水装置の修繕工事を依頼する際等に問題が生じた事例が報告されていることから、水道事業者としての公共性に留意した上で、需要者が工事を依頼する指定給水装置工事事業者を選定する際の参考となる情報を理解しやすい形式、入手しやすい方法で提供するよう努められたいこと。なお、当職においても、こうした情報提供に当たっての参考例について検討を進めており、取りまとめ次第、各水道事業者等に送付することとしている。

## 4. 指定給水装置工事事業者の取消しの処分基準の整備

指定給水装置工事事業者の指定取消しについては、水道事業者においてあらかじめ処分

基準を定め、これに従い指定取消しを行うよう求めているところであるが、水道事業者によって処分基準が大きく異なることは適当ではないため、標準的な処分基準例の提示を求める指摘がある。水道事業者等からのこうした指摘を踏まえた標準的な処分基準例が社団法人日本水道協会によって作成されており、これらも参考としつつ、必要に応じ処分基準の見直し等を行い、指定給水装置工事事業者の指定の取消し当たってはその公平な実施に努められたいこと。

#### 5. 各主体からの啓発・広報活動の充実

給水装置の維持管理の責任区分や重要性、指定給水装置工事事業者制度の趣旨や概要など、需要者が知っておくべき情報に関して、水道事業者はじめ、給水装置の工事事業者や製造者における啓発・広報活動の充実、積極的な情報発信が求められるところであり、水道事業者においては、水道法第24条の2及び同法施行規則第17条の2第5号に基づき、需要者に対して定期的に情報の提供を行われたいこと。

#### 6. 適切な配管技能者の確保

水道法施行規則第36条第2号に規定する、配水管から分岐して給水管を設ける工事等の施行における「適切に作業を行うことができる技能を有する者」については、平成9年8月11日付け衛水第217号厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課長通知の第4の5の(2)により、「配水管への分水栓の取付け、配水管のせん孔、給水管の接合等の配水管から給水管を分岐する工事に係る作業及び当該分岐部から水道メーターまでの配管工事に係る作業について、配水管その他の地下埋設物に変形、破損その他の異常を生じさせることがないよう、適切な資機材、工法、地下埋設物の防護の方法を選択し、正確な作業を実施することができる者」としているところであり、具体的には、水道事業者等によって行われた試験や講習により、資格を与えられた配管工（配管技能者、その他類似の名称のものを含む。）、職業能力開発促進法第44条に規定する配管技能士及び同法第24条に規定する都道府県知事の認定を受けた職業訓練校の配管科の課程の修了者、財団法人給水工事技術振興財団が実施する配管技能の習得に係る講習の課程を修了した者等が想定されるが、いずれの場合も、配水管への分水栓の取付け、配水管のせん孔、給水管の接合等の経験を有している必要がある。水道事業者においては、配水管の分岐部から水道メーターまでの工事を施行する場合に「適切に作業を行うことができる技能を有する者」が適切に従事または監督を行うよう、指定を行った指定給水装置工事事業者に対する助言、指導に努められたいこと。

なお、水道事業者が、配水管の分岐部から水道メーターまでの配管作業に従事する者の要件として、上記の内容を供給規程等に盛り込むことについては差し支えないが、特定の資格を有しているか否かではなく、実際に必要な技能を有しているか否かにより判断すべきものであるので、その運用にあたっては、特定の有資格者に限定することのないよう留意されたいこと。

また、「適切に作業を行うことができる技能を有する者」を養成するための機会を引き続き確保し、その養成確保により、配管工事に従事する者全体の技能の確保・向上につなげることが求められることから、水道事業者においては、指定給水装置工事事業者に対し社内でも技能養成の機会の確保に努めるよう助言、指導されたいこと。

## 指定給水装置工事事業者の違反行為に係る事務処理要綱例

### (目的)

第1条 この要綱は、〇〇指定給水装置工事事業者（以下「指定事業者」という。）の違反行為に係る事務処理について、必要な事項を定めることを目的とする。

### (用語の定義)

第2条 この要綱における用語の定義は、水道法（昭和32年法律第177号。以下「法」という。）及び〇〇水道条例の例による。

### (違反行為の調査、報告等)

第3条 指定事務の所管部署長（以下、「所管部署長」という）は、指定事業者が違反行為を行った疑いがあるときは、その事実関係の調査を行う。

2 所管部署長は、前項の調査において違反行為の事実が認められたときは、当事者に対し、直ちに違反行為を是正するよう指導する。

3 所管部署長は、当該指定事業者からてん末書の提出を求めるとともに、違反行為調査兼報告書を作成する。

### (文書による注意)

第4条 所管部署長は、違反行為の内容を検討し、行政処分は要しないが、違反行為の再発を防止するため注意等を促すことが必要と認めるときは、文書による注意を行うことができる。

### (行政処分)

第5条 所管部署長は、違反行為の内容を検討し、行政処分が必要と認められるときには、水道事業管理者（以下「管理者」という。）に報告し、違反行為審査委員会（以下「審査委員会」という。）開催の要否について、意見を具申することができる。

### (意見陳述のための手続)

第6条 管理者は、違反行為の内容が行政処分に相当すると認めるときは、審査委員会の開催前に、当該処分名あて人になるべき者について、弁明の機会を付与し又は意見陳述のため聴聞の手続を行うものとする。

2 弁明の機会の付与にあつては、弁明書の提出を求めるものとする。

3 聴聞の実施に当たっては、聴聞通知書により通知する。

- 4 聴聞は、所管部署長が主宰する。
- 5 聴聞を最終したときは、所管部署長は、速やかに聴聞調書、聴聞報告書及び処分案を作成し、管理者に報告する。
- 6 その他意見陳述のための手続に関しては、〇〇行政手続条例（ 年〇〇条例第 号）に定めるところによる。

（水道技術管理者等の意見）

第7条 審査委員会の委員長は、必要があると判断したときは審査委員会に水道技術管理者その他委員以外の者の出席を求め、その意見又は説明を求めることができる。

（処分の通知）

- 第8条 管理者は、処分を決定した場合に、被処分者に対し当該処分の通知を行う。
- 2 管理者は、〇〇市指定事業者規程第〇〇条の指定の取消し又は停止の処分を行う場合には、〇〇市指定事業者規程第〇〇条の規程に基づき告示を行う。

