

第 25 回 水道事例発表会

と き 令和 5 年 8 月 24 日～25 日

ところ 山 形 県 山 形 市
「ホテルメトロポリタン山形」

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25回水道事例発表会 日程

期 日 令和5年8月24日（木）14:00～17:00

令和5年8月25日（金）9:00～11:45

場 所 山形県山形市「ホテルメトロポリタン山形」
〔霞城〕

【1日目】8月24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25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

10:15～11:00 事例発表（3題）

11:00～11:30 日本水道協会国際研修報告

11:30～11:45 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

11:45～11:50 事務連絡／解散

事 例 発 表



第25回水道事例発表会 発表順序

《1日目》 令和5年8月24日(木)

(発表時間)	NO.	(題名・所属・発表者)	P
14:10 ~ 14:25	①	低水温・低濁度原水時における水処理の運用状況について 山形市上下水道部 高橋 大夢	P 1
14:25 ~ 14:40	②	水源河川の特性把握による浄水処理安定性確保に向けた取組 秋田市上下水道局 高橋 浩伸 茂木 祐典	P 4
14:40 ~ 14:55	③	東青広域連携に係る水質検査受託について 青森市企業局 三橋 唯次 坂田 渉	P 8
14:55 ~ 15:10	④	潜水土による不断水工法を用いた急速ろ過池改良工事 会津若松市上下水道局 渡辺 史人	P 10
15:10 ~ 15:25	⑤	福島県沖地震に伴う伏黒水管橋空気弁本復旧工事の実施報告 福島地方水道用水供給企業団 大木戸 智徳	P 12
15:35 ~ 15:50	⑥	嫌気性芽胞菌検査方法の検討 仙台市水道局 伊藤 雅木	P 15
15:50 ~ 16:05	⑦	舘山浄水場の廃止と広域水道受水の拡大 米沢市上下水道部 川村 忠	P 18
16:05 ~ 16:20	⑧	水管橋の点検・維持管理 秋田市上下水道局 瀬田川 満大 道下 尚人	P 21
16:20 ~ 16:35	⑨	空気弁継手部の経年劣化による漏水事例 青森市企業局 戸來 力 川村 翔	P 25
16:35 ~ 16:50	⑩	施工プロセスによる技術の継承 ～施工立会いへの検査員同行～ 福島市水道局 荻野 和也	P 29

《2日目》 令和5年8月25日(金)

(発表時間)	NO.	(題名・所属・発表者)	P
9:05 ~ 9:20	⑪	水道水の水質に関するお客さまからの問い合わせ対応事例 仙台市水道局 小関 友紀子	P 32
9:20 ~ 9:35	⑫	情報共有システム(ASP)の試行について 盛岡市上下水道局 根橋 宥希	P 35
9:35 ~ 9:50	⑬	災害時給水栓ホースを再活用したカードケースの作成 仙台市水道局 宮田 真人	P 38
9:50 ~ 10:05	⑭	湧水水源における侵入防止柵へのクマ忌避杭の導入 横手市上下水道部 木村 悠航 高橋 慎一郎	P 41
10:15 ~ 10:30	⑮	AI技術を応用したイオンクロマトグラフ分析装置による漏水判定 郡山市上下水道局 木村 和貴	P 44
10:30 ~ 10:45	⑯	水道DXの実現に向けたワーキンググループの取組み 会津若松市上下水道局 長谷川 恵一	P 47
10:45 ~ 11:00	⑰	包括的民間業務委託による漏水調査 酒田市上下水道部 小林 慶太	P 49

◆ 参考資料	《これまでのMIP -Most Impressive Presentation- 賞 受賞論文一覧》	P 53
--------	--	------

低水温・低濁度原水時における水処理の運用状況について

山形市上下水道部 ○高橋大夢
荒井裕行

1 はじめに

山形市の「松原浄水場」は、パドル式攪拌装置によるフロック形成池と傾斜板付横流式沈澱池を持つ、処理能力 45,000m³/日の浄水場である。主たる水源の蔵王ダムは標高約 600m の寒冷地であり、冬季の「低水温（4℃以下）・低濁度（2度以下）原水時」に「ろ過水濁度の上昇」や「急速ろ過池のろ抗上昇によりろ過継続時間が維持できなくなる」といった水処理の難しさがある。山形市には見崎浄水場、南山形配水場、松原浄水場と 3つの水系があり、融通しあっている。その中でも松原浄水場は処理した水を自然流下で配水することができ、他の水系よりも浄水単価を抑えて配水することができる。そのため浄水量の確保は必須となっている。平成 26 年に低水温・低濁度原水への対応について調査検討を行い、その結果に基づき「フロック形成池の攪拌強度」と「凝集水 pH 設定」による制御で凝集処理を適正化し、浄水能力を確保した事例について報告を行った。今回はその後の運用状況及び職員への研修状況について報告する。

2 低水温・低濁度時における対応について(平成 26 年報告内容)

例年、1～2月にかけての蔵王ダムは、水面が氷結し、ダム湖水がほとんど攪拌されない「成層期」となり、松原浄水場の原水は、水温 4℃、濁度 2度を下回る「低水温・低濁度」状態となる。また、冬季はダム湖面が凍結し、水の動きがなくなり、原水 pH は低下する。低水温・低濁度時において凝集沈澱池適正化の方針について、以下①～③のように定めた。

①凝集剤（PAC）注入率を高く設定しない・・・薬品の使用量を抑える対策

濁質が少ないのに PAC を増やしてしまうと、沈みにくい密度の低いフロックとなる。そのため低濁度時に PAC 注入率を増加しても効果はない。

②フロック形成池の攪拌強度の設定を増加する・・・ろ過池の詰まりを抑える対策

STR 値（Suction Time Ratio）の上昇は、急速ろ過池のろ過継続可能時間の減少と、それに伴うろ過水濁度の低下につながる。「STR 値」とはろ過池の詰まりやすさを把握するための指標で、「沈澱処理水のろ過時間」÷「そのろ液のろ過時間」である。大きいほど急速ろ過池のろ抗上昇につながる指標となり、管理に活用している。

冬になると、STR 値の上昇が見られるので、攪拌機の回転速度を順次増加（通常時 70%→100%）させて急速ろ過池のろ抗上昇を抑え、浄水量を下げないで水処理を行うことができる。

③凝集水 pH 設定を低下させる・・・ろ過水濁度を下げる対策

冬季間の原水 pH の低下とろ過水濁度の上昇に合わせて、凝集水 pH 設定を順次低下させる。なお、ろ過水濁度の改善とともに急速ろ過池のろ抗上昇も生じるため、②による攪拌機の回転速度と連動した対策が必要となる。

3 低水温・低濁度時における運用状況について

毎年、冬季になるとろ過池が詰まり、ろ抗が上昇した。そのため、2-②で行った対応である攪拌機の回転速度を上げてSTR値の上昇を抑える対策を行った。その結果、水処理量を下げて対応することがなくなり、浄水量を確保できた。

また、平成26年度、平成30年度、令和3年度、令和4年度の2月付近には、原水pHが下がり、ろ過水濁度が上昇しはじめたため、目標凝集pHを下げる対応をした。

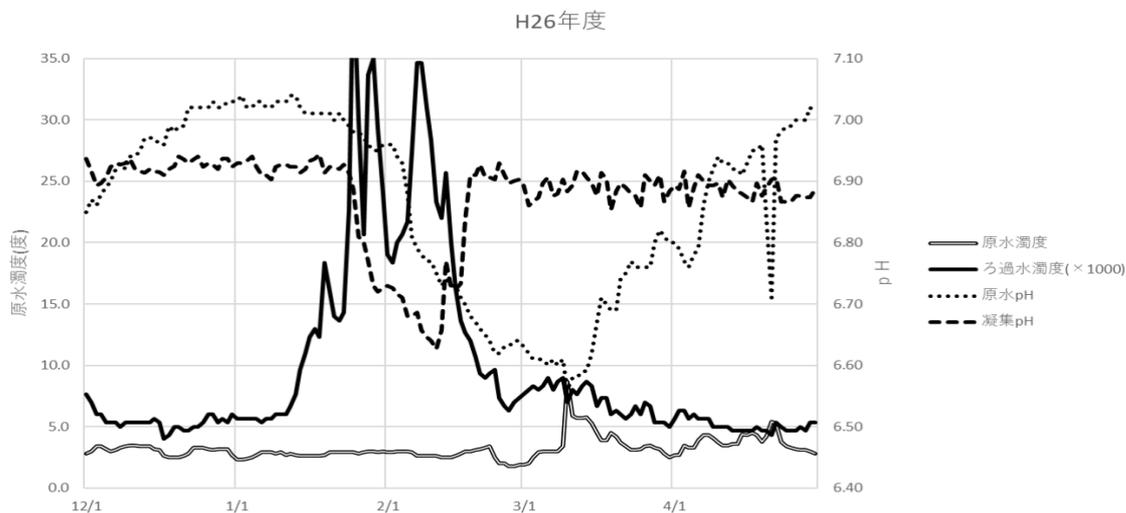


図1：平成26年度原水、ろ過水濁度及び原水、凝集水pHの推移

平成26年度の原水、ろ過水濁度及び原水、凝集水pHの推移は図1の通りとなっている。原水濁度の大きな変化はないが、原水pHが下がり、ろ過水濁度が上昇している。その対策として、下降する原水pHに合わせて凝集水pHを下げる対応をとることで、ろ過水濁度の減少がみられた。

4 研修状況について

平成26年度以降毎年、冬になる直前に職員への研修を行っている。実際にこれから起こることについて発生理由、問題点について事例を交えて伝え、運転操作へ反映するための判断基準（原水水温、原水濁度、原水pHの低下等）をはっきりさせることで経験の少ない職員でも分かりやすいものとしている。また、松原浄水場冬季水処理方針を周知し、必要事項等一覧になった物（図2：松原浄水場冬季水処理方針）を事務室内に掲示物として貼っている。そのため、経験の多寡によらず運転に携わる職員の意思統一を図ることができ、冬季間の低水温・低濁度時の難しい水処理の対応を行っている。

松原浄水場冬季水処理方針

- PAC注入率はあまり上げすぎない。**
(処理水またはろ過水の濁度が上昇しても、PAC注入率を上げない。
ただし、原水濁度・色度上昇時や、pH調整のための注入率増を除く。)
- フロキュレーター回転速度は、STRが上昇し始めたら、回転速度を上げる。**
(90%、95%:STRは低下するが、ろ過水濁度改善の効果は無い。)
- 凝集水pHは、ろ過水濁度が上昇し始めたら、原水pHの低下に合わせて設定値を下げる。⇒STRが上昇⇒急速濾過地がつまり易くなる。**
(～6.5:前苛性注入率「低」、アルカリ度不足に注意。)

※蔵王ダム可動管は、農業用水取水が573.5mになったことを確認後、ダム湖水結前に573.5mまで降下させる。

図2：松原浄水場冬季水処理方針

5 適正化による効果

表1：適正化前後の平均浄水量と平均PAC注入率(2月分)

	平成18～24年度(適正化前)	平成25～令和4年度(適正化後)	増減(%)
浄水量	29,141m ³ /日	31,888m ³ /日	+8.0%
PAC注入率	31.6ppm	23.8ppm	-26.7%

適正化前の平成18～24年度、適正化後の平成25～令和4年度の2月における日平均浄水量、平均PAC注入率は「表1：適正化前後の平均浄水量と平均PAC注入率(2月分)」のようになっている。適正化後と適正化前を比較すると、日平均浄水量は108%まで増加し、平均PAC注入率は73.3%まで減少している。低水温・低濁度時における対応により、安定した浄水量を確保し、薬品の使用量を抑えて水処理を行うことができるようになった。

6 おわりに

平成26年度より低水温・低濁度原水の対応についての「発生理由、水処理の方針」を冬季前に職員に対して研修を行い、判断基準及び、やるべきことを明確にした。その結果、浄水量の増加とPACの節約を達成することができた。これからも研修を密に行い、職員の意思統一を図っていき、今後の浄水場の水質管理を充実させていきたい。

水源河川の特性把握による浄水処理安定性確保に向けた取組

○秋田市上下水道局 高橋 浩伸
 秋田市上下水道局 茂木 祐典
 秋田市上下水道局 佐藤 和人

1 はじめに

河川の表流水を原水とした浄水処理では、降雨等による河川の水位および水質変動の要因を把握することが重要である。

本市では水安全計画を策定し、リスク管理を目的として運用しているが、浄水処理の安定性を確保し、水道水の品質と安全性を確保するためには、より効果的な対応が必要である。

そこで、秋田市の主要な水源河川である雄物川の水質変動の傾向等の特性を把握し、その内容および浄水処理の安定性確保に向けた取組について報告する。

2 雄物川の概要および取水の現況

(1) 雄物川の概要

雄物川は、秋田県南東部に位置する湯沢市と山形県真室川町の県境付近にある大仙山が源で、十分一沢川と南沢川が合流し本流となる。この先、横手盆地を北へ流れ、大仙市大曲で玉川が合流する付近から流路を西寄りに変える。出羽丘陵のやや狭窄した場所を蛇行しながら北西に向かい、秋田市に入り平野部に出ると秋田市街の南部を流れ、秋田市新屋で日本海に注ぐ。

本流上流部にダムがないため、流量に関して玉川や岩見川などの支流から受ける影響が大きい。

また、渇水期には玉川上流の玉川ダムからの利水補給により正常流量を確保している。

表－1 雄物川の概要

項目	規模等
水系	一級河川 雄物川
種別	一級河川
延長 (km)	133 (全国30位、東北6位)
平均流量 (m ³ /s)	276.2 (椿川観測所)
流域面積 (km ²)	4,710 (全国13位、東北4位)
水源	大仙山(湯沢市)
水源の標高(m)	920



図－1 雄物川の流域
 (出典:国土交通省HP)

(2) 取水の現況

本市では、雄物川左右両岸にそれぞれ主要浄水場があり、各浄水場で取水方式が異なる。

右岸には市内給水量の約 80%を給水する仁井田浄水場があり、2基の取水塔により河川右岸の中層部から取水を行っている。支流の岩見川の合流点と同じ右岸のすぐ上流にあり、この岩見川の水質変動の影響を受けやすい特徴がある。

一方、左岸には市内給水量の約 17%を給水する豊岩浄水場があり、川岸の取水門から取水している。当該取水門付近は右岸側の水深が深くなっており、左岸側は右岸側より流量が少ないため、通常時は水位が低い状態にあるが、渇水によりさらに水位が低下した場合、取水障害が発生するおそれがある。

3 水質検査結果の整理

原水の水質について、季節変動や、それぞれの浄水場において水質基準項目の中で特徴的な傾向を示す項目を次のとおりまとめた。なお、グラフに示す数値は過去5年の月ごとの平均値である。

(1) かび臭 (図-2)

水温の上昇に伴い多く検出される夏期(5~10月)に測定を行っている。現在、臭気に影響が出るほどの濃度では検出されていないが、降雨時等に濁度が上昇した場合は、臭気に影響が出る場合がある。

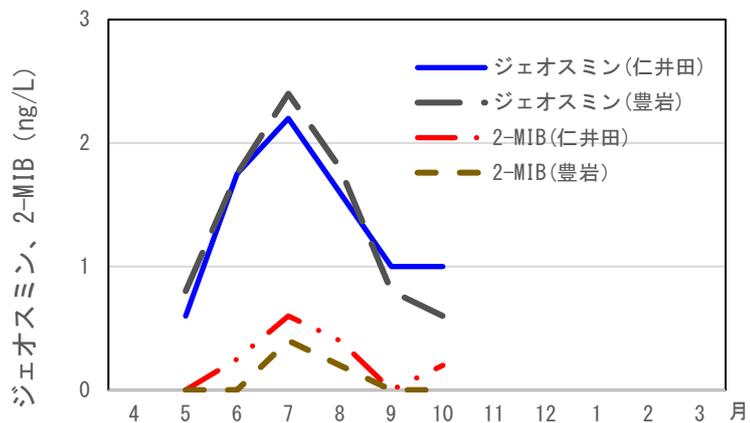


図-2 かび臭 月平均値 (H29~R3)

(2) マンガン (図-3)

冬期に流れが停滞することで河川低層部が貧酸素状態となり、マンガンが多く検出される。この傾向はいずれの浄水場でも見られるが、取水の水位が低く流れが停滞しやすい豊岩浄水場において特に顕著に見られる。

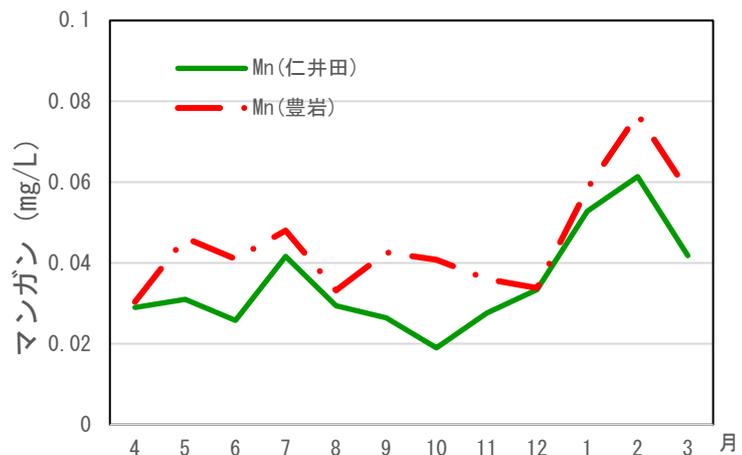


図-3 マンガン 月平均値 (H29~R3)

(3) 塩化物イオン、アンモニア態窒素 (図-4)

塩化物イオンおよびアンモニア態窒素は、冬期には夏期の1.5～2倍程度検出されるが、上流部が豪雪地帯であることから、降雪期に使用される融雪剤が影響しているものと推定される。

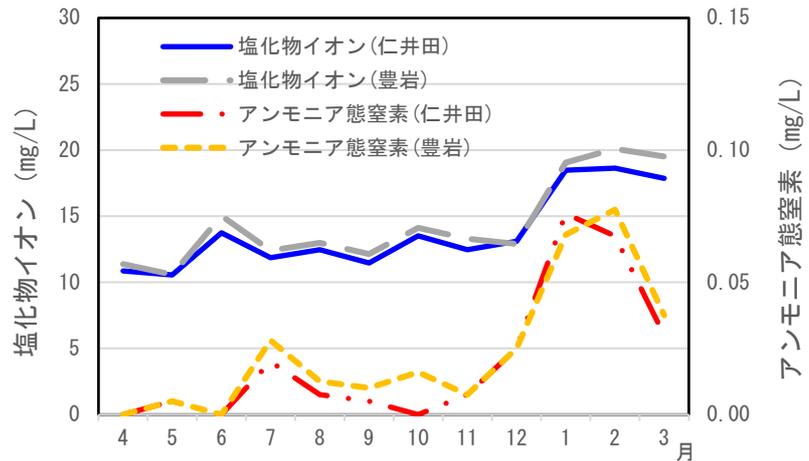


図-4 塩化物イオン、アンモニア態窒素
月平均値 (H29～R3)

