

# DUCTILE IRON PIPES

管路更新・耐震化を促進するGX形



福島県 白河市水道部

NS形 呼び径300 GX形 呼び径250 GX形 呼び径150(2条)

# DUCTILE IRON PIPES

管路更新・耐震化を促進するGX形

岐阜県東部広域水道事務所  
GX形 呼び径300



愛媛県 今治市上下水道部  
GX形 呼び径300



# DUCTILE IRON PIPES

管路更新・耐震化を促進するGX形

北海道 帯広市上下水道部  
GX形 呼び径400



岡山県 瀬戸内市上下水道部  
FT・NS形水管橋 呼び径300 (延長19.2m)



# DUCTILE IRON PIPES

宮城県 東北電力株式会社  
GX形 呼び径400





# DUCTILE IRON PIPES

千葉県 八千代市上下水道局  
S50形 呼び径50



兵庫県淡路県民局洲本土木事務所  
S50形 呼び径50



# DUCTILE IRON PIPES



山口県 宇部興産株式会社  
PII形 呼び径500

岡山県 倉敷市水道局  
PN形(CP方式) 呼び径700



# DUCTILE IRON PIPES



石川県環境部水道企業課  
NS形 呼び径800

沖縄県企業局  
US形 呼び径1500





# DUCTILE IRON PIPES



東京都水道局  
US形 呼び径1000





## 今号の概要 (Technical Report)

### 犬山系導水路更新工事における呼び径2000 US形ダクタイル鉄管の採用事例

名古屋市上下水道局 計画部長 小野田 吉恭

名古屋市上下水道局は、大正3年に給水を開始して、本年9月に100周年を迎えます。その間、8次にわたる拡張整備を経て、「断水のない なごやの水道」の歴史を築いてきました。現在では、目指すべき高水準水道システムとして「環境にやさしい水道」、「地震・事故に強い水道」、「安全でおいしい水」の3つの視点の実現に取り組んでいます。今回のレポートでは、その取り組みの1つとして犬山系導水路の更新工事について報告しています。

### 災害用貯水タンク改良工事について

さいたま市水道局 給水部南部水道建設課 主任 金子 恭久・給水部水道計画課 主査 飛澤 政明

さいたま市水道局では、昭和53年の宮城県沖地震を契機に昭和54年から「事前対策」、「施設の耐震化対策」、「応急復旧対策」、「応急給水対策」の4本の柱からなる震災対策を講じてきました。

今回のレポートでは、東日本大震災の影響で貯水タンクに浮き上がりが生じ、その原因を究明するとともに、対応と復旧方法、またダクタイル製貯水タンクを採用した経緯について報告しています。

### 高松市における配水管網評価業務について

高松市上下水道局 水道整備課 水道計画係 主任技師 中尾 信博

高松市では平成17年以降、中長期的視点による管網整備計画策定を目的とし「配水管網再評価業務」を実施しています。この業務では、管体・土壌調査結果および各種既存資料より、耐震性評価、老朽度評価、水理的重要度評価を実施し、総合的な評価による配水管の更新優先順位を検討しています。今回のレポートでは、平成20年度と同様に図面管理の管路データ、管体・土壌調査結果および平成25年3月に香川県より公表された想定地震動等を利用して、再評価を実施し報告しています。

### 明石市におけるGX形ダクタイル鉄管による管路更新事例

明石市水道部 工務課 主任 石田 富勇

明石市では、平成23年度から平成32年度までの水道事業のあるべき姿と方針を示す「明石市水道ビジョン」およびその実施計画である「明石市水道事業経営計画」を策定しています。その中で「施設のバックアップ体制の整備」や「管路の耐震化」の項目を重点的に取り組んでいます。

今回のレポートでは、更新工事において長寿命でライフサイクルコストが低減できるGX形を採用したので、その施工事例を紹介しています。

### 佐久水道企業団における広報活動および耐震化事業の推進

佐久水道企業団 総務課 企画調整係長 蟹澤 良徳

佐久水道企業団は、昭和30年に佐久平上水道組合として、国内初の農村地方広域水道事業のモデルケースとして誕生し、現在では、佐久市をはじめとする2市2町へ給水を行う広域水道事業を展開しています。

今回のレポートでは、給水開始から発行している佐久水道新聞の活用状況を紹介するとともに、水道管路の更新、耐震性貯水槽の設置および耐震化への取り組みを報告しています。

# C

## 第95号 ダクタイル鉄管 目次

# CONTENTS

今号の表紙「踊る噴水」投稿者：埼玉県 田村 英樹様

## Color Gravure

カラーグラビア

- 福島県 白河市水道部 ..... ①
- 岐阜県 東部広域水道事務所・愛媛県 今治市上下水道部 ..... ②
- 北海道 帯広市上下水道部・岡山県 瀬戸内市上下水道部 ..... ③
- 宮城県 東北電力株式会社 ..... ④
- 千葉県 八千代市上下水道局・兵庫県 淡路県民局洲本土木事務所 ..... ⑤
- 山口県 宇部興産株式会社・岡山県 倉敷市水道局 ..... ⑥
- 石川県 環境部水道企業課・沖縄県 企業局 ..... ⑦
- 東京都水道局 ..... ⑧



### ◆ 今号の概要

- 巻頭言「水道課長に就任して」 ..... 宮崎 正信 ..... 4
- 会長就任のご挨拶 ..... 久保 俊裕 ..... 6
- 対談「南海トラフ巨大地震へ水道事業体ができることは～広域連携を探る～」  
..... 能島 暢呂・山下 研二 ..... 8
- 特別企画「ダクタイル鉄管の耐震性および長期耐久性」 ..... 18

# Technical Report



## ●技術レポート

- ①犬山系導水路更新工事における呼び径2000 US形ダクタイル鉄管の採用事例  
.....小野田 吉恭..... 24
- ②災害用貯水タンク改良工事について ..... 金子 恭久・飛澤 政明..... 32
- ③高松市における配水管網評価業務について..... 中尾 信博..... 40
- ④明石市におけるGX形ダクタイル鉄管による管路更新事例 ..... 石田 富勇..... 48
- ⑤佐久水道企業団における広報活動および耐震化事業の推進 ... 蟹澤 良徳..... 52



## ◆事業体だより

- 札幌市・福島市・佐野市・武蔵野市・静岡市・福井市  
名古屋市・高槻市・吹田市・姫路市・福山市・松山市 ..... 66

## ◆リレーエッセイ「Water Tourismへの道を拓く

- ～“A History of Dams”から始める古いダムめぐり～ ..... 72

## ◆製造現場STORY「ダクタイル鉄管ができるまで」(加工・出荷編) ..... 74

## ◆誌上講座「水道事業の会計新時代の幕開け」 ..... 76

## ◆ダクタイル鉄管に関する素朴な疑問集 ..... 82

## ◆編集後記 ..... 86

# 巻頭言



厚生労働省健康局水道課長  
宮崎 正信

## 水道課長に 就任して

二度目の水道課です。

前は平成18年7月から約2年間、水道計画指導室長として勤務していました。当時の問題意識としては、①水道ビジョンの点検、②立ち入り検査の充実、③簡易水道の広域化、④海外展開、といったことが思い浮かびます。

水道ビジョンは平成16年度に公表されていたので、その点検作業を行うタイミングとなっていました。点検の結果、若干の時点修正と地域水道ビジョンの策定推奨、重点取り組み項目(運営基盤の強化、安心・快適な給水の確保、災害対策の充実、環境・エネルギー対策、国際貢献)を取りまとめ公表しました。これらの考え方はほぼ現在の新水道ビジョンにも踏襲されています。

水道計画指導室の本来業務として、大臣認可の水道事業の指導があり、立ち入り検査の充実も課題となっていました。組織体制の限界もあり、すべての大臣認可事業を毎年調査することもできず、適切に運営している事業者へのローリング調査と課題を抱える事業者への指導を組合せて対応していました。

簡易水道事業は、早晚事業が立ちゆかなくなるとの思いから、国庫補助制度を見直し、統合を通じた広域化を進め、財務・技術基盤の強化や効率的経営形態を確立しようという作業を

行いました。なかなか統合は予定通りにはすすんでいないようですが、施策としては必要なことだと今でも考えています。

海外展開は第一次安倍内閣の「アジア・ゲートウェイ構想」に沿ったものとして始めたものです。中国を皮切りにアジア各国に対して、日本の優れた水道技術・事業運営ノウハウで貢献するとともに、民間の事業としても展開することが目標でした。せっかく日本のODAで建設した浄水場の運営が外国資本にゆだねられ本来の能力を十分発揮できていない現状や、経済拡大が続くアジアにおける巨大なマーケットを目の当たりにしたことは私自身にとってもよい勉強でしたし、民間企業の方々といっしょに日本の水道を売り歩いたことは楽しい思い出になっています。

平成26年7月に水道課長に就任しました。①東日本大震災対応、②環境省のエネルギー特別会計予算の活用、③新水道ビジョン推進協会や官民連携推進協議会など関係者間の情報共有の場の確保、④アセットマネジメントや簡易水道の広域化などの進展、⑤水循環基本法への対応、といったことが変化として感じられました。その一方で大きな問題と感じたのは国庫補助金の減少です。



図は水道施設整備費の最近の推移を示したものです。各年度の当初予算額は減少を続け、平成26年度は各省分をあわせて255億円と平成21年度と比較すると約1/4に激減しています。執行に際して平成25年度の補正を加えやつのことで事業費を確保していますが、補正は毎年あるわけではなく、また計画的な事業運営がしづらいため、必要な事業が後送りになる傾向があると思います。それでも全国の水道事業にとって十分な金額であれば言うことはないのですが、現実には老朽化が進行し、管路更新も思うようには進んでいません。ちなみに平成24年度の管路更新率0.77%から単純に計算すると、全ての管路を更新するのに約130年もかかってしまうというばかげた事態となっています。130年前と言えば我が国で近代水道が始まった頃のことです。

また施設の耐震化率の向上も遅々として進まず、平成24年度で、基幹管路が33.5%、浄水施設が21.4%、配水池が44.5%にとどまっています。阪神淡路大震災や東日本大震災を経験したにもかかわらず、平成25年度の調査では耐震化計画の策定率でさえ中小水道事業者を中心に依然として低い状況にあり、特に都道府県認可の給水人口5万人未満の事業者では約27%でしかなく、このためにも広域化が必須といえる状況です。

健全な水道事業を将来の世代に継承することが水道界の使命だとすると、老朽化、耐震化、広域化に水道界あげて取り組む必要があると考えます。水道課としてもがんばりますので、どうか各方面で声を上げていただいて、この貴重なインフラが「持続」できますようにお力添えをお願いしたいと思います。

水道施設整備費 年度別予算額推移(平成21年度から26年度)



## 会長就任の ご挨拶



一般社団法人  
日本ダクタイトル鉄管協会  
会長 久保 俊裕

本年9月の当協会臨時総会におきまして会長に就任いたしました、久保でございます。

協会誌「ダクタイトル鉄管」の誌上を借りて、読者の皆様へ一言ご挨拶をさせていただきます。

当協会は、昭和22年の創立以来67年間にわたり、ダクタイトル鉄管の普及促進および性能向上に努めてまいりました。普及促進活動としては、北海道、東北、関東、中部、関西、中国四国、九州の7支部を中心にしての技術説明会の開催ならびに各種イベントへの参画、また本協会誌やホームページを通じての技術情報の発信など、幅広い技術広報活動を進めております。その結果、全国上水道管路延長64万5千kmの内、57%の36万5千kmにダクタイトル鉄管が布設されており、安全な上水道管路構築の重要な役割を担っております。また、性能向上においては、事業体の皆様の管路耐震化に対するご要望にお応えすべく、S形・SⅡ形に始まり、NS形、GX形と耐震継手管の開発・改良に努めてまいりました。最新のGX形ダクタイ

ル鉄管は平成22年10月に規格化され、平成26年8月末で既に4,293kmの出荷延長となっています。

私もかつて、当協会の運営や技術広報活動に参画しておりました。当時は、事業予算の減少に伴う合理化にも取り組んだ時代であったと記憶しております。このたび会長に就任するに当たって、組織、人が替わり、事業環境も激変していることを痛感します。しかし、一貫して変わらないのは、国民共通の財産である水道管路づくりをお手伝いし、安全で良質な水を安定的に供給できる水道システムを目指して、不断の技術開発を進めていくことがダクタイトル鉄管に携わる者の使命だと言うことです。日本ダクタイトル鉄管協会の会長として、技術開発や情報発信の取り組みをより強化していきたいと考えております。どうぞ、今後も当協会への変わらぬご指導とご支援をお願いいたします。

## 協会活動の紹介



● ホームページのご案内



● 様々なイベントに出展



● 技術説明会



● 技術説明会（講義）



# 南海トラフ巨大地震へ水道事業体ができること ～広域連携を探る～



## 出席者

のぶおと

能島 暢呂 岐阜大学工学部教授

山下 研二 名古屋市上下水道局次長兼技術本部長

近い将来起こると想定されている南海トラフ巨大地震への対応として、名古屋市上下水道局が実施している事業計画を紹介するとともに、中部総合地震防災システム研究委員会委員長の岐阜大学の能島教授からは、地震時のライフライン機能被害予測モデルなどの報告とともに自治体の心構えや備え、市民の意識などについてお話いただきます。

一南海トラフ地震で予測されている想定地震動について、お話しいただけますでしょうか。

能島 内閣府に設置された「南海トラフの巨大地震

モデル検討会」では2012年8月に南海トラフの巨大地震を想定した震度分布を公表しました(図1)。6つのケースのマップが想定されており、一般紙等に掲載されているのは、最も被害が大きいケースのマップとなっています。2003年時点での想定においては、これまでに南海トラフ沿いで起きた最大規模の地震として1707年宝永地震の再来が想定されていました。東海・東南海・南海地震のいわゆる3連動地震です。しかし東日本大震災の教訓から、過去の地震発生履歴にこだわった想定では、再び「想定外」の事態が起こりかねないという懸念がでてきました。

そこで、これまで考えられてきた震源域を九州の日向灘まで延ばし、マグニチュード9を設定したものを「基本ケース」としています。また強震動生成域の位置の不確定性を考慮して、やや東側・西側・陸域側に設定した「東側ケース」、「西側ケース」、「陸側ケース」のあわせて4ケースが検討対象とされています。これに加えて、距離減衰式という簡便な方法で平均的な揺れの分布を推定する「経験的手法」もあわせて適用され、これらすべての震度分布を比較して、地点ご



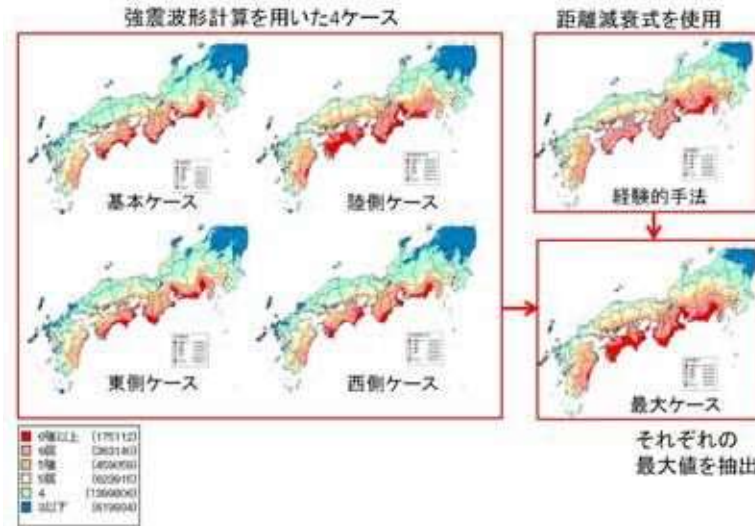


図1 内閣府による推定震度分布(6ケース)

との最大値を取ったものとして「最大ケース」の震度分布も示されています。

また、地震調査研究推進本部地震調査委員会が作成する「確率論的地震動予測地図」では、従来は、南海トラフで想定される地震として連動パターンを含めて6ケースとしていたのですが、現在では、より多様な発生パターンを含めて15ケース(図2)に及んでいます。それだけ将来の地震についてはわからないことが多いわけですが、何とか見逃しが無いように、科学的な知見を活かす努力がなされています。

発生時期については、南海トラフ巨大地震は、今世紀前半までに起きる可能性が高いとされています。過去の発生履歴から平均して112年に1回発生していますが、不確実性が非常に大きく、詳細な予測はきわめて困難です。また、前回の東南海の規模がこれまでよりも小さかったので、次に発生する時間が短くなり、そういったことも踏まえて平均的には2031年と言われておりますが、プラスマイナスがかなりありますので、今から備えておかねばなりません。防災対策の内容によっては、大掛かりで、高いコストや長期間を

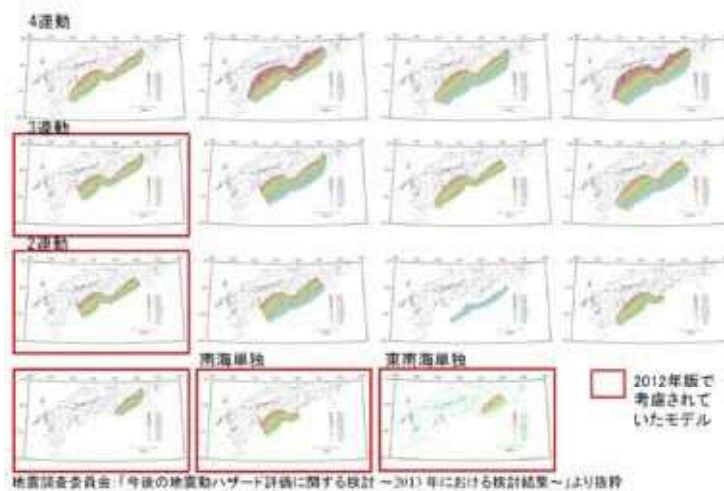


図2 南海トラフの地震の震源断層モデル 2013年版



能島 暢呂  
岐阜大学工学部教授

要するものも多くありますから、中長期的な対策を間に合わせるには、今から備えを計画的に進めてゆく必要があります。揺れや津波による被害予測として、最大で死者数32万人、全壊・消失棟数238万棟、経済的被害220兆円といった結果が出されており、社会にきわめて大きな衝撃を与えましたが、防災・減災対策を進めることによって、この数値を着実に減らしてゆく努力が大切です。

一東日本大震災では、用水供給事業者の送水管が被害を受けて、長期間にわたり断水しましたが、名古屋市で現在実施されている管路の耐震化計画や浄水施設、配水施設の更新計画などをお教えいただけますでしょうか。

**山下** 名古屋の水道は、木曾川の清く豊かな流れに恵まれ、大正3年(1914年)に鍋屋上野浄水場から給水を開始して、今年で100周年を迎えます。創設当時30万人の人口に対して、将来需要100万人を見込んだ導水路を建設し、その後、急激に増加した水需要にも対応することが可能となり、昭和58年まで続いた8期拡張事業へとつなげています。まず基幹施設の更新・耐震化につきましては、創設期から稼働している施設や、高度成長期に集中的に整備した多くの施設が改築・更新時期を迎えています。平成7年に発生した阪神淡路大震災を受けまして、平成9年から15年にかけて建築物の耐震診断を実施し、耐震性の劣る建物については耐震化を進めてまいりました。浄水場などの水道基幹施設については、第3次水道

基幹施設整備事業(平成23～27年度)の中で老朽化施設の整合を図りながら地震対策を実施しています。現在、大治浄水場の本館の建て替え工事を実施していますが、その工事が終われば建築物については耐震化率100%になります。この事業では、地震等の災害時にも、水道システム全体が機能低下しないよう、個々の構造物の整備とともに、系列ごとの耐震性の強化を図っています。

具体的には、鍋屋上野浄水場緩速ろ過池や、大治浄水場第5沈澱池、犬山系導水路A管などの整備を実施しています。東山配水場2号配水池については、鍋屋上野浄水場緩速ろ過池と同様、創設期から運用していたのですが、有効容量の増強と耐震性の向上という理由から更新工事を実施し、平成25年度に完成しました。

管路の更新・耐震化計画につきましては、昭和51年度に駿河湾沖を震源地とする東海地震の発生が指摘されたのを受けまして、昭和52年から初めて耐震管を採用しました。また、昭和56年には面的および線的な整備を目的として耐震強化区域や耐震強化路線を設定し、優先的に耐震管を使用しました。以降、耐震強化区域を見直すたびに徐々に耐震管使用を拡大してまいりました。さらに平成14年度に東海地震の震源域が見直され、本市そのものが地震防災対策強化地域に指定されましたので平成15年度から給水区域全体で耐震管を使用しております。現在、第3次配水管網整備事業(平成23～27年度)に基づいて、配水管の更新および耐震化を進めています。配水管の地震対策(耐震化)としましては、配水管の更新や新設の際に耐震管を使用することで、「面的な耐震化」を図っています。全給水区域内における配水管の耐震化を図っていくとともに、大規模地震発生時に給水を確保すべき施設へ至るルート of 優先的な耐震化を進めています。限られた財源の中で優先順位を考慮した「ルートの耐震化」として、これまでに応急給水施設(平成25年度末207箇所)や市立小学校に設置している地下式給水栓(平成25年度末267箇所(廃校分4箇所含む))、災害時に優先的に給水を確保する必要がある救急病院、透析医療機関、入所型社会福祉施設などの重要給水施設(335箇所)へ至る管路などの耐震化を進めてきました。

今年度からは、「ルートの耐震化」として、災害時に救護所が設置される市立中学校(109箇所)へ至る管路の耐震化を図っており、既に整備済である1校を除いた108校を対象に平成27年度末までの完成を目指しています。

配水管の老朽化対策(更新)につきましては、昭和40～50年代にかけて集中的に布設された多くの配水管が、今後一斉に更新時期を迎えるため、計画的に更新を進めていかなければならないと考えています。長期的な視点から更新事業費の抑制と平準化を図れるよう留意するとともに、適切な更新優先順位に基づき整備を進めていくことが必要です。更新優先順位は、呼び径450以上の配水本管と400以下の配水支管に分けてそれぞれ定量的評価を行って決定しています。配水本管については主に経過年数や継手種別により、配水支管については埋設土壌環境により更新優先順位を評価しています。また、配水本管については、更新優先順位に加え重要度についても定量的評価を行い、老朽化対策の方法を選定しています。重要度を測る指標としては、流量や応急給水施設等への給水寄与度などを用いています。評価の結果、相対的に重要度が低い管につきましては、更新ではなく、リフレッシュ工事で対応し延命化を図っております。老朽化対策として整備の対象としている主な管路は、管体強度の低い普通・高級铸铁管(FC管)、および、漏水が発生する危険性

