

# 寄稿

## 「協会誌100号によせて」

(一社)日本ダクタイル鉄管協会の協会誌100号、誠におめでとうございます。昭和41年創刊と伺いましたが、その当時の下水道普及率は10%、水質汚濁はじめ公害問題が大いに議論された、いわゆる公害国会が昭和45年ですから、その歴史の長さともたされてきた役割の大きさには敬意を表するばかりです。下水道もいまや普及率が78%、欧米へのキャッチアップを旗印にした新規拡充整備が主要課題だった時代から、安全安心を向上させ持続的マネジメントを重視する時代になりました。これからの下水道に求められる主眼は、これまでの量的拡大からより一層の質的向上へのパラダイムシフトです。どんなときでも人々の暮らしを支え続けられるよう地震や水害など自然災害に強いこと、下水道を経営面でとらえたときにライフサイクルコストとして経済合理性が高いこと、今後日本が直面する人口減少など社会経済状況に追従できること等々。こういった視点から考えると、今後はダクタイル鉄管が有する特長がまさに求められ、そして活かされる時代になるのではないかとともに考えます。

森岡 泰裕  
国土交通省水管理・国土保全局下水道部長



さて、平成26年に策定した新下水道ビジョンは、そのキーワードを「循環のみち」下水道の「持続と進化」としています。インフラを取り巻く情勢変化としては、人口減少と高齢化や節水型社会の進行、財政や人材の制約、老朽化と大規模災害リスクの増大、温暖化による気候変動、エネルギーなど資源逼迫といった、ともすれば制限的要因が強調されがちですが、ICTをはじめ技術革新や海外水ビジネス市場の拡大など、光明を見いだすべき成長要因も確実に存在します。

下水道は、こうしたトレンドを踏まえ、循環型社会の構築、強靱な社会の構築、新たな価値の創造、そして国際社会への貢献、を進めるべきと新ビジョンでは謳っています。

そのために中期的に取り組むべき事項として、「循環のみちの持続」の観点から、人・モノ・カネの持続可能な一体管理（アセットマネジメント）の確立、非常時（大規模地震・津波・異常豪雨等）のクライシスマネジメントの確立、国民理解の促進とプレゼンス向上、下水道産業の活性化・多様化を掲げています。そして「循環のみちの進化」の観点からは、健全な水環境の創出、水・資源・エネルギーの集約・自立・供給拠点化、汚水処理の最適化、雨水管理のスマート化、世界の水と衛生・環境問題解決への貢献、国際競争力のある技術の開発と普及展開を掲げています。

下水道利用者である多くの国民の方々が、豊かで健康的な環境を享受し、安全安心な暮らしを続け、そしてそのレベルアップを図るためには、こういった行政ニーズを満たし、そして先取りする技術、そして技術を具現化した製品が不可欠です。

ダクタイル鉄管は、汚水の圧送管路、汚泥の圧送管路、再生水の送水管路、処理水の放流管路など下水道分野で多岐にわたり使用されています。そして、下水道管にいま求められる特長である、耐震性、耐腐食性に優れています。耐震継手ダクタイル鉄管は、鎖構造管路であることから地盤ゆがみを吸収でき東日本大震災はじめこれまでの地震で被害報告がなかったと聞いています。下水道特有の硫化水素による管腐食

問題に対しては、実現場での暴露試験で優れた耐食性が確認されているとも聞いています。

加えて、今後の下水道機能の効率化と高度化に向け、ダクタイル鉄管は多くの局面で出番が期待されています。例えば人口減少下での処理場の集約統合、インフラ更新やコンパクトなまちづくりに合わせて処理場やポンプ場の再編統合を行うことは中長期の経済性などから合理的な場合も多く、現に実例が増えつつあります。下水道の信頼性向上のための管渠や処理場ネットワークの多重化、これは災害や事故対応、設備更新対応から考えれば必要な方策でしょう。

ゲリラ豪雨対策としての貯留雨水の放流対応、気候変動に伴う降雨の激甚化や局地化などを想定すると、その適応策として市街地の雨水は排除のみでなく貯留も組み合わせて行うことが有効な方策です。ダクタイル鉄管は、こういった集約化や多重化などの観点で優れた下水道システム構築に貢献できるポテンシャルがあります。そして、製品PRのみならず、そういう将来を見据えた下水道システムを（一社）ダクタイル鉄管協会が協会活動として全国の地方公共団体に提案されていることは、下水道管理者が自らの下水道の効率化と高度化を考える上での大きなヒントになっています。

このような協会関係者の技術開発努力と研鑽、そして前向きな提案が、これからの下水道の循環のみち、その持続と進化につながる確信しています。ダクタイル鉄管の、今後の一層の製品価値向上と役割拡大、協会のご発展を祈念し、協会誌100号のお祝いの言葉といたします。

100号企画

# 進化する耐震継手ダクトイル鉄管

日本ダクトイル鉄管協会 技術委員会

## 1. はじめに

わが国の水道事業は、建設・拡張の時代から維持管理の時代となり、その事業環境が急激に変化しつつある。水道普及率がほぼ100%となった現在、多くの水道事業者では、国民にとって欠くことのできない水道の安全性・安定性の確保とサービス向上がますます重要な課題となっている。特に地震国日本において、大規模地震の発生時にも人間の生命に不可欠である「水」を守り抜くため、水道施設の耐震化はわが国の重要な命題である。

私たち日本ダクトイル鉄管協会では、地震時に水道を守るための手段の一つとして、NS形やGX形に代表される耐震継手ダクトイル鉄管を提供している。これらの継手は、地震時の地盤変状に対して、継手が伸縮、屈曲しながら追従する。さらに限界まで伸びだした後は、離脱防止機構により継手は抜け出さず、管路の機能を維持できる。

本報告では、耐震継手に関する私たちの基本的な考え方や、耐震継手ダクトイル鉄管の開発・発展の経緯、個々に行った実験や調査結果などについて報告する。

## 2. 耐震継手ダクトイル鉄管の開発

耐震継手ダクトイル鉄管の開発の契機となったのが、1964年に発生した新潟地震および1968年に発生した十勝沖地震である。本章では、これら二つの地震における管路被害調査結果、開発に先駆けて実施した地震時の管路挙動確認実験、耐震継手の開発経緯、性能確認調査の結果等について述べる。

## 2-1. 地震時の管路被害調査

### 1) 新潟地震 (1964年6月16日)

新潟地震は、戦後の日本において被害が大きかった地震の一つに数えられる。家屋の倒壊、沈下、橋梁の落下および道路の陥没、噴砂など、広範囲にわたる液状化により多大な被害が発生した。地下埋設物の水道管路も同様に甚大な被害を受け、新潟市内全域で断水した。

地震発生直後、私たちは直ちに現地に入り、水道管路の緊急資材や復旧支援を手配する傍ら、管路の被害状況の調査を実施した。その結果、写真1、写真2に示すように、鑄鉄管や鋼管等の破損の被害が至る所で発生していることが分かった。管路施設はネットワークとして機能する施設であり、例えば大部分が健全であっても一部分が壊れると機能が停止する運命にある。被害を最小限に抑えるためには、壊れにくく、また仮に壊れても迅速かつ容易に修復できる水道管を用いる必要があると痛感した。



写真1 地上に突出した鑄鉄管の破損<sup>1)</sup>



写真2 破損した鋼管<sup>1)</sup>

### 2) 十勝沖地震 (1968年5月16日)

八戸沖を震源に発生した十勝沖地震は青森県、北海道南部を中心に甚大な被害をもたらした。この地震で、水道の被害や人命の損失といった被害が最も多かったのは、青森県であった。(写真3、写真4) 八戸市は市内全域にわたって電気や通信は途絶え、各施設の相互連絡が不能となった。浄水場の機能が麻痺状態となったため、地震発生1時間後にはほぼ断水状態となり、その状況は翌日まで続いた。

私たちは地震発生2日後に青森県に入り、緊急資材や復旧支援の手配と同時に約10日間にわたって管路の被害状況を調査した。埋立地や造成地など軟弱地盤に被害が集中しており、ここでも地震に強い水道管の必要性をより強く実感した。



写真3 継手部からの漏水<sup>1)</sup>



写真4 応急給水車に並ぶ市民<sup>1)</sup>

## 2-2. 地震時の管路挙動確認実験

地震に強い水道管の開発に当たり、まず地震時の埋設管路挙動を確認することから始めた。

私たちが 1971 年に行った、日本で最初の埋設管路挙動確認実験では、図 1 のような振動実験装置を用いた。この装置は、小さな振動台を多数並べた構造で（写真 5）、各振動台を往復運動させ、かつ位相をずらして運動させ、振動台どうしに相対変位を与えるものであった。こうすることで、振動台の土砂は往復運動により圧縮、引張り、せん断を受け、実際の地震時の地盤の動きに近似した動きが再現できる。この人工地震地盤の中に管を入れ挙動を解明しようとする

ものである。この装置は機械の設定値を変えることにより、各種条件下での再現実験ができるというのが大きな特長である。表 1 に振動実験装置の概要を示す。

この実験を通し、以下の知見が得られた。

- ①管体発生ひずみは地震波の加速度や周期と関係なく、土のひずみや管長、管と土との摩擦力などで決まる。
- ②管と土との摩擦力は土圧にほぼ比例する。
- ③継手伸縮量も、地震波の加速度や周期と関係なく、土のひずみや管長などで決まる。

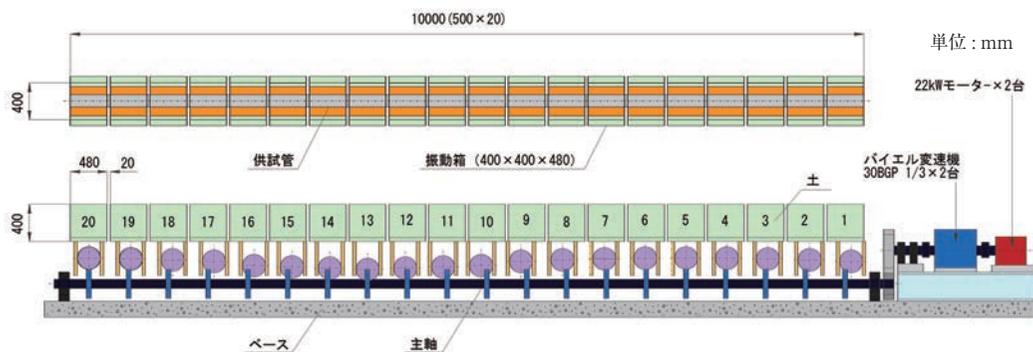


図 1 振動実験装置 1)

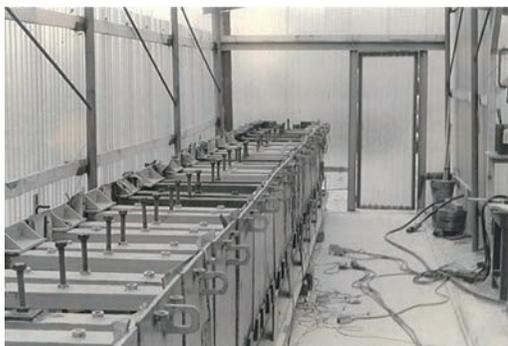


写真 5 振動実験装置 1)

表 1 振動実験装置の概要 1)

振動する地盤の大きさ	幅 800mm × 長 10000mm × 高 500mm
振動条件	装置軸方向に正弦疎密波
波長	0 ~ 100m
設定加速度	0 ~ 400gal
周期	0.4 ~ 1.2sec
振幅	0 ~ ± 76mm
土質	砂、粘土など
土圧	0 ~ 0.04MPa (0 ~ 0.4kg/cm <sup>2</sup> )
供試管	呼び径 50、100

### 2-3. 耐震継手の開発

#### 1) 開発のコンセプト

地震時の管路被害調査や管路挙動確認実験から、埋設管路は地震時において地盤からの荷重を受け、継手部が伸縮・屈曲挙動すると私たちは考えた。この荷重に耐えるため、以下に示すコンセプトで1972年から耐震継手の開発に着手した。

##### ①大きな伸縮量

弾性域にある地盤のひずみの大きさは $10^{-4}$ 程度であり、地盤が塑性域に達するのはひずみが $5 \times 10^{-3}$ 程度であるため、継手で吸収できる伸縮量は管長の1%程度必要である。

##### ②大きな抜け出し防止力

一つの継手で埋設管路を100m引張ることができれば、地震時でも概ね継手は抜けないと考えた。管と土の摩擦力

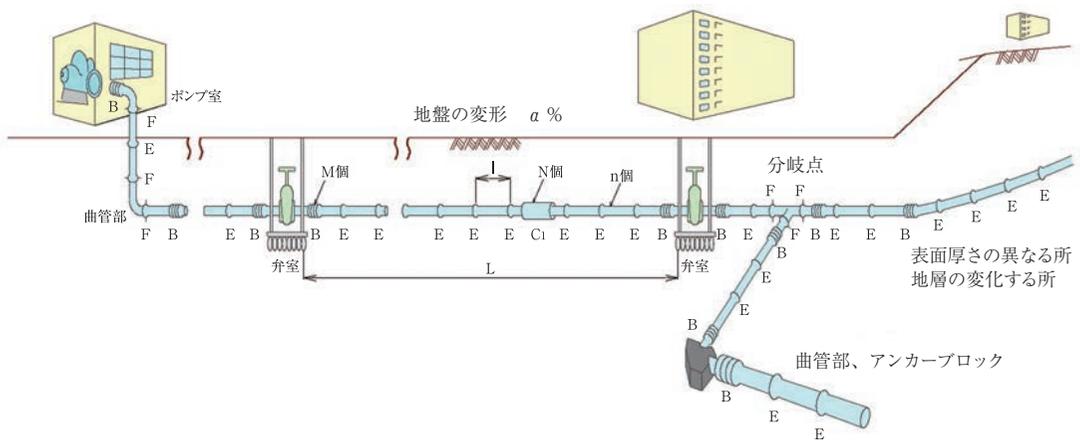
を $10\text{kN/m}^2$ と仮定し、安全率を考慮して100m分の管を引張ることができる力に相当する $3\text{DkN}$ (D: 管の呼び径 mm)の離脱防止力が必要である。