4 水源河川の特性格把握および活用

これまでは浄水処理において人間の感覚や経験に多くを頼っていたが、主観に基づくこうした対応は対応者によってばらつきを生じさせる原因となる。

3で把握できた各項目の年間での変動傾向に対し、浄水処理の対応として、(2)マンガンについては、中間塩素処理とマンガン砂による接触酸化で処理するため、次亜塩素酸ナトリウム注入率の適正な管理で、マンガン除去能力を保持することが重要である。さらに、(3)アンモニア態窒素が増加する場合は、より塩素が消費されることを考慮した注入管理が必要になる。

これらの季節変動データとともに、現在では降雨開始時刻、雨量、雄物川の水位および玉川ダムからの放流量などの各種情報は、インターネット上で随時最新の情報を得ることができることから、これまでに利水関係機関でとりまとめた雄物川の流達時間等の情報と関連づけることで、精度の高い水質変動の予測が可能となり、安定した浄水処理を行うための客観的な手法として効果が出ている。

また、浄水場での浄水処理の安定性確保は、末端の残留塩素管理の確実性にも寄与し、安全で安心な水質管理への効果が見られた。

なお、3(1)かび臭については、現有設備では処理できないが、現在実施中の浄水場更新で導入予定の活性炭処理設備での処理が期待される。

5 今後の展望

今回は浄水処理の安定性確保に向けた取組として報告したが、大雨やゲリラ豪雨等の天候によるもののほか、春期の水田作業等の人為的なものによる急激な濁度上昇が起こる場合への対応が課題として考えられる。仁井田浄水場で採用している高速凝集沈澱池は原水の急激な濁度変化に弱いため、浄水処理に支障を来すケースが少なくないが、現在、原水濁度が概ね30度以上になった場合には定常の水質検査を行っておらず、このような高濁度時の水質データが少ない。

また、渇水時には炭酸同化作用によりpH変動やかび臭増加が通常時よりも起こりやすく、これらへの対応も課題の一つである。

通常時のデータを一定期間分集計することにより変動の特徴が見えてきたので、今後は、濁度が高い状況や流況変動が大きい状況、および渇水時等、通常時以外におけるデータの蓄積により予測精度が向上できるよう取り組んでいきたい。

東青広域連携に係る水質検査受託について

青森市企業局水道部
○三橋唯次、坂田渉

1 はじめに

青森市の水道水質管理は、明治 42 年供用開始の横内浄水場の管理棟が昭和 53 年に築造された際に、棟内に水質試験室が整備されたのを機に本格的な管理体制となった。その後、水質基準項目等における逐次改正方式の導入により、告示法の細分化、微量分析化に伴い、徐々に試験室の狭隘と老朽化の問題が表面化していった。

このため、将来を見据えた水質管理体制の構築が不可欠との結論に達し、令和 3 年 2 月新たに水質管理センターを浄水場敷地内に建設し、現在に至っている。

本市の水質管理の組織体制は横内浄水課内に水質管理チームを置き、主幹チームリーダー 1 名、主査 2 名、技師 4 名及び会計年度任用職員 1 名の計 8 名体制で構成され、水質基準項目、水質管理目標設定項目すべて自己検査で対応している。年間の検査件数は、その他の工程管理や水源に係る検査を含め約 1240 件となっている。

2 広域連携の取組みの背景

県内水道事業体においては、急激な人口減少に伴う水需要の落ち込みと事業収益の減少、さらには、技術系職員の不足など、事業経営に重大な影響を及ぼす課題に直面しており、近い将来には事業体単独での事業継続が困難になると予想されている。

このような状況を踏まえ、平成 28 年に青森県主導の下、将来に向けての経営基盤の強化と技術水準の確保を進めていくことを目的に、県内の水道事業体で構成する水道事業広域連携推進会議が設立されるとともに、具体的な検討を進めるための組織として地区会議が設置された。地区割については青森市を中心とする東青地区、弘前市を中心とする中南地区、八戸圏域水道企業団を中心とする三八地区、五所川原市を中心とする西北地区、十和田市を中心とする上十三地区、むつ市を中心とする下北地区の県内 6 地区とした。



3 取り組みの概要

東青地区会議では青森市が地区幹事として事務局を担い、平成 30 年度を目途に広域連携の方向性について決定することとした。また、検討する項目が多岐にわたることから、青森市企業局水道部内に横断的な検討体制を構築するとともに、東青地区 5 市町村の基本情報を収集・整理し、広域連携が可能な分野を災害対策・給水装置・水質管理の 3 分野に絞り込み、可能性の検証や課題の整理、効果について検討した。

検討の結果、災害対策関連として、①災害訓練等の共同開催、②民間事業者との災害時応援協定の広域化、給水装置関連として、①施工基準の統一化、②指定業者研修会の共同開催、水

質管理関連として、①維持管理上の水質管理の連携、②緊急時の水質対応の連携の計6項目について、広域連携を進めていくことを決定し、公表した。

その中で、水質管理関連は維持管理上の水質管理の連携として、現在民間委託している4町村の浄水処理に係る水質検査や水道法13条、20条、18条に係る水質検査等水質関係業務を包括的に受託することや、緊急時の水質対応の連携は水質事故等に絡む緊急時の水質検査について受託する方向で協議した。

また、新たに横内浄水場内の水質管理センターが水質管理における広域連携の拠点としても位置付けられた。

水質管理関連連携については、令和2年度から体制が整い次第、順次連携していくこととなり、令和2年度は蓬田村の水質検査等の受託を開始し、令和3年度からは今別町、令和4年度からは外ヶ浜町の受託を開始したことで、現在は本市と3町村で維持管理上の水質管理の連携体制が構築されている。なお、受託により3町村併せて219件/年の検査件数が増となっている

4 受託における効果及び課題

委託者の効果としては、町村では水道担当の職員が数名しかなく専門職員が配置されていないことから、水質管理に苦慮していたが、今回の連携で様々な水質上の問題等に対して実務的な助言等が得られる体制になったことや、実費以外の経費を計上しないため、委託料が削減できたことが効果として挙げられる。(民間委託時の約7割程度)

一方当チームの効果は、当市以外の多種多様な水質に対する処理方法について新たな知見が得られることに加え、これまで経験したことのない他事業体の様々な水源及び緊急時の水質事故等の対応を経験することによりチーム員の技術向上が期待されることである。

課題としては、水質管理センターに最新設備が導入されたことにより、飛躍的に業務の効率化等が図られたため現行の町村の検査数の増加にも水質担当者を増員することなく対応可能であったが、残り1町も加えた4町村を受託した場合、人員不足の問題が予測されているが、増員は容易ではないため、受託業務から一律採水業務を除いた検査業務だけに絞れるかどうか課題として挙げられる。

5 おわりに

今後水道は、さまざまな変化に直面し、外的には人口減少に伴う水需要の低下、未規制化学物質や耐塩素性病原微生物などによる水源の汚染、少雨化や降雨量の変動による利水安全性の低下、ゲリラ豪雨による浄水処理障害の多発、内的には水道施設の老朽化、水道担当職員の減少に伴う技術継承の途絶などが挙げられる。

水道事業は、水道利用者の衛生上のリスクをいち早く察知するとともに、安全性を確保するための迅速な対応が常に求められている。そのため、環境の変化に対応して水道水の安全性を一層高め、安定的に供給していくためにも経営基盤の強化が必要となってくる。その前段として推奨されたのが広域連携である。

この広域連携を足がかりとして将来にわたって予測されている水道事業存続に係る課題にもっとも有効な対策が事業の広域化である。

その実現化に向け、国県の強力な関与を得ながら先導する水質関連業務も含め更なる検討を進めていく必要がある。

潜水土による不断水工法を用いた急速ろ過池改良工事

○渡辺 史人 (会津若松市上下水道局) 湯田 豊巳 (会津若松市上下水道局)
鈴木 丈志 (会津若松市上下水道局)

1. はじめに

会津若松市上下水道局では、東山温泉街に立地する東山浄水場においてダムを水源とし急速ろ過方式による水処理を行っている。近年、施設の経年劣化が進行しており突発的な機器故障のリスクを抱えている。その中で急速ろ過池のろ過水渠に設置してある弁が故障しており、安定的な水づくりのために弁更新を行う必要が発生した。そのため浄水処理への影響を最小限に抑える施工方法の検討を行い、潜水土による不断水工事を実施し無事に完了することができた。

本稿では設計、施工、立上げに関するろ過池改良工事の実施結果について報告する。

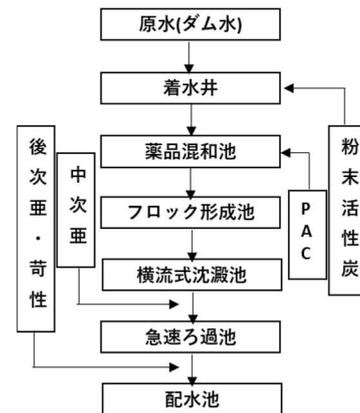


図1. 東山浄水場概略フロー図

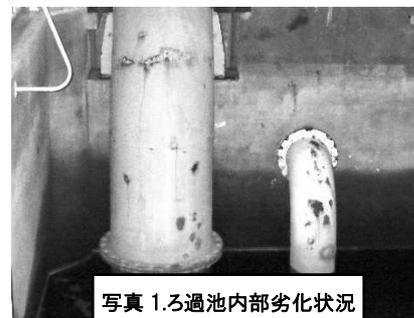
2. 東山浄水場の処理方法の概要について

東山浄水場は昭和 58 年に完成した全国でも珍しい階層式の浄水場である。処理方法は図1. のとおり急速ろ過方式を採用しており施設能力は1日あたり 30,000 m³である。

3. 東山浄水場の現状と整備における課題について

(1) 東山浄水場の現状について

当浄水場は建設から約 40 年経過しており、施設の老朽化が進んでいる状況である。階層式と呼ばれるビルの中に水槽等の水処理設備を設置してある浄水場のため、コンパクトな設置スペースであるメリットもあるが湿気や塩素ガスによる配管や機器の腐食等の劣化が進行しやすいというデメリットがある。特に急速ろ過設備の劣化が酷く仮に配管等に穴が開いたりするとろ過できない事態が発生するリスクを抱えている状況であった。また、ろ過水渠の水路に設置してある平底弁については老朽化により全16基のうちほとんどが開閉できない状態であった。(写真1. 図2. 参照)



(2) 整備における課題について

ろ過池内部の配管や機器を修理するためには急速ろ過池の流入を停止し、流出弁である平底弁を閉止する必要があるが、前述の通り平底弁のほとんどが開閉できない状態であり、すべてのろ過池が出口のろ過水渠で合流している構造であったため、仮にどこかのろ過池を整備する場合は、すべてのろ過池及びろ過水渠に貯まった水を排水し工事を行う必要があるため大規模かつ水運用上のリスクが高い状況であった。

潜水士による不断水工法を用いた急速ろ過池改良工事

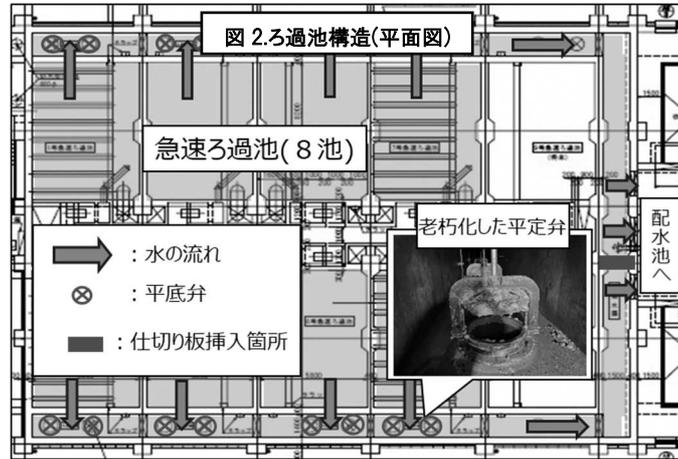
4. ろ過池改良工事について

将来の突発的な機器故障が発生した際にも影響を最小限にとどめつつ、安定した運用ができるよう図2.のろ過池改良工事の検討を行った。主な検討内容は、①ろ過池出口のろ過水渠の水路に仕切りを設置し、ろ過池を2系統化すること②完全に開閉できない平底弁1基を更新すること。この2点を主に施工方法を検討した。仕切り板を水路に設置する際に現状ではろ過池及びろ過水渠を全て排水する必要があったが、浄水場内の配水池の容量も少ないことから長期間の停止は不可能な状況であった。そこで最低限のろ過停止で仕切り板を設置する方法として潜水士による水中作業で仕切り板を設置する施工方法を採用した。施工中は潜水作業用具の消毒及び作業後のろ過水渠の水質確認を行うなど、水道品質の確保にも努めながら仕切り板を設置し、ろ過水渠を2系統化することに成功した。その後、ろ過水渠の片側を排水し水路底部に設置してある平底弁を撤去及び更新することができた。当初はろ過池とろ過水渠の水を全量排水し、仕切り板を挿入する作業に約12時間程度の長期間のろ過停止を想定していたが、潜水士による不断水工法を用いたため、1日3時間程度のろ過停止を複数日に分けることで仕切り板を設置できたことから水づくりへの影響も最小限に抑えることができた。(写真2. 写真3. 参照)

工事完了後の水張り作業においてはろ過水渠の壁面に付着した長年にわたる汚れが浮いてきたため、何度も排水→水張り→排水を繰り返し実施しろ過水渠の水質を確認し、問題なく通水することができた。立上げには約1週間程度時間を要したが、仕切り板でろ過水渠を2系統化していたため、片側のろ過池については通常運用で水づくりをすることができ、水運用上も大きな影響を与えることなく工事を完了することが出来た。

5. まとめ

今回は当水道局としては初めての潜水士によるろ過池の改良工事を行い将来の機器故障発生時にも有効活用できるような改造を行うことができた。今後も今まで採用してきていない施工方法、技術に関しても安全性を十分に検討した上で採用していきたい。また、ろ過池の水質立ち上げ等の方法についても手探り状態であったが、局職員、工事受注者及び浄水場を運転管理する受託業者の連携を密にし、作業工程毎に綿密な打合せができたことが工事成功に大きく寄与したと考えている。今後も今回のように連携を取り合っ安心して安全な水道水を作っていけるように努力していきたい。



福島県沖地震に伴う伏黒水管橋空気弁本復旧工事の実施報告

福島地方水道用水供給企業団 ○大木戸 智徳

1.はじめに

福島地方水道用水供給企業団（以下企業団）は水道用水供給事業を業務とする一部事務組合である。企業団は水源である「摺上川ダム」から原水を取水し、「すりかみ浄水場」で浄水、構成する福島県北地域の東部地区（伊達市、福島市飯野地区、桑折町、川俣町、二本松市東和地区）、西部地区（福島市、二本松市安達地区）の3市3町へ水を供給する。浄水能力は149,920 m³/日であり、全長約 120 kmの管路により送水している。

2.実施に至る経緯

令和4年3月16日に発生した福島県沖地震により、企業団施設も大きな被害が生じ、早急に応急処置を講じたが、その中でも阿武隈川を横架し東部地区へ供給する「伏黒水管橋」が受けた損傷は甚大であった。

送水機能自体に直接影響となる被害はなかったものの、支承部・落橋防止装置・歩廊等の設備損傷のほか、φ700 mm送水管2条に設置されているφ150 mm空気弁2基から漏水が発生した。

応急対策として空気弁直下に設置されたφ150 mm補修弁にて一時的に止水を試みたが、補修弁自体が機能せず、止水出来ない状況となった。

このため、止水までに時間を要することとなり、最終的には外部発注により空気弁上部に止水



西部地区：阿武隈川から西側
東部地区：阿武隈川から東側

図1. 伏黒水管橋 位置図

位置	福島県伊達市伏黒字西本場ほか地内
規模	φ700×2条 橋長 311.2m
構造	上部工:正三角トラス補剛形式 5径間 下部工:逆T式橋台 2基 小判型式橋脚 4基

図2. 伏黒水管橋規模及び構造



図3. 伏黒水管橋 全景並びに上部工写真

蓋を取り付けたことで何とか止水することが出来た。

しかしながら、本来このような災害時に機能すべき補修弁が機能しなかったことから、損傷した空気弁の本復旧工事に向け、様々な検討が必要となった。

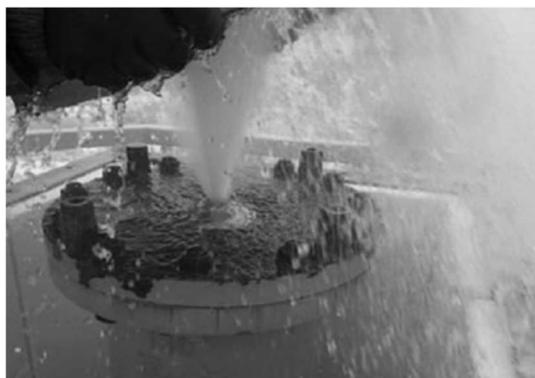


図 4.漏水発生時の空気弁

3.伏黒水管橋空気弁補修にあたり直面する問題点

- ① 空気弁の本復旧工事に併せて補修弁交換も必要となることから、送水管の停止をしなくては工事实施が出来ない。
- ② 企業団は、本格供給を開始した平成 19 年以降、平成 23 年に発生した東日本大震災の災害時以外に計画的な送水停止をした実例はない。(24 時間 365 日常時稼働)
また、企業団の管路は単線であることから、伏黒水管橋の送水停止をすることで、対象地域となる給水人口約 5 万 6 千人に影響が出る可能性がある。
- ③ 伏黒水管橋を仮に送水停止した場合、時間的猶予を確保できるのか。
- ④ 送水が本当に停止するのか。
- ⑤ 空気弁、補修弁の製作に時間を要する。
(仕様が高水圧対応となるため、受注生産に時間がかかる。)

4.実施に向けた検討

送水停止の実施に向け、過去の実績データから幾度もシミュレーションを行い、施工時期・時間帯を模索し内部検討を行った。

検討の結果、実施時期は消費需要が最も少ないことと、空気弁・補修弁の製作時間を確保する観点から「冬季」とし、時間帯は各受水池を満水に出来る「深夜帯」に選定し、計画を進めた。

また、送水停止時間はシミュレーションをもとに「5 時間」と設定し、以降作業計画を進めた。作業は送水停止に先立ち、対象となる各受水池の流入停止を中央監視室から遠隔操作で行い、各受水池の流入停止を確認する。

施工箇所「伏黒水管橋」の一次側を桑折幹線流量計室（以下流量計室）内の「緊急遮断弁」と二次側を「仕切弁 V1、V6」で遮断し、この区間の内圧を水管橋一次側橋台敷地内に設置された「排水弁 D4」を操作し、内圧が下がり次第作業を開始する。作業完了以後は「伏黒水管橋」一次側の流量計室内「緊急遮断弁」から送水を開始し、新規設置された空気弁の排気状況を確認し、排気がなくなり次第「伏黒水管橋」二次側の「仕切弁 V1、V6」を開け送水を開始し、その後、各受水池の流入を開始する。



