

第 21 回水道技術事例発表会

と き 平成 30 年 8 月 23 日～24 日

ところ 山 形 県 鶴 岡 市
「東京第一ホテル鶴岡」

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21回水道技術事例発表会 日程

期 日 平成30年8月23日（木）13:00～17:00

平成30年8月24日（金） 9:00～12:00

場 所 山形県 鶴岡市 「東京第一ホテル鶴岡」
〔 鳳 凰 の 間 〕

【1日目】8月23日（木）

13:00～14:00 受付

14:00～14:10 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

14:10～15:25 技術事例発表（5題）

15:25～15:35 休憩

15:35～16:50 技術事例発表（5題）

16:50～17:00 事務連絡／解散

【2日目】8月24日（金）

9:00～ 9:05 開会

9:05～10:05 技術事例発表（4題）

10:05～10:15 休憩

10:15～11:15 技術事例発表（4題）

11:15～11:45 日本水道協会 国際研修報告

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



《1日目》 平成30年8月23日(木)

(発表時間)	NO.	(題名・所属・発表者)	
14:10 ~ 14:25	①	クリプトスポリジウム対策で導入した紫外線照射装置の運用と維持管理の課題について 鶴岡市上下水道部	上野 祥 P 1
14:25 ~ 14:40	②	「命の水」をつなぐ、災害に強い水道モデル～浄水場における災害対策事例～ 仙台市水道局	早坂 俊一 P 4
14:40 ~ 14:55	③	鉛製給水管の解消に向けて ～補助金交付制度と広報～ 福島市水道局	佐藤 大司 P 7
14:55 ~ 15:10	④	管路のダウンサイジングに伴う消火栓能力解析 八戸圏域水道企業団	工藤 頌平 上野 光弘 P 10
15:10 ~ 15:25	⑤	将来を担う人財確保に向けた採用広報について 岩手中部水道企業団	千葉 裕人 P 13
15:35 ~ 15:50	⑥	災害用タブレットおよびスマートフォンの活用 秋田市上下水道局	佐々木 忍 加賀谷 速人 P 16
15:50 ~ 16:05	⑦	冬季における塩化物イオン濃度上昇について 八戸圏域水道企業団	若松 潤子 P 19
16:05 ~ 16:20	⑧	郡山市における休日・夜間の応急処理対応について 郡山市上下水道局	高橋 英紀 武田 孝広 P 22
16:20 ~ 16:35	⑨	災害発生時の迅速な対応を目指して～日水協岩手県支部によるアンケートの結果より～ 盛岡市上下水道局	梅舘 奈津実 佐越 賢一 P 25
16:35 ~ 16:50	⑩	国際研修への道：英語力がなくても単身で海外の水道施設を視察できるようになるまで 仙台市水道局	齋藤 信裕 P 28

《2日目》 平成30年8月24日(金)

(発表時間)	NO.	(題名・所属・発表者)	
9:05 ~ 9:20	⑪	夜間最小流量監視による効率的漏水調査の実践 福島市水道局	寺島 奨平 P 31
9:20 ~ 9:35	⑫	仙台市における水道施設の長期停電対策その1 (大規模施設編) 仙台市水道局	澤田 圭介 P 33
9:35 ~ 9:50	⑬	仙台市における水道施設の長期停電対策その2 (小規模施設編) 仙台市水道局	阪倉 裕二 P 36
9:50 ~ 10:05	⑭	横内浄水場3号ろ過池内部調査について 青森市企業局水道部	岩田 司 武井 英樹 P 39
10:15 ~ 10:30	⑮	フランジパッキンは今、ここまで進化した。 最上川中部水道企業団	岩瀬 達哉 会田 達仁 P 42
10:30 ~ 10:45	⑯	上下水道管路情報自由閲覧システム導入における効果と課題について 秋田市上下水道局	川辺 正樹 長谷部 稔 P 44
10:45 ~ 11:00	⑰	検満メーター取替業務の課題 福島市水道局	加藤 浩美 P 47
11:00 ~ 11:15	⑱	小規模河川における降雨後の濁度回復シミュレーションについて 山形市上下水道部	菅井 敦久 P 50
		◆ 参考資料 《これまでのMIP -Most Impressive Presentation- 賞 受賞論文一覧》	P 53

クリプトスポリジウム対策で導入した紫外線照射装置の運用と維持管理上の課題

鶴岡市上下水道部 ○上野 祥

1. はじめに

鶴岡市は平成17年10月に1市4町1村で市町村合併し、さらに平成21年に2町で経営していた月山水道企業団との事業統合を経て、現在121施設を維持管理しながら鶴岡市水道事業を運営している。平成29年度の年間配水量は約1,700万 m^3 でこの内、約85%が広域水道から受水しており、残りの約15%は自己水源から取水して浄水処理している。

自己水源施設の浄水処理は、「紫外線照射」・「膜ろ過」・「急速ろ過」・「塩素消毒のみ」の方法で行っており、今回は、紫外線照射装置の運用と維持管理上の課題について報告する。

2. 整備事業

過去に原水から指標菌が検出された自己水源を対象に、水質の安全性の向上を目的としてクリプトスポリジウム対策を15施設で実施した。浄水処理設備の選定は地理的条件や建設費用などの費用対効果を検討した結果、紫外線照射装置を採用し、平成21年度から平成24年度の4ヶ年で整備した。

整備にあたり既存建屋のスペースを有効活用することで事業費の抑制を図ったが、設置スペースのない施設については建屋を新設した。また、機器故障時のバックアップや運転時間の軽減を考慮して2系統で整備した。図1は山五十川配水池に整備された紫外線照射装置である。

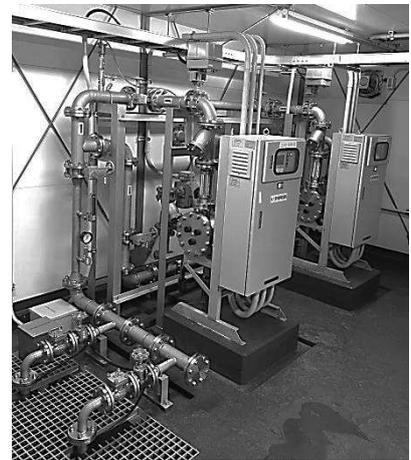


図1. 紫外線照射装置 (Aタイプ)

3. 装置の運用方法

水源種別、制御方法、停止設定、原水濁度状況、浄水処理能力について表1～5に示す。

表1. 水源種別

	施設数
伏流水	7施設
湧水(着水井)	3施設
湧水(直結)	5施設

表2. 制御方法

	内容
運転制御	水位連動 10施設
	連続運転 5施設

表3. 停止設定

	停止設定
強度	Aタイプ 70%低下 停止
	Bタイプ 65%低下 停止
濁度	2.0度以上(15分) 停止

表4. 原水水質状況

	平常(平均)	異常(最大)
濁度	0.3度	17.8度
色度	0.1度	11.7度

表5. 浄水処理能力

	浄水処理能力
最大処理能力	2,280 m^3 /日(鼠ヶ関)
最小処理能力	180 m^3 /日(菅野代)

4. 装置の維持管理

紫外線照射装置の維持管理方法は、下記の通りである。また、装置の導入に併せて整備した監視装置のフロー画面を図2に示す。

(1) 定期点検

紫外線照射装置（制御盤含む）の定期点検は、動作確認、機器校正、内部点検及び清掃を行っている。ランプ交換は、外観確認、絶縁抵抗測定を行った結果で交換の必要性を判断している。

(2) 日常点検

週1回の日常点検では、処理量、導水圧力、紫外線強度の確認を行っている。処理量が低下している場合は取水量調整やストレーナ清掃を行っているが、ストレーナに目詰まり等が確認されなかった場合は水源の確認を行っている。

(3) 予備品の管理

紫外線照射装置の予備品管理については、各施設に強度センサーとランプスリーブを保管している。

(4) 施設監視の強化

紫外線照射装置の整備の他に水質計器、監視装置の整備も併せて行った。以前は週2回の日常点検で原水水質状況や残留塩素濃度の管理を行っていたが、施設の24時間監視が可能となり安定した水質管理が行えるようになった。また、日常点検回数の削減もできた。

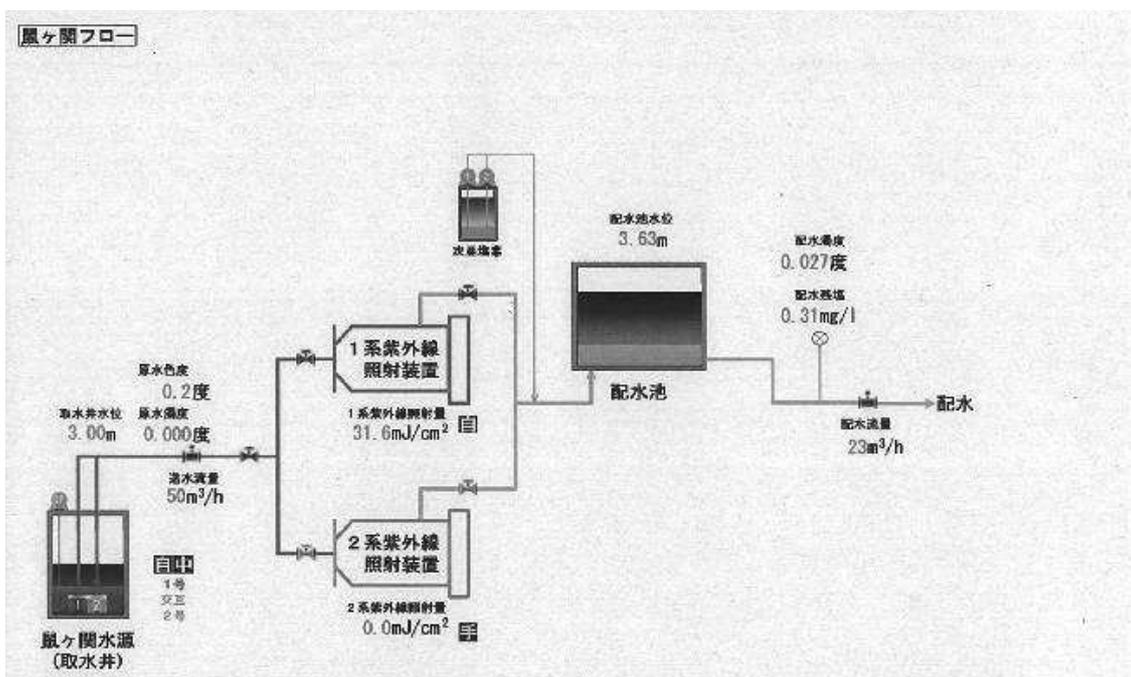


図2. 監視装置フロー画面（鼠ヶ関地区）

5. 装置異常への対応

浄水処理に影響を及ぼす原水の水質悪化や機器性能の低下が発生した場合は、紫外線照射装置を停止して水質の安全を確保している。主な異常内容は下記表6に示す。

表6. 紫外線照射装置異常の対応

	異常内容	原因	対応
1	原水濁度高 原水色度高	降雨による原水の水質異常	・取水井及び導水管の排水作業 ・ストレーナ清掃 ※区域替え（一部地域）
2	強度低下	施設内の環境による、スリーブ内センサーの結露	・スリーブ内の清掃 ・センサーの確認 ・施設の換気
		原水に混入する細かい砂利による、ストレーナ及びスリーブの破損	・ストレーナ及びスリーブの交換 ・水源清掃 ・導水管の排水作業
3	ワイパー渋滞	原水に混入する細かい砂利による、スリーブの被覆の剥がれ	・スリーブの交換 ※スリーブの改良
4	ランプ故障	ランプ点灯時間の超過による、照射量の低下	・ランプの交換

6. 課題

原水濁度及び色度の上昇が原因で紫外線照射装置が停止し、配水池の低水位が発生した事例がある。自然現象のため対策を講じるのは難しいが、水源特性の把握や水源保全に努めてリスクの低減化を図る必要がある。

また、原水濁度の上昇下降が緩やかな1施設では導水管にカートリッジフィルタを設置して原水濁度対策の有効性を検証する予定である。

部品交換はメーカーに依頼しているがランプ等の軽微な部品交換については、職員や地元業者で交換できるようにメンテナンス研修等を実施して維持管理技術の向上を図る必要がある。

7. おわりに

クリプトスポリジウム対策として紫外線照射装置を整備したことで、水質の安全性の向上と水質検査回数の削減を図る事ができた。導入に併せて監視装置を整備したことにより水質管理の強化と異常発生時の早急な対応が可能となった。

しかし、近年は集中的な豪雨なども増加しており、水質異常も多くなっていることから、引き続き維持管理技術の向上を図る必要がある。また、紫外線照射装置の整備から10年を迎えようとしており、機器の維持管理を効率的に実施して「安全・安心な水」の提供に努めていきたい。

「命の水」をつなぐ、災害に強い水道モデル ～浄水場における災害対策事例～

○早坂 俊一（仙台市水道局） 荒砥 彬生（仙台市水道局）
今野 祥顕（仙台市水道局） 齋藤 信裕（仙台市水道局）

1. はじめに

仙台市は2011年3月11日に国内観測史上最大の東日本大震災に見舞われ大きな被害を受けた。

東日本大震災発生から5年目となる2015年3月14日～18日、仙台市を会場として第3回国連防災世界会議が開催された。開催期間中、仙台市水道局は震災の経験を生かし、産学官民の参加者を交え「水道減災シンポジウム～みんなでつなごう命の水～」を開催した。そして、このシンポジウムでの議論を踏まえ、『「命の水」をつなぐ、災害に強い水道モデル』を提案、発信した。

このモデルは、① 市民一人ひとりによる「自助」、② 地域・学校・企業との「共助」、③ 水道事業者による「公助」、④ 地元管工事業者や全国の水道事業者ネットワークの「連携」から成り、それぞれの役割を明らかにしたものである。

本論文では、この『「命の水」をつなぐ、災害に強い水道モデル』を紹介し、仙台市水道局で行っている災害対策について、主要な水道施設である浄水場で進めている事業を中心に、事例を交え報告する。

2. 「命の水」をつなぐ災害に強い水道モデル

（1）東日本大震災における経験

仙台市は2011年3月11日に国内観測史上最大の東日本大震災に見舞われ大きな被害を受けた。仙台市水道局では、長期の停電、管路網の被害、宮城県仙南・仙塩広域水道からの受水停止も重なり、最大で断水戸数約23万戸、断水人口にすると約50万人、断水率で約50%に及ぶ被害が発生した。こうした状況の中、仙台市は多くの事業者からの支援を受け、大規模な地盤崩壊地区や津波被害地区などの修繕に長期間を要する地区を除き、3月29日にほぼ市内全域の復旧が完了した。

震災時の対応をふりかえると、多くの自治体からの支援を受けつつも、災害対応業務に必要なマンパワーが不足したため、お客様に対し十分な応急給水活動ができなかったという苦い経験がある。シンポジウムでも議論になったが、大規模災害時には行わなければならないことが爆発的に増えるため多くのマンパワーが必要となる。一方、震災時における公助には限界があり、応急活動のすべてを水道局が行うことは非常に困難である。早期に断水を解消するためには、市民の「自助」、地域の「共助」で水の確保を進め、「公助」で応急復旧あるいは施設機能の回復を、という役割分担の下でそれぞれが活躍する仕組みづくりが必要であり、その仕組みを「命の水」をつなぐ災害に強い水道モデルとして提案している。

（2）「命の水」をつなぐ災害に強い水道モデル

① 市民一人ひとりによる「自助」

「自助」とは、市民一人ひとりが、日頃からの備えとして「水の備蓄」などを十分にすることや、水道に興味・関心を持つことで、自分自身を守ることである。

仙台市では、「出前講座」や「水道フェア」など「体験・交流型広報」を充実させ、水道事業について興味や関心を持つよう取り組み、「水の備蓄の重要性」を啓発している。

② 地域・学校・企業との「共助」

「共助」とは、町内会や学校などの多様な地域団体において、日常から支えあい、世代を越えた協力により、助け合うことである。

仙台市では、「災害時給水栓の設置」と「操作説明会の実施」により、地域住民自らが災害時給水栓

を設置し、操作できるように取り組んでいる。その結果、地域の応急給水体制が強化されるとともに、水道局が担う水道施設の早期復旧や医療施設等への応急給水活動に対して、より多くのマンパワーを投入することが可能になると考えられる。

③ 水道事業者による「公助」

「公助」とは、水道事業者が大規模断水を回避・低減する水道システムの構築を進めるとともに、職員一人ひとりのスキルアップによって組織全体の災害対応力を向上させていくことである。

仙台市では、「管路・施設の更新・耐震化」や「単独配水区域の解消」など多くの施設整備事業に取り組んでいる。「公助」のうち、主要な水道施設である浄水場で進めている事業については、次章で説明する。

④ 地元管工事業者や全国の水道事業者ネットワークの「連携」

「連携」とは、地元管工事業者や全国の水道ネットワークと各種覚書・協定を締結し、迅速な応援を実現し、早期復旧につなげることである。

仙台市では、日本水道協会の相互応援の枠組み以外に、大都市間において「19大都市水道局災害相互応援に関する覚書」を締結しており、応援幹事都市が発災初期に被災事業者が実施する応援要請等の業務を代行することにより、被災した際には、復旧活動に注力することが期待できる。

また、宮城県管工業協同組合とは「災害時等における水道施設復旧等の応援に関する協定」を締結している。この協定により、応急給水活動、応急復旧工事、その資材の提供等の応援活動を宮城管工業協同組合に要請することが可能となり、早期復旧につなげることを期待できる。

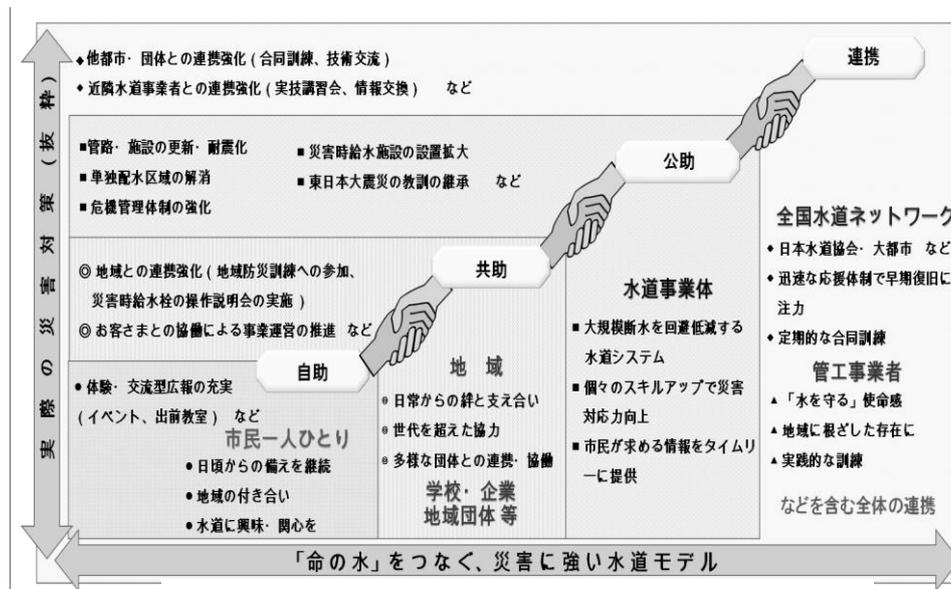


図1 「命の水」をつなぐ災害に強い水道モデル

3. 浄水場における災害対策事例

(1) 浄水場の耐震化の事例

仙台市水道局では、強くて安心な水道を目指し、災害に強い施設の整備を進めている。仙台市の主力浄水場である茂庭浄水場では、平成26年度より配水池の耐震補強工事を実施している。

震災前、平成22年度に静的線形解析による耐震診断を行ったところ、茂庭浄水場のほとんどの施設が耐震性能を満たさないと診断されていた。その後、東日本大震災が発生し、多くの水道施設が被害を受けたが、茂庭浄水場の配水池については、端部コンクリートの剥落や一部の柱脚部の曲げひび割れなどの軽微な損傷しかなく、震災前の耐震診断結果で想定していたような漏水等の施設機能に支障を及ぼす大きな被害は確認されず、診断結果と実被害に乖離が見られた。

そこで新たに、地震動の時刻歴波形を直接入力し、動的応答を計算する動的非線形解析による耐震

診断を行った。動的非線形解析による耐震診断では、静的解析で行った結果よりも診断結果と実被害が近似する結果が得られたため、耐震補強すべき箇所が減少し、工事費を圧縮することができた。

(2) 長期停電対策の事例

仙台市水道局では、停電時においても安定した浄水処理を継続するために、主力4浄水場をはじめとした主要な水道施設に非常用自家発電設備を設置している。震災前には、水道施設設計指針に基づき、各浄水場には24時間分以上の燃料タンクを設置していた。

震災時、仙台市の浄水場の停電時間は、24時間をはるかに上回り、最大98時間の停電が発生した(表1)。また、給油可能なガソリンスタンドの情報が入らないことや、信号が止まったり、道路が壊れていたり、燃料調達は困難を極めた。

これらの震災の経験から、運転可能時間(電力会社が復旧を要した時間:約30時間で復旧率約48%、約72時間で約78%)を根拠とし、停電対応時間を72時間以上として、燃料タンクの増設等を行った。

