



岩手県南広域振興局 ALW形 呼び径 800

DUCTILE IRON PIPES



静岡県西部農林事務所 ALW形 呼び径 800



独立行政法人水資源機構 香川用水管理所 PN形 呼び径 1500

DUCTILE IRON PIPES



高知県中央東農業振興センター S形 呼び径 1200 (柔構造ため池底樋)



宮崎県西諸県農林振興局 ALW形 呼び径 800



名古屋市上下水道局 US形 呼び径 2000 / K形 呼び径 2000



西尾市上下水道部(愛知県) GX形 呼び径 350



滋賀県企業庁 NS形 呼び径 600 / PN形 呼び径 600

DUCTILE IRON PIPES



奈良県水道局 S形 呼び径 1200



和歌山市企業局 PN形 呼び径 600



板野町水道課(徳島県) LUF形 呼び径 1500 (耐震貯水槽)

DUCTILE IRON PIPES



佐世保市水道局（長崎県） NS形 呼び径 700 / PN形 呼び径 700



日本下水道事業団 東北総合事務所(石巻分室) K形 呼び径 1500



京都府流域下水道事務所(宮津湾浄化センター) NS形 呼び径 450

DUCTILE IRON PIPES



日本下水道事業団 中国・四国総合事務所 UF形 呼び径 1350

Technical Report

国営かんがい排水事業「茅室川西地区」におけるダクタイル鉄管の採用事例

国土交通省 北海道開発局 帯広開発建設部 帯広農業事務所 所長 高橋 俊博

茅室川西地区は、北海道東部に位置する十勝総合振興局管内の帯広市及び河西郡茅室町に位置する約2万 ha の農業地帯です。

本地区の農業用水は前歴事業において整備された用水施設により一部区域へ配水されていますが、近年は管農状況の変化に伴う水需要の変化や、用水施設が未整備の地区では恒常的な用水不足が営農上の課題となっています。このような地域状況を踏まえ平成 29 年から「国営かんがい排水事業茅室川西地区」を実施しており、用水再編計画を進めています。

新設する「帯広かわにし導水路」は、茅室区域にある既設の「伏美導水路」に加え、帯広区域と2区域にまたがり配置されます。管材には強靱性と耐食性を兼ね備え、近隣地区の樹脂系管材で経験したような突発事故の発生が少ないという理由でダクタイル鉄管が採用され、さらに管種は、内面塗装としてシリカエポキシ樹脂塗装の開発で通水能力が向上し、コスト削減効果も期待できるとして ALW 形管が選定されました。

レポートではこのほかに送水系水路と配水系水路、それぞれの施工条件に合わせたスラスト対策の方法など、設計のポイントや実際の施工状況についても紹介しています。

PN 形ダクタイル鉄管のシールド内持込工法による配水本管布設工事

佐世保市水道局 事業部 水道施設課 基幹施設建設室 主査 府川 栄治
主任技師 宮原 裕亨

佐世保市は九州の北西端、長崎県の北部に位置し、人口 24 万人余りの中核市です。市単独の水道事業としては、明治 40 年 6 月に給水を開始し、平成 19 年に水道創設 100 周年を迎えました。

佐世保市の水道事業は平成 26 年に浄水施設の統合として「新山の田浄水場」へ更新、平成 30 年には山の田第一配水池を新設するなどして更新事業を進めており、山の田水系配水本管布設工事は最も重要な幹線である配水本管を更新する事業です。

本工事区域は道路幅員が狭く、埋設物が多いほかに、開削困難な箇所が複数存在したことから、非開削により PN 形ダクタイル鉄管を持込工法にて布設する計画となりました。さらに、2 か所の中間立坑で分岐を設け、既設配水本管へ接続することで、系統の二重化も図ります。

PN 形管が選定された理由としては、シールド内での施工が容易であり工期を短縮できること、シールドの曲率や施工精度に誤差が生じても現場調整が可能であることなどが挙げられました。

レポートでは、実際の管割の設計手順を詳細に記し、施工の様子についても多くの写真とともに紹介しています。

Symposium

座談会「水道管路の維持管理手法について」— 増え続ける老朽管の課題解決に向けて —

コーディネーター：東京都立大学 都市環境学部 准教授 荒井 康裕
出席者：横浜市水道局 給水サービス部 給水維持課長 二見 友久
豊中市上下水道局 技術部次長 牟田 義次
広島市水道局 技術部 維持課長 砂野 武文

水道事業にとって管路はその根幹をささえる重要施設であり、老朽管の問題は喫緊の課題となっています。そのような中すぐに更新できない管路を適切に維持管理し、更新時期まで安心安全に使い続けるための「水道管路の維持管理」にスポットを当て、東京都立大学の荒井准教授をコーディネーターとし、横浜市、豊中市、広島市の3事業体で現状と課題について語り合っていました。

各事業体における耐震化の取組状況から、日常的な点検や漏水調査、マッピングシステム活用などの維持管理の現状報告がされ、荒井准教授からはこれらの生産性向上を図る IoT を利用した研究内容が紹介されました。さらに話題は残留塩素確保についての課題や取組、今後増えるであろう老朽管の破損による漏水への対応策と発展し、各事業体が抱える技術者の減少といった課題から、ICT 活用への期待とともに改めて人がもつ技術の大切さが語られました。

Contents

第110号 タクタイル鉄管 目次

表紙写真：第63回水の写真コンテスト（主催：水道産業新聞社）

佳作 作品名『悠久の流れ』

Gravure

グラビア

-
- 岩手県南広域振興局
 - 静岡県西部農林事務所
 - 高知県中央東農業振興センター
 - 西尾市上下水道部
 - 奈良県水道局
 - 佐世保市水道局
 - 京都府流域下水道事務所（宮津湾浄化センター）
 - 日本下水道事業団 中国・四国総合事務所
 - 独立行政法人 水資源機構 香川用水管理所
 - 宮崎県西諸県農林振興局
 - 滋賀県企業庁
 - 和歌山市企業局
 - 板野町水道課
 - 名古屋市上下水道局
-

今号の概要

-
- 巻頭言「管路更新の『これから』」
名倉 良雄 4
 - 特別寄稿「最終講義—耐震化から強靱化へ」
宮島 昌克 6
 - 座談会「水道管路の維持管理手法について —増え続ける老朽管の課題解決に向けて—」
荒井 康裕・二見 友久・牟田 義次・砂野 武文 8
 - 特別企画「この人に聞く～明るい未来に向けて～」
久米 好雄 30



Technical Report

技術レポート

- ① 国営かんがい排水事業「芽室川西地区」における
ダクタイル鉄管の採用事例
高橋 俊博 34

-
- ② PN形ダクタイル鉄管のシールド内持込工法による
配水本管布設工事
府川 栄治・宮原 裕享 42

-
- 事業体だより 58
北海道環境生活部・青森市企業局水道部・群馬東部水道企業団・かずさ水道広域連合企業団・
(独)水資源機構愛知用水総合管理所・京都市上下水道局・宇部市上下水道局・佐賀市上下水道局

- 私の好きな時間【六十の手習いか年寄りの冷や水か～少林寺拳法に挑戦～】 68
粟田 政一

- 協会ニュース 70

- 編集後記 78



厚生労働省医薬・生活衛生局
水道課長

名倉 良雄

管路更新の「これから」

令和2年度の水道事業における耐震化の状況は、図1の通りです。基幹的な水道管のうち耐震性のある管路の割合が40.7%、浄水施設の耐震化率が38.0%、配水池の耐震化率が60.8%となっており、依然として低い状況です。

これについて、異例（これまでになかった）なのは、基幹管路の耐震適合率が「前年度を下回っている」ところです。これは、広域化の推進により簡易水道事業が統合されたことなどに伴い、耐震適合性のない管の延長が3,045km増加していることが影響していると考えられます。

平成30年度から令和2年度までの管路の延長及び耐震適合率は表1の通りです。

事業統合によって耐震適合率が低下した事業者の影響を除外した場合の管路の延長及び耐震適合率は表2の通りです。統合による増加（と考えられるもの）が表2の下から2行目、統合による影響を除外した数値が一番下の行になります。

表1 管路の延長及び耐震適合率

	基幹管路の 総延長 A (km)	耐震適合性 のある管の延長 B (km)	耐震適合率 B/A (%)
平成30年度	106,446	42,934	40.3
令和元年度	107,655	44,026	40.9
令和2年度	112,505	45,831	40.7

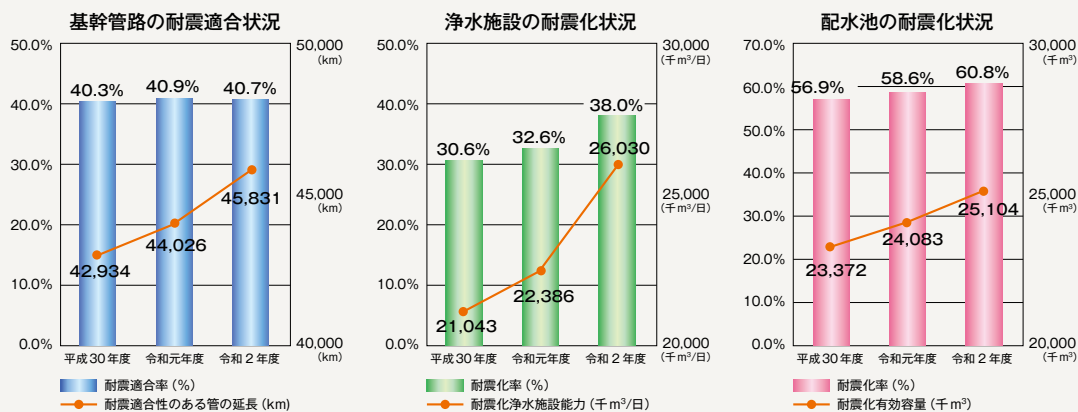


図1 水道施設の耐震化の状況

表2 <<参考>>事業統合によって耐震適合率が低下した事業者の影響を除外した場合

		基幹管路の 総延長 A (km)	耐震適合性 のある管の延長 B (km)	耐震適合性 のない管の延長 C (km)	耐震適合率 B/A (%)
令和2年度	全体	112,505	45,831	66,674	40.7
	統合による増加*	2,740	590	2,150	21.5
	統合による影響を除外	109,765	45,241	64,524	41.2

*耐震適合率が昨年度よりも減少した事業者のうち、その原因が事業統合によるものと回答した24事業者において、統合によって増加した総延長。

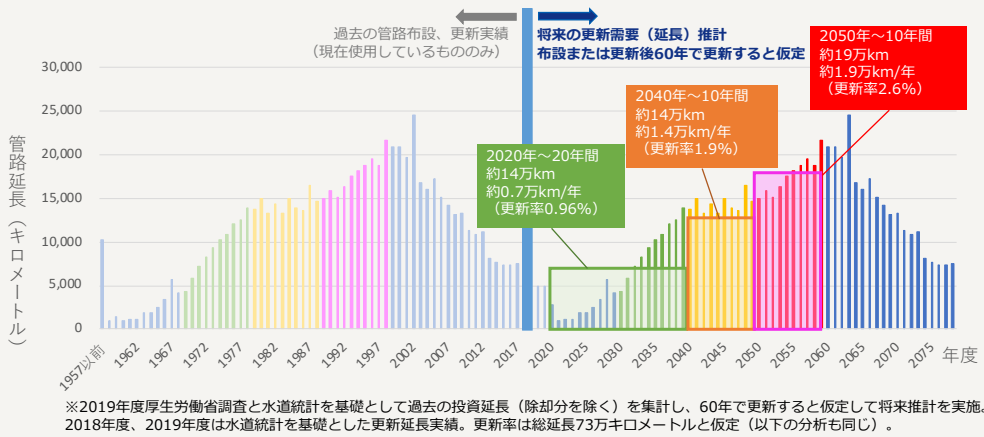


図2 全国の管路更新需要(延長)推計

管路の経年化率は年々上昇し、令和元年度において19.1%となっていますが、更新率は低下から横ばい傾向にあり、令和元年度においては0.67%に留まっています。令和元年度における更新延長は約5千kmでした。

法定耐用年数である40年を超えて使用され、漏水等の問題が生じていない管路も多いことから(一方、40年未満であっても布設状況や災害、事故等により布設替えを行うこともある)、実務上の一般的な更新年数をおおむね60年と仮定し、40年経過管をその後20年間で平均的に更新すると、令和元年度末時点の40年経過管約14万kmについては、今後20年間にわたり、毎年度約7千km、更新率0.96%の更新が必要となります(図2)。

令和元年度末時点で20年経過している管路が約33万kmあり、20年後以降に法定耐用年数を超え、順次更新時期を迎えることになります。将来的に更新需要が増加することを踏まえ、今後30年間(省令第17条の4第1項で長期的な収支の算定期間とされている期間)で検討すると、平均して更新するためには直ちに1.9倍に更新率を引き上げ、毎年度約1万km、更新率1.3%の更新が必要となります。また、30年間かけて徐々に更新率を引き上げる場合は、30年後に現状の2.8倍の更新になるように毎年度0.04ポイントずつ更新率を引

き上げ、30年後には更新率1.9%とする必要があると試算されます(図3)。

下記の試算については、3月に開催された令和3年度全国水道関係担当者会議において管路更新の平準化例として説明し、各水道事業者において、経過年数のみならず、管種や布設状況等から更新時期を多面的に判断し、計画的な更新に努めていただくことを依頼すると共に、更新平準化のために有効と考えられる方策の例としては、耐震化の優先順位の高い管を中心とした更新の前倒しや、優良地盤や過去の漏水歴がないこと等を考慮した更新時期の後ろ倒し(長寿命化)等が考えられることも併せて紹介しています。

国立社会保障・人口問題研究所の平成29年の推計では、2115年には(中位推計で)人口が5千万人程度になると推計されています。水道は、50年後、100年後を見据えて考えている関係者も多くおられますが、2050年カーボンニュートラルも含めた気候変動の緩和・適応両面での対応、今後起こりうる巨大地震への備え、(喫緊の)塗料問題への対応など、長期を見据えつつも、短期的な課題にも対処していく、強く、しなやかな対応が必要だと思っています。

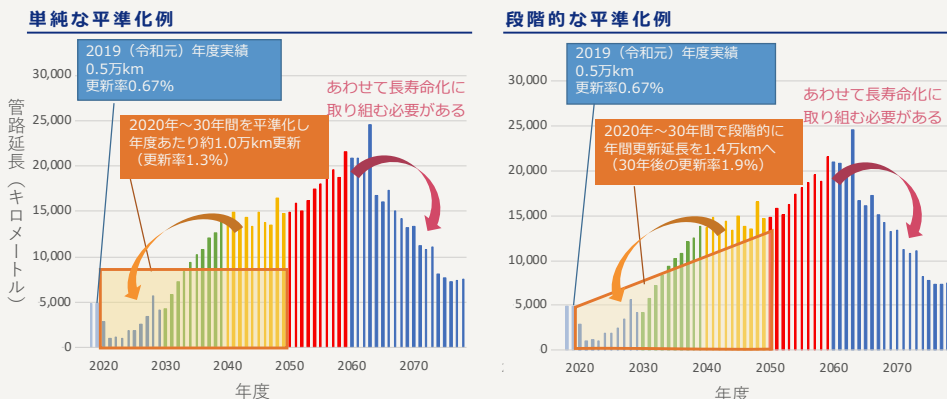


図3 管路更新の平準化例

最終講義

耐震化から 強靱化へ



金沢大学名誉教授
宮島 昌克

私の修士論文の題目は「液状化時における地中埋設管の歪特性に関する実験的研究」です。私が大学3年の時に1978年宮城県沖地震が発生し、建物被害に比してライフラインの被害が甚大で東北の中心都市である仙台市の都市機能がマヒしたことから、ライフラインの地震防災に関心が高まっていた頃でした。この研究は、水道管路を特に対象としていたわけではなく、ライフラインにおける地中埋設管一般という基礎的なものでした。私が初めて地震被害現地調査に従事したのは、1983年日本海中部地震です。この地震では日本海側を大津波が襲ったということで津波による犠牲者が多く、連日マスコミが取り上げていたのですが、現地に入ると液状化により多くの水道管、ガス管が被害を受けていました。この地震による水道管路被害の資料を収集し、液状化が水道管路被害に及ぼす影響の大きさを分析したことにより、ライフラインの中でも水道管路に研究のベクトルが向く契機になりました。その後、1964年新潟地震の水道管路被害データも収集、分析し、液状化と水道管路被害の関係を定量的に検討し、博士論文の1つの章として取りまとめました。

これ以降、国内の被害地震のほとんどにおいて現地調査を行うようになったのですが、最も衝撃的だったのはやはり1995年兵庫県南部地震でした。直下型地震が大都市を襲ったということで水道を含むライフラインにも甚大な被害が

発生し、長期にわたり都市機能がマヒしたことが脳裏に焼き付いています。この地震を契機に水道施設、管路の耐震化の推進が強く叫ばれるようになり、耐震化率という指標を用いて水道施設、管路の耐震化が進められました。また、それまでの想定をはるかに超える地震動に備えるためにレベル2地震動の考え方が設計に導入されることになりました。神戸大学名誉教授高田至郎先生のご指導の下、水道技術研究センターの研究プロジェクトの一環として、この地震による水道管路被害資料を収集、分析し、「直下型地震災害特性に基づく管路被害予測手法の研究」と題する論文を高田先生、藤原理事長(当時)をはじめとする研究プロジェクトのメンバーと共著で水道協会雑誌に発表し、日本水道協会から有功賞が授与されたことが思い出されます。

1995年兵庫県南部地震では、1948年福井地震を契機としてその翌年に制定された震度7が初めて観測されましたが、その後、2004年新潟県中越地震、2011年東北地方太平洋沖地震、2016年熊本地震、2018年北海道胆振東部地震と震度7の地震が4回発生しています。1995年兵庫県南部地震までの46年間に震度7を記録する地震が1回も発生していなかったのに、それ以降、23年間で5回発生していることから、地震の頻発期に入ったことがよくわかります。これら5回の震度7の地震のうち4回はいわゆる直下型地震です。現在、南海トラフ地震の発生に目が

向いているところがありますが、震度7を記録するような直下型地震の発生にも十分に注意を払う必要があります。したがって、全国各地における水道施設、管路の耐震化の促進がますます求められています。

地震被害の現地調査では被害を受けた構造物を丁寧に調査し、被害原因を究明することに主眼が置かれますが、被害を受けなかった構造物も調査し、被害を受けた構造物との比較により被害原因が明らかになることもあります。被害が発生していない埋設管路の調査は極めて難しいのですが、2011年東北地方太平洋沖地震では、日本ダクタイル鉄管協会のご支援の下、仙台市と石巻市で被害を受けていない管路の調査が行われました。管内カメラなどを用いて地震後の管路の挙動を計測したのですが、耐震継手が文字通り鎖構造となって地盤の変形を吸収していることが検証され、大きな成果を得ることができました。改めて、調査にご理解いただき許可していただいた水道事業体の皆様、日本ダクタイル鉄管協会の皆様に謝意を表したいと思います。



2011年東北地方太平洋沖地震後の管路挙動調査風景

2011年東北地方太平洋沖地震を契機として「危機耐性」ということが言われ始めました。危機耐性とは、1995年兵庫県南部地震における想定以上の地震動や2011年東北地方太平洋沖地震における想定以上の津波のような想定以上の外力や、豪雨と地震といったような想定以外の



2020年九州豪雨人吉市にて

事象にも備えようというものですが、これらすべてに対応しようとすると膨大なコストと時間を要しますので、もしもそのような事態が発生した際にも少なくとも最悪の事態、壊滅的な被害は回避しようという考え方です。豪雨・土砂災害による断水も昔から繰り返し発生していましたが、2015年関東・東北豪雨あたりから報道で大きく取り上げられ注目されるようになりました。毎年のように発生する豪雨・土砂災害による断水被害を目の当たりにして、水道施設、管路の耐震化の成果が豪雨・土砂災害の軽減に寄与している事例が多く見られましたが、豪雨・土砂災害特有の被害形態も少なくなき、これまでの耐震化一辺倒から、そのほかの災害への対策も考慮に入れた強靱化が求められるようになりました。複数の災害への備えということで、マルチハザードレジリエンスとも呼ばれています。水道施設、管路では地震、豪雨・土砂災害のほかに、低温障害による断水も近年発生しています。これらの災害における被害の特徴の共通点と相違点を明らかにし、共通点に対して共通の対策を講じたうえで、相違点に対するそれぞれの対策を講じるという、マルチハザードレジリエンスの取り組みが今後ますます必要となります。水道の基本性能である、いかなる時にも給水を確保する、すなわち、断水を発生させないという性能を確保するための、強靱化への継続的な取り組みのお手伝いが今後できればと考えています。

座談会



コーディネーター

東京都立大学 都市環境学部 准教授 荒井 康裕氏

座談会出席者

横浜市水道局 給水サービス部 給水維持課長 二見 友久氏

豊中市上下水道局 技術部 次長 牟田 義次氏

広島市水道局 技術部 維持課長 砂野 武文氏

「水道管路の 維持管理手法について」 —— 増え続ける老朽管の課題解決に向けて ——

水道事業にとって管路がその根幹をささえる重要施設であることは言うまでもありません。近年地震やゲリラ豪雨などの自然災害が頻度を増している中、道路や斜面崩壊などによる大規模な土砂流出や洪水により、埋設管路や水管橋などの被害が発生しております。また、残念ながら適切な維持管理も十分に実施されているとは言い難く、老朽管の漏水事故なども散見されております。老朽管路の更新を実施できれば被害は最小化できるのですが、事業体や工事業者の人員減少、更新費用の確保等、各種課題があり簡単に実施することはできない現状があります。