図 5.伏黒水管橋その他施設箇所図

5. 実施の経過

① 排水時間が当初計画より時間を要した

排水弁にて送水管内内圧を下げるため、排水作業を行っていたが、当初計画である時間で排水出来ず、作業開始に大幅な遅れが生じた。

これは流量計室と「伏黒水管橋」の高低差を計画時に考慮していなかったためである。流量計室のほうが高約 10.0m 高い位置にあることから、流量計室側から排水されたことで、想定より時間を要した。

② 計画した送水停止区間の内圧が低下しない

「伏黒水管橋」の一次側を流量計室内の「緊急遮断弁」二次側を「仕切弁」で区切りこの区間の

内圧を下げるため「排水弁」で作業を実施したが、空気弁の内圧に変化は見られない。送水は一次側からのみであるため、再度流量計室を確認したところ、遮断時送水量「0 m³/h」の表示値が動いており、送水状態となっていた。そのため、手動作業により流量計室内仕切弁を閉めることで再度送水停止を確認した。

③ 空気弁、補修弁の取替工事完了

空気弁・補修弁の取替工事を実施。排水時間と停止区間の内圧が下がらず計画以上に時間を要したが、当初計画である送水停止時間5時間以内になんとか取替工事を完了することが出来た。

④ 作業完了後の送水再開時に想定外の通水音が発生

空気弁と補修弁の取替工事が完了し、送水再開のため「伏黒水管橋」一次側のバイパス弁を開けたところ想定されていない流量の振動と流速音が生じた。これは作業時前の内圧を下げるために実施した排水作業で管内体積の水量を計画以上に排水したことで、管内に空気が入ったことにより強い流速が発生したためと考える。

その後、水質確認を行ったところ、受水池にて濁り水が発生したため、排水作業を行い対応した。



図 6.一次側 流量計室 緊急遮断弁、仕切弁

6. 今回の作業で得た教訓

○ 今回の作業で最も重要な役割を担うはずの「緊急遮断弁」で「完全止水」が出来ず送水停止に計画以上に時間を費やし、終始時間に追われる作業が続いた。その焦りもあり、最終作業の送水再開時の仕切弁操作に余裕を持たず、結果濁水が発生させる要因となってしまった。

製品を過大視することなく、他の施設も絶対に機能するとは限らないという観点から、各施設の動作試験を日常的に実施することや、急遽使用出来る応急資材の調達等、緊急時に対応出来るための備えが日頃から必要であると感じた。

○ 送水停止区間において、高低差により排水時は高いほうから排水されたことで時間を要したため、今後の工事においては停止区間とその水位を事前に確認し、かつその作業区間の排水量と排水時間を算出した上で計画することが必要であると感じた。

○ 排水作業により、送水管が空の状態になったことから通常よりも早い流速が生じたことで、濁り水が発生した。今回のような作業時には濁り水が発生することを前提とし、水質分析、排水作業の実実施計画を立てる必要があると感じた。

嫌気性芽胞菌検査方法の検討

仙台市水道局 ○伊藤 雅木
今野 祥顕
高橋 尚子

1 はじめに

嫌気性芽胞菌は、大腸菌とともに厚労省水道課長通知「クリプトスポリジウム等対策指針」において糞便汚染の指標菌として指定されている。原水にいずれかの指標菌が検出された場合には、「原水に耐塩素性病原生物が混入するおそれがある場合」に該当することとなる。

仙台市水道局ではクリプトスポリジウム等の汚染の恐れレベルを判断するための検査項目として、平成 16 年度より浄水場原水等で嫌気性芽胞菌を定期的に検査している。検査方法は開始当初からハンドフォード改良寒天培地を用いた「疎水格子フィルター法」でおこなっていたが、使用する疎水格子フィルターおよび器具が令和 3 年に販売終了となった。そのため、「疎水格子フィルター法」と同じ培養条件(ハンドフォード改良寒天培地使用、嫌気条件下で45℃、24±2 時間培養)である、「メンブランフィルター法」および「パウチ法」を代替法として検討したので内容について紹介する。

2 検討方法

令和 4 年 3 月～9 月にかけて、浄水場原水の嫌気性芽胞菌を検査する際に、従来法である「疎水格子フィルター法」と同時に「メンブランフィルター法」および「パウチ法」との併行試験をおこなった。各方法は以下のとおりである。

「疎水格子フィルター法」

疎水格子フィルターと専用のろ過器を使用する。ろ過器にフィルターをセットして検水 100mL をろ過・捕捉し、フィルターをあらかじめ固化させた培地に貼り付けた後、脱酸素剤とともに密封容器に入れて嫌気条件下で培養する。培養後(図 1)、疎水格子フィルター内の黒く変色した格子を計数し、計数値を最確数表に照らして嫌気性芽胞菌数とする(単位:MPN/100mL)。

「メンブランフィルター法」

滅菌済みメンブランフィルターとろ過器を使用する。ろ過器にフィルターをセットして検水 100mL(および 10 mL)をろ過・捕捉し、フィルターをあらかじめ固化させた培地に貼り付けた後、重層(フィルターの上からさらに培地を流し入れて覆い、固化させる操作)を 2 回おこなう。重層後に、脱酸素剤とともに密封容器に入れて嫌気条件下で培養(図 2)し、黒色のコロニーを計数して嫌気性芽胞菌数とする(単位:CFU/100mL)。

「パウチ法」

市販されている嫌気性パウチを使用する。パウチに検水 10mL および培地を入れて混合した後に空気が入らないように口を密封し、培養する(密封容器及び脱酸素剤は必要ない)。培養後(図 3)、黒色のコロニーを計数して嫌気性芽胞菌数とする(単位:CFU/10mL)。

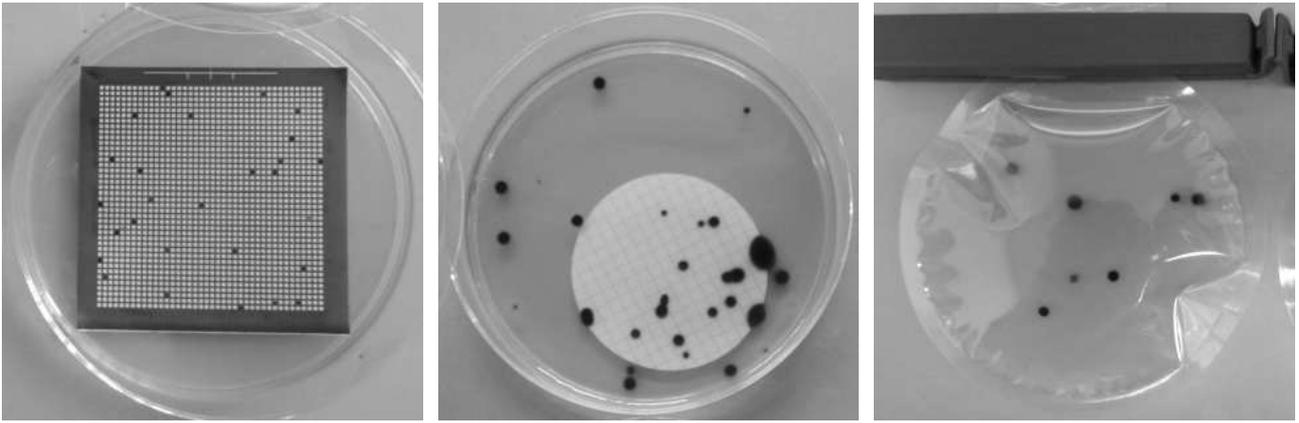


図1「疎水格子フィルター法」培養後 図2「メンブランフィルター法」培養後 図3「パウチ法」培養後

3 結果および考察

3-1 併行試験

従来法の「疎水格子フィルター法」と代替法の「メンブランフィルター法」および「パウチ法」で併行試験を実施した結果、100mLあたりの値に換算して比較すると、検査方法による大きな差はないことが確認できた(表1)。

表1 併行試験結果(「パウチ法」は令和4年7月以降検討対象外)

	検水量	単位	R4.3月			R4.4月			R4.5月		R4.6月			
			検水 A	検水 D	検水 B	検水 A	検水 B	検水 D	検水 E	検水 C	検水 A	検水 B	検水 E	検水 C
「疎水格子フィルター法」	100mL	MPN/100mL	20	46	6	6	1	7	28	0	12	1	73	0
「メンブランフィルター法」	100mL	CFU/100mL			4	1	2			0	17	1	52	0
	10mL	CFU/10mL	2	4				2	2		2	0	3	
「パウチ法」	10mL	CFU/10mL	2	7	1	1	1	2	4	0	2		10	0
		(CFU/100mL)	20	70	10	10	10	20	40	0	20		100	0

	検水量	単位	R4.7月				R4.8月				R4.9月			
			検水 A	検水 B	検水 C	検水 D	検水 A	検水 B	検水 E	検水 C	検水 A	検水 B	検水 C	検水 D
「疎水格子フィルター法」	100mL	MPN/100mL	11	1	0	47	2	3	45	0	9	2	0	45
「メンブランフィルター法」	100mL	CFU/100mL	38	2	0	71	4	4	28	0	17	4	0	×
	10mL	CFU/10mL	2			5	1		4		1			6
		(CFU/100mL)	20			50	10		40		10			60

※ ×:計数不可(コロニー同士が重なってしまったため)

3-2 「パウチ法」の検討

「パウチ法」は他の方法よりも簡便かつ安価であることから、当初はこちらに変更することを検討していたが、検水量が10mLであり、「疎水格子フィルター法」および「メンブランフィルター法」の100mLに対して1/10となっている。仙台市水道局で嫌気性芽胞菌の検査をおこなっている検体は、毎回結果が10(MPN/100mL)未満となるものが多く、「パウチ法」に切り替えた場合これまで陽性としていた検体が不検出(陰性)となる可能性が高くなり、クリプトスポリジウム等の汚染のレベル判断が変わってしまう恐れがあることから、「パウチ法」は令和4年7月以降代替法の検討対象から除外した。

3-3 「メンブランフィルター法」の検討

「メンブランフィルター法」では、嫌気性芽胞菌数が多いと培養後にコロニー同士が重なってしまい、計数が困難になるケースがあった(図 4)。このため嫌気性芽胞菌数が多いと思われる検体の場合、通常の検水量 100mL に加えて、検水量 10mL(図 5)でもおこなうこととした(検水量 10mL の結果を採用する場合は値を 10 倍にして単位を CFU/100mL に揃える)。

また、1 回目の重層の際に流し入れた培地により、フィルター表面の嫌気性芽胞菌を含む捕捉物が流れて端に寄せられてしまうことで、培養後にコロニー同士が重なってしまい計数が困難になるケースがあった。そこで、1 回目の重層後、捕捉物が分散するように固化する前に混釈の要領でシャーレを揺すって混合した結果、コロニー同士が重なるのを防ぐことができた。

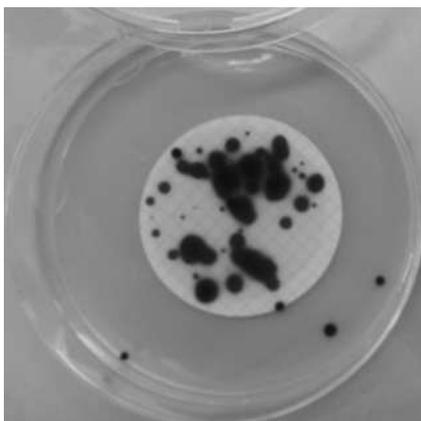


図 4 検水量 100mL 培養後

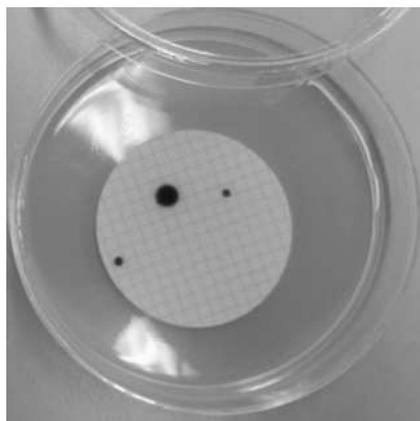


図 5 検水量 10mL 培養後

4 まとめ

嫌気性芽胞菌の検査法について、従来からおこなっていた「疎水格子フィルター法」と代替法の「メンブランフィルター法」および「パウチ法」を比較したところ、結果に大きな差は見られなかった。

「パウチ法」は検水量が少なく、クリプトスポリジウム等の汚染のレベル判断が変わる恐れがあるため不採用とした。

「メンブランフィルター法」は、検水量を 1/10 の 10mL としたものを追加することや、重層の際に混釈の要領で混合して捕捉物を分散することで、培養後にコロニー同士が重なるのを防ぐことができた。

以上の結果から、仙台市水道局では令和 4 年 10 月より、嫌気性芽胞菌の検査を「メンブランフィルター法」に切り替えた。

館山浄水場の廃止と広域水道受水の拡大

米沢市上下水道部 川村 忠

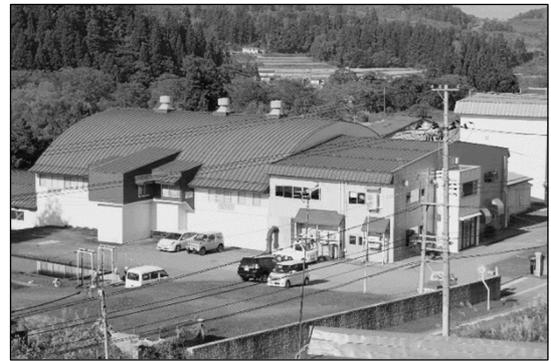
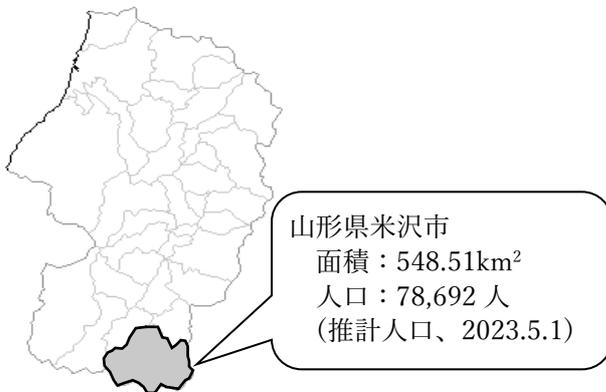
1 米沢市水道の概要

米沢市の水道は、米沢市と帝国人造絹糸株式会社（現在の帝人株式会社）が大正 14 年に館山浄水場を造り、その工場と付近の住民に給水を行ったのが始まりである。

現在は計画給水人口 82,000 人、計画最大給水量 33,600m³/日となっている。

本市の水源は、自己水源の館山浄水場(浄水能力 12,000 m³/日)と田沢浄水場(浄水能力 440 m³/日)、山形県企業局の置賜広域水道用水供給事業・笹野浄水場(浄水能力 66,000 m³/日)がある。

米沢市内への供給割合は、自己水源の館山浄水場が 14%、田沢浄水場が 1%、広域水道からの受水が 85%となっている。



【館山浄水場】

2 館山浄水場は廃止か存続か

現在の館山浄水場は昭和 44 年に建設されたもので、老朽化や耐震性の課題がある中、更新した場合の費用は 25 億円(H19 時点)と算出されていたが、将来的には廃止することで方針が決まっており、平成 19 年には水利権を 12,000m³/日から 8,200m³/日へ変更、浄水量を縮小している。

そのような状況の中、平成 23 年の東日本大震災、平成 25 年に山形県村山広域水道で発生した高濁度による浄水障害で断水に至った災害を受け、館山浄水場は存続すべきとの意見が急浮上する。

財務担当は更新事業費が 25 億円であれば実施可能と判断、また、議会からも存続希望の声があり、館山浄水場は廃止から一転、更新・存続へと方針を変更する。

しかし、平成 26 年に実施した基本設計において、館山浄水場の更新費用は 38 億円と算出され、水道事業の運営に影響が大きい金額であるという理由から、再び廃止か存続かの議論をすることとなった。

3 館山浄水場の廃止決定

平成 27 年、笹野浄水場から受水を拡大した場合との比較検討が必要となり概算費用を試算。配水池・送水ポンプ場建設、送配水管布設で約 25 億円と算出された。

また、米沢市を含む 2 市 2 町(米沢市、南陽市、高島町、川西町)へ供給する笹野浄水場の稼働率は約 70%であり、人口減少による更なる稼働率の低下も予測された。

これらのことから、笹野浄水場からの受水に切り替えることで米沢市・県企業局の双方にメリット

水道事業体は水道水を安定的に供給するため、投資の合理化を図った適切な施設整備に取り組み、健全かつ安定的な事業運営を目指していかねばならない

最終的に館山浄水場は廃止、ほぼ全量を広域水道からの受水で賄う道を選択した。

実施設計や用地取得を経て、令和4年度より受水施設整備工事に着手。令和7年度の供用開始と館山浄水場廃止に向け事業を進めている。

ページ削除

自前の水源・浄水場を持つことはリスク管理上有利ではあるが、時代の流れはダウンサイジングと統廃合、完成から数年で余剰施設となる浄水場を更新する

【今後の展望】

人口減少に伴う給水量の減少と、料金への影響は避けられない事実であり、基幹管路の耐震率については、22.8%(R4末)と低い現状のため、基幹管路の更新を急ぐ必要もあった。今後も安心・安全な水道水を安定的に供給するため、投資の合理化を図った適切な施設整備に取り組み、健全かつ安定的な事業運営が可能な水道事業を目指していかねばならない。

県水の全量受水に切り替えるための受水施設整備については、令和4年度から工事に着工している。大要としては、新配水池、送水管、送水ポンプ場、配水管の新設を予定している。令和7年中の整備完了と、令和7年度末の供用開始を目標に進めているが、社会情勢が急激に変化している現状を踏まえ、原油、資材物価の高騰による事業費への影響が、どれだけあるかを見極める必要がある。

山形県内においても、広域連携の検討がされており、置賜広域水道を受水している2市2町(米沢市、南陽市、高畠町、川西町)においては、ハード面である施設の統廃合はほぼ完了し、今後は置賜圏域(3市5町)での管理の共同化などで協力が可能かを検討中である。

水管橋の点検・維持管理

秋田市上下水道局 ○瀬田川 満大
道下 尚人

1 はじめに

本市の給水人口は、令和4年度末現在 299,299 人、計画給水面積は約 293.12k m²である。水道施設として浄水場が5施設、ポンプ場が22施設あり、管路の総延長は1,981kmにおよび、その内訳は導水管3km、送水管80km、配水本管169km、配水支管1,729kmである。本テーマの対象である水管橋は管路施設に含まれ、川や谷を渡って送配水するための橋を指す。本市内には合計396箇所設置されており、近年では事故が発生した場合の二次災害の影響の大きさから、重要度の高い施設に位置づけられている。ここでは、本市での水管橋の維持管理状況、点検の進め方および補修方法について報告する。

