



座談会

管路更新を促進する 工事イノベーション研究会の 取り組みについて

出席者

東京大学大学院工学系 教授

滝沢 智氏
(研究会座長)

豊中市上下水道局 上下水道事業管理者 阪口 博氏

豊中市上下水道局 次長兼浄水課長
水道技術管理者 牟田 義次氏

八戸圏域水道企業団 工務課長 内宮 靖隆氏

司会

日本ダクタイトル鉄管協会 関東支部長

木村 康則
(研究会事務局長)

(役職については、座談会開催の平成31年2月14日時点)

日本ダクタイトル鉄管協会では、平成30年5月に管路更新を促進する工事イノベーション研究会(以下、研究会)を発足し、中小水道事業体を主な対象として、実際に個々の事業体で管路更新が進められない要因の調査等から、管路更新を少しでも進めるため、どのような取り組みが有効であるかを検討し、設計施工等の効率化の方法や仕組みを、国・他事業体の例を含めて調査し、これらの調査結果から、取り組みの一つとして地元根差した小規模な設計施工の一括発注方式^{注)}(小規模DB)に着目して、仕組み(手続き)を提案しています。

さらに、提案する仕組みを用いたモデル事業の実施に向けた調整を行い、今後その実効性についての検討を予定しています。

今回の座談会では、研究会座長の東京大学大学院の滝沢教授と研究会に参画している幹事事業体委員の皆様が中小事業体が抱える課題や提案に至るまでの経緯を振り返っていただくとともに、実施予定のモデル事業などについて、語り合っていました。

注): 研究会で検討している設計施工の一括方式(小規模DB)については、名称を検討中のため座談会では、「小規模DB」として記載します。

木村支部長：まず始めに滝沢先生から全国の水道事業体が抱えている課題について、お話しいただけますでしょうか。

滝沢教授：全国の水道事業体では施設の老朽化が顕著となっていますが、それ以上に職員数の減少が大きな問題となっています。特に少人数で運営している小規模な事業体ほどより苦しい状況に追い込まれています。更新事業を実施するための予算はもちろん重要ですが、予算を組んでも事業を実施する人材がいないと、事業に着手できません。規模の大きな事業体では組織内で人材の枯渇を防ぐ余力があるかと思われませんが、小規模事業体では将来計画などを立案できず、現状の業務を遂行するだけで精一杯となっています。水道事業にとっては、現状は危機的状況です。

木村支部長：ありがとうございます。では実際の事業体の立場で現状に関しての課題、苦労話などを阪口管理者、牟田次長、コメントいただけますでしょうか。

阪口管理者：豊中市では平成30年度から「第2次とよなか水未来構想」という豊中市における新ビジョンを策定して事業を進めております。ビジョンで今後10年間の財政シミュレーションを行ったところ、数年後には赤字となり事業の継続は厳しい状況が予測されました。最も苦労している点は、経営面になりますが料金の値上げです。今回のビジョンでは経営分析を踏まえて、将来にわたってお客様に安全な水道水を安定的にお届けするために経営改善策として新たな料金水準及び料金体系の検討になると明記しました。

滝沢先生がおっしゃった職員の人材不足については、豊中市では技術継承などを計画的に実施しており、それほど心配はしていません。ただ、他事業体と意見交換などをしてしていると、先生がおっしゃる危機的状況を意識することはあります。

牟田次長：私から、追加で申し上げますと職員数の減少ももちろん心配ですが、地震などの災害が発生した際に、技術力のある地元工事業者の存在が重要です。水道工事は現場経験が豊富な地元企業がないと本当に困りますので。

木村支部長：ありがとうございます。内宮課長からも同様に課題や苦労話をお願い致します。

内宮課長：私ども八戸圏域水道企業団では管路の更新計画、立案、工事の現場の監督などを主に行っています。また、特殊構造物以外の詳細設計も手掛けています。企業団の職員は水道のプロパーですので人事異動による設計効率の低下などは少なく、技術継承も他の水道局などと比べるとスムーズに行っていると自負しております。

また、ご承知ではあるかと思われませんが、平成6年の三陸はるか沖地震、平成7年の兵庫県南部

滝沢智氏



工事イノベーション研究会の概要

活動内容 管路更新の促進に資する実現可能性の調査検討

- (1) 負担が小さい DB 発注手続きの検討
- (2) 効率的な設計及び工事発注等の検討
 - ①小管工事設計図書の簡素化
 - ②①に適した交付金申請書類の検討
 - ③設計変更に対する柔軟な対応策
 - ④リスク要件の抽出・対応策
- (3) 地元事業者が現地調査・協議を推進できる支援の内容
- (4) 効率的な工事管理の支援
 - ①適切に施工品質を担保できるシステムや訓練で常駐して管理する必要がない。
 - ②①に必要とされるシステム要件の整理
- (5) モデル事業の実施 (Good Practice)

DB発注での負担軽減、効率的な設計図書、交付金申請、施工管理及び基本計画の策定支援などの実現可能性を調査検討し、その方式に従って実際にモデル事業を行う。

地震において耐震管に被害がありませんでした。この結果を受けて、平成8年度からは当企業団では、新設・更新の全ての管路に耐震管を採用しております。その結果、平成29年度の管路の耐震化率は42.4%、基幹管路は71.2%となっております。平成29年度の管路の更新率も1.0%を達成しておりますが、今後は基幹管路や大口径の更新工事や、難工事等も増え、設計、監督業務に時間を費やすことが考えられることから、配水支管工事の設計などに多くの時間を割くことができません。今後の状況を踏まえて、より効率的に、簡略的に設計ができる手法がないかと考えていた際に、今回の話をいただきましたので、協力しました。

今までは、当企業団の現状をご報告させていただきましたが、一般的に多くの事業者では限られた予算・人員の中で、更新工事を実施していると思いますが、維持管理に時間がとられて、更新工事まで手が回らない状況にあると思われます。人事異動や職員数が減少することによって、水道

事業における専門知識が軽薄になり、職員一人一人のレベルが落ち、技術継承の問題に陥ります。平常時であれば業務の遂行が可能でも、災害などの非常時に危機管理体制が組織できなくなります。今後は何らかの手立てや手法を確立していかねばなりません。

木村支部長：今、阪口管理者からは財政面など、牟田次長からは工事業者の重要性、内宮課長からは具体的な現場の取組における課題や苦労話をご報告いただきましたが、滝沢先生からはコメントについての感想、またそれを踏まえた研究会での検討ポイントについてご意見を願います。

滝沢教授：人材が減少していく中で必要な管路更新事業は増加傾向にあります。その状況下では、今までどこかで実施していた仕事の手法を

簡略化して同様のレベルを維持しなければなりません。そのためには「官」と「民」の仕切りを変更して「民」にも色々な仕事を負担していくような方法ができないのか、それがこの研究会の出発点です。そのためには、発注の手続きが複雑になることは本末転倒で仕様書作成などに手間取られては意味がありません。まずは、できる限り現行の制度・仕組みにそった方式で、なおかつ「民」の側に詳細設計までお願いする方法を模索し、現状5回実施してまいりました。ご参加いただいている委員の皆様にも貴重な意見を述べていただき、最初の発想から具体的な形になってきました。また、開催していることが全国の事業体に情報として伝わり、関心が高まっています。

最初の研究会で申し上げましたが、モデル事業を実施することが重要です。参加する事業体も増加しており、詳細な部分では各々の事業体で状況は異なりますが、幾つかのモデル事業を通じて、この研究会にとっての改善点も見えてきますし、何よりもこの仕組みで小規模DBが実施できることが重要です。モデル事業が全国と同規模レベルの事業体にとってのきっかけになればよりよいです。繰り返しになりますが、人材不足の問題は「官」と「民」の連携も含めて、支援する仕組みを構築しなければ、近い将来の日本の水道は危うい状況になると考え、この研究会を立ち上げた際の私の実感です。

木村支部長：ではここで、事務局である私の方から研究会を設立した背景や研究会での事業体の事業環境や業務効率化の先行事例等の調査から小規模DB提案に至るまでの経緯をお話しさせていただきます。

規模の大きい事業体では、料金収入の減少や

職員数が減少するなど厳しい事業環境の中でも今後、さらに増加する老朽管更新への対応などのため、様々な業務効率化の取り組みが先行して進められています。一方、技術説明会や耐震継ぎ手接合講習会などで事業体に伺うたびに、特に、中小事業体においては、技術職員が少ない中で施設更新から維持管理まで対応しなければならない厳しい業務環境にあることを痛感しました。この様な厳しい状況の中で更新工事を進めるためには、それぞれの工事の進め方においても事業環境に応じた新たな仕組みなどの検討が必要ではないかと感じておりました。そのため日本ダクタイル鉄管協会では、これまで管材料の提供によって更新事業に寄与するだけでなく、何か手助けすることが出来ないか考えていたところでした。日本ダクタイル鉄管協会が工事(事業)の仕組みまで踏み込むことに、少し迷いはありましたが、事業体の厳しい状況を知る中で、手をこまねいているわけにはまいりません。そこで、現在における事業体での更新工事の手続き、進め方や業務の効率化事例等を参考に、現在の工事手続きなどに新しい仕組みが考えられないか、さらに業務の効率化が出来な

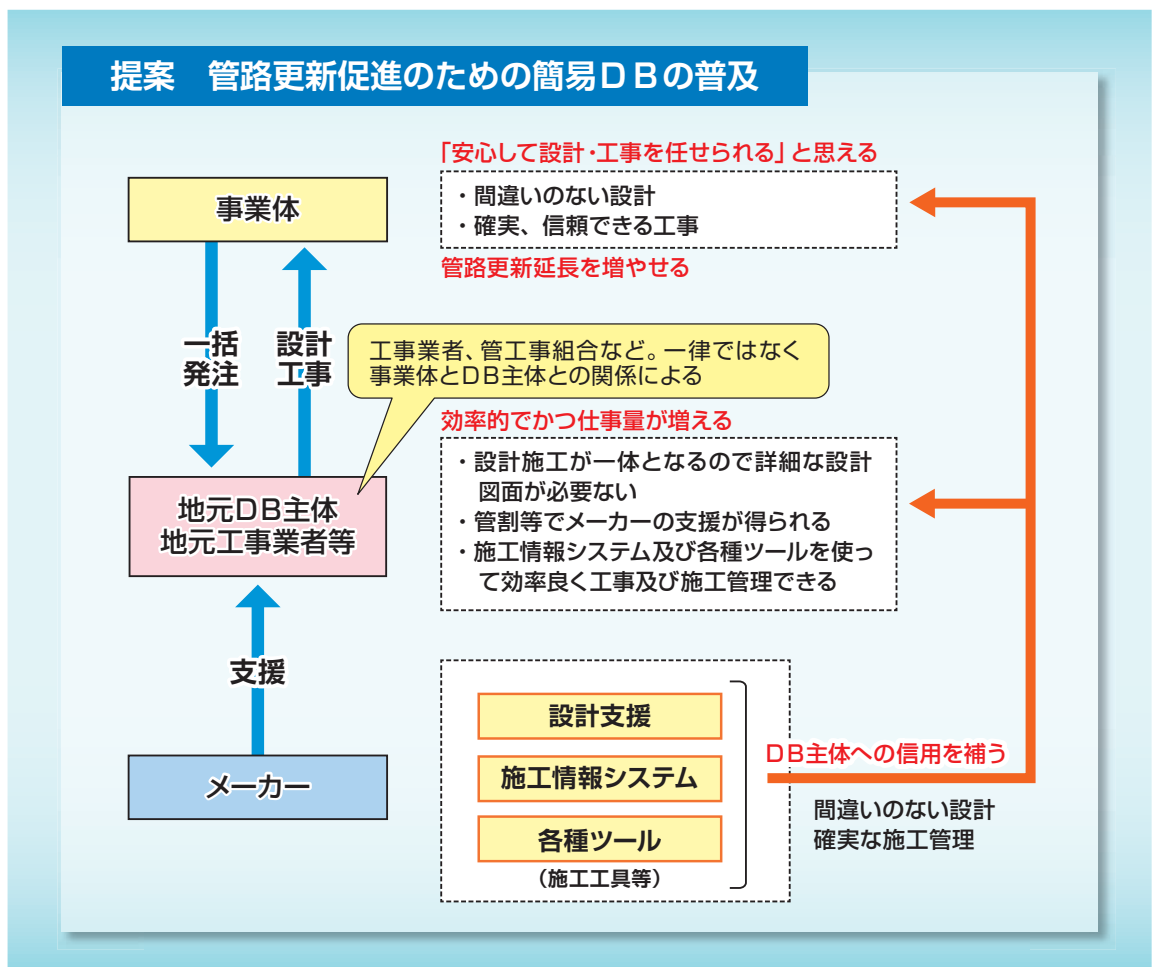
木村康則氏



いかなどについて検討し提案するような検討会（のちの研究会）を設置したわけであります。具体的に検討を進めるにあたって、先程、触れたように、まず事業体における事業環境等の現状や管路工事の契約や設計における一連の手続き・業務などの現状について調査し、それぞれの段階で協議・調整の内容や業務内容等についても調査し整理しました。また、国や事業体などで、どのような効率化の仕組みがあるのか業務効率化の取り組みが図られているか先行事例を調査しました。現在の管路工事の手続き等については、様々な方法で実施されているのかと思っていたのですが、概ね同じような方法で行われていました。設計・積算業務の効率化等の事例では、

設計段階では概算数量設計方式、包括単価方式、複合単価方式などの取り組みが進められていました。また、契約段階では事業の平準化のための次年度の前倒し起工なども取り組まれています。さらに、工事現場を含めた対応としては工事監督業務の委託、DB方式やCM方式、DBO方式など多様な取り組みが行われています。

研究会としては、こうした水道事業体の事業環境や管路工事に係る調査内容などを踏まえ、また、厚生労働省及び（公社）日本水道協会の助言等も参考に、更新工事を促進するための取り組みの一つとして地元根差した小規模な設計施工の一括発注方式（小規模DB）に着目し、仕組み（手続き）等を提案したところ。現在、



その仕組みを用いたモデル事業の実施に向けて3事業体で調整を進めており、平成31年秋頃には実施事業体からの意見等も参考にその実効性について検証し、皆様に報告する予定です。事業体委員の皆様、それぞれの事業環境を踏まえて小規模DBの実現性などについてコメントいただけますでしょうか。

阪口管理者：各事業体の更新工事の中心は小口径いわゆる呼び径75・100・150です。ただ、この小口径の更新には手間と時間を割いています。私が局に入る一年前までは、小口径の管工事などは位置図の1枚だけで実施していました。当時は、建設業者は土工だけ行なわせ、管工事や維持管理に必要な竣工図の作成などは直営で行っており、簡単なものでした。その後、工事の業者に請け負わせることにしたので設計図面が必要になりました。

個人的な意見で申し上げますが、小口径の更新工事に難解な設計図面など必要でしょうか。(笑)工事中に障害物があれば異形管でかわすことは誰が考えても分かります。もちろん工事現場の状況にもよりますが、正直呼び径100の工事の設計に手間暇かけることは、時間ももったいないと思います。今回、概算で発注し工事業者に委ね施工計画図を提出させればよだけの話で、それを承認して実施し工事していただければよく、発注者側の立場では多くの手続きが省略できます。ざっくばらんに言いますと、中小事業体の発注者側がいかに時間を割かずに、更新工事を円滑に進められるのかが今回の狙いだと思います。埋設した管路に問題なく、将来維持管理に必要な竣工図があれば事業体としてはOKです。この研究会はよいアイデアを考えられたなと思いました。大規模DBが効率が良いのは当然ですが、職員数の少ない中小事業体が一気に導入す

るのは難しいですので、このモデル事業が小規模DBの手始めになればよいですね。今後は、滝沢先生がおっしゃった実際のモデル事業体の事例をより細かく分析し、よりよいものに変更していくことが重要です。またモデル事業体の声が全国の同規模の事業体に伝われば、より更新も進むのではないのでしょうか。

私が現場にいた頃は、赤水・出水不良という症状があり更新しなければならぬ状況でした。現在は、埋設された管路は40年経過しましたが問題がないため苦情もありません。更新率は低い傾向にありますが、今後は更新しないと断水などを招く事故も多発すると思われるので、更新率は上げざるを得なくなると推測します。工事を担う人材が枯渇して工事ができませんでは、住民の皆様に説明できません。それまでに、このモデル手法が確立されていれば事業体は非常に助かります。

牟田次長：管理者のコメントに付け加えますと、工事業者の育成も大切です。管工事はある意味では特殊な部分もあり、豊中市でもトラブルは

阪口
博氏



ありましたが、工事の数をこなしていくと経験値があがります。工業者も慣れてきますので、業者の育成に繋がるシステムを構築できれば水道局と工業者とウインウインの関係となります。

木村支部長：ありがとうございます。では内宮課長いかがでしょうか。

内宮課長：八戸圏域水道企業団では、平成10年に標準設計を実施しました。当時は、職員の業務の簡素化、工業者の理解も深まったのですが、精度が低く設計変更による金額の変更が大きくなるなど、問題がありました。今回の研究会で実施している小規模DBですと、標準数量の精度が上がれば、他の事業者も採用したくなるのではないのでしょうか。

滝沢先生がおっしゃったモデル事業について、私が一つ申し上げたいのは、様々なパターンがあると思います。今回のモデル事業の課題をこの研究会でクリアしていくことによって、他事業者が検討する際に、類似しているモデル事業の事例でなら使えると思っていただけるのではないのでしょうか。一つの事例しか提案できなけれ

