

第 24 回 水道事例発表会

とき 令和 4 年 8 月 25 日～26 日
ところ 青 森 県 青 森 市
「 ホ テ ル 青 森 」

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24回水道事例発表会 日程

期 日 令和4年8月25日(木) 14:00～17:00

令和4年8月26日(金) 9:00～11:30

場 所 青森県青森市「ホテル青森」〔孔雀の間〕

【1日目】8月25日(木)

13:00～14:00 受付

14:00～14:10 開会

東北地方支部代表および開催地代表 挨拶

発表事例の審査等に関する説明

14:10～15:25 事例発表(5題)

15:25～15:35 休憩

15:35～16:50 事例発表(5題)

16:50～17:00 事務連絡／解散

【2日目】8月26日(金)

9:00～9:05 二日目開会(事務連絡)

9:05～10:05 事例発表(4題)

10:05～10:15 休憩

10:15～10:45 事例発表(2題)

10:45～11:15 休憩

11:15～11:25 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

11:25～11:30 事務連絡／解散

事 例 発 表



第24回水道事例発表会 発表順序

《1日目》 令和4年8月25日(木)

(発表時間)	NO.	(題名・所属・発表者)			
14:10 ~ 14:25	①	携帯型残留塩素計を用いた残留塩素計の校正・管理について 青森市企業局	今 健亙	工藤 雅嗣	P 1
14:25 ~ 14:40	②	『水道技術スキルアップ応援講座』の開催と実施報告 福島地方水道用水供給企業団	齋藤 拓人		P 4
14:40 ~ 14:55	③	災害時の使用を踏まえた応急給水資機材の管理・点検 秋田市上下水道局	川辺 正樹	佐々木 秀子	P 7
14:55 ~ 15:10	④	松長揚水ポンプ場における送水管漏水修理工事 会津若松市上下水道局	山下 弘史		P 11
15:10 ~ 15:25	⑤	世増ダムにおける淡水赤潮発生事例 八戸圏域水道企業団	小笠原 安孝		P 13
15:35 ~ 15:50	⑥	塩竈市との共同浄水場整備に向けた取組 仙台市水道局	佐々木 宣晴		P 16
15:50 ~ 16:05	⑦	横内浄水場におけるUV値を活用した色度管理の確立検証 青森市企業局	小山 顕義	高木 雅史	P 19
16:05 ~ 16:20	⑧	近似式を用いた残留塩素濃度適正管理への取組 秋田市上下水道局	米田 圭介		P 22
16:20 ~ 16:35	⑨	新型コロナウイルスと水需要の関係 福島市水道局	井上 和樹		P 25
16:35 ~ 16:50	⑩	水理解析研修による管網のスペシャリストの育成計画 八戸圏域水道企業団	上野 光弘		P 27

《2日目》 令和4年8月26日(金)

(発表時間)	NO.	(題名・所属・発表者)			
9:05 ~ 9:20	⑪	イオンクロマトグラフ分析装置の漏水調査への活用 郡山市上下水道局	木村 和貴		P 31
9:20 ~ 9:35	⑫	岩手中部地域における水道広域化促進事業の総括 岩手中部水道企業団	藤原 みらい		P 34
9:35 ~ 9:50	⑬	自然流下を利用した管洗浄作業 会津若松市上下水道局	二瓶 信宏		P 36
9:50 ~ 10:05	⑭	地震による山寺浄水場原水の水質変化と電気伝導率からの硬度、蒸発残留物等の推定 山形市上下水道部	五十嵐 宗利		P 38
10:15 ~ 10:30	⑮	タブレット端末を活用した仕切弁開閉調査の実施 仙台市水道局	千田 剛		P 40
10:30 ~ 10:45	⑯	高圧気中負荷開閉器の事故事例 青森市企業局	山ノ内 一誠	齋藤 克志	P 43
◆ 参考資料		《これまでのMIP -Most Impressive Presentation- 賞 受賞論文一覧》			P 48

携帯型残留塩素計を用いた残留塩素計の校正・管理について

青森市企業局水道部

○今 健亘

工藤 雅嗣

1. はじめに

水道水の残留塩素の検査法は、「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」（以下「残留塩素告示」という。）で定められているが、昨今の残留塩素測定の実用状況を考慮し、国は残留塩素告示の一部改正を行い、新たに携帯型残留塩素計測定法を追加した。

これまで、本市では残留塩素の測定に携帯型残留塩素計を維持管理などの場面で使用してきたが、昨今の残留塩素告示に係る標準物質の改正（水質基準に関する省令の一部改正等について（施行通知）（生食発 0330 第 1 号令和 2 年 3 月 30 日））と携帯型残留塩素計測定法の追加を踏まえ、本市で実施している携帯型残留塩素計の校正・管理等運用状況及び、携帯型残留塩素計による各浄配水場やテレメータの連続自動残留塩素測定機器の校正・管理方法について紹介する。

2. 改正内容及び携帯型残留塩素計の仕様について

「携帯型残留塩素計測定法」については、「水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法の一部改正等について（施行通知）」（生食発 0331 第 3 号令和 4 年 3 月 31 日）において、別表第 6 に遊離残留塩素及び結合残留塩素に係る検査方法として追加された。

「本法による検査は、製造者又は販売者が装置の性能仕様を保証し、使用者は装置の洗浄や点検整備等の保守管理を適切に行い、測定精度を維持する必要がある。装置の取扱説明書の規定に従い保守管理するとともに、次の事項についても留意されたいこと」、との記載があり、次の（1）～（4）の項目が挙げられている。

（1）測定セルに付着した汚れが測定精度に影響を与えることがあることから、測定後は検水が測定セルに残らないよう十分に洗い流すこと。

（2）検水中の気泡が測定精度に影響を与えることがあることから、測定時は気泡が消失していることを確認すること。

（3）測定セルの汚れ等の状況は、定期的に確認することが望ましいこと。その確認は、装置の取扱説明書に定めがある場合はそれに従うか、又は別表第 2、第 3 もしくは第 6 による測定値と比較する方法等が考えられる。

（4）（3）の確認により測定セルの汚れが疑われる場合には、綿棒などによりアルコール洗浄するか、装置の取扱説明書に定めがある場合はそれに従い洗浄すること。

現在、本市では測定セルを用いるタイプの携帯型残留塩素計を使用していることから、上記（1）～（4）の項目を踏まえた測定の注意点等及び過マンガン酸カリウムを用いた機器の校正方法について該当する実施内容を紹介する。

また、「2 スパン校正の方法に係る改正（別表第 4 及び別表第 5 関係）現在、連続自動測定機器による検査方法である別表第 4 及び別表第 5 では、遊離残留塩素校正用標準液を用いる方法により、スパン校正を行うこととしているところ、検水を用いる方法によるスパン校正も可能とする。」と改正されたことから、検水を用いた各連続自動測定機器の校正とその時の携帯型残留塩素計の利用方法について紹介する。

3. 過マンガン酸カリウムを用いた携帯型残留塩素計の校正方法の検証と結果

当市で使用している携帯型残留塩素計の校正方法を紹介する。携帯型残留塩素計は S 社製を用い、主な仕様は表 1 のとおりである。

表 1 携帯型残留塩素計の主な仕様

項目	概要
測定範囲	0.00～2.00mg/L
測定原理	DPD 試薬による吸光光度法
測定方式	透過吸収測定
光源/受光部	LED/フォトダイオード
測定波長	511±2nm
分解能	0.01mg/L
再現性	±0.01mg/L
検水量	10mL
測定セル	試料セル（キャップ付φ24mm バイアルビン）

当市で過マンガン酸カリウムを標準試料とするときに改正前の妥当性評価に基づき、携帯型残留塩素計と別表 3 吸光光度法で精度確認を実施した結果については表 2 のとおりである。

表 2 精度確認の結果

	設定濃度 (mg/L)	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	平均	選択性 (1/3 以下)	真度 %	併行精 度 (RSD%)
携帯 型残 留塩 素計	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	適合	—	—
	0.1	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	—	100	4.4
	0.5	0.49	0.49	0.48	0.50	0.48	0.49	—	98	1.7
	1.0	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	—	91	0.6
別表 3 吸光 光度 法	0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	適合	—	6.4
	0.1	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	—	90	2.4
	0.5	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	—	98	0.3
	1.0	1.01	1.01	1.00	1.00	1.01	1.01	—	101	0.5

表 2 より、過マンガン酸カリウム標準試料を用いて校正した携帯型残留塩素計については、選択性、真度、併行精度のいずれも適合しており、別表 3 吸光光度法による測定結果と遜色ないことが確認されたため、携帯型残留塩素計の校正に過マンガン酸カリウムを使用することとした。

4. 使用時の注意点

携帯型残留塩素計の使用時の注意点は

- ① 測定セルに汚れが残らないように十分に洗い流して使用する。
- ② 夏季の結露や検水中の気泡が測定精度に影響を与えることがあることから、セルをよく拭いて使用し、気泡がないことを確認する。この場合、できる限り速やかに測定する。

③ 終了時、セルを精製水でよく洗う。

これら 3 点を重点的に注意することとしている。

また、使用方法等については、年に 1 度実施している当市の水道部内研修により、各課の職員に周知、指導し可能な限り、測定者間の誤差の低減に努めている。

携帯型残留塩素計の校正は、使用する機器が水質管理チームだけでなく、維持管理を実施する現場での連続自動残留塩素測定機器等の校正や浄水の残留塩素濃度の確認にも使用されているため、部内各署すべて合わせれば十数台となる。そのため校正については全機器を集めて 1 回/年以上校正を実施することとしている。令和 2 年の告示改正前では標準塩素水を使用したため、測定値が安定せず、機器の誤差が大きかったが、標準液を過マンガン酸カリウムに変更することにより、測定値の安定性が大幅に改善され、一斉に校正しても機器間の誤差は小さくなった。

このときの注意点としては、全機器の測定セルの汚れや傷がないことを確認し、校正後に同じ水道水試料を用いて測定結果を確認することで、セルと機器の測定誤差を確認している。測定誤差が著しく大きい機器は再校正あるいはセルの交換などを実施し、機器間のばらつきが小さくなるよう努めている。

5. 連続自動残留塩素測定機器の校正と利用方法

当市での自動残留塩素測定器は、末端テレメータ 11 箇所のほか各浄配水所の配水池または浄水池に設置され、各浄配水所における塩素注入率の目安や、近年のコロナ対策等での残留塩素強化の指標となるため非常に重要な役割を担っている。

このため各浄配水所から末端までの残留塩素計は、統一性を持つことが重要となり、残留塩素計間の誤差を小さくする必要がある。

連続自動残留塩素測定機器の校正は携帯型残留塩素計を利用して週 1 回以上実施している。双方の残留塩素濃度測定結果を比較し、携帯型残留塩素計の結果を基準値として、誤差があった場合、連続自動残留塩素測定機器の値を補正することで、配水所から末端までの残留塩素濃度の信頼性と濃度の統一性を確保している。

6. まとめ

当市の残留塩素濃度の管理は、携帯型残留塩素計を使用し、浄配水所から市内末端テレメータまで管理している。加えて、水道法 20 条における定期検査時の残留塩素濃度測定にも使用してきた。

今回の告示法一部改正により、携帯型残留塩素計測定法が別表 6 に規定されたことで、携帯型残留塩素計の汎用性がより高まることが予想されることから、水質検査担当職員のみならず、浄水処理、維持管理に携わる担当職員についても注意点等をよく理解することが重要となる。

したがって、今後は測定者間の誤差を小さくすることが重要であることから、一部改正に伴う留意点を周知していきたいと考える。また、誤差発生時の対処法についても、今後マニュアル化等を検討していきたいと考える。

4. 講座内容

講座は、主に管路の保守にかかわる土木編、主に設備の運用にかかわる電気編、主に水の品質の担保にかかわる水質編の3つに分けて実施した。内容は初心者向けとなるよう、各講座の講師が立案した。次に詳細を説明する。

(1) 土木編

- 水道施設の維持管理の手法
施設の維持管理業務等について、次の業務内容を説明する。1時間程度の座学。
 - 管路パトロール（水管橋点検、建築物点検を含む）
 - 修繕工事
 - 業務委託
- 緊急時の仕切弁操作
企業団が管理する流量計室にて、企業団で定期的に行っている緊急遮断弁動作試験を体験する。具体的には、監視室との無線連絡、緊急遮断弁動作試験、仕切弁（バイパス弁）の開閉を実施する。移動含め2時間程度の実習。

(2) 電気編

- 電気分野における基礎的な測定器の使い方
電気設備の基本となる測定機器（テスター、絶縁抵抗計等）の使用方法について学ぶ。1時間程度の座学。
- 設備の状態を確認するスキルの習得
座学で説明した内容について、実際の浄水場設備で学ぶ。1時間程度の実習。

(3) 水質編

- 水安全計画の作成から運用
水安全計画の作成から運用までの方法やポイントについて、当企業団の運用事例を紹介しながら説明する。1時間程度の座学。
- 業務に直結する採水方法の実習
水質項目ごとに異なる採水方法について、企業団の給水栓と採水容器を用いて実際に採水しながら確認する。その場で希望者は採水する。1時間程度の実習。

5. 実績

(1) 出席者数

現地参集研修：のべ9自治体、17人

Web研修：のべ26自治体、79人が参加

(2) 出席者へのアンケート結果

出席者へのアンケート結果の概要は次のとおりである。



図3. 土木編講座風景
(緊急時の仕切弁操作)

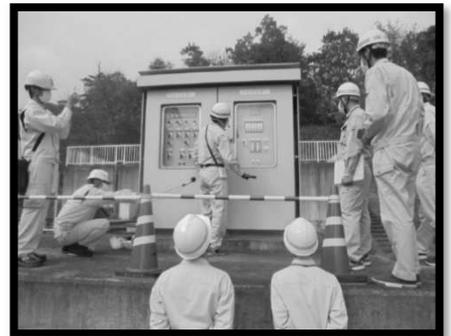


図4. 電気編講座風景
(設備の状態を確認するスキルの習得)



図5. 水質編講座風景
(業務に直結する採水方法の実習)

表 2. 出席者へのアンケート結果

開催時期	<ul style="list-style-type: none"> 年度初めに実施して欲しいという声や（今回は11月開催）、開催期間をもっと短縮しても良いのではないかという意見があった。
開催内容	<ul style="list-style-type: none"> 全体的に、参考になったなどの好意的な意見を多く頂けた。 専門的な内容を求める声があり、基礎に特化した実習について不満が挙げられた。年度初めでなく11月の開催であったことも影響している。
開催方式	<ul style="list-style-type: none"> 現地参集研修とWeb研修の同時開催については好意的な意見が多かったが、Webについて音声聞き取りづらいという指摘もあった。

(3) 企業団職員からのコメント

研修後に職員で振り返りを実施した際、次の表に示すようなコメントが挙げられた。

表 3. 職員からのコメント

開催時期	<ul style="list-style-type: none"> 企業団行事に鑑みると、9月から10月の開催としたい。 基礎的な内容の実習とするならば、4月～5月（年度当初）が妥当。
開催内容	<ul style="list-style-type: none"> 専門的内容が望ましいが、開催時期によって内容の検討が必要。 細かいバルブ操作などは、Web研修には不向きではないか。
開催方式	<ul style="list-style-type: none"> 現地参集研修とWeb研修の同時開催は成功であった。 実習がWeb研修ではわかりづらいという意見があったことから、現地参集研修でのみ実施としてもよいのではないか。
要望 (その他)	<ul style="list-style-type: none"> 講師と受講者の負担軽減のため、研修日程を1日～2日に絞ってほしい。 実習は録画したものを使用するのはどうか。 研修の準備に時間を要したので、外部講師の招聘を検討したい。

6. 今後について

参加者及び企業団職員からのコメントを受け、今後は次のような要領で開催予定である。

表 4. 今後の応援講座開催案における第1回目からの変更点

開催時期 開催内容	<ul style="list-style-type: none"> 初級編と中級編でレベル別にそれぞれ開催する。 初級編は前年度と同内容とし、企業団職員が講師とする。 中級編は外部講師を招聘した講演を検討する。
開催方式	<ul style="list-style-type: none"> 現地参集研修とともにWeb研修の開催を予定するが、リアルタイム配信でなく、録画したものを後日Web配信する方法を採用する。
開催日程	<ul style="list-style-type: none"> 3日間でなく2日間の開催とする。

7. 所感

水道技術スキルアップ応援講座を通して、県内の水道事業者における技術力指導に関する課題と向き合うことができた。反省すべき点もあるが、福島県の担当者のご尽力もあり、研修全体として成功できたことは大きな自信に繋がった。また、私自身は水質編の講師を担当し、座学が好評だった一方、実習を基礎に特化しすぎたという反省もあった。

今後も応援講座を続けていく予定だが、各水道事業者のニーズに即したものとなるように心掛けたい。参加者からのフィードバックを適切に吸収する、実施するたびに振り返りを実施して毎回ブラッシュアップを図るなどして、主催者側の自己満足とならないようにすることが大切だと考えている。

秋田市上下水道局 ○川辺 正樹
佐々木秀子

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、秋田市上下水道事業基本計画の経営の基本方針に基づき、災害に強い上下水道の構築を推進する取り組みの1つとして、応急給水栓や緊急貯水槽等、応急給水拠点の整備を行っている。ここでは、応急給水で必要となる災害時の使用を踏まえた応急給水資機材の管理・点検について報告する。

2 本市の災害対策の実施体制

水道は市民生活や都市活動にとって欠くことのできない基幹施設であり、平常時の安定給水はもとより、地震等の災害時においても円滑に給水するための具体的な対応が求められている。本市では、災害時の応急対策や平常時における防災対策について、各職員が効率的に行動し組織的な災害対策を行うため、「秋田市上下水道局災害対策実施計画」において総合的な施策を定めている。これに基づく迅速かつ効率的な応急給水活動により、災害時においても市民のみなさまが普段と変わらず水道が使用できることを目指している。

この計画では、震度5弱以上の地震等、上下水道局を挙げて対応する必要があると判断した場合は、災害対策実施計画に基づき「秋田市上下水道局危機管理対策本部」を設置し、総務班、応急給水班、水道配管調査復旧班、浄・配水場施設機能調査復旧班等、計7班体制で市民への応急給水や被災施設の復旧にあたることとしている。（図1）

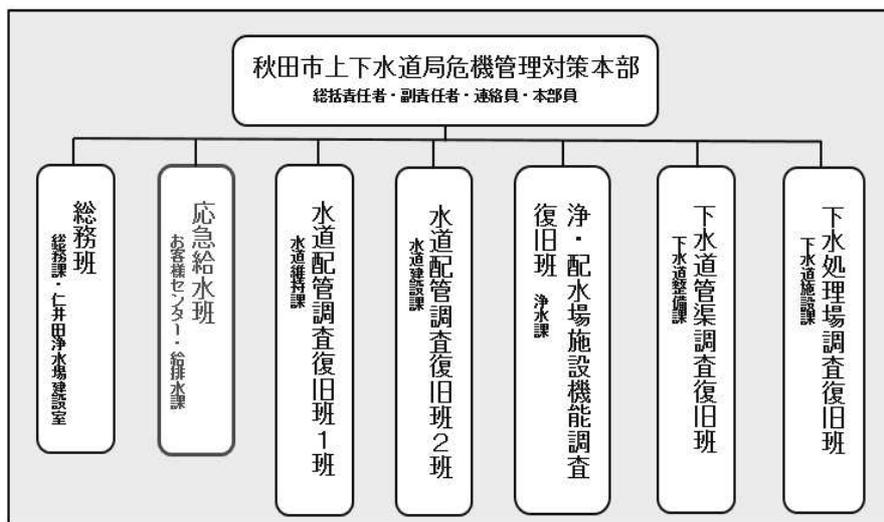


図1 秋田市上下水道局危機管理対策本部の組織図

3 応急給水資機材の点検および使用方法等の指導

本市では、応急給水拠点として、秋田市地域防災計画に定める避難所等（小・中学校など）、39箇所ステンレス製地上式消火栓型応急給水栓を整備している。

この応急給水栓の年次点検では、附属する応急給水資機材である給水パックの購入年の確認および交換、紛失物がないか等の確認のほか、水質管理も行っている。

また、これらの応急給水資機材（表1）は、学校施設等に保管をお願いしており、施設の管理者からは、資機材倉庫等の鍵の所在が分からない、人事異動による引継ぎが十分なされていない等の意見があった。このため、新たな取り組みとして、応急給水資機材を保管している学校施設等を対象に、応急給水栓および資機材の管理に関する確認依頼とチェックリストを送付した。

また、小・中学校からの応急給水栓の使用方法を教えて欲しいという依頼に対し、保管場所の確認や、使用方法についての指導を行うなど、質疑応答を通じて、災害時における行動について相互理解が深められているものと認識している。

表1 主な応急給水資機材の保管状況

名称	規格	数量	保管場所
仮設給水栓	2～4栓	73台	応急給水栓設置箇所等
給水バッグ	1,000ℓ	80個	上下水道局ほか
給水パック	6ℓ、10ℓ	約3.5万枚	上下水道局ほか
ポリタンク	20ℓ	165個	上下水道局
可搬式ポンプ		6台	仁井田浄水場ほか