2 水管橋の現状と保守点検の重要性

本市で管理する水管橋は、マッピングシステム上での施工データ管理に加え、Excelファイルで台帳管理しており、ブロック番号や管径、空気弁種類、完成年度などの情報をまとめている(表1)。

表1 水管橋管理台帳

ID	ブロック番号	ブロック枝番	台帳番号(識別番号)	所在地	橋長	管径	管種	型式	継手類	空気弁口径	空気弁種類	完成年度	弁検番号
41	27		1004	旭川南町地内	60.8	700	SGP	独C	F	有		S42	6790
125	36		1012	横森五丁目地内	66.4	1000	SGP	独A		φ75	エアリス	S42	22772
415	37		2025	横森五丁目地内	66.5	400	SGP	独		φ100	不凍型急速空	S42	25475
2686	10		4008	下北手通沢字上前田地内	6	40	SGP	添				S42	14348
17	1		1001	外旭川字大谷地地内	16.9	500	SGP	独A	G	φ75	エアリス	S43	3510
27	5		1002	外旭川字小谷地地内	13.2	500	SGP	独A	F	φ75	エアリス	S43	3667
143	14		1014	仁井田字新中島地内	21.5	1000	SGP	独A	E	φ25	エアリス	S43	19383
605	39		2044	橋山愛宕下地内	21.4	300	SGP	独E	E	φ75双口	急速空気弁	S43	12918
1263	35		3053	仁井田露見町地内	11	100	SGP	独H		φ13		S45	18151
2632	55		3228	将軍野桂町地内	5.1	50	SGP	独D	G	無		S45	3480
598	32		2043	寺内字蜂根地内	120	200	SGP	添D	F	φ50双口		S47	7798
1101	32		3033	保戸野八丁地内	26	150	SGP	添D	A	φ75		S49	9118
1388	23		3069	下浜桂根字境川地内	17.8	150	SGP	添A		φ13		S49	20240
49210	12		3237	河辺岩見字二階淵地内	15.5	150	GP	添A		無		S49	23748
563	11		2040	御野場七丁目地内	12.9	200	SGP	添A		有	小型空気弁	S50	19558
1072	61		3028	寺内字神屋敷地内	5.3	100	SGP	独A		φ20		S50	4937
377	16		2021	八橋本町六丁目地内	38	350	SGP	独E	F	φ75	エアリス	S51	26887
543	15		2038	仁井田字新中島地内	21.6	350	SGP	独A		φ75	エアリス	S51	19382
1244	10		3050	下北手梨平字梨平地内	6	75	SGP	独B		無		S51	16978
4995	40		4004	下北手松崎字上崎地内	40.8	40	THGP	添B	Gスリーブ	不明		S51	7600

管理台帳のデータから各水管橋の経過年数の内訳を図1に示す。水管橋の全体数は、配水管の布設替えに伴い年々減少傾向にあるが、設置から30年以上が経過している水管橋が5割あり、20年以上経過している水管橋は全体の約8割を占める。近年、水道に限らず、様々なインフラ事業の問題として施設の老朽化が表面化しているが、本市の水管橋においても同様の状況にある。

水道事業は、今後も厳しい経営状況が続く見通しであり、限られた事業予算内で安定的な水の供給を継続していくためには、現在保有する施設をできる限り長く、健全な状態にする必要があり、その観点からも施設の点検等適切に維持管理していくことが重要である。

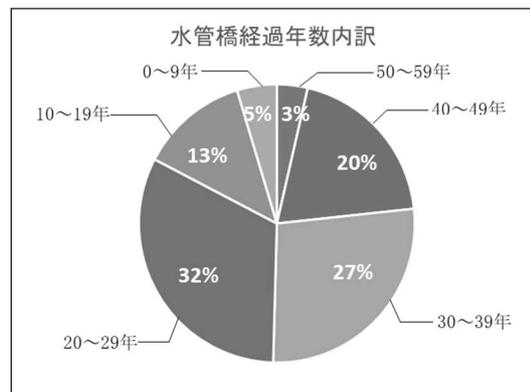


図1 水管橋経過年数の内訳

3 年次点検業務と不具合箇所の処置例

本市の水管橋点検業務は、職員が1年に1回、2人1組の4班編制で4つのエリアを分担して実施している。点検方法は多くの箇所が目視調査であり、点検表を用いて「保温」、「空気弁」、「支持金具」、「歩廊」、「侵入防止柵」、「管理用地」、「標柱」などの各項目についてAからDおよびNの評価を記載し、写真データとともに管理している。不具合箇所の特定制後はそれぞれの損傷度合いを比較し、優先順位を付け修繕計画を策定し、その後の処置を進めている。写真1に示すのは小口径管の腐食保温修繕の一例であるが、腐食や変形が生じた保温外装板は、既存保温材を取り外し、管自体に漏水や腐食が無いことを確認してから新規保温施工をして完工となる。



写真1 小口径管腐食保温の修繕例

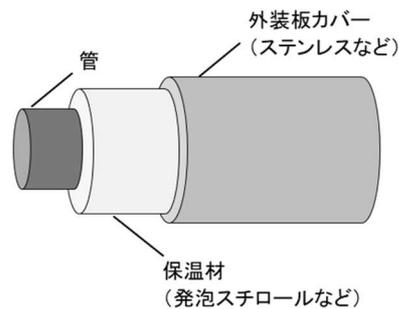


図2 水管保温施工イメージ

令和4年度に本市で実施した点検結果の判定割合は図3のとおりであり、「修繕や経過観察が必要」と判断されたAからC評価の割合は全体の約3割であった（121件）。さらにその不具合要因（延べ140件）を分類したものが図4であり、不具合報告内容の内訳を見ると保温外装板の変形や腐食の不具合が6割以上と最も割合が高く、空気弁のカバーの変形が約2割、続いて支持金具の緩みや錆付きとなっており、いずれも前述の保温材修繕一例のような初期段階の不具合であることがわかる。

このような初期不良を放置することで、保温材内部への雨水浸入による管自体の腐食や、支持金具の破断による水管橋の崩落につながり、箇所によっては大規模な断水を伴う大きな事故につながるおそれがあることを認識し、可能な限り迅速に、初期段階で処置することを念頭に維持管理を行っている。

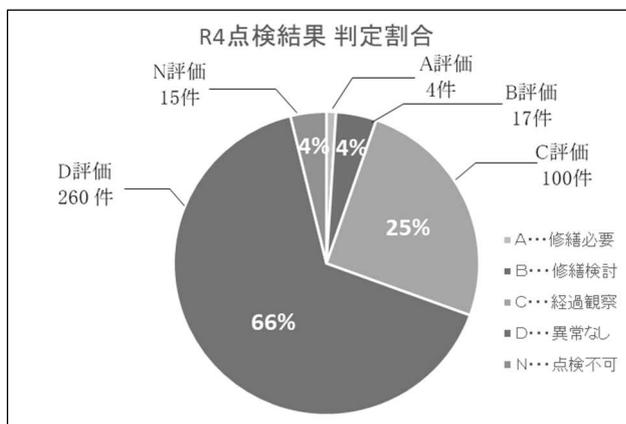


図3 点検結果の判定割合

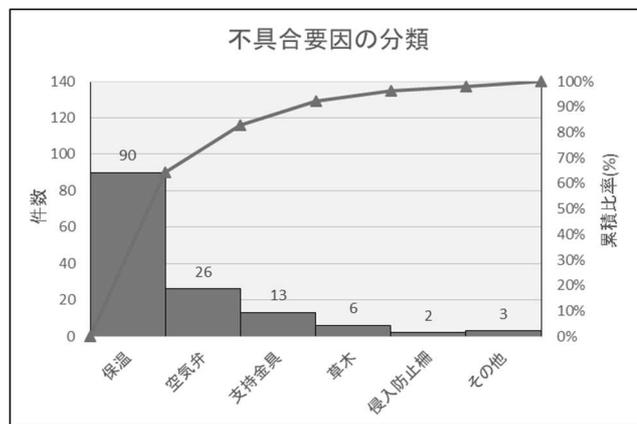


図4 不具合要因の分類

4 点検業務の課題と取組

橋梁添架管の中には、設置のスペース問題や積雪、雨風など外傷からの保護のため、水管ルートを橋下部に設置するケースがあり、年次点検時に管本体や支持金具のアンカー部分などの重要な項目が目視で確認できないことが課題となっていた。そこで本市では、高所や人が立ち入れない箇所を遠隔操作で確認できるドローンを取り入れた点検を実施している（写真2、3）。これにより、点検精度の向上や危険を伴う条件下での作業リスクを小さくできるほか、作業用足場などが不要なく、効率的に点検業務を進めることが可能になった。



写真2 ドローンによる点検状況



写真3 ドローン視点

5 主要水管橋の維持管理

本市水管橋 396 橋のうち、「口径にかかわらず、落橋した場合 24 時間以内の通水が難しい水管橋」を主要 17 橋と位置付け、定期的なメンテナンスを実施している。これらの主要橋は、大多数がトラス橋であり、管体、補剛材および歩廊の強度維持のため、5 から 7 年周期で足場を設置し腐食状況の確認を行い、塗装と腐食部分の補修を行っている。しかしながら、この主要橋も設置後 40 年を経過したものが半数以上の 10 橋を占めており、老朽化による漏水が増加傾向にある。老朽化が進む中においては、定期的な塗装や事後補修による維持管理では限界があるため、計画的な水管橋の更新について、建設部門との協議を進めていく必要がある。

表 2 主要 17 橋塗装工事計画表

水管橋塗装・補修履歴および計画

令和4年度 資料
水道維持課 水道維持係

項目/年度	橋の型式	管の材質	管の保護等	29	30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	備考			
150A 26.0m 1984/559 ① 鳥合川水管橋（上流） 板倉字豊田93	トラス	SP	SUS	塗装	○	1	2	3	4	5	○	1	2	3	4	5	○	1	2	3	4	5	○	1	2	令和4年時経過年数→30年		
150A 26.0m 1984/559 ② 鳥合川水管橋（下流） 板倉字堀川110	トラス	SP	SUS	2	3	4	5	○	1	2	3	4	5	○	1	2	3	4	5	○	1	2	3	4	○	1	2	令和4年時経過年数→30年
800 5.4m 1981/557 ③ 境内川原水管橋 長川字堀内川原	トラス	SP	重防食塗装	4	5	○	1	2	3	4	5	○	1	2	3	4	5	○	1	2	3	4	5	○	1	2	令和4年時経過年数→40年	
800 4.7m 1981/556 ④ 大松沢水管橋 長形大松沢	トラス	SP	重防食塗装	3	4	5	○	1	2	3	4	5	○	1	2	3	4	5	○	1	2	3	4	5	○	1	2	令和4年時経過年数→41年

6 大口径管の補修工事例

年次点検によって不具合が発見されたもののうち、大口径管の補修工事事例を次に示す。

(1) 重防食塗装工事

秋田南大橋添架管 ○豊岩送水管 φ800 L=689m 平成9年度完成

○豊岩幹線 φ900 L=689m 平成9年度完成

管本体と管を支えるサドルサポートのわずかな隙間に、結露により発生した水が侵入し錆が発生。見えにくい部分であったため発見が遅れ、接触部分の腐食が進行していた。サドルサポートは 272 箇所と数多くあったが、幸いにも腐食深度が浅かったため補修工事を計画的に実施することで対応可能と判断。平成 29 年度から工事を開始し、令和 6 年度をもって重防食塗装による全箇所の補修工事を完了予定（写真 4、5）。



写真4 施工前



写真5 施行後

(2) 鋼管継手補修工事

秋田南大橋添架管 ○豊岩幹線 φ900 L=689m 平成9年度完成

鋼管用継手部から1ℓ/30分の漏水を発見した。漏水量が少量であったため、経過観察をしていたが、1ℓ/10分と漏水量の増加傾向が確認されたことから、漏水補修金具による補修工事を実施。同型の鋼管継手は計32箇所設置されているため、別箇所に同様の漏水がないか点検を継続して実施している(写真6、7)。



写真6 施工前



写真7 施行後

7 おわりに

水管橋の維持管理、点検および補修方法についてこれまで蓄積してきたデータや取組を整理することで、各取組の有効性や現状抱える課題点について組織内で共有することができた。総数396箇所と数多くある水管橋の管理においては、重要度や設置環境などの条件が多様であるため、それぞれに最適な管理を見極め、数ある管理手法を取捨選択し採り入れることが重要であると考えている。「いつでも いつまでも 秋田市の上下水道」の基本理念のもと、今後も責任感を持ち水道施設の安定的な維持管理に取り組んでいきたい。

空気弁継手部の経年劣化による漏水事例

青森市企業局水道部 ○戸 来 力
川 村 翔

1. はじめに

青森市の水道は、明治42年、本市を一望する八甲田連峰のすそ野に建設された横内浄水場から通水を開始したのが始まりであり、計画給水人口50,000人、施設能力日4,150立方メートルで、青森県内初の近代水道として創設された。

その後の市勢の発展や市域の拡大に合わせて、三度に亘たる拡張事業を重ね、令和3年度末では給水人口約271,000人、年間配水量約31,525,000m³、普及率は99.83%、有効率91.06%、有収率88.45%となっている。

本市では、「青森市水道経営プラン(2019~2028)」を策定し、「真の豊かさをもたらす水環境」を基本理念とし、「安定した給水の確保」、「良質でおいしい水の供給」、「災害に強い水道の構築」、「経営基盤の強化」、「環境への配慮」の5つの柱からなる目指すべき方向性を掲げ、水道の将来予測・中長期財政見通しを考慮した実施計画により水道事業の運営に努めている。

毎年、配水管の更新工事を行い、漏水防止や水質悪化の防止に努めているが、経年化率が40%を超え老朽化が進行しており、表1のとおり年間約750件の漏水等の緊急修繕を行っている。

表 1. 平成 25 年度からの修繕工事等処理件数

件名 区分	業務内容	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31R1	R2	R3	R4	累計処理件数
緊急修繕工事	道路漏水	299	295	255	204	242	223	206	210	177	208	2,319
	宅地一次側	126	112	95	92	94	117	120	94	109	108	1,067
	分水栓止め	33	33	40	35	31	38	38	24	26	17	315
	老朽管	9	6	5	5	12	9	9	4	7	6	72
	弁・筐類	35	46	60	58	56	66	48	33	27	37	466
	工事中破損	174	127	54	48	60	50	51	51	47	48	710
	切り廻し	126	127	73	62	72	24	46	46	32	68	676
	試験掘	15	18	13	13	19	6	15	18	30	17	164
	消火栓	114	83	122	90	120	118	119	113	135	107	1,121
その他	73	61	68	62	78	98	136	99	100	108	883	
小計		1,004	908	785	669	784	749	788	692	690	724	7,793

本事例は令和4年度に行った緊急修繕の中の大規模漏水事例について報告する。

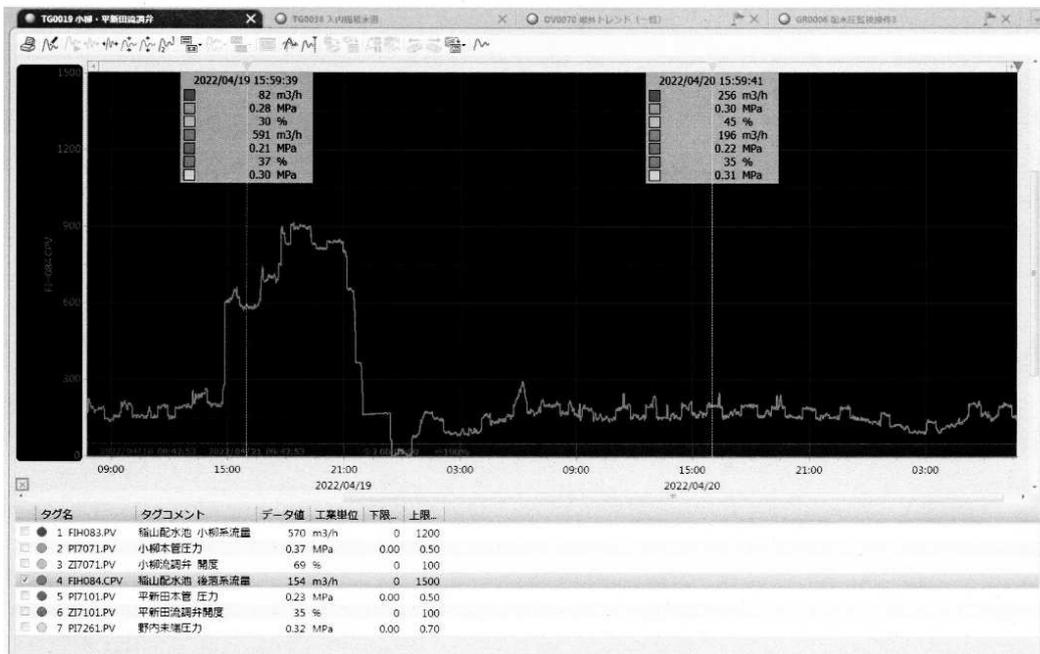
2. 漏水発見の経緯及び初期対応

1) 発見の経緯

当市では、電磁流量計を60箇所設置し、年間を通して流量等を監視している。

この、トレンドにおいて、稲山配水池の配水量の急激な増加が確認されたため、現地調査に向かった。

図 1. 漏水発生時のトレンド



2) 初期対応

現地調査に向かった職員から漏水箇所が昭和53年布設のφ400mm配水本管から漏水しており、早急に修繕が必要との報告を受けた。

本市では、緊急修繕対応として漏水調査業務を受託した6社と契約を締結し、当番制で待機させており、当日の当番業者に修繕対応を依頼した。

また、復旧には相当な人手と時間を要すると見込まれたため、他課への応援要請を行った。

漏水状況



3. 修繕対応について

1) 漏水修繕

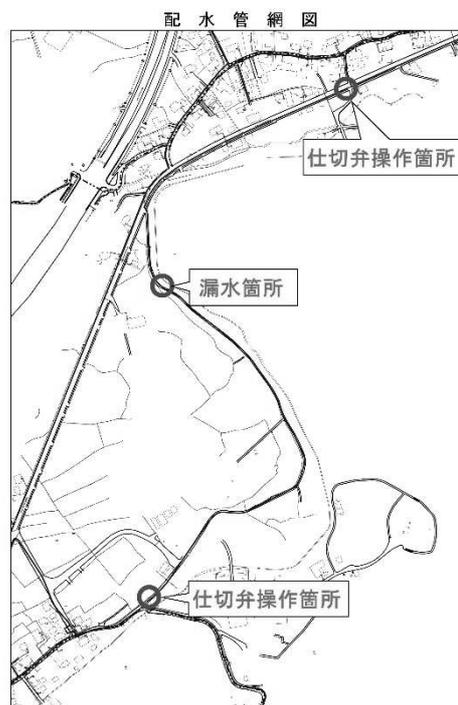
現場では漏水量があまりにも多かったために、漏水原因の確認をすることが困難であったことから配水管本管の仕切弁を2箇所操作し減圧することとした。仕切弁操作により漏水箇所に近づく程度まで減圧したところ、空気弁が外れていることを確認した。空気弁を引き上げたところ、漏水の原因が空気弁下部フランジ短管のボルトナットの経年劣化による破損と判明した。