牟田 義次 氏



ば、困りますが、事業者が選択できるように複数の事例のパターンがあることが重要です。小規模DBを確立させていただければ、中小事業者には朗報になると思います。

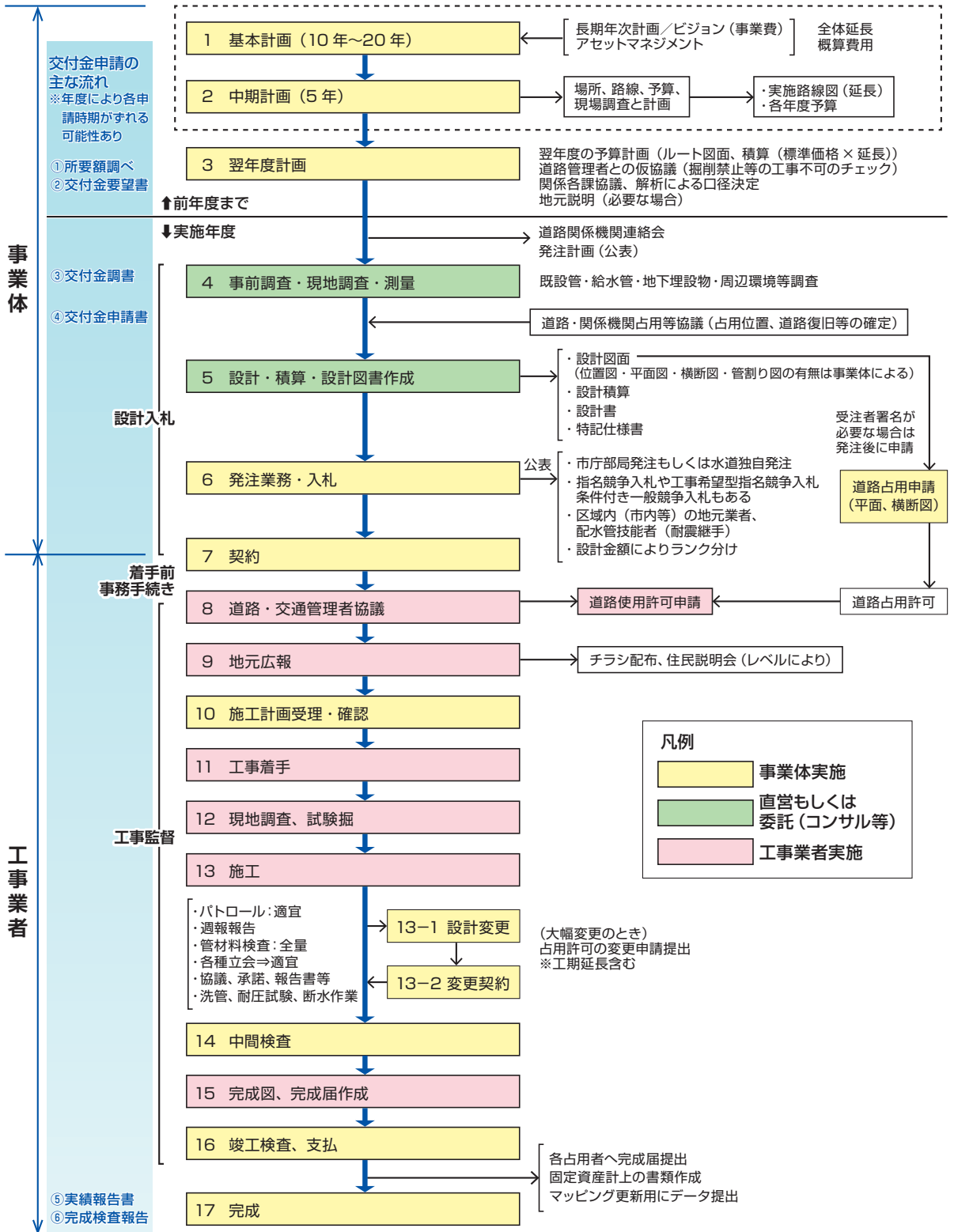
木村支部長：滝沢先生は座長を務められていますが、研究会で検討を進めている中で、特に印象に残っていることなどがあればお話しいただけますでしょうか。

滝沢教授：フローチャートを提出いただき、工事の手順を説明いただくことが非常に分かり易くなりました。その一方で、モデル事業者からの意見をお聞きした際に、各事業者に個別の手順やルールがあり、統一した同じ仕組みを策定することは困難であることも分かりました。今までの日本の水道事業は、地元の工業者、コンサルタント会社に対応した仕組みで事業を実施しており、それはある意味では日本の水道の良い部分だと私は思います。3つのモデル事業者でも、事情は異なります。一つのマニュアルさえあれば事業を進捗できる状況にないことを改めて痛感しました。先ほど内宮課長がおっしゃいましたが、複数のパターンを提案すれば、事業者もどのパターンならば上手く進められるのかも事業者で考えていただけます。

内 宮 靖 隆 氏



一般的な管工事の手順



研究会の議論の中で、モデル事業体が内宮課長のお話を聞き、八戸圏域水道企業団の方式に変更されることがありました。その情報交換を図ればよりよい仕組みになっていくと思います。集約されてよりよい仕組みがスタンダードになればと感じます。小規模DBを通じて、様々な情報交換ができれば、ますますモデル事業の効果が高まってまいります。

木村支部長：ここで、私からモデル事業を進める上での課題について、それぞれの事業環境などを踏まえて少し説明させていただきます。研究会として、小規模DBのフローチャートや手続きの課題、対応策等を提案しましたが、滝沢先生や内宮課長の指摘のとおり、あくまでも机上で整理し提案したものです。

導入される事業体によって契約手続き、設計・積算の業務内容（直営、設計は委託等）、また、地元工事業者の状況、コンサルタント会社の有無など事業体の更新工事に関する業務事情は様々です。こうした地元事情に応じて、どの様な手続きが必要か、受注業者（設計、工事）の組み合わせをどうするのかなどが課題と考えています。モデル事業を行うことで具体的な事例ができ、検証することで提案したDB方式の改善等に参考になると考えています。そのためモデル事業は様々なパターンがあればよいと思っておりました。今のところ、モデル事業に3事業体が参加されます。幸いに、それぞれ違った業務環境であったことから、モデル事業での具体的な手続きや業務の中で、研究会で把握できない情報も引きだして整理できればと考えております。また、興味をもって頂いている事業体も複数ありまして、事務局としては、嬉しい悲鳴となっていますが、出来る限り情報提供や支援を行っていきたく

思っています。

では、事業体の立場から、中小事業体でモデル事業を進める上での課題について、牟田次長からコメント頂きたいと思います。

牟田次長：小規模DBを実施していく上で、今までの「官」（発注者側）と「民」（受注者側）が行ってきた業務内容が変わってきます。発注者側と受注者側の意識レベルも変わらなければ、今までと同じ感覚では、事業が前に進みません。モデル事業を進めていく中でトラブルや見解の相違などを報告いただくことが重要です。その上で自分達（発注者側）と工事業者側と線引きの見直しを行い、お互い理解し実施出来ればスムーズに工事が進められます。また、繰り返しになりますが、自分たちの町ではスタンダード、他所の事業体ではレアケースという事態が多々あり、事業体によって千差万別です。報告書に小規模DBを考えている事業体が、自分たちと同じ内容の悩みやトラブルを抱えておられる事をオープンにして明記していれば、事業体にとって、よりハードルが下がって、採用しやすくなるのではないのでしょうか。

内宮課長：そうですね。モデル事業を進めていくうえで現状は机上の話となっていますが、今後は色々な課題が出てくると思います。その課題を調整して、一定の方向性を示してあげることによって中小事業体でも運用しやすい仕組みになっていくのではないのでしょうか。

最初の事業体は苦勞するでしょうね（笑）。その事業体には日本ダクティル鉄管協会がバックアップしてあげないといけませんね。また、フォローアップする方法も考えないといけません。オーソライズされた段階で国や団体にも制度化を働きかけてもよいのではないのでしょうか。



木村支部長：お聞きになられての滝沢先生のご感想をお話し下さい。

滝沢教授：牟田次長もおっしゃいましたが、発注者と受注者の役割も変わらざるを得ません。長期間、その方法で行ってきた事業を変更するわけですから、最初はお互いが苦勞すると予想されます。管路の小規模 DB の場合であれば、受注者側にもう少し仕事をお願いしたくても、受注者側が我々の仕事ではないと、つつい発注者側に教を請うことがあるかもしれません。ただ、それを乗り越えないと新しい関係性が築けません。官と民という枠組みではなく水道界全体で必要な人材を確保せねばならない状況にあります。今後は官の側で人を増やすことは難しい状況にあるわけです。しかし、更新需要は増え続けます。基幹管路については直営で実施し、小さな管路は民にお願いするという棲み分けがあってもいいのではないのでしょうか。その状況を水道界全体としてのメッセージとして発信することが重要です。

木村支部長：ありがとうございます。事務局としてはモデル事業を実施し、モニタリングシオー

ンライズし、できるだけ事業体の皆様に興味をもっていただき、導入に繋がるようにしてまいります。その後、内宮課長がおっしゃいましたが、この研究会の成果を日本水道協会や厚生労働省に何らかの形で取り上げていただければと考えています。最後に、研究会の今後の展望と本日の座談会のまとめを滝沢先生にお願いいたします。

滝沢教授：モデル事業体の皆さんからは、人材不足の報告を受けております。ただ、非常に熱心にこの研究会に取り組んでいただいています。実はこういった事業体は日本全国にたくさんあるのではないかと、この研究会を通じて思いました。ただ、声を上げることができない皆さんは、悩まれているのではないのでしょうか。そこで、この研究会が多くの事業体にとって小規模 DB を一つの解決策として提案し、参考にしながら管路更新等々を着実に進めていかれる成果になればと思っております。日本の水道は人口減少、料金収入の減少など暗い話題が多いですが、「官」と「民」が協力し、様々な工夫を行えば、まだまだ実施すべきこともたくさんあり、この研究会の成果が全国の事業体に活用されることを期待しております。

Technical Report 01

技術レポート

北九州市上下水道局における 広域連携の取り組み

北九州市上下水道局
広域事業課長
一田 大作



1 はじめに

北九州市は、福岡県の北東部に位置して九州で唯一本州（山口県）と隣接し、昭和38年に旧5市（門司市、小倉市、若松市、八幡市、戸畑市）が対等合併して発足しました。現在の人口は約95万人の、九州で最初の政令指定都市です。

(1) 北九州市水道事業の成り立ち

北九州市の水道事業は、明治44年に当時の旧門司市で給水を開始し、続いて若松（給水開始：明治45年）、小倉（同大正2年）、八幡（同昭和5年）、戸畑（同昭和6年）の旧各市も相次いで水道事業を創設し、それぞれ独自に水需要に対応してきました。（図1）

(2) 旧5市が事業統合に取り組み一元化

昭和27年4月、各市の発展に対応し、新た



図1 旧5市時代の水道事業

な水源開発や組織・施設の効率化を進めるため、水道事業の広域化に取り組み、旧門司市を除く旧4市と福岡県で一部事務組合（北九州水道組合、昭和37年4月に北九州水道企業庁と改称）を設立して一元化し、旧門司市と並立して水道水を供給してきました。その後、

昭和38年2月、旧5市が対等合併して「北九州市」が発足。翌39年1月に、北九州水道企業庁と旧門司市水道部が合併して福岡県が脱退し、北九州市水道事業として統合しました。

組織としては、統合時に北九州市水道局となり、平成24年4月に建設局下水道部門と一体化して、北九州市上下水道局となって、現在に至っています。本市はこれまで、「渇水」及び「都市の発展に伴う水需要の増加」に対応するため、通算5期にわたる拡張事業に取り組み、現在の供給能力は769,000m³/日を有しています。

(3) 北九州市水道事業の現状と課題

本市の水道事業の現状は、水源開発に早期に取り組んだことや、旧5市合併後、水道施設及び組織の統廃合を積極的に進めたことなどから、福岡県内で最も安価な水道料金を維持しています。

現状においては、健全経営を維持していますが、本市水道事業の課題は、全国的な傾向と同様に、「給水収益の減少」、「施設の老朽

化に伴う更新需要の増加」、「技術の承継」など、様々な課題に直面しています。

2 広域連携の考え方

本市では、平成28年に策定した「北九州市上下水道事業中期経営計画（平成28～32年度）」において重点施策の一つに「多様な形態による広域連携」を位置づけ、また、平成28年に本市と近隣16市町が締結した連携中枢都市圏「北九州都市圏域」連携協約に基づく「連携中枢都市圏ビジョン」においても「上下水道事業の発展的広域化の検討」を位置づけており、長年の事業運営で培った技術やノウハウ及び本市のスケールメリットなどを活用し、積極的に広域連携を推進しています。

3 周辺市町との連携の歩み

本市は、これまで「事業統合」、「水道用水供給事業」、「包括業務受託」及び「水道技術研修の受入れ」など、多様な形態による広域連携を実施しています。（図2）

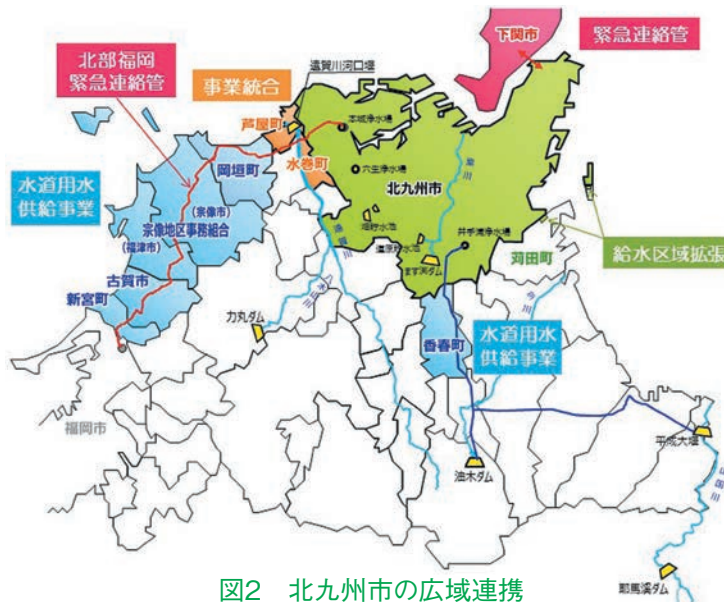


図2 北九州市の広域連携

以下に、主な事例を紹介します。

(1) 水巻町との事業統合

本市は隣接する水巻町に昭和44年から分水を開始し、その後、「水質試験の受託」や「緊急時の応援協定」を締結するなど連携を深めてきました。

こうした中、更なる広域連携を推進するため、相互にとって有効な手法として、システムの共有化、委託業務の共同化、水道法上の第三者委託、事業統合など様々なシミュレーションを重ねました。当時、水巻町においては、水道料金(本市の約1.8倍)の値下げを最重要課題と考えていたこともあり、その抜本的な解決を図るため、平成23年8月、水巻町から正式に事業統合の要請があり、平成24年10月に水巻町の水道事業を統合しました。

水巻町との事業統合の検討において、水巻町水道事業の経営状況や施設状況など、現状把握を行ったところ、配水管更新・公道内の鉛管残存など、施設水準に本市との格差が明らかとなりました。この格差解消に必要となる財源を確保するため、水巻町水道事業の剰余金を充てるとともに、国庫補助金を活用することで、経費の抑制を図りました。しかし、なお財源が不足したため、統合後も一定期間、水巻町の水道料金を据え置くことで、その差額により不足する財源を確保しました。これにより、統合後1年で本市水道料金に統一することができました。

事業統合により、水巻町では水道料金の値下げを行うことができ、また、本市の仕組みであるコンビニ収納やコールセンターの利用が可能になり、給水サービスの水準が大幅に向上しました。本市では、分水の解消や、水巻町

が本市以外からも分水を受けていた水量を全て本市が給水すること、水巻町の下水道料金徴収事務を本市が受託することで、新たな収入を確保することができました。

(2) 水道用水供給事業

平成17年3月に発生した「福岡県西方沖地震」を契機に、福岡県知事及び福岡・北九州両市長によるトップ会談が行われ、福岡県の水の安定供給のため「北部福岡緊急連絡管事業」の早期実施の合意がなされました。この緊急連絡管事業は、地震や事故等の緊急時に、本市と福岡都市圏で一日最大5万 m^3 の水道用水を相互融通するものです。

この緊急連絡管が即応できるよう水質や機能を維持するには、常時、水道用水を流しておく必要があります。一方、緊急連絡管の沿線の水道事業者(宗像地区事務組合、古賀市、新宮町)は、各々の自己水源に課題があり、転換等について検討していました。

こうした状況の中、緊急連絡管事業と併せ、常時については、緊急連絡管の維持用水を活用した「北九州市水道用水供給事業」を創設し、沿線の水道事業者に一日最大2万 m^3 の水道用水を供給することとしました。(図3)

両事業は、平成18年度に緊急連絡管と水道用水供給の共同事業として着手し、平成23年度から供用開始しました。延長47kmに及ぶ緊急連絡管や、その維持用水を活用した水道用水供給事業は、全国的にも例を見ない取り組みです。(写真1、2)



図3 概要図



写真1、2 北部福岡緊急連絡管 呼び径900 S形ダクタイル鉄管布設状況

(3) 宗像地区事務組合からの包括業務受託

本市は、平成23年4月から宗像地区事務組合に水道用水の供給を開始し、平成23年10月には同組合と「緊急時の相互応援」、「技術研修等への職員の受入れ」及び「広域連携の推進」を内容とする技術協力の協定を締結しました。

このような状況の中、同組合では、技術職員の定年退職などから、安定給水を持続していくために必要な技術の継承が難しくなっていました。平成26年2月、本市は同組合から水道

事業の包括的な受託の検討について依頼を受け、本市としては、双方にメリットのある受託方法の検討を進め、地域の中核的な水道事業者の役割も果たせることなどから、平成26年11月に包括業務受託の実施に向けて基本協定を締結し、平成28年4月から受託を開始しました。(図5)