が高く、赤水等の発生原因になりやすい導入初期のダクタイル铸铁管です。FC管については、平成27年度末までの解消をめざして更新を進めています。

一では、ここで能島教授から、広域的な被害が及ぶと想像される南海トラフ地震、ライフラインの復旧などにはどの程度の時間が必要でしょうか。

**能島** 阪神・淡路大震災以前には、ライフライン停止期間の目安として、停電1日、断水1週間、ガス停止1カ月、といった目安がよく引き合いに出されていました。しかしそれは中小規模の被災経験に基づくものであって、阪神・淡路大震災では、これを大きく上回る停止期間となりました。停電1週間、断水とガス停止が2～3カ月に及んだところもあります。そこで私たちの研究室では、供給系ライフライン機能(電気・水道・都市ガス)の被害や復旧を予測するためのモデル構築に取り組んできました。行政や市民レベルの備えのあり方を考えたり、企業のBCPを策定するうえで、重要な情報になると考えたからです。

阪神・淡路大震災をはじめとする震災事例を分析した結果、揺れが大きいほど、ライフライン施設の被害が大きいことと、様々な復旧支障が発生し、復旧が遅くなる傾向にあることがわかりました。そこで基本的に計測震度に基づいて、ライフラインが停止する確率と、停止した場合にどの程度の期間で復旧するか、について関数でモデル化しました(図3)。

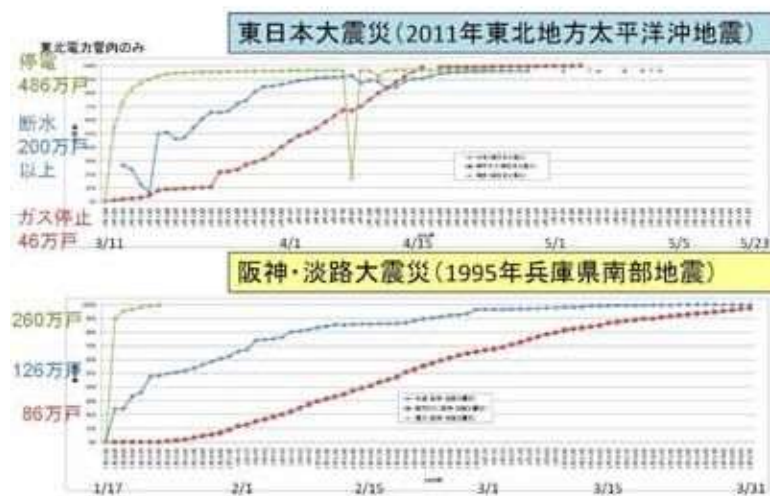


図3 供給系ライフラインの復旧曲線の比較

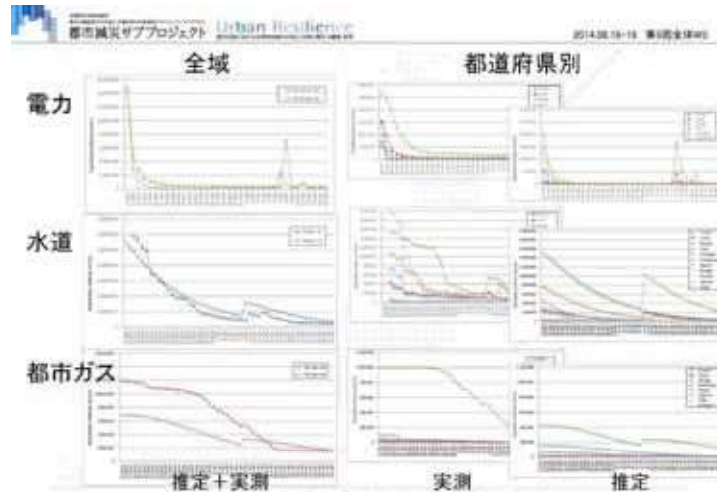


図4 ライフライン供給支障人口の推定精度の検証

断水に関する予測モデルについては、計測震度だけではなく、水道事業者ごとの地震防災対策の違いを考慮するため、配水管網の地震被害予測に用いられる管種・管径別補正係数を参考にして、「脆弱性指数」という指数を定義し、予測モデルに組み込んでいます。地震動強度が同じだとしても、耐震性の高い管路を使っていれば、被害を軽減できるし、必然的に復旧も早くなる、という効果を取り入れています。

このライフライン機能被害・復旧予測モデルを、東日本大震災に適用して事後評価を行い、モデル検証を行ったところ、津波被害が主要因の部分を除いては、

だいたい良好な予測結果(図4)を与えることが確認できました。現在は、パソコンソフトのマクロ機能によって、計測震度を入力して市区町村単位で被害・復旧予測を行い、都道府県単位や全国での集計ができるようにシステム化を行っています。南海トラフ地震の断水被害予測にこのモデル検証を駆使しており、3440万人という数字になっています。ライフライン機能の時空間的復旧過程についての見える化(図5)も全国的な支援や応急給水の日数などを立案するために使っていただけるのではと考えております。

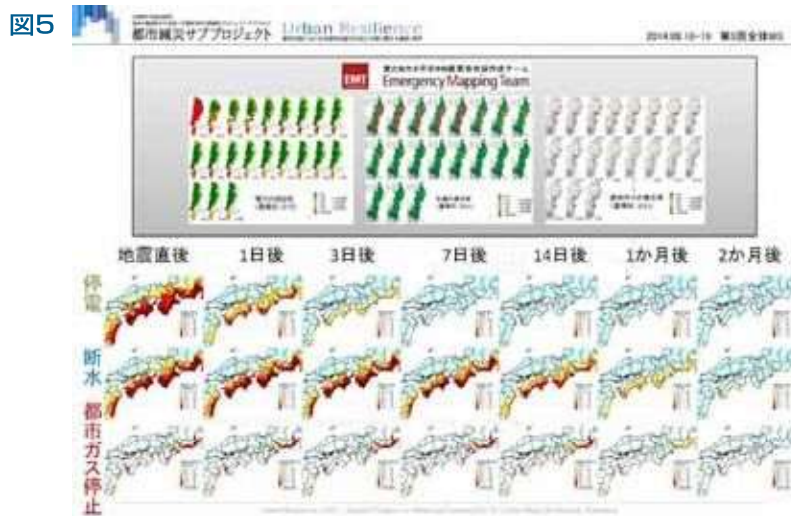


図5 ライフライン機能の時空間的復旧過程の見える化



一名古屋市で策定されている事業継続計画(BCP)について、お話しいただけますでしょうか。

**山下** 本市では、「名古屋市地域防災計画 地震対策編」において地震災害に対処するための基本的な計画を定めており、上下水道局はそれに基づいて、「名古屋市上下水道局地震対策」(以下、「上下水道局地震対策」という)を策定し、事前対策と災害時の活動マニュアルとしてとまとめています。「名古屋市上下水道局事業継続計画(地震対策編)」(以下、「上下水道局BCP」という)はそれら計画との整合を図りつつ、能島教授を含めた上下水道局BCP監修委員会の皆さまに助言を頂きながら、平成24年3月に策定しました。

上下水道は市民の安心・安全な生活や活発な都市活動の基盤として必要不可欠なライフラインであり、災害時においても市民に与える影響を最小限にとどめることが必要です。しかし、大規模地震が発生した場合、上下水道事業の継続に必要なリソース(人、物、情報など)が震災の被害で制限を受け、事業継続が困難になる恐れがあります。上下水道局BCPは震災によるリソースの制限をあらかじめ想定し、災害対応を速やかに実施するとともに地震発生時においても重要な業務を継続することを目的として策定されています。応急給水の人員などは不足しますが、本市では上水道、工業用水道及び下水道を一体として管理していますので、この組織運営を活かした対応を考えています。ただし、復旧については上下水道ともに人員不足が予想されますので、他都市の応援や地域の協力業者との連携も考えています。

具体的には、上下水道局地震対策で定められた災害対応業務の中から、発災後30日以内に実施すべき業務を取り出し、これに災害時にも継続する通常業務を加えたものを「優先実施業務」として明確にしました。また、継続する業務にも「優先度」を付け、対応可能時期を明確にしました。平成24年度に策定しましたが、市全体の防災計画の改定に合わせて見直しを進めている状況です。

—能島教授は、名古屋市の事業継続計画(BCP)の策定に関わられたと聞いておりますが、計画の策定の際に注意されたことなど、コメントいただけます

でしょうか。

**能島** 通常の防災計画では、粛々ととるべき行動を書き連ねてゆくような表現になることが多いのですが、事業継続計画では、資源が有限であることや、様々な行動制約が伴うことを認識するところに原点があると思います。そのため、最低限守るべき重要業務を絞り込むことと、失われた業務を回復させるための時系列的な優先順位を定めて、段階的に効率よく業務回復を図ることが重要なポイントとなります。

ところが、水供給処理機能は社会的にみると、それ全体が重要業務ですし、局内での職務分掌の中ではお互いに譲れない部分がでできますから、重要業務の絞り込みや優先順位付けというのは、なかなか難しい面もあります。ここをいかにクリアするかが課題だと思っていました。また、山下次長もおっしゃいましたが、上下水道局で一体としての事業継続計画を策定するわけですから、大変ユニークな取り組みです。上水道、下水道と別組織に分かれていては難しいような組織内連携が可能というメリットを最大限活かされれば良いと思っておりました。

これに関しては、現実をしっかりと直視した綿密な業務分析のもとで、重要業務の選別と業務回復の優先付けがなされています。また不足するリソース量もきちんと定量化され、具体的な対応策として、上下水道に関わる職員の相互融通を含めて、リソース不足をうまく補完する対応計画が検討されています。また、水循環系全体システムとしての総合的な復旧計画の策定イメージが盛り込まれるなど、ユニークなものになっています。

一方で、いざというときに真に実効性を発揮することができるかどうか、つまり絵に描いた餅にしないための努力は続けてゆかなければなりません。事業継続計画では便宜的に想定地震を定めています。やはり想定外の事態に対しても、柔軟に対処できるような体制であるべきと考えます。これについては、ゴールはないものと考えた方が現実的で、継続的に見直しとスパイラルアップを図るため、PDCAサイクルを確立することが重要だと思います。名古屋市のBCP策定を計画した後に、東日本大震災が発生しておりますので、山下次長もおっしゃいましたが、PDCAサイクルで見直しを図られることでよいものになっていくと思われま



山下 研二  
名古屋市上下水道局次長兼技術本部長

—BCPとも関連がありますが、山下次長から新聞紙上に掲載されている南海トラフ地震の被害想定などについて、被災したうえでの目標や目安（たとえば、断水は何日で解消など）をお話いただけますでしょうか。

**山下** 平成26年3月に本市が公表した南海トラフ巨大地震に対する水道の被害想定は、「過去の地震を考慮した最大クラス」に対し、発災直後の断水率は約30%と想定しています。発災後は、復旧作業を行い、4週間程度を目途に復旧の完了を目指します。今後は、上下水道局地震対策や上下水道局BCPなど各種マニュアル、訓練等を活かしながら、さらなる早期復旧を目指しています。心配しておりますのは、電気の部分です。浄水場からの送水の部分で電気が重要になっています。非常用発電設備の整備と重油の確保、地元の石油業協会などとも連携を図れるようにしています。上下水道事業において、下水道で雨水ポンプに重油タンクなどのストックがあるので、それを1日でも2日でも流用できないかと考えています。平成12年の東海豪雨で、野並ポンプ所の燃料の供給ポンプが水没しました。ポンプは稼働していたのですが、燃料が送れなくなりました。汚泥処理場の重油をポリタンクなどに詰めて舟で運んでポンプを動かした経験もあり、様々な手法を考えています。名古屋市指定水道工事店協同組合との合同訓練、地域との訓練などを通じて少しでも応急給水、復旧が早まるように取り組んでいます。

**能島** それは上下水道局一体のメリットが活かされていますね。また従来の考えでは、送水ポンプを稼働

させるだけの電気はなく、建物を維持するのみの照明やパソコンなどでの非常用発電と考えられていましたが、送水ポンプも稼働させられる発電機を導入されているのですか。

**山下** 浄水場では、浄水処理、送配水ポンプを稼働できる容量の非常用発電設備を導入しているところです。現在、南海トラフ巨大地震時においては発災後3日間程度の電力の不安定さが言われています。ハード面の整備として、3日間分の備えは難しいですが、少なくとも12時間は対応できるように燃料貯蔵を備えています。他の施設が稼働していても、根元の施設が稼働しなければ、意味をなさないと考えています。

—南海トラフ地震が発生すると、東日本大震災のように被害が広範囲に及ぶと想定されます。その場合に広域的な連携が必要になってくると思われそうですが、そのためにはどういったことが必要となるのでしょうか。

**能島** 南海トラフ巨大地震を想定した場合、広域同時多発する膨大な被害量にどう対処するかが最大の課題になりますので、被災地外の同業事業者からの受援体制の早期確立がポイントになります。これについては、相互応援協定を締結するなど、平常時から風通しを良くしておいて、お互いに顔が見える関係を築いておき、災害時の発動をスムーズしておく必要があると思います。人員、復旧資機材、重機、車両、燃料、多岐にわたるロジスティクスの運用に加えて、復旧計画や応急供給計画の策定や、漏水調査・被害調査などに関するノウハウなども重要な要素となるでしょう。

阪神・淡路大震災の被災経験を踏まえて、全国規模の広域支援体制は随分改善され、東日本大震災においても有効に機能したわけですが、それでも被災地では、復旧リソースの不足、交通アクセスの困難、情報通信機能の低下など、様々な復旧阻害要因があったことが報告されており、現場対応の難しさが露呈しました。例えば、通信状況の資料を見ていただくと被災地では、固定電話、携帯電話、メールと半数以上が通じなかったとなっています（図6）。支援側が受援側に対して、支援する力をいかに広域に有効的に活かせるかを見極めたうえでタイミングよく支援しなければなりません。当然ですが、災害直後は混乱し、情報

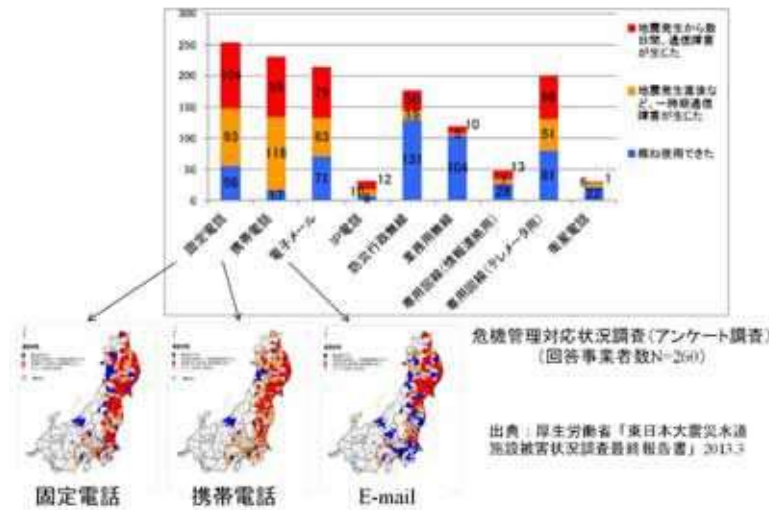


図6 地震発生後の通信状況 【上水道】

が錯綜し、全体像が見えない中であるべき姿を模索していくことになりますので、初動体制をどのように構築するのが重要になります。南海トラフ巨大地震では、東日本大震災をはるかに上回る規模の被害が想定されているわけですから、広域連携はひときわ重要な意味を持つことになります。

**山下** 本市では、災害が発生した場合に、どの班(職員)がどの車を使って出発するのかはあらかじめ決定しており、東日本大震災の際にも同様の体制で対応しました。これは、日頃の訓練の成果でもあります。また、水道関係の民間事業者2団体132社との間で応援協定を締結するとともに、南海トラフ巨大地震が発生した場合の広域的な連携として、東京都を含む政令指定都市(千葉市、相模原市を除く)の水道事業者間では、「19大都市水道局災害相互応援に関する覚書」を締結しています。さらに、「日本水道協会中部地方支部」(以下、「日水協中部地方支部」という)では、支部内の9県支部間において「災害時相互応援に関する協定」を締結し、災害時の支援体制を構築しています。また、発災時においても浄水場の非常用発電設備を継続的に稼働させるために必要な燃料を確保するため、民間業者との協定を締結するとともに、「19大都市水道局災害相互応援に関する覚書」における本市の応援幹事都市である横浜市

水道局と、平成25年2月に「災害時における燃料供給の相互協力に関する覚書」を締結しました。応急給水および応急復旧用の資機材については、19大都市間や日水協中部地方支部間で各水道事業者が保有する加圧式給水車の台数や容量、資機材などの情報の共有化に常日頃から努めています。ただし、緊急時ほど要請を出しにくいものだと感じています。

**能島** 本当の被災地は情報を出せません、電話連絡して言葉で伝えることもできない状況ですから。情報が無いところをもっとも被害が大きな地域です。

**山下** 先生がおっしゃるとおりで、東海豪雨の際でも最初に情報が上がってきた地域では、被害が少なく、最後に情報が届いた地域の被害は甚大でした。

一市民の立場になって、能島教授からはご発言をいただきたいのですが、まず、住民には南海トラフ地震に対して、どういった備えや心構えが必要になってくるのでしょうか。

**能島** 平常時は空気のように「使えて当たり前のライフライン」ですが、地震時には「使えなくて当たり前のライフライン」と考えて、私たち市民は覚悟して備えておかなければなりません。人的被害や家屋被害などと比べると、かなり低い震度でもライフラインは止まる可能性があります。「ライフライン停止を未然に防ぐ、

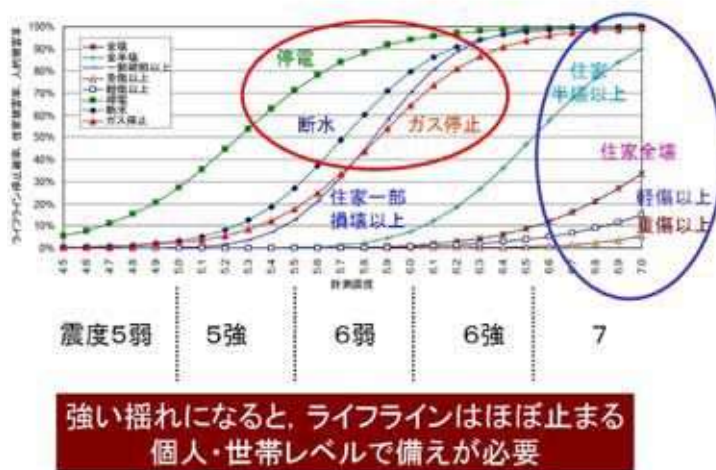


図7 震度と被害のおおよその関係

応急供給をする、早期復旧を成し遂げる」というライフライン事業者側の防災対策を「公助」とすれば、それにはおのずと限界があります。地震規模が大きくなると被害を完全に防ぐことはできませんから、ある程度の期間のライフライン停止は避けられません(図7)。強い揺れになりますと、ライフラインはすぐに止まります。市民として自分の命を守る、家族の命を守る、地域として生き残る意味では個々人が水の備え、断水の備えをしなければなりません。また、一人一人が防災の担い手の意識を持つことが重要です。被害想定に対しては「被害を受けることがわかっているのに何故対策しないのか」と詰め寄るような態度をとる人もいますが、そういう論理は通用しません。

その一方で、ライフライン事業者が防災対策を進めてそれをPRすればするほど、市民サイドでの備えが必要ないように受け取られてしまうという困ったジレンマもあります。講演会などで防災の話をさせていただく時には、市民一人一人が地震対策の担い手であることを、いつも強調するようにしています。このことは、広域巨大災害では特に大きな意味を持ちます。自助・共助がしっかりできていれば、自分を助けるという本来の効果があるだけではなく、被災地全体での救援必要量を減らすことができます。つまり、公助としての有限な資源を、本当に必要としているところに集中させることができるわけで、社会全体の防災効率率は向

上します。ライフライン停止は避けられないと認識して、事業者側から積極的に、自助・共助の努力を市民に呼びかける必要があると思います。

被害を受けてしまったあとの段階で、利用者の自助・共助を促進する工夫も必要です。ライフライン事業者側としては、利用者が求めている情報のニーズは何かを見極め、適切な情報提供を行うことが重要になるでしょう。例えばライフラインの復旧見込みの情報があれば、利用者は残った少量の水を有効に使うなどして、事態をしのぐために知恵を絞るはずですが。ホームページはとても有効な情報伝達手段ですが、これからはソーシャルメディアなどの活用も考えられるのではないのでしょうか。

一名古屋市では、住民の方々にどういった心がけが実施されているのでしょうか。また、これからされる予定でしょうか。

**山下** 地震等の災害が発生した場合、当局職員が応急給水施設に行き応急給水活動を行うとともに、給水車等による運搬給水や応急復旧などの応急活動をあわせて実施することになっています。しかしながら、広範囲で被害が発生した場合、当局職員による応急活動にも限界があり、さらに今後も組織がスリム化・効率化され、職員数が減少していくことが予想されます。そこで、災害時におけるマンパワー確保や





写真1 局職員と組合による仮設給水栓設置訓練

省力化を図るために、住民の自助、共助をお願いしていかなければならないと考えています。また、名古屋市指定水道工事店協同組合（以下、組合）とパートナーシップを結んでいて、組合に仮設給水栓（いわゆる給水スタンド）を事前に渡しておき、それを組合に設置していただきます（写真1）。私たちが事前に対策を練る、計画することは当然ですが、どうしても人員的に不足する部分では、組合や市民の方々に協力していただきたいと考えております。

市民との協働の一つとして、避難所である全ての市立小学校に地下式給水栓（写真2）を整備しています。地下式給水栓は、地震などの災害時に、避難した方が自ら操作して給水してもらう設備です。平常時から地域の自主防災訓練等において職員がその操作方法を説明しています。住民の方々の意識改革も必要になります。

また、地下式給水栓や応急給水施設等の各種防



写真2 地下式給水栓

災に関する情報について、局公式ウェブサイトへの掲載や各種パンフレットの配布等によるPRに努めています。さらに、市民の方々には1人3日分の飲料水（9リットル）を備蓄するようお願いするとともに、その啓発を目的として、災害用備蓄飲料水「名水」を期間限定で販売しています。また、今年は100周年を記念したデザインの名水（写真3）を制作しました。



写真3 災害用備蓄飲料水「名水」

—お聞きになられて、能島教授のコメントを頂けますでしょうか。

**能島** 被災者の意識の部分は地道な活動が重要になりますし、行政が実施する部分と住民が自分で行う部分の線引きをするためにも自助の意識を深めていかねばなりません。また、多くの事業者が名古屋市の防災事業を参考にされて、減災に取り組まれることを期待します。