表1 震災時の停電時間・非常用発電機用燃料タンク容量

	停電時間	燃料タンク容量 (震災前)	燃料タンク容量 (震災後)
国見浄水場	58[h]	灯油：9,950[L]	灯油：19,950[L]
中原浄水場	54[h]	灯油：12,950[L]	灯油：32,950[L]
福岡浄水場	68[h]	灯油：10,490[L]	軽油：10,950[L]
茂庭浄水場	98[h]	灯油：6,500[L]	灯油：20,950[L]

(3) 浄水場を給水車用の給水拠点として活用する事例

地震などの災害により、水道施設が被害を受け、給水ができなくなった場合、必要最低量の飲料水を応急給水により提供しなければならない。これまで応急給水用の給水車への給水拠点は、需要地に近い配水幹線を中心に設置してきたが、配水幹線への設置には次の問題があった。

- ① 待機場所・作業スペースが確保できない。
- ② 設置場所がわかりづらい。
- ③ 消火栓ホースによる給水作業は非効率である。
- ④ 複数の交通誘導員が必要。

そこで、これらの問題を解決するために、浄水場に給水車への注水補給を行う設備を整備している(図2)。浄水場への設置は、地理的に応援隊にもわかりやすく、敷地の広い浄水場を拠点とすることで多くの給水車を受け入れできるようになった。



図2 茂庭浄水場 給水車用注水補給設備

4. まとめ

第3回国連防災世界会議に際し提案した『「命の水」をつなぐ、災害に強い水道モデル』を紹介し、「自助」・「共助」・「公助」・「連携」から構成される4つの役割が必要であることを示した。本論文では、このうち「公助」に着目し、主要な水道施設である浄水場で進めている事業について説明した。

仙台市水道局では、震災の教訓を基に災害に強い水道を目指し、様々な対策を講じてきた。これらの対策の中でも、大規模災害が発生した際に「水道水を作る工場」である浄水場を止めないことが重要となることから、停電時においても安定した浄水処理を継続するために、燃料タンクの増設等を行った。また、耐震補強が完了した浄水場を給水拠点として活用することで、より安定した応急給水活動を展開できることが期待される。

今後も、中期経営計画に基づく災害対策を確実に進めていくほか、「自助」や「共助」、「連携」も含め、人々の防災意識の啓発や、防災についての広報や防災訓練の充実を図り、市民、地域、水道事業者、管工事業者および他都市等の関係者と連携しながら、災害に強い水道を構築していきたい。

鉛製給水管の解消に向けて

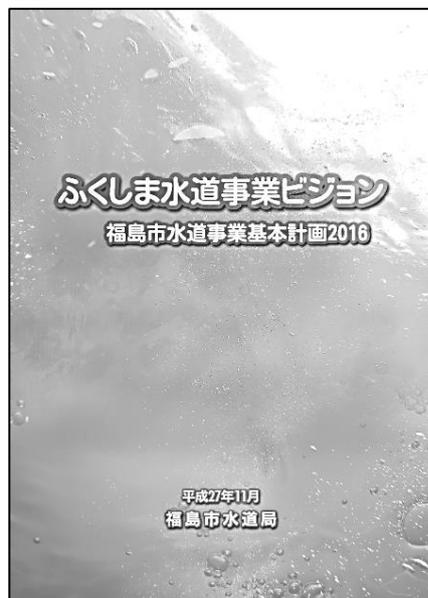
～補助金交付制度と広報～

福島市水道局 佐藤大司

1. 基本計画

福島市では、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。

「ふくしま水道事業ビジョン」を実践するため、アクションプランとして、「安全でおいしい水の供給」を掲げ、その中の戦略目標として水質管理の徹底の観点から鉛製給水管の早期解消を目標としたものである。



2. 鉛製給水管の現状

(1) 福島市の現状

福島市の鉛製給水管は、昭和 35 年までに概ね旧市内と飯坂町で使用され、現在も一部給水管として残存している。

残存件数は、平成 30 年 3 月末現在で、給水管件数のおおよそ 130,000 件のうち、588 件 (0.45%) であり、旧市内が 475 件、飯坂町が 24 件、その他の地区が 89 件となっている。

また、残存部分別にみると、道路部が 56 件、宅地部が 524 件、道路部と宅地部両方に跨る部分が 8 件となっている。

(2) 他都市との比較

福島市では、平成 26 年度に鉛製給水管についてアンケート調査を実施しており、その結果から、福島市の残存件数は、同規模の事業者や県庁所在地と比較し少ないことが判明した。(原因は、他都市と比較し銅管の埋設件数が非常に多いことであると考えられる。)

ふくしま水道事業ビジョン

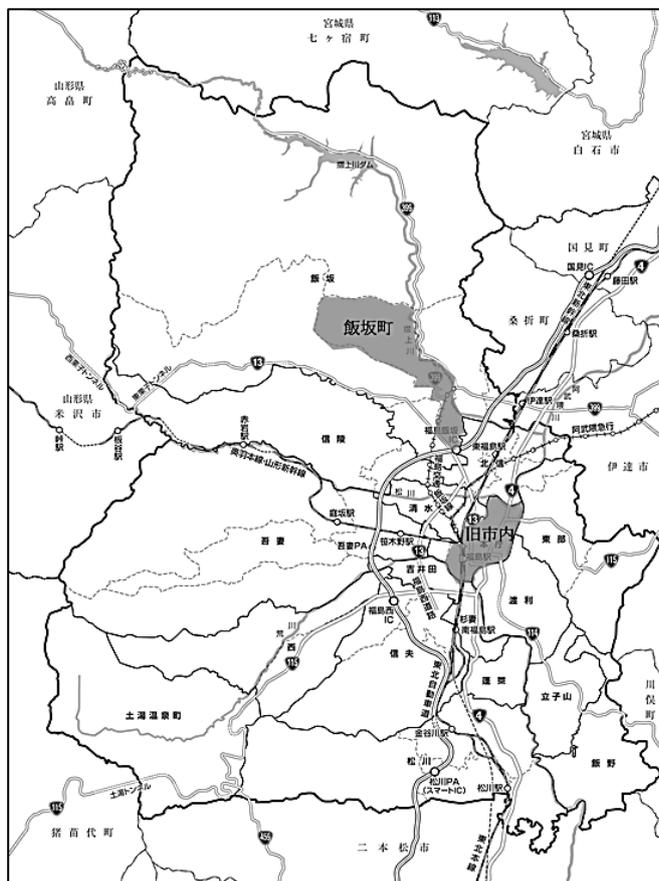


図 1 鉛製給水管の残存箇所

3. 解消方法と経過

福島市としては、技術系2課（配水課・建設課）により、それぞれ解消に取り組んでいる。配水課では、漏水修繕時に発見された道路部について局の費用で取替を実施しており、建設課では、鉛製給水管のほとんどが老朽铸铁管に接続されていることから、老朽管更新事業で発見された道路部については局の費用で取替を実施している。

しかし福島市としては、本市が行う事業に併せた工事により、鉛製給水管の解消は実施するものの、鉛製給水管を直接解消する事業は実施していないことや、特に工事費がお客様負担となる給水管については、お客様が、道路部はもちろんのこと、宅地部についても実施しないことから、解消が進まない状況にある。

上段：総数 下段：() 宅地部（道路両方含む） 単位：件

H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
1,275	1,204	1,140	1,122	1,109	1,098	1,093	1,088	899(※1)	588(※2)
(1,079)	(1,041)	(1,001)	(996)	(992)	(985)	(982)	(985)	(833)	(532)

※1 水道局資料再精査 ※2 鉛管使用の可能性のあるお宅にチラシ送付により件数確定

表1 鉛製給水管 残存件数の推移

4. 新たな取り組み

(1) 鉛製給水管取替補助金交付制度

福島市は、お客様の解消を促すことを目的とし、平成20年4月に、鉛製給水管取替補助金交付制度を導入した。平成28年度からは、さらに解消を促進させるため、それまで15万円までとしていた道路部の補助金の上限を撤廃し、宅内5万円の補助金上限と合わせ、制度をリニューアルし、運用している。

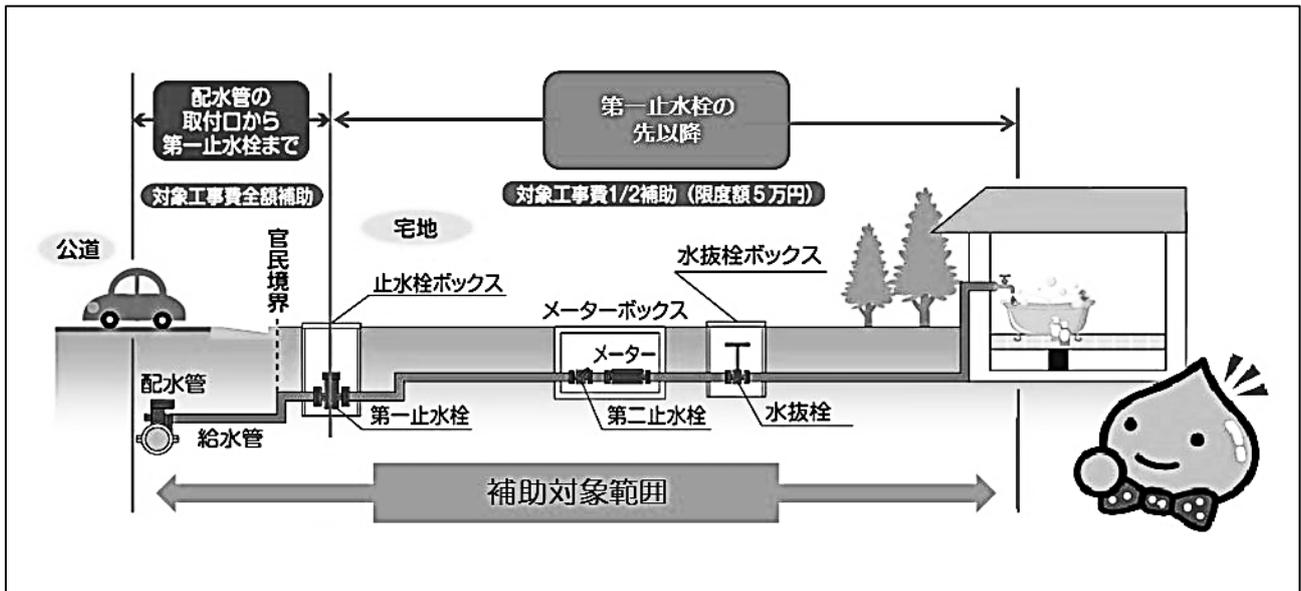


図2 鉛製給水管補助金交付制度概要図

(2) 直接広報

平成29年度には、鉛製給水管を使用していると思われるお客様を対象として、取替の促進と鉛製給水管取替補助金交付制度の周知を目的として、チラシを作成し郵送により直接広報を行った。

郵送件数は、平成28年度残存件数のうち本人所在不明の者を除き、825件へ郵送した。



図3 郵送チラシ

(3) 取組結果

単位：件数

H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
3	1	0	1	0	1	1	1	0	0

表2 補助金交付制度利用状況

鉛製給水管補助金交付制度の利用状況は、表2に示すとおりであるが、道路部の解消は着実に進んでいるものの、宅地部の解消の促進に繋がっているとは言い難い。また、直接広報についても、お客様からの問い合わせがあったものの解消の促進には繋がらなかった。

しかし、825件郵送のうち、既存の鉛製給水管使用者リストをベースに、チラシ送付後の来局や電話による使用者からの報告及び既設給水台帳の確認による精査を実施し、総件数の把握（604件）をすることができたことは収穫であった。

5. まとめ

鉛製給水管の解消は、東北のみならず全国の水道事業体で喫緊の課題であり、福島市においても早期解消を目指し施策を実施しているものの、老朽管解消工事などの事業に併せた道路部の解消は進んでいるが、お客様負担で実施されるべき宅地部の解消は進んでいない。

これは、お客様の鉛製給水管に対する危険性の認識の低さと合わせ、解消するための費用の面も大きな障害となっていると思われる。

本市においては、給水装置はお客様の所有であるとの観点から、局事業に併せた解消、補助金制度によるお客様の解消の手助け、広報による啓発活動を中心に早期解消を目指しているが、今後においては全廃するための方策の検討が必要であると思慮される。

管路のダウンサイジングに伴う消火栓能力解析

八戸圏域水道企業団

上野 光弘

○工藤 頌平

1. はじめに

人口減少社会の到来により、事業環境が一層厳しくなる懸念から、新水道ビジョンが策定され、枚挙にいとまがない課題として、給水人口、給水量、料金収入の減少、水道施設の更新需要の増大などが掲げられている。

水道の理想像として、安心して飲める水道（安全）、人口減少社会を踏まえた対応（持続）などが挙げられ、取組の方向性について、水道施設全体の細やかな管理・運営、老朽化施設の更新（持続）が示されている。

2. 課題と方針

課題は、「人口減少社会に適した形態への転換」であり、問題点を述べる。

- ① 管路更新で、適正口径を算出するに当たり、顧客の水使用量が少ないと管路口径は減径となるが、減径時に消火用水を確保できる場合と確保できない場合がある。
- ② 消火用水を確保できる管路口径にする場合、管路末端の残留塩素濃度が確保できないケースがあり、その場合は残留塩素濃度を確保するために、常に捨水する必要がある。

以上の内容を踏まえ検討した結果、八戸圏域水道企業団の方針として、消火用水を確保した管路口径にすることによって、残留塩素濃度が確保できない場合は、捨水をしてまで消火用水の確保は行わないことにしている。

消防と協議した結果、消防では 60 m³/h を消火能力の基準と判断したい。管路更新時の口径検討において、消火能力が 60 m³/h に満たない場合で、かつ現状の消火能力よりも能力が低下する場合は、1 基ずつ企業団と消防とで、その都度協議することになった。

消火栓能力について、現状はどのようなレベルなのか、お互いに知りたいということになり、全消火栓 4,579 基を 1 基ずつ水理解析により、能力について算出することとなった。この取組みについて述べる。

3. 解析方法

消防との協議により、設計指針と異なる下表条件で消火能力の解析を実施した。

表 1. 消火能力の解析方法

	今回の解析方法	設計指針（当企業団規模）
解析条件	一日最大配水量日の時間平均配水量 [※] + 消火用水量	計画一日最大給水量日の時間平均配水量 + 消火用水量
加算する消火水量	60 m ³ /h（30、20、10 m ³ /h 以下）×1 栓	60 m ³ /h×1～8 栓（計画給水人口による）
判定基準 （同一水系内）	①正圧である。 ②0.1MPa 以上を維持。の 2 パターン。	正圧である。 0.1MPa 程度の確保が理想。

※大口需要家や受水槽により配水量変動が大きい場合は、時間係数を考慮している

4. 解析結果及び分析

解析の結果、60 m³/h 以上の消火能力を確保できている消火栓は、全体の 78%であった。(表 2)

区域を①八戸市内(旧南郷村を除く)と、②市外に分け、更に有効水頭を①正圧と、②10m 確保の 2 段階に分けて分析した。(表 2 及び図 2)

60 m³/h 以上の消火能力で正圧を確保できる消火栓は、市内で 94.1%、市外で 57.3%となった。

当企業団は、6 つの上水道と 4 つの簡易水道の統合により設立されており、設立後、現在まで更に 6 つの簡易水道を統合してきた。以上の経緯から、市外において簡易水道の施設基準で整備された管網と消火栓が現存している。

そのため、市外の消火栓を小規模水道の消火栓基準 30 m³/h に当てはめると、86.2%(57.3%+28.9%)の消火栓がその基準を満たしているのが分かる。



図 1. 集計結果区分

表 2. 解析結果集計表

有効水頭			正圧確保				10m確保			
消火能力(m ³ /h)			60	30	20	10以下	60	30	20	10以下
全体	消火栓数(基)	4,579	3585	713	147	134	3105	743	458	273
	割合(%)	100	78	16	3	3	68	16	10	6
市内	消火栓数(基)	2,610	2456	143	11	0	2330	218	43	19
	割合(%)	100	94	5	0.4	0	89	8	2	1
市外	消火栓数(基)	1,969	1129	570	136	134	775	525	415	254
	割合(%)	100	57	29	7	7	39	27	21	13

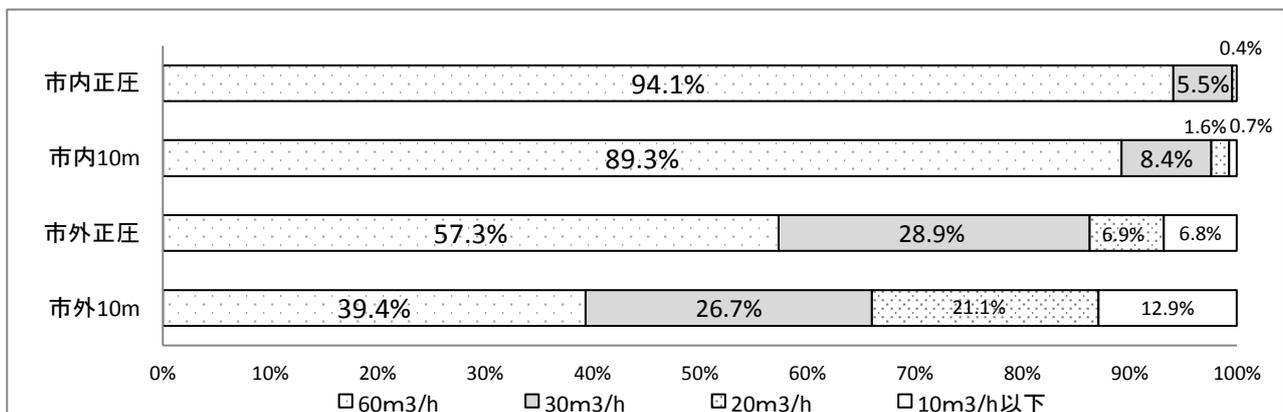


図 2. 消火能力割合

消火能力が 30 m³/h 未満と判定した 281 基の要因は、分析の結果、以下に分類できる。

- ① 口径が小さい、配水池からの距離が長いため、損失水頭が大きい・・・約 70%
- ② 山地で、配水池との高低差がなく、もともと静水頭が低い・・・約 20%
- ③ 大口需要家や受水槽の影響・・・約 10%

実際には、②のケースにおいて、低地盤にある消火栓使用時には、同水系内の高地盤地区で水圧低下や断水になる可能性があるが、消火水量は解析値以上の水量が見込まれる。

今回の解析により、消火栓ごとの消火能力を把握したことで、上水道の基準を満たしていない消火栓が明確になった。

5. 現在の対応について

○当企業団での対応

配水池等の統廃合計画と以下の対応により、PDCA サイクルによるスパイラルアップを図り、業務全般を見渡した俯瞰的な把握・分析に基づいた技術の改善・運用を行う必要があると考えている。これに対応するために管網の再構築を実施している。

➤ 通常時

- ①現状管網の仕切り変更による能力改善の検討（仕切りを需要に合わせる対応）
- ②仕切り変更できない場合は、仕切バルブを寸開し(中間開度)、残塩を確保する（図3）

➤ 管路更新時

トレードオフである残留塩素濃度の確保と消火用水の確保の他に、非常時のバックアップ能力(余力)の対象管路か判断し、全体バランスでの総合評価を実施し、適正口径を求め、次年度予算作成時に水理解析を実施している。

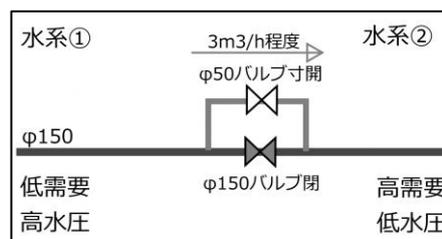


図3. 中間開度バルブ（イメージ）

○消防での対応

八戸消防本部では、20 m³/h 以下と判定されたものを「使用時要注意消火栓」として扱い、現場で即座に判断できるように消火栓のヘッド部分に黄色ペイントを施すことを予定している。

また、使用時要注意消火栓と他消火栓の同時使用を避け、他の消防水利の併用が検討されている。

6. まとめ

消火栓は、防火水槽に対して優位にある。(表3)

コストでは、「防火水槽 1 基(容量 50 m³)=消火栓 約 10 基」であり、能力についても防火水層が使い切りなのに対し、消火栓は連続使用が可能である。

また、消火能力が低い消火栓でも他の消防水利と組み合わせた総合的な能力確保が可能である。

水道管網において、水質保全是絶対のものであり、その他に、消火用水、他系統へのバックアップなどの複数の要求事項に対しての最適化が求められ、バランスのとれている管路口径が適正口径となる。

全体的な方向性は、人口減少=管路の減径であるが、単純に人口減少=全てダウンサイジングではなく、種々の情報を管理し、業務全般の俯瞰的な把握・分析に基づく総合評価の視点が必要である。

今回、3年間にわたり、若手職員 6 名が直営で水理解析にあたった。消火栓 4579 基を解析することは、全域の 38 配水池、159 の小ブロック全てに対して水理解析を行う事とほぼ同義であり、一人当たり 2500 回を優に超える解析の結果、水理解析の基礎事項や地域ごとの特徴、水系の関係等を「体得」することができ、大幅なスキルアップへと繋がったと感じている。

これまで単基ごと、または地域単位の傾向で捉えるのみだった消火栓能力について、一基ずつ全ての消火栓に対し把握することができ、また、消防と共有することができた。今後の口径検討や消火活動、消火能力に関する協議の共通資料として活用できると考えている。