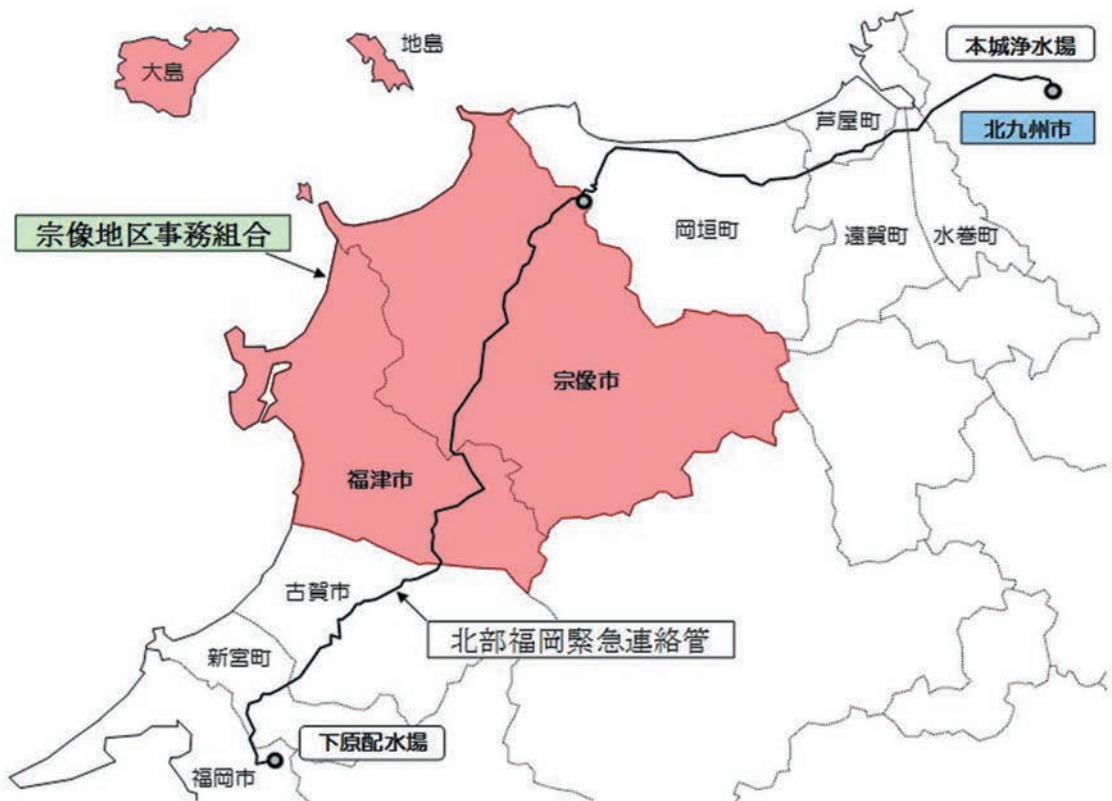


図4 宗像地区事務組合水道事業

包括業務委託の経緯

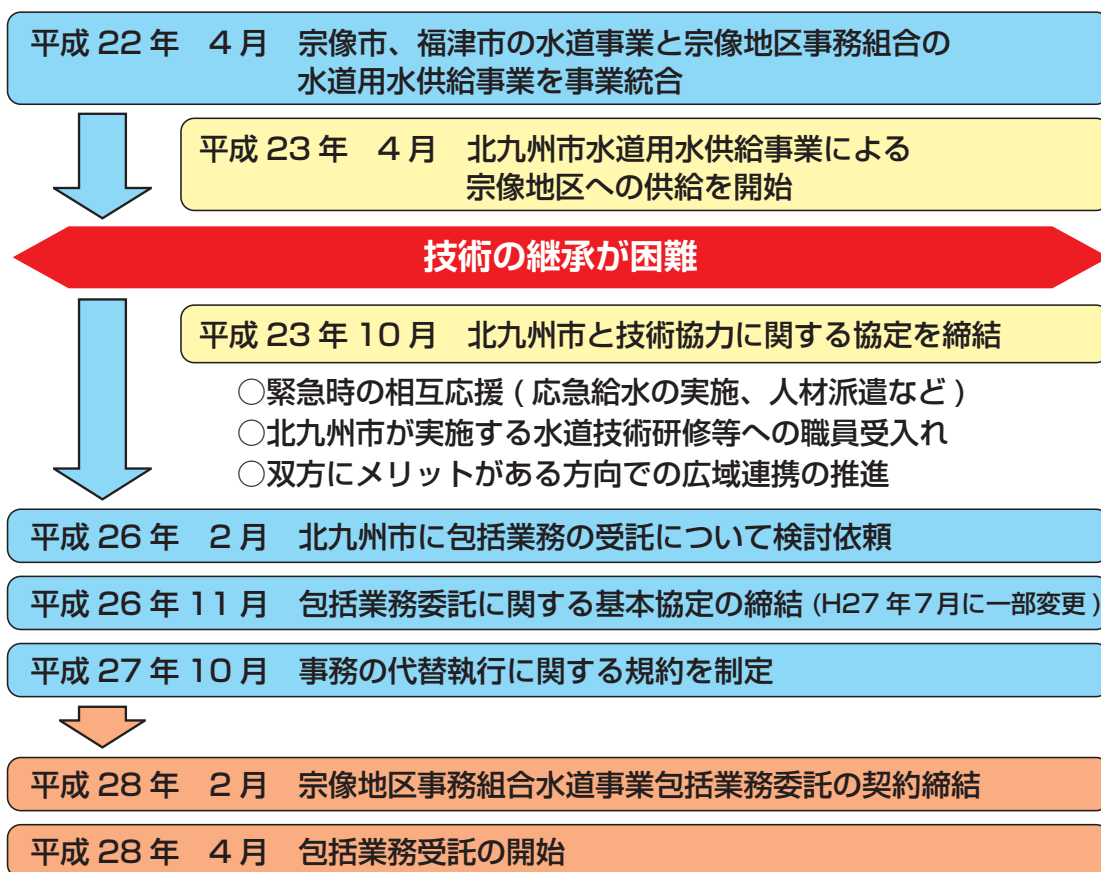


図5 宗像地区事務組合水道事業包括業務委託の経緯

本市が同組合から受託した業務の範囲は、①水道の管理に関する技術上の業務、②給水に関する業務、③水道料金、手数料等の徴収に関する業務、④水道施設の建設改良工事に関する業務です。一方、同組合が引き続き自ら実施する業務は、事業経営管理の機能及び建設改良工事に係る設計・工事の発注・契約事務です。

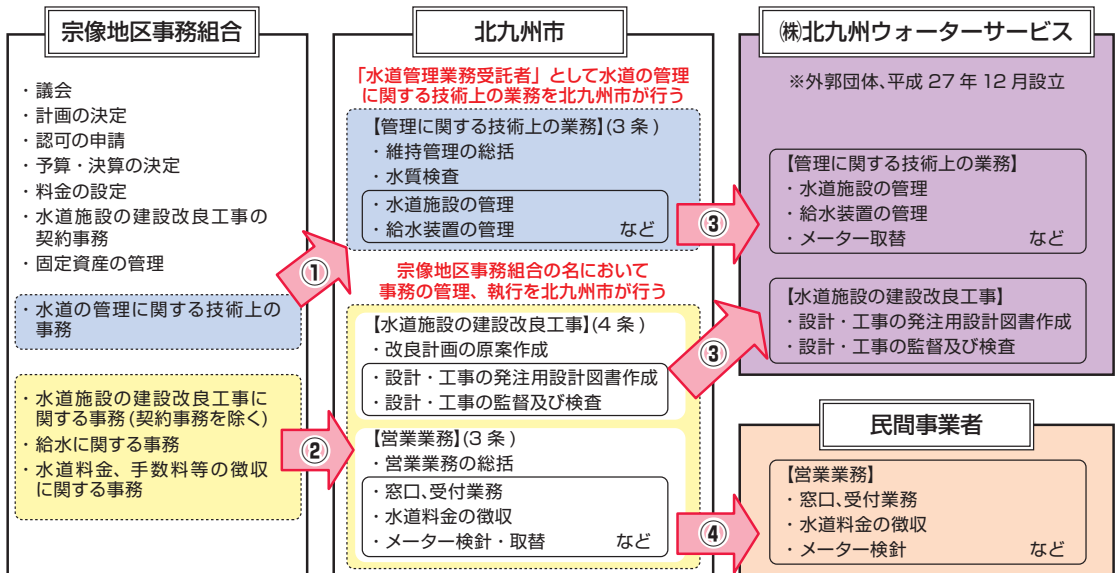
同組合が要望した業務形態を最大限実現させる受託方法として、受託業務のうち前述の①の業務は水道法「第三者委託」制度を適用し、水道法上の非常に重要な役割である水道技術管理者の責任や権限を宗像地区事務組合から本市に移行しました。また、技術上の業務以外の受託業務(②～④)は、議会の関与や最終的な権利・責任を宗像地区事務組

合に残したまま本市が主体的に事務を執行するため、地方自治法に新たに創設された「事務の代替執行」制度を活用しました。

本市の職員が直接実施する業務以外の技術的な業務実施の部分については、本市の外郭団体である株式会社北九州ウォーターサービスを活用し、効率的な事業スキームを確立することができました。(図6)

この包括業務受託による効果は、宗像地区事務組合では、水道事業の継続の確保及び職員の削減などであり、本市では、一定の収益確保、地域貢献及び水道技術の継承です。

宗像地区事務組合から北九州市への水道事業の業務委託スキーム



- ①水道法第24条の3による第三者委託
 ②地方自治法第252条の16の2による事務の代替執行
 ③私法上の委託(特命随意契約)
 ④私法上の委託(プロポーザル方式)

図6 包括業務委託スキーム図

(4) 水道技術研修等の受入れについて

本市は、周辺水道事業者の職員を本市の水道技術研修に受け入れており、要綱を定めた平成26年度以降の受講者は、平成31年2月末までに5市7町1組合から延べ120人となりました。この取り組みは、周辺水道事業者の職員の技術力向上に貢献することに加えて、本市職員が水道技術研修等の講師を務めることにより、職員自身の技術力向上にも寄与するものと考えています。

4 今後の展開

本市は、北九州都市圏域の中核都市として、広域連携の検討の推進役となり、まずは、周辺事業者と広域連携の必要性について理解を深めるきっかけを作りたいと考えています。

具体的な取り組みとして、近隣事業者を対象に、平成29年度から「水道広域セミナー」や「勉強会」を開催しています。「水道広域セ

ミナー」は、国、県、有識者等の講演を主体とするもので、今後の広域連携の展開にあたって連携が不可欠である(株)北九州ウォーターサービスが共催となって参加しています。国からは、第1回水道広域セミナー(平成29年度)では厚生労働省水道課水道計画指導室水道指導官に、第2回水道広域セミナー(平成30年度)では総務省公営企業課長に、ご講演をいただきました。(写真3)

こうした活動は、国や県及び周辺事業者から一定の評価を得ており、平成31年度も「水道広域セミナー」等を引き続き開催する予定です。本市としては、水道法改正や福岡県による新水道ビジョンの策定などの動きを捉え、国・県と連携し支援を得ながら、北九州都市圏域全体に相乗効果が期待できる発展的な広域化に向けて、それぞれの自治体のニーズに応じ、積極的に検討を進めていきたいと考えています。



写真3 水道広域セミナー(H30.10)

Technical Report 02

技術レポート

平成30年7月豪雨に耐えた GX形ダクタイトル鉄管について

大津市企業局

施設部維持管理課

維持第1グループ主査 林 春己



1.はじめに

大津市は本州のほぼ中央にある琵琶湖国定公園の西南端に位置し、滋賀県の県庁所在地である。名古屋・大阪への交通上の立地条件にも恵まれ、地形的には山と湖に挟まれて南北に細長く、総面積は約465km²、うち2割が琵琶湖の面積である。

本市の水道は昭和5年に給水を開始して、88年に及ぶ歴史がある。淀川水系琵琶湖表流水を水源とする柳が崎浄水場を始めとする6ヶ所の浄水場により、1日あたり平均11.6万m³、最大13.1万m³を給水し、給水人口は約34万人、給水戸数は約15万3千戸、水道の普及率99.97%に達している。また、配水管の総延長は約1,474km、導・送・配水本管の耐震化率は32.1%、基幹管路(呼び径350以上)の耐震

適合率は49.7%(平成29年度末)であり、水道事故の未然防止と耐震化を図るため、計画的な更新事業を進めている。



図1 大津市の位置

2 平成30年7月豪雨の被害概要

6月28日から7月8日にかけて、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録された台風7号および梅雨前線等の影響による集中豪雨で、死傷者648名、住家の全半壊16,804棟、床上床下浸水29,482棟など、広範で甚大な被害があった。滋賀県においても降り始めからの総雨量(5日0時～9日9時)は朽木平良(高島市)で453.5mmに達するなど、死者1名、床下浸水1棟、道路被害20箇所、土砂災害は21件発生した。大津市でも道路崩壊・土砂崩壊が13件発生、そのうち葛川木戸口町にある安曇川の護岸道路が崩壊(被害場所は図2参照)し、呼び径100および150のGX形ダクトイル鉄管が10.7mにわたって垂れ下がり露出(写真1)した。その際に、土中に埋まっていた岩に管体が接触した(写真2)が、管体に大きな損傷や継手の離脱などの被害はなく、通水機能は保持していた。



図2 被害場所(給水区域図より)

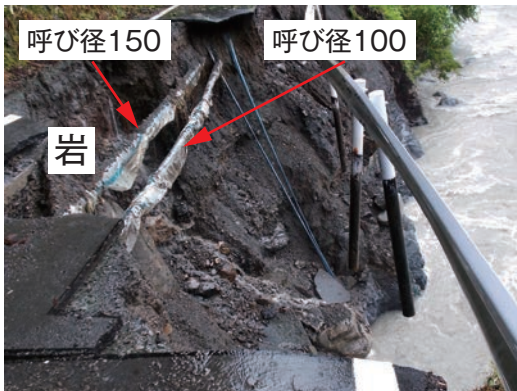


写真1 被害状況

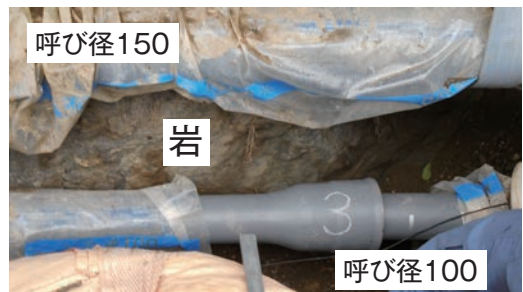


写真2 岩との接触状況

3 管路調査

(1) 調査範囲

管が露出している道路崩壊区間(図3で呼び径100は継手No.③および継手No.④、呼び径150は継手No.③および継手No.④)だけでなく、埋設部の継手が挙動している可能性があるため、図3に示す埋設区間の継手も露出させて、継手の挙動も確認する。

なお、曲管部の一体化長さの範囲を露出させると、不平均力により管が動く恐れがあるため、事前に配管図上の曲管位置を現地にて照合し、その範囲外であることを確認した。

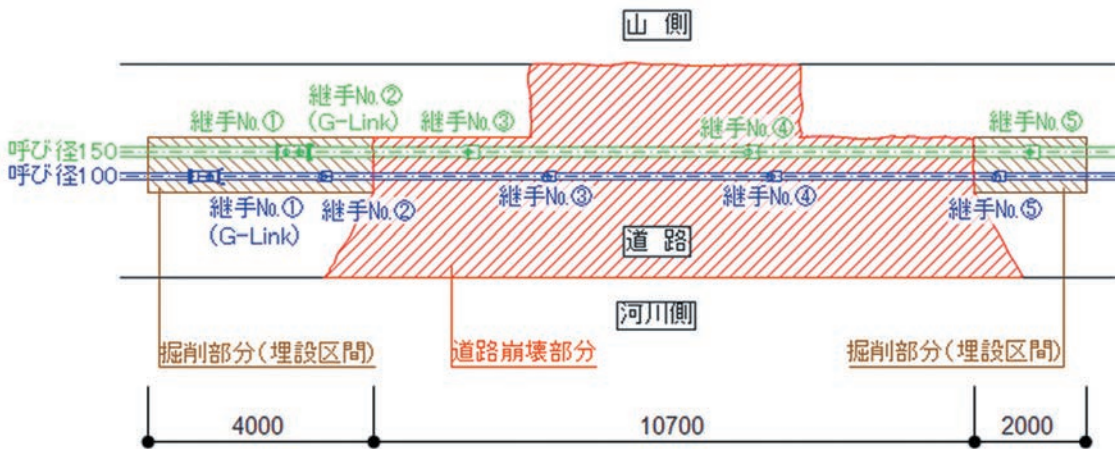


図3 工事範囲

(2) 調査内容

1) 外観調査

管の凹み・傷・変形の有無などを、目視にて確認する。

2) 継手の屈曲角

復旧前・復旧時に受口端面から白線Bまでの寸法(a1, a2)を計測し、水平方向および垂直方向の寸法の差(Xa)より継手の屈曲角(θ_a)を算出する。(図4参照)

(3) 調査結果

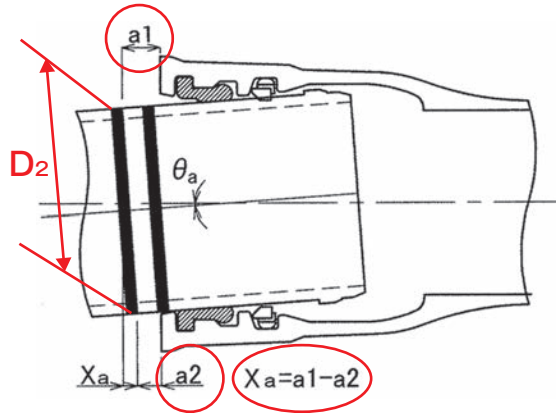
1) 外観調査

ポリエチレンスリーブが破れている箇所は、複数見受けられた。ウエスを使って管体を清掃したところ、小さな傷があったものの、鉄地が見えるような傷、管の凹み、変形は全くなかった。

2) 継手の屈曲角

復旧前の各継手の測定結果を、表1および表2に示す。配管施工時の許容曲げ角度(4.0°)を超えている継手はあったが、地震時や地盤沈下時の最大屈曲角(8.0°)を超えている継手はなかった。各継手の屈曲状態を図5-1、図5-2に示す。

なお、継手の伸縮は、全ての継手でほとんどなかった。



【計算式】

上下角： $\theta_{a\text{上下}} = \tan^{-1}(Xa_{\text{上下}}/D2)$

左右角： $\theta_{a\text{左右}} = \tan^{-1}(Xa_{\text{左右}}/D2)$

合成角： $\theta_a = \cos^{-1}(\cos\theta_{a\text{左右}} \times \cos\theta_{a\text{上下}})$

図4 曲げ角度(θ_a)と寸法の差(Xa)



写真3 計測状況(継手の測定)

表1 復旧前の継手の屈曲状況(呼び径100)

継手 No.	測定箇所	a1,a2 [mm]	Xa [mm]	継手角度 θa [°]	
①	G-Link のため計測せず				
②	上	96.0	14.0	上下	7.0
	下	82.0		6.8	
	右	88.0	4.0	左右	
	左	84.0		1.9	
③	上	76.0	-10.0	上下	6.5
	下	86.0		-4.8	
	右	87.0	9.0	左右	
	左	78.0		4.4	
④	上	75.5	-16.5	上下	8.0
	下	92.0		-8.0	
	右	87.0	0.0	左右	
	左	87.0		0.0	
⑤	上	87.0	9.0	上下	5.5
	下	78.0		4.4	
	右	74.0	-7.0	左右	
	左	81.0		-3.4	

表2 復旧前の継手屈曲状況(呼び径150)

継手 No.	測定箇所	a1,a2 [mm]	Xa [mm]	継手角度 θa [°]	
①	上	71.0	1.0	上下	0.3
	下	70.0		0.3	
	右	70.0	0.0	左右	
	左	70.0		0.0	
②	G-Link のため計測せず				
③	上	75.5	7.5	上下	2.7
	下	68.0		2.5	
	右	72.0	3.0	左右	
	左	69.0		1.0	
④	上	65.0	-14.0	上下	5.8
	下	79.0		-4.7	
	右	79.0	10.0	左右	
	左	69.0		3.4	
⑤	上	72.0	5.0	上下	1.8
	下	67.0		1.7	
	右	68.0	-2.0	左右	
	左	70.0		-0.7	