（給水装置工事主任技術者に対する措置）

第9条 水道法第25条の4に定める給水装置工事主任技術者に、法に違反する行為があつたと認めるときは、その旨を厚生労働大臣に報告するものとする。

（処分等の基準）

第10条 この要綱に定める違反行為に対する処分等の基準は、管理者が別に定める。

附 則

この要領は、 年 月 日から施行する。

# 指定給水装置工事事業者の違反行為に係る処分基準例

\* 処分内容は各項目とも全て指定取消し要件となっており、情状酌量すべき特段の事由があるときの最大の罰則（期間）を示します。

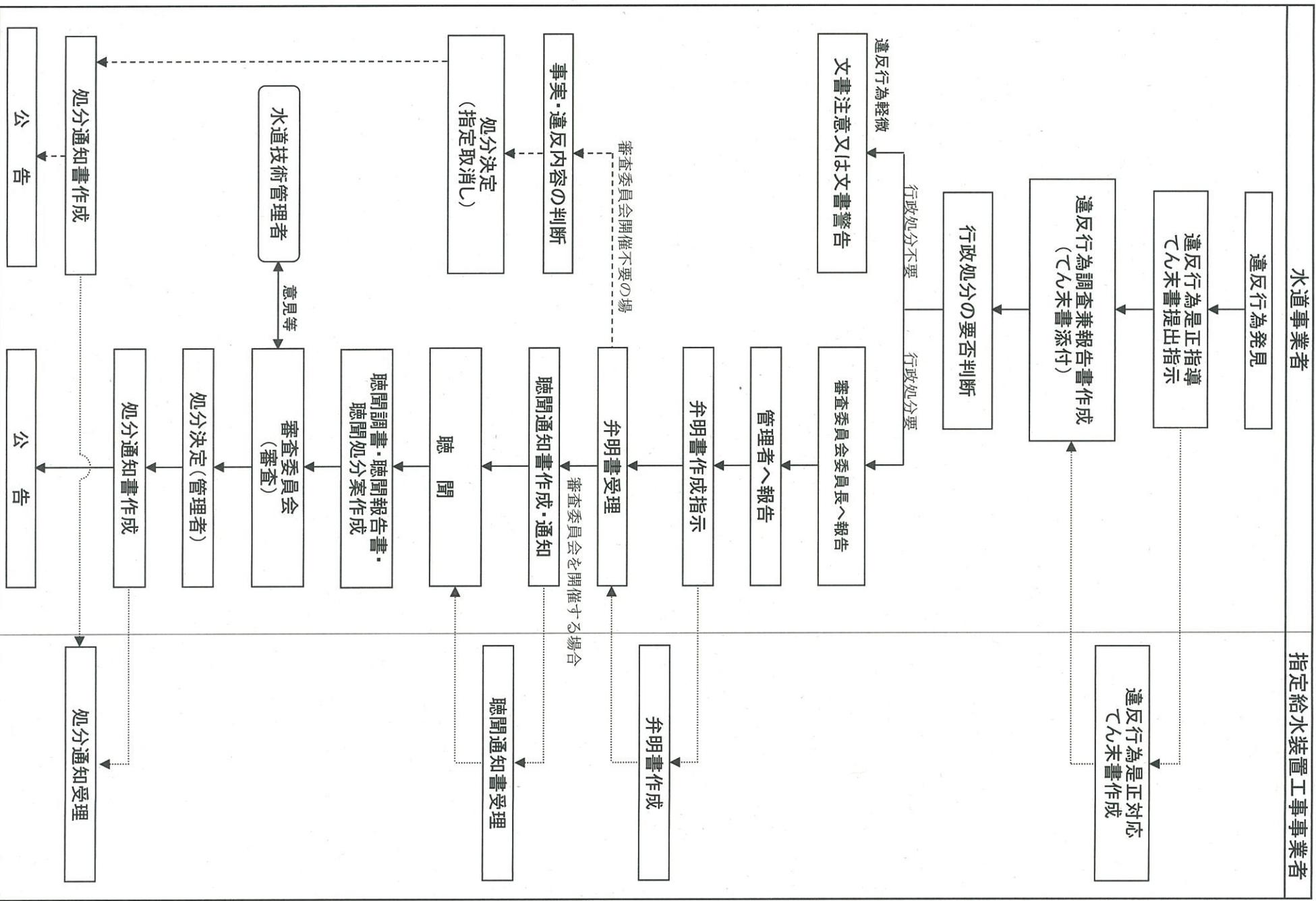
違反項目 指定要件違反	根拠条文 第25条の11 第1項第1号	関係法令条文 第25条の3 第1項第1号	違反内容 施行規則第21条	処分内容	指導方法等
			1. 事業所ごとに給水装置工事主任技術者を置かないとき。	指定取消し	○「休止届」又は「廃止届」を提出するよう指導する。（文書で期日を定める警告） ○この指導に従わない場合は、指定を取消す。
			2. 厚生労働省令で定める機械器具を有しなくなつたとき。	指定取消し	○厚生労働省令で定める機械器具を有しない者に対して欠付している旨を、検査員を備え期日を定める警告（文書で期日を定めこの指導に従わない場合は、指定を取消す。）
			3. 成年被後見人若しくは被補佐人又は破産者の宣告を受けたるとき。	指定取消し	○指定業者が個人の場合は「廃止届」を提出するよう指導する。 ○法人の場合は欠格事項に該当した役員を他の者に変更した場合に適用しない。
			4. 水道法に違反して、刑に処せられ、その執行を受けることとなつた日から2年を経過したとき。	指定取消し	○一律に指定を取消す。
			5. 指定を取り消され、その取消しの日から2年を経過したとき。	指定取消し	○一律に指定を取消す。
			6. 業務に不正又は不誠実な行為をしたとき。	指定取消し又は 指定停止6月以下	○様々なケースがあり得るが、違反行為の程度によって文書注意又は指定停止を決定する。悪質再犯の場合は（2年程度）や悪質と判断できるときは欠格要件に該当するとみなし指定を取消す。（文書で期日を定める警告）
			①無断通水、メーターの不正使用等をしたとき。	指定取消し又は 指定停止6月以下	
			②道路掘削許可、道路使用許可を受けずに工事を施行したとき。	指定停止3月以下	
			③施工上の安全管理を怠り、従業員を死傷させたとき。	指定停止6月以下	
			④施工上の安全管理を怠り、公衆に死傷者を出し、又は被害を与えたとき。	文書注意	
			⑤研修機会の確保をしなかつたとき	文書警告	
			⑥文書注意に従わないとき。	指定停止3月以下	
			⑦文書警告に従わないとき。	指定停止6月以下	
			⑧その他の違反行為の承認を受けずして工事を施行したとき又は工事完成後（管理者）を受けなかつたとき。		※指定給水装置工事事業者の研究開発に関する取扱要綱第8条に従わないとき

違反項目	根拠条文	関係法令条文		違反内容	処分内容	指導方法等
給水装置工事選任等義務違反	第25条の11 第1項第2号	第25条の4 第1項	施行規則第21条 第1項	1. 給水装置工事主任技術者の選任又は解任の届出をしないとき。 2. 給水装置工事主任技術者が2以上の事業所に選任され、その職務に支障があるとき。	指定取消し  指定停止3月以下	○選任届、解任届を速やかに提出するよめに指導する。(文書で期日を定め警告)ない場合は、指定を取消す。 ○兼任を解くよう指導し、解任届を提出させる。(文書による注意)
届出義務違反	第25条の11 第1項第3号	第25条の7	施行規則 第34条・35条	1. 事業所の名称及び所在地等の変更届を提出したとき又は虚偽の届出をしたとき。 2. 休止届、廃止届、再開届を届出しないとき又は虚偽の届出をしたとき。	指定取消し  指定取消し	○変更届を速やかに提出するよめに指導する。(文書で期日を定め警告)に従わない場合は、指定を取消す。 ○廃止届、休止届、再開届を速やかに提出するよめに警告し、(文書で期日を定め警告)ない場合は、指定を取消す。