##### ③大きな曲げ性能

一般継手(K形など)の最大曲げ角度と同等程度の屈曲角でも漏水しないことが必要である。

#### 2) 耐震継手の方向性および性能基準

1972年厚生省(当時)で南関東大震災対策調査研究会が発足し、水道資材材の考え方が集約されている。1973年に研究会の成果として「南関東大震災対策調査報告書」<sup>2)</sup>がまとめられており、その中で耐震管の方向性が、継手部が自由に伸縮・屈曲しかつ抜け出し防止機構を有する「鎖構造管路」と明確になった(図2参照)。この方向性は、私たちの耐震継手の開発コンセプトと一致するものであった。



- E : スライド形継手 (軸方向伸縮余裕量 $\pm \beta\%$ 、抜け出し阻止力 $\geq$ 管長 $\times$ 管単位長さ当たり摩擦力 $\times$ 本数)
- B : 偏心伸縮自在ユニット (曲げ角度 $\pm \theta^\circ$ 、偏心量 $\pm \delta\text{m}$ 、伸縮量 $\pm a\text{mm}$ 、抜け出し阻止力 $\cdots\cdots$ Eに同じ)
- C<sub>1</sub>: 特殊耐震継ぎ輪 (軸方向伸縮余裕量 $\pm b\text{mm}$ 、抜け出し阻止力 $\cdots\cdots$ Eに同じ)  $\cdots\cdots$ 要すれば用いる。

$$\text{使用個数 } N = \frac{\alpha L - n\beta\ell - Ma}{b}$$

図2 耐震管路構想<sup>2)</sup>

### 3) 耐震継手 (S 形) の開発

私たちは、図 3 に示す当時既に開発済みの UF 形離脱防止継手をベースとして、耐震継手の開発をスタートした。最終的な構造の S 形に至る開発の経緯を以下に示す。S 形とは、Seismic (地震の) の頭文字をとったものである。

- ①開発当初に検討した継手構造は、図 4 に示すように挿し口突部を設けて受口内で挿し口が伸縮できるようにした。なお、ゴム輪はボルト・ナットで締め付けるメカニカルタイプとした。
- ②その後、図 5 に示すように、シールボルトの機能を分け、ロックリングをセットボルトでしっかり締め付ける最初の耐震継手ダクタイトル鉄管である S 形管 (初期型) を開発した。
- ③最終的には、ロックリングが管にしっかり抱き着くように改良してセットボルトをなくすことに成功し、図 6 に示す施工性が大きく向上した現在の S 形管に至る。

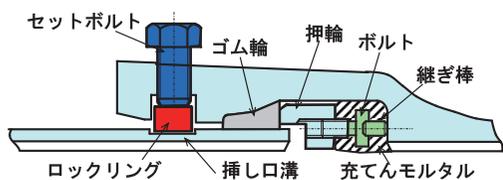


図 3 耐震継手開発のベースとなった UF 形離脱防止継手

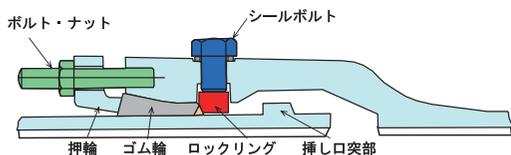


図 4 開発当初の耐震継手構造の一例

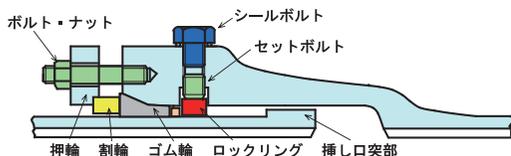


図 5 S 形継手 (初期型) の構造

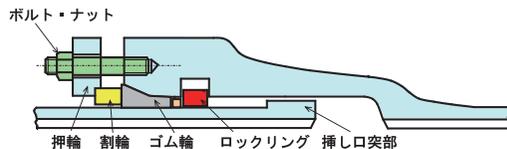


図 6 S 形継手 (現在) の構造

### 4) 離脱防止性能試験

継手性能確認試験の一例として、離脱防止性能試験について述べる。

耐震継手の伸び量が限界に達すると、挿し口突部がロックリングに引っかかり、地震時の引張り力に耐える。この離脱防止力の目標性能は 3DkN であり、100m 分の埋設管表面と土との周面摩擦力に相当する。引張り力に対する性能確認試験状況を写真 6 に示す。離脱防止性能試験結果を表 2 および図 7 に示す。いずれの呼び径においても、目標の離脱防止性能を満たしており、継手部からの漏水もなく、異常はなかった。



写真 6 離脱防止性能試験状況 (呼び径 1000) 1)

表 2 離脱防止性能試験結果 (文献 1) を一部加筆・修正)

呼び径 mm	負荷水圧 MPa ※	引張り力 kN ※	継手部の状況
500	6.9	1500	漏洩その他異常なし
800	4.4	2420	〃
1000	4.0	3400	〃
1500	2.5	4650	〃
2600	1.5	8310	〃

※水圧p、引張り力P、管外径D<sub>2</sub>の時  

$$P = \pi / 4 \cdot D_2^2 \cdot p$$

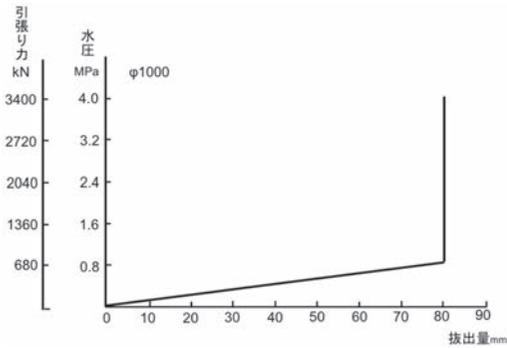


図7 離脱防止性能試験結果

### 2-4. 埋設管路の技術基準

1976年、財団法人国土開発技術研究センターに、東京大学久保慶三郎教授を委員長とする埋設管路耐震継手技術委員会が設置され、「地中施設の耐震継手に関する研究」が行われた。その中で、各種の地中埋設管継手の耐震性が調査され、「地下埋設耐震継手技術基準（案）」<sup>3)</sup>が作成された。

当基準では、埋設管路の継手には、「地震時においても流体輸送の機能が果たせるように耐震継手を用いることを原則とする。管路として伸縮・屈曲性を持たせるのがよい。」と規定されており、耐震継手は表3のように区分された。1974年に開発・実用化したS形ダクタイル鉄管は、伸縮性能、離脱防止性能とも最高ランクの区分であることが分かる。

### 2-5. 埋設環境下での性能確認 (耐震継手の挙動確認)

#### 1) 概要

八戸市水道部（当時、現在は八戸圏域水道企業団）は、1968年に発生した十勝沖地震を教訓として、パイプラインを主体とした地震対策に取り組み始めた<sup>4)</sup>。導水管、配水管および浄水場や配水池などの構造物について耐震設計を実施し、特に配水管路ではループ幹線構想を打ち出し、優れた耐震性能を有するS形ダクタイル鉄管を採用した。

当時は、実際の埋設管路の地震時挙動に関するデータはほとんどなかった。そこで私たちは、八戸市と共同で安全性の確認、耐震管路の資料収集を目的として、S形ダクタイル鉄管を使用した配水幹線について、地震時の地盤および管路の挙動観測を1975年（昭和50年）より開始した。

#### 2) 地震観測所

図8に示すように、八戸市内に幹線観測所、白山浄水場内観測所および下長観測所の3箇所の観測所を設置し、S形ダクタイル鉄管の挙動観測を行ってきた。各観測所の概要を表4に示す。一例として、幹線観測所の測定位置を図9に、測定内容を表5に示す。当観測所は、直線管路に沿って約50m間隔で3箇所に測定器が設置されており、53チャンネルの多点同時測定を行っている。

表3 耐震継手性能基準（地下埋設管路耐震継手の技術基準（案）<sup>3)</sup>からの抜粋）

項目	区分	継手の性能
伸縮性能	S-1類	伸縮量 ± 0.01 ℓ mm以上
	S-2類	伸縮量 ± 0.005 ℓ mm以上 ± 0.01 ℓ mm未満
	S-3類	伸縮量 ± 0.005 ℓ mm未満
離脱防止性能	A級	離脱防止抵抗力 0.3 d Ton 以上
	B級	離脱防止抵抗力 0.15 d Ton 以上 0.3 d Ton 未満
	C級	離脱防止抵抗力 0.075 d Ton 以上 0.15 d Ton 未満
	D級	離脱防止抵抗力 0.075 d Ton 未満

(注) ℓ : 管1本の有効長 (mm) d : 管外径 (mm)。一般には呼び径とする。

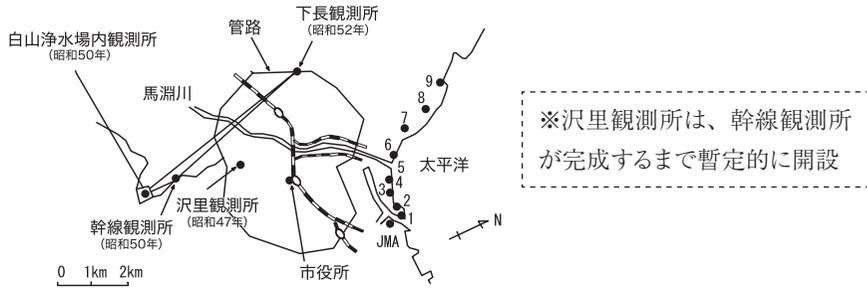


図 8 各観測所の位置 1),4)

表 4 各観測所の概要

	幹線観測所	白山浄水場内観測所	下長観測所
観測目的	良好な地盤での直線管路の挙動観測	構造物(配水池、弁室、流量計室)との取り合い部、90°曲管部および直管部の挙動観測	軟弱地盤での管路挙動観測
観測期間	昭和 50 年 5 月～	昭和 50 年 5 月～ 平成 24 年 10 月	昭和 52 年 8 月～ 平成 14 年 1 月
対象管路	φ 1500S 形	φ 1200S 形	φ 1000S 形

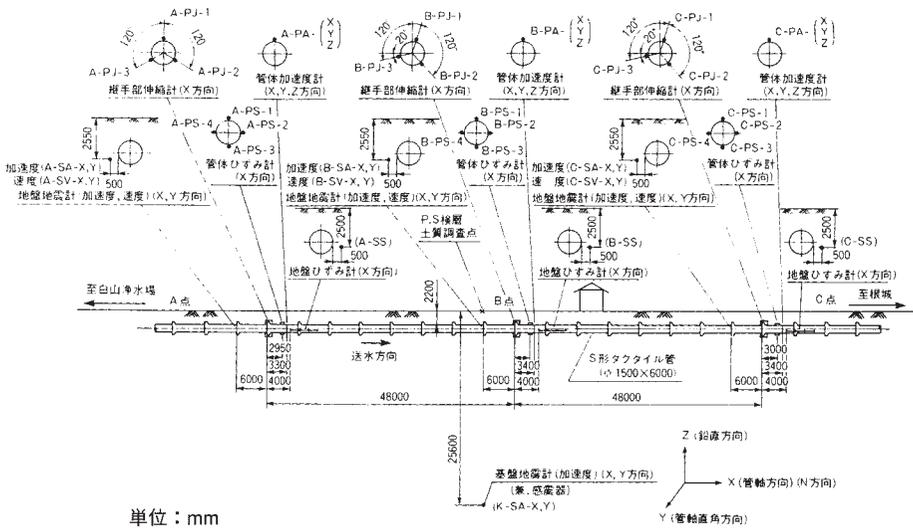


図 9 幹線観測所の測定位置 1),4)

表 5 幹線観測所の測定内容 1),4)

測定対象	設置位置	計測器	箇所×ch数	計測項目	測定方向※
地盤	地表面下2.2m (管路埋設深さ)	地震計	3×2	加速度	X,Y
			3×2	速度	X,Y
	地盤ひずみ計	3×3	地盤ひずみ	X(3点)	
	地表面下25.6m	地震計	1×2	加速度	X,Y
管路	地表面下2.2m	管体加速度計	3×3	加速度	X,Y,Z
		管体ひずみ計	3×4	管体ひずみ	X(上下左右)
		継手伸縮計	3×3	継手伸縮量	X(3点)

※ X 方向: 管軸方向 Y 方向: 管軸直角方向 Z 方向: 鉛直方向

### 3) 観測された主な地震の記録、得られた知見

得られた観測結果の一例として、宮城県沖地震の記録を紹介する。

1978年6月12日宮城県沖を震源とするマグニチュード7.4の地震が発生した。この地震で八戸市では震度4を観測した。

図10に宮城県沖地震時の幹線観測所で得られた波形の一部を示す。波形は上より、地盤加速度、地盤速度、地盤ひずみ、管体ひずみ、継手伸縮量を示している。この図より次のことがわかる。