表3. 消火栓と防火水槽の能力比較

	消火栓	防火水槽
設置コスト	約 100 万円	約 1000 万円
連続使用	可	不可
総合評価	◎	○

将来を担う人財確保に向けた採用広報について

○千葉 裕人（岩手中部水道企業団） 菅原 健志（岩手中部水道企業団）

1. はじめに

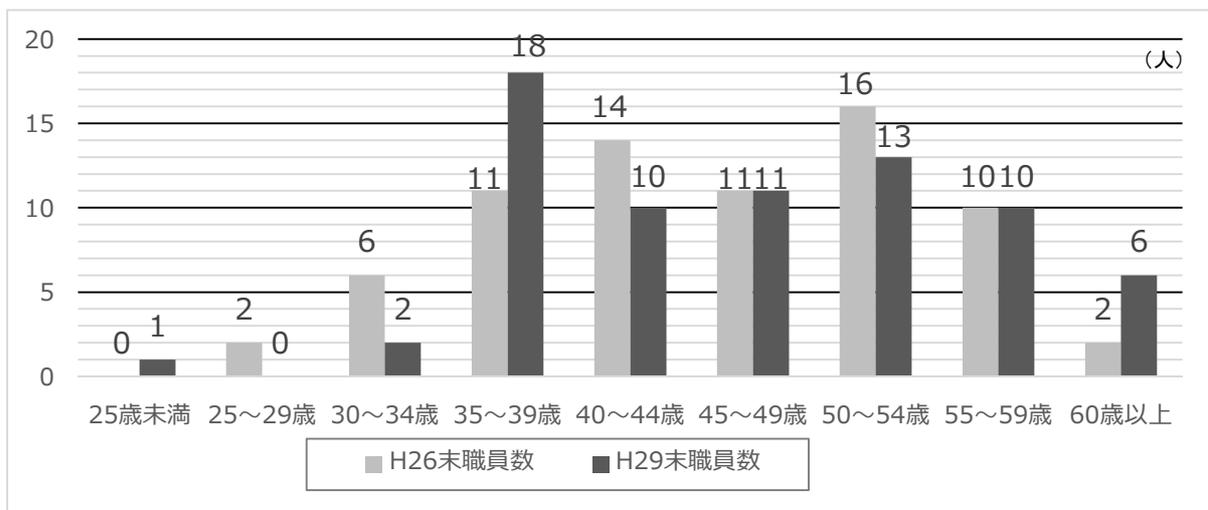
現在、学生優位の売り手市場において、人材の確保は厳しいものになってきている。また、採用後においても仕事や社風に対するアンマッチから、新入社員の3割が退職するといったネガティブなデータもある。このため、採用活動は人気を重視し優秀な人材を集めるものから、企業の求める人材像や採用者側の仕事像へのマッチングを重視する流れに変化してきている。

また、岩手中部水道企業団では、これまで構築した水道システムの持続性を確保するため、将来を担う「人財」の確保を推進している。

本稿では、今年度の当企業団における採用広報活動について報告する。

2. 背景

当企業団における平成29年度末の職員数は71名であり、35歳未満の職員数が非常に少なくなっている（図表1）。また、当企業団では、毎年2名程度の職員採用を行っているが、受験状況も厳しいものになってきており（図表2）、人財の確保に憂慮している。



図表1 職員の年齢別構成

	平成26年度	平成27年度	平成28年	平成29年
募集者数（人）	2	4	0	2
応募者数（人）	23	15	0	3
採用者数（人）	2	5	0	1

図表2 採用者数

この要因として、少子高齢化による労働人口の減少傾向と、近年の景気回復傾向による新卒就職の売り手市場の影響、あるいは、平成26年度に統合・発足した当企業団への理解が浸透していないことが挙げられる。また、当企業団における従来の採用広報活動は、主にホームページと広報紙による周知のみであった。このことから、水道事業に対する理解の向上や求める人財を広くPRし、また、採用者とのマッチングを図るため、広報活動を伴う採用活動を積極的に行うこととした。

3. 採用広報活動の状況

新卒学生へのダイレクトなアプローチを強化するため、今年度新たに、就活情報サイトによる就職イベントへのブース出展や公務員による合同就職ガイダンスへの参加を行った（図表3）。これにより、学生の求める情報を直接把握するとともに、当企業団の事業内容及び求める人財像等の周知を図った。

イベント名	参加企業	参加回数	イベント 来場者数	企業団ブース 来場者数
キャリアタス 就活フォーラム	岩手県内民間企業 25社	2回	1回目：約150人 2回目：約74人	1回目：10人 2回目：6人
公務員合同ガイダンス	市役所、警察署、 自衛隊、消防署	1回	約30人	16人
県内大学の学校訪問 (個別説明会)	単独訪問	今後予定	-	-

図表3 平成30年度における採用広報活動（予定含む）

就職イベントにおいては、説明会のほか水道及び当企業団に興味を持たせるための具体的手段として、凝集沈殿実験や塩ビ管で製作した人形の設置、水道に関する絵本の展示等を行った（図表4）。



図表4 就職イベントの様子（写真左：ブースの様子、中央：凝集沈殿実験、右：塩ビ管で作成した人形）

また、説明会においては、①当企業団組織の説明から始まり、②水道の将来に関すること、③業務内容の紹介、④採用後におけるストーリー（職員の実体験や一日の紹介）、さらに⑤採用情報、⑥求める人財像についてという構成で説明を行った。

一方、学生からの質問は主に採用後の不安に関する事柄が多く、次いで、水道全般や展示に関する質問もあり（図表5）、直接的なやり取りや凝集沈殿実験、展示といったイベントが企業団組織あるいは水道事業に対する理解の向上に一定程度寄与できたと考える。

質問分類	質問内容
受験について	・試験内容について
採用後について	・水道に関する知識が必要か ・文系でも大丈夫か ・デスクワークか、現場にも出るのか ・夜間休日の漏水対応について（時間外の対応について） ・職場の雰囲気について ・研修制度について
水道全般について	・沈殿した汚泥はどのように処理されるのか ・人形に使われているものは何か（塩ビ管への質問）
その他	・企業団を受験したきっかけについて（職員への質問）

図表5 主な質問一覧

4. 今後の対応

ダイレクトアプローチによる採用広報活動は今年度から始めた取り組みであり、受験者等への効果は未知数だが、利用者への知名度が低い当企業団にあつて、このようなイベントに参加し学生と直接接することは非常に有効であり、企業団を深く PR し学生側の意見を聞ける良い機会になると考える。また、当企業団ではこのような就職説明会におけるノウハウが皆無であつたことから、今後ノウハウを蓄積していく必要がある。

5. おわりに

人口減少や節水機器の普及により、水道事業の経営環境はますます厳しい状況を迎えている。

今後も、水道事業を安定的・継続的に運営するために、経営の効率化を進めるとともに、貴重な経営資源である「人財」の確保に取り組み、積極的な技術の継承を図っていきたい。

災害用タブレットおよびスマートフォンを活用した効率的維持管理

秋田市上下水道局 加賀谷 速人
○佐々木 忍

1 はじめに

日本全国で災害が多発する中、秋田市においても様々な災害対策に取り組んでいるところであり、今回は、本市の上下水道統合型管路情報管理システム（以下、管路情報システムという。）と災害用タブレット、およびスマートフォンの連携運用による効率的維持管理について紹介する。

2 管路情報システムの運用状況

上下水道事業の災害時対応においては、施設や管路の正確な情報を効率的に利用することが重要であり、情報の管理と利活用の根幹を成すのが管路情報システムである。

管路情報システムは、秋田市上下水道局が平成12年から運用しているシステムであり、上下水道局内のほか、秋田市役所内の他部局にも情報を提供するなど、本市の効率的な行政運営にあたり不可欠なツールとなっている。

情報を統括するサーバは上下水道局にあり、各端末にイントラネット経由で情報を供しているが、ネットワーク網は秋田市役所本庁舎で管理している行政系ネットワーク体系に属している。

3 これまでの取り組み

(1) 管路情報システムの強化

クライアントサーバ型のシステムにより運用していた平成17年までは、停電等によるネットワーク障害が生じ通信が途切れてしまった場合、システムの操作ができなかったため、非常時の対策として、平成18年にweb上で運用するシステムに切り替えるとともに、新たに災害用端末2台を導入し、この2台についてはサーバに依存しないシステムとした。

また、サーバの非常用電源は、従来はUPSを介していたが、平成24年の局庁舎改修時に、非常用発電機による電源供給を可能とした。

さらに平成29年度には、従来のノートパソコンから非常時にも使い勝手の良いタブレット端末へ移行した。

(2) 回線の強化

通常の漏水事故等においては、携帯電話回線網が平時の状態なので、情報伝達において特に問題はないが、大規模災害時等の携帯電話回線網の混乱時には、その性能を十分に発揮できないおそれがあった。

非常時の回線について契約している携帯電話会社A社と協議した結果、ライフラインを担う上下水道事業者については、電気通信事業者が法律に基づき、災害の救援・復旧・公共の秩序を維持するため、輻輳時の優先扱発信を防災関係機関等に提供する災害時優先電話への登録が可能であるとのことであった。回線の性質上、必要最小限の割り当てとなるが、市の防災安全対策課との協議により、上下水道局として2回線を取得し、大規模災害時においても、平時と比べパフォーマンスが著しく変わらないようにした。

(3) スマートフォンの導入

平成18年の災害用端末2台導入により、非常時における上下水道施設情報の把握は従来に比べ良くなったが、運用するに当たっては台数が少ない点が課題となった。

端末を増やすことは、コスト面と管理上の問題から困難であったため、現有資産である局所有の携帯電話との連携について検討した。

平成28年度当時、水道維持課では携帯電話5台を保有しており、主に現地調査や突発的な漏水対応など現場との連絡に使用していたが、経年劣化のため新機種への変更が必要とされていた。そこで、新機種を購入するに当たり、災害時の連携強化を図るため、スマートフォンへの切替も含め比較検討を行った。(表1)

表1 機種を選定基準 (平成29年度選定時)

会社：プラン	電池	電波	料金	引継ぎ	災害時	利便性	操作性	総合
A社：携帯電話	◎	◎	○	○	◎	×	◎	◎
A社：スマホ	○	◎	△	○	◎	◎	○	◎
B社：携帯電話	◎	○	○	△	○	×	◎	○
B社：スマホ	○	○	△	△	○	◎	○	○
C社：携帯電話	◎	○	○	△	○	×	◎	○
C社：スマホ	○	○	△	△	○	◎	○	○
格安スマホ	○	△	◎	×	×	◎	○	△

比較検討の結果、継続使用による割引や、秋田市の電波状況を鑑み、引き続きA社の回線を使用することとし、また、前述の災害用端末との連携における利便性、拡張性の可能性を考慮し、スマートフォンを採択することとした。(図1、2)

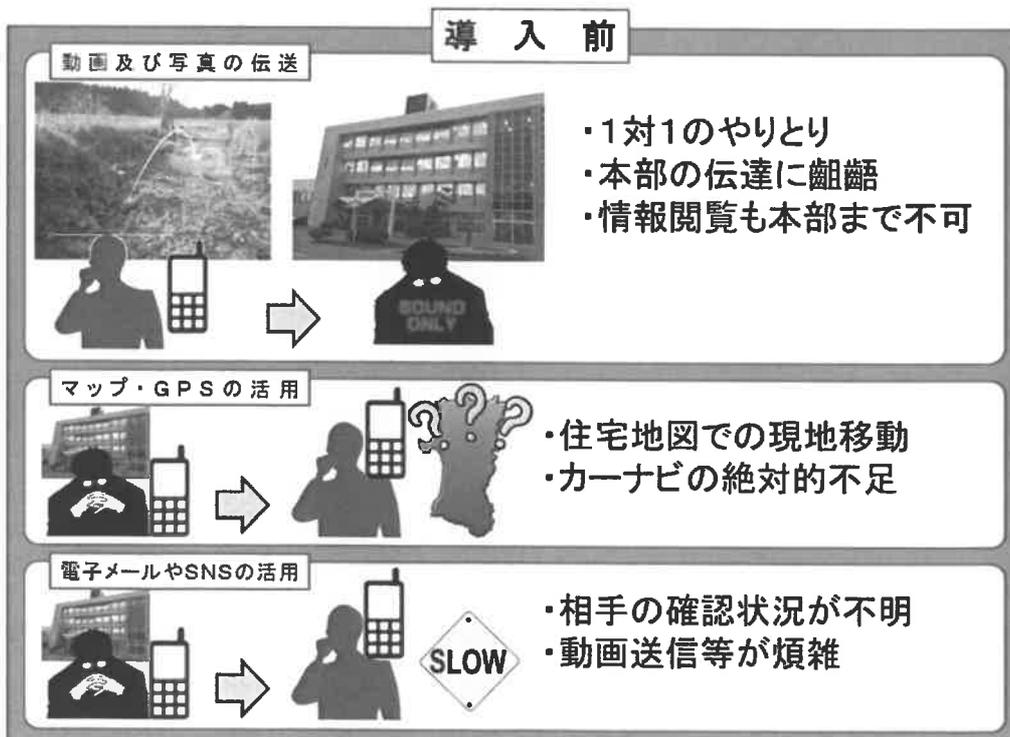


図1 導入前イメージ

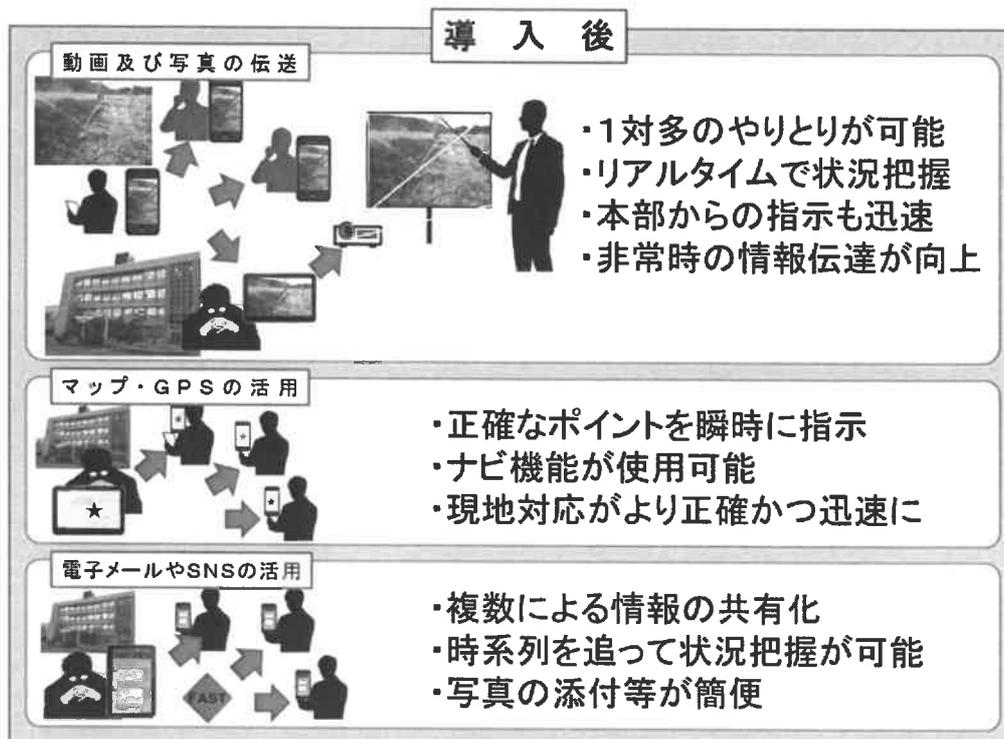


図2 導入後イメージ

4 導入後の効果

従来は、経験年数の浅い職員が現場に出向いた場合、電話によるやり取りで状況判断に苦慮するケースがあったが、スマートフォンを導入した事により、経験豊富な職員が遠隔地からの現場映像をリアルタイムで見ながら、管種や現場状況を素早く把握し、適確な対応を指示することが可能となった。

また、現場の職員に対し次の現場への移動を指示する際、管路情報システムとの連携により、目的施設の座標値をシステムで確認して、スマートフォンに送信し、ナビゲーションアプリへ取り込むことにより最短距離で現地に向かうことが可能となった。

現在、ポータブルナビゲーションを2台保有しているが、複数の現場で使用する際に台数の少なさをスマートフォンで補完できる面もあり、この使い方を応用すると、有事の際、他都市からの応援に対し同様の操作を実施してもらうことにより、現地職員と遜色の無い機動力を発揮することが期待できる。

5 おわりに

普段使用している機器が、アイデア次第で新たな利用法を生み出し、業務に有用なものに変わる可能性があることがわかった。今後もあらゆる局面を想定し、有事の際に、適確な対応ができるよう努めていきたい。



図3 システムQRコード

冬季における塩化物イオン濃度上昇について

○若松 潤子（八戸圏域水道企業団）

1. はじめに

北奥羽地区水道事業協議会（事務局;八戸圏域水道企業団、青森県南・岩手県北の 22 事業体）の取組みのひとつに水質データ管理共同化事業がある。当企業団以外の会員水道事業体は外部検査機関に検査を委託しており、水質管理専任職員の確保が困難な状況にある。企業団では水質検査結果から浄水処理へのフィードバックの助言、また水質研修会の開催など通して事業体間の連携強化を共同化の目的としている。

その中で、塩化物イオン濃度が普段より高い（56.3mg/L、図 1 参照）との相談を受けた。高速道路トンネル工事の際に湧き出た水源をトンネル外の貯水槽に受け（下図参照）、ここから着水井に送水し次亜塩素酸処理している。塩化物イオンの濃度上昇が冬季であること、水源が道路に近いことから融雪剤の影響を受けていると考え調査を実施したので報告する。

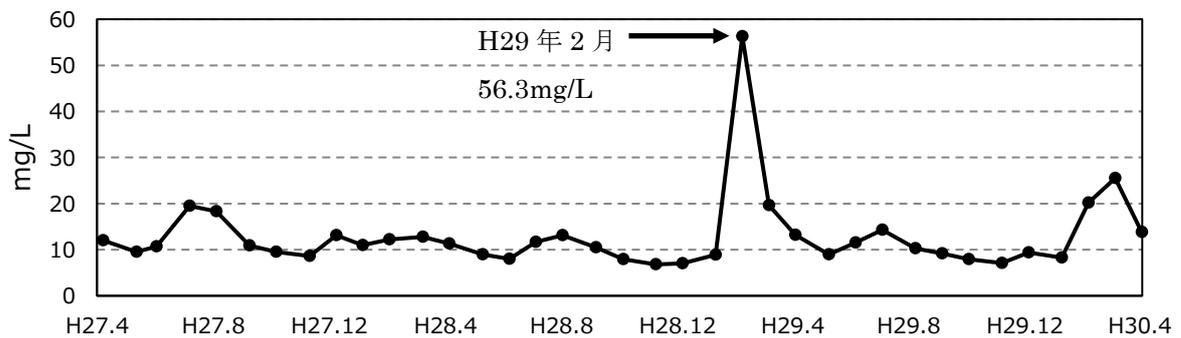
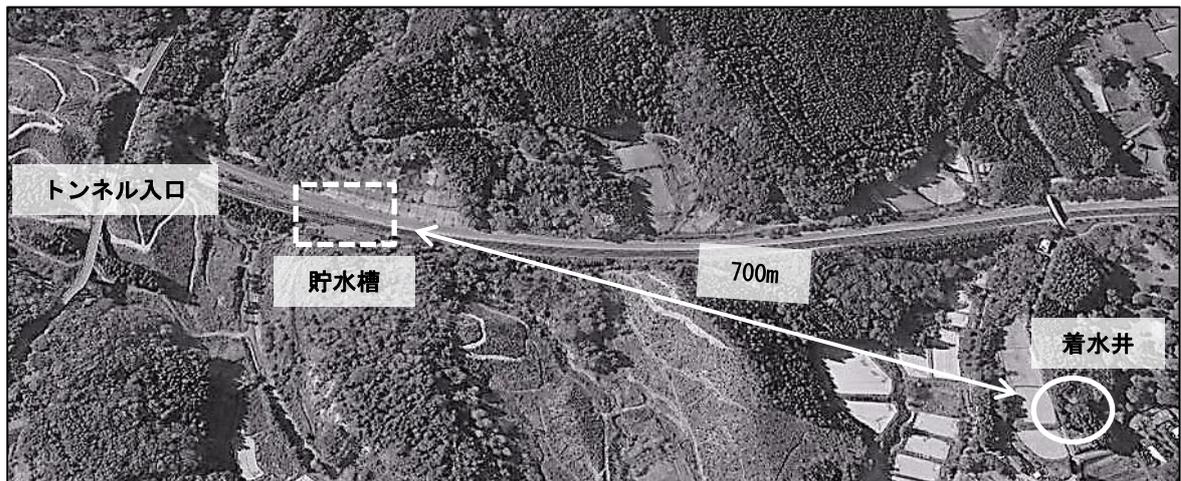