4 可搬式ポンプの年次点検

本市では可搬式ポンプを6台管理し、災害時における応急給水車等への給水を想定し、拠点となる配水池等の施設に配備している。

なお、外部委託で行っているオーバーホールについては、緊急時の対応を考慮し、保管施設を南北に分け、3台ずつ点検に出すといった対応を取っているが、生産中止となっている部品もあるため、新品への切替え時期に差し掛かっている。

オーバーホールを行い、ポンプ自体が良好であっても、動かすのは人であり、災害時に実際に作動できる職員の育成のため、応急給水班の職員を対象に操作研修を行っている。（写真1、2）



写真1 操作研修（機器説明）



写真2 操作研修（実技）

5 給水パックの水質分析

本市で保管している給水パックは、耐用年数が10年となっており、これを超過したものも多く存在する。これらの利活用を検討するため、給水パックに注水し、水質の分析を行った。

水質の分析は、耐用年数内の3種類の6リットル給水パックと耐用年数を超過した10リットル給水パックに水を入れ、残塩、pH、色度、濁度、味、臭いについて、5日間水質を分析した。(表2、図2)

なお、給水パックの種類は、A社製6リットル給水パック、B社製6リットル給水パック、C社製6リットル給水パック、D社製10リットル給水パックの4種類とした。

表2 試験結果(暗所)

暗所に保管した給水パックの水質検査結果									
パックの種類	検査日	残塩	pH	色度	濁度	味	臭気	電気伝導率 μS/cm	備考
		mg/L	報告値	報告値	報告値				
A	9月13日	0.45	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	140	
	9月14日	0.40	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	138	
	9月15日	0.30	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	141	
	9月16日	0.20	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	141	
	9月17日	0.20	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	141	
B	9月13日	0.45	7.5	<0.5	0.1		溶剤臭	135	
	9月14日	0.15	7.4	<0.5	<0.1		溶剤臭	140	
	9月15日	<0.1 (0.05)	7.6	<0.5	<0.1		溶剤臭	141	
	9月16日	<0.1 (<0.05)	7.5	<0.5	<0.1		溶剤臭	141	
	9月17日	<0.1 (<0.05)	7.5	<0.5	<0.1		溶剤臭	141	
C	9月13日	0.45	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	139	
	9月14日	0.35	7.4	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	136	
	9月15日	0.30	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	141	
	9月16日	0.20	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	141	
	9月17日	0.15	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	141	
D	9月13日	0.50	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	141	
	9月14日	0.40	7.4	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	140	
	9月15日	0.30	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	141	
	9月16日	0.20	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	141	
	9月17日	0.15	7.5	<0.5	<0.1	異常なし	異常なし	141	

- ・Bのパックは採水当日から異臭があり、飲用不可。
- ・その他のパックは5日目まで飲用に適した水質を維持した。

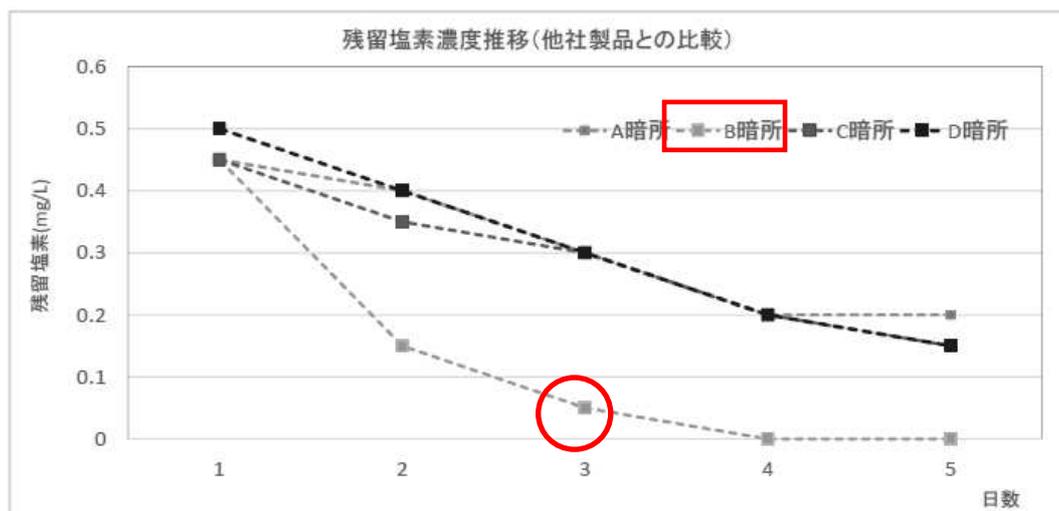


図2 残留塩素濃度の推移

分析の結果、臭気が確認されたB社製品については、食品衛生法の検査を通過しており、人体には影響がないと判断できるが、残留塩素について、他の製品が5日間保管して0.1mg/L以上であったのに対し、3日で0.1mg/L以下となった。

このことから、残留塩素に関して、耐用年数による影響はなかったが、一部の製品に保管に適さないものがあった。

6 今後の課題と対応

現在、本市における給水パックは、購入仕様書（表3）に基づき、市の方針である「物品等の地元優先発注」のもと、一般競争入札で購入している。今後は、入札参加申込時に申込用紙と納品予定製品を提出してもらい、貯留水の残留塩素が7日間保てる製品であることを試験し、秋田市の水道水との適性を確認し、条件を満たした場合に入札参加資格証を発行する等の納入管理方法を検討する。

表3 給水パックの購入仕様書（現状）

購入仕様書（現状）	
梱包	1梱包ごとに「令和〇年度非常用給水袋・6リットル用」と表示のこと（シール可）
容量	6リットル
基本機能1	手提げ兼背負い型（背負うためのヒモ等が付属のこと）
基本機能2	水を入れたとき、自立できること
基本機能3	満水で80kg以上の荷重を加した場合に破裂や水漏れしないこと又は1mの高さから落下したときに破損や水漏れしないこと
材質	ナイロン・ポリエチレンを主体とした多層フィルム
袋の表示印刷	「非常用給水袋（受注先の製品名称でも可）、6リットル、秋田市上下水道局」の文字を印刷のこと
食品衛生法の基準	食品、添加物等の規格基準（昭和三十四年厚生省告示第370号）第3器具及び容器包装Dの2の(1)および(2)の4、ポリプロピレンを主成分とする合成樹脂製の器具又は容器包装で規定された項目の規格基準に適合すること
耐久性能	上記の性能基準を10年以上確保できること（未使用時） ＊当局においては直射日光を避け常温で保管する

また、災害時を想定した可搬式ポンプの動作研修や小・中学校の応急給水拠点での給水指導においては、職員間で自己研鑽するとともに、年次点検時での対応を図っていく。

さらに、災害時において、小・中学校の教職員へ対応を依頼することとしている応急給水については、教職員の方も同じ学区に住んでいるとは限らないことから、地域住民等による災害時の給水活動をより円滑にするため、水道フェアや出前教室において、より多くの地元の方に参加いただき、応急給水栓の操作方法や給水パックの使用方法を理解してもらえるように努めていきたい。

松長揚水ポンプ場における送水管漏水修理工事

○山下 弘史（会津若松市上下水道局） 長谷川 恵一（会津若松市上下水道局）

1. はじめに

松長配水池揚水ポンプ場（以下、松長ポンプ場）及び松長低区配水池（以下、低区配水池）は、松長団地と呼ばれる住宅地の造成に伴い昭和 59 年度に整備された水道施設であり、滝沢浄水場にて浄水処理された水が、八幡配水池及び松長ポンプ場を経由して低区配水池へと送水され、松長団地へと配水されている（図 1）。安定した残留塩素濃度の水道水を供給するため、松長ポンプ場内には追加塩素注入装置が設置されているが、送水管の追加塩素注入部においてピンホール状の漏水が発生した（図 2）。本稿では、漏水した送水管の更新方法を検討する上で、発生した課題やその対応策等について報告する。

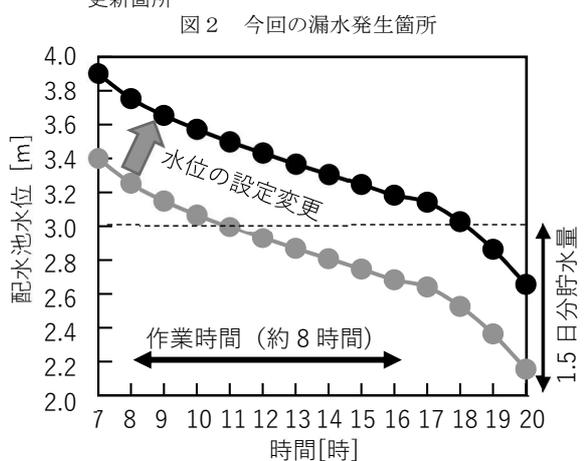
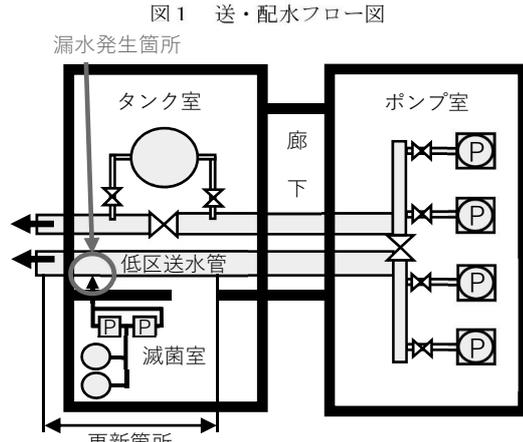
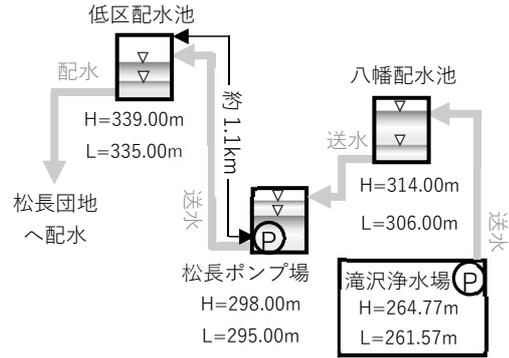
2. 漏水修理における検討事項

(1) 送水管の管種・管割について

松長ポンプ場内の送水管の管種は、溶融亜鉛めっきが外面に施された鋼管が使用されており、漏水した撤去管内部は鉄錆が著しい状態となっていた。また、漏水した送水管は外壁を跨ぐ配管となっており、送水管の管種・管割の選定にあたっては①耐薬品性、②膜厚によるトルク管理性、③継手形式、④価格の観点から検討した。追加塩素注入管については耐薬品の高い PEL-PD（ポリエチレン粉体内外面ライニング鋼管）とし、既設外壁貫通口を利用した更新が可能となる継手形式とするため、片側の継手には割フランジを使用した。また、追加塩素注入管以外の配管に関しては、耐薬品性、トルク管理性、価格の観点等から総合的に判断し、NCP（ナイロンコーティング鋼管）を採用した。

(2) 送水管の更新方法について

松長ポンプ場と低区配水池を繋ぐ配管には、低区配水池の流入弁を除いて仕切弁が設置されておらず、送水管を更新するにあたって、延長約 1.1km の管内水の処理方法について検討を必要とした。工法として、松長ポンプ場出口の配管に不断水弁を設置した上で更新する方法と、松長ポンプ場内に仮設の排水管を設置して管内水を全て排水した上で更新する方法が検討された。前者の工法を採用した場合、不断水弁を設置するスペースが狭隘である上、資材費や設置費に余分な費用が掛かる一方、後者とした場合には、更新作業以外に排水及び洗管作業に時間を要し、規定の水質を確保するまで低区配水池に送水ができないことで、松長地区に対して安定的に給水するために必要な水量が低区配水池内に確保できない懸念があった。そのため、後者の工法が水運用上問題がないかを検討するため、工事全体の作業に要する時間と、低区配水池の水位予測を行った。管径・ポンプ能力等の各種条件から、工事全体の作業（排水→更新→洗管）には約 8 時間を要することが計算によりわかった。また、低区配水池の過去の水位データから、朝 7 時時点で松長ポンプ場のポンプを停止した場合に予測される低区配水池の水位の経時変化を図 3 に示す。図 3 より、低区配水池の水位を平常時（3.4m～3.5m）から概ね満水状態（3.8～3.9m）に事前に変更設定することで、朝 8 時頃に作業を開始した場合、夕方 18 時時点で水位は 3.0m 程度であると予測される。これは、松長地区の需要に対し 1.5 日分程度の水量を確保できていることを意味し、工事の施工が可能であるという判断に至った。



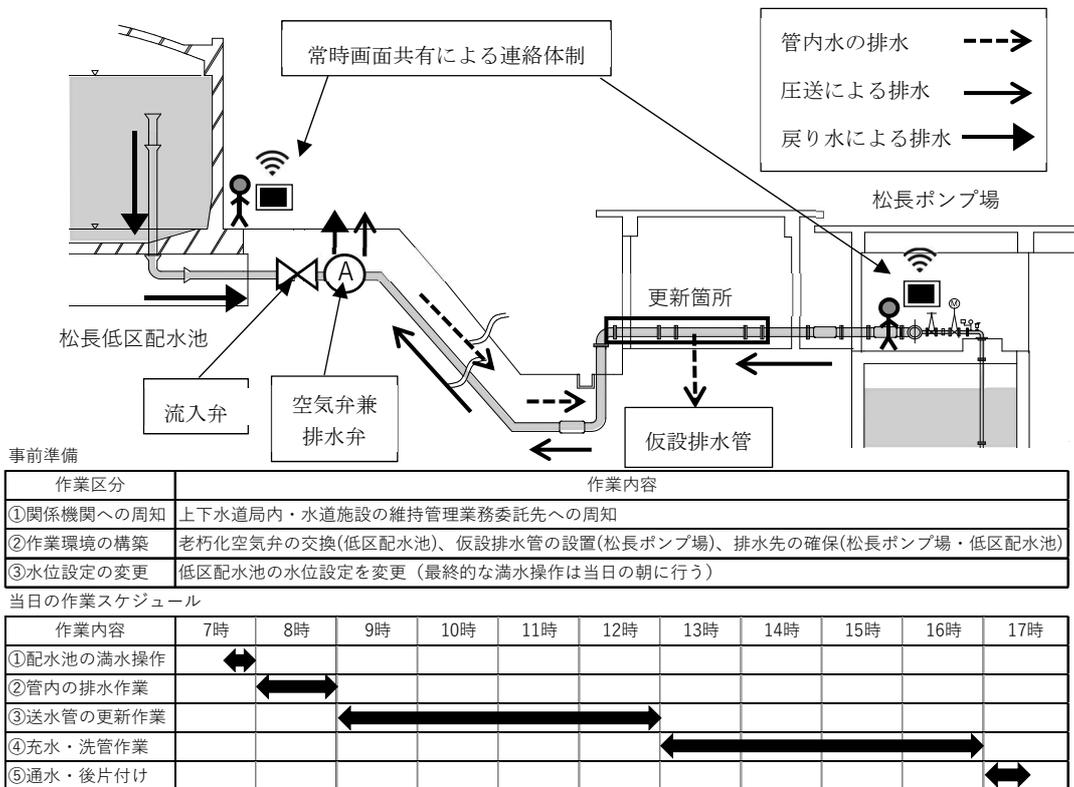


図4 工事の作業体制とスケジュール

3. 今回の工事施工方法について

工事当日の作業工程として、一般家庭の水使用量が増大し、屋外における作業性が低下する日没の時間帯を回避するため、17時までに通常の水運用が再開できるようにスケジュールを設定し、工事実施に向けた事前準備内容や作業体制について検討した(図4)。工事前日までは、①関係機関への周知、②仮設排水管の設置等、作業環境の構築、低区配水池の水位設定を変更する等、事前準備を進めた。また、工事当日の作業体制としては、松長ポンプ場及び低区配水池にそれぞれ職員を配置して、円滑な連絡体制及び状況把握を可能にするため、タブレット型端末を使用した常時画面共有を行なった上で作業に臨んだ。午前中の作業としては、配水池の満水操作、管内水の排水作業、送水管の更新作業、午後の作業としては、充水・洗管作業を想定し、規定の水質が確保でき次第、通水及び復旧完了とした。洗管作業は配水池側とポンプ場側の双方向から行い、会津若松市上下水道局の品質管理基準により管容量の3倍以上排水することとした。なお、配水池側からは、ポンプ停止状態における流入弁の操作により、低区配水池の水位と空気弁兼排水弁の高低差を利用した戻り水による洗管とし、松長ポンプ場側からは、流入弁を閉じた状態におけるポンプ操作により水を圧送し空気弁兼排水弁から排水することによる洗管とした。

4. 実際の作業状況

実際の作業では、管内水の排水や送水管更新作業は滞りなく進行したが、更新後の作業に多少の困難が生じた。充水時には、ポンプ起動直後に圧力スイッチがポンプ2次側の圧力低下を検知し、ポンプがすぐに停止してしまう状況に陥った。これは、ポンプ2次側が空管になったことにより、一定の水量が管内に溜まるまで管内圧力が上昇しきらないことが原因であったが、松長ポンプ場内に新設したバタフライ弁の開度調整により管内圧力をコントロールすることで、異常検知を回避することができた。また、洗管時には、松長ポンプ場内の劣化した亜鉛めっき鋼管や、低区配水池流入弁の老朽化した金属弁座仕切弁の鉄錆に起因する濁水の排水に想定以上の時間を要したものの、17時には全体の作業を終えたことから、概ね当初スケジュールどおり工事を完了することができた。

5. おわりに

今回の漏水は、追加塩素注入管という高い腐食性雰囲気の下で、亜鉛メッキ鋼管が経年劣化したことにより発生した。本市では、今回の漏水箇所と類似した現場条件である水道施設が存在し、今後も同様の漏水が発生する可能性があるといえるため、今回の知見が更新方法を検討する上での一助となれば幸いである。

世増ダムにおける淡水赤潮発生事例

八戸圏域水道企業団 ○小笠原 安孝

若松 潤子

加藤 悠樹

1. はじめに

当企業団の基幹浄水場である白山浄水場では、馬淵川と新井田川の2河川を水源とし、凝集沈殿—中間塩素処理—複層ろ過の浄水処理を行っている。世増（よまさり）ダムは新井田川取水口から約15 km上流に位置しており、水道水源のほかに洪水調節、灌漑用水として利用されている。有効貯水容量3,310万 m^3 、流域面積398 km^2 と新井田川系上流域のダムの中で最大であり、世増ダムでの水質悪化は浄水処理へ多大な影響を及ぼすことになる。本報ではダム湖内で発生したクリプトモナス（*Cryptomonas*）の増殖による淡水赤潮の調査結果と対応について報告する。

2. 赤潮発生状況について

令和3年6月28日に世増ダム管理事務所から湖面が赤褐色を呈しているとの連絡をうけ、確認したところ、ダムサイト付近の湖面は通常時と変わりなかったが、ダム湖に架かる新世増橋、新水吉橋付近は淡水赤潮が疑われる状況であった（図1）。

赤褐色部分の水を検鏡したところ、褐色鞭毛藻類のクリプトモナスが多数確認された。クリプトモナスが増殖すると水は赤褐色に着色することが知られており、これが淡水赤潮の原因であると考えられた。クリプトモナスが浄水処理へ与える影響としては、凝集不良や、浄水への着臭が挙げられる。よって、監視を強化することとした。

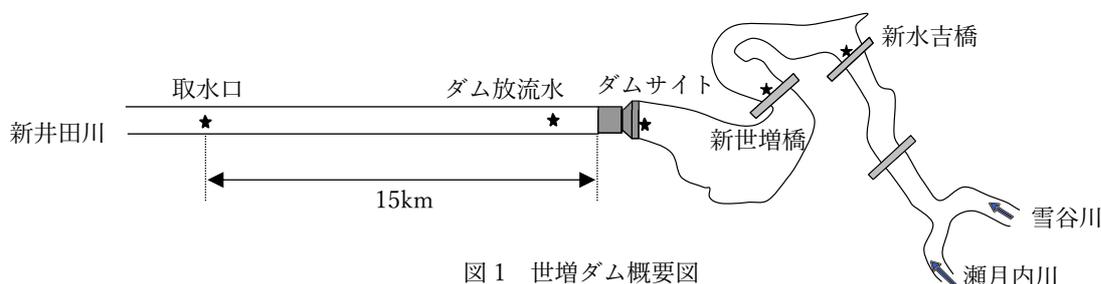


図1 世増ダム概要図

3. クリプトモナス細胞数の推移

6月29日～7月6日までの各地点のクリプトモナス細胞数を図2に示す。赤潮発生前の直近のダム調査（6月17日）ではクリプトモナスは確認されなかった。上流部の新水吉橋では6月29日に最多の196,000細胞/mL確認され、7月6日には1,540細胞/mLまで減少した。新世増橋においても同様に減少した。一方で放流水は7月3日の8,700細胞/mLが最高であり、上流部からの流下が示唆された。取水口での最高は7月3日の390細胞/mLであった。