その日は、応急的に在庫のあった仕切弁を設置し止水した。空気弁は後日設置することとし、緊急修繕業者による漏水修繕作業は終了した。

減圧した際に一部高台の地域で減・断水が発生したものの、夜間であったため苦情件数は5件にとどまった。

また、濁水解消のため末端排水管及び消火栓にて洗管作業を行い、すべての作業を午前3時頃に終えている。

図 2. 漏水箇所及び仕切弁操作箇所



作業状況



2) 後日対応

修繕箇所へ空気弁を設置。

同配水本管上に設置された空気弁の点検を行ったところ、同様に経年劣化が確認できたため、ボルトナットの交換を行った。

また、当該事故により、大量の土砂と水が隣接する田畑に流れ込んだため、所有者了解のもと、田畑の復旧作業も行った。

4. おわりに

本事例の場合、漏水箇所が住宅街から離れていたこと、減圧措置による減・断水件数が少なかったことが一連の作業を比較的速やかに終えることができた要因であった。

今回の漏水を受け、令和5年度から10カ年計画で市内に設置している空気弁約500基の点検を業務委託で実施することとし、再度の発生を防止することとした。

今後も、経年劣化を早期に発見し漏水を未然に防ぎ、水道施設の維持管理に積極的に取り組み、安全な水の供給に努めていきたい。

施工プロセスによる技術の継承 ～施工立会いへの検査員同行～

福島市 荻野和也

1. 背景と目的

福島市水道局では、これまでに工事の品質確保や工事中の事故防止などを目的として様々な研修を行い工事監督職員の技術力向上を図ってきたが、机上研修がメインの取り組みであることから実際の現場における適切な対応など、生きた技術の取得が課題となっている。

また、経験豊富なベテラン職員の退職や他部署への異動などにより、専門的な知識や水道施設操作における注意点などを若手職員が取得しにくい状況となっており、これまでの蓄積された技術の継承が急務となっている。

2. 取組み内容

令和4年度から、技術職員研修の一環として工事監督職員の施工立会いに技術管理室の職員が同行し、施工現場における施工管理体制や安全管理体制について直接確認を行い、改善すべき事項があればその場で指摘し改善を促すこととした。

検査員同行における目的及び主な確認事項は下記のとおり。

【目的】

- (1) 工事を監督する職員の技術力向上
- (2) 工事の品質確保（特に竣工時に隠ぺいされる水道施設の施工状況確認）
- (3) 工事中の安全管理

【対象工事】

契約金額500万円以上の工事

【確認項目】

- (1) 安全管理状況
- (2) 施工体制
- (3) 施工管理状況
 - 1) 管布設
 - ①管接合
 - ②水圧試験
 - ③その他
 - 2) コンクリート構造物等
 - ①配筋
 - ②打設
 - ③壁貫通部埋込管
 - ④その他
 - 3) 塗装
 - ①ケレン
 - ②塗膜厚
 - ③その他
 - 4) その他確認が必要と認められる工種
 - 5) 工程

3. 取組みの成果

令和4年度は、契約金額500万円以上の工事を対象として、工事監督職員の施工立会に12回同行し実施された。

施工工種は、管布設工事が4件、塗装工事が3件、その他（舗装工、コンクリート工等）が5件であった。

主な指摘事項については安全対策、施工方法等についてのものが多く、即座に施工現場を改善し工事の品質確保につながった。

また、立会の趣旨や必要性について再確認することで、監督員としての責務と危機管理意識を高揚させる効果が得られた。

【実施状況】

	10月	11月	12月	1月	計
建設課	3回	2回	1回	1回	7回
施設管理センター	1回	2回	2回		5回
計	4回	4回	3回	1回	12回

【立会内容】

- (1) 管布設関連 4件
- (2) 塗装関連 3件
- (3) その他 5件

(報告書例)

施工立会同行報告書

令和5年1月19日

下記工事施工立会に同行した結果を報告します。

立会者名 検査員 [REDACTED]

【指摘事項】

- (1) 安全対策等について
- (2) 施工方法等について
- (3) 立会の趣旨、必要性

工事名	第3100006号 老朽管更新事業（第7-1期）に伴う摺上川水管橋架替工事
工事場所	福島市飯坂町字十綱下～飯坂町湯野字三番坂下地内
受注者	株式会社 [REDACTED]
現場代理人	[REDACTED]
監督員	建設課改良係 技査 [REDACTED]
立会事項	橋台配筋確認
立会年月日	令和5年1月19日
記 事	<p>1. 指示事項 橋台周りの掘削法面は、河川土砂にもかかわらず直切りに近い勾配である（法高概ね3m）。ネットはかけてあるが、崩落の危険が高いため、土留または掘削面の保護を行ってから次の作業に入るようお願いします。 今後予定しているコンクリート打設は、冬期間での施工でもあり、品質に関わってきますので、受注者と打設方法・養生・打ち継ぎ目の処理等の施工方法について確認を行い、施工するようお願いします。</p> <p>2. 共有事項 施工現場に行った際は、安全に施工されているかの確認を行ってください。設計どおりの施工方法だとしても、危険と思われる箇所があった際は、直ちに受注者と協議又は、指示するようお願いします。見て見ぬふりはダメです。 また、全国的に建設作業中の事故が多発しているようですので、現施工中の現場の安全対策・作業手順等を再度確認するようお願いします。</p> <p>3. その他 現場内は、掘削法面の対処は除き、整理整頓されており、始業前に仮設足場等の点検も行って良好でした。また、監督員の指示により油流出事故の備えもされておりました。</p>

4. 今後の課題

施工現場への同行によって改善が図られた事項について、改善する必要があった原因を分析し、工事発注段階の設計書や水道工事共通仕様書の改正に反映させるなど、情報の共有化を図り高度な施工プロセスを追求していく。

5. おわりに

本取組みについては、令和4年度から開始された新しい取り組みであることから、当初は監督員及び施工業者に負担をかけるものにならないか危惧されたが、取り組みの結果をみると現場状況の改善に一定の効果があつたと認められることから、労災事故の未然防止や工事監督技術の向上が図られたものと考えている。

また、将来的には IT を活用した施工管理が主流になると想定されるため、これまで人の手で継承されてきた技術をどのように IT と融合させて効率化させるかといった課題も踏まえて、今後工事監督員が果たす役割について考察するとともに、それらに対応した監督員の技術力と工事品質の向上のため、取り組みを拡大し水道事業の継続に寄与する技術の継承を図っていきたい。

水道水の水質に関するお客さまからの問い合わせ対応事例

仙台市水道局 ○小関 友紀子
北本 洋紀
小関 栄一郎

1 はじめに

本市では水質検査センターを設置し、水源から蛇口に至るまで水道水に関する水質検査を直営で行っているが、お客さまから水質に関する問い合わせも年間数十件寄せられ、その対応も行っている。問い合わせは電話によるものが9割以上を占め、水道局コールセンターを介することが多い。問い合わせの内容は、水質基準など一般的な事項から水道水の味・臭気、色・濁り及び異物等の水質の異常に関するものなど多種多様である(図1)。

本市では水質の異常に関する事案については現地での水質調査を基本としており、近年のさまざまな対応事例の中から、比較的多く寄せられる事例や工夫して対応した事例を中心に紹介する。

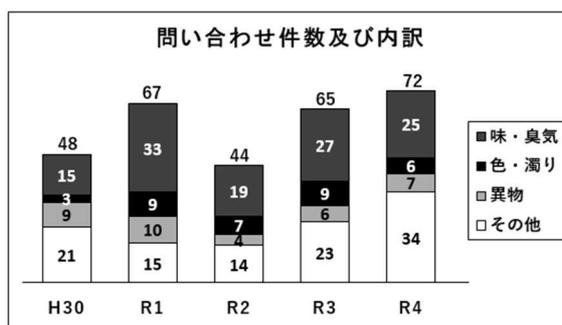


図1 問い合わせ件数及び内訳

2 事前準備

現地へ訪問する前に、発生時期や程度など問い合わせ内容の詳細をお客さまに確認し、訪問日時、駐車場の有無、訪問する人数などを打ち合わせる。確認した内容をもとに現地調査の準備を行う。

2.1 浄水場の運転状況や周辺状況等の確認

現状の水質を把握するため、お客さま宅の配水系統の浄水場や路上水質自動測定装置の計器値を確認する(水温、pH 値、色度、濁度、残留塩素等)。また、宅内配管図で管種や配水系統を確認する。さらに、断水など周辺の工事状況を把握する。

2.2 現地に持ち込む水質測定機材の準備

事前の確認内容に応じて調査項目や機材を選定する。携帯型測定器についてはあらかじめ校正を行う。なお、現地へ持って行ったものは把握をしておき、置き忘れのないようにする。特に、図面など個人情報の取り扱いには留意する。基本的な水質測定機材は以下のとおりである。

【現地調査用の水質測定機材等の準備物(一例)】

- ・記入用紙、図面、ペン
- ・携帯型 pH 計
- ・携帯型残留塩素計、DPD 試薬
- ・臭気検査用器具(無臭処理したフラスコ、カセットこんろ、プレート、軍手)
- ・純水
- ・水はね防止マット
- ・水温計
- ・携帯型色度濁度計
- ・白い手付きビーカー(異物や色がよく見えるもの)
- ・透明プラスチックコップ(味検査用)
- ・採水容器
- ・紙ワイパー
- ・携帯用スリッパ



図2 基本的な水質測定機材

その他、水がはねたときにふき取るタオルや周辺の住宅地図などを持参する。訪問の際には名札を着用し、身分を明らかにする。お客さまが不快にならないよう配慮が必要である。

3 事例

3.1 【事例1:味・臭気】塩素臭が強い

＜問い合わせ内容＞5年前に新築した時から水道水の塩素の臭いが強くて飲めない。

＜対応＞本市では、残留塩素について独自の水質目標値を定めており、給水栓で0.2～0.8 mg/Lとなるよう管理している。浄水場等で異常がないことを確認し、お客さまにあらかじめ電話で説明した上で、水質検査を希望されたため現地調査を行った。現地で残留塩素、味、臭気を検査した結果、異常は見られず、残留塩素濃度は0.66 mg/Lであった。測定値が正常範囲内であることを示しながら、お客さまにも臭気を確認して頂き、水質に異常がないことを説明した。以前は市内の別の場所に住んでいたため、水系や浄水場からの距離の違いによる違和感も一因と考えられた。

塩素臭は問い合わせの多い事例である。職員が実際にお客さまの前で味や臭気を確認し、塩素の必要性や塩素臭が気になる場合の対処についても併せて説明することで、お客さまに安心して頂けることが多い。

3.2 【事例2:臭気】水道水が油臭い

＜問い合わせ内容＞1年前の地震で灯油の入ったホームタンクが転倒し、宅内に多量の灯油が漏れて地中にしみ込んで以来、水道水が灯油臭い。

＜対応＞宅内配管図を確認し、ホームタンク周辺の水道配管がポリエチレン管(PP)であったことから、配管の油汚染が疑われた(図3)。調査箇所は①台所水栓(初流の滞留水)、②台所水栓(流水)、③対照(外水栓)とし、味、臭気(現地で実施)及び揮発性有機化合物(VOC)^{※1}の検査を実施したが、異常は見られなかった。現地調査で異常は見られなかったものの、多量の灯油が漏洩したにも関わらず、全く水道水に影響がないことは考えにくいと、再度、別日に調査を行うことにした。

再調査では、事前にお客さまに1時間以上水道の使用を控えて頂き、滞留させた水を連続して採水することとした。管の口径と漏洩場所との距離から配管容量2～3L程度で台所水栓に到達する見込みとの予測をたて、初流から連続して1Lずつ計6本の瓶に採水した。臭気検査を行った結果、1～3本目までは油臭が確認された(表1)。このためVOCの検査を行ったが、結果は全ての試料で不検出だった。お客さまに調査結果を伝え、原因が宅内であったことから、改善方法をお知らせして対応を終了とした。

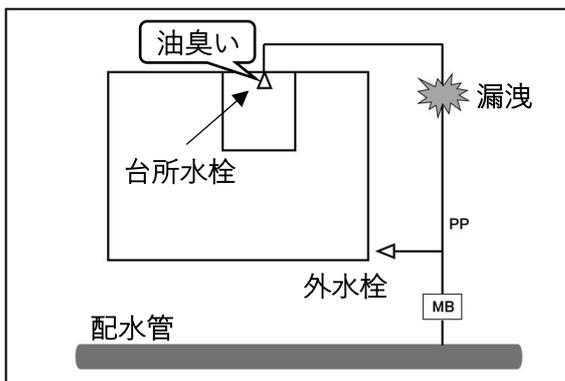


図3 宅内配管図

※1 ベンゼン等水道水質基準7項目とトルエン及びキシレン

表1 連続採水結果

	臭気	油臭の強さ
1本目	油臭	+
2本目	油臭	++
3本目	微油臭	±
4本目	異常なし	-
5本目	異常なし	-
6本目	異常なし	-

3.3 【事例3:色】水道水が青い

＜問い合わせ内容＞洗面所の水のあたる場所の縁が青くなったり、風呂の水が青く見える。

＜対応＞現地調査では色度、濁度、pH値、味の検査を実施した。色度、濁度とも検出せず、他も異常はなかった。青い付着物はすでに清掃されており、調査時に確認できなかった。また、浴槽の色はアイボリーだっ

た。聞き取りにより、約 1 か月前に給湯器を交換したことが判明した。青い付着物は、給湯配管由来の微量の銅イオンが皮脂や石鹼などに含まれる脂肪酸と反応し、水に溶けない青色の銅石鹼を形成したものと推測された。また、風呂の水が青く見えたのは、水に光が当たった時の光の吸収と散乱が原因で青色に見え、浴槽の色がアイボリーのため青色がより強く見えたと考えられた。以上を説明し、水道水の安全性に問題はないこと、徐々に銅イオンの溶出は収まることや銅石鹼の清掃方法などを助言した。

3. 4 【事例4:異物】蛇口の泡沫キャップを外すと青色の異物がでてきた

＜問い合わせ内容＞蛇口の泡沫キャップに青い板状のプラスチックのようなものが引っかかっていた。

＜対応＞異物の性状を確認すると、淡い緑色を帯びており、少しの力を加えただけで形が崩れた。また、水中に分散させて静置すると沈殿した。問題の蛇口はシングルレバー混合栓であったことからフレキシブルホースの使用を推定し、水道水のみを 2 分ほど流したところ、泡沫キャップ上に異物はなかった。同様にお湯を流したところ、細かい異物が複数確認された。異物を持ち帰り、①顕微鏡観察、②燃焼、③酸への浸漬を行った。異物を火に近づけたところ柔らかくなつたあとに焼け焦げ、冷えると固まった。その際、プラスチックやゴムが焼けたような臭いがした。硝酸と異物を反応させると緑色が消え、異物の元の色と思われる白色に変化した。また、白色となった異物を水中に分散させると水面付近に浮遊するものも見られた。

これらの結果から、異物は給湯配管由来の銅イオンが付着したフレキシブルホース内面の樹脂が経年劣化により剥離したものである可能性が高いことをお客さまに説明した。

3. 5 【事例5:その他】水温がぬるい

＜問い合わせ内容＞昨日から家の中の全ての蛇口と外蛇口の水道水がぬるい。

＜対応＞問い合わせがあった頃に気温が急に低下したことから、気温^{※2} 及び水温を調べた。ぬるいと感じた日の気温は 13.9℃/6.2℃(最高/最低)、水温は 19.6℃、問い合わせ日の気温は 15.7℃/9.8℃(最高/最低)、水温は 19.3℃だった。それ以前の数日の気温は、16.7～25.0℃(最高)、8.7～13.4℃(最低)だったが、水温は 20.0℃程度であった(図 4)。現地調査の結果は、水温は屋内、外水栓とも 18.9℃と計器値とほぼ同じだった。気温が水温より低くその差が大きかったため水がぬるく感じたこと、水温は長期的には気温に比例するが急激には変わらず緩やかに下がること、浄水場では水温を調整する機能はないことを説明した。

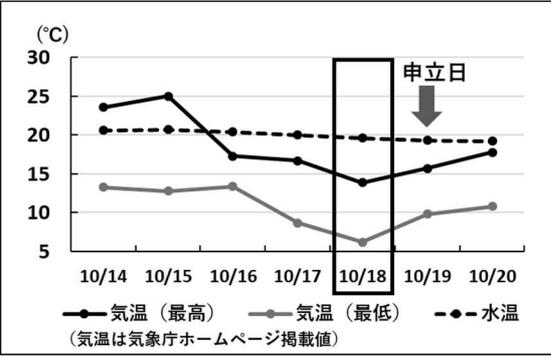


図 4 気温(最高/最低)及び水温

本事例は、例年、季節の変わり目の 10 月に多く寄せられるため、前日と当日の気温差に開きがある場合、あらかじめ気温と水温を調べておくと、電話対応のみとなる場合も多い。

※2 気象庁データによる

4 おわりに

問い合わせ対応では、迅速で丁寧な対応が求められる。水質異常の原因は給水装置にあることが多く、その他に漠然とした不安を抱えている場合もある。お客さまに納得頂くためには、問い合わせ内容を詳細に聞き、数値などの根拠を示したり、改善方法を助言することが重要である。また、送配水の維持管理部門や修繕受付部門などと連携して対応することも有効な手段である。基本ではあるが、態度や身だしなみ等の接遇マナーに気を配ることで、お客さまとの信頼関係の構築につながり、問い合わせ対応が円滑になる。本事例が関係各位の参考となれば幸いである。

情報共有システム（ASP）の試行について

盛岡市上下水道局 及川 壮介

○根橋 宥希

1. はじめに

全国的に高速通信環境が整備されてきており、国土交通省においては、平成 22 年 9 月に「土木工事の情報共有システム活用ガイドライン」を策定し、これ以降、情報共有システム(ASP)の活用を積極的に行っている状況であり、令和 3 年度から原則化している。岩手県所管土木工事においても本システムを平成 29 年度から導入し、令和 5 年度から原則化している。

本市においても、平成 28 年度頃から工事を指導及び検査する部署において導入を検討しており、令和 4 年度に各課の判断で実施してよいとの見解が示された。

このことを踏まえて、上下水道局水道建設課では発注者と受注者の情報共有の円滑化や工事帳票の電子化のため、本システムを試行することとし、受注者と協議が整った 2 件について実施したものである。