- ①地盤ひずみの波形から明らかに地盤が伸びたり縮んだりしている変形挙動が分かる。
- ②管体ひずみ、継手部の伸縮は地盤ひずみと同一の位相、挙動を示している。
- ③管体ひずみの波形より、管体は引張り・圧縮力を受けており、同一時間で継手部も伸縮している。
- ④すなわち、地盤ひずみが管体にひずみを発生させ、さらに管体のひずみにより継手部の伸縮が生じていると考えられる。

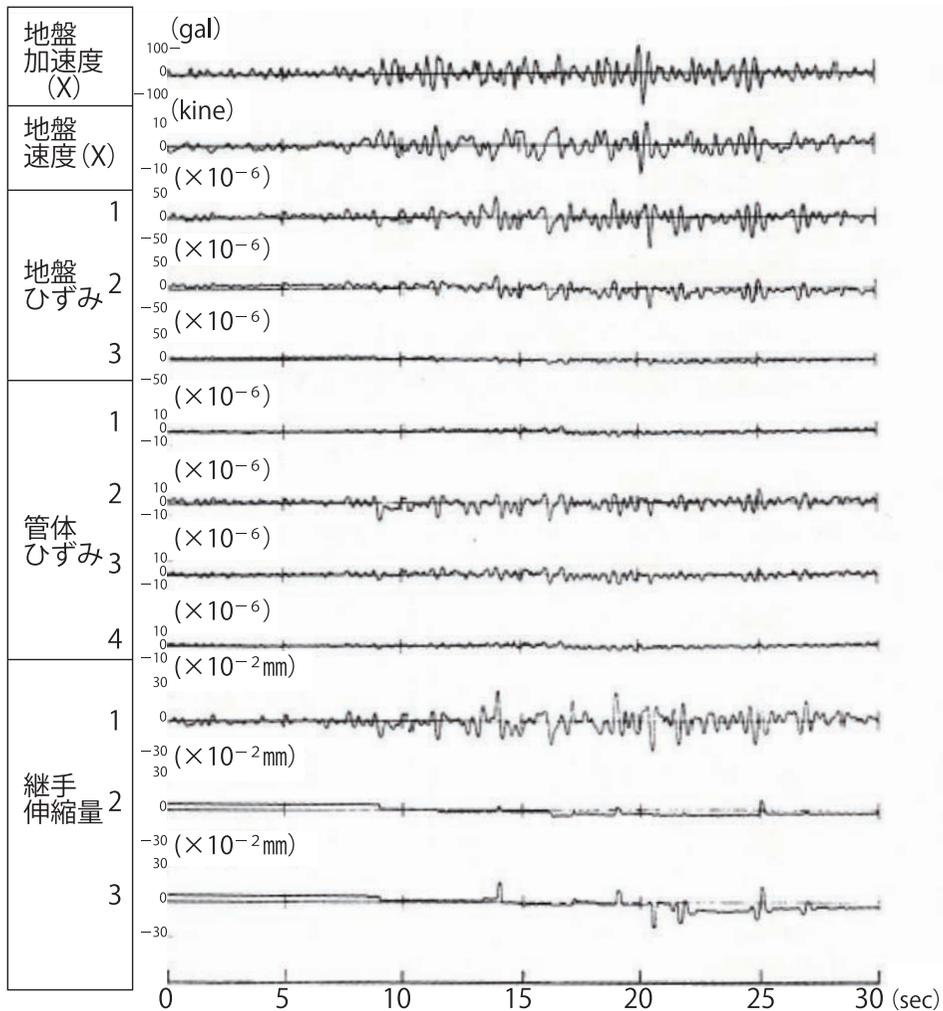


図10 幹線観測所で得られた宮城県沖地震での波形の一例<sup>1),4)</sup>

また、地盤ひずみと管体ひずみ、継手伸縮量の関係を見るため、宮城県沖地震の波形で同一時刻に読み取ったものを図 11 に示す。同図より以下のことが分かる。

- ①地盤のひずみが大きくなると、継手部の伸縮量が大きくなる。
- ②一方、管体ひずみはある一定値以上大きくならない。
- ③すなわち、地盤のひずみにより管路に発生するひずみ(力)は、継手部の伸縮により軽減していることが分かる。

以上、宮城県沖地震などにおいて、地盤と管路の挙動関係が明確につかめた。フレキシブルなメカニカル継手である S 形ダクタイル鉄管は、地盤変位を継手部で吸収するため、地震に対して非常に有効であることが分かった。

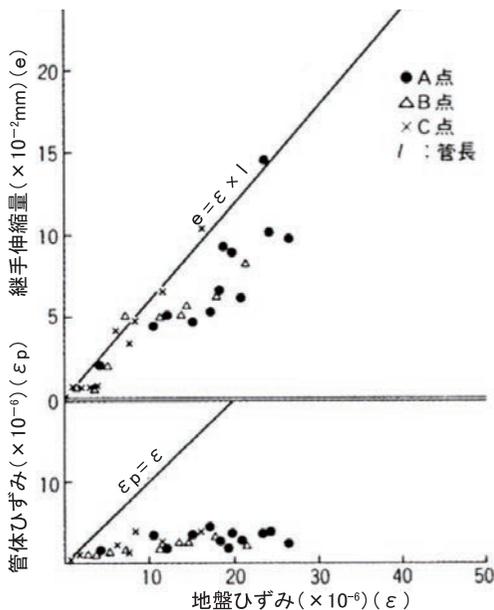


図 11 地盤ひずみと管体ひずみ、継手伸縮量の関係<sup>4)</sup>

### 3. 進化する耐震継手ダクタイル鉄管

1974 年、私たちは日本で最初の耐震継手ダクタイル鉄管である S 形管を開発した。これ以降、以下のように耐震継手ダクタイル鉄管は進化している。表 6 に耐震継手および離脱防止継手の変遷を示す。

#### 1) S II 形継手 (呼び径 75 ~ 450)

S 形に続き小口径用として 1977 年に開発した。中大口径用の S 形と異なり、ロックリングは開いて受口溝に固定され、挿し口突部と引っかかる。水密機構は基本的に K 形と同じで、二つ割状の押輪を用い、バックアップリングを追加した。

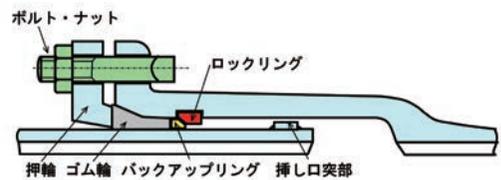


図 12 S II 形継手

#### 2) US 形継手 (呼び径 800 ~ 2600)

管内面からの接合可能な耐震継手 (Uchigawa Seismic 形) として、1978 年に開発した。水密機構は U 形と同じで、ロックリングと挿し口突部を付加した。ロックリングを抱きつかせる方法は、セットボルトで締め付ける SB 方式、ビニルチューブにモルタルを充填する VT 方式、中空ゴム輪で押し付ける LS 方式の 3 方式がある。

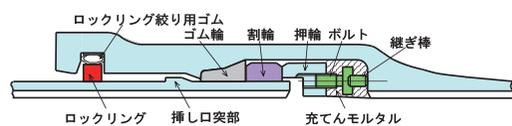


図 13 US 形継手

## 3) NS形継手（呼び径 75～450）

初めてのプッシュオンタイプの耐震継手（New S形）として1993年に開発した。ロックリングは予め受口に収納されており、ゴム輪を装着し挿し口を挿し込むだけで水密と離脱防止が同時に図れる。阪神・淡路大震災以降の水道管路の耐震化に大きく貢献した。

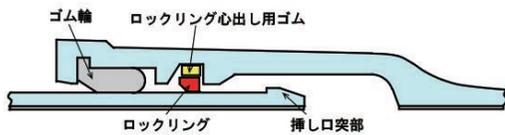


図 14 NS形継手

## 4) NS形継手（呼び径 500～1000）

S形継手を改良して2000年に開発した。ロックリング自体が管に抱き着く構造となっており、施工性を大幅に向上させた。

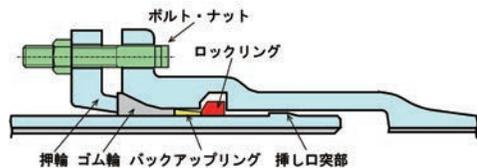


図 15 NS形継手

## 5) GX形継手（呼び径 75～400）

NS形に受口とゴム輪の形状の改良を加え、2010年に開発した。これによりNS形に対し挿入力が大幅に低減し、施工性を向上させた。さらに管外面には外面耐食塗装を施し、耐食性も大幅に向上させた。管の外面塗装には、初めて黒以外の色であるグレーを採用した。

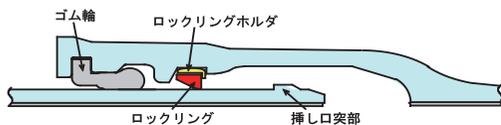


図 16 GX形継手

## 6) S50形継手（呼び径 50）

従来の耐震継手と同等性能を有する呼び径50の耐震継手として2013年に開発した。管外面には外面耐食塗装を施し、耐食性が向上した。管外面色はGX形と同じグレーとした。

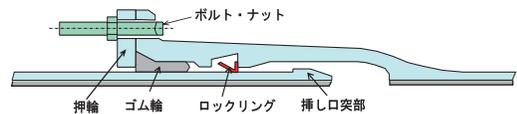


図 17 S50形継手

## 7) NS形（E種）継手（呼び径 75～150）

GX形に加え、「耐震形で安くて軽いダクタイル鉄管が欲しい」というニーズに応えるため2015年に開発した。従来の耐震形ダクタイル鉄管と同じ耐震性能を有し、使用水圧を1.3MPa以下とすることで、軽量化による現場での取り扱いの容易性、また製造工程の技術開発により低コストを実現した。なおE種とは、Economy（経済的）を意味する。

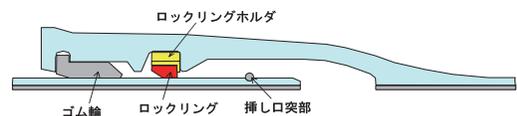


図 18 NS形（E種）継手

表 6 耐震継手および離脱防止継手の変遷

	昭和40年 (1965)	昭和45年 (1970)	昭和50年 (1975)	昭和55年 (1980)	昭和60年 (1985)
耐震継手			S形(S49)	S II 形(S52)	US形(S53)
離脱防止継手			KF形(S41)		
					UF形(S42)



## 4. 耐震継手ダクタイル鉄管の地震時の挙動調査

### 4-1. 概要

私たちは、大地震後に耐震継手ダクタイル鉄管の管路挙動調査を実施している。一例として、東日本大震災での調査結果について以下に述べる。

2011(平成 23)年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は、東日本全域を襲った大規模地震(マグニチュード 9.0)である。北海道、青森県から茨城県に至る海岸地域では、地震後の津波によって壊滅的な被害を受けた。液状化などの大きな地盤変状も広範囲で確認された。

埋設管路も同様に大きな被害を受けたものの、NS 形、S 形等の耐震継手ダクタイル

鉄管は、レベル 2 地震動(震度 6 強以上)の地域に 570km 以上布設されていた<sup>5)</sup>が被害はなく、その有効性が実証された。耐震継手ダクタイル鉄管の中には、津波による被害を受けた地域に埋設されていたものもあった。

そこで、震度 6 強の地震に見舞われ、液状化および津波による被害を受けた地域の中から、宮城県仙台市の呼び径 300S II 形管路について、管内にカメラを通し、管路がどのように耐えたのか挙動を調査<sup>6)</sup>した。

### 4-2. 調査方法

図 19 に示すカメラを用いて、図 20 に示すように継手部の上下左右の胴付隙間を測定し、継手伸縮量および継手屈曲角を算出し

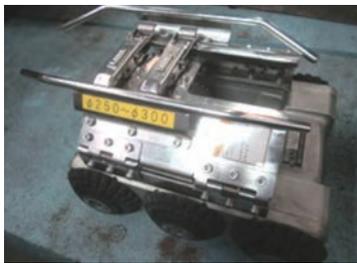
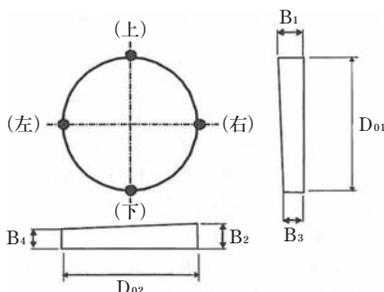


図 19 調査に用いたカメラ

- |          |                   |
|----------|-------------------|
| 仕様       |                   |
| ○適用口径    | : 150 ~ 600       |
| ○測定距離    | : 150 m (最大)      |
| ○自走式     |                   |
| ○自走速度    | : 18 m / min (最大) |
| ○防水型     | (水深 20 m)         |
| ○カメラヘッドは | 360° 回転           |



図 20 測定箇所



$$\text{水平屈曲角: } \theta_H = \tan^{-1} \cdot \frac{B_2 - B_4}{D_{02}}$$

$$\text{垂直屈曲角: } \theta_V = \tan^{-1} \cdot \frac{B_1 - B_3}{D_{01}}$$

$$\text{継手屈曲角: } \theta = \cos^{-1} \cdot (\cos \theta_H \cdot \cos \theta_V)$$

図 21 継手屈曲角の算出方法

た。継手屈曲角は図 21 に示す方法で算出した。

設けて管を切断し、約 80m に渡り調査を行った。調査箇所付近の状況を写真 7 に示す。

### 4-3. 調査箇所

調査箇所は図 22 に示すとおり、仙台市東部に位置する宮城野区である。調査対象管路は呼び径 300S II 形管路で、立坑を1箇所



図 22 調査箇所 7)