このような状況の中、すぐに更新に着手できない管路を適切に維持管理していき、更新の時期を迎えるまで安心・安全に使い続けなければなりません。今回の座談会では「水道管路の維持管理」にスポットを当て、東京都立大学から荒井准教授、横浜市から二見課長、豊中市から牟田次長、広島市から砂野課長にリモートでご参集いただき、「水道管路の維持管理」の現状と課題を語りあっていただきました。

(この座談会は、令和4年2月28日に実施しました。)



荒井准教授

まず始めに、現在の水道システムの課題について荒井准教授からお話いただけますでしょうか。

荒井准教授：まず、コロナ禍の中で改めて衛生工学の役割、水道の大切さを再認識しております。土木学会の第108代の家田会長が基調講演で、コロナ禍が及ぼす様々な影響に触れる中で、日本は各種の社会インフラが他国に比べて格段に整備されていること、また社会インフラの存在によって感染拡大を一定程度に抑え、不便を強いられたとはいえ、必要な生活水準と都市機能を維持できているのだと、述べていま

した。このコロナ禍は基幹管路を含む水道インフラシステムがいかに重要であるかを実感させる良い機会となっています。水道システムの問題は、老朽化する施設や管路の更新が遅々として進まないこと、人口減少による給水使用量の鈍化、事業者・工事業者の担い手不足など、たくさんあります。この辺りを今後どのように進めていくのが大きな課題となっています。

では、それぞれの水道事業者で進めておられる施設や管路整備の計画についてお教えいただけますでしょうか。まず、横浜市の二見課長からお願いします。

二見課長：横浜市水道局の各水道施設における耐震化率は、令和2（2020）年度末で、導水施設が69%、浄水施設（3浄水場）が51%、配水池等（22配水池）が96%となっています。

市内の送配水管については、総延長が約9,300kmに及んでおり、年間の管路更新率は約1.1%、法定耐用年数超過管の割合は約27%となっています。順次、更新・耐震化を進めておりますが、管路の耐震管率は全口径で29%、重要度の高い口径400mm以上の大口径管路は約51%になりましたが、まだまだ耐震化を進めていかなければなりません。

そのような状況ですが限られた財源で最大の効果が得られるよう管路更新の計画を立てています。

■ 令和2年度末の進捗状況（横浜市）

重要拠点施設 までの耐震化	市民が集まる場所 (地域防災拠点、主要な駅)	応急復旧活動の拠点 となる施設 (官公庁)	医療機関 (災害拠点病院、 救急告示医療機関など)	計
整備済み	339	41	67	447
未整備	122	2	9	133
計	461	43	76	580

管路更新においては、管の材質毎に局独自の想定耐用年数を設定し、長寿命化を図るとともに、管の腐食の度合いや地盤の強さなどに応じて、腐食が進んでいる管路の前倒しや、健全な管路の更新を先送りするなど、優先順位を付け、平準化しながら年間約110kmで更新を進めています。

また、大規模な地震が発生した場合に大きな影響を及ぼす可能性がある口径400mm以上の大口径管路及び震度7・液状化が推定される地域に布設された管路については、令和41(2059)年度末までに耐震管率を100%とすることを目指し更新・耐震化を進めています。

さらに、すべての管路が耐震化されるには長期間を要しますので、災害時に重要な拠点となる施設への管路の耐震化を優先的に行うなど、老朽管の更新と耐震化を並行して進めています。

牟田次長：まず豊中市の概要についてご説明いたします。行政面積は36.6km²、令和2(2020)年度末の給水人口は約40万人、1日最大給水量

は約13万m³です。管路の延長は導・送・配水管の合計で約810kmとなります。耐震化適合率は令和2(2020)年度時点、管路全体で33.8%そのうち基幹管路は68.3%です。更新率は約1.1%程度です。法定耐用年数を超えた経年化率は27.2%となります。

更新計画についてですが拡張事業が一段落した昭和48(1973)年度から配水管整備事業に着手し現在に至ります。本市では、昭和40(1965)年を境にそれ以前はFC管そこから異形管に防食措置を施していない昭和48(1973)年までの管は初期ダクタイル管と位置づけ、昭和49(1974)年以降は異形管に内面防食としてエポキシ樹脂粉体塗装を採用し、昭和58(1983)年から外面にポリエチレンスリーブを全管路に被覆してきた経緯があります。

昭和40年代の管路も残存していることから、老朽化による漏水事故を未然に防止するためにも、管路の経過年数に加えて、防食塗装の有無なども考慮して、機能低下が懸念される管路を優先的に更新する必要があると考えています。

■ 管種ごとの総合物理的評価点数（豊中市）

管種	外面防食 (ポリスリーブ)	内面防食 (ライニング)		竣工年度			経年化 係数 区分	事故 危険度		水理機能		耐震性強度		水質保持機能		管路ごとの * 総合点数的 評価点数 (S)	
		直管	異形管					係数	点数 (S _F)	係数	点数 (S _H)	係数	点数 (S _S)	係数	点数 (S _Q)		
DIP	GX	○	○	○	2010	～	現在	V	0.00	100.0	1.0	100.0	0.0	100.0	1.0	100.0	100.0
	NS・SII	○	○	○	1982	～	現在	V	0.00	100.0							100.0
	K・T	○	○	○	1983	～	現在	IV	0.02	100.0	0.3	69.3	0.8	65.3	91.2		
	K・T	×	○	○	1974	～	1982	III	0.05	77.1					68.8		
	A	×	○	×	当初	～	1973	III	0.05	77.1					0.8	64.2	0.8
CIP	印籠・A	×	○	×	当初	～	1965	II	0.20	21.0	0.7	48.6	1.0	22.4	0.5	29.3	28.6
VP	HIVP	-	-	-	1981	～	現在	II	0.10	50.0	1.0	100.0	0.7	19.4	0.9	85.2	53.6
	VP	-	-	-	当初	～	1980	II	0.15	32.4	1.0	100.0	1.0	7.8			38.3
SP	SUS・SP	-	-	-	1987	～	現在	III	0.02	100.0	1.0	100.0	0.3	69.3	1.0	100.0	91.2
	SP	×	○	○	1978	～	1999	II	0.05	77.1							0.1
	SP	×	×	×	当初	～	1977	II			0.1	92			0.1	10.1	
	VLP	×	○	×	当初	～	1989	II			0.7	48.6			0.7	48.6	0.5
HLP	ホース更生管 (CP)	×	-	-	-	～	-	II			0.05	77.1	1.0	100.0	0.3	69.3	1.0
PP	ポリエチレン管	○	-	-	-	～	-	III	0.10	50.0	1.0	100.0	0.0	100.0	0.9	85.2	80.8

※：経年化係数(CY)を1.0(経過年数=0年)とした場合の点数

現時点では、防食措置を施していない昭和48(1973)年までの管路について、令和19(2037)年度までの解消に向けて、また基幹管路の耐震化適合率は令和22(2040)年度100%を目指し取り組んでいます。管路の更新基準の考え方ですが、本市では、管路施設が持つ機能を客観的かつ定量的に評価するため、「水道施設更新指針」(日本水道協会)に準拠した、「管路の物理的評価」を平成18(2006)年度から導入しています。

例えば更新基準年数では、配水支管のGX形で約120年。K形・T形の外面防食ありでは約100年。A形・T形・K形の外面防食なしや配水用ポリエチレン管は約80年となります。

施設関連で申し上げますと、管路施設に設置されている機械や器具については、それぞれの持つ耐用年数を基本にできるだけ延命化を図りつつ必要に応じて適宜更新を行っており、土木構造物の更新基準年数については、基本的に、法定耐用年数は、60年とされていますが、コンクリート構造物でいくと、一般的にはそれ以上はもつものと想定しています。

砂野課長：広島市では平成30(2018)年度に策定した広島市水道ビジョンの実現に向け、令和4(2022)年度から4年間の具体的な事業運営を取りまとめた中期経営計画を策定し来年度より実施することとしています。まず、本市の水道施設の多くが昭和40年代以降に整備されたもので、令和2(2020)年度末現在で浄水場や配水池等の施設は338か所、管路総延長は4,859kmに達しています。これらの水道施設は、今後、更新需要が増加していくため計画的な更新が求められており、令和2(2020)年度末現在、管路の更新率が0.57%、管路の法定耐用年数超過管路率が25.6%という状況となっています。

こうしたことから、本市では平成26(2014)年度に水道施設の「維持保全計画」を策定し、水道施設の長寿命化と更新を着実に実施するとともに、施設の更新に併せて、耐震化や統廃合等による維持管理効率の向上を図ることとしています。維持保全計画の「管路編」では、市政の発展に併せ多くの水道管路を整備・拡充してきたことから、今後、順次老朽化を迎えるため、

■ 管路の更新基準年数の設定 (豊中市)

令和3年度(2021年度)末現在

管の種類	外面防食の有無	強さ・耐震性	更新基準年数	
普通铸铁管 (FC管)	×	×	50年	
ダクタイル铸铁管 (A・K・T形)	×	△	80年	
ダクタイル铸铁管 (K・T形)	○	○	100年	
ダクタイル铸铁管 (NS・GX形)	○	◎	120年	
ビニル管 (HIVP)	—	×	60年	
ポリエチレン管 (HPPE)	—	◎	80年	

水道管の法定耐用年数は一律40年ですが、実際に使用できる年数は、管の種類によって異なります。現在、水道管路を更新する場合は、ダクタイル铸铁管(NS・GX形)またはポリエチレン管を使用しています。

将来に渡り持続可能な水道事業を実現するために、更新や維持補修に必要となる事業費を明らかにした上で、計画的な維持保全を実施していくことが必要であることから、概ね50年先を見据えた水道管路の維持保全計画を策定し、管路の更新需要の抑制及び平準化を図ることとしています。

維持保全計画では、安全確保を目的に管路の状態を把握し、漏水を早期に発見・修理するための「点検要領」と、機能維持を目的に、長大な管路を効率的かつ効果的に更新していく「長寿命化（更新）計画」で構成されています。

「点検要領」では、水の安定供給を維持する上で必要な機能（水量・水圧・水質）及び維持管理で必要な機能（仕切弁・空気弁・消火栓等）を維持するための管路巡視点検や、漏水等による道路陥没等の事故を未然に防ぐための漏水防止調

査を実施し、水道管路の機能維持に努め、その結果を基に管路更新の優先順位を見直すなど、管路更新計画にフィードバックしています。

次に、「長寿命化（更新）計画」では、水道管路についても従来から漏水の早期発見・修理及び管路巡視に努めるなど、水道管路をできる限り長期間使用できるよう取り組んでいることや、現実として法定耐用年数をすでに超えている管路もあることから、法定耐用年数が過ぎたものを一律に更新するのではなく「管路の使用年数基準」を定め、将来の更新需要を平準化することとしています。

「管路の使用年数基準」の設定に当たっては、本市における過去の漏水の分析結果と、地盤の腐食性による管路の外表面腐食に伴う強度の低下や経年に伴う事故率の上昇を考慮した老朽度評価により40年から100年の基準を定めています。

■ 使用年数基準（広島市）

管の区分		口径	使用年数
ダクタイル鋳鉄管 (ポリスリーブ被覆なし)	腐食性が高い地盤	φ 500 未満	40年
		φ 500 以上	60年
	一般地盤	φ 500 未満	50年
		φ 500 以上	70年
	腐食性が低い地盤	φ 500 未満	60年
		φ 500 以上	80年
ダクタイル鋳鉄管 (ポリスリーブ被覆)	腐食性が高い地盤	φ 500 未満	60年
		φ 500 以上	80年
	一般地盤	φ 500 未満	70年
		φ 500 以上	90年
	腐食性が低い地盤	φ 500 未満	80年
		φ 500 以上	100年
鋼管	腐食性が高い地盤	φ 500 未満	50年
		φ 500 以上	90年
	一般地盤	φ 500 未満	60年
		φ 500 以上	100年
	腐食性が低い地盤	φ 500 未満	60年
		φ 500 以上	100年
HIVP		40年	
HPPE		50年	

具体的な種別としましては、管種、口径、土質条件によって使用年数基準を設定しています。埋設管の区分としては、①ダクタイル鋳鉄管（ポリエチレンスリーブ被覆なし）、②ダクタイル鋳鉄管（ポリエチレンスリーブ被覆）、③鋼管、④耐衝撃性硬質塩化ビニル管（HIVP）、⑤水道配水用ポリエチレン管（HPPE）の5種類に分類するとともに、口径は、管路の事故率に着目し事故の発生が多い500mm未満と、それ以上で区分しています。

また、広島市は、一級河川太田川に広がるデルタ部と山間地域を給水エリアとしていることから、地盤の腐食性にも着目し、土質条件を干拓地や埋立地などの「腐食性の高い地盤」、山地や丘陵地などの「腐食性の低い地盤」、その他の「一般地盤」の3地区に区分し、それぞれの使用年数基準を定めています。こうした「管路の使用年数基準」を基に、令和4（2022）年度からの中期経営計画の4年間で110kmの更新を目標として漏水時に社会的影響が大きい中大口径管路の更新を推進していく予定です。

横浜市、豊中市、広島市の施設や管路整備のプランや現状をお聞きになられてコメントをいただけますでしょうか。

荒井准教授：お聞きしていて各事業体は、限られた予算の中で必要な事業を実施するわけですが、それぞれの事情を抱えながら、苦勞されていると感じました。土木学会誌にインフラ委員の阿部雅人氏は以下のように述べられています。「土木構造物は基本的に、条件や環境に応じて設計・施工される一品生産であり、その類似構造物に同様な損傷が発生していても、その原因は多様で、個別の判断や対策が求められることも多い。したがって、インフラ全体に対して一様に適用可能な万能な維持管理技術というような

ものは存在せず、状況に応じて有効な技術が異なるのが普通である」と。土木構造物はオーダーメイドな製品であることを理解しなくてはなりません。

当然、管路システムも一品生産であり、その維持管理には「個別の判断や対策」が求められます。また、対象とする管路が「地中」に埋設されている点も、他のインフラと大きく異なる点です。直接目視することができない管路施設を対象にすることは、管路の維持管理の困難度・負担度を高める原因となっています。

牟田次長：先生がおっしゃったオーダーメイドで言えば、管路ではないですが、豊中市では配水池の劣化調査を実施したところ、一般的な耐用年数を当てはめると60年で更新が必要なのですが、調査の結果90年ぐらいはもつであろうと設定しています。

さて、ここからは管路の維持管理に特化してお伺いいたします。管路の維持管理に関して、取組まれている事項をお教えいただけますでしょうか。牟田次長からお願いします。

牟田次長：配水小ブロックの一部に設置している減圧弁の2次側圧力のチェックとして減圧弁が正常に機能しているかどうかを、各配水ブロックの夜間最小水量、積算水量などを毎日監視することで漏水の有無を確認しています。また、他企業工事や施工協議があった工事に対しての立ち合いや工事パトロールを実施し、既設管の保護や養生と既設管路の状態を確認しています。

定期的な点検として仕切弁は5～10年に1回、空気弁は5年に1回、排水栓も5年に1回、減圧弁は年1回、水管橋は年1回、飲料水兼用耐震性貯水槽等の管路付属施設については、重要度を考慮して周期を定め、直営および委託で点

検整備を実施しています。

漏水調査についてですが、日常的に行っている各ブロックの数値のチェックは別として、市内の各家庭のメーターについては2～3年に一度の割合で各戸の音聴調査を実施し、幹線管路は年に2回、主要幹線道路横断部や軌道横断、漏水履歴の多い路線は常時音圧監視を実施しています。

漏水補修は漏水が判明次第すぐに実施するようにしています。マッピングシステムは平成8(1996)年度から導入プロジェクトチームを設置し平成17(2005)年度に供用を開始しました。現在、GISをベースに各種業務支援機能を装備しています。維持管理業務においても、なくてはならないシステムであり、維持管理上の情報はすべてGISシステムで保管しています。

砂野課長：管路の維持管理は、維持保全計画の点検要領に従い、管路巡視点検や漏水調査を専門業者へ委託を行い管路の機能維持に努めています。

管路巡視点検で実施している日常点検や定期点検につきましては、「重要管路」、「一般管路」「危険管路」に区分し重要管路では、1年に1回、一般管路は4年に1回点検を行うとともに、地震や、大雨等で災害発生の恐れがある危険管路については、適宜点検を実施しています。点検内容としましては、管路を巡視し道路の陥没や路面の濡れ等の点検や、弁栓類鉄蓋の破損や道路との段差を確認するとともに、重要管路については弁室内の泥の堆積状況や、ボルトナットの腐食状況なども確認しています。

また、水管橋・添架管については、塗装の劣化状況や、管を支えるブラケット、補剛部材の劣化状況に加え空気弁等の付属設備からの漏水の有無を確認しています。管路巡視点検で異常が発見された場合は報告書を作成し維持管理担



豊中市牟田次長

当部署へ報告され、必要があれば修繕を行っています。

また、漏水調査では、管路の水量、水圧、水質を正常な状態で24時間・365日適正に維持管理するために、計画的に調査を実施し水資源の有効利用と道路陥没等による二次災害の防止を図っています。

具体的な調査内容としては、管路上の路面を歩き、漏水探知器により路面に伝わる漏水音を探知する「路面音聴調査」、管路に付属した仕切弁や消火栓等に伝わる漏水音を音調棒により探知する「弁栓音聴調査」、管路の仕切弁や消火栓等の付属設備に伝わる漏水音を複数の据置き式のセンサーで捕捉し、漏水音のデータをコンピュータで解析して漏水地点を特定する「多点相関調査」を実施しています。

漏水調査の頻度や調査場所については、全ての管路を調査することは非効率であることから、口径250mm以下の一般管路については給水区域全体を166ブロックに分け、市内中心部の商業地区や比較的漏水の多い地区の104ブロックについて2～4年の周期で配水管や給水管の調査を行っています。

■ 漏水調査頻度（250mm以下の配水管）（広島市）

調査地区	調査周期
市内中心部及び漏水多発地区	2年に1回
昭和48年以前の布設地区	4年に1回
昭和49年以降の布設地区	調査対象外

また、導水管・送水管・口径300mm以上の配水管は重要管路と位置づけ、年2回、年1回または2年に1回の周期で漏水調査を実施しています。

■ 漏水調査頻度 （導送水管及び300mm以上の配水管）（広島市）

調査地区	調査周期
老朽管 （普通・高級铸铁管、塩化ビニル管、 老朽化が著しい鋼管）	1年に2回
腐食性土壌に埋設されている ポリエチレンスリーブを被覆して いないダクタイル铸铁管	
腐食性土壌以外に埋設されている ポリエチレンスリーブを被覆して いないダクタイル铸铁管	1年に1回
ポリエチレンスリーブを被覆して いるダクタイル铸铁管	2年に1回

これまでの取り組みとして老朽管の更新や、漏水調査による漏水の修理を行ってきたことから、令和2（2020）年度末の漏水率は2.5%となっています。また、漏水調査や自然漏水の修理については、給水区域一円にわたって、突発的・多発的に発生することから、24時間・365日緊急修理等に対応する必要があるため、水道知識の豊富な配管工等の技術者を有しているとともに、事業所等を市内一円にもつ、広島市指定上下水道工事業協同組合（以下「上下水道組合」という）へ年間の単価契約を結び水道の安定給水に努めています。

次に、管路を適切に維持管理するためには水道施設台帳が重要です。私が水道局に入局したころは、紙ベースの配管図面を見ながら管路の維持管理を行っていましたが、平成7年（1995）度にマッピングシステムが導入され管路の維持管理が一変しました。当時のシステムは配管図面と完成図が閲覧できるだけでしたが、現在では、マッピングシステムの機能が向上し給水台帳の閲覧や、各種検索機能、管網計算機能、マッピングを現場に持ち出すためのタブレット端末の導入が行われ維持管理の効率が飛躍的に向上しており、今では管路の維持管理を行っていくためには必要不可欠なシステムとなっています。

近年、DX（デジタルトランスフォーメーション）が叫ばれており、今でも便利なシステムですが、システムメーカーには今後さらなる進化を期待したいと思います。

二見課長：日常的な点検としては、仕切弁や空気弁の点検は、断通水作業前の事前調査時にあわせて行っています。特に、口径400mm以上の大口径のバルブや減圧弁などの重要設備については、3～5年の周期で定期点検を実施しています。ほかにもバックアップに制限が生じやすい施設として、水管橋は年に1、2回、共同溝は年に4回の点検を実施しています。

また、平常時には、管路の一部として運用している災害用地下給水タンク、いわゆる耐震性の貯水槽については、弁類の動作確認を3年に1回、内部の清掃を10年に1回行っています。

漏水調査については、横浜市内の18行政区を3年間で一巡するように年間6行政区の路面音聴調査と各戸の音聴調査を行っています。令和4年度からは、さらに効率的に調査を行うことを目的に、戸別の調査を取りやめて路面の音聴調査をより充実させることとしました。具体的には、漏水発見件数が多い6行政区を2年間で

一巡し、その他の12行政区を3年で一巡するように計画しています。

次に、マッピングシステムは、令和元年度に新たなシステムに更新し、これまでの管路施設情報の管理に加えて、アセットマネジメント機能や工事予定、工事の進捗管理共有機能などを追加し、効率的な事業運営をサポートするための再構築を実施しました。現在、このシステムに局内施設の点検情報や健全度評価を蓄積し、施設の適切な維持管理と計画的な更新を着実に効率的に進められるよう、データベースの構築を進めています。

荒井准教授：各事業体のご報告をお聞きして、従前の方法では現場で記帳したものを、オフィスに戻ってから報告書用に入力し直していた業務ですが、タブレット端末などのICTツールを活用しながら、生産性向上や業務改善を図る新しい取り組みが積極的に導入されている状況を確認できました。