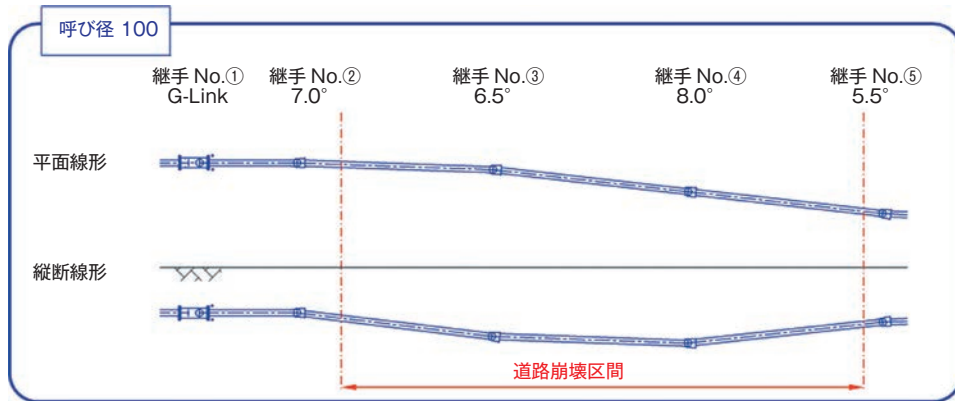


図5-1 各継手の屈曲角度

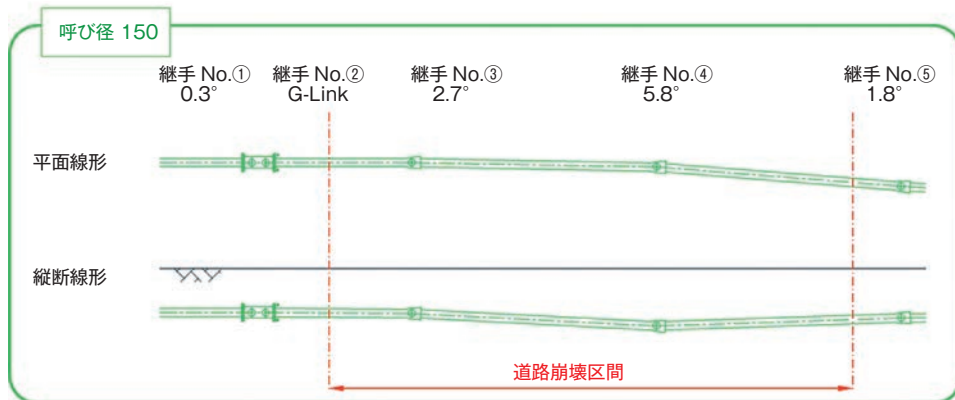


図5-2 各継手の屈曲角度

4 復旧工事

(1) 復旧方針

調査結果より、継手の屈曲角は最大屈曲角(8.0°)以内であり、管体の変形などもみられなかったため、通水した状態で道路の仮復旧にあわせて、当初の埋設位置へできる限り戻すこととした。

(2) 工事概要

管の高さ調整のため、レバーホイストにより管を吊り上げ、継手の屈曲状況を確認しながらレベル調整を実施し、管下に土嚢を設置して仮固定(写真4)した。その際、1箇所の継手だけを動かすと、他の継手が過屈曲する場合があるので、複数の継手の状況を確認しながら徐々に管を移動し、最終的には当初の埋設位置まで戻すことができた。また、当初の位置まで戻すことで、接触していた岩との離隔を確保することができた。復旧後の継手の屈曲状況を表3、表4および図6-1、図6-2に示す。

管の位置を戻したあと、ポリエチレンスリーブを管軸方向にカットし、全線にわたり、外側から巻き付けて装着した。なお、復旧工事は1日弱で終えることができた。



写真4 管の吊り上げ状態と土嚢設置



写真5 仮復旧後の状況

表3 復旧後の継手の屈曲状況(呼び径100)

継手 No.	測定箇所	a1,a2 [mm]	Xa [mm]	継手角度 θ_a [°]	
①	G-Link のため計測せず				
②	上	82.0	2.0	上下	2.6
	下	80.0		1.0	
	右	86.0	5.0	左右	
	左	81.0		2.4	
③	上	69.0	2.0	上下	1.8
	下	67.0		1.0	
	右	67.0	3.0	左右	
	左	64.0		1.5	
④	上	66.5	-4.5	上下	2.2
	下	71.0		-2.2	
	右	69.0	0.0	左右	
	左	69.0		0.0	
⑤	上	65.0	5.0	上下	2.5
	下	60.0		2.4	
	右	60.5	-1.5	左右	
	左	62.0		-0.7	

表4 復旧後の継手の屈曲状況(呼び径150)

継手 No.	測定箇所	a1,a2 [mm]	Xa [mm]	継手角度 θ_a [°]	
①	上	71.0	1.0	上下	0.3
	下	70.0		0.3	
	右	70.0	0.0	左右	
	左	70.0		0.0	
②	G-Link のため計測せず				
③	上	72.0	4.0	上下	2.4
	下	68.0		1.4	
	右	73.0	6.0	左右	
	左	67.0		2.0	
④	上	66.0	-10.0	上下	3.8
	下	76.0		-3.4	
	右	71.0	-5.0	左右	
	左	76.0		-1.7	
⑤	上	67.0	2.0	上下	0.8
	下	65.0		0.7	
	右	65.0	1.0	左右	
	左	64.0		0.3	

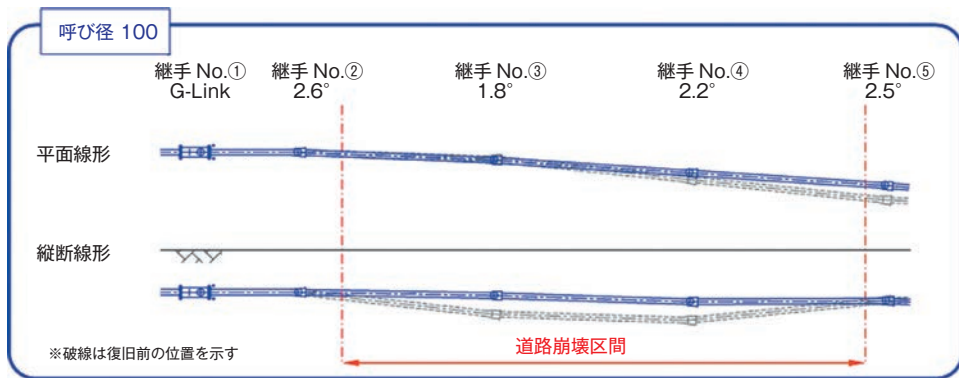


図6-1 各継手の屈曲角度

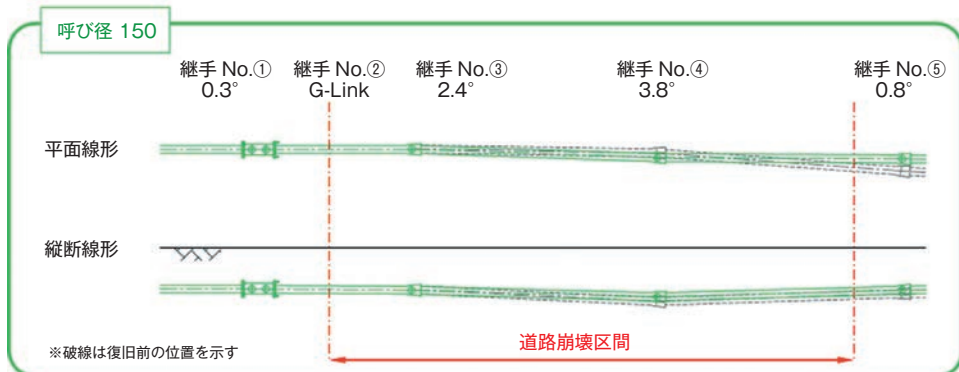


図6-2 各継手の屈曲角度

5 おわりに

本市での管路の耐震化については、平成元年から基幹管路にSII形ダクタイル鉄管の採用をはじめ、平成12年度からNS形ダクタイル鉄管を、平成26年度からはGX形ダクタイル鉄管を採用して管路の耐震化を図ってきた。

被害のあった葛川地区は、平成23年度から平成28年度にかけて簡易水道統合整備事業を実施した地区である。当該管路にGX形ダクタイル鉄管を採用していたことで、継手の離脱や漏水も無く、水を供給し続けることができた。復旧作業においては、当該管路をそのまま使用することができ、復旧に要する費用と時間を節減できたことを高く評価している。今後は更なる耐震化を推進し、自然災害に強い水道ライフラインを作りたいと考えている。

Technical Report 03

技術レポート

NS 形ダクタイル鉄管 (E 種管) の 基幹管路への採用



軽井沢町上下水道課

水道施設係 主査 重田 豊郁

1.はじめに

軽井沢町は長野県の東端、群馬県境に位置する東西12.5km、南北14.0km、面積156.03km²、人口約2万人の高原の町で、町内には標高2,568mの浅間山がある。

避暑地としての軽井沢の歴史は、1886年(明治19年)カナダ生まれの英国聖公会宣教師アレキサンダー・クロフト・ショー氏がこの地を訪れた際に自然の美しさに魅せられ、軽井沢の別荘第一号となる建物を建設したことに始まる。ショー氏がここでひと夏を過ごし広く友人に当地を紹介したことで、避暑地「軽井沢」は多くの著名人に知られることになり、その後、四季を通じて静養できる日本有数のリゾート地へと変貌を遂げていった。

現在、軽井沢町は上信越自動車道碓氷(う

すい)軽井沢インターチェンジの開設や北陸新幹線の開通などによって首都圏からの高速交通網が整備され、国内外から年間854万人が保養、観光に訪れる日本有数のリゾートとして発展している。



図1 軽井沢町の位置

2. 水道事業の歴史

大正15年、軽井沢町は旧軽井沢と新軽井沢を給水区域とする軽井沢水道と、中軽井沢を給水区域とする中軽井沢水道の2つに分けて水道整備に着手し、昭和4年にそれぞれの給水を開始した。当時の計画給水人口は23,000人、これに対する計画一日最大給水量はわずか125m³/日であったが、これによって地域住民の日常生活と別荘・観光の発展を支える水道施設が整備された。

昭和23年には両水道を統合し軽井沢上水道を創設するとともに昭和35年～55年にかけて事業の拡張と簡易水道、専用水道の統合を実施した。

平成元年と平成5年には急激に増大する夏期の観光客の需要に対処するため、新たな水源として3か所の深井戸を増設し現在に至っている。



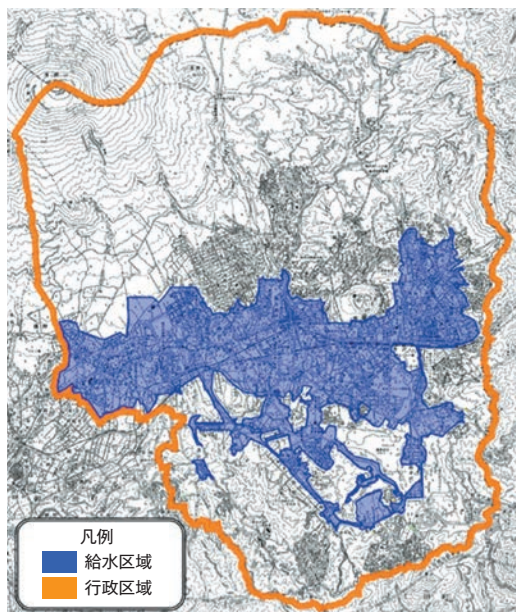
写真1 ショーハウス記念館

3. 水道事業の概要

現在の軽井沢町水道事業は、計画給水人口 19,800 人、一日最大給水量 23,500m³/日の規模であり、1人1日平均給水量は601 L/人/日である。

導、送、配水管の総延長は290kmであり、管種はおもに硬質塩化ビニル管を採用している。その延長は229km、全管路延長の79.2%を占める。耐震適合性のある管の比率はK形ダクタイル鉄管を39km 布設していることによる13.4%である。

また、配水管延長の6.0%に当たる17kmを基幹管路としていて、耐震適合管の比率はおもにK形ダクタイル鉄管の採用により55.0%となっている。



注) 民間企業が開発した別荘地は、町の水道とは別に簡易水道や専用水道として水が供給されている。

図2 給水区域

4. 今回工事におけるNS形ダクタイル鉄管

E種管の採用

(1) 配水管の管種

本町はこれまで呼び径75～150の配水管に硬質塩化ビニル管(RRロング継手)を採用してきた。これは、耐震型ダクタイル鉄管などの金属管の耐震性能を高く評価しながらも、硬質塩化ビニル管(RRロング継手)の管材料費が安価だったことが大きな理由であった。

(2) 工事の特徴

今回の工事は、当町の幹線道路、国道18号線バイパスに整備を予定する呼び径150の基幹管路の布設である。北側約100mの距離には金沢まで延伸された北陸新幹線も整備されており、地震や地盤沈下などの災害、道路を通過する大型トラックの上乗荷重やその振動にも耐える高い強度が、新設の配水管に要求される条件であった。

さらに、平成23年に全町を対象に実施した

管路地震被害予測結果においても、当該位置の予測被害率は1.0～0.5件/kmという比較的高い値を示しており、必ずしも安全な地域ではないことが判明していた。(図3)

(3) 使用管種の検討

そこで今回の配水管工事に採用する管には、以下の条件が要求された。

① 国道下埋設に耐えられる長期耐久性

幹線道路である国道18号線バイパスに埋設する基幹管路には長期耐久性と高い信頼性をもつ管の採用が重要と考えていた。

これに対し40～53年間使用したダクタイル鉄管を対象とした引張強さや伸びなどの材質試験結果を確認したところ、長期間の使用でも管体や付属品の材質劣化や耐震性能の低下は見られなかった。これはダクタイル鋳鉄製の耐震管を高評価する重要なポイントとなった。

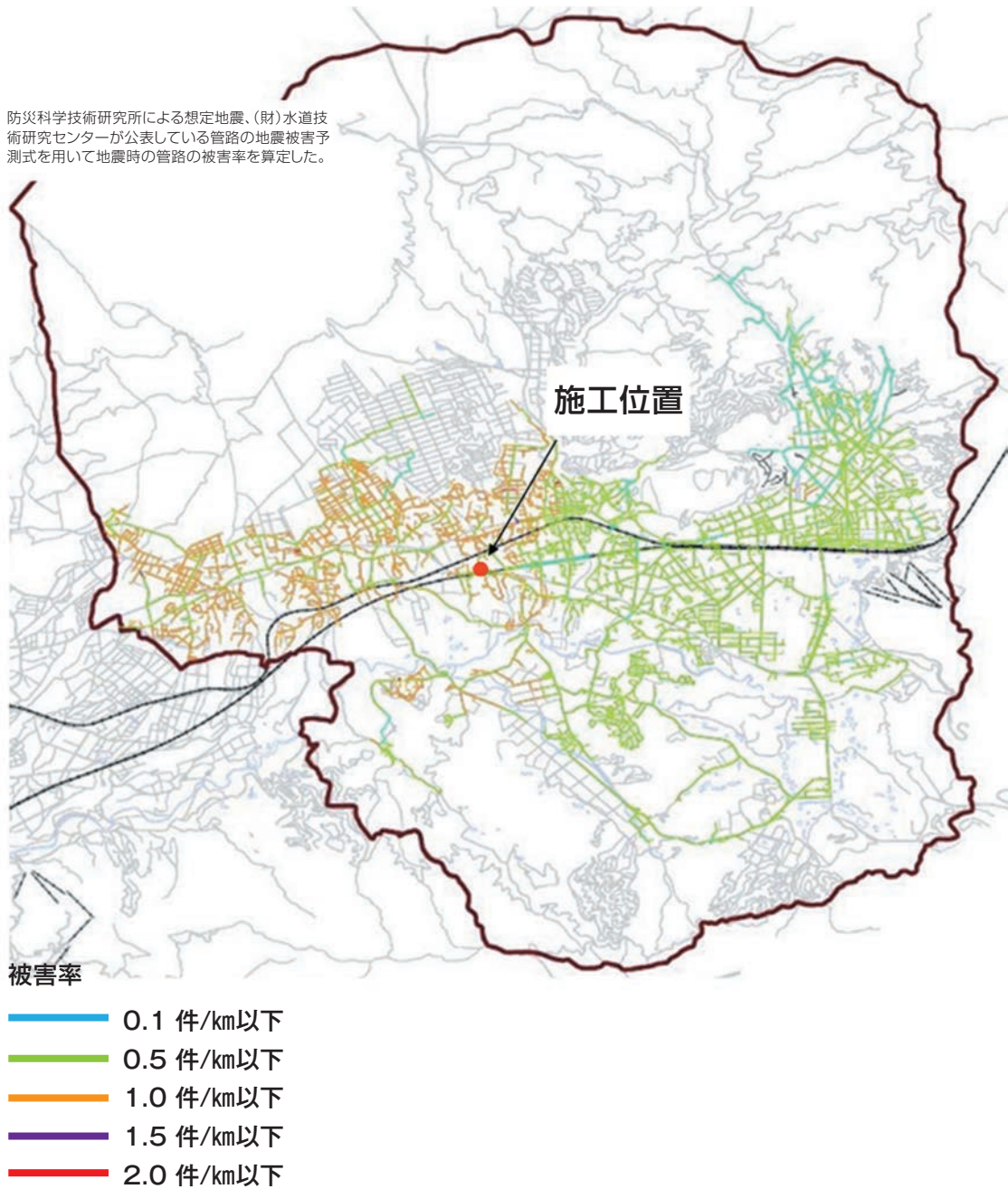


図3 管路の地震被害予測結果

② 優れた耐震性能

前述のように、全町を対象に実施した管路地震被害予測の結果、当町に地震が発生した場合の今回工事区間の被害発生確率は小さくないことが判明した。

本町では硬質塩化ビニル管(RRロング継ぎ手)によって基幹管路も含めた配水管の整備を進めてきたが、水道施設設計指針に記載された管種、継手ごとの耐震適合性表にある硬質塩化ビニル管(RRロング)の評価は、「基幹管路が備えるべき耐震性能を判断する被災

経験はない。」というものであり、耐震性能を確認できなかった。

一方、耐震型ダクトイル鉄管はレベル1、レベル2地震動のどちらに対しても基幹管路が備えるべき耐震性能を有するという評価であった。(表3)

そこで、水道施設設計指針の耐震適合性表で高評価を得ている耐震型ダクトイル鉄管のNS形やGX形と同等の耐震性能を備え、管材料費が安価なため比較的低予算で施工できるNS形E種管の採用が有力となった。