本稿では、本システムの試行実施により、受発注者間の協議や書類管理の効率化が確認され、令和 5 年度から本格導入を決定したことについて報告する。

2. A S P の機能 (ASP : Application Service Provider)

- (1) 工事基本状況管理機能 ～ 契約情報などの工事基本情報を入力し、相互に確認可能とする。
- (2) 掲示板機能 ～ 工事に関する簡易的な質問・回答などの情報共有を行う。
- (3) スケジュール管理機能 ～ 工事の立会や臨場などの日程の調整に活用する。
- (4) 発議書類作成機能 ～ 書面による受発注者協議や決裁などをシステム上で行う。
- (5) 書類管理機能 ～ 工事書類をフォルダ分けして、体系的に管理する。
- (6) 工事書類等入出力・保管支援機能 ～ システム上のデータを保管管理するために外部保存する。

3. A S P 試行の実施状況

試行を実施した 2 件のうち、本稿では「都南中央第三地区土地区画整理事業及び生活環境整備事業地内配水管布設（第 2 工区）工事」について報告する。本工事の工期は令和 4 年 6 月 24 日から令和 5 年 3 月 15 日であったが、協議が整った 9 月下旬より試行を実施した。

ASP の使用については、事前協議チェックシートを用いた受発注者間の協議を行い、使用の可否を決定した。システム提供企業は受注者が選定するが、現在、国・県で利用可能としているのは全 9 社である。今回は(株)ビーイング社の「Being Collaboration」というシステムを使用し、使用料は 1 万 2 千円/月 × 6 か月で総額 7 万 2 千円であった。システム使用料は共通仮設費（率分）に含まれているため、別途計上はしないものである。これについて受注者側は、移動時間やガソリン代・用紙代・印刷代等の経費を考慮すれば、負担してもメリットの方が大きいと感じているようであった。

ASP はすべての機能がインターネット経由で専用サーバ上での作業となる。登録作業が完了すると ID・パスワードが発行され、職場のパソコンだけでなく現場でスマートフォンからログインすることも可能となる。

ログイン後の画面には受発注者の予定と現場の予定工程（図 1）及び提出書類等の新着情報が表示される。スケジュール共有により、日程調整のためのやり取りや不在時のすれ違いが減少し、業務の

効率化が図られた。

ASP 内の工事書類はオンライン上にフォルダごとにツリー構造で保存されており（図2）、キーワードや期間による検索が可能である。決裁中の書類については、現在の処理状況と次決裁者が確認でき、次決裁者へはメールによる通知が送信される。書類提出及び返却のタイムラグがなくなり、受発注者間のやり取りが従来よりもスムーズに行われた。



図1



図2

工事完成時はシステム内の書類データを電子成果品として提出する。紙の印刷やファイル整理の作業が不要であり、受注者にとっては大幅な負担軽減となる。電子納品のガイドラインに沿ったオリジナルデータは、電子納品チェックシステムの使用や将来のデータベース化のため、ファイル名が規則的な半角英数字であり、閲覧のためにはビューワーを介す必要がある。一方、ASP のシステムからは、出力後もシステム上のフォルダ構成を保ち日本語名で表示が可能なデータを出力することができる。（図3）こちらは文書の検索が容易であり、従来の紙による成果品と比較して保存空間が大幅に削減できるため、

閲覧用資料として積極的に利用したい機能である。ただし、電子納品の成果品としては沿わないものであり、あくまで参考資料であることに留意する必要がある。



図3 (国土交通省ガイドラインより)

4. 成果と今後の課題

情報共有システム (ASP) の試行により、スケジュール共有による日程調整の効率化、書類提出に要する時間の短縮、書類の保存空間のスリム化及び書類整理作業の簡略化等、受発注者ともに導入のメリットを認識することができた。一方、スケジュール共有機能については受発注者ともに、各組織内のスケジュール表と ASP 内のスケジュール表にそれぞれ予定を入力する作業が手間であると感じられた。今後、本格的な導入となり工事件数が増えていけば、さらに入力作業の負担が増大することが想定される。セキュリティの問題等があるため容易ではないものと考えられるが、将来的にはシステム間で予定表同士の紐づけが可能となればさらなる業務の効率化に繋がると感じた。

5. おわりに

本市の工事として情報共有システム (ASP) を初導入した事例であったが、受発注者ともにメリットを認識することができ、令和5年度からの本格導入を決める取り組みとなった。国や県の工事实績がある施工業者の場合は、比較的スムーズに導入できるものと推測されるが、水道工事のみを行う小規模な地元業者に対しても、業務の効率化と今後のさらなるデジタル化に適応していくため、敬遠することなく積極的に導入するよう働きかけていきたい。

災害時給水栓ホースを再活用したカードケースの作成

仙台市水道局 ○宮田 真人

1. はじめに

本市では、東日本大震災時に職員のマンパワー不足により、災害時給水施設を効果的に活用することができず、給水待ちの長蛇の列を生じさせた経験から、給水待ち行列の分散化を図ることを目的に、地域住民が主体となり開設運営を行う、「災害時給水栓」の整備を平成 25 年度から開始し、令和 6 年度を目標に全ての指定避難所 195 施設への設置を進めている。



災害時給水栓

2. 災害時給水栓の課題

【使用期限を迎えるホースの取扱い】

指定避難所に災害時給水栓と共に配備されている、「給水ホース」の使用期限は 10 年間であり、本年度(令和 5 年度)から使用期限を迎えるホースが、今後も継続して発生する。

【認知度の低迷】

- ・平成 30 年度「お客さま意識調査」における災害時給水栓の認知度 23%
- ・令和 3 年度広報誌 H20 アンケート 39.79%

【新型コロナウイルスまん延による訓練回数の減少】

- ・令和元年度 42.4%、2 年度 4.7%、3 年度 9.1%
- (1 年間の訓練回数/設置箇所数)×100



災害時給水栓セット

3. 課題解決の視点（付加価値の創出）

上記課題を解決するために、ホースの再活用を軸に検討を行った。

① リサイクル

水道管路の洗管作業で使用するホースとは口径が異なり、洗管作業には使用できない。衛生面で使用期限を迎えるが、素材の強度は保たれており、劣化も認められないことから、他の用途で使用できる可能性がある。

② 災害時給水栓の広報

災害時給水栓の認知度向上及び、使用方法の周知拡大を目的としたノベルティを製作できる可能性がある。

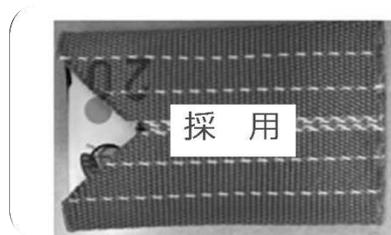
③ 障害者の経済的な自立支援を通じた地域とのつながり

障害者就労施設へ、ノベルティの製作依頼を行うことにより、障害者の経済面での自立支援に貢献できる可能性がある。

4. 方針の検討

① リサイクル（何を作るか）

丈夫な素材のため、加工が少ないシンプルな形状のカードケースに決定。



概要

サイズ 縦 6.5cm 横 10cm
素材 表面: ポリエステル
裏面: ポリウレタン
収納量 名刺約 20 枚分

② 災害時給水栓の広報（ノベルティの製作）

汎用性を考慮し、広報カードを作成しカードケースへ入れる方法を採用。

YouTube にて、
開設動画を確認

ホームページにて、
災害時給水施設を確認

水道サポーターの皆さまへ 給水開始 100th
本日は「応急給水体験」へ参加いただきありがとうございました。災害の備えとしてご覧ください。

災害時給水栓開設動画

仙台市の災害時給水施設

ウォーターくん
Qちゃん

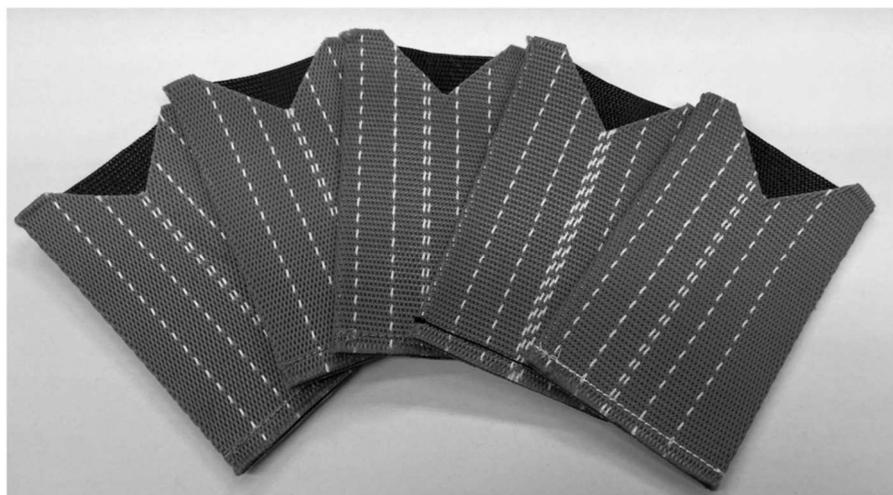
カード製作例

③ 障害者の経済的な自立支援

製作に高度な技術を必用とせず、継続的に製作依頼ができるものを模索。

5. 具体の活用方法

ホースを再活用して、障害福祉サービス事業所へ製作を依頼し、災害時給水栓広報ノベルティのカードケースを製作した。訓練や防災展示会などで配布している。



6. ホース再活用の効果

① リサイクル

令和4年度は200個製作し、令和5年度も200個発注予定。(税込220円/個)

[1個製作にホースを11cm使用するため、200個製作で10mホースを約3本活用できる。]

② 災害時給水栓の広報

テレビ2社、ラジオ1社、新聞4社、地方情報誌1社で取り上げられ、多くの視聴者の目に触れたため、災害時給水栓の認知度向上が見込まれる。また、カードに記載しているQRコードにより、YouTubeで「災害時給水栓開設動画」を視聴することができ、併せて水道局ホームページにて災害時給水施設の確認を行うことができるため、災害時給水施設についての周知拡大につながっている。

③ 障害者の経済的な自立支援を通じた地域とのつながり

継続的にカードケースの製作を依頼することで、障害福祉サービス事業所において、計画的に安定した収入を得ることができる。また、多くのメディアで取り上げられたため、入所の問合せが増加している。更に、自分たちが製作したものが、多くの市民に配布されるため、それが働きがい向上へ繋がっている。

④ SDGsの目標達成へ貢献(計画時未想定)

ラジオで「8.働きがいも経済成長も」、「11.住み続けられるまちづくりを」、「12.作る責任、つかう責任」に該当すると紹介され、局のSDGsへの取組みが評価された。

7. まとめ

災害時給水栓の課題を解決するためにホースを再活用したカードケースを製作した。これにより、ホースのリサイクルに加えて、障害者の経済的な自立支援やSDGs目標達成への貢献という新たな効果を生み出すことができた。

今回の成果に繋がった要因は、社会的関心とニーズに沿った方法を選択し製作したことと考える。また、多くの人の関心を引き付けるためには、リサイクルと併せて更なる効果を付加することが必用と感じた。最後に、水道における災害対応は地域との連携が不可欠であるため、災害対策に直接結びつかないことであっても、様々な立場の方々との連携を模索していきたいと思う。

湧水水源における侵入防止柵へのクマ忌避杭の導入

○木村 悠航 (横手市) ○高橋 慎一郎 (横手市)

1.はじめに

当市の山内北浄水場は、山奥の湧水を水源としており、塩素消毒のみの自然流下方式により、給水人口約 300 人に給水をしている。水源地が人里離れた僻地に位置しているのもあり、侵入防止柵は未設置であったが、厚生労働省の立入検査の際に対策を講じるように指摘を受けたため、柵の設置を検討していた。また、当該地区はクマの出没が頻繁に確認されている地域であり、原水の定期水質検査では、クリプトスポリジウム等の汚染の指標である大腸菌が定期的に検出されている状況であったため、併せて対策の推進が課題であった。

本稿では、水源地への侵入防止柵として、近年開発されたクマ忌避杭を導入し、効果検証した結果を報告する。

2.水源の概要

当該地区では、水源地から約 7km の導水管を経由して、住宅地付近の塩素注入施設まで原水を輸送している (図 1)。水源地池まで到達するためには、舗装道路ではない山道を長時間登るの必要があり、維持管理を委託している業者に月 1 回の点検を指示し、異常の有無を確認している。

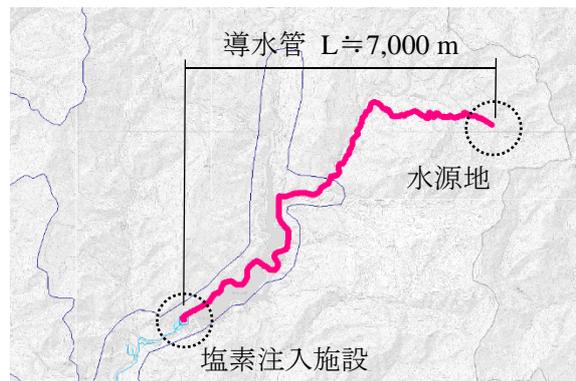


図 1 山内北地区 施設位置図

柵設置前の水源の写真を図 2 に示す。隣接して 2 つの湧水箇所があり、それぞれはコンクリート構造物で囲い込まれているものの、侵入を防止する柵の設置はなく、クマを始めとする野生生物などが接近する恐れがあった。



図 2 水源の状況 (設置前)

3.侵入防止柵の設置

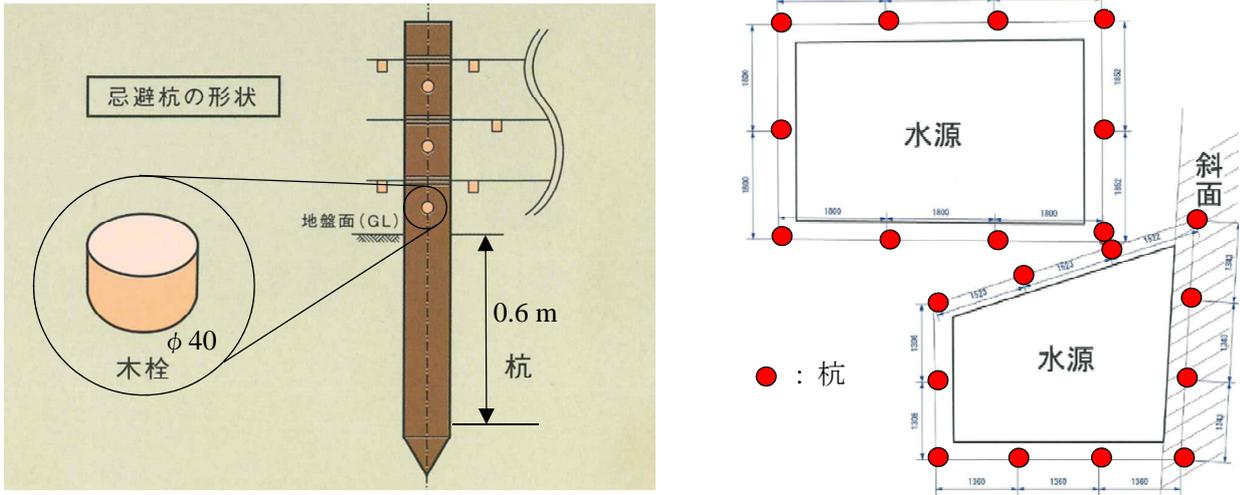


図3 クマ忌避杭の構造

近年、屋外使用する一般的な木製品では、ツキノワグマのかがり行動（クマがかじりつく行動）により、損傷が多数発生しているため、対策の推進が求められている。今回採用したクマ忌避杭では、防腐薬剤を染み込ませた杭 $\phi 120 \times 1500$ に対して、クマが苦手とする唐辛子由来の成分を染み込ませた木栓を打ち込み、忌避効果を発現する（図3）。

施工の第一段階として、水源の周囲に杭を 1.5 m 程度の間隔で深さ 0.6 m 程度打ち込んだ。水源地の周りでは所々に強固な岩盤が出現したため、現場状況に合わせて打込み深さを浅くし、杭上部の切断により地上部の高さを調整した。

次に、木栓を杭に一定間隔で空けた孔に打ち込む作業を行った。木栓にはカプサイシンが付着しているため、素手で触らないように留意しながら、ハンマーにより打設した。

最後に、クレモナロープを通して水源を囲い、侵入防止柵の完成とした（図5）。



図4 杭および木栓の設置状況



図5 水源の状況（設置後）

4.結果と考察

杭の設置を実施した 11 月前後における原水の水質検査結果を表 1 に示す。

表 1 山内北浄水場における原水水質検査の結果

検査月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	4 月	5 月
大腸菌	検出	検出	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
嫌気性芽胞菌 [個/100mL]	0	0	0	0	0	0	0
クリプトスポリジウム [個/10L]	-	-	-	-	0	-	-
ジアルジア [個/10L]	-	-	-	-	0	-	-

※網線枠内が杭設置後の結果。なお、1～3 月は積雪により採水が困難なため未実施。

設置後の検査回数は少ないものの、現時点では大腸菌の検出は確認されておらず、一定の効果を発揮していると考えられる。カモシカなど他の野生生物の忌避効果も期待できるため、動物の生息域や獣道付近に位置する水源において、耐塩素性病原微生物の混入リスクを低減できる有効な方策であると考えられる。

一方で、維持管理に関する課題も浮き彫りになった。柵の設置は降雪前の 11 月上旬に実施したが、当市は県内有数の豪雪地帯であり、冬季間は雪害による転倒防止策としてロープを緩めていた。越冬後の春先に現地状況を確認したところ、岩盤で深く差し込めなかった箇所の杭が降雪により抜けていた。今後の継続的な効果発現のためにも、岩盤のコア抜きや杭の埋設部をコンクリートで補強するなどの対策を検討中である。

5.まとめ

湧水水源地への侵入防止柵として、クマ忌避杭を導入した結果、原水からの大腸菌の検出状況を改善できた。野生動物による原水の汚染リスクが高い場所に水源があり、紫外線処理設備やろ過設備の導入が現実的ではない地域において、クリプトスポリジウム等のリスク低減対策として有用であると評価できた。当市では同様の湧水水源地が他にも 5 箇所あるため、今後は雪害への対策と併せて、水源環境の保全対策を推進していく。

AI 技術を活用したイオンクロマトグラフ分析装置による漏水判定

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（以下「当局」という）の給水エリア内では、路上等への出水件数が年々増加傾向にある。しかし、埋設管上の路上出水が必ずしも水道水とは限らないことから、平成 21 年からは、不要工事を削減するため、イオンクロマトグラフ分析装置（以下「IC」という）を用いた分析を行うことで、漏水判定の精度を高めているところである。しかし、分析結果から漏水判定を行う職員には高度な知識と経験を必要とすることから継承に時間を要するだけでなく、お客様に説明する際にわかりやすく伝えることが難しく苦慮していた。そこで、漏水の可能性を具体的な数値として表すために、過去に実施した約 700 件の事例を AI 技術の根幹ともいえる機械学習ステップを応用する解析を試みたところ、漏水判定に有用な相関性が得られたため報告する。