先生が研究されている「漏水センサー最適配置計画モデルの有効性」について教えてくださいませんか。

荒井准教授：まず、研究内容を紹介する前に、私が過去に参画した水道技術研究センターの研究プロジェクト「Pipe Stars」（次世代の水道管路に関する研究 [2011-2013]）で取り組んだ次頁下部の「水道の未来予想図」をご覧ください。

この図はタイトル通り水道業界の未来に期待を込めて作成されたものです。次世代情報管理システムとして、センシング技術、ビッグデータの解析、AI技術の応用を駆使することで、業務効率の向上や働き方改革など、水道界が抱える困難を乗り越えるのではないかと考えています。また、水道事業は他のインフラシステムと異な



横浜市二見課長

り、人が口にする飲み水を供給するわけですから、水質を監視するといった部分にも、センシングやAI技術の本領が発揮される可能性は高い、大きなビジネスチャンスがあると感じています。

ご存知の方も多いかと思いますが、文部科学省の白書の中で、「IoT / ビッグデータ / 人工知能 (AI) 等がもたらす『超スマート社会へ』の挑戦」と題して、新技術の活用事例を報告しています。こうした野心的な取り組みは、水道界でもお手本とし、様々な分野で普及させていかねばなりません。

ここで少しだけ、私の研究活動の内容を共有させてください。SIPというプロジェクトがありました。それは、2014年から開始された国家プロジェクトであり、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) と呼ばれました。その中に「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」をテーマとする分野が設けられ、約1,500名もの専門家、技術者らが総力を結集し、ドローンを用いた橋梁点検など、社会実装を目標にした研究開発が2018年度まで実施されました。私は、「社会インフラ（地下構造物）のセンシングデータ収集・伝送技術及び処理技術」に関するグループに参画し、センサー技術を使った漏水音のセンシング、電柱にあるアクセスポイントに電波



画面共有して説明する荒井准教授

水道の未来予想図



を飛ばして情報を伝える伝送技術、漏水の有無をAIで判別する技術等の開発に携わりました。漏水調査を例えますと、お医者さんが患者さんの胸に聴診器をあて異常があるかを判断するのと同様です。人の「耳」でできることをセンシング技術やAIで置き換えることが可能か否か挑戦しました。一方で、限られた予算の中で、このセンサーを全てのバルブボックスに取り付けることは現実的でないので、どの場所に取り付けるのが最適かを研究したのが、私のミッションでした。(下図 参照)

水道法の改正で管路台帳の適正管理が求められています。デジタル化も同時に進めば、対象路線の管路延長がどれくらいあるか、正確に把握できるはずです。また、マッピングシステム

にはカーナビのような距離検索機能もあるでしょうから、センサーを設置する候補の2点間の距離が何mか等を素早く集計でき、最適な配置計画も検討できます。台帳管理をきちんと行うということが目的ではなく、整備した情報、データをどのように活用するかということが、本当の目標だと思います。

人口減少が進む中、ダウンサイジングも一気に進めることは不可能であり残留塩素確保にはご苦労されているかと思います。そこで、残塩確保に関する現在の取り組み状況に関して、お教えいただけますでしょうか。広島市の砂野課長からお願いします。

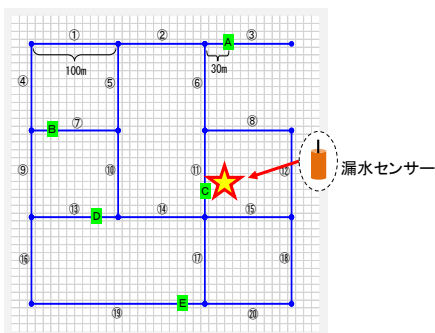
漏水センサー最適配置計画モデル
の有効性に関する一考察
(首都大/荒井)

ケーススタディの結果(1)

1箇所に設置する場合

	A	B	C	D	E	Σ
A	0	307.1	276.2	300.0	342.9	1226.2
B	242.9	0	414.3	166.7	381.0	1204.8
C	161.9	307.1	0	133.3	152.4	754.76
D	291.4	204.8	221.0	0	247.6	964.76
E	291.4	409.5	221.0	216.7	0	1138.6

←Min



質問：
5箇所の候補のうち、
1箇所に設置するので
あれば、どこが良いか？

答え：
地点Cが最適

砂野課長： 広島市では、水道ビジョンの主要施策として「安全でおいしい水の供給」を掲げ水道水の安全性を確保するとともに蛇口における残留塩素濃度の低減を図るため、配水池（183池）の約4割に当たる73か所に追加塩素設備を整備するとともに、残留塩素濃度を監視するための残留塩素計等を109か所、水質監視モニターを6か所に整備し残留塩素濃度の低減・監視に取り組んでいます。

また、平成30（2018）年度から局内に「残留塩素濃度管理検討委員会」を設置しおいしい水の目標を「残留塩素0.4mg/L以下の水道水とし、それを利用する人の割合を給水人口の75%以上」となるよう検討を行っています。

具体的には、現状の残留塩素の管理方法が適切なのかを検証するため、各地の残塩データを採取し適切な追加塩素注入ができているのか、どういった地区の残留塩素が高いのか、低いのかを分析しその対策を検討しています。この委員会の分析結果によると、浄水場直系の給水エリアで残留塩素濃度が高くなっていること、また、追加塩素設備が必要な給水エリアがあることが判明したため、今後、対応を検討していきたいと考えています。

二見課長： 横浜市では平成16（2004）年度から残塩の低減化に取り組み、現在では、概ね全ての地域で目標とした0.3mg/L超、0.7mg/L以下の範囲で残留塩素濃度を確保しています。この目標を達成するため、毎年、真夏に市内643か所で調査を行ってきました。その結果に基づき、残留塩素濃度が低い地域では消火栓やドレンでの洗浄を委託で実施し、残留塩素濃度の確保に努めています。なお、今後は毎年の調査を簡略化し、643か所の全数調査は4年に1度の実施にするなど、効率化を図る方針です。

また、ダウンサイジングの取組ですが、管路更



広島市砂野課長

新には、モルタルライニングのダクタイル鋳鉄管を使用していましたが、口径400mm以下のダクタイル鋳鉄管については、平成30（2018）年度から内面塗装にエポキシ樹脂粉体塗装を採用しています。この塗装を使うことで残留塩素濃度の減少を抑えることができ、有利になると考えています。また、エポキシ樹脂粉体塗装はモルタルライニングと比べて、塗装厚が薄く、通水面積が大きくなることや、流速係数も見直すことができるため、ダウンサイジングの促進につながっています。

牟田次長： 残留塩素については、豊中市の行政エリアは横浜市や広島市に比べはるかにパッケージが小さく、配水管延長も多くありません。また配水の大部分を大阪広域水道企業団からの受水で賄っていますが、平成6（1994）年度より企業団の浄水方式が高度処理（活性炭・オゾン処理）になってからは、市内の残塩管理の必要がなくなりました。

現状、豊中市ではまだ人口が少し右肩上がりの状況であります。また5階への直結直圧給水や直結増圧方式の設計水圧の見直しなど考慮してもダイナミックなダウンサイジングは当面の間、厳しいと考えます。

ただ更新を計画する際にはできるだけのダウンサイジングは考慮しています。

今の取り組みなどをお聞きになられて荒井准教授からご意見いただけますでしょうか。

荒井准教授：砂野課長のご説明に残留塩素濃度が低い地域での対処方法がありました。これは末端で残留塩素を維持するために「排水」を行っているという解釈でよろしいでしょうか。

砂野課長：広島市の給水エリアは太田川に広がるデルタ部と山間地域に分かれています。山間地域は浄水場より標高が高いため配水池を幾つも中継し水を送っており、基本的にワンウェイとなっています。こうした水道施設であることから末端の配水池では給水量よりも消火用水量の方が多くなる場合があります。各家庭で使用する水量だけで配水池を運用した場合、管末で残留塩素濃度を維持することが難しいため常時排水（常時排水箇所：1,003箇所）を行っています。

荒井准教授：ありがとうございます。

二見課長：横浜市では港湾における埠頭で類似する事例があります。船舶への給水は短時間に大量の流量を確保するために配水管を太くする必要があり、残塩濃度の確保が困難なため、委託による定期洗浄を実施しています。

牟田次長：砂野課長もおっしゃいましたが、消火栓の水量の意味でもダウンサイジングを図るのは難しいと思います。

荒井准教授：ご指摘の点については、人口減少＝ダウンサイジングと短絡的に見られがちですが、現実には難しいですね。ダウンサイジング

したくても、消火栓の関係があり、口径を小さくできない、という話を私も何度か耳にしたことがあります。先ほどの砂野課長の山間部への給水でもありましたね。特に山間部の人口が少ない地域では、飲み水の供給だけ考えて、水質面を優先させるのであれば、ダウンサイジングは有効でも、消火栓の水量を確保するためには現状口径の維持が必要となります。

二見課長：消防法に基づく消防水利の基準では、消火栓は口径150mm以上の管路に設置することとされています。一方、横浜市では消防局と基準を設け、口径100～300mmの配水管に消火栓を設置してきましたが、平成30年度から放水実験などの検証を踏まえた協議を進め、設置基準の見直しを行いました。この見直しの結果、75mm管路への消火栓設置は1基までとすること。75mmを分岐するための管路はループが形成されていること。現地水圧にもよりますが75mmへの分岐後概ね60m以内に設置することなどを条件に75mm管路への消火栓設置も行っています。

また、牟田次長からは様々な事情でダウンサイジングが難しいというお話もありました。横浜市では、ポンプエリアにおいて水圧を可能な限り低下させることで、経費縮減につなげる取り組みを行っていますが、各戸の水圧が確保できるかの調査が必要なため、更新時に合わせたダウンサイジングには、様々な調査や検討が必要となっています。

ダウンサイジングの事例としては、過去に何らかの都合で同一路線に2条配管となった地域の配水管を1条配管とするなどの取り組みを行っています。

砂野課長：広島市の水道施設は昭和40年代に右肩上がり給水量が伸びることを前提に整備

されたことから、現在の1日最大給水量と比較すると大きく乖離するため管路の更新に合わせたダウンサイジングが必要であると考えています。

こうしたことから、平成16(2004)年度に市内デルタ部の配水幹線の見直しを行い、現在、新たな配水幹線の整備を進めています。

また、令和3(2021)年度から4年をかけて、全ての給水エリアで管路の再構築について検討を行い、管路の更新に合わせて配水支管のダウンサイジングを進めていくこととしています。

ニューラルネットワークを用いた残留塩素濃度減少の研究について、コメントください。

荒井准教授：漏水センサーの話題でも触れましたが、再度、申し上げますと、センシング技術、

ビッグデータの解析、AI技術を活用して、職員数が減少しても対応できるような体制を守るのが究極的な目標です。現在では聴覚と経験で漏水を判別されていますが、機械学習モデルを構築すれば、漏水の検知作業の効率化が図れるのではないかと考えています。

残留塩素の話に戻すと、上流側の水質の情報、水量や気温をインプットとし、中間はブラックボックス、アウトプットは末端の監視装置で測定した水質等の情報を活用します。ブラックボックスの中身に相当する部分を、先ほどの漏水検知モデルと同様、ニューラルネットワークといったAIで学習させて、アウトプットを予測するような研究も行っています。精度の良好なモデルが構築できれば、残留塩素の低減化シミュレーションにも使えるのではないかと考えています。運転管



■ 広島南幹線共同溝に整備した 1,000 mm NS形ダクタイル鉄管（外面特殊塗装管）

理の支援にまでつながれば理想的です。

今後、多くの事業者で老朽管の破損による漏水や場合によっては断水などが発生するかと考えられます。その際の対処法として、過去に漏水した場合の話をいただけますでしょうか。横浜市の二見課長からお願いします。

二見課長：漏水への初期対応については、市内の配水管に251箇所設置している水道計測設備により圧力異常等を検知した際に、当局職員によるパトロールの実施や、近隣住民による通報等で漏水場所を特定しています。

最近の漏水では、通報とほぼ同じ速さでSNS上に情報が拡散していることが見受けられることから、より迅速に情報を得るため、SNSによる情報収集ツールを試行的に導入し検証を行っているところです。

漏水修理については、小規模かつ支管等で影響が少ない場合は、断水し修理を行っています。また、断水や濁水等による影響が大きい場合は、配水の系統を切替え、影響を最小限に抑えたいうえで修理を実施します。

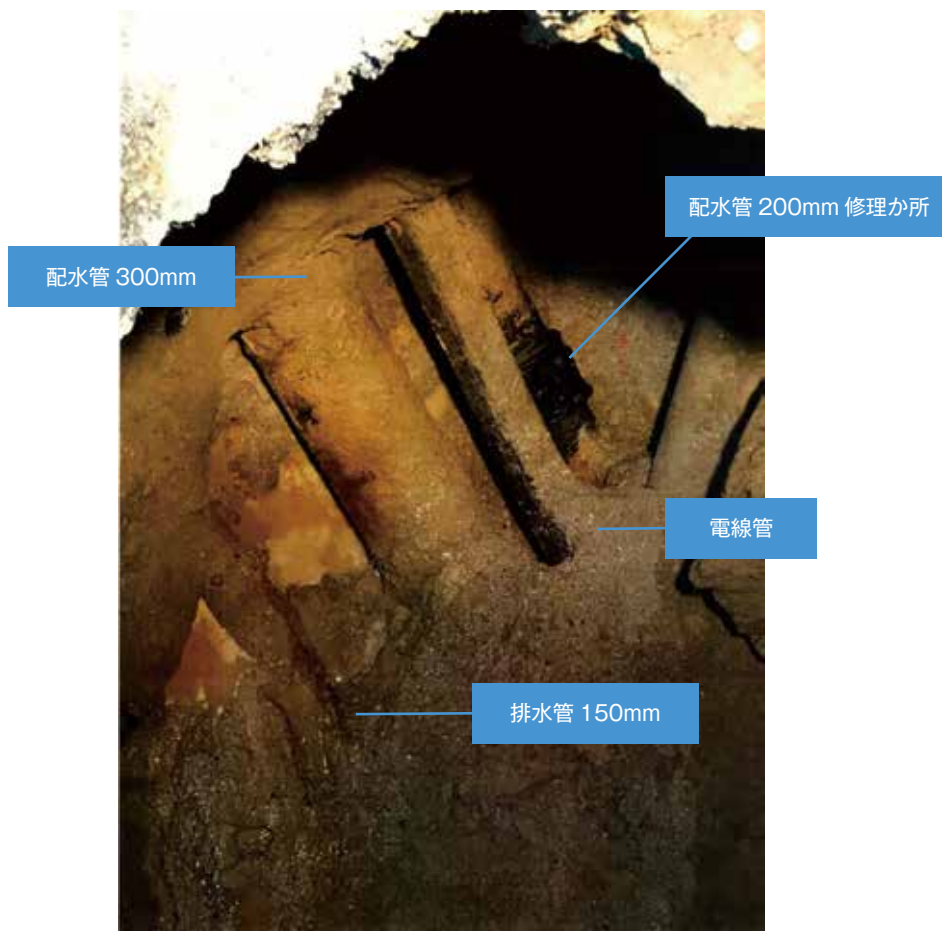
事故時の対応としては、市のHPへの掲載や広報車による広報と併せて、断水が生じる場合は、給水車による応急給水を行っています。

牟田次長：ほぼ、二見課長と同様ですが漏水が発生した場合、漏水の規模・量・二次災害の可能性などを考慮して対応します。漏水水量が比較的少なく影響範囲が狭ければ、三つ割れなどの補修金具を使用し、断水を行わず施工を行いたいところですが、漏水水量が多く、断水をしなければならない場合、事前に断水ビラや広報を行い事前に周知を行います。幸いここ数年、大きな漏水は発生していません。しかしながら先日幹線のφ500mmの不具合が発生し断水（出水不良）が発生しましたが、系統幹線の切り替

えや影響範囲内への車両での広報やツイッター等のSNSにより情報を随時発信し市民への情報提供を行いました。当然のことながら一部の市民さんからはお叱りを受けましたが、電話での問い合わせは減りました。また漏水対処法とは直接的なものではありませんが、配水小ブロックの整備や系統幹線のループ化が進んだことにより、赤水や断水エリアの限定化や被害エリアの最小化が図られたことは実感しています。

砂野課長：広島市では、先ほども申し上げましたが、突発的に発生する水道管破裂事故等に対応するため、24時間・365日緊急修理に対応できるよう上下水道組合へ年間の単価契約を結び水道の安定給水に努めています。近年は、老朽管の更新が進んできたことから給水管以外の折損事故は減ってきましたが、令和2(2020)年度では18件の漏水事故(人為的な漏水は除く)が発生しています。管種の内訳としましては、鑄鉄管が5件、鋼管が1件、ビニル管が1件、その他付属設備が11件となっています。令和3(2021)年度も配水管の漏水事故が発生してしまし、その中でも、大きな断水事故につながりそうだった事例について話をさせていただきます。この案件は、令和3(2021)年5月25日に発生した漏水事故で、昭和40年に布設された配水管200mmのメカニカル形の普通鑄鉄管がはちまき状に管割れを起こしたものでした。

この配水管は、水位調整弁を使用して配水池へ水を流入させる管路であったことから、修理に長時間(配水池の貯留時間:7時間)を要すると、2,200世帯が断水となる状況でした。この漏水情報は市民からの通報を受けたもので、修理については管路を維持管理している西部管理事務所が現地へ赴きマッピングシステムのタブレット端末により配管状況を確認し上下水道組合で修理を行っていただきました。この漏水箇



■ 配水管 200mm 折損事故修理状況（広島市）

所は配水池からの流出管である配水管 300mm も並行して埋設されていたことから、どちらが漏水しているのかわからない状況でしたが、流入管を一時的に閉めて漏水量が減るかどうか確認することで配水管 300mm ではないことを確認し漏水している管を特定しております。こうした漏水事故での対応は水道技術者としての経験が非常に大事になってきます。とっさにどのような対応を行うべきか経験がモノをいうところだと思っています。

この事例では、漏水箇所を特定するための掘削作業に時間を要し、16 時頃から始まった修理

が完了したのが 0 時を回った頃でした。管が折れた箇所が直管部分であったことからジョイント金具により修理を行い、なんとか 2,200 世帯の断水は防ぐことができました。毎年、老朽管の更新は行っているのですが、すべて完了するまでには長期間を要することから、引き続き漏水調査や管路点検を着実に実施し、管路の維持管理に努めていきたいと考えています。

コメントをお聞きになられて荒井准教授から、ご感想をお話いただけますでしょうか。



荒井准教授：住民への情報開示にはとても気を使われているという印象を受けました。情報は素早く開示し、公表し、共有することが重要、と認識されている様子も伺えます。危機管理の面でも、事業者としてさまざまな情報を広く収集されていることを理解しました。各事業者の皆さんにお聞きしたいのですが、漏水などの緊急の場合、砂野課長からは単価契約の話がいただきました。地元の管工事組合等の協力が必要であると感じているのですが、日常業務としてはどういった関係にあるのでしょうか。

二見課長：横浜市では、以前は管工事協同組合に市内すべての漏水修理をお願いしていましたが、現在は7つの水道事務所ごとに、競争入札にて請負工事契約を結んでおります。

契約の概要としては、1年を通して24時間待機していただき、漏水があった場合に出動して修理を行うこととしています。

管工事協同組合との連携としましては、災害時の協力について協定を結んでおり、防災訓練や応急給水施設等の維持管理の委託をお願いしています。

牟田次長：維持管理の緊急工事は直営で行っています。豊中市にはまだ、技能職員がいますので、口径にもよりますが局職員で対応しています。幹線道路での緊急修繕工事等は、建設業者に依頼します。漏水等の連絡があった場合は、現場にまず職員が駆けつけて、そこで職員対応が可能であれば職員対応、困難と判断すれば建設業者に連絡をいたします。

砂野課長：水道施設を常に正常な状態で維持するためには24時間・365日体制で緊急時に備える必要があるため、広島市では上下水道組合と緊急修理について特命随意契約を結ぶとともに、災害時の応援協定(災害時における応急措置の協力に関する協定)を結んでいます。

他都市では、一般競争入札により業者を決定しているところもあると伺っていますが、広島市では道路上の修理が行える業者に限られることから全市域を24時間・365日体制で緊急に備えることは難しいため、配管業者の集まりである上下水道組合にお願いしているところです。こうした事情から水道事業を安定して経営するためにはなくてはならないパートナーであると認識しています。

荒井先生からも建設業者の担い手不足が問題となっていると話がありましたが、広島市でも業者数が減ってきていることから、今後ますます問題化してくるのではないかと心配しており業者の育成が必要であると感じております。

荒井准教授：まさに広島市の問題は、全国にあると思います。業者を育成することも、発注者の重要な仕事です。工事業者が不在では、適切な管路インフラの維持管理は実現しません。「パートナー」という表現はおっしゃる通りです。インフラに投資を行い、雇用を生み、経済を成長させる、この考えが必要です。いざ、工事を実施する際に職人が不足しては、何もできません。

横浜市では水管橋の点検または、維持管理上で新たな取り組みがあれば、いかがでしょうか。

二見課長：横浜市では、平成24(2012)年に国交省管轄に係る水管橋の点検マニュアルを定めました。その後、平成26(2014)年の大規模な

水管橋の漏水を契機に、同点検マニュアルを市内全ての水管橋に適用し、年に1回、国交省管轄の水管橋については年に2回の点検を実施しています。

また、マッピングシステムに毎年行う点検情報を取り込むよう改良の検討を行っているところです。

新たな点検方法については、平成26(2014)年に研究開発を行った「橋梁添架管点検カメラ」があります。これは、令和元(2019)年度に全国水道研究発表で報告させていただきましたが、既存の橋梁用の点検カメラを水管橋用に改良を行ったもので、近接性能が高く、ドローン等でも確認が困難な添架管の頂部の確認も行うことができます。一方で、当カメラでも点検が困難な水管橋もあることや、直営点検に比べて委託による点検は費用も要するため、水管橋の設置条件等によって適切な点検方法を選択することが必要と考えています。