—貴重なお話をありがとうございました。

## 特別企画

# ダクタイトル鉄管の耐震性および長期耐久性

平成25年3月に策定された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、今から50年・100年後の将来を見据え、地震に対して長期に安心できる水道管路の構築が重要とされている。ダクタイトル鉄管は長年にわたって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。本報告ではダクタイトル鉄管の耐震性および長期耐久性をまとめ、以下に説明する。

### ダクタイトル鉄管の耐震性および長期耐久性

- ① 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。
- ② 耐震計算法が地震観測結果に基づいて確立されている。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

#### 特長①

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。

図1、2に実際に40～53年間使用されたダクタイトル鉄管の引張強さおよび伸びを示す。いずれも新品と同等であり、材質に経時的な変化はない。

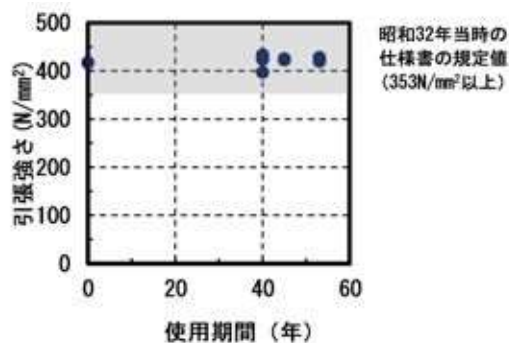


図1 管体引張強さの経時変化

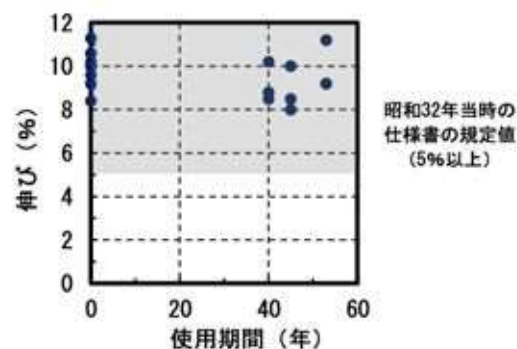


図2 管体伸びの経時変化

#### 特長②

耐震計算法が地震観測結果に基づいて確立されている。

耐震継手ダクタイト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(図3)。例えば、図4に一例として示す計測結果から次式が得られた<sup>1)</sup>。

継手伸縮量  $e = \epsilon \times L$   
 ( $\epsilon$ :地盤ひずみ、 $L$ :管長)

ダクタ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(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。

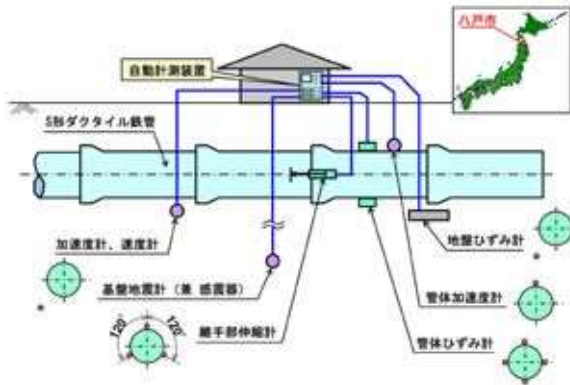


図3 地震時の管路挙動観測システム例

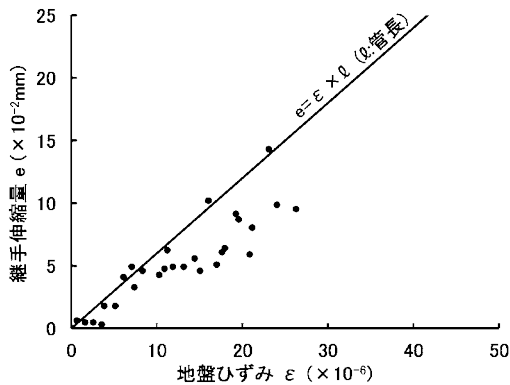


図4 地震観測で得られたデータの例 (地盤ひずみと継手伸縮量)

**特長③**

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<sup>2)</sup>。すなわち、レベル2地震動・悪い地盤に埋設された状況で地震を受けても、管体に変形は残らない。

表1 埋設管路の耐震性能と照査基準<sup>2)</sup>

	レベル1地震動	レベル2地震動
	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	

**特長④**

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、液状化発生地域や盛土崩壊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(これまで11箇所を調査)。

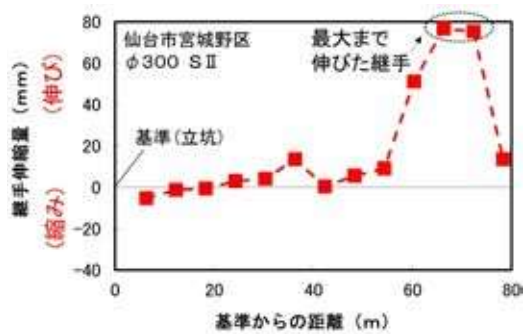


図5 耐震管路の挙動調査実績

## 特別企画

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6に示す<sup>3)</sup>。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。
- ③ まだほとんど伸縮していない継手もあり、管路全体としては十分に伸縮できる余裕がある。



【管路全体での伸び率】  
伸び率 約0.3% < 許容値1%

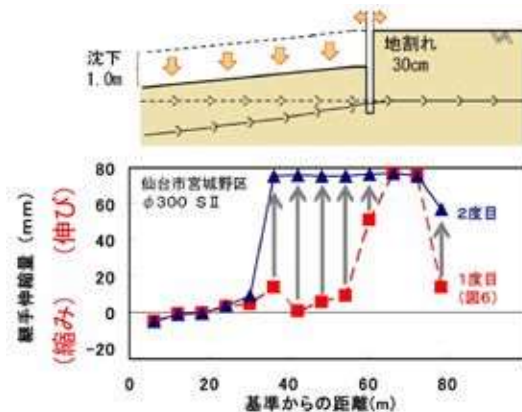
図6 東日本大震災の管路挙動調査結果

### 2. 一度大地震を経験した後の耐震性

図6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7に示す。2度目の地震に対しても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。

このように、一度大地震を経験した後で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。

管路は面的に広がっており、さらに一度埋設すると簡単に掘り上げることが難しいため、一度大地震を経験した後の耐震性も重要である。



【管路全体での伸び率】  
伸び率 約0.8% < 許容値1%

図7 2度目の地震に対するシミュレーション結果

#### 特長⑤

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8に、硬度を図9に示す。引張強さおよび硬度は新品と変わらず、経年による大きな変化はない。

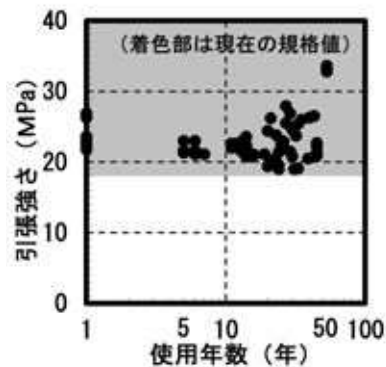


図8 ゴム輪の引張強さの経時変化



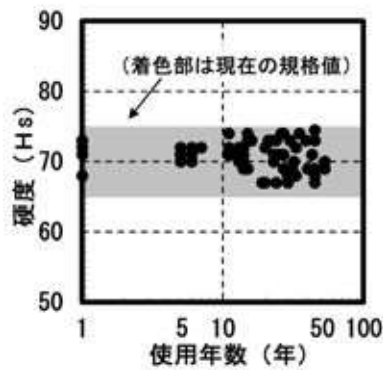


図9 ゴム輪の硬度の経時変化

## 2.内外面塗覆装

### (1) モルタルライニング

実際に横浜市で長期間使用された管を、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<sup>4)</sup>(表2)。全厚で中性化しているもの(供試体No.5,7)も含め、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。

表2 塩水浸漬試験結果

供試体 No.	経過年数	中性化深さ (mm)	中性化率※ (%)	24週後発錆の有無
1	未使用管	0.0	0.0	なし
2	17	0.3	8.7	なし
3	25	0.0	0.0	なし
4	25	2.1	42.8	なし
5	32	4.3	100.0	なし
6	33	2.9	57.5	なし
7	33	3.1	100.0	なし
8	34	2.6	87.5	なし
9	35	0.1	4.2	なし
10	35	0.4	12.5	なし

※モルタルライニング厚さに対する中性化深さの割合  
備考 比較のためモルタルライニングを完全に取り除いた管片で行った試験では4週間で発錆が見られた。

### (2) 内面エポキシ樹脂粉体塗装

約20年間使用された内面エポキシ樹脂粉体塗膜の付着強さ、吸水率、インピーダンスおよび塩素浸透深さを表3に示す<sup>5)</sup>。付着強さ、吸水率、インピーダンスは新品と同等であり、粉体塗膜の劣化は認められなかった。また、塗膜表面からの塩素浸透深さは、塗膜の厚さ約300 $\mu$ mに対して20 $\mu$ m以内であり、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を確認した。

表3 粉体塗膜の調査結果

調査項目	φ100直管 (埋設年数19年)	φ150異形管 (埋設年数23年)	φ150異形管 (埋設年数20年)	新品の値
付着強さ <sup>1)</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	平均8.9 (8.0,8.4,10.4)	平均5.9 (5.3,6.6,5.9)	平均6.8 (5.5,6.8,8.2)	平均5~10
吸水率 <sup>2)</sup> (%)	平均0.4 (0.4,0.4,0.5)	平均0.4 (0.4,0.3,0.4)	平均0.2 (0.2,0.2,0.2)	平均0.2
インピーダンス <sup>3)</sup> ( $\Omega$ )	平均 $7.4 \times 10^5$ ( $7.0 \times 10^5 \sim 7.7 \times 10^5$ )	平均 $8.2 \times 10^5$ ( $7.8 \times 10^5 \sim 8.6 \times 10^5$ )	平均 $1.4 \times 10^6$ ( $1.3 \times 10^6 \sim 1.5 \times 10^6$ )	平均 $7.9 \times 10^5$
塩素浸透深さ <sup>4)</sup> ( $\mu$ m)	17	14	13	0

- 1) JIS K 5600-5-7
- 2) JIS K 7209
- 3) JIS K 5400-2001
- 4) EPMA(電子線マイクロアナライザ)による、塗膜表面からの調査



呼び径150 異形管  
(23年間使用)  
異常は認められず良好

図10 粉体塗膜の状況

## 特別企画

### (3) 外面耐食塗装

外面耐食塗装は、鉄管外面の耐食皮膜の耐食性を向上させたものである。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。

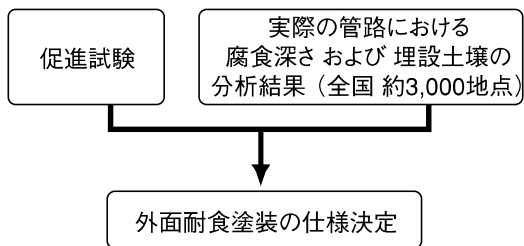


図11 外面耐食塗装の仕様決定法

この外面耐食塗装管も全国各地の腐食性の強い土壌に埋設し、管の状態を継続して調査している。例として腐食性の強い海成粘土に5年間埋設された管の状況を図12に示す。いずれも赤錆の発生は認められなかった。



図12 海成粘土での埋設試験

### 3. 継手性能

#### (1) 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<sup>6)</sup>。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13 53年間使用された管の外観状況

#### (2) 離脱防止性能

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<sup>7)</sup>。この管は過去震度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年以降に発生した、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)相当の引張り力3,000kNを19回負荷し、20回目に4DkN相当の引張り力4,000kNを与えた。引張り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

負荷条件	結果
引張り力3,000kN×19回	異常なし
引張り力4,000kN×1回	異常なし

## 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行きたいと考える。

## 【参考文献】

- 1) 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
- 2) 日本水道協会:水道施設耐震工法指針・解説2009年版 I 総論、p87~92
- 3) 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
- 4) 滝沢智、牛窪俊之、森田裕之、石井和男、近藤秀一:「ダクタイル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
- 5) 日本ダクタイル鉄管協会:内面エポキシ樹脂粉体塗装ダクタイル鉄管について(2009)、p10~14
- 6) 宮崎俊之、丹羽真一(桂沢水道企業団):「国内最初の遠心力鑄造法によるダクタイル鉄管の調査—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
- 7) 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



名古屋市上下水道局  
計画部長 小野田 吉恭

## 1. はじめに

なごやの水道は、木曾川の清く豊かな流れに恵まれ、大正3年(1914年)に鍋屋上野浄水場から給水を開始して、今年9月に100周年を迎える。

創設当時30万人強の人口にも拘わらず、将

来需要100万人を見込んだ導水施設を計画するなど、先人たちの英断からはじまり、その後の水需要の増加等に対応するため8次にわたる拡張整備を経て、これまで「断水のない なごやの水道」という歴史を築き、現在に至っている。



図1 高水準水道システムの概念図



その間、高度成長期には水需要の増大に伴い、施設を拡張整備していくことで「量の確保」に努めた。水需要の急増は、昭和48年のオイルショックを契機に落ち着いたが、漏水や赤水などの発生が目立つようになり、漏水防止や地震対策などの安定性の向上や、赤水・濁水の解消などの水質の向上を図る「質の向上」を目的とした維持管理の時代へと移り変わった。

現在は、拡張整備時代に建設された施設の老朽化が進み、施設そのものの大量更新時代

を迎えつつある。また、水道水の安全性やおいしさに対する関心の高まりといったお客さまのニーズの変化や、環境への取り組みといった水道事業に対する新たな社会的要請に対応できる施設も求められる時代となってきている。

これらの「新たなニーズ」へ対応するため、名古屋市では施設の更新に合わせた水道システムの再構築を図ることとし、以下の3つの視点を持った高水準水道システムの実現に向け取り組んでいる(図1、表1)。

表1 高水準水道システム実現への方針

<p><b>環境にやさしい水道</b></p> <p>自然流下による運用範囲の拡大や省エネ型設備への更新、太陽光発電設備の増設など、水道事業におけるエネルギー消費量の低減を図り、より環境にやさしい水道システムとする。</p>
<p><b>地震・事故に強い水道</b></p> <p>老朽化施設や軟弱地盤地域に立地する施設など、大規模地震発生時に被害が発生する可能性が高い施設の整備を優先的に行うとともに、基幹施設を結ぶ管路などの重要な管路の耐震化やバックアップ体制を強化し、より地震・事故に強い水道システムとする。</p>
<p><b>安全でおいしい水</b></p> <p>送水ルート・配水区域の変更などを実施することで、きめ細かな水質管理や流速時間<sup>※</sup>の短縮などを行い、より安全でおいしい水を供給できる水道システムとする。</p> <p>※ 流速時間とは、水道水を浄水場からお客さまへお届けするまでの時間である。</p>

本稿は、高水準水道システム実現に向けた事業の一つである、犬山系導水路の更新工事について報告するものである。

## 2.整備方針

現在、本市は、愛知県犬山市と一宮市にそれぞれ取水場を有し、犬山系と朝日系の2つの系統の立地条件を活かして送配水を行っている。犬山系には春日井浄水場と鍋屋上野浄水場があり、主に東部丘陵地帯に配水している。その配水区域は地盤高に応じて設定され、配水塔や配水池からの自然流下による配水を中心としている。また、朝日系には大治浄水場があり、西部の平坦な地域にポンプ圧送による配水を行っている(図2)。



図2 現行の水運用

高水準水道システムではこれらの水運用を見直し、地盤高が高い犬山系施設の位置エネルギーに着目し、犬山系統からの自然流下による配水を有効に活用できるよう、送水ルートや配水区域

を変更することとした。この変更により犬山系の配水量を増加させると、犬山系と朝日系の配水量の割合が、これまでの6:4から7:3に移行することになる(図3)。



図3 変更後の水運用

こうした水運用への移行を実現するため、以下のように整備方針を策定した。

- 犬山系導水路はA・B・Cの3条で構成され、それぞれの口径は主に、A管:1250mm、B管:2000mm、C管:2000mmである。A管は約8割(約12.4km)がダクトイル以前の铸铁管(昭和4年布設)であり、地震時の被害が予想される。また、老朽管であるため緊急時にポンプ

による圧送ができない。

このため、耐震継手のダクトイル鉄管に布設替えすることにした。

- 犬山系への水運用シフト(7:3)後においても、運用コストと環境負荷の低減に向け、自然流下で導水できる口径が必要である。また、B管・C管は主としてダクトイル鉄管や鋼管で構成されており、一定の耐震性は確保されているが、共に同時期の布設(昭和40～昭和46年)で



図4 犬山系導水路位置図

あるため、新A管はB管・C管の更新時におけるバックアップ機能を備えた口径とバルブの設置が必要になる。そこで、口径を呼び径2000に増径することにした。

### 3.工事内容

#### (1) 工法

犬山系導水路用地は、上部が尾張広域緑道として、散策・遊戯などに利用されている。緑道公園施設や周辺住民等への配慮、取水場から春日井・鍋屋上野両浄水場への自然流下による導水量を考慮し、シールド工法とした。

犬山系導水路は、できるだけ自然流下で安定的に導水することを目的としているが、B管・C管更新の際のバックアップ時等には、圧送状態でも使用するため、トンネル内部に耐震性のあるUS形ダクタイル鉄管を挿入する構造とした。

#### シールド工

- 泥土圧シールド工法
- セグメント外径2950mm
- 掘進深度 約9m～17.5m

#### シールド内配管工(2次覆工)

- 呼び径2000ダクタイル鉄管および鋼管
- 充填工(エアモルタル)



図5 断面図

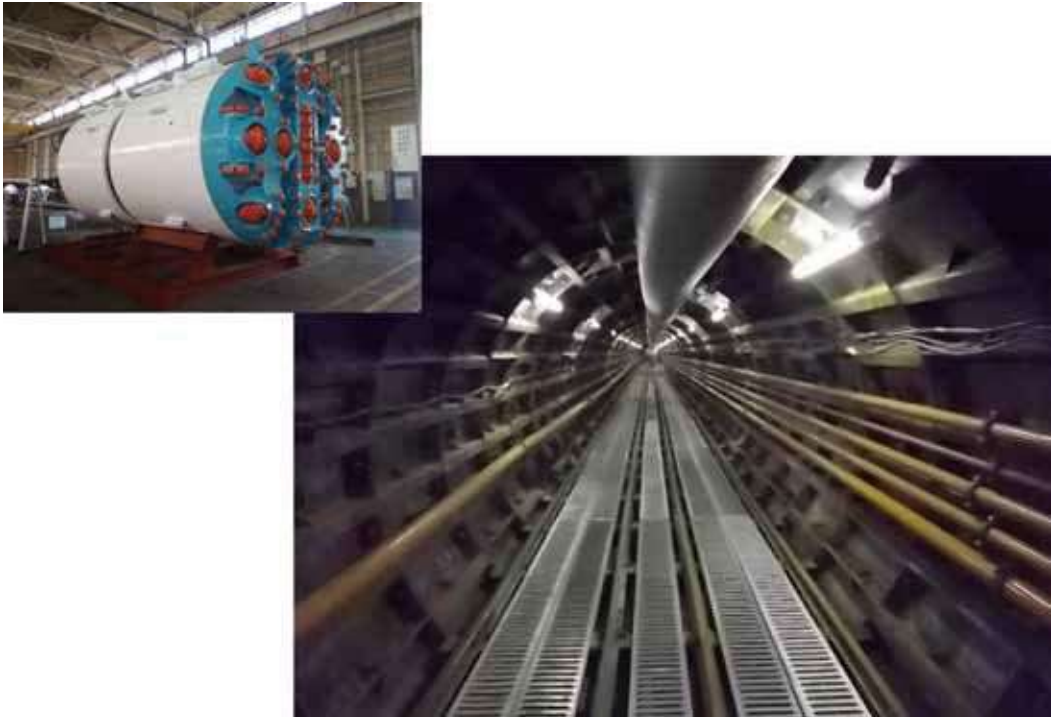


写真1 シールドマシンおよびシールド坑内



写真2 US形ダクタイル鉄管搬入状況



(2) 工事区間

新A管の導水能力から、その上流部は2000mm以上の口径を確保する必要があることや、不断水工事など作業ピットを築造するスペースを確保するため、起点は犬山取水場にある既設の三光寺接合井(犬山市大字犬山)とすることとした。

三光寺接合井は、自然流下でのB管・C管の起点でもあることから運用上断水できないため、コンクリート製の接合井からの不断水工法による分岐が必要であった。また、シールド内で分岐工事を施工することは困難であることから、接合井付近にシールド到達用兼不断水分岐工事用の立坑を設け施工することとした(図6、図7、図8)。

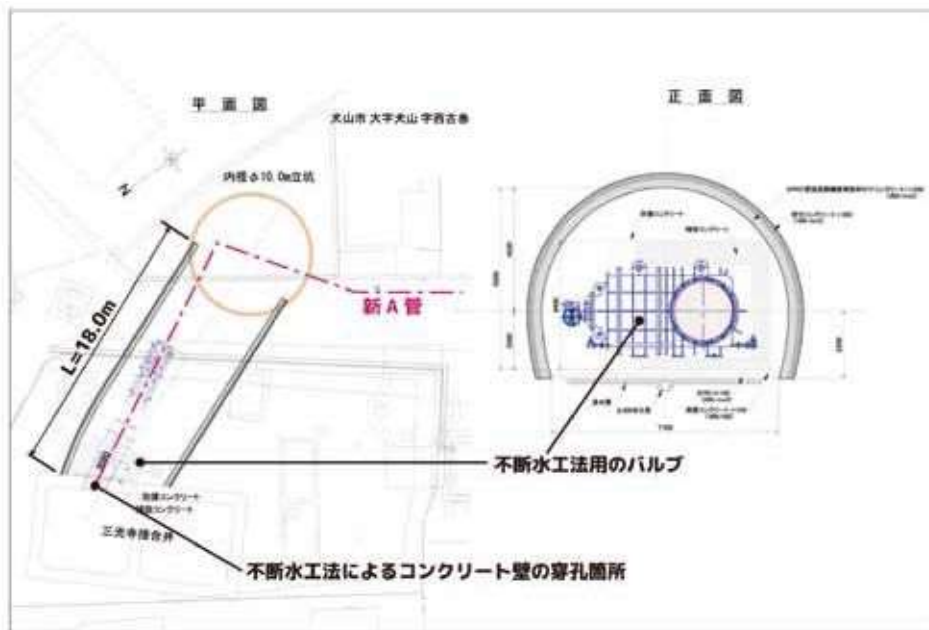


図6 分岐部施工図



写真3 分岐部施工状況



写真4 コンクリート切片引抜状況

立坑は内径10m、深さ27mで、立坑から三光寺接合井へ向けて水平方向に馬蹄型のトンネルを掘削することとした。

工事区間の終点としては、昭和62年に布設した呼び径1350のK形ダクトイル鉄管（春日井市鷹来町付近）へ連絡することとした。これで既設A管の古い材質の铸铁管を解消することができる。