違反項目	根拠条文	関係法令条文	違反内容	処分内容	指 導 方 法 等
工事施行に 関する義務違 反	第25条の11 第1項第5号	第25条の9	1. 給水装置の検査の際、管理 者の求めに於し、正当技術者 なく給水装置を任せない と検査に立ち会わねばなら ないとき。	指定停止3月以下	○当該業者から事情を聴取して 指導する。(文書による注意) 指この指導に従わない場合は、 指定を取消す。
	第1項第6号		2. 給水装置の埋出の求めに於 し、正当な理由なくこれに 応じず、又は虚偽の報告し たとき。	指定停止3月以下	○当該業者から事情を聴取して 指導する。(文書による注意) 指この指導に従わない場合は、 指定を取消す。
	第1項第7号		3. 施行した給水装置が水 道施設の機能に障害を与え、 又は与えるおそれがあるとき。	指定停止6月以下	○水道施設を破壊した場合は、意 指この指導に従わない場合は、 指定を取消す。(悪質な場合は即取消 す)。 この指導に従わない場合は、 指定を取消す。違反の事実が明 白であり、水道の重大であるとき は、指定を取り消す。
不正申請	第25条の11 第1項第8号		1. 不正の手段により指定業者 として指定を受けたとき。	指定取消し	○事実が判明したら、速やかに 取消しを行う。

# 違反行為事務処理フロー一例



## 指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱 〔給水装置研究委員会案〕

(趣旨)

第1条 この要綱は、〔事業体名〕指定給水装置工事事業者（以下「指定工事事業者」という。）が、水道法（昭和32年法律第177号。以下「法」という。）及び〔事業体毎に定めている条例、規程等〕に規定する行為（以下「違反行為」という。）があった場合における処分の手続、基準その他の措置について必要な事項を定めるものとする。

(用語の定義)

第2条 この要綱における用語の定義は、法及び〔事業体毎に定めている条例、規程等〕の例による。

(違反行為の調査、報告等)

第3条 指定事務の所管部署長（以下「所管部署長」という。）は、指定工事事業者が違反行為を行った疑いがあるときは、速やかにその事実関係について調査を行うものとする。

2 所管部署長は、前項の調査において違反行為の事実が認められたときは、直ちに指定工事事業者に当該違反行為を是正するように指導するとともに、期限を定めて、てん末書（任意様式）の提出を求めるものとする。

3 所管部署長は、当該指定工事事業者から前項のてん末書が提出されたとき又は前項で定めた期限までにてん末書が提出されなかったときは、速やかに違反行為調査兼報告書（別記様式第1号）を作成し、〔事業体の長又は事業体毎に定める者〕に報告しなければならない。

(処分の基準)

第4条 違反行為に対する処分は、別表第1に定める違反内容の種別に応じて、同表の処分内容に定める処分を行うものとする。

2 別表第1に定める指定の停止の処分に係る期間は、別表第2に定める違反内容の種別に応じて、同表に定める違反点数により算定するものとする。

3 当該違反行為が別表第2に定める違反内容の2以上に該当するときは、それぞれの違反点数の合計を違反点数とする。

4 違反点数は、当該違反行為が直近の処分を受けた日から2年が経過する日までの間に行われたものであるときは、違反点数の2倍に相当する点数を違反点数とする。

5 違反点数が100点〔事業体毎に相当とする点数を設定〕に達するごとに1か月の指定の停止とし、100点〔事業体毎に相当とする点数を設定〕に満たないときは、違反行為警告書（別記様式第2号）により文書による警告を行うものとする。

6 次の各号に該当する場合は、指定の取消しとする。

(1) 第3項に規定する、違反点数の合計が600点〔事業体毎に相当とする点数を設定〕を超える場合

(2) 第4項に規定する、違反点数の合計が600点〔事業体毎に相当とする点数を設定〕を超える場合

- (3) 累積違反点数（今回の違反行為及び当該違反行為をした日前における他の違反行為のそれぞれの違反点数の合計をいう。）が600点〔事業体毎に相当とする点数を設定〕を超える場合
- (4) 今回の違反行為をした日を起算日とする過去2年以内に、当該違反行為及び他の違反行為の回数の合計が5回〔事業体毎に相当とする回数を設定〕以上となる場合

7 累積違反点数は、直近の違反行為に係る処分を受けた日を起算日として2年を経過しなければ消滅しない。ただし、当該違反行為に係る処分を受けた日を起算日として2年を経過するまでの期間に、指定の取消しの処分を受けた場合は、当該処分を受けた日をもって消滅するものとする。

（審査委員会への報告）

第5条 所管部署長は、前条各号の規定により指定の取消し又は指定の停止のいずれかの処分に該当する場合は、当該処分に該当する理由を記載した処分方針案を作成し、速やかに当該処分方針案を〇〇〇審査委員会〔事業体毎に定める当該委員会名称〕（以下「審査委員会」という。）に報告しなければならない。

2 審査委員会は、前項の報告を受けたときは、遅滞なく処分方針を決定するものとする。

（意見陳述のための手続）

第6条 所管部署長は、前条第2項の規定により審査委員会が処分方針を決定したときは、速やかに当該処分の対象となるべき者について、意見陳述のための聴聞の手続を行い、又は弁明の機会を付与するものとする。

2 聴聞の実施に当たっては、聴聞通知書（別記様式第3号）により通知するものとする。

3 聴聞は、〔所管部署長又は事業体毎に定める者〕が主宰する。

4 第2項の通知を受けた者は、聴聞の期日への出頭に代えて、主宰者に対し、聴聞の期日までに陳述書（別記様式第4号）及び証拠書類又は証拠物を提出することができる。

5 当該聴聞を終結したときは、聴聞調書（別記様式第5号）及び聴聞報告書（別記様式第6号）を作成し、〔事業体の長又は事業体毎に定める者〕に報告しなければならない。

6 弁明の機会の付与にあつては、弁明通知書（別記様式第7号）により通知するものとし、期限を定めて弁明書（別記様式第8号）の提出を求めるものとする。

7 所管部署長は、前項の弁明書の提出の有無にかかわらず、弁明報告書（別記様式第9号）により、〔事業体の長又は事業体毎に定める者〕に報告しなければならない。

8 所管部署長は、前各号に定める意見陳述のための手続を終えたときは、第5項又は第7項に規定する報告書の内容を参酌して、違反行為に対する処分案を作成しなければならない。

9 前各号に定めるものの他、意見陳述のための手続きに関しては、〔事業体毎に定めている行政手続法に基づいた条例、規程等〕の定めるところによる。

（審査委員会への諮問）

第7条 所管部署長は、前条第8項の規定により処分案を作成した場合において、第5条第2項の処分方針と異なる処分案を作成したときは、速やかに審査委員会へ諮問しなければならない。

2 〔事業体の長又は事業体毎に定める者〕は、審査委員会から答申があったときは、遅滞なく処分を決定するものとする。

（処分の通知等）

第8条 〔事業体の長又は事業体毎に定める者〕は、処分が決定したときは、処分通知書（別記様式第10号）により当該処分を受ける者に通知する。

(給水装置工事主任技術者に対する措置)

第9条 **〔事業体の長又は事業体毎に定める者〕**は、指定の取消し又は指定の停止の処分を行った場合において、給水装置工事主任技術者（以下「主任技術者」という。）の故意による場合、又は同一の主任技術者により繰り返し違反行為が行われた場合で、法第25条の5第3項の規定による厚生労働大臣の主任技術者免状返納命令の対象になり得る事案と判断したときは、厚生労働大臣に対してその旨を報告するものとする。