豊中市や広島市で、何か新しい取組みがございましたら、お教えいただけますでしょうか。

牟田次長：維持管理上の新たな取り組みといえるかどうかわかりませんが、最近旧規格の消火栓用補修弁の漏水事案が発生しました。このような状況下、補修弁の調査を実施し、リスク評価、修繕の優先順位付けを行い、消防局とも協議のうえ漏水の未然対策として補修弁補強金具による補強を10年かけて実施予定です。

また水管橋など足場が必要で直接目視できない場所での点検について、令和4(2022)年度よりドローンを使用して点検を行う予定です。日常点検や定期点検、漏水調査や他企業の工事立ち合いなどの管路パトロールは、今後の職員減少や技術継承を考えると継続的に実施できるか不安がある中で、将来的には、管路の状態を

砂野課長：広島市の市長事務部局内では、DX（デジタルトランスフォーメーション）の推進が掲げられ、水道局においても局内に「ICT活用検討会」を立ち上げ、水道事業におけるICTの活用について検討を行っています。ICTの活用の一つとして全国でも調査研究が行われていると思いますが、本市においてもスマートメーターの導入を検討するため、令和3（2021）年度、試験的に設置し電波の状況、通信の安定性、水量データの正確性及び取得されたデータによる漏水か所の特定の可否などの検証を行っており、今のところ、良好な結果であると聞いています。しかしながら、導入に向けたコストが高いとも聞いていますので、全ての水道メーターを交換するにはもう少し時間がかかるのかなと思っています。それから、令和3（2021）年、和歌山市で発生した水管橋崩落事故を受け、これまで水管橋の点検は目視のみで行ってきましたが、令和4（2022）年度から一部ドローンによる点検を試験的に実施することとしています。

また、令和2（2020）年度に、鉄管メーカーが開発した水道工事の施工管理を行えるシステムの紹介を受けました。これは、施工業者が使うものですがそのシステムから日々の工事日報や、継手チェックシート、管割図の作成ができ業者サイドの作業の効率化と、そのデータを発注者に転送することで発注者は施工管理の効率化が図られるものです。しかしながら、まだまだ普及していないので今後こうしたシステムが一般的になっていくことを願っています。

ICTはどんどん進化していくので、いかにこうした情報を入手して水道事業に取り入れていくかが重要であると思いますので、新しい情報を常にリサーチしていきたいと思います。

今後、適切な管路の維持管理を進めていく上で、課題や必要な新技術などご意見をいただけますか。

二見課長：現在の厳しい財政状況の中で管路の維持管理を適切に行うためには、管路の状況を的確に把握することが重要であると考えます。

そこで、横浜市では、管腐食の進行状況を、掘削せずに把握することを目的に、共同研究によって開発した腐食追尾センサーを平成29（2017）年度から令和元（2019）年度にかけて設置し、腐食量モニタリングを行う調査研究を行っています。

牟田次長：維持管理を行う中では、どうしても人の力に頼らざるを得ません。特に目視点検や機能点検などの技術や判定、また非常時の修繕方法の判断、経験値が必要な場合がまだまだ多々あり、そのうえで人材の確保や技術継承などが課題です。維持管理は基本的にルーティンワークであると考えており、一定程度まではマニュアルなどで対応ができますが、突発的な事象や判断が必要な場合、経験値が物を言う世界であると思います。幸い豊中市の維持管理部門にはまだ直営の技能職員が在籍しています。我々もその技術に頼るところもあり、積極的な予防保全を行うためにも彼らの経験値やその機動力はなくてはならないものであり、組織としてもその技術が絶えぬよう配慮していく必要があると考えています。

新技術については、最近では最新機器を使用している調査やITを利用している評価などひと昔前では想定できない技術がでてきました。先ほどから先生の研究にも通じますが、漏水調査であれば、戸別音聴調査・関連式音聴調査・多点関連式音聴調査と高度化しています。記録に関しても音圧ロガーによる音圧値は無線通信などクラウドで管理して事務所でいつでも確認ができます。各家庭に設置されている計量メーターも、スマートメーターとしてリアルタイムでの数値管理が可能となってきました。私の思いと

してはこれらのセパレートに扱っているデータをトータルで扱い、システムティックに処理できるようになれば少なくとも漏水対策については、事業レベルや技術的スキルに関係なく、一定レベルは確保できるのではないかと思います。さらに管内の圧力や残塩濃度などの情報を監視していくことにより、管内の劣化の度合いなど評価していくことができ、更新のタイミングを見計れることが可能になります。それぐらいシステム化できればいいのではないかと考えています。若い職員にも「新技術についてはその技術が利活用できるか常にアンテナを張りめぐらすように」と伝えています。

砂野課長：全国の水道事業者と同様に、本市においても人口減少に伴う水需要の減少、水道施設の老朽化、技術者不足が共通の問題となっているのかなと思っています。今後の水道事業の安定経営を行うためには、なんとしても事業の効率化を図りながら着実に水道施設の更新を行

わなければならないと考えています。

着実な更新を行うため、先ほども述べましたが、維持保全計画に従い管路更新を行うこととしていますが、近年、少子高齢化に伴い工事業者が減少してきていることから、今後の更新需要が計画通り進まないことが懸念されるため、他都市の状況も参考にしながら対策を練っていきたいと考えています。

現状としましては、配管工事の入札参加業者が20数社で、年間の更新延長が過去4年間の平均で24.1kmという状況で、令和2(2020)年度の更新率は0.57%となっており、このままですべての管路を更新するには175年かかります。

こうした状況から、管路の更新を行いながら、予防保全として漏水調査や管路の点検にも力を入れていかなければならないと考えています。

現在の漏水率は、令和2(2020)年度末現在で2.5%と低い数値ですが、今後、悪化することも考えられることから、できるだけ効率的な漏水調査を行いたいと考えており、現在、各家庭

豊中市ナレッジサイト

ナレッジマネジメント



現場や個人がもつ知識・経験・事例・ノウハウ

↓

局の情報共有システムに「ナレッジサイト」立ち上げ動画等をアップ

- ・修繕手法
- ・施設点検整備手法
- ・漏水調査(漏水音・疑似音)
- ・バルブ操作
- ・洗管
- ・管網解析
- 等

のメーターに漏水を判定する機器の導入検討を行っています。また、将来的には配水管路にスマートメーターを設置し管路の異常流量を探知できるような配水監視システムが出来たらいいなと思っています。

最後に、管路の維持管路に課題解決に向けて、荒井准教授からご提言をお願いいたします。

荒井准教授：水道事業は、経営面、技術面と状況は厳しいですが、水道マンとしてきちんと実施していかなければならない責任の大きい、重要な仕事であることを再認識しました。今の内から、水道界の担い手の確保を行い、技術の継承対策を早急にやらなければなりません。ある講演で「先進国のインフラ投資をこの20年間で半減させてきたのは日本だけで、イギリスでは約3倍、アメリカでは約2倍などインフラ投資を伸ばしている。インフラ投資は自国の経済を成長させ

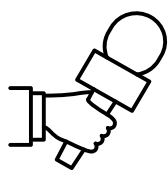
て、競争力を向上させる」という主張を聞いたことがあります。

繰り返しになりますが、管路システムは「一品生産」であり、その維持管理は「個別の判断や対策」が求められ、技術者が「現場に行く必要」もあります。管路の維持管理には、そもそも「ヒト」や「カネ」を多く必要とする側面を理解し、もっとアピールする必要があるでしょう。そのうえで、私もアカデミアの分野で研究を行い、少しでも実用に耐えうるような技術を開発できれば言うことはありません。また、生産性についても『より飛躍的な』向上を目指し、高みを求めなくてはなりません。改めて申し上げますが、土台となる基礎は「人」で、その土台を脇でICTが補助する。維持管理の最後は、エンジニアの経験値、人の技術が大切であることを実感しました。

長時間にわたりありがとうございました。

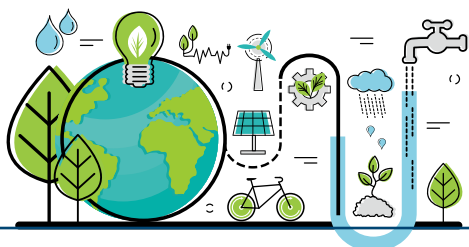
管路の維持管理について

- ① 管路システムは一品生産
- ② プロの人間のスキルが土台
- ③ AIやICTはエンジニアのサポート



この人に聞く

～明るい未来に向けて～



徳島市上下水道事業管理者
局長 久米 好雄



—これまでの経歴を振り返って。

昭和43年に徳島市水道局工務課に採用後、水道一筋に歩み、維持課長や拡張事務所長、水道技術管理者、次長などを経験して、平成21年4月から8年間、水道事業管理者を務めました。その後、一度退任し、再び令和2年5月25日に上下水道事業管理者に就任しました。

私が水道局に採用された昭和43年当時は、高度経済成長の真最中で徳島市では未普及解消事業に重点を置き、配水管で言えば総延長の30%は石綿管で有収率は65%でありました。徳島は川の町といわれており、市内には138本もの川が流れています。当時は、川の濁りがひどく、市内の中心を流れている新町川も七色の川と言われているほど、家庭や上流の工場から排出される汚水で、悪臭がし、汚染され、ひどい環境でした。



若かりし頃の久米管理者

—その頃のエピソードはありますか。

第3期拡張事業の際に、現場担当として、応神町高良水源と川内町榎瀬水源を連絡する工事を担当していました。当時は石綿セメント管を使用しており、ようやく通水という時に水圧でジョイントが抜け出すことがあり、一晩中かけて苦勞して繋いだ管工事が、全く無くなったことを経験しました。

—その経験でどういった想いで、再度、取り組まれたのですか。

水を住民の皆さんに届けなければ、やり遂げなければならない責任感です。住民の皆さんが待っているわけです。ご承知のように、水道法第3条には「水道とは、導管及びその他の工作物により水を人の飲用に適する水として供給する施設の総体をいう」と定義されているのですから。諸先輩に徹底的に叩き込まれましたよ。

—責任感ですか。

もちろん、現在の職員も責任感を持って仕事に取り組んでいると思います。ただ、状況が異なるのは、当時は設計も職員が行い、現場

も抱えていました。「設計を行うこと」は、簡単に言うと現場がうまくいかなければ自分の設計が未熟で現場にすべて、迷惑をかけます。仕事への執着心・現場への愛着にもつながり、責任という言葉以上に重責を担っていたのかと思いますよ。信じられないと思いますが、私の入局時は職員が配水池を造るために、毎日、山に登って、測量していました。そして上司の指示に従って、カットラインを決めて土量の計算等をしたものです。

— 今、お聞きしているだけでももの凄い時代ですね。

その頃を経て、平成2年から平成21年までの20年間におよぶ第4期拡張事業で、簡易水道を統合し、給水区域が47.32km²増えました。簡易水道の統合では、私は3年間、広報宣伝を担っていました。具体的には、地域住民に水道に統合する旨を伝える役割です。同意してくれない地区も多々あり、根気強く説明を繰り返し、こぎつけることができました。説

明に際し、給水装置について、個人の財産と水道局の所有物の区分も住民に理解してもらわなければなりません。自分の勉強にもなります。住民の皆さんは何もご存知ありませんので、どんな質問がでてくるかも分かりません。この仕事を通じて、地域住民に理解を求めするためには、費用面も分かりやすく、水道局として、国の補助制度を活用して皆さんの負担を抑えて、地域の暮らしがより豊かになるとともに消火栓を設置することで防災面での役割についても誠実に伝え、何度も繰り返し出向くことでの信頼を勝ちとれる教訓を得ました。

— 住民の説明に対しては色々あったのでは。

1地区で約80人が集まります。地元の市会議員や地区委員や区長にも協力いただきますが、一筋縄ではまいりません。ただし、何度かの交渉の後、局から概要図を持参して、仕様や形式を話し、費用を抑える説明を行います。その説明に際しては、自分が実施した過去の経験が活かしていますね。

— 交渉や問題を解決するための話の進め方が上手いですね。

そんなことはありませんが、ただ、地域の方もこちらが足繁く通い、情熱を持ち、地域の皆様のための提案であることをストレートに問いかけ、回数を重ねれば味方になってくれます。

平成18年
拡張事業の基幹施設建設現場にて



— 次に仕事の進め方についてはいかがですか。

現場が第一です。一つとして同じ現場はありません。現場ごとに何をすればスムーズに工事が進捗するかを考えることです。また、局の通例で仕事量が多いにもかかわらず、職員が一人1工事1監督とし、早朝から工事現場の監督をしていました。ここで、皆さんも想像してみてください、夏の炎天下や冬の寒い日に、現場で一日中、監督をした後、庁舎に戻って設計が可能でしょうか。年齢が若くても、職員が疲弊し、予算の執行が順調に進むわけがありません。その際に私が現場において、ポイント監督という仕事の手法、いわゆる効率化を提案しました。

— そういった提案を係員の頃にされたのですか。

そうです。

— そういった提案は普通しないのでは。

若い時代に、自分で設計し監督してきた中で経験が活かされました。常にルーティンワークに対して、疑問を持つ事、自分が精一杯取り組んでいるかを考えることです。その精神力がなければ、新しい方法の提案なども生まれもしないし、考えもしないでしょうね。

— アイデアはどのように生まれるのですか。

私は団塊世代で、妥協をしないことです。また、業界新聞などを読み、常に勉強しアンテナをはって考えることです。また、これも言えるのですが様々な課に在職し、課ごとに課題や問題があるわけで、置かれた立場で常

に考えて自分が率先して汗をかいて、その課題の解決に向けて何が可能かを考えることです。

— 時間が足りなくないですか。

時間は自分でつくるものですよ。足りないなどというのは言い訳する人の考えです。

少し、徳島市のデータについて紹介させてください。平成2年～21年までの配水管整備事業と、平成21年までの第4期拡張事業による管網整備によって、現在の配水管のダクタイル鉄管率は90%を占め、有収率は95%を超えました。また、耐震継手ダクタイル鉄管の採用についても、平成11年から耐震継手管を全面的に使用しており、現在の配水管の耐震継手管率は37%で、 $\phi 300\text{mm}$ 以上の基幹配水管の耐震継手管率は56%となっております。

ただ、全国各地で頻発する地震災害を目の当たりにして、徳島市の水道でも一刻も早くブロック化を進めなくてはと感じていました。



上下水道事業管理者室にて



高効率天日乾燥施設を有する第十浄水場

そこで給水区域を9つの配水ブロックに分けて、ブロック間のバックアップ体制の整備が完了した際には、入局時と比べ隔世の感がありました。

— その後はいかがですか。

平成16年に導入した高効率天日乾燥も私が考えました。試行錯誤しながら、何か良い解決策がないかを考えて、実現できました。少し、話は変わりますが、ダウンサイジングすることも重要ですが、水道事業の役割として命を守る消火用水という考え方もあることを再度申し上げておきたいですね。全国的に給水量が減少しており、配水管の口径を小さくしがちですが、本当の意味で良いかどうか、考える必要があります。

— 参考にされている書物や言葉などありますか。

特にありませんが、業界紙などで情報を入力して、徳島市に置き換えて考えるようにしています。いいニュースも悪いニュースも必ず、その結果に導かれるプロセスがあり、そのプロセスを想像することでしょうか。

— 1期目の管理者に就任されてすぐに、料金値上げをされていますが・・・

はい、住民の生活を守るための水道の水を送り届ける必要な費用です。何も水道局が私腹を肥やすために料金改定を行うわけではありません。先ほど申し上げた住民への説明と同様に議員の皆さんに納得してもらうまで、説明を続ければ、よほど無茶なことを提案しない限り、理解してくれます。また、職員に対しては、技術だけでなく、財政を理解しないといけないと伝えています。

— 徳島市のアピールポイントは？

今後はカーボンニュートラルです。いかに動力費を抑えて、電気使用量を抑制して、自然流下で水を送ることができるか、その部分を追求します。

— 水道業界への一言。

繰り返しになりますが、現場力が重要です。水道は、電気を使う業種。今後は、多くの事業体で自然流下が可能であるかを考えることでCO₂の削減に結びつくと考えています。そして今後も、Vision and work hard (しっかりした目標を持ち、一生懸命働けば心配ない)の信念に基づき、事業を推進してまいります。

— インタビューの間も、大量の資料をご用意いただき、徳島市の水道のこれまでとこれからをご説明いただきました。あらためて、久米管理者は水道愛にあふれた情熱の人であると感じました。今後も徳島、中国四国地方、日本の水道界を元気づけてくれるリーダーと言えます。

Technical Report 01

技術レポート

国営かんがい排水事業 「芽室川西地区」における ダクタイトル鉄管の採用事例

国土交通省 北海道開発局
帯広開発建設部
帯広農業事務所
所長

高橋 俊博



1. はじめに

芽室川西地区は、北海道東部に位置する十勝総合振興局管内の帯広市及び河西郡芽室町に位置する約2万haの農業地帯である。標高60m～320m、傾斜3°未満が大部分を占め、火山性土及び低地土が広く分布する平坦な農地において、畑作物を中心に野菜類を組み合わせた農業経営が展開されている。てんさい、ばれいしょ、スイートコーンは全国1位の生産量を誇るとともに、地域ブランド「十勝川西長いも」は平成11年から海外（台湾、アメリカ、シンガポール）への輸出を開始し、その輸出額は年々増加傾向にあるなど、本地区は我が国の食料供給の一翼を担う重要な地域として今後さらに発展していくことが期待されている。

本地区の農業用水は、前歴事業「国営か

んがい排水事業芽室地区（昭和56年度～平成19年度）」（表1参照）において整備された用水施設により一部区域へ配水されている。しかし、近年では営農状況の変化に伴い水需要に変化が生じているとともに、取水源である美生ダムでは管理施設に経年的な劣化が生じるなど施設の維持管理に苦慮している。また、本地区のかんがい期（4月～9月）の平均降水量は614mm（年平均969mm）と少なく、用水施設が未整備で農業用水を降雨に依存している区域においては、恒常的な用水不足が農作物の生産や営農上の支障となっている。

このような地域状況を踏まえ、平成29年から「国営かんがい排水事業芽室川西地区」（表2参照）を実施しており、地域の農業生産性の向上および維持管理の軽減、農業経

営の安定を目的として、現在、水需要の変化に対応した用水再編、用水路・美生ダム管理施設の整備及び関連事業における支線用水路の整備を進めているところである。

表1 前歴事業「芽室地区」の概要

事業名	国営かんがい排水事業芽室地区
受益面積	12,140ha(うち排水単独 350ha)
事業工期	昭和56年度～平成19年度
主要工事	○美生ダム 1箇所 ○用水路 42条 L=249km ○排水路 2条 L=21km

表2 「芽室川西地区」事業計画概要

事業名	国営かんがい排水事業 芽室川西地区
受益面積	20,623ha(畑 20,623ha)
関係市町	北海道帯広市、河西郡芽室町
事業工期	平成29年度～
主要工事	○美生ダム (管理機器改修、天端道路改修、 小水力発電施設) ○用水路(新設) 27条 140.5km
事業費 (百万円)	42,000(平成27年度単価)

2. 用水再編計画

前歴事業で整備された用水施設は芽室町単独の区域(以下「芽室区域」という)を受益としていたため、帯広市の区域(以下「帯広区域」という)では十分な農業用水を確保できず、耕作面積の拡大による作物の増収や品質向上、あるいは、新たな高収穫作物を導入した『攻めの農業』の推進が困難な状況となっていた。

これらを改善するため、本事業では、水需要に変化が生じている芽室区域内のかんがい用水の見直しに伴い、新たに帯広区域を畑地かんがいの受益地とする用水再編を計画したものである。また、本地区の水源は美生川に設けた美生ダムに求め、貯留した用水を取水し利用することから、美生ダム下流に設ける減勢工に分水機能を付加することで、前歴事業により整備された「伏美導水路」に加え、帯広区域へと配水する「帯広かわにし導水路」を併設する計画とした。あわせて、維持管理費の低減に資する小水力発電施設の新規整備も行うこととした。

新設する「帯広かわにし導水路」は、帯広市内と芽室町内の2行政区域内にまたがり配置される。このため、芽室町内に配置される起点から約8kmの区間は、前歴事業で整備された用水施設と近接する路線線形とし、芽室町内および帯広市内に配置される残りの約11kmの区間は、単独配管として計画した。