犬山系導水路新A管整備工事は、現在全6工区のうち、第1工区、第2・3工区、第4工区を発注し工事を施工している。給水収益が減少傾向にあるなど、水道事業を取り巻く環境は厳しい状況ではあるが、高水準水道システム実現のため、今後も、残りの第5工区、第6工区を引き続き発注・施工していく予定である。

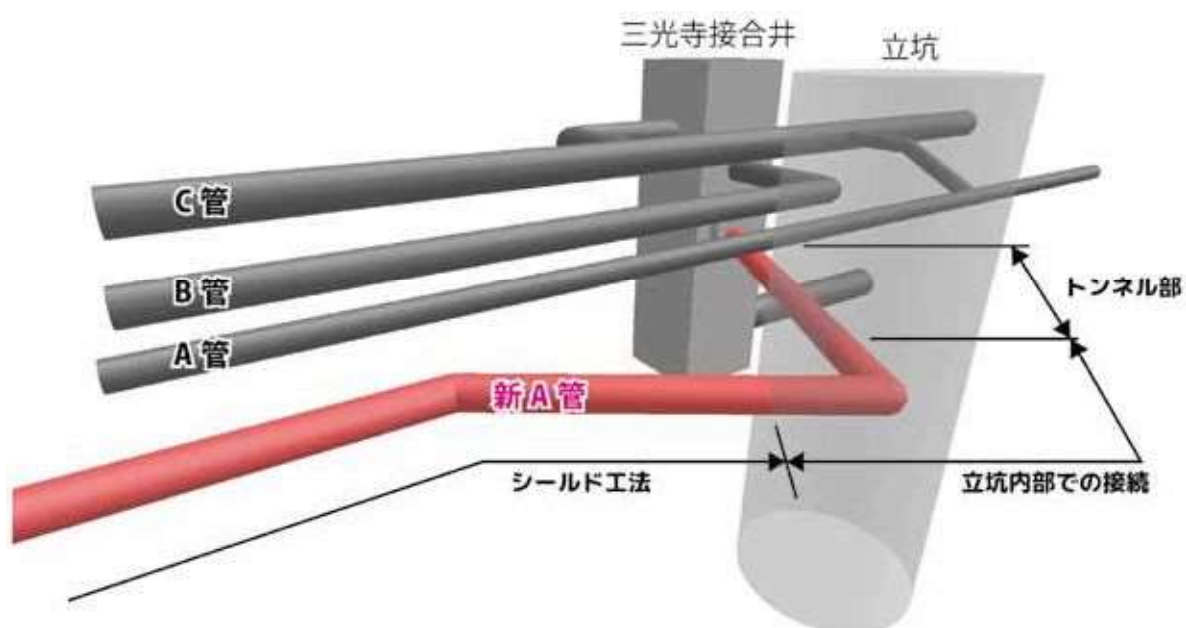


図7 起点分岐イメージ



図8 犬山系導水路管網イメージ

#### 4.おわりに

現在、本市では高水準水道システム構築のための基幹施設の整備として、本工事の他にも、鍋屋上野浄水場太陽光発電設備の増設、鍋屋上野浄水場緩速ろ過池の更新、東山配水場配水池の更新、東春送水幹線・東名送水幹線の管路内面の清掃、大治浄水場沈澱池の更新、大治浄水場本館の更新などを実施している。

これらの基幹施設の整備は費用も期間も必要となり、大変な労力を要する。しかし、施設的大量更新時代を迎えつつある現在は、まさに本市の水道システム全体を見直す絶好の機会であり、更新工事にあわせて基幹施設を再構築することで、先人たちが苦労を重ねて営々と築いてきた成果である「断水のないなごやの水道」を、さらに発展させて次の100年に継承したいと考えている。



さいたま市水道局  
給水部南部水道建設課  
主任 金子 恭久

さいたま市水道局  
給水部水道計画課  
主査 飛澤 政明

## 1.はじめに

さいたま市水道局(旧埼玉県南水道企業団)では、昭和53年の宮城県沖地震を契機に昭和54年から、「事前対策」、「施設の耐震化対策」、「応急復旧対策」、「応急給水対策」の4本の柱からなる震災対策を講じてきた。昭和59年からス

タートした第二次震災対策事業では、応急給水施設の拡充を図るため、平成元年から平成7年までに災害用貯水タンク(以下、「貯水タンク」という)59施設、平成8年から平成12年までに非常災害用井戸21施設を計画的に整備した。現在では、市内各所に貯水タンク67施設、非常災害用井戸22施設を有し、万一の被災時に備えている。

平成23年に発生した東日本大震災の影響により、さいたま市の水道施設である貯水タンクに地盤の液状化が原因と見られる浮き上がりが生じた(写真1、2)。貯水タンクは、岸町小学校の敷地内に設置された地下式タンクのため、浮き上がりが生じると、貯水タンク本来の機能の阻害に加えて、校庭の利用に支障をきたす他、施設利用者への安全面でも問題が生じるため、早期にかつ、期間制限のある中での復旧等の対応が求められた。

当施工現場においても5月に運動会、11月にサッカー大会が予定されていたため、校庭の使用に



図1 応急給水施設位置図



支障をきたさないよう、早期にかつ安全に施工する必要があった。

本稿では、まず現地調査により貯水タンクの浮き上がりの原因について考察し、浮き上がった貯水タンクに対して、平成25年4月から平成25年11月までに行なった復旧等の工事施工について報告する。



写真1 被災状況(貯水タンク)



写真2 被災状況(流入・流出部)

## 2.工事設計

### 2.1 既設貯水タンクの状況(施工前)

今回、浮上した既設貯水タンクの諸元は表1に示すとおりである。また、貯水タンクの下部には底版コンクリートが打設されており、その下にはコマ基礎が2段設置されている。さらに西側は仮設鋼矢板が残置されている。貯水タンクについて、目視による施設周辺状況の確認、貯水タ

ンク近傍のボーリング調査、既設鋼矢板の腐食状況調査を行なった。

表1 既設貯水タンク諸元

貯水タンク寸法	φ3000(100m <sup>3</sup> )
緊急遮断弁	有
材質	ステンレスクラッド鋼
設置年度	平成元年(1989年)

#### 2.1.1 ボーリング調査

学校敷地内の既設貯水タンク近傍2箇所において機械ボーリング調査を実施した。地質推定断面図は図2のとおりである。

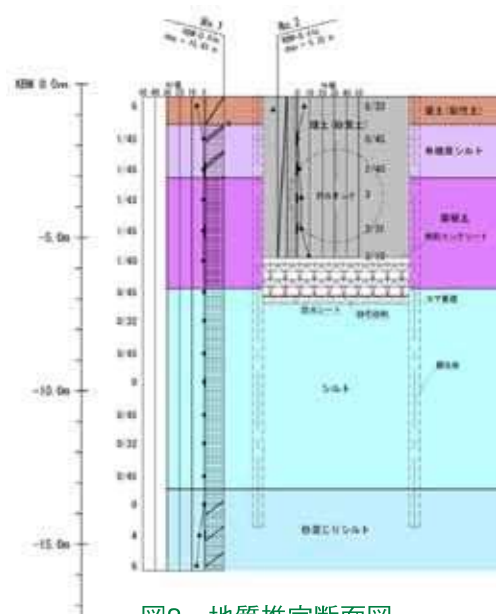


図2 地質推定断面図



図3 岸町小学校平面図

原地盤の土質区分は、GL-0.9mまで盛土で、以深は、GL-2.65mまで有機質シルト、GL-6.25mまで腐植土、GL-12.8mまでシルト、GL-15.0mまで砂混じりシルトの沖積粘性土層が確認された。なお、自然水位はGL-0.9mであり、盛土底部付近で確認された。N値は、盛土を除きGL-13.0m付近までN=0~1回と非常に軟らかい値を示し、GL-14.0m以深はN=4~6回と中位の値を示した。

一方、埋戻部の土質区分は、砂質土からなる埋土でGL-5.25mにて土留矢板内側底面の底版コンクリートが確認された。N値は、N=0~9回で非常に軟らかい、緩い値を示した。

2.1.2 鋼矢板腐食調査

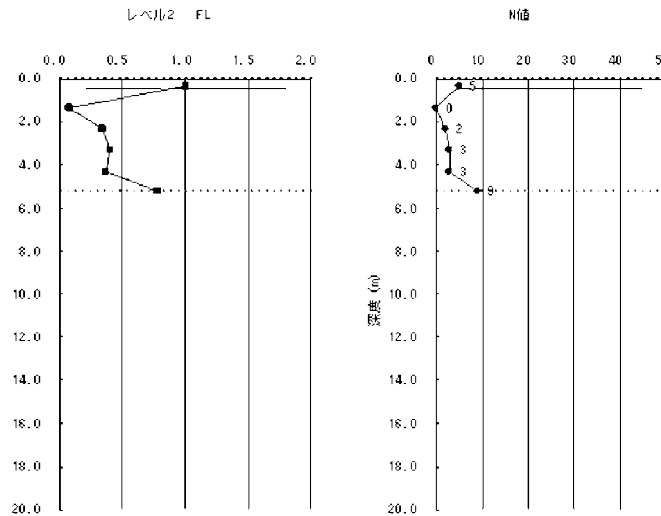
仮設鋼矢板が残置されている場合、浮上した貯水タンクを掘り出す際に活用できる可能性があるため、試掘により鋼矢板の存在およびその腐食状況を確認した。また、貯水タンクの更新を考えた場合、掘削底面に存在する底版コンクリ

ートの健全性が維持されていることも必要である。そこで、簡易動的コーン貫入試験で使用するロッドを地中に突き立てて、複数個所で底版コンクリート上面の深さを確認した。鋼矢板については目視による腐食確認のほか、超音波板厚計を用いて板厚測定も行った。

その結果、既設鋼矢板は、北西端で土被り1.2~1.3mで確認され、腐食は進行しておらず、新品時の公称板厚と同等であった。また、底版コンクリートの深さ確認では、西側2箇所において深さ5.28mで貫入できなくなり、東側2箇所においては、深さ5.37mで貫入できなかった。

2.2 被災要因の分析

貯水タンク近傍のボーリング調査結果を基に、水道施設耐震工法指針・解説に準拠した液状化判定および貯水タンクの浮き上がり判定を実施した。



地層区分	土層名	計算深度 x (DL- m)	N値	地震動レベル2			備考
				せん断強度比 R	抵抗率 FL	低減係数 DE	
1	B	0.32	5.0				地下水位
		0.45					
1	B	1.38	0.0	0.03	0.08	0	
1	B	2.35	2.0	0.15	0.34	1/3	
1	B	3.30	3.0	0.19	0.40	1/3	
1	B	4.31	3.0	0.18	0.38	1/3	
1	B	5.20	9.0	0.37	0.78	1	
		5.25					

図4 液状化判定結果

### 2.2.1 液状化判定

当該地盤の原地盤部は粘性土であり、液状化する地盤でないことが分かった。一方、貯水タンク周辺の地盤は、砂質土で埋め戻され、N値も非常に小さく、液状化する可能性が極めて高いと判断した。図4に示すように、埋戻土の液状化に対する抵抗率FLは全て1.0を下回り、今回の地震で液状化が生じていたものと推定される。

なお、今回の地震による地震動は、地震観測記録等から推定されており、当施工現場での推定地表面最大加速度を $280\text{cm}/\text{sec}^2$ として算出した。

### 2.2.2 浮き上がり判定

埋戻土が液状化することを踏まえ、水道施設設計指針に準拠した貯水タンク浮上の安全性に対する検討も併せて実施した。

表3に示すとおり、浮き上がり安全率 $F_u$ が1.0よりも小さくなり、実際の被害と同様に貯水タンクが浮き上がる結果となった。

### 2.2.3 被災要因の分析

岸町小学校の地盤条件は、原地盤は軟弱な粘性土であったが、埋戻土が緩い砂質土層であっ

た。また、地下水位がGL-0.45mと非常に浅く、埋戻土は飽和状態であった。

東日本大震災では、強い揺れが2分間程度継続し、埋戻し土で過剰間隙水圧が上昇し、上昇したまま長く維持された。周囲が粘性土地盤ということも過剰間隙水圧の消散を妨げたと考えられ、埋戻土が長く液状化状態にあったと考えられる。

したがって、貯水タンクが満水状態であったものの、液状化による浮力には抵抗できずに浮上に至ったと考察できる。

## 2.3 復旧対策工

### 2.3.1 貯水タンク本体

貯水タンクの復旧の考え方としては、図5に示す方法が考えられる。①貯水タンクを掘り出さずに再使用する方法、②貯水タンクを一旦掘り出して再使用する方法、③ダクトイル製貯水タンクへ更新する方法、④代替施設として深井戸を設置する方法である。当現場においては、既設貯水タンク本体や管路接続部の状況を確認した結果、貯水タンクは、切断した場合再使用することができないこと、校庭内での施工のため、安

表3 浮き上がり判定結果

躯体長さ L (m)	15.0
躯体重量 (鋼材部) W1 (kN)	208.53
躯体内径 R (m)	3.0
躯体鋼材厚 t (mm)	17.0
水の単位体積重量 $\gamma W$ (kN/m <sup>3</sup> )	9.8
躯体内水重量 W2 (kN)	1039.08
躯体全重量 W3 (kN)	1247.61
地中構造物の単位長さ当たりの質量 WB (kN/m)	83.2
非液状化層のせん断抵抗力 Q1 (kN/m)	0.0
地中構造物の単位長さ当たりの体積 V0 (m <sup>3</sup> /m)	7.23
地中構造物周辺土砂の飽和単位体積重量 $\gamma S$ (kN/m <sup>3</sup> )	20.0
浮き上がり安全率 $F_u$	0.58
判定結果	NG

全面や授業への支障に対する配慮が必要であること、軟弱地盤面での対策が求められた。

また、前回施工されたステンレスクラッド鋼とダクタイト鉄管を比較した結果、両者とも豊富な実績と機械的・構造的には十分な性能を有するが、

工期を極力短くでき、学校内での工事による影響を少なくすること、浮上などの影響を受けにくいこと、経済性および施工性が優れていることなどから、③ダクタイト製貯水タンクへ更新する方法を採用した。

復旧方法の考え方		復旧方法の概要	問題点	実施の可能性
①	貯水タンクを掘り出さずに再使用する方	貯水タンクの安定を確保しながら、貯水タンク周辺を徐々に掘削し、貯水タンクを沈設する方法。	貯水タンクの安定及び作業員の安全性を確保しながら施工を実施するのは極めて困難。	×
②	貯水タンクを一旦掘り出して再使用する方	先行地中梁併用自立鋼矢板案	-	○
		高剛性土留の壁設置案	-	○
		控え杭式土留め壁設置案	西側の控え杭が民地を侵す可能性が高い。	×
		地盤改良案	当該地盤が軟弱粘性土層であるため、改良体の安定が確保できる諸元が定まらない。	×
③	ダクタイト製貯水タンクへ新設更新する方	既設貯水タンクを撤去し、ダクタイト製の貯水タンクを新設する方法。	-	○
④	深井戸を設置する方	別の場所(小学校の敷地外)に深井戸を設置する方法。(既設貯水タンクについては撤去する)	-	○

図5 貯水タンク復旧方法

2.3.2 液状化対策工

今回の貯水タンクの被災要因が埋戻土の液状化が原因と考えられることから、図6に示す埋戻土による液状化対策工の検討を行なった。

埋戻土については、前回は良質な砂質土による液状化であったことや、経済性および適応性などを考慮した結果、石灰改良土による埋戻しを今回行なった。

埋戻し方法	①埋戻し土の締固め	②砕石等による埋戻し	③埋戻し土の固化	④流動化処理土の使用
概要図				
埋戻し材料	良質な砂、または埋戻しに適した現地発生土	透水性の高い材料。(例えば、D10が1mm以上の砕石等)で地下水より上方まで埋戻す。	改良土を購入	流動化処理土を購入
施工管理	締固め度で90%程度以上。 なお、90%程度以上でも周辺地盤が軟弱な場合には液状化した突撃事例があることから、現地の特性に留意することが必要。	道路管理者の基準にも従う。 (例えば、締固め度90%程度以上。)	液状化被害防止と再掘削を考慮した強度を確保する。	液状化被害防止と再掘削を考慮した強度を確保する。
特徴等	十分な締固めを行うことにより、埋戻し部の過剰間隙水圧を小さくすることができるため、液状化に対する効果は大きい。	躯体・管路近傍部の過剰間隙水圧が消散するため、液状化に対する効果は大きい。	埋戻し部が非液状化層となるため、液状化に対する効果は大きい。	埋戻し部が非液状化層となるため、液状化に対する効果は大きい。
経済性	中	小	小	大
適応性	・前回は良質な砂で埋戻されていると考えられるため不適。	・砕石による躯体・管材の損傷が懸念される。	・非液状化層により、躯体の浮き上がり防止対策に有効。	・非液状化層により、躯体の浮き上がり防止対策に有効。購入費が他の案よりも高価。
判定	×	△	◎	○

図6 液状化対策工の検討



### 3. 工事施工

#### 3.1 施工手順

既設貯水タンクと接続される流入・流出部の既設仕切弁2箇所については、貯水タンクが浮上した際に閉栓している。まず簡易不断水仕切弁を2箇所設置したあと、仮設管により配管し、既設貯水タンクおよび緊急遮断弁を撤去できる

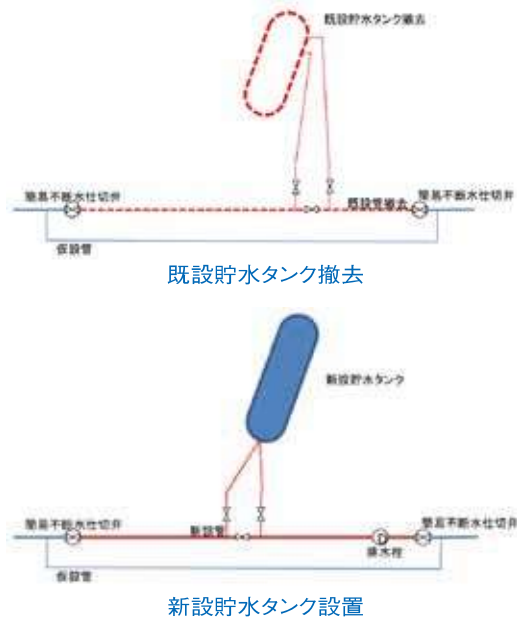


図7 施工手順

ようにする。既設貯水タンクを撤去した後、貯水タンクを更新し、新設水道本管と接続する(図7参照)。

仮設管を配管することにより、既設の貯水タンクおよび緊急遮断弁の撤去が可能となる。

貯水タンクの更新手順のフローについては、図8のとおりである。

既存の貯水タンク本体を撤去するために、新設貯水タンク周りに土留工を行なう。既設鋼矢板の引抜を実施した後、底盤改良を行ない、既設貯水タンクを撤去する。

貯水タンク撤去後、支保工、基礎工を施工した後、貯水タンクを設置し、改良土による埋戻しを行う。

今回、液状化対策工として改良土による埋戻しのほか、貯水タンクの材質はダクタイル製にしたこと、また、ワイヤーによる浮上防止金具取り付けを実施した。

#### 3.2 施工状況

既設貯水タンクは、端部が約1.2m浮上していたが、底盤部におけるコマ基礎に変位が見られなかった。更に、既設鋼矢板が残置されていたことを考えると、貯水タンク周りの砂質土の液状化により、貯水タンクが浮上したと改めて確認することができた。

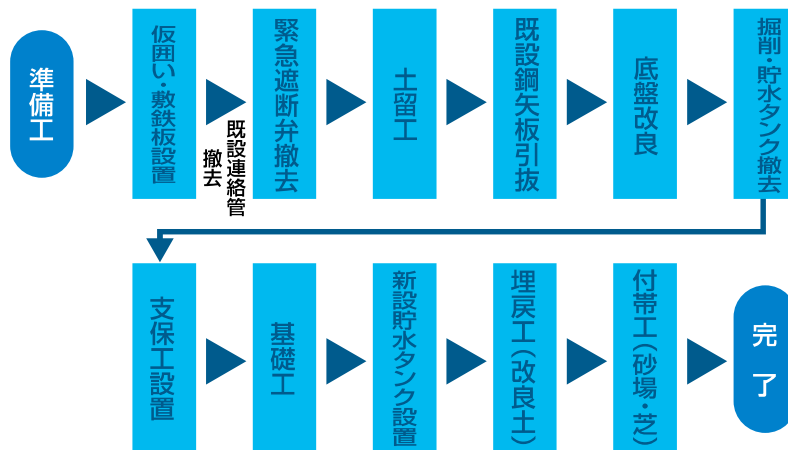


図8 貯水タンク更新フロー



写真3 既設貯水タンク（鋼製）撤去状況



写真4 貯水タンク（ダクトイル製）布設状況



写真5 貯水タンク（ダクトイル製）設置状況

## 4.貯水タンクの被害想定

### 4.1 再発防止に向けて

市内に設置された大部分の貯水タンクは平成7年に発生した兵庫県南部地震以前に設置された施設であることから、今回起きた事象を重視し、今後の大規模地震に備え、対策を講じる必要がある。

今後発生すると想定されている「さいたま市直下地震」および「東京湾北部地震」の2つの地震動に対して、対象66施設に対して被害想定（被害が発生する可能性の高い施設の抽出）を行なうとともに、被害が発生する可能性の高い施設について対策工の検討を行なった。

### 4.2 耐震対策優先度の設定

危険個所の抽出にあたり耐震対策優先度の設定は、①地盤の液状化発生の可能性、②貯

水タンクの浮き上がりの可能性、③液状化発生程度に着目し、「地形分類」、「材質」、「浮上防止金具」、「計測震度」の項目を評価することで決定した。（表4に「優先度設定における考え方」、表5「優先度設定」を示す）