(処分後の給水装置工事の施行)

第10条 指定の取消し又は指定の停止の処分を受けた指定工事事業者は、当該処分の期間中においては、一切の給水装置工事を施行することができない。ただし、**〔事業体の長〕**が特に必要があると認めるときは、承認を受けた給水装置工事であってしゅん工していないものに限り、施行させることができる。

(委任)

第11条 この要綱に定めがあるものの他、指定工事事業者の違反行為に対する処分その他の必要な事項については、**〔事業体の長又は事業体毎に定める者〕**が別に定める。

附 則

(施行期日)

1 この要綱は、平成〇〇年〇〇月〇〇日から施行する。

(経過措置)

2 この要綱は、この要綱の施行の日以後に発覚した違反行為から適用し、同日前に発覚した違反行為については、なお従前の例による。

別表第1（第4条関係）

指定給水装置工事事業者の違反行為に係る処分基準

違反項目	水道法 根拠条文	関係法令条文		違反内容	処分内容
		水道法	水道法 施行規則		
指定要件 の違反	第25条の11 第1項第1号	第25条の3 第1項第1号  第1項第2号  第1項第3号イ  第1項第3号ロ  第1項第3号ハ  第1項第3号ニ  第1項第3号ホ	第21条  第20条	1. 事業所ごとに給水装置工事主任技術者を置かないとき。  2. 厚生労働省令で定める機械器具を有しなくなったとき。  3. 成年被後見人若しくは被保佐人又は破産者の宣告を受けたとき。  4. 水道法に違反して刑に処せられ、その執行を終わり、又は刑の執行を受けることがなくなった日から2年を経過しないものであることが判明したとき。  5. 指定を取り消され、その取消しの日から2年を経過しない者であることが判明したとき。  6. 業務に関し不正又は不誠実な行為をしたとき。  7. 法人であって、その役員のうち水道法第25条の3第1項第3号イからニのいずれかに該当する者があるもの。	指定の取消し  指定の取消し  指定の取消し  指定の取消し  指定の取消し  指定の停止  指定の取消し
給水装置工事主任技術者の選任、解任に係る違反	第25条の11 第1項第2号	第25条の4 第1項、第2項  第1項	第21条 第2項  第3項	1. 給水装置工事主任技術者の選任又は解任の届出をしないとき。  2. 給水装置工事主任技術者が2以上の事業所に選任され、その職務に支障があるとき。	指定の取消し  指定の停止
届出義務違反	第25条の11 第1項第3号	第25条の7	第34条  第35条	1. 事業所の名称及び所在地等の変更を提出しないとき又は虚偽の届出をしたとき。  2. 休止届、廃止届、再開届を提出しないとき又は虚偽の届出をしたとき。	指定の取消し  指定の取消し
事業の運営基準違反	第25条の11 第1項第4号	第25条の8	第36条 第2号	1. 配水管から分岐して給水管を設ける工事及び給水装置の配水管への取付口から水道メーターまでの工事を施行する場 合において、当該配水管及び他の地下埋設物に変形、その他の異常を生じさせることがないよう適切に作業を行うことができる技能を有する者に従事させ、又はその者に該当工事に従事する他の者を実施に監督させないとき。	指定の停止

違反項目	水道法 根拠条文	関係法令条文		違反内容	処分内容
		水道法	水道法 施行規則		
事業の運営 基準違反	第25条の11 第1項第4号	第25条の8	第36条 第3号 第4号 第5号イ 第5号ロ 第6号	2. 〔事業者の長〕の承認を受けた工法、工期その他の工事上の条件に適合しない工事を施行したとき。  3. 研修の機会を確保しなかったとき。  4. 水道法施行令第5条に規定する基準に適合しない工事を施行したとき。（令第5条：給水装置の構造及び材質の基準）  5. 給水管及び給水用具の切断、加工、接合等に適さない機械器具を使用したとき。  6. 指名した給水装置工事主任技術者に、施行した給水装置ごとに工事記録を作成させなかったとき。又は当該記録をその作成の日から3年間保存しなかったとき。	指定の停止  指定の停止  指定の停止  指定の停止  指定の停止
工事施行に 関する義務 違反	第25条の11 第1項第5号  第1項第6号  第1項第7号	第25条の9  第25条の10		1. 給水装置の検査の際、〔事業者の長〕の求めに対し、正当な理由なく給水装置工事主任技術者を検査に立ち会わせないとき。  2. 給水装置工事に関する報告又は資料の提出の求めに対し、正当な理由なくこれに応じず、又は虚偽の報告若しくは資料の提出をしなかったとき。  3. 施行した給水装置工事が水道施設の機能に障害を与え、又は与えるおそれが大であるとき。	指定の停止  指定の停止  指定の停止
不正な申請	第25条の11 第1項第8号			1. 不正の手段により指定給水装置工事事業者の指定を受けたとき。	指定の取消し

