

ダクタイル鉄管



Ductile Iron Pipes

No. 109



一般社団法人

日本ダクタイル鉄管協会

Japan Ductile Pipes Association

KURIMOTO

www.kurimoto.co.jp



日々の安心は、強さから生まれる。

強 靱

株式会社 栗本鐵工所 **パイプシステム事業部**

- 本 社 / 〒550-8580 大阪市西区北堀江1丁目12番19号 TEL (06) 6538-7641
- 東京支社 / 〒108-0075 東京都港区港南2丁目16番2号 TEL (03) 3450-8510
- 支 店 / ●北海道支店 TEL (011) 281-3302 ●中国支店 TEL (082) 247-4133
 - 東北支店 TEL (022) 227-1873 ●九州支店 TEL (092) 451-6623
 - 名古屋支店 TEL (052) 551-6932





交野市水道局 (大阪府) GX形 呼び径 400 × 3 条

DUCTILE IRON PIPES



佐伯市上下水道部(大分県) GX形 呼び径 350

DUCTILE IRON PIPES



志布志市水道課（鹿児島県） GX形 呼び径 400



三原村役場農林業建設課（高知県） GX形 呼び径 200

DUCTILE IRON PIPES



東京都水道局 US形 呼び径 900



岩国市水道局 (山口県)
US形 呼び径 1000



福井市企業局 FGX形 呼び径 150



東京都下水道局 NS形 呼び径 450

DUCTILE IRON PIPES



横浜市環境創造局 UF形 呼び径 1350



滋賀県北部流域下水道事務所 GX形 呼び径 300



岩手県企業局 S形/UF形 呼び径 1100

白川第3送水管新設事業に係る計画・施工・運用開始について

札幌市水道局 給水部 工事課長 秋山 啓
工事課工事二係長 叶 佳裕

札幌市の水道事業は昭和12年から通水を開始し、現在は5つの浄水場と約6,000kmに及ぶ配水管により給水を行っています。本市の白川浄水場は給水量の約80%を担っており、基幹配水池から送水している白川第1、第2送水管は市の大動脈とも言えます。

新設された白川第3送水管については、既設の第1、第2送水管の更新(断水)時の送水量の確保、事故・災害時の断水リスクの回避や応急給水の確保を目的とし計画されました。

今回はこの第3送水管新設にあたり、靱性・耐圧性・耐震性で評価されたUS形及びS形ダクタイル鉄管を使用した、16年間に及ぶ事業についてまとめています。

仙台市水道局における基幹管路の新設事例

仙台市水道局 給水部 配水管理課 水運用係 主任(旧所属:管路整備課) 真木 洋介
給水部 管路整備課 基幹管路係 技師 小野 光貴

仙台市水道事業は大正12年に創設以後、数次にわたる拡張事業により供給体制の拡充を図ってきました。しかし、現在は人口減少に伴う水需要の減少が見込まれ、拡張事業期に集中して整備した管路が順次経年化を迎えています。基幹管路は耐震化と合わせて、計画的な更新を進めており、配水システムのバックアップ機能の強化を図るため新設整備を進めています。

今回は「国見第二配水幹線延伸工事」と「若林配水幹線新設工事」の2つの事例を紹介しています。作業効率や耐震性の観点からダクタイル鉄管を採用しており、都市部における様々な制約の中で施工された詳細について紹介しています。

第二朝霞上井草線(仮称)第1工区送水管(2600mm)トンネル内配管(US形R方式) ～東京都水道局における送水管のネットワーク化に向けた取り組み～

東京都水道局 東部建設事務所 工事第二課長 中島 正悟
工事第二課 施設工事調整担当課長代理 桑原 勇太

東京都水道局では「東京水道施設整備マスタープラン(令和3年3月)」を策定し、整備を推進しています。この取組の一例に災害や事故時の送水機能確保のため、広域的な送水管のネットワーク構築があります。今回紹介する第二朝霞上井草線(仮称)は、既設の朝霞上井草線の二系統化によるバックアップ機能確保のため、シールド工法により整備を進めています。本工事ではトンネル内配管の作業効率の良さや、路線上の急曲線に対応できることから、ダクタイル鉄管US形R方式を採用しています。レポートでは、国内初となるトンネル坑内における配管の2本同時運搬や、施工効率を飛躍的に向上させた接合方法など紹介しています。

高松市内基幹管路(呼び径800×5km)更新工事について

香川県広域水道企業団 高松ブロック統括センター 水道整備課 主査 香川 偉志

香川県広域水道企業団は県内8市8町の水道事業と県の水道用水供給事業を統合し、平成29年に設立されました。今回紹介する基幹管路の更新事業については、前身の高松市水道局時代から計画され、8年間の工期を経て完了しました。

既設の基幹管路の布設替えとして設計され、開削区間では耐震継手のNS形ダクタイル鉄管、非開削区間ではヒューム管を推進した後にPN形ダクタイル鉄管をパイプ・イン・パイプ工法で施工しています。

今回のレポートでは、令和元年度に行われた非開削区間において、新規格となり施工性が向上したPN形管の施工状況や実際の手順について紹介しています。

令和2年7月豪雨災害に伴うGX形ダクタイル鉄管を使用した配水本管の復旧について

あさぎり町上下水道課 小山 英治

あさぎり町は熊本県の南部に位置し、平成15年に上村・免田町・岡原村・須恵村・深田村が合併して誕生しました。

令和2年7月3日の豪雨ではあさぎり町でも観測史上1位の降水量を記録し、配水本管が河川へ転落するなどの被害がありました。被災したダクタイル鉄管(K形)には継手の離脱がなく、管体に大きな損傷もなかったことから「奇跡のK形」と呼ばれました。

今回のレポートでは、これらの復旧にあたり、管体の安全性が実感され、更に施工性の良さからGX形ダクタイル鉄管を採用した経緯や復旧工事の様子を報告しています。

Contents

第109号 ダクタイル鉄管 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）

日本ダクタイル鉄管協会会長賞 作品名『ごっくん』

Gravure

グラビア

- 交野市水道局
 - 佐伯市上下水道部
 - 志布志市水道課・三原村役場農林業建設課
 - 東京都水道局・岩国市水道局・福井市企業局
 - 東京都下水道局
 - 横浜市環境創造局
 - 滋賀県北部流域下水道事務所
 - 岩手県企業局
-

今号の概要

- 巻頭言「東日本大震災を振り返る ―災害エスノグラフィの視点から―」
平山 修久 4
- 座談会「東日本大震災から10年が経過して ～復興状況とこれからの地震に備えて～」
宮島 昌克・菊池 修一・木村 剛・山路 聡・村上 一郎 6



Technical Report

技術レポート

- ① 白川第3送水管新設事業に係る計画・施工・運用開始について 24
秋山 啓・叶 佳裕
-
- ② 仙台市水道局における基幹管路の新設事例 32
真木 洋介・小野 光貴
-
- ③ 第二朝霞上井草線^(仮称)第1工区送水管(2600mm)トンネル内配管(US形R方式)
～東京都水道局における送水管のネットワーク化に向けた取り組み～ 40
中島 正悟・桑原 勇太
-
- ④ 高松市内基幹管路(呼び径800×5km)更新工事について 46
香川 偉志
-
- ⑤ 令和2年7月豪雨災害に伴うGX形ダクタイル鉄管を使用した
配水本管の復旧について 54
小山 英治
-
- 事業者だより
札幌市・軽米町・越谷市・和光市・岐阜市・吹田市・山陽小野田市・那覇市 62
- 私の好きな時間【将棋の魅力に取り憑かれて】小泉 卓也 72
- 誌上講座 74
- 協会ニュース 84
- 編集後記 92

東日本大震災を振り返る —災害エスノグラフィの視点から—




名古屋大学減災連携研究センター
准教授

平山 修久

東日本大震災から10年が経過した。2011年以降、新水道ビジョンの策定、水道の耐震化計画等策定指針、国土強靱化基本計画における水道の耐震化目標、地震等緊急時対応の手引きなど、水道の災害対策に関するさまざまな取り組みがなされてきている。水道統計でこの10年を振り返ると、水道事業体数は1,429事業体から1,330事業体と6.9%減、給水人口は124,657千人から123,971千人と0.6%減となっている。管路の耐震化でみれば、全管路延長が639.169.1kmから721.873.2kmと12.9%増大し、基幹管路の耐震化率が19.4%から25.9%、管路の耐震化率が11.2%から16.8%となっている。最新の水道統計がH30(2018)年度であることから、管路の耐震化は毎年0.7ポイントから0.8ポイントしか増大していないことがわかる。水道ビジョンで編み出した耐震適合率でさえ2018年度で40.3%であり、毎年0.96ポイントの増加にすぎないのである。国土強靱化基本計画での2022年度末までに基幹管路の耐震適合率50%という数値的目標の達成は大変厳しいと言わざるをえないだろう。ユリウス・カエサルはガリア戦記において、「人々は自ら欲することを信じる」「見たいと欲する現実しか見えないではいけない」と記している。東日本大震災から10年が経過した今、我々水道界

が、「都合の悪いことは見ないようにし、都合のよいこと、自分の欲しいものしか見ていない」かどうか、改めて確認しておくべきであろう。

東日本大震災ではプレート境界型地震による特徴的な地震動と津波により、水道施設に甚大な被害が生じた。2011年以降、2016年熊本地震、2018年大阪府北部の地震、さらには2018年西日本豪雨、2019年東日本台風災害においても、水道施設に対する被害や長期停電などの水道システムへの影響が生じている。これらの災害による水道システムへの影響については、その被害状況や要因に関するさまざまな調査研究がなされてきている。管路被害率は、1995年阪神・淡路大震災時の0.44件/km～1.61件/kmから2011年東日本大震災での約0.12件/km、2016年熊本地震での0.08件/kmと小さくなっており、また、津波による洗掘に伴う道路破壊や土砂災害による道路路面破壊時でも当該道路に埋設されていた耐震継手を有する耐震管路がその機能を損失していない事例がみられる。したがって、なぜ被害が生じたのかに関する被害調査も重要である一方、なぜ被害が生じなかったのか、機能を維持できたのかという機能維持や安全情報に関する調査研究も必要不可欠である。以上のことから、我々は、水道管路に関して耐震継手の耐



震管路という技術、災害文明を所有しているの
である。しかしながら、減災力と回復力を持ち
合わせる災害レジリエントな水道には、エンジ
ニアリングの駆使による防災技術、誘因の軽減
技術である社会の装置としての災害文明のみな
らず、被害拡大要因の排除、素因の改善という
社会の機能としての災害文化が求められる。災
害文明としての避難情報があつたとしても、災
害文化として避難行動がなければだめなので
ある。新型コロナウイルス感染症対策においても、
欧米の状況を鑑みれば、現代文明によって経済
的に豊かになったとしても、必ずしも、感染症
対策に効果があつたとはいえない。塩素消毒に
よって適切に消毒された水道水が蛇口からいつ
でもどこでも供給されている、手洗いやうがい、
マスクの着用、土足で家に上がらないという文
化も必要なのである。すなわち、水道文明、災
害文明とともに、水道文化、災害文化をいかに
醸成していくのが問われているといえる。

災害文化、水道文化を醸成するためには、「ひ
と」が重要である。そこでは、経験をいかに織
り交せて、経験や勘に基づく知識であり、言葉
などで表現が難しいものである「暗黙知」をも
継承していくことが必要である。社会学の分野
において、フィールドで生起している現象や暗黙
知を記述しモデル化する手法としてエスノグラ
フィがある。災害対応における暗黙知に関して、
災害現場に居合わせた人々の視点から災害像を

描くことで災害経験を体系化し、災害現場に
居合わせなかった人々が災害という異文化を
自らの経験として追体験することで災害対応
における暗黙知を理解する手法として災害
エスノグラフィが提案されている。2011年東日
本大震災では、これまでに、調査研究、記録
誌や報告書など、経験や教訓、知見がさまざ
まに取り纏められてきている。しかしながら、
災害エスノグラフィという視点から、2011年
3月11日に何を経験し、何を悩み、何を考え
たのかについての記録はほとんど残せてきて
いない。水道文化からみた「ひと」を鑑みる
と、東日本大震災発生その日、何をしてい
たのか、発災時の体験や感じられたこと、そ
れ以降に取り組まれた活動などを記録に残す
『水道人エッセイ集「それぞれの3.11、あの日か
ら私は』や、仙台市水道局と名古屋大学とで
取り組んでいる「災害エスノグラフィ調査を
活用した人材育成ツールの開発」がアプロ
ーチのひとつであるといえよう。

2011年東日本大震災から10年を振り返り、
さまざまな課題に直面する水道分野において、
技術継承や人材育成などの「ひと」、耐震管路
や施設更新などの「もの」、ビジョンや耐震化
計画などの「こと」の視点から、これからの「水
道文明」と「水道文化」をいかに創造してい
くのかを、産官学連携で考えていきたい。

座談会

「東日本大震災から 10年が経過して」 — 復興状況とこれからの地震に備えて —



これまでに、協会誌「ダクタイル鉄管」では被災事業者の仙台市や気仙沼市での復旧や復興の状況について、座談会・鼎談などで取り上げてきました。10年の節目を迎えた今回、あらためて、東日本大震災の被災当時を回顧いただき、そこから、現在に至るまでの復旧、復興の現状を語り合ってくださいました。金沢大学の宮島教授にコーディネーターを務めて頂き、日本水道協会（以下、日水協）東北地方支部（以下、東北支部）の立場から仙台市、宮城県支部からは石巻地方広域水道企業団、岩手県支部からは盛岡市、福島県支部からは郡山市に参加して頂き、リモート座談会を開催しました。

（この座談会は、8月30日に開催し、郡山市の村上下水道事業管理者は9月4日付で副市長に就任されましたが、座談会当時の役職で掲載いたします。）

コーディネーター

金沢大学教授

宮島 昌克氏

座談会出席者

仙台市水道局

次長

菊池 修一氏

石巻地方広域水道企業団 技術次長

木村 剛氏

盛岡市上下水道局

水道建設課長

山路 聡氏

郡山市上下水道局

上下水道事業管理者

村上 一郎氏



リモート座談会

まず、宮島教授は毎年、被災地を訪問されているとお聞きしましたが、10年という節目を迎えられ、どういった感想、感慨をお持ちでしょうか。

宮島教授：もともと、業界紙の企画で宮城県、岩手県を中心に毎年、被災地を訪ね、復興の進捗状況を確認していました。ただ、昨年からは新型コロナウイルス感染症の状況を考慮し、訪問することができませんでした。今回この座談会の開催にあわせて、幾つかの市町村を視察させていただきました。盛土した宅地、堤防もようやく完成して、仮設配管の地域も当然ありましたが、ほとんどは新しい管路が埋設され、いわゆる「ハコモノ」は10年が経過して完成したという印象を受けました。10年の歳月は、生活している住民には「長い」と感じられたのではないのでしょうか。また、インフラ整備が最終段階を迎えた昨年春からの新型コロナウイルス感染症の影響が賑わいのある街づくりにも大きな影響を与えています。まだまだ復興途上であるという認識を持っています。

次に、各事業体の皆様から被災当時の状況について、仙台市であれば東北支部の状況を振り返っていただけますでしょうか。

菊池次長：まず、東北支部長都市としての立場で話させていただきます。当然、東北6県の被災事業体と応援事業体を繋ぐ中枢的な役割をもとめられました。しかしながら、被害が広範囲におよび、本市と県支部長都市（石巻地方広域水道企業団）を含む複数の事業体が同時に被災し、電気や電話などの水道以外のインフラも甚大な被害を受けたことから困難な状況での対応となりました。特に震災後のしばらくの間は、一般電話や携帯電話などの通信網が途絶し、混乱の中での情報収集に大きな制約を受けました。東北支部と宮城県支部では災害用の衛星電話を整備していたので、最低限の情報連絡体制を確保することができました。本市と本日参加されている支部長都市の皆さんが同時に大きな被害を受けたことで支部組織による階層的な総合応援ネットワークが十分機能しない



宮島
昌克



菊池
修一

状況に陥りました。その状況下で日水協本部の調整により、被災県支部ごとに応援地方支部を割り当てる枠組みが3月15日から導入されました。宮城県支部には中部支部と北海道支部に加えて東京都、岩手県支部には関西支部と中国四国支部、福島県支部には関東支部と九州支部と、全国的なバックアップ体制が組織されました。このうち、宮城県支部には中部支部長都市である名古屋市が本市と石巻地方広域水道企業団に拠点を設け、被災水道事業体の被害状況の調査や、必要な応援の内容に関する情報収集など宮城県支部長都市の業務を代行していただきました。これによって、本市は名古屋市と情報共有し、また盛岡市、郡山市から各県支部内の状況について情報を集約し、東北支部内の応援の実施状況を把握して、日水協本部と連絡調整が可能となりました。このような被害状況に応じて形を変えて、状況に即した対応をいただいた日水協を中心として連携協力体制を心強く感じました。

次に仙台市の状況は、市内で最大震度が6強を観測し、主要浄水場の浄水処理は継続できましたが、配水幹線の被害や宮城県仙南・仙塩広域水道の給水が停止し、さらには長期間に及ぶ停電、燃料の枯渇によるポンプ場の停止等が重なり、最大断水戸数は約23万戸、断水率にして約50%となりました。これに対して、全国63事業体から応援をしていただき、1日最大75台の給水車で応急給水を行いました。

木村技術次長：石巻地方広域水道企業団の被害状況は主力浄水場であった蛇田浄水場を含む取水場7箇所、浄水場3箇所の水道施設が壊滅的な被害を受けました。蛇田浄水場は、旧北上川を水源とする日量55,000m³の施設能力を有する急速ろ過の浄水場でしたが、場内のいたるところで発生した液状化や地盤の変動により、コンクリート構造物、建築物、管路などが大きな被害を受けました。施設を供用させながら構造物直下の液状化対策（地盤改良等）を行うことが相当困難であったことから、現地での復旧をあきらめ、蛇田浄水場から西側に約3km離れた高台にある須江山浄水場に蛇田浄水場の機能を全て移転する形で震災から6年後の平成29年10月に復旧は完了しました。この移転復旧により、日量25,000m³の施設能力であった須江山浄水場は、日量80,000m³の施設となり、加えて、災害に強い施設構築を目的に既存施設の耐震補強や施設能力の50%の処理が可能となる非常用自家発電設備の増設を図りました。

給水区域内の管路の被害状況は、通水できた水道管路の被害件数で1,857件、このうち給水管の被害が最も多く1,186件と全体の60%を占めており、導・送・配水管の被害は671件ありました。地震直後から全域が停電となり、全ての水道施設の機能が停止し、給水区域内全戸が断水になりました。発災から2日後の3月13日から主要施設の電力が徐々に復旧し、施設、設備、管路の確認に着手、発災から5日後の3月16日、

災害拠点病院の石巻赤十字病院等への給水を皮切りに復旧作業として管路への通水作業を進め、7割近くまで復旧した約1ヶ月後の4月7日の夜、震度6弱の本震後最大の余震によって、翌朝まで全域が停電、再び全戸断水となり、今までの作業が振り出しに戻り、大きなショックを受けました。

津波で大きな被害を受けた地域は、国道などの主要な道路であっても通行できず、数日後に道路の支障物が撤去され通行可能となったものの、道路脇に寄せられた瓦礫や堆積したヘドロを除去し、仕切弁や止水栓を探しながら復旧作業を進めなければならず、さらには、管路修繕のために掘削しても、地盤沈下により海水や地下水の水位上昇による冠水や、水替えが追いつかないなど、復旧作業は困難を極めました。

漏水調査や漏水修繕に全国の28事業者から約4,065人の応援を頂き、発災から4ヶ月となる7月11日に最末端である離島の田代島へ通水し、津波により大きな被害を受けた沿岸部の一部を除き全域の応急復旧は完了しました。通水できたのは、全体の94.68%の世帯でした。4ヶ月にわたる地道な作業は、泥と砂埃と汗との戦いでもあり、体力、現場経験、データだけでなく紙ベースでの図面管理の大切さも実感するものとなりました。

山路建設課長：盛岡市では地震発生直後は、大規模停電や情報網の停止によって、今何が起きているのか全く分からない状況で、発電機を回してテレビを点けてやっと、被害の大きさを知りました。この停電によって二つの浄水場が停止したことで、地震発生直後から直送系の約4,700戸が断水になり、その後は、自家発電装置で稼働している浄水場からの配水範囲を広げるとともに、応急給水活動を行い、配水池の水位を注視しながら電力の復旧を待っている状態が続きました。結果として、断水や水圧低下の発生は46,800戸ほどになりましたが、3月12日16時頃から電力が復旧し始め、地震発生から3日後の14日12時頃に市内の断水は解消されました。

次に日水協岩手県支部の活動ですが、停電で通信手段がほとんど途絶し、県支部では衛星携帯電話での情報収集を試みました。その結果、東北管内での相互応援は不可能であることが分かり、全国の水道事業体に応援要請を行いました。岩手県には3月13日に中部支部が盛岡入りしましたが、14日深夜に東北支部から、岩手県には関西支部と中国四国支部が応援するとの連絡があり、15日から給水車が続々と盛岡に集結してきました。震災が発生した2011年は盛岡では3月11日以降も積雪があった日が7日あり、4月20日頃まではみぞれが降っていましたが、



木村
剛



山路
聡



村上
一郎

内陸から沿岸被災地に行くには、北上高地を必ず越えなければなりません。西日本から応援にきていただいた車両は、スタッドレスタイヤを装着していない車両が少なからずあり、当初は盛岡市でスタッドレスタイヤに交換してもらっていましたが、物流が停滞し、給水車用のスタッドレスタイヤの入手が困難になったので、スタッドレスタイヤ未装着の応援を断らざるを得ない状況となりました。応援隊の受援体制については、3月16日に日水協本部と関西支部、中国四国支部、盛岡市で構成する現地対策本部を設置し決定しました。日水協本部は全体調整、関西支部と中国四国支部は応援隊派遣、岩手県支部は県内各機関との連絡調整と情報収集といった役割分担をしましたが、実際には、関西支部が応急給水全般を取り仕切り、中国四国支部は被災地の現地調査を行っています。応援隊の派遣については、応急給水応援と災害復旧応援になりますが、盛岡市としては、突然の全国からの応援隊の到着に現場は混乱し、さらに被災地の状況が分からないまま、現地に派遣しなければいけないという状況になりましたがこれによって初動対応は停滞しなかったと思われ、阪神・淡路大震災の教訓は生かされたと感じています。被災地と応援隊を調整する「先遣隊の必要性」を実感しましたが、このことは震災の教訓として、現在の災害対応に生かしています。

村上管理者： 災害発生時は郡山市の最大震度は「6弱」、管路の被害状況としては、導水管が5箇所、場内連絡配管が3箇所、配水管（管径500mm以上）が5箇所、配水管（管径450mm以下）185箇所、仕切弁1箇所、空気弁17箇所、給水管802箇所であり、計1,018箇所でした。本市の発災時組織体制ではありますが、上下水道局対策本部事務局、応急給水班、応急復旧班、物資調達班及び浄水班に分かれそれぞれ対応し

ました。

事前対策としては、阪神・淡路大震災や新潟県中越地震等の災害派遣の経験として、市の管工事協同組合と応急給水及び復旧工事に関する協定書を締結していたことで、発災直後から応急復旧体制の構築をスムーズに行えました。

一方、燃料の備蓄・調達体制の構築では、東北、関東9箇所の製油所のうち仙台や千葉などの製油所6箇所が地震の被害により操業停止となり、供給量の不足に陥りました。

発災後2日目ごろから燃料不足が発生し、ガス欠で放置する一般車両も見られるなど、燃料確保が極めて困難な状況となりました。緊急車両においても、給油量の制限があり、給油のために指定された給油所まで移動する時間が必要になるなど、極めて深刻な事態となり、燃料の供給が正常になるまで18日間続き、応急活動に支障をきたしました。

宮島教授： 皆さんの話をお聞きしていると、10年前のことが生々しく思い出されますし、また最近ではよく耳にする「これまで経験した事のないような災害の危険」というフレーズは東日本大震災から使われたかなと思いました。特にキーワードは「津波」ですね。木村技術次長の道路が通行できるようになっても、瓦礫やヘドロを除去しての復旧作業は大変であったことは想像に難くないです。この事象も経験して初めて分かった課題です。もう一つは「被災地域が広域」にわたる点です。県内の相互応援体制が機能せず、想定外であり、サプライチェーンが途絶えて、準備していたことが実行できなかったことも大きな教訓だと思いました。

次に被災直後の応急給水や応援給水で各県支部の立場でコメントいただけますでしょうか。



新庄浄水場に応援に駆け付けた給水車（提供：盛岡市）

山路建設課長：震災による岩手県内の応急給水は、活動期間が3月12日から7月5日までの116日間、延べ3,758台の給水車が活動することになり、応援隊の活動が長期間にならざるを得ない事業者も多かったです。関西支部の事例を振り返りますと、最初は盛岡を目指して給水車で応援に駆け付け、盛岡から被災地に通う。次の隊は飛行機やバス、車で盛岡に来て、最初の隊と入れ替わります。引き継ぎは現場ではなく盛岡で行い、それから被災地に入る、という流れが多かったようです。しかし、盛岡から被災地は遠く、奥州市や北上市などを拠点に変え通い始めた事業者も出てきました。また、陸前高田市の支援でいえば給水車を住田町役場に置いて、普通車で内陸の拠点を移動するという手段も使いました。応援隊の派遣にあたっては、被災地の地理的な特徴、道路幅員、勾配などの現地の状況を把握した上で車種や台数を選定しないと、

給水車の能力を生かしきれず、効率良くできないと感じました。先ほども申し上げましたが、先遣隊を派遣し被災地と調整をする必要がありますが、宮島先生もおっしゃいましたが、震災の規模が広範囲にわたり、とても厳しかったと感じています。また、当初は給水車の台数も多かったのですが、長期になるに従い台数が減少し、現地の状況に合った車種が投入できない状況もありました。

最初は飲み水の需要が多かったのですが、時間の経過を受けて生活用水の需要が増え、容器もポリタンクやバケツ、たる、風呂など大型化していくために給水量が増えるという応援隊からの報告もありました。戸別給水は、給水車の台数が確保できるうちは問題ないのですが、台数が減少すると応援隊の負担が増加します。また、戸別給水から拠点給水への転換や、長期間の拠点給水は、利用者に不便を強いることになり、