### 4.3 危険箇所の抽出

設定した優先度を66施設に割付けた結果、優先度が高い順位に、Aランク8施設、Bランク4施設、Cランク10施設、Dランク44施設となった。

表4 優先度設定における考え方

評価項目		評価項目選定理由
液状化発生の可能性	地形分類	埋戻土が液状化し貯水タンクが浮上するためには、地下水位が高いことが必要条件である。 このため、 <b>低地部とそれ以外に位置する貯水タンクで優先度を区分した。</b> (低地部の方が液状化発生危険度が高い)
貯水タンク浮上がりの可能性	材質	埋戻土が液状化した場合でも、貯水タンク自体の重量(相対密度)が大きければ、浮上の危険性は小さくなる。 このため、 <b>クラッド製とダクタイル製の貯水タンクで優先度を区分した。</b> (クラッド製の方が浮上の危険性が高い)
	浮力防止金具	<b>浮力防止金具が設置されている場合は、</b> 躯体の浮上がりに対して抵抗するため、被害が発生し難いと考えられる。 このため、浮力防止金具が設置されている場合は、優先度としては、 <b>最低ランク(0ランク)</b> として扱う。
液状化発生程度	計測震度	今回の地震で被害を受けた貯水タンクは、計測震度で4.9以上の施設であった。 このため、 <b>震度5弱以上となる施設を対象に優先度決定</b> することを考えた。ただし、今回の地震では、さいたま市内では震度6弱以上を観測した場所はなく、震度6弱以上の地震に対しては経験がない。これを踏まえ、低地部に位置する貯水タンクで震度6強以上の強い揺れが想定される施設については、優先度を1ランク高く設定した。

表5 優先度設定

			浮力防止金物なし				浮力防止金物あり
			クラッド		ダクタイル		
			低地部	左記以外	低地部	左記以外	
計測震度	6.0以上	6強以上	A	C	B	D	D
	4.5以上 6.0未満	5弱～6弱	A	C	C	D	D

※低地部とは、地形分類で谷底平野、三角州、自然堤防、川・湖沼に該当するもの

被害発生の可能性が高い

↑

A : 優先度1  
B : 優先度2  
C : 優先度3  
D : 優先度4

↓

被害発生の可能性が低い

## 5.おわりに

本稿では、浮上した貯水タンクについて、浮上した原因を究明すると共に、その対応、復旧方法について報告した。今回、学校敷地内に貯水タンクを再設置するという施工条件、工程管理が厳しい中での施工であったが、ダクタイル製貯水タンクを採用することで工期内に無事に竣工できたことは、実績として非常に大きい。

本市には今回改良工事を実施した貯水タンク以外に66施設の貯水タンクがあることから、今後液状化による被害が発生する可能性の高い施設についてより詳細な検討をすることとしている。

検討にあたっては、各施設において現場・施工条件等にあった方法を選定していく必要があると考えている。

なお、本工事に関わった全ての関係者各位に厚く感謝し、本報告が同種工事の参考になれば幸いである。

## Technical Report 03

技術レポート

# 高松市における 配水管網評価業務について

高松市上下水道局  
水道整備課 水道計画係  
主任技師 中尾 信博



## 1. はじめに

高松市の上水道事業は大正10年に給水を開始し、水源の開発と安定した水道水の供給を目的に、これまで8期に及ぶ拡張事業を行ってきた。また、平成17年度に1市6町が合併し、平成24年度実績では、給水人口が約41万6千人、1日最大給水量14万8千 $m^3$ となっている。しかし、近年は、節水意識の向上や節水機器の普及等により水需要は伸びておらず、また、少子高齢化社会の到来による人口減少により、今後、水需要量は増加しないものと考えられる。このような状況下で、昭和40年代の拡張時代に建設した施設・管路が経年化しており、更新が必要となってきた。一方、現在の水道事業は、創設期—拡張時代を経て、高水準化時代を迎えており、市民ニーズに応える水道サービスの質的向上が求められている。

そこで、高松市では平成17年度以降、中長期的視点による管網整備計画策定を目的とし、「配水管網再評価業務」を実施してきた。本業務は、図面管理システムの管路データ、管体・土壌調

査結果および各種既存資料より、耐震性評価、老朽度評価、水理的重要度評価を実施し、総合的な評価による配水管更新優先順位の検討を行うものである。対象管路は、平成17、18年度は旧高松市の配水管、20年度は17年度に合併した近隣6町（香川町、国分寺町、香南町、庵治町、牟礼町、塩江町）の導水管、送水管、配水管とし、25年度には24年度末の高松市全域の管網とした。

なお、今回の再評価業務では、平成20年度と同様に図面管理システムの管路データ、継続して行っている管体・土壌調査結果および平成25年3月に香川県より公表された新しい想定地震動等を利用して、耐震性評価、老朽度評価、水理的重要度評価を実施し、総合的な評価による管路更新優先順位の検討を行った。

## 2. 評価方法（管路更新優先順位策定）の考え方

### (1) 検討フロー

管路更新優先順位は、「耐震性」、「老朽度」、



「水理的 중요度」の各評価結果を用いて、管路1本毎に「平常時事故面」、「地震時対応面」の2つの側面についての定量化基準により、リスク点を算出し、その結果をもとに管路更新優先順位を決定した。

検討フローチャートを図1に示す

(2) 各評価指標の定量化基準

各評価指標の定量化は、「平常時事故面」と「地震時対応面」に分けて行った。定量化に際しては、事故発生管路や重要施設への配水ルートに重要視する「施策加点」に加えて、“管路が持つ「危険度」と“管路が持つ「影響度」”を掛け合わせた平常時と地震時のリスク点を加算して、リスク度を算出した。さらに、平常時事故面と地震時対応面のリスク度を加えた総合点を管路ごとに算出した。なお、評価は、幹線と支線は管路の持つ役割が異なるため独立して行い、配水エリアが異なる旧高松市および合併6町ご

とに評価を行った。

本評価では点数が低いほど管路が良い状態であることを表している。定量化基準を図2に示す。

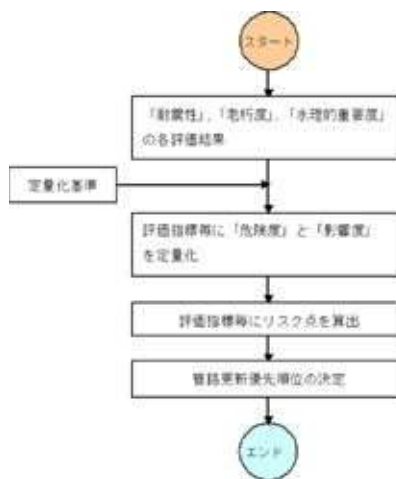
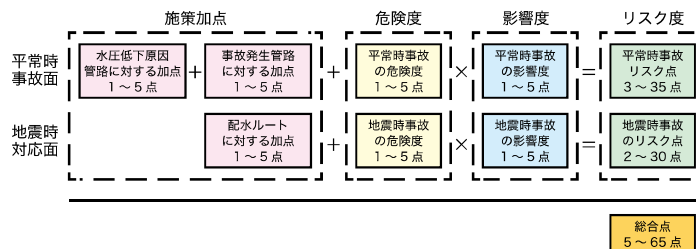


図1 検討フロー



	施策加点	危険度	影響度	
			幹線	支線
平常時事故面	事故回数	外面腐食、外面劣化 得点化基準は別途記載 <sup>(*)</sup>	流量比	
	2回以上		5	5
	1回		3	3
	0回	1	1	1
	流速	得点化基準は別途記載 <sup>(*)</sup>	低圧化対象人口	
	設計流速以上		5	用途区域、道路条件等
設計流速未満	1		商業地域、またはバス路線・国県道、第1次輸送確保道路	
地震時事故面	重要拠点配水ルート	地震被害率(件/km) 得点化基準は別途記載 <sup>(*)</sup>	重要拠点寄与度	
	災害拠点病院への配水ルート		5	重要拠点寄与度
	救急病院や官公庁等への配水ルート		4	5
	その他の拠点への配水ルート	3	5	
	重要拠点配水ルート以外	1	1	
				5

図2 定量化基準<sup>(\*)</sup><sup>(\*)</sup>については、次頁に記載

## \*1) 得点化基準の例(老朽度:幹線)

外面腐食、外面劣化(信頼限界あり)	
DIP,CIP:老朽度ランクⅠ(貫通腐食した状態)	5
DIP,CIP:老朽度ランクⅡ(内外圧に耐えられない状態)	4
DIP,CIP:老朽度ランクⅢ(内外圧に対する安全率が不足する状態)	3
DIP,CIP:老朽度ランクⅣ (腐食深さが腐食代2.0mmを超える状態)	2
DIP,CIP:老朽度ランクⅤ(腐食深さが腐食代2.0mm以下の状態) ポリエチレンスリーブ装着管路	1

\*2) 各評価の平均値( $\mu$ )と標準偏差( $\sigma$ )を算出し、最低点を1点、最高点を5点として評価する。なお、 $\mu+2\sigma$ を超える場合は、最高点(5点)とする。

以下、本報告では、評価基準のうち以前の評価基準から大きく変化のあった「危険度評価」の部分について述べる。

### 3.危険度算出の概要

#### (1)老朽度評価

埋設金属管の老朽化に影響を及ぼす第一の要因は管外面からの腐食である。铸铁管およびダクタイル鉄管に対して管外面の腐食深さを指標とした診断を行い、管路の老朽度を評価した。老朽度評価のフローチャートを図3に示す。今回の再評価業務にて、平成18年以後の管体土壌調査データを追加して(総サンプル数118)、新たに高松市独自に策定した予測式を以下に示す。

今回、新たに作成した予測式では、異常値もなく、また重相関係数0.595とサンプル数118の場合の危険率1%の有意水準を超えており、十

$$\eta = kt^{\alpha}$$

$$= \exp(\text{定数項} \cdot \text{土質} \cdot \text{ANSI評価点}) \times t^{\alpha}$$

$\eta$ :管外面腐食深さ  
 $t$ :埋設年数  
 $\alpha$ :係数

分に精度の高いものであったため、土壌調査結果を基に、土壌分類ごとのk値を算出した。なお、幹線管路については、全体に及ぼす影響が大きいため信頼限界値(信頼性工学の考え方より)、支線管路については、平均値を採用することとした。

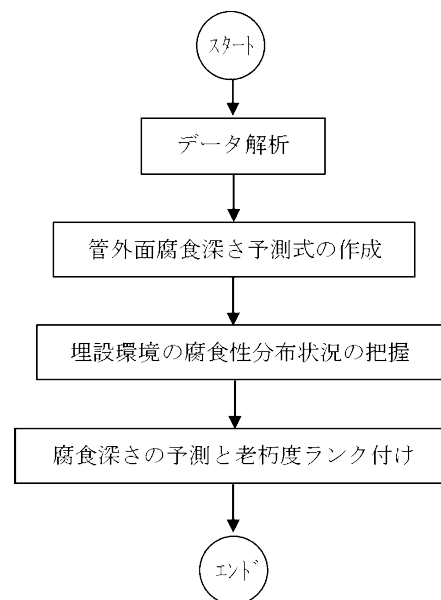


図3 老朽度評価フロー

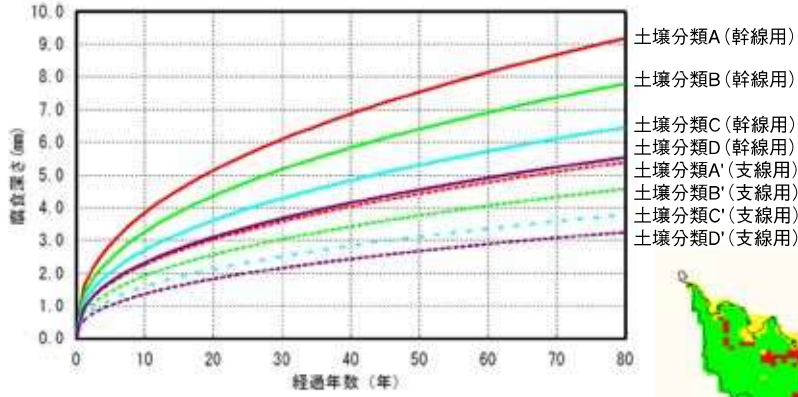


図4 土壌分類区分ごとの外面腐食深さの経年変化予測

土壌分類ごとの腐食性評価係数k値、国土交通省国土政策局国土情報課が公開している地盤情報(土壌分類図、表層地質図、地形分類図)を管属性情報(埋設年数)を用いて各管路の老朽度ランクを算出した。高松市における埋設環境腐食性分布を図5に、各管路の老朽度ランク分布の一部を図6に示す。

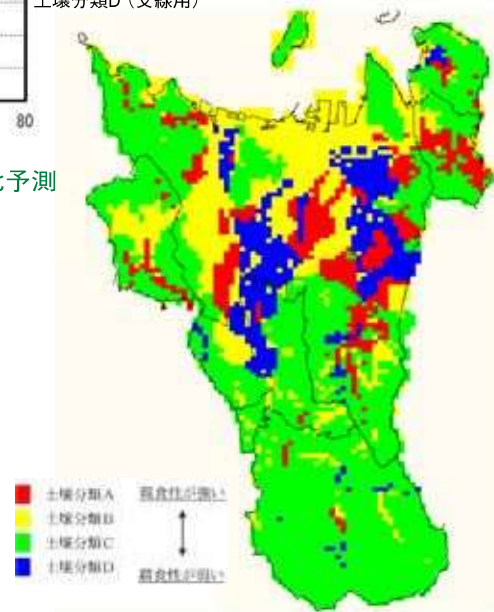


図5 埋設環境の腐食性分布

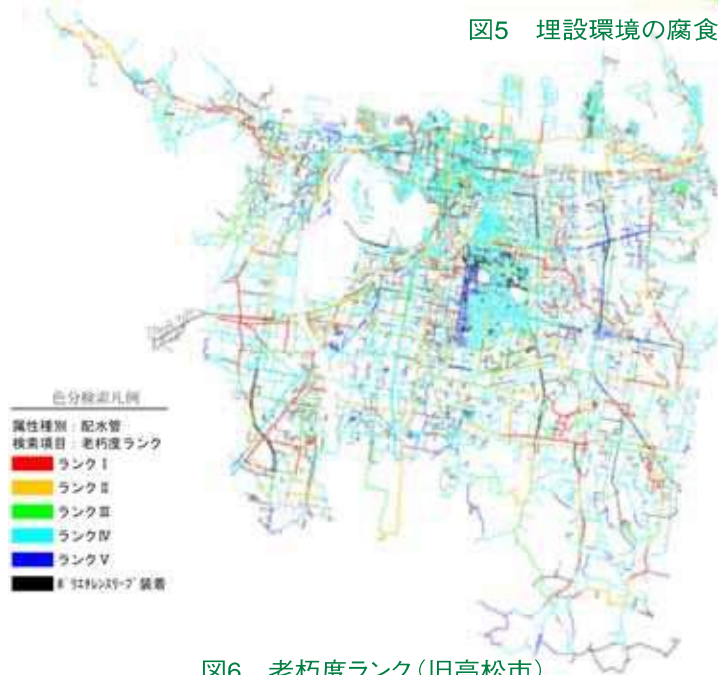


図6 老朽度ランク(旧高松市)

(2) 耐震性評価

管路属性データに想定地震動(地震動による地表面速度)、地形・地盤分類、液状化危険度等のデータを設定し、耐震性評価データの作成を行った。これらのデータをもとに、地震被害推定式に従って、管路の被害率(件/km)を算出し、管路ごとの耐震性の評価を行った。また、被害率に管路延長を乗じて被害件数を算出した。地震被害想定評価のフローチャートを図7に示す。

なお、管路地震被害率推定式による管路の被害率は、(公財)水道技術研究センター「地震による管路被害予測の確立に向けた研究報告書(平成25年3月)」に示された管路の被害推定式を採用した。

想定震度に関しては、「香川県地震・津波被害想定第一次公表報告書<sup>1)</sup>」に示されている①南海トラフ最大クラス、②中央構造線、③長尾断層を震源とした地震動のうち、①南海トラフを震源とした想定地震動の分布図を用い、ポリゴン(100mメッシュ相当)データとして図8に示すように入力した。なお、想定地震動は、(公財)水道技術研究センターの地震被害推定式を適用するため、翠川の式<sup>2)</sup>により震度階を地表最大速度に換算し、評価を実施した。

1)平成25年3月31日 香川県危機管理総局危機管理課 公表

2)計測震度Iを最大速度PGVに変換する簡易式

$$I = 2.68 + 1.72 \times \log_{10} PGV$$

(I:計測震度 PGV:地表面最大速度 (cm/s))

(「地震による水道管路被害予測の手引き」平成23年3月、(財)水道技術研究センター 参照)

上記被害想定式を使用して、地盤情報(土壌分類図、表層地質図、地形分類図)ならびに管属性情報(埋設年数)を用いて算出した被害率分布(250mメッシュ表示)を図9に示す。

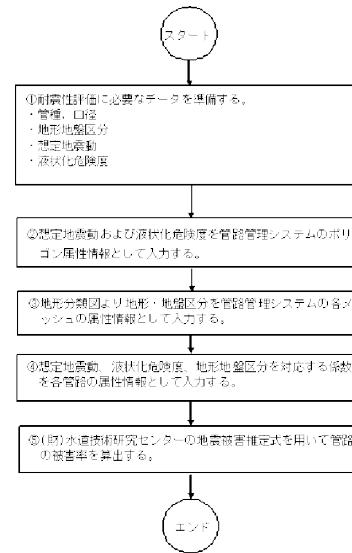


図7 地震被害想定評価フロー

《液状化の情報有していない場合、又は液状化の可能性のない場合》  
 管路の被害率:  $R_m = C_p \times C_d \times C_g \times R(v)$   
 ただし、 $R_m$ : 推定被害率 [件/km]  
 $C_p$ : 管種・継手に関する補正係数  
 $C_d$ : 口径補正係数  
 $C_g$ : 微地形補正係数  
 $R(v)$ : 標準被害率 [件/km] ( $= 9.92 \times 10^{-3} \times (v/15)^{1.14}$ )  
 ただし、 $15 \leq v < 120$  で、 $v \leq 15$  の場合は、 $R(v) = 0$  とする。  
 $v$ : 地震動の地表面最大速度 [cm/sec]

《液状化の情報有しており、かつ液状化の可能性ありの場合》  
 管路の被害率:  $R_m = C_p \times C_d \times R(L)$   
 ただし、 $R_m$ : 推定被害率 [件/km]  
 $C_p$ : 管種・継手に関する補正係数  
 $C_d$ : 口径補正係数  
 $R(L)$ : 標準液状化被害率 [件/km] ( $= 5.5$ )

管路の被害件数: 被害件数 [件] = 被害率 [件/km] × 管路延長 [km]

資料1 地震被害推定式



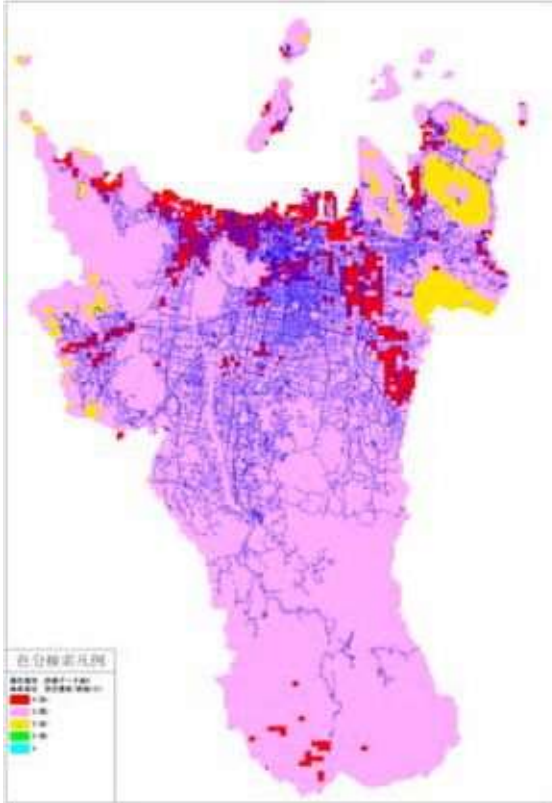


図8 地震動分布  
(南海トラフ最大クラス)

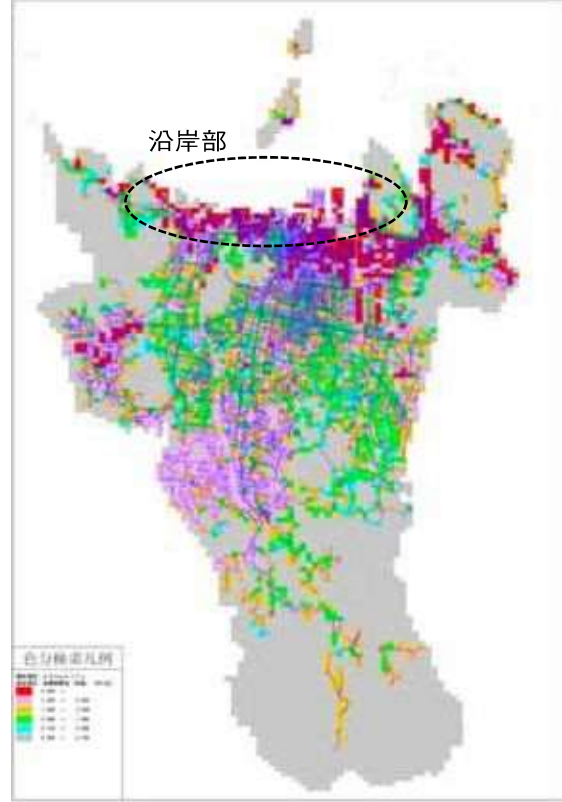


図9 被害率分布図

被害率分布の結果、地震動レベルが大きく、液状化の危険度が高い沿岸部や河口付近に被害が集中するシミュレーション結果となった。また、想定地震動および被害推定式が変わったこ

とにより、想定被害件数は前回は行った平成20年度の評価時の約650件から約7,400件となり、10倍を超える予想結果となった。

表1 前回評価業務との比較

年度	想定地震動 液状化分布	被害想定式	想定被害 件数 (件)
H20	南海トラフ (香川県地震被害想定 概要 H9.8)	$R_m(v) = C_p \times C_d \times C_g \times C_1 \times R(v)$ (公社) 日本水道協会「地震による水道の被害予測」より	約 650
H25	南海トラフ (香川県地震・津波被害 想定報告書 H25.3)	資料1 地震被害推定式参照	約 7,400

#### 4.評価結果(管路更新優先順位算出)

「2.評価方法の考え方」に基づき、評価指標ごとに算出した得点値からその総和(総合点)を用いて、各管路の更新優先度の総合評価を行い、点数の高い順に更新優先順位を決定した。

なお、各管路は、ノード(交点)にて細かく区切

られており、実際に更新を行う単位として扱うことは現実的ではない。そこで、各管路の評価は、幹線の管路のうち分岐から分岐までを1つの路線と考え路線単位で得点を集計し、路線内のうち最も大きな得点をその路線の得点として各路線の総合点数別の色分け図を図10に示す。