表3 管種・継手ごとの耐震適合性

管種・継手	配水支管が備えるべき耐震性能	基幹管路が備えるべき耐震性能	
	レベル1地震動に対して、個々に軽微な被害が生じても、その機能保持が可能であること。	レベル1地震動に対して、原則として、無被害であること。	レベル2地震動に対して、個々に軽微な被害が生じても、その機能保持が可能であること。
ダクトイル鋳鉄管(NS形継手等)	○	○	○
ダクトイル鋳鉄管(K形継手等)	○	○	注1)
ダクトイル鋳鉄管(A形継手等)	○	△	×
鋳鉄管	×	×	×
銅管(溶接継手)	○	○	○
水道配水用ポリエチレン管(融着継手) 注2)	○	○	注3)
水道用ポリエチレン二層管(冷間継手)	○	△	×
硬質塩化ビニル管(RRロング継手) 注4)	○	注5)	
硬質塩化ビニル管(RR継手)	○	△	×
硬質塩化ビニル管(TS継手)	×	×	×
石綿セメント管	×	×	×

注1)ダクトイル鋳鉄管(K形継手等)は、埋立地など悪い地盤において一部被害は見られたが、岩盤・洪積層などにおいて、低い被害率を示していることから、良い地盤においては基幹管路が備えるべきレベル2地震動に対する耐震性能を満たすものと整理することができる。

注2)水道配水用ポリエチレン管(融着継手)の使用期間が短く、被災経験が十分でないことから、十分に耐震性能が検証されるには未だ時間を要すると考えられる。

注3)水道配水用ポリエチレン管(融着継手)は、良い地盤におけるレベル2地震(新潟県中越地震)で被害がなかった(フランジ継手部においては被害があった)が、布設延長が十分に長いとは言えないこと、悪い地盤における被災経験がないことから、耐震性能が検証されるには未だ時間を要すると考えられる。

注4)硬質塩化ビニル管(RRロング継手)は、RR継手よりも継手伸縮性能が優れているが、使用期間が短く、被災経験もほとんどないことから、十分に耐震性能が検証されるには未だ時間を要すると考えられる。

注5)硬質塩化ビニル管(RRロング継手)の基幹管路が備えるべき耐震性能を判断する被災経験はない。

備考)

○:耐震適合性あり

×:耐震適合性なし

△:被害率が比較的に低いが、明確に耐震適合性ありと難しいもの

③ 硬質塩化ビニル管(RRロング継手)と同等のコスト

NS形E種管は、ゴム輪や受口の改良で管の接合挿入力が大幅に低減されており、施工が容易になった分、必要な掘削溝幅が狭小化されているということであった。

一方、当町では、硬質塩化ビニル管(RRロング継手)の施工性を考慮して、NS形E種管よりも掘削溝幅(75cm)を広く設定している。

そこで、本工事のためにNS形E種管と硬質塩化ビニル管(RRロング継手)の施工を含めたコストを比較したところ、NS形E種管が優れるという結果を得た。

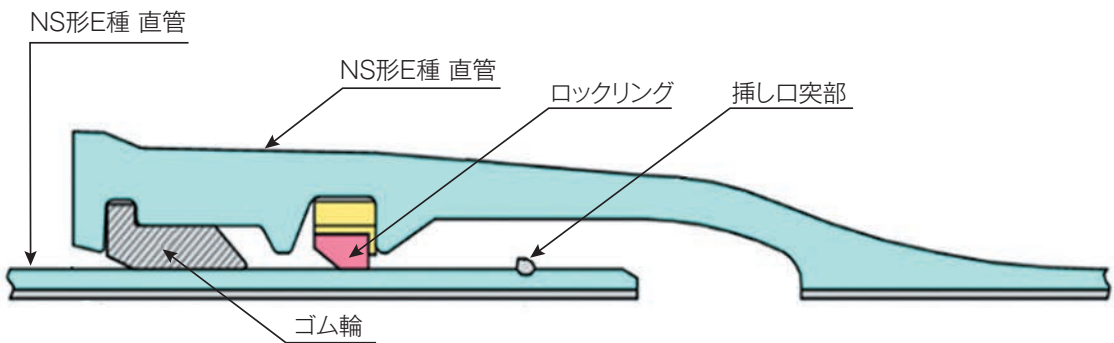


図4 NS形E種管の継手構造

表4 GX形とNS形E種管の性能・経済性比較

項目	GX形	NS形E管
耐震性能	継手伸縮量:管長の±1%	
	離脱防止力:3DkN	
	許容角度:4°(地震時最大屈曲角度:8°)	
外面塗装	外面耐食塗装	合成樹脂塗装
ポリエチレンスリーブの有無	一般埋設環境で不要	必要
使用水圧	3.0MPa以下	1.3MPa以下
材料費		GX形管の70%以下

(4) NS形E種管の採用

今回工事の使用管種を検討した結果、耐久性、耐震性、経済性に優れるNS形E種管の採用が決定した。

NS形E種管の継手構造を図4に、GX形とNS形E種管の性能と経済性の比較を表4に示す。またNS形E種管と硬質塩化ビニル管(RRロング継手)の材料、工事費を含めた経済性の比較を図5に示す。

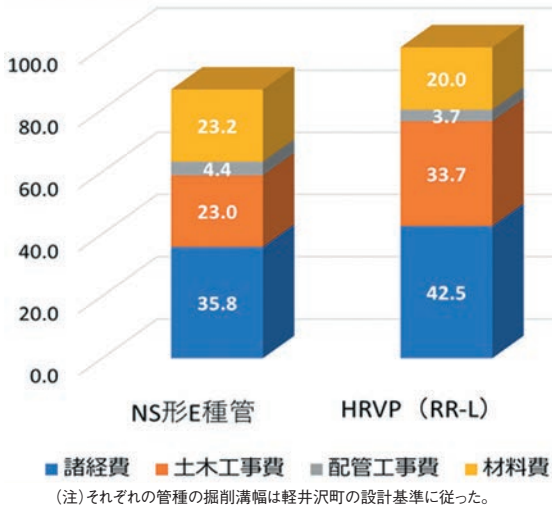


図5 延長1m当たりの布設費の比較



写真2 掘削作業

5.施工

(1) 施工

工事は平成30年11月12日から平成30年12月25日に実施された。

工事の詳細を表5、図6に示す。

(2) 結果

交通量が多く難工事が予想された国道18号線バイパスでの工事であったが、NS形E種管は問題なく施工できた。

特に当町では夏期など観光客が訪れるシーズンのピーク時に工事自粛期間を設定するほどの交通混雑となり工期の厳守は重要な条件である。

NS形E種管の施工は軽量の硬質塩化ビニル管(RRロング継手)に向けて設定された工期に遅延することなく順調に終了することができた。

表5 工事概要

工事名	平成30年度 町単国道18号バイパス 配水管布設替1工区工事
工期	平成30年9月10日から 平成31年3月25日まで
呼び径	150
管種	NS形E種管
施工延長	212.5m
土被り	1.2m
掘削溝幅	55cm(土留めなし)
埋戻し土	購入土

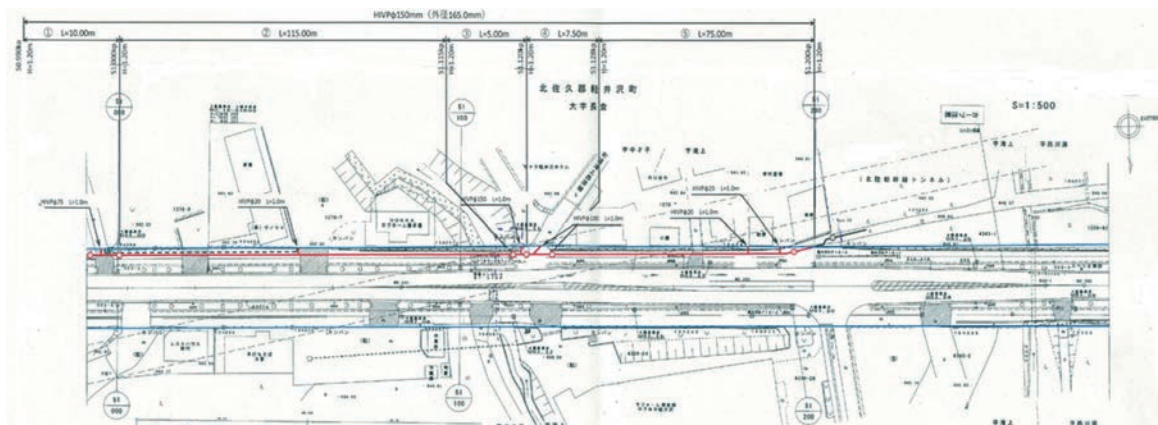


図6 工事区間平面図

6. まとめ

本工事では、交通量の多い観光地の国道下という厳しい条件のもとでNS形E種管の優れた施工性が証明され、軽量の硬質塩化ビニル管(RRロング継手)と同等の工期で施工できることが確認できた。

今後、国道や県道下、基幹管路などの重要管路にはNS形E種管を積極的に採用したいと考えている。



写真3 接合の完了とポリエチレンスリーブによる被覆

写真4 施工現場の全景
シーズン中は、車道・歩道とも交通量が多い

Technical Report 04

技術レポート

軟弱地盤上のため池改修に適用された 耐震継手ダクタイトイル鉄管



秋田県秋田地域振興局

宮城 良春



秋田県秋田地域振興局

金崎 彩



創和技术株式会社

神田 浩二

1.はじめに

秋田県は全国第3位の広大な水田面積を有し、基幹作物である水稲の生産を中心に高収益作物の生産拡大に取り組んでいる。

農業用ため池は県内に2,499箇所存在し、地域の水源として農業生産の一翼を担っている。

近年、豪雨災害の激甚化、大規模地震の頻発等を受け、防災重点ため池343箇所を指定するとともに、このうち187箇所については2021年度までに詳細な耐震性調査を優先的に実施することとしている。

ここでは上記187箇所に含まれる老朽ため池の改修にあたり、取水施設(底樋)に耐震継手ダクタイトイル鉄管を採用した事例について紹介する。

2. 平沢大堤の概要

今回対象とした平沢大堤は、秋田空港に近い山間部に位置している。その位置図を図1に、底樋を含む堤体断面図を図2に示す。

主要なため池の諸元は以下のとおりである。

- (1) 築造時期：江戸時代以前(明治以降に部分改修実施)
- (2) 堤長：151m、堤高：7.8m
- (3) 有効貯水量：146,000m³
- (4) 受益面積：水田23ha
- (5) 底樋：呼び径1100

S形ダクタイトイル鉄管×41.5m

平沢大堤の主な改修理由は以下のとおりである。

- (1) ため池全体の老朽化により堤体から漏水

- が生じ、許容漏水量を上回っている
- (2) 上流斜面が浸食され、断面不足を生じている
- (3) 洪水吐・取水施設も破損し、能力不足となっている



図1 ため池位置図

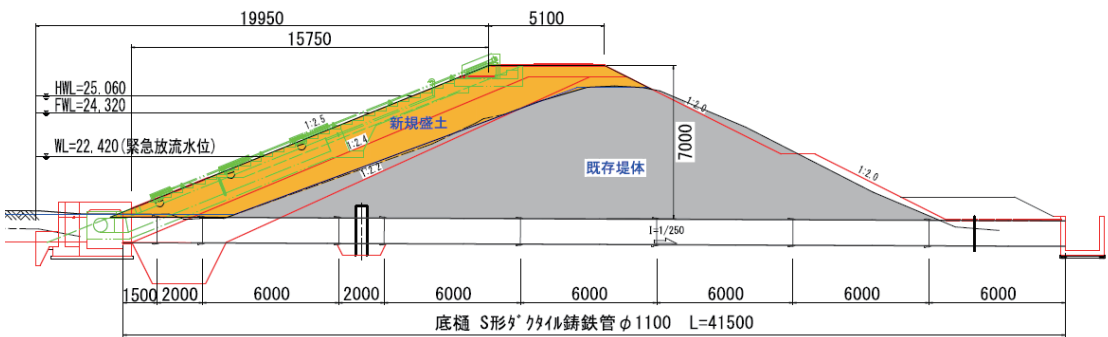


図2 ため池堤体標準断面図

3. ため池底樋の検討

(1) 経緯

本ため池の基礎地盤には軟弱な粘性土が10m以上の厚さで分布している。

堤体改修にあたっては図2に示すように池側に嵩上げの盛土を行うため、正規圧密状態の基礎地盤に増加荷重が作用することになる。圧密沈下量を計算すると堤体中央部で最大141mm、即時沈下量171mmと合わせて312mmと

いう大きな残留沈下量が予測された。

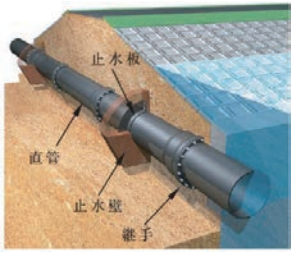
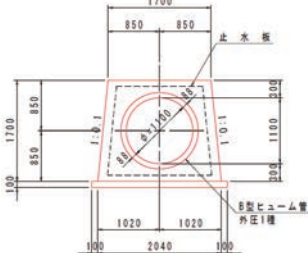
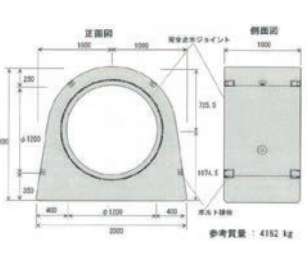
このことから、取水施設(底樋)は沈下に対応可能で、安全な構造とすることとした。

(2) 採用管種の決定

3種類の管種について特性比較を行った結果を表1に示す。

本ため池では沈下追従性を考慮して鎖構造継手のダクトイル鉄管を用いた柔構造底樋を採用することとした。

表1 底樋構造の比較および決定

項目	柔構造底樋 (S形ダクトイル鉄管)	現場打ち底樋 (ヒューム管巻立て)	プレキャスト製底樋
断面寸法	φ1100	φ1100	φ1200(直近上位製品)
断面形状			
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート巻立てを基礎を設けず、堤体内に直接埋設することで地盤変位に追従させる。 ・圧力管路としての実績が豊富で、高い水密性と伸縮・屈曲性、離脱阻止性を有し、底樋外面からの水の浸入や内面からの漏水を確実に防止する。 ・高い耐震性を有している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒューム管を内型枠とした現場打ち鉄筋コンクリート巻立て形式であり、底樋として最も一般的である。 ・剛構造であり沈下に対応できないため、別途沈下対策工が必要(改良層厚8m)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒューム管巻立て構造をプレキャスト化した製品であり、工期短縮が期待できる。 ・可とう性と止水性を兼ね備えた接合方法で、地盤変位に対応可能である。
概算工事費	100 管材料費+管布設費	107 管材料費+巻立て費+地盤改良費	119 管材料費+据付工事費
総合評価	柔構造底樋として設計指針「ため池整備」にも掲載されている工法で、施工実績もあり、沈下に対して対応可能で他工法よりも経済的である。	一般的な工法で採用実績が多いが、本ため池のような沈下の発生に対応できない。地盤改良等が必要である。また地盤改良を施した場合、改良範囲の境界面が水みちとなり、漏水の要因となるリスクがある。	柔構造底樋として農業農村整備民間技術情報DBに掲載され、中部・四国地方で採用事例が多い。沈下に対しては目地材で対応可能となるが高価である。
判定	○(採用)	△	×

(3) 柔構造底樋の特長

① 不同沈下への追従

管軸方向の適切な位置に伸縮可とう継手を配した柔構造化により、不同沈下への追従性を有し、地盤改良等を大幅に軽減できる。

② 底樋周辺の水みち抑止

地盤の変形に追従することで、底樋周囲の土との接触面での密着性を高め、水みちを抑止する。

③ 工期短縮

鉄筋コンクリート巻立てが不要であるため施工期間が短縮され、また地盤改良などの土工費を含めた総工事費の縮減が可能になる。

④ 地震時の安全性向上

底樋管路は図3に示す構造の継手で離脱することなく鎖のように挙動し、地震動による地盤変位にも対応できるため、堤体の安全性が向上する。

4. S形ダクタイル鉄管による柔構造底樋の設計と施工

設計は土地改良事業設計指針「ため池整備」(平成27年5月)に準拠して行った。

(1) 口径決定

底樋の口径は、計画取水量、緊急放流量および工事期間中の洪水量を安全に流下し得るものとし、維持管理を考慮して口径800mm以上が望ましいとされている。

本ため池における対象流量は表2の4通りであり、断面決定のための最大流量は堤体施工時の仮排水量となる。マンシング式により円形断面の水力特性をもとに口径を1100mmと決定した。

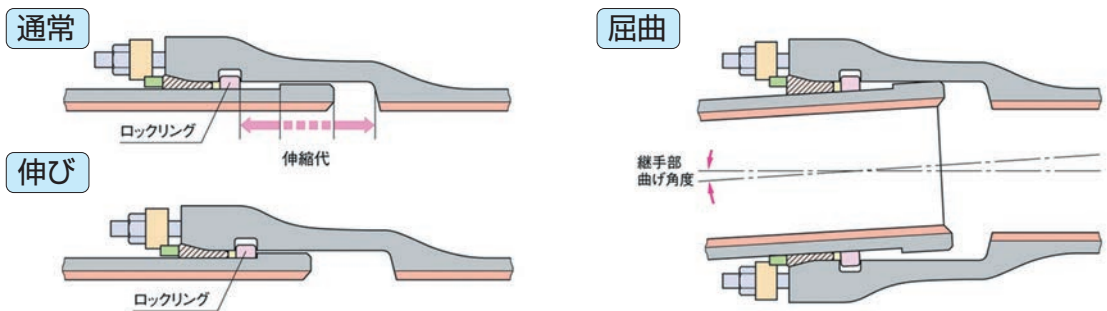


図3 S形継手の構造

表2 流下能力に基づく口径決定

対象流量	流量(m ³ /s)	計画断面(mm)	計画勾配	水深(m)	流速(m/s)
計画取水量	0.087	φ1100	1/250	0.158	1.035
緊急最大放流量	1.224			0.631	2.343
仮排水量(底樋施工時)	1.566			0.745	2.287
仮排水量(堤体施工時)	1.875			0.864	2.343

(2) 構造計算

底樋断面方向の検討は、土地改良事業計画設計基準「パイプライン」に準じて管に作用する土圧を算定し、最大土かぶり地点につい

て1種管(管厚18mm)で安全であることを確認した。
結果を表3に示す。

表3 構造計算結果

設計諸元		計算結果	
管厚(S形1種)	T=18.0mm	許容水圧	1.873MPa>0.07MPa OK
土かぶり	H=7.0m		
土の単位体積重量	$\gamma=19\text{kN/m}^3$		
基礎材の反力係数	$e'=3000\text{ kN/m}^3$	発生たわみ率	2.13%<3.0% OK
土圧計算式	マーストン公式(突出形)		
自動車荷重	T-20		