切替には気を使いました。この経験は、今後の応急給水計画や装備の拡充などに生かし、引き継いでいく必要があると考え、現在に生かしています。

木村技術次長：当時、沿岸地域では大津波の影響によりNTT設備等が損壊し、固定電話やFAX、電子メールも使用不能となり、先ほど菊池次長、山路課長もおっしゃった衛星電話が唯一の連絡手段で、その状況が3月下旬まで続きました。企業団は、日水協の宮城県支部長都市でしたので、発災当初、衛星電話を利用してできる限りの応援・連絡調整を行ってはみたものの、被害の大きい沿岸部事業体とはなかなか連絡がつかず、私共の被害も先に申し上げました通り75,000戸を超える全戸断水となり、施設や管路の被害も甚大で、自分たちの災害対応と並行しての県支部対応が出来ず、発災4日後の15日、先ほど菊池次長からもご説明がありました。宮城県に入っていた中部支部長都市の名古屋市に県支部事務局の代行をお願いしたところです。名古屋市には、県内各地に足を運んで状況を確認していただいた上で応援の調整をされるなど手厚くサポートをいただきました。

4月下旬からは、名古屋市に代わって仙台市に応援調整に係る県支部事務局の代行に対応いただくことになり、最終的に県支部長都市としての業務を企業団が担うことができたのは8月に入ってからです。東日本大震災に係る宮城県内の応援調整は、仙台市、名古屋市の協力なしには成り立たない状況でした。

また、応援給水は岐阜県内の水道事業体を皮切りに3月13日から7月1日までの111日間で延べ2,054台、全国から99の事業体と民間企業5社、合わせて5,348人のほか自衛隊からも応援をいただき管路の応急復旧に合わせ活動を終了しました。

こうした活動は、日水協本部や地方支部が中心となつての給水支援の要請や応急復旧に対する人員派遣要請を全国に向けて発信していただいたことにより実現できたものであり、早期に応急給水や応急復旧が進められたことに深く感謝しております。

食糧については、当時は大手の弁当チェーンと災害時の協定を結んでいましたが、その店舗も被害を受け、流通も止まり、協定に従った供給は受けられませんでした。現在は、県内に多くの店舗を持つスーパーとも災害時の物資協力の協定を締結し、食料品を含めた日用品についても供給を受け入れる体制としております。復旧作業にあたる職員、支援に来ていただく方々に十分な食事が提供できる体制づくりに取り組んでいます。先ほど、郡山市の村上管理者もおっしゃいましたが、燃料・ガソリンや軽油についても、非常に入手することが困難でありました。公用車のガソリンに給油することも作業を終えた後、夕方から2～3時間並んでということで職員の疲労が蓄積しました。

移転した浄水場では停電時に取水・浄水処理を行うための非常用発電機の燃料は、品質劣化を考慮し1日程度の容量しか持っていません。工事車両、給水車に対しても効率的に燃料供給を受けられるよう地元石油商組合と災害時における燃料供給に関する協定を締結したところです。通信手段・食料・燃料に限らず、対策は複数の手段、色々なルートを確保しておくことが必要であると考えます。

菊池次長：仙台市は宮城県支部で活動する応援隊の最初の目的地となりましたが、遠方からお越しになる応援隊がいつ、何名で来られるのか、どのような装備で来られるのかなどの情報が事前に入手できない場合が多く24時間体制での応援隊の受入れを行いました。初期の混乱の状況

下では応援隊の全体を把握することは困難な状況でした。また、宿泊場所も災害時には市内の施設と協定を締結していたのですが、宿泊施設も被災したために、水道局庁舎に泊まっていただきました。水道局庁舎には応援隊の方々と水道局職員が宿泊したことで、毛布や断熱マットなどの備蓄物資やトイレトーパーや石鹸などの日用品についても不足する事態となりました。また、被災事業者として給水車の確保には苦労しました。初期段階では、日水協のネットワークによる給水車の要請が困難を極め、仮設水槽（キャンパス水槽）を活用して、避難所などでの給水所を運営しました。仮設水槽は震災時に、大きな有効性が認められたので、事後対策として組み立て式仮設水槽を大幅に追加整備いたしました。この仮設水槽については、本年2月に発生した福島県沖地震で宮城県の山元町の応援

に役立ちました。

村上管理者：福島県支部では上下水道局対策本部事務局、応急給水班、応急復旧班、物資調達班及び浄水班の4班の体制に分かれ対応しました。まず、応急給水活動は発災直後、給水所19箇所と局所有の給水車（2㎡）3台、車載型タンク（1㎡）9台を活用した応急給水、また発災3日目以降は自衛隊（1㎡）3台、他事業者から28事業者109名の職員と給水車33台の支援を受けて応急給水を実施しました。応急給水量の総計は、約1,165㎡であり、医療機関や避難所、高齢者施設等を中心に人命最優先の給水としました。

次に、耐震性貯水槽についてですが、設置している容量100㎡1基、容量50㎡14基計15基のうち、断水のなかった地区にある2基を除いた



組立式仮設水槽（提供：仙台市）



応急給水活動（提供：郡山市）

13基を、地元自治会等の協力を得ながら、給水拠点として活用しました。耐震性貯水槽は、毎年、市民の皆さんの参加による操作訓練を実施しており災害に強いライフラインの構築へ取り組んでいます。

福島県では東京電力福島第一原子力発電所の事故が発生し、そのため、放射性ヨウ素や放射性セシウムなど大量の放射性物質が拡散されたため、応急給水、応急復旧活動への支障や放射性物質の対策など想定外の事象が生まれました。具体的には、保育所、託児所等に運搬給水する給水袋の手配や水道水に含まれる放射性物質のモニタリングの実施です。さらに、浄水処理の対応としてPACや粉末活性炭の使用や、浄水発生土の処理として、仮置き場の確保や保管対策などの想定外の事象による二次被害の防止する対策を行いました。

次に、応急復旧活動についてですが、市管工事協同組合と締結していた地震等災害時の応援に関する協定に基づき、発災直後から応急復旧班22班を編成し復旧を実施、発災後4日目には90%、10日目には99%、22日目に100%復旧することができました。

皆さんのお話をお聞きになられて宮島先生からコメントをお願いします。

宮島教授： 応援給水や応急給水では大変ご苦労されたのだと感じました。津波災害は、応援隊が現地に滞在できず、中継拠点という新たな考え方が必要となりました。この考えは、今後予想される南海トラフ地震でも同様に被害は広範囲にわたると予想されますので、共有し活かすべきです。山路課長がおっしゃったことで印象に残ったのが最初は飲み水、時間が経過すると生活用水という点です。一方で給水車は、最初は大量に来ていただけが時間の経過とともに少なくなる、この二律背反的な事象を全国に情報発信し、共有してほしいです。郡山市の場合は、地震被害に加えて、県支部長としての津波災害、原子力事故の「3重苦」となりマルチハザードを経験されており、災害の教訓として全国に情報を提供する必要があるように思います。

次の話題として、津波被害による教訓についても整理できればと思います。まず、ハード的な取り組みについて、施設や管路の耐震化の計画について、コメントいただけますでしょうか。

木村技術次長： 石巻地方広域水道企業団としては、先ほど申し上げた通り浄水施設を須江山浄水場への全面移転により、耐震化は飛躍的に上昇しました。ただ管路については、老朽管を優先して取り替えるという状況にはなく、現在は、沿岸部の被災管路の取り替えを優先に行っています。災害対策として施設や管路の耐震化などハード面の整備推進を図れることが一番望ましいですが、どの事業者も経営状況は厳しく、そういった整備事業費を充実させることはなかなか難しいと思います。また、人材の育成、職員の確保についても年々難しくなっています。

企業団では、地震発生直後に管路の被害状況調査中の若手職員1名が津波の犠牲になりました。その職員が災害時のマニュアルに従って行動していたことを踏まえ、直ぐに災害時の行動マニュアルを改正し、施設等の調査に出動した場合においては、常に周辺の状況を把握し自己の安全を最優先とした上で業務を遂行する事としました。また、災害が夜間や休日に発生した場合の職員招集においても、自分とその家族の安全をまず確保し、出勤経路の安全を確認した上で行動するよう変更したところです。

職員は、災害発生時、使命感から被害状況の把握、早期復旧を優先するあまり、少々危険をおかしても作業を行う傾向にあります。マニュアルに明記する事で、何よりも大切な

は人の命、安全であるとの意識を職員に持たせる、その次に復旧であると考えます。通信手段の確保も大きな問題となり、外部との連絡には衛星携帯電話、企業団内部の連絡には業務用無線が有効でしたが、災害時に何が使えるか想定は出来ず、複数の通信手段を確保しておくことが必要と感じました。

宮島教授：職員の方々の確保は厳しいとおっしゃいましたが、10年前と比べて職員数は減っているのですか。

木村技術次長：職員数は大きく変わっていませんが、技術系の職員は現在でも仙台市、秋田市から派遣して応援いただいています。先ほど



須江山浄水場全景（提供：石巻地方広域水道企業団）

申し上げたのは、職員募集において土木系では応募者がいない状況にあるという意味です。

山路建設課長：人材でいえば、災害応援に安心して送り出せる職員が、どれくらいいるかということが大切になってきます。現在の安定経営のための資源は、ヒト・モノ・カネ、そして情報の4つだと思いますが、盛岡市では特にヒト「人材育成」に重点を置いています。個人的な思いを話させていただくと、働き方改革もあって、昔のように「背中を見て覚えろ」といった指導方法は時代遅れになっていますが、矛盾に自分を置くことで人は成長すると私は思っています。特に災害時に備えた、イレギュラーに対応できる人材育成の仕方が今求められているのだと考えます。職員には丁寧に教えて、早く成長してもらう必要がありますが、水道事業は事業体ごとのローカル・ルールが多く、それが分かりにくい原因でもあります。私はできる限り、仕事の白黒を明確にして、納得して仕事ができる業務の進め方を心がけています。過去の記憶は自分の財産ですが、これからの時代に対応する分かりやすい「見える化」を進めることで、職員のやる気や効率がアップすると思っています。先ほど木村技術次長もおっしゃいましたが、土木技術職員が不足しており、盛岡市では職員数が定数割れしている状況もあります。ですので限られた人材の中で業務を遂行する必要がありますが、職員の確保について考えていかなければなりません。スマートフォンの普及によって、なんでもデジタルで保存するようになり、体験した思い出などの記憶力が低下するという話を聞きますが、できるだけ体で覚えるような仕事の仕方を考え、災害応援に第一陣で送り出せる人材をより多く育てていきたいと思っています。

村上管理者：人材としては平成29年度に上下

水道局となり、結果として職員は減りましたが、上下水道となりお互いが補完して組織力が強くなるかといいますと、そう上手くはいきません。ただし、日常的な訓練が重要でして、水道職員が下水道職員、下水道職員が水道職員に学びながらお互いが高めていくように努めていきたいと考えます。

菊池次長：仙台市でも震災から10年が経過して、震災を経験した職員が半分以下になりました。水道だけでなく市長部局との人事交流もあり、技術的な能力のある職員の確保に、危機感もっています。それぞれの職員のキャリアデザインの考え方もあり、生涯水道局でとは考えられませんが、この状況下でいかにして人材を確保し育成していくのか局内でも議論しております。

木村技術次長：企業団職員は水道事業のプロパーであり、企業団以外への異動等は原則ありませんので、応募者が土木技術として「水道分野」しか能力を発揮できないため、職員応募がないのかと思います。少し話は変わりますが、東日本大震災以前に発生していた災害の経験を踏まえ、企業団でも災害時において職員が迅速に対応するための職員行動マニュアル（災害対策実施計画）や応急給水、応急復旧応援隊の受け入れを迅速に行うためのマニュアル整備は行っておりましたが、東日本大震災は、阪神・淡路大震災や新潟県中越地震などとは異なり、地震による被害よりも津波被害が大きく、想定を超えた規模の災害であったため非常に混乱した対応となりました。また、職員の約1割が家族を亡くし、約4割の職員が自宅に甚大な被害を受けており、誰もが精神的に不安定な中で黙々と目の前の任務に当たっていた状況でした。

災害対応の実践にあたっては、行動計画を事前にマニュアル化しておくことも重要ですが、

自分たちの街でも必ず災害は起こりうるということ、まさかはあるとの認識、まさかの事態を予測した対策、心構えを持って準備・訓練を積み重ねて行くことも重要であると思います。

今回の想定をはるかに超える被害と、私どもの経験の不足から初めのうちは応援事業体に対し、的確な指示を出すことが出来ない状況もありました。こんな時、被災事業体と応援事業体の間を繋ぐコーディネーターがいれば、もっとスムーズに進んだのではないかと感じました。日水協を中心とした地方支部、県支部、支部内の事業体のさらなる連携が重要であると思います。仙台市は、札幌市と災害時の相互応援強化を目的とした人事交流などを行っておられますが、事業体ごとの業務の進め方、考え方、地理的条件、施設の配置など理解を深めるためにも非常に有効であると思いますので、そうした相互支援を目的とした取組みも重要であると思います。

津波被害や施設の耐震化等に話を戻して、村上様、山路様、菊池様の順にコメントをお願いします。

村上管理者：新設・更新にあたり耐震管を平成17年度から全面採用しており、また耐震性の低い石綿セメント管の布設替えは、平成18年度に完了し、老朽化した铸铁管も平成20年度に耐震管への布設を完了しております。そのため、震災当時は耐震管の全面採用や配水本管の更新等、配水幹線の更新事業も、平成16年度から進めていた効果もあり、被害の低減と復旧の短縮に繋がりました。管路更新計画については、平成30年3月に本市水道施設更新・長寿命化計画を策定しました。この計画は水道事業基本計画の「こおりやまウォータービジョン」に掲げる「災害に強く安定した水道」を実現するため、中

長期的視野に立った計画となっています。緊急時の重要度が高い基幹管路、重要給水施設管路及び浄水場などの耐震化を優先的に推進し、災害等に強く安定供給できる施設を構築します。次に、施設の点検診断等を踏まえた予防保全型維持管理や長寿命化の実施により、適切なメンテナンスサイクルを再構築し、維持管理費を縮減する計画であります。最後に、老朽化した施設について、施設・設備の廃止・統合（ダウンサイジング）や性能の合理化（スペックダウン）を図りながら、適切な規模で効率的に実施するものです。このような計画に基づき、管路や施設などの更新費用の平準化を図り、効果的な更新・耐震化を推進しています。

山路建設課長：今回の震災では、自家発電装置の必要性や高台への移転の重要性について、認識を新たにした事業体が多いと思われます。震災以前は、水道事業は停電による影響が大きいことを承知のうえで、自家発電装置の整備や維持管理にコストが掛かるために、導入を見送っていた事業体も多かったようです。また今回の震災で、本線と予備線の2系統受電による対策は、大規模停電の場合は万全ではないことが証明されました。しかし、自家発電装置を整備しても燃料がなければ意味がありません。燃料の手配ができない事例が多々あり、燃料の確保と補給の問題が多く報告されました。電源車は燃料タンクが小さく、燃料補給に奔走していたという事業体も多かったです。リース会社でも水道事業だからと優先してくれることはありませんので、今後の対策としては注意が必要です。石油の確保は国レベルでの対応が必要ですので、今回の燃料不足を経験した私たちが声を上げて、同じことが繰り返されないようにしなければならぬと考えています。

また、岩手県支部としては、当時は震災で

得た経験を生かすためにも、今後の災害対策や応急給水応援、応援受け入れ態勢などについて、岩手県支部としてどうすればよいか考えることとしており、現在はマニュアルの改定や広域的な訓練等に反映しています。目指すのは、スムーズで迅速な支援を着実に実践することで、そのためには一切妥協しないという姿勢が大切だと考えています。

次に施設や管路の耐震化の計画については、復興シミュレーションを考えるうえで、人口減少の問題は避けて通れません。被災地への帰還者が減少している実情は、東日本大震災が残した重い教訓であり、厳しい現状認識が求められますので、この経験は、今後を生かしていく課題だと考えます。また、盛岡市の耐震化への対応については、平成26年6月に「もりおか水道施設整備構想」を改定し、100年先を見据えた水道施設の在り方を示しています。その中で管路については、令和10年度までに高級鋳鉄管を解消し、令和20年度までにビニル管を解消することを目標に更新事業を進めています。また、平成28年度から口径50mmはS50形ダクタイル鉄管を全面採用しましたので、配水管である口径50mm以上は全てダクタイル耐震管で整備する方針としています。

菊池次長：仙台市では津波被害箇所においても耐震管路の強靱性が実証されました。管路の耐震化は被害縮小に有効に機能することから、水道施設の耐震化や水系の多系統化、応急給水栓の整備などとともに、震災後に緊急的・重点的に取り組む事業「震災対策推進事業」として選定し、推進してきました。

具体的には、管路の耐震化においては、医療機関、避難所、官公庁舎等を優先度が高い重要な施設と位置付け、特に災害拠点病院などの医療機関には優先して配水経路の耐震化を進め



S50形ダクタイル鉄管布設（提供：盛岡市）

ました。また、令和2年度からの「仙台市水道事業基本計画」では、更新時期を向かえる管路が増加することを見据え、管路更新のペースを上げて、従来の年間27kmから1.5倍となる年間40kmの更新を目標として進めています。管路更新のペースアップ実現に向けては「老朽度や耐震性などの管路の物理的要素」と「流量や用途地域などの事故発生時の影響度要素」を加味した総合的な更新優先度評価を行い更新の効率化を図っています。

浄水施設等の耐震化については、東日本大震災の発生を踏まえた耐震診断を順次実施し、可能なものから耐震補強工事を実施しています。これまで整備してきた施設の多くが更新時期を迎え、また、将来の水需要減少も見込まれることから、災害や事故等の非常時のリスクに備え

水運用の概要図(仙台市)



つつ、異なる水系間で容易に融通できるバックアップ機能を確保したうえで、施設の適正化を進めています。その一つとして稼働開始から60年を迎えた国見浄水場は更新時期に合わせて、中原浄水場と統合して整備を進める予定としています。

本市の特徴として、ブロック配水システムの採用や配水の多系統化といった水運用機能の強化に継続的に取り組み、災害に備えた配水システムを整備しています。災害時には被害区域の早期特定により被害の最小化や早期の復旧、漏水の発見が可能となり、大震災においても大きな効果を発揮しました。現在もこのシステムを効率的・効果的なものとするため継続的に配水区域の現状分析を行い、ブロックの細分化や統廃合を進めています。

宮島教授： 災害前は管路や施設の耐震化が重要ですが、災害発生後は通信や燃料の確保、応援隊の食糧の確保などの準備がなければ、応援と受援が機能しません。さらに停電対策として自家発電装置の整備がありました。高台になれば津波に巻き込まれる可能性があり、この事象は、昨今頻発している豪雨災害での浸水でも同様の事例があり、被害調査でお伺いすると地下に電気室があることがあります。電気設備を高台や高所に整備することも津波と豪雨のマルチハザード対応として重要と感じました。

管路について何か付け加えるご意見はありますか。

村上管理者： 宮島先生がおっしゃった教訓でい

えば郡山市から管路の冗長化についてお話しいたします。冗長化には、一般的に水道管路の2系統化やループ化などがあります。本市浄水場では、当時、統廃合事業である浄水施設統合事業を平成20年度から平成24年度の期間において実施しました。猪苗代湖を取水口とした新安積幹線用水路（農業用水路）から新たに導水施設を整備し、導水ルートでの2系統化を震災後に完了しておりました。災害の経験を踏まえ、事前対策又は事後対応を要するものとして、被災時に発生する技術的な問題がありました。当時、減断水が発生している区域において、漏水箇所の特定が困難となり、通水と断水の繰り返しにより調査・復旧をさせていく事態が生じました。

菊池次長： 仙台市では送配水の大部分は自然流下となっており、配水池への送水を2系統以上とし、先ほど、村上管理者がおっしゃった冗長性を確保するとともに、各浄水場、各配水池からの配水幹線を接続し、配水の多系統化を図っており、一つの配水系統が不可能となった場合でも、別の系統から配水を切り替えることによって、断水のリスクを最小に抑えています。ほぼ市内全域で多系統化を実現しています。

山路建設課長： 私は4月18日から6月30日まで、被災地災害派遣で陸前高田市の復旧に従事しましたが、被災地の素早い復旧には仮設配管が不可欠です。使用した管種はK形ダクタイル鉄管、ステンレスのレンタル管、小口径はポリエチレン管で対応しましたが、余震が続く中での仮設配管には耐震管が必須ですし、仮設管は大至急、現場に搬入しなければなりませんので、一般に市場流通している資材が適していますし、再利用が可能なほうが経済的であると考えます。現在はNS形E種ダクタイル鉄管での事例があるようで、耐震性や強靭性に優れたダクタイル耐震

管は仮設管にも有効ですが、解体性や価格に課題が残るので、メーカーの開発に期待したいと思っています。

次に震災を受けての住民の水道に対する意識の変化について、広報全般についてお話しください。

村上管理者： 郡山市の取り組みとして災害発生時の広報活動では、報道機関に給水情報、市民への断水及び節水の協力と漏水発見の通報の協力について報道を依頼しました。その外、本市ウェブサイトやFAX広報により町内会等に情報提供を行いました。また、震災後の利害関係者との情報提供についても、事業の取組等について、市民・関係者に対し、合意形成に繋がるよう情報提供に努めております。

災害などの事故が発生した際の対応としては、水道事業者は応急対策を混乱なく行うため、活動業務ごとの事務、人員・資機材の確保など、対策本部の体制や役割をあらかじめ定めておくことが重要であると考えております。

また、応援体制については、東日本大震災クラスの大規模な災害の場合、人員、資機材、装備など対応しきれないことも考えられます。



地域の皆さんと実施する操作訓練（提供：郡山市）

受入れ体制や派遣体制を含め、他事業者との応援体制を事前に整備しておくべきであり、広報については、水道は住民生活に大きな影響を及ぼすため、助言や混乱を生じさせないよう、断水状況や応急給水の実施状況、復旧見込みなどについて適時適切な情報を伝えることが重要です。そのため本市では、「安全・安心」「安定・強靱」「持続」「快適」「循環」の5つの柱を基本方針とし、基本理念である「次世代へつなぐ持続可能な水循環社会の創造」を目指し上下水道事業の基盤強化に取り組むとともに、質の高いサービスの提供に努めてまいります。

山路建設課長：震災から10年経ちましたが、津波で水道が壊滅的被害を受け断水が続き、不自由な生活を強いられた日々は、体験した住民にとって消えることはない記憶となったと思います。私たち水道事業者は、様々な自然災害に対応する「施設の強靱化」を計画的に進めていくことが重要であると考え、盛岡市では管路の耐震化について、局ホームページや独自広報紙、水道施設見学会などでPRしていきます。

木村技術次長：企業団の広報に寄せられている住民の皆さんからのご意見・ご感想のハガキ内容を基に判断しますと震災以降で明らかに住民意識の変化が見て取れます。日常生活や、様々な社会経済活動をおこなう中で、【水道】がいかん『必要不可欠』であるか。また、当たり前捉えてきた『蛇口をひねれば水が出てくる』ということが、どれだけ『大切でありたい』ことか。この辺りを『強く認識した』『忘れないようにしたい』というご意見・ご感想が圧倒的に多くなっています。

東日本大震災では給水区域が全戸断水となり、段階的に漏水調査や修繕を繰り返し、通水エリアを広げていきましたので、全域に通水するま



市民からのハガキ（提供：石巻地方広域水道企業団）

で期間を要することになりましたが、この住民意識の変化については、発災時から水道が出るようになるまで、地域の皆さんが体験した断水期間の経験も影響しているのではないかと思います。大変苦労した経験が、節水の心掛け、飲料水（ペットボトル等）や使い水（風呂の水等）の備蓄の取り組みなど、日常生活における水の使い方にも防災を意識した変化に現れています。また、新型コロナウイルス感染症予防のため、施設見学会や広報などが難しい状況ではありますが、そういった中でも当企業団職員や全国からの応援派遣職員に対する感謝やねぎらいのお言葉を頂くことも多くなっており、震災から現在までの経過の中で、災害復旧をはじめとした水道事業に対する住民からの理解度や災害に対する住民の心構えは高くなっていると感じます。10年で区切ることなく、今後も水道のPRを継続して行ってまいります。

菊池次長：仙台市では震災後の水道モニター会議において、要望として給水所の拡充といったものだけではなく、応急給水を手伝いたいといった積極的な意見もありました。市民の皆さんの震災経験が自発的な災害対応の意識を高めていると感じます。市民の声を活かした新たな

応急給水施設として、「災害時給水栓」の整備を進めています。この給水栓は取扱いや構造をシンプルにすることで、水道局職員のマンパワーに頼ることなく、特別な技術や知識がなくても操作できるものです。市民自らが給水所を開設し運用できるものです。比較的成本もかからず、設置期間も短くて済むことから、早期の拡充を進めることが可能です。平成25年度から指定避難所となる市立の小中高等学校への整備を進めており、令和4年度までに177箇所への設置を終える予定です。震災時は応急給水や復旧の初動に十分な力を注ぐことができず、水道局職員のマンパワーに限界があることも痛感しました。屋外の蛇口を開放してくれた住民や断水地域に自転車で飲料水を運搬してくれた住民など、市民がお互いに助け合う「共助」の力が重要な役割を担うことを改めて認識しました。この経験を踏まえて、仙台市全体としての取り組みでは「公助」を主体とした災害対応から「自助」・「共助」を含めた連携、協働を重視したものへと転換し、これらが相互に結び付いた総合的な防災力の向上を推進しております。



災害時給水栓（提供：仙台市）

全国の水道事業者へ東北地方支部の仙台市菊池次長からメッセージをお願いします。

菊池次長：東北地方支部の事業者では東日本大震災以前でも地震被害を経験しており、その経験を踏まえて、計画的に施設や管路の耐震化を進めていたと思います。しかし、東日本大震災ではその想定をはるかに上回る甚大な被害が発生しました。北海道の胆振東部地震や令和元年度の東日本台風、令和2年度の熊本県での豪雨災害、今年も2月の福島県沖地震、7月の熱海市での土石流災害など国内では自然災害が頻発しております。災害はいつ発生するか分かりませんが、災害発生時には被害を最小限にとどめ、迅速に復旧できる水道システムを構築する必要があります。被害をゼロにすることは難しくても、相互協力体制を強化することは可能であると思います。10年前の震災を経験して、各事業者では「何かあれば、お互い助け合う」水道界の絆を改めて強く感じたと思います。今後も日水協の組織力を活用し、非常時は勿論のこと、通常時も事業者同士の連携を強化し、水道の結束力を如何なく発揮していくことで安全・安心な水道を維持していくことができると思いますので、今後ともよろしくをお願いします。

最後に、宮島教授から10年前の震災を風化させないために最も重要なこと、そして今後の震災対策についてお話しいただけますでしょうか。

宮島教授：10年が経過して当地の次の災害への教訓という話になるかと思うのですが、南海トラフ地震や北海道十勝沖地震などの次の大地震に備えて、想定される被災地域の水道事業者にも津波と地震というマルチハザード対策としての情報を提供していただくことが重要です。