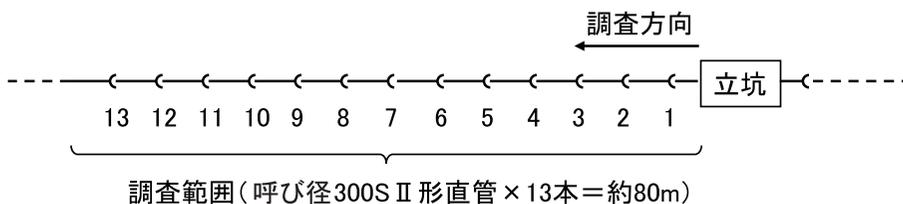


図 23 調査対象管路



写真 7 カメラ挿入状況

#### 4-4. 調査結果

調査結果の一例として、図 24 に継手伸縮量の、図 25 に継手屈曲角の調査結果を示す。この調査から以下の結果が得られた。

- ①地盤ひずみ（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ひずみを複数の継手で吸収する。
- 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。
- ④継手屈曲角は全体的に小さく、継手屈曲性能である地震時に曲がりうる最大屈曲角度の 6° まで曲がった継手はなかったことから、屈曲性能にもまだ十分余裕がある。

#### 4-5. 一度大地震を経験した後の管路の耐震性

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。

図 24 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ことを想定した、大地震のときのシミュレーション結果を図 26 に示す。継手が順次伸びだし、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。

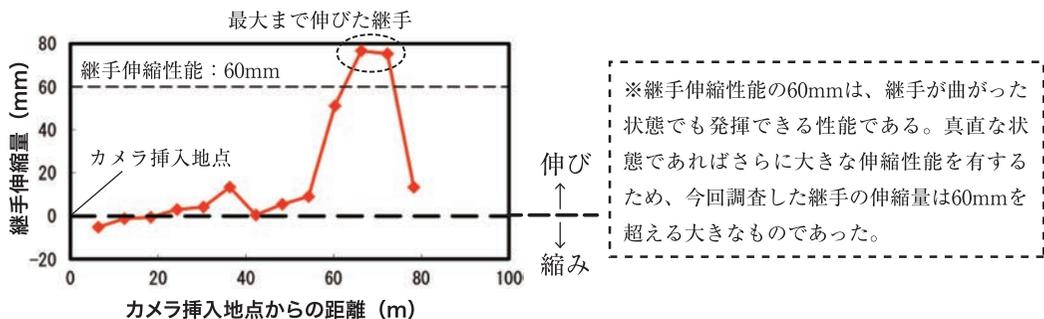


図 24 継手伸縮量の調査結果

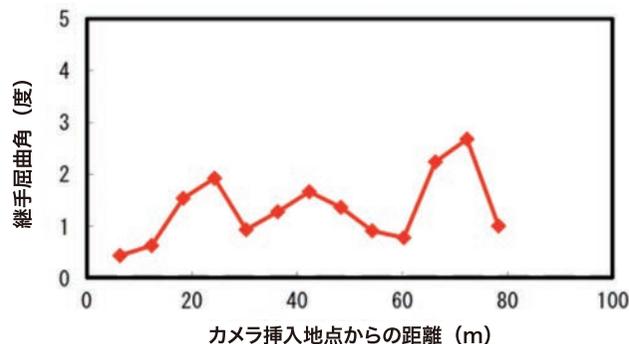


図 25 継手屈曲角の調査結果

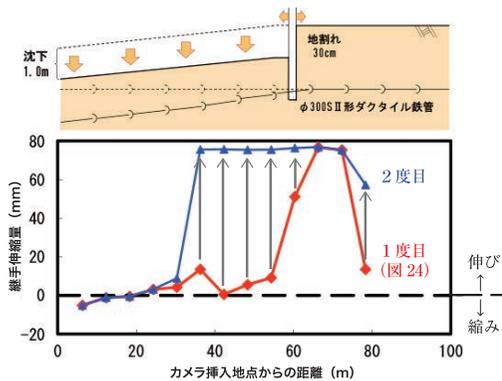


図26 2度目の地震に対するシミュレーション結果  
(呼び径300 SII形管路)

## 5. おわりに

日本における構造物耐震化の概念は、1964年新潟地震が大きな転機となっている。埋設管についても大きな課題となっていたが、新潟地震および4年後の1968年に発生した十勝沖地震を教訓として、1974年に耐震継手ダクタイトイル鉄管を開発し、これにより水道管路の耐震化が実現可能となった。

耐震継手ダクタイトイル鉄管の開発の歴史を振り返ると、継手部分の伸縮性、屈曲性、抜け出し防止機能を備えた「S形」、小口径用として開発された「SII形」、内面接合可能な「US形」に始まり、その後より施工性の向上を実現させた「NS形」へと続き、さらに今日ではライフラインとしての長寿命化を実現した次世代の「GX形」へと進化している。また、事業者の様々なニーズに応えるため、小口径管の耐震化に寄与する「S50形」、低コスト・軽量化を実現した「NS形(E種)」を開発した。

日本ではこれまで、阪神・淡路大震災、新潟県中越地震、東日本大震災、熊本地震と震度7を観測した地震が4回発生している。これらの地震を含め数多くの大地震において耐震継手ダクタイトイル鉄管を調査してきたが、いずれの地震においても全く被害がな

く、優れた耐震性能が実証され続けている。

耐震継手ダクタイトイル鉄管の出荷実績はすでに9割を超える状況(平成27年度実績・日本ダクタイトイル鉄管協会ホームページより)であり、今ではダクタイトイル鉄管のスタンダードと位置づけられるようになってきている。さらに、地震国日本が開発した世界に誇る耐震継手ダクタイトイル鉄管は、アメリカ西海岸ロスアンゼルスでも施工され、世界の注目を集めることとなった。

ライフラインとしての水道は、飲料用のみならず、生活用水、消火用水など多用途にわたる。水道普及率の向上の時代から維持管理時代に入り、老朽化施設の計画的な更新時代を迎えた今日、耐震継手ダクタイトイル鉄管の役割はますます大きくなっている。私たちはこれからも、耐震継手ダクタイトイル鉄管の更なる発展を通じて、将来にわたる安全かつ安心な水道水の持続的な供給の実現に寄与していきたい。

## 【参考文献】

- 1) (株)水道産業新聞社:世界に先駆ける耐震形ダクタイトイル鉄管,2013.
- 2) 厚生省:南関東大震災対策調査報告書,1972.
- 3) (財)国土開発技術研究センター:地下埋設耐震継手技術基準(案),1976.
- 4) 日本水道新聞社:地震時挙動観測開始から25年の検証,2001.
- 5) 平成25年度管路の耐震化に関する検討会:管路の耐震化に関する検討報告書,2014.
- 6) (社)日本水道協会:平成25年度全国会議(水道研究発表会)講演集,2013.
- 7) YAHOO!地図(<http://map.yahoo.co.jp/>)

八戸圏域水道企業団 事務局長

## 鶴飼 忠晴



### 耐震管に対する思い

日本ダクトイル鉄管協会誌「ダクトイル鉄管」創刊 100 号おめでとうございます。

貴本誌は、昭和 41 年の創刊号からこれまで幅広い情報を掲載されており、八戸圏域水道企業団にとって貴重な情報源となっています。

当企業団関係では、1979 年（昭和 54 年）発行の 26 号に「八戸市における耐震 S 形ダクトイル管路の地震時挙動観測」が掲載されています。私はその前年の昭和 53 年 4 月、当時の八戸市水道部に採用されましたが、「耐震管」について先輩方から「八戸は全国に先駆けて耐震管を採用した。これは凄いことなんだぞ。」と言われ、当時はあまりピンと来ていませんでしたが、仕事を覚えていくごとに先輩方の凄さが分かってきたことを憶えています。

当企業団（当時八戸市水道部）の耐震管（継手）

時代の幕開けは、1968 年（昭和 43 年）の十勝沖地震により管路に甚大な被害があり、その教訓から翌年の 1969 年（昭和 44 年）に、「1 か所の継手で、軸方向にスライドしてかつ抜けにくいボールジョイントのように 360 度方向に折れ曲がるもの、そして漏水しないものを開発してくれ」という当時の管理者である田邊一政氏から製造メーカーへの厳しい注文から始まったと聞いています。その結果、1974 年（昭和 49 年）から全国に先駆け耐震管を採用しました。また、企業団設立後も管路の地震対策を踏襲し、基幹管路の耐震化に取り組んできました。

こうした管路の地震対策が実証されたのが、1994 年（平成 6 年）の三陸はるか沖地震でした。この地震では、小口径配水管の継手の離脱・弛緩などによる漏水が多数発生しましたが、耐震

H28年度企業団防災訓練  
耐震管を吊り上げ  
「八戸発祥の耐震管」をアピール  
H28.12.15



管路には被害が無く、基幹管路のループ幹線は、送水管および応急給水拠点として活用できました。また、直後に発生した1995(平成7年)阪神淡路大震災においても耐震管に被害が無かったことにより、耐震管の有効性が確認できました。

これらの災害等により、安全安心な水輸送の基本は管路であると再認識されたことから、当企業団では、平成8年以降すべて耐震管で整備を行っています。2011年(平成23年)の東日本大震災においても管路の被害はほとんど無く、漏水による断水は発生しませんでした。

田邊元管理者や諸先輩の意思を引き継ぎ、耐震管路の構築に取り組んできた結果、平成27年度の耐震化率は、基幹管路で70.7%、管路全体では40.4%となっています。

現在は、基幹管路等の大口径の更新や施設整備等の事業を進めており、今後も財政事情・工事環境等を考慮しながら、効率的・効果的に更新し耐震化率向上に取り組んでいかなければと考えています。そのためにも、職員の技術力の維持・向上が不可欠となりますが、これまで以上に職員研修を充実させ、確実に次世代に引き継いでいけるようにベテラン職員、若手職員一丸となって努力したいと思います。

最後に、関係者の皆様のご努力により、協会誌「ダクタイトイル鉄管」が200号、300号と歴史を刻まれることを心から祈念するとともに、日本ダクタイトイル鉄管協会と共に強靱な水道の構築を目指していきたいと考えています。



ダクタイトイル鉄管技術講習会  
(S・SII・KF形管)への参加  
H7.10

前仙台市水道局 次長（水道技術管理者）

## 福原 嘉朗



# 耐震管に対する思い

### 熟練技術者との出会い

貴協会は本年で創立70周年を迎え、本誌「ダクタイル鉄管」も昭和41年（1966）の創刊から記念の100号が発刊された。節目の慶事が重なりご同慶の至りである。

冒頭から私事の昔語りで恐縮だが、30歳の頃浄水場ポンプ廻りの工事を担当した折、現場代理人だった鋳鉄管メーカーの熟練技術者との閑談を思い出す。ダクタイル鉄管の開発に着手した昭和27年当時、水道のみならず各界から流体輸送管路の仕様要求に応えるべく、メーカーの冶金技術者達は原材料の確保や製造技術開発に心血を注いだ。熟練技術者達の創意工夫と努力によって母材の強度アップを成し遂げたという経験談である。師曰く、「鋳肌にトラブルができて、金属顕微鏡で覗いてみると材料は正直に教えてくれる。しゃべらんけど、何が駄目か伝わるんですわ。」学生時代金属材料をかじった者として、職人の心意気に触れた貴重な高話であった。

### メイド・イン・仙台の異形管

仙台の水道でも、「ものがない時代のものづくりの話」として、メイド・イン・仙台の水道用異形管について記す。

さかのぼること大正12年（1923）、本市の水道が給水開始をした年である。水道の創設には大量の水道管が必要であるが、第一次世界大戦の影響で鉄鋼価格が高騰。特に異形管については、高価なうえ種類が多く製造にも時間がかかるため、東京市にならって直営の工場で製造する方針が示された。コスト削減と工期短縮のため、市立工業高校（現在の仙台工業高校）に製造を委託。鋳造設備や溶鋳炉を造り大正9年（1920）から本格的に製造を開始。製造された水道管は厳しい水圧検査などにも見事に合格し、生徒や先生方の確かな技術と熱意が仙台の水道誕生に大きく貢献した。全国各地の水道創設時も、こうした先達の弛まぬ取り組みにより整備され今日に至っている。



市立工業高校  
（現在の仙台工業高校）  
学生と鋳鉄管

## 津波の洗掘にも耐えた NS 形管路

時代は大正・昭和を経て平成と移る。铸铁管から耐震継手ダクタイトイル鉄管へと製品も進化し、新耐震管 GX 形が登場した。くしくも本製品の協会規格化が平成 22 年 10 月であり、「東日本大震災」の前年だったことに、めぐり合わせを感じる。