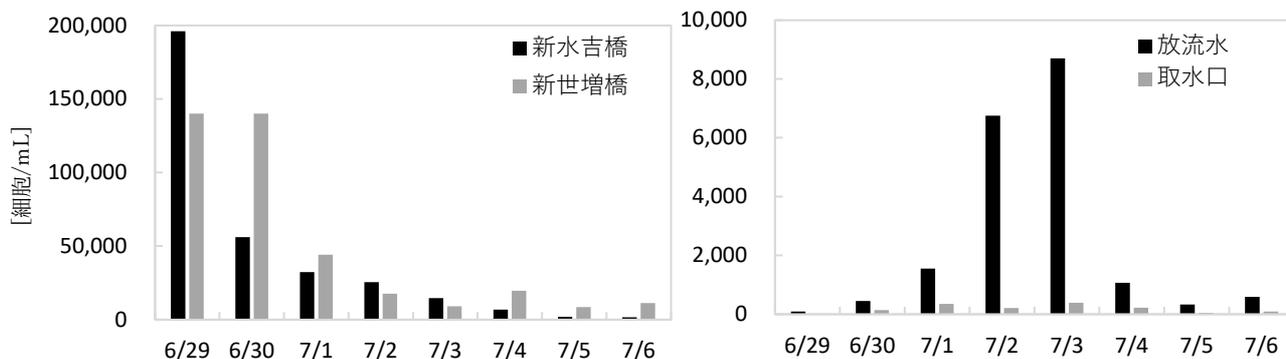


図2 世増ダム湖内及び取水口でのクリプトモナス細胞数の推移

採取した水からは生ぐさ臭が確認され、取水口においても強く感じられたが、7月2日以降は臭気強度1~4と通常時と変わらない程度の臭気で推移した(表1)。

表1 臭気強度の推移(6月17日~7月6日)

	6/17	7/1	7/2	7/3	7/4	7/5	7/6
新水吉橋	生ぐさ(3)		生ぐさ(4)	生ぐさ(4)	生ぐさ(4)	生ぐさ(3)	青草(2)
新世増橋	青草(2)	青草(7)	生ぐさ(4)	生ぐさ(4)	生ぐさ(4)	生ぐさ(3)	青草(4)
ダムサイト	青草(2)						
放流水	生ぐさ(3)	生ぐさ(5)	生ぐさ(3)	生ぐさ(3)	生ぐさ(2)	生ぐさ(1)	生ぐさ(3)
取水口	生ぐさ(3)	生ぐさ(5)	生ぐさ(2)	生ぐさ(2)	生ぐさ(2)	生ぐさ(1)	生ぐさ(2)

() 内の数値は臭気強度

4. 水深別のクリプトモナス細胞数

7月1日に新世増橋の各水深におけるクリプトモナス細胞数を計数したところ、大部分は水面から水深3m程度までの表層に分布しており、6m以下では非常に少ないことがわかった(表2)。よって、赤潮がダムサイトまで達した際には、中層から放流することで放流水中のクリプトモナスを大幅に減少させることができると考えられた。

表2 各水深のクリプトモナス細胞数

水深(m)	クリプトモナス(細胞/mL)
0.5	44,070
3	38,000
6	40
9	10
17	0

5. 浄水処理特性の評価

7月1日に新世増橋の表層水を採取し、ジャーテスト及び前塩素処理臭気試験を実施した。

5.1 ジャーテスト

凝集沈殿によるクリプトモナスの除去率を評価するため新世増橋の表層水(44,070細胞/mL)を用いて、表3の手順でジャーテストを実施した。結果を表4に示す。

表3 ジャーテスト条件

- ① 硫酸でpH 7.1に調整
- ② 粉末活性炭注入率を20~50 mg/Lとし、120 rpmで20分間接触
- ③ PAC注入率 40 mg/Lで凝集沈殿
- ④ 20分間静置後、上澄水のクリプトモナスを計数し、臭気の評価

表4 ジャーテスト結果

粉末活性炭注入率(mg/L)	20	30	40	50
クリプトモナス(細胞/mL)	3,350	6,800	1,780	2,550
除去率(%)	92.4	84.6	96.0	94.2
臭気	生ぐさ・青草臭(強)	生ぐさ・青草臭	生ぐさ・青草臭	生ぐさ臭(弱)

上澄水はクリプトモナスの8割以上が除去されていたが、粉末活性炭注入率が50 mg/Lでも弱い生ぐさ臭が感じられた。

5.2 前塩素処理臭気試験

前塩素—粉末活性炭処理の有効性を確認するため、検水（クリプトモナス 44,070 細胞/mL）に次亜塩素酸ナトリウムを 2 mg/L、粉末活性炭を 20、50 mg/L となるようそれぞれ添加し、その後臭気を行った結果、いずれの試料からも強い生ぐさ臭が確認された。

クリプトモナスが多く存在する水を塩素処理すると強い生ぐさ臭が発生することと、この試料に粉末活性炭を高濃度で注入しても臭気を除去できないことが明らかになった。

6 まとめ

- ・ダム湖内でクリプトモナスが増殖し、淡水赤潮が発生した。採取した水からは生ぐさ臭が感じられた。
- ・ジャーテストの結果、PAC による凝集沈殿によりクリプトモナスは 8 割以上除去可能であったものの、残存するクリプトモナスを塩素処理した場合、生ぐさ臭が発生してしまう。また、除去性を上げるために前塩素処理を行った場合は、粉末活性炭では処理しきれないほどの強い生ぐさ臭が発生してしまう。よって、クリプトモナスが多く存在する原水の浄水処理は非常に困難であるといえる。
- ・クリプトモナスはダム表層から水深 3 m 程度に大部分が分布しており、6 m 以下では非常に少ないことから、ダムの中層以下から放流することで、放流水中のクリプトモナスを減少させられることが分かった。
- ・白山浄水場は中間塩素処理を行っていることと、取水口におけるクリプトモナスが 10~390 細胞/mL であったことから、今回はろ過水濁度の上昇や水道水への着臭といった浄水処理障害の発生には至らなかった。しかし、今後も同様の事例が発生する可能性があり、本調査で得られた知見を活用したい。

塩竈市との共同浄水場整備に向けた取組

仙台市水道局 ○佐々木 宣晴
長谷川 裕也

1. はじめに

人口減少に伴う水の需要の減少、水道施設の老朽化、深刻化する人材不足等の直面する課題に対応し、水道の基盤の強化を図るため令和元年 10 月に改正水道法が施行された。本市でも今後 30 年間で需要は 10%程度減少すると推計しており、財政支出の抑制は喫緊の課題となっている。

そのような背景の中、改正水道法に示された「広域連携の推進」に資する取組として、塩竈市と覚書を締結した上で進めている共同浄水場整備計画の策定について検討状況を報告する。

2. 経緯

塩竈市とは昭和 33 年に共同導水施設の設置に関する協定を締結し、当該施設の建設を行った。その後、昭和 38 年には維持管理に関する協定を締結し、資産持分に応じた負担金、事務費を塩竈市から受け取り、本市が一括して維持管理を行ってきた。共同導水施設は国見浄水場(仙台市)及び梅の宮浄水場(塩竈市)への導水施設として、現在まで長きに渡り稼働している(国見浄水場～梅の宮浄水場間の導水管は塩竈市単独施設)。

本市では老朽化が進んだ国見浄水場の更新手法として、共に大倉ダムを水源とする中原浄水場(仙台市)と統合して新たな浄水場を整備する方針としており、同じく更新時期を迎える梅の宮浄水場を含めて共同で浄水場を整備する可能性も視野に入れて塩竈市と協議を進めてきた。その結果、国見浄水場と中原浄水場、さらに梅の宮浄水場を統合して共同浄水場を整備する方針に至っている。主な経過を以下に示す。

表. 各浄水場の稼働年数

浄水場	稼働時期	稼働年数
国見浄水場 (100,000m ³ /日)	昭和36年	61年
中原浄水場 (35,240m ³ /日)	昭和52年 ※全面改良	45年
梅の宮浄水場 (30,000m ³ /日)	昭和38年	59年

- 昭和 33 年 11 月 「仙台市・塩竈市の共同導水施設の設置に関する協定書」締結
- 昭和 36 年 8 月 国見浄水場一部通水開始
- 昭和 38 年 1 月 「仙台市・塩竈市共同導水施設の維持管理に関する協定書」締結
- 昭和 38 年 4 月 梅の宮浄水場通水開始
- 平成 27 年 4 月 国見浄水場の更新に関して調査・検討開始
以降、塩竈市と情報共有を図り広域連携の可能性について協議
- 平成 30 年 10 月 国見浄水場と中原浄水場を統合して更新することを決定
- 令和 2 年 12 月 塩竈市において仙台市と浄水場を共同化する方針を決定
- 令和 3 年 3 月 「塩竈市・仙台市共同浄水場整備に向けた計画策定に関する覚書(以下、覚書という。)」
締結
- 令和 3 年 8 月 「水計建施 第 2021-3 号 仙台市・塩竈市共同浄水場整備計画策定支援業務委託(以下、
整備計画策定支援業務委託という。)」契約締結
- 令和 3 年 11 月 「仙台市・塩竈市共同浄水場整備検討協議会」設置
- 令和 4 年 5 月 両市議会に施設能力、浄水処理方法の検討状況について中間報告

3. 検討体制

本市では令和2年度より給水部計画課に「統合浄水場準備室」を新設し、検討体制を強化した。令和3年6月には統合浄水場準備室を事務局とした局内関係部署の係長からなる「共同浄水場整備に係るWG(以下、WGという。)」を設置し、局内の意見聴取・情報共有を行っている。同年11月には「仙台市・塩竈市共同浄水場整備検討協議会(以下、協議会という。)」を設置し、両市に関わる重要事項の意思確認・決定等を行っている。なお、整備計画策定支援業務委託については本市が発注・監督を行い、現行水利権水量比に応じた負担金、事務費を塩竈市から受け取ることを覚書により定めている。

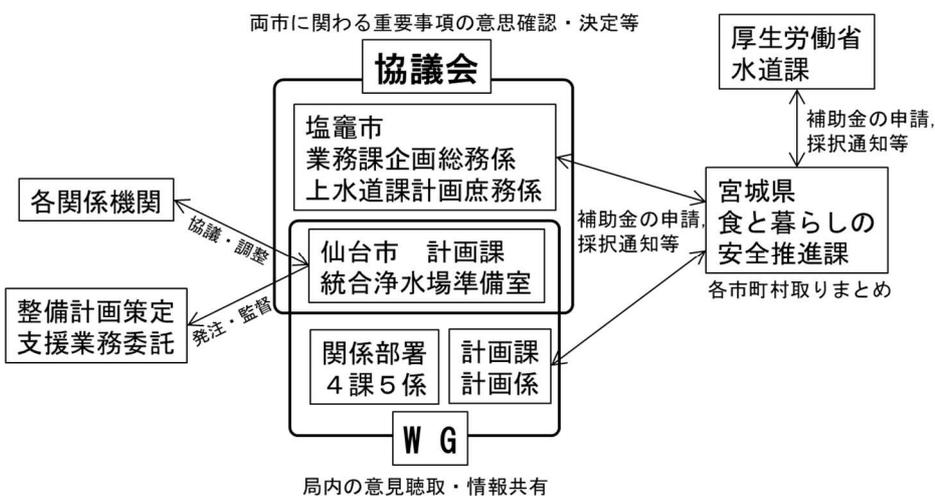


図1. 検討体制

4. 共同浄水場の概要

建設予定地は中原浄水場敷地内となっており、国見浄水場、梅の宮浄水場を廃止し、共同浄水場に機能を集約する方針である。取水・導水施設については既存の国見系(共同)・中原系施設を改修しながら活用していくことで、施設の二重化を図ることとしている。なお、施設能力は152,710m³/日(仙台市136,425m³/日、塩竈市16,285m³/日)、浄水処理方法は凝集沈澱+急速ろ過方式として検討を進めている。

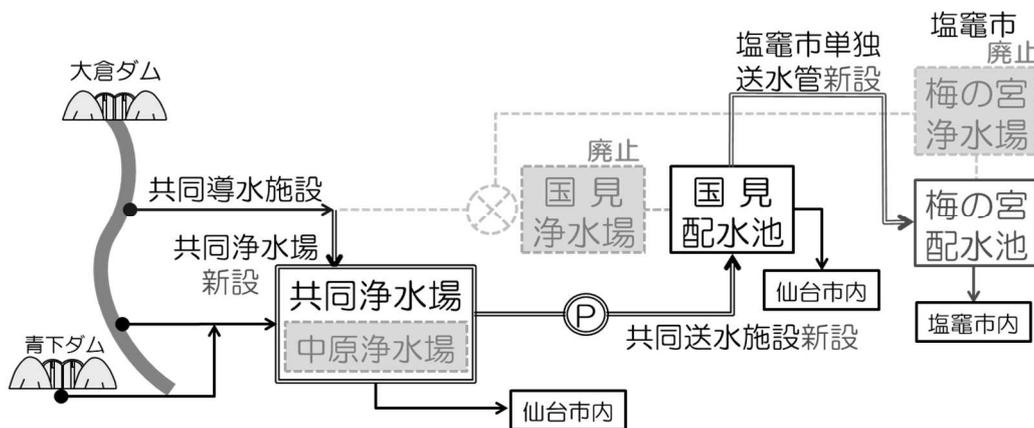


図2. 共同浄水場整備概略図

5. 今後の予定

令和4年度は引き続き事業スケジュールの整理など整備計画の策定を進める。また、共同浄水場の整備に関する協定締結に向けて水道施設や土地などの資産持分、整備費用の負担割合などについて塩竈市と協議を進めていく。

- 令和4年11月 仙台市・塩竈市共同浄水場整備計画を策定・公表
- 令和5年3月 仙台市・塩竈市共同浄水場整備に関する協定書の締結
- 令和5年4月 基本設計等整備事業開始

6. 共同化によるメリット・デメリット

共同化によるスケールメリット等を活かしたイニシャルコスト・ランニングコストの低減により、両市の将来財政支出の抑制につながるものと考えられる。また、整備計画策定支援業務委託については、令和3年度から新たに創設された生活基盤施設耐震化等効果促進事業の採択基準である「複数事業者間で実施するアセットマネジメント又は施設統廃合計画の策定」と合致したため、採択を受けて国庫補助金(交付率3分の1)を活用することができた。

一方で、市議会等への報告時期や内容については両市で足並みを揃える必要があり、意思決定に至るまでの期間・労力の増加は避けられない側面もある。また、塩竈市では市長が水道事業管理者となっていることもあり、スケジュール管理に配慮することも必要であった。

7. おわりに

浄水場の更新事業は本市では初めてのことであり、建設に携わった職員も退職している状況である。また、他自治体の職員と仕事をする機会は少ないため、今回の共同浄水場整備に係る業務を貴重な経験とし、今後活かしていきたい。

今回の報告が、施設の共同化など広域連携の検討をしている他事業者の一助となり、水道の基盤強化につながるがあれば幸いである。

横内浄水場における UV 値を活用した色度管理の確立検証

○小山 顕義（青森市企業局）

高木 雅史（青森市企業局）

1 はじめに

横内浄水場は、八甲田連峰前岳を源とする横内川を水源としており、水量も豊富でその水質は四季を通して温度変化が少なく、総じて良好である。このことから、浄水処理方式は伏流水など比較的水質が良好な原水に適し、自然の浄化能力を利用する緩速ろ過方式を採用し、日本一おいしい水と称されている。

緩速ろ過法の短所は、降雨や雪解けの影響等による河川水の濁度上昇によるろ過池の閉塞や、紅葉後の落ち葉等に起因するフミン質の影響による色度等の上昇などがある。特にろ過水色度の上昇時には、その変動にあわせ、塩素注入のみでの残留塩素の管理が必要となる。

基本的に緩速ろ過法による色度の除去効果は限定的であるため、ろ過水の色度が高くなった場合、配水池以降の残留塩素濃度の低下傾向が見受けられるが、このような状況下では低下傾向を予測した適正な塩素注入率としなければならない。さらに、浄水処理を行ってもなお、高色度が予測される場合は取水停止を判断しなければならない。

そのため、当浄水場では、取水口に UV 計を設置し、色度管理の代用として運用しているが、UV 値と真色度（濁度由来の色度の数値を除いたもの）の相互関係を把握し、当浄水場における浄水処理基準を確立するために検証したので詳述する。

2 検証方法

浄水処理基準の検証方法は、実用的な検証結果が得られるよう、採水による水質検査データおよび過去の実績データにより検証を行う。

(1) 採水試料による UV 値と色度の関係

横内浄水場の取水設備がある水源地は、UV 計のほか、濁度計や導電率計、油膜検知装置、毒物監視装置、ITV カメラにて水質並びに河川状況を常時監視し、濁度や UV 値の上昇に限らず、水質異常も把握できる設備となっている。また河川状態を監視している UV 計は、UV のほかに濁度測定用の VIS（可視光線吸光度）及び UV から VIS 分を除いた「UV- α VIS」（以下「河川 UV」と言う。）値を常時計測、監視している。

取水の基準となる水源地の河川 UV 値が 0.05abs 以上を目安に上昇した際、水源地巡回に併せて採水を行い、採水した試料を試験室で検査する。試験室での検査内容は、色度（真色度）、UV 値、参考として濁度を測定する。UV 値は、未処理の試料とガラス繊維フィルター（孔径 1.0 μ m）でろ過した試料の 2 種類を水質管理チームの協力を得て測定する。測定した真色度及び UV 値にて比較し、UV 値と色度の関係性を検証する。

(2) 実運用時の河川 UV 値とろ過色度の関係

横内浄水場の浄水フローは、普通沈殿池で濁質除去の後、緩速ろ過池にてろ過を行い、最後に塩素混和池で塩素消毒を行う。塩素消毒前のろ過水は、高感度濁度計による濁度監視および色度計による色度監視を常時行っている。

実運用時の UV 値と色度の関係性を検証するため、塩素消毒前のろ過水について低色度時と高色度時を比較し、使用するデータは常時記録している日報データより、河川 UV 値、ろ過色度、参考として河川およびろ過濁度とする。なお、低色度時は、河川 UV 値が降雨や雪解けの影響等を受けていない数値を採用する。高色度時は、降雨や雪解けの影響等により、河川 UV 値が計器上 0.05abs 付近で浄水処理した際の数値とする。

※abs：吸光度の単位

3 検証結果

(1) 採水試料による UV 値と色度の関係

採水した試料の測定結果を表 1 に示す。色度については、真色度 5 度未満を低色度、5 度以上を高色度とした。

春季の雪解け時に採水したサンプル 1~4 については、雪解け水による高濁度時において、色度と真色度、UV 値（未処理）と UV 値（ろ過）の数値に大きな差がみられるが、真色度は 5 度未満であるため低色度といえる。これは濁質分が色度に大きく影響を与えていると思われる。また紅葉時に採水したサンプル 9 及び 10 については、濁度 2 度程度と他のサンプルに比べ高濁度とはいえないが、UV 値（未処理）と UV 値（ろ過）の数値に大きな差はなく、いずれも真色度が 5 度以上であるため高色度といえる。これは落ち葉等に起因するフミン質が色度に影響を与えていると考えられる。

(2) 実運用時の河川 UV 値とろ過色度の関係

日報データより取りまとめた低色度時の各数値を表 2 に、高色度時を表 3 に示す。

低色度時について、サンプル 1~3 のような雪解けから梅雨時、初秋の降雨からなる期間は、濁度が 1 度

前後とサンプル 4～6 に比べ高い傾向がみられる。サンプル 4 にみられる紅葉時期は、濁度が 1 度未満と比較的低濁度ではある一方、河川 UV 値およびろ過色度の双方とも各サンプルよりも高い傾向がある。サンプル 5 並びに 6 のような降雪期間は、河川濁度、河川 UV 値、ろ過色度いずれの値も低い傾向がみられる。

高色度時は、低色度時に比べ濁度が 2～3 度と高い。また、高色度時のみで比べると、河川 UV 値が計器上 0.05abs 付近に達するまでの状況や河川 UV 値がピークに達した後の減少傾向により、同じような河川 UV 値であっても、ろ過色度は同様ではないといえる。一時的に急速に河川 UV 値が上昇し、低下速度も比較的早い場合は、その前後の河川水 (UV 値が 0.03～0.04abs) を取水した際、普通沈殿池や緩速ろ過池での影響が大きくなるため、他サンプルとの比較では河川 UV 値が同じくらいの値であってもろ過色度は低くなると考えられる。一方で、降雨が長時間続き、河川 UV 値が 0.05abs 付近で停滞するなど、高めで推移する場合は、浄水処理による効果はあまりないため、河川 UV 値が同じくらいの値であってもろ過色度が低くなる傾向はないといえる。