宮島教授

先ほど、菊池次長から10年が経過し職員での経験者が減少している事実、また木村技術次長がおっしゃった職員が防災面から大災害を意識する心がまえを継承してほしいと意見がありました。菊池次長の住民を巻き込むことも重要な要素です。水道事業は平常時ですら人材が不足しているのですから、災害時に十分な対応ができるはずがありません。現状では日水協を中心として応援、受援という関係がスムーズですが、今後は住民を巻き込み、水道職員OBを活用するなど、人材不足をカバーする仕組みを考えなければなりません。例えば、希望する住民に基本的な研修を行い(仮称)「水道防災士」なる資格を与え、災害時には積極的に協働していただ

く仕組みなども考えてもよいのではないのでしょうか。

東日本大震災では東北管内での相互応援が不可能であったとありましたが、「相互復興」という考えも持つべきではと感じました。小規模な事業者が独自で復興するのではなく、復旧・復興時に連携し将来的な広域化に繋げる、また、相互連携を考察し、さらに言えば、災害が発生する前の平常時から県支部を中心にして、隣接事業者の施設位置なども共有し被災時の復旧や復興において協働することを想像し、その力を養うことが重要です。

Technical Report 01

技術レポート

しらいかわ

白川第3送水管新設事業に係る 計画・施工・運用開始について

札幌市水道局
給水部
工事課長
秋山 啓



札幌市水道局
給水部
工事課工事二係長
叶 佳裕



1. はじめに

北海道・石狩平野の南西部に位置する札幌市は、197万人の人々が暮らす大都市でありながら、豊かな自然に恵まれた、北海道の政治・経済、文化の中心地となっている。

札幌の夏はさわやかで晴天の日が続く一方、冬になるとたくさんの雪が降り、ひと冬を通しての積雪量は6メートルにも達する。札幌の気候は四季がはっきりしているのが特徴で、四季折々の楽しみを味わうことができる。

そんな札幌市で水道事業が産声をあげたのは昭和12年、藻岩浄水場から当時の札幌市の人口の約45%にあたる9万2千人に通水したのが札幌水道の始まりであった。以降、急速な人口の増加や近隣町村との合併・編入による市域の拡大に伴い、札幌水道は大きく広がり、現在は5つの浄水場や約6,000km

に及ぶ配水管により札幌市内への給水を担っている。

2. 本市の送水システムの概要

本市の送水システムは、豊平川の扇状地である地形を活かし、給水量の約80%を担う白川浄水場(650,000m³/日)でつくられた水道水を、白川第1送水管(φ1500mm)、白川第2送水管(φ1800mm)及び白川第2送水管から分岐している西部送水管(φ1350mm)により、基幹配水池である平岸、清田及び西部配水池へ送水し、それら基幹配水池から市内一円に水道水を供給している。

まさに本市の大動脈である白川第1、第2送水管ではあるが、昭和40年代・昭和50年代の供用開始から共に40年以上経過するなど経年化が進み、また管の継手が非耐震継

手であることに加えて、両送水管は布設ルートが近接しており、大地震の発生時には同時

に被害を受けることも想定された(図1)。

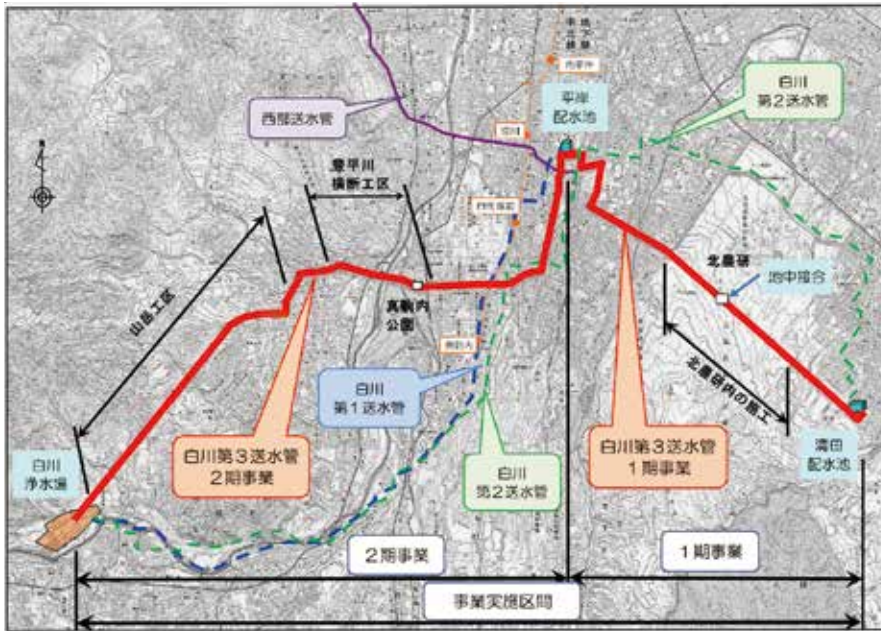


図1 本市の水道システムと白川第3送水管新設事業

3. 白川第3送水管事業について

3-1 立案及び計画

第3の送水管の必要性を構想していたところ、平成7年の阪神淡路大震災における送水施設の被災を目の当たりにして、耐震化が喫緊かつ大きな課題としてクローズアップされてきた。

そこで、既設の白川第1・第2送水管の更新(断水)時における送水量の確保、事故・災害時における断水リスクの回避、さらには管内貯留水を活用した応急給水の確保を目的として、耐震性を有する新たな送水管を既設送

水管とは異なるルートに布設する「白川第3送水管新設事業」を立ち上げることとなった。

この白川第3送水管事業は総事業延長が約17kmにも及ぶことから、平岸配水池から清田配水池間の1期事業、白川浄水場から平岸配水池間の2期事業に分けて整備することとした。

なお、1期事業、2期事業ともに靱性、耐圧性、耐震性等に優れ、全国的にも多数の使用実績があり、札幌市でも使用しているダクタイル鉄管(US形・S形)を採用した(表1)。

表1 白川第3送水管新設事業の概要

	1期事業	2期事業	全体事業
ルート	平岸配水池～清田配水池	白川浄水場～平岸配水池	白川浄水場～平岸配水池～清田配水池
口径延長	φ1500 L=6.4km	φ1800 L=10.5km φ1500 L=0.2km	φ1800 L=10.5km φ1500 L=6.6km
工期	H15～20年度	H20～R1年度	H15～R1年度

※管種はDIP(US形・S形)

3-2 1期事業(平成15～20年度)

(1) 布設ルートを選定

平岸配水池から清田配水池間は白川第2送水管のみで送水されている単管路区間であり、バックアップ管路が無かったため、当該区間を1期事業として優先的に整備することとした。

1期事業の布設ルートについて複数案の検討を行い、公道ではないが延長が最短かつ最も低廉な北海道農業研究センター(以下、「北農研」という。)内を約2.9kmに及び横切る案を選定した。

(2) 北農研内の施工

北農研内の施工において、北農研からの施工条件として①最低土被りを10m以上確保すること、②pH値の土質性状や地下水脈に変化をきたさないこと、③極力工事期間の短縮を図るよう示された。これらの条件に適合させるために、試験農場の外側両端に発進基地

を設け、地下約35mのラインを推進する泥水式シールド(セグメント外径φ2350mm)を北農研の両側から2工区で掘り進め、両シールドマシンを地中接合させるため、補助工法として地盤凍結工法を採用した。札幌水道として初のシールド工事と地盤凍結工法による地中接合であり、本市職員・請負業者ともに技術と英知を結集し無事完了させることができた。

なお、1期事業は工事が完了した平成20年度から、運用を開始している。

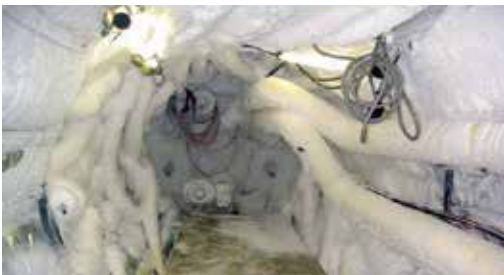


写真1 地盤凍結工法(シールドマシン内より)



写真2 管吊おろし状況



写真3 管運搬状況



写真4 立坑内配管状況

3-3 2期事業(平成20～令和元年度)

(1) 布設ルートを選定

2期事業は、白川浄水場から平岸配水池間において、1期事業完了後の平成20年度から開始し、令和元年度に工事を完了した。

2期事業の布設ルートの選定は、都市開発が進み、大口径の送水管を布設できる道路用地が限られている中で、合理的な布設ルートについて議論を重ねた。その結果、①既存送水管と別のルートでリスク分散が図れること、②直線が長い線形となること、③地権者協議が円滑に行えることなどから、白川浄水場から南区中ノ沢地区間までを山岳部として電力会社の送電線敷設ルートの地中をシールド工法にて布設し、その後1級河川の豊平川を横断して平岸配水池へ向かうルートを選定した。

(2) 豊平川横断工区

平成22～24年度に施工した1級河川の豊平川を横断する豊平川横断工区は、北海道が管理する真駒内公園に発進基地を設け、シールド工法にて豊平川ほか2河川や国道

230号のアンダーパスを横断する全延長約1.4kmの難易度の高い工事となった。土質には特性の大きく異なる土層(玉石混じり砂礫および凝灰角礫岩)が存在し、また高強度の巨石(最大礫径2,100mm×1,500mm)を含む可能性もあった。そのような条件を踏まえ、河川水の流入防止効果や、大径の玉石・岩を取り込むことが可能な密閉型泥土圧シールド(セグメント外径φ2750mm)を採用した。掘進中は排出土の性状を確認しながらビットを3回交換し、その摩耗は激しいものであったが、無事に到達することができた。

さらに、真駒内公園ほか3箇所には、発進立坑の跡地を応急給水拠点として整備し、災害時には水道水を市民へ応急給水する機能を付加している(表2)。

これらの白川第3送水管を利用した応急給水拠点施設は、フロー型の応急給水施設であることに加え、送水停止時には、4～10日までの約19万人分(20リットル/日・人)に給水可能となる26,900m³の水量が管内に貯留され、ストック型の給水も可能である(図2)。

表2 応急給水施設の貯水量

応急給水施設	貯水量(m ³)	対象人口(人)
清田 (H2O 運用)	6,000	42,000
平岸 (H2O 運用)	1,300	9,000
真駒内公園 (R2 運用)	6,600	47,000
中ノ沢公園 (R2 運用)	11,800	84,000
合計	26,900	190,000

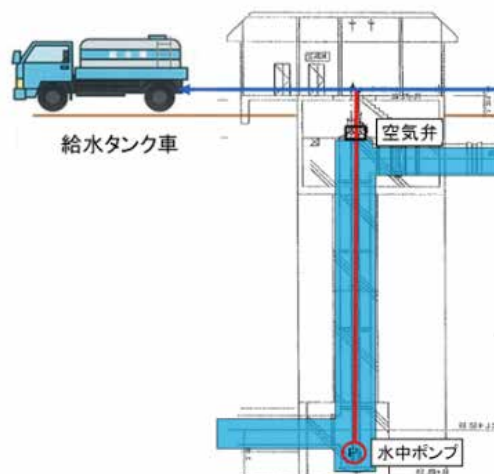


図2 応急給水のイメージ

(3) 山岳工区

白川浄水場から南区中ノ沢地区まで北海道電力の送電線下に最大土被り約145m、延長

4.3kmを施工する山岳工区は平成26年度から約5カ年を要し、白川第3送水管新設事業では最も大規模な工事であった。山岳工区の

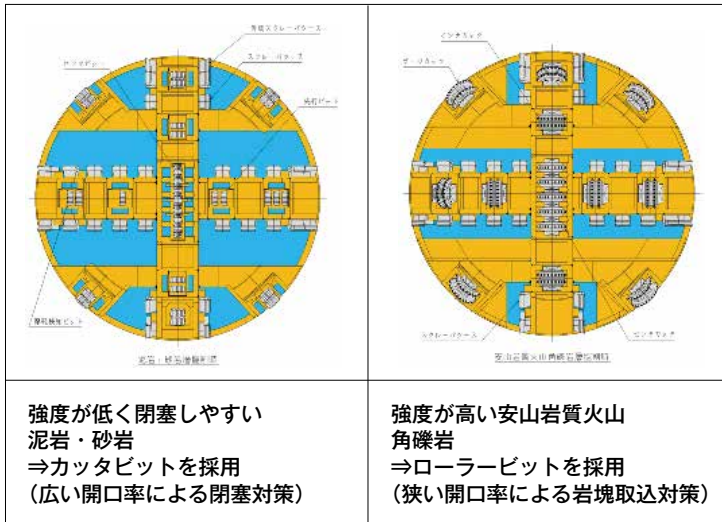


図3 岩質に応じた面板の改造



写真5 摩耗したビット (山岳工区)



写真6 シールド工法 (豊平川横断工区)



写真7 管吊おろし状況 (立坑内)



写真8 管運搬状況



写真9 管接合状況

全延長を泥水式シールド(セグメント外径φ2750mm)で掘進した。掘進時には、高水圧下において高濃度のメタンガスが溶存している区間が存在したため、シールドマシンシの防爆型化、エアカーテン等換気装置やガス検知器等による様々な対策を実施するとともに、掘削土にヒ素等の重金属が含まれる場合には、セメントプラントに搬入してリサイクルを促進するなど適切な処理を行った。

また、山岳工区は延長が長く、途中で岩質の変化があり、掘進途中で岩質に最適な面板やビットに変更することが必要であった。しかし、山岳部で土破りが深く、中間立坑の設置は不可能であるため、地中で面板を改造して開口率を減少させたほか、シールドマシン内部から土質に適したビットに交換ができるマシンを使用した(図3)。

こうして、全事業区間を平成15年度から令和元年度に工事を行い、無事に白川第3送水管の布設は完了した。

4. 2期事業における運用開始に向けた課題と対策

4-1 白川浄水場内の連絡管の現状

布設完了後に管内の洗浄作業(以下、「洗管」という。)を行い運用開始となる。しかし、白川浄水場内の連絡管(以下、「場内連絡管」という。)からの各送水管の分岐位置は、図4のとおり既存の白川第1送水管及び白川第2送水管と新設した白川第3送水管とでは大きく異なり、白川第3送水管の洗管及び通水時には場内連絡管の各箇所流量及び流向に変化が生じ、濁水を発生させる可能性があるため、濁水を防ぐ方法を検討する必要があった。

なお、白川第3送水管の洗管作業時間帯は

既設送水管等の維持管理に影響を与えないように、毎週火曜日の23時から翌日の3時までの4時間で完了させる必要があった。

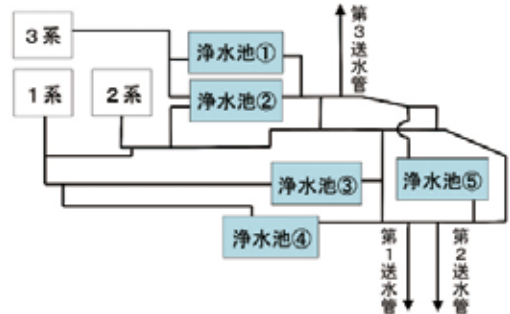


図4 場内連絡管模式図

4-2 課題と対策

(1) 流向・流速の把握方法

浄水場内の常設の計器のみでは場内連絡管の流向・流速が計測できない管路があり、作業計画・立案及び作業中の確認のためには、いかに場内連絡管の流向・流量を把握するかが課題となった。

この対策としては、場内連絡管において断水の影響が小さいバルブを閉止し管網をさらに簡略化し、弁室内にポータブル式超音波流量計を設置・計測することで、データを補完した。さらに、流量計の設置できない場内連絡管については、表計算ソフトを利用して全ての場内連絡管について流向・流量を把握できる計算シートを作成し、管理を行うこととした。

(2) 流向・流速の変化への対応

次に、洗管作業における場内連絡管の流向・流量変化に伴う濁水のリスクをいかに低減させるかが課題となった。まず、洗管作業前に行う対策としては、あらかじめ断水が可能な場内連絡管の一部と、水位低下に伴い濁水が発生する恐れのある浄水池の清掃を事前に実

施した。この結果、濁水のリスクを伴う場内連絡管の総延長は約1.5kmから約1.0kmまで減少させることができた。

また、洗管作業に直接関係する対策としては、白川第3送水管の送水量を少量ずつ増やし、場内連絡管に濁水が発生しない最大送水量を確認する作業(以下、「確認送水」という。)を主とした。

各作業時における送水量の増減幅は、流量の実績がある範囲では水撃対策のみを考慮し、既設送水管維持管理作業と同じ増減幅である、5分ごとに1,000m³/h増量することとした。また、前述の作業水量の制約を加味して工程を調整した結果、流量の実績のない範

囲では、増量幅を10分ごとに200m³/h増量することとした。以上の要素を集約し、工程の概要は「表3」とおりとした。なお、消毒は作業に係る使用水量が少ないことから、前述した作業日および時間帯の制約にかかわらず実施した。

(3) 結果

確認送水では複数の管路で逆流と流量の実績超過が確認されたものの、濁水は発生しておらず、給水の水質に影響を与えることなく、計画最大送水量の実績を確保することができた。一方で、作業期間中は平岸配水池の全4池の内2池を作業用として洗管水を受け入れたが、作業完了後の復帰作業に際し、当該2

表3 工程概要

日程	項目	内容	pH 中和	
7月14日	流速洗管	平岸配水池側 2 送接続部	対象	
7月21日	確認送水	0~5,000m ³ /h		
7月28日		5,000~8,200m ³ /h		
8月4日		8,200~9,000m ³ /h 9,000m ³ /h:1h 保持		
8月18日		9,000~11,400m ³ /h		
9月8日		11,400m ³ /h:1h 保持		
9月15日		11,400~13,600m ³ /h		
9月29日		13,600m ³ /h:1h 保持		
10月6日		13,600~15,500m ³ /h		
10月13日		流速洗管		本線 1 回目
10月19日		消毒	区間①	
10月20日	区間②			
10月22日	区間③			
10月27日	流速洗管	本線 2 回目		
11月10日		本線 3 回目		
11月17日		本線 4 回目		
		水道法第 13 条第 1 項に基づく検査および届出		
12月9日	通水	管内水入れ替え後通水		

池の着水井で鉄を主成分とする、白川浄水場由来と考えられる物質が約20kg堆積している状況が確認された。当該堆積物は数cm～10数cmの大きさであり、また、微小な濁質が堆積物に含まれていなかったことを踏まえると、作業時にはさらに多くの濁質が発生していたと推測される。可能な限り慎重な増量幅とした確認送水の結果、白川浄水場由来の濁質は僅かずつ流出しつつも、濁水として顕在化することなく第3送水管側に排出されたと考えられる。

5. 終わりに

平成20年度から開始していた白川第3送水管の2期事業(白川浄水場～平岸配水池間)は令和元年度に工事を完了させ、洗管作業等を経て令和2年12月に運用開始した。これにより平成15～20年度にかけて実施した1期事業(平岸配水池～清田配水池間)と合わせ、白川第3送水管新設事業はそのすべてを完了した。15年の歳月をかけ、ダクタイル鉄管による大口径耐震管路(φ1500～1800mm)約17kmを整備し、札幌水道にとってはまさに平成の大事業となった。この事業により、経年化が進む白川第1送水管の運用を停止することができたため、札幌水道の大動脈である白川系送水管路は、さらなる安定性や強靱性を確保することができた。

白川第3送水管新設事業は様々な制約や困難な施工現場があったが、大きな事故もなく無事完了を迎えることができた。シールド工法も然り、大口径の開削・推進工法や大規模な立坑築造・各種仮設工などに加えて通水に向けた洗管作業など、技術力の向上はもとより人材育成の観点でも、その功績は大きいも

のと考えている。

今後は、さらなる送水システムの強化を目指し、運用を停止した白川第1送水管の更新事業を進めていくが、健全性や耐震性、水運用等を整理した上で、事業計画を練っていかなければならない。さらに、豊平川水道水源水質保全事業(バイパス事業)、白川浄水場改修事業、配水池耐震化事業、配水幹線連続耐震化事業、配水管更新事業などを引き続き計画的、効率的かつ着実に進め、水源から蛇口まで、さらなる安全で安心な水道システムの構築を目指していく。

最後にこの紙面をお借りし、白川第3送水管事業に携わった関係者の皆様に、大きな事故もなく各社の技術力を十分に発揮していただき、この事業を完成させることができたことに、心より感謝を申し上げますとともに、強靱な水道施設を後世に引き継ぐパートナーとして、今後ともご協力をお願いいたします。

Technical Report 02

技術レポート

仙台市水道局における 基幹管路の新設事例

仙台市水道局
給水部 配水管理課
水運用係 主任
(旧所属：管路整備課)
真木 洋介



仙台市水道局
給水部 管路整備課
基幹管路係 技師
小野 光貴



1. はじめに

仙台市水道事業は、大正2年12月、大倉川の表流水を水源に計画給水人口を12万人とする創設工事に着手し、大正12年3月に給水を開始しました。その後、市勢の伸展、配水区域の拡大、市民生活の向上に伴う水需要の増加に対応するため、5次にわたる拡張事業により、水源の確保と供給体制の拡充を図ってきました。

しかし、拡張事業期に集中して整備した管路が順次経年化を迎える中で、人口減少に伴う水需要の減少が見込まれる現在、本市では、今後概ね30年を見通した水道施設再構築構想に基づき、基幹管路(導水管・送水管・配水本管)においては、老朽化による物理的評価と事故発生時の影響を加味して、更新優先度を定め、適正な管口径に見直し、耐震化

と併せ計画的に更新を進めています。更に、配水系統のバックアップ機能の強化を図るため、基幹管路の新設整備を進めています。本稿では、基幹管路の新設事例として「国見第二配水幹線延伸工事」及び「若林配水幹線新設工事」について報告します。

2. 国見第二配水幹線延伸工事

(1) 背景

国見第二配水幹線は、第五次拡張事業(昭和53年～平成12年)により国見浄水場から小松島配水ブロック注入点まで整備されたφ1200～800mm、延長約8.5kmの配水幹線です。整備計画最終地点である国見第一配水幹線との接続点までの延伸は、都市計画道路の整備に併せて行うこととしていましたが、道路計画がほぼ凍結状態であり整備時期が見

込めていません。しかし、先に整備した国見第一配水幹線が経年化しつつあり、事故や更新時のバックアップ機能を確保する必要があるため、重要な役割を果たす国見第二配水幹線φ800を、現状の道路内で延伸することとしました。事業概略を図1に示します。



図1 事業概略図

(2) 工事概要

国見第二配水幹線延伸工事(全700m)は、最終地点までの整備に複数年かかることから、3工区に分割して工事を行うこととしています。令和3年8月時点で1期工事が完了し、2期工事が施工中です。また、2期工事完了後、更に3期工事として延伸を行う計画となっています。各工事の概要を表1に示します。

表1 工事概要

1期工事	工事名	管型第20-27号 口径800mm 国見第二配水幹線(小松島地内)新設工事(その1)
	工事場所	仙台市青葉区小松島二・三丁目地内
	工事期間	平成30年8月～令和2年8月(竣工)
2期工事	工事名	管型第20-27号 口径800mm 国見第二配水幹線(小松島地内)新設工事(その2)
	工事場所	仙台市青葉区小松島二・三丁目地内
	工事期間	令和2年8月～令和3年11月
3期工事	工事名	〔仮称〕国見第二配水幹線(小松島地内)新設工事(その3)
	工事場所	仙台市青葉区小松島一・二・三丁目及び東陽第一丁目地内
	工事期間	令和3年度第1予定
工事内容	工事内容	DIP(NS)φ800 L=163.8m DIP(SO)φ300 L=385.3m DIP(SO)φ200 L=298.7m DIP(SO)φ75 L= 63.0m 刃口推進工(φPφ1200) L= 9.0m 築造立坑 H= 1基 材料搬立坑 H= 1基 薬液注入工(二重H-T工法)
	工事内容	DIP(NS)φ800 L=296.1m
	工事内容	DIP(NS)φ800 約780m DIP(NS)φ500 約110m 推進工(φ1200) 約14m

(3) 工法選定

当路線は住宅密集地内に位置する片側1車線の地域の主要な道路です。地下埋設物が多いこと、道路線形に曲部が複数あることより、開削工法を採用しました。なお、昼間の交通量が多くバス路線であること、φ800の布設となると施工規模が大きく日々路面復旧が困難であることより、夜間施工・昼間道路開放を前提とした路面覆工による施工としました。

また、一部区間においては地下埋設物が支障となり開削工法での施工は困難であるため、さや管推進工法の検討を行いました。さや管口径は局設計指針に基づき、本管の最大外径(1039mm)に200mmを加えた内径1200とし、現場条件に対応可能な推進工法を抽出しました。比較対象工法としては、刃口推進工法(ヒューム管)と、一重ケーシング式水平ボーリング工法(鋼管)が挙げられました。今回の施工条件(内径1200、推進延長9.9m)において比較を行い、日進量及び経済的に有利な刃口推進工法を採用しました。立坑の選定にあたっては、低騒音・低振動で地下埋設物を確認しながら築造することが可能なライナープレート方式を採用しましたが、地下水位が高かったことから、薬液注入による補助工法を行うことで対応しました。

(4) 管種選定

局設計指針ではφ800以上は鋼管を標準としていますが、溶接やX線検査を必要とする鋼管に比べ、ダクタイル鉄管の方が布設の作業効率が良いため、道路幅員が狭く、住宅等家屋が密集している当現場の環境から、作業効率の向上を優先し、ダクタイル鉄管を採用し、継手形式は、伸縮量と離脱防止機構を有

するNS形としました。

(5) 水道管・ガス管移設

当路線は、道路幅員が狭いうえに下水、NTT、水道、ガスと地下埋設物が多いため、既設の老朽化した水道管φ300を反対車線に移設更新するとともに、支障となるガス管φ200の一部を仮移設・復旧を行うことで、φ800を布設するスペースを確保しました。

(6) 周辺環境への配慮

前述したとおり、φ800布設に先行してφ300移設更新工事を行ったため、仮舗装状態となる期間がφ800を布設完了するまでの間と長期に渡り、沿線住民や車両通行に多大な影響を与えることから、φ800布設の反対車線を早期に舗装本復旧を行うこととしました(図2参照)。掘削工事がすべて完了後、一括して舗装本復旧を行った方が効率的ではありますが、早期に本復旧したことで、沿線住民や車両通行に対する影響を軽減するとともに、順調な工事の進捗を地域住民に示すことができました。