自然災害被害に伴う耐震管の評価については様々あるが、仙台市の水道マンとして語り継いでいる事例がある。東日本大震災の津波による洗掘でも流されなかった NS 形管路である。布設場所は、若林区荒浜地区の深沼海水浴場の近くで、呼び径 150mm NS 形ダクタイトイル鉄管である。昨年の 10 月に金沢大学の宮島先生と貴協会が合同で、「東日本大震災の被災地域における耐震継手ダクタイトイル鉄管の管路挙動調査（全長 133 m）」を実施。調査結果は、①継手の抜け破損なし ②継手は伸縮・屈曲して水没・埋設部の地盤変動に柔軟に追従 ③継手伸び量の総和は 315mm で許容伸び量 1% に対し 0.34% で、継手伸縮量に余裕があるとのことであった。地震リスクの備えとして耐震化を推進してきた

我々にとって、耐震管路に対する信頼と強靭さを改めて認識させられるレジェンドとなった。

## 四方よしを目指して

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災から 6 年余が経過。これまでと同様に貴協会には、被災地の復興に引き続きご支援を賜りたく、需要家のニーズに応えた製品の開発や施工技術向上に注力頂き、「売り手よし」「買い手よし」「世間よし」の商売心得「三方よし」にならない、「造り手よし（メーカー）」「施工性よし（工事施工業者）」「資産価値よし（水道事業者）」+「水道利用者（お客様）よし」となるよう、これからも「四方を人とパイプでつなぐダク協」のさらなるご活躍に期待する。

### 【参考文献等】

- 我ら、ものづくり人  
仙台工業高校・仙台第二工業高校同窓会 創立80周年記念誌
- 耐震形ダクタイトイル鉄管の継手挙動調査結果  
国立大学法人 金沢大学  
一般社団法人 日本ダクタイトイル鉄管協会
- 一般社団法人 日本ダクタイトイル鉄管協会 ホームページ
- 東日本大震災 仙台市水道復旧の記録 仙台市水道局



津波の洗掘にも耐えた  
NS 形呼び径 150

新潟市水道局 技術部長

谷 浩



## 耐震管に対する思い

### 1. はじめに

いつも貴重な情報源として活用させて頂き、発行を心待ちにしている「ダクタイル鉄管」が100号目を迎えられましたこと、誠に喜ばしく心よりお祝い申し上げます。

また、70周年を迎えられる日本ダクタイル鉄管協会におかれましては、引き続き水道界発展のためにご活躍されることを期待しています。

さて、本市での耐震管採用は、昭和63年に基幹管路においてS形管を使用したのが最初です。当時は一部幹線での試験的な採用であり、本採用までには更に時間を要しました。

初期の耐震継手は施工方法が複雑なうえ費用も高むため、すぐさまA形やK形にとって替わるような製品ではなかったように思います。その後のNS形、GX形への飛躍的な進化は日本の製造業の底力を感じさせます。

協会のホームページに平成16年度から平成27年度までの「耐震管の出荷比率」が掲載されています。全国平均を時系列で見ていくと、平成16年度はまだ34.4%ですが、平成16～19年の伸びが大きく、平成27年度には91.6%に達しています。兵庫県南部地震後はじめて震度7を記録した平成16年10月新潟県中越地震、平成19年3月能登半島地震、平成19年7月新潟県

中越沖地震と、中部日本海側において立て続けに大地震が発生しましたが、いずれも耐震管の被害はなく、耐震性能の信頼性が確かなものとなり、さらに頻発する大地震が事業者の危機感を高めたことが要因ではないかと考えています。

### 2. 本市の管路耐震化方針

昨年9月、本市で開催されたJDPA講演会の翌日、特別企画としてご講演頂いた東北学院大学吉田望先生による「新潟地震の痕跡をまわるツアー」に参加しました。

昭和39年の新潟地震は「地盤の液状化」で一躍脚光を浴びることになりますが、いまだに



新潟地震の痕跡をまわるツアー

残る液状化の痕跡から、管路の耐震化が急務であることを思い知らされました。私自身、当時は就学前であり液状化の恐ろしさを知りません。新潟市水道の精神的支柱である新潟地震災害復興を継承するうえでも、今後の新人研修の見学コースに含めたいと思っています。

さて、新潟地震から30年目を迎えた平成6年に、当時の水道被害や今後の課題等について技術的視点から整理する目的で『地震から30年いがた水道のテーマ』という冊子の編纂を行っています。本誌は現在の地震対策の土台になっており、構造物の耐震化はもとより、鎖構造継手の採用、ブロックシステムの推進、バックアップ機能の充実、水源の2系統化と重要施設の分散などが提唱され、現在、それらを基本理念として粛々と事業を進めているところです。

また、平成27年度からは、今後10年間の施設整備方針を定めた「新・新潟市水道事業中長期経営計画」に沿って事業を実施しています。主要事業は施設更新の推進であり、アセットマネジメントの実践による効率的な施設更新を行っています。KPIとしては、計画年次の平成36年度末に基幹管路の耐震適合率72.7%以上、管路の耐震適合率73.7%以上を掲げ、これらを目標に更新を進めているところです。

### 3. 見せかけの耐震管にならないために

お恥ずかしい話ですが、本市では数年前に基幹管路工事での継手漏水が数件発生しました。ある現場では水圧試験をするたびに漏水が発生するありさまで、全線入替えを命じた路線もありました。継手のチェックシート提出など、品

質管理については厳しくやってきたつもりでしたが、抜き打ち検査を実施したところ、十分な施工管理がなされていない実態がわかり、施工業者への技術指導を徹底することとしました。特に基幹管路については、継手ごとにチェックシートの測定結果を黒板に記入させ、施工者（確認者）と一緒に工事写真を撮るよう指導しています。



継手管理

もう一つ大切なことは、工事後の水圧試験の完全実施です。これによりかなりの施工不良は減らせるはずです。本市では監督員立ち合いのもと水圧0.75MPaの10分間保持を確認していますが、意外に実施していない事業者があるように聞きます。漏水補修具のカタログを見ると耐震継手用のものがありますが、少なからず顧客ニーズがあるのでしょうか。被災時の漏水原因が施工不良でないことを願うばかりです。

千葉県水道局 水道部長

# 下 埜 義 治



## 耐震管に対する思い

### 1 はじめに

日本ダクタイル鉄管協会誌 100号発刊にあたり、心よりお祝い申し上げます。また、日頃、講演会の開催や協会誌の技術情報・トピックスなど、当局業務に大いに参考にさせていただき感謝しております。

さて、県営水道事業は、昨年給水開始80周年を迎えました。この間、安全で良質な水を安定してお客様にお届けすることを最大の使命として、様々な施策に取り組んでまいりました。現在では、県北西部を中心に県内11市に水道水を供給し、給水人口は約300万人の規模となっており、取水場4カ所、浄水場5カ所、給水場・分場14カ所の施設と、総延長約9,000kmに及ぶ導水管・送水管・配水管を保有しています。

### 2 東日本大震災による当局の管路被害

平成23年3月の東日本大震災では、当局給水区域内の広範囲が震度5強の強い地震動に見舞われ、特に浦安市や市川市等の湾岸埋立て地域においては、液状化により大規模な漏水被害が発生し、過去に類を見ない大規模災害となりました。

管路施設の漏水は、当時の導送配水管路延長

約8,800kmにおいて548件発生し、これらのうち、継手部の抜け出しやゆるみが漏水原因であったものが80%以上を占めましたが、耐震継手の管路での漏水被害は発生しませんでした。その後、平成24年度には、漏水に至らない潜在的な継手部の抜け出しがあることを危惧し、液状化被害地域の配水管を対象に、管内カメラを用いて調査したところ、非耐震管については、許容胴付間隔を超えていた箇所は162箇所中15箇所という結果が得られました。また、耐震管については、全16箇所において継手伸縮量の範囲内で伸縮していたことが確認でき、耐震管の効果が実証されたことから、湾岸埋立て地域の管路の耐震化は喫緊の課題であると再確認いたしました。



写真1 漏水した管路（A形鉄管 継手漏水）

### 3 東日本大震災の教訓を踏まえた 管路の更新・耐震化の取り組み

当局では、東日本大震災における管路被害の教訓を踏まえ、管路更新・耐震化について方針の見直しを行い、「千葉県水道局中期経営計画2011（平成23年～平成27年）」に反映しました。具体的には、震災前においては、布設後、法定耐用年数である40年を概ね経過した管路を対象としておりましたが、震災後は、湾岸埋立て地域の管路については、法定耐用年数にとらわれずに更新・耐震化することとし、また、口径500mm以上の大口径管路から分岐する口径200mm～450mmの主要管路や、病院等重要施設に給水する管路についても、積極的に更新・耐震化することとしました。また、湾岸埋立て地域における管路の耐震化を促進させるため、年間の計画更新延長も増やしました。

方針を見直し、取り組んだ結果、平成27年度末の管路全体の耐震化率は18.4%と震災前の平成22年度の耐震化率12.8%に比べ5.6ポイント向上させることができました。また、湾岸埋立て地域の管路についても、震災前の20.3%から

32.9%と12.6ポイント向上させることができました。

平成28年度から開始した「千葉県営水道事業中期経営計画（平成28年～平成32年）」においては、前計画の更新・耐震化を踏襲しつつ、さらに、口径500mm以上の大口径管路の更新・耐震化についても着手しております。

なお、平成32年度において、耐震化率を管路全体で23.8%、湾岸埋立て地域で51.5%を目標に、今後とも『強靱』な水道の構築を目指してまいります。

### 4 おわりに

東日本大震災時には、復旧活動や応急給水にあたり、県内外水道事業者並びに民間団体などの皆様から多大なるご支援をいただき、ありがとうございました。この場をお借りして改めて御礼申し上げます。

最後に、貴協会の長年にわたる耐震管や管路部材の調査・研究、規格の制定、さらに技術説明会や接合技術講習会の活動など水道界への貢献に敬意を表するとともに、今後とも、貴協会の事業が発展し、耐震管などの管路施設の更なる長寿命化やコスト削減が進み、水道施設の耐震化の推進に貢献していただくことを期待します。

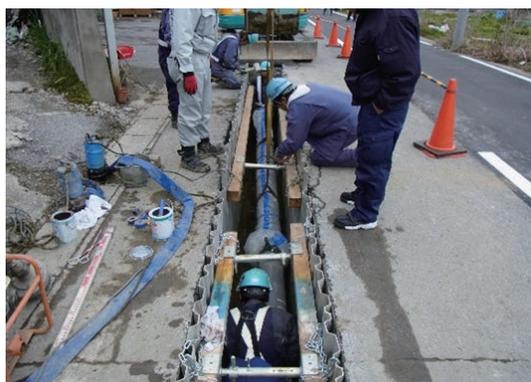


写真2 耐震管への布設替え工事

神戸市水道局 事業部長

林 一平



## 耐震管に対する思い

ダクタイル鉄管 100 号の発刊について、心よりお喜び申し上げます。

日本での近代水道布設以降、初めての震災は、関東大震災（1923 年 9 月 1 日）でしたが、福井地震（1948 年 6 月 28 日）を受けて、1953 年 10 月に【水道施設の耐震工法】がまとめられ、新潟地震（1964 年 6 月 16 日）では液状化の問題が顕在化し、それを受けて 1966 年 4 月に改定版が発行されました。

铸铁管の材質は普通铸铁から、高級铸铁、ダクタイル铸铁と改良が進められ、管体の破損事故等の減少が図られました。しかし、構造物の耐震規準の制定とそれに基づく耐震化が進む一方で、各地震における管路被害の甚大さを考慮した場合、都市における地震防災技術のうち、上下水道、ガス、電力、通信など地下に張りめぐらされた埋設管路の耐震性の向上が求められてきました。一方、地震時に地中埋設管の継手が弱点となることが、過去の震災事例からも知られており、地中埋設管路耐震継手の開発が各方面から要望されていました。

これらを受けて、1977 年 3 月に財団法人 国土開発技術センターにより、【地下埋設管路耐震継手の技術基準(案)】が定められました。

この技術基準(案)では、【伸縮形耐震継手】と【屈曲形耐震継手】に区分されています。

また、この技術基準(案)に基づいて、1979 年に【S 形】及び【SII 形】の耐震継手形ダクタイル铸铁管が日本ダクタイル鉄管協会規格として規格化されました。

神戸市での耐震継手管は、1978 年に試験採用し、1979 年には、埋立地へ本格採用し、その後順次使用範囲を拡大していったところです。

1995 年の阪神・淡路大震災時点では、配水管の耐震化率は 9%でしたが、耐震管布設済みのポートアイランド南部、六甲アイランドにおいて配水管本体の被災がなかったことから、耐震継手管の耐震性能の高さが証明されました。

阪神・淡路大震災から 22 年を経過したところですが、震災後の施設整備は、大震災の経験と教訓を踏まえ、「災害に強く、早期復旧が可能な水道づくり」を目指して策定した「神戸市水道施設耐震化基本計画」に基づきながら、その時々々の水需要の動向や見通し、社会情勢などの状況に合わせて実施してきました。

その結果、緊急時の貯留機能を備えた「災害時給水拠点」（全 62 箇所）や、大容量送水管の整備に関しては、昨年度をもって完了しました。

しかし配水管の耐震化率は36%、基幹管路の耐震適合率は72%と、まだまだ道半ばという状況です。

一方、平成27年度末現在の実耐用年数を越えた経年配水管の割合は全体の1割ですが、今後、高度経済成長期に布設した大量の配水管が更新時期を迎えることとなります。このため、配水管の更新ペースを段階的に増加させ、平成31年度を目途に、年間40kmの更新を目指していきます。