(3) 沈下に対する検討

底樋管軸方向の検討は、図4に示す推定沈下量をもとに継手の配置を決定した。特に沈下の大きい底樋上流側に短管を配置することで、即時沈下と圧密沈下の合計値に対し

て#1～#8の各継手が許容曲げ角度($1^{\circ}40'$)以下であること、全長にわたって推定沈下量と管路の離れが50mm以内であることを確認した。

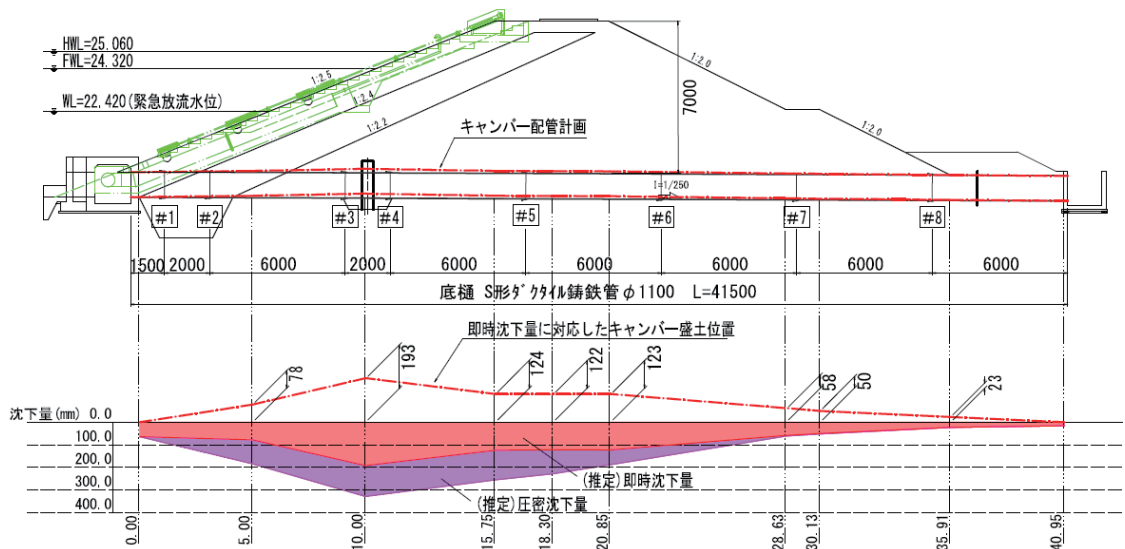


図4 沈下に対する検討図

(4) 施工上の配慮

沈下への対策として、推定される沈下量のうち即時沈下量相当を底樋布設時にキャンバー配管することで、盛土完了後の蛇行を抑制することとした。施工状況を写真1に示す。



写真1 キャンバー配管の状況

5. おわりに

本報告は秋田県におけるため池改修に際して、柔構造底樋として耐震継手ダクタイトイル鉄管が初採用された事例であり、2020年度の完成に向けて施工中である。底樋については布設直後の高さを基準として、盛土完了時から圧密沈下に伴う経年変化の挙動観測を実施する予定である。

安全性や施工性に配慮した合理的なため池改修が実現できるよう、本報告が今後の設計施工に向けて関係各位のご参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 農林水産省農村振興局整備部監修 (2015): 土地改良事業設計指針「ため池整備」p.104-118.
- 2) 農林水産省農村振興局整備部設計課 (2009): 土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」p.264-317.



北海道支部

札幌市水道局

水道凍結防止キャンペーン

積雪寒冷地である札幌市では、冬季間において、各家庭での水道凍結事故が多発しており、水道局が把握しているだけでも、1シーズンで約5,000件の凍結事故が発生しています。

この事故を防止するため、水道局では利用者の皆さまに注意を呼び掛ける「水道凍結防止キャンペーン」を毎年実施しています。

札幌市では、昭和12年の水道創設時から凍結対策として、「水抜き装置」の設置を義務化しています。凍結防止は、この装置を用いた各家庭での「水抜き」が何よりも効果的です。

平成30年度の「水道凍結防止キャンペーン」では、就寝前や長期不在にする際の「水抜き」の必要性や、「外気温が-4℃以下になると凍結の可能性が高まること」などを周知するため、市営地下鉄車内等へのポスター掲出や、市街中心部の地下歩行空間への大型の壁面広告、デジタルサイネージ等、様々な方法でPRを行いました。また、大寒の日（1月20日）には、札幌駅地下街でチラシの配布を行い、利用者の皆さまに直接注意を呼びかけました。

これからも、利用者の皆さまが水道を快適にご利用いただけるよう、工夫を凝らしてPRを行い、凍結事故の減少に努めていきます。



地下街でのチラシ配布



水道凍結防止チラシ



地下歩行空間の壁面広告



東北支部

仙台市水道局

見て・体験して・楽しみながら 水道について学ぶ水道フェア2018開催!

仙台市水道局では、水道水のおいしさ、安全性、非常時を含めた安定給水確保のための取組みについて情報発信するとともに、お客さまとのコミュニケーションを図ることを目的として「水道フェア」を開催しています。平成30年度は、7月24日（火）に市内の公共施設で「水道フェア2018」を開催し、700名を超えるお客さまに会場いただきました。

当日は、身近な水風景に関する絵がみや写真の作品コンテストに応募のあった作品、災害時用応急給水袋（6ℓ）、耐震管モデルの展示のほか、東日本大震災の教訓を踏まえ大規模災害時などに効果的な応急給水が実施できるよう市内小学校等に設置を進めている災害時給水栓（※）のモデルの展示も行いました。また、参加体験型コーナーとして、「きき水」（水道水とミネラルウォーターの飲み比べ）、「水質検査体験」（残塩測定）、「浄水場と水源を知ろう」（ご家庭の水がどの浄水場から配水されているかを紹介）、「浄水場ラボ」（水がきれいになる仕組みを模擬実演により紹介）、「けん玉をつくろう」（水道管を使った工作体験）、「水と環境を学ぼう」（石けんの泡立ち実験で水の性質を調べる）を実施しました。このほか、水道に関するクイズやマジシャンによる水を使ったマジックショーを開催するなど、見て・体験して・楽しみながら水道について学んでいただき、来場者の皆様から多くの満足の声をいただきました。水道局の職員にとっても、お客さまとのコミュニケーションを通じて水道事業の重要性や自らの使命をあらためて確認する機会となりました。



浄水模擬実演



きき水（テレビ取材）



災害対策パネル・災害時給水栓モデル



水質検査体験

※災害時に市民の皆さまが自ら給水所を開設・運営できる災害時給水施設。市内小学校等 109 箇所に設置（平成 30 年 11 月現在）



関東支部

戸田市上下水道部

耐震管の模型展示と応急給水訓練の実施



戸田市上下水道部では、(一社)日本ダクタイル鉄管協会にご協力いただき以下のことを実施いたしました。水道週間では、耐震管のパネルと模型を展示することが出来ました。

戸田市上下水道部の公式キャラクターを用いたのぼり旗を目印に、来庁する市民の皆様に見物を見ていただき、耐震管を布設する配水管更新事業について知っていただくよい機会となりました。

また、上下水道部の応急給水訓練では、通年実施している訓練に加えて、日頃は耐震管の布設現場を見る機会のない職員や業務委託先である社員の方々が、耐震管の構造や接合方法について学びました。さらには耐震管の接合を体験することもでき、技術継承の点でも内容の濃い訓練を実施することが出来ました。



関東支部

佐倉市上下水道部

市民防災訓練での水道事業PR



展示内容の説明

佐倉市上下水道部では、毎年市民防災訓練に参加しており、平成30年度は佐倉市立根郷中学校で開催されました。

本市でも平成23年の東日本大震災において多くの被害を受け、3日間の断水が発生しました。

また、全国各地で頻繁に発生する自然災害を報道等で認識し、防災に対するの関心が年々高まっており、たくさんの方々がこの防災訓練に参加されています。

写真は、本市所有の給水車や(一社)日本ダクタイル鉄管協会の御協力のもと、耐震体験管・手動模型・パネル等を展示し、希望者には給水バックをお配りしているところです。

実際に、きて・みて・触ってもらうことで、我々の事業をご理解いただいております。

今後も、快適な暮らしを未来につなぐため、水道管耐震化事業の広報活動を続けてまいります。



耐震体験管の展示



関東支部

かずさ水道広域連合企業団

広域連合企業団として4月から事業開始

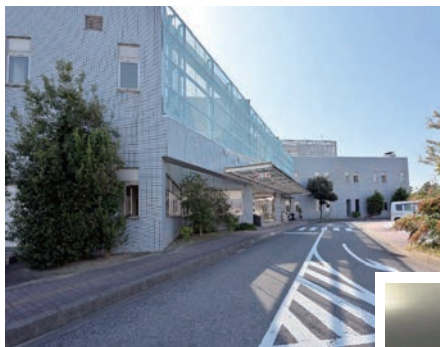
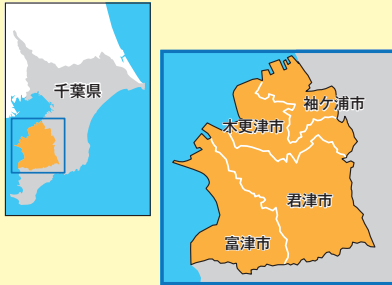
かずさ水道広域連合企業団は、木更津市、君津市、富津市及び袖ヶ浦市の四市水道事業の統合広域化を目的に創設されました。平成31年1月に四市の水道事業及び君津広域水道企業団が行っていた水道用水供給事業の経営に関する事務を処理するために設立され、4月から事業を開始したところで。

広域連合の形態を取る事業体は「後期高齢者広域連合」をはじめ様々なものがありますが、水道事業を運営する広域連合は、当広域連合企業団が国内で唯一のものとなります。

当該地域の統合広域化は、19年に千葉県県内水道経営検討委員会が「これからの千葉県内水道について」の提言をしたことを契機に検討が始まり、22年に統合広域化を推進する厚生労働省が国庫補助金制度を設けたことで検討が進み、29年に策定した統合広域化基本計画を基に関係団体で基本協定を締結し、事業開始に至りました。今後は、基本計画で掲げた「強靱な水道の実現」、「高品質なサービス」、「経営基盤の強化」を目指してまいります。

終わりに、統合広域化に向けご尽力頂きました国及びご支援頂きました関係団体等の皆さまにこの紙面をお借りして、お礼申し上げます。

統合広域化された4市の位置



かずさ水道広域連合企業団 庁舎



平成29年10月30日統合広域化に関する基本協定締結式



中部支部

半田市水道部

子供たちが驚き!! ～水道・下水道出前講座～

半田市水道部では、毎年6月から7月にかけて、市内の小学校において、水道と下水道の仕組みや役割を伝える「出前講座」を実施しています。

この講座は、社会科の授業で水道と下水道の役割について学習する市内の小学4年生を対象に、職員が説明と実験を行うものです。

始めに、職員が水道（水資源や浄水過程など）・下水道（汚水処理の仕組みなど）について、クイズを交えながら説明をします。その後、児童たちと一緒に、ろ過装置を用いた浄水過程の実験や、電子顕微鏡による微生物の観察、汚水処理過程における処理水の比較観察などを行っています。

濁った水がろ過器を通り澄んだ水に変化することや、汚水が綺麗になっていくことを目の当たりにした児童たちからは、驚きの声や大きな歓声が盛んに上がっていました。

このような講座を継続的に実施し、児童を含む市民の方々に、水道・下水道についての理解を深めていただくことを目指しています。



職員による水道・下水道の説明



ろ過装置を用いた浄水実験



関西支部

尼崎市公営企業局

安全・安心な水道を次の世代につなげる ～尼崎市水道通水 100 周年記念事業～

尼崎市の水道は大正 7 年 10 月 1 日に給水を開始し、平成 30 年に通水 100 周年を迎えたことを契機に、水道についてより関心を持ってもらうため、尼崎市水道通水 100 周年記念事業を実施しました。

記念事業の目玉として 10 月 7 日に開催した神崎浄水場開放イベントは、スタンプラリーや見学ツアーなど盛りだくさんの内容で、当日は多くの方が訪れました。10 月 21 日には記念式典を挙行し、関係者や市民とともに、安全・安心な水道を次の世代につなげる決意を新たにしました。式典では、市内の少年音楽隊の演奏や高校生の書道パフォーマンスが披露されました。

この他、水道にまつわる絵画・川柳のコンクールで最優秀賞に選ばれた小中学生の作品を使った記念ラベルのボトル缶の作成や、水道事業の概要がわかる記念誌の発刊などさまざまな取り組みをしました。また平成 31 年 3 月に再建された尼崎城の城址公園内に記念モニュメントも設置しました。

次の世代に水道をつなげるため、今後も市民とともに取り組みを進めていきます。



見学ツアーでオゾン発生器をのぞきこむ様子



耐震体験管の展示



記念式典で披露された高校生の書道パフォーマンス



記念ラベルのボトル缶「あまのお水」



中国四国支部

松江市上下水道局

松江市水道事業100周年記念事業



100周年記念式典（市長あいさつ）



旧床几山配水池再整備（送水ポンプ展示）



旧床几山配水池再整備（点検通路パネル展示）



旧床几山配水池再整備（展望台設置）

松江市は大正7年6月に給水を開始し、平成30年に100周年を迎えました。通水100周年を記念して、登録有形文化財でもある旧床几山配水池の再整備事業を実施し、回遊型施設として一般開放しています。施設内には松江の水道100年を紹介するパネルや、市内を見渡す展望台を設置するとともに、第6次拡張事業中の昭和35年に設置した送水ポンプを展示し、配水池の遺構を間近に見ることができます。

また、旧床几山配水池をより多くの方に楽しんでいただけるよう、通路を舗装し駐車場からのスロープを設けてバリアフリー化し、市民の憩いの場や水道の歴史を学んでもらうまち歩き・生涯学習の場として活用する考えです。

平成30年10月に開催した「松江市水道事業100周年記念式典」では、水道の成り立ちや歴史を紹介した映像「松江の水道通水100年『不舍晝夜（ちゅうやをおかず）』」も放映されました。この映像は、通水100周年記念USBメモリ『不舍晝夜』に松江市水道の仕組みがわかる映像、写真データとともに収められており、そのUSBメモリは、旧床几山配水池再整備事業に伴い伐採した樹齢70年の檜葉（ひば）の木が用いられています。作者である難波クラフト工房難波修二氏の思いにより、旧床几山配水池の正門に施されている『水』を刻み、机の上に置いたとき常に『源泉混混（げんせんこんこん）』の文字が見えるように六角形の造りとなっています。販売用に作成したDVD版もあわせ、市内書店と上下水道局で販売しています。

松江市は、まちづくりの根幹である水道事業の意義を市民の皆様にご理解いただきながら未来へと引き継いでいけるよう、次の100年に向けた取り組みを始めています。



記念品（USBメモリ、DVD）



九州支部

熊本市上下水道局

先達職員が築き上げた技術の継承

熊本市上下水道局では、今後10年間で技術職員の約4割が退職する状況であることから、技術の継承が課題となっています。そこで平成30年度から技術監理室に技術研修班を新設しました。

長年先達職員から受継がれてきた技術の継承を充実するため、再任用職員による水道の歴史や当時の苦労話を交えた講演などの研修会を数多く企画しました。

さらに、実技研修として熊本地震の経験を活かした応急復旧研修や配管研修を行いました。応急復旧研修は、被害状況に応じた補修資材を選択し使用する実践的な研修を行いました。また、配管研修では(一社)日本ダクタイル鉄管協会のご協力のもとK形及びGX形ダクタイル鉄管の接合・解体作業を行いました。これらの研修を自ら行うことで、参加者が互いに研修内容を再確認し合うなど研修成果の一端が垣間見えています。今後とも先達職員が築き上げた技術力を継承するため研修の充実を図って参ります。



先達からの座学研修



日本ダクタイル鉄管協会の協力による配管実技研修

事業者だよりの原稿を募集します

全国の上下水道事業者では、多種多様な住民広報を実施されています。このコーナーでは事業者の読者の皆さんが参考になるような取り組みをご紹介します。

文字数：300字前後
写真：2枚程度



※お問い合わせは、協会各支部まで。

私の好きな
時間

究極の ファストフード… 手打ちそば

埼玉県企業局
水道部長

中島 俊明



早いもので、そば打ちを始めて20年が経ちました。きっかけは、平成8年に自宅を購入し、狭いながらもダイニングテーブルが置けたことです。それまでは、台所に立つことはありませんでしたが、家族に手打ちそばを食べさせられたらカッコ良いかなと、一大決心して、立ち入ってしまいました。

まずは、平成9年に安価なそば打ちの道具を揃え、手始めにうどんを打ってみました。スーパーマーケットで買った「手打ちうどんの小麦粉」で作ってみると、結構な出来栄え。素質があるのか…。

次のステップ、そば打ちにチャレンジして、気付いてしまったのです。素質があるなんて大きな勘違いであることが…。

失敗の連続というよりも、成功には程遠い現実を突き付けられました。5～10cmのぶつ切り、とにかく繋がらない。そば粉を変えたり、つなぎ粉を中力粉から強力粉に変えたり、加える水も熱湯にしたり、山芋を加えたり、配合を二八から五五にまで変えたりしてみましたが、お世辞にも美味しく食べられる代物にはなりません。そんなフォークで食べる

ようなぶつ切りのそばを幼い娘たちが食べてくれたことに今となっては感謝しています。

わたしに師匠はいません。一から習わないと無理なのか？いや、研究すれば何とかなると、頑固に我流を押し通しました。変化は突然訪れました。ポイントは、「水回し」でした。いかに素早く、全体に、かつ均一に水をいきわたらせることができるか、そのコツをつかむと、今までが嘘のように…。他人に食べさせられるようになるまでに1年ほどかかりました。

その後、娘たちは成長するに伴い、家の中で家族で過ごす時間が急速に減りました。内にこもるより親としては喜ばしいことですが、手打ちそばを食べてもらう機会もなくなり、「技術の習得から研鑽へ」、そうした第二ステージへは思うように進めませんでした。そして数年後には、そば打ちは年越しそば限定となってしまいました。

そんな状態が急展開したのは、平成27年。幸か不幸かインフルエンザに感染し、5日間の出勤停止となりました。熱は2日ほどで下がりましたが、外出もままならず暇を持て余したことから、そばでも