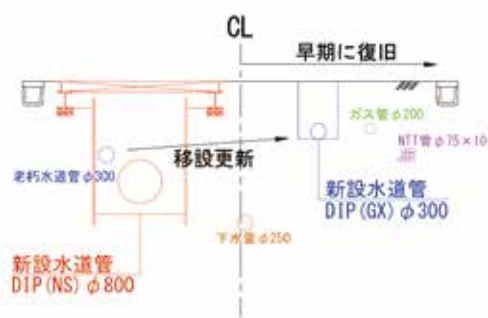


図2 道路占用物断面図

(7) 主な施工状況

① 路面覆工

路面覆工は受注者の提案により、従来の工法に比べて作業工程を短縮し、周辺地盤への影響が少ないOLY(O:オープンカット用、L:

L型、Y:山留)工法にて行いました(写真1)。当現場の一部には歩道が無く、家屋に掘削溝が近接するため、覆工受桁がL型山留による土留め機能を有するこの工法が特に有効であったと考えています。



写真1 OLY設置

② 掘削・土留め工

路面覆工下をバックホウにて所定の幅で掘削し、軽量鋼矢板、腹起し、切梁サポートによる簡易土留め(建て込み)を行います。仮設標準断面を図3に示します。

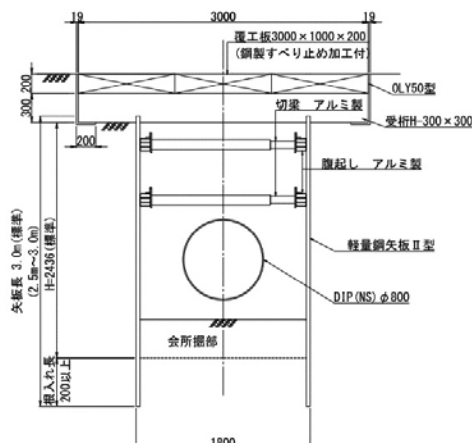


図3 仮設標準断面図

③ 管布設工

クレーン機能付バックホウ 0.45m³にて管を掘削溝内に吊り降ろし、据え付けます。当現

場は架空線が多く、接触することの無いよう細心の注意を払いながらの作業となりました(写真2)。管据え付け後、NS形ダクタイトイル鉄管接合要領書に基づき継手接合を行います。



写真2 管吊り上げ状況

④ さや管推進工

ライナープレート方式立坑(発進φ4000、到達φ2500)を築造後、油圧ジャッキにより先端に刃口を設置したヒューム管φ1200を圧入・掘進(写真3)後、チェンブロックを使用して本管φ800をさや管内に挿入しました(写真4)。継手部には、管挿入後も伸縮量を確保することが可能となる推力伝達装置を設置します。新管挿入後、さや管との隙間が空洞とならない様発泡モルタルを注入します。管挿入部の断面を図4に示します。



写真3 さや管掘進状況



写真4 本管挿入状況

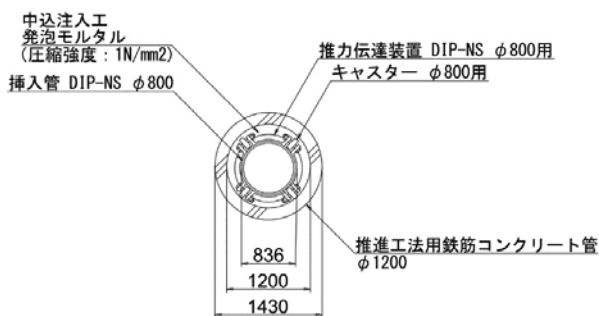


図4 管挿入部断面図

(8) まとめ

本現場は、住宅・飲食店等が密集しているうえに道路幅員が狭く交通量も多いです。更には地下埋設物が多く、大口径布設には厳しい条件となっていますが、地下埋設物の移設や推進工法の活用をはじめとする、様々な手段を駆使しながらの施工で対応しつつ進めています。また、夜間施工時の騒音や振動、交通規制など、地域への影響は計り知れない中でもこの事業を進めることができていますのは、創意工夫しながら施工していただいている受注者や、住民の皆様の温かいご協力があったるものです。今後事業を進めていくにあたっては、現場条件に合わせた施工方法を柔軟に検討・採用するだけでなく、ご協力いただいている方々への感謝の気持ちを忘れなようにしたいと思います。

3. 若林配水幹線新設工事

(1) 工事概要

「若林配水幹線」は、本市の主要浄水場である茂庭浄水場系の幹線「茂庭第一配水幹線」と市内中心部の主要幹線である「中央配水幹線」のループ化を目的としてφ500～600mmの管路を平成18年より整備しているものです。本稿で紹介する平成30年度完成工事は、仙台市太白区郡山地区において、国道4号と都市計画道路に位置付けされている市道が交わる交差点内の推進横断と既設管接続を実施した事業最終年度の工事となります。

本工事は、県内有数の大型交差点である「鹿の又交差点」にて、推進管HPφ800、挿入管DIP(NS)φ500を布設し既設管SPφ500と接続する計画で、実施にあたっては3カ年の調査・設計・協議期間と、同じく3カ年の工事期間を要しました。



図5 若林配水幹線事業位置図

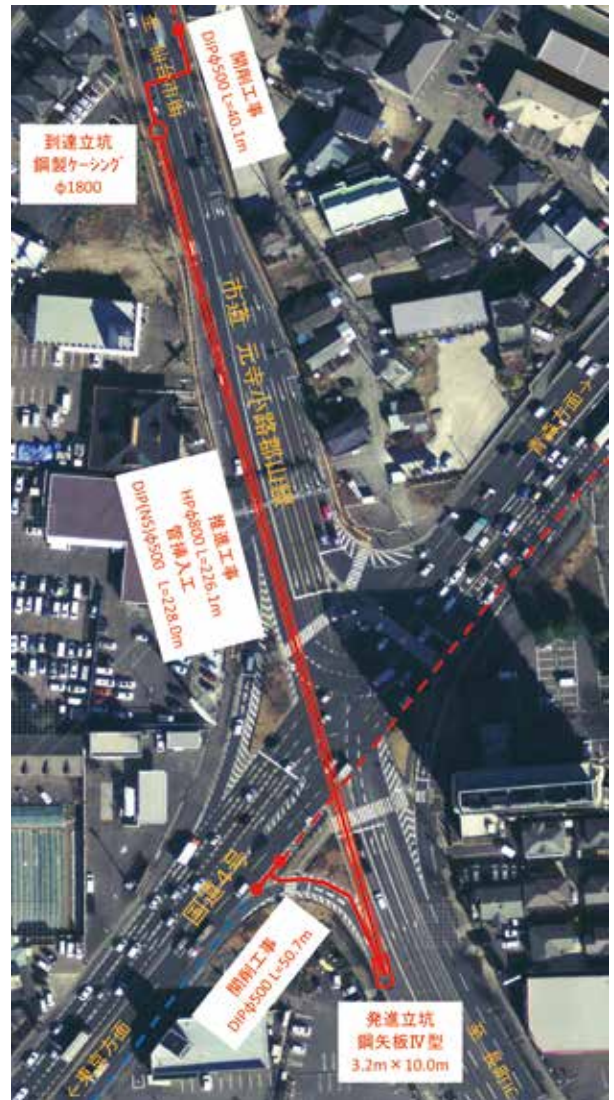


写真5 工事概略(航空写真)

(2) 推進工にあたって問題発生

φ800の中大口径推進工法は、目標深度におけるN値40～50以上で玉石を含む砂礫層の掘削に対応し、交差点直近で制約のある発進到達立坑の設置が可能な「泥濃式推進工法」を選定しました。

発進立坑側に比較的広い作業ヤードが確保できたことから、挿入する配水管φ500の標準管長L=6.0mがそのまま搬入かつ押込み可

能な大きさを求め 10.0m × 3.2m の鋼矢板式矩形立坑としました。

既存埋設物との離隔を確保した管理設深度を GL-7.6m と設定、GL-8.9m を底盤深度とし立坑掘削を開始したところ、三次掘削の GL-7.0m 付近にて多数の埋もれ木が確認されました。これは施工地点から約 400m 離れた一級河川広瀬川の旧河川域の堆積物である流木とみられ、最大幹径 500mm、L=2.35m 程度、一部は炭化しているものの生木で繊維質の残るものも見受けられました。炭化していなかったのは周辺の地下水位が GL-3m 前後と高く、常に湿潤状態にあったためと推察されます。



写真6 採取した流木

礫対策を念頭にした能力の推進機を選定しておりましたが、破碎できない繊維質の流木を巻き込んだ場合、土砂取込み口を閉塞してしまい掘進不能になることが十分に考えられました。

さらに、河川の流下方向と本工事の推進方向がほぼ並行であることから、ほとんどの流木は発進立坑の長手方向に倒れた状態で出現していました。これではカッタービットの回転力が有効に伝わらず、流木を切除することがより困難と見込まれました。

(3) 対策と設計変更

これらのことから、推進不能のリスクを少なくするための検討を開始し、まずは平面線形(法線)の見直しについて道路管理者、交通管理者と協議しましたが、制約の多い大規模交差点の周辺では代替となる条件を探すのは難しいものでした。

また、泥濃式で計画している推進工法について受注者・設計コンサルタントと再考しました。しかし、N値50以上の土質条件で流木に対応できる他工法に延長 200m 以上の実績がなかったこと、推進口径を φ1000 へ拡大し推進力を高める変更案は、逆に流木巻込みの確率が高くなることや資機材の確保、工事費の増大からメリットがあまりなく、代替の施工方法も見つけることはできませんでした。

結局対策できることは、現位置・現口径にて推進設定深度を下げ流木の影響を避けることしかなく、決断は運に頼る部分が含まれることになりました。

その後、引き続き四次掘削で予定深度まで掘り下げたところ、流木の出現は少なくなったことから、GL-7m の砂礫層が当時の河床地盤であると想定し、この層からの下方への離隔を取ることで出現のリスクが低減されるものと判断し工事を続行しました。

その後、①立坑増掘による盤ぶくれ対策の底盤薬液注入を施し、推進高を当初 -1.4m とし流木層との離隔を確保、②掘進機面盤に通常のカッタービットの他に流木対応用切削ビットを付加、③推進延長線上にて土層状況と生木の有無を確認するため調査ボーリングを実施、④推進不能となった場合に備え、回収方法の計画書作成及び道路管理者・交通管理者への事前説明、などを実施して推進工に臨みました。

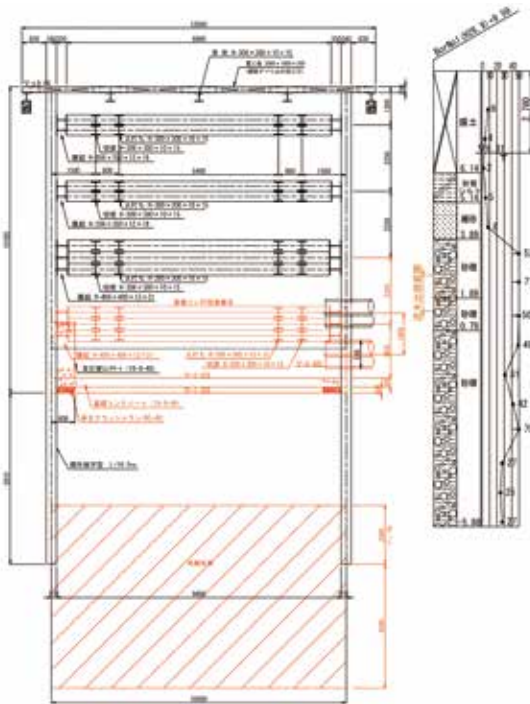


図6 設計変更概要(赤が変更点)



写真7 流木対策ビット

祈るようにして開始した掘進は、想定していた懸念とは裏腹に流木による影響はおろか破砕片も全く確認されずに、掘進40日目で226.1mの予定延長に無事到達しました。

(4) 管挿入工

仙台市水道局設計指針ではさや管内に挿入する水道管は、ダクトイル鉄管の場合GX形もしくはNS形としており、本設計においても、地震時に空隙充填材の低強度セメントベントナイトが崩れ、管路の鎖構造の挙動を活かすことを期待しNS形を選定しました。

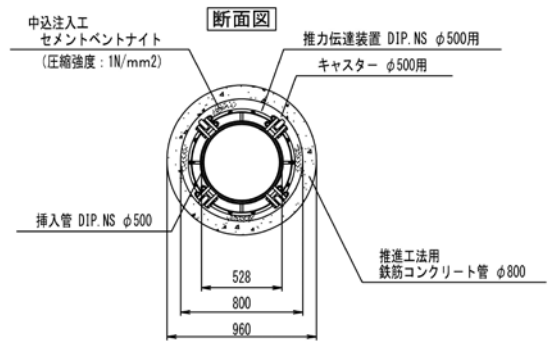


図7 管挿入工詳細図

管接合にあたっては一箇所ごとに押輪ボルト14本の締め付け作業が発生しますが、6m×38本の挿入工は5日間(最大15本/日)で順調に完了することができました。



写真8 立坑内への直管搬入状況

(5) 開削部での既設管との接合

国道車道部の路側帯に埋設された既設管SPφ500は、図9のように隣に下水管φ1200(さや管径)とガス管φ400が上下に並んで埋設されており、その間(H=927mm)に新設管φ500(D=528mm)を通す必要がありました。

交差離隔が防護協定の規定値300mmを下回るため両施設管理者との協議を繰り返し、下方の下水管とは150mm、上方のガス管とは220mmの離隔とすることで理解を得られ

ました。簡単にはやり直しのきかないφ500の配管ですので、二受T字管の角度を緻密に調整し、配管後の沈下を防ぐ目的で、管下にコンクリート平板を敷き接地面積を大きくするなどの工夫も行いました。

の占用物が混在し、老朽管の更新にあたって新たな布設箇所を探すことが困難な状況になっています。

開削工法で不明管や不明構造物が現れ、進捗が滞ったり切り回し配管が必要になることが多々あります。今回の経験からは推進工事のような深層部でも想定外の埋設物に遭遇する可能性が十分にあることを思い知らされました。

さらに推進工事では目視で確認することができないため、対応は全て予測で立案するしかなく、その有効性の検討も含め相当な時間を要することになります。

広い想像力に入念な準備、それを判断する勇気、そして幸運を祈り恐れずに工事に臨む姿勢を本工事で学ぶことができ、貴重な経験となりました。

全線が繋がり事業完了となった若林配水幹線は、現在、既存管の健全度調査や不要分岐部の整理等、運用開始に向けた準備を進めており令和4年度に全線での運用開始となる予定です。

4. おわりに

今回は、近年工事を行った2件の基幹管路の新設工事について寄稿させていただきました。今後は、これまでに布設を行った老朽化した基幹管路の更新、耐震化を進めることとなります。これらの工事は、更なる困難を抱えることが想定されますが、“やりぬく”という強い信念を持ち、業界全体の力をお借りしながら進めていきたいと考えています。今後ともご協力のほどよろしくお願いいたします。

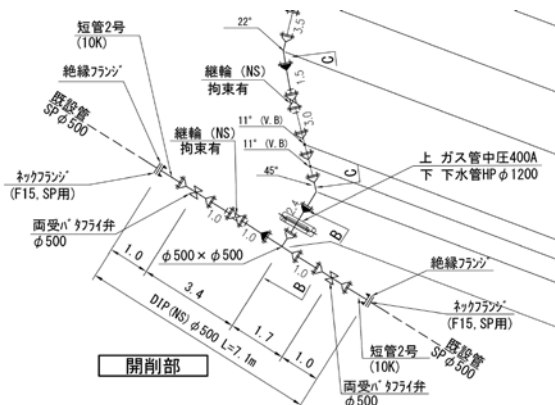


図8 国道開削部の配管図

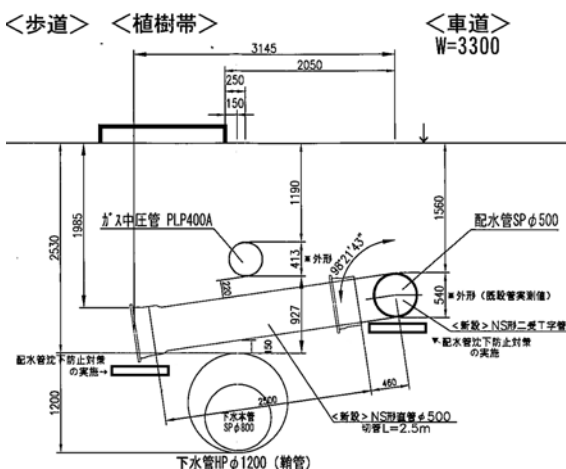


図9 下水管、ガス管との交差離隔

結果的に布設後の実測離隔は、この計算値よりも大きく確保されており両施設管理者へ良い報告をすることができました。

(6) まとめ

水道管のみならずインフラ管路の整備は埋設が基本です。都市部では狭隘な道路に複数

Technical Report 03

技術レポート

第二朝霞上井草線(仮称)

第1工区送水管(2600mm)トンネル内配管(US形R方式)

～東京都水道局における送水管のネットワーク化に向けた取り組み～

東京都水道局
東部建設事務所
工事第二課長
中島 正悟



東京都水道局
東部建設事務所
工事第二課
施設工事調整担当課長代理
桑原 勇太



1. はじめに

東京の水道は、近代水道創設以来120余年にわたり、最も重要な基幹のライフラインとして発展を続け、現在では約1,360万人の都民生活と首都東京の都市活動を支える水道として、世界でも有数の規模を誇っている。

この間、高度経済成長期における人口や産業の集中などに伴い急増した水道需要に対応するため、水源の確保や水道施設の拡張などを短期的かつ集中的に進めてきた。これらの施設は、今後一斉に更新時期を迎えることに加え、切迫性が指摘される首都直下地震などへの対策が必要となる等、課題に直面している。

東京都水道局では、こうした課題やリスクに対し、将来にわたり安全で高品質な水を安定的に供給する強靱かつ持続可能な水道システムを構築するため、施設整備の基本計画と

して、中長期的な方向性を明らかにするとともに、具体的な取り組み内容を取りまとめた、「東京水道施設整備マスタープラン(令和3年3月)」を策定し、整備を推進している。東京水道施設整備マスタープランの取り組みの一つとして、災害や事故時に送水機能が停止した際、給水所への十分な送水の確保ができない送水管について、広域的な送水管のネットワークの構築を進めている。

本稿では、埼玉県朝霞市にある朝霞浄水場と東京都杉並区にある上井草給水所を結ぶ局内最大級の送水管である朝霞上井草線において、二系統によるネットワーク化に向けた整備について報告する。

2. 事業概要

既存の朝霞上井草線は、布設から50年以上



図1 第二朝霞上井草線(仮称)1工区全体図

経過しており、老朽化による漏水事故等が懸念されている。そのため、朝霞上井草線の二系統化によるバックアップ機能を確保し、給水安定性の向上を図るために、第二朝霞上井草線(仮称)として、送水管整備を2015年(平成27年)度から進めている。

第二朝霞上井草線は、送水管口径 2600mm、全長約13kmを4工区に分けて施工している。口径が大きく、延長が長い送水管であるため、施工中の道路交通への影響を避けるため、シールド工法によりトンネルを築造(セグメント内径 3300mm)し、そのトンネル内に送水管を配管する方法を採用している。

本工事区間は、朝霞浄水場内に設けた立坑から県道・市道の直下を通り、朝霞市膝折地内の立坑までのルート(全長約 3.6km)となっている。路線全体の内、曲線区間が計 18 箇所あり、曲線区間の総延長は全路線長の約 36%を占めている。そのうえ、曲線半径が最小で21mの急曲線部を有している。(図1)。

3. トンネル築造工事

トンネル築造工事は、泥水式シールドを用いてセグメント内径 3300mm、延長約 3,630m

に及ぶ長距離掘進を行った。

シールド機は、大深度(土被り約 50m)・高水圧(約 0.4MPa)下であることから、掘進途中でのビット交換が困難な状況下で施工となるため、礫層への対応として、カッターヘッドを面板形とし、側面形状はセミドーム型とし、礫を破碎してから取り込む方式とした。(写真1)

2018年(平成30年)3月から掘進を開始し、礫層を含む長距離掘進に伴い、配管閉塞や流体輸送ポンプの破損等各種トラブルに見舞われたものの、2019年(令和元年)10月に無事に到達した。



写真1 シールドマシン全景

4. トンネル内配管工事

4-1 US形R方式の概要

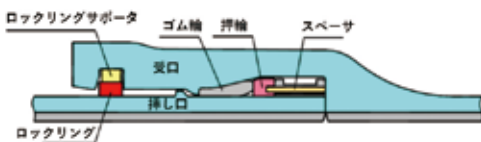
本工事では、日本ダクタイトイル鉄管協会において平成30年に規格化された「US形ダクタイトイル鋳鉄管(R方式)」を採用し、トンネル内配管の施工を行った。

US形R方式は、挿し口で接合部品を覆う構造(図2)となっており、従来のUS形LS方式で必要としていたモルタル充填の必要がなくなった。加えて、接合部品も7点から5点に削減されたことにより、接合時間が大幅に短縮可能となった(表1)。

また、本区間は、2018年(平成30年)のUS

形R方式の規格化前にシールド工事に着手しており、4m管を前提として線形計画が行われていたため、5m管の採用に際して、改めて検討を実施した。その結果、路線上最も急曲線となるR=21mの箇所において、十分な離隔確保はできないものの、数cm程度の離隔が確保でき、5m管でも運搬が可能という確認ができたことから、5m管を採用し、配管本数の削減が可能となった。実際の施工においても、急曲線部での配管とトンネル内面の離隔はわずか6～8cm程度であり、配管運搬時は細心の注意を払い慎重に運搬を行った。

US形R方式(本工事採用)



US形LS方式(従来)

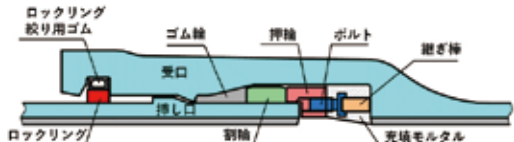


図2 US形の構造比較(R方式とLS方式)

表1 US形の特長比較(R方式とLS方式)

	US形R方式(本工事採用)	US形LS方式(従来)
接合部品	ロックリング、ゴム輪、押輪、 ロックリングサポータ、スペーサ(5点)	ロックリング、ゴム輪、押輪、ロックリング絞り用ゴム、 割輪、ボルト、継ぎ棒(7点)
充填モルタル	不要	必要
押輪の質量	10kg	50kg
ロックリング装着時に 必要なシャコ万力の個数	1個	8個
一口当たりの施工時間	当初：約40分	約80分
	最終：約20分	
作業人数	2名	3名

4-2 曲管に代わる角度付き直管の採用

US形R方式には、受口内面に1～3°の角度を有し線形に角度が付けられる直管(以下、「角度付き直管」という)がラインナップされている(図3)。

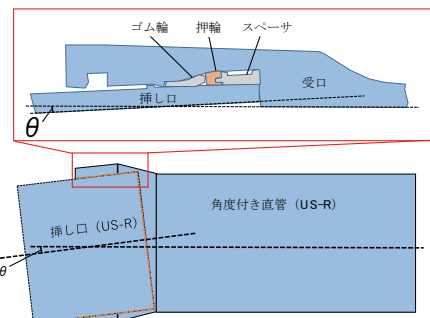


図3 角度付き直管の構造

一般的に曲線箇所での配管においては、曲管と直管を組み合わせて配管が行われるが、本工事では、急曲線部(R=21m)以外の曲線部で角度付き直管を採用し施工を行った。

従来のUS形LS方式を用いた配管施工においては、曲線区間では曲管と短い直管を組み合わせて施工を行っていたが、角度付き直管は、曲管に比べ安価な上、管長が長いことから、配管本数が削減でき、コストダウンを実現することができた。

4-3 工期短縮を可能にした

坑内2本同時運搬の採用

本工事のトンネル内配管では、最大約3.6kmに及ぶ長距離の配管運搬(片道最大約60分)を行う必要がある。これまでは、配管を1本ずつ運搬していたため、管の運搬に時間を要していた。そのため、接合作業に待ちが生じ、日当たり配管延長が伸びなかった。そこで、本工事では、配管運搬が作業工程上クリティカルとならないよう、立坑設備や運搬台車の工夫により、配管運搬方法として国内で初となる坑内2本同時運搬を採用した。これにより、一度の配管運搬で、配管2本の接合作業を行うことができ、工事期間の短縮が可能となった。

(1)立坑内設備の効果的活用による配管搬入

本現場においてトンネル内配管工で使用する配管の管長は最大5mであるが、本現場発進立坑の内径は10.5mであることから、立坑下に配管を2本並べることは困難であった。

そこで、立坑内設備にトラバースとターンテーブルを活用し、軌道車や台車の位置、向きを順次変えることにより、2本同時運搬を実現させた。(写真2、図4)

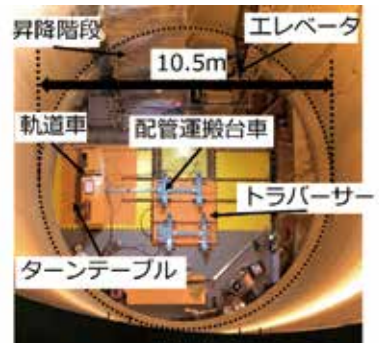


写真2 立坑内状況

(2)坑内2本同時運搬及び配管接合方法

坑内2本同時運搬の実施に際し、坑内での配管接合作業において、1本目の接合完了後に、前台車及び連結棒が2本目の接合の妨げになるという課題があった。これに対し、連結棒は残置したまま2本目を前台車に乗せ換える方法と連結棒を撤去し前台車を後台車まで移動させる方法が配管接合方法として考えられた。本工事では、後者の連結棒を簡単に撤去することができる配管運搬台車を使用して、2本同時運搬及び配管接合を実施した。

(写真3、4)