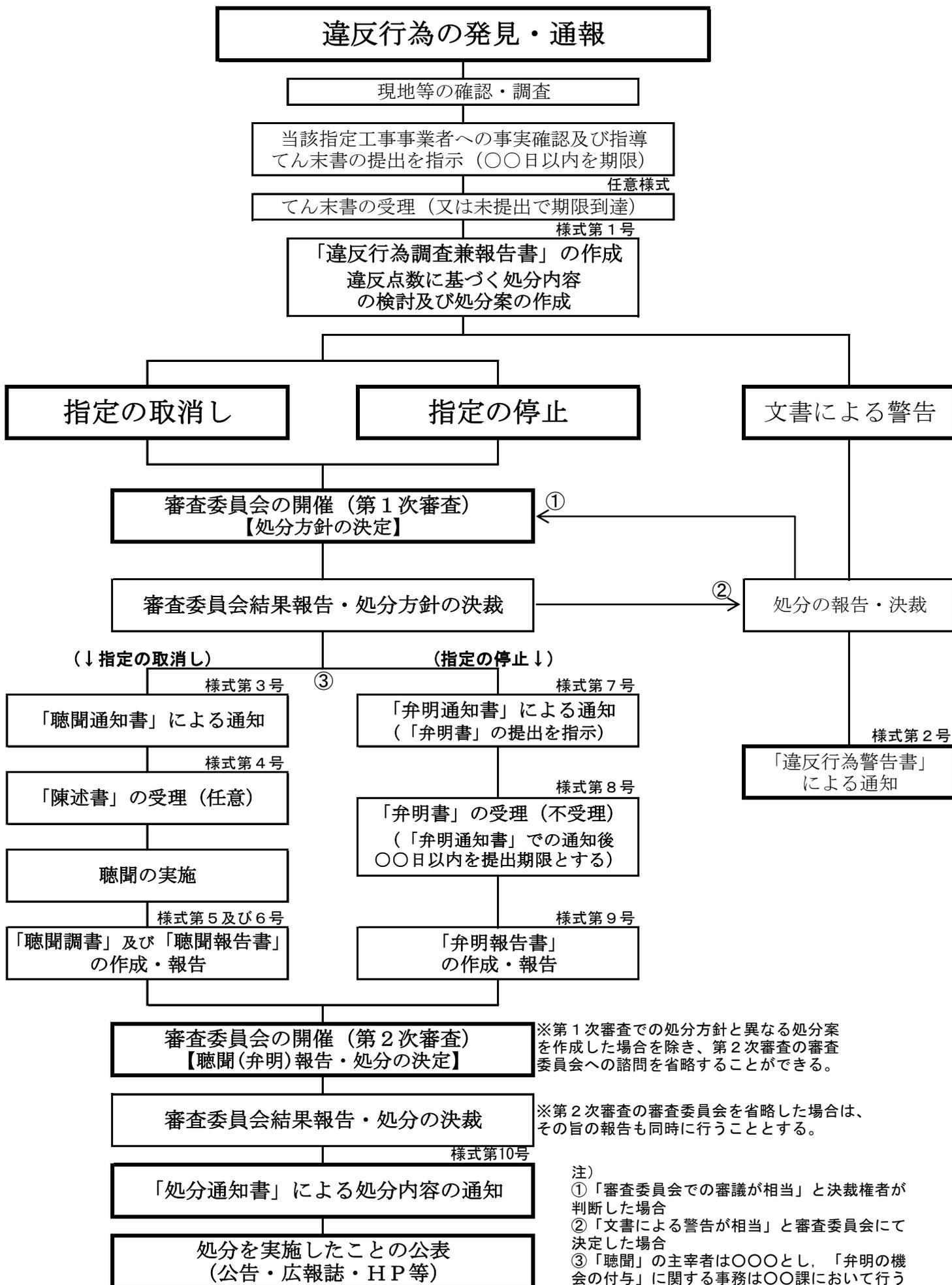
別表第2（第4条関係）

違反行為に係る処分点数基準

違反項目	関係法令条文	違反内容	違反点数 (点)
指定要件 の違反	水道法 第25条の3 第1項第3号ニ	1. 業務に関し不正又は不誠実な行為をしたとき。	
		①無断通水、メーターの不正使用等をしたとき。	200
		②道路掘削許可、道路使用許可を受けずに工事を施行したとき	200
		③施行上の安全管理を怠り、従業員を死傷させたとき。	100
		④施行上の安全管理を怠り、公衆に死傷者を出し、又は被害を与えたとき。	200
		⑤その他の違反行為（ただし、以下の場合を除く。）	200 以下
		ア. 承認申請せずに給水装置工事に着手したとき。	200
		イ. 承認申請はしたが、〔事業体の長〕の承認を得る前に着手したとき。	100
		ウ. 工期の管理を適正に行わないとき。	50
		エ. 給水装置工事完成後、完成検査を受けずに給水したとき。	100
オ. 文書による警告を受けたにもかかわらず、〔事業体の長〕の警告したことについて改善の余地がみられないとき。	100		
給水装置工事 主任技術者 選定等違反	水道法施行規則 第21条第3項	1. 給水装置工事主任技術者が2以上の事業所に選任され、その職務に支障があるとき。	100
事業の運営 基準違反	水道法施行規則 第36条第2号	1. 配水管から分岐して給水管を設ける工事及び給水装置の配水管への取付口から水道メーターまでの工事を施行する場合において、当該配水管及び他の地下埋設物に変形、その他の異常を生じさせることがないように適切に作業を行うことができる技能を有する者に従事させ、又はその者に該当工事に従事する他の者を実施に監督させないとき。	50
	第36条第3号	2. 〔事業体の長〕の承認を受けた工法、工期その他の工事上の条件に適合しない工事を施行したとき。	200
	第36条第4号	3. 研修の機会を確保しなかったとき。	50
	第36条第5号イ	4. 水道法施行令第5条に規定する基準に適合しない工事を施行したとき。（令第5条：給水装置の構造及び材質の基準）	200

違反項目	関係法令条文	違反内容	違反点数 (点)
事業の運営 基準違反	第36条第5号ロ	5. 給水管及び給水用具の切断、加工、接合等に適さない機械器具を使用したとき。	100
	第36条第6号	6. 指名した給水装置工事主任技術者に、施行した給水装置ごとに工事記録を作成させなかったとき。又は当該記録をその作成の日から3年間保存しなかったとき。	100
工事施行に 関する義務 違反	水道法 第25条の11 第1項第5号	1. 給水装置の検査の際、〔事業者の長〕の求めに対し、正当な理由なく給水装置工事主任技術者を検査に立ち合わせないとき。	100
	第1項第6号	2. 給水装置工事に関する報告又は資料の提出の求めに対し、正当な理由なくこれに応じず、又は虚偽の報告若しくは資料の提出をしなかったとき。	100
	第1項第7号	3. 施行した給水装置工事が水道施設の機能に障害を与え、又は与えるおそれが大であるとき。	200

# 指定給水装置工事事業者の違反行為等に関する事務処理フロー



※第1次審査での処分方針と異なる処分案を作成した場合を除き、第2次審査の審査委員会への諮問を省略することができる。

※第2次審査の審査委員会を省略した場合は、その旨の報告も同時に行うこととする。

注)

①「審査委員会での審議が相当」と決裁権者が判断した場合

②「文書による警告が相当」と審査委員会にて決定した場合

③「聴聞」の主宰者は〇〇〇とし、「弁明の機会」の付与に関する事務は〇〇課において行う

平成 年 月 日

（あて先）

〔事業体の長又は事業体毎に定める者〕

（所 属）

（職・氏名）

⑩

## 違反行為調査兼報告書

〔事業体名〕指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱第3条第3項の規定により、次のとおり指定給水装置工事事業者の違反行為等がありましたので報告します。

1 確認日時

平成 年 月 日 時 分 頃

2 違反行為等の内容

〔当該違反行為等の大まかな内容を記載。〕

（水道法第25条の11第○項第○号に該当）

3 指定給水装置工事事業者及び主任技術者氏名

（指定番号） ○○○○  
（事業者名） ○○○○株式会社  
（代表者名） ○○ ○○  
（主任技術者氏名） ○○ ○○ [免状番号 第○○○○○○○号]  
（工事申込番号） 平成○○年度 第○○○○○号

4 確認時の状況、事情聴取の内容等

〔当該違反行為等における状況、聴取内容を記載。〕

5 添付書類

〔当該違反行為に係る現場状況写真、てん末書等〕

6 備考



（あて先）

〔当該違反行為の対象となる指定給水装置工事事業者〕

〔事業者の長又は事業者毎に定める者〕

## 聴 聞 通 知 書

あなたに対する不利益処分にあたり、〔事業者名〕指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱第6条第2項の規定〔及び（又は）事業者毎に定めている行政手続法に基づいた条例、規程等の条項〕による聴聞を次のとおり行いますので、通知します。