なお、更新にあたっては耐震化を図るとともに、今後の配水量減少を勘案した配水管のダウンサイジングを図ることで、更新費用が安価となるように工夫するとともに、①配水池根元の耐震化、②配水本管の耐震化、③配水支管の面的更新を配水管更新の3本柱として、配水管網の再構築に着手したところです。

また、神戸市では平成20年1月にダクタイル

鋳鉄管の実耐用年数を35年から80年として設定しましたが、現在実耐用年数の再評価に着手し、平成32年度以降の更新延長の再設定を実施していきたいと考えています。

30年以内に南海トラフ地震が発生する確率は70%といわれており、西日本を中心に、甚大な被害が発生すると想定されています。

このため、今後も引き続き水道施設の耐震化に取り組むとともに、災害時臨時給水栓の整備など、災害発生時からの迅速な水の確保に向けて、市民・地域との連携体制を強化し、市民・地域の皆様と協働した災害対策の充実に取り組んでいきます。

日本ダクタイル鉄管協会として、過去より耐震管の開発ならびに普及に取り組まれていることに敬意を表しますとともに、水道界においてますますご活躍されることを祈念いたします。



阪神・淡路大震災で  
被害を受けなかった  
耐震継手管 S形 呼び径700

熊本市上下水道局計画整備部長

田川 浩



## 耐震管に対する思い

日本ダクタイル鉄管協会さまの創立70周年、協会誌「ダクタイル鉄管」100号の発行について心よりお祝い申し上げます。

熊本市の上水道事業は、大正13年の創設以来、増加する水需要に対応するため、これまで6次に亘る拡張事業を重ねてきました。

しかしながら、現在、拡張の時代から維持管理の時代へと変革期に入っています。

管路は、昭和54年度から耐震継手のS形・SⅡ形、平成12年度にNS形を採用し、平成17年度からはダクタイル鉄管耐震継手を全面採用し、災害に強い上水道の確立を施策として、耐震化に取り組んできました。

一方で、高度経済成長期に整備した管路は更新時期を迎え、老朽化資産が増加傾向にあります。

このような状況の中、本市では、社会情勢や環境の変化に即応した水道事業を推進していくために、地域水道ビジョンである「水道事業経営基本計画」を平成18年に策定し、また、平成24年3月には下水道事業も含めた「上下水道事業経営基本計画」に改定し、さらに新水道ビジョンの公表に伴い、実施計画である「水道施設整備実施計画」の見直しを行いました。

管路については、基幹管路と配水支管の整備を分けて取り組んでおり、基幹管路は、目標年次の平成33年度までに「耐震適合性を有する基幹管路の割合」82%以上を目標としています。

(平成27年度末：74.3%) 更新については、対象管路の重要度（重要医療施設や避難所となる施設等への接続など）や、管種、布設年度等の総合的な評価、更に地震による被害予測を行い、これらを基礎資料として優先順位をつけ更新に取り組んできました。

しかしながら、平成28年4月16日に発生した熊本地震（本震）では、市内96本ある取水井が濁度異常等により全て停止し、全配水区、約32万6千戸が断水状況となりました。

今回の地震では震源に近い東部地区に本市の約7割の水源が集中しており、管路や施設も大きな被害を受けました。その状況下で、地道な取水井の排水作業や破損した管路の修繕を同時に行いながら、これまで整備推進してきた水融通管でのバックアップ運用により、約2週間後の4月30日には市内全域で給水が再開できました。「全戸断水の状況から復旧が早かった」との評価を頂いたのも、これまで着々と進めてきたダクタイル鉄管耐震継手による耐震化の成果であると考えています。

管路全体（給水管を除く）の被害区分としては、管体部・継手部で296箇所、弁栓類等の付属設備では、144箇所、計440箇所の漏水が確認されました。また、基幹管路での被害区分として約8割を占めたのは、弁栓類等の付属設備からの漏水でした。平成23年に発生した東日本大震

災においても同様の被害が多く確認されており、今後の耐震化を推進する上での課題ではないかと考えます。

また、ダクタイル鉄管耐震継手管路では、施工不良による漏水が1件発生しただけでした。本市は、日頃からチェックシートによる施工管理を徹底するよう指導しておりますが、貴協会様におかれましても、より簡易に施工可能な製品の開発を期待したいと思います。

今後は、熊本地震で得た教訓を反映させた整

備計画の見直しを行い、ダクタイル鉄管耐震継手による耐震化を加速させ、「安心」・「強靱」・「持続可能」な水道の構築を方針として、「上質な生活都市くまもと」の形成を担ってまいります。

また、日本ダクタイル鉄管協会さまの、耐震化に関する取り組みが、さらに発展されていくことをご期待いたします。

最後になりましたが、熊本地震の際には、全国から多くの水道関係者の皆さまにご支援いただき、深く感謝申し上げます。

## 管路被害状況

管路被害箇所 (平成 29 年 2 月末時点)

区分		単位：箇所			合計
		基幹管路	配水支管	小計	
埋設管	管体部、継手部	20	243	263	391
	空気弁、仕切弁、消火栓等の付属設備	94	34	128	
水管橋・橋梁添架管	管体部、継手部	4	29	33	49
	空気弁、仕切弁、消火栓等の付属設備	1	15	16	
合計		119	321		440

※基幹管路・・・導水管・送水管・配水管口径350mm以上

CIPφ350×φ75 FT部 破損状況



DAφ75 抜け 漏水状況



## Technical Report 01

技術レポート

# 首都東京における水道管路の耐震継手化の取組について

東京都水道局  
技監

田村 聡志



## 1.はじめに

### 1.1 東京水道の概要

東京水道は、近代水道創設以来百十余年にわたり、都民生活と首都東京の都市活動に欠くことのできない水道水を供給し続けてきた。この間、高度経済成長期における人口や

産業の集中などに伴い急増した水道需要に対応するため、水源の確保や水道施設の短期間かつ集中的な整備を行ってきた。また、近年においては、水道水質へのお客さまニーズの高まり等を踏まえ、利根川水系の全浄水場に

表1 東京水道の基本事項と配水量

【基本事項】		(平成28年3月末現在)
事業開始 年月日	創立認可	明治23(1890)年7月5日
	供用開始	明治31(1898)年12月1日
給水区域面積 <sup>※</sup>		1,239km <sup>2</sup>
給水人口 <sup>※</sup>		13,173千人
給水件数 <sup>※</sup>		7,340千件
水源量		630万m <sup>3</sup> /日
施設能力		686万m <sup>3</sup> /日
配水管延長		26,915km
職員数		3,543人

(区部及び都営水道26市町)

※給水区域面積、給水人口及び給水件数は、平成27年10月1日現在

【配水量】		(平成27年度)
年間総配水量		1,530,300千m <sup>3</sup>
一日平均配水量		4,181千m <sup>3</sup>
一日最大配水量 (平成27年7月14日)		4,604千m <sup>3</sup>

(区部及び都営水道26市町(未統合市への分水量を含む。))

高度浄水処理を導入するなど、時代の要請に応じ、水源から蛇口に至るまで総合的な施策を展開してきた。こうした水道施設の整備によって、今日では、日量 630 万 m<sup>3</sup> の水源量、日量 686 万 m<sup>3</sup> の施設能力、2 万 6,915 km の配水管延長を有する世界でも有数の規模の水道事業体へと発展を遂げている。

現在、東京水道は、東京都 23 区及び多摩地区 26 市町の 1,239km<sup>2</sup> の区域、1,317 万人の都民に水道水を供給しており、都民生活と首都東京の都市活動を支え、基幹的ライフライン事業者としての使命を担っている（表1）。

### 1.2 震災の脅威

近年、日本各地で地震被害が発生しており、平成 28 年には、4月に熊本県熊本地方を震源とする最大震度7の地震が発生、10月に鳥取県中部を震源とする最大震度6弱の地震が発生し、水道施設においても被害をもたらした。

また、過去においては、平成7年に発生した阪神・淡路大震災や平成23年に発生した東日本大震災により、水道施設が甚大な被害を受け、多数の断水被害が発生し、市民生活や社会経済活動に重大かつ深刻な影響を及ぼしている（表2、図1）。

表2 阪神・淡路大震災及び東日本大震災における断水被害

	断水被害戸数	最大断水期間
阪神・淡路大震災 (H7. 1)	約130万戸	3 か月
東日本大震災 (H23. 3)	約260万戸	7 か月

※「東京都 阪神・淡路大震災調査報告書」及び「厚生労働省 東日本大震災水道施設被害状況調査・最終報告書より作成」

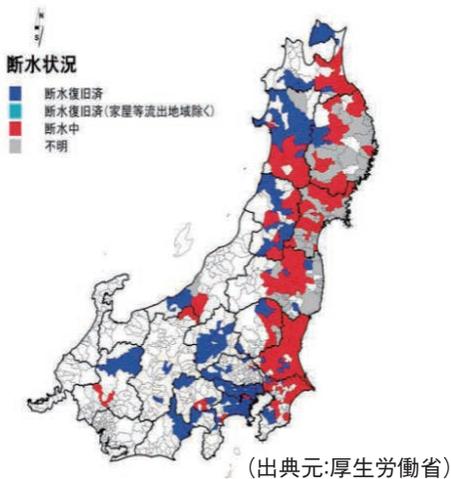


図1 東日本大震災における断水状況  
(平成23年3月12日時点)



(出典元:厚生労働省・公益社団法人日本水道協会)  
写真1 非耐震継手管(呼び径2400)の抜出し(東日本大震災)

これらの震災で発生した水道管路の被害は、耐震継手になっていない管路の抜け出しなどが多くを占めた(写真1)。

一方、政府の地震調査研究推進本部の調査研究によると、南関東においてマグニチュード7程度の地震が今後30年以内に70%の確率で発生すると推測されている。また、首都直下地震の切迫性が指摘される中、「首都直下地震等による東京の被害想定(平成24年4月)」では、震度6強以上の地域が広範囲に及ぶことや、液状化の影響を受けることにより、甚大な断水被害が想定されている。

## 2.首都直下地震等による東京の被害想定

平成23年に発生した東日本大震災は、日本の観測史上最大のマグニチュード9.0を記録し、我が国に未曾有の被害をもたらした。こ

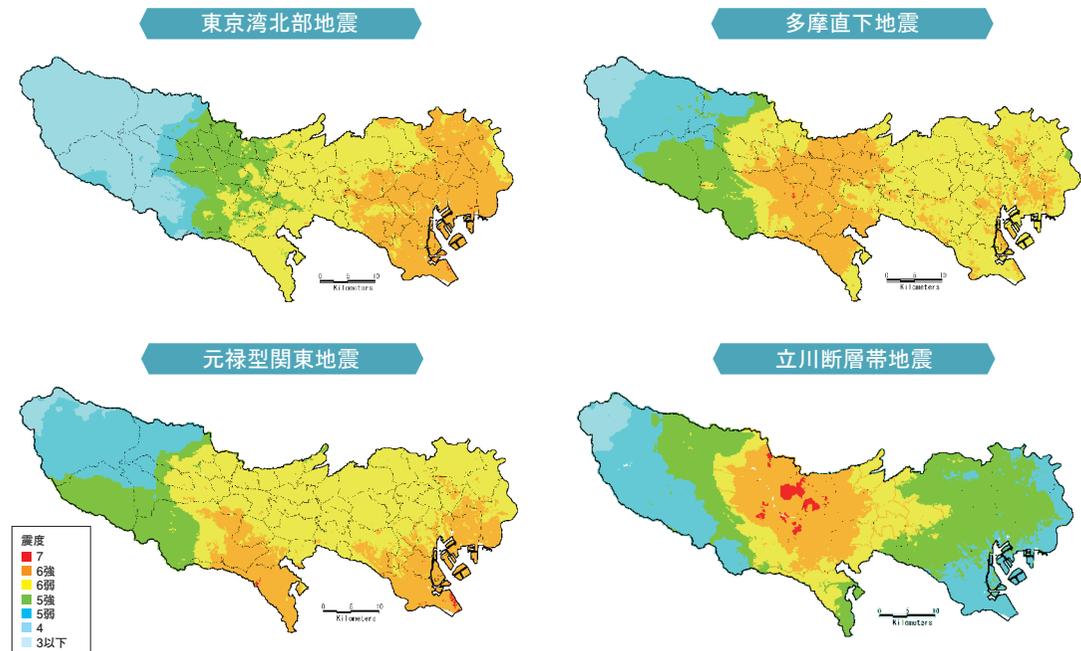
れを受け、東京都では、客観的なデータと科学的な裏付けに基づき、より実態に即した被害想定へと前回の想定(平成18年5月公表)を全面的に見直している(図2)。

### 2.1 対象地震

対象地震としては、東京に大きな被害を及ぼす恐れのある以下の4つの地震を選定している。

#### (1) 首都直下地震

首都直下の地震として、ある程度の切迫性が高いと考えられる地震であること、都心部でのゆれが強いこと、強いゆれが広範囲に広がっていることから、東京に大きな被害を及ぼす恐れがある東京湾北部地震を選定している。また、多摩地域における被害を想定して、



(出典元:東京都防災会議)

図2 被害想定における震度分布

多摩直下地震（プレート境界多摩地震）を選定している。今回の被害想定では、東日本大震災の教訓を踏まえ、将来想定し得る最大クラスの地震への備えを強化する観点からマグニチュード7.3を対象に再検証している。