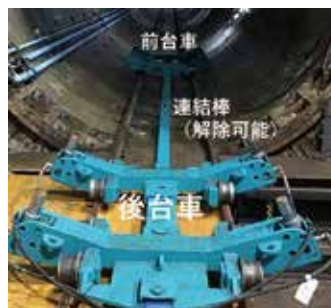


写真3 運搬台車連結状況



写真4 運搬台車接続状況

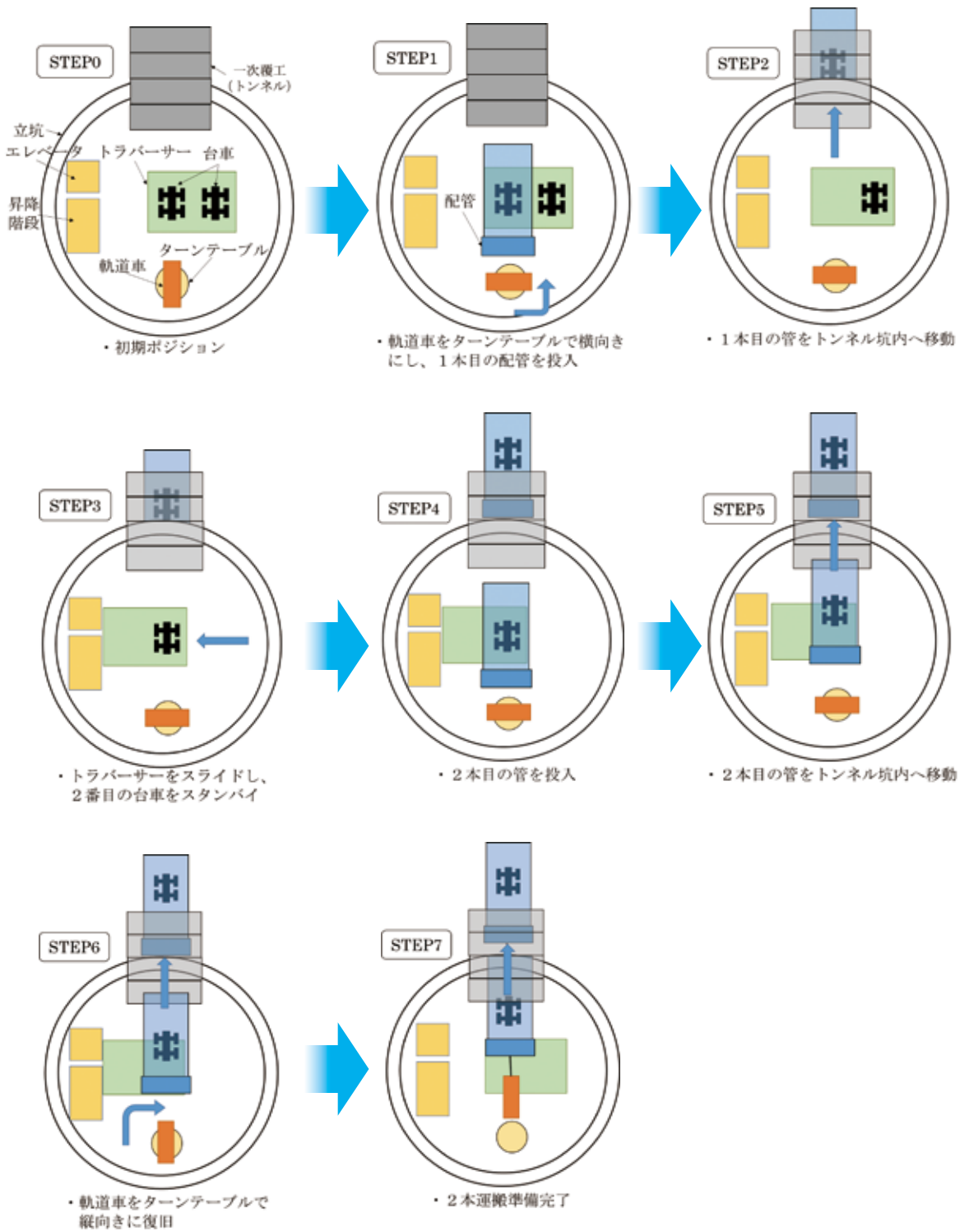


図4 配管セットフロー

4-4 工夫された配管接合方法による 施工効率の飛躍的な向上

US形R方式では、ゴム輪形状の改良により管の寸法公差を吸収できるようになったため、ボルトを用いずとも、一定の長さのスペーサをセットするだけで水密性の確保が可能となった。従来のUS形LS方式ではボルトをトルク管理すること等で水密性を確保していたが、US形R方式では、スペーサが正常にセットされているかの確認のみで水密性の確保が可能となり、施工効率が向上した。(写真5)

加えて、US形LS方式では、ボルトの腐食防止の観点からモルタル充填を行っていたが、ステンレス製のスペーサを用いることでモルタル充填が不要となり、施工効率の向上のみならず、モルタルの剥落等の恐れがなくなるなど維持管理性も向上した。



写真5 配管接合状況

5. 工期短縮

当初の工期試算では、US形R方式の初採用や坑内2本同時運搬等の取り組みにより、従来のUS形LS方式と比較し7日の短縮を見込んでいたが、実際の施工ではさらに8日(合計15日)短縮することができた(表2)。この短縮の主な要因は、配管を行っていく中で、当初想定していたよりも早く日当たりの

表2 工期短縮結果

継手方式	試算		実施工
	LS方式	R方式	R方式
配管日数	182日	175日	167日
接合口数	861口	824口	

施工本数(延長)を増加できたことによるものである。特に、R方式の試算値からの短縮要因は、配管開始当初は慎重かつ丁寧に施工を行い、経験を積む中で工夫を行い、当初想定していたよりもさらに、接合時間の短縮が図られたことによる影響が大きい。これは、元請けJVと協力会社が安全性、施工性、効率性を踏まえて改善を行った結果であり、当局としても今後のトンネル内配管の施工管理に活用していきたい。

6. おわりに

現在、第二朝霞上井草線では、2023年(令和5年)度の事業完了に向け、配管工事等を順次施工している。今回、本区間のトンネル内配管において、これまで施工実績のないダクタイル鉄管US形R方式の配管を、トンネル坑内において2本同時運搬する方式を用いて、国内で初めて実施した。初施工であることから、当局監督員も現場にて接合作業状況の確認等を頻繁に行うとともに、可能な限り職員向けに配管や接合作業状況の見学・説明を行うことで技術力の向上に努めた。

本稿が、トンネル内配管を検討している水道事業に携わる関係各位の一助になれば幸いである。

Technical Report 04

技術レポート

高松市内基幹管路(呼び径800×5km) 更新工事について

香川県広域水道企業団
高松ブロック統括センター
水道整備課 主査
香川 偉志



1. はじめに

香川県は四国の北東部にあり、南部は讃岐山脈が連なり、北部には讃岐平野が展開して

いる。面積は、47都道府県で最も小さく(1,877 km²)、平野と山地はおよそ相半ばしている。

本県では、単独の自治体では解決すること



図1 高松ブロック給水エリア(中心部)

が困難な課題に対応するために、広域化により経営基盤の充実・強化を図ることが必要であると考え、約9年にわたる検討・協議を経て、直島町を除く県内8市8町の水道事業と県の水道用水供給事業を統合した香川県広域水道企業団を平成29年(2017年)11月に設立した。

本企業団は、地方自治法で定める一部事務組合であり、各家庭等に水道水を給水する水道事業と工業用水事業を行う地方公共団体として、平成30年(2018年)4月から水道事業を開始した。(令和元年度末、給水人口95万人)

令和2年度から、県内17か所に設置していた事務所を、5か所のブロック統括センターと送水管理センターに集約することで、効率的な水融通や事業運営を行うとともに、お客様サービスの向上に努めている。

この度、前身の高松市水道局時代からの計画に基づき、工事を開始していた高松市内の基幹管路(呼び径 800×5km)の更新工事が、無事に完了したので、それについて報告する。

2. 高松市内基幹管路の事業計画

前身の高松市水道局は、平成22年(2010年)に水道施設耐震化計画を作成し、水道施設の耐震化を順次図って来た。その後、平成25年(2013年)に、県道高松香川線に昭和30年(1955年)、31年(1956年)に布設された鑄鉄管呼び径 600×5kmの布設替え工事の基本設計を行った。

高松市塩江町に現在建設中の椀川(かばがわ)ダムが完成すれば高松市の自己水源が増量となる。これに合わせて浅野浄水場施設を整備して処理能力を增強し、既設配水管呼び径600を呼び径800へ口径アップをして更新

を行う計画とした。

基本設計時に施工性・経済性・維持管理性等から総合的な検討を行った。供用しながらの更新なので、並走する国道193号に布設するルートとし布設工法を決定した。開削区間に使用する管は耐震継手のNS形ダクタイル鉄管(以下NS形)を、交通量が多く、開削工事が出来ない区間は、ヒューム管を推進した後にヒューム管の中にPN形ダクタイル鉄管(以下PN形)を施工するパイプ・イン・パイプ工法(以下PIP工法)を採用した。

また、非開削区間の立坑位置やさや管となる一次覆工の推進工法の検討を行い、施工性・経済性等の最適な工法選定も行った。

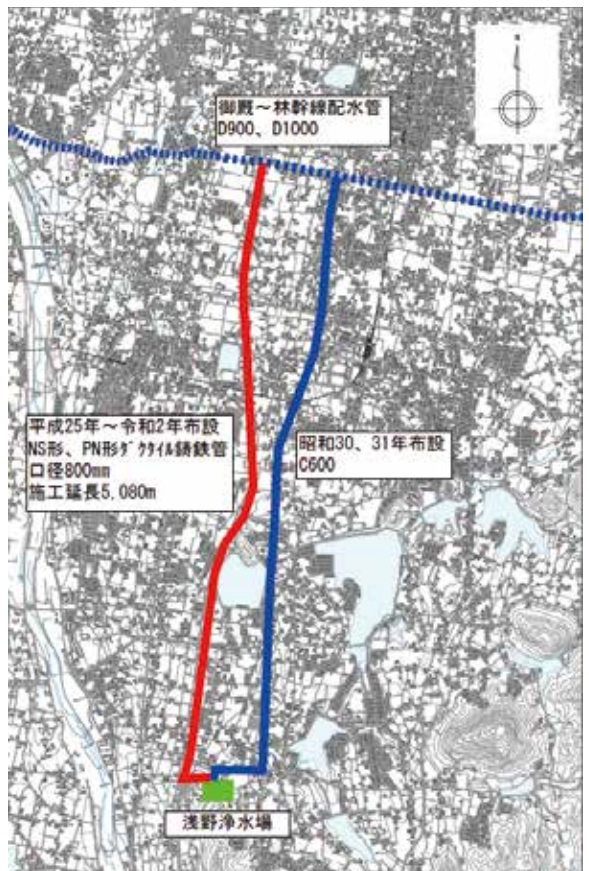


図2 本工事位置図(図1中央下付近)

3. 工事計画

本工事は、平成25年(2013年)から令和2年まで8年間に亘って行った。当初の年度毎の工事延長を以下の表に示す。

表1 年度ごとの工事延長及び工法

施工年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	R元年度	R2年度
延長	790m	250m	890m	1,080m	610m	520m	650m	290m
工法	開削	開削	開削・推進	開削	開削・推進	開削・推進	開削・推進	開削

4. 令和元年度工事

本更新工事の内の令和元年度に行った工事について説明する。PIP区間は、1%の上り勾配で途中にR1000(m)のカーブがある延長326mである。一次覆工となるさや管には呼び径1000のヒューム管を用いた。

当初設計では旧規格のPN形であったが、施工時は施工性が向上した新規格のPN形を

採用した。新規格のPN形は、旧規格のPN形に必要であった挿入機によるロックリングの挿入とセットボルトの締め付けが不要になっていることから、接合に要する時間が5分から10分程度短縮するとされている。

開削区間も含めた当初工期は、令和元年6月27日から令和2年3月27日までで、図5に二次覆工工程を示す。

PN形ダクタイル鉄管φ800mm L=326m



図3 PIP区間平面図



写真1 一次覆工推進状況



写真2 一次覆工目地詰め後

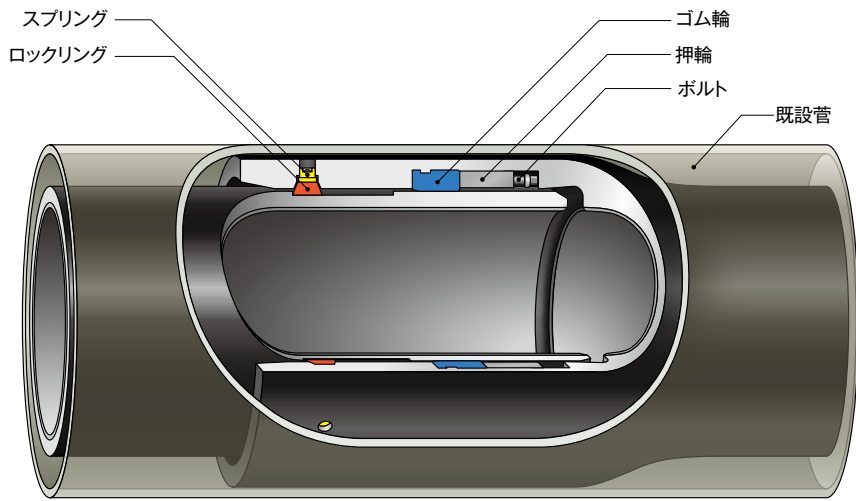


図4 PN形継手断面図 呼び径 700・800 ではスプリングなし。

さや管内へPN形を挿入する力(以下、挿入力)を低減するために、PN形にキャスターを取り付ける仕様とし、1%の上り勾配なので発進立坑坑口に滑落防止金具を設置した。

また、PN形のさや管内への挿入は、油圧ジャッキを用いる方法(1日2本施工見込み)を想定していたが、工事受注業者からの提案で、より速くPN形を挿入出来るように、滑

表2 PN形管の基準性能(呼び径 800)

伸び量	許容曲げ角度	離脱防止力
50mm	3°	2400kN

表3 PN形接合時間の新旧比較

呼び径	接合時間	
	旧規格	新規格
300	15分	10分
350		
400		
500		
600		
700	30分	20分
800		
900		
1000		
1100		
1200	35分	25分
1350		
1500		

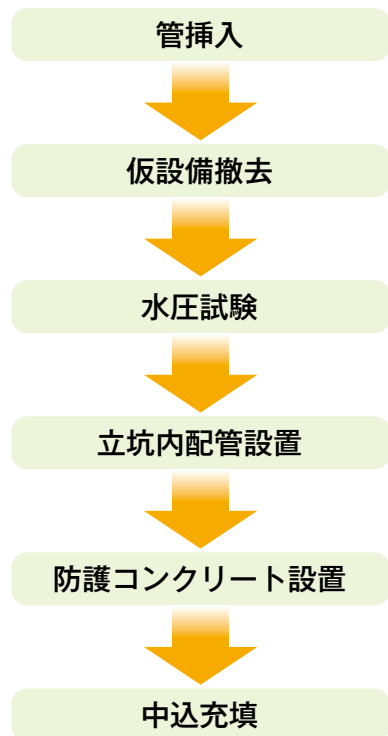


図5 二次覆工工程

車にワイヤーロープを掛けて地上に設置しているラフテレーンクレーンを使用する方法(1日5本強の施工見込み)を採用した。この施工方法は図6に示す通り、立坑と管端部の鋼材との間に滑車を設けることによりクレーンの吊り上げで管挿入を行うもので、定滑車と動滑車の組み合わせ方によっては所要挿入力の1/2から1/4の吊り上げ力での管挿入も可能である。

二次覆工終了後に、両側のPN形受挿し短管にNS形継ぎ輪、NS形栓を取り付け、その区間で自主的に水圧試験を行った。試験時の異形管防護は鋼材を用いて立坑壁面で受ける方法とし、試験水圧は現場付近の水圧と同程度の0.22MPa、18時間保持とした。(本水圧試験は0.75MPa、24時間保持)

発進立坑内、到達立坑内ともに防護コンクリートは縦横1.5m、高さ1.55mを設けた。

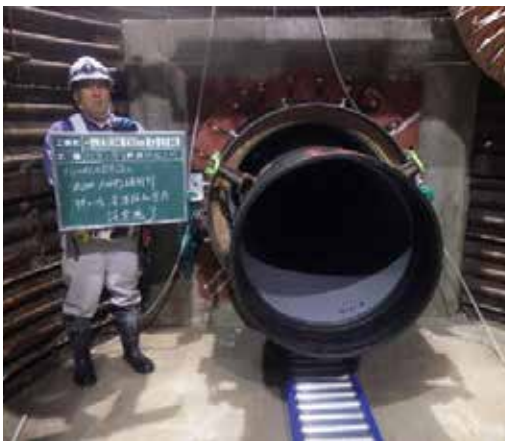


写真3 滑落防止金具設置状況



写真4 さや管内へのPN形挿入状況

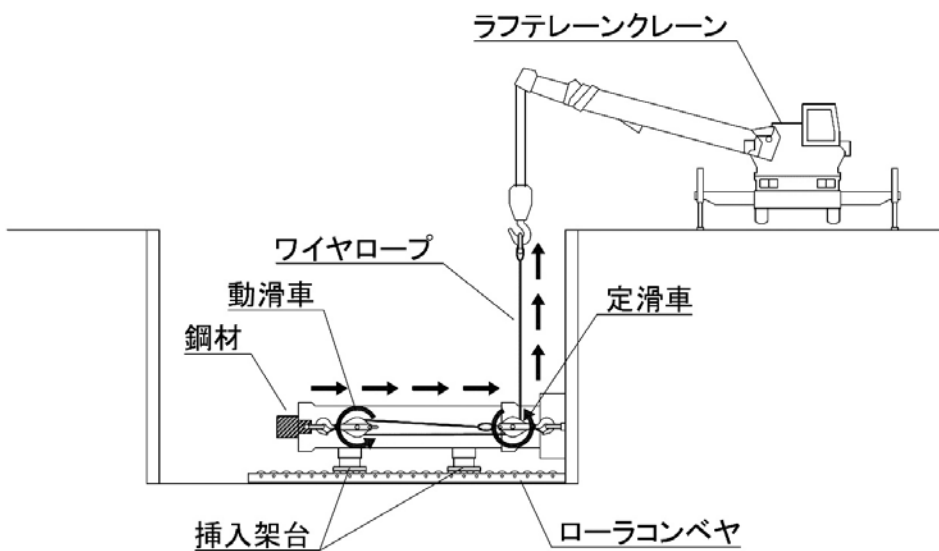


図6 ラフテレーンクレーンによる管挿入方法



写真 5 PN 形受口側滑車状況



写真 8 PN 形接合状況 2(ボルト締付け)



写真 6 坑口側滑車状況



写真 9 水圧試験時の栓止め状況(発進立坑側)



写真 7 PN 形接合状況 1(管挿入)



写真 10 水圧試験時の栓止め状況(到達立坑側)



写真 11 水圧試験終了時の状況

写真 13 防護コンクリート型枠組立状況
(到達立坑側)写真 12 防護コンクリート型枠組立状況
(発進立坑側)

さや管と PN 形との隙間の充填はエアミルクを用い、地上の3tトラック車上に設置したスクイズポンプからの圧送で注入を行った。

既設埋設物の影響で立坑位置変更を行ったため工期を約1年延長したが、当初の全体計画の令和2年度内に本工区を含めて無事に終える事が出来た。



写真 14 中込充填用配管設置状況



写真 15 中込充填状況 1(ミキサー車側)



写真 16 中込充填状況 2(3tトラック側)



写真 17 中込充填閉塞状況

5. おわりに

当初設計時はロックリングを受口外面のロックリング挿入用長穴から挿入する旧規格のPN形であったが、施工性が向上した新規格のPN形を採用し、管挿入には油圧ジャッキではなくラフテレーンクレーンを用いる事で、実稼働工事日数を短縮する事が出来た。

今後も引き続き、給水に大きな影響を及ぼす重要な管路などから優先的に更新を行い、管路の耐震化を進めていく予定である。本報告が管路の更新計画作成並びに更新工事の関係各位のご参考になれば幸いである。

最後に本工事が無事に終わった事に対し、本工事計画作成並びに工事施工に関わった関係者全員に感謝の意を表する。

Technical Report 05

技術レポート

令和2年7月豪雨災害に伴う GX形ダクタイトイル鉄管を使用した 配水本管の復旧について

あさぎり町
上下水道課
小山 英治



1. はじめに

あさぎり町は熊本県の南部、球磨盆地の中央に位置(図1)し、南は宮崎県えびの市と小林市に接しており、日本三大急流の一つに数えられている球磨川、国道219号、くま川鉄道が町の中央を東西に走っています。地勢は盆地の中央部分を縦割りする形で町の北と南側が山地となっており、両側の山地から流れ込む球磨川の支流に沿った形で緩やかな平地を形成しています。気候は比較的温暖多雨ですが、盆地特有の内陸的気候となっており、年間を通じて霧の発生が多い地域でもあります。面積は159.56平方キロメートル(県下で15番目、県域の約2.15%)で、南北に長い楕円形のような形状をしています。地目別土地利用の状況は約19%が農地、約65%が山林となっています。



図1 あさぎり町の位置

2. 水道事業の概要とその取り組み

あさぎり町は、平成15年4月1日に上村・免田町・岡原村・須恵村・深田村が合併して誕生した町です。現在、浄水場17施設と配水場20施設により水を供給しています。(図2) 最も古い施設は築50年で、昭和46年(1971年)から上水道整備が始まっています。水道管路については222,586mで、平成29年度に上水道事業へ統合されていますが、元の簡易水道の施設割合が多くを占めています。(表1)

人口減による水需要の減少、それに伴う給水収益の減少は今後も続くことが想定され、施設効率の低下が懸念されています。一方で、数多くの施設を抱える中で老朽化の進行に対して更新費が増大するだけでなく、施設事故や災害被害のリスクが高まり、給水サービスの低下を招くおそれがあります。

このような課題の先送りは、将来世代の負

担の増加につながります。このため、効率的な施設利用を図るため、浄水場17施設を14施設に集約し、配水場は既存を有効活用するなど、施設の再編整備を進めています。(図2) 老朽化施設も計画的に更新することで、機能の維持・向上を図っています。

また、水道事業継続のためには経営・運営基盤の強化が不可欠であるため、経営効率化の推進を目的として、人吉球磨地域における広域連携に向けた協議・検討も平成30年度から進めています。

表1 あさぎり町が管理する水道管路

区分	種別	総延長[m]
上水道	導水管	6,660
	送水管	7,939
	配水管	207,987
合計		222,586

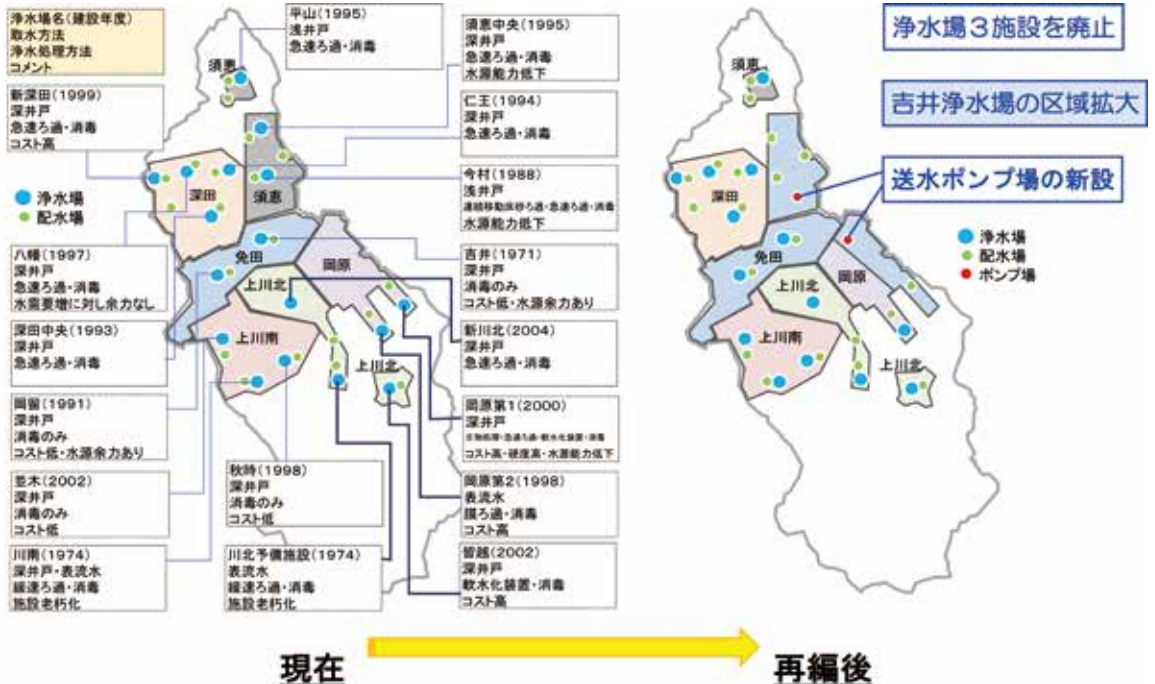


図2 浄配水施設の配置状況

3. 令和2年7月豪雨の被害概要

令和2年7月3日23時頃から4日10時頃に掛けて県南部に線状降水帯が停滞し、4日朝方にかけての12時間降水量は9地点(山江・一勝地・人吉・上・多良木・湯前横谷・田浦・水俣・牛深)で観測史上1位を記録しました。広範囲に降った大量の雨は球磨川などに流れ込み、複数の河川で氾濫し、土砂崩れなどを引き起こしました。あさぎり町上では、3日午前10時から4日午前10時までの雨量は463.5mmで観測史上1位を記録し、これは1日で7月約1ヶ月分の降水量に相当します。(図3)

同年8月19日現在の速報値で、県内の住家被害は全壊217棟、半壊458棟、床上浸水5,830棟(うち、あさぎり町では51棟)で、

合計6,505棟に及びました。県および市町村管理の公共土木施設の被害箇所数・被害額(同年8月19日現在)は4,715箇所・1,452億円(県内合計)で、平成28年熊本地震(平成28年5月16日時点、2,907箇所・1,379億円)と比較して被害が甚大でした。(共に、国・熊本市・JRの施設被害は含まない)

県内の断水戸数は最大27,190戸、そのうち本町は2,994戸で、土砂流入に伴う浄水場の停止・送水管等の破損・停電発生によるものが原因です。

(旧)岡原村簡易水道施設 第1配水場では、土砂流入により軟水化装置が故障しました。管路については送水管(φ100・HIVP)が破損・流出し、配水本管(φ200・DIP K形)は埋設基礎が被災しました。(写真1・写真2)



写真1 被害状況(道路崩壊直後)



写真2 被害状況(令和2年8月28日撮影)