打ってみようと思いついたのです。初めてかもしれませんが、自分のためだけにそばを打ったのは…。その出来は、まんざらでもなく、結構いける！よし、「そば打ちの再開だ」と、やっと、技術研鑽の第二ステージへ進むことになりました。



妻がつくったきのこ汁で・・・

そば打ちを始めた当初は、そば粉を入手するのが困難でしたが、今はネット社会。インターネット経由で注文できます。信州、北海道、練習用のカリフォルニア産のそば粉まで入手できます。当然ですが、産地によって味や香りも違います。また、挽き方によっても味、香りだけでなく、打ち易さも違ってくることがわかりました。さすがに、自らそば粉を挽くまでのこだわりはありませんが、打つ際に水の量を加減するなど注意が必要ながよくわかりました。

ちょうど、そば打ち再開の平成27年は、水源地域へ出張する機会が多く、埼玉県秩父、群馬県長野原、栃木県鹿沼などの道の駅や産地直売所に立ち寄ってはそば粉を物色していました。また、プライベートで出かける際にも立ち寄って、購入してから帰りました。各地のそば粉の味と香り、打つコツの違いを楽しむようになりました。最近の私のお気に入り、茨城県五霞町の「道の駅ごか」で購入できるそば粉です。ほどよく香りがあり、粘りが出て打ち易い事が特徴です。

ところで、打ったそばは誰が食べるの？こんな疑問が…。再開した平成27年から3年間は、妻が休日に仕事に出る事が多かったので、手打ちそばの最小単位(?)の二人前を、一人で食べていました。おかげで、体重が増加の一途…。ほぼ毎週、休日の昼食は一人そばでしたので、単純計算で150回は自分のためのそば打ちをしたことになります。平成30年からは妻が休日休みとなり、二人で食べていますので、体重の増加も落ち着いてきました。

そば打ちは、「準備が大変そうで、本腰を入れないと…」と思われそうですが、慣れてくると準備から茹で上がりまで30分もあれば食べられる究極のファストフードです。

そば打ちを始めて20年が経ったと冒頭で書きましたが、休眠期間が長かったので、本格的なそば打ちは7年ほどで、まだまだプロの域に達したとは言えませんが、最近は職場の同僚たちにそば打ち体験の場を提供し、私が苦労した「水回し」のコツを伝えることにより、そば打ちの楽しさを知ってもらおうとしています。そんな同僚たちが、最近はメキメキとそば打ちが上達していることに目を細めています。水道技術もこんな伝承ができればと、考えてしまいます。

そして、いつの日か、私が打ったそばを孫と一緒に食べる日が来ることを心待ちにしています。



そば打ち会

誌上講座

ダクタイト鉄管の長期耐久性の検証

ー粉体塗装、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ー

1. はじめに

新水道ビジョンでは、水道の理想像として「安全な水道」「強靱な水道」「水道サービスの持続」が挙げられており、いまから 50 年・100 年後を見据え、平常時はもちろんのこと、地震や豪雨災害などに対しても長期にわたって安心できる水道管路の構築が必要とされている。

ダクタイト鉄管は、1954 年に初めて製造されて以来 65 年以上にわたって使われ続けており、その優れた耐久性に加えて、地震や災害に対応できる強靱な管材へと進化している。

日本ダクタイト鉄管協会では、これまでに実際に使用されている管路で耐震性と長期耐久性を調査してきた。本報告では、長期間使用されたダクタイト鉄管の内面エポキシ樹脂粉体塗装、ゴム輪、ポリエチレンスリーブを調査して、ダクタイト鉄管の長期耐久性について検証を行った。あわせて、モルタルライニングの耐久性に関する既往の調査結果を紹介する。

2. 調査対象

調査した内面エポキシ樹脂粉体塗装、ゴム輪、ポリエチレンスリーブの使用年数を表 1 に示す。いずれも上水道で使用されたものである。

表 1 調査対象の使用年数

調査対象	使用年数 (年)	調査件数
内面エポキシ樹脂粉体塗装	19～39	13～30(注)
ゴム輪	1～53	91
ポリエチレンスリーブ	2～41	24

(注) 調査項目により件数が異なる

3. 調査結果

(1) 内面エポキシ樹脂粉体塗装

掘上管の内面エポキシ樹脂粉体塗装には、いずれも膨れや剥がれは無く、発錆も認められなかった。外観例を写真 1～2 に示す。

塗膜の付着強さを図 1 に、吸水率を図 2 に、インピーダンスを図 3 に、塗膜表面からの塩素浸透深さを図 4 に示す。布設後 39

年後においても、塗膜の付着強さは新品と同等、吸水率は低い状態を維持し、インピーダンスは優れた防食性能を示す領域にあった。塩素浸透深さは、塗膜の厚さ約 $300\ \mu\text{m}$ に対して $20\ \mu\text{m}$ 以下で、塗膜の厚さの 1 割未満と

小さな値であった。

以上のことから内面エポキシ樹脂粉体塗装は優れた長期耐久性を有することが確認できた。



写真1 呼び径 200(使用年数 39年)



写真2 呼び径 150 45°曲管(使用年数 35年)

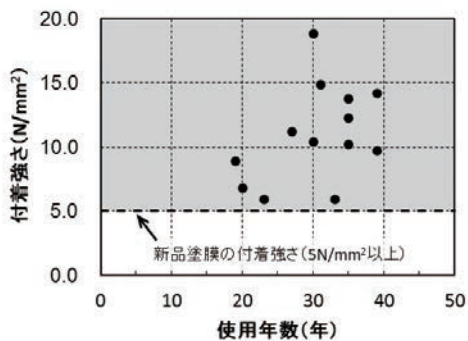


図1 塗膜の付着強さ (JIS K 5600-5-7)

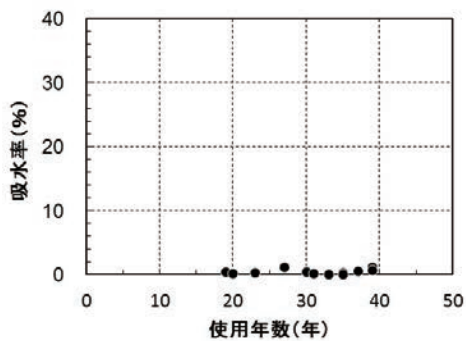


図2 塗膜の吸水率 (JIS K 7209)

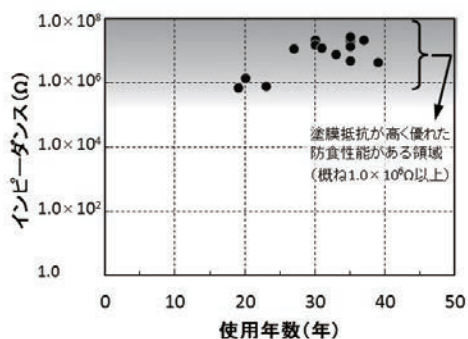


図3 塗膜のインピーダンス (JIS K 5400-2001)

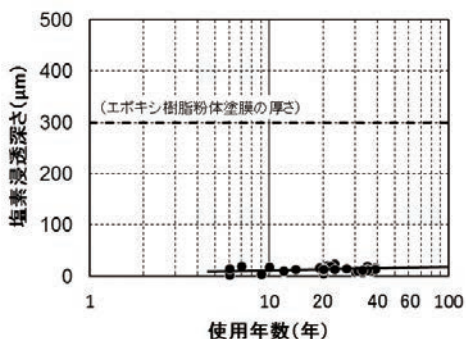


図4 塗膜の塩素浸透深さ
[EPMA (電子線マイクロアナライザ) による]

(2) ゴム輪

ゴム輪は、いずれもゴムとしての弾性を有しており外観も良好な状態であった。外観例を写真 3 に示す。A 形ゴム輪の引張強さを図 5 に、硬度を図 6 に示す。現在の規格値は、引張強さ 18MPa 以上、硬度 70 ± 5 Hs であり、埋設から 53 年後においても、現在の規格値を満足し、経年による大きな変化

はなかった。また、53 年間使用され、継手に組み込まれた状態で回収したゴム輪（呼び径 700、A 形継手）の水密性試験結果を表 2、写真 4 に示す。継手を繰り返し伸縮・屈曲させた後、水圧を負荷しても、漏水は生じず、良好な水密性を示した。以上の結果から、ゴム輪の長期耐久性を確認できた。



撮影方向A



撮影方向B

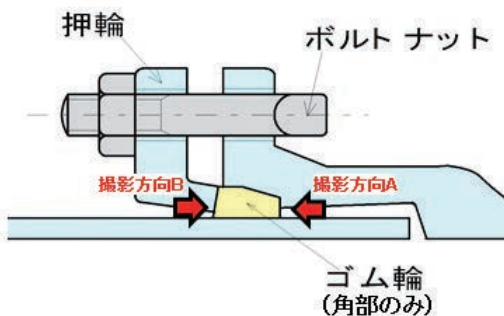


写真 3 呼び径 200 A 形 (使用年数 47 年)

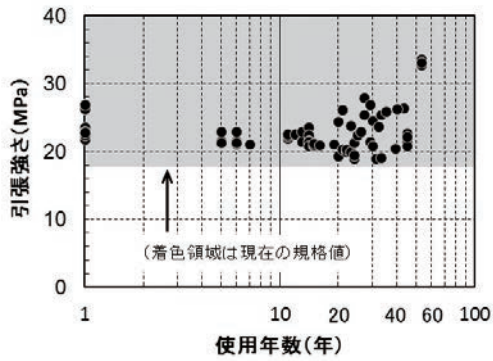


図5 ゴム輪の使用年数と引張強さ

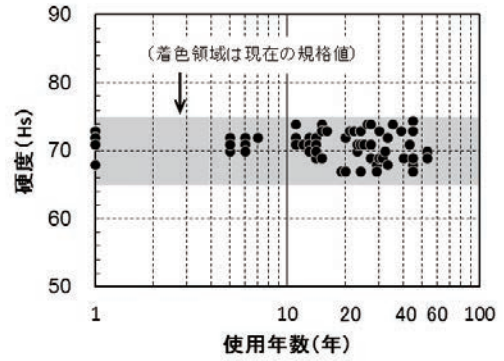


図6 ゴム輪の使用年数と硬度

表2 53年間埋設された継手(呼び径700、A形)の水密性試験結果

継手部の伸縮・屈曲付与		負荷水圧	保持時間	結果
条件	繰り返し回数			
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



真直水圧負荷



曲げ水圧負荷

写真4 水密性試験状況

(3) ポリエチレンスリーブ

ポリエチレンスリーブが装着されていた管の管体を調査し、腐食が無いことを確認した。ポリエチレンスリーブの外観例を写真 5、引張強さを図 7、伸びを図 8 に示す。埋設当時の規格値は、引張強さ 100kgf/cm^2 (9.8MPa) 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、埋設から 41 年後においても、当時の規格値を満足していた。

なお、ポリエチレンスリーブは、材料や製造方法、物性等の改良が続けられている。ポリエチレンスリーブの材質の変遷を表 3 に示す。現在使用されているポリエチレンスリーブは、初期のポリエチレンスリーブと比べ約 3 倍の引張強さ、2.4 倍の伸びを有しており、より傷付き難くなっている。また、酸化誘導時間を規定し、更なる長期耐久性が期待できる。

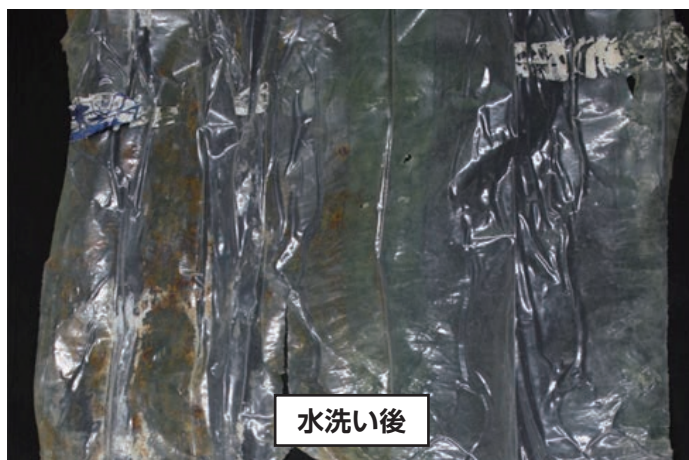
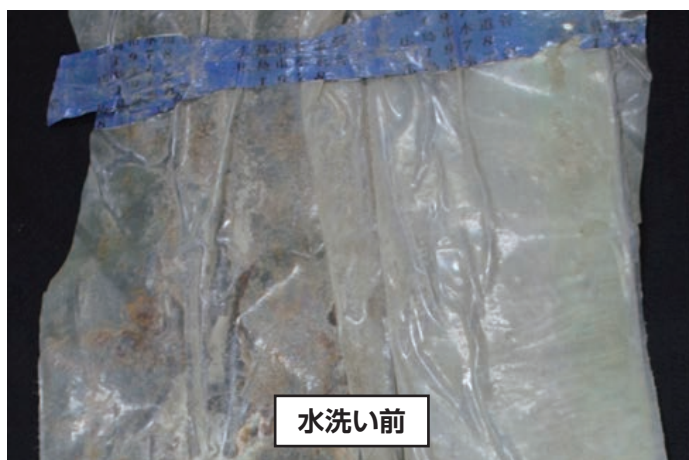


写真 5 呼び径 100 (使用年数 40 年)

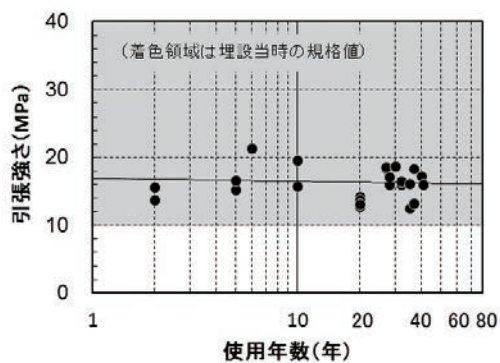


図7 ポリエチレンスリーブの使用年数と引張強さ

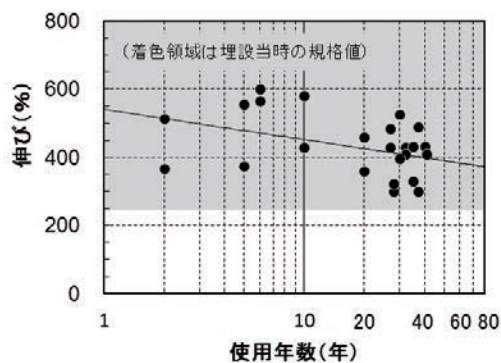


図8 ポリエチレンスリーブの使用年数と伸び

表3 ポリエチレンスリーブの材質の変遷

	厚さ	引張強さ	伸び	耐衝撃性	酸化誘導時間	備考
①1975 (S50) JDP A Z 2005制定	0.2mm	100kgf/cm ² ≦ (9.8MPa≦)	250%≦	—	—	JDP A規格化
②1989 (S64) 改定	同上	200kgf/cm ² ≦ (19.6MPa≦)	500%≦	—	—	製造方法の追加 (低圧法)により強度を向上した
③2001 (H13) 改定	同上	30MPa≦	同上	1kg×50cmの 衝撃に耐える	—	製造方法の変更 (チーグラー触媒→メタセロン触媒)により強度、耐衝撃性を向上した
④2005 (H17) JWWA K 158制定	同上	30MPa≦ (引張降伏応力)	600%≦	同上	—	JWWA規格化
⑤2017 (H29) 改定	同上	同上	同上	同上	60min 以上	酸化誘導時間を規定し、耐久性を向上(白化抑制)した

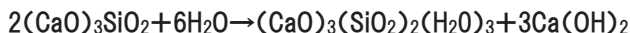
4. モルタルライニングの耐久性に関する 既往の調査結果

(1) モルタルライニングの中性化

モルタルライニングはセメントを主成分としており、経年劣化現象である中性化が見られるケースが多い。セメントは、図 9 に示すようにセメント主成分の珪酸三石灰 $[(CaO)_3SiO_2]$ や珪酸二石灰 $[(CaO)_2SiO_2]$ などが水和反応によりカルシウムシリケート

水和物 $[(CaO)_3(SiO_2)_2(H_2O)_3]$ など、一般に C-S-H と表記される] や水酸化カルシウム $[Ca(OH)_2]$ などを生成して硬化するが、これらの生成物は二酸化炭素 $[CO_2]$ と反応すると炭酸カルシウム $[CaCO_3]$ を生成する。中でも $Ca(OH)_2$ と CO_2 の反応によりコンクリートのアルカリ性が失われる現象は中性化と呼ばれている。

【代表的な水和反応：セメントが硬化する反応】



【中性化：アルカリ性が失われる反応】

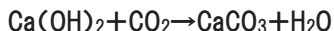


図 9 水和反応と中性化の化学反応式

(2) モルタルライニングの中性化と機能劣化の試験

滝沢ら¹⁾は、老朽化したダクトイル鉄管の更新計画を策定する際の耐用年数に関する知見を得るため、管内面のモルタルライニングの中性化、及び、全面中性化した場合のモルタルライニングの強度について研究を行った。これらの試験結果を以下のようにまとめている。

- ① 中性化促進試験から、モルタルライニングの中性化深さは時間の平方根に比例し、 \sqrt{t} 則が成り立つことが確認できた。
- ② 埋設管の中性化速度係数から、埋設後の経過年数と中性化深さの関係は図 10 となり、中性化深さがモルタルライニングの厚さである 4 mm に達する年数はシールコートなしでは 57 年、シールコー

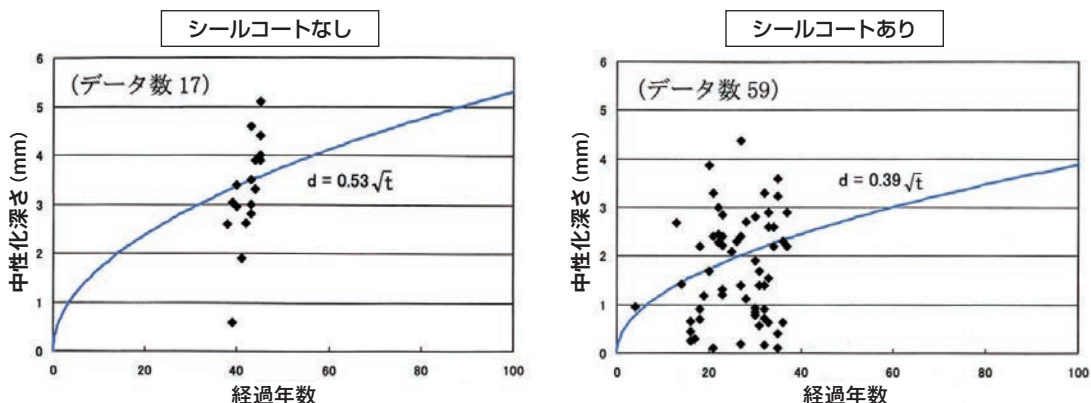


図 10 埋設後の経過年数と中性化深さの関係（データ数合計 76 件、経過年数最長 45 年間）

トありでは106年と算定された。

- ③成分分析、強度試験（引っかき試験、引張り試験）では、モルタルライニングは中性化すると、表面強度が低下していたが、鉄部から剥離することはないことが確認できた。
- ④切管試験、穿孔試験を行った結果、中性化してもモルタルライニングにクラックや鉄部から剥離が生じやすくなる傾向は見られなかった。
- ⑤塩水浸漬試験では、モルタルライニングは全面中性化したものでも鉄部に対する防食機能を有していることが確認できた。