図 1 浄水の塩化物イオン濃度（毎月検査結果 H27.4.-H30.4）

2. 調査方法

2.1 調査地点

着水井および高速道路脇貯水槽

2.2 調査期間

平成 29 年 10 月 31 日 ～ 平成 30 年 3 月 26 日

2.3 測定項目

- ・ 導電率：着水井流入水を 30 分間隔で連続測定
- ・ 塩化物イオン（イオンクロマトグラフ法）
- ・ ナトリウム（ICP-MS 法）

3. 結果および考察

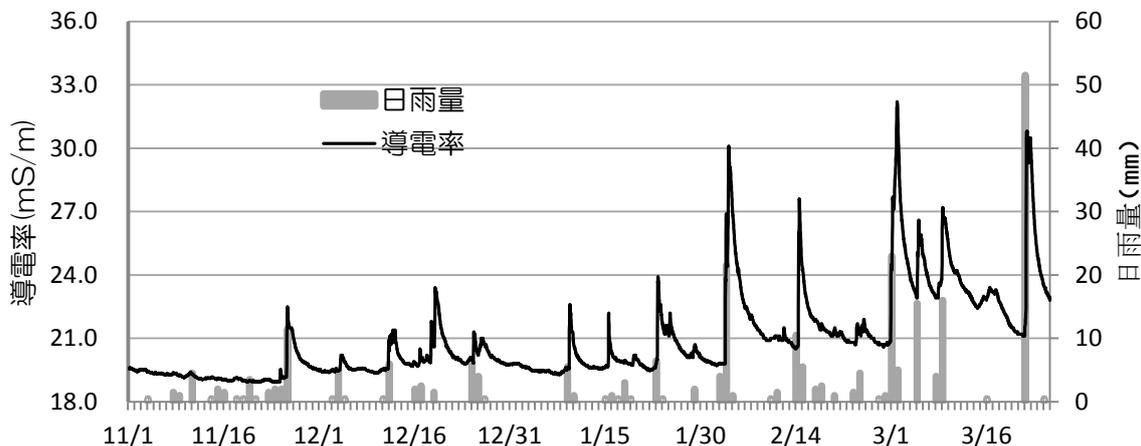


図 2 着水井の導電率と雨量

図 2 の雨量は水源近隣地点のデータ（気象庁HP）である。平常時 19mS/m 前後の導電率が、融雪剤散布開始以降、日雨量に合わせて上昇している。

下写真は高速道路脇の貯水槽である。散布された融雪剤が貯水槽蓋へ飛散し、降雨・降雪により付着した融雪剤が浸出し原水へ混入していると思われる。

前日に降った貯水槽脇の雪を採取し、融解させた水の導電率と塩化物イオンおよびナトリウムを測定した結果が表 1 である。融雪剤の影響がない着水井建屋周辺の雪と比較しても、導電率および塩化物イオンは明らかに高い。また、塩化物イオン濃度とナトリウム濃度の比 ($59.6 : 38.4 = \underline{1 : 0.64}$) は、融雪剤の成分である塩化ナトリウムの分子量比 ($\text{Cl} : 35.45 : \text{Na} : 22.99 = \underline{1 : 0.65}$) とほぼ一致していることから、貯水槽脇の雪には融雪剤が溶け込んでいると思われる。



表1 貯水槽脇の雪の導電率と塩化物イオンおよびナトリウム濃度

	導電率(mS/m)	塩化物イオン(mg/L)	ナトリウム (mg/L)
貯水槽脇の雪	21.3	59.6	38.4
着水井の雪 (対照水)	0.8	<1	<1
着水井 (原水)	23.5	20.9	-

H30.4.5 採取・測定

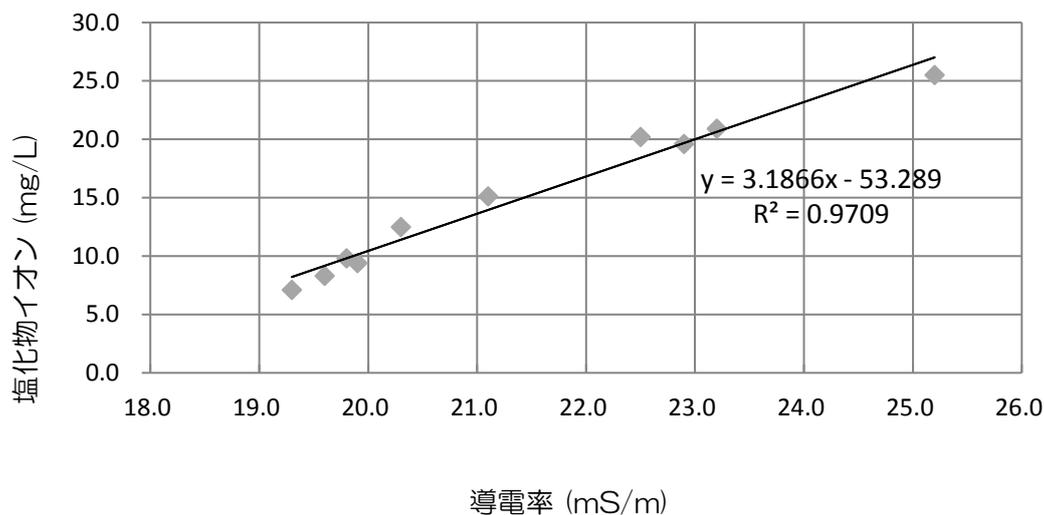


図3 着水井の導電率と塩化物イオンの相関

図3は着水井の導電率と塩化物イオンの関係を示しており、相関が高いことがわかる。本調査期間において導電率は最大で32.2mS/mで、近似式からこのときの塩化物イオンはおよそ50mg/Lであったと推定される。塩化物イオンの水質基準値は200mg/Lであり、基準超過までは至らないと考えられる。

4. まとめ

- ・ 水源の塩化物イオン濃度上昇は、高速道路脇の貯水槽へ融雪剤を含んだ水が混入したことによるものである。
- ・ 融雪剤の混入による塩化物イオンの水質基準超過の可能性は低いですが、車両の事故等による油漏出や消火剤散布でこれらが混入する可能性がある。
- ・ 自己検査を行わない事業体において、容易に測定できる導電率は有用な水質監視の手段であり、導入を推奨しているところである。

郡山市における休日、夜間の応急処理対応について

郡山市上下水道局 ○高橋 英紀 武田 孝広

1 はじめに

本市の水道事業は、明治 45 年 4 月に近代水道として給水を開始し、現在 107 年目を迎えている。水道普及率は 97.1%であり、市民のほとんどが、直接蛇口から清浄で低廉な水を飲用することができており、これも水道事業を推し進めてきた先輩職員がなされた努力のたまものである。

しかし、水道事業を将来にわたって、継続させなければならないなか、高度経済成長期に整備した配給水施設の老朽化が進む一方、技術に精通した職員が大量に退職し、人員が削減されていくのが現状である。

水道サービスの維持、及び技術者確保を従来の直営体制で行うことは困難になりつつある昨今、可能な限り民間事業者の技術力を活用することで対応せざるを得ない。

本市においても、市民通報による現場調査ほか複数の業務委託を、平成 17 年度から委託業者と年間契約を締結し、職員の負担を軽減させている。

今回は、その中でも休日、夜間の通報者からの問い合わせに対しての応急処理業務委託について紹介する。

2 応急処理業務について

休日、夜間に発生した、配水管及び給水管の漏水事故、水質異常及び出水不良等について、調査、応急処理を行うものである。

通常、休日、夜間の電話による通報・問い合わせについては、2 人態勢の警備員が対応し、年間契約を締結している郡山市管工事協同組合へ処理を引き継ぐ。

水道保全維持の活動は、24 時間 365 日いつでも対応できることが保証され、その緊急性の度合いに応じて、適切に迅速なものであることが要求される。50 社からなる管工事組合は、必要な技能に基づいた信頼性の高い処置を、局職員に代わって行うことが必要とされる。

調査の結果、緊急施工が必要な場合は、局職員へ連絡を入れ、漏水による道路陥没等の二次災害を防止するとともに、職員の到着を待ち指示を受けることとなる。軽微な場合、後日職員が現場状況を確認後、調査業者により修繕を行っている。

修繕工事が発生した場合の修繕費用については、別途配給水施設修繕業務委託を管工事組合と締結していることから、月末締めで次の月に精算払いとしている。

(平成 30 年度応急処理業務委託契約内容)

受注者	郡山市管工事協同組合
契約日数	夜間 365 日 15 時間 15 分 (17 時 15 分～翌日 8 時 30 分) 休日昼間 121 日 8 時間 45 分 (8 時 30 分～17 時 15 分)
契約金額	7,160,400 円 (月 596,700 円)

3 業務の内容

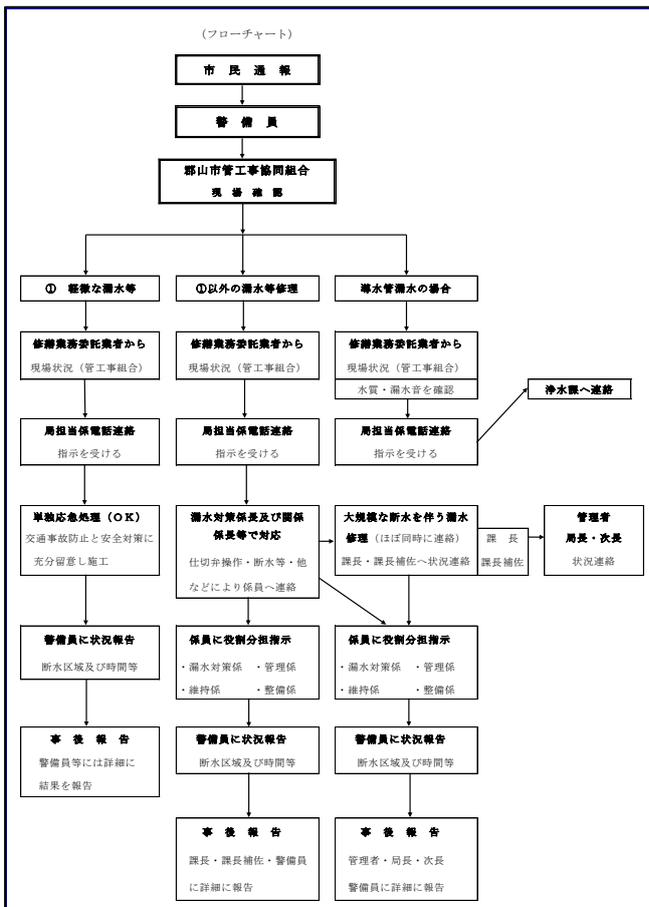
(1) 漏水事故 (突発) 等の調査及び応急的な処理に関すること。

- (2) 配給水施設の破損等の応急的な処理に関すること。
- (3) 漏水による浸水、陥没等により通行に支障をきたした場合は、迅速に必要な安全対策を行い、歩行者や通行者や通行車両等に対し、適切に措置すること。
- (4) 出水不良（凍結・破損に伴う止水栓等操作を含む）等の応急処理に関すること。
- (5) 水質異常（濁り等）の応急処理に関すること。
- (6) 現場状況に応じて、監督員と協議し、迅速に適切な処理を行うこと。
- (7) その他、必要に応じ監督員が指示したこと。

4 業務施行

- (1) 宅地内（私有地）で調査及び処理業務を行う場合は、関係者の同意を得てから行い、利害関係者から苦情の出ないように施行すること。
- (2) 処理業務を遂行する場合、交通事故防止と安全対策に十分留意して施行すること。
- (3) 処理業務終了後は、道路交通上支障のないよう残材を整理し、且つ、周辺を清掃すること。
- (4) 通報者、通行人及び周辺住民に懇切丁寧に対応し、理解と協力を求め、不安感や不信感を与える言動のないよう、十分注意すること。

5 休日、夜間の応急処理業務から修繕までの体制



応急処理業務による休日、夜間の対応件数

(件)

	総件数	応急処理	出水不良 水質異常	その他
平成25年度	219	138	12	69
平成26年度	182	107	21	54
平成27年度	172	126	14	32
平成28年度	138	100	10	28
平成29年度	154	105	16	33

応急処理

道路上・宅地内給水管修繕、微量であり後日修繕
出水不良、水質異常

受水槽故障・メーターストレーナー詰まり・ボール
止水栓閉・水道水濁り等

その他

メーター二次側漏水・住宅火災による給水装置破
損・不明により後日継続調査等
側溝詰まりによる道路冠水・地下水

6 モバイル版管路管理システムの活用

応急処理業務の効率を図るため、端末を現場に持ち出して、管路管理システム（マッピングシス

テム)に登録している水道管路情報、各種水道台帳等の閲覧が可能なモバイル版管路管理システムを導入している。

このシステムを使用することで、休日、夜間において、管工事協同組合からの緊急施工の連絡を受けた職員が出勤すると同時に、端末を持って現場に向かうことが出来るようになった。これまでの、必要な給水台帳等の準備に要していた時間を短縮することで、施工業者とともに安全対策等二次災害防止のための適切な処理、仕切弁位置の確認、断水エリアを即座に判断することができる。

端 末

現場使用状況



(モバイル版管路管理システム契約内容)

受注者 (株) 福島情報処理センター (管路管理システムは、東京ガスエンジニアリングソリューションズ (株))

契約期間 平成 28 年 1 月 1 日～平成 32 年 12 月 31 日 (60 月) ※長期継続契約

契約金額 2,980,800 円 (月 49,680 円)

情報端末 タブレット 2 台 (水道管路等の施設情報を現場閲覧するためのタブレット型システム)

7 技術水準に関する今後の課題

冒頭でも述べたが、人員の削減、技術に精通した職員の退職で、今後さらに増加していく老朽管の維持管理が苦慮されるなか、職員一人一人が高い技術力と発想力を持たなければならない。

人事交流により、業務に精通した職員が異動したり、欠員した補充が困難な状況であり、直営体制の維持が困難になってきている。

本市においても、平成 29 年度から料金部門の包括委託が実施されており、今後、建設・維持管理部門への拡大も想定される。

委託化が進むにつれ、職員の負担減には繋がるが、これまで培ってきた技術の継承が途絶える危機感と、委託業務締結者の経営悪化及び撤退等、水道サービスの持続性の確保が課題である。

水道事故が発生した際に、適切な応急処理を行うためには、経験豊富な人材の配置が必要であり、さらには人材の育成が必須であることから、職員研修等で技術の向上を図ることで、危機管理体制・技術水準・サービス水準を念頭に置き、さらなる市民サービスに努めていきたいと考える。

災害発生時の迅速な対応を目指して
～日水協岩手県支部「応援体制等に関するアンケート」の結果より～

盛岡市上下水道局 ○梅舘 奈津実
佐越 賢一

1. はじめに

(1) アンケートの目的

日水協岩手県支部（以下、「県支部」という。）では、本年4月、県内34事業体を対象に「水道施設災害発生時における応援体制等に関するアンケート」を実施した。きっかけは、平成28年に発生した台風第10号である。この時は、被害情報が次々と寄せられる中、県支部として、各事業体への応援体制の確認と調整に時間を要した。この経験を踏まえ、災害時の応援体制について予め各事業体の状況を把握しておくことで、有事の際の迅速かつ的確な体制構築に活用しようとするものである。

今回は昨年に続き2回目のアンケート実施となるが、今回の結果から見えてきた現状と課題、そして今後の方向性について検討する。

(2) 平成28年台風第10号について

平成28年8月30日に大船渡市付近に上陸した台風第10号は、県内を縦断して甚大な被害をもたらした。特に岩泉町においては、小本川の氾濫などにより、老人福祉施設の入所者を含め20名もの死者が出るなど、県内の台風災害としては近年まれに見る大惨事となった。

県内の水道施設の被害も甚大で、岩泉町など5市町村から応急給水や応急復旧に係る要請があり、これに対して、県支部内はもとより、東北地方支部を通じて青森県・秋田県・宮城県各支部の多くの事業体からも応援を頂きながら、約1ヵ月にわたる応援活動が展開された。

(3) 岩手県の地理的特徴について

岩手県は東西に約122km、南北に約189km、広さは約15,275k㎡で、都道府県としては北海道について2番目に広い県である。

県の人口はおよそ126万人であるが、そのうち約7割（約90万人）が内陸部の北上盆地に集中している。

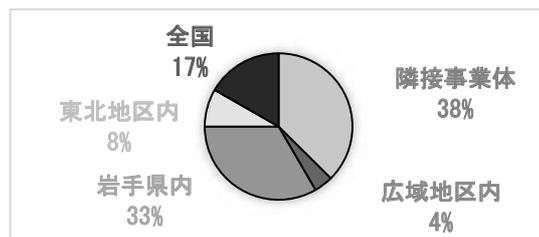
本県は面積が広いため、各市町村間の移動に時間を要し、高速道路を利用しても縦断に約2時間、横断に約3時間、内陸最南端の一関市から沿岸最北端の洋野町までは約4時間となる。

また、内陸と三陸沿岸とを結ぶ路線は北上山地の峠道が多く、ひとたび大雨による土砂災害が発生すると、主要道路が遮断されがちである。

2. アンケート結果

(1) 「給水車による応急給水活動」について

「給水車による応急給水活動が可能か？」という質問について、県内34事業体のうち、24事業体が可能との回答だった。このうち、9事業体（38%）が隣接事業体まで、1事業体（4%）が広域地区内まで、8事業体（33%）が岩手県内まで、2事業体（8%）が東北地方まで、4事業体（17%）が全国への対応が可能とのことであった。



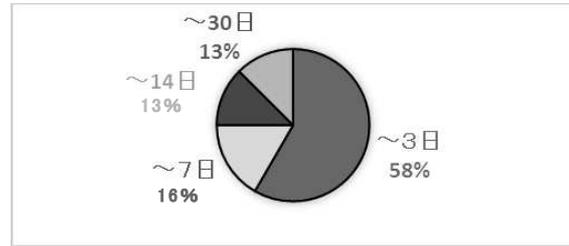
24 事業体の応急給水可能範囲

また、応急給水が可能な24事業体のうち、約8割の19事業体から、応援要請を受けてから24時間以内に出動できるという回答を得ている。

(2) 「応急給水活動の連続可能日数」について

(1)で応急給水可能と回答した事業体に対する「連続応援可能日数は？」という質問について、14事業体(58%)が連続して3日間まで、4事業体(16%)が7日間まで、3事業体(13%)が14日間まで、3事業体(13%)が30日間連続して応援活動が可能という結果になった。

人口規模の大きい事業体ほど長期間の対応が可能という傾向であった。



応急給水可能24事業体における連続可能日数

(3) 「現地での応急復旧活動」について

「現地での応急復旧活動が可能か？」という質問について、職員による応急復旧活動が可能と回答したのは3事業体、業者を同行させての応急復旧活動であれば可能と回答したのは6事業体であった。

応急復旧活動が対応できないと回答した事業体にあっては、その理由については、いずれも人員や技術者の確保が難しいことを挙げている。応急復旧には、技術や機材等の準備や、作業従事に当たる職員の確保が必要になることから、対応可能な事業体は非常に限られる。

なお、1、2名の少人数であれば支援可能という回答もあったことから、複数事業体による混成班の編成も視野に入れることができる。

(4) 「給水拠点の能力」について

「給水拠点として給水車への水の提供が可能か？」という質問について、1日に供給可能な水量として、100 m³以下が12事業体、100 m³超～500 m³以下が9事業体、500 m³超～1000 m³以下が4事業体、1000 m³超が1事業体という結果となった。

このうち、500 m³超と回答した事業体は、県内陸部の中央、沿岸部の北側及び南側にそれぞれ位置しており、災害の発生場所にもよるものの、主要な給水拠点としての役割を見込めるものである。

この結果を基に、災害時において十分な水量が確保できるかについて考察する。日本水道協会「水道事業ガイドライン」によると、災害発生直後には1人当たり1日3ℓが必要とされている。



これをもとに単純計算すると、 $1 \text{ m}^3 (=1000\text{l}) \div 3 \text{ l} \approx 333$ 人、 100 m^3 で約 3 万 3300 人、 500 m^3 で約 16 万 6500 人、 1000 m^3 で約 33 万 3000 人に供給が可能ということになる。

ここで、「盛岡市全域が断水し応急給水が必要となった」と仮定する。

盛岡市の人口は約 29 万人で、1 日当たり 1000 m^3 の給水量が確保できれば、水量は確保できることになる。今回の調査では、周辺にこの水量の確保は出来ることが確認できた。しかしながら、実際の供給に当たっては、災害の規模、給水車の台数、給水拠点との距離、給水先までの道路事情などが制約条件となることを考慮する必要がある。この傾向は、岩手県全域に拡大して考えても同様である。

3. 課題と対策

以上、アンケートを通じて、県内各事業体においては、出来るだけの応援をしようと考えていることが分かった。その一方で、人員の不足により、災害への応援体制は決して万全ではない。

応急給水の体制を見ると、災害の規模等にもよるが、災害発生から 3 日程度までは、県内事業体による対応が可能であるが、それ以降は対応が難しくなってくることが予想される。ちなみに、平成 28 年台風第 10 号の際は、8 日目から他県支部の応援をいただいている。

応急復旧に至っては、対応できる事業体がより限定され、応急復旧が進まないことにより、応急給水活動が長期化することが懸念される。

県支部としては、今回得られたデータを基に、災害時において各事業体の能力を効果的に発揮できるよう応援体制の構築を図ることとしている。

また、県支部では、岩手県管工事業協同組合連合会と「災害時における水道施設の復旧応援に関する協定」を締結しており、今後より一層連携を密にし、災害を乗り越えていきたいと考える。

最後に、今回のアンケートの結果から、今後、県外から要請があった時でも、より迅速な応援隊の派遣調整が可能となり、県内の対応のみならず、東北地方支部内、ひいては全国への応援に際しても活用していきたい。

国際研修への道：英語力がなくても単身で海外の水道施設を視察できるようになるまで

仙台市水道局 齋藤 信裕

1. はじめに

日本水道協会(以下、日水協)では各種国際研修を実施しており、そのうち専門別研修は、研修生自らが設定した調査テーマに沿って海外の水道事業体等に直接連絡を取り、訪問・視察等の調整を行って研修計画を作成し、実際に現地へ赴いて調査を行う個人研修である。本研修の目的は、研修受入先との事前の調整や現地でのやり取りを通じて、研修生の語学力・コミュニケーション能力等の向上を図り、国際感覚を養うことである。