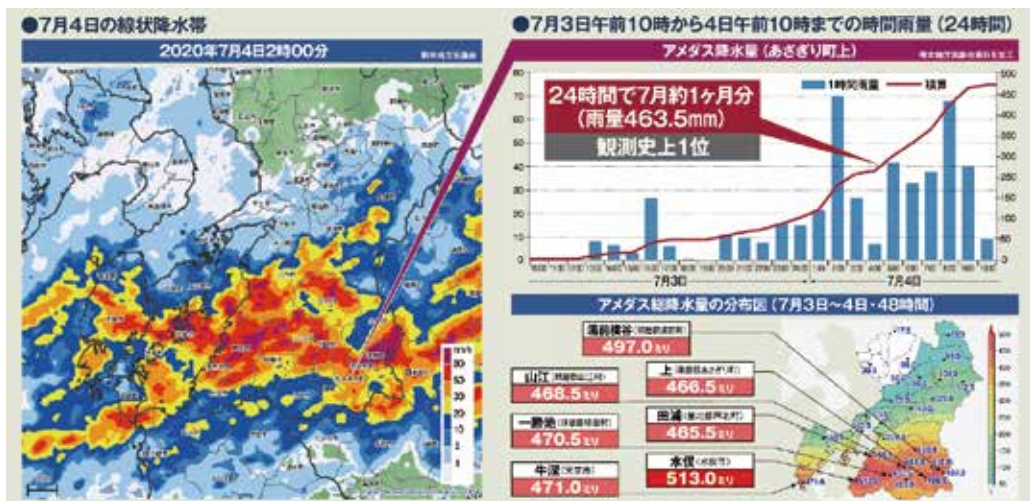


図3 豪雨の概要

出典：熊本県ホームページ

この配水本管は配水場近く(図4)の道路が崩壊したため、約20mに渡って河川に転落しました。離脱防止金具は未装着でしたが、継手の離脱はなく、通水機能を保持していました。また転落の際、土中に埋まっていた岩に接触しましたが、管体に大きな損傷などはなく、ダクタイル鉄管の優れた管体強度を実感し、我々は「奇跡のK形」と呼びました。

なお、現時点では継手の許容胴付間隔や許容曲げ角度を超過している可能性があります。地盤が緩んでいることも考えられ、この状態で放置すれば、今後の降雨により管体および継手への影響(被害)が危惧され、岡原地区の一部への供給が十分に行えない状態となります。さらに、二次災害を引き起こす危険性もあります。



図4 被害場所

4. 復旧計画

(1) 復旧条件・方針

河川はこの現場の上流側で28カ所の被害があり、道路が復旧しないと河川工事が進められない箇所があります。そのため、河川と道路の災害復旧を待ってからの復旧工程となりました。

管体に大きな変形などは見られなかったため、通水した状態で継手の曲げ角度を許容曲げ角度(5°00')以下になるよう調整しながら、当初の埋設位置へ戻すことを検討しました。しかしながら、管の高さ調整するための吊り上げる場所がないこと、当該管路が他工事の障害になること、再度災害が発生した場合に対するリスクを考慮して、撤去・新設することに決定しました。なお、令和3年3月9日に仮設配管を布設完了するまでの約8か月間、監視しながら通水続けることになりました。既設管を撤去した際、被災時の落下の衝撃で内面モルタルライニングが破損している箇所が見つかりました。衝撃の大きさが想像できます。

(2) 復旧計画

被害場所は、土石流の土砂災害特別警戒区域内(図5)にあります。本設管は基幹管路であること、耐震継手ダクタイル鉄管が豪雨による道路崩壊に耐えた事例が多数報告されて



図5 土石流の特別警戒地域(被害場所付近)

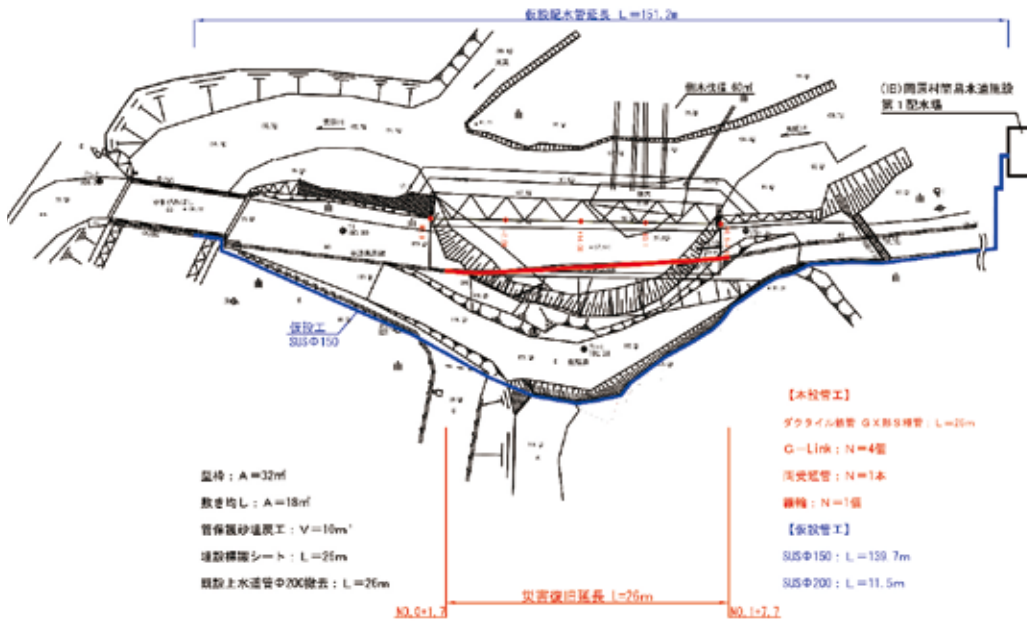


図6 平面図

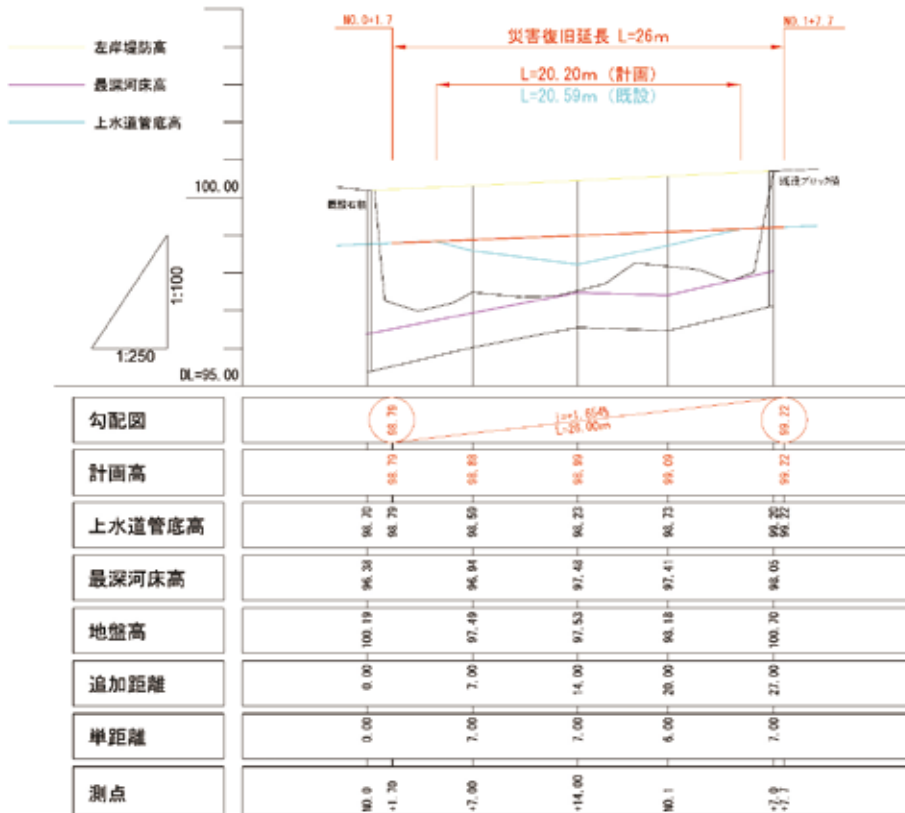


図7 縦断面図

いること、それと二次災害を防止する観点から、管体強度・継手とも高い安全性を有し、施工性にも優れている GX 形ダクタイル鉄管による復旧を計画しました。

道路崩壊は直近に埋設されている K 形継手にも影響を与え、許容値を超えているため、落下(露出)した区間だけでなく、埋設区間の 1～2 箇所分を含めた施工延長を 26m としました。被災前の縦断線形はほぼ真直に施工(図 7)されており、平面上の屈曲(図 6)に対して許容曲げ角度の範囲内で施工することとしました。また、現場での施工延長変更に伴う現地切管長さ調整に対応しやすいよう、異形管の受口の全てに G-Link 装着としました。(図 8)



図8 本設管 管割図

道路崩壊区間の前後には 1 口径小さいレンタル SUS 管(φ150)を使用して、仮設配管を布設します。(図 6)

(3) 国庫補助の活用

本工事の負担配分は 1/2 が国庫補助、1/2 があさぎり町です。災害復旧工事のため、原則的に原形復旧を行う必要があり、耐震などの強化対策を講じることは、災害査定上では認められておりません。したがって、今回のように被災管が K 形ダクタイル鉄管の場合、同じ K 形ダクタイル鉄管を使って復旧する必要があります。一方で、「令和二年五月十五日から七月三十一日までの間の豪雨による災害に係る厚生労働省所管水道施設等の災害復旧費調査要領(令和二年十月六日 財計第

四二一九)第五(二)」によると、「豪雨による土砂崩れや地形地盤の変動(中略)によって生じた復旧であって、伸縮性、可とう性又は離脱防止機能を有する管の布設(中略)についても、原形に復旧するものとみなす。」とあります。

査定は厚生労働省と財務省の担当官によって実施され、その中で「被災した K 形ダクタイル鉄管を再使用しない理由」と「前後の埋設区間を含めた施工延長を 26m とした理由」について、説明を求められました。前者は「災害を受けた管材の管体調査費や運搬費を加味しても、GX 形ダクタイル鉄管を使った復旧の方が経済的であった」、後者は「露出した継手が許容曲げ角度(5°00′)や許容胴付間隔(20mm)を超過していることから、埋設されている直近の継手も許容値を超えていると判断し、復旧工事範囲とした」と回答しました。(写真 3・写真 4・写真 5)

その結果、災害復旧工事として GX 形ダクタイル鉄管を使用し、国庫補助を活用すること



写真3 許容曲げ角度を超過した継手



写真4 許容胴付間隔を超過した継手



写真5 継手計測状況

ができました。

(4) 計画予定工期

令和3年1月7日～3月31日

5. 復旧工事

(1) 仮設配管

道路復旧工事において障害になることから、邪魔にならないルートでほとんどが転がし配管(写真6)にせざるを得なくなりました。58戸の断水が予想されましたが、供給地点が工事区間より離れていたこと、工事区間近傍の露出配管から短時間で取り出しが可能なことから断水工法を採用しました。

【管路緒元】

- ・呼び径：150(既設管200から縮径)
- ・管路延長：露出配管127m(一部埋設)
- ・管種：レンタルSUS管(使用3ヶ月)



写真6 仮設配管

(2) 接合指導員の派遣

GX形ダクタイル鉄管の採用は、あさぎり町としては初めてです。管路の安全性は施工品質の確保が重要で、工事に先立ってメーカーから接合指導員を派遣していただき、施工上の留意点や施工管理基準を踏まえた指導を施工会社職員に対して実施しました。(写真7)



写真7 接合指導状況

(3) 本設管路

道路復旧工事に併せた配管工事により、従来施工のように管1本ごとに据え付け、継手接合、埋め戻し作業を行わず、道路工事の進捗に合わせて区間全体が露出した状態での施工になりました。(写真8・写真9・写真10)

【管路緒元】

- ・呼び径：200
- ・管路延長：26m
- ・継手形式：GX形
- ・管厚：S種管
- ・既設管との連絡箇所：2箇所(断水工法)



写真8 本設管施工状況(吊り下ろし)



写真9 本設管施工状況(接合)

しかしながら、耐震的・強度的に高い安全性を有するGX形ダクタイル鉄管を使用したことで、自然災害に強いパイプラインを構築できると考えております。今後は耐震化を推進し、施設再編事業においてもGX形ダクタイル鉄管を採用していきたいと考えています。



写真10 本設管施工状況(据付後)

(4)実施工期

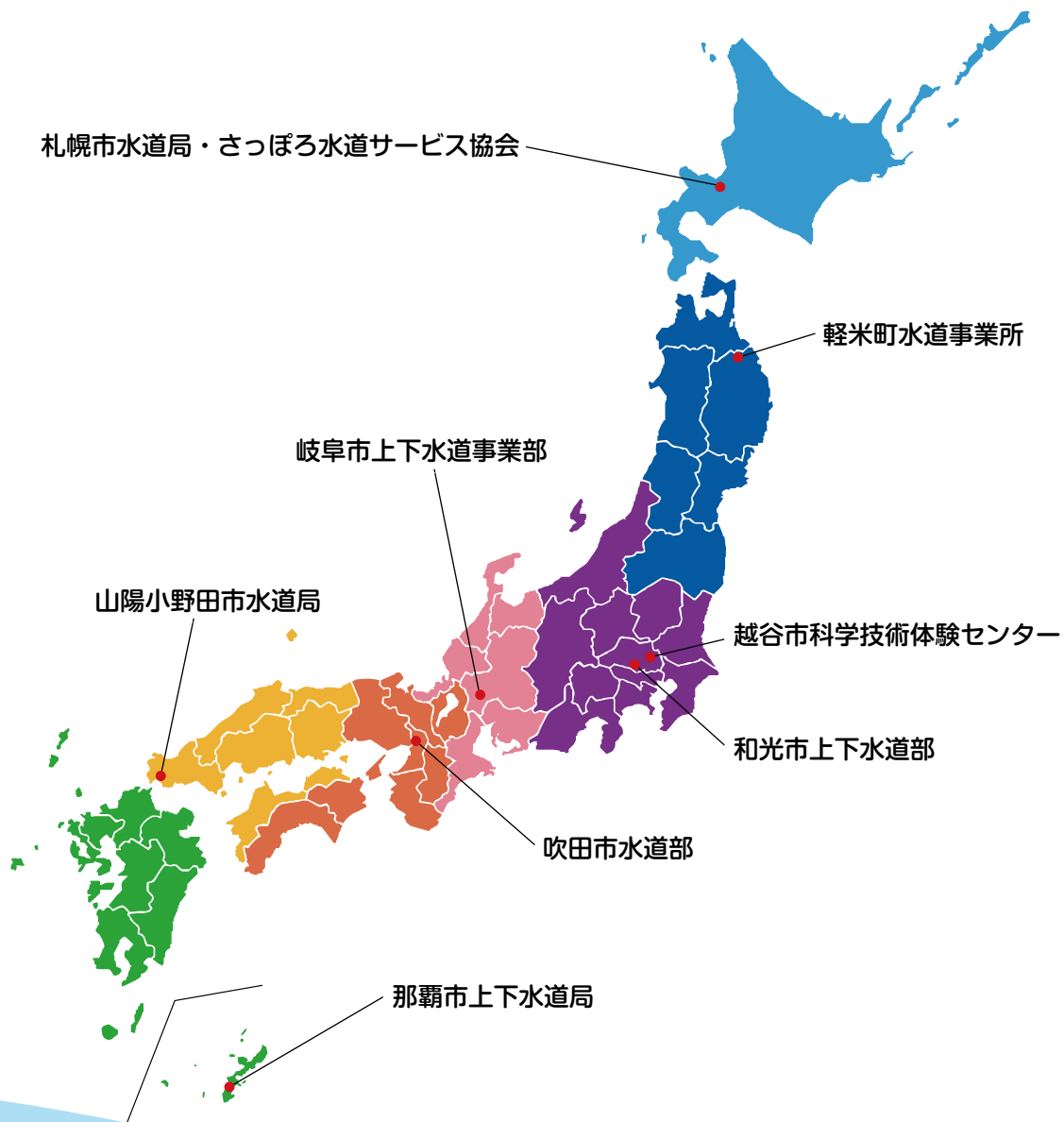
令和3年3月9日～5月21日

6. おわりに

激甚化・頻発化する豪雨や地震などに対応した水道施設や管路の防災・減災、国土強靱化対策は喫緊の課題です。

発災直後から、熊本県や日水協熊本県支部などの関係機関との協議調整を実施してきました。今回、大雨に伴う道路崩壊によって管路の基礎部に被害を受け、不安定な管体の状態で通水を継続せざるを得ず、道路復旧工事との並行する工事であったため、工程調整が必要になり、年度内に復旧工事が終わりました。

109号でご協力いただいた事業体





北海道支部

札幌市水道局・さっぽろ水道サービス協会

道内事業者との連携を深める取り組み



広域的な連携に係る合同研究会



広域的な連携に係る合同技術研修

札幌市水道局では、道内の水道事業者と課題を共有し、その解決に向けた取り組みとして、技術情報の共有化をはじめ、広域的な連携に関する合同の取り組みや、災害対応の充実を進め連携を深めているところです。

広域的な連携に関する具体的な取り組みは、実務上の機動力を有する一般財団法人さっぽろ水道サービス協会と協働しており、道内事業者との合同研究会や合同技術研修会を共同で開催しています。

「広域的な連携に係る合同研究会」は、道内の14水道事業者が参加して年度毎に様々なテーマを抽出し、各事業者が抱える課題や具体的な解決に向けた方策について協議を行うなど、広域連携に向けた検討を行っています。

また、「広域的な連携に係る水道事業者合同技術研修」では、道内事業者の実務経験3年前後の職員を対象に開催しており、漏水探知や仕切弁操作などの実技指導のほか、配水管の維持管理や災害対策の概要などの講義を行い、他事業者職員との交流を通じ、相互の連携の強化を図っています。さらに、北海道・札幌市・さっぽろ水道サービス協会の3者共同で道内水道事業者等の課題解決・経営基盤の強化を支援する目的で「道内水道事業者等 相談窓口」を開設しています。この相談窓口では、3者が持つ知見や事例を活用して解決策や事例紹介を含めた各種助言を行うことになっており、昨年度までに35件の相談を受け付けています。

相談内容は、技術力の維持向上、老朽化施設の更新・耐震化に関する事など、水道事業全般について対応していますのでお気軽にご相談ください。





東北支部

軽米町水道事業所

地元小学校向け浄水場見学開催



説明を熱心に聞く児童



「耐震体験管」で耐震管の特徴を実感

軽米町水道事業所では、地元小学校の社会科見学の 일환として、水道水が各家庭に届くまでを説明した後に、実際に浄水過程を見学してもらっています。

浄水過程の見学では、沈澱池にライトを当てフロックを見てもらい、原水・PAC 注入水・浄水のサンプル比較により水道事業の必要性を理解して頂き、また、集中管理室で水道水の状況を常に監視することで各家庭に安全な水の供給に努めていることも説明しております。その他にも水質発信器室、電気室、発電機室、薬品注入室、ポンプ室など浄水に必要な設備を一通り見学いただきました。

当町で採用している災害に強い耐震管についても、耐震体験管やパネルを用いて説明し、児童たちは熱心にメモを取りながら説明を聞いており、力いっぱい引いても抜けない「耐震体験管」で、その強靭さを実感してもらいました。浄水場で作られた水がこの耐震管で運ばれていることで、安心して水を使うことができることも理解いただきました。

見学した児童からは多くの質問を受け、見学後には水道への興味をつづるメッセージがたくさん届いております。一日に使っている水道水の量が思っていたよりも多く、水を大切に使用したいという声がありました。また原水と浄水の比較が目に見えて違うことに驚いたという感想をいただいています。いつも何気なく使っている水道水が多くの過程を経て、作られ、安全に届けられていることを理解してもらえたと思います。

今後も地域一体となって水道に興味関心を持ち、理解を深めていただけるような広報活動に取り組んで参ります。



集中管理室の見学



沈澱池にライトを当ててフロックを見学



関東支部

越谷市科学技術体験センター

開館 20 周年特別企画展 SDGs ってなに？



越谷市科学技術体験センター「ミラクル」

越谷市科学技術体験センターでは、本年開館 20 周年を記念し、SDGs の目的である持続可能な未来社会に向けて科学館としての果たす役割をみつめなおし、地域における科学教育活動の充実を目指した記念特別展「SDGs ってなに？～未来のためにわたしたちが今できること」を開催しました。

地球には 77 億の人々が暮らしています。しかし、地球上では、気候変動、資源の枯渇、貧困や紛争、感染症などこれまでになかったような様々な課題に直面しています。SDGs は、発展途上国・先進国といった国の状況を問わず、地球上のほぼすべての国が採択した、私たち人類がこの地球で暮らし続けていくための国際目標です。SDGs には 2030 年までに達成すべき 17 の目標と 169 のターゲットがありますが、どの目標も達成するためには科学のイノベーションが必要とされています。今回の特別展「SDGs ってなに？～未来のためにわたしたちが今できること」では科学館ならではの展示となるよう心掛けました。



SDGs 展示

展示内容は、17 の目標について、解説・現状・取り組むべき課題・参考資料の展示をパネルや展示物を使用して分かりやすく展示しました。SDGs の 17 の目標の中の 9 番目、「産業と技術革新の基盤をつくろう・強靱(レジリエント)なインフラの構築、包括的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る」の中で、強靱なインフラの一例として地震に強く断水が起こりにくい様子が良くわかる耐震管手動模型とパネルを展示し、市内小学生をはじめ多くの方々に見学していただきました。



各国における SDGs への取り組み紹介



SDGs9：強靱なインフラの一例で「耐震管手動模型」を展示

最初の一步としてSDGsを知り、改めて世界を見たとき、現実に社会で起きていること、そして私たちができることが見えてくるはずで、世界を変えるために、いま私たちができることから始めましょう。



関東支部

和光市上下水道部

水道週間に伴う和光市水道事業 PR 動画の作成



レポーターの夏弥さんと「わこうっち」



配管の仕組み、穿孔工事の実演



耐震管の仕組みを「耐震管手動模型」で説明

和光市水道事業では、毎年水道週間に合わせ、主に市内の小学4年生を対象として、和光市南浄水場において施設見学会を開催してきました。しかし、昨今の新型コロナウイルスの感染状況を考慮して、令和3年度の施設見学会は中止とし、水道水の歴史や仕組み、浄水場の施設紹介を含めたPR動画を作成し、和光市公式YouTubeチャンネルへの投稿を行うこととしました。

作成した動画は、レポーターの夏弥(なつみ)さんと和光市イメージキャラクター『わこうっち』が、水道水がどのように届けられているのかを学ぶために浄水場を見学して回るものとなっています。

動画の内容については、①水道の歴史 ②浄水場の施設見学 ③配管の仕組み ④和光市の水道利用状況 から構成されており、特に配管の仕組みについては、ダクタイル鋳鉄管の「耐震管手動模型」を使用した説明や配水管の穿孔工事の実演など、普段の生活では見ることのできない内容で、水道水が届けられるまでの様子をわかりやすくまとめています。

動画の広報活動については、QRコードを表示したポスターの掲示やSNSへの投稿などを行い、より多くの方に水道水への興味・関心を持っていただく良い機会になればと考えており、今後も継続してPRしてまいります。



過去の水道週間の施設見学の様子



URL : https://www.youtube.com/watch?v=K_BTJvXkh8E



中部支部

岐阜市上下水道事業部

安心・安全・快適な生活を支えるために



応急復旧訓練の様子



管接合研修の様子

岐阜市上下水道事業部では、職員及び指定工事事業者を対象に技術研修を行い、技術力の確保に努めています。

令和2年度は「応急給水」「各種管継手」「応急復旧方法とその訓練」「漏水調査」等をテーマに13講座を開催し、うち2講座は日本ダクタイル鉄管協会・水道バルブ工業会から講師を招き、「GX形鑄鉄管の設計と施工管理」「仕切弁と汎用弁の機構・操作、維持管理」について講習会を実施しました。これにより製品の正しい知識や設計・施工管理等について研鑽することが出来ました。

コロナ禍のため規模を縮小しての開催となりましたが、今後も、経験豊富な職員の技能を若い世代に継承していくなどのさまざまな研修を重ねていきたいと思います。

また本市では漏水箇所の特定を迅速に行うことが出来るように、管路網の小ブロック化を進めています。さらに事故や災害時にも迅速な復旧作業が出来るように、水安全計画・業務継続計画等を整備すると共に、訓練にも取り組んでいます。

職員の技術力向上に加えてこれらの施策を進めることにより、平時だけでなく、災害時にも市民のライフラインを守るという使命を果たしていきたいと考えています。



講習会風景



関西支部

吹田市水道部

水道事業広報用動画 ～このまちの水の未来を考える～



動画広報用チラシ

動画公開中



吹田市水道部
ホームページ

このまちの水の未来を考える 検索

動画配信サイト
Youtube

吹田市水道部では、これまで広報誌やホームページなどで情報発信を行っているほか、例年、夏に開催している「すいすいくん祭り」などのイベントにおいて積極的に水道事業のPRを行ってきました。

平成30年度には水道事業をわかりやすく説明するための動画を制作し、水道版タウンミーティング「水道いどばた会議」などで市民の皆様に見ていただき、「非常にわかりやすい」などの意見も頂きました。

今回新たに制作した動画は、市民が水道事業への理解を深め、関心を持つことで、水道事業について考えるきっかけになることを目指して、令和元年度に策定した吹田市水道部の基本計画「すいすいビジョン2029」の内容を動画にしたものです。

本動画の作成に当たっては、ライフラインを守る職員の生の声を伝えるために職員インタビューを取り入れ、自身の言葉で思いを話してもらうことや職員が実際に働く職務風景の映像も多く取り入れることで視聴者の興味を引き、動画の内容がより伝わりやすくなるよう工夫を行いました。

また、水道事業をより身近に感じてもらえるよう地域の方にもご協力いただき、動画の中で水道に対するイメージなど日頃感じていることをお話しいただきました。

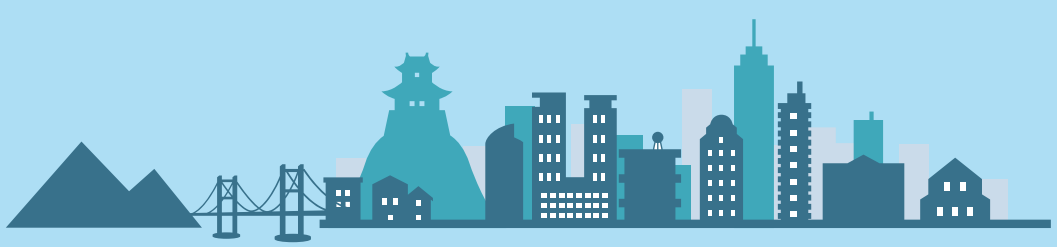
さらに、JICA研修時に視聴できるよう英語字幕版を制作したほか、イベント等において上映し続ける場面を想定したダイジェスト版も制作しました。

制作した動画は、より多くの方に視聴してもらうために、本市のホームページやYouTubeで公開しています。

最後に、昨今の新型コロナウイルス感染症対策等において、衛生面での水道水の重要性が再認識されている中、これからも「蛇口から出て当たり前の安全な水道水」を供給できるよう、「地域の水道」として持続可能な水道事業を目指します。



動画内の映像



中国四国支部

山陽小野田市水道局

山陽小野田市水道事業通水 90 周年



工事風景(ダクタイル鉄管 GX 形)

山陽小野田市の水道事業は昭和6年から通水を開始し、今年で90周年を迎えました。本市は古くから石炭産業が盛んで、明治14年(1881年)には日本初の民間セメント会社が創立されるなど、明治以降は窯業・化学工業を中心に工業の町として発展してきました。

一つの節目を迎えた山陽小野田市水道局ですが、現在、高度経済成長期に整備した水道施設の大量更新時期を迎えており、計画的に水道管網の再編や整備事業を行っています。山口県は、比較的地震災害が少ない地域といわれていますが、本市の南側から隣の下関市にかけて菊川断層帯が延びており、予想される地震の最大規模はマグニチュード7.7程度となっています。市街地の大部分が干拓地という特徴があるため、地震が発生すると液状化現象が発生する可能性があり、水道施設にも多大な被害が生じる恐れが予想されます。これらのことから、長寿命で液状化現象にも対応できる優れた水道管を導入することにより、災害が発生しても被害を最小限に抑えられる施設の構築を目指しています。

また、毎年、水道週間に合わせて水道展を開催しており、会場内では体験型のろ過実験や水道管のカットモデル・修繕機材の展示等を行い水道事業の現状や課題をわかりやすく紹介しております。その中で、今年は通水90周年記念イベントの実施を予定しておりましたが、新型コロナウイルス感染症対策により、昨年から引き続き開催を断念しております。

今後も、市民の皆様に安心して安全な水道水を送り続けられるよう、通水100周年へ向けて取り組みを進めてまいります。



令和元年度の会場風景



九州支部

那覇市上下水道局

新型コロナウイルス感染症に対する取り組み

現在、新型コロナウイルス感染症の拡大は、世界各地で大きな健康被害及び数々の社会的影響をもたらしています。

ライフラインである水道を、24時間365日、安全・安心に供給する使命を担う水道事業者として、感染症の拡大防止は喫緊の課題となっております。

水道の始まりは、水道の整備が充分でなかった1868年(明治元年)から1887年(明治20年)までのコレラ患者発生数は41万余、その半数以上が死亡するという今日では想像も及ばない状況下、コレラ感染防止対策として水道の整備が進められたことにより、今日の衛生的な生活環境となった歴史があります。

那覇市上下水道局では、新型コロナウイルス感染防止対策として、庁舎入口での来庁者に対する検温の徹底、庁舎入口、カウンター及びトイレ入口等への消毒液の設置、カウンター及び執務室内のパーティションの設置、全職員へのフェイスシールド配布等、感染防止の環境を整備しております。

また、個人の特定に配慮しながら職員の感染疑いに関する情報をイントラで共有しております。

これらの成果もあり、令和3年6月末現在での職員の新型コロナ陽性者は発生しておりません。

その他、職員が感染した際の業務継続手法として、行動計画の策定(局内で感染者が出た際の行動指針)及び経験者(応援要員)リストの作成により、有事の際でもBCP上の継続業務について職員応援が迅速に行えるような体制を整えています。

安全・安心の水道水を安定的に供給するため、職員一丸となってより一層の緊張感を持ち、新型コロナウイルス感染症への対策に取り組みながら、業務を遂行しています。

結びになりますが、新型コロナウイルス感染症の一日も早い終息を祈念いたします。



庁舎玄関に設置の検温システム



お客様センター窓口カウンターへのパーティションの設置



執務室内へのパーティションの設置

新型コロナウイルス感染症対策

～局の行動計画策定について～

那覇市上下水道局
令和3年7月

策定した行動計画



募集中!