2. 漏水の調査方法

漏水を調査する職員が現地で DPD 法による残留塩素の試験等を行い、その結果漏水判定が困難な検体については、路上出水と付近の給水栓から採取した対象水を持ち帰り、水質担当職員が IC で表 1 の項目について分析を行っている。

分析は、水道水質基準の告示法に基づく、IC による陰イオンと塩素酸の一斉分析法、陽イオンの一斉分析法を基盤として行っているが、漏水・湧水の判定に許される時間的猶予が少ないことから、検量線の随時作成を省略するなど、効率化を図っている。

表 1 IC による分析項目

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
フッ素	ナトリウム
塩化物イオン	アンモニア態窒素
亜硝酸態窒素	マグネシウム
塩素酸	カルシウム
硝酸態窒素	
硫酸イオン	

従来までは、この分析結果を元におおむね図 1 の要領で判定に慣れた職員が漏水の判定を行っていた。

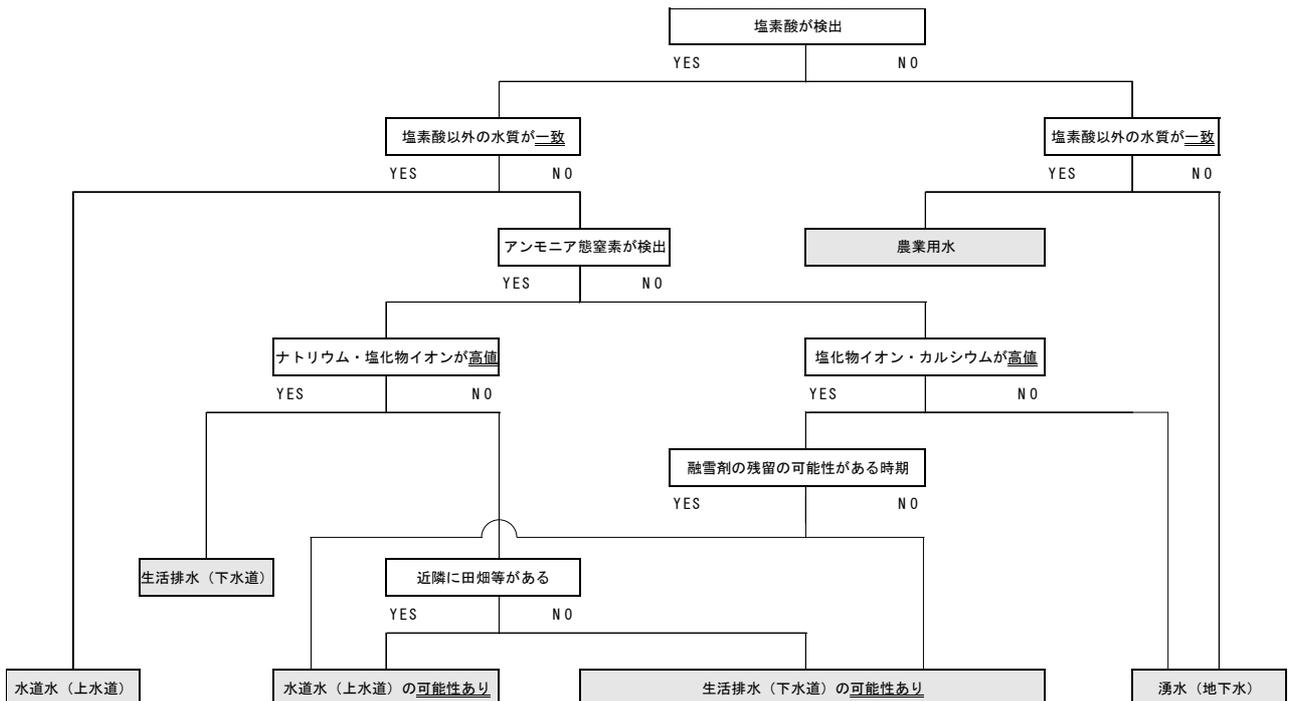


図1 漏水判定の例

3. AI 技術を応用した解析

(1) AI 技術による判定とは

AI と人による「判断」の最も大きな違いは、「勘」という概念が存在しないことである。漏水判定についても、慣れた職員であれば図 1 の「一致」や「高値」がどの程度なのか柔軟に判断し、漏水の「可能性」はどの程度なのか見当をつけることができる。しかし、AI による判定ではどうしても根拠となる数字が必要である。今回は加工が容易な IC から出力された分析結果に着目し、この結果から漏水の可能性を数値化できるように解析を行った。

(2) 解析方法

解析は機械学習に用いられる重回帰分析を基本とした。重回帰分析とは、求めたい結果（漏水の有無）を「目的変数」とし、それを複数の「説明変数」（分析結果）から計算により近似値を求める技法である（図 2）。その説明変数の係数を計算するために機械学習を用いることが多い。

$$\begin{array}{ccc} \text{目的変数} & \text{説明変数} & \text{今回は0に固定} \\ & \downarrow & \downarrow \\ & \underline{y} = a\underline{x} + \underline{b} & \end{array}$$

図 2 目的変数と説明変数の概要

前述したとおり、今回は漏水の有無を目的変数として、漏水である場合を「0」漏水でない場合を「1」として求める答えとした。説明変数は、IC から出力された各項目の路上出水と近隣対象水の差の絶対値を使用した。つまり、漏水の場合は路上出水と近隣対象水の成分が似ていて、漏水でない場合は成分が離れているはずなのでその差から判定できないかという試みである。

なお、目的変数の精度を上げるため著しく数値の乖離のあるデータは除外して解析を行った。これは、生活排水をはじめとする高濃度の検体は、数値の差があまりにも大きく、たった 1 検体でも平均値や分布へ影響を与える懸念があったためである。除外により目的変数の幅に影響を及ぼすが、このような検体は総じて漏水でない場合が多く、どのような条件下でも目的変数は大きくなる傾向があることから、主旨を逸脱していないと解釈している。

(3) 解析結果

重回帰分析において、それぞれの説明変数の評価を「確立の実現値」により行うことが多い。確立の実現値とは標本データで観測された事象、またはそれよりも更に仮説から外れた事象が起こる確率のことで一般的に 5%未満から有意であると判断される。

今回分析した項目と、それぞれの確立の実現値は表 2 のとおりである。結果を見ると、やはり「塩素酸」は極めて大きく有意水準を満たしており、次いで「アンモニア態窒素」「ナトリウム」「塩化物イオン」「フッ素」「カルシウム」と並んだ。一般的に漏水判定に「塩素酸」が有効といわれているが、他項目についても、有用な項目があることを発見できた。

表 2 説明変数と確立の実現値

説明変数	確立の実現値
フッ素	0.73%
塩化物イオン	0.10%
亜硝酸態窒素	87.56%
塩素酸	$4.08 \times 10^{-23}\%$
硝酸態窒素	6.74%
硫酸イオン	84.67%
ナトリウム	0.03%
アンモニア態窒素	0.01%
マグネシウム	63.24%
カルシウム	0.62%

4. 判定と結果

当局では「MoCO (Measurement of Comparative Outcomes)」という、路上出水と近隣対象水を漏水判定の観点から見た際にどの程度の乖離があるかを数値化した独自の基準で表すこととした。この値はいわば一致度で、100 に近いほど漏水の可能性が高く、反対に漏水でない場合は数値が低くなる値で、出水の漏水判定の参考となる指標である。

MoCO は確立の実現性が 5%未満の説明変数のみで、改めて重回帰式を求め作成した。式は式 1 のとおりである。ここでの各説明変数は単位「mg/L」である。

式 1 路上出水と近隣対象水の MoCO を算出する式

$$[\text{MoCO}] = 100 - 100 \times ([\text{フッ素}] \times 0.0903717616291159 + [\text{塩化物イオン}] \times 0.00339939317212161 + [\text{塩素酸}] \times 8.11525589922337 + [\text{ナトリウム}] \times 0.0076899401219839 + [\text{アンモニア態窒素}] \times 0.165534816108619 + [\text{カルシウム}] \times 0.00525903287945636)$$

説明変数の係数は、漏水判定に与える影響の大きさでもある。本式により塩素酸の係数が 8.12 と他項目と比較して極めて大きく、漏水判定において「塩素酸」が重要であることが改めて確認できた。また、「アンモニア態窒素」をはじめとする他項目についても、漏水判定への寄与を無視できるものではなく、特に生活排水等の検体では大きく上昇することから、指標として十分に価値があるものと考察できる。なお、それぞれの説明変数の影響について表 3 にまとめた。1)

表 3 説明変数の特徴

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	
説明変数	解説	説明変数	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。
塩素酸	次亜塩素酸ナトリウムの分解生成物。再分解が遅く、長く滞留し、自然界にほとんど存在しない。	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。

本式の評価は 2 種類の方法で行った。ひとつは「寄与率」、である。寄与率は、式により求めようとする事象、今回であれば漏水の有無をどの程度を説明できるかを表した数値で、本式は 70.1% と高い相関がみられた。反対に約 3 割の事象の説明はつかないことから、より高度な目的変数の検討が必要であるともいえる。もうひとつは、実際に過去の結果に本式を適用させることにより評価した。MoCO 70 以上を漏水の基準と仮定すると、93.2% の実際の結果と一致した。職員による判定の正答率が 95.5% であったことを考えると、完全な解答には至らないが、十分に実用に値する結果だと評価している。

現時点では完答とはいかないため、完全に職員に代わって判断できるとはいいがたいが、職員の補助には十分に有用であるといえる。漏水判定は各分析項目を理解し、その数値を総合的に判断しなければならないため、職員の経験と知識を必要としていた。しかし、MoCO を参考にすることにより、経験の浅い職員や化学に携わっていない職員でも判定の感覚をつかむことが可能となると考えている。

今後は、さらに漏水条件ごとのデータセットを集積し精度の向上を図るとともに、現場の状況等をも組み込むことにより、最終的には完全に AI による判断につなげることができないか模索していきたい。

5. おわりに

水質検査は基本的に数値を取り扱う業務が多いため、AI による判定と非常に相性が良かった。結果として、曖昧であった漏水の可能性を具体的な数値化できたことは大きな進歩であったと考える。この解析は幅広く応用が可能であることも魅力である。例えば、原水の水質から水道薬品の使用量のフィードフォワード制御を行うための推測に活用することも検討できるし、気象条件から水道使用量を推測することにも活用できるかもしれない。

この解析に必要なのは、ある程度蓄積されたデータと求めたい結果がはっきりしていれば、その数値に相関があるのかも含めて結果として反映されるため水質部門だけでなく、浄水部門や経営部門など幅広い分野で活用できるのではないかと考えている。

本稿をご一読いただき、各事業体で、それぞれの水源や分析項目に応じた MoCO の算出をはじめ、他分野への応用など、活用をご検討いただけるならば、その旨をご教示いただけると幸いです。この技術を喜んで提供したい。

6. 文献

1) 日本水道新聞社：水道水質辞典（2002）

水道 DX の実現に向けたワーキンググループの取り組み

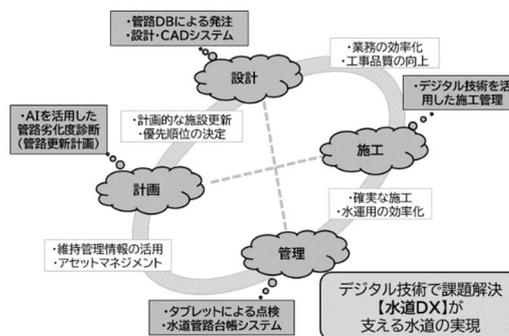
- 長谷川恵一（会津若松市上下水道局） 横山 和郎（会津若松市上下水道局）
渡辺 史人（会津若松市上下水道局） 鈴木 丈志（会津若松市上下水道局）

1. はじめに

本市水道事業は昭和4年に給水開始し、その後10次に渡る拡張事業を実施してきた。近年ではDBO事業と第三者委託制度による公民連携の導入や、近隣事業者との広域連携の推進による水道事業の経営改善の取り組みを行っている。一方で更新期を迎える老朽施設・管路の増加と給水量の減少に伴う料金収益の減少により、更新事業の進捗の遅れが課題となっていた。令和2年度には事業計画の策定にAIを活用した管路の劣化度診断結果を反映するなど、効率的な事業推進を実施しているが、将来における安全な水道水の供給のために、新たな手法による取り組みが必要となっていた。

2. 会津若松水道 DX

本市では課題に対する新たな解決手法として、水道施設・管路に関する「計画・設計・施工・管理」の全段階にデジタル技術を活用することを方針として定め、デジタル技術を活用した課題解決により実現する水道事業を「会津若松水道DX」と位置付けた。【図1】



【図1】会津若松水道DXのコンセプト

3. デジタル技術活用ワーキンググループ

水道DXを実現するため、施設・管路の整備や維持管理にデジタル技術をどのように活用していくかを検討する場として、局内の水道施設・管路の担当者6名によるワーキンググループを作り、以下の内容の取り組みを行った。

(1) ワーキンググループの目的

ワーキンググループでは水道DX実現のため、単なるデジタル化ではなく、本市水道事業ビジョンで掲げる「安全、強靱、持続」を目的とし、その目的に繋がるデジタル技術の活用を検討した。

(2) 課題に対する解決策の視点

現状の課題に対して、以下の2点を解決策の視点とした。

①人口減少への対応の視点：本市における将来の人口推計では、現在約12万人の給水人口が30年後には7.5万人と約6割に減少することが想定されている。しかし人口減少に伴う給水量の減少による施設・管路の統廃合には限界があり、水道事業に携わる技術者が不足や技術力の低下が想定される。そのため、不足する人材に対してデジタル技術を活用することを検討の視点とした。

②リスク管理の視点：老朽化資産の増加による安全性の低下や、災害時等の給水への影響、技術力の低下によるヒューマンエラーの増加など、今後においてリスクが高まることが想定される。そのためリスクアセスメントの考えによるリスク見積もり【図2】による「発生の可能性が高く重大なリスク＝Ⅲ」に対してデジタル技術の活用を行うなど、リスク管理を検討の視点とした。

	重篤度	重大	中程度	軽度
可能性		×	△	○
高い	×	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ
ある程度ある	△	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
ほとんどない	○	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ

【図2】リスクの見積もり※参考文献より

(3) 「デジタル技術活用ロジックツリー」の作成

活用するデジタル技術を施設・管路の施工や管理毎に区分し、デジタル技術を活用したシステム（以下、「システム」）間のデータ活用を可視化するため、ツリー形式の模式図「デジタル技術活用

包括的民間業務委託による漏水調査

酒田市上下水道部工務課

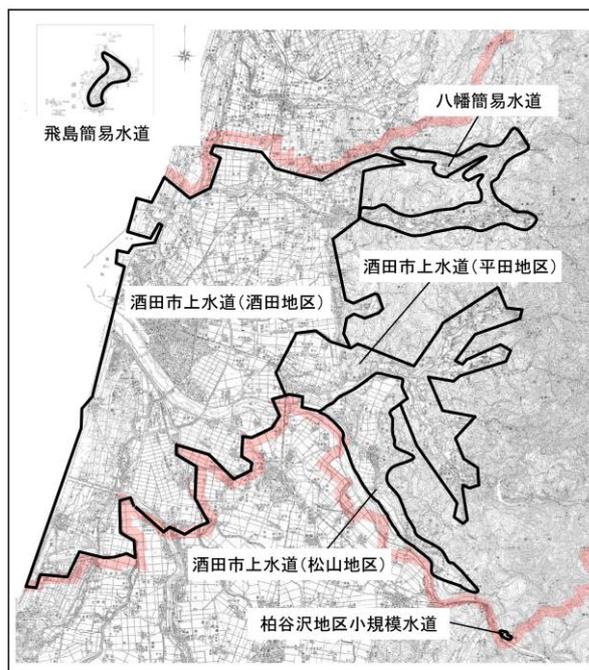
小林 慶太

1. はじめに

本市は平成17年11月1日に八幡町、松山町、平田町と合併し、「酒田市水道事業（酒田地区、松山地区、平田地区）」「飛島簡易水道事業」「八幡簡易水道事業」「柏谷沢地区小規模水道事業」を運営している。

令和4年度末現在、給水人口96,481人、管路の総延長約1,045km、有効率95.50%となっている。近年、人口減少や節水器具の普及等に伴い料金収入は減少し、管路維持において有効率向上は大きな課題になっている。

有効率を下げる要因である漏水は、貴重な水資源を失うだけでなく、断水、濁り水、道路陥没等の二次災害を起こし市民生活に大きな影響を与える恐れもある。また、水道事業は、地方公営企業法により「地方公営企業は、常に企業の経済性を発揮するとともに、その本来の目的である公共の福祉を増進するように運営されなければならない。」とされている。そこで、この課題に対応するため令和2年度から従来よりも委託範囲を拡大する形で、料金関係の業務を特別目的会社（SPC）に包括委託した。全国での業務委託で培われたノウハウに期待する「システム構築、料金徴収関連業務、管路維持関連業務」と、地域性を考慮した「庁舎警備、メーター管理等附帯業務」により計画的な漏水調査を開始したので、現在までの成果について報告する。

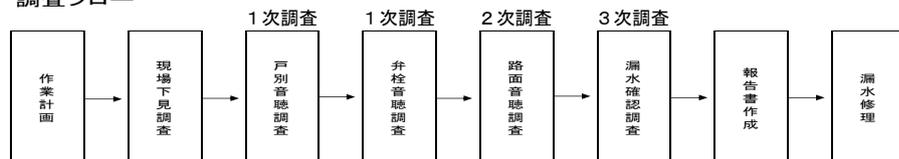


2. 調査概要

本業務は、包括的民間業務委託であることから、受託者が民間のノウハウと技術力をもって有効率向上を目指し、効果的かつ効率的な漏水調査の計画を策定し実施するものとする。業務期間は委託契約期間である令和2年度から令和6年度までの5年間、対象は全管路の約1,045kmである。

3. 調査方法

調査フロー



(1) 作業計画

① 調査地区の選定

有効率は、平成17年の合併後最大値である平成28年度の96.22%をピークに減少傾向にある。

配水量分析から平田地区は28年度と比較し6.73ポイント低下しており、漏水の発見のしやすさの目安である1kmあたりの無効水量が最も高い数値になっているため、平田地区から調査した。(図1, 図2)