1 聴聞の件名

〔当該違反行為等の件名を記載。〕

2 予定される不利益処分内容及び根拠となる法令等の条項

〔当該違反行為等の詳細な内容及び根拠法令等を記載。〕

3 不利益処分の原因となる事実

〔当該違反行為等の詳細な内容を記載。〕

4 聴聞の期日及び場所

〔聴聞を実施する期日及び場所を記載。〕

5 主宰者の氏名及び職名

〔聴聞を主宰する者の氏名及び職名を記載。〕

6 聴聞に関する事務を所掌する組織の名称及び所在地

〔聴聞に関する事務を所掌する組織の名称及び所在地を記載〕

（備考）

- 1 あなたは、聴聞の期日に出頭して意見を述べ、証拠書類や証拠物（以下「証拠書類等」という。）を提出すること、又は聴聞の期日への出頭に代えて、主宰者に対し、聴聞の期日までに陳述書及び証拠書類等を提出することができます。
- 2 あなたは、聴聞が終結するまでの間、〔事業者の長又は事業者毎に定める者〕に対し、当該不利益処分の原因となる事実を証する資料の閲覧を求めることができます。
- 3 あなたが正当な理由なく聴聞の期日に出頭せず、かつ、陳述書及び証拠書類等を提出しない場合には、聴聞を終結する場合があります。

平成 年 月 日

（あて先）

〔事業体の長又は事業体毎に定める者〕

提出者の住所  
氏名

⑩

## 陳 述 書

〔事業体名〕指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱第6条第4項〔及び（又は）事業体毎に定めている行政手続法に基づいた条例、規程等の条項〕の規定による陳述書を次のとおり提出します。

聴 聞 の 件 名	
不利益処分の原因となる 事実その他当該事案の 内容についての意見	

## 聴 聞 調 書

作成年月日	年 月 日	主宰者	職名	氏名	⑧
聴 聞 の 件 名					
聴 聞 の 期 日 及 び 場 所					
主 宰 者 の 職 名 及 び 氏 名					
聴聞の期日に出頭した当事者及び参加人の氏名並びに当事者又は参加人が法人である場合にあっては、これらを代表して出頭した者の職名及び氏名					
聴聞の期日における審理で説明を行った【事業体】の職員の職名及び氏名					
聴聞の期日に不出頭かつ陳述書又は証拠書類を提出しなかった当事者及び参加人又はこれらを代表した者の氏名					
聴聞の期日に不出頭の当事者及び参加人又はこれらを代表した者の不出頭についての正当な理由の有無					
当事者及び参加人又はこれらを代表した者の陳述の要旨（陳述書による意見の陳述を含む。）					
【事業体】の職員が行った説明の要旨					
証 拠 書 類 等 の 表 目					
その他参考となるべき事項					

# 聴聞報告書

作成年月日	年 月 日	主宰者	職名	氏名	印
聴聞の件名					
不利益処分の原因となる事実に対する当事者等の主張					
不利益処分の原因となる事実に対する当事者等の主張に理由があるかどうかについての意見					
不利益処分の原因となる事実に対する当事者等の主張に理由があるかどうかについての意見の理由					

（あて先）

〔当該違反行為の対象となる指定給水装置工事事業者〕

〔事業体の長又は事業体毎に定める者〕

## 弁 明 通 知 書

あなたに対する不利益処分にあたり、〔事業体名〕指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱第6条第6項の規定〔及び（又は）事業体毎に定めている行政手続法に基づいた条例、規程等の条項〕による弁明の機会を次のとおり付与しますので、通知します。

- 1 弁明の機会の付与の件名  
〔当該違反行為等の件名を記載。〕
- 2 予定される不利益処分内容及び根拠となる法令等の条項  
〔当該違反行為等の詳細な内容及び根拠法令等を記載。〕
- 3 不利益処分の原因となる事実  
〔当該違反行為等の詳細な内容を記載。〕
- 4 弁明書の提出先  
〔弁明書を提出する組織の名称及び所在地を記載〕
- 5 弁明書の提出期限  
〔弁明書を提出する期限を記載〕

（備考）

- 1 あなたは、弁明書の提出に併せて証拠書類や証拠物を提出することができます。

平成 年 月 日

（あて先）  
〔事業体の長又は事業体毎に定める者〕

提出者の住所  
氏名

⑩

## 弁 明 書

平成 年 月 日付けで通知のあった弁明の機会の付与に関し、〔事業体名〕指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱第6条第6項の規定〔及び（又は）事業体毎に定めている行政手続法に基づいた条例、規程等の条項〕による弁明書を次のとおり提出します。

弁明の機会の付与の件名	
不利益処分の原因となる事実その他当該事案の内容についての意見	

# 弁 明 報 告 書

作成年月日	年 月 日	報告者	職名	氏名	印
弁明の機会の付与の件名					
不利益処分の原因となる事実に対する当事者等の主張					
不利益処分の原因となる事実に対する当事者等の主張に理由があるかどうかについての意見					
不利益処分の原因となる事実に対する当事者等の主張に理由があるかどうかについての意見の理由					

（あて先）  
〔当該違反行為の対象となる指定給水装置工事事業者〕

〔事業者の長又は事業者毎に定める者〕

## 処 分 通 知 書

あなたに対する不利益処分にあたり、〔事業者名〕指定給水装置工事事業者の違反行為に対する処分要綱の規定により、次のとおり処分を決定したので通知します。

1 処分の内容

〔当該違反行為等の処分の内容を記載。指定の停止の場合は下記も記載。〕

（ただし、平成 年 月 日から平成 年 月 日まで）

2 違反行為等の内容

〔当該違反行為等の詳細な内容及び根拠法令等を記載。〕

（水道法第25条の11第○項第○号に該当）

3 違反行為等の累積回数（過去2年）	.....	_____	回	
	今回の違反点数	.....	_____	点
	累積違反点数（過去2年）	.....	_____	点

教示（行政事件訴訟法第46条第1項の規定に基づく教示）

この処分の取消しの訴えは、この処分があったことを知った日の翌日から起算して6か月以内に、〔事業者〕を被告として（〔事業者の長〕が被告の代表者となります。）提起することができます。

なお、聴聞を経てされた処分については、行政手続法（平成5年法律第88号）第27条の規定により、行政不服審査法（平成26年法律第68号）による審査請求をすることができません。

## 優良表彰制度をととした 指定給水装置工事事業者のモチベーション向上について

福島市水道局 ○齋藤勝士

### 1. 優良指定給水装置工事事業者等表彰制度の創設

福島市では、平成 10 年 4 月 1 日から施行された、『福島市水道局指定給水装置工事事業者規程第 18 条』に、“管理者は、指定工事事業者に関し、著しく功績が顕著であるとみとめるときは、これを表彰することが出来る。”と規程されていることから、平成 27 年 9 月 18 日から『福島市水道局優良指定給水装置工事事業者等表彰要綱』及び『福島市水道局優良指定給水装置工事事業者等表彰実施要領』を施行し、優良指定給水装置工事事業者等表彰制度（以下：表彰制度）を創設した。

### 2. 表彰制度を設けた理由

平成 10 年 4 月の改正水道法の施行以降、全国一律の指定基準により広く門戸が開かれたことによる事業者数の増に伴い、一部の指定事業者による無届工事や不良工事などのトラブルの発生が後を絶たない。そのため、本市では、指定工事事業者に必要となる、高い倫理性や法令遵守を求め、平成 27 年 2 月 1 日から『福島市水道局指定給水装置工事事業者の指定取消し等の処分に関する要綱』を定め、指定工事事業者の無届工事等の違反行為における罰則を強化した。