なお、路線の配置にあつては、維持管理を考慮し道路沿いの配置を基本とした。

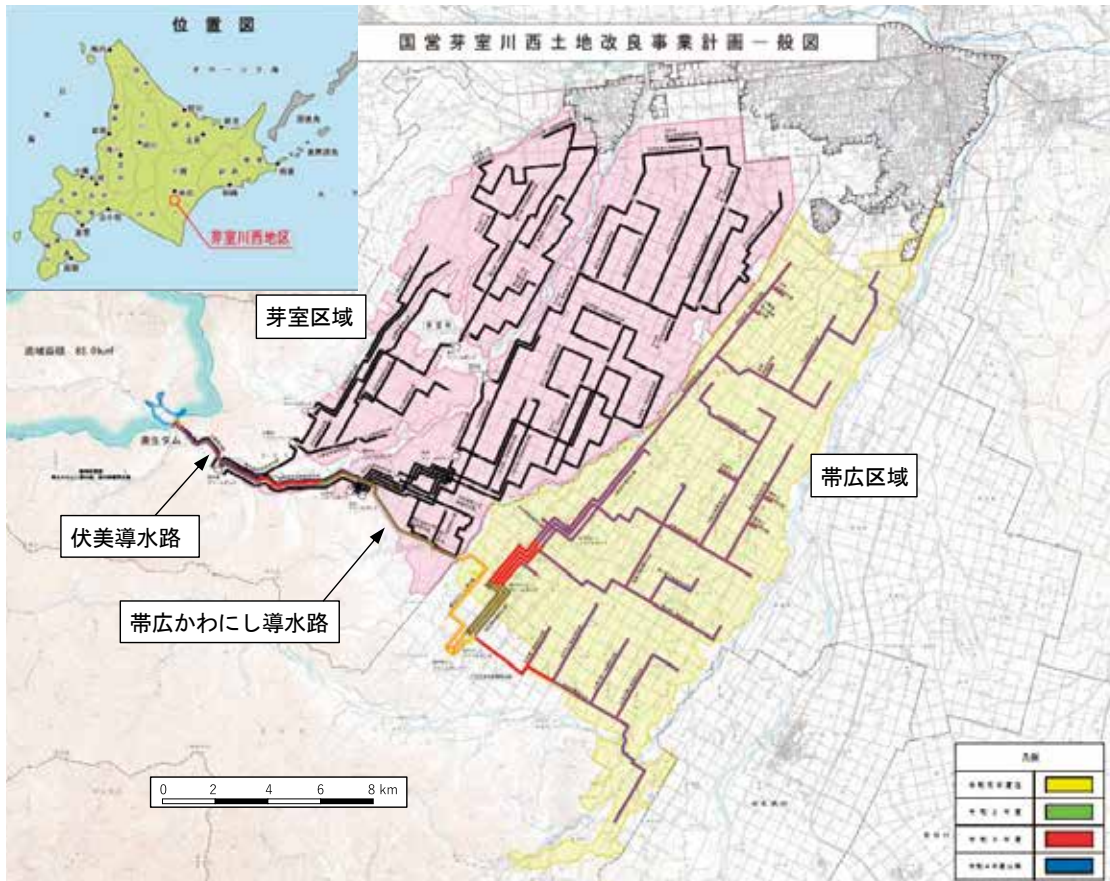


図1 事業計画一般図

3. 水路システムの特徴

美生ダムから取水した用水をほ場まで送配水する水路システムは、主としてパイプラインで構成している。かんがい用水を水源からかんがいブロック起点のファームポンド（以下「FP」という）まで流送する送水系と、FP以降の配水系に大別される。

(1) 送水系の水路システム

既存の芽室区域のパイプライン形式はオープンタイプパイプラインであるが、新設の帯広区域は長距離圧送かつ管路高低差が

大きいという課題を踏まえ、地形・地質、施設規模、操作特性および経済性などにもとづき総合的に検討した結果、末端の水利用の自由度が確保しやすいセミクローズドパイプラインを採用することとした（表3参照）。

なお、送水方式は、芽室区域と帯広区域のいずれも自然圧式（自然流下式）であるが、供給主導型と需要主導型とした2つの水理ユニットを併せ持つ形式となっている。

(2) 配水系の水路システム

FP以降の配水系水路は、芽室区域および

表3 パイプラインの水理諸元一覧

項目	伏美導水路（既存設備）	帯広かわにし導水路（新規設備）
形式	オープンタイプ（供給主導型）	セミクローズドタイプ（需要主導型）
水理ユニット	始点分水工～西伏美 FP (L=1.9km)	始点分水工～南かわにし FP (L=19.4km)
境界区分	下流：堰による水位制御 上流：越流堰（ゲート）による流量制御	下流：ディスクバルブによる流量制御 （越流堰併用水位制御） 上流：越流堰（ゲート）による流量制御
計画流量	Qmax = 3.040m ³ /s ※現況Qmax = 3.939m ³ /s	Qmax = 1.478m ³ /s

帯広区域ともにクローズドタイプパイプラインである。配管方式は、樹枝状配管と管網配管があり、配水方式は、いずれも自然圧式（自然流下式）である。

4. ダクタイル鉄管の採用

管材には、当初の事業計画を踏襲しダクタイル鉄管を採用するものとした。ダクタイル鉄管は、国営造成パイプラインの50%以上で採用され、古くから多くの実績を積み重ねてきた管材である。鉄系材料としての強靱性と鋳鉄特有の耐食性を兼ね備えており、近隣地区の樹脂系管材で経験した突発事故の発生が非常に少ない特長を有している。完成後の維持管理の容易さを考慮すると、同一水路系のパイプラインでは同一の管種を選定することが望ましいことから、本事業では高圧から低圧までの全路線にダクタイル鉄管を採用した。

ダクタイル鉄管は用途に応じて多くの種類が存在するが、農業用ではT形ダクタイル

鉄管（以下「T形管」という）が主として採用されてきており、当初の事業計画もT形管であった。

しかし、平成27年2月、内面塗装として一般的であったセメントモルタルライニングに替えて、新たにシリカエポキシ樹脂塗装が開発され、摩擦損失水頭の低減により通水能力を向上するとともに、管路コストの削減効果も期待できる新たな管として、表4に示すJDKPA G 1053「ALW形ダクタイル鋳鉄管（以下「ALW形管」という）」が制定された。

ALW形管は、設計基準「パイプライン」¹⁾等の指針基準類には未掲載（令和3年6月に改定された設計基準「パイプライン」²⁾に掲載）であったものの、平成27年度に関東農政局で初採用されて以降、本事業を開始した平成29年度には、国営事業では東海農政局や九州農政局、県営事業では鳥取県や熊本県などで採用され、全国的に急速に普及拡大しているところであった。

このような状況に加えて、NETIS（新技術情報提供システム）およびNNTD（農業農村整備民間技術情報データベース）に新技術として登録されていたことや、平成29年12月には北海道開発局農業水産部農業設計課から「ALW形管を検討管種に加えることを可能とする」との通達が発せられたことから、本事業においてもALW形管の適用可否について検討を行うこととした。シリカエポキシ樹脂塗装による水理性能の向上と、管路コストの削減効果が得られたことから、本事業では当初事業計画で選定されていたT形管に替えて、呼び径300以上で設計水圧1.0MPa以下の条件についてはALW形管を採用することとした。



図2 ALW形ダクタイル鉄管

表4 ALW形管とT形管

	ALW形管	T形管 (従来品)
規格	JDPA G 1053	JIS G 5526 JDPA G 1027
呼び径	300 ~ 1500	75 ~ 2000
設計水圧	1.0MPa 以下	水圧制限なし
管種 (管厚)	AL1 種または AL2 種	1 ~ 4種、 A ~ D種
内面塗装	シリカエポキシ 樹脂塗装	モルタルライニング または エポキシ樹脂 粉体塗装

5. 設計のポイント

新設の帯広区域へのパイプラインは、美生ダムから南かわにしFPまで「帯広かわにし導水路」により送水し、それ以降は張り巡らされた複数の用水路により、西かわにしFP、東かわにしFP、南かわにしFPを經由しながら帯広市内のほ場へと効率的に配水される。

幹線水路系ごとの口径と延長の概略は図1および表5に示すとおり、総延長140.5km(27条)の樹枝状パイプラインである。

表5 芽室川西地区のパイプラインの概略

管水路	口径	延長
帯広かわにし導水路	φ1000 ~ φ1100	19.4km
八千代送水幹線用水路	φ450 ~ φ800	7.4km
清川第1幹線用水路系	φ200 ~ φ800	26.3km
東美栄幹線用水路系	φ150 ~ φ700	28.5km
稲田幹線用水路系	φ150 ~ φ800	28.9km
岩内幹線用水路系	φ150 ~ φ800	30.0km

これらのパイプラインの構造設計にあたり、留意した点は下記のとおりである。

1) 帯広かわにし導水路

帯広かわにし導水路では、内圧スラスト対策として広く用いられる離脱防止金具の許容水圧を超える高圧区間が存在するため、

その適用が困難であり、非常に大きなスラストブロックの設置が課題となった。そこで、当該区間においては直線部をT形継手、異形管部はNS形（離脱防止）継手を用いた一体化によるスラスト対策を実施した。

2) 帯広区域の用水路

(1) 並列配管

東かわにしFP下流付近の一部区間などでは、4条あるいは5条の用水施設を配する必要があるため、このような区間では、図3のとおり、同一掘削断面内に複数の配管を並列にならべることにした。標準断面寸法

や基礎材の決定については、設計基準「パイプライン」¹⁾を参考に設定した。

- ① 管布設位置は軟弱地盤であることから、管を均等に支持できるように普通地盤における基床厚以上を確保した。
- ② 管と管との間隔は、管周辺の締固め作業が可能な幅を確保した。
- ③ 北海道胆振東部地震のような大規模地震が発生した際には、管周辺地盤が液状化し、管路が被災する事例も見受けられていることから、基礎材には液状化防止効果が期待できる碎石（切込砂利40mm級）を採用した。

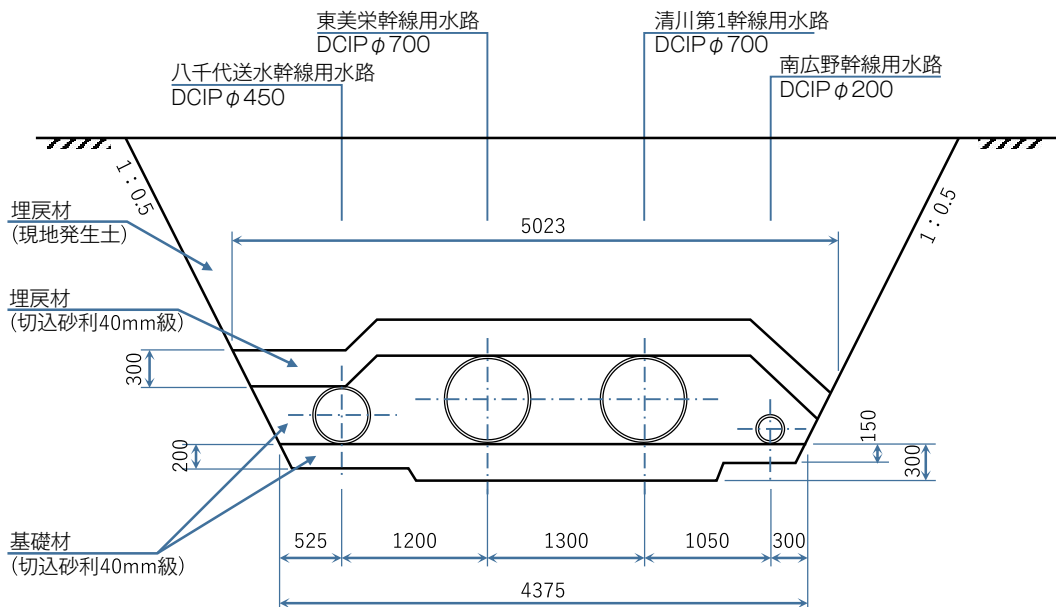


図3 標準断面図（4条配管区間、素掘施工）

(2) スラスト対策

並列配管された管路の屈曲点において、内圧スラスト力が作用する場合のスラスト対策の考え方は、地点ごとにスラストブロックと離脱防止金具とを経済比較により決定することとした。

その判定は、基礎地盤の良否、地下水位、埋戻し土の材質、口径等を指標とすると、一般的な傾向として離脱防止金具が経済的に有利となる条件は以下のとおりであった。

- ・ 軟弱地盤である
- ・ 地下水位が低い
- ・ 埋戻し重量が大きい
- ・ 口径が小さい

また、一体化長さ計算時の注意点としては、背面土圧の考慮の有無があげられる。

通常、水平曲管に離脱防止金具を使用する場合は、曲管に隣接した直管1本分の管背面の受働土圧と一体化長さ分の周面摩擦力が作用すると考える。しかし、図4に示すような並列配管（3条配管）の場合、曲率最外側の管路については直管背面の受働土圧を考慮できるが、より内側の管路では外側に管があるため背面土圧は考慮せず、周面摩擦力のみを考慮することとした。その上で管路ごとに異なる設計水圧に応じた一体化長さを算出している。

経済比較の結果、図4の地点の工事費はスラストブロックと比較して安価となったため、離脱防止金具によるスラスト対策を採用することとし、これにより施工性と維持管理性の向上も図っている。

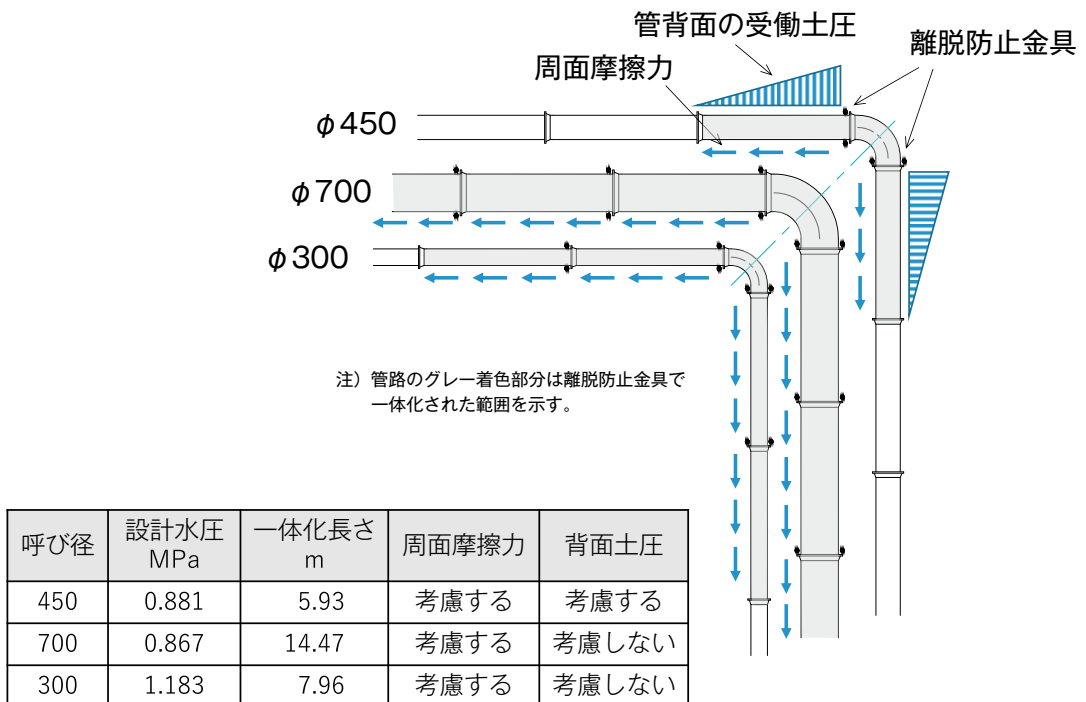


図4 屈曲点のスラスト対策例（3条配管区間）

6. 施工状況

現在、南かわにしFP周辺の布設工事は完了している。「帯広かわにし導水路」についてはFPから上流（減勢工側）へ、ほ場へつながる用水路については下流（帯広区域側）へと、順調に工事範囲を広げているところである。

帯広区域における管路布設工事の状況を写真1、写真2に示す。

並列配管の施工については、管と管の間の締固め作業に配慮を要するが、掘削・埋戻し工程の効率化、用地節約などの点でメリットが大きい。



写真1 工事全景



写真2 布設状況

左から、八千代送水管用水路（呼び径 450）、東美瑛幹線用水路（呼び径 700）、清川第1幹線用水路（呼び径 700）、東広野幹線用水路（呼び径 200）

7. おわりに

ここに紹介した茅室川西地区のかんがい排水事業は、用水再編に伴う新たな管理主体の加入、既存施設と新規施設での水路システムの違いなど、様々な課題がある中で事業を進めている。強靱で事故の少ないダクタイル鉄管による用水施設の整備を通じて、作物の安定生産や新たな高収益作物の産地形成に寄与する農業生産基盤の強化を図れるものと期待している。

今後は適正な用水管理の実現に向け、ICT技術も活用した水管理システムの構築にも取り組んでいく予定である。

本地区の食と農の持つ魅力が国内外に輝きを放ち続けられるよう、今後も、関係各位のご協力を得ながら、次世代に誇れる農業水利施設の整備に取り組む所存である。

参考文献

- 1) 農林水産省農村振興局整備部設計課：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」付録技術書、平成 21 年 3 月
- 2) 農林水産省農村振興局整備部設計課：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」付録技術書、令和 3 年 6 月

Technical Report 02

技術レポート

PN形ダクタイル鉄管の シールド内持込工法による 配水本管布設工事

佐世保市水道局
事業部 水道施設課
基幹施設建設室 主査
府川 栄治



佐世保市水道局
事業部 水道施設課
基幹施設建設室 主任技師
宮原 裕享



1. はじめに

(1) 佐世保市の概要

佐世保市は九州の北西端、長崎県の北部に位置し、人口24万人余りの中核市である。明治初期までは4千人程の半農半漁の村落であったが、明治19年に旧海軍の佐世保鎮守府が設置されることが決まると、これを機に急速に発展した。明治35年には人口が5万人を超え、市制施行により一挙に村から市となった。以降、軍港と造船のまちとして栄え、戦後も米海軍基地と自衛隊基地



写真1 弓張岳展望台より望む市中心部

が置かれたことから、まちの所々には軍港にまつわる歴史や文化を見ることができる。また、日本最大級のテーマパーク「ハウステンボス」や、国際NGO「世界で最も美しい湾クラブ」へも加盟認定された大小208の島々からなる西海国立公園「九十九島」、世界遺産「長崎と天草地方の潜伏キリシタン関連遺産」を構成する「黒島の集落」などを有し、自然、歴史、文化などの魅力に富んだ観光都市である。



写真2 西海国立公園「九十九島」の景色

(2) 佐世保市の水道

本市は明治22年、横浜、函館に次ぐ国内3番目の早さで海軍により近代水道が建設され、佐世保鎮守府への給水を開始した。しかし、市内は鎮守府開庁からの急激な人口増加で発展する一方、インフラの整備が追いつかず、コレラや赤痢などの伝染病の流行が頻発していた。そのため市内の水需要が急速に増加するものの、市制を施行したばかりであった当時は税収が安定せず財源が乏しいため、市単独での独自の水道建設は困難な状況であった。

海軍においても、日清・日露戦争で艦船への給水能力不足が問題となっていた。しかしそれに反して、所属艦艇や兵員の増強による水需要増加など、海軍水道の水事情は逼迫した状況で、佐世保市と海軍の双方で水道の建設と拡張が課題であった。そこで、水源と浄水場を海軍が建設し、配水管を佐世保市が整備するよう計画し、明治38年にこの事業に着手した。佐世保市と海軍が協力し、山の田貯水池と山の田浄水場を建設し、総延長36kmに及ぶ配水管が市内に布設され、明治40年6月に給水を開始した。

ここからは余談になるが、当時の水道施設整備については“近代水道の父”と呼ばれる吉村長策(1860年～1928年)の功績によるところが大きい。吉村は万延元年に大阪で生まれ、工部大学校土木工学科(現:東京大学)を卒業後、工部大学校助教授を経て、明治19年に長崎県技師となった。明治22年、吉村は鎮守府建築主幹であった森川範一と共に、矢岳貯水所を中心とする海軍水道を完成させた。この海軍水道は、日本人のみで設計から施工まで行った最初期の水道施設と考



写真3 吉村 長策

えられている。

その後吉村は、明治24年に建設された日本初の上水道専用ダムである本河内高部ダム(長崎市)を手掛け、その後も大阪、広島、神戸など西日本各地の水道創設にも携わった。明治32年には、佐世保海軍経理部建築科の海軍技師として佐世保に戻り、海軍水道第1次拡張(岡本水源池、矢岳浄水場)、海軍水道第2次拡張(山の田貯水池、山の田浄水場)及び、佐世保市創設水道の配水管布設計画など、本市水道の礎を築いた。このほか、門司、小倉、福岡、長野などの水道創設や鎮守府施設の建設に尽力し、臨時海軍建築部工務監、海軍建築本部長などを務めた後、大正12年海軍中将で退官した。今は「佐世保の海が見えるところに骨を埋めてほしい」との彼の遺言を受け、水道局庁舎の傍らにある佐世保港を臨む西方寺に眠っている。

吉村長策らによって礎が築かれた海軍水道はその後、昭和19年まで5次に亘る拡張事業が実施され、終戦後の昭和25年に旧軍港市転換法により佐世保市へ無償譲渡された。これらの水道施設は、本市水道の主要な施設として110年余りを経過した現在も現役

で給水をつづけており、未だに佐世保市民の生活をはじめ、産業や基地機能などを支えつづけていることは、その設計・施工の優秀さを物語っている。

平成19年に水道創設100周年という節目を迎えた本市では、100年ぶりとなる基幹管路の更新を実施している。平成22年度より、浄水場、配水池を順次更新し、平成29年度からは配水本管の更新に着手した。配水本管の整備ではシールド工法を採用するなど、市民生活への影響にも配慮しながら耐震管路の構築を進めている。

本稿では、浄水場敷地を起終点として、ループ状（半時計回り）に掘進する珍しいシールド線形とすることで、1スパンのシールド掘進で系統の二重化を図った山の田水系配水本管布設工事について報告する。

2. 山の田水系配水本管布設工事について

(1) 事業の目的

佐世保市水道事業（合併町を除く旧佐世保市地区）は、北部水系（山の田浄水場、大野浄水場、柚木浄水場）と南部水系（広田浄水場）の4浄水場が市内への給水を行ってきた。そのうち、北部水系の主要浄水場である山の田浄水場及び大野浄水場については施設の老朽化により平成22年から26年にかけて浄水施設を統合し、「新山の田浄水場」へ更新する事業を行った。この新山の田浄水場では、高度浄水処理技術（膜ろ過）を導入したことから、浄水施設としての機能が向上し、安定給水への信頼度が大幅に向上した。しかし、新山の田浄水場から市内各所を結ぶ配水池や配水管等の送配水施設は最も古く、水道創設時から未だに現役で活躍している。このような老朽化した施設が残存している状況であることから、新山の田浄水場の機能を十分に発揮するためにも送配水施設の更新が喫緊の課題であった。この為、平成27年より老朽化した送配水施設の更新に着手し、平成30年3月には、北部水系の基幹施設である山の田第一配水池（6,750㎡）が竣工し、同年7月から供用を開始した。山の田水系配水本管布設工事は、新たに完成したこの山の田配水池から市街地方面へ配水する、最も重要な幹線である配水本管を更新するものである。