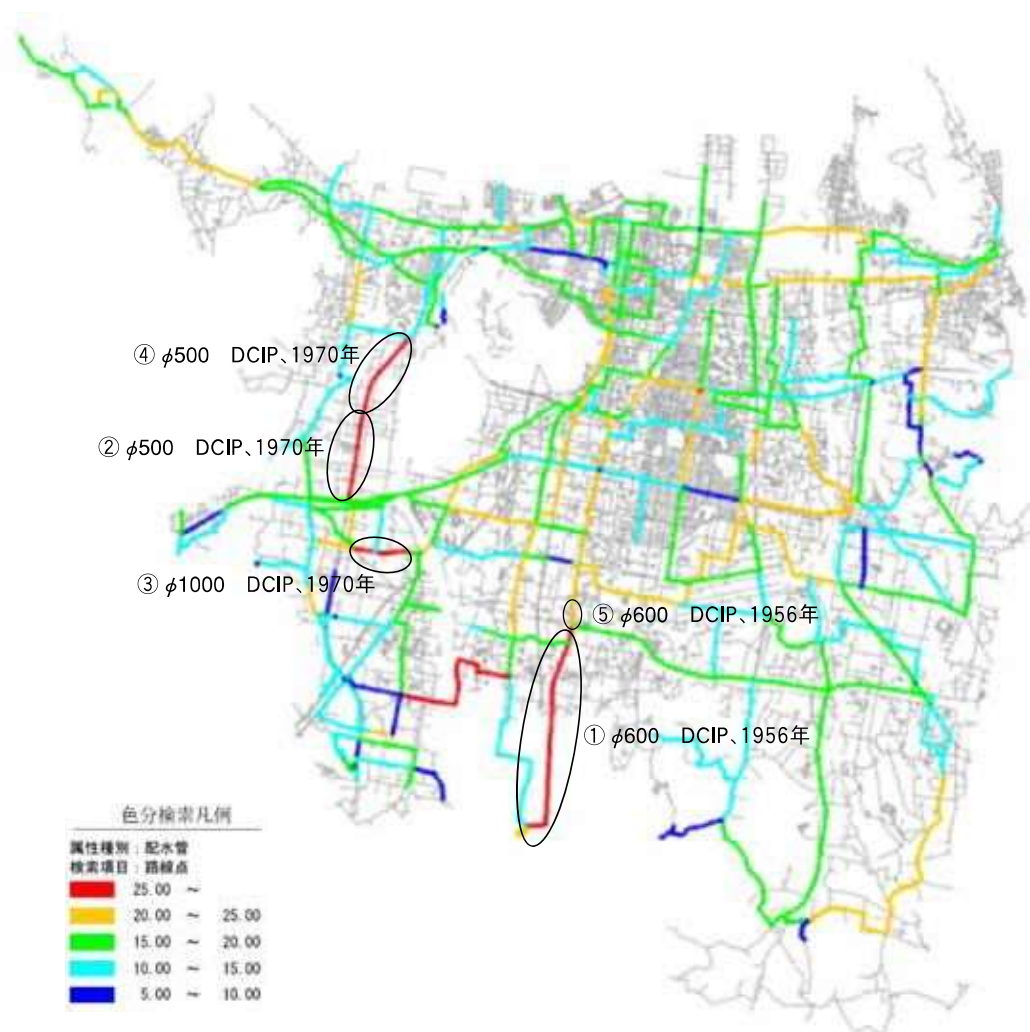


図10 更新優先度による色分け図(旧高松市)

集計結果より、各地区において更新優先度の高い路線上位5路線は上記のようになった。これらの管路は、流量が多く、重要かつ老朽化

が進んでいる管路であり、早急に更新が必要と考えられる。

## 5.おわりに

今回の再評価業務は、4年前の評価業務から、管路更新データ、管体調査結果などの追加データが蓄積されたことや、東日本大震災の発生に伴い想定地震動や管路被害推定式が見直されたことにより、総合的な評価による配水管更新優先順位の再検討を目的として行った。この再評価業務は、老朽管更新・耐震化を行う際の優先順位の根拠として、お客さまに対してのアカウントビリティを果たす有効な資料として役目を果たすことができると考える。

また、評価結果として、配水管更新優先順位にも幾らかの変動があった。変動の要因としては、やはり想定地震動の見直しによる影響が大きいと推測される。さらに、管路被害についても、想定被害件数が今までとは比較にならない大きな数値となっていることから、今まで以上に積極的かつ持続的に耐震化を推進する必要があることが分かった。

高松市においては、現在、NS形・GX形管等の耐震管の布設を行っているが、今後は、今回の評価結果を活かしながら管網整備をさらに推進し、お客さまへの安定給水を実現するために努力していきたい。

## Technical Report 04

技術レポート

# 明石市における GX形ダクタイトル鉄管による 管路更新事例

明石市水道部  
工務課  
主任 石田 富勇



### 1. 明石市の概要

明石のまちのあけぼのを知るには、遠く100万年近い大昔にさかのぼる。明石海岸の地層や海底からは、洪積世の前期頃まで生きていたとされる「明石象」や、旧石器時代の人類とみら

れる「明石原人」など、ほ乳類や豊富な植物の化石が発見されている。原始から、古代・中世を経て近世へと明石のまちは発展を遂げてきて、江戸時代には小笠原家10万石（後に松平家8万石）の城下町として栄えた。

大正8年(1919年)11月1日に全国で第81番目、兵庫県下で4番目の市として明石市が誕生した。

本市は、瀬戸内海に面しており、明石海峡をはさんで淡路島を眼前に臨むことができ、気候



図1 明石市位置図



明石市天文科学館



は温暖で、古くは万葉歌人柿本人麻呂によって多くの歌が詠まれた風光明媚な地である。さらに、阪神都市圏と播磨臨海地域、そして海を隔てて淡路・四国と結ぶ位置にあり、海陸交通のうえで重要な拠点となっている。東西15.6km(海岸線は15.9km)、南北で9.4kmあり、東西に細長いまちを形成しており、その長い海岸線にはたくさんの漁場があり、明石たこ・明石鯛・アナゴ・海苔・イカナゴなどの海産物や明石焼き(玉子焼き)などが有名である。また、明石市は東経135度の日本標準時子午線上にあるまちの1つで、明石市立天文科学館や山陽電鉄人丸前駅などに、ユニークな標識や標柱があることから「時のまち」として知られている。毎年6月10日の時の記念日を含む1週間を「時のウィーク」としてさまざまなイベントが行われ、県立明石公園ではメインイベント「子午線まつり」が開催されている。

## 2. 明石市水道事業の沿革

本市の水道事業は、昭和3年3月5日に旧内務省から事業の経営認可を受け、昭和6年2月1日に給水を開始した。

昭和20年には、太平洋戦争による空襲で全市街の60%を焼失するなど、たいへんな戦禍を被り、水道施設も致命的な損傷を受けた。水道施設の復旧は翌昭和21年から市の戦災復興事業の一環として本格的に進められ、関連する配水管の撤去、布設工事は昭和28年まで続いた。

戦災復興事業と並行して、昭和23年には、将来の市勢発展に備え、新たに拡張事業(第1次)に着手し、昭和61年度に普及率99.9%を達成したことによって、拡張事業は一応の完了をみた。

平成7年1月17日に発生した「兵庫県南部地震」により、本市も甚大な被害を受け、地震直後には市内70%が断水した。本市水道部職員だけでなく、応援に駆けつけた他都市の水道職員や、水道にかかわるたくさんの事業者などが、昼夜を徹して施設の復旧や給水活動などを行い、地震発生後約2週間で復旧させることができた。

本市を含む兵庫県南部地域は、それまで「地震のない地域」といわれるほど、災害が少なく温

暖で住みよい所という気候風土であったため、兵庫県南部地震は、水道事業のあり方そのものにも貴重な教訓を残すこととなった。

## 3. 現状と課題、その取り組み状況

本市水道事業の現状は、3つの浄水場と3つの配水場を有している。現在、計画給水人口300,000人、計画1日最大給水量132,000m<sup>3</sup>となっており、人口、需要水量とも平成10年度をピークとして減少に転じ、今後とも大幅な回復を見込める状況にはない。

明石市の水源としては、地下水約45%、河川水約25%、兵庫県からの購入水(県水)約30%となっているが、地下水の減退、河川水の水質対策(水質管理の強化を含む)、県水への依存度の上昇など、水源対策にも引き続き多額の投資・費用が見込まれるほか、ここにきて昭和30年代から40年代にかけての水道事業の拡張期に整備された施設の老朽化が顕著になってきた。これらの施設の更新・改修については、これからの整備事業の柱として最重点の取り組みが必要となっている。

このような情勢から、長期を見据えた事業経営を推進するため、平成23年度から平成32年度までの水道事業のあるべき姿と方針を示す「明石市水道ビジョン」およびその実施計画である「明石市水道事業経営計画(平成23~32年度)」を策定した。明石市水道ビジョンでは、「施設のバックアップ体制の整備」や、「管路の耐震化」などの項目を挙げて取り組んでいる。

## 4. 施設のバックアップ体制の整備・管路の耐震化の取り組み

施設のバックアップ体制の整備の取り組みでは、隣接する神戸市と平成16年、18年にそれぞれ1箇所ずつ相互連絡管を整備しており、緊急時にはお互いにその連絡管から水道水を供給できるようにしている。また、同様に平成25年には加古川市と、平成26年には播磨町と連絡管を整備した。今後、稲美町とも連絡管を整備していく予定である。



図2 施設位置図

管路の耐震化の取り組みでは、これまで呼び径200以下の地盤の良い場所についてはK形、呼び径200以下で埋立地などの軟弱地盤の場所および呼び径250以上はNS形等の耐震管を採用してきた。本市の配水管整備としては平成25年度末での総管路延長886kmのうち耐用年数を迎えている昭和43年以前に埋設された普通铸铁管の更新事業や道路事業にあわせた幹線整備に取り組んでいる。

今後、人口減少や節水型機器の普及により水道料金収入が減少していくことに対して、浄水施設および配水施設の適正配置や管路施設のライフサイクルコストを低減する必要がある。平成22年度後期に新耐震管として、GX形が規格化されると、GX形は耐用年数100年が期待できることにより、ライフサイクルコストを低減できることから全面採用することとした。

## 5. 呼び径300のGX形ダクトイル鉄管の採用事例

### 1) GX形の設計基準

本市で採用する呼び径300以下のGX管の仕様については、管種は「S種管」、内面仕様は「エ

ポキシ樹脂粉体塗装」、切管方式は「切管ユニット」とした。

施工性については、NS形と比べ異形管部の締め付けボルト数の減少や、切管ユニット採用による溝切加工の不要、NS形と比較して挿入力が低減したこと等により施工性の向上が確認されている。また、更に耐用年数が伸びることに期待して、ポリエチレンスリーブも採用している。

### 2) 工事概要

工事名	太寺1丁目ほか地内配水管布設替工事
工事場所	明石市太寺1丁目ほか地内
呼び径	75～450
管種	GX形(S種管)(呼び径300以下)
内面仕様	エポキシ樹脂粉体塗装
施工延長	735m(呼び径300については351m)
ポリエチレン被覆	有
土被り	0.9m
掘削幅	0.85m

(道路が直線で無いこと、既設管撤去などを考慮)

### 3) 施工結果

本工事の施工状況については、写真1～4に示す。

NS形と比べて挿入力が低下したことによるレ



写真1



写真2



写真3



写真4

バーホスト数の減少や、異形管部の締め付けボルト数の減少による施工性の向上と、切管部の切管ユニット採用によって切管の溝切加工が不要となり施工時間の短縮が確認された。施工業者からは、「切管の溝切加工が無いので、切断待ちの時間が少なく日進量が伸びた」、「締め付けボルトの数が減って作業が容易になった」などの声があり、好評だった。

また、「異形管部の接合がメタルタッチになり、目で見て施工が確実にできているのが分かるようになった」などの声があり、NS形より確実な施工管理ができることが確認された。

掘削幅については、道路が曲線の部分が多く、既設管も同様に曲管を多く使用していることから、K形の標準掘削幅を採用した。

## 6.おわりに

水道管の更新事業は半永久的に継続していかなければならない事業だと考えている。そのため、布設替更新年数が延び、ライフサイクルコストが低下することから、GX形ダクトイル鉄管の更なる口径拡大を期待したい。また、呼び径400が規格化されたが、「切管ユニット」が無いため、現場での溝切・挿し口加工は大きな時間ロスを生むことと、溝切加工するためには1種管を使用しなければならず工事費が高くなることから、呼び径400の「切管ユニット」の規格化を期待している。

今後とも、明石市水道ビジョンに掲げる「安心・安全・安定」でおいしい水の供給を行なっていくとともに、経営の健全性確保ならびに水道利用者サービスの向上に取り組んでいきたい。

## Technical Report 05

技術レポート

# 佐久水道企業団における広報活動 および耐震化事業の推進

佐久水道企業団  
総務課  
企画調整係長 蟹澤 良徳



## 1.はじめに

この佐久地域に水道が創設されたのは昭和30年。国内初の農村地方広域水道事業のモデルケースとして佐久水道企業団(創設当時は佐久平上水道組合、地方公営企業法の改正をうけて名称変更)は誕生した。

創設当初、その規模は計画給水人口4万1,800人、計画一日最大給水量7,524m<sup>3</sup>だったが、その後、各地に設立された簡易水道等の合併・統合を重ね、現在は、計画給水人口12万6,105人、計画一日最大給水量52,320m<sup>3</sup>の規模を擁し、佐久市をはじめとする2市2町へ給水を行う広域水道事業を展開している。

当企業団が給水するこの佐久地域は長野県の東部に位置し、中央を千曲川の清流が悠然と流れ、北に浅間山、南に八ヶ岳、東に荒船山、西には蓼科山と四方を雄大な山並みに抱かれた自然豊かな高原都市で、四季を通して折々の美しさを感じることができる。

各地には名所旧跡も数多くあり、日本五大稲

荷の一つとされる鼻顔稲荷神社や国内に二つしか築かれていない五稜郭(星型城郭)の一つ龍岡城址などがある。また、佐久市は日本でも有数の長寿のまちとして注目され、平成15年に建立された長寿地藏尊(びんころ地藏)には、健康長寿を願う人々が、県内外から訪れている。



図1 佐久地域位置図





龍岡城址



びんころ地蔵



鼻顔稻荷神社

## 2. 佐久水道企業団における水道事業の変遷

当企業団が、国内初の地方広域水道として誕生するに至った経緯は、戦後の混乱もようやく治まり、復興の兆しが見え始めた昭和20年代後半、まだ上水道が無かったこの佐久地域の各所で集団赤痢が発生し、その原因が井戸水にあると判断した当時の保健所長が、その解決策として水道の普及を管内町村に呼びかけたことに始まる。

しかし、上水道が建設されるまでの道のりは決して平坦なものではなく、水源の確保や住民への理解、また建設事業費の巨額化などにより、大蔵省より工事費の引き下げが求められ、当初鋼管での布設計画から、石綿セメント管への設計変更を行うなどして、ようやく基本計画が認可となった。認可後直ちに着工した建設工事でも5年間にわたる難工事となったが、昭和35年に完成し、以上の紆余曲折を経て全地区へ通水がされた。

その頃、時を同じくして、佐久地域にはいくつかの簡易水道等が建設されたが、その後、水源の枯渇や、施設の老朽化、維持管理など経営上の諸問題から、数多くの水道施設の移管を受けるとともに、数次にわたる拡張事業を経て、現在は、普及率99.8パーセント、2市2町の約120,000人に対して、1つの上水道事業と、11の簡易水道事業を経営している。

## 3. 佐久水道企業団における課題とPR活動について

当企業団の水道は創設以来、衛生対策の強化をはじめとして、発展する地域の水需要に応えるため、水源の確保や施設の充実、設備投資のための財源確保と健全財政の維持に努めてきた。しかし、この佐久地域においても、社会経済情勢の変化や本格的な人口減少時代への突入などにより、使用水量は伸び悩みを見せ始め、これにより水道事業経営の主たる財源となる料金収入は減少傾向となり、創設時に建設された老朽化施設の更新、そして地震等の災害時における危機管理体制の強化等々と多くの問題を抱え、これらに対する新たな取り組みが重要となってきている。

これらの諸問題に対しの確な対応が要求されるなか、創設から約60年が経過する当企業団にとって、老朽化施設の更新事業および耐震化の推進は最も重要な施策になるものと考えている。人口の減少などにより料金収入が落ち込むとされる厳しい経営環境下においても、将来に向け持続可能な水道施設の構築のため、水道管路

の更新事業には積極的に対応していかなければならない。しかし、これらの事業へ投資を行うことの重要性や財源確保の必要性については、住民の理解が不可欠である。このため、水道管更新事業や耐震化の推進の必要性、水道の大切さについて、住民の方々に理解を得るため、その手段として、広報紙の発行やホームページ、水道施設見学会などを実施することにより水道事業のPR活動に取り組んでいる。

#### ①佐久水道新聞の活用について

広報紙の活用については、給水区域内全戸に対して配布が行われることから、年代を問わず多くの方に目にしてもらえることが期待できる。このため、当企業団が実施する広報活動の中では、最も有効的な情報発信の手段であると考えられる。現在、広報紙「佐久水道新聞」は年3回(7月、11月、3月)、1回につき42,000部を発行しているが、水道はライフラインとして命に直結する

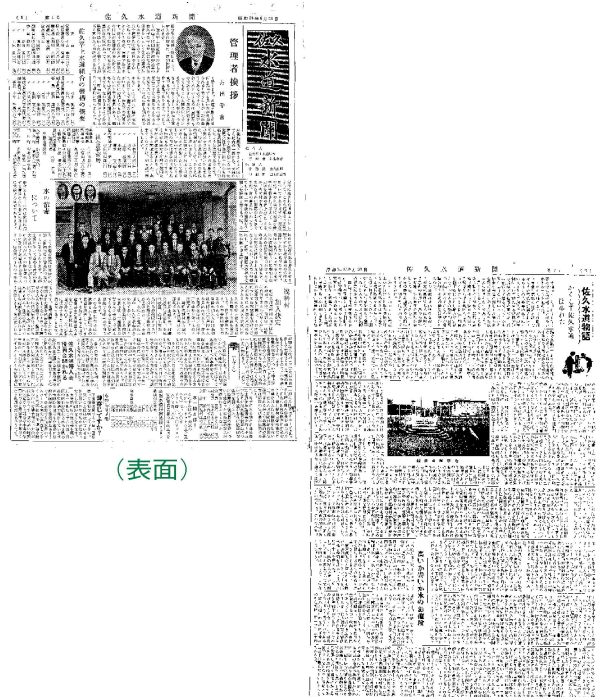
ものでありながら、住民の関心が高いとは言えず、自治体が発行する広報紙と比べ興味が持たれにくい。また、年3回の発行では速報性を欠くといった欠点もあるが、前述したとおり、多くの方に情報を提供できる絶好の機会となるため、水道に対する興味・関心、ひいては事業推進に対し理解・信頼が確保されるような魅力的かつ効果的な紙面づくりを行うことが課題である。

#### 【佐久水道新聞発行の歴史】

当企業団が広報紙の発行を始めたのは昭和35年、上水道の建設工事が完了し給水が開始された年である。この頃は年2回発行され、第1号の発刊から50年余り、佐久地域に水道に関する情報の発信を続け、現在の発行号数は100号を超える。デザインは新聞紙面のイメージから時代とともに変わったが、この「佐久水道新聞」の名称は発刊当初から変わることなく受け継がれている。



図2 佐久水道新聞第107号  
(平成25年7月発行)



(表面)

(裏面)

図3 佐久水道新聞第1号  
(昭和35年5月発行)

【掲載記事の紹介】

○水道管と水道工事の必要性について

水道管の変遷や耐震化された水道管が持つ機能の紹介、また水道管更新事業や耐震化の必要性について認識を持ってもらうため、佐久

水道新聞によりPRを行った。読者からは、「水道管を見たことがなかったので、今回初めて知った」、「水道管も進歩しているんですね」などといった声を聞くことができた。

**水道豆知識** **水道管のおはなし**

**水道管の進歩** 日本の都市を主とした水道の始まりは、1590年〔天正18年〕の神田上水と考えられています。当初は木や土、石などを使った水道管が使われていました。その後、1855年〔明治18年〕に横浜水道が日本で初めて鉄管を用いて水道が布設されて以来、水道普及率は昭和30年にようやく30%台に達し、水道の普及にあわせて、昭和40年～昭和50年代では、高価な鉄管ではなく安価で施工性に優れた石膏セメント管が使用されるようになりました。しかし、石膏セメント管は耐久性や強度が低く、漏水が多いものでした。現在では、ダクタイル鉄管や鋼管、ポリエチレン管、硬質塩化ビニル管等数多くの種類があり、それぞれ使用目的に応じて使われており、高い水圧にも耐えることができます。

**耐震管の普及** 近年では、大規模な災害にも耐えられる性能が求められ、材質、接合部分とも耐震性の高い管の開発が進み、水道管の耐震化は近年著しく向上しています。佐久水道企業団でも水道管の耐震化を進めており、現在主に採用している管はGX形ダクタイル鉄管です。

GX形ダクタイル鉄管とは、耐震性に優れた継手構造と、特殊な外周溝により耐震性が高いため100年以上使用できる水道管と言われています。しかし、どんなに優れた水道管であっても、正しい施工をしなければ性能は十分に発揮されません。そのため、佐久水道企業団では水道工事業者が正しい施工ができるように定期的に技術講習会を開催しています。

▲耐震化されていない水道管  
▲耐震化された水道管

**「なぜ水道管工事が行われるのか？」**

水道管の老朽化や災害による破損を防ぐため、定期的な更新や耐震化が行われています。また、漏水による水資源の損失を防ぐためにも、水道管の更新は重要な取り組みです。

**漏水量を減らすために！**

水道管の漏水は、自然災害や老朽化による破損が原因です。漏水は水道管の寿命を短縮し、水資源の損失につながります。漏水の発生を早期に発見し、修理を行うことが重要です。

水道管は必ずしも地下に埋め込まれており、中には地上に露出しているものもあります。漏水の発生は、漏水音が聞こえることや、地面が湿っていることなどで発見されます。漏水の発生を早期に発見し、修理を行うことが重要です。

水道管の更新は、水道管の寿命を延ばし、漏水を防ぐための重要な取り組みです。水道管の更新は、水道管の老朽化を防ぐための重要な取り組みです。

▲水道管からの漏水

▲水道管（ダクタイル鉄管GX形）の200mm径の埋設工事

図4 佐久水道新聞掲載記事



### ○小学生の社会科見学

地元小学校4年生の水道に関する社会科授業として、水源や配水池などの見学を行っている。年間4～6校が訪れるが、児童らの真剣に職員の説明を聴こうとする姿勢や資料に気付いたことを書きとめたり、質問に対しても大勢の児童が積極的に手を挙げて答えるなど、熱心に取り組