しかしながら本研修はハードルが高いという印象が根強く、各事業体から積極的に参加を希望する職員が少ないのが実情である。本報告では、平成 27 年度(2015 年度)に本研修に参加した自身の経験を基に、準備過程等を紹介し、本研修の難易度は思いのほか高くないことを認知していただいた上で、海外の水道事業に興味をお持ちの方々に本研修への参加を促すものである。

2. 専門別研修に参加することになったら

そもそもなぜ自分が本研修に参加することになったのかを顧みると、当時の上司に呼ばれて「来年度のアレには君を推薦したい」旨を伝えられ、迷った挙句に渋々承諾という状況であり、積極的に(仕事で)海外に行ってみたいと思っていたわけでもなかった。ただ、コレを達成できたら自分の家族や親戚に自慢できるかも、という下心があったのも事実である。とにかく、「断る」というオプションがあるにもかかわらず参加を承諾した以上は、それに向けて各種課題をクリアしながら準備を進めなければならない。

(1) 英語力の向上

自分のような英語力のない人間からすると、研修の調整から実施まで自身で行う(もちろん英語で!)というのは、非常にハードルが高い。高すぎる。しかしながら英語力がないままでは進歩がないので、やはり勉強はしなければならない。もちろん、苦手なものを得意なものに変えるというのは容易ではないが、相手の言っていることが分かるくらいにはしておきたい。例えば、英会話教室に通うというも手ではあるが、それなりの効果は期待できるものの費用がかかり過ぎるような気がする。ここはテレビやラジオの語学番組やリーズナブルな語学テキスト(CD/DVD 付)を活用したい。なお、研修先の使用言語が英語以外であれば、その言語も習得した方が良好だろう。

(2) 研修先候補の決定

本研修において最も肝要な事項である。7 月頃に東京の日水協にて事前説明会が開催され、詳細についての説明を受ける。研修先の選定については基本的には「行きたい国に行く」ということであるが、条件や制限がいくつかあり、特に安全面については特段の配慮を必要とする。例えば、研修先として「外務省海外安全ホームページにおいて危険情報レベル 2 以上の国・地域を含めない」という制限があり、また、近年テロの発生も懸念されるので、予測不能ではあるが、心構えとして情報収集も重要である。自分の場合、研修先は当初フランスを候補にしていたが、2015 年 11 月 13 日(現地時間)にパリで同時テロが発生し安全面での懸念が高まったため、急遽研修先を変更することにした。紆余曲折の末、研修先候補は南アフリカに決めたが、選定に 1 ヶ月以上を要してしまった。

3. 研修先候補を決めたら

いよいよ本研修の最難関である。研修員自らが研修先候補へアポイントメントを取り、日程等を調整しなければならない。もちろん、研修員の語学力や国際感覚を養うことを目的としているので、旅行代理店や現地の日本法人・団体に頼ってはいけない。

(1) 依頼メール

まず、研修先候補の自治体または事業体等に訪問の承諾を得なければならない。担当窓口が分かっているならば、そこに依頼の電子メール(またはレター)を送れば良いが、分からない場合はウェブサイト調べて、適切と思われるアドレス宛に電子メールを送

ることになる。受け取る側からすれば、ある日突然見ず知らずの外国人から信憑性不明のメールが届くことになるので、どう対処すべきか困惑するかも知れないし、相手にせず無視した方が得策だと思われるかも知れない。したがって、研修員自身の身分や訪問の目的・期間・時期等をできるだけ具体的に書き、相手方への敬意を払った丁寧な文章を作成する必要がある。また、なかなか返事がもらえないことは往々にしてあるので、返事を催促するメールの文面もあらかじめ作成しておき、1週間ほど無反応であれば期限を明記して返事が欲しい旨のメールを送ることにする。

自分が実際に送ったメールの文面を例として以下に示す。この程度の文面でも返事が来て訪問の承諾が得られたので、参考にしていきたい。

(訪問承諾の依頼) Subject: Request for my visit to your office
Dear Sir / Madam:
I am Nobuhiro Saito, an engineer of Sendai City Waterworks Bureau, Japan. I have been engaged in water quality inspection in City of Sendai.
I will visit a few cities of Republic of South Africa as an overseas inspection tour by Japan Water Works Association (JWWA).
In this connection, I would highly appreciate if you would kindly accept my visit to your office for one day or two days during my stay in Republic of South Africa from late February through early March, 2016.
My major subjects of study at your office are as follows:
1. Outline of water supply services and facilities
2. Inspection and management of water quality
3. Countermeasure against disaster and terrorism
4. Advantage of public management in waterworks
I think it would be very helpful for me to discuss water management with staffs of your office and see the water management system using outstanding technology.
Please let me know the name and e-mail address of the person to be contacted.
I look forward to your reply.
Sincerely,

(返事の催促) Subject: Did you get my e-mail? (Request for my visit to your office)
Dear Sir / Madam:
I am sending this e-mail to check if you have received my e-mail of 7th January.
I requested you to let me know the name and e-mail address of the person to be contacted for my visit to your office, but I have not received your reply yet.
Could you please send your reply by 18th January?
If there are any problems, please let me know.
I look forward to your reply.
Sincerely,

(2) スケジュール調整

研修先候補から訪問の承諾が得られたら、日程の調整をしなければならない。基本的にはこちらの希望を伝えて、先方に調整をお願いすることになるが、できれば現地で土日を挟むスケジュールを組みたい。せつかくの海外、水道関連以外の施設や風景も入念に(自主的に)視察できる時間を確保すべきである。交渉次第では思惑どおりのスケジュールが設定可能である。

(3) 航空券と宿泊先の手配

日水協から紹介される旅行代理店数社のうちから 1 社を選び、旅行費用の見積りを依頼する。どの会社でもきちんと対応してくれるが、航空券と宿泊予約の取消期限との兼ね合いもあるので、出発の 1 ヶ月前までにはスケジュールを固められるようにしたい。

4. スケジュールを固めたら

研修先についての情報を書籍やインターネット等で調査・情報収集しておき、視察したい施設や質問事項等をあらかじめ研修先に伝えておくと、現地でもスムーズに行動できると思う。また、英文名刺は必ず必要なので、忘れずに作成しておく。なお、渡航時期が日本のインフルエンザ流行時期と重なる可能性が高いので、その予防接種は必ず受けておきたい。

(1) 研修先へのお土産の用意

やはり手ぶらで訪問するわけにはいかない、ということで研修員の地元を紹介する冊子やノベルティグッズ等を手配し、研修先へのお土産として活用する。また、研修受入れ担当者への謝礼として民芸品の類をプレゼントするのも良いと思う。お土産の費用は研修員の自腹となるが、研修先への謝意を表すためには必要であり、高価でなくても良いので、気の利いたものを用意したい。

(2) プレゼンテーションの準備

研修先を訪問した際に、自己紹介も兼ねて自身の職場や地元の紹介をする機会に恵まれるかも知れない。したがって、そういう事態に備えてプレゼンテーション用ファイル(PDF または PowerPoint 形式)を作成しておき、CD か DVD に焼いて研修先の数だけ用意し、(実際にプレゼンする・しないは別として)研修先に1枚ずつ置いてくるのが良いと思う。

5. 研修先を訪問したら

後はもう相手方の懐に飛び込むだけである。最初の挨拶さえしっかりと準備し練習しておけば、研修先に好印象を与えることができ、充実した視察になることは間違いないだろう。

写真や動画は、撮影が可能であればできるだけたくさん撮っておきたい。特に研修先の職員の方々と一緒に写っている写真は必須なので、積極的に撮影をお願いしよう。(写真1、2)

終了後、別れ際には最大限の謝意を伝えることを忘れずに。



写真1 エテクウィニ市職員の方々と筆者(右端)

6. 例えばこんなトラブル

海外旅行には、大なり小なりトラブルは付き物である。自分が実際に遭ったトラブルの一例を以下に紹介する。

南アフリカのケープタウンからドバイ経由で日本(成田)へ帰国する際、遅延のためドバイへの到着が遅れ、成田行きの乗継便に搭乗できなかった。航空会社のカウンター窓口にて搭乗便の振替を依頼し、数時間後の羽田行きに変更して、なんとか羽田に到着したものの、自分のスーツケースが出てこなかった。後日、宅配便にて自宅に届けられた。(無事で良かった！)



写真2 ケープタウン市職員の方々と筆者(中央)

7. まとめ

実際に研修先候補を決めて電子メールにて(英語で)交渉を始めてみると、思っていたより簡単に訪問の承諾を(英語で)得られ、日程の調整も(英語で)スムーズに行えた。さらに研修先では水道施設の視察はもちろんのこと、水道の様々な分野の方々と(英語で)意見を交わすことができ、これは非常に貴重な体験であった。

海外の水道事業においても日本と同じような問題があり、それに対処し解決を図っていくというプロセスは、国は違っても共通のものであり、水道に携わる方々の真摯な姿勢が、水道をインフラとしてきちんと機能させているのだということも実感した。

全行程を終えてみて、「行って良かった」と思う以上に感じたことがあった。それは「意外と、やれた」

ということである。専門知識の習得や海外の最新情報の入手という観点から見ると、全然できていなかったかも知れないが、とにかく英語力がなくても、海外の水道施設を視察し、報告書にまとめることはできたのである。

本報告が、興味はあるものの国際研修への参加をためらっている方々の背中を押すことになれば幸甚である。

夜間最小流量監視による効率的漏水調査の実践

福島市水道局 寺島 奨平

1. はじめに

調査のタイミングにより発見が左右される「漏水調査」の一方で、漏水の早期発見に多大な効果を発揮する手法が「流量監視」である。

有効率の維持・向上と漏水事故に起因する道路陥没等の二次災害防止を図るため、極力漏水を早期発見し修繕に繋げ、漏水量を最小限に留める努力をしていかなければならない。漏水防止の観点から、安定供給の持続に向けた本市の夜間最小流量監視による漏水調査の取り組みを報告するものである。

2. 夜間最小流量監視体制

(1)監視対象水系とその定義

流量監視は極力小ブロック化することで高い効果が発揮されるが、本市は、起伏に富んだ地形特性から現実性に欠けるため、水系(系統)単位で行っている状況にある。

給水戸数が多い系統は、最小流量の変動が大きく経常的に漏水が含まれていることも考えられるため、漏水の判断が困難であり流量監視に適さない。

最小流量値	0~10 m ³ /時程度 (給水戸数 1,000 戸以内程度)
流量の変動範囲	0~10 m ³ /時程度

表-1 最小流量監視に適した水系(系統)の定義

そのため、規模の比較的小さい系統を監視対象(表-1)とし、現在全 31 水系(47 系統)のうち 12 水系(24 系統)で実施している。

(2)監視基準値の設定

最小流量監視にあたり、第一に系統毎の監視基準値(最小流量の上限・下限)を定める必要があるが、基本的には前年度の実績を元に範囲設定し、水系変更や管末排水量の変更等に適宜対応している。更に監視系統内において、長距離相關式漏水探索機を用いた漏水調査を実施し、漏水のない状態における最小流量を把握し基準値の最適化を図っている。

(3)漏水の判断

各系統の配水流量は、施設管理センター中央監視室で常時監視を行っている。その中で、配水管の約7割がビニール管であり、そのビニール管漏水が多発している飯野受水池系においては、管路2ヶ所に配水流量計を増設し、本庁舎配水課執務室へインターネット回線を整備し監視を行っている。

各系統の日々の時間最小流量をグラフ化(図-1)し、流量比較を視覚的に解り易く

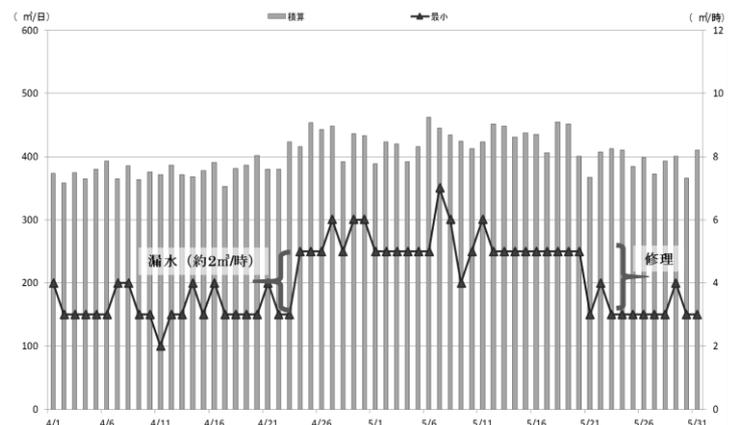


図-1 夜間最小流量監視の一例

したうえで、日々回覧し複数の目で確認することによって、異常流量か否かを判断しているものである。

3. 現地漏水探索

流量監視により漏水の可能性があると判断した場合、早速現地の漏水調査を実施する。漏水箇所の探索は、「漏水探索フロー(図-2)」に基づき行っている。

調査効率の向上を図るため、漏水履歴がある路線などを優先的に探索し、手順に従い、長距離相關式漏水探索機を用いた相關調査、路面音聴調査を併用し範囲を絞り込み、最終的に戸別音聴及び漏水確認調査により漏水箇所の特定を行っているものである。

4. 漏水発見事例

監視基準値の最適化を目的に、漏水探索フローに基づき各系統の漏水調査を順次実施している。

6月に行った調査では、地下漏水を1件発見することができた。その系統の最小流量は、基準値の上限値付近を推移していたため、漏水の疑いを持ちながら漏水探索を開始した。調査の初期段階では発見に至らず、長距離相關式漏水探索機により消火栓にセンサーを取り付け水に伝わる漏水音を拾う手法と、消火栓がない路線において仕切弁にセンサーを取り付け管に伝わる漏水音を拾う手法との双方を実施したが、調査路線に漏水は確認されなかった。続いて、ビニール管路線の路面音聴調査を実施したところ漏水反応があったため、ボーリングによる確認調査を行って漏水位置を確定した。修理の結果、最小流量を基準値の中央値付近に戻すことができたものである。

なお、東日本大震災以降、流量監視により23件漏水を発見しており効果が得られている。

5. おわりに

本市における管路の健全度は、現在約90%確保されているが、今後管路更新率を年間平均1%として更新事業を進めたとしても、将来40%まで減少する見込みとなっている。

これからの水道クライシス(危機)を見据え、将来にわたり安定供給を持続するため、漏水の早期発見に重要な手段となる流量監視を強化し、漏水調査と併用しながら、これから更に漏水防止に力を注いでいきたい。

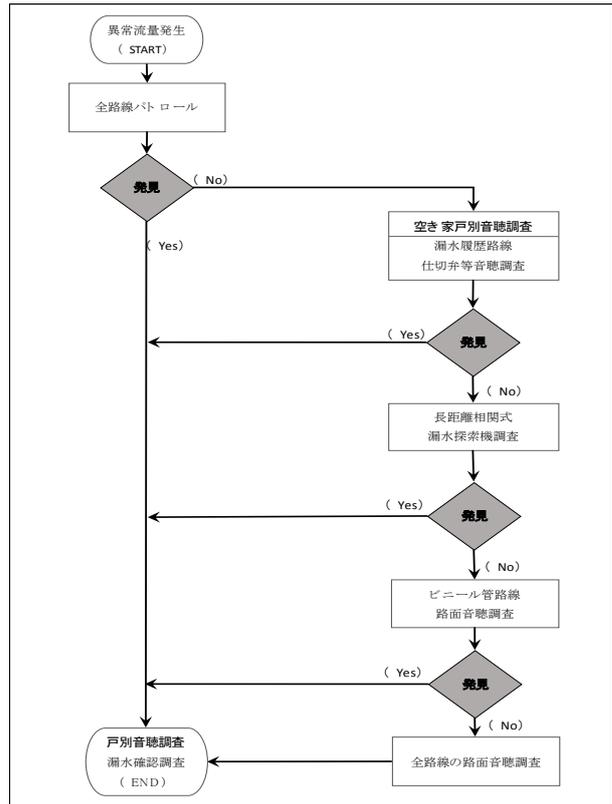


図-2 漏水探索フロー



相關式漏水調査の様子

仙台市における水道施設の長期停電対策その1（大規模施設編）

○澤田 圭介（仙台市水道局） 阪倉 裕二（仙台市水道局）
菅澤 巧（仙台市水道局） 立花 真二（仙台市水道局）

1 はじめに

東日本大震災においては、想定を超えて停電が長期化したため、水道施設の自家発用燃料の確保は困難を極めた。仙台市水道局では、地震や災害などの非常時においても安定した給水を可能とするため、平成24年度から水道施設における長期停電対策を進めているところである。

仙台市震災復興室では、平成25年度に災害時の燃料供給策として、「災害時の燃料配分に係る計画」を策定したが、直ちに市民の生命に関わる施設である病院や消防署への燃料供給の優先順位が高く、水道施設についてはそれらよりも優先順位が低く設定されており、実際の災害時には相当遅い段階での給油になることが想定される。以上を踏まえ、主要浄水場と重要施設については、停電時に72時間以上機能維持可能な設備を整備することとした。

今回は、仙台市の大規模な水道施設における長期停電対策について、その考え方と具体的な取り組み内容について紹介する。

2 東日本大震災時の長期停電の影響

東日本大震災発災以前においては、水道施設設計指針に基づき、浄水場及び停電による影響が大きい施設に24時間停電対応可能な設備（以下、対応設備とする）を整備していた。

しかし、東日本大震災時には、最大98時間に及ぶ長期停電により燃料が不足し、特に配水施設においては、給油対象施設数が多く、職員による対応に限界があったことから、燃料確保・給油が出来ず、全配水施設95箇所のうち、自家発電設備を有している60箇所全てが機能停止、及び監視不能となった。

また、国見浄水場においては自家発電設備更新工事が行われていたため、正規の燃料貯蔵設備ではなく9500のサービスタンクで運用している状態になっており、約8時間分の燃料しか無かったことから、近隣のガソリンスタンドの燃料タンクを水道局専用として借用し、ガソリンスタンドと浄水場間を職員が携行缶で運ぶ等の対応により、運転を継続することができた。

3 大規模施設における長期停電対策設備の整備方針

仙台市水道局では、主要浄水場と重要施設について、24時間対応設備整備としていた方針を改め、72時間対応設備を整備することとした。その他の施設については、比較的小規模な自家発電設備が多く、職員による給油が可能との判断から、従来どおり24時間対応設備を整備することとした（図1）。停電対応可能時間については、東日本大震災時に電力会社が復旧に要した時間（約30時間で復旧率約48%、約72時間で約78%）を根拠とした。

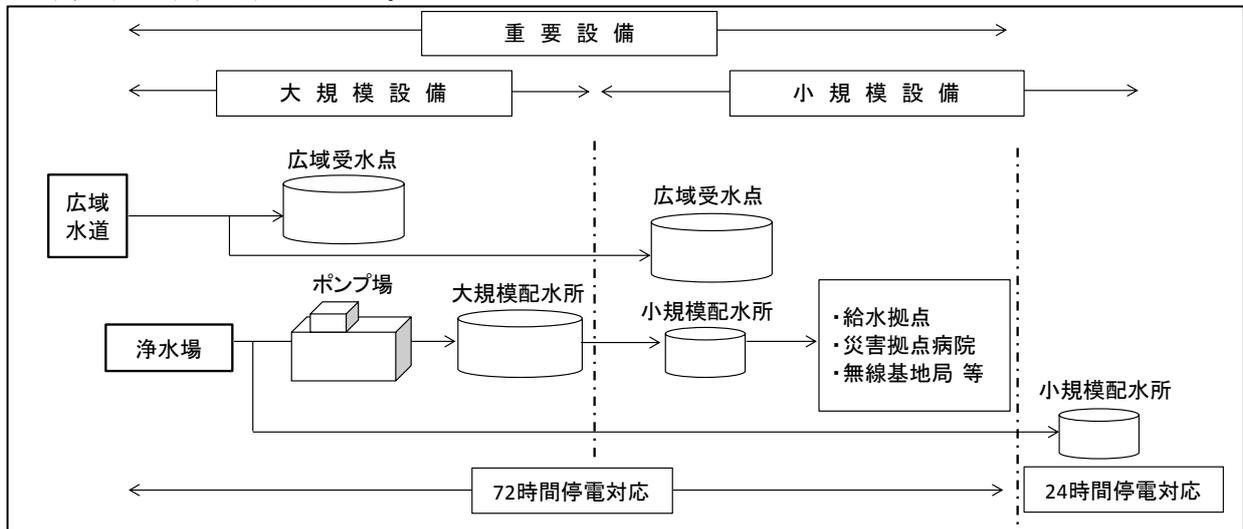


図1 停電対応可能時間設定の概要

(1) 停電対応可能時間の定義

停電対応可能時間は「水道施設が定格出力により連続運転が可能な時間ではなく、水道施設の機能を維持することが可能な時間」と定義した。ただし、現時点においては発電機用原動機方式に関わらず、自家発電設備を定格出力運転させた場合の燃料消費量をベースに、燃料貯蔵設備容量を算出している。

(2) 重要施設の選定

重要施設の選定に当たっては、以下の点を考慮した。

- 1) 容量が 2,000m³ 以上の配水池
- 2) 送水先の配水池の容量が 2,000m³ 以上のポンプ場
- 3) 宮城県広域水道受水地点
- 4) 緊急遮断弁・電動弁を設置している災害応急拠点給水施設
- 5) 配水区域に災害拠点病院が含まれている施設
- 6) 配水所と送水ポンプ場の複合施設
- 7) FWA 無線中継基地局