表 1 測定結果一覧

No.	日付	濁度 (度)	色度 (度)	真色度 (度)	UV 値 (未処理) (abs)	UV 値 (ろ過) (abs)
1	2021/3/29	15.9	34.7	2.9	0.1071	0.0296
2	2021/3/30	7.3	16.0	2.1	0.0535	0.0221
3	2021/4/5	6.0	12.9	2.2	0.0457	0.0214
4	2021/5/17	14.9	34.5	4.0	0.0753	0.0359
5	2021/8/10	14.5	46.9	16.8	0.2173	0.1490
6	2021/8/11	2.3	10.2	5.2	0.0554	0.0497
7	2021/8/18	3.6	15.7	7.4	0.0796	0.0658
8	2021/9/9	8.2	28.9	11.0	0.1352	0.0980
9	2021/10/21	2.6	14.7	8.7	0.0870	0.0710
10	2021/11/11	2.2	11.8	6.7	0.0758	0.0670

表 2 低色度時の日報データ一覧

No.	日付	河川濁度 (度)	ろ過濁度 (度)	河川 UV 値 (abs)	ろ過色度 (度)
1	2021/5/29	0.9	0.01 以下	0.0114	1.2
2	2021/7/25	1.4	0.01 以下	0.0137	1.5
3	2021/9/27	1.2	0.01 以下	0.0125	1.5
4	2021/11/5	0.3	0.01 以下	0.0178	2.1
5	2022/1/7	0.6	0.01 以下	0.0102	1.2
6	2022/3/3	0.3	0.01 以下	0.0112	1.0

表 3 高色度時の日報データ一覧

No.	日付	河川濁度 (度)	ろ過濁度 (度)	河川 UV 値 (abs)	ろ過色度 (度)
1	2017/10/11	2.0	0.01 以下	0.0545	4.7
2	2018/10/29	2.1	0.01 以下	0.0585	3.9
3	2019/6/16	2.5	0.01 以下	0.0572	4.5
4	2019/12/14	2.9	0.01 以下	0.0517	4.0
5	2020/8/30	3.3	0.01 以下	0.0486	4.5
6	2021/11/11	2.3	0.01 以下	0.0528	4.1

4 考察

(1) 採水試料による UV 値と色度の関係

表 1 より真色度と UV 値 (未処理) の散布図及び線形近似曲線、真色度と UV 値 (ろ過) の散布図及び線形近似曲線を図 1 に示す。

未処理の試料については、少しばらつきが生じており、 $R^2=0.77$ と相関性が高いとは言えない。ろ過後の試料については、ばらつきが小さく、未処理の試料と比べても線形近似曲線の精度が高く、 $R^2=0.99$ と相関性が高い結果となった。採水による水質検査においては、濁質による UV 値と色度に与える影響は大

きいといえる。また、横内川の河川の特徴として、濁質をろ過処理することで UV 値による色度の予測精度を高めることが可能といえる。

(2) 実運用時の河川 UV 値とろ過色度の関係

表 2 および表 3 より河川 UV 値とろ過色度の散布図及び線形近似曲線を図 2 に示す。

低色度時はばらつきがそれほどない一方で、高色度時においては低色度時と比較してばらつきが大きい。これは、採水試料で関係性を把握できたように濁質による影響が大きいことから、ばらつきが生じていると考えられる。ただし、河川 UV 値 0.05abs、ろ過色度 5 度以下の条件下では、 $R^2=0.95$ と高い相関関係を示しており、河川 UV 値にてろ過色度をある程度予測することは可能と考えられる。

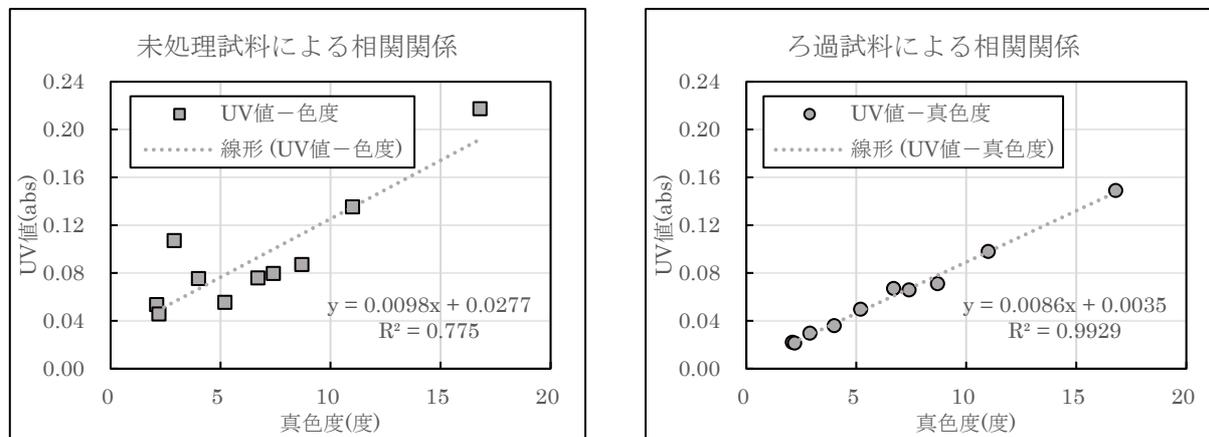


図 1 採水試料による UV 値と色度の相関図

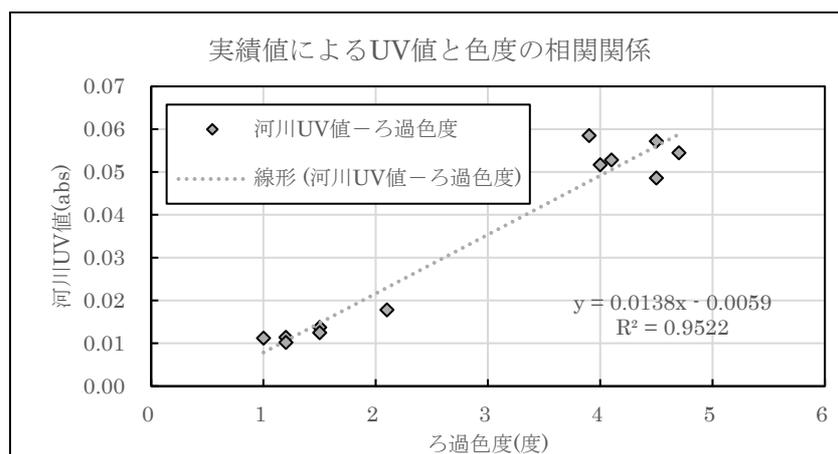


図 2 実運用時の河川 UV 値とろ過色度の相関図

5 まとめ

UV 値を活用した色度管理を確立させるため、採水による UV 値と色度の関係とこれまでの実績による UV 値と色度の関係を検証した。採水した試料より、濁質が UV 値と色度の関係性に与える影響が大きく、濁質を取り除くことで UV 値と色度に高い相関関係があることがわかった。また、これまでの実績による検証結果からも、横内浄水場の河川 UV 値とろ過色度に相関があるといえ、河川 UV 値による色度予測もある程度可能である。ただし、UV 値は、濁質による影響を受けやすいため、高 UV 値では、当分の運用として、採水してろ過処理することで真色度を把握することが望ましい。

また、今回の検証結果より、河川 UV 値を用いたろ過色度の予想が可能となることで、河川 UV 値による取水可能基準の設定が可能となるとともに、色度の予想から次亜塩素酸ナトリウムの注入量の設定も可能となることが示された。

さらに今年度より当浄水場は、緩速ろ過に加え紫外線処理によるマルチバリア方式の採用で、より安全性を高めた水道水の供給が可能となる。紫外線処理による利点は多々挙げられるが、適正に紫外線処理を行うためには、適用要件の遵守が求められ、色度は 5 度以下とすることが条件となる。したがって、当浄水場における緩速ろ過の浄水工程においては、濁度管理に加え、色度管理の重要性も増すこととなり、本検証で得られた河川 UV 値とろ過色度の関係性についての重要度は増すこととなる。

今後については、UV 計の機能として濁度補正定数 α の設定変更による濁度補正が可能であるため、定数 α の変更による河川 UV 値とろ過色度の関係や、高 UV 値時の対応をより明確にするため、さらなるサンプルの調査を重ね精度を上げることにより“横内モデル”としてのフィードフォワード制御の確立に向け、鋭意取り組んでいくこととする。

く、特に監視を要する北部の金足地区と南部の下浜地区を対象に調査を行った。両地点ともに浄水場以降で塩素の追加注入はない。金足地区の調査については、仁井田浄水場—手形山配水場—金足小泉給水栓—金足岩瀬ドレンの4地点を選定した。下浜地区の調査については、豊岩浄水場—浜田配水場—下浜名ヶ沢給水栓—下浜深山ドレンの4地点を選定した（図2）。

(2) 残塩近似式の算出

調査対象とした各々の地点について、毎月の定期採水時に測定した水温と残塩の値を基に定めた近似式を以下に示す。平成27年度から令和元年度までの60ヶ月間分の水温と残塩の点群データから近似直線を求め、各地点に残塩近似式を定めた（図3および図4）。なお、残塩の測定はDPD法により行い、近似式を適用する水温の範囲は5℃から30℃とした。



図2. 本調査での測定箇所

残塩近似式

x : 水温 (°C) y : 残塩 (mg/L)

① 金足地区

仁井田浄水場浄水 $y = 0.0111x + 0.5089$
 手形山配水場 $y = 0.0072x + 0.4566$
 金足小泉給水栓 $y = -0.0065x + 0.4164$
 金足岩ドレン $y = -0.0085x + 0.4411$

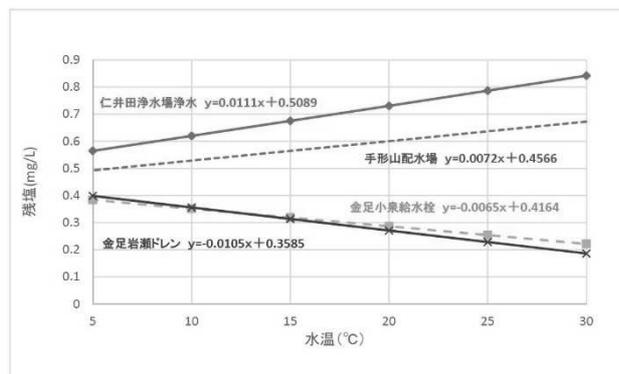


図3. 残塩近似式(金足地区)

② 下浜地区

豊岩浄水場浄水 $y = 0.0172x + 0.4454$
 浜田配水場 $y = 0.0050x + 0.4699$
 下浜名ヶ沢給水栓 $y = -0.0044x + 0.3306$
 下浜深山ドレン $y = -0.0105x + 0.3585$

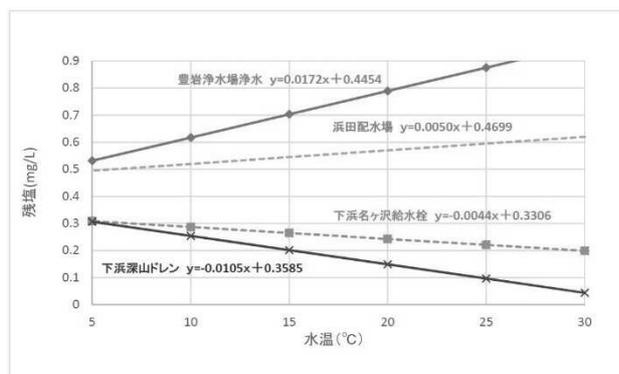


図4. 残塩近似式(下浜地区)

(3) 残塩近似式の検証

前述した残塩近似式について、令和2年度から令和3年度の24ヶ月間検証を行った。浄水場の近似式に、毎月の定期採水時の出口の水温を代入し残塩設定値を定め、その水温における各地点の近似式から、現地での残塩予測値を算出した。その後、毎月の残塩実測値と比較し、0.1mg/L以上0.4mg/L以下の達成率および末端地区における予測値と実測値の誤差±0.1mg/L以内の達成率を求め、それぞれ評価した。

4 調査結果

近似式を用いて浄水場での塩素濃度を調整した結果、両地区の末端給水栓で残塩 0.1mg/L 以上 0.4mg/L 以下を 24 ヶ月間通じて達成できた (図 5)。また、各地点の予測誤差について図 6 に示す。近似式による予測の精度は、両地区の末端給水栓で誤差±0.1mg/L 以内の月が 90%以上であった。ドレン地点については、両地区とも夏季を中心に 15 ヶ月以上検証し、誤差±0.1mg/L 以内の月が 75%以上であった。いずれも予測精度は良好であったが、夏季に実測値が予測値を下回る地点があり、ドレン排出とともに安全管理が重要であるといえる。

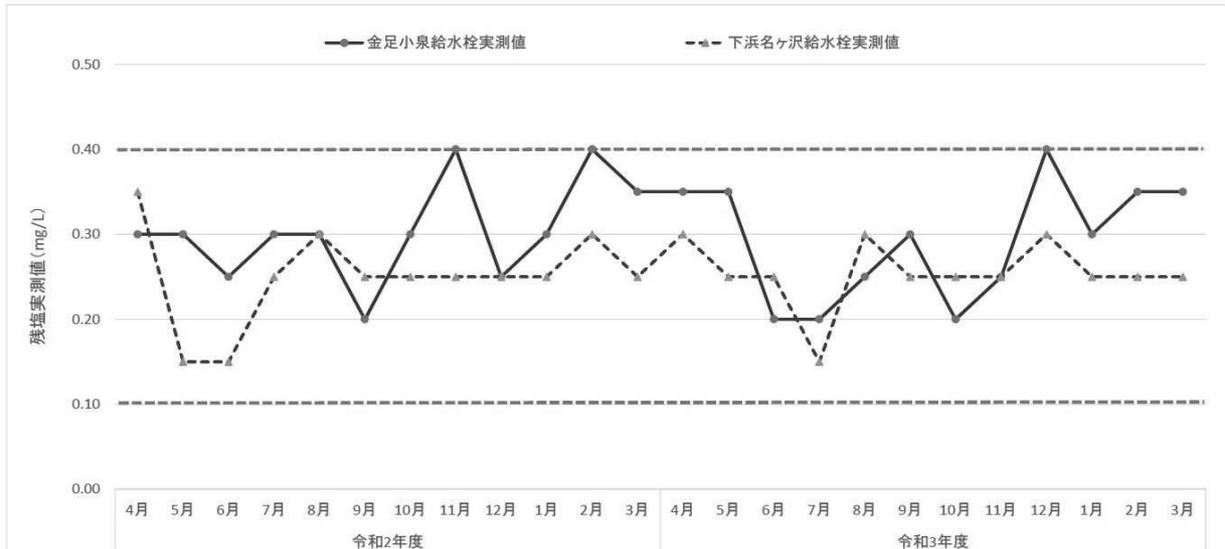


図5. 両地区給水栓の残塩実測値推移

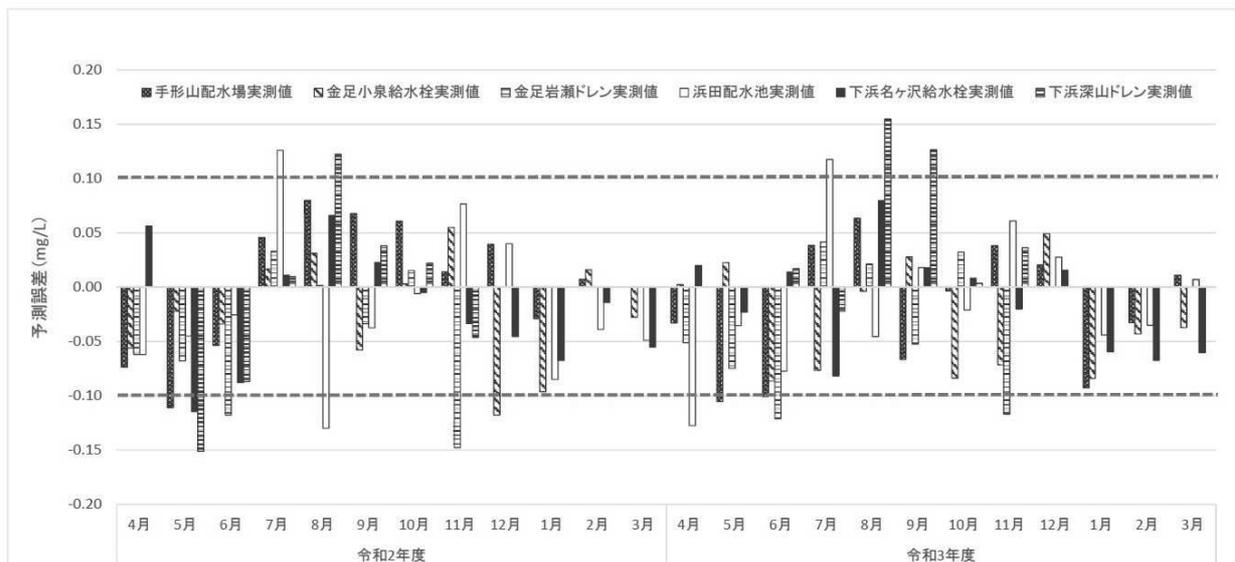


図6. 予測誤差

5 まとめ

近似式を用い、浄水場出口の残塩を設定し、末端地区までの残塩の消費傾向を予測した結果、調査地区において残塩を適正に管理できていることが確認できた。従来の、担当者の経験則による管理方法を可視化することで、設定値や予測値の客観的な評価が可能になり、より高い精度で末端地区までの消費傾向を把握できたため、取組の有効性が確認できた。夏季の残塩については、より安全で精度の高い運用管理を行い、今後も安全でおいしい水をお客様に供給したい。

新型コロナウイルスと水需要の関係

○井上 和樹（福島市水道局） 渥美 誠（福島市水道局）
村上 勇人（福島市水道局）

1. はじめに

昨今の新型コロナウイルスによる水需要への影響は一般的に生活用水の増と業務用水等の減として発現していることは広く知られている。

本検証ではこれについて福島市の地域性や水需要の実態を考慮したうえで給水区域の一部を抜粋し、より詳細な影響を客観的な指標に基づき考察することで実態の把握、ひいては将来の水需要予測に役立てるものである。

2. 前提条件と検証方法

(1) 前提条件

福島市全体の水需要については平成 27 年度～令和元年度まで減少傾向を示していたが、令和 2 年度に増加に転じた(+0.59%)。このことから令和 2 年度以降を新型コロナウイルスの影響を受けたものと設定した。

福島市は給水区域を小規模ブロックとしての「水系」に区分し配水量について管理を行っている。このうち後述する「渡利系」を含む中央部受水系統を今回の検証におけるモデルエリアとして選定した。これは中央部受水系統が福島市中心地を含むこと及び各受水系統の水量を前年度と比較したところ中央部系統のみが減となったことが選定の理由である。

中央部受水系統下の水系を「渡利系」と「その他水系」に分けた。(中央部受水系=渡利系+その他水系 概ね 100%=60%+40%)「渡利系」は福島市の中心市街地であり福島駅や飲食店を多く含むため業務用水量の影響の多い水系とし、「その他水系」は生活用水の割合が多い水系と仮定し設定した。

中央部受水系統の水量変化については渡利系における駅周辺の飲食店の水需要が新型コロナウイルス感染症対策としての時短営業や外出自粛の影響を受けて大きく落ち込んだこと、その一方でその他水系については在宅勤務の推進や外出自粛に起因した生活用水の増加の結果であると仮説を立てた。

国県市が発した新型コロナウイルスへの対策及び営業規制とその期間については次のとおりである。(表-1)

R2年度		4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
国	営業規制(時短)												
	緊急事態宣言												
	新型コロナウイルス緊急対策												
	新型コロナ緊急警報発令												
県	R3年度	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
	営業規制(時短)												
	まん延防止等重点措置等												
	新型コロナウイルス非常事態宣言												
	新型コロナウイルス感染症集中対策												
市	感染拡大防止重点対策												
	基本対策												

(表-1 新型コロナウイルスへの対策及び営業規制とその期間)

(2) 検証方法

令和元年度と令和 2 年度の各水系の実績水量について比較しその増減を導く。比較にあたってのポイントは月毎の総水量と内訳、コロナ対策期間との関係、時間帯別の水量とした。

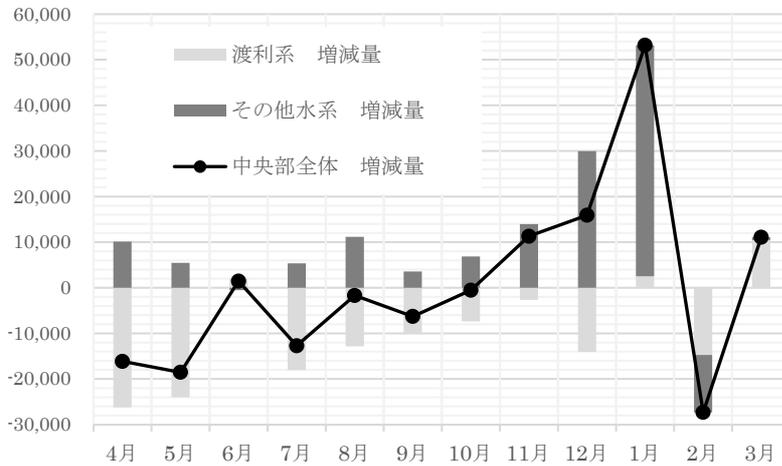
はじめに、中央部受水系統全体の各月の前年度の増減を確認した後、その増減の内訳として渡利系とその他水系の増減を確認する。その傾向が新型コロナウイルスによる水需要への影響として既知のものと同様であるか、つまりは当初設定した「渡利系＝業務用水量多」「その他水系＝生活用水量多」が正しいか検証し、その後時間帯別水量の比較で詳細な推移を確認した。