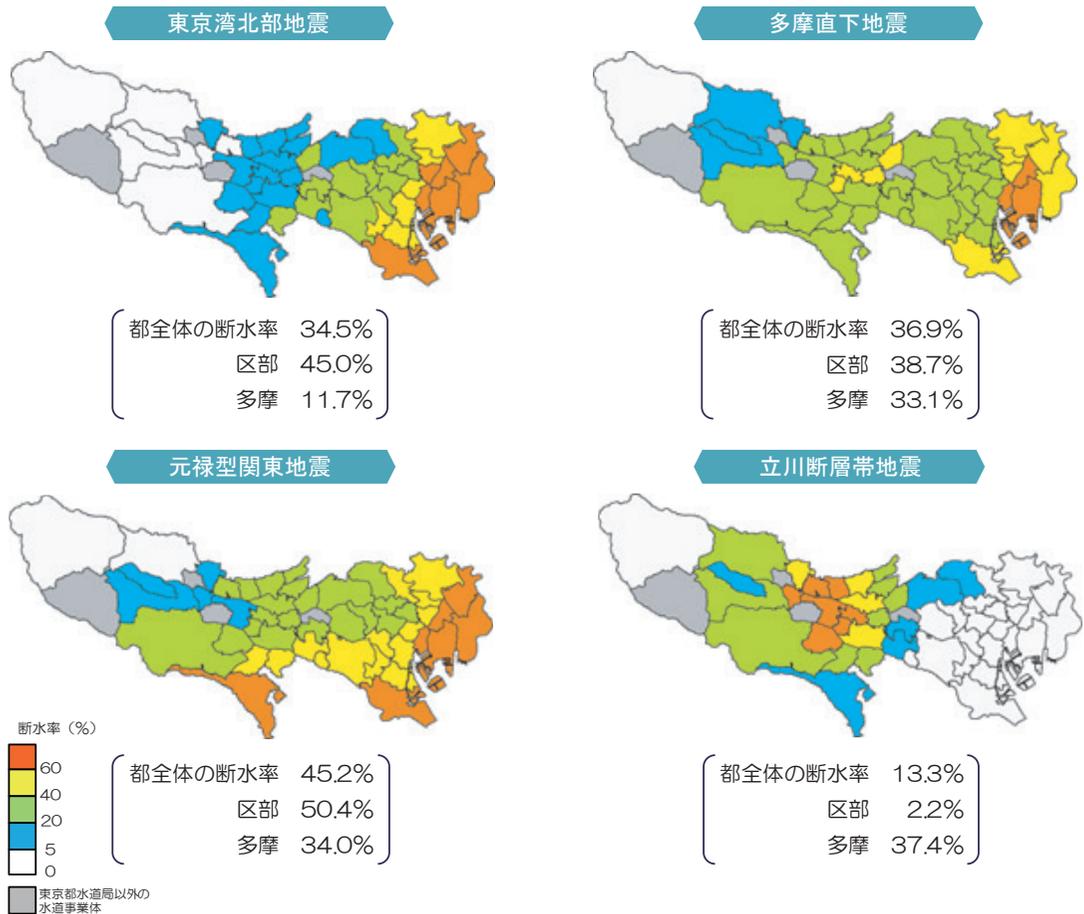
### (2) 海溝型地震

これまでは、関東大震災と同様のマグニチュード8クラスの地震について、今後100年程度以内に発生する可能性がほとんどないと考えられていたために除外していた。しかし、

東日本大震災の教訓を踏まえ、発生頻度が低い場合でも、過去に発生した地震で、ひとたび発生すると大きな被害を及ぼす恐れがあるものについては、検討を行う必要があるとしている。そのため、相模トラフ沿いを震源とし、過去に、都内に最も大きな津波をもたらしたとされるマグニチュード8クラスの元禄型関東地震を今回新たに対象地震に追加している。

### (3) 活断層で発生する地震

これまでは、立川断層帯地震は、国の評価



※「首都直下地震等による東京の被害想定(平成24年4月)公表」より作成

図3 被害想定における断水率分布

で、平均活動間隔は10,000～15,000年程度、発生確率は今後30年以内に、ほぼ0.5～2%とされていたために除外していた。しかし、国は、東日本大震災による地殻変動により、発生確率が高くなっている可能性がある公表している。このため、多摩地域を中心に都に大きな影響を及ぼす恐れがあるマグニチュード7.4の立川断層帯地震を今回新たに対象地震に追加している。

## 2.2 水道における被害想定

今回の被害想定結果の特徴としては、フィリピン海プレート上面の深度が従来の想定より浅いという最新の知見を反映させていることなどから、最大震度7の地域が出るとともに、震度6強の地域が広範囲となっている。

こうした地震動の大きさや液状化の影響などから、水道管路の被害は、首都直下地震（東京湾北部地震、多摩直下地震）の場合、区部東部や沿岸部で大きくなっている。また、元禄型関東地震では震源域に近い城南地区や南多摩で大きくなっている。都全体の断水率については、元禄型関東地震で最大となり45.2%となっている（図3）。

## 3.水道管路の耐震継手化の取組

大規模地震時においても水道施設への被害を最小限にとどめ、給水を継続して首都機能を維持するために、東京水道では様々な震災対策に取り組んでいる。主な震災対策としては、浄水場や給水所等の基幹的水道施設の耐震化や水道管路の耐震継手管への取替えといった被害軽減対策、導水施設の二重化や送水管の二重化・ネットワーク化等による



写真2 導水施設の二重化整備状況

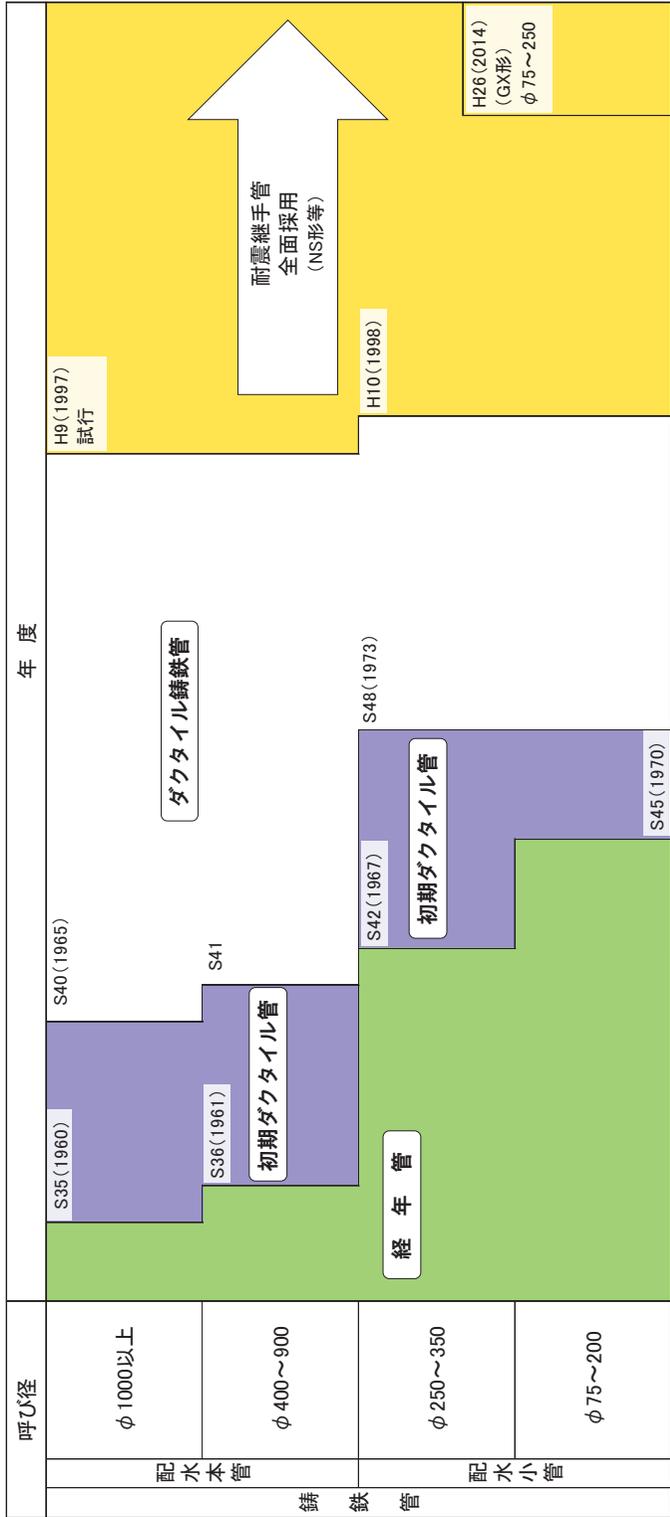


写真3 水道管路の吊込み状況



写真4 水道管路の接合状況

表3 東京都水道局における鑄鉄管とダクタイル鑄鉄管の採用経過



経年管 (内面がライニングされていない強度の低い鑄鉄管)

初期ダクタイル管 (ダクタイル鑄鉄管の直管と高級鑄鉄製の異形管が混在している管の総称)

耐震継手管

バックアップ機能の強化(写真2)、応急給水拠点の整備等による代替給水手段の確保、自家発電設備の整備等による停電時の電力確保などがある。

なかでも、水道管路については、お客様の蛇口まで水を届けるだけでなく、浄水場や給水所を有機的に連携するなど、大切な役割を担っているとともに、全水道資産の約7割を占めることから、計画的に耐震継手管への取替えを進めていくことが重要である。耐震継手化を進めるに当たっては、断水被害の軽減効果を早期に高めるため、過去の震災の教訓や東京の被害想定等を踏まえ、優先性を考慮している(写真3、4)。

### 3.1 水道管路の耐震継手化の経過と今後

東京水道では、これまで、老朽化した管路の取替えなどを重点的に取り組んできたことから、管路のほとんどは、強度とじん性に優れたダクタイル鋳鉄製になっている。阪神・淡路大震災を契機に平成10年度からは、離脱防止機能を有する耐震継手管であるNS形ダクタイル鋳鉄管等を全面的に採用している。

また、漏水防止、耐震水準の向上、濁り水の防止を目的として、平成14年度からは経年管更新に一層取り組むとともに、平成17年度からは初期ダクタイル管の計画的な取替えを本格的に実施している。

さらに、東日本大震災後の平成24年度からは事業量を従来に比べ倍増し、耐震継手化を進めてきた。

なお、呼び径75～250の管路は、施工性の向上、全体工程への影響、経済性などについての検証結果を踏まえ、平成26年度から

新耐震継手管であるGX形ダクタイル鋳鉄管を本格的に採用している(表3、写真5)。

こうした取組により、阪神・淡路大震災が発生した平成7年当時に2%程度であった管路の耐震継手率を平成27年度末には39%まで向上した。

今後も引き続き、耐震継手化を推進していくこと等により、想定される被害が最大となる元禄型関東地震が発生した場合の平常給水までの復旧日数見込みを平成27年度末時点の27日から平成37年度末までには16日以内に短縮させていく。



写真5 GX形ダクタイル鋳鉄管

### 3.2 優先的な耐震継手化

東京水道が管理する配水管の総延長は約27,000kmにも及ぶことから、全てを耐震継手管に取り替えるには、長い年月と膨大な費用を要する。このため、震災時に重要な役割を果たす施設への供給ルートや被害が大きいと想定される地域の管路の耐震継手化を優先的に実施している。

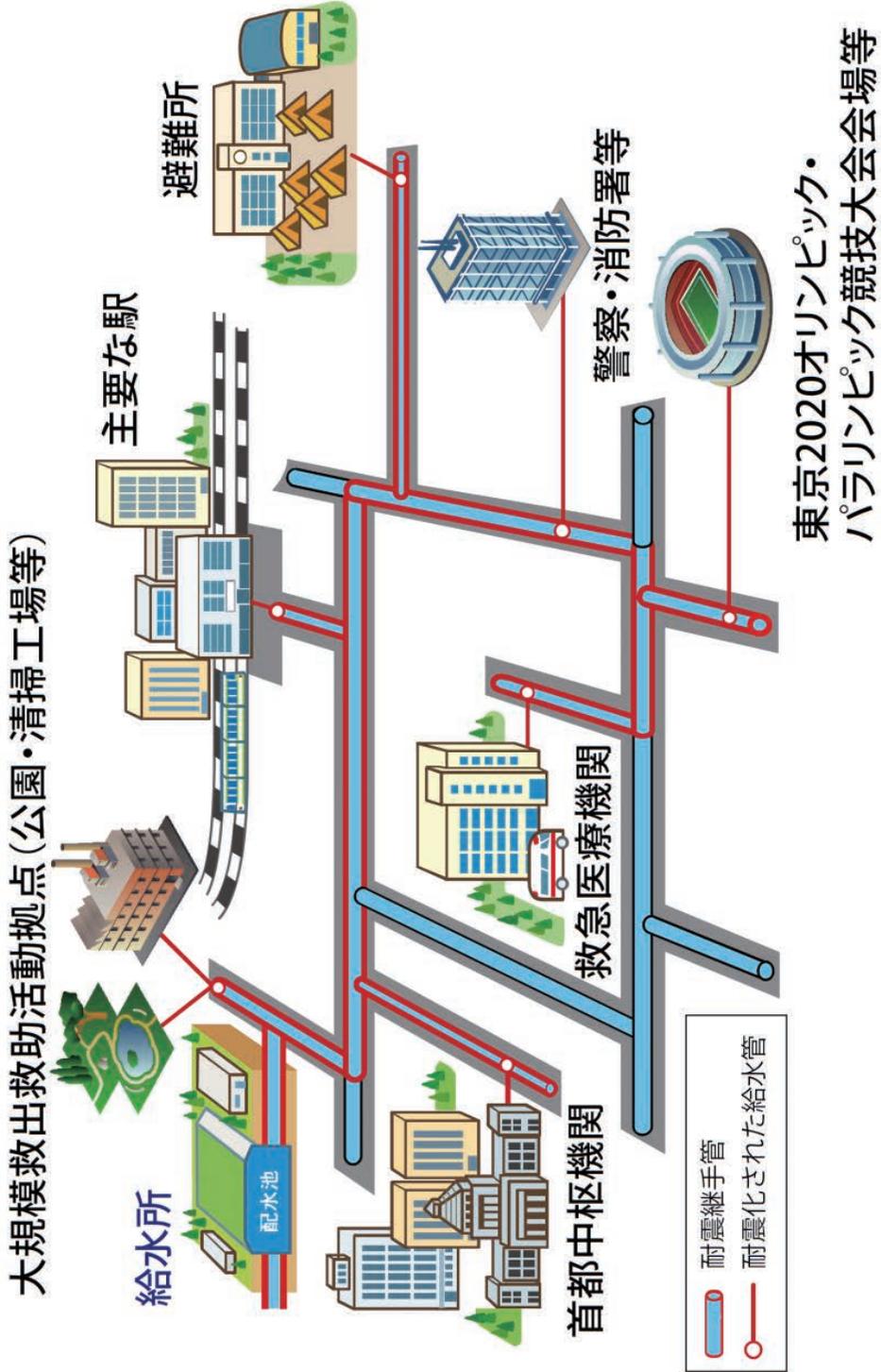


図4 重要施設への供給ルート耐震継手化

表4 重要施設への供給ルートにおける耐震継手化の実績と目標 (単位：%)