む様子が見られ、PR活動としては非常に有意義である。平成25年度は4校、児童総勢211名が見学を訪れた。

施設見学はこのほか、「佐久水道女性水の会」と称し女性40名で組織する水道モニターの施設見学と、一般の方を対象とした施設見学をそれぞれ年1回実施している。



写真2 小学生施設見学の様子

### ②耐震性貯水槽の設置について

平成25年5月、佐久平駅付近に位置する公園（市民交流ひろば）の敷地内に耐震性貯水槽を設置した。これは、平成25年8月に開園を予定した同公園の整備に併せて設置したもので、佐久平駅周辺は佐久地域で最も人口が集中する場所であり、付近に配水池などの給水拠点がなく、遠方に位置することから、緊急時の応急給水拠点とするものとして設置に至った。

貯水槽は、国内でも採用実績が多く、施工性に優れたダクティル鉄管を採用し、工事では、公園整備工事の進捗状況とのバランス、地下水が

高く軟弱地盤であることに加え、石・岩が多数発生したことにより、コンクリート底盤の打設と矢板の設置に苦慮したことなど問題もあったが、掘削開始から約2ヶ月の期間を要して工事が完了した。

設置後は、耐震性貯水槽が設置されたことを周知するため、佐久水道新聞、佐久市の広報、地元区への回覧文章の配布によりPR活動を実施した。また耐震性貯水槽の機材の使用方法を確認するため、地元区の役員や関係者を対象とし、メーカーの協力のもと、取扱説明会を開催した。説明会には雨天にもかかわらず約50人の参加があった。



この取扱訓練の様子は、県内の信濃毎日新聞や地元佐久ケーブルテレビにより報道がされた。

耐震性貯水槽の規模および工事概要は下記のとおりである。

【規格・仕様】

- 容量・型式 60m<sup>3</sup> 集中Ⅱ型
- 呼び径 2,000
- 全 長 20m
- 継 手 LUF形
- 土被り 1.8m
- 遮断弁 スプール型自力式緊急弁φ150

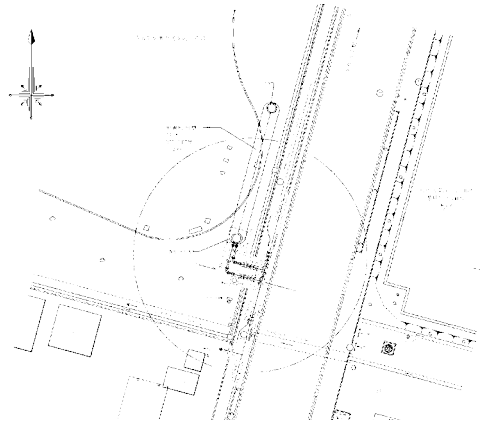


図5 耐震性貯水槽配管図



写真3 耐震性貯水槽搬入



写真4 耐震性貯水槽設置



写真5 耐震性貯水槽取扱訓練の様子

#### 4.水道管路の耐震化に向けて

当企業団の管路延長は導・送・配水管を含めて1,056キロメートルに及ぶ。そのうち平成24年度における耐震管（耐震性能を満たすとされる管）の布設延長は全体の26.3%、285キロメートルとなる。現在、当企業団では、水道管路の更新事業として、施工性に優れ、耐食性・耐震性に強い管による更新が必要と判断し、基幹管路については、以下に記す理由によりGX形ダクタイトル鉄管を採用して耐震化を進めている。今後とも病院や緊急避難所など重要施設への管路を優先し、その重要度に従って順次実施していく計画である。

当企業団では、平成23年度からGX形ダクタイトル鉄管を採用しており、現在は口径が拡大されたことにより、平成25年度は配水管呼び径300の耐震化事業に採用した。

##### 【GX形ダクタイトル鉄管採用の理由】

- 掘削幅が削減できることにより、土木工事費が抑えられ、インシヤルコストの縮減に繋がる。

- 外面の耐食塗装では亜鉛系合金溶射が施されているため、外面に傷がついた場合にも、傷部に亜鉛化合物の被膜が形成されることにより、傷部からの腐食を防ぐことができる。
- これまでのダクタイトル鉄管に比べ防食性が向上しているため、ポリエチレンスリーブの被覆なしでも長寿命化が期待できる。更には、100年以上使用できると言われていることから、長期耐用年数が期待できるため、ライフサイクルコストが優位になり、将来的に管路更新時期が延長できると考えられる。

##### 【GX形ダクタイトル鉄管技術講習会の実施】

平成23年度より、職員と水道工事業者を対象として、日本ダクタイトル鉄管協会の協力により、GX形ダクタイトル鉄管の配管技術習得のための技術講習会を実施している。

平成25年度は、7月30日・31日の2日間、午前の部、午後の部に分かれて行い、参加数は、水道工事業者38社、総勢78名であった。



写真6 GX形ダクタイトル鉄管技術講習会の様子

## 5.おわりに

本稿では、当企業団の広報の一手段である佐久水道新聞の活用状況を紹介するとともに、水道管路の更新および耐震化の事業実績について記述した。

これらの管路更新および耐震化事業は、国の施策であると同時に、当企業団が抱える重要課題の一つでもある。人口減少社会の到来をはじめとする様々な問題が浮き彫りになる中、計画的な事業の推進には、必要な財源を確保するため、住民の理解と信頼、更には情報や方向性の共有を図ることが不可欠となる。

このことから、将来に向け、住民満足度の向上が図れるよう効果的な広報活動の展開を目指すとともに、ライフラインを担うものとして、これからの水道の理想像である「安全・持続・強靱」の実践に向けて努めて参りたい。

# TOPICS

事業者だより



## 札幌市水道局

### ～さっぽろ水道フェスタ～

札幌市では、水道事業の広報拠点である札幌市水道記念館において、水道週間行事「さっぽろ水道フェスタ」を毎年開催しています。

例年、1万人を超える来場があり、幼児から大人まで幅広い年齢層に楽しみながら「水」に触れてもらい、水道事業を身近に感じていただけるよう普及・啓発活動を展開しています。

平成26年6月21日～22日で開催した当イベントでは「きき水」ブースを設け、約2,000人の方に水道水のおいしさや安全性を飲んで実感していただきました。



水浴びする子ども達でにぎわう噴水広場



きき水に挑戦する来場者

## 福島市水道局

### ～水道週間イベント～

福島市水道局では、「水道週間」イベントとして、市内の小学生を対象としたポスターコンクールと市民を対象としたフォトコンテストを実施し、作品展示を行いました。

更に、作品展示ブースの一角には日本ダクタイル鉄管協会東北支部の協力により、GX形可動模型を設置。

市民のみなさんは、地震時の耐震管の動きに驚いていました。普段は地中に埋設されて見ることのできない耐震管。今年の水道週間では、可動模型をとおして、耐震管の特徴や仕組みを市民のみなさまに分かりやすく説明することができました。





## 佐野市水道局

## ～愛され親しまれる水道事業に～

ゆるキャラグランプリ2013でグランプリに輝いた、佐野ブランドキャラクター「さのまる」をデザインしたペットボトルを作成し、PR用として配布等を行い、市内外の方に好評をいただいています。

また、各種イベントの機会をとらえ「きき水コーナー」を催しています。市販のミネラルウォーターと水道水を飲み比べてもらい、多くの方から「水道水の方がおいしい!」との嬉しい評価も。これからも「さのまる」同様、皆様に愛され親しまれる水道事業をめざしています。



「きき水」コーナーの様子(水道局オリジナルポロシャツを着用)



ボトルドウォーター SANOSUI

## 武蔵野市水道局

## 水道週間～水道への関心の高さ～

武蔵野市水道部では、毎年6月の「水道週間」に合わせて浄水場施設見学会を開催しています。浄水場施設見学の後、配水管の変遷や耐震継手管のしくみ、給水管のしくみや漏水の発見方法などブースを設けて説明しています。耐震継手管の説明では、抜け出し防止、伸縮の構造に感心の声があがったり、震災時の被害についての質問が寄せられるなど、市民の皆さんの水道に対する関心の高さが感じられる熱気にあふれるブースとなっています。



# TOPICS

事業者だより



## 静岡市上下水道局

### ～徳川家康公と安倍川～

静岡市の主な水道水源である安倍川は現在と全く違う複雑な流れをしており、暴れ川としても有名で、度々氾濫していました。

その安倍川が、今日のような流れとなったのは、家康公が駿府を大御所の地と定め、薩摩土手などの大規模な治水事業を実施した為です。現在は、家康公が改修した安倍川の恵みを静岡市が受け継いで水道水として市民の皆様にお届けしています。



「清流の都 静岡の水」徳川家康公顕彰四百年記念として「家康公の肖像画」と「国宝久能山東照宮」をデザイン



家康公が薩摩土手などの大規模な土木事業を実施して安倍川の治水を行いました。

## 福井市企業局

### ～福井市上下水道展～

福井市企業局では下水道部と共催で、平成26年8月9・10日に福井駅東口のアオッサ1階アトリウムにて「～くらしをささえるめぐる水～」をテーマに福井市上下水道展を開催しました。

上下水道事業のパネル展示のほか「ふくいおもてな水」と外国の水の飲みくらべ、水に関する工作教室、福井市宣伝隊長朝倉ゆめまるたちによるPRなどを行いたくさんの市民の皆様にご来場いただきました。



上下水道展のPR活動



飲みくらべでもおいしいと投票が多かった「ふくいおもてな水」

## 名古屋市上下水道局

## なごや水フェスタ ～鍋屋上野浄水場の開放～

名古屋市上下水道局では水道週間の啓発を目的として、イベントを開催しています。今年は6月1日(日)に「なごや水フェスタ～鍋屋上野浄水場の開放～」を開催しました。

今回は平成24年に名古屋市指定有形文化財に登録された、鍋屋上野浄水場旧第一ポンプ所の内部を初公開したほか、施設見学ツアー、災害対策PRなど、さまざまな催しを実施しました。

約9,500名の方にご来場いただきました。



旧第一ポンプ所



場内ようす

## 高槻市水道部

## ～水道祭2014～

高槻市水道部では、生活に欠かすことのできない水道や大切な水資源に対する関心を高めていただくための取組みの一環として、水道週間に水道祭を開催しています。今年は6月1日(日)に大冠浄水場で開催しました。

6月とは思えないほどの酷暑の中、約2,000名という多くの来場者で賑わいました。水道祭では、水の硬度による紅茶の味比べやGX管の展示等を行い、幅広い年齢層の方々から大変好評をいただき、普段は意識しない水道への理解を深めていただきました。



水質検査体験を通して、水道の安全を守る取組みを紹介しました。



GX管を展示し、耐震化の取組みを紹介しました。

# TOPICS

事業者だより



## 吹田市水道部

### ～夏休みすいすいくん祭り～

吹田市水道部では、8月3日(日)に泉浄水所で、第3回 水道フェア『夏休み すいすいくん祭り』を開催しました。このイベントは、水道について楽しく学び、水道事業について理解や関心を深めていただき、災害発生時には応急給水所となる泉浄水所のことを地域の皆さんに知っていただけるよう開催しています。

当日は、水道に関する展示はもちろん、浄水所見学ツアーや水道実験教室、応急給水体験、遊びエリアでのプールや金魚すくいなどのイベントを用意し、約1,500名という多くの家族連れの来場者で賑わい、盛況のうちに終了しました。



## 姫路市水道局

### ～水道フェア2014～

姫路市水道局では、毎年6月1日～7日の全国水道週間行事の一環として、6月の第一日曜日に「水道フェア」を開催しています。今年は「姫路市水道資料館・水の館」において、小学生低学年を対象とした水に関する工作教室や遊びのほか、利き水体験や給水車の展示などを通して水道に関する理解を深めていただきました。また、年間を通して「姫路市水道資料館・水の館」では水道に関する常設展示がございますので、姫路にお越しの際は是非お立ち寄りください。





## 福山市上下水道局

### ～第56回水道週間における取り組み～

福山市上下水道局では、6月7日（土）に水道週間に合わせ、毎日使う「水道」や「環境の大切さ」などについて関心を深めていただくことを目的に、「水の大切さ大発見!水道展in千田浄水場2014」を千田浄水場で初めて開催しました。

『浄水場施設見学』をはじめ、緊急遮断弁設置配水池と緊急時応急給水所を活用した『応急給水訓練』や市販のミネラルウォーターと水道水の『水の飲みくらべ』、『上下水道事業パネル展示』などを実施し、来場された市民のみなさんに楽しみながら学んでいただきました。



## 松山市公営企業局

### ～まつやま水道フェスタ2014～

松山市公営企業局では、第56回水道週間に合わせ「まつやま水道フェスタ2014」を開催し、子供たちに「安全で安心して飲める水道水がいつでも飲めることの大切さ」を応急給水体験や、水道水がいつでも使えるようにするため、沢山の人が関わっていることをクイズラリー・水道劇などを通じ、楽しく学んでもらいました。また、地震災害に備えて本市が取り組んでいる水道管や施設の耐震化について、パネルを展示し、併せてPRしました。



## リレー エッセイ

# Water Tourismへの道を拓く ～“A History of Dams”から始める古いダムめぐり～

神戸市水道局 松下 眞

神戸の布引ダムは1900年に完成した日本最古の重力式ダムである。設計者である佐野藤次郎の足跡を追っていくと、ダムそのものの歴史に興味を湧かした。さっそく、インターネットの古本サイトから、“A History of Dams” (Norman Smith, 1971) なる本を入手した。もう15年近く前のことである。

この本はダムの歴史を、ローマ、イスラム、レコンキスタ後のスペイン、近世ヨーロッパ、19世紀のヨーロッパ・アメリカ、20世紀の世界、と古い順に解説する構成になっており、文章も平易なので、ついつい引き込まれてしまう。ローマ自体には、基本的にダムのような貯留施設はない。古代ローマ水道の遺跡が残されているポンペイ(イタリア)でもニーム(フランス)でも高台に配水池はあるが、文字通り「分配」だけの機能しかない。

ローマ時代のダムで現存しているのはスペインに2か所あり、いずれもローマの植民地ルシタニアの首都メリダの近郊にある。メリダは当時、エメリタ・アウグスタと呼ばれ、皇帝アウグストゥスの命により紀元前25年に建設された。当然、ローマの生活文化である劇場、闘技場、浴場があり、大量の水を必要としたが、乾燥した荒野に灼熱の太陽が降り注ぐスペインでは、ダムに頼らざるを得なかったのであろう。ここには、ダムと水道橋からなる古代ローマ水道が建設された。水道橋(Los Milagros、写真1)の方は市内の河川敷に公園として整備されており、観光名所になっている。

それではダムを見に行くことにしよう。とはいえ、書店の旅行ガイドに記載されているわけではなく、“A History of Dams”の文章が頼りである。その1つプロセルピーナ(紀元2世紀前半、写真2)は、「メリダの北4マイルにあり、小さな川を集めて貯水している」とある。手持ちのスペインの道路地図では、水面はあるが堰堤はよくわからない。行ってみると、現地はリゾート開発されており、アクセス道も整備されていた。ただ、そうとは知らず、堰堤を探して別の方向からアプローチしたため、

広大な原野の中を心細い思いをしながら進むことになり、ようやく湖畔が見えた時には内心ホッとしたしだいである。石積の堰堤は一見しただけでは、「ローマ時代のダム」とわからないが、遺構が観察できるように石積の発掘跡を残してスペイン語・英語で解説看板もあった。

ローマ時代以降、中世はダムの停滞期になるが、イスラム文化との融合が起こったイベリア半島では、技術的な進歩がみられた。乾燥地になじんだアラブの技術により、灌漑水路網が整備され、河川本流を堰上げする小規模なダム(Diversion dam)が、また、水源として利用



●写真1 Los Milagros水道橋(スペイン)



●写真2 Proserpina Dam(スペイン)

するための貯水用ダム (Reservoir dam) が築造されている。それでは近世スペインのダムであるAlmansa (14世紀?、写真3)とTibi (16世紀、写真4)を訪ねてみよう。

Almansa Damは灌漑用とされるが、建設年代など詳細は不明である。例の本によると、「アルマンサの3マイル西。アリカンテからマドリッドに通じる鉄道のすぐ近く。」という記述がある。道路地図からアリカンテからマドリッドへの鉄道路線を見つけて、アルマンサの3マイル西付近を探すが、ダムの表記(水たまり)はない。現地に行ってみると、線路の向こうに堰堤は見えるものの近づくことができず、うろうろするうちに鉄道を越える橋を発見して、ようやくたどり着くことができた。

Tibi Damの方は16世紀の灌漑用ダムで、こちらも堰堤へのアプローチがない。車をおいて大回りしながら、歩いて堰堤にたどり着いた。深く狭い峡谷に高い石積ダム(高さ41m)がそびえており、堤頂部の幅は広く、相当量の石材が使われていることがわかる。

どちらのダムもアラブの伝統で、上流に向かって平面的にアーチ形状である。アルマンサ・ダムは、後にアーチの上部に擁壁を嵩上げて貯水量を増やしたようである。「これぐらいの厚みがあれば大丈夫!」と勘と経験で築造したのであろう。

17世紀以降、イギリスでは科学的知識を活用することで産業革命の勃発につながった。ダムに関しては、19世紀後半に少ない石材ですできるだけ多量の水を貯水できるような工夫が始まり、各地の大規模水道で石積ダムが建設された。ウェールズにあるVyrnwy Dam (1888、写真5)は、リバプール市に水道水を供給するダムであるが、初めて構造計算が適用されたダムとして知られている。土木工学の金字塔ともいえるエポックであり、パルトンの記した“Water Supply of Towns” (1894)でも口絵の写真として誇らしげに掲げられている。この本を勉強した学生は、「私も、いつかこのような立派なダムを造るのだ!」と勉学への意欲を燃やしたに違いない。佐野藤次郎もその一人だったと推定される。

というわけで、『ダムの歴史がわかる現場に行ってみたらホントはこんなトコだった』という旅をして、日本における石積ダムの元祖・布引ダムに戻ってきた。

水道事業は“水源から蛇口まで”が守備範囲である。私は長らく水道に携わってきたこともあり、「ダム・水道橋・



●写真3 Almansa Dam (スペイン)



●写真4 Tibi Dam (スペイン)



●写真5 Vyrnwy Dam (イギリス)

水飲み場」の歴史的考察がライフワークになっている。水の歴史に関する逸話を発掘して付加価値をつければ、街角の水飲み場ひとつであっても、水道の広報ツールとして活用できる。それらをつなげると、水の遺産をめぐるトレイルとなり、サンチャゴ巡礼路や熊野古道にも匹敵する“世界遺産”にもなりうる。この視点から“Water Tourism”への道を拓いていけないものだろうか。



# 製造現場STORY

私たちの重要なライフラインを支えているダクタイル鉄管。水を送る役割は知られていても、どのように製造されているかについてはあまり知られていません。前号(No.94)において「製造現場STORY」として溶解・鑄造編を紹介しましたが、今回はその続編として「加工～出荷編」をご紹介します。



## SCENE 1

### 受口・挿し口の加工

NS形やGX形等の耐震管は離脱防止のための挿し口突部を形成します。

離脱防止力:3D(kN) [D:呼び径]

例えば呼び径400の場合

離脱防止力=3×400=1,200(kN) となります。

## SCENE 2

### 検査(水圧) ※1

加工によって所定の形状に仕上がったダクタイル鉄管は、全数水圧試験により、管の水密性を確認します。

試験水圧:4~6MPa(呼び径により異なります。)



## SCENE 3

### 検査(寸法、材質) ※1

寸法検査、管厚・質量確認は全数、材質試験については規定抜き取り数量に基づき検査を実施します。



※1 水圧、材質、寸法等の検査の順序は各メーカーにより多少前後いたします。



## ダクタイトイル鉄管(直管)ができるまで【加工～出荷編】

### SCENE 4-1

#### 内面塗装 (粉体塗装)

中・小口径ダクタイトイル鉄管には、主にエポキシ樹脂粉体塗装を実施します。これは鉄管内面を研磨後、鉄管を約200℃に加熱し、エポキシ樹脂粉体塗料を焼き付け塗装します。塗装後は全数ピンホール検査を実施し、塗装品質を確認しています。



### SCENE 4-2

#### 内面塗装 (モルタルライニング)

大・中口径ダクタイトイル鉄管には、主にモルタルライニングを実施します。これは、遠心力铸造と同様に鉄管を高速回転させ、遠心力によってモルタルを均一に鉄管内面に施工します。



### SCENE 5

#### 外面塗装

鉄部の防食を目的に、亜鉛塗装または亜鉛溶射を施した後に、合成樹脂塗料(黒色)を塗装します。GX形は耐久性を高めるため「亜鉛系合金溶射+封孔処理+合成樹脂塗料(グレー色)」を実施します。



### SCENE 6

#### 製品・出荷

このようにして完成されたダクタイトイル鉄管は、鉄管専用置場で呼び径・継手形式別に保管されます。出荷の依頼により、全国各地の工事現場へ搬入します。

No.94から引き続き2回に分けて「製造現場STORYダクタイトイル鉄管(直管)ができるまで」についてご紹介させていただきました。私たちの重要なライフラインを支えるダクタイトイル鉄管。それを供給する製造現場では安心してお使いいただけるように、常に品質管理、製造技術の向上に努めています。

## 誌上講座

# 水道事業の 会計新時代の幕開け

浜銀総合研究所 シニア・フェロー  
元地方公共団体金融機構 公営企業アドバイザー  
佐藤 裕弥



### 思いを新たに

水道新時代の幕開けに思いを新たに、将来の魅力と活力ある水道事業の飛躍に向けて、積極果敢に挑戦しよう。

今年2014年4月から新公営企業会計基準(以下、新会計基準という)が本格適用され、今年度の当初予算から新会計基準に基づいた水道事業会計が始まりました。新会計基準への移行処理のために水道事業会計の予算・決算担当者をはじめ、その全体を統括し予算原案策定に携わった水道事業管理者ら、すべての水道事業の職員の方々が苦労をされたものと思います。

筆者は、昨年1年間、地方公共団体金融機構の公営企業アドバイザーとして、新会計基準移行に関する相談業務を担当いたしました。ここでは多くの皆様からご質問を頂きました。その中には、「新会計基準が水道事業会計に馴染まないものがあるのではないかと」といったご意見もありました。そこで本稿では、事務職、技術職といった区分に関わらず、水道関係職員が知っ