新型コロナウイルスと水需要の関係

3. 結果と考察

(1) 結果

中央部受水系の各月の増減については次のとおりである(図-1)。緊急事態宣言や営業規制下にある場合は渡利系が減となり、その他水系が増となっている月が多くみられた。次に渡利系における通年平均と新型コロナウイルスの影響が大きい4月の時間帯別水量は次のとおりである。(表-2, 図-2)



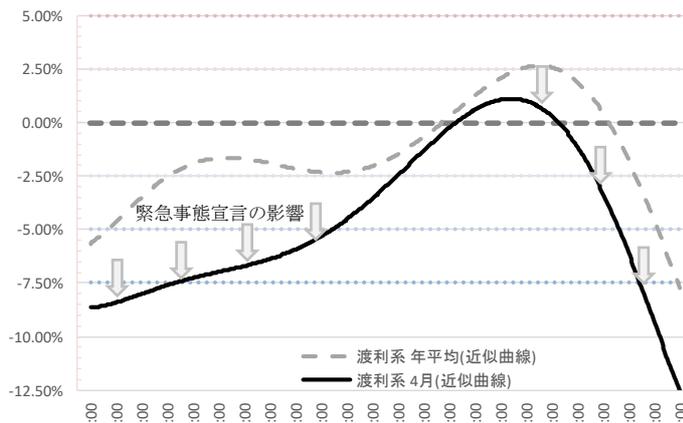
(図-1 R1-R2 中央部系統 月配水量増減)

時刻	R1-R2 増減率	
	年平均	4月
	渡利系	渡利系
1:00	-5.73%	-9.21%
2:00	-4.88%	-7.85%
3:00	-3.48%	-8.04%
4:00	-1.82%	-6.49%
5:00	-0.95%	-6.30%
6:00	-1.86%	-8.72%
7:00	-3.62%	-8.18%
8:00	-3.50%	-7.98%
9:00	-1.62%	-5.89%
10:00	-0.74%	-2.08%
11:00	-1.55%	-4.72%
12:00	-1.74%	-3.82%
13:00	0.55%	1.89%
14:00	-2.04%	-2.07%
15:00	-1.35%	-3.26%
16:00	-0.07%	-2.52%
17:00	1.50%	-0.13%
18:00	3.04%	0.64%
19:00	3.87%	4.34%
20:00	3.62%	1.75%
21:00	0.42%	-3.73%
22:00	-2.77%	-7.63%
23:00	-5.97%	-12.10%
24:00	-6.70%	-10.60%

(表-2 渡利系増減率)

(2) 考察

渡利系での時間帯別水量の増減率に注目し、増減率±7.5%~を「大きな有意差」、±5.0~7.5%を「有意差」±2.5~5.0%を「わずかな有意差」と設定し、次の2点に注目した。



(図-2 渡利系 緊急事態宣言の影響)

①18:00~21:00 ②22:00~3:00、①は外食などをせずに帰宅、就寝する生活サイクルに変化したことによる生活用水の増と考える。②は市街中心地である駅周辺の業務水量の減と考える。渡利系においても①は認められるが②の傾向がより強く発現している。これは生活用水の増の影響を受けつつも業務用水減の影響がそれを上回っていることを示すと考えられる。緊急事態宣言下にあった4月の前年度比増減率は年平均の増減傾向をより強くしたものであったことからコロナ禍の生活様式の変化と水需要の関係として①②の傾向は正しいと考えられる。

4. おわりに

本検証により新型コロナウイルスと水需要の関係について知見を得られた。次年度以降も引き続き検証するとともに、検証結果に基づく効果的な広報営業活動を行い水需要の喚起に役立てたい。

水理解析研修による管網のスペシャリストの育成計画

八戸圏域水道企業団

○上野 光弘

1. はじめに

日本の水道は普及率約 98%に達し、世界的にみても 12 か国(国土交通省:令和 3 年版日本の水資源の現況)しかない直接飲むことのできる高品質を保っている。

その一方で、老朽化の進行や耐震化の遅れなどへの課題対応を、人口減少に伴う給水収益減少の中で取り組んで行かなければならない。

人口減少社会の到来は、大都市よりも先に中小都市に現れることから、以前のように大都市の対応策を見ながら中小都市で実行すれば良いというものではなく、人口減少社会への適応は地方主導で解決しなければならない。

平成 25 年度から関数電卓のみを使用する水理解析研修を立ち上げ、段階的に内容の充実を図り続け、今年で 10 年目の節目となる。人材育成は全国的に急務であり、本研修は東北全県からの参加がある。これまで 39 団体、のべ 819 名が受講している。

本稿では、「水理解析研修による管網のスペシャリストの育成計画」について述べる。

2. 改正水道法による分析

改正水道法における管路の課題を分析すると、ヒトの問題(職員の減少)、モノの問題(老朽化の進行、耐震化の遅れ)、カネの問題(経営基盤が脆弱、人口減少による給水収益の減少)があり、経営の 3 大資源であるヒト、モノ、カネに関係する内容であることから、経営そのものが主要課題であることが分かる。

対策として、技術職員の確保と育成、適切な施設と管路の更新、耐震化、健全な経営の確保が挙げられ、具体的には、①教育、②長寿命耐震管路の使用、③管網評価のできるマッピングシステムの構築、④配水ブロック化、⑤管網機能評価、⑥アセットマネジメント、これら 6 項目を業務改善の内容と位置付け実践していく。

この中で、②長寿命耐震管路の開発はメーカーサイドの改善事項であり、残りの 5 項目が事業体で改善すべき内容であると分析できる。

また、④配水ブロック化、⑤管網機能評価、⑥アセットマネジメントの 3 つは、③管網評価のできるマッピングシステムの構築が不可欠であることから、これらの 4 項目は全てマッピングシステムの関連技術であることが分かる。

よって、事業体側でやるべきことを突き詰めると、管路での改正水道法(基盤強化)のキーとなるのは、「人材育成」と「多機能型マッピングシステムの構築と高度活用」の 2 つと言える。

このような考えから、人材育成の一環として、この 2 つを網羅できる「水理解析研修」を開催しているものである。

3. 人口減少社会への適応は、これまで以上の水理解析技術のスキルが必要

水需要が以前のように、右肩上がりから横ばいの時は、大は小を兼ねることから、水量・水圧不足にならなければ良かった。具体的には、動水勾配、流速、損失水頭などから、改善対象箇所の抽出ができて、それを改善できれば良かった。

現在の流量減少時では、縮径するためには、①通常時、②火災時、③到達時間(残留塩素)、④バックアップ時(全量、お盆と大晦日を除いた360日、夏季ピーク1か月を除いた11か月対応可能などの判断を含む)の最低でも4項目の検討で、口径毎の流量範囲との組合せバランスのベストマッチを求め必要がある。その解析結果から縮径が可能かどうかの判断ができると考えられる。

以前の拡張時代と現在の水量減少時代で大きく異なる点は、顕著にトレードオフ問題が生じることである。最適解の算出は、経済性と安全管理などのようにトレードオフの関係にある複数の要求事項について、経済性を踏まえた上で、いかに複合して目的を達成するかであり、複数の答えの中から、よりバランスの取れた適切なものを選ぶということである。

このようなことから、以前とは異なる別物の技術と言える。優先事項は、事業体によって異なり、また同じ事業体の中においても管路の重要度で異なる特徴がある。

求めるのは適正口径であり、明確に判断するため、数値を使用した客観的評価による証明計算が必要である。そのスキルを身に付けていなければ、縮径できる場所でも縮径できない。すなわち、縮径する判断ができず、仮に縮径しても、工事後に断減水となる最悪のシナリオが起こり得る。

縮径できる場所でも縮径しないことや、縮径できない場所で縮径することをリスクと捉えると、「リスク源は明確な客観的評価を実施するためのスキルの不足」ということになる。

「人口減少は、社会現象(前提条件)の変化」であることから、適応策は、既にあるものの発展ではなく、既存の固定観念に捉われずに、理想形について問うことが必要と考えている。前提条件が変わればやり方も変える必要がある。

そのためには、多角的な視点と知識が必要であり、管網の最適解へ繋げるための課題の解決には、「水理解析技術を中心とする分析の高度化」がキーであると考え、様々な計算や考え方を重視し、視野を広げるための取組みとして、水理解析に関係する技術の他、水道事業に応用できそうな他分野の事例や考えについても研修内容に取り入れている。

4. 研修参加者が知りたいこと

水理解析研修はレベルに応じた3コース制(初級・中級・上級)を採用している。中級と上級コースに参加しているリピーターの多くは、老朽化の進行や耐震化の遅れ等、個別の対策の知識は既に取得しており、高度な専門技術の知識や複合技術とトレードオフ問題の落とし方について、情報収集、意見交換を目的に参加している。

一例として、研修の受講者は、トレードオフ問題に関し、以下の2点で悩んでいる。

①「経済性管理」内の品質とコスト

品質を高めればコストが上がる。コストを下げれば品質が下がる。

②「安全管理」と「経済性管理」のトレードオフ

「安全管理」の耐震化、バックアップ機能の確保、消火用水の確保、残留塩素の確保と、「経済性管理」の品質、コスト、納期(工期)とのトレードオフ

老朽度や耐震性など、現在の資産の状態や財政状況、それに掛けられる費用が事業体毎に異なることから、求められる最適解も事業体で異なる。このようなことから、この水理解析研修では答えを教えるのではなく、最適解の導き方について、受講者が自らの力でこの先を考えていけることを念頭に置いた研修としている。

5. 初級・中級・上級研修の概要

以下に3コースの目的等を述べる。中級と上級の参加を繰り返すことで、消火水のあり方などの各論を理解し、重層的に物事を考えることができる。受講の繰り返しによって、明確に示すことができなかった部分が鮮明化し、疑問が徐々に解消され、的を射た総論としての最適解へ繋がっていくことを期待している。

また、計算手法の他に、使用できる知識や考え方を数多く学ぶことで、トレードオフ問題を解決できるようになり、「解決策の具体性とその実現性」に繋がっていくものと考えている。

さまざまな視点での検証を集約し、形にしていくことが必要という考えから、中級研修も毎回全く同じ内容ではなく、新規の内容を取り入れている。

上級研修では、消火水に係る実務等、他の参加事業者の情報を知ることができるメリットもある。継続することで生まれた事業者間の連携というべき成果である。

①初級

目的	基本技術を習得し、単線計算ができること
テーマ	水理解析の基本技術の習得
講義レベル	水道の実務経験2年以上
位置付け	技術支援

②中級

目的	管網再構築スキルの取得
テーマ	管網再構築のスキルを養う
講義レベル	水道の実務経験5年以上
位置付け	<u>新水道ビジョンの持続の取組み</u>

③上級

目的	管網のスペシャリストの育成
テーマ	5年計画で実施。H29 ダウンサイジング、H30 消火用水、R1 基幹管路、R4 バックアップ、R5 上級研修のまとめ、水理解析の効率化の研究
講義レベル	水運用及び管網計画の実務経験8年以上
位置付け	<u>改正水道法の基盤強化の取組みとあるべき姿の追求</u>

6. 公益の確保

公益を確保し続けるためには、社会構造の変化に伴う新たな課題に対して、総合技術で応えて行かなければ成り立たないと考えられる。

「複数の要求事項が含まれる複雑な関係性にある中での最適解」を求めることは難易度が高い。最適解は一見複合されたまま分析して答えに辿り着かなければならないと感じるが、要因の本質に迫るには、逆に複合している部分を排除していき、細分化してシンプルにする「部分最適が解決手法の1つとして有効」と考えている。

改善するためには、清浄・豊富・低廉・基盤強化・安全・強靱・持続などの水道の本質に迫る必要があり、いかにその因子に辿り着けるかである。上級研修ではその因子をテーマに設定している。

最初に「H29 ダウンサイジング」で、将来の全体的な傾向を捉え、「H30 消火用水」で、管路口径の選定に大きく関係する消火水のあり方について分析検討し、「R1 基幹管路」で、重要な基幹管路について、設計指針や維持管理指針の他に、経験によって得られる知識等を習得した上で、「R4 バック

アップ」で、バックアップは非常時対応としてだけでなく、普段の管路更新を円滑かつ経済的に行うことができることを踏まえ、「R5 まとめ、水理解析の効率化の研究」で、これからのあるべき姿の方向性について、参加者と意見交換し、様々な手法や考えについて整理する。

上級研修では、多角的な視点、原理や公式の知識を駆使し、数値によって客観的に最適解を示すことができる「管網のスペシャリストの育成」を目的としている。

7. おわりに

小規模の事業体は、技術者が少なく、日々の現場対応に追われ、将来計画を立てる時間を作ること自体が難しい。よって、中規模の事業体が積極的にこの問題に取り組んで行かなければならないものと捉えている。

都市部とその経済圏である周辺町村で構成される広域の末端給水型の企業団の方が、市長部局単位の事業体よりも、給水区域内での人口偏在が顕著に現れる。

また、市町村別で人口減少のスピードが異なる。

図1は各年度において最大給水件数(使用中のみ)を記録した配水ブロックが何ブロックあったのかを表した当企業団の実績データである。

市町村単位での人口の総数は減少しているが、もっと細かい配水ブロック単位で分析すると、増加と減少の2極化になっていることが顕著に分かる。これは近隣での地域間移動があるためである。

現在の過渡期における2極化現象に気付くことで、最適化への対応は時間的要素も踏まえた対策が必要であり、最適解は、全域において一律的な対策ではないことを理解できる。

令和元年度において、上水道事業の事業体数は1321あるが、給水人口が25万人～50万人未満の事業体は全国に56しかない。更にその中で、「傾向の違いを直に知ることができる広範囲の給水区域を持っている」のは、末端給水型の企業団の6事業体だけとなる。

人口減少を踏まえた管網の適正化の課題に対して、当企業団は施策を練るのに有利で適した条件にあることから、人口減少社会へ適応するための情報発信として、論文発表、講演、講義(研修)を通して、今後も水道事業に貢献していきたい。

上水道は、地域産業の成長や発展、防災力の強化などの地方創生戦略の土台となるインフラであり、住み続けたいまちを形作るための施策の一環として不可欠のものである。

100年視点で物事を考えても、精度よく見通せるのは10年先位が限度であり、その先を考えていける次の世代を育て、繋いでいくことが自分の役割と認識し、今後も研修を実施していく。

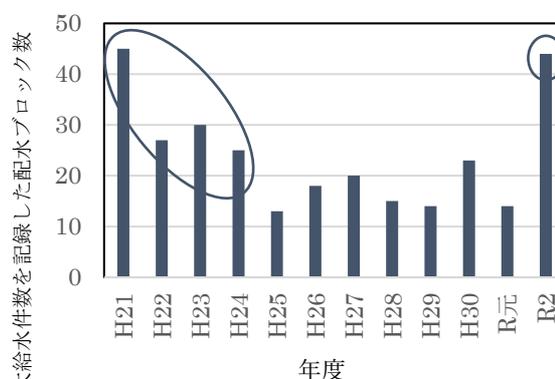


図1.最大給水件数を記録した配水ブロック数
(配水ブロックの総数は160)

【参考文献】

- 1) 上野光弘他：Water Pipe Network Management Considering Population-declining Society、第11回水道技術国際シンポジウム講演集 p.61, 2019年
- 2) 上野光弘：管網再構築の考え方～管網の業務改善=水理解析技術～、令和2年度日本ダクタイル鉄管協会セミナー2020年
- 3) 上野光弘：管網再構築における管網能力と経済性の両立の研究、令和3年度全国会議(水道研究発表会)講演集 pp.404-405, 2021年

イオンクロマトグラフ分析装置の漏水調査への活用

事業体名 郡山市上下水道局 発表者 ○木村 和貴

1. はじめに

郡山市上下水道局では、令和3年度末には湖水・河川水・ダム水と多様な水源と4つの浄水場を有し、管路は1,816km、市内の96.5%にあたる313,235人に水道水を供給している。

腐食や接合不良等による水道水の路上出水（以下「漏水」という）は増加傾向にあり、令和3年度には634件の漏水調査を実施している。しかし、埋設管路上の路上出水が上水道に起因するものとは限らないことから、配給水施設の修繕工事を行う前に漏水判定を実施し、不要な工事作業の削減に努めているところである。本稿では、漏水判定にイオンクロマトグラフ分析装置（以下「IC」という）を活用し、平成25年から令和3年度までの9年間に663件の検査を実施した経験の蓄積から、分析手法、判別方法及びその注意点などを紹介する。

2. 漏水調査について

(1) 対象検体

現地調査対応職員がDPD法による残留塩素の確認等を行い、その結果で特定が困難な検体を、ICを用いて水質検査担当職員が検査を実施している。

(2) 検査項目

水道維持管理指針2016において漏水湧水の判定は複数項目の検査を実施し、現場付近の状況を含め総合的に判断することとされている。当局では表1の項目の検査を実施し、近隣給水栓等から採水した検体との比較により判定している。

表1 水道維持管理指針2016記載項目と本局実施項目

水道維持管理指針2016	実施項目	独自に実施している項目
残留塩素	○	陰イオン (IC)
トリハロメタン		塩素酸 (IC)
電気伝導率	○	陽イオン (IC)
pH値	○	色度
水温		濁度
生物試験		総アルカリ度

(3) ICによる検査の利点について

分析に際して必要な検体量が最小で125 μ Lしか要しないことから、わずかな出水の検査にも適している。また、間接的ではあるが、電気伝導率との比較により、検査結果の妥当性について検討することが可能である。

表2 使用ICの概要

	陰イオン	陽イオン
カラム	Dionex IonPac AS20 4mm	Dionex IonPac CS12A 4mm
サブレッサー	Dionex AERS 500e	Dionex CERS 500
溶離液	KOH 10 から 35mmol/L	CH ₃ SO ₃ H 20mmol/L

3. 分析手法

(1) 使用機器と測定条件

当局で漏水判定に使用しているICは溶離液ジェネレーター有したサーモフィッシャーサイエンティフィック社製ICS-6000で、使用システムは表2のとおりである。なお、本稿に記載された分析結果はこの条件での試験となっている。

(2) 分析方法

分析は水道水質基準の告示法に基づく、ICによる陰イオン及び塩素酸の一斉分析法と、陽イオンの一斉分析法を基盤としているが、多くの場合当日または翌日までに結果を求められることとなり、漏水湧水の判定に許される時間的猶予が少ないため、大きく変更している点がある。

はじめに、測定対象に塩素酸が含まれるため、0.1mg/L以下とはいえ残留塩素が含まれる可能性があることから、本来であればエチレンジアミン溶液またはチオ硫酸ナトリウム溶液の添加が必要となるが、本方法では添加していない。理由としては、検体に含まれる残留塩素濃度が低いことも挙げられるが、最も大きな理由は亜塩素酸の保存の必要性が薄く、塩素酸が増加する分には判定に与える影響が小さいからである。なお、二酸化塩素の含有は無い前提で検査を行っている。

次に、検量線の随時測定を実施しておらず、直近で使用した検量線を使用し定量を行っている。理由は、時間の短縮のためである。本市では、陰・陽イオンともに5点検量線で分析を行っているが、

検量線の測定のみでも、およそ2時間30分の時間を要する。そのため本検査に限り、ブランク→路上出水→近隣対象水→確認標準液（チェックスタンダード）→洗浄用ブランクのサンプルルーチンで実施している。過去の検量線との妥当性は、確認標準液とのリテンションタイムや面積値等の比較により確保している。検量線の測定を省くことにより、分析に要する最短時間は、機器立ち上げの安定時間30分、ブランクと路上出水の50分の計1時間20分ほどで、速報として最低限の分析は完了する。近隣対象水と確認標準液の測定および再解析の時間を含めてもおよそ2時間30分で結果を出すことができる。水道水質基準の告示法に基づく分析ほどの精度の必要はない前提ではあるが、今までのところは、本方法で試験精度に対する問題は発生していない。

最後に、定量下限を考慮せず定量を行っている。次項の判別方法で詳しく説明するが、本検査で重要な塩素酸については、定量下限である0.06 mg/Lよりも低い濃度で存在しているため、検量線の下限を無視し、約0.01 mg/Lまで定量を行っている。それを下回る場合であっても、塩素酸ピークの有無について記録し、判定に活用している。