これらは水運用上、災害対応上及び施設機能上の要となる施設であることから、72 時間対応設備を整備することとした。本論文では、重要施設のうち 1) 及び 2) に該当する大規模施設の長期停電対策について取り上げる。

(3) 非常用発電設備原動機方式の選定

非常用発電設備の原動機には、ガスタービン方式とディーゼル方式が主に使われている。燃料消費率に注目すると、同程度の出力ではガスタービン方式はディーゼル方式と比較して 2 倍程度燃料消費率が高くなる。そのため、ガスタービン発電機を設置している施設のうち 11 施設について、燃費向上を主目的としたディーゼル方式への機種変更を行うこととした。ディーゼル方式への変更のメリットとしては、燃費の向上に加えて、油種変更による既設タンクの流用が出来る点、燃費向上に伴って小型のタンクへの更新が出来る点が挙げられる。ただし、ディーゼル方式については、大容量モデルでは冷却機構が水冷方式となり、凍結、断水等に起因する起動トラブルが発生する可能性があり、給排気設備も大規模となることから、ラジエータ方式で対応可能な中小規模クラス（～750kVA 程度）に適用することとし、それ以上の規模については負荷耐用が大きく、安定した発電が可能なガスタービン方式採用を基本としている。

(4) 燃料貯蔵設備の整備

既設の燃料貯蔵設備の容量で停電対応可能時間を満足出来ない場合には、燃料貯蔵量の増量を行うこととしている。ただし、設置スペースや費用対効果の問題等で燃料貯蔵設備の更新、増設が困難な施設については、今後負荷容量の見直しや、自家発電設備運転の効率化の検討を行うこととした。

(5) 燃料補給車の配備

大規模施設においても、ポンプ等の大容量負荷が無く、燃料貯蔵設備容量が 100ℓ未満の施設が存在する。このような施設については、燃料貯蔵設備更新での対応は経済的ではないことから、燃料補給車（平ボディトラック 2t 車 積載可能量：950ℓ）を水道局に配備し、災害時に職員が直営で給油を行うこととした。なお、燃料補給車の具体的な運用については、別論文「仙台市における水道施設の長期停電対策その 2（小規模施設編）」を参照願いたい。

4 長期停電対策工事施工事例

前述の方針に基づき整備した 3 事例を以下に示す（下線部は変更点である）。

(1) 福岡浄水場 自家発電設備更新工事

- 既設設備諸元
 - ・ ガスタービン発電装置 油種：灯油 出力：625kVA 燃料消費量：約 350ℓ/h
 - ・ 燃料貯蔵設備：地下タンク 10,000ℓ＋燃料小出槽 490ℓ
 - ・ 停電対応可能時間：約 30 時間

- 更新後設備諸元

- ・ ディーゼル発電装置 油種：軽油 出力：625kVA 燃料消費量：約 1390/h
- ・ 燃料貯蔵設備：地下タンク 10,000ℓ+小出槽 950ℓ
- ・ 対応可能時間：約 78 時間

福岡浄水場は主要浄水場であることから、72 時間対応設備を整備することとし、ガスタービン方式からディーゼル方式へ機種変更した。なお、自家発電設備更新と同時に地下タンク及び燃料小出槽の更新も行った。

(2) 国見浄水場 地下タンク増設工事

- 既設設備諸元

- ・ ガスタービン発電機 油種：灯油 出力：500kVA 燃料消費量：約 2550/h
- ・ 燃料貯蔵設備：地下タンク 9,000ℓ+燃料小出槽 950ℓ
- ・ 停電対応可能時間：約 39 時間

- 増設後設備諸元

- ・ 燃料貯蔵設備：地下タンク (9,000ℓ+10,000ℓ)
+燃料小出槽 950ℓ
- ・ 停電対応可能時間：約 78 時間

国見浄水場は主要浄水場であることから、72 時間対応設備を整備することとし、10,000ℓの地下タンクを増設した。(図 2)



図 2 国見浄水場 地下タンク増設工事

(3) 綱木坂送水ポンプ場 自家発電設備更新工事

- 既設自家発電設備諸元

- ・ 型式：ガスタービン方式 油種：灯油 出力：875kVA 燃料消費量：4390/h
- ・ 燃料貯蔵容量：地下タンク 13,000ℓ+燃料小出槽 950ℓ
- ・ 停電対応可能時間：約 32 時間

- 更新後自家発電設備諸元

- ・ 型式：ディーゼル方式 油種：軽油 出力：875kVA 燃料消費量：1900/h
- ・ 停電対応可能時間：約 73 時間

綱木坂送水ポンプ場は送水先の配水池容量が 10,000m³の送水ポンプ場であり、重要施設であることから 72 時間対応設備を整備することとした。既設発電機の出力が 875kVA であることから、3(3)及び 3(4)に示した整備方針により、ガスタービン方式を採用し、燃料貯蔵量の増量を行うことが基本である。しかし、容量約 18,000ℓ分のタンクを増設する必要があるため、設置スペース等の問題から現実的ではないと判断し、給排気設備が大規模になる等のデメリットはあるが、ディーゼル方式への更新及び既設タンクの油種変更を行うこととした。

5 まとめ

長期停電対策は、東日本大震災のような災害が発生した場合においても、市民へ「命の水」の供給を継続するために不可欠なものである。仙台市では、非常用発電設備をガスタービン方式からディーゼル方式に変更することによる燃料消費量低減や、燃料貯蔵量の増量により、重要施設については 72 時間、それ以外の施設については 24 時間の停電対応可能時間を確保する取り組みを進めているところであり、平成 29 年度までに主要浄水場への整備を完了している。

今後は、主要浄水場以外の重要施設についても 72 時間対応設備の整備を進める予定である。さらに、燃料貯蔵量が増加したことに伴う燃料の品質管理や、ポンプ運転・停止に連動した自家発電設備の間欠運転による燃料消費量低減策等の課題について検討を行い、災害時における非常用発電設備の安定稼動に万全を期すことで、災害に強い水道システムの確立に努めていきたい。

仙台市における水道施設の長期停電対策その2（小規模施設編）

○阪倉 裕二（仙台市水道局） 澤田 圭介（仙台市水道局）
菅澤 巧（仙台市水道局） 立花 真二（仙台市水道局）

1 はじめに

仙台市では、浄水場や送水ポンプ場、配水所等の停電対策として、非常用自家発電装置を整備し、概ね24時間分の燃料を備蓄していたが、東日本大震災においては、54～98時間に及ぶ停電が継続するなど、想定を超える長期停電となり、ポンプ場等が送配水停止となったほか、主要4浄水場も自家発電燃料（灯油・軽油）の確保には困難を極めた。この状況を踏まえ、「非常用自家発電設備は、主要浄水場と重要施設については72時間の停電対応を目標とし、その他の施設については24時間の停電に対応可能な設備とする」との方針が決定され、これに基づき整備計画を策定し事業を進めている。

本論文では、小規模施設等への長期停電対策の考え方について述べ、更に、燃料補給車による対応策と、それに伴う訓練及び燃料を確保するための協力体制について紹介する。

2 燃料補給の考え方について

仙台市水道局では、配水池容量が2,000m³以下の配水施設を小規模施設と定義し、その中でも、下流に給水拠点や災害拠点病院等があるものを重要施設としている（表1の通り）。大規模施設（大規模施設編参照）および、燃料タンク容量が100ℓ以上の小規模施設かつ重要施設については、順次タンク更新増設および更新を行っているが、燃料タンク容量が100ℓ以下の小規模施設10箇所についても同様な工事を行うと、多大な費用と期間を要することから、重要施設であっても燃料タンクを増設しない事とし、長期停電時には燃料補給車による巡回給油で対応することとした。

燃料補給車は、燃料タンク増設工事の費用よりも購入費が少額で、小規模配水施設のうち、計10箇所の重要施設燃料433ℓを1度の巡回により給油することが可能である。

表1 停電対策の分類

	重要施設 72時間停電対応	その他施設 24時間停電対応
小規模施設	24時間以上の停電は 燃料補給車で対応する (10箇所)	状況に応じ燃料補給車対応
大規模施設	燃料タンク増設・更新	—

3 燃料補給車による訓練について

(1) 概要

燃料補給車は、平成27年度に配備した平ボディトラック2t車（4WD）である。重要施設以外の配水施設へも給油を行う場合が想定されることから、燃料補給車の容量は950ℓとした。2tトラックであるため、普通免許で運転できるが、一般的な普通自動車とは形状も異なり、燃料積載による独特な振動もあるため、局職員は日頃から運転に慣れておく必要がある。また、災害時に迅速に対応するため、補給方法や巡回先の確認のため、燃料補給訓練（図1）を定期的に行っている。

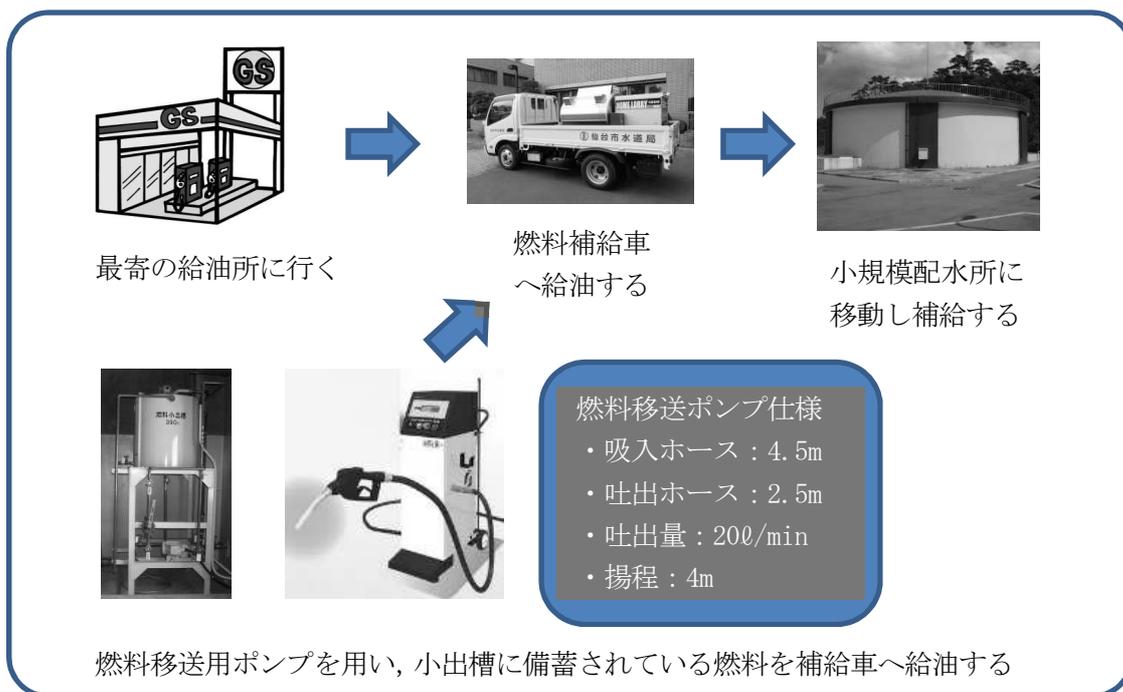


図1 燃料補給訓練手順

燃料移送ポンプ（図2）も導入したため、長期保管されがちな大規模配水施設の軽油を、劣化する前に燃料補給車両積載タンクに回収し、燃料が不足している他の配水施設へ給油することも行っている。

燃料移送の取扱いについては、地下燃料タンクから燃料補給車両積載タンクに移送する場合、危険物取扱者（乙種4類または甲種）が必要となる。ガソリンスタンドでの給油の際は1日の補給量を指定数量（1,000ℓ）以下にする必要がある。



図2 燃料移送ポンプ

(2) 実施体制

訓練（図3）は、非常配備時において「設備班」と「施設班」を構成する局職員で行っている。設備班は、平時には浄水場を除く配水施設の維持管理を行う部署の職員で構成される。施設班は、浄水場や大規模配水施設の工事・設計を行う部署の職員から編成される。

毎年5月から、設備班の異動研修の中で運転を中心に訓練している。7月までは設備班のみで、7月以

降は施設班と合同で、2週間に1回のペースで年間20回程度の訓練を行っている。給油所または燃料移送用ポンプから燃料補給車に給油し、1回あたり配水所4、5箇所へ補給するのだが、重要施設以外の配水施設も含む、合計37箇所へ巡回するため、8種類のルートを設定している。



図3 燃料補給訓練の様子

4 燃料供給を確保するための協力体制について

(1) 給油所（ガソリンスタンド）の協力について

東日本大震災の際、給油所から優先的に燃料供給を受けた。また、当時水道局で導入していなかった燃料補給車の貸与を受け、浄水場や配水施設への効率的な給油が可能となった。再び大規模停電した際、地下タンクの燃料までも枯渇した場合、給油所から燃料の供給を受ける必要がある。

仙台市水道局は、市内5箇所の給油所に対し、平成26年3月20日に「災害発生時における情報の提供及び燃料供給の協力要請」を行ったほか、小規模配水施設のガスタービン発電機への灯油の供給を毎年依頼し、協力体制の維持を図っている。

(2) 他都市との燃料供給の相互協力体制について

仙台市は、「21大都市災害時相互応援に関する協定」を東京都及び政令指定都市と締結しており、また仙台市水道局は、「19大都市水道局災害相互応援に関する覚書」のほか、平成24年11月20日に「仙台市水道局と新潟市水道局の災害相互応援に関する覚書」を新潟市と締結しており、災害発生時における応急給水・応急復旧等に必要の職員の派遣、必要な資機材のほか、燃料、物資等も提供することとなっている。他都市からの応援要請に基づき応援隊を派遣する際、必要に応じ後方支援隊の構成車両として燃料補給車を派遣し、給水車や復旧作業車両・重機等へ燃料を補給することも可能である。

5 おわりに

仙台市水道局における小規模配水施設の長期停電対策について紹介した。燃料補給車は、燃料タンク増設と比較して低コストで導入でき、施設への巡回給油により、長期停電時であっても施設の運転を継続することができる。原則普通免許だけで使用可能であるため、災害時に備え、局職員が自ら運転する給油訓練を行っているが、より実践的な訓練内容にするべく検討していきたい。燃料の品質確保に関して、燃料貯蔵設備については、自家発電装置の点検により燃料の消費・補充を行い、また燃料補給車両タンクは、点検を年1回実施しているが、長期保管についてはまだ明確な方針がない。これらの現状を踏まえさらなる検討を行い、災害時等も速やかに水の安定供給を再開できるよう、長期停電対策を強化していきたい。

横内浄水場 3号ろ過池内部調査について

青森市企業局水道部

○岩田 司

武井 英樹

1 はじめに

横内浄水場は青森市内の基幹浄水施設のひとつで、明治 42 年に全国で 13 番目に水道が開設された当時から存在する歴史ある浄水場である。その処理方式は緩速ろ過方式を採用しており、創設当時は、施設能力 4,150m³/日で普通沈澱池 2 池、ろ過池（1～3 号）3 池、配水池（1、2 号）2 池であった。その後 2 回の拡張事業を経て、現在は施設能力 50,000m³/日で、普通沈澱池 4 池（北系、南系各 2 池）、ろ過池が北系 4 池（1～4 号）、南系 8 池（5～12 号）の 12 池、配水池 5 池（1～5 号）で運用している。

横内浄水場北系 1～3 号ろ過池は、昭和 43 年の十勝沖地震の際に一部補修工事を行っているものの、ほぼ明治 42 年創設当時の施設で、近年、ろ過速度の上昇に比例し、ろ水濁度の上昇傾向がみられることから、3 号ろ過池について、ろ材を全て搬出し、現状及び補修等の必要性について確認することとした。本発表では、100 年以上経過したろ過池の内部構造を目にする貴重な機会を得たので、その内部構造について紹介する。

2 3号ろ過池現況

3 号ろ過池の現況は、表 1 のとおりである。砂層厚については直近の削り取り作業時に確認したもの、砂利層厚については図面と砂層厚から求めた数値である。運用状況については、ろ水濁度上昇の懸念からろ過流量を一定で運用している。

表1 3号ろ過池現況

躯体構造	石積みコンクリート造り 鉄筋コンクリート内張り
形状	31.50m×26.97m×2.36m
砂面積	849m ²
砂層厚	700mm
砂利層厚	310mm
運用状況	ろ過速度 2.1m/日一定

3 調査方法

1) 調査期間

ろ材搬出および調査は、平成 29 年 6 月から 9 月の 4 か月で実施した。

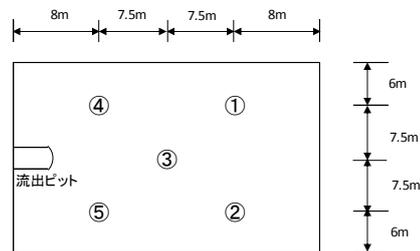
2) 躯体調査

重機および人力でろ材を全て搬出した後、亀裂等損傷個所について目視で確認した。

3) ろ材試験

ろ材を搬出する際に、ろ過砂およびろ過砂利の現況について調査した。調査には、JWWA A 103:1988 の「使用中のろ過砂及びアンスラサイトの試験方法」及び「使用中のろ過砂利の試験方法」を参考にした。また、平成 29 年度 7 号ろ過池の更生工事の際にろ材について同方法で調査した結果（表 3）と比較した。

図1 採取地点



検体とするろ過砂、ろ過砂利は、図 1 に示す地点で砂面から約 20cm 間隔で上層、中層、下層のろ過砂と粒径ごとの砂利層から砂利を採取し、それぞれの試料について洗浄濁度、過マンガン酸消費量及び付着物量を測定し、各層の汚れ具合と、汚れに占める有機物量を調査することとした。

4 調査結果

1) 躯体

壁面、床面の損傷は、目視による点検の結果、補修等の必要性はなかった。

集水装置は、図面上、集水ブロックではなく、レンガが敷き詰められていると思われていたが、砂利層を掘り上げていくと、写真 1 のとおりレンガと大きな角石で構成された集水渠が現れた。レンガはモルタルにて固定されていて、支渠は主渠を中心に左右対称に 2100mm 間隔で 14 本配列され（写真 2）、主渠は大きな角石で蓋をしたような構造となっていた（写真 3）。集水渠は、ろ材を全て搬出した後、洗浄し、破損したレンガは新しいものと交換し、組み直した。

2) ろ材試験結果

調査結果を表 2 に示す。各採取地点の結果を層毎に平均したものである。

①ろ過砂

洗浄濁度、過マンガン酸消費量、付着物とも 7 号ろ過池と同様に上層は中、下層よりも汚れが多いが、上層については無機質な付着物の量が多く、中、下層は汚れに占める有機物の割合が多い。

②ろ過砂利

搬出前までは、南系ろ過池のように、粗粒を下層に細粒を上層に順序良く敷きならされていると思われていた。しかし、実際には当時の敷設仕様によるものと思われるが、粒径ごとの層になっていないばかりか、様々な粒径の砂利が混在している状態で形成され、ほとんどが JWWA 規格外であった。（写真 4）

汚れ具合については、様々な粒径が混在していることから、まとめて砂利層として調査した。ろ過砂層より汚れが多いが、その汚れは有機物のものは少なくほとんどが無機質なもの

であることがわかった。

写真1



写真2



写真3



写真 4



表2 3号ろ過池調査結果(平均)

	洗浄濁度	KMnO ₄ 消費量	付着物(SS)	KMnO ₄ /付着物	
		(mg/g)	(mg/g)		
砂	上層	21.8	1.24	5.6	0.22
	中層	14.5	0.59	1.6	0.37
	下層	9.6	0.40	1.4	0.31
砂利	87.7	0.34	5.3	0.07	

表3 平成29年度 7号ろ過池調査結果(平均)

	洗浄濁度	KMnO ₄ 消費量	付着物(SS)	KMnO ₄ /付着物	
		(mg/g)	(mg/g)		
砂	上層	37.9	2.13	5.8	0.36
	中層	5.2	0.17	1.3	0.13
	下層	10.3	0.23	2.1	0.12
砂利	上層	10.9	0.07	0.9	0.09
	下層	4.7	0.08	0.3	0.28

5 おわりに

今回、明治42年の横内浄水場創設当時から100年以上も使用している北系3号ろ過池について、ろ材を全て搬出して内部の様子を実際に目にする機会を得た。その内部の構造は、現在の一般的な構造である南系ろ過池とは大きく違い、大きな角石とレンガで構成された集水渠等は歴史的資料となりうるものであった。

また、ろ過砂層、ろ過砂利層の調査の結果から、100年以上経過したろ過池であっても、内部の汚れ具合の傾向が南系ろ過池と一緒であることから、未ろ水処理する過程、機能は同様であることが確認できた。

今回の調査の結果、3号ろ過池躯体の劣化は少なく、今後3号ろ過池については、主渠、集水渠、ろ過砂利及びろ過砂を洗浄し、それらを再利用して敷設した後、ろ過を再開し、濁度、細菌検査により使用可能かどうか判断していくものとする。また、この結果を基礎資料として他の1号、2号ろ過池について今後の維持管理方針を検討するものとする。