それに併せ、民間の住宅建築等に携わる事業者や、緊急修繕工事に協力してくださる事業者の技術力の向上と意識高揚、さらには、主任技術者を表彰することで、熟練技術者のモチベーションの向上と若年技術者の水道事業離れに歯止めをかけ、技術の継承に繋げることを目的として表彰制度を導入したものである。

### 3. 表彰制度の内容

#### (1) 表彰部門・基準等

現在表彰制度を導入している他都市の状況などを参考とし以下の 3 部門を創設した。

表彰部門	表彰者数	表彰基準	表彰要件	選考方法
 <p>1「給水装置工事」部門</p>	3 事業者以内	<ul style="list-style-type: none"> <li>給水装置工事の施工内容が優秀で、他の模範となると認められる <b>事業者</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>所在地が福島市内</li> <li>5 年以上の指定</li> <li>施工実績 20 件(当該年度)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術力、理解力、意識度、姿勢、主任技術者の関与の 5 項目について、10 段階の評価点の高いもの</li> </ul>
 <p>2「緊急修繕協力」部門</p>	1 事業者以内	<ul style="list-style-type: none"> <li>水道管路施設の非常時対応等、本市水道事業の運営に多大な貢献があったと認められる <b>事業者</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>所在地が福島市内</li> <li>緊急修繕の実績(当該年度)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>修繕件数、即日対応、施工難易度の 3 項目について 1～5 点の評価点をつけその合計点が高いもの</li> </ul>

3「技術者」部門 ① マスタークラス 	2名以内	・職務に精通し、他の模範になると認められる <b>主任技術者</b>	① マスタークラス ・40歳以上の主任技術者 ・5年以上勤務 ・事業者等の推薦	・管理、指導監督、調整連絡等について、0～10点の評価点をつけその合計点が高いもの
① エースクラス 	2名以内	・職務に精通し、他の模範になると認められる <b>主任技術者</b>	② エースクラス ・40歳未満の主任技術者 ・5年以上勤務 ・事業者等の推薦	・管理、指導監督、調整連絡等について、0～10点の評価点をつけその合計点が高いもの

表1 表彰部門・基準等

## (2) 表彰制度の特徴

本制度の特徴は、まず1つに、指定工事事業者を表彰することはもちろんのこと、事業所に勤務する主任技術者も表彰することである。

2つには、突発的な漏水などの修繕に対し速やかな対応や困難な作業を数多く実施していただいた事業所についても表彰するということである。

## (3) 表彰の方法

毎年1回、指定給水装置工事事業者講習会開催時に表彰を行う。表彰者には、各部門の「優良工事事業者」「優良工事技術者」として、表彰状を授与する。

また、表彰者については、水道局HPで公表する他、受賞ロゴマークを工事看板や名刺などに使用することができるよう配布する。なお、使用可能期間は、「優良工事事業者」の受賞者は受賞後4ヶ年度にわたり、「優良工事技術者」の受賞者は無期限に使用できることとしている。



表彰式の様子

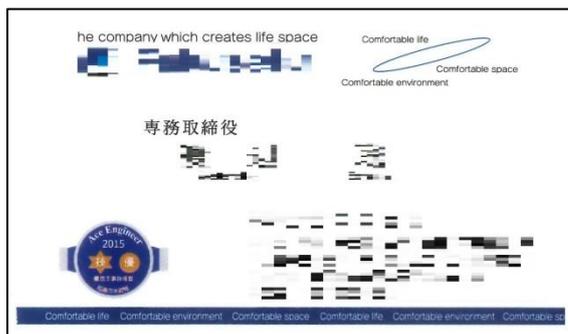


緊急修繕部門 表彰状

#### 4. 表彰により期待される効果

この表彰制度により、市民の皆様には、技術力の高い事業者を選ぶことが出来るようになる。また、事業者は、表彰されることで、優良事業者であるという自覚により、更なる技術や信頼の維持、向上に努めなければならない。

特に、ロゴマークを使用できることで、他の業者との差別化も図られることになり仕事の受注量の増加の可能性もあり、事業者にとっても意味のある制度であると考えてる。



ロゴマークの名刺での利用例（エースエンジニア）

#### 5. まとめ

指定給水装置事業者は、お客様の多様化するライフスタイルや変化する水道機器、さらには、住宅建築手法の変化などにより、施主や発注者の意向に即、対応しなければならないことなどから、高い技術力、知識力、さらにはお客様への対応力など、様々なスキルが求められる。

絶えず建物の建築スピードと対峙し、工事内容や工期の変更に即座に対応しなければならない指定工事事業者や主任技術者のご苦勞には尊敬の念を禁じ得ない。そのような指定店や主任技術者の励みとなり、さらなる技術やモチベーションの向上の一翼を担える制度であり、受賞者の誇りとなるような制度になるよう、制度の維持に努めていくものである。

## ■給水装置研究委員会 委員名簿

(順不同, 敬称略)

(平成27年度～平成28年度)

委員長	仙台市水道局給水部給水装置課 給水装置係長	横橋 勇太郎
副委員長	八戸圏域水道企業団給水装置課 課長補佐	北城 祐司
委員	青森市企業局水道部施設課 給水装置チーム主査	大向 達也
〃	横手市上下水道部水道課 施設管理係主査	小野 晃
〃	由利本荘市ガス水道局水道課 配給水班長	齋藤 純
〃	盛岡市上下水道局上下水道部給排水課 サービス係長	濱田 政行
〃	岩手中部水道企業団給配水課 課長補佐	佐賀 裕行
〃	山形市上下水道部給排水課 検査係主幹	高橋 紀博
〃	鶴岡市上下水道部水道課 給排水係長	本間 悟
〃	塩竈市水道部工務課 お客様相談係長	伊藤 武吉
〃	郡山市水道局配水課 課長補佐	国分 新市
〃	福島市水道局給水課 課長補佐(兼)給水装置係長	田村 正
(前委員)	由利本荘市ガス水道局水道課 配給水班主査	佐藤 昌
事務局	仙台市水道局給水部給水装置課 主査	佐藤 健晴
〃	仙台市水道局給水部給水装置課 主任	庄司 和則
(前事務局)	仙台市水道局給水部給水装置課 主任	小川内 宜彦

(前委員及び前事務局の職名は委嘱当事の職名による)



平成27年度

(後列) 佐賀 佐藤 小野 大向 伊藤 田村 本間 高橋  
(前列) 濱田 北城 横橋 国分



平成28年度

(後列) 佐賀 齋藤 小野 大向 国分 伊藤 高橋 本間  
(前列) 濱田 北城 横橋 田村

# 国 際 研 修 報 告

平成28年度

日本水道協会 協会間連携  
インドネシア水道事業研修報告

日本水道協会

平成28年度  
日本水道協会 協会間連携  
インドネシア水道事業研修報告

平成29年8月24日(木) 16:30~17:00

仙台市水道局浄水部施設課  
宮田真人

報告内容

1. 日本水道協会国際研修について
2. インドネシアと日本の比較
3. 出発までの流れと準備
4. イベントについて
5. 現地での生活について
6. 感想

1. 日本水道協会国際研修について

①研修項目(平成28年度)

研修名
オーストラリア水道事業研修
○インドネシア水道事業研修
専門別研修

各地方支部ごとに3名まで推薦可

②インドネシア水道事業研修について

1)研修の目的

研修生の 能力向上	①国際感覚の向上
	②英語能力、学習意欲の向上
	③水道事業に関する知識及び専門性の向上
日本水道協会 の効果	④海外水道協会との連携強化
	⑤国際感覚を持つ人材の育成
	⑥最新情報の入手