以上のことから、中性化したモルタルライニングは、管への振動によるクラックや剥離、防食性能に関しても、中性化していないものと比べて顕著な差はなく、中性化してもすぐに発錆することはなく、管路への影響は少ないとしている。

ただし、モルタルライニングが中性化する

期間は、水質条件により大きく異なる。遊離炭酸が多い等、侵食性の強い水質の場合、早い期間でモルタルライニングが中性化する場合があることに留意しなければならない。

5. おわりに

本報告では、実際に長期間使用した内面エポキシ樹脂粉体塗装、ゴム輪、ポリエチレンスリーブの物性を調査して、ダクタイル鉄管の長期耐久性を検証することができた。また、モルタルライニングについて、既往の調査結果からその耐久性を確認した。今後も、より一層安心してダクタイル鉄管が使用できるよう、調査を継続していく。

【参考文献】

- 1) 滝沢智、牛窪俊之、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80巻 第8号（第923号）、pp.2-10（2011）

規格ニュース

JDPA G 1049 (GX形ダクタイル鋳鉄管)

呼び径350のGX形ダクタイル鋳鉄管(以下、直管という。)、ダクタイル鋳鉄異形管(以下、異形管という。)
及びソフトシール仕切弁(以下、バルブという。)を追加して平成31年2月7日付けで改正した。

1 直管及び異形管の概要

呼び径 350 のGX形直管及び異形管は、呼び径 75 ～ 300 ・ 400 と同じ継手性能及び継手構造とした。ただし、切管ユニット (P - Link、G - Link) は、質量が大きくなり施工性の向上が望めないことから呼び径 400 と同様に規定しなかった。直管及び異形管の構造を図 1、2 に示す。

表 1 直管、異形管及び切管ユニットの概要

項目	内容	
	呼び径 75 ～ 300	呼び径 350 ・ 400
継手構造	直管：プッシュオンタイプ(図1 参照) 異形管：メカニカルタイプ(図2 参照)	
継手性能	伸縮量(直管)：管長の±1% 離脱防止力：3DkN (Dは呼び径mm) 許容屈曲角度(直管)：4°	
直管の管厚	1種管 (D1)、S種管 (DS)	
切管ユニット	P-Link、 G-Link	規定なし
外面塗装	外面耐食塗装又は耐食亜鉛系塗装	

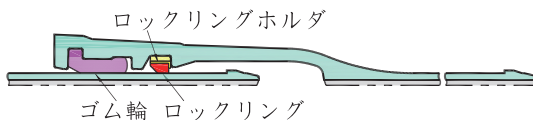
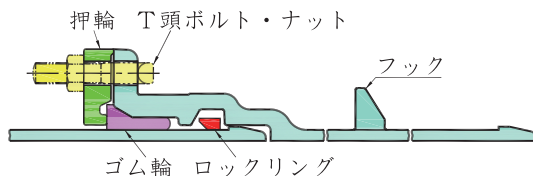


図 1 直管の構造



※フックは、曲管、乙字管の挿し口側の管体部の左右2か所に設ける。

※接合は、押輪が受口にメタルタッチすれば完了する。

図 2 異形管の構造

2 バルブの概要

呼び径 350 のGX形バルブは、JWWA B 120 (水道用ソフトシール仕切弁) に準じた。バルブの構造を図 3 に示す。

表 2 バルブの概要

項目	内容	
	呼び径 75 ～ 300	呼び径 350 ・ 400
継手構造	異形管と同じメカニカルタイプ	
継手性能	異形管と同じ 離脱防止力：3DkN (Dは呼び径mm)	
種類	3種(呼び圧力10K)、 4種(呼び圧力16K)	3種(呼び圧力10K)
接合部の形状	両受式	
弁箱の 外面塗装	外面耐食塗装又は耐食亜鉛系塗装	

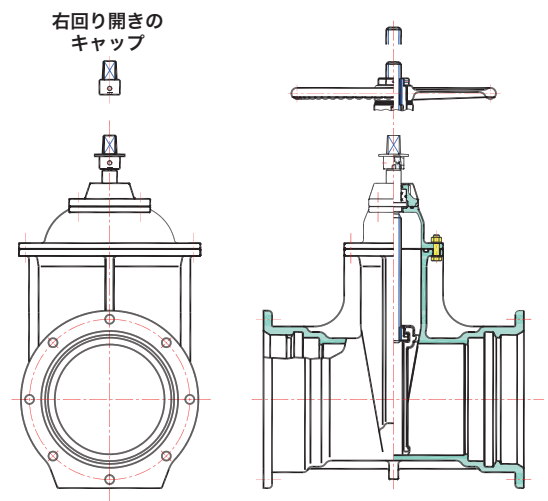


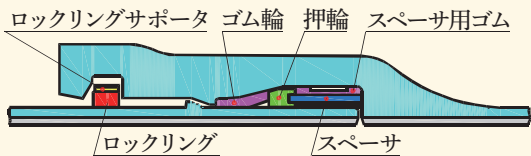
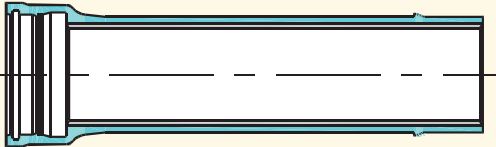
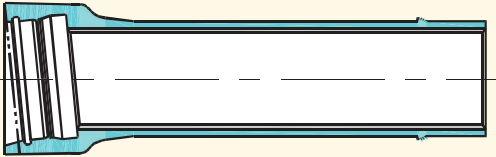
図 3 バルブの構造

JDPA G 3002-2〔US形ダクタイトイル鑄鉄管（R方式）〕

US形ダクタイトイル鉄管（R方式）（以下、US形管（R方式）という。）は、従来のUS形管のゴム輪と押輪の位置の保持方法、ゴム輪の形状、ロックリングの支持方法を変更することによって受口長さの短縮、接合部品数の削減、継手部のモルタル充填作業及びボルトの締め付けトルク管理をなくし、大幅に施工性の向上を図ることができるようになったことから、平成30年4月に呼び径2400・2600を対象として規格化した（ダクタイトイル鉄管No103、規格ニュースを参照）。

今回、呼び径1500～2200を開発・実用化したことから追加し、平成31年2月7日付けで改正した。

US形管（R方式）の概要を以下に示す。

項目	US形管（R方式）
呼び径の範囲	1500～2600
呼び径の種類	呼び径区分Aと呼び径区分Bの2種類 区分A：JIS、JWWA規格と同じ外径（D ₂ ）寸法の管 受け渡し当事者間の協定（注文者と製造業者の合意）によって、シールド内径に合わせて、区分Bまで最適な直径方向の寸法に変更できる。 区分B：呼び径と同じ外径（D ₂ ）寸法の管 その呼び径の最小寸法である。
直管の管厚	1種管、2種管、3種管、4種管 ただし、角度付き直管は4種管のみ
継手構造 （直管、異形管とも同じ）	 <p>注記 継手性能は、従来のUS形と同じである。</p>
従来のUS形との主な相違	<ul style="list-style-type: none"> ・ゴム輪と押輪の位置の保持：スペーサ ※ボルトと継ぎ棒をなくし、挿し口が押輪の内面を通過して受口奥まで挿入できることから割輪もなくなった。これらの変更に伴って受口の長さが短くなった。 ・ロックリングの支持方法：LS方式（ロックリングサポータ） ・継手部の充填モルタル：なし
直管の種類	<p>直管</p>  <p>角度付き直管</p>  <p>注記 曲線管路部分で直管の継手の曲げ角度で対応できない配管に使用する。 角度は、呼び径1500～2400は1°～5°の1°刻み、呼び径2600は1°～3°の1°刻みである。</p>
異形管の種類	曲管（11¼°、8°、5⅝°、3°）、継ぎ輪、長尺継ぎ輪、変換継ぎ輪（呼び径A-L S方式、呼び径B-L S方式、呼び径A-呼び径B）

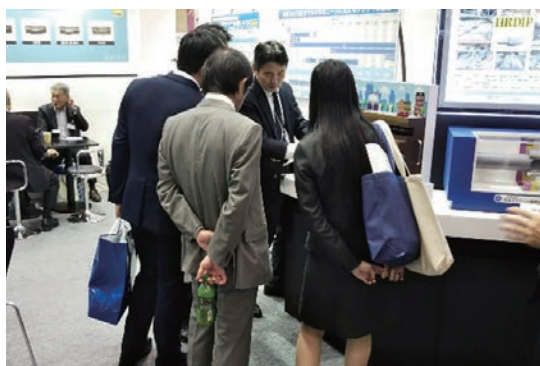
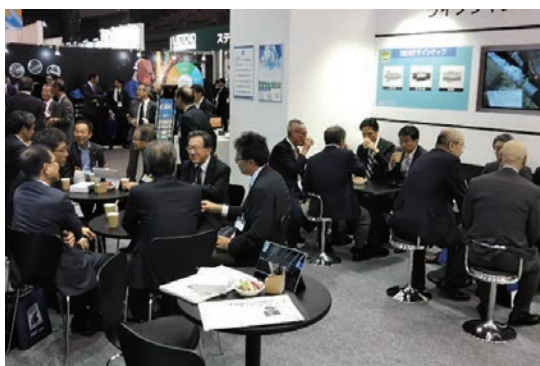
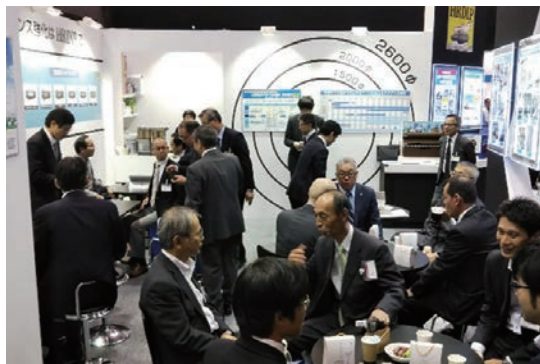
協会ニュース

福岡水道展に出展!! ～災害に強いダクタイトル鉄管をPR～

平成30年10月24日～26日の3日間、福岡市マリンメッセで福岡水道展が開催され、133社・団体が出展し、最新の水道技術や製品などのPRを行いました。

日本ダクタイトル鉄管協会も『管路の幹線から末端まであらゆるニーズに応えるダクタイトル鉄管』～ライフラインのレジリエンス強化に向けて（自然災害に強いHRDIP）～をコンセプトに出展しました。展示ブースでは、大型モニターを使ったプレゼンテーションを実施し、様々な管路構築に対応できる製品ラインナップ、シールド内配管工法用に施工性を大幅に改良したUS形ダクタイトル鉄管（R方式）、災害に強いハザードレジリエントダクタイトル鉄管（HRDIP）、お客様と共に取り組む様々な協会活動などを広く紹介し、好評を得ました。

また、各種パネルの他、GX形管（呼び径300）、NS形E種管（同150）、S50形管のカットサンプルやGX形伸縮模型を展示することにより、実際に見て・触れてもらいながら、多くのお客様にダクタイトル鉄管の良さをPRすることができました。



平成31年度 ダクタイト鉄管協会セミナー 全国15会場で開催予定

日本ダクタイト鉄管協会では平成30年度、管路に限定することなく、水道事業に関する最新の情報や先進事業体の実例を学識者や事業体職員を講師に招き、セミナーを全国14会場で開催しました。おかげ様で、約1,400名の方々にご参加いただき、大変有意義なセミナーにすることができました。

平成31年度も全国各支部の15会場でセミナーを開催予定です。近々、開催計画を当協会HPおよび新聞に掲載致しますので、ご期待ください。

セミナー会場



大阪会場



沖縄会場



名古屋会場



仙台会場

どの会場も熱心に聴講されるお客様でいっぱいでした。

幅広いテーマについてご講演いただきました。

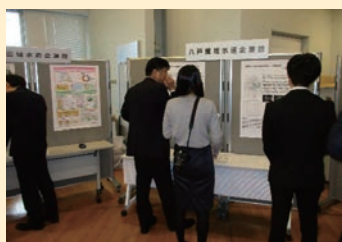


広島会場 (講師:鳥取大学 増田准教授)



小田原会場 (講師:筑波大学 庄司准教授)

セミナー併設展示



千葉会場



高知会場

製品のカットサンプルや耐震管の模型、各種パネルをご紹介。一部の会場では、講師の方や開催地の事業体様にも展示コーナーにご協力いただきました。

HINODE



タッチ

タッチして、効率管理。

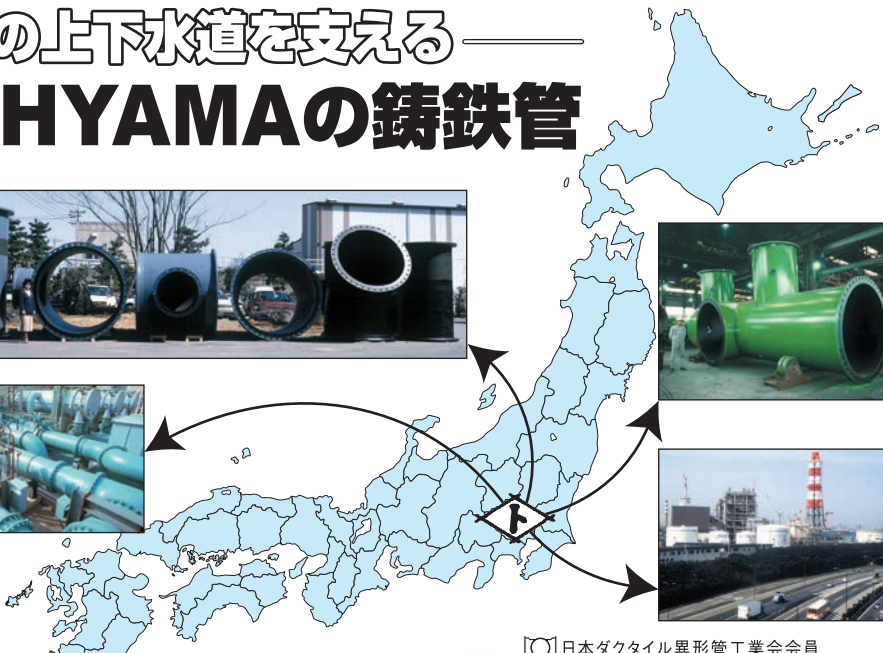
上水道管理サポートシステム
UBIQUITOUS TOUCH®
ユビキタス・タッチ®

上水道管理サポートシステム「ユビキタス・タッチ®」は、ICタグが内蔵された鉄蓋とスマートフォンなどのスマートデバイスを使用し、バルブ操作情報などの日常の維持管理情報をパソコンで効率よく管理するシステムです。

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
東京本社 / 東京都港区赤坂3-10-6(ヒノデビル) Tel(03)3585-0418
<http://www.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
ポンプ用 } ダクタイル鑄鉄管
(口径75^{mm}~3,000^{mm})



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 埼玉県久喜市菖蒲町昭和18番地
☎0480(85)2111 FAX0480(85)7100

フランジ形長管・乱長管
フランジ形異形管

日本水道協会第1種検査工場・日本下水道協会資器材製造認定工場

九州鑄鉄管株式会社

■本社
〒822-0033 福岡県直方市大字上新入1660-9
TEL 0949-24-1313 FAX 0949-24-1315
URL <http://www.kyucyu.co.jp>
E-mail info@kyucyu.co.jp

■東京支店
〒101-0047 東京都千代田区内神田2-7-12
TEL 03-3525-4551 FAX 03-3525-4552

協会ホームページ スマホ版 もご活用ください！

JDPA で **検索** QRコードは [こちら](#) ▶




施工現場において確認されることが多いと思われる
「技術資料」「接合要領書」「配管手帳」「接合ビデオ」
を素早く確認できます。

※継手接合研修会の申し込みは PC 版 HP からお願いします

一般社団法人
日本ダクティル鉄管協会

編集後記

- 巻頭言は、(公社)日本下水道協会会長である岡山市の大森市長に下水道事業の課題について執筆頂き、厚生労働省医薬・生活衛生局水道課の是澤課長には昨年12月に改正された水道法の内容について、特別寄稿を頂きました。
- 座談会は、昨年から当協会が主催している管路更新を促進する工事イノベーション研究会の内容について、座長の滝沢教授と幹事事業体委員の皆様にご参集頂き、これまでの研究会のあゆみと今後の方向性などを語り合って頂きました。参加した皆様からは、「多くの中小事業体では人材不足によって更新工事に着手すらできない状況にある」、「更新工事を円

滑に進め、発注者の負担を減らす」、「モデル事業から出る課題を調整して一定の方向性を示す」、「研究会の報告書には悩みやトラブルをオープンに明記」など様々な言葉を頂きました。なかでも滝沢教授から、「官と民という枠組みではなく水道界全体で必要な人材を確保せねばならない」という言葉が印象的でした。今後の研究会の動きに注目頂くとともに、ぜひご一読ください。

- 技術レポートの内容は、広域連携について、豪雨災害において耐えたダクタイトイル鉄管、NS形(E種管)の採用、農業用水で採用された耐震継手ダクタイトイル鉄管など、4本執筆頂きました。

ダクタイトイル鉄管第104号〈非売品〉

平成31年4月5日印刷
平成31年4月15日発行

編集兼発行人 長岡敏和

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	名古屋市中区名駅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・工場：〒346-0193 埼玉県久喜市菖蒲町昭和沼1番地 ☎(0480)85-1101代
東京事務所：〒104-0045 東京都中央区築地2-12-10 ☎(03)3546-7671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
東北支社：〒980-0014 仙台市青葉区本町3-5-22 ☎(022)263-2731代
中部支社：〒451-0046 名古屋市西区牛島町5番2号 ☎(052)582-9808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



地球の未来へ
贈るもの。

食料・水・環境分野のさまざまな課題。
わたしたちクボタは、その一つひとつを解決することで、
人々の豊かな暮らしを支えていきたい。
この地球の未来のために。

株式会社クボタ