4. 判別方法

(1) 測定項目と各項目の特徴

ICによる分析の対象としている項目と簡単な特徴を解説すると表3のようになる。

表3 ICによる分析対象項目と解説

陰イオン及び塩素酸の一斉分析法		陽イオンの一斉分析法	
分析項目	項目の解説	分析項目	項目の解説
フッ素	主に地質由来で、各水源に特徴がある。水源の特定に活用できる。	ナトリウム	すべての淡水に存在する。生活排水により増加。
塩化物イオン	生活排水・し尿等、冬季であれば融雪剤等により増加。	アンモニア態窒素	し尿・生活排水・肥料等により増加。地下水で水質変動が小さく汚染の指標。
亜硝酸態窒素	生活排水・田畑の肥料等により増加、硝酸態窒素と合わせて評価する。	マグネシウム	主に地質に由来。セメント等の溶出により増加。
塩素酸	本検査の最重要項目。検出された場合、水道水の可能性がある。	カルシウム	生活排水・融雪剤等により増加。コンクリート等の溶出により激増。
硝酸態窒素	腐敗した植物・肥料・農業・生活排水・し尿等により増加。		
硫酸イオン	各水源に特徴がある。路上出水の場合地質由来で、急激に増加する可能性がある。		

(2) 判定方法

当局が特に着目している項目は塩素酸・アンモニア態窒素であり、それぞれ水道水と生活排水等の重要な指標としている。

塩素酸は、浄水過程で消毒剤として使用される次亜塩素酸ナトリウムの分解生成物である。特徴として比較的再分解が遅く、長く滞留し、自然界にほとんど存在しないため、水道水を示す強い根拠とすることができる。反対に、塩素酸が検出されない検体は、多くの場合で雨水または地下水等である。

図1は路上出水が漏水であった検体のクロマトグラフのうち、出水と近隣対象水を重ねて表示させたものである。ある程度の出水量がある漏水の場合は、塩素酸のピークが確認でき、陰・陽両イオンともに、出水と近隣対象水で酷似したクロマトグラフとなるため、判別も容易である。

注意すべき点は塩素酸のピークの付近に妨害ピークが存在し、誤認の可能性があることである。これは、検体や分析条件によって異なることから、毎分析ごとに確認標準液

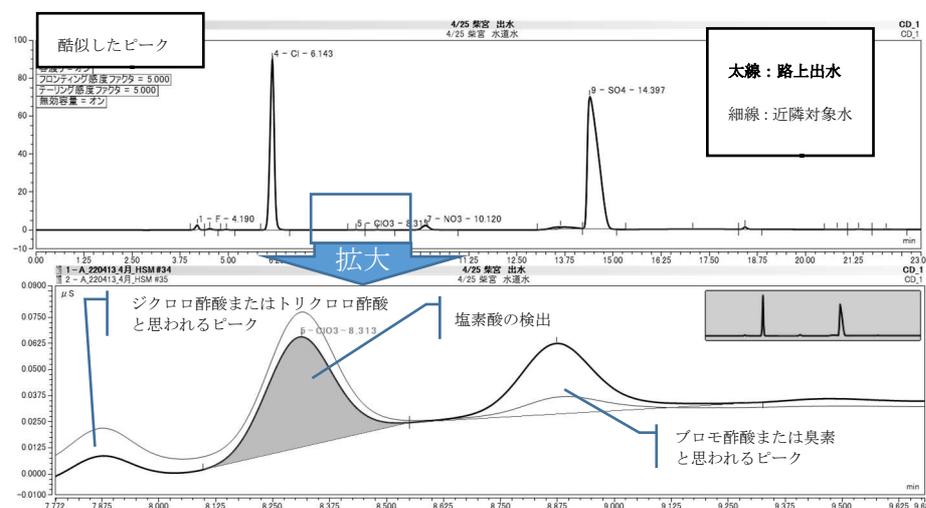


図1 漏水検体の陰イオンクロマトグラフ（上）と塩素酸ピーク付近の拡大図（下）

や対象水のピーク高やリテンションタイムの確認を行い、再同定を実施することを推奨する。

アンモニア態窒素は生活排水を示す指標となる。図2は路上出水が生活排水であった検体の陰・陽両イオンのクロマトグラフで、出水と近隣対象水を重ねて表示させたものである。もとが水道水であるため、生活排水からも塩素酸が検出されてしまうことが少なくない。そこで、生活排水に多く含まれるアンモニア態窒素が判別に有用である。しかし、アンモニア態窒素は腐敗した植物等からも溶出することから、塩化物イオン、ナトリウム及びカルシウムの濃度の比較も必要であり、さらに、アンモニア態窒素自身も変質性を持っているため、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素の濃度にも注意が必要である。

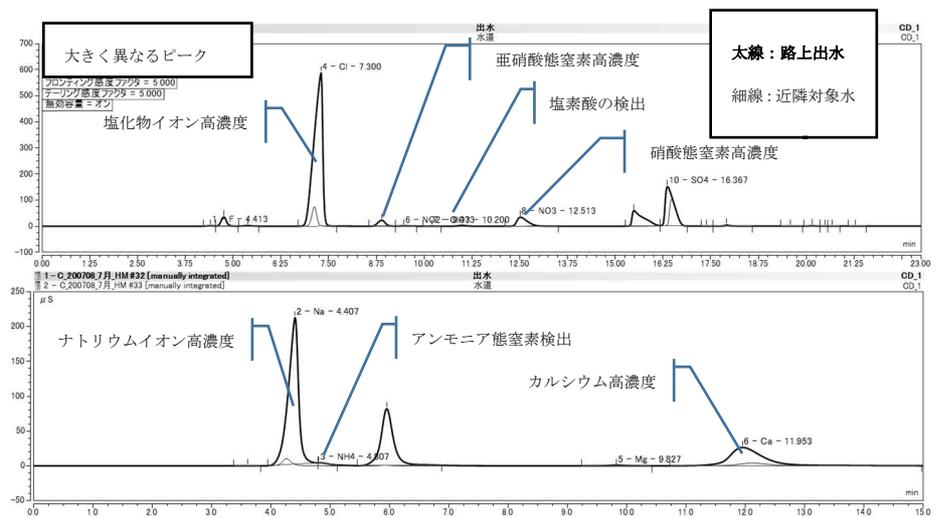


図2 生活排水検体の陰イオン(上)のクロマトグラフと陽イオン(下)のクロマトグラフ

なお、生活排水や同一水源を利用した農業用水等の路上出水の判定は非常に困難である。そのため、明らかに漏水と判定するものを除いては、複数項目を総合的に判断して判定すべきであり、少しでも漏水の可能性が示唆される場合には漏水を疑うことが無難である。

5. 結果

令和3年度はICによる判定を44件実施し、漏水ではないと判定した路上出水(以下「湧水等」という)は25件、漏水と判定したものは19件あった。なお、そのうち1件は湧水等の可能性が高いが、漏水の可能性が否定しきれないことから漏水として報告した。

湧水等の検体のうち4件は生活排水と判定し、残りの21件は雨水または地下水等であると判定した。湧水等と報告した地点については経過観察対応とし、そのうち1地点については改善が見られないため再検査を実施したが、結果は変わらず再度湧水等と判定した。

漏水と判定した地点は実際に掘削し、速やかに修繕を実施した。掘削の結果、漏水箇所が認められなかった地点が2地点あったため、令和3年度におけるICによる判定の精度は95.5%となっている。

6. 課題

ICによる測定は、質量分析計を使用した分析機器と比較すれば汚染に強い分析機器ではあるが、高マトリクス検体等によるICの汚染は課題となる。特に生活排水と、積雪期に使用した融雪剤の残留物質による影響は大きいものであった。幸い、いずれの場合も流路とカラムの洗浄で修復ができたため問題とはならなかったが、水道法に基づく検査も実施している以上、今後はより慎重な運用が求められる。対策として、今後は臭気及び粘度の確認の徹底は必須であると考えられる。また、電気伝導率を事前に測定し、ICによる測定を実施する検体のしきい値を設定することも有効であることから、十分に結果を精査し、より具体的な数値について検討を進めていきたい。

7. おわりに

ICによる漏水判定は精度・効率ともに十分に有用であり、令和3年度では本検査によりおよそ1,500万円の工事費の削減に繋がった。ただし、関連する文献等が不足していることから、同様事例があれば、意見交換を行い更なる知見の集約に努め、より有用な水質検査の検討を進めていきたい。

8. 文献

静岡県企業局 上村 慎子 他：水質分析による漏水元の判別 (2019)
 日本水道協会：水道維持管理指針 2016
 日本水道新聞社：水道水質辞典 (2002)
 サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社：イオンクロマトグラフカラムカタログ Vol.10

岩手中部地域における水道広域化促進事業の総括

○藤原 みらい（岩手中部水道企業団）

1. はじめに

岩手中部地域で用水供給事業を行っていた岩手中部広域水道企業団（旧企業団）、その構成市町で、末端給水事業を行っていた北上市、花巻市及び紫波町の4事業体は、平成26年4月に統合を果たし岩手中部水道企業団として広域的な水道事業の運営を行っている。統合にあたっては、水道広域化促進事業国庫補助制度を活用し、水道施設の整備を進めてきたが、令和2年度（一部事業は令和3年度に繰り越し）をもって補助事業期間が終了した。本稿では、10年間の広域化促進事業の実績を踏まえ、統合によって得られた効果をモノ、カネ、ヒトの側面から総括するものである。

2. 広域化促進事業の実績（水道施設の整備実績）

統合により効率的な水運用を進め、施設の統廃合を進めたことで、221箇所あった施設を10年間で197箇所に削減した。

管路は合計295,257mの布設及び更新を行った。これは令和2年度の総延長の10%にあたる。

計画事業費の総額33,660,050千円に対し、実施事業費の総額は29,853,675千円であった。事業費削減の主な要因は、計画変更による一部事業の中止もしくは先送りによるものである。

施設区分	H23 (計画策定時)	当初計画 (~R2)	R2実績値	変更計画 (~R7)
配水施設	86	89	78	76
ポンプ施設	65	66	63	66
取水施設	36	24	30	23
浄水施設	34	23	26	21
合計	221	202	197	184

表1 施設数計画値と実績値

3. 事業効果の総括

(1) 水道施設の整備による改善効果（モノの効果）

管路や施設の整備を進めることで、表2のとおりPI指標値は推移した。

総配水量5%減少がありながらも、平成26年度と令和2年度の施設利用率及び最大稼働率の値が同程度であることから、施設をより効率的かつ、安定的に運用できていると考えられる。

PI分類	H26	R2
漏水率	16.5	10.4
有収率	81.2	86.7
管路の 耐震管率	11.1	17.3
浄水施設の 耐震化率	40.4	47.9
施設利用率	67.5	67.5
最大稼働率	74.6	73.2

表2 PI指標値の変化

(2) 財政面での効果（カネの効果）

経常収益は平成 26 年度決算値と令和 2 年度決算値の比較では 6 % 増加した。管路更新や漏水対策によって有収水量が増加したことと、統合に際して料金統一のために一部地域で料金値上げを実施したことによる給水収益の増加が主な要因と考えられる。

経常支出は 11% 増加した。支出の内訳の比較では動力費が 16%、支払利息が 40% 減少したが、それ以外の費用は増加した。特に減価償却費、委託料の増加が大きな割合を占めた。経常利益は 2 % 増加した。

給水原価の比較は表 3 のとおりである。費用の増加により、給水原価は上昇した。しかし、構成市町が単独で事業を続けていた場合のシミュレーション数値と比較すると低く抑えられている。

H26	R 2	市町単独①	市町単独②	市町単独③
209.3	216.85	252.5	280.8	265.1

表 3 給水原価の比較

(3) 数値に現れにくい統合効果（ヒトの効果）

広域化しない場合、新規採用の抑制・市長部局との人事異動などにより、職員（特に技術系）確保や技術継承が難しくなる見通しだった。職員採用については統合後の平成 26 年度から令和 2 年度の 7 年間で 16 名の採用ができています。令和元年度採用以降は一般職として採用を行っており、事務職と技術職をジョブローテーションで経験するように計画的な育成を図れるようになった。

また、組織体制が整備されたことで、圏域内で発生した漏水事故などへの対応能力が向上し、長期災害応援活動にも職員派遣が可能となった。

4. おわりに

これらの統合効果を基に、より運営基盤を強化し、引き続き構成市町の住民への水道事業の安定的な提供を行い、水道事業体としての責任を果たしていきたい。その実現のためにも継続的なダウンサイジングと施設整備を進めることが重要である。

自然流下を利用した管洗浄作業

○二瓶 信宏（会津若松市上下水道局） 長谷川恵一（会津若松市上下水道局）
木村 信吾（会津若松市上下水道局） 横山 和郎（会津若松市上下水道局）

1. はじめに

会津若松市における水道管路の更新工事については、昭和4年の水道創設期に埋設された老朽鉄管の更新を目的とした「老朽管更新計画」など表1に示す更新計画に基づき実施している。令和3年度は23工事、約4kmの管路工事を実施しており、その都度新設管の消毒や洗浄を行っている。しかし、経年管は管内面の劣化や夾雑物等の付着量も多く、より慎重な洗浄作業も必要となっている。本稿では令和3年度の更新工事で実施した既設管からの通水を利用した排水洗浄によらない管の洗浄作業について報告する。

表1 主な管路更新計画（令和3年3月現在）

計画名称	対象管路	計画延長
老朽管更新計画	・昭和4年（創設時）に布設された鉄管 ・昭和36年（第三次拡張時）に布設された鉄管 ・布設後30年以上経過した一般継ぎ手のダクタイル鉄管	約20km
重要給水施設配水管整備計画	・重要給水施設（49施設）に給水する配水管で、耐震管および耐震適合管でない管路。（老朽管更新対象管路は除く）	約60km
基幹管路更新計画	・導水管、送水管、φ350mm以上の配水管	約28km
ビニル管更新計画	・塩化ビニル管で耐衝撃性（HI）でない管路、および継手が糊付け（TS）の管路。	約120km

2. 管の洗浄作業とは

洗浄作業の種類は「工事洗浄作業」と「計画洗浄作業」があり、その内容は表2に示すとおりである。「工事洗浄作業」の主となる管路工事は掘削掘山内での配管作業であるため、いくら注意をしても管内に砂等が付着してしまうことから、配管完了後の管内洗浄作業は必須である。水道維持管理指針では流速と夾雑物の関係が表3のとおり示しており、効果的に洗浄する方法として管内流速を1.0m/s以上とすることが望ましいと記載がある。しかし、管内面に老朽等による夾雑物（錆等）が多量に付着している場合は流速を上げることでさらに濁水が増長することがあるため注意するとともに、但し書きもあることから洗浄作業は計画的かつ慎重な対応が求められる。

表2 洗浄作業の種類

工事洗浄作業	計画洗浄作業
送配水管の新設又は更新工事を行った際に管内の消毒・洗浄を行うために実施するもの	水質異常や給水障害に対する予防保全を目的 ・行き止まり管路、管内内面塗装の劣化箇所、滞留時間の長い箇所等、水質異常や給水障害が発生しやすい既設管路に対して計画的に実施するもの

表3 管路流速と夾雑物の挙動及び移動速度

流速 (m/s)	砂	糞	赤水	塗膜片
0.05	-	-	-	ほとんど動かず
0.1	動かず	動かず	-	少しずつ管底を流れる 【約0.05m/s】
0.2	同上	わずかに動くものがあるがほとんど動かず	-	管底を流れる 【約0.15m/s】
0.3	少しずつ動く （止一流れる→止の繰り返し）	少しずつ動く （止一流れる→止の繰り返し）	-	管底付近を多く流れる 【約0.25m/s】
0.4	ほとんど動かず流れる （管底を流れる感じ）【約0.2m/s】	ほとんど動かず流れる （管底を流れる感じ）【約0.18m/s】	管内の流れに 応じ、 スムーズに 流れる	-
0.5	同上 【約0.27m/s】	同上 【約0.26m/s】	管底から管中央付近を多く流れる	管底付近も比較的多く流れるが 均一な分布状態ではない
1.0	管底を流れる 【約0.64m/s】	管底を流れる 【約0.71m/s】	管底から管中央付近までほぼ均一な分布状態 で流れる	同上
1.5	同上	同上	同上	同上
2.0	ほとんどが管底を流れる	ほとんどが管底を流れる	同上	同上
3.0	管中央付近も浮いた状態で流れる	管中央付近も浮いた状態で流れる	同上	同上

3. 自然流下を利用した洗浄作業について

(1) 自然流下を利用した洗浄作業とは

洗浄対象区間を満水状態にした後、既設管との連絡弁を閉めた状態で管内の水を高低差を利用し自然流下で排水する方法である。既設管からの通水を利用した排水による洗浄作業でないため、既設管側に流速の変化を発生させることなく洗浄できる方法である。

(2) 自然流下を利用した洗浄作業ができる現場の条件

本市では以下の条件を満たした現場については、自然流下を利用した洗浄作業も洗浄方法の1つとして検討している。

- ① 洗浄区間の始点と終点の高低差がある。
- ② 洗浄区間の高い箇所に空気を取り込める器具（空気弁、消火栓等）がある。
- ③ 洗浄区間の低い箇所に排水施設がある。
- ④ 排水先の構造物（側溝等）に十分な大きさがある。

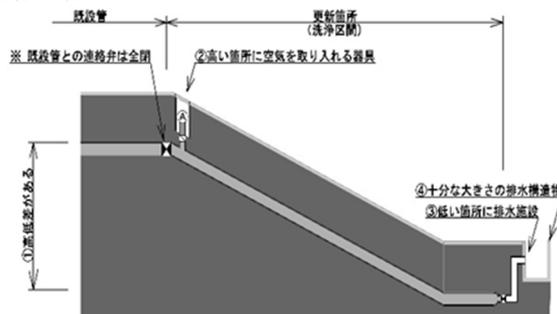


図1 自然流下を利用できる現場の条件

自然流下を利用した管洗浄作業

4. 令和3年度の更新工事で自然流下を利用した洗管作業の事例

(1) 工事概要

- ①GX形φ250mmを使用した延長約200mの送水管兼配水管の布設替工事。
- ②昭和61年に布設されたRRVPφ250mmの管路途中の一部を布設替した工事。

(2) 洗管作業計画の検討

工事前段において既設管に不断水連絡工の穿孔を実施したところ、切片に多量の付着物を確認した。そのため、流速1.0m/sを確保する洗浄作業は濁水発生の恐れがあり、さらに濁水が発生した際には配水池まで流入する可能性があるため、洗浄方法の検討を行った。

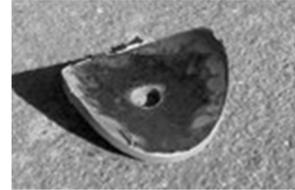


写真1 内面の付着物の状況

(3) 検討結果

- ①現場の始点部と終点部の標高が346m →342mと4mの高低差がある。
 - ②始点部（高い箇所）に空気弁がある。
 - ③終点部（低い箇所）に排水管がある。
 - ④排水先の側溝の大きさも十分ある。
- 以上により自然流下を利用した洗浄作業が可能であると判断した。



写真2 現場写真



写真3 排水管吐出部

5. 作業手順・内容

作業手順を図2に表す。

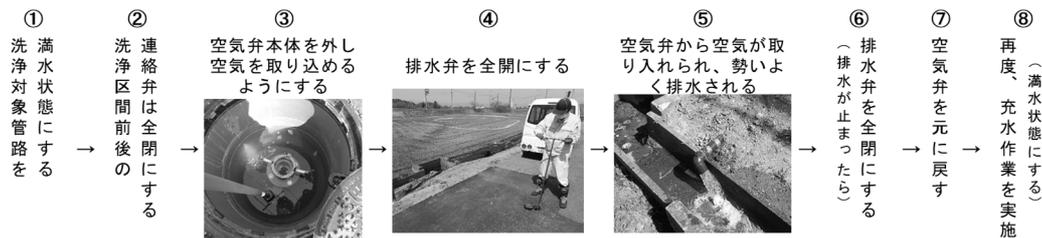


図2 自然流下を利用した洗浄作業手順

今回の自然流下を利用した排水方法では排水箇所の高さにより管内すべての水が排水されないため、複数回洗浄を行った。その結果、既設管側に濁水が発生するなどの異常もなく作業が完了した。

6. 注意点

- ①既設管との連絡弁は必ず閉める。→ 排水弁を全開にするため、濁水が発生する可能性がある。
- ②空気の取入口を先に確保する。→ 排水弁を先に開けると負圧により管に損傷を与える可能性がある。
- ③空気を取り入れる箇所には異物が入らないように注意する。

7. おわりに

管の洗浄作業については多様な方法があり、自然流下を利用した洗浄作業もそのうちの1つであると考えます。今後も現場に合った洗浄方法をもって工事の品質を確保し、さらに水質基準を満たした安全安心な水道水を使用者に届けることに取り組んでまいります。