事業体だよりは、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えます。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

将棋の 魅力に 取り憑かれて

千葉県企業局 市川水道事務所 葛南支所
副支所長

小泉 卓也



将棋との出逢い

将棋とはかれこれ、40年ほどのつきあいになります。40年といえば、就職して定年を迎えるくらいの月日が経過しますから、それを思うと感慨深いものがあります。

将棋は小学校2年生くらいに父から教えてもらいました。父は家で仕事していたので、何かとよく遊んでもらいました。そのうちのひとつが将棋だったわけですが、その後、級位者だった父を1年くらいで、追い越してしまっただけで、相手にならなくなってしまったので、小学校5、6年生の頃に隣駅の将棋道場に行くようになりました。その道場に通っている子供は、私と弟くらいでしたので、よくおじさん（当時の私から見て）に可愛がってもらいました。そんなわけで道場の方が学校より楽しいこともあって、同世代より、おじさんと遊んでもらっていた方が楽しかったように思います。

最近の将棋ブーム

今、将棋界は、藤井聡太君のおかげで、ワイドショーやニュースでも取り上げられることも増え、注目を浴びています。とはいえ、ルールを覚えるのが、ちょっと面倒くさいかもしれません。それでも、勝負飯がどうか、個性あふれる棋士の先生の解説など、少しずつ親しみやすくなってきたようにも思えます。ぜひ、将棋の一端にでも触れていただければ幸いです。

将棋の効用

将棋は昔から、将棋を指す子は、頭が良いとか、認知症防止に良いとか、言われることもあります。私のまわりには、あまりにもめり込んでいて、ちょっとずれている人もたまに見かけますけどね（苦笑）。

高校や大学のチャンピオンは一流校だったりするので、なにか頭の良さとは関係あるかもしれませんが。

また、将棋は棋道でもあり「礼に始まり、礼に終わる」競技でもありますので、ぜひ、子供や若い人には接してほしい一面でもあります。最近ではネット将棋が一般的になりつつあるので、そういった礼儀に接する機会が失われつつありますので、本当は、リアルに将棋を指してほしいです。

将棋通した交友

今も交友のある友達は、ほとんど20代に将棋道場に出会った棋友です。当時は、私もすでにアマチュア四段くらいの力にはありましたが、その道場はアマチュア日本一になった人や奨励会（プロの養成機関）にいる将来のプロ候補など、有望な10代の子供たちがいっぱいいて、なかなか勝つのが大変でしたけど、なんかお互い、好きで切磋琢磨している雰囲気が好きでした。将棋の後は良く飲み会にも行き、よく朝まで飲み明かしたりしました。10代ではあまり青春を謳歌しなかったので、遅れて青春していた感じで、楽しかった思い出です。今もつきあいは続い

ています。コロナ禍でなかなか、飲みに行くのも難しいし、この頃なかなか集まれません、今後も長いつきあいが続いていけると思っています。

もともと、将棋は終わったあと、感想戦というものがあって、お互い、「こうすれば、良かった」とか「ここがまずかった」とか感想を述べあい、初対面でも気軽に話をするきっかけになったりします。

将棋にも団体戦があり、道場のチームに誘っていただき、そういう縁もあって、長いつきあいの棋友が増えました。これからもつきあいは大事にしていきたいと思っています。

また、地方にも、知り合いが増えました。特に山形県天童市には将棋大会でお世話になりました。天童市は将



天童市の人間将棋

棋の駒の日本一の生産地で有名なのです。幹事さんは社交的で県外から参加してくれた人と飲むのが好きで、良く誘っていただきました。その大会は、プロの先生も指導で来ていたので、お近づきになれて嬉しかったですね。



天童市の大会の賞品で頂いた駒

将棋と仕事

仕事より将棋との出逢いの方が早いこともあり、就職する際も大会に参加するため、土日は休みの勤務に就くことが第一でした。そうでないと、趣味である将棋はもとより、交友関係も絶たれてしまっていたので、私は恵まれていると思っています。

将棋をやっている仕事に生きることは、なかなかないと思います。将棋はもちろん勝負事なので、負けが込めば、余計にストレスを抱えることもあり、

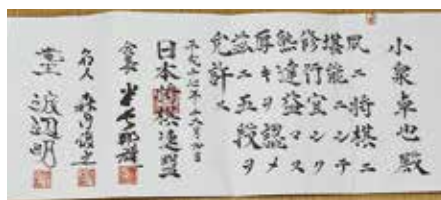
仕事のストレスを発散はできませんが、仕事のことを忘れて、別のことに思いを巡らしていることは、精神衛生上悪いことではないと思います。

将棋をしていて思うことは、人は必ずといっていいほど間違えるということ。将棋は逆転のゲームとよく言われ、最後に間違えた方が負ける競技です。だからメンタル的にもきついゲームと言われます。

もし、仕事に役立っていることがあるとすれば、ミスに関しては、気をつけながらも、起こってしまったことについては寛大になれることかもしれません。

これから

私は50歳を迎えますが、将棋という競技は、選手寿命が長いです。私なりに、特に30代半ばから40代前半までの間、アマチュア王将戦全国大会準優勝でアマチュア五段の免状を認定され、その後、



全国大会準優勝の時に頂いた五段免状

成績優秀者が出場できるプロ棋戦でプロ棋士を2人抜き、またアマチュア竜王戦全国大会3位と良い成績が残せたと思っています。しかし、まだまだ、活躍できるチャンスはあるのではないかとしぶとく続けています。このコロナ禍で、大会が中止になることは多く、対面で指すこともなかなかできないのですが、ネット将棋を指したり、藤井聡太君のタイトルの動画配信を見たりして実戦感覚が鈍らないようにしています。



竜王戦前夜祭

子供の頃、おじいちゃんほどの年齢の方とも将棋道場で指していただきましたが、10年、20年もすれば逆の立場になります。今でも若い人とは指す機会もあり、感想戦では、話もできて交流もできる。そういった若い感覚なども取り入れて、まだまだ、上達したい気持ちを持ち続けていきたいものです。

誌上講座

ダクタイトイル鉄管の耐震性 および長期耐久性 (第二版)

- 1 耐震継手ダクタイトイル鉄管は、地震による被害がない。
- 2 大地震だけでなく、津波や豪雨などの自然災害への対策にもなり得る。
- 3 耐震計算法が地震観測結果に基づいて確立されている。
- 4 レベル2地震動に対しても弾性設計されており、管体に変形は残らない。
- 5 大地震後に液状化地盤などにおいて管路の挙動を実際に調査し、鎖構造管路の有効性および再度の地震に対する耐震性が検証されている。
- 6 耐震性能1を満たす断層横断部の設計方法が確立している。
- 7 管体の引張強さや伸びなど材質が長期間使用しても変化しない。
- 8 材質・性能の長期耐久性が促進試験だけでなく、実際に長期間使用された管で検証されている。

はじめに

日本の水道管路は老朽化が進行しており、さらに東日本大震災等の度重なる大地震、および台風や豪雨等が全国各地で頻発し、そのたびごとに管路が被災し断水が発生している。

このようなことから、水道の基盤強化を進め、安定給水を確保するために、管路の更新を一層促進していく必要がある。更新に当たっては長期間の使用に耐え、地震や水害などの自然災害にも強いことが求められている。

ダクタイトイル鉄管はこれまで長期間使用された実績があり、特に耐震継手ダクタイトイル鉄管は地震による被害がなく、レベル2地震動や

悪い地盤での実績延長も長く、水道を支える基幹施設の一つとして働いている。

日本ダクタイトイル鉄管協会では、実際に使用されている管路でダクタイトイル鉄管の耐震性と長期耐久性を調査してきた。

その調査結果をまとめて、2014年に資料「ダクタイトイル鉄管の耐震性および長期耐久性」を第一版として発行した。

その後、台風や豪雨等の自然災害に耐えた管路や、従前よりも長期間使用された管路の調査データが収集でき、断層横断部の管路設計方法も開発されたので、新たなデータを追加して第二版として整理した。

特長 ①

耐震継手ダクタイトイル鉄管は、地震による被害がない。

耐震継手ダクタイトイル鉄管は、阪神淡路大震災、東日本大震災をはじめとする過去の大地震において、悪い地盤でのレベル2地震動、液状化地盤にも多くの管路が埋設されていたが、地震による被害は報告されていない¹⁾²⁾。

さらに、一般継手ダクタイトイル鉄管で被害が多く発生した液状化地域でも耐震継手ダクタイトイル鉄管に被害がないことが確認されている。

①阪神淡路大震災で全面的に液状化が発生した神戸市ポートアイランドでの管路被害と耐震継手ダクタイトイル鉄管の埋設状況を図1に示す。一般継手ダクタイトイル鉄管に34件の被害が発生したが、耐震継手ダクタイトイル鉄管の被害は報告されていない。

②東日本大震災で液状化が広範囲に発生した浦安市での管路被害と耐震継手ダクタイトイル鉄管の埋設状況を図2に示す。一般継手ダクタイトイル鉄管に320件の被害が発生したが、同地域に埋設された27kmの耐震継手ダクタイトイル鉄管の被害は報告されていない。

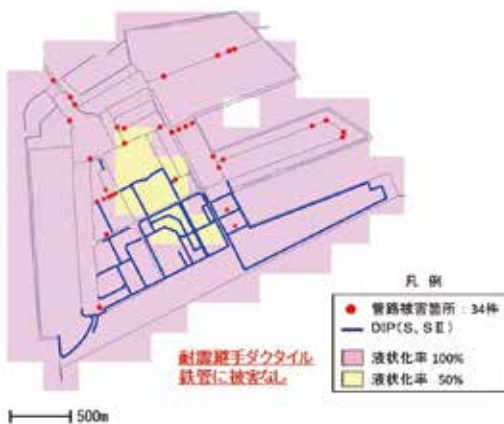


図1 液状化による管路被害集中箇所でも被害がなかった耐震継手ダクタイトイル鉄管 (阪神淡路大震災、神戸市ポートアイランド)



図2 液状化による管路被害集中箇所でも被害がなかった耐震継手ダクタイトイル鉄管 (東日本大震災、浦安市)

特長 ②

大地震だけでなく、津波や豪雨などの自然災害への対策にもなり得る。

図3および図4に示すように、耐震継手ダクタイトイル鉄管が津波や豪雨による道路崩壊に耐えた事例が多数報告されている³⁾。図5の管路には、津波により流されたコンテナが管に衝突し、管の上に乗っているが、被害がなかった。



図3 津波による道路崩壊に耐えた耐震管路



図4 豪雨による道路崩壊に耐えた耐震管路



図5 東日本大震災の津波に耐えた耐震管路

耐えた管路の一部では、継手伸縮量や継手屈曲角度を計測している。図4に示した道路崩壊に耐えた管路の継手屈曲角度を図6に示す。呼び径75および100のNS形継手は、最大屈曲角度8°まではそのまま使用することができる。しかし、呼び径75ではこれを超えて8.7°屈曲していた。そこで、表1に示す様々な試験条件で継手の水密性および離脱防止性能を検証し、異常がないことを確認したうえで、道路復旧時に元の位置に戻してそのまま使い続けた⁴⁾。

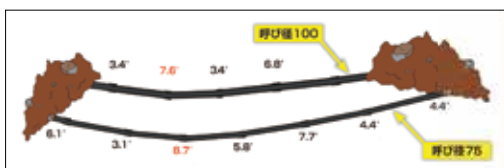


図6 道路崩壊に耐えた管路(図4)の継手屈曲角度

表1 道路崩壊に耐えた管の試験条件

項目	試験条件	結果
水密性試験	① 継手を8.7°屈曲させ、水圧3.0MPaを負荷し5分間保持 ② 継手を真直状態に戻した後、①とは逆方向に8°屈曲させ、水圧3.0MPaを負荷し5分間保持	異常なし
離脱防止試験	継手を8.7°屈曲させ、真直状態に戻した後、引張力225kNを10回負荷	異常なし

このように、地震対策として耐震継手ダクトイル鉄管を用いて管路を整備することにより、津波や豪雨などの自然災害対策にもなり得る。

特長 ③

耐震計算法が地震観測結果に基づいて確立されている。

耐震継手ダクトイル鉄管の地震時の挙動と作用する力を明らかにするため、1972年から八戸市に3箇所の観測所を設置し、地震時の継手伸縮量や管体発生応力などを計測してきた。地震時の管路挙動観測システムの例を図7に示す。例えば、図8に一例として示す計測結果から次式が得られた⁵⁾。

$$\text{継手伸縮量 } e = \varepsilon \times l$$

(ε : 地盤ひずみ、 l : 管長)

ダクトイル鉄管の耐震計算方法は、これら実際の観測データの分析に基づいて確立され、水道施設耐震工法指針・解説2009年版(日本水道協会)に、専門委員会における審議を経て記載されている。

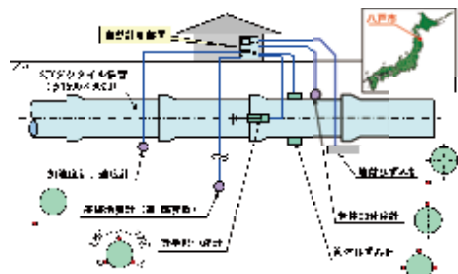


図7 地震時の管路挙動観測システム例

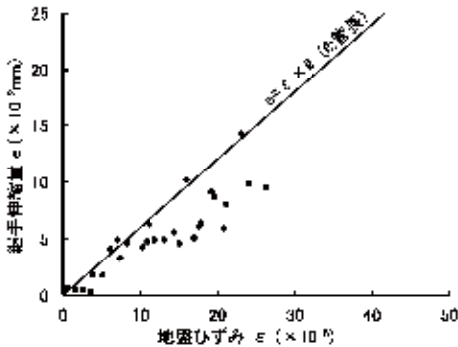


図8 地震観測で得られたデータの例
(地盤ひずみと継手伸縮量)

特長 ④

レベル2地震動に対しても弾性設計されており、管体に変形は残らない。

ダクタイル鉄管の耐震計算では、レベル2地震動に対しても、弾性域で安全性を照査する⁶⁾。すなわち、レベル2地震動でも管体に変形は残らない。これは、水道施設耐震工法指針・解説 2009年版(日本水道協会)で定める耐震性能の区分に従うと、レベル1地震動、レベル2地震動ともに耐震性能1に該当する。

表2 継手構造管路の耐震性能と照査基準⁶⁾

	レベル1地震動	レベル2地震動
照査基準	弾性設計	弾性設計
照査基準	① 管体応力 ≤ 許容応力 ② 継手部伸縮量 ≤ 設計照査用最大伸縮量	
耐震性能	耐震性能1	耐震性能1

※ 耐震性能1：地震によって健全な機能を損なわない性能

特長 ⑤

大地震後に液状化地盤などにおいて管路の挙動を実際に調査し、鎖構造管路の有効性および再度の地震に対する耐震性が検証されている。

1. 大地震後の管路の挙動調査

当協会では、阪神淡路大震災や東日本大震災をはじめとする大地震の後に、漏水の有無だけでなく、液状化発生地域での地盤沈下や側方流動、さらに盛土が崩壊した箇所に埋設された管路にテレビカメラを挿入するなどして、継手伸縮量や継手屈曲角度を計測してきた。耐震管路の調査実績を図9に示す。これまでに13箇所を調査している。

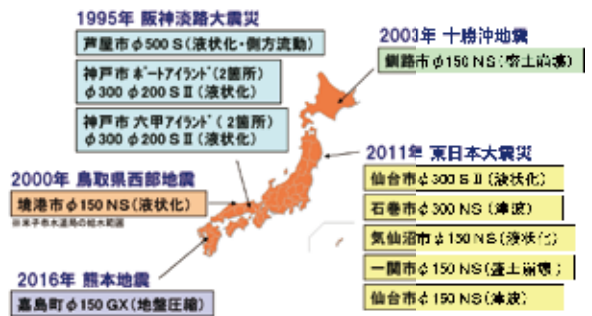


図9 耐震管路の挙動調査実績^{7)~14)}

一例として、東日本大震災で液状化に耐えた管路の計測結果を図10に示す¹²⁾。この調査から以下の結果が得られた。

- ① 地盤歪み(継手の伸縮)は一様ではなく局所に集中する。
- ② 一つの継手が最大まで伸びて隣の継手を順次引張り、局所に集中する大きな地盤歪みを吸収する。

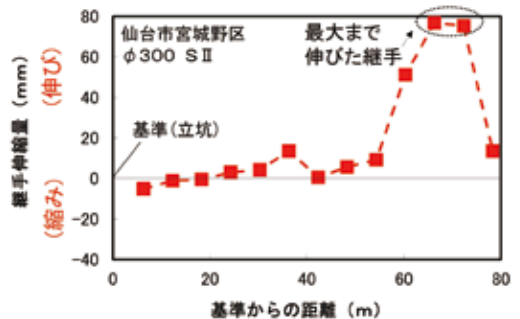


図10 東日本大震災の管路挙動調査結果

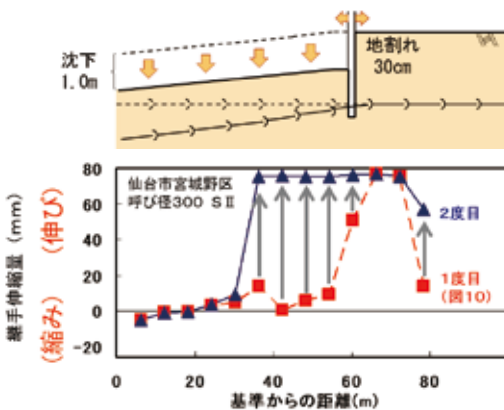
2. 大地震を経験した後の耐震性

近年、巨大地震が頻発しており、いつ次の大地震が発生してもおかしくない。すなわち同じ地域が何回も大地震にみまわれる可能性もある。さらに、管路は地中に埋設され、状態を確認することや補修をすることが難しい。これらのことから、水道管路は1回の地震に耐えるだけでなく、繰り返し起こる大地震に耐え、地震後もそのまま継続して使用できることが求められる。

図10の東日本大震災で液状化に耐えた管路の調査結果では、まだほとんど伸縮していない継手もあり、管路全体での伸び率は約0.3%で、許容値1%よりも小さく、管路全体としては十分に伸縮できる余裕があることがわかった。

【管路全体での伸び率】
伸び率 約0.3% < 許容値1%

図10の状態からさらに1mの沈下と、30cmの地割れが同時に発生するなど、大地震の時のシミュレーション結果を図11に示す。2度目の地震に対しては継手が順次伸び出し、管路全体で大きな地盤の動きを吸収できている。



【管路全体での伸び率】
伸び率 約0.8% < 許容値1%

図11 2度目の地震に対するシミュレーション結果

特長 ⑥

耐震性能1を満たす断層横断部の設計方法が確立している。

耐震継手ダクトイル鉄管では、図12に示す実管を用いた実験、および幾何学的非線形性と材料の非線形性を考慮したFEM解析を行い、断層横断部の管路設計方法を検証している。FEM解析モデルを図13に、実験と解析の継手屈曲角度の比較を図14に示す。実験結果と解析結果はよく一致しており、FEM解析が断層横断部の管路設計に有効であることが確認できた。



図12 実管を用いた実験

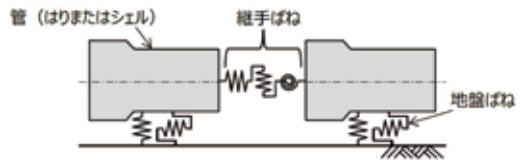


図13 FEM解析モデル

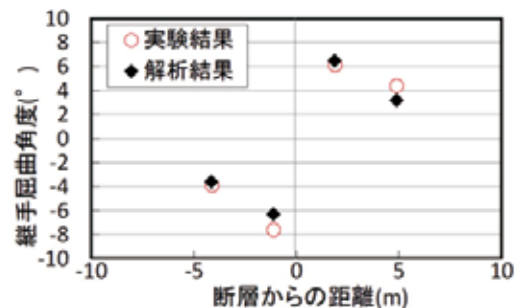


図14 実験結果と解析結果の比較

断層横断部の設計照査基準を表3に示す。断層横断部の管路設計は弾性設計である。図15に示すように、断層変位が大きい場合は長尺継ぎ輪や継ぎ輪を配置して対応する。この長尺継ぎ輪や継ぎ輪の配置や個数を含めて設計手順を確立した¹⁵⁾(日本ダクタイル鉄管協会「耐震型ダクタイル鉄管による断層対策管路の設計 JDBA T 64」)。

表3 断層横断部の設計照査基準

照査項目	照査基準
継手屈曲角度	各継手の許容値以下
応力	ダクタイル鑄鉄の耐力以下(270MPa)
軸力	3DkN以下 D:呼び径 mm

注 耐震性能1を満たすように設定されている。

耐震継手ダクタイル鉄管の断層対策の特長をまとめると次のとおりとなる。

- ①耐震性能1を満たすので、断層変位を受けた後も継続して使用できる。
- ②地盤条件にもよるが、1.5m以下の断層変位に対しては通常の管路で安全であり特別な対策は必要としない。
- ③断層出現位置は正確に予測することは難しいため、断層出現位置のばらつきを考慮した範囲で示されることが多いが、この設計方法に従えば断層がどこに出現しても管路は安全であることが確認されている。

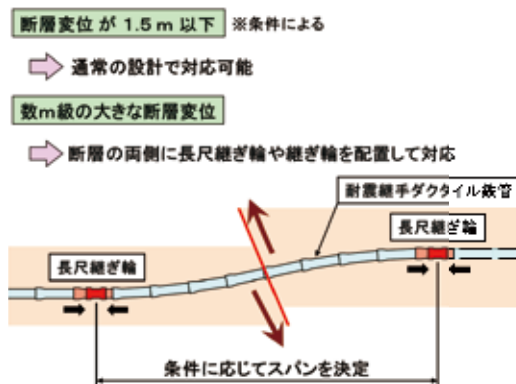


図15 断層横断部の管路設計方法

特長 ⑦

管体の引張強さや伸びなど材質が長期間使用しても変化しない。

実際に使用されてきたダクタイル鉄管(最大で53年間使用)の管体の引張強さを図16に、伸びを図17に示す。長期間使用しても管体の引張強さおよび伸びに経時的な変化がない。

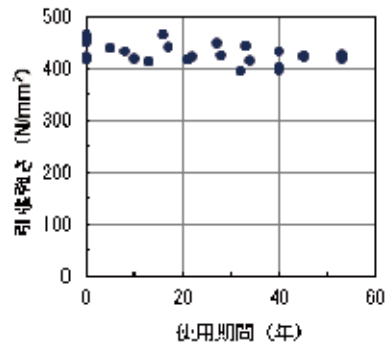


図16 長期間使用された管体の引張強さ

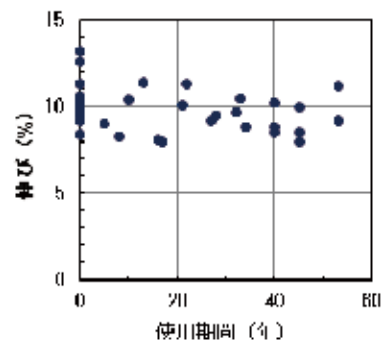


図17 長期間使用された管体の伸び

特長 ⑧

材質・性能の長期耐久性が促進試験だけでなく、実際に長期間使用された管で検証されている

1. ゴム輪

実際に使用されてきたゴム輪(最大で53年間使用)の引張強さを図18に、硬度を図19に示す。長期間使用してもゴム輪の引張強さおよび硬度には、経年による大きな変化はない。