フランジパッキンは今、ここまで進化した

最上川中部水道企業団
○岩瀬達哉 会田達仁

1. なぜフランジパッキンに着目したのか

フランジとは、英語で錨（つば）という意味だとこのテーマを決めてから初めて知りました。

我々水道人にとってフランジは、とても縁の深いものであり、当たり前にも多用してきた歴史ある継手です。

しかし昨今、耐震性能のない忌むべき存在であるという理由から、迫害を受けてはいないでしょうか。

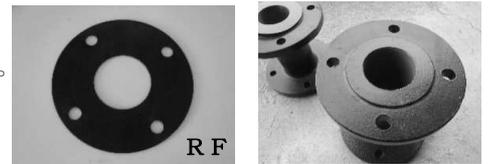
横埋設部におけるフランジレスは確かに耐震管路において有益であると私も思います。現に当企業団でもそうしています。

ところが、未だにフランジが必要な場面があることは確かです。例：減圧弁や量水器の前後、空気弁、水管橋など
どうせ切っても切れぬ縁ならば、より性能の良いパッキンはないものなのか。それが調査のきっかけです。

2. フランジパッキンの種類

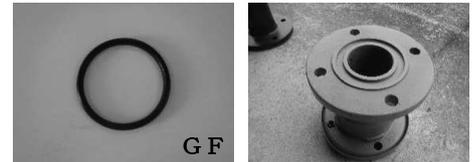
RF (Raise Face) フランジパッキン

全面パッキンとも呼ばれている、フランジ接合で一番ポピュラーなものです。接合時は片締め、締め付けトルクのバラつき、経年劣化による軸力低下等が懸念されるため、相応の施工技術が要求されます。



GF (Groove Face) フランジパッキン

直訳で『溝』という言葉どおり、溝切加工面にゴムリングを挟む仕様です。メタルタッチ（金属と金属が触れ合う）の効果でパッキンの潰し代、ボルト軸トルクも一定になることから、優れた止水性能を発揮します。しかし、接合時に締めすぎて粉体塗装が欠け落ちることがあるため、衝撃を与えぬよう隙間ゲージ及びトルク管理を慎重に行うなどの注意が必要です。



3. フランジ接合における注意点

二者の接合におけるデメリットを整理すると、以下のとおりとなります。

- ・人によって力の入れ加減が違うので、トルク管理を要する。状況によってはトルクレンチが入らない場合もある。
- ・片側に偏重せぬよう、ボルトを均等に万遍なく締めていかなければならない。
- ・RFパッキンは薄くペラペラなので、限られた隔離しかしないような隙間には入れにくい。
- ・GFパッキンは溝に挟みこんでもすぐポロっと落下するので、接着剤（使用可能溶剤のみ）が必須である。
- ・フランジ/ボルト/ナットの組み合わせでは、強い外力が加えられたときにボルトにストレスが溜まり伸びて離脱する。

4. 新たな製品の登場

LSPフランジ結合補強具というものをご存知でしょうか。

東日本大震災以降、現地を調査した技術者により開発されて、近年じわじわ採用実績が増えています。

先の熊本地震においても、採用された水管橋のフランジ部における被害はなかったそうです。

L o c k S U Sという名のとおり、ステンレス芯金板をゴムで挟んだパッキン（以下、「LSPパッキン」という）です。この製品は、適度に厚く重さがあるので扱いやすく、施工性に優れているという特徴があります。

また、特筆すべきはその汎用性で、この一枚でRFでもGFでも両方のフランジ接手に対応可能です。

そして、最大のメリットとしては、金板に底当りを感じるため、均等なパッキンの潰し代を確保できるということです。

これにより、軸トルクにバラつきがあっても十分な止水性があります。施工不良による漏水も発生しにくいです。

さらに、特殊な加工を施したナット（緩み防止工夫）を用いることにより、ボルトの緩みも大いに軽減できます。





万が一、ボルトの伸び代で漏水したとしても、増し締めにより止水することができるという優れモノです。

5. LSPパッキンの有用性

①経済性に優れている

ここでいう経済性とは、初期費用というよりはアフターケアで、将来の漏水の発生しにくさ及び維持管理費用です。値段的には従来のものと比較するとかなり高いですが、安心を考えれば決して高くはありません。

(ボルト/ナット含む)	φ75	厚さ	φ100	厚さ	φ150	厚さ
R F フランジパッキン	3,120円	3.0mm	3,240円	3.0mm	4,920円	3.0mm
G F フランジパッキン	2,840円	8.0mm	2,910円	8.0mm	2,990円	8.0mm
L S P フランジパッキン	13,000円	4.6mm	19,000円	4.6mm	24,000円	4.6mm

※あくまでも参考価格です

②施工性が格段に向上

トルク管理が一切不要ということがとてつもなく大きなメリットです。

この特徴により、狭いスペースでトルクレンチが入らないような場所でも締めつけることができます。

また、締める順番も問わないため、近いところから順繰り締めていけるので効率が良いです。



狭い空気弁室内の施工も◎



消火栓の接合部及び高さ調整も◎



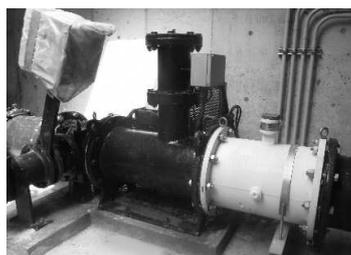
③横配管フランジパッキン交換が容易

破損したフランジパッキンを引き抜き交換する場合も、硬さのあるLSPパッキンならば差し入れることが可能です。

この限られた隙間に多少の水をもるともせずパッキンを無理矢理にでも入れられることで助かるケースが多いはずで



メーター交換やパッキンのみの交換も◎



配水場ピット内等の限られた空間の施工性も◎



6. これからの課題

埋設部管路（横配管）において、ソフトシール弁や消火栓とのフランジ接合における耐震を考えたとき、当企業団ではGFパッキン+フランジサポート（ボルト置換式）による補強を行ってきました。しかし今回、それに成り代わる存在としてLSPパッキンボルトナット接合という選択肢が増えました。まだ歴史の浅い資材ですが、持っている潜在能力は高いので、費用面や施工性、強度や他団体の実績等を、今後ともメーカーさんから追跡聴取していきたいと思

上下水道管路情報自由閲覧システム導入の効果と課題について

秋田市上下水道局 ○ 川辺 正樹
長谷部 稔

1 はじめに

本市では、「いつでも いつまでも 秋田市の上下水道」を基本理念に掲げた秋田市上下水道基本計画の経営の基本方針に基づき、お客さまサービスの向上、業務の効率化のため、平成 28 年 10 月に上下水道管路情報自由閲覧システム（以下「自由閲覧システム」という。）を導入した。ここでは、自由閲覧システムの導入効果と、運用後の課題について報告する。

2 導入の経緯

本市では、平成 20 年度に稼働した上下水道統合型管路情報システムにより、上下水道管路や給排水設備等の情報を、窓口でお客さまに説明しながら提供している。上下水道施設が同時に閲覧できることから、利便性は向上したものの、特に給排水業務において、窓口業務が混雑することがあり、指定給排水設備事業者やお客さまに不便をかけることがあった。

こうしたことから、これらの情報を誰でも自由に閲覧できるシステムを導入することとした。

基本理念	経営の基本方針	具体的施策
いつでも 秋田市の 上下水道 いつでも	1 安全な水道水の供給	原水の安定性確保ほか2施策
	2 快適な生活空間の維持向上	未普及区域の解消ほか1施策
	3 災害に強い上下水道の構築	施設の耐震化ほか4施策
	4 お客さまサービスの向上	利便性の向上ほか1施策
	5 経営基盤の強化	事業運営の効率化ほか2施策
	6 環境への配慮	有効率・有収率向上ほか1施策

図 1 秋田市上下水道事業基本計画の基本理念

3 システムの導入検討と概要

(1) 導入検討

自由閲覧システムは、平成 27 年度から導入の検討を始め、28 年度に本格的な構築に着手した。なお、システムの導入に当たっては、利用者が容易に利用できる一方で、個人情報保護対策が必要であるほか、図面の複写費の徴収方法など多くの課題があった。

そこで、先進地の仙台市や山形市の協力を得ながら、これらの課題に対し検討を進め、表 1 のとおり対応することとした。

表 1 システム導入時の課題と対応

No.	課題	対応
1	容易性・機能性	
	検索方法	住所と水栓番号のみに限定
	操作性	専用画面、タッチパネル操作
	印刷範囲の確認	印刷画面のプレビュー機能
2	個人情報・機密保護	
	利用上の注意	利用規約を表示し同意
	個人情報保護	属性や画像データの表示制御
	テロ対策	重要施設を非表示
3	徴収方法等	
	図面印刷代の徴収	課金装置導入、料金投入後印刷
	領収書の印刷	レシートプリンタにより出力
	印刷数の集計	上下水道ごとに集計する機能

(2) システムの概要

自由閲覧システムは、写真1のとおり、タッチパネルのパソコン、プリンター、課金装置等で構成しており、上下水道統合型管路情報システムサーバーのネットワークに接続していることから、上下水道管路施設等は最新の情報が閲覧できる。

なお、図面の複写費は表2のとおり、カラーを50円、白黒を10円に設定している。

また、図2のとおり、タッチパネルで操作することが可能であり、注意事項に同意(②)した上で、住所又は水栓番号から検索し(③)、情報が閲覧できる(④)。これらの情報は、縮尺や上下水道の表示制御の変更など画面の上にあるボタンで容易に変更することが可能となっている。

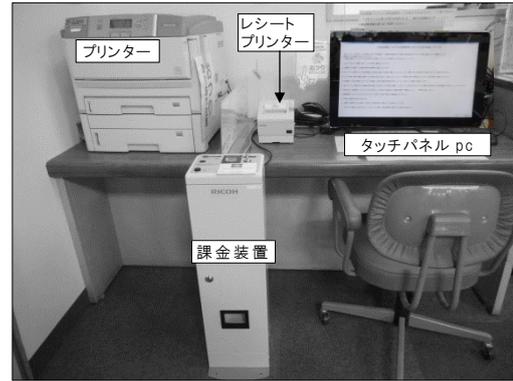


写真1 自由閲覧システム設置状況

表2 システム利用の概要

項目	利用の概要
設置場所	上下水道局川尻庁舎1階 給排水課
利用時間	8:30~16:30(平日)
複写費	カラー50円、白黒10円(消費税含む) 閲覧および位置図複写: 無料
閲覧情報	(1) 上下水道管路の布設位置、 布設年度、管種、口径等 (2) 給水管の布設位置、管種、口径、 水道メータ口径等

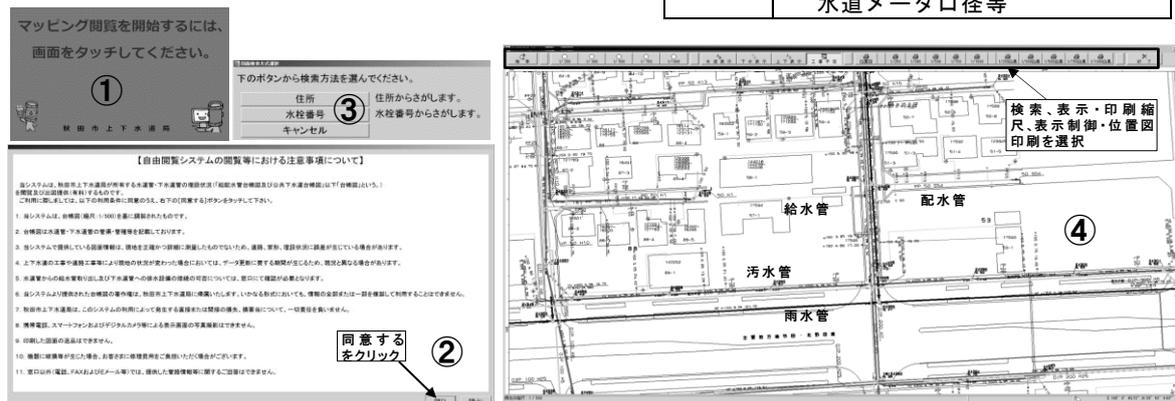


図2 自由閲覧システムの画面（起動から閲覧までの流れ）

4 業務内容

自由閲覧システムに係る主な業務は、図3のとおり。閲覧時に操作方法が分からないお客さまに対して説明等を行っており、また、準備や閲覧終了後は、現金を扱うことから、予め指定した現金取扱員が対応している。

No.	主な業務内容
1	課金装置に現金準備
2	閲覧開始(8:30)
3	終了(16:30)
4	現金回収、集計表作成
5	おつり入替
6	日報・納付書作成
7	現金納付、領収書受領
8	日報作成
9	現金金庫保管

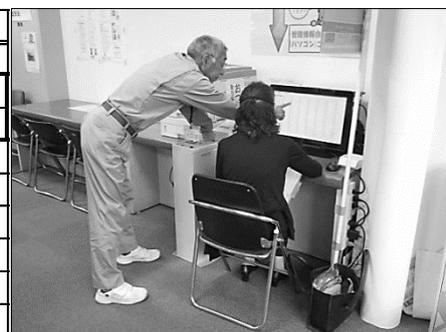


図3 主な業務内容と閲覧者への操作方法の説明状況

なお、領収書の交付については、課金装置による記録紙をもって領収書に代えることができるように、上下水道局の財務規程を改正した。

5 導入効果

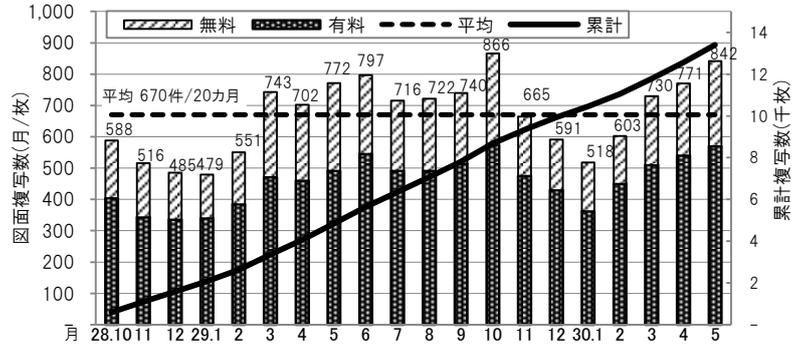
表3および図4のとおり、平成30年5月までの複写数は、無料の位置図を含め約13,400枚であり、年々増加傾向にある。

このように、自由閲覧システムの利用者が増えたことは、容易に利用できる環境が整ったことにより市民サービスが向上したほか、窓口業務の混雑解消に伴い業務の効率化を図ることができたものと考えている。

表3 年度別の複写数と複写費

年度	複写数(枚)			月平均	複写費(千円)
	有料	無料	計		
28	2,278	1,084	3,362	560	110
29	5,795	2,627	8,422	702	278
30	1,110	503	1,613	807	53
計	9,183	4,214	13,397	670	441

(注)平成30年度は5月31日現在



6 課題

これらの効果があった一方で、微増であるものの、利用者が増えてきたことで、混雑する時間帯がある。そこで、今年度の時間ごとの複写数を図5にまとめた。複写数は、午前が約6割を占め、特に9時から11時に多くなっており、閲覧が集中している。

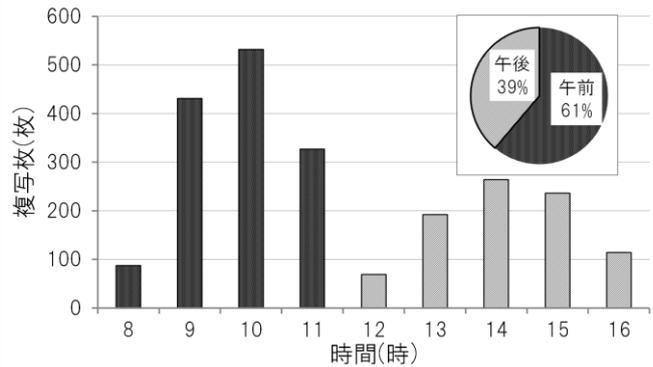


図5 時間ごとの複写数
(平成30年4月1日~6月22日)

また、印刷と閲覧が可能なパソコンをそれぞれ1台設置しているが、代替機がないため、故障時の対応が課題となっている。加えて、今後はスマートフォン等の普及により、閲覧画面を撮影し複写費の支払いを回避することも想定されることから、こうした課題への対応も必要となっている。

7 今後の取組

これらの課題に対しては、機器の増設や職員の定期的な見廻りなどが考えられるが、これは費用と業務の効率性等を考慮しながら対策を検討する必要がある。

当面の対応として、利用状況等のデータ収集や、利用者へのアンケートなどにより意見や要望を調査したうえで、これらを分析し対策を講じていきたいと考えている。また、先進地の事例も調査しながら、お客さまサービスの向上、業務の効率化のため、より良い環境作りの構築に向け取り組んでいきたい。

検満メーター取替業務の課題

福島市水道局 加藤浩美

1. 福島市の現状

福島市には、現在、φ13mmからφ150mmまでのメーターが、おおよそ131,400個（平成29年度末）設置してある。

これらのメーターは、計量法に基づき8年ごとの取替が義務付けられていることから、検満後の使用を避けるため、検満となる1年前に年間おおよそ18,000個から19,000個の取替を行っている。

また、業務は外部委託で実施しており、受注者は、

- ・検満メーターの取替
- ・不動、破裂等メーターの取替

の各メーター取替と合わせ、給水装置点検として

- ・水抜栓機能点検
- ・宅内漏水調査
- ・防寒装置状況点検
- ・止水栓確認

を実施している。

口径毎のメーター取付数量

口径	数量
13mm (S)	1,309
13mm	84,535
20mm	40,519
25mm	2,762
30mm	955
40mm	695
50mm	529
75mm	71
100mm	18
150mm	4
合計	131,397

過去3年間の検満メーター取替実績

平成27年度		平成28年度		平成29年度	
口径	個数	口径	個数	口径	個数
13mm (S)	220	13mm (S)	230	13mm (S)	140
13mm	12,482	13mm	11,931	13mm	12,619
20mm	5,516	20mm	5,441	20mm	5,487
25mm	291	25mm	336	25mm	384
30mm	135	30mm	148	30mm	138
40mm	112	40mm	104	40mm	75
50mm	66	50mm	0	50mm	72
75mm	17	75mm	0	75mm	10
100mm	4	100mm	0	100mm	3
150mm	0	150mm	1	150mm	0
合計	18,843		18,191		18,928

2. 取替時の課題

現在検満メーター取替の際、大きな課題となっているのは漏水への対応である。

一般的に止水栓やメーターボックス内を操作することは、検満メーターの取替時以外、殆ど無いと考えられる。

検満メーター取替の際、作業を実施すると、経年劣化している給水装置においては漏水が発生する場合があります。受注者には、特に老朽管の取り扱いには慎重に対応するよう指導をしているが、漏水した場合は、取替に起因することであり、取替業務受注者に修繕を行わせ局が費用を負担している。

また、取替前に漏水調査を実施し、漏水を発見した際は、お客様に修繕を行ってもらってから、取替作業を実施している。

しかし、漏水は検満メーター取替後に、お客様の通報や検針の際に発見する 경우가多く、漏水個所の殆どが老朽化した止水栓や給水管からの漏水である。基本的には、漏水修繕についてはお客様負担としているが、お客様には老朽化が原因での漏水であることを説明しても、「メーターの取替前は漏水していなかった」と費用負担についての理解が得られない場合があります、この状況が大きな問題である。

過去4年間の検満メーター取替時の漏水件数

平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度
47 件	60 件	76 件	68 件
止水栓漏水	止水栓漏水	止水栓漏水	止水栓漏水
給水管漏水	給水管漏水	給水管漏水	給水管漏水
1,359 千円	1,983 千円	3,380 千円	2,699 千円

3. 他都市の状況

福島市では、平成 30 年 3 月本市と同規模の都市を選定し他都市へ、検満メーター取替の際発生する漏水への対応等についてアンケートをお願いした。

アンケート結果を以下に示す。

検満メーター取替後の漏水修繕対応のアンケート結果について（12市による回答）

修繕費用の負担について	発注者が修繕費用を負担 10市 受注者が修繕費用を負担（止水栓修繕含む）1市 所有者が修繕費用を負担 1市
修繕の範囲	メーターの一次側（第一止水栓～メーター）7市 メーターBOX内 2市 規定等の有無（有：2市 無4市）
修繕対応期間の有無	期間の定め（有：4市 無：5市） 回答なし 3市
修繕の体制	各事業体 2市 受注者 8市 その他 1市
予算の計上	有 10市 無 1市

他都市の回答では、検満メーター取替後の漏水修繕については、各事業者での負担により修繕をしているという回答が殆どであり、中には、期間を設けて修繕を実施しているという回答もあった。

4. 今後

現在、配水管などの水道施設の老朽化と更新が大きな問題となっている中、給水装置においても、老朽化の問題は深刻である。

住宅の建て替えなどにより、宅内の給水装置については、新しいものに取り換えられてはいるが、配水管から第一止水栓までは、現状のままである場合もあり、検満メーターの取替時や取替後に漏水が発生する可能性が考えられる。

本市において、厳しい財政状況の中、検満メーター取替業務の中で発生させた漏水については、水道局が修繕することは致し方ないが、老朽化により漏水しているものについては、お客様の財産であり、厳しい財政状況の中で、水道局が修繕することは考えられない。

今後、検満メーター取替と漏水修繕については、より、お客様に対してのきめ細かい説明と、明確な修繕基準が必要であると考えます。

小規模河川における降雨後の濁度回復シミュレーションについて

山形市上下水道部 ○菅井敦久

1. はじめに

近年の降雨の傾向として、突発的かつ局地的な大雨（いわゆる「ゲリラ豪雨」）の発生が以前よりも多くなっている。ダム貯留水を水源としている緩速ろ過方式の浄水場は、豪雨によりダム湖水の濁度が上昇した場合に回復までに時間を要する。その間の臨時水源として浄水場近くの小規模河川から取水しているが、当然ながら、その小規模河川も大雨の際に濁度が上昇して取水停止を継続せざるを得ない場合がある。