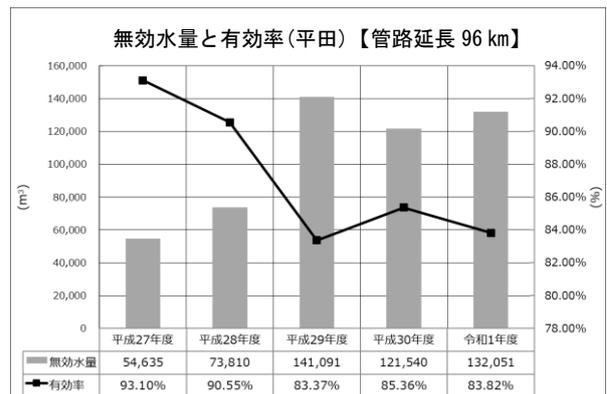
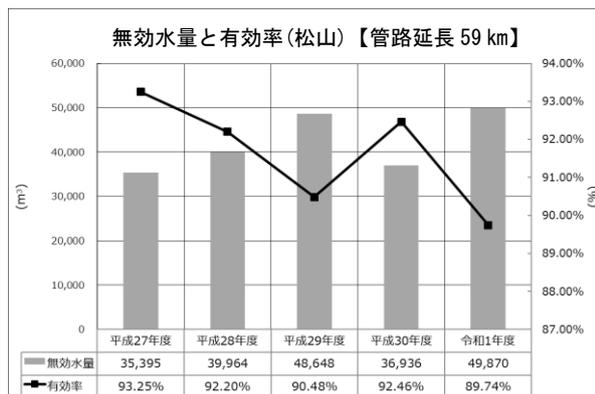
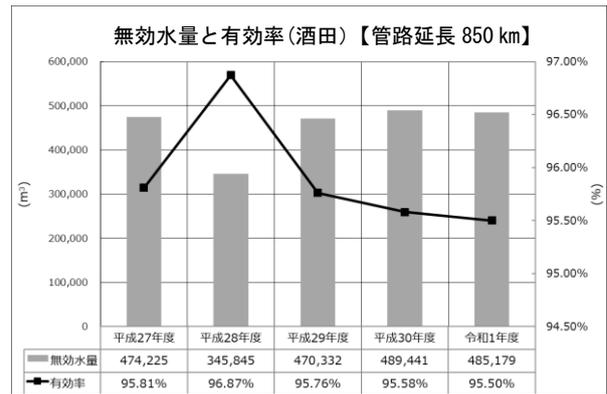
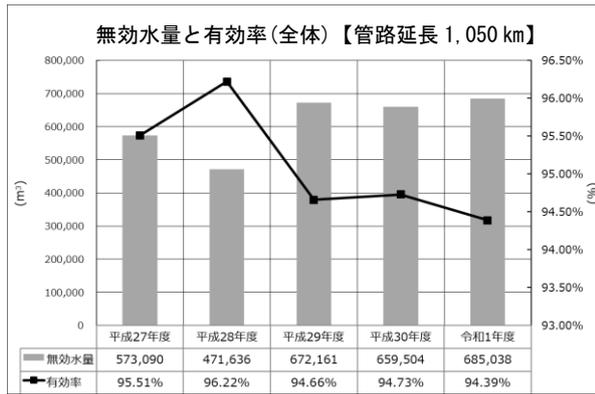
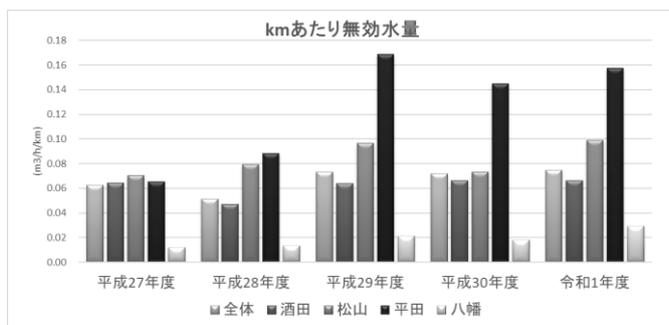


図1 各地区の無効水量と有効率

※無効水量と有効率のデータは、令和元年度時点のもの。



地区	平成27年度 (m³/h/km)	平成28年度 (m³/h/km)	平成29年度 (m³/h/km)	平成30年度 (m³/h/km)	令和1年度 (m³/h/km)
全体	0.06	0.05	0.07	0.07	0.07
酒田	0.06	0.05	0.06	0.07	0.07
松山	0.07	0.08	0.10	0.07	0.10
平田	0.07	0.09	0.17	0.15	0.16
八幡	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03

図2 1 kmあたりの無効水量

②調査方法の選定

漏水調査は1次～3次の3段階に分けて実施した。本市の漏水の9割以上が給水管である状況を踏まえて、1次調査は戸別音聴を行い民地内にある水道メーターで漏水の有無を調査した。また、調査地区内の弁栓類でも音聴調査を行い、大まかな漏水場所を絞り込んだ。

写真①②は音聴棒を使い、水道メーターや水道管等の露出部分に金属棒の先端を接触させ、大まかな場所を調査している様子である。漏水位置まで探知することは難しい作業となる。



写真① 戸別音聴調査



写真② 弁栓音聴調査

2次調査は路面音聴を行い本管や給水管の上を徒歩で移動しながら調査した。3次調査は1次、2次調査で漏水箇所を特定しきれなかった箇所を再調査した。

写真③④は漏水探知機を使い、地下で噴出する漏水の音を路面から聞き取り漏水場所を探知している様子である。



写真③ 路面音聴調査



写真④ 路面音聴調査（夜間）

4. 調査結果

令和2年度は酒田地区と平田地区で戸別音聴調査9,003件、路面音聴調査185kmを行い、公道上の本管漏水4件、公道上の給水管漏水6件、宅地内の給水管漏水27件を発見した。令和3年度以降は同様の方法を用いて調査を行ったところ、表1,2のように毎年著しい成果が上がっている。

直近令和4年度の調査は、戸別音聴調査14,536件、弁栓、路面音聴調査201.5kmを行い、36件の漏水を発見し、無効水量71,365m³を削減したことで15,421,977円の経済効果を得ることができた。

これまでの調査により漏水箇所の約8割以上が地下漏水であることが分かった。地下漏水は、地表へ漏水の現象が現れないため、場所の特定が難しく、発見されないものは無効水量になる。漏水箇所には、漏水孔が急激に大きくなり漏水量が増えるものもあり、二次災害の恐れがあり維持管理上大変危険である。

これまで平田地区のように有効率の低い地区を優先的に調査を進めてきて、長年、無効水量としてきたものを発見し、即時修理したことで有効率を向上させることができたが、今後、調査地区が有効率の高い地区に移った時にこれまでのような成果が上げられるかが課題である。

表1 漏水調査前後の有効率比較

調査年	地区	有効率	前年度比
R2	平田地区	91.03%	7.21%
R3	松山地区	88.75%	2.70%
R4	酒田地区	95.87%	0.47%

表2 経済効果の推移

調査年	経済効果 (漏水防止量×給水原価)
R2	10,276,276円
R3	13,764,705円
R4	15,421,977円

5. おわりに

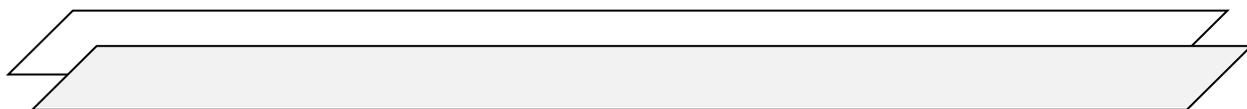
安全で安心な水道水を安定してお客さまに届けるためには、多くの施設と管路を適正かつ、継続して維持管理を行う必要がある。その中でも、漏水の発生は、有効率の低下を招くだけでなく濁りや水圧低下を引き起こし、毎日の生活や社会経済活動に影響を与え、道路陥没や冬季の路面凍結等の二次災害の原因にもなることから、漏水防止は管路維持において重要である。今回、包括的民間業務委託の漏水調査によって多くの漏水を発見し、大きな成果を出すことができた。

しかし、漏水は、管自体の経年劣化に加え、地震、地盤沈下、交通荷重等の影響を受けるため、修理後、新たな漏水が発生する「漏水の復元現象」が起こる。

今後も計画的な漏水調査を継続し、適切な管路維持を行いお客さまへのサービス向上に努めていきたいと思う。

これまでの

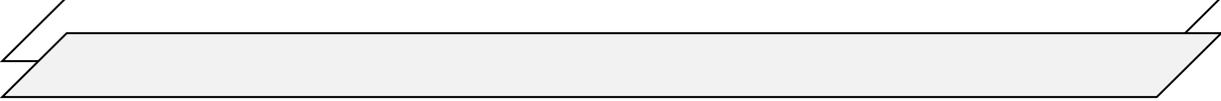
MIP～Most Impressive Presentation～賞
受賞論文一覧



～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り組み	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
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
	将来を担う人材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
令和元年度 第22回 (福島市)	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
	東日本大震災が口径800耗配水幹線に与えた影響	仙台市水道局	齋藤 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」とするために	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り組み 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
令和4年度 第24回 (青森市)	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
	水解析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
	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

国 際 研 修 報 告



令和4年度

日本水道協会国際研修

IWA会議・展示会参加研修

日本水道協会

日本水道協会東北地方支部
第25回水道事例発表会

日本水道協会
海外研修報告

仙台市水道局 施設課 浄水管理係

技師 荒砥 彬生



1. 国際研修の内容について

【日本水道協会による国際研修】

- ・日本水道協会では1990年より国際研修を開始
- ・水道事業者の中堅職員を海外に派遣

【研修の種類】

- ① 国別水道事業研修
⇒ 先行の国の水道技術や制度を学ぶ
- ② 専門別研修（※現在は実施無し）
⇒ 自分でテーマと行先を決めて調査を行う
- ③ IWA会議・展示会参加研修
⇒ 上下水道部門のイベントに参加する

今回参加

【日水協主催IWAツアー参加者】

水道関連団体・自治体 ※所属と役職は研修当時のもの

氏名	所属
渋谷課長	日本水道協会 国際課
渡部係長	日本水道協会 国際課国際係長
山田係員	日本水道協会 国際課国際係
猪子係長	札幌市水道局 給水部給水課
森田係長	御坊市水道事務所 庶務係長
小原部長	水道技術研究センター 管路技術部長

企業・下水道関連団体

団体名	人数
日本水道工業団体連合会	1名
日本下水道新技術機構	4名
日本水道新聞社	1名
企業関係の皆様	11名

1. 国際研修の内容について



【IWA(国際水協会)とは】

- ・1990年設立
- ・約130カ国が加盟
(約500団体 約10,000個人)

【IWA世界会議とは】

隔年で開催され、上下水道などの水分野の関係者が一堂に会し、新たな知見や技術を共有する。上下水道分野に関する世界最大規模のイベントである。

1. 国際研修の内容について



【渡航先のデンマークについて】

	デンマーク王国 Kingdom of Denmark
人口	581万人
面積	約4.3万km ²
首都	コペンハーゲン市
元首	マルグレーテ2世女王
主要産業	医薬品、農業、エネルギー関連

出典：総務省統計局ホームページ (<https://www.stat.go.jp/data/sekai/pdf/worldmap.pdf>) ※一部抜粋

1. 国際研修の内容について

【研修日程】

月日	経路・イベント	詳細
9月9日(金)	成田→ドバイ	—
9月10日(土)	ドバイ→コペンハーゲン	—
9月11日(日)	IWA 世界会議・展示会参加	・開会式 ・ウェルカムレセプション
9月12日(月)	IWA 世界会議・展示会参加	・各発表の聴講等
9月13日(火)	IWA 世界会議・展示会参加 (午前) テクニカルツアー (午後)	・ポスターピッチプレゼンテーション ・テクニカルツアー (水の損失)
9月14日(水)	IWA 世界会議・展示会参加	・各発表の聴講等
9月15日(木)	IWA 世界会議・展示会参加	・各発表の聴講等 ・閉会式 ・ガラディナー
9月16日(金)	コペンハーゲン→ドバイ	—
9月17日(土)	ドバイ→成田	—

2. プレゼン内容

【ポスター発表について】

＜発表内容＞

長期に及ぶ停電の発生や燃料確保に困難を極めた東日本大震災の経験を踏まえ、自家発電設備の運転継続時間を延長するべく検討を行い、それに基づいて行っている長期停電対策についてまとめたもの。

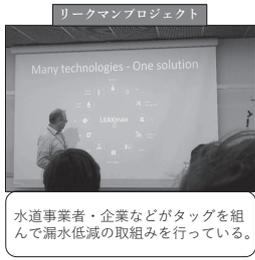


仙台市水道局の停電対策について紹介



給水開始 100th 3. 会議会場

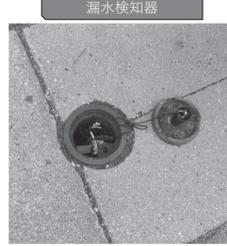
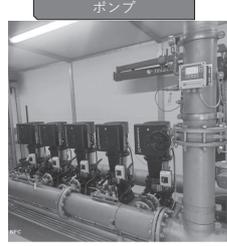
【漏水率について】



DANVA加盟企業における近年の漏水率は10%未満

給水開始 100th 3. 会議会場

【漏水を減らす取組み】



給水開始 100th 4. IWA会議イベント

【イベント一覧】

- ・開会式
- ・テクニカルツアー
- ・オープニングセレモニー
- ・展示会
- ・口頭発表
- ・ビジネスフォーラム
- ・ポスター展示
- ・オペレーションズチャレンジ
- ・デンマーク上下水道協会の講演
- ・閉会式

給水開始 100th 4. IWA会議イベント



【開会式】

IWA専務理事・IWA会長の挨拶や気候変動に関する基調講演が行われた。開会式の途中、アトラクションとしてパフォーマンスが行われた。



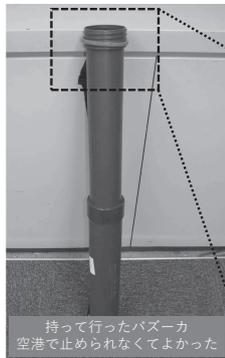
給水開始 100th 4. IWA会議イベント



【開会セレモニー】

セレモニーとして軽食が提供された。味は……
参加者が交流を深める時間として各所で話をしていった。
翌日からの会議開催にあたってポスター発表者はこのタイミングで掲載を行った。

給水開始 100th 4. IWA会議イベント



【ポスターが…】



ポスターを入れた筒を飛行機に預けていましたが、先っぽがいなくなりました。

給水開始 100th 4.IWA会議イベント



【口頭発表】

20ほどの会場において、1日1〜3コマのセッションが割り振られ、その中で数名の発表者が、12分間のプレゼンテーションと3分間の質疑応答を行う。

<テーマ>

- トラック1「水事業管理」
- トラック2「下水処理と資源回収」
- トラック3「飲料水と再利用」
- トラック4「都市計画と運用」
- トラック5「地域社会、交流と連携」
- トラック6「水資源と大規模な水管理」

SHOT ON POCO X3 NFC

給水開始 100th 4.IWA会議イベント



【ポスター掲示】

485件のポスター発表があった。展示会の出展ブースに並んでポスター会場が設けられ、4つのエリアに分けてポスターが展示された。

アブストラクト査読の結果、本会議に採択されたものの内、一部の限られたポスターは、テクニカルセッションにおいて、3分間のプレゼンテーションと1分間の質疑の時間が与えられる。

SHOT ON POCO X3 NFC

給水開始 100th 4.IWA会議イベント



【DANVAの講演】

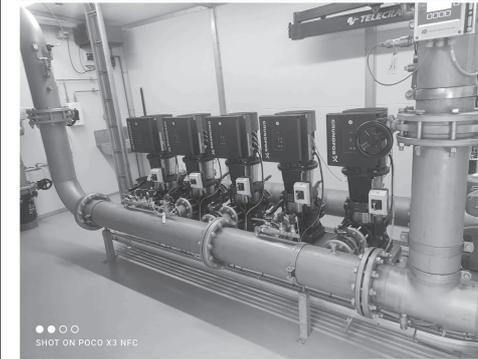
デンマーク最大の公益事業会社ホーファーに赴き、デンマーク上下水道協会(DANVA)のスザンヌ・ヴァンスガード氏とクラウス・ヴァンスガード氏の2名から、「デンマークの水セクター」という題目の講義を受けた(らしい)。



別イベントのため参加できず裏で頑張る荒砥

SHOT ON POCO X3 NFC

給水開始 100th 4.IWA会議イベント



【テクニカルツアー】

テーマは「水の損失」。デンマークではリークマン・プロジェクトという組織が発足しており、水道会社を始め、ポンプメーカーやバルブメーカーなど、様々な企業が参画している。それらの団体がそれぞれの技術を提案、活用し、非常に低い漏水率を実現している。

SHOT ON POCO X3 NFC

給水開始 100th 4.IWA会議イベント



【展示会】

展示会には300を超える出展者からの出展があった。大きく、スポンサー、デンマーク、北欧、国毎のパビリオンに分かれていた。



日本でも活躍しているグンドフォス

SHOT ON POCO X3 NFC

給水開始 100th 4.IWA会議イベント



【ビジネスフォーラム】

4日間に亘り、テクニカルプログラムの一つとしてビジネスフォーラムが開催された。「挑戦と革新を学ぶ」と題して、水の未来を形作るために役立つ技術革新やプロジェクトを紹介するセッションで、40に及ぶ団体(スポンサーや出展者)が発表を行った。



東京都水道局さんも参加していました

SHOT ON POCO X3 NFC

給水開始 100th 4.IWA会議イベント



【オペレーションズチャレンジ】

7チームで3つの技能を競い合うコンテスト「オペレーションズチャレンジ」が開催された。

<保守>

ポンプ場でのトラブルへの対処を競うもの。

<管路>

下水道管の漏水の修理と分岐管の取り付けを競うもの。

<安全>

マンホール内の意識不明の作業員を救出し、バルブを修理するのを競うもの。

給水開始 100th 4.IWA会議イベント



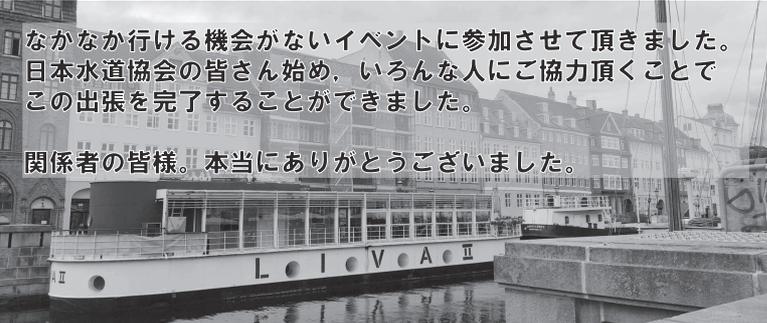
【閉会式】

閉会式では環境問題に対する基調講演も行われ、ポスター賞の発表も行われた。

<最優秀ポスター賞>

河川の存続 —インドのガング川流域における水質の問題と課題	ミフタン・ワール・カンサル氏 (インド工科大学ルルキー校、インド)
非下流地域の水質に 基づくCovid-19 監視システムの開発	ステイーブ・セレイ氏 (水研委員会、南アフリカ)
真空紫外線処理による L1βオキサンンの分解と 共存無機イオンの影響を 考慮した分解予測モデルの 構築	松下拓氏 (北海道大学、日本)

給水開始 100th 5.まとめ



なかなか行ける機会がないイベントに参加させて頂きました。日本水道協会の皆さん始め、いろいろな人にご協力頂くことでこの出張を完了することができました。

関係者の皆様。本当にありがとうございました。