- 【参考文献】 1) (社)日本水道協会：水道維持管理指針
2) (財)水道技術研究センター：pipe starsプロジェクト報告書

地震による山寺浄水場原水の水質変化と 電気伝導率からの硬度、蒸発残留物の推定

山形市上下水道部 五十嵐宗利

1 はじめに

山形市にある7箇所の浄水場の一つ「山寺浄水場」は、観光地で有名な山寺地域を配水区域とする緩速ろ過式の浄水場で、水源がJR仙山線のトンネル内にある湧き水（以下「原水」という。）となっている。この原水は普段からカルシウム・マグネシウム等（以下「硬度」という。）や蒸発残留物の値が非常に高くなっているが、地震の発生で更に値が上昇し、厚生労働省の水質基準の値まで近づく現象が起こっている。この対策として、臨時水源である深井戸水を運転し希釈することで濃度低下を図ってきた。また、原水の水質検査については1日程度を要する告示法で行ってきたが、検査時間の長さが課題であった。

2 地震による原水水質の変化

山寺浄水場の原水はトンネル内の湧き水ということもあり、普段から硬度、蒸発残留物、フッ素及びその化合物（以下「フッ素」という。）の濃度が高い水質である。また、これまでの経験から大地震発生後はこれらの濃度が上昇することが予想されていた。令和3年2月13日に起きた福島県沖を震源とする地震発生時（山形市では震度4を観測）に水質を継続監視した結果が表-1及び図-1のとおりである。地震発生後に電気伝導率の上昇が見られ、硬度、蒸発残留物、フッ素の濃度についても上昇していることが分かった。

項目	単位	地震前	地震後								水道水 水質基準
		2/2	2/15	2/17	3/1	4/6	5/11	6/7	7/15	8/3	
電気伝導率	$\mu\text{S/cm}$	500	520	550	580	590	610	610	550	540	—
硬度	mg/L	220	220	240	260	250	280	260	260	250	300
蒸発残留物	mg/L	369	—	413	432	426	453	460	422	428	500
フッ素及びその化合物	mg/L	0.56	0.56	0.59	0.58	0.61	0.63	0.62	0.62	0.60	0.8

表-1 山寺浄水場原水の地震による水質変化

3 硬度・蒸発残留物の濃度上昇についての対応

平成23年3月の東日本大震災の際にも、表-1と同様に電気伝導率等の数値が通常値より高くなる現象が起こっている。この時の経験から、山寺浄水場では浄水の硬度及び蒸発残留物の数値が水質基準値を超えないよう、当市の水安全計画で対応方法を定めている。内容は次のとおりである。

(a) 原水又は浄水において電気伝導率が

550 $\mu\text{S/cm}$ を超過した場合

臨時水源である深井戸を運転し、希釈により硬度及び蒸発残留物の濃度を下げる。

(b) 原水又は浄水において電気伝導率が 650 $\mu\text{S/cm}$ を超過した場合

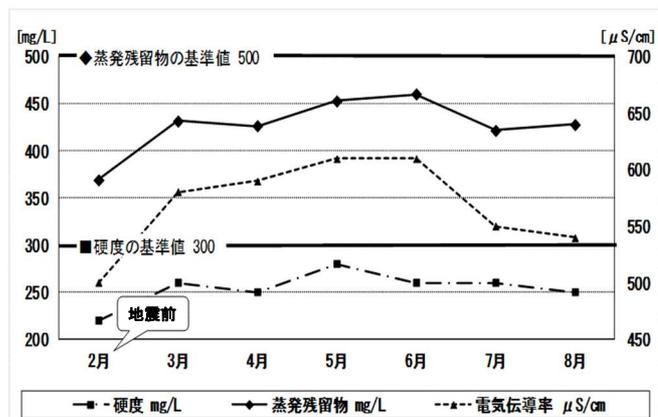


図-1 山寺浄水場原水の水質変化

(a) の対応に加え、他水系から山寺浄水場配水区域へ送水する。これにより山寺浄水場の配水量が減ることから、原水の取水量を抑えることができ、深井戸による希釈効果の増大が見込まれる。さらに濃度を下げる必要がある場合は農業用水堰から臨時取水を行う。

令和3年2月13日に起きた地震の際は、原水の電気伝導率が $550 \mu\text{S/cm}$ を超過したため (a) の対応を行っている。その結果、浄水における硬度の最大値を 250 mg/L (原水で 280 mg/L)、蒸発残留物の最大値を 418 mg/L (原水で 453 mg/L) に抑えることができた。

4 検査結果から回帰式を作成

山寺浄水場の原水は震度4以上の地震発生後に一定期間、硬度及び蒸発残留物の濃度が水質基準付近まで上昇することから、発生後からの水質監視が重要となる。また、適切な対応をとるためにも原水の水質検査結果を早急に求めなければならない。そのため、これまでの検査結果で得られた電気伝導率と硬度及び蒸発残留物の数値の相関を利用し、より速やかで適切な対応をとることができないかと考え、市販の表計算ソフトを用いて回帰式を作成した結果が、図-2のとおりである。

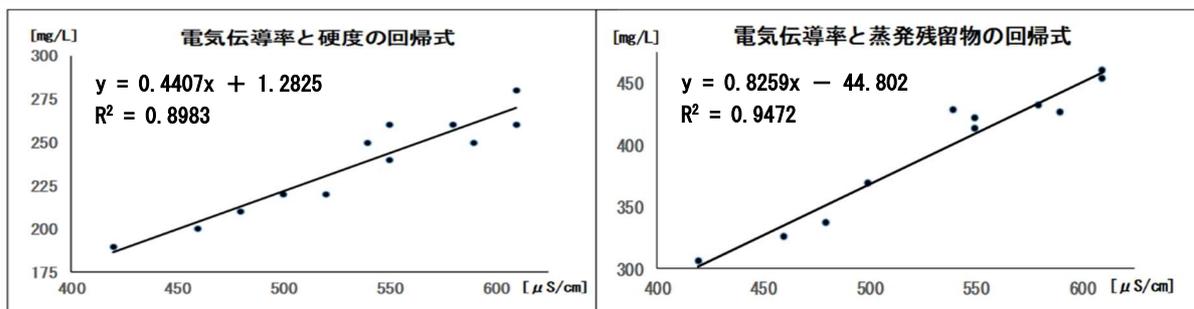


図-2 原水データから求めた回帰式

5 回帰式を用いた現場対応

令和4年3月16日に福島県沖を震源とする地震が発生した際(山形市では震度4を観測)も、これまでの地震と同様、原水の電気伝導率が地震発生前の $540 \mu\text{S/cm}$ から $580 \mu\text{S/cm}$ に上昇していた。図-2の回帰式を用いて計算した結果、硬度は 260 mg/L 、蒸発残留物は 434 mg/L 程度となった。この結果を基に、現場対応は3(a)で説明したもので水質基準を遵守できることが予想できたため、臨時水源の深井戸を運転し、硬度等の濃度を下げている。

回帰式で予測した値については、4月・5月の定期検査結果(表-2のとおり)と比較した場合、硬度の誤差は4%程度、蒸発残留物の誤差は3%程度であったため、初動対応に用いる判断材料としては十分な精度であったと考えられる。

項目		単位	3/23	4/4	5/11
電気伝導率	実測値	$\mu\text{S/cm}$	580	610	600
硬度	実測値	mg/L	—	270	260
	計算値		260	270	270
	誤差		%	—	0
蒸発残留物	実測値	mg/L	—	445	436
	計算値		434	459	451
	誤差		%	—	3

表-2 原水の実測値と計算値

6 おわりに

浄水の硬度及び蒸発残留物の濃度が水質基準を超過するおそれがある場合の対応について、電気伝導率という簡易な測定を元にした計算でおよその濃度が予測できるようになったことは、速やかな水質判断をするうえで適切な一つの方法となっている。今後も回帰式を取り入れながら、お客様へ安全な水を届けられるように取り組んでいきたい。

タブレット端末を活用した仕切弁開閉調査の実施

○仙台市水道局 千田 剛
加藤 博
森 勇太

1 はじめに

本市は、360 km²余りの給水区域に約 4,000 kmの配管網を有している。この広い給水区域と長い管網を維持管理するため、東西南北を冠した 4 つの配水課を置き、それぞれが管轄するエリアで業務を行っている(図 1)。

維持管理には、地図データ上に管路情報を重ね合わせた管路情報システム(以下、GIS)を平成 14 年から活用しており、管路更新工事の計画立案のほか、突発漏水や管路更新工事に伴う計画断水時には、GISを確認しながら断水や濁り水の影響範囲を決定している。本市では、原則として仕切弁操作は局職員のみとしており、GISのデータは 5000 分の 1 縮尺の冊子(以後、配管管理図)化を行い、作業車両にも常備している。

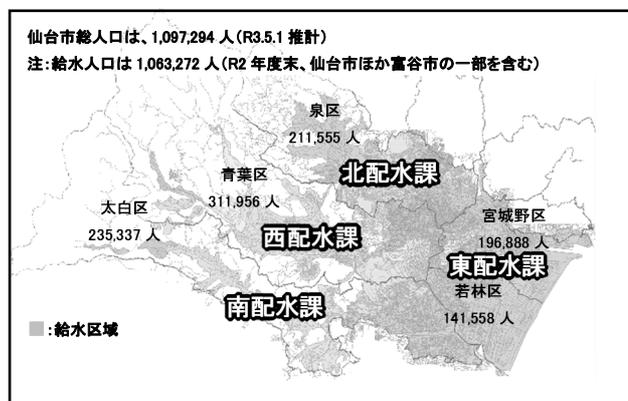


図 1 各配水課の主な管轄区域

2 事故の発生

そのような中、令和 3 年 4 月に行った新設管連絡工事作業中に想定区域外が断水となる事故が発生した(図2)。この事故は、コールセンターへの入電や現場付近住民からの問い合わせにより作業開始直後に判明したものであるが、GIS上で“全開”と表記された仕切弁が、現場では“全閉”となっていたことが原因であった。これにより、管網となっているべき配管が樹枝状管路(行き止まり管)になっていたため想定区域外が断水となり、計画時点の 47 戸に対し、最大 201 戸の予定外断水となってしまった。

3 再発防止策の検討

(1)水道技術管理者からの指示

事態を重く見た水道技術管理者から、4 つの配水課とGISを管理する配水管理課に対し、仕切弁のGIS登録情報と現場状況を突合させるための「配水支管の全仕切弁開閉確認」と、調査目的の周知徹底や仕切弁誤操作防止を図るための「各配水課所属職員への技能研修の実施」が指示された。これを受け、速やかに関係課で協議し、事故翌月に次のような方策をとりまとめた。



①配水支管の仕切弁開閉確認

●調査基本事項

調査時期：人事異動等繁忙期や積雪期を考慮し、5月から12月の8ヶ月を想定する。

調査体制：仕切弁操作1名、記録1名、交通誘導1名の計3名を1班とする。

調査内容：開閉状況を確認し、現地の状況とGIS登録情報とに相違があれば、GISをすみやかに修正する。このほか、点検結果は台帳としても使用できるよう電子データとして記録する。このとき、現地の状況を撮影した写真も併せて記録・保存する。

●調査方法

班編成：各課が定める月間目標調査数を達成するために、月毎の稼働班編成数を決定する。

進捗管理：配管管理区のメッシュ単位での調査とし、調査結果は速やかに配水管理課へ報告する。

調査順：当年度の管路更新路線、配水ブロック切替作業、大規模断水予定箇所を優先する。

●調査計画

配水支管に設置の全仕切弁、約47,000基を表1のとおり調査する。

●調査に必要なもの

調査結果と調査箇所の写真撮影、帰庁後の情報集約作業の時間短縮を図るために、現場へ携帯することができるタブレット端末(以後、タブレット)を各配水課に3台、計12台を導入配備する。

表1 各配水課の調査体制

管轄部署	調査対象数	調査体制
南配水課	9,900基	8班/毎月
東配水課	13,600基	9班/毎月
北配水課	11,400基	9班/毎月
西配水課	12,100基	8班/毎月

②技能研修

対象者：日常的に仕切弁操作をする職員140名程度。

内容：仕切弁の構造・特性に関する講義1時間と、調査時の仕切弁操作実習1時間の計2時間程度。

研修規模：密集を避け1回あたり20名程度とし、さらに講義と実習で2班に分ける

講師：各配水課内の係長ほか補助員数名

(2)水道技術管理者への報告

5つの課で話し合った仕切弁調査方法と技能研修の方針は、事故翌々月の6月上旬、水道技術管理者に報告し了承を得た。技能研修は、6月下旬から9回開催し、延べ131人が参加している(図3)。

(3)タブレット端末の必要性

一方、仕切弁調査はこれまで各配水課が必要に応じ実施していたが、現場調査の結果を手書きでメモし、帰庁後にパソコンに入力し直していたため、非常に効率が悪かった。GISの情報は、Microsoft社のExcel形式(以後、Excel)で帳票出力できることから、なるべく短い期間で目的を達成するためにも、タブレットを活用し調査することを水道技術管理者に提案した。

現在、タブレットを入力端末とする業務システムやパッケージソフトなどが様々な販売業者から提供されているものの、その導入コストは安くはない。タブレットへの入力、調査結果の記録と写真撮影というシンプルな操作であることから、なるべく安価に機器を調達できるよう、普段使い慣れたExcelを使用し、職員によりVマクロを活用した調査ツールを開発することにした。



図3 技能研修 実施状況

しかしながら、仕切弁調査自体が急遽決まったため予算措置がない。ゆえに、水道技術管理者から、実際に同一箇所の仕切弁10基を対象に、従来の調査方法とタブレットによる新たな調査方法とで作業時間短縮効果検証のための模擬調査を

表2 模擬調査の内容(下線部が調査方法の主な違い)

	調査のイメージ	作業手順
従来の調査方法		①現地での仕切弁開閉確認 ②紙ベースの調査項目に結果を手書きで記録 ③台帳用の現場写真を、識別番号を記入した黒板と共にデジカメで撮影 ④データ化するために、パソコンへの調査結果入力と現場写真の登録作業 ⑤報告書及び台帳の完成
新たな調査方法		①現地での仕切弁開閉確認 ②タブレットに表示される調査項目に結果をタッチパネルにて入力し、登録 ③台帳用の現場写真をタブレット端末の内蔵カメラで撮影し、登録 ④パソコンへのデータ移行作業 ⑤報告書及び台帳完成

を行い、財務担当課を説得する材料にするよう指示された(表2)。

なお、この模擬調査で使用するタブレットは、すでに他の業務で導入していたものを使用した。

(4) 模擬調査の結果

従来の調査方法では、現場作業から帰庁後作業に計 37 分要したのに対し、新たな方法では 19 分と、その差は 18 分だった(表 3)。

10 基あたり 18 分の時間差を、配水支管のすべての仕切弁 47,000 基に単純換算すると、1,410 時間もの差となる。

この結果をもって、水道事業管理者及び財務担当課にタブレット端末の必要性を説明し、予算措置の無いタブレット端末の調達費用を流用してもらうことができた。しかしながら、各課に 3 台のタブレットは必要ないとされ、結果的に各課に 2 台ずつ計 8 台の導入となった。

表 3 10 基あたりの模擬調査時間

比較項目	従来方法	新たな方法
現場作業	22 分	18 分
帰庁後作業	15 分	1 分
作業時間	37 分	19 分

4 タブレット用の調査ファイルの概要

調査結果入力用の Excel ファイル(以後、調査用ファイル)は、GISから出力した帳票データをベースとして、マクロ(VBA)機能により作成している。GISに登録されている水道施設は、固有の識別番号を持っていることから、調査用ファイルでも、その情報をキーとして仕切弁を検索するようにした。

調査用ファイルは、タブレットでの操作がメインのため、GIS登録情報をワークシート上の対象セルから効率よく検索できるよう、ユーザーフォーム機能により入力フォームを作成した(図 4)。これにより調査結果の登録に必要な情報は、ほぼすべて入力フォーム上で完結させることができるようになった。仕切弁の検索は、テンキーフォームからのアルファベットと数字を入力することとし、調査日や調査職員の所属、氏名、調査結果の入力は、ドロップダウンリストやオプションボタンなどからの選択式としている。

運用開始後に行った担当者会議では「仕切弁の段差や損傷状況を記録し今後の修繕計画に生かしたい」「現場状況を自由に記述できる欄を設けて欲しい」等の要望があったことから、入力フォームの改良を行い、段差や損傷の有無の選択欄、現場特記欄等を追加している。

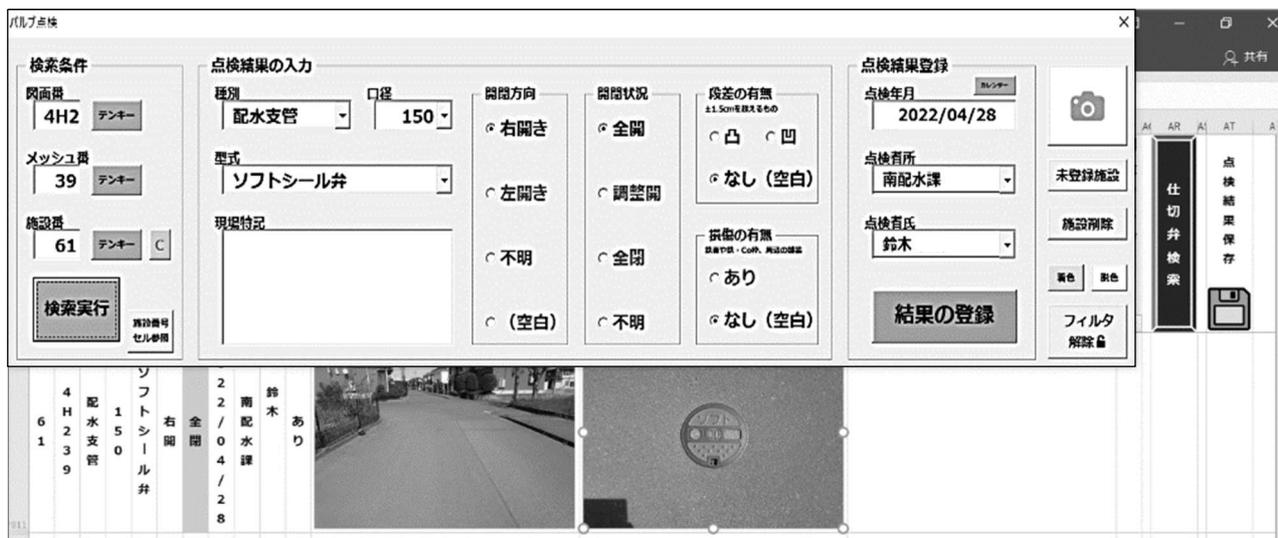


図 4 Excel ファイル点検結果の登録状況

5 おわりに

本市では、これまでも配水ブロック再編作業など必要に応じて仕切弁の調査を行ってはいたが、紙ベースの記録用紙に手書きするアナログなデータ管理であったため、記録の引き継ぎが途絶えることや記録用紙の紛失もあった。今回の仕切弁一斉調査は、GISの運用開始後初めてのことで、令和 3 年度後半から実施している。

この調査を効率よく進めるために、予算措置のないタブレット端末の調達や Excel の機能開発を行ったが、思いのほか財務担当課との協議に時間を要したため、初年度は従来方法による調査が大部分であった。しかしながら、登録情報と相違のあった仕切弁を 22 基確認したほか、現場踏査中に GIS 未登録の仕切弁も見つけることができています。

仕切弁調査の目的は、GISの登録内容と現場状況を一致させることにあります。タブレットを本格導入した今年度からは進捗アップを図り、令和 9 年度までの計画期間内に全仕切弁調査を完了させ、誤った開閉情報に基づく作業計画や誤操作による想定外の事故を未然に防ぐべく鋭意取り組む次第である。

高圧気中負荷開閉器の事故事例

青森市企業局水道部 ○山ノ内 一誠
齋藤 克志

1 はじめに

事例の舞台となった横内浄水場は、明治42年に通水を開始した歴史ある浄水場であり、現在も青森地区全域の配水をコントロールするとともに、緩速ろ過方式により配水量の約3割を担っている基幹浄水場である。

今回の高圧気中負荷開閉器（通称「PAS」）の事故では、新規のPASを事故直後に調達できたことにより迅速な復電に成功したものの、通常であれば、納期的な事情から短時間では収まらない停電を引き起こす可能性が高く、さらに今般のコロナ禍での流通では、納品までに1か月以上を要することも想定され、その間は非常用発電機によって電源を確保しなければならない可能性があった。補足すると、当該発電機は1977年製であり、今年3月の完成に向けて更新工事中であったため、長期間の連続稼働による発電機の故障リスクは決して低いものではなく、横内浄水場の中核機能に多大な悪影響を及ぼす危険性が潜在していたと言える。

これを機に、青森市企業局水道部所管の施設に設置しているPASの取扱い方法を見直すと同時に、事故発生が危惧されるものについては、緊急的に点検業務を委託することとした。また、波及事故に至らなかったため経済産業省への電気事故報告は不要だったが、東北電力㈱への事故報告及び部内報告は早急を実施している。