(3) 工事の特徴

本工事区域は道路幅員が狭く、既設の配水本管の他に下水道管やガス管、通信ケーブル等も多く埋設されている。また、国道横断（2箇所）、佐世保川横断（2箇所）、松浦鉄道横断（2箇所）もあることから、一般的な開削工法での施工が困難であった。そのため、非開削で長距離・急曲線施工が可能なシールド機を用いてトンネルを掘削し、そのトンネル内にPN形ダクトイル鉄管を持込工法にて布設することで、耐震性能を有する水道管路を構築する計画とした。また、2箇所の間立坑で分岐を設け開削工

区と既設配水本管へ接続することで、1スパンのシールド掘進で系統の二重化を図る計画（図2）とした。



図1 工事区間断面のイメージ



図2 シールド線形平面図

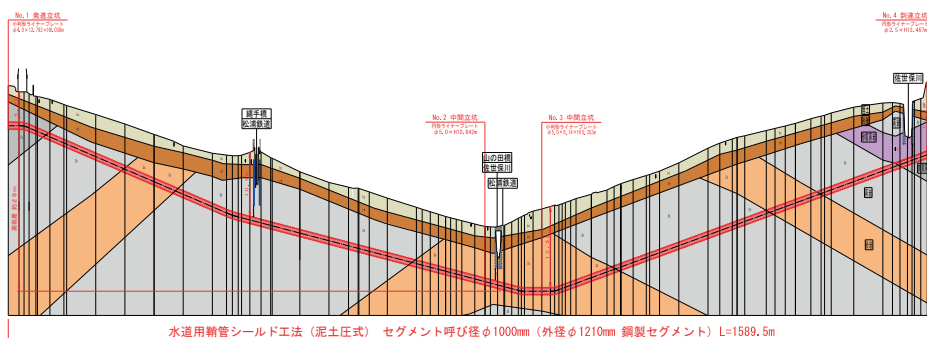


図3 シールド線形縦断面図

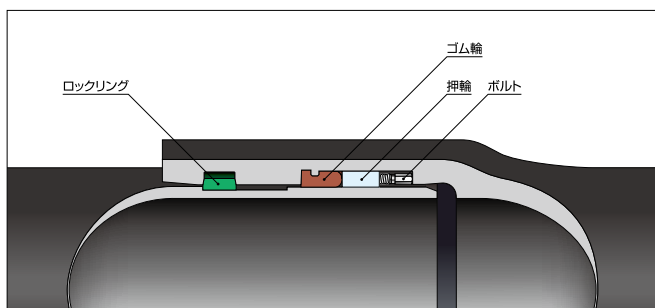
3. シールド内配水本管の設計

3.1 配水本管材料の選定

施工性、工期、経済性などを総合的に検討した結果、呼び径 1000 のシールド内に配水本管として呼び径 700PN形ダクタイル鉄管 [JPA G 1046-2019] を持込配管する工法を選定した。

シールド内に配管するPN形ダクタイル鉄管の特長を以下に示す。

- ① シールド内でもスピーディに接合を行うことができ、工事期間の短縮を可能にする。
- ② 管の定尺長さは6mあるいは4mで、必要に応じて切管可能である。
- ③ ダクタイル鉄管は、工場で品質管理された管や付属品を用いて接合するため、シールド内の高い湿度の影響を受けにくく、品質管理が容易である。
- ④ 直管継手と同様の構造・性能を有する曲管（11 1/4°、5 5/8°、3°）が規格化されている。
- ⑤ シールドの曲率や施工精度に誤差等が生じた場合でも、継手を許容曲げ角度以内に屈曲させて接合できるため現場調整が可能である。
- ⑥ シールド内での溶接や塗装が不要なため、大掛かりな換気設備や動力が不要である。
- ⑦ 継手は、水道用として多くの実績があり、高い水密性を有する。
- ⑧ PN形ダクタイル鉄管は、「管路の耐震化に関する検討報告書（平成25年度管路の耐震化に関する検討会、平成 26年 6月）」において、基幹管路がレベル 2 地震動に対して備えるべき耐震性能を有する管種・継手として区分されている。



継手性能（呼び径 700の例）

- ・継手伸び量：45mm
- ・許容屈曲角：3° 00'
- ・離脱防止力：2100kN

図4 PN形継手（呼び径 700）構造と性能

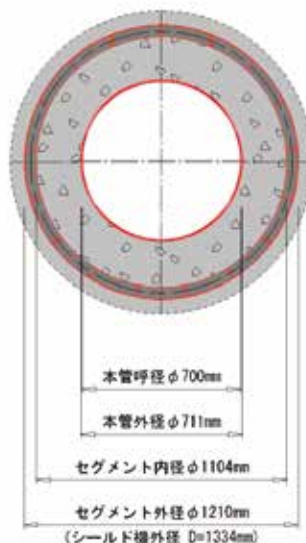


図5 シールド内配管の施工断面

3.2 PN形ダクタイル鉄管の管割

1) 直線区間の管割

PN形ダクタイル鉄管の運搬はシールド内に軌条を設置し、専用の運搬台車を使用した。呼び径 1000 のシールド内径は $\phi 1104$ であるが、運搬に専用台車を使用することにより、途中 2 箇所ある最も急な曲線区間 (R20) についても 6m 直管の通過を可能にすることができた。このことにより、到達立坑に至るまでの全区間の直線部で 6m 直管による配管が行えた。

2) 曲線区間の管割

曲線区間の管割設計の手順を以下に示す。

- ① 継手部の曲げ角度は、許容曲げ角度の $1/2$ 以下とする。
- ② 直管のみでの配管について検討する。
優先度高：6m直管による配管
優先度低：4m直管による配管
- ③ 直管のみでの配管が不可の場合、直管と曲管の組合せ配管について検討する。
優先度高：6m直管と曲管の組合せ配管
優先度低：4m直管と曲管の組合せ配管
- ④ 直管と曲管の組合せ配管が不可の場合、切管と曲管の組合せ配管について検討する。

(1) 直管のみで配管可能な場合

直管継手の曲げ接合のみで配管可能な曲率半径 R は式 (1) による。

$$R = \frac{L}{2\sin\left(\frac{\theta_d}{2}\right)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

R : シールドの曲率半径 (m)

L : PN形直管の有効長 (m)

θ_d : 継手の設計曲げ角度
($= \theta_a / 2 = 1.50^\circ$)

θ_a : 継手の許容曲げ角度 ($= 3^\circ$)

式 (1) より、設計曲げ角度以内の継手の曲げだけで配管可能な曲率半径は 6m 直管の場合は 230m 以上、4m 直管の場合は 153m 以上となる。

よって、曲率半径 153m よりも急曲線区間では曲管を組み合わせた配管が必要となる。

(2) 直管 (切管) と曲管を組み合わせた配管が必要な場合

直管 (切管) と曲管を組み合わせて配管可能な曲率半径 R は式 (2) による。

曲管を組み合わせた配管では曲げ角度の大きな曲管を使用する方が曲管の配置間隔を大きくすることができる反面、管とシールドの隙間が小さくなることにより施工性の低下が懸念される。

したがって、使用する曲管の選定に際しては、角度の小さい曲管の採用を優先した。

$$R = \frac{L}{2\sin\frac{\theta}{2}} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、

- R : シールドの曲率半径 (m)
- N : 曲管の配置間隔 (= L + L₁ + L₂) (m)
- L : 直管 (切管) の有効長 (m)
- L₁ : 曲管のL₁寸法 (m)
- L₂ : 曲管のL₂寸法 (m)
- θ : 曲管 1 個当たりの曲げ角度 ($\phi - 2\theta_d \leq \theta \leq \phi + 2\theta_d$) (°)
(曲管角度±両側に位置する継手の設計曲げ角度)
- φ : 曲管角度 (°)
- θ_d : 継手の設計曲げ角度 (= θ_a / 2 = 1.50°)
- θ_a : 継手の許容曲げ角度 (= 3°)

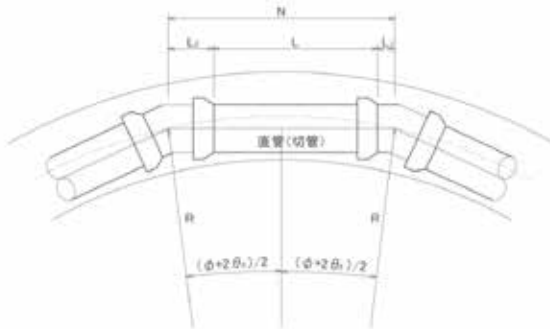


図 6 直管 (切管) と曲管の併用配管

配管材料		配管の 長さ(m)	配管可能な曲率半径、R (m)	
			種曲率	準曲率
直管単独	6m直管	高	R 230	
	4m直管		R 153	
直管と曲管 の組合せ	6m直管+3' 曲管		R 72	
	6m直管+5.5' 曲管		R 163	R 50
	6m直管+11 1/4' 曲管		R 52	R 31
	4m直管+3' 曲管		R 53	
	4m直管+5.5' 曲管		R 125	R 37
	4m直管+11 1/4' 曲管		R 38	R 23
切管と曲管 の組合せ	3.4m半切管+11 1/4' 曲管		R 34	R 20

図 7 配管可能な曲率半径検討結果

表2 山の田水系配水本管シールドの線形とPN形管の配管組合せ

	水口(起点) E (m)	変角 θ (°)	距離 L (m)	採用管の材質・規格 (内径φ×外径φ)
No.1区間(式) (22,912 ~ 4,000)	21,964			5mダクト×1本
	21,164	2° 27' 44"	400	5mダクト×3本
	47,257	2° 30' 37"	300	5mダクト×3本 (11号) 1本
	23,902			5mダクト×4本
	20,123	0° 57' 40"	1,200	5mダクト×4本
	19,027			5mダクト×3本
	28,407	11° 40' 00"	200	4mダクト×1本
	19,510			5mダクト×2本
	25,508	6° 00' 00"	30	4mダクト×2本 (11号) 1本 (11号) 1本
	50,704			5mダクト×3本
	27,708	4° 00' 00"	400	5mダクト×4本
	26,710			5mダクト×4本
	9,158	11° 00' 00"	60	5mダクト×3本+3mダクト×3本
	21,740			5mダクト×3本
No.2区間(式) (4,000 ~ 0)	7,277	51° 30' 00"	20	1mダクト×1本 (11号) 1本 (11号) 1本 (11号) 1本
	12,300			5mダクト×2本
	20,250	6° 30' 37"	20	2mダクト×3本+1.1号ダクト×3本
	11,280			5mダクト×2本
	20,170	1° 30' 37"	100	5mダクト×2本
	44,442			5mダクト×3本+3mダクト×2本
No.3区間(式) (0,140 ~ 0,000)	24,211	2° 05' 40"	400	5mダクト×2本
	21,245			5mダクト×2本
	21,250	0° 30' 37"	300	5mダクト×3本
	23,110			5mダクト×3本
	24,215	2° 40' 00"	200	5mダクト×4本
	20,278			5mダクト×3本
	46,278	20° 40' 00"	100	5mダクト×2本 (3号) 1本 (3号) 1本
	103,215			5mダクト×1本 (4号) 1本 (4号) 1本
	42,771	0° 30' 00"	700	5mダクト×2本
	31,763			5mダクト×2本
	24,707	4° 00' 00"	500	5mダクト×2本
	26,704			5mダクト×2本
	24,707	20° 40' 00"	60	5mダクト×4本+3mダクト×3本
	69,749			5mダクト×2本
25,336	7° 30' 00"	20	2mダクト×3本+1.1号ダクト×3本	
11,280			5mダクト×2本	
21,251	21° 10' 37"	60	5mダクト×2本+3mダクト×3本	
No.4区間(式) (0,000 ~ 0)	23,249			5mダクト×2本
トータル距離: 1,293.00				

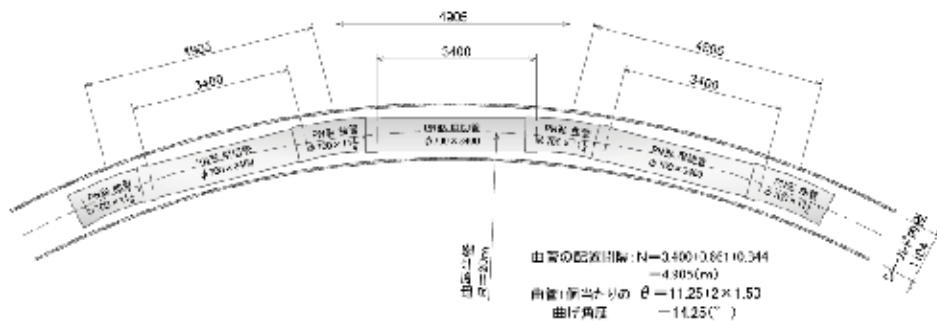


図8 急曲線部の管割 (R20 曲線区間の例)

3.3 不平均力に対する安全性

シールドの曲線部で曲管を用いた配管を行う場合、曲管には水圧による不平均力が作用する。シールドセグメントとPN形ダクタイル鉄管の間には、エアモルタルを充填するため、曲管に作用する不平均力は曲管背面のエアモルタルを介してシールドセグメントおよび地山に伝達されることになる。

本管路中の不平均力としては、シールドの曲率半径が30mより急曲線となる区間の配管に使用する $\phi 700 \times 11 \frac{1}{4}$ 曲管に作用するものが最大となり、その大きさは式(3)より、 $P = 58.4\text{kN}$ と求められる。この不平均力Pは曲管背面(投影長さ×投影高さ)のエアモルタルが有する圧縮強度で十分保持されることから、不平均力に対して安全であると判断した。

$$P = 2p A_0 \sin \frac{\phi}{2} = 58.4\text{kN} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、

- P : 曲管部に作用する不平均力 (kN)
- p : 設計水圧 (= 750kN/m^3)
- A_0 : 管の断面積 (= $\pi / 4 \cdot d_2^2 = 0.3973\text{m}^2$)
- d_2 : 管外径 (= 0.7112m)
- ϕ : 曲管角度 (= $11 \frac{1}{4}^\circ$)

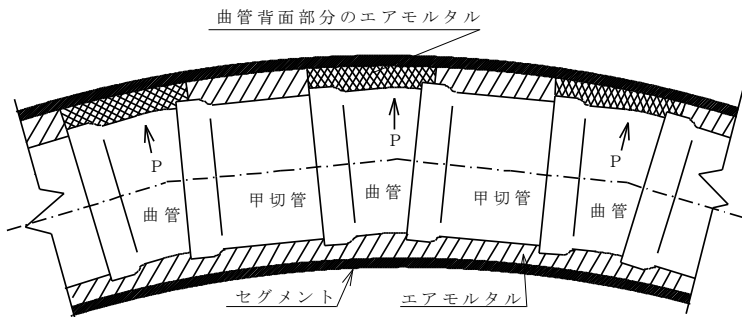


図9 曲管部の配管と不平均力

3.4 中間立坑部の配管

シールド途中には中間立坑としてNo.2及びNo.3中間立坑を配置した。各立坑部ではシールド内のPN形ダクタイル鉄管からPN-NS形受挿し短管を介してNS形ダクタイル鉄管に変換し、 $\phi 700 \times \phi 700$ の分岐及び二重構造弁体離脱型バタフライ弁を設置している。No.2中間立坑では、不断水工法を用いて既設配水本管に接続した。No.3中間立坑より下流側については、今後、開削工法により布設し延伸する計画である。また、No.3中間立坑は配水本管が全線中で最も深くなる場所に配置していることから、バタフライ弁を挟んだ両側に排泥管を設けている。

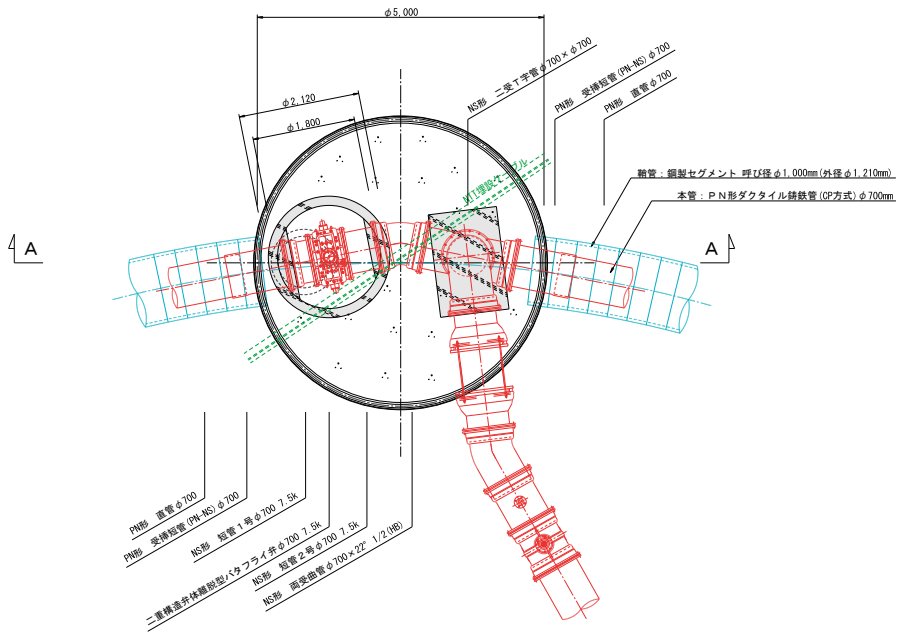


図 10 - 1 No.2 中間立坑平面図

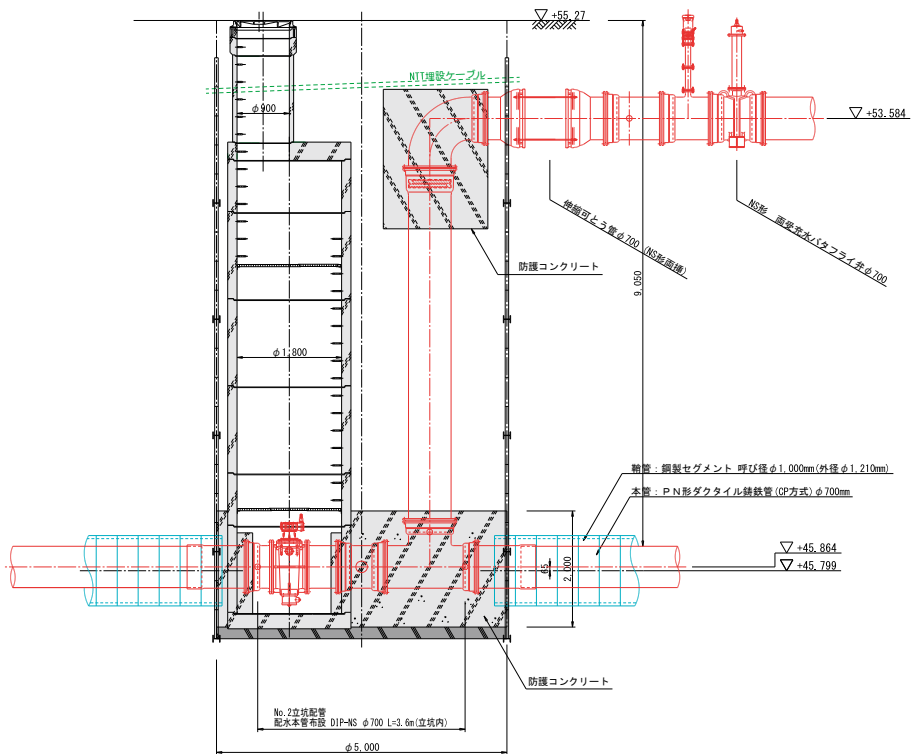


図 10 - 2 No.2 中間立坑 (A - A) 断面図

4. 施工結果

4.1 施工時に生じた課題とその対策

本工事の一次覆工であるシールド工法は、横断する軌道への影響やマシントラブル等も発生する事無く、計画通り途中4回のカタビット交換を行い無事に完了した。また、二次覆工であるPN形ダクタイル鉄管の布設では、一次覆工で生じた施工誤差に対しても継手の許容曲げ角度以内での屈曲と切管調整により柔軟に対応でき、計画通り配管を完了することができた。

一方、No.2及びNo.3の中間立坑築造工では、課題となったことが2点あった。まず1点目は、騒音対策である。立坑周辺では作業に伴う騒音の影響が想定され、交通量の多い国道上に築造するNo.2中間立坑は夜間での施工に限られたため、立坑周辺の住民への配慮が特に求められた。

2点目は、立坑掘削の主体である岩盤への対応である。岩質は砂岩（最大で $q_u = 19.6\text{MPa}$ 程度）であり軟岩に区分されるものの、想定以上に新鮮で亀裂が少なかった。そのため、立坑掘削の進捗率が著しく低下し、多くの施工日数を要することとなった。

そこで、施工業者と協議を行い以下の対策を実施することとした。まず騒音対策として、立坑周囲を防音シートで囲い、必要な換気を確保しつつ覆工板の上面も防音シートで被う対策（写真12）を行った。これにより、立坑外へ漏れる作業音を効果的に抑えることができ現場環境の改善が図れた。