そのような場合、配水池水位の低下と河川濁度回復の状況から、取水再開のタイミングを計ることとなる。配水池水位については過去の実績からある程度予測できるが、河川濁度の回復については、経験等の感覚的な判断かつ長時間の現場待機によって対応している。このことから、小規模河川であればある程度の回復時間を予測できないかと考えた。

2016年8月の短期間で東北地方に豪雨をもたらした台風7号、9号及び10号については、その際の河川濁度に大幅な上昇がみられ、取水を停止せざるを得なかったが、この際の河川濁度等のデータを生かし、河川濁度の回復までの時間を予測できないか検討を行った。上記台風後の河川濁度の減少状況に市販表計算ソフトを使用して近似曲線（累乗近似）をあてはめ、各台風についての係数、指数の平均値を参照し、濁度回復の予測式を作成した。

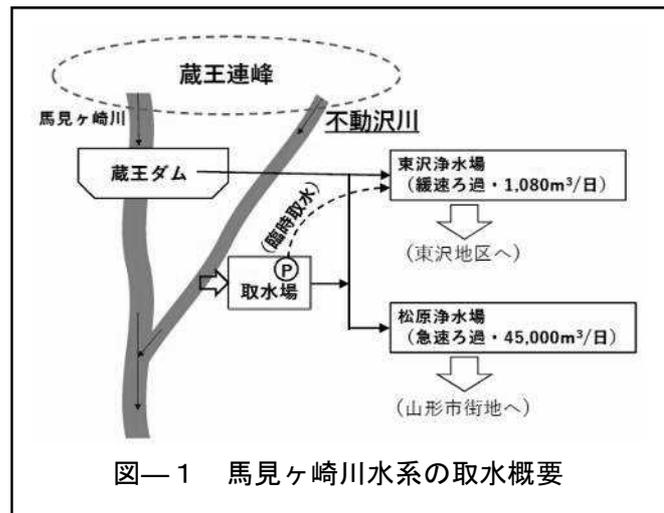
その後の河川濁度上昇時の状況について、上記の近似式を用いて濁度回復までの時間をシミュレーションし、実際の状況と比較検証を行った。

なお、近似曲線の当てはめなどに数学的な裏付けはないが、一般に広く普及している市販ソフトで比較的手軽に計算できる利点がある。

2. シミュレーション対象河川・不動沢川について

今回、シミュレーションを行った小規模河川・不動沢川は、山形市街地近くを流下する一級河川馬見ヶ崎川の支流で、長さ約5km、集水面積は約9km²、源流域からの高低差は約900mの溪流である。

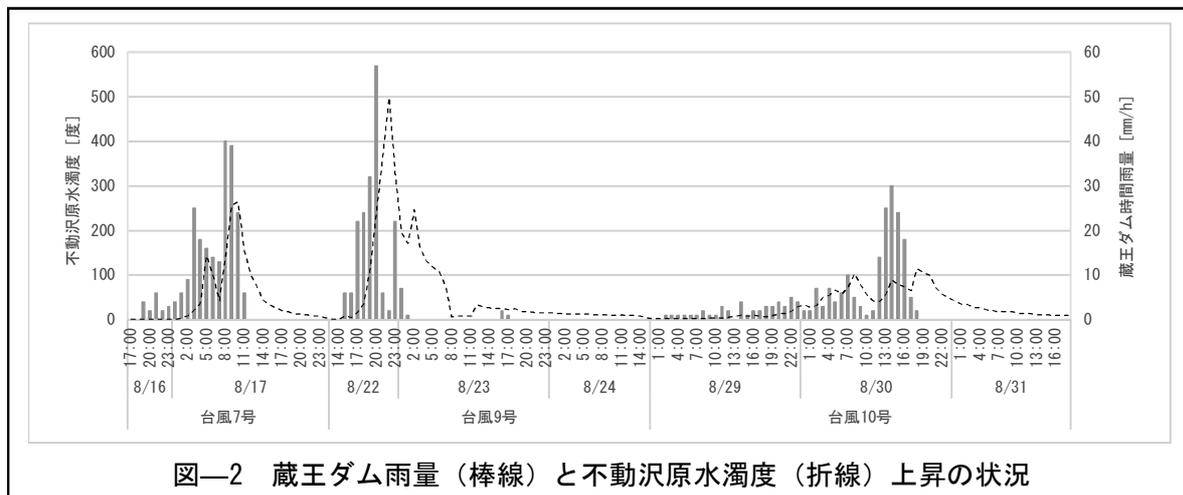
本市の松原浄水場（急速ろ過方式・施設能力45,000m³/日）の水源の一つになっており、計画取水量は6,000m³/日となっている。あわせて、蔵王ダム貯留水を水源とする東沢浄水場（緩速ろ過方式・施設能力1,080m³/日）の臨時水源となっており、ダム貯留水の濁度上昇時に使用している。（図-1）



3. 平成28年8月の不動沢川の濁度上昇と回復の状況について

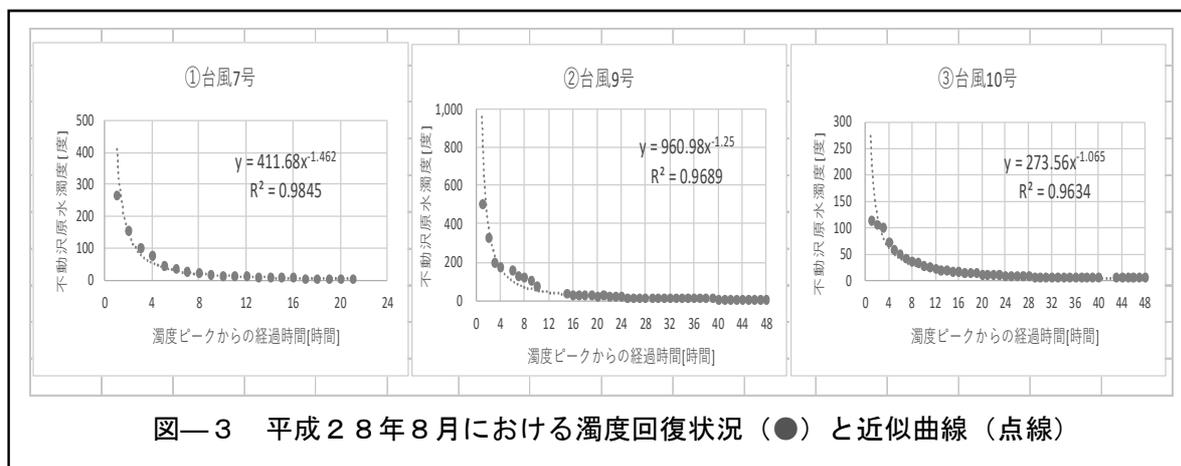
平成28年8月に台風7号、9号及び10号が立て続けに来襲した際に、緩速ろ過方式の東沢浄水場においては、原水濁度の変動に応じて臨時取水への切り替え及びろ過量の減量調整により最低限

の浄水処理を行ったが、台風9号では蔵王ダム及び不動沢川の濁度がそれぞれ100～500度に上昇したため（図-2）、ろ過を停止することとなった。その際のろ過停止時間は約8時間となったが、幸いにして断水まで至る前に浄水処理を再開することができた。しかしながら、断水までの時間はあまり残されていなかったことから、この時の状況から濁度回復に必要となる時間をシミュレーションすることで、その後の対応について人員配置や作業などの浄水場運用に資することができる考えた。



4. 不動沢川における濁度回復シミュレーションについて

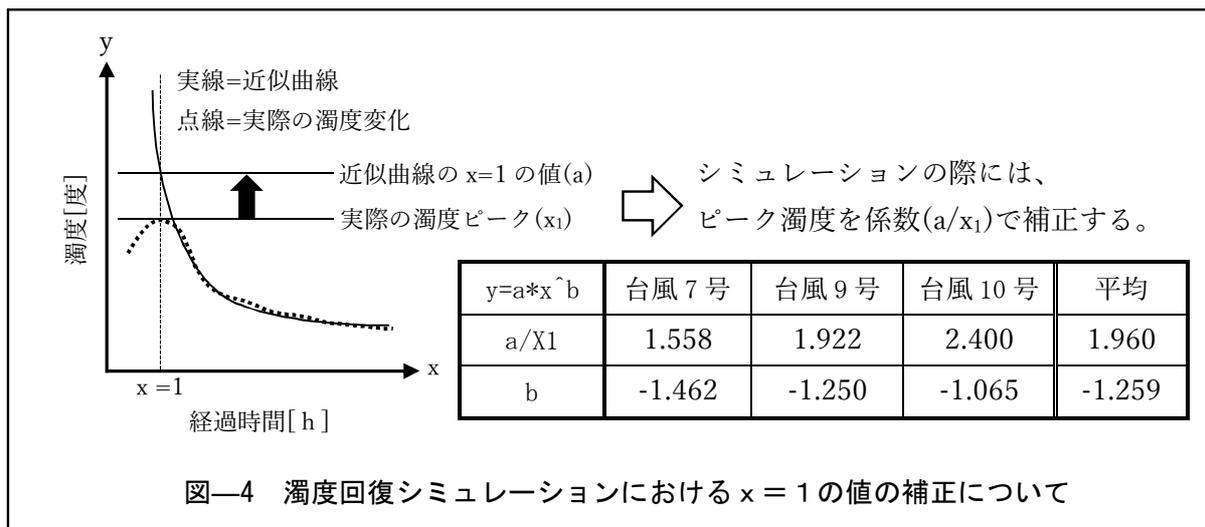
台風7号、9号及び10号それぞれについて、降雨終了時からの濁度変化及び回帰計算を行った結果を、図-3に示す。なお、これらの作業には汎用表計算ソフト（Microsoft-Excel）の解析ツールを使用した。各種の関数をあてはめたところ、濁度ピークを $x=1$ とした累乗近似が最も良い結果が得られたため、これを採用することとした。



ただし、実際の活用を想定し、濁度ピーク時（ $x=1$ ）の値からシミュレーションを行うと、初めの点($x=1$)が近似曲線からの離れが影響することから、 $x=1$ の時の y 値と実測値の比で補正することとした。（図-4）

この予測式により、平成27年度の17・18号による濁度発生時のデータで試算したところ濁度ピーク時（濁度173度）から濁度30までの回復予測時間は5.9時間後で、実際には約7時間後であった。また、濁度20までの回復予測時間は8.5時間後であったが、実際には10時間後であ

った。それぞれある程度の誤差はあったが、高濁度対応時の参考としての予想は可能と思われた。



5. 近似式によるシミュレーションの検証について

実際にシミュレーションに使用する予測式は、それぞれの台風時の係数及び指数を算術平均したものを使用した。

【ピーク時の濁度からの予測式】

$$\text{「想定濁度以下になるまでの時間」} = \left(\frac{\text{「想定濁度」}}{1.960 \times \text{「ピーク時の濁度」}} \right)^{-1/1.259} - 1$$

検証結果を表—1に示す。

表-1 河川濁度上昇時の検証結果 (平成29年度実績を用いたシミュレーション)

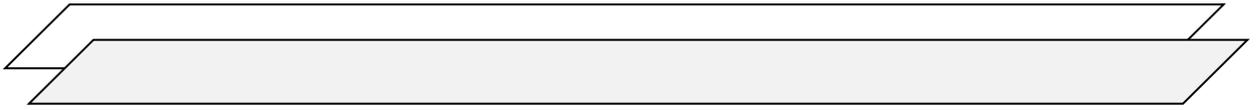
事例	濁度 ピーク時刻 [時:分]	ピーク時 濁度 [度]	想定 回復濁度 [度]	予測された 必要時間 [時間]	回復 予測時刻 [時:分]	想定回復濁度に 達した実時刻 [時:分]	誤差 [時:分]
①	18:00	39.0	20	1.90	19:54	19:05	-0:49
②	5:00	49.8		2.52	7:31	7:05	-0:26
③	8:00	195.6		9.44	17:26	12:20	-5:06
④	6:10	59.0		3.03	9:11	7:00	-2:11

6 まとめ

検証について、事例①、②は予想時刻と実時刻が近くなったものの、事例③、④は誤差が比較的大きくなった。今回、3つのデータから予測式を求めたが、今後の高濁度時のデータを予測式に積み上げたり、濁度のある範囲で分けて予測式を求めたりすることで、より精度の高いものになるのではないかと考える。また、データの蓄積が容易で、ピーク時の濁度という一点から簡易的に予測できるため、誰でも手軽に利用できるところが大きな利点である。濁度上昇が発生するかを判断する際に利用しているインターネット上の雨量やダム情報とあわせて、浄水場運用に活用できるものにしていきたい。

これまでの

MIP～Most Impressive Presentation～賞
受賞論文一覧



～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
平成29年度 第20回 (八戸市)	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
	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
	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

国 際 研 修 報 告

平成29年度

日本水道協会 協会間連携

専門別研修報告

日本水道協会

H29年度日水協国際研修報告

オーストラリアのアセットマネジメント

1. はじめに

- ・テーマと国
- ・アセットマネジメント

2. 事例紹介

- ・事業体の概要
- ・利用者が望むサービスと料金
- ・配水管の更新
- ・組織と職員数

3. まとめ

- ・オーストラリアで感じたこと

1. はじめに ～テーマと国～

テーマ・・・アセットマネジメント
(長期計画、料金のこと)
国・・・オーストラリア

1. はじめに ～テーマと国～

- 24歳 コンサルタント会社 道路計画課
- 28歳 市役所入庁、街路課 (道路の新設工事)
- 31歳 下水道管理センター (下水道管路の維持修繕)
- 36歳 道路計画課 (新しい道路の計画)
- 40歳 水道局管路整備課 (水道管の更新)
- 42歳 水道局給水装置課 (お客さまから相談)

1. はじめに ～テーマと国～

家族・・・妻1人、子ども2人 (小6、小2)

好きなこと・・・テニス、飲み会

1. はじめに ～アセットマネジメント～

新設、更新、維持管理等について長期的な
視点で考えること

アセットマネジメントでできること

- ・維持管理や更新の費用を減らす
- ・意思決定の透明性、説明責任
- ・お客様が求めるサービスと料金の設定
- ・世代間の公平な負担と持続性を確保 など

2. 事例紹介 ～事業体の概要（ヤラバレーウォーター）～



	仙台市 水道局	ヤラバレー ウォーター
給水人口	105万人	180万人
年間配水量	1.2億m ³	1.6億m ³
管路延長	4,400km	9,800km
職員数	400人	580人

メルボルン：人口440万人

2. 事例紹介 ～利用者が望むサービスと料金～

取り組み

- 24,000人以上の利用者調査
- 市民との検討会
(利用者調査の検証、専門家への意見聴取、サービスと料金の選択)

利用者の考え

- 現在のサービスに満足、これ以上の費用を払いたくない
- 1回の大きな料金改定よりは毎年の料金改定の方が良い
- 支払い困難な利用者の支援、将来の水を守る など

2. 事例紹介 ～利用者が望むサービスと料金～

目標

1. 安全に関する規制を100%遵守
2. 不具合が年間3件以上ある利用者が1%未満
3. 不具合が4時間以内に復旧される利用者が91%以上
4. 支払い困難な利用者を支援していると考えている人の割合が89%
5. 2023年までに使用水量を210ℓ/人日に削減
6. 利用者の満足度が86%以上
7. 2023年までにグリーンガス排出量を53%削減

2. 事例紹介 ～利用者が望むサービスと料金～

施設の更新

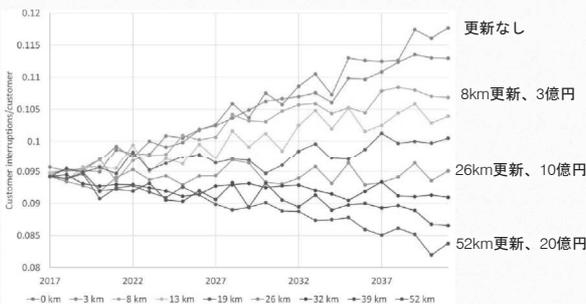
配水管を毎年▲▲km更新



利用者へのサービス

1年当たりの突発断水を▲▲件減らす

断水率 (回/年利用者)

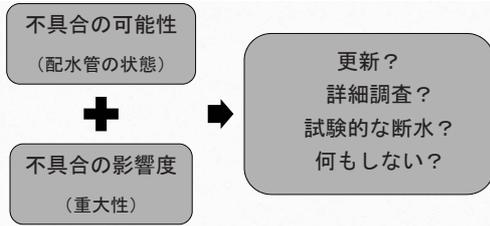


2. 事例紹介 ～配水管の更新～

Φ300mm以上の管路・・・予防保全的
不具合が起こる前に更新

Φ300mm未満の管路・・・事後対応的
不具合が起きたら更新

2. 事例紹介 ～配水管の更新（φ300mm以上）～



2. 事例紹介 ～配水管の更新（φ300mm以上）～

不具合の可能性（配水管の状態）

- ① 布設年（何年経過しているか）
- ② 管路の材質（DIP、CIP、VP・・・）
- ③ 管路の口径（300mm、400mm・・・）
- ④ 不具合の履歴（過去1年、過去3年、過去10年）
- ⑤ 布設箇所の土質（砂質土、シルト質、岩盤質・・・）

2. 事例紹介 ～配水管の更新（φ300mm以上）～

不具合の影響度（重大性）

- ① 安全への影響（道路の種類、鉄道・学校等への近接など）
- ② 利用者への影響（学校・病院・商業地への影響など）
- ③ 金銭的な影響（道路の種類、鉄道への近接など）
- ④ 評判への影響（道路の種別、学校・商業地への近接など）
- ⑤ 環境への影響（動植物への影響など）

不具合の可能性と影響度に基づく施策

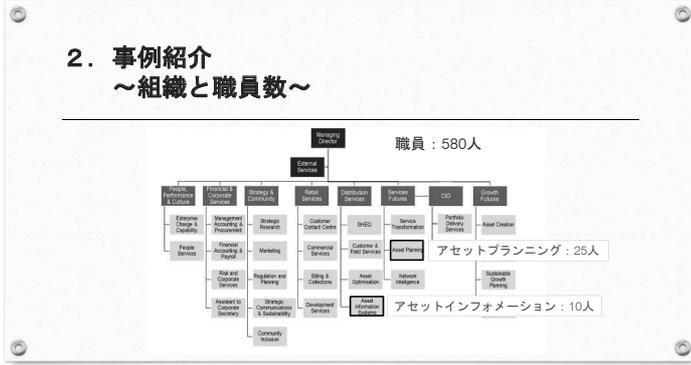
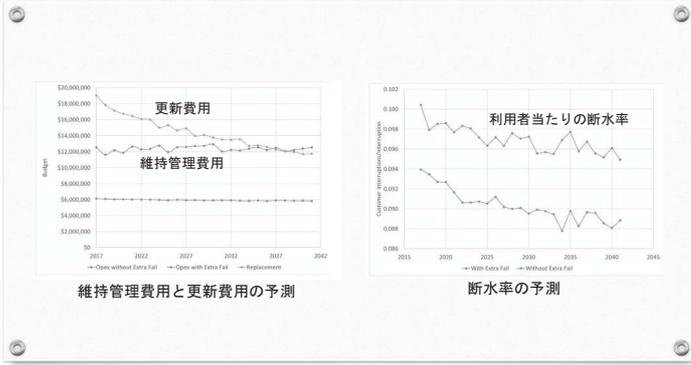
		不具合の影響度			
		AAA	A	B	C
不 具 合 の 可 能 性	5	2年以内に更新 1年以内に状態評価 1年以内に試験的断水	5年以内に更新 2年以内に状態評価 2年以内に試験的断水	10年以内に更新 修繕より更新が良い場合) 5年以内に状態評価 3年以内に試験的断水	10年以内に更新 修繕より更新が良い場合) 5年以内に状態評価 3年以内に試験的断水
	4	5年以内に更新 2年以内に状態評価 2年以内に試験的断水	10年以内に状態評価 5年以内に試験的断水	机上での分析により影響度を検証 5年以内に試験的断水	机上での分析により影響度を検証 10年以内に試験的断水
	3	10年以内に状態評価 5年以内に試験的断水	5年以内に試験的断水	10年以内に試験的断水	何もしない
	2	5年以内に試験的断水	10年以内に試験的断水	何もしない	何もしない
	1	5年以内に試験的断水	何もしない	何もしない	何もしない

2. 事例紹介 ～配水管の更新（φ300mm未満）～

- ✓ 原則、1年以内に漏水が3回以上の管路を更新
- ✓ 以下の管路は2回以上の漏水で更新
 - 1950年代～1960年代に布設されたCIP
 - 1930年代～1940年代に布設されたACP

更新基準による比較

年	3回漏水で更新		2回漏水で更新	
	2017	2041	2017	2041
更新延長（年）	15km	17km	77km	52km
更新費用（年）	5.5億円	6.1億円	28億円	19億円
漏水率 （回／100km／年）	39回	42回	39回	31回
維持管理費用（年）	5.1億円	5.6億円	5.1億円	4.1億円



- ### 3. まとめ ～オーストラリアで感じたこと～
- ① 定期的な料金の見直し
 - ② サービスと水道料金のバランス
 - ③ アセットマネジメント推進体制の充実