2)参加資格

1. 日本水道協会正会員の若手・中堅職員
2. 45歳まで
3. 水道経験年数5年以上
4. 心身共に健康であること
5. 英語での基礎的なコミュニケーションを行う意欲・積極性を有すること  
(目安: TOEIC500点以上が望ましい)

3)参加してみて具体的には(H28年度)

1.参加者

研修生:インドネシア8人、日本8人

引率:日水協1人(日本)

コーディネーター:1人(インドネシア)

2.何をしてきたのか

インドネシアのジャカルタとバンドンで、朝から晩(22時位)まで、英語による講義受講やプレゼンテーションや視察や食事をした。期間は10日間。

## 2. インドネシアと日本の比較

### 1) 位置関係

滞在先 ジャカルタ、バンドン



## 2) インドネシアと日本の比較

### Indonesia - Japan

Indonesia		Japan
250 million	Population	125 million
1,919,440 sq km	Area	377,944 sq km
\$3,511 (117th)	GDP per capita	\$33,223 (25th)
2.6	Corruption perc. index	7.3
0.726	Human dev. Index	0.956
72.2 years	Life expectancy	84.4 years
90.4%	Literacy rate	99%
6.6%	Unemployment rate	4.1%
Unitary presidential constitutional republic	Government	Unitary parliamentary constitutional monarchy

## 3) インドネシアと日本の水道事業の比較

### Water Supply

Indonesia		Japan
68%	Access to improved water source	100%
+ 500	No. of water supply utilities	2,350
11 million	No. of connections (pipe system)	please tell us
?	Supply continuity	24 hours/day
No	Pottable drinking water	Yes?
US\$0.29/m <sup>3</sup>	Water tariff	US\$1.33/m <sup>3</sup>
33%	NRW level (national avg)	7-3%
5	Labor ratio/1,000 connections	1,19
Municipalities, national govt, private	Financing	Municipalities, national govt

## 3. 出発までの流れと準備

### 1) 経過

日付	作業
H28. 2.19	参加推薦書提出
H28. 5.30	参加決定通知受理
H28. 7. 5	事前説明会
H28. 8. 1	グループワーク希望テーマ提出
H28. 8.12	シティレポート提出
H28. 8.20	出発

## 2)-1 英会話上達のためにやったこと

### ◎ 英会話教室

- ・ 効果大
- ・ Wifi、バッテリー必要なし

### △ 電子辞書

- ・ 使い勝手が劣る

・ 水道用語辞典は専門用語を調べるのに重宝

### ○ モバイルPC・スマホ

- ・ Wifi必要
- ・ 翻訳ソフトの使い勝手が良い

### △ レンタルWifiルーター

- ・ バッテリーのモチが良くない
- ・ 会議室(ホテル)はWifiが整備されている

### ○ 英会話ゲーム

- ・ 一回数分なので継続しやすい

## 2)-2 英会話が上達したか

英会話教室に熱心に通ったが、  
疲れてきたときに、  
翻訳ソフト(アプリ)の存在に気づき、  
その性能に驚き、  
勉強をやめてしまった。

**結果** 英会話教室講師の英語を  
何とか聞き取れる程度  
TOEIC500点以上とは程遠い

## 2)-3英会話に関して今となって思う事

**最後に物をいうのは自分の実力！！**  
ぎりぎりまで、学習を継続するべき。

が、しかし

グループディスカッションは、よほどの実力が無い限り、PCの翻訳ソフトが無いと成立しないと感じた。

## 4. イベントについて

### 1) 歓迎会とお別れ会

1人ひとと言  
スピーチあり



歓迎会



踊りあり

お別れ会

## 2) 視察

- ①ジャカルタ旧市街
- ②スダクラパ港
- ③ジャカルタ歴史博物館
- ④国立博物館
- ⑤アジアアフリカ会議博物館
- ⑥バンドン工科大学
- ⑦ウジョ竹楽器小屋



①ジャカルタ旧市街 H28.8.21



②スダクラパ港 H28.8.21



③ジャカルタ歴史博物館 H28.8.21



④国立博物館 H28.8.21



⑤アジアアフリカ会議博物館 H28.8.25



⑥バンドン工科大学 H28.8.26



⑦ウジョ竹楽器小屋 H28.8.26

### 3) シティレポート(プレゼンテーション)

#### ①概要

- ・所属都市及び事業体、業務内容について、参加者一人ずつ発表を行う
- ・割り当て時間は20分/人  
発表10~12分、残り質疑応答
- ・英語でスライドを作成し、英語で発表を行う
- ・実施予定日  
平成28年8月22日(月)  
10:45~16:15

#### ②資料作成



他会議や研修の発表で使用された資料の内容をピックアップし組み合わせで作成

### ③シティレポート 1回目



8月22日(月)

### ③シティレポート 2回目



8月25日(木)

### ③シティレポート 3回目



8月26日(金)

### ③シティレポート 4回目



8月27日(土)

#### 4)グループワーク・オープンフォーラム

##### ①概要

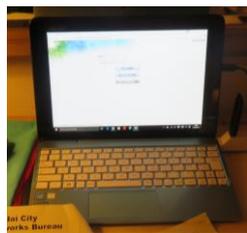
- ・両国の研修生を3グループに分け、それぞれのテーマについて議論を行う
- ・議論の結果を、オープンフォーラムで発表する

##### テーマ

- グループ1：投資計画と料金設定
- グループ2：水質と無収水管理
- グループ3：経営体制と人材育成

##### ②準備したもの

- ・モバイルPC
- （翻訳・水道用語辞典）
- ・仙台市水道局事業概要



③グループワーク風景1



③グループワーク風景2



④グループワークはどんな感じだったか



- ・PCを使った事情聴取  
(質問に答えただけ)
- ・資料作成はインドネシア人  
研修生

⑤オープンフォーラム グループ1



⑤オープンフォーラム グループ2



⑤オープンフォーラム グループ3



### ⑥オープンフォーラムはどんな感じだったか

- ・研修生以外からも質問があるので、発表者はかなりの英会話力が必要



## 5. 現地での生活について

### 1)-1 ホリデイインホテル(ジャカルタ)



### 1)-2 ホリデイインホテル(バンドン)



ホテルの周りには  
スラム街が広がっている

### 2) 食事

- ・ホテル  
日本のホテルの食事に近い
- ・外食  
辛いものが多いが、味は日本人の好み



### 3) 治安

- ・テロが度々おきているため、ホテルやデパートでも手荷物検査がある
- ・基本的に日本人研修生のみでの外出は禁止されていた



施設に入るためのセキュリティーチェック

## 6. 感想

- ・研修の目的が、『研修生の能力向上』なので、『先進事例を学んで報告する』ような研修と比較すると、気持ちが楽だった
- ・常に集団行動だったため、海外初心者の中には、現地生活における不安が少なかった
- ・インドネシアでは人や車の数が非常に多く、活気にあふれていたが、帰国後、仙台市内の住宅地を見渡すとほぼ人の姿が見えず、ゴースタウンのように感じ、恐怖を覚えた