ておいた方がよいと思われる基礎知識を紹介したいと思います。

### 新会計基準導入の特徴

新会計基準は、国際会計基準への調和を意図したものであり、民間の企業会計原則を大きく取り入れている点に、その特徴が認められます。そのため民間の一般私企業が行う会計基準が採用されています。民間の一般私企業の会計を主として扱うのが会計学であり、公営企業会計に比較して研究が進んでいるといえます。そうしたことから、新会計基準の適用は水道事業会計にとっても良い面が認められます。こうした新会計基準の導入を契機として、「新水道ビジョン」に基づいた水道事業の新時代を積極的に切り拓いていこう、と呼びかけたいと思います。

### 公営企業会計の歴史を知ろう

では、なぜ水道事業会計に馴染まないものがあるのではないかとといったご意見が寄せられた

のでしょうか。この問題を考えることは水道事業の特殊性を理解することにほかなりません。たしかに今年4月から、民間企業が採用している国際会計基準を一部に取り入れた新会計基準がスタートしましたが、公営水道事業が完全民営化されたわけではありません。

つまり、水道事業における新会計基準を適正に運用していくためには、水道事業の本質および歴史を理解しなければなりません。なぜなら新会計基準は、地方公営企業として営まれる全体を統制するものであって、その中には観光施設事業や駐車場事業などの、純然たる一般私企業と同等のものも含まれており、公益事業として事業統制が行われるべき事業と民間企業と同様の経済活動を行う事業の一切を、地方公営企業として包括した会計制度の見直しを行っていることに起因します。

## 公営公益事業としての水道事業と制度設計の歴史

水道事業は、「①日常生活に必要不可欠なサービスを、②独占的に提供する、③企業」として公益事業とされています。公益事業が一般私企業の会計基準と同様のものであることが適当なのか否かについては議論があるところです。新会計基準が水道事業会計に馴染まないものが含まれているのではないかといったご意見は、もっともな面があります。

こうした公益事業のうち地方公共団体が経営する企業を「行政と経営の分離」の観点から切り離して制度設計されたものが地方公営企業法(昭和27年)であり、同法第20条第1項、第2項で計理の方法が規定され、現在に至っています。ここでいう「計理」とは、地方公共団体が営む企業としての計算整理の方法を指します。社会一般でいわれる「経理」ではありません。

計算整理とは、水道事業のような公益事業は適正な水道料金の負担を求めることが必要とされるが、そのために行政技術の一つとして企業会計方式を採用することを意図したものです。この学術上の研究領域は、公益事業論(経済学)の計理論となります。つまり、水道事業という公益事業の料金統制を会計面から支える計算整理の技術ということになります。

こうした歴史に対して、今回は民間企業の会計学を積極的に取り入れたことから、戸惑いを感じる水道事業関係者がいるのは当然と言える面があります。公益事業論と会計学の両者の違いは、サービスの対価としての水道料金の算定方法と財物の代金計算の違いとなって現れます。

実務上は、水道料金の原価計算をもとに、水道料金の適正化を地方議会の議決によって決定する制度となっています。ここでいう原価計算とは、経済学における原価計算(料金原価計算)であって、会計学の原価計算(製造原価計算)ではありません。このような基礎的な理解がないと、新会計基準の適用を誤ることもなりかねません。

そこで次に新会計基準の見直しの概要をご紹介します。

## 地方公営企業会計基準の見直し

会計基準の見直しは大きく11項目からなります(表1)。このうち健全経営の観点からは引当金の適正な会計処理などが影響の大きい改正といえるでしょう。

引当金は、引当金の計上要件を満たした場合には計上することとされました。とくに退職給付引当金については計上が義務化されました。そのためこれまでも法定引当金であった退職給与引当金の計上を適正に行っていなかった事

業者は、原則として一括して特別損失に計上することとなります。これにより利益が減少することとなり、場合によっては多額の当年度純損失が計上される団体が出てくることも予想されます。

さらに、賞与引当金、修繕引当金、特別修繕引当金、貸倒引当金等も一定の要件を満たす場合には計上が求められることとなり、引当金は全般的には利益が減少する会計処理となります。このことはつまり、今回の制度改正は単なる会計上の説明責任を果たすだけの問題にとどまることなく、健全経営としての適正利潤のあり方や料金算定にまで及ぶ問題であることを念頭に置く必要があります。

## 会計制度の改正が促す 経営の見直し

水道事業者が今後行わなければならないのは、新会計基準への適正な移行です。民間企業

は会計ビックバンといわれる会計制度改正を経験済みです。そこでは説明責任としての会計面の対応は当然ですが、会計制度の改正が企業行動のあり方を変えることにもつながりました。水道事業の場合にも、新会計が経営のあり方や料金適正化を促すことになるでしょう。したがって、新会計基準への移行は単なる会計制度の改正として会計担当者が対応すべき問題として矮小化するべきでなく、水道事業の経営健全化の問題と認識し、水道事業管理者をはじめ組織全体に関わる問題であることとらえる必要があります。さらに、水道事業の経営にそれぞれの立場から関わってくる首長、議員、監査委員などにもその本質を理解してもらう必要があります。

そこで次に、よく寄せられる質問をご紹介します。

表1 地方公営企業会計基準の見直し

会計基準の見直し	
1	借入資本金(借入資本金を負債に計上。1年基準の適用)
2	補助金等により取得した固定資産の償却制度等
3	引当金
4	繰延資産
5	たな卸資産の価額
6	減損会計
7	リース取引に係る会計基準
8	セグメント情報の開示
9	キャッシュ・フロー計算書
10	勘定科目等の見直し
11	組入資本金制度の廃止(資本制度の見直しの積み残し)

(出所) 拙著(2012)『新地方公営企業会計制度はわかりガイド』ぎょうせい、3頁。



# Q&A Q&A Q&A

**Q.減資が認められたことによって、水道の利益を病院の建て替えに使うことができると、ある説明会で聞きましたが、どのように考えればよいのでしょうか？**

**A.**水道事業は給水サービスを提供して、水道の施設の使用料として水道料金を得て事業を行っています。この水道料金は総括原価方式によって決定されますが、その原価に病院建て替え資金は当然のことながら含まれていません。水道の利益は水道会計で使用するべきものです。

そもそも水道における当年度純利益とは、「公共的必要余剰」と定義されており、これは資本的支出の財源すなわち建設改良費と企業償還金に充てるべきものです。水道の耐震化が進んでいない実態や、将来の施設更新財源の不足が懸念されている中で、病院の建て替えに資金を充てられるくらいに経営に余裕がある水道事業はないと思います。つまり、地方議会の議決によって制度上は可能であったとしても、実務上はあり得ないと考えられるべきでしょう。

**Q.特別修繕引当金は積めますか？**

**A.**新地方公営企業会計制度では、修繕引当金と特別修繕引当金に区分されることとなりました。このうち特別修繕引当金は法令等の裏づけがあるものに限られていますが、現時点で根拠となる法令は見当たりません。また、現在の水道料金算定基準でも特別修繕引当

金は予定されていません。

ただし、水道施設は、絶えず適正な修繕を行うことによって、全体を維持していく必要があります。そこでこれまでは大規模修繕等を毎事業年度の修繕費に織り込むことによって料金原価に算入し、年度末に未執行残額を修繕引当金として計上し、規則的・計画的な修繕をこれまで行ってきました。新会計基準における特別修繕引当金を狭義に厳格に解釈した場合、こうしたこれまでの水道施設の修繕の考え方が変わることとなりますが、実務上は水道施設の適正な修繕のあり方と水道料金原価計算を一体として考えて、合理的な対応を検討しなければならないでしょう。

**Q.上下水道料金の算定にどのような影響がありますか？**

**A.**今回の新地方公営企業会計制度は会計基準の変更であり、直接的に料金算定方式の変更を意図したものではありません。ただし、新会計ではたとえば長期前受金戻入が営業外収益に計上されることとなり、これまでの料金原価計算の考え方を単純に当てはめた場合には、料金原価の控除項目として計算することとなります。しかしながら、更新財源の確保の観点からは、各水道事業者が料金改定の際に作成する「水道料金算定基準」において、今後の料金原価計算では長期前受金戻入を控除項目としないなどの判断も、場合によっては必要でしょう。

### Q.資産維持費は新公営企業会計ではどのように考えればよいのでしょうか？

A.施設更新財源の確保の観点から、資産維持費の確保が主張されてきましたが、この資産維持費は今回の会計制度の改正とは関係なく、以前から会計上の費用とは認められていません。水道料金の原価計算で資産維持費を織り込んだとしても会計上の費用として計上できない以上、その相当額は当年度純利益として決算されることとなります。そのため水道事業における当年度純利益の意味を適切に説明することが重要となります。

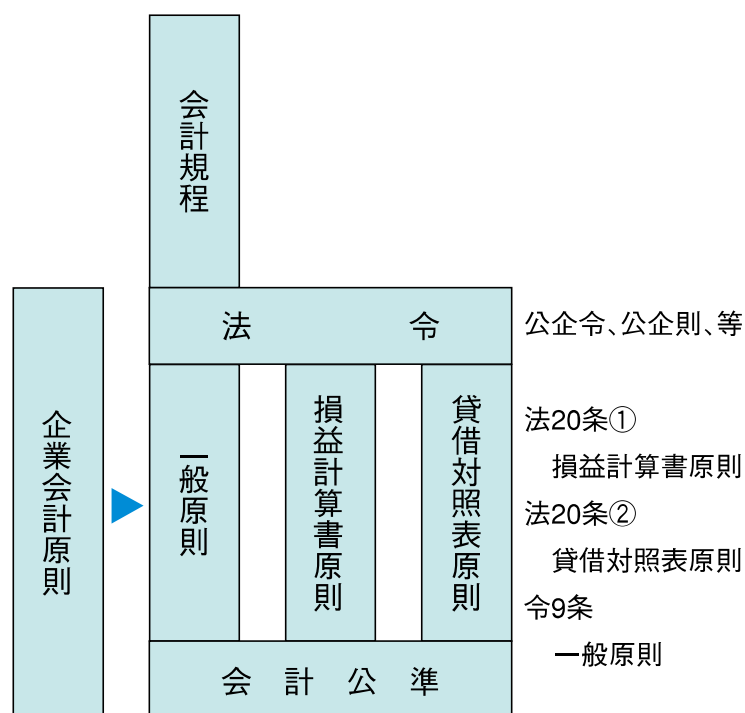
### Q.適正な予算・決算を行うために特に留意すべき点はどのようなことでしょうか？

すでに今年からスタートしていますので、

各水道事業において会計規程が整備されているものと思いますが、私が見た限り、水道事業会計の実務に耐えうるレベルの会計規程が整備されているとは言えない状況にあります。今後の2～3年程度をかけて、必要に応じて会計規程の見直しを行っていくことが必要でしょう。

なお、この会計規程には勘定科目表が含まれますが、地方公営企業会計施行規則、別表第1号(第3条関係)に示されている水道事業の勘定科目表では不十分です。この勘定科目表を参考として、各水道事業者が実務に耐えうるものに直して活用することが適当です。

ちなみに、農林水産省では、同省が所管する公営企業(農業共済事業等)に対して独自に、「地方公営企業法を適用する市町村の経理



(出所) 拙著(2012)『新地方公営企業会計制度はわかりガイド』ぎょうせい、103頁。

図1 地方公営企業会計の基本構造

処理要領」を通知しています。そこで示されている勘定科目表は、水道事業の勘定科目表と比較して詳細であり、一部に新会計基準と異なるものも含まれています。新会計基準と異なる事項を含めているのは、当該事業の特性に鑑みた場合には、あえて別の会計処理や勘定科目を採用した方が合理的だからと考えられます。

地方公営企業とは地方公共団体が設置した企業の総称であり、その本質を考えた場合には「事業別会計」といえます。水道事業を所管する厚生労働省も、必要に応じて、水道事業の実務に即した勘定科目表を研究することが適当でしょう。さらに、現在一部で検討が進んでいる水道事業の民営化(例.コンセッション方式)などが現実化した場合、その認可が問題となります。「料金の算出根拠及び経常収入の概算」を添付することになりますが、これらは新会計基準に即していません。会計が変わるということは料金原価計算が変わることを意味しますので、厚生労働省としても今後の対応が急がれるものと思います。

## おわりに

今回は新会計基準に関して広く一般的に理解しておいた方がよいと思われる点を中心に取り上げました。読者の中には、「会計に関係ない部署だから」といった理由から関心のない方もいらっしゃるかもしれません。しかしながら、これからの水道が直面するのは「給水収益の減少」、「老朽化施設の更新財源の確保」、「資金調達多様化の方策」などです。これらのいずれの問題も、すべては「おカネ」の問題となります。そのお金の問題を考える材料が新会計基準の適正運用です。ぜひとも基礎的な部分については、日ごろから関心を持って業務に取り組まれることをお勧め致します。

最後に、「魅力と活力ある水道事業」を築くためには、「ヒト」、「モノ」、「カネ」の経営の3要素が重要になります。このうち「モノ」や「カネ」の問題を解決するのは「ヒト」です。どのような業務に携わろうとも、水道事業に関係する以上、ヒトの有する知識・ノウハウが将来の水道を切り拓くことにつながります。日々、「のめり込む好奇心と横を向く余裕\*」を持って、業務にあたることが重要と考えます。のめり込む好奇心とは、自分の担当している業務をトコトン追求していく姿勢を意味します。また、横を向く余裕とは、自分の担当業務だけでなく、水道に関係する他人の業務にまで関心を持って仕事に邁進することを意味します。そのためには多少の余裕が必要だという意味です。ぜひその関心の対象の一つに新会計基準を加えて欲しいと思います。

\* このキャッチコピーは、大久保勉氏(八戸圏域水道企業団副企業長:当時)、福田健次氏(盛岡市水道部次長:当時)および筆者による「将来の水道を担う人材育成を考えるフォーラム」の最終的な取りまとめの意見です。

# ダクタイトイル鉄管に関する 素朴な疑問集



**GX形ダクタイトイル鉄管を水管橋に使用する場合の外面塗装はどのようなものが良いのでしょうか。**



GX形ダクタイトイル鉄管は、管外面に「亜鉛系合金溶射＋封孔処理＋合成樹脂塗料層」で構成された外面耐食塗装が施されており、埋設環境においては、部分的に鉄部が露出してもこの耐食層の自己防食により防食機能を維持することが一つの特長です。ただし、水管橋のような露出配管では外面塗装には耐候性も要求されるため、GX形ダクタイトイル鉄管を水管橋に用いる場合は、外面耐食塗装ではなくJCPA Z 2009 で規定されている「外面特殊塗装」の種類:CCを施すこととしています。



**何故、呼び径400のP-Link、G-Linkはラインアップされないのですか。**



GX形は管路コスト低減、施工性向上、長寿命化の3つのコンセプトで開発されました。呼び径400のP-Link、G-Linkを実現した場合、それぞれ70kg超、40kg超の重量となります。この結果、材料価格が高くなることや、施工時にクレーンが必要になり、施工性が低下し、施工費も高くなってしまいます。このためGX形 呼び径400には、P-Link、G-Linkをラインアップしていません。



**S50形ダクタイトイル鉄管は既設管とどのように接続すれば良いのでしょうか。**



S50形ダクタイトイル鉄管は、過去に規格化されていた呼び径50T形ダクタイトイル鉄管や他管種（鋼管、塩化ビニル管等）とは外径が異なるため、直接接続することはできません。既設管との接続は下記のケースが考えられます。



### ① 既設管路の末端部または既設管路の切管個所にS50形ダクタイトイル鉄管を接続するケース

呼び径50T形ダクタイトイル鉄管や他管種（鋼管、塩化ビニル管等）との接続は、S50形ダクタイトイル鉄管専用の異種継手管<sup>※</sup>を用いて行うことができます。この異種継手管の一方は、S50形ダクタイトイル鉄管の異形管受口形状になっており、S50形ダクタイトイル鉄管の挿し口突部の有無にかかわらず接合が可能です。

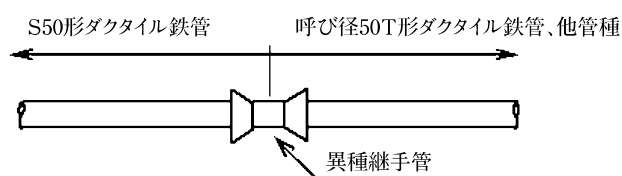


図1 呼び径50T形ダクタイトイル鉄管や他管種との接続方法例

### ② 既設管路に分岐管を設けて、その分岐管にS50形ダクタイトイル鉄管を接続するケース

既設管路を一部撤去した後に二受T字管を設置し、その分岐管にS50ダクタイトイル鉄管を接続する場合は、分岐側が呼び径75の二受T字管を使用し、挿し受片落管<sup>※</sup>（挿し口:GX形もしくはNS形、受口:S50形）により、S50形ダクタイトイル鉄管と接続できます。

また、不断水で分岐する場合には、不断水分岐工法により分岐側が呼び径50フランジ形の割T字管を設置し、S50形ダクタイトイル鉄管の短管1号<sup>※</sup>もしくは2号<sup>※</sup>によりフランジ接合で接続できます。

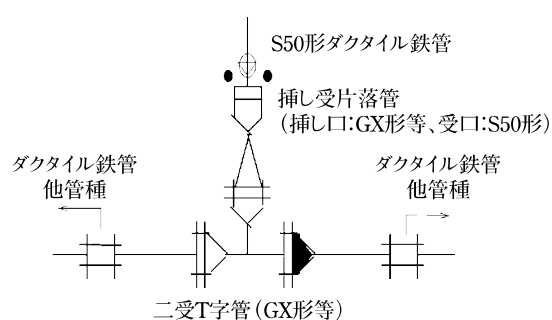


図2 既設管を一部撤去する方法例

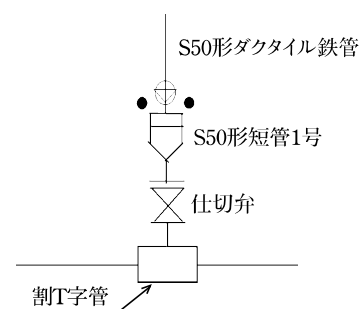


図3 不断水分岐を用いる方法例

<sup>※</sup>異種継手管、S50形ダクタイトイル鉄管の挿し受片落管と受挿し片落管、短管1号と2号については、当協会規格では規定していませんが、メーカー規格により製造・販売されていますので、詳しくは会員メーカーにお問い合わせください。

## 次の時代の安全へ。

鉄蓋の基本性能を追求した革新的な基本構造と基礎調整部施工、そしてレジンコンクリート製下樹の組み合わせによって、次の時代へ持続する安全・安心で快適な生活環境を実現します。



新型消火栓用鉄蓋 RO-50/60

### 基本構造

#### RV支持構造

食い込み力を適切に制御することで「開けやすさ」と「ガタツキ防止」を両立

### 基礎調整部施工

#### ハイジスター®施工

ガタツキがなく堅牢で安定した基礎調整部を形成

### レジンコンクリート製下樹

#### ハイピット®

すぐれた耐食性と高強度に加えてリサイクルにも対応  
(日本水道協会規格適合品)

日之出水道機器株式会社

本社 福岡市博多区壱粕5丁目8番18号(ヒノアビルディング) TEL (092) 476-0777  
東京本社 東京都港区赤坂3丁目10番6号(ヒノアビル) TEL (03) 3585-0418

## 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 工業用水道用 ポンプ用  
ダクトイル鑄鉄管 (口径75㎜~3,000㎜)



〔〇〕日本ダクト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** 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](mailto:info@kyucyu.co.jp)

■東京支店  
〒101-0048 東京都千代田区神田司町2-7  
TEL 03-3294-5270 FAX 03-3294-5275

## 表紙写真 募集!!



当協会では協会誌「ダクトイル鉄管」を年に2回(5月中旬、10月中旬)発行しています。この協会誌の表紙写真を広く読者の皆様より募ることとしました。

● 募集テーマ

## 水のある風景

注) 水道施設やダクトイル鉄管に関連なくて構いません。

応募方法など詳しくは、

ダクトイル鉄管 表紙写真募集

検索

## ●●●●●●●●●● 編集後記 ●●●●●●●●●●

- 今号の巻頭言では、本年7月1日厚生労働省水道課長に就任された宮崎課長に執筆をお願いしました。2度目の水道課ということもあり、水道界の課題に強い危機感を抱かれているようで、力強い抱負をいただいていますので、ぜひご一読ください。
- 対談では、南海トラフ地震への対応について、岐阜大学の能島教授と名古屋市の山下次長に語り合っていました。能島教授から、様々な資料の提供を頂き、中でも「ライフライン機能の時空間的復旧過程についての見える化」の話では、今後、ライフライン事業者が支援側、受援側のどちらの立場になった時でも、防災対策等を立案するための資料に役立つことができると感じました。また、山下次長

からは現在の上下水道事業者では限られた人員の中での対応になり、住民の自助、共助の意識を高める心がけが重要であるとコメントいただき、名古屋市では住民との連携について防災訓練の機会などを通じて市民との協働を目指していると発言いただきました。

- 事業者の広報、市民の方々の触れ合いの取り組みとして92号から事業者だよりを掲載しています。今回も12事業者を紹介しています。各事業者の広報活動の一助になれば幸いです。また、この事業者だよりでは原稿も募集しています。
- 技術レポートは6編、更新工事、貯水槽の採用、管網評価、広報活動などバリエーションに富んだ内容となっています。



ダクタイトイル鉄管第95号〈非売品〉 平成26年10月15日 印刷  
平成26年10月20日 発行

編集兼発行人 本 山 智 啓

発 行 所 一般社団法人  
日本ダクタイトイル鉄管協会  
(<http://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(セコム損保札幌ビル)
		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



Next Standard



高機能ダクタイル鉄管

なんだ管だと  
管カエルなら  
**NCKダクタイル鉄管**

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ダクタイル鉄管。

直管・異形管、鉄蓋など、  
ダクタ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。



**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) 東北支社：〒980-0014 仙台市青葉区本町3-5-22 ☎(022)263-2731(代)  
東京事務所：〒104-0045 東京都中央区築地2-12-10 ☎(03)3546-7671(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



いつまでも  
直接水道水が飲める  
日本であるために。

**GENEX**

株式会社クボタ パイプシステム事業部 [www.kubota.co.jp](http://www.kubota.co.jp)

本 社 〒556-8601 大阪市浪速区敷津東1丁目2番47号 (06)-6648-3144 東京本社 〒104-8307 東京都中央区京橋2丁目1番3号 (03)-3245-3161  
北海道支社 (011)-214-3141 東北支社 (022)-267-8922 中部支社 (052)-564-5151 中国支社 (082)-546-0464 四国支社 (087)-836-3923 九州支社 (092)-473-2431