次に岩盤への対策として、立坑掘削の進捗率低下が生じた段階で、先行ボーリングによる補助削孔（写真13、14）を行った。掘削面を50cm間隔の格子状に削孔すること

で、岩盤の破碎作業効率を改善し施工日数の短縮を図った。また、これにより破碎作業量が削減できるため、騒音の低減へも寄与できたものと考えている。

この他、立坑の埋め戻しについても改善を図った。当初は再生砕石を用いて埋め戻す計画であったが、道路管理者の変更承諾を得て流動化処理土での埋め戻し（写真18、19）に変更した。これにより埋め戻しの転圧作業が不要となり、作業日数が大幅に短縮されると共に、転圧作業時に発生する騒音が解消された。これらの対策を実施することにより、立坑築造工を無事に完了できた。

4.2 施工結果

今回の配水本管布設工事は非開削工事を主体とするため、地上部での工事は立坑周辺に限られ、交通規制や工事騒音等の影響を最小限に抑えることができた。また、シールド内配管に用いたPN形ダクタイル鉄管は施工性に優れていたため計画通り配管が完了し、令和3年度内に工事を竣工することができた。



写真4 シールドマシン搬入(平成30年10月)



写真5 シールド掘進開始(平成30年12月)



写真6 シールドマシン到達(令和2年5月)



写真7 シールド内配管開始(令和2年7月)



写真8 PN形継手の接合状況



写真9 シールド内配管完了(令和3年1月)



写真10 No.2 中間立坑掘削状況



写真11 No.3 中間立坑掘削状況



写真12 No.2 中間立坑防音対策状況



写真13 No.2 中間立坑補助削孔状況



写真14 No.3 中間立坑補助削孔状況



写真15 No.2 中間立坑部配管状況



写真16 No.3 中間立坑部配管状況



写真17 No.3 弁室築造状況



写真18 No.2 中間立坑埋戻状況



写真19 流動化処理土埋戻状況

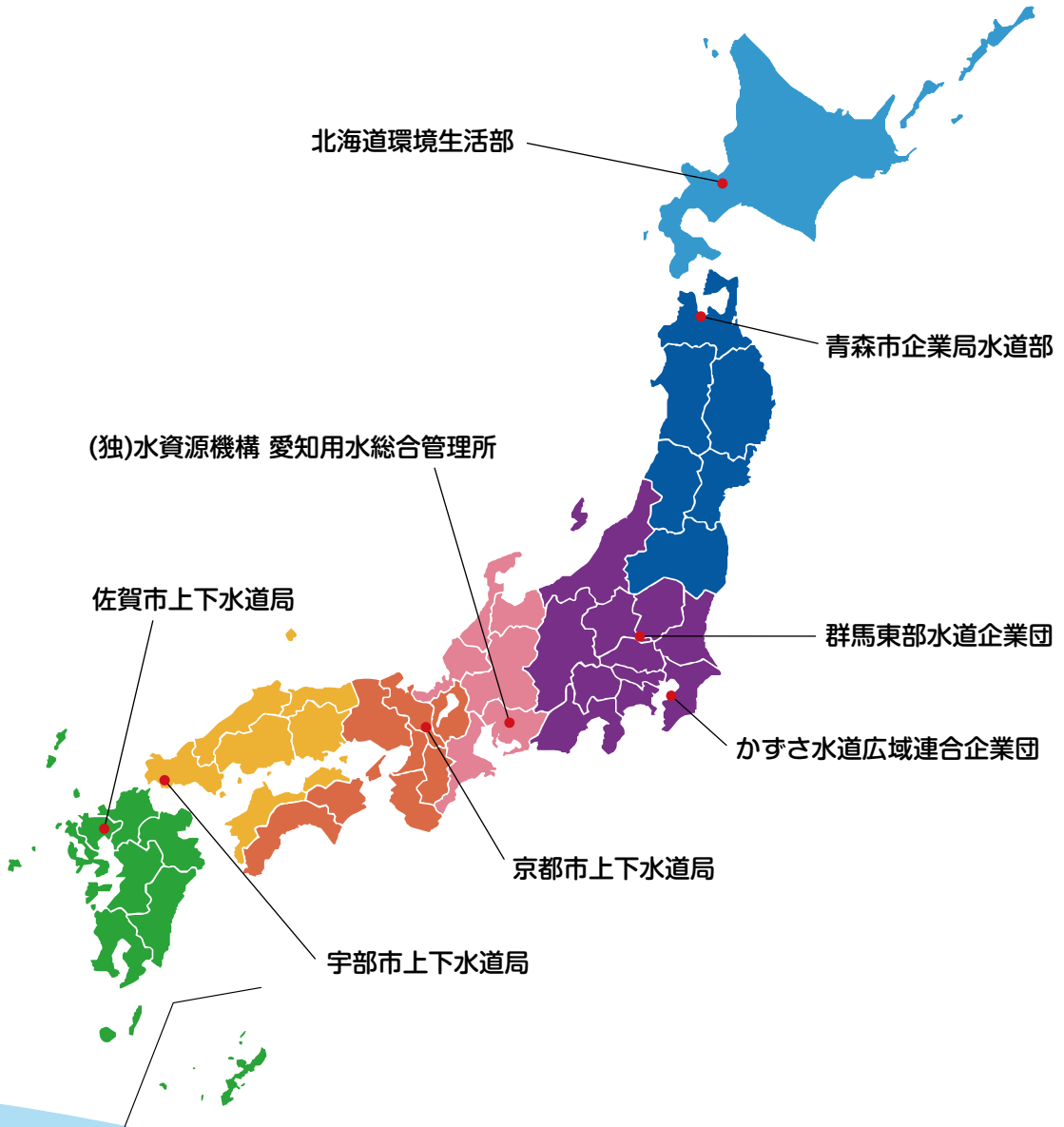
5. おわりに

本市では、50年後、100年後も市民に安全・安心な水を安定して届けられるよう「未来につなぐ信頼される佐世保の水道」という将来像を掲げ、その実現に向け取り組んでいる。本稿で紹介した配水本管の更新事業もその一環である。吉村長策らによって築かれた本市水道の礎が100年以上経過した今日も佐世保市民の命の水を届け続けているように、次の100年につながる水道施設を構築するための本事業に携われたことに誇りを感じるとともに、今後も不断に対峙していかなければならない老朽管の更新に対して気が引き締まる思いである。

斜面都市でもある本市にとっては、地形的に施工条件が厳しくなる場合も多く、開

削等の従来工法での施工が困難な路線における老朽管の更新を課題としてきた。今回、シールド工法及びPN形ダクタイル鉄管を用いた持込工法を採用したことで、これまで課題であった路線の配水本管を無事に更新することができた。長期間に亘り無災害で工事に当たった施工業者をはじめ、これらの技術開発に取り組んでこられた関係各位の皆様へ感謝を申し上げますと共に、更なる技術の進展にも期待したい。今後もこのような非開削工法を活用し、配水本管等の更新を図っていきたいと考えている。本市のみならず全国的にも非開削工法に対するニーズは高まる一方であることと思う。本稿が、非開削工法の検討を必要とする関係各位にとって少しでも参考となれば幸いである。

110号でご協力いただいた事業体





北海道支部

北海道環境生活部

「Hokkaido Water パワーアップ推進会議」の取組



Hokkaido Water パワーアップ推進会議委員会



北海道水道技術管理者研修会

北海道では、道内水道関係団体と連携し、北海道の水道全体で課題解決に向けた方策を検討・推進するため、平成20年に「Hokkaido Water パワーアップ推進会議」を設立し、道内水道事業者等の「技術力の確保」、「危機管理の充実」、「運営基盤の強化」に取り組んでいます。

【構成】北海道、日本水道協会北海道地方支部
北海道簡易水道等環境整備協議会
全国水道企業団協議会北海道地区協議会
(座長：北海道環境生活部 副座長：札幌市水道局)

この取組は、平成21年4月、厚生労働大臣認可であった道内23水道事業者等に係る水道法に基づく認可等の権限が、道州制特区推進法に基づき、国から道に移譲されたことを契機としてスタートしたものです。

推進会議では取組の一環として毎年「北海道水道技術管理者研修会」を開催しており、令和3年11月の研修会では、「危機管理の充実」として、

- ・新型コロナウイルス感染症対策
- ・浄水場更新事業における災害等への対策

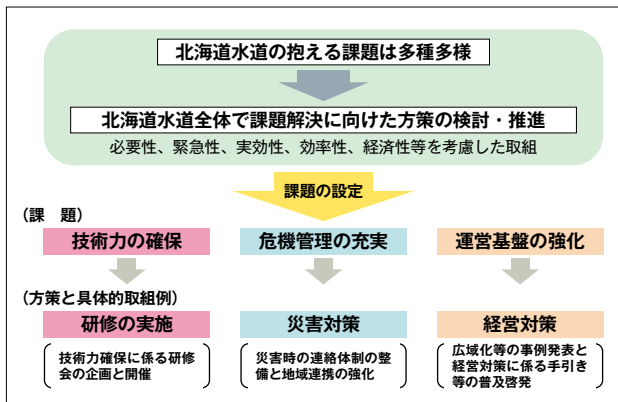
「運営基盤の強化」として、

- ・豪雪・寒冷地におけるスマートメーター導入
- ・管路更新を促進する工事イノベーション研究会の活動

について、事業者等から御講演いただき、北海道からは、

- ・最近の水道行政の動向
- ・水道広域化推進プラン策定に向けた取組

の説明を行いました。



また、令和2年度の研修会では、平成30年の水道法改正により令和4年9月末までの整備が義務づけられた水道施設台帳に関し、「簡易水道等小規模水道における水道施設台帳作成の手引き」(R1.11全国簡易水道協議会)の作成に携わられた方を外部講師として御講演いただくなど、適切な資産管理、基盤強化などに繋がるような内容としております。

北海道としては、今後とも、推進会議の活動などを通じて、道内水道事業者等の抱える課題の解決に向けた取組を進めていく考えです。



東北支部

青森市企業局水道部

水質管理センターの完成



日本一おいしい水の源「横内川」



水質管理センター外観

青森市の水質検査は、水源から末端給水栓まですべて自己検査で対応し、令和2年度からは周辺町村の水質検査業務を受託する広域的な検査体制としています。

旧水質試験室は、昭和53年に横内浄水場管理棟内に整備され、39年が経過し老朽化と使用薬品の影響による室内の給排水設備等の腐食及び空調関係の不具合が顕著となり、分析値と分析者への悪影響が懸念されていました。

そこで水質試験室の更新について検討した結果、浄水場敷地内に新たに水質管理センターを建設することを決定し、約2か年をかけた建設工事を経て、令和2年12月に完成、令和3年2月より本格稼働を開始しました。

当センターは、今後の分析動向を見据えた分析精度管理及び作業安全管理が可能な分析施設構築を基本とし設計・施工しました。

特に各分析作業過程における使用薬剤拡散防止のため、使用薬剤の気化挙動・腐食性、機器廃熱を想定した給排気設備を取り入れた結果、各部屋相互の影響を最小にする室圧ブロックと維持費低減を目的とした給排気可変風量制御システムの併用化が実現しました。

当センターの完成により、検査業務の効率化及び分析精度の更なる向上に加え、適正な検査環境の確保が図られることにより、将来にわたり年々強化される水質基準と市民ニーズの高まり・多様化に迅速に対応することが可能となります。



水中の硬度等イオン類を測定します(イオンクロマトグラフ装置)



水中の有機物の量を測定します(全有機炭素計)



群馬東部水道企業団

車の町で駅伝快挙 群馬東部水道企業団の取り組みをさらに後押し



GX 形ダクタイル鉄管も使用



老朽化した浄水場を配水場化

群馬東部水道企業団は、県の東部に位置する太田市、館林市、みどり市、板倉町、明和町、千代田町、大泉町、邑楽町の3市5町の水道事業を統合した比較的新しい団体で、今年で7年目を迎えています。

当企業団では、これまで「官民連携」を重視し事業を運営してきました。企業団を設立した翌年には、官民が出資した(株)群馬東部水道サービスを設立し、今ではこの会社に水道料金の徴収や浄水場の施設管理、老朽化や広域化による管路再構築の事業など多くの業務を委託しています。

老朽化した管路更新は水道事業の大きな課題となっていますが、企業団を設立した当初、広域化で増加した業務を担う職員の増員は、技術職員が不足するなかで困難なことでした。そのため、広域化による管路の再構築や施設を更新する事業はDB方式を採用し、設計と施工を一括して官民出資会社に発注することにしました。

また、老朽化した既設管路の更新はCM方式を導入しました。設計や発注支援、施工監理は官民出資会社が行い、施工業者は地元工事店の育成や技術力の向上を目的に、企業団が入札を実施し決定しています。

現在、水道事業では「官から民への」潮流が大きな議論となっていますが、より良い「官民連携」のあり方を模索しながら、将来も安定した水道水の供給ができればと考えています。

最後に、新型コロナウイルスは出口の見えない状況が続いていますが、地元ではうれしい出来事もありました。今年の元旦に開催

された実業団ニューイヤー駅伝で、地元企業のスバルが準優勝に輝きました。この駅伝は、群馬県内を会場に行われる新春恒例のイベントですが、来年こそスバルが優勝できるのではないかと今から期待しています。

群馬東部水道企業団のあゆみ

平成21年(2009年)	10月	両毛地域水道事業管理者協議会において広域化の議論開始
平成24年(2012年)	5月	首長会議において水道事業統合の合意
	7月	群馬東部水道広域研究会設立
平成25年(2013年)	7月	群馬東部水道広域化基本構想策定
	9月	群馬東部水道広域化基本計画策定
	10月	群馬東部水道事業の統合に関する基本協定締結
平成26年(2014年)	11月	群馬東部広域水道事業統合協議会設立
	4月	水道統合準備室設置
平成27年(2015年)	6月	群馬東部水道企業団の設置について構成市町議会で議決
	10月	企業団設立申請について群馬県知事より許可
	10月	群馬東部水道企業団設立
平成28年(2016年)	3月	厚生労働省より創設事業認可
	4月	群馬東部水道企業団事業運営開始
	11月	公益社団法人日本水道協会主催「水道イノベーション賞特別賞」受賞
	12月	官民出資会社(株)群馬東部水道サービス設立
平成30年(2018年)	12月	群馬県企業局と事業統合(垂直統合)に関する覚書締結
令和元年(2019年)	7月	群馬県と事業統合(垂直統合)に向けた基本協定締結
令和2年(2020年)	4月	群馬県と事業統合(垂直統合)により2浄水場の運営開始
	8月	水道料金の統一化に向け、水道料金審議会設立



構成団体位置図



関東支部

かずさ水道広域連合企業団

～地域に密着した水道事業者を目指して～



「手動模型」で耐震管の仕組みを説明



「耐震体験管」で耐震管の挙動を体験



「応急給水資機材」の展示

かずさ水道広域連合企業団は、木更津市、君津市、富津市、袖ヶ浦市の水道事業と君津広域水道企業団の水道用水供給事業を同一の事業者で行うことを目的に創設し、平成31年4月1日から事業を開始しました。事業開始から3年が経過し、ホームページ、ツイッター、広報紙等を通じて、より多くのお客様に認識していただくため、幅広い広報活動に努めています。

その一環として、令和3年12月5日の日曜日にイオンモール木更津で開催された木更津市主催の「きざらづ防災フェスタ2021」に、当広域連合企業団も出展しました。このイベントは、「自助」、「共助」、「公助」の総合的向上を目的とした防災訓練であり、陸上自衛隊、警察、消防、NTT東日本、東京ガスなど30団体が参加しました。

当広域連合企業団では、耐震管の模型や給水車等の応急給水資機材を展示するとともに、当広域連合企業団の紹介パネルを掲示し広報活動を実施しました。来場されたお客様には、模型を使用した耐震管の挙動体験や、災害時の対応等の質疑を通じて、当広域連合企業団に関心を持っていただくことができました。

今後も、地域に密着した水道事業者を目指して、様々な媒体で広報活動を実施してまいります。



かずさ水道広域連合企業団の給水区域



中部支部

(独)水資源機構 愛知用水総合管理所

愛知用水通水 60 周年記念

2021年9月30日をもって、愛知用水は全面通水から60周年を迎えました。

同年9月25日には、十分な新型コロナウイルス感染症対策を講じた上で、60周年記念イベントが開催されました。60周年記念事業実行委員長の大村愛知県知事より挨拶があり、愛知用水の通水により、給水人口が6.7倍、農業産出額が3.2倍、工業製品出荷額に至っては17倍に増加したことに触れ、「愛知用水が知多半島を中心に愛知を潤し、愛知県の発展に大きな役割を果たした」と謝意を述べられ、次世代に引き継ぐことを表明されました。

その他、WEB博物館の開館、通水60周年絵画コンクールおよびフォトコンクールの入賞者表彰、水源地と受益者とのWEB交流会なども実施されました。

最後に、副実行委員長の坪井中部支社長より、水源地、受益地、関係機関の皆様への謝意を示す閉会のお言葉があり、本イベントは終了となりました。

なお、その他の取り組みとして、「愛知用水を知ろう」60周年記念パンフレットの発行、60周年記念ロゴマークの作成、60周年記念カードや愛知用水カードの発行も行っています。

今後も、皆様から親しまれる愛知用水を作っていけるよう、取り組みを進めてまいります。



60周年記念イベントの風景

60周年記念ロゴマーク



水の輝で60年 未来へつなく愛知用水



愛知用水カード



60周年記念パンフレット



60周年記念カード



関西支部

京都市上下水道局

若手職員チーム「WATER SAVE」の結成



給水タンクにおける残留塩素濃度の測定実験



配水管に係る勉強会の開催



防災訓練（仮設給水槽への給水作業）

京都市上下水道局では、大規模な事故や災害等に備え、防災・危機管理体制の拡充・強化を図るため、様々な取組みを実施しています。その取組みの一つとして、平成30年度に防災に係る技術力の向上や適切な初動体制の構築を目的として、南部配水管理課の若手職員を中心としたプロジェクトチーム「WATER SAVE」を結成しました。

チームメンバーは、普段、水道管路の維持管理や漏水修繕対応等の業務に従事していますが、大規模な事故や災害が発生した時に、現場の最前線で、迅速かつ確かな対応にあたることができるよう、水道技術職員としての責任と使命感を持って、本プロジェクトに参加しています。

これまでの活動として、初動体制に必要な資料の作成、関係部署と連携した防災訓練、給水タンクにおける残留塩素の測定実験、災害派遣活動の報告会等を実施しました。災害派遣活動の報告会では、緊急業務を対応する部署以外に対しても実施し、局全体の防災意識の向上を図ることができました。

また、現在は、防災・危機管理の分野にとどまらず、技術職員の人材育成・技術継承に係る活動も取り組んでいます。月1回、定例会を実施し、各々が担当した洗管放水作業や配水ルート切替作業等のフィードバックなどを行っています。また、配水管の適切な維持管理に必要な知識を習得するため、鉄管メーカーのご協力のもと勉強会を開催するなど、幅広い知識を得る機会を展開しています。

今後もこのような活動を継続し、災害に強い水道を目指していくとともに、未来の京都市上下水道局をしっかりと担うことのできる人材の育成に励んでいきたいと考えています。



配水ルート切替作業のフィードバック



中国四国支部

宇部市上下水道局

祝!宇部市 100年 記念に「アルミボトル水」つくりました!

祝! 宇部市 100年

市街地を少し歩けば、ほら、そこに彫刻がある。

そんなアートな街「宇部市」は、山口県の南西部に位置し、市の北部は豊かな自然にあふれ、南部は瀬戸内海に面し、市街地や工業地帯となっている、人口約 16 万人の都市です。

宇部市と彫刻のつながりは長く、1961(昭和 36)年に、市民憩いの場所である、ときわ公園を舞台に行われた、日本初の大規模な野外彫刻展にはじまり、現在は「UBE ビエンナーレ(現代日本彫刻展)」となり、世界で最も歴史ある野外彫刻の国際コンクールとして開催を続けています。

60年という歴史のなかで、市内に設置された野外彫刻は 200 点以上。市街地や公園、道路など市内のいたるところで多彩な芸術作品に出会うことができます。是非、一度お越し下さい。

宇部市は、昨年 11 月に、市制施行 100 周年を迎えました。

上下水道局では、100 周年を盛り上げるため、2004(平成 16)年から製造していたボトル水「宇部の水」のラベルを一新。容器も、プラスチックごみ削減のためにペットボトルからアルミボトルへ変更した「宇部の水」≪100 周年記念ボトル≫を 2 万本製造しました。

山口県央、秋吉台から注ぐ、程よくミネラルを含んだ厚東川の水を、緩速ろ過方式で、ゆっくりと製造した、ろ過水を原料として使用し、まろやかで美味しく仕上がりました。

販売は行わず、災害時の非常用飲料水として備蓄するほか、市制施行 100 周年記念事業等で配布し、水道水の安全性と美味しさを PR するために活用しています。

ラベルデザインは市内中学校に通う生徒に公募し、194 点もの多数の応募から、最優秀賞作品をボトルラベルとして採用しました。そのデザインは、宇部市の代表的な彫刻「蟻の城」をモチーフにした作品で、彫刻が幅広い世代の市民に親しまれていると感じられるものです。



アルミボトル水「宇部の水」 ≪100 周年記念ボトル≫

原料 / 中山浄水場緩速ろ過水
内容量 / 490ml
保存年限 / 10 年
製造本数 / 2 万本(非売品)

The 29th
UBE
BIENNALE
UBE International Sculpture Competition
第 29 回 UBE ビエンナーレ(現代日本彫刻)



彫刻展ロゴマーク



九州支部

佐賀市上下水道局

佐賀市の水道管路 たいしんか 大進化中!!