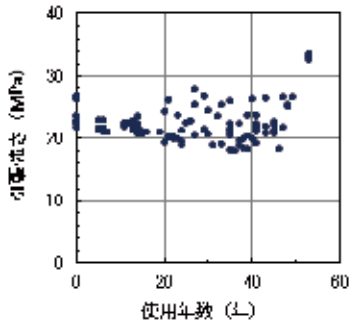


図18 長期間使用されたゴム輪の引張強さ

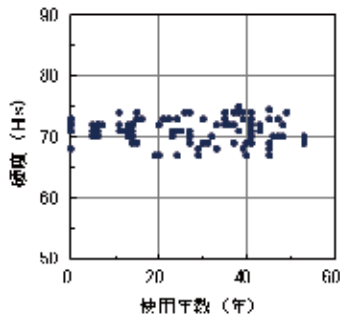


図19 長期間使用されたゴム輪の硬度

2. 水密性能

53年間使用された管(呼び径700・A形)の水密試験結果を表4に示す¹⁶⁾。地震時の揺れや地盤沈下を想定し、継手に管軸方向の変位、並びに曲げ変位を各々繰り返し与えた状態で水圧負荷試験を行った。いずれの場合も漏水を生じず、高い水密性能を保持していることを確認した。

表4 水密試験結果

条件	繰り返し回数	負荷水圧	保持時間	結果
繰り返し伸縮 ±32.5mm	10回	0.85MPa	5分	漏水なし
繰り返し屈曲 ±2.5°	10回	0.85MPa	5分	漏水なし



図20 53年間使用された管の外観状況

3. 離脱防止性能

41年間使用された管(呼び径450・SII形)や、38年間使用された管(呼び径1000・S形)の離脱防止性能を調査した¹⁷⁾。調査した管の供用期間中に発生した地震の回数を表5に示す。これらの管は過去震度6以上の地震を2回経験している。

表5 供用期間中に発生した地震の回数(八戸市)

震度	IV	V	VI
発生回数*	35	7	2

*1975年～2008年に発生し、震度IV以上のもの

離脱防止試験結果を表6に示す。試験は継手部に3DkN(D:呼び径mm)相当の引張力を19回負荷し、20回目に3DkN相当よりも大きな引張力を与えた。引張力を繰り返し負荷しても継手部に異常はなく、新品と同じ性能を保持している。

表6 繰り返し離脱防止試験結果

口径・継手 (使用年数)	負荷条件	結果
呼び径450・SII形 (41年間使用)	引張力 1,350kN × 19回 引張力 1,600kN × 1回	異常なし
呼び径1000・S形 (38年間使用)	引張力 3,000kN × 19回 引張力 4,000kN × 1回	異常なし

このように、長期間使用され、複数回の大地震を経験した後も十分な耐震性を有しており、次の地震にも耐えられることが検証できた。

4. 内面塗覆装

(1) モルタルライニング

最大で35年間使用された管を、食塩水(濃度3%)に24週間浸漬させた後、管内面の発錆状況を調べた¹⁸⁾。モルタルライニングの中性化深さを図21に示す。全厚で中性化しているものもあったが、すべての供試体で鉄部の発錆はなく、モルタルライニングが防食性を有していることを確認した。全厚で中性化していたものの塩水浸漬後の状況を図22に示す。

5. 外面塗覆装

(1) ポリエチレンスリーブ

ポリエチレンスリーブは管外面に装着して、以下に示す①～④の防食効果が期待できる。

- ①腐食性土壌と管の接触を断ち腐食を防ぐ。
- ②管の周辺を均一な状態に保ちマクロセル腐食を防ぐ。
- ③ポリエチレンスリーブ内へ水が侵入しても侵入水の移動を防止し溶存酸素の供給を防ぐことで腐食の進行を防ぐ。
- ④迷走電流を遮蔽して電食を防ぐ。

ポリエチレンスリーブが装着されていた管の状態を継続して調査しており、最大で41年間使用された管の管体に腐食が無いことを確認している。また、ポリエチレンスリーブの引張強さを図28に、伸びを図29に示す。埋設当時の規格値は、引張強さ10MPa以上、伸び250%以上である。物性値は少しずつ低下しているものの、41年間使用された後も、当時の規格値を満足していた。

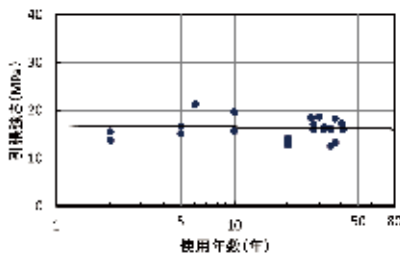


図28 長期間使用された
ポリエチレンスリーブの引張強さ

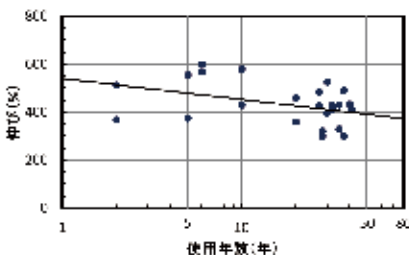


図29 長期間使用された
ポリエチレンスリーブの伸び

(2) 外面耐食塗装

外面塗装は合成樹脂塗装が一般的に用いられている。GX形管には耐食性を向上させた外面耐食塗装が開発された。この外面耐食塗装は、施工現場で想定される傷に対しても、自己防食機能により優れた耐食性を示している。

外面耐食塗装の仕様は、促進試験(複合サイクル試験 JIS K 5621)の結果ばかりではなく、実際の管路における腐食深さおよび埋設土壌に関する分析結果と組み合わせて、長期にわたる防食性能を発揮できるように、決定されている。

この腐食深さと埋設土壌の分析には、過去40年間に収集された、全国約3,000地点の調査データを用いた。

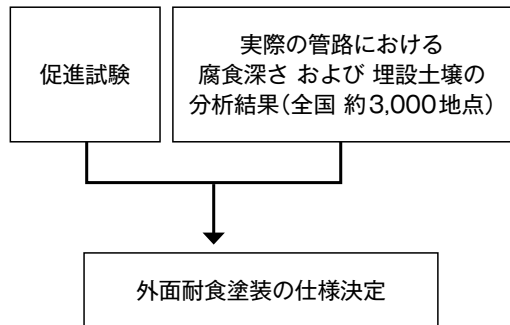


図30 外面耐食塗装の仕様決定法

この外面耐食塗装管を腐食性の高い土壌に埋設し、管の状態を継続して調査している。

- ①腐食性の比較的高い泥炭(ANSI 評価点13.5～15.5点)に10年間埋設された管の状況を図31に示す。外面耐食塗装管に腐食はなかった。
- ②腐食性の極めて高い海成粘土(ANSI 評価点19点)に5年間埋設された管の状況を図32に示す。管には傷を付けて埋設している。合成樹脂塗装の管では傷部に最大腐食深さ0.4mmの腐食が発生したが、外面耐食塗装管では傷部にも腐食はなかった。

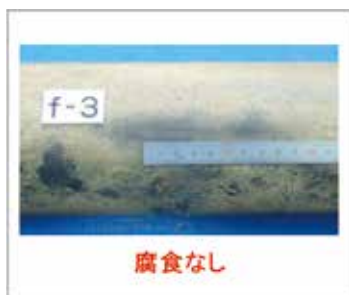


図 31 泥炭での埋設試験(10年間埋設)

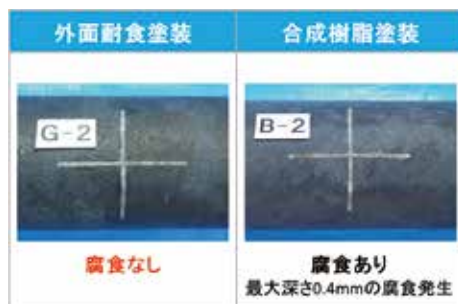


図 32 海成粘土での埋設試験(5年間埋設)

おわりに

日本ダクタイル鉄管協会は、耐震継手ダクタイル鉄管を今後も安心してお使い頂けるよう、実際に使用されている管路での耐震性や長期耐久性の調査・研究を継続し、日本の高水準な水道管路の構築に貢献していきたい。

【参考文献】

- 1) 日本水道協会：1995年兵庫県南部地震による水道管路の被害と分析、1996、p14
- 2) 厚生労働省健康局水道課：東日本大震災水道施設被害状況調査最終報告書、2013、p2～73
- 3) 小泉明：「耐震継手ダクタイル鉄管が自然災害に耐えた事例集-台風・豪雨・津波等による災害-」、水道産業新聞社、2018、p5～15
- 4) 三原正幸(松山市公営企業局)：「豪雨による護岸道路崩壊で露出したダクタイル管路の健全性の検証」、平成30年度全国会議(水道研究発表会)講演集、2018、p416～417
- 5) 小軽米松太郎、大沢章広 他：「埋設管路の地震時挙動観測」、水道協会雑誌 第601号、1984、p2～20
- 6) 日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説 2009年版 I 総論、2009、p87～92
- 7) 三浦久人(神戸市水道局)：「阪神淡路大震災による耐震形ダクタイル鋳鉄管路の挙動調査(ポートアイランド、六甲アイランド)」、ダクタイル鉄管 第61号、1996、p41～48
- 8) 山岸悟(芦屋市水道部)：「阪神・淡路大震災による呼び径500mm S形ダクタイル管路の挙動調査(芦屋浜)」、ダクタイル鉄管 第67号、1999、p31～35
- 9) 三島洋一(米子市水道部)：「2000年鳥取西部地震により液状化の発生した埋立地でのNS形ダクタイル鉄管管路の挙動調査」、ダクタイル鉄管 第70号、2001、p30～36
- 10) 金子正吾、鉛山敦一、戸島敏雄：「2003年十勝沖地震における水道管路被害調査結果概要」、ダクタイル鉄管 第75号、2004、p59～75
- 11) 小野和将(一関市水道部)：「東日本大震災における道路盛土部のNS形ダクタイル鉄管管路の挙動調査」、ダクタイル鉄管 第90号、2012、p20～27
- 12) 宮島昌克、岸正蔵、金子正吾：「東日本大震災における津波被害地域の耐震形ダクタイル鉄管管路の挙動調査結果」、ダクタイル鉄管 第92号、2013、p12～19
- 13) 飯出淳、宮島昌克 他：「津波対策としての耐震ダクタイル鉄管の有効性研究」、平成29年度全国会議(水道研究発表会)講演集、2017、p850～851
- 14) 金子正吾、池田幸平、宮島昌克：「2016年熊本地震におけるダクタイル鉄管の調査結果」、平成28年度全国会議(水道研究発表会)講演集、2016、p840～841
- 15) 日本ダクタイル鉄管協会：「耐震型ダクタイル鉄管による断層対策管路の設計 JDEPA T 64」、2020
- 16) 宮崎俊之、丹羽真一(桂沢水道企業団)：「国内最初の遠心力鋳造法によるダクタイル鋳鉄管の調査-53年間埋設後の調査結果-」、平成25年度全国会議(水道研究発表会)講演集、2013、p376～377
- 17) 内宮靖隆、古川勲(八戸圏域水道企業団)：「耐震管S形ダクタイル鉄管φ1,000経年管(38年間埋設)の調査結果」、平成25年度全国会議(水道研究発表会)講演集、2013、p378～379
- 18) 滝沢智、牛窪俊之、森田裕之、石井和男、近藤秀一：「ダクタイル鋳鉄管のモルタルライニングの中性化と機能劣化に関する研究」、水道協会雑誌 第923号、2011、p2～10
- 19) 日本ダクタイル鉄管協会：「ダクタイル鉄管の長期耐久性の検証-粉体塗装、ゴム輪、ポリエチレンスリーブ、モルタルライニングの調査-」、ダクタイル鉄管 第104号、2019、p58～65



中部支部長就任のご挨拶

中部支部長 **山田 喜美雄**

本年4月から当協会中部支部長を務めております山田喜美雄です。微力ではございますが、皆様のご助言、ご協力を仰ぎ、ダクタイル鉄管の更なる普及拡大に取り組む所存です。どうぞよろしくお願い申し上げます。

感染力が高いデルタ株による新型コロナウイルスの脅威は増すばかりでまったく先行きが見通せない状況が続いておりますが、24時間365日、絶えず水道水を供給されている水道事業体、関係者の方々に改めて敬意を表します。

私は昭和59年に当時の名古屋水道局に入局後、一貫して水道事業に携わり、上下水道局発足後は下水道事業にも関わることができました。在職中に何度か災害対応の機会を得ましたが、その中でも中越地震によって壊滅的な被害を被った新潟県の旧山古志村の水道施設の復旧を長岡市水道局の職員として1年間担当したことは、何ものにも代えがたい経験でした。震災により全村避難を余儀なくされた旧山古志村では、大規模な地滑りにより全管路の1割強が流出するなど、中山間地を襲った大地震による水道施設の被害形態は前例が見当たらないものでした。復旧計画の策定から災害査定の対応に至るまで苦労の連続でしたが、得るものも大きかったです。余談になりますが、この年は豪雪でしたので、積雪が3m以上あった真冬に除雪車の助けを受けて漏水を修理したこともありました。

この他にも多くの経験をさせていただき、その中でたくさんの人たちと出会うことができました。これまで出会った人たちとの絆を大切に、これからの新しい出会いに期待して仕事に励みたいと思います。

本格的な人口減少社会の到来や、厳しい財政状況が続くなど、水道事業を取り巻く環境が一層厳しさを増す中で、老朽施設の対応や地震を始めとする自然災害への備え、技術継承といった複雑多様化する諸課題の解決に向けて待ったなしの取り組みが求められています。私も気持ちを新たにして、持続可能な水道事業運営の一助を担えるよう努力してまいります。



関東支部 顧問就任のご挨拶

関東支部 顧問 あがた 縣 まさあき 雅明

本年4月に関東支部顧問に就任しました縣雅明です。よろしくお願いいたします。

前職千葉県には37年間勤務し、昭和・平成・令和と、ほぼ一貫して県営水道に在籍しました。厚生省水道整備課や企画部水政課で水道行政にも関わりました。厚生省で印象に残る仕事の1つは、JICWELSの依頼で行ったフィリピン共和国のいくつかの地方都市の水道事情調査でした。今から28年前、初めての海外で目の当たりにしたのは、熱帯モンスーンの猛暑のなか、水源と管路等の問題で時間給水が常態化し、ホテルでも水洗トイレや洗濯が思い通りにならない状況でした。ボトル水はビールより高価でした。関係者の皆様のおかげで、調査団長の責務を無事果たすことが出来、当たり前前に水が届くありがたさ・パイプラインの大切さを、身をもって知りました。

キャリアの終盤は、東日本大震災時の926か所の漏水や、令和元年台風15・19・21号の相次ぐ風水害など災害対応が続きました。15号の時は自宅の屋根・雨戸・戸袋が壊れて浸水し、電話の不通・停電・断水も1週間以上続きました。自ら被災者となりつつも復旧対応や他水道事業体への応援を続け、ライフラインの大切さを心に刻みました。最後の年末年始は県内水道事業体で別々に大規模漏水と濁水が発生しました。コロナ宿泊療養施設や鳥インフルエンザでの知事部局支援が重なり人出が割かれても、力をあわせて応援業務を続け終息に協力しました。

慌ただしく時は過ぎましたが、多くの方々に支えていただき、後世に引き継ぐ社会基盤の整備にもいろいろ携わりました。日本水道新聞や水道産業新聞の座談会等を通じて数多く情報発信し、厚生労働省の水道技術管理者研修(平成元年10月31日)には講師としても参加させていただきました。

コロナ禍が長くなり在宅・リモート勤務が定着しましたが、このような時でも日常生活や産業活動が支障なく続けられるのは、上下水道、農業用水、工業用水、ガス、電気、情報通信といったインフラ施設の下支えがあるからです。そのうち管路は多くの水道事業体で固定資産の6割以上を占め、サービスの基盤です。水道管路に限らず、更新・耐震化、不断の管網整備は、喫緊の課題です。

協会に勤務して半年が過ぎ、あらためて皆様の温かい心遣いに感謝しています。今年も全国各地で地震・風水害が続いています。心からお見舞い申し上げます。自然災害、環境問題、新型コロナウイルスなどで先行き不透明な時代ですが、私はこれからも当協会での活動を通じて、生命と財産を守るライフラインの構築に少しでもお役に立てるよう、力を尽くしてまいります。



九州支部長就任のご挨拶

九州支部長 清森 俊彦

本年7月に九州支部長に就任しました清森でございます。よろしくお願いいたします。

私は福岡市に土木職として採用され、道路事業やまちづくりにも携わりましたが、一番長く関わったのが水道です。最初に配属されたのが水道局で、当時は給水制限が287日にも及ぶ昭和53年の異常渇水の直後で、節水型都市づくりと水資源開発を大きな柱に様々な施策を検討するとともに、実行に移せるものはすぐにでも事業として展開するなど、二度と同じような渇水は起こさないとの使命の下、局一丸となって取り組んでいる時でした。今では当たり前の節水機器の普及や開発、漏水防止の強化、配水調整システムの導入、配水ネットワークの整備、下水処理水の再利用などの水の有効利用施策を進める一方で、水源を確保するため、ダム湖底掘削、農業用水のパイピングや下水処理水の振替による水利権の確保、広域導水、揚水式ダム、渇水対策ダムなど工夫を凝らしたありとあらゆる施策の調査検討を行っていました。その後、さらに平成6年の異常渇水を経験し、海水淡水化施設までも導入することになります。

そのいろいろな施策の検討や実施に携わることができて、水道を学び、成長していく都市をその水道技術で支えているというやりがいを感じながら楽しく仕事をすることができました。その間、阪神淡路大震災など地震や豪雨災害支援や、マレーシア、フィリピン、中国にもJICA専門家として派遣されるなど貴重な経験もさせていただき、水道が私を育ててくれたと言っても過言ではありません。近年は、全国で毎年のように地震や豪雨などにより甚大な災害が発生しています。普段は何気なく使っている水も災害などで断水すると、必ずテレビや新聞で大きく取り上げられます。現在、水道事業を取り巻く経営環境が大変厳しい中でも、来るべき災害等にも対応できるよう、水道施設の老朽化に伴う更新や耐震化などを進めていく必要があります。そのような水道の現状や将来の水道のあり方などをより多くの方に知っていただき考えていただくために、もっと常日頃から水道に関心を寄せて、取り上げてくれてもよいのではないかと常々思っています。

水道は市民生活を支える欠くことのできない重要なライフラインです。将来にわたって、どんな時でも安全で良質な水の安定供給ができるよう、これまで先達が築き上げてこられた水道を、国が示された「安全」、「強靱」、「持続」をキーワードに、さらにより良いものとして次の世代へ引き継いでいけるために少しでもお手伝いできれば幸いです。

Beyond 一みらいを変える!みらいが変わる!—「下水道展'21大阪」に出展

8月17日～20日の4日間、インテックス大阪で「下水道展'21大阪」が開催され、日本ダクタイル鉄管協会も「下水道の未来・暮らしの未来を支えるダクタイル鉄管」と題して出展しました。

ブース前面に大型モニターを配置して耐震継手ダクタイル鉄管による圧送管路のご提案を主体とした映像を繰り返し上映するとともに、GX形、NS形E種管の実物カットサンプル、耐震継手ダクタイル鉄管手動模型、エポキシ樹脂粉体塗装の実管サンプルおよび各種パネル等を展示いたしました。実物を実際に見て、触れてもらって、多くのお客様にダクタイル鉄管の良さを体感していただくことができました。



WEBサイトをリニューアル

2021年10月1日にホームページを全面的にリニューアルしました。お客様からのご要望にお応えし、コンテンツを充実し見やすく分かりやすい形としました。

豊富なコンテンツに
すばやくアクセスできる

求める資料・情報が
スムーズに見つかる

見やすくわかりやすい
デザイン

スマホからでも
全資料の閲覧が可能



アクセスはこちらから▶
<https://www.jdpa.gr.jp/>



2021年度日本ダクタイル鉄管協会セミナー開催予定

2021年度は、昨年度に引き続き新型コロナウイルス感染症対策を行い、現地会場と会場によってはWEB参加の併用で、下記のようにセミナーを開催する予定としております。

支部	開催日・開催場所	講師	web配信	開催状況
東北	2022年2月18日 仙台市	名古屋大学 減災連携研究センター 准教授 平山 修久 氏	○	
		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		
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	○	終了しました
		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		
	10月26日	豊中市上下水道局 技術部次長 牟田 義次 氏	○ web配信のみ	終了しました
		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		
	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		終了しました
		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		
11月17日 千葉市	横浜市水道局 配水部長 鈴木 雅彦 氏	○		
	東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 社会基盤サイエンス講座 教授 沖 大幹 氏			
2022年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	○		
	東京大学 生産技術研究所 基礎系部門 准教授 清田 隆 氏			
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		
		岐阜大学 工学部 社会基盤工学科 教授 能島 暢呂 氏		
関西	11月24日 大阪市	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	○	
		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		
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	○	
		呉市上下水道局 経営企画課 課長 増木 誠治 氏		
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	○	終了しました
		福岡市水道局 配水部 整備推進課長 田中 辰夫 氏		
九州	2022年2月8日 福岡市	千葉大学大学院 工学研究科 融合理工学府 都市環境システムコース 教授 丸山 喜久 氏	○	
		近畿大学 経営学部 経営学科 商学研究科 教授 浦上 拓也 氏		

技術の継承！ 新任職員向け技術説明会

日本ダクタイル鉄管協会では、様々な技術説明会メニューを用意しております。今回は水道技術継承を目的に、継続して毎年新任職員を対象とした研修会を開催している事業体を紹介します。

毎年、新任職員を対象とした研修会を開催！ 静岡県くらし・環境部環境局水利用課

近年、市町村の水道事業体においては、人員削減や団塊世代の職員の大量退職などにより、新任職員への技術継承が困難となっています。静岡県では、こうした状況を踏まえ、平成27年度から、早期の基礎的知識の習得を目指した「市町新任水道職員研修会」を、県主催で開催しています。今年度は新型コロナウイルス蔓延の影響を鑑み規模を縮小しましたが、県内の水道事業体から43名の新任職員が受講しました。

水道法の基本的な内容や施設をはじめ、水質の維持管理、管路の特性や施工手法など幅広い研修内容となっており、このうち、ダクタイル鉄管の特性や耐震性、具体的な施工手法やその留意点については、例年、貴協会に御協力いただき、わかりやすく解説していただいております。

今後も、貴協会と連携しながら、県下の水道事業体の技術継承ができればと考えています。



今年度の開催状況(オンライン)

「10年前より実施」工場見学及び GX 形接合講習会 さいたま市水道局

さいたま市水道局では、給水人口約130万人のお客様へ、安全・安心な水道を安定的に供給していくために、毎年多くの水道工事を行っており、工事担当職員も多数配属しています。また、工事を適切に設計し、円滑に施工管理を行うための技術継承が喫緊の課題となっており、工事に使用する水道管の特徴や、配管接合時の注意点を学ぶため、(一社)日本ダクタイル鉄管協会主催の「工場見学及びGX形接合講習会」に新規採用職員や水道工事未経験職員を中心に参加しました。

工場見学では、普段見ることができないダクタイル鉄管の製造工程について説明を受けながら見学することができました。また、GX形接合講習会では、配管接合時のポイントについて説明を受けた後、接合・解体作業を目の前で見学できました。受講者からは「GX形の構造や接合方法について理解できた。今後の業務に活かしたい」という声があがりました。



今年度の開催状況

※技術説明会に関するメニュー、新任職員向けの研修のご相談などは各支部まで問い合わせをお願いします。

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75_{mm}~3,000_{mm})



〔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

●新型コロナウイルス感染症の影響で多くのイベントや会議が中止となっています。今回の座談会は、緊急事態宣言が発令されている中で、仙台市、石巻地方広域水道企業団、盛岡市、郡山市とリモートで「東日本大震災から10年が経過して」をテーマとして実施しました。当時の状況を思い出していただくことは、心情的に心苦しいことでしたが、皆さんには、質問にお答えいただき、東日本大震災の被害の大きさを改めて知ることができました。災害時に協定を結んでいた民間企業が機能停止に陥ったことや被害状況の把握、早期復旧は重要であるがまず職員の命があってのこと、津波災害ゆえの中継拠点という

考え、住民の方々も最初は飲み水、時間が経過すると生活用水の需要が増えるなど、今後の災害対策への教訓として活かすべき話を聞くことができました。日本の水道は蛇口をひねると水が出ますが、蛇口の向こうに多くの職員のたゆまぬ努力があることを胸に刻みました。

●技術レポートは5編、管路更新3編、ネットワーク化1編、災害復旧1編を執筆いただきました。読者の皆様の今後の事業の参考になれば幸いです。

●表紙は『水の写真コンテスト』（主催：水道産業新聞社）の受賞作品を使用していきます。なお、今号の表紙は弊協会会長賞の写真です。

ダクタイトイル鉄管第109号〈非売品〉

2021年11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	大阪府中央区南船場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

なんだ管だと
管カエルなら
NCKダクタイトイル鉄管



管路の更新や新設には、耐震性・
耐久性・耐蝕性に優れ、安全・確実な
施工性で定評のNCKダクタイトイル鉄管。

直管・異形管、鉄蓋など、
ダクタイトイル製管路システム一式を揃え、
製造から責任施工まで、NCKの一貫した
先進技術でお応えします。



NCK 日本鑄鉄管株式會社

本 社：〒104-0045 東京都中央区築地1-12-22 ☎(03)3546-7671(代) 東北支社：〒980-0014 仙台市青葉区本町3-5-22 ☎(022)263-2731(代)
工 場：〒346-0193 埼玉県久喜市菟浦町昭和沼1番地 ☎(0480)85-1101(代) 中部支社：〒451-0046 名古屋市西区牛島町5番2号 ☎(052)582-9808(代)
北海道支社：〒003-0821 札幌市白石区菊水元町1条2丁目3番8号 ☎(011)871-4445(代) 九州支社：〒812-0037 福岡市博多区御供所町1-1 ☎(092)282-0201(代)

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