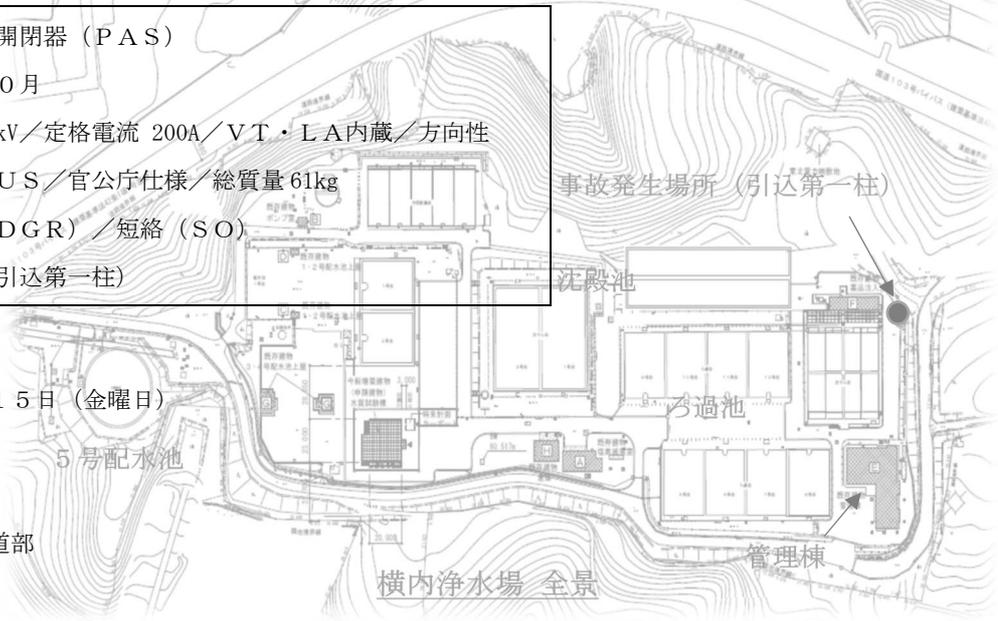
2 高圧気中負荷開閉器（PAS）とは

PASは、一般的に庁舎や浄水場等の需要家が電力会社から電力を引き込む場合、その責任分界点において、区分となる開閉器として使われるものである。

その主な役割は、需要家内で発生した電気設備の地絡事故、短絡事故に対し、自動的に電路を遮断して周辺地域に影響を及ぼす波及事故を防止するとともに、方向性付きの地絡継電器や避雷器を併設することで、他の需要家からのもらい事故を防止し、落雷による有害な過電圧や過電流から需要家内の機器等を保護することであり、保護装置として重要度が高い高圧機器である。



機器名称：高圧気中負荷開閉器（PAS）
製造年月：2010年10月
機器仕様：定格電圧 7.2kV／定格電流 200A／VT・LA内蔵／方向性 重耐塩／ SUS／官公庁仕様／総質量 61kg
保護装置：方向性地絡（DGR）／短絡（SO）
設置場所：横内浄水場（引込第一柱）



3 事故の発生日時等

日時：令和3年10月15日（金曜日）

12時20分頃

天候：くもり

場所：青森市企業局水道部

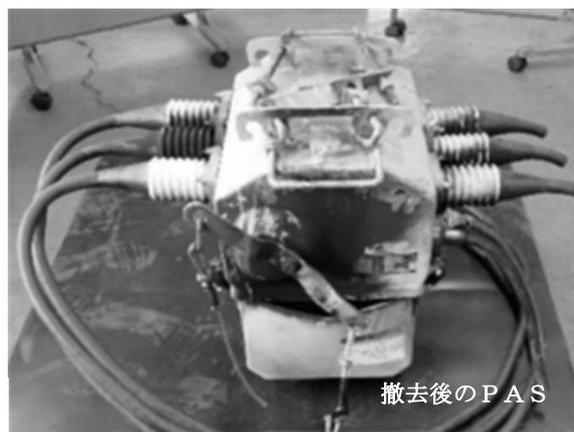
横内浄水場

4 事故概要

今回の事故は、PASを人為的に遮断して浄水場内を全停電とし、高圧受電設備の絶縁抵抗測定及び継電器試験実施後に発生したもの。一連の作業終了後、速やかに復電した十数分後にPASが破裂・発煙し、電力会社の変電所内遮断器が遮断されてから当該PASが自己の動作メモリー機能により遮断となった。

直後に変電所内遮断器は自動再開路（接続）し地域内は通常どおり復電したものの、浄水場内は引き続き停電状態のため、自動起動した非常用発電機からの給電が継続された。しかしその後、別工事で使用予定であった同じ仕様のPASを緊急措置として融通できたことから、迅速に取替作業を完了させ同日中に復電することができたのである。

【事故後の状態】



5 時系列状況推移

令和3年10月15日 午前9時から、青森市水道事業自家用電気工作物保安規程に定める年次点検「絶縁抵抗測定及び継電器試験」が実施され、スケジュールどおり午前中で完了した。以降の経緯は次のとおりである。

【12：08】電気室高圧受電盤内等、現場の復旧及び安全確認後、柱上にあるPASを再投入して場内の復電作業を完了。

【12：22】PASからの破裂音、発煙とともに場内全停電となる（中央制御装置等は無停電電源装置より給電）。その後、非常用発電機の自動運転により場内給電。

【13：00】電力会社より、停電後の自動再開路（地域への電力再供給）で問題がなかったことから、波及事故に至らなかったとの報告を受ける。

【14：30】新規PASが調達できたため、復旧作業開始。

【17：00】新規PASへ取替作業完了。その後、動作試験等を実施し結果良好。

【17：30】新規PASを投入（電力会社からの受電に切替え）。その後、場内の機器稼働状況を確認し良好。

【18：30】電力会社へ復電完了を報告して復旧作業終了。

6 事故の検証

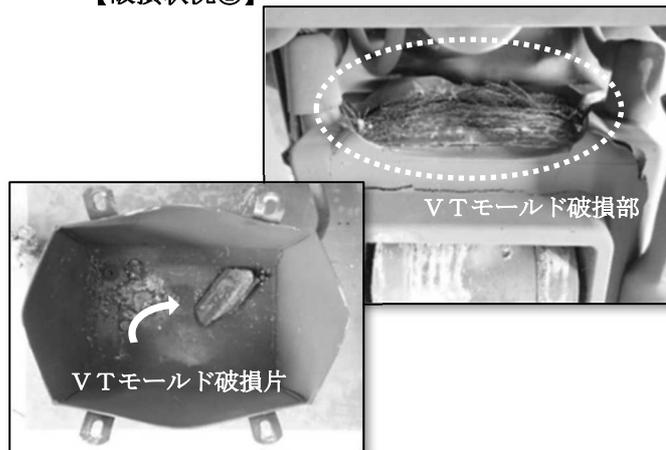
屋外引込部に設置されるPASは、雷、日射、気温変動等の自然現象の影響を受けやすく、絶縁劣化の進行が早い機器と言われている。横内浄水場も山間部に所在することから、雷サージによる内部機器の絶縁破壊だけでなく、内部に湿気や雨水が侵入することによる短絡等、自然現象による経年劣化が懸念される環境下にある。

事故の原因については、破損状況を踏まえ電気主任技術者及び関係者並びにメーカーによって次のとおり検証された。

【破損状況①】

- P A S 本体内 V T （制御電源用変圧器）の内部短絡によるモールド破損
- 破損原因…水分の侵入が推定される
- 原因根拠…パッキン部に苔が発生
 - ・撤去した P A S に水滴が付着

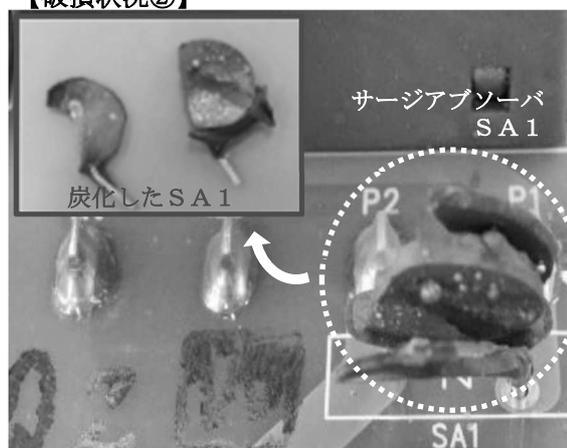
【破損状況①】



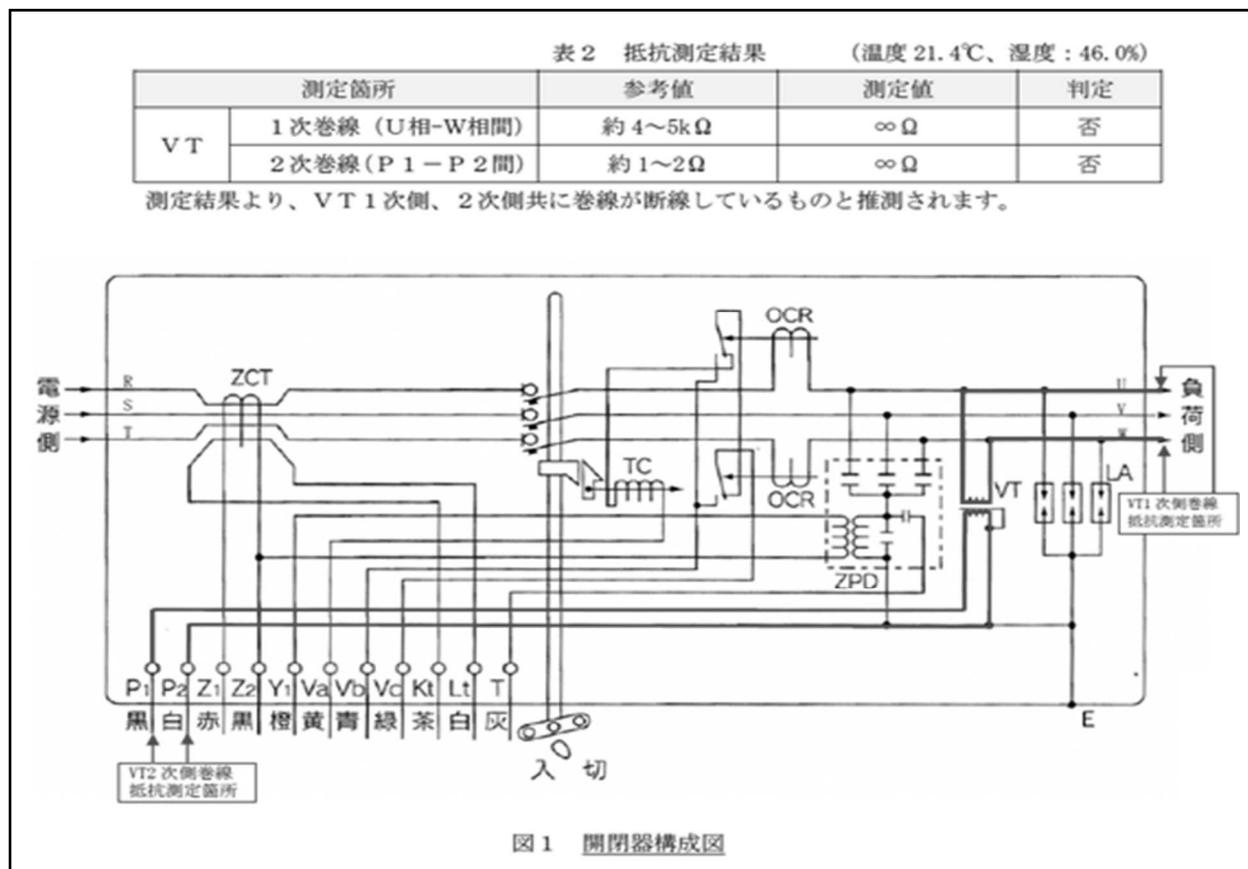
【破損状況②】

- 制御装置内サージアブソーバの短絡による炭化
- 破損原因…過去の雷害によるサージアブソーバの劣化が推定される
- 原因根拠…比較的雷が発生しやすい山間部であること
- 損傷している制御回路の V T については、「メーカー調査報告書より（その 1）」に記載のとおり、抵抗値は無量大となっていることから、巻き線の断線が明確である。

【破損状況②】



メーカー調査報告書より（その 1）



メーカーの検証結果は、「メーカー調査報告書より（その2）、（その3）」に記載のとおり、サージアブソーバ（SA1）の短絡によってVT 2次側巻線に過電流が発生したため高圧回路が短絡状態となり、PASの短絡（SO）保護装置が作動したものと推測されるということであった。

SA1短絡の原因としては、現場環境の特性から⑦度重なる雷撃のための劣化症状及び⑧PAS内部への湿気や雨水の侵入並びに⑨耐圧試験における電圧誤印加及び⑩継電器試験における制御電源の二重印加が考えられるが、⑦⑩については、試験員からの聞き取り調査から事故原因である可能性が低いこともあり、今回の事故では物理的原因を断定するには至らなかった。

しかし、PASの劣化度を判断する維持管理が不十分だったという管理上の問題が浮き彫りとなったことから、「7 事故後の対応」を踏まえた具体的な取組を「8 今後の対策」にまとめた。

メーカー調査報告書より（その2）

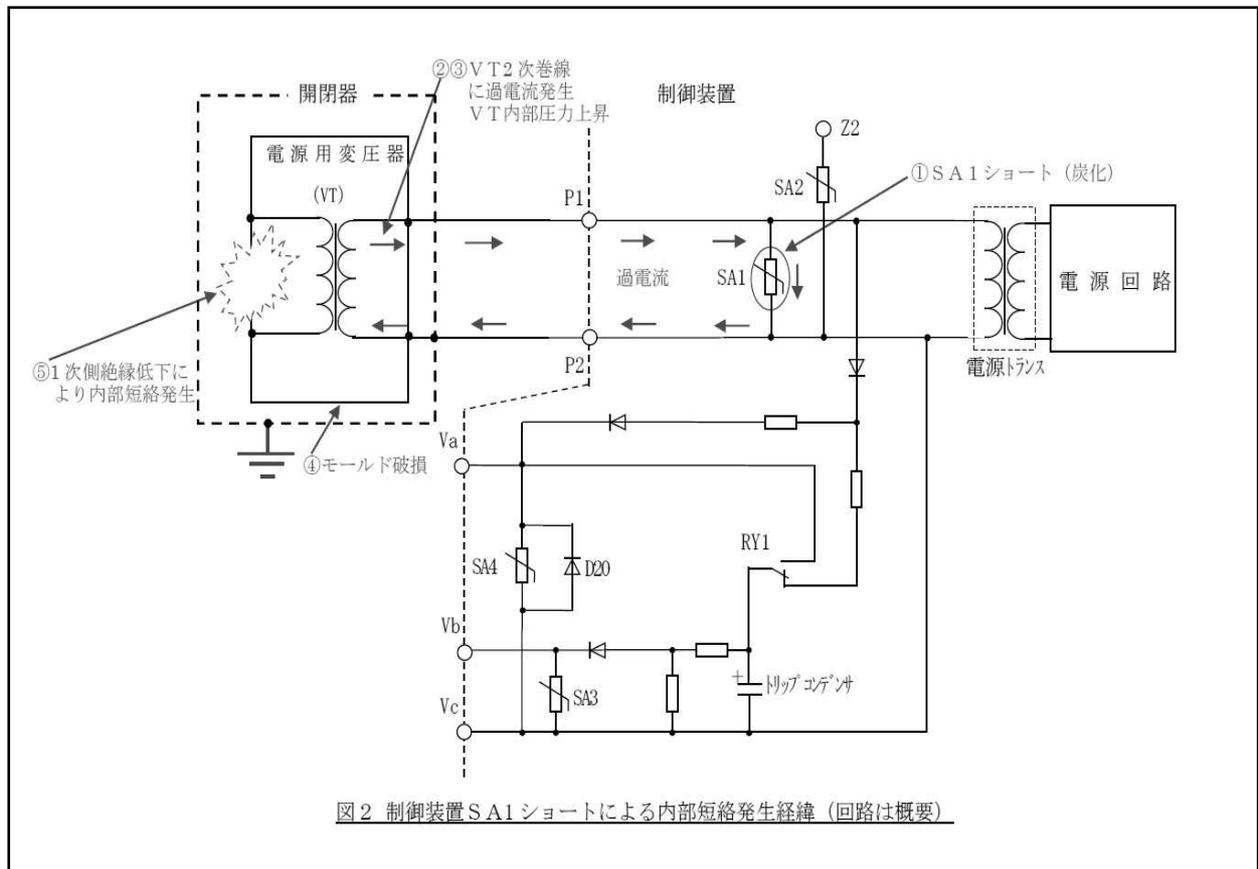
(2) 各抵抗値調査

表3のとおり、制御電源部の抵抗値に異常が認められました。

表3 抵抗値測定結果 温度：22.5℃ 湿度：64%

測定箇所	基準値	測定結果	判定
P1-P2：制御電源部	約300Ω	86Ω	否
Z1-Z2：I0（零相電流）入力部	約115Ω	115.4Ω	良
Y1-Z2：V0（零相電圧）入力部	約330Ω	328.4Ω	良

メーカー調査報告書より（その3）



7 事故後の対応

今回の事故をうけて、早急に当水道部の所管施設で使用しているPASの予防保全を図ることとなり、使用開始から約10年以上経過したPAS（3台）を対象に、電気保安業者が「高圧受電設備規程 JEAC8011」に基づいて実施しているPAS点検実績から、制御回路（トリップコイル）の絶縁測定及び抵抗測定並びに外観点検を実施することとした。

制御回路（トリップコイル）についての各種測定は、主にPAS本体内部への水分侵入によるトリップコイルの劣化度合を確認するためのものであり、外観点検は、PAS本体内部への水分侵入の原因となる錆や磁器部のひび割れ等の異常を確認するためのものである。

点検及び測定結果は、「業務報告書より」に記載のとおり良好であった。

業務報告書より

外観点検及び測定結果								
気中開閉器 (PAS) の所在施設	トリップコイル：絶縁抵抗 (MΩ)			トリップコイル：抵抗 (Ω)			外観点検	総合判定
	基準値	測定結果	判定	基準値	測定結果	判定		
Tポンプ所	100	100↑	○	140±20%	136.4	○	○	良
A配水所	100	100↑	○	25±20%	25.9	○	○	良
H配水所	100	100↑	○	140±20%	139.8	○	○	良

※トリップコイル抵抗基準値：メーカー仕様による

8 今後の対策

今後の取組としては、今回の検証結果から点検内容を「高圧受電設備規程 JEAC8011」に記載の項目に加え、制御装置内部の劣化状態を把握するための補完策として制御装置（SOG制御箱）の絶縁測定も追加した、次の①から③の項目を定期的・継続的に管理するとともに、悪化傾向にある場合は管理のインターバルを短縮するなど劣化度の把握に努め、更新計画に反映するものとする。

①外観点検

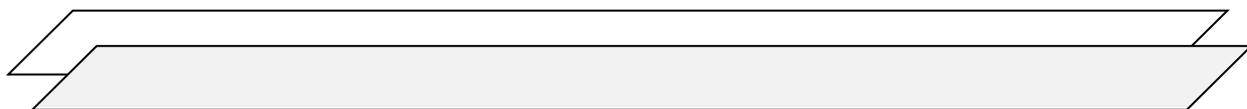
②絶縁測定・・・対象：PAS本体、制御回路（PAS内部）、制御装置（SOG制御箱）

③抵抗測定・・・対象：制御回路（トリップコイル）

また、今回の事故時に施工中であった非常用発電機の更新工事のように仮設発電機の設置を伴わない場合は、受電設備上、その最上位となるPASの健全性が大変重要となる。つまり、「電源系統の工事の際には、事前に上位の保護機器の正常性確認を改めて実施する必要がある。」というもう一つの教訓を最後に付け加えて、私達の事例発表を終了する。

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	坂坂 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)	効果的なポリビグ洗浄方法の提案	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
平成30年度 第21回 (鶴岡市)	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
	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
	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	佐々木 忍 加賀谷 速人
	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
令和元年度 第22回 (福島市)	東日本大震災が口径800配水幹線に与えた影響	仙台市水道局	齊藤 雅樹
	水需要減少に対応した配水場水運用の工夫とその効果	盛岡市上下水道局	大崎 瑞希
	「問題が発生せず、滞りなく終了する完璧な訓練」としないために	石巻地方広域水道企業団	武田 逸輝 早坂 貴由
	ふくしまのレガシーを ～ふくしまの水 水飲み場の設置～	福島市水道局	齋藤 由佳
令和2年度開催なし			
令和3年度 第23回 (WEB配信)	水道技術の継承の取組み 会津若松Suidou-aizUP作戦+	会津若松市上下水道局	長谷川 恵一
	木材パネルを活用した施設建屋の更新 -SDGsへの貢献-	南会津町環境水道課	星 善介
	配水ブロック分析の高度化による有収率向上対策	八戸圏域水道企業団	工藤 頌平
	職員用クラウドシステム構築によるモバイル機器の利用	福島市水道局	松本 芳幸