NS形ダクタイル鉄管(φ600mm)布設状況



GX形ダクタイル鉄管(φ300mm)布設状況



GX形ダクタイル鉄管(φ300mm)布設状況

佐賀市上下水道局では、将来に渡って水道事業の更なる安全、安心を図りながら、安定的に事業を継続していくためには、新たな投資と財源確保のためのより具体的な経営計画が必要であると考え、平成29年3月に中長期的な経営的視点に立った経営方針として、佐賀市水道事業経営戦略を策定しました。

この経営戦略では「耐震化の推進」を柱の一つとして掲げており、現在、その実施プランである「管路耐震化30年プラン」に基づき、重要管路及びそれ以外の管路のうちで耐震性能を有していない管路を耐震管に更新しています。

特に、災害時の活動拠点となる避難所、学校、病院等へ繋がる防災上優先度の高い重要管路については、積極的に入替え工事を行い、耐震化を進めています。併せて、管路の埋設状況に応じて、NS形E種管等の低コスト耐震管を採用するなど、管種のベストミックス化による更新コストの縮減を図っています。

このように、管路耐震化30年プランの実施によって、重要管路の耐震化状況は、実施前の平成28年度末で17%であったものが、令和2年度末では37.7%となり、4年間で約2.2倍に向上するなど、佐賀市内の水道管路網は、着実に大進化を遂げています。

今後も経営戦略に基づき、水道施設の強靱化を進めていくとともに、将来にわたって安全で安心な水道水を持続的に供給していくという水道事業の使命を果たしていきます。

佐賀市の水道管路 大進化中!!



「管路耐震化30年プラン」 since 2017

管路耐震化30年プランポスター



募集中!

事業体だよりでは、今後も皆様の事業活動の参考になるべく、ユニークな取り組み、新しい取り組みなどを紹介していきたいと思います。1ページを自由に使って、自慢の取り組み事例をご紹介します。各支部へ原稿をお寄せください。お待ちしております。



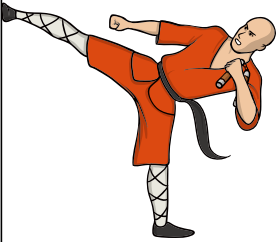
掲載事項

事業体名
 タイトル：1行(20字) ※最大2行まで
 紹介文 500文字程度
 写真スペース：掲載点数によってレイアウトで調整します。

私の好きな
時間

六十の手習いか
年寄りの冷や水か

～少林寺拳法に 挑戦～



名古屋市上下水道局 技術本部 管路部
部長

栗田 政一



これを書いている時はまだ定年退職前ですが、この雑誌に掲載されている時は新しい仕事に取り組んでいるのでしょうか？誰しも定年退職を迎える時期が近づくと、少しはその後のことを考えるのではないのでしょうか。そんな時に始めたことを紹介したいと思います。

1. 少林寺拳法との出会い

60歳を目前にして、今後も社会に少しは役に立てることはないかと思うこともあり地域活動に参加するなどしています。しかし、良く考えると休みに何をしているのと聞かれて自信をもってこれをしていきますと人に話をできるものがないことに気づきました。(今回この原稿を書くことになったのは、その質問を受け、少林寺拳法ですと言えたことが

きっかけです。) そんな時、地域活動の一つで参加していた消防団の新年会で少林寺拳法をやっている人がおり、面白そうですねと話をしているうちに、興味がありそうだから見学してみたらと誘われました。格闘技の観戦には多少興味を持っていましたが、やるとなると話は別です。しかし見学に行くと、もう入門することが前提みたいな雰囲気があり、次は試しにやってみましょう。次は道衣も用意するので入門ですねとあっという間の出来事でした。無差別に人を傷つけるような事件も発生しており、自分の身は自分で守るべきだとの思いもあったため、健康増進にも良いかと考え60歳まであと少しという時期に始めてしまったという感じです。

2. 初めて知った少林寺拳法は修行法

少林寺拳法のイメージはあるでしょうか。私は映画の「少林寺」でみた中国の拳法である少林拳を想像しましたが別物でした。少林寺拳法は、突き・蹴り・切り・かわしなどの「剛法」や守法・抜き・逆技などの「柔法」そして整脈などの「整法」の三法があり、開祖である宋道臣が日本で創始した精神修養・護身練胆・健康増進の三徳を兼ね備えた人づくりの行です。私にはまだまだ遠い道のりですが、技の修練を通じて、自信と勇気と行動力を身に着け慈悲心と正義感を養っているのです。技術修練には「基本」



名東道院 (養心殿)

「法形」「乱捕り」「演武」があります。年をとると頭と体は別物ということを実感します。法形や演武では、相手にあわせた動きは、頭では理解できたつもりでも、いざやるとなると、動けないことが多いのです。心得には手数をかけるというものもあります。人、十度、我、百度といわれますが、私の場合は、それ以上に手数をかけないとだめで、人より時間がかかります。家で動画などを見て、動きを確認したりしますが、こんなに美しく理にかなった動きができるようになったら良いなと憧れています。



練習風景

3. 初段に挑戦

60歳の誕生日を目前にして、初段の考試に挑戦しました。当日は、高校生ばかりのなかに、同じ道院のおやじ二人で参加しました。直前の1か月は、道院の仲間にも内緒で、二人でけいこ場を確保して練習をして、なんとか実技科目を身に着けました。前日の稽古では、道院長に何とか合格できるかなと言われたもののまったく自信はない状態で臨みました。また、当日は、なんと防具を忘れるというおまけのハプニングもあり、不安だらけの挑戦でした。課題は何とかクリアしましたが、若者との出来を比べると、益々自信がなくなりました。しかし、年寄りに気を使ってくれたのでしょうか、なんとか合格しました。60歳までに初段になれたので当初の目標は達成できたと思います。

4. 継続は力

道院長はじめ先輩方は非常に暖かく指導してくれます。また、同じ年代で同じころに始めた楽しい仲間にも出会えました。お互いに覚えが悪いことを自覚しながら、徐々に習得するよう励ましあっています。さらに、大学生などとも共に修練に励むと、自分との違いも分かり、寂しさを感じる反面、何とか相手になるようにと意気込みも感じます。少林寺拳法の特徴に「組手主体」があります。鍛え合い、共に成長する修練のシステムです。技を掛け合うと当然お互いに痛い思いをしますが、一人では学べない攻防の間合いなどをつかみお互いに技のコツを習得していくのです。こんな状況は普通には無いので、道院の仲間との出会いを大切に思いますし、道院で過ごす時間はわたしの大切な時間になりました。体力に応じた修行と永続して行うという技術修練の心得もあります。年寄りの冷や水と思われぬように、まずは2段を目指しあきらめないで修練に楽しく励みたいと思います。



名東道院の仲間 (2022 新春法会)

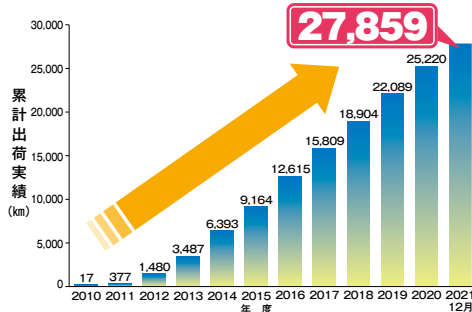
自然災害に強いハザードレジリエントダクタイトイル鉄管!!

地震に強だけでなく、津波や液状化などの二次災害、近年増加している台風・豪雨などの災害にも強靱な管体と優れた継手性能によって、有効性を発揮しています。GX形、NS形E種管、S50形管の2021年12月末までの出荷実績等は下記の通りです。

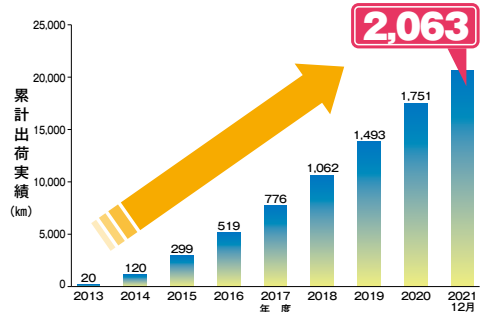


GX形

小口径GX形管の累計出荷実績



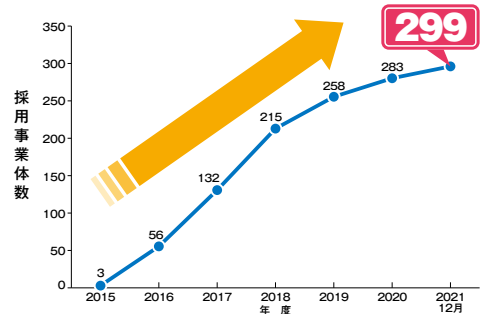
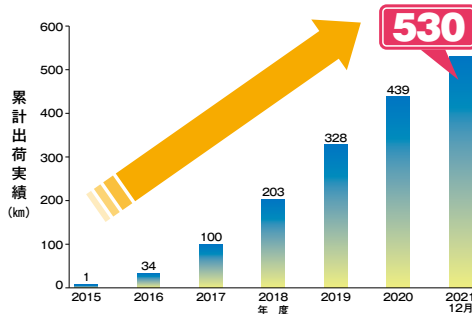
中口径GX形管の累計出荷実績



累計出荷実績29,900km突破!

NS形E種

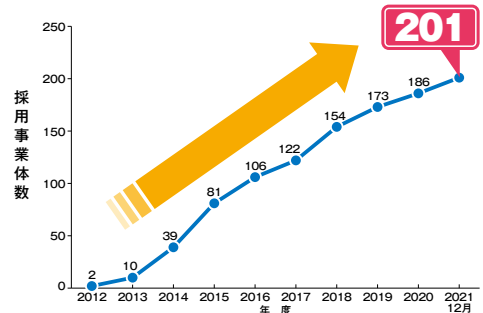
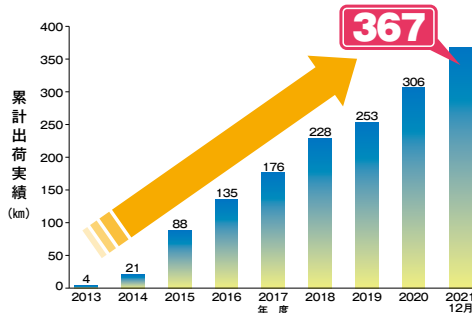
NS形E種ダクタイトイル鉄管の累計出荷実績と採用事業体数の推移



累計出荷実績530km、採用事業体数290突破!

S50形

S50形ダクタイトイル鉄管の累計出荷実績と採用事業体数の推移



累計出荷実績360km、採用事業体数200突破!

展示品・パネル貸し出しのご案内

日本ダクタイトイル鉄管協会では、水道週間や各種イベント等でご利用できる展示物・パネルをご用意しております。水道管路の耐震化、そこに使用されている耐震管について、説明しやすく理解していただきやすい展示物です。みなさまからは好評いただいております。イベントでのリピート使用も多くなっています。ぜひお気軽にご相談下さい。このランキングは2021年4月から12月末までの集計となります。



人気ランキング

展示品編

1 手動模型
貸出し 18回



- ・地震が起きた時の、耐震管と一般管の違いを説明しやすい。
- ・便利な宅急便サイズ

サイズ(梱包時)
W760*H660*D350 約 25 キロ

2 GX形φ75
耐震体験管
貸出し 5回



(説明用パネルと
イーゼル付き)

- ・思いっきり引っ張っても抜けない事を体験できる。
- ・地震等で抜けない事を説明しやすい。

サイズ(梱包時)
W1170*H600*D340 約 70 キロ

3 GX形φ150
カットサンプル
貸出し 4回



- ・GX形φ150の現物を見たり触ったりできる。
- ・継手の構造を見ることが出来る。

サイズ(梱包時)
W700*H280*D260 約 30 キロ

パネル編

1 震度7津波・台風・
豪雨にも耐えた
ダクタイトイル管
貸出し 17回



2 耐震継手の特性と
地震時の挙動
貸出し 15回



3 強くしなやかに！
(GX形吊り上げ)
貸出し 10回



4 地震に強い
ダクタイトイル鉄管
(NS形吊り上げ)
貸出し 8回



5 東日本大震災でも
実証された耐震管
貸出し 5回



2021 年度日本ダクタイトイル鉄管協会セミナーを開催しました

新型コロナウイルスで各種イベントや展示会等が中止、延期となる中で、当協会では下記セミナーを人数制限と万全の感染防止対策を行い、また会場によってはオンライン配信と併用して開催しました。講演いただいた講師の方々にお礼申し上げます。

2021 年度 ダクタイトイル鉄管協会セミナー 一覧表 《全10会場》

支部	開催日・開催場所	講師	テーマ
東北	2月18日 仙台市	八戸圏域水道企業団 配水課 配水管理グループリーダー 副参事 上野 光弘 氏	水理解析技術の能力が求められている背景 ～管網再構築＝水運用（水理解析技術）～
		名古屋大学 減災連携研究センター 准教授 平山 修久 氏	3.11 の経験を活かし、 これからの水道文化を考える
関東	9月15日 さいたま市	全国管工事業協同組合連合会 専務理事 粕谷 明博 氏	管工事業界の現状と課題
		東京都立大学 都市環境学部 都市基盤環境学科 准教授 荒井 康裕 氏	水道管路システムの維持管理と IoT や AI 技術の活用
	10月26日 オンライン配信	豊中市上下水道局 技術部次長 牟田 義次 氏	豊中市における施設整備と維持管理
		千歳科学技術大学 理工学部 応用化学生物学科 教授 下村 政嗣 氏	バイオミメティクス： 人新世におけるパラダイムシフト
	11月1日 松本市	名古屋市上下水道局 技術本部 管路部長 粟田 政一 氏	名古屋市上下水道局の施設整備計画
		京都大学大学院 工学研究科 都市環境工学専攻 教授 伊藤 禎彦 氏	水道料金値上げに対する容認度を高めるための コミュニケーション手法
	11月17日 千葉市	横浜市水道局 配水部長 鈴木 雅彦 氏	水道料金改定と管路更新
		東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 教授 沖 大幹 氏	水と気候変動と持続可能な開発
1月25日 平塚市	独立行政法人 水資源機構 理事 熊谷 和哉 氏	水道第四世代の創生 ～事業環境の変化と水道事業の経緯と将来	
	東京大学 生産技術研究所 基礎系部門 准教授 清田 隆 氏	液状化防災の高度化に関する研究紹介	

〈74 頁へつづく〉

仙台会場 会場 8 名、オンライン配信は 30 団体より申込



八戸圏域水道企業団 上野副参事



名古屋大学平山准教授はリモートで参加



埼玉会場 会場 25 名、オンライン配信は 32 団体より申込



全国管工事業協同組合連合会 柏谷専務理事



東京都立大学 荒井准教授



オンライン配信 26 団体より申込



豊中市上下水道局 牟田次長



千歳科学技術大学 下村教授



松本会場 水道事業体 21 名が参加



名古屋市上下水道局 栗田部長



京都大学大学院 伊藤教授



千葉会場 会場 80 名、オンライン配信は 54 団体より申込



横浜市水道局 鈴木部長



東京大学大学院 沖教授



平塚会場 会場 18 名、オンライン配信は 31 団体より申込



水資源機構 熊谷理事



東京大学 清田准教授



埼玉・千葉・平塚会場の
司会進行は2020ミス日本
「水の天使」中村真優さん

2021年度 ダクタイル鉄管協会セミナー 一覧表《全10会場》

支部	開催日・開催場所	講師	テーマ
中部	11月25日 名古屋市	京都市上下水道局 水道部長 伊木 聖児 氏	京都市水道事業における 強靱化に向けた取組について
		岐阜大学 工学部 社会基盤工学科 教授 能島 暢呂 氏	激甚災害に対する水道システムの 信頼性向上を目指して
関西	11月24日 大阪市	公益財団法人 水道技術研究センター 常務理事 清塚 雅彦 氏	水道の事故とアセットマネジメント
		東京大学大学院 工学系研究科 都市工学専攻 都市環境工学講座 教授 滝沢 智 氏	水道管路更新の課題と推進方策
関西・ 中国四国 共催	12月22日 徳島市	金沢大学 理工研究域 地球社会基盤系地震工学講座 教授 宮島 昌克 氏	南海トラフ地震を考える ～強震動、液状化、津波に水道システムはどのように備えるか～
		呉市上下水道局 経営企画課 課長 増木 誠治 氏	豪雨災害後の災害に強いまちづくりの 推進について
中国 四国	10月28日 広島市	鳥取大学 工学部 社会システム土木系学科 教授 小野 祐輔 氏	地震により生じる地盤変状を予測する 最新技術
		福岡市水道局 配水部 整備推進課長 田中 辰夫 氏	福岡市における配水管の 更新・耐震化の取り組みについて

※ 10月26日の新潟会場のセミナーは新型コロナウイルス感染拡大の影響によりオンライン配信に変更しました。

※ 2月8日の福岡会場及び2月22日の茨城会場のセミナーは、新型コロナウイルス感染拡大の影響により中止となりました。

名古屋会場 水道事業者 33名が参加



京都市上下水道局 伊木部長



岐阜大学 能島教授



大阪会場 会場 55名、オンライン配信は31団体より申込



水道技術研究センター 清塚常務理事



東京大学大学院 滝沢教授



HINODE

IoTを活用した 管網管理の効率化

流況監視ユニット

センサで計測した水圧や流量などの流況を
アンテナとバッテリーを搭載した鉄蓋からクラウドに送信
事務所やスマートフォンから流況の遠隔常時監視を
可能にするボックスユニットです



詳しい特長はこちら

日之出水道機器株式会社

本社 / 福岡市博多区堅粕5-8-18(ヒノデビルディング) Tel(092)476-0777
<https://hinodesuido.co.jp>

日本の上下水道を支える —— TOHYAMAの鑄鉄管



■ 営業品目

上・下水道用 }
工業用下水道用 } ダクタイル鑄鉄管
ポンプ用 } (口径75mm~3,000mm)



〔〇〕日本ダクタイル異形管工業会会員

株式会社 遠山鐵工所

本社 埼玉県久喜市菟浦町昭和18番地
☎0480(85)2111 FAX0480(85)7100

浄水場・配水池・水処理センターの建設、更新に 丸マークのフランジ形異形管



豊富な管種、安定した品質、確実な納期で九州鑄鉄管の製品は日本全国で活躍しています。

 **九州鑄鉄管株式会社**

<http://www.kyuchu.co.jp>

本 社：福岡県直方市大字上新入1660-9

TEL 0949-24-1313

東京支店：東京都千代田区内神田2-7-12 第一電建ビル401号

TEL 03-3525-4551

ホームページで便覧がダウンロード できるようになりました。



そのほか、各種技術資料もダウンロードできます。



(一社) 日本ダクタイル鉄管協会

編集後記

- コロナ禍においても、本誌「ダクタイトイル鉄管」110号は多くの皆様にご協力をいただき、発刊することができました。
- 巻頭言は、昨年の10月1日に厚生労働省医薬・生活衛生局水道課長に就任された名倉課長に執筆いただきました。3月に開催された全国水道関係担当者会議での資料等もご紹介いただき、更新の前倒しや場合によっては長寿命化して更新を先延ばしする提案もされています。
- 3月末に金沢大学を定年退職された宮島教授に最終講義と題して、執筆いただきました。宮島教授には、地震調査団として技術レポートの執筆、過去には座談会への出席など、協会誌の編集にご尽力いただきました。
- 今号では、徳島市の久米管理者に特別インタビューを実施しました。久米管理者の水道界への熱い想いを感じる誌面構成となっておりますので、是非ご一読ください。
- 上下水道事業者の住民向けPRの方法などを紹介する事業者だよりは、今回8つの事業体に寄稿いただきました。各地域では、新型コロナウイルス感染症の影響でイベントを実施することが困難な中でも、住民の皆さんに水道事業の理解を深めてもらう取り組みが行われています。今回の事業者だよりでは、住民広報の取り組みだけでなく、広域化や運営基盤の強化策、若手職員の人材育成なども掲載されていますので参考にさせていただけると幸いです。

ダクタイトイル鉄管第110号〈非売品〉

2022年4月15日発行

編集兼発行人 久 保 俊 裕

発行所 一般社団法人
日本ダクタイトイル鉄管協会
(<https://www.jdpa.gr.jp>)

本部・関東支部	〒102-0074	東京都千代田区九段南4丁目8番9号(日本水道会館)
		電話03(3264)6655(代) FAX03(3264)5075
関西支部	〒542-0081	大阪市中央区南船場4丁目12番12号(ニッセイ心斎橋ウエスト)
		電話06(6245)0401 FAX06(6245)0300
北海道支部	〒060-0002	札幌市中央区北2条西2丁目41番地(札幌2・2ビル)
		電話011(251)8710 FAX011(522)5310
東北支部	〒980-0014	仙台市青葉区本町2丁目5番1号(オーク仙台ビル)
		電話022(261)0462 FAX022(399)6590
中部支部	〒450-0002	名古屋市市中村区名駅3丁目22番8号(大東海ビル)
		電話052(561)3075 FAX052(433)8338
中国四国支部	〒730-0032	広島市中区立町2番23号(野村不動産広島ビル8階)
		電話082(545)3596 FAX082(545)3586
九州支部	〒810-0001	福岡市中央区天神2丁目14番2号(福岡証券ビル)
		電話092(771)8928 FAX092(406)2256

水をつなぐ、 しあわせをつむぐ

安心できる水と暮らしている人のために、
その水をつなぐために努力する全ての人と共に、
日本鑄鉄管は、技術と知識で
安心できる暮らしと構造を実装します。



日本鑄鉄管株式会社

本 社 | 〒104-0045 東京都中央区築地1-12-22 コンワビル ☎ 03-3546-7675
久喜工場 | 〒346-0193 埼玉県久喜市菖蒲町昭和沼一番地 ☎ 0480-85-1101
支 社 | 北海道支社、東北支社、中部支社、九州支社



www.nichu.co.jp

For Earth, For Life
 Kubota

ON YOUR SIDE

1890年の創業から「食料・水・環境」の課題解決に向けて歩んできたクボタ。
これからも一歩一歩、すべての人と心をひとつに、明日へと進み続けます。

株式会社クボタ