指 標		26年度 (実績)	27年度 (実績)	(目標)	
重要施設への供給ルートの耐震継手率	首都中枢・救急医療機関等	77	78	31年度 100	
	避難所	中学校	36	44	31年度 100
		小学校	38	41	34年度 100
		大学・高等学校・公民館等	36	37	37年度 100
	主要な駅	一日当たりの乗車人数 20万人超	41	44	31年度 100
		一日当たりの乗車人数 10万人超20万人以下	44	48	34年度 100
	大規模救出救助活動拠点等	43	47	31年度 100	
	東京2020オリンピック・ パラリンピック競技大会会場等	60	68	31年度 100	

### (1) 重要施設への供給ルート

震災時において、指揮命令や救命救助などの役割を担う施設を重要施設として位置付け、そこへの供給ルートである管路を優先的に耐震継手管へ取り替えている。この重要施設には、医療救護活動に関わる病院、指揮命令系統を担う首都中枢機関、災害時に多くの人が集まる避難所及び主要な駅、都が大規模救出救助活動拠点に指定した都立公園と清掃工場、警察・消防施設、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会会場等を位置付けている(図4)。

これらの重要施設への供給ルートにおける耐震継手化状況についての実績及び目標を表4に示す。重要施設への供給ルートの耐震継手化は、今後、東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会の開催の前年度である平

成31年度までに一定の区切りをつけるとともに、平成37年度までの完了を目指していく。

なお、重要施設への供給ルートの耐震継手化を進めるに当たっては、給水管についても、耐震継手管やステンレス鋼管へ取替えを実施している(図5)。



図5 重要施設の給水管の耐震化

## (2) 被害が大きいと想定される地域の管路

東日本大震災では、都内においても液状化による噴砂被害が発生した(写真6)。また、東京の被害想定では、液状化危険度が高い地域などでは、断水率が60%を超える被害が想定されている。東京水道では効果的に断水被害を軽減するため、こうした震災時の断水被害が大きいと想定される地域の管路についても、耐震継手化を優先的に実施している。



写真6 液状化による噴砂被害(江東区)  
(東日本大震災)

## 4. おわりに

東京水道は、「1,300万人の都民生活を支える水道」、「都市活動及び首都中枢機能を支える水道」という重要な役割を担っており、震災時においても水を供給することは、都民生活のみならず、我が国全体の国民生活及び社会経済活動の継続にも不可欠である。しかし、水道管路の耐震継手化には、長い年月と膨大な費用を伴うため、一朝一夕には進まない。また、近年では、既設の水道管が交通量の多い国道や都道の下に埋設されていることや他企業埋設物が輻輳していることなどにより、施工が困難な箇所も残存している。そのため、優先性を考慮して耐震継手化を進めていくとともに、道路管理者や他企業管理者等との調整を一層綿密に実施し、事業への理解と協力を得ながら、取り組む必要がある。

今後も、東京水道では、震災対策を最重要課題の一つとして位置付け、水道管路の耐震継手管への取替えを着実に推進していくことで、首都東京にふさわしい、地震に強い水道の構築を目指していく。

**Technical Report 02**

技術レポート

# 100年先の次世代へ安心して 引き継ぐために

## ～老朽管の更新とS50形ダクタイトイル鉄管の採用～

盛岡市上下水道局  
上下水道部水道建設課  
課長補佐  
山路 聡



### 1.はじめに

東北6県都市の水道は、明治40年の秋田を筆頭に、青森（明治42年）、郡山（明治45年）、塩釜（大正元年）、いわき（大正10年）、仙台・山形（大正12年）、福島・米沢（大正14年）、会津若松（昭和4年）と次々に完成しており、ついで酒田、弘前も給水を目指し着々とすすめていた。昭和の時代に入っても、東北地方の県庁所在地で水道事業が立ち遅れていたのは盛岡のみとなった。

そうした中、昭和3年には本市の水道事業に先駆けて、民間による「盛岡水道利用組合」が設立され、約2千戸に給水を開始した。市政発展の要ともいえる水道事業は、もはや事態を先延ばしできない状況に追い込まれていった。厳しい社会情勢ではあったが、盛岡市は

水道事業の着手を決意し、昭和4年度の市予算に水道調査費を計上。盛岡の水道事業はいよいよ出発点に立ったのである。

施設計画は、給水人口を第1期5万人、第2期10万人（昭和5年の本市の人口は62,249人）という規模で考えた。この提案は、大胆な行動と発想、そして綿密な建設計画をもとに実現に向けてスタートすることとなる。

管路は、すべて印籠継手の高級铸铁管（以下「CIP」という。）呼び径75～500を使用し、総延長は100kmにも達するという大事業であった。創設当時のCIPが80年経過した現在でも、適正な有効率を確保し使用できていることから、铸铁管の寿命の長さを推し量ることができる。



写真1 呼び径500配水管布設工事  
(昭和8年6月17日)

## 2.盛岡市水道事業の変遷

盛岡市の水道事業は昭和9年に給水を開始して以来、市民生活と都市活動を支えてきた。創設当時の給水人口は5万人で、1日6,300m<sup>3</sup>

を給水する計画であったが、水道創設から現在まで、盛岡市の町並みや市民の生活は大きく変化してきた。

戦後の戦災復興土地区画整理事業、昭和45年の国体開催、高速道路や新幹線の開通など、それぞれの時代の変化に対応するように盛岡市の水道事業は、昭和25年の第1次拡張事業以後、7回にわたって拡張事業を実施している。水需要は、家庭でも節水できる環境が整い始めた平成12年度に総配水量の最大値をマークすると、翌13年度から減少傾向が続いている(図1)。現在の概況は次に示す(図2)。

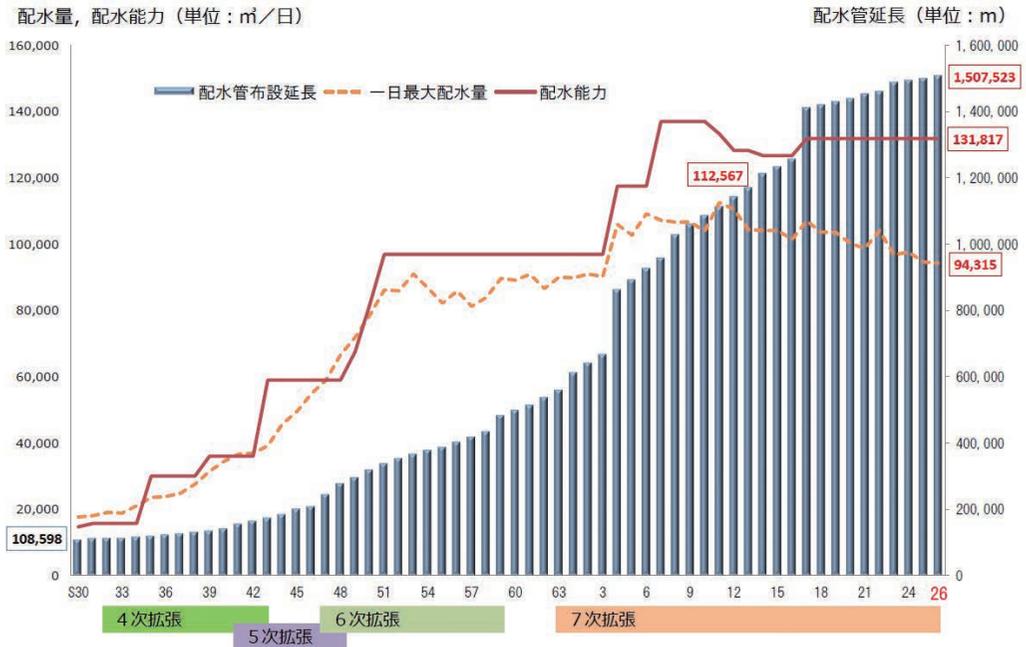


図1 配水量と配水管延長の推移

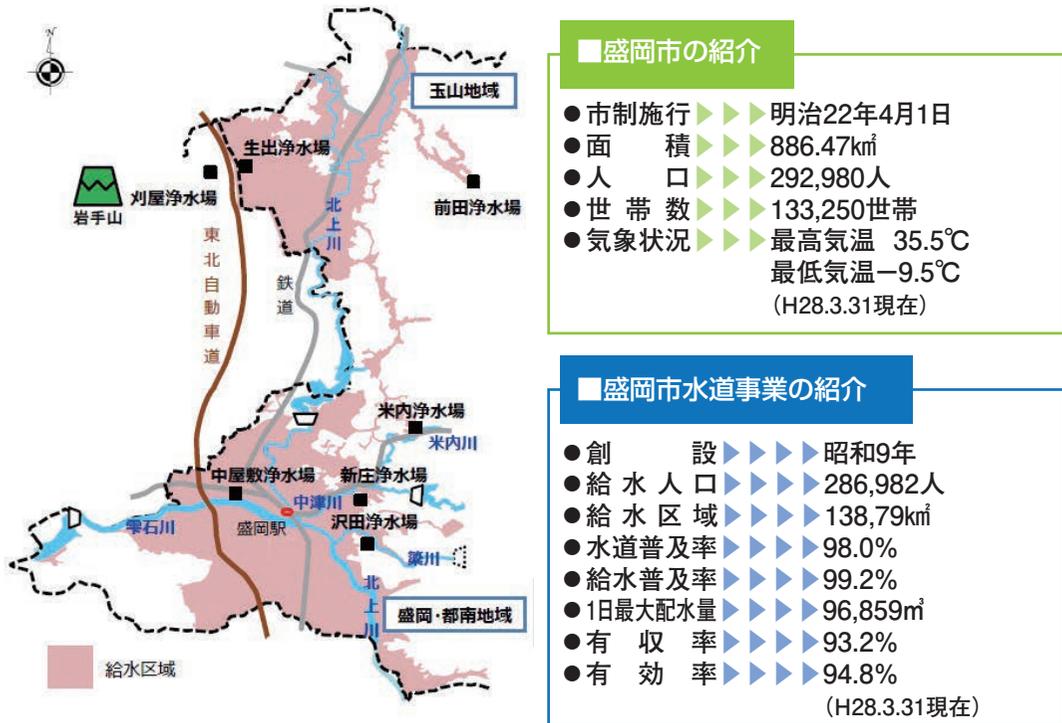


図2 水道事業の概況

### 3.現状と課題

#### (1) 災害対策

地震災害については、平成28年4月14日、そして16日に熊本地方を震度7の大地震が襲い甚大な被害が発生し、平成23年3月11日に発生した東日本大震災を思い起こすこととなった。地震以外の災害では、平成28年8月30日に太平洋岸から岩手県に直接上陸した台風10号により、沿岸部と県北内陸部を中心に非常に大きな被害が発生した。

このような状況の中で盛岡市の対応は、4月の熊本地震においては大規模断水解消のため、熊本市内で応急復旧支援活動を実施した。また、8月の台風10号においては、特に甚大な被害を受けた岩泉町に対して応急給水や応

急復旧活動等、1箇月を超える長期間、応援人数延べ400人を超える体制で、被災地の早期復旧を願い懸命に業務に従事し、岩泉町は10月8日に断水は解消されている。

今年度は盛岡市に大きな被害を及ぼすような災害は今のところは発生していないが、万一の不測の事態が発生しても、被害を最小限に抑え、ライフラインの健全性を維持していくためには、強靱な管路の整備とマンパワーの充実、そして応援のみならず受援の計画を早期に策定することが必要だと考えている。

#### (2) アセットマネジメントによる分析

アセットマネジメント手法により更新需要を算定した(図3)。算定にあたっては法定耐用年数

更新需要（構造物及び設備・管路） ※ 独自耐用年数の設定による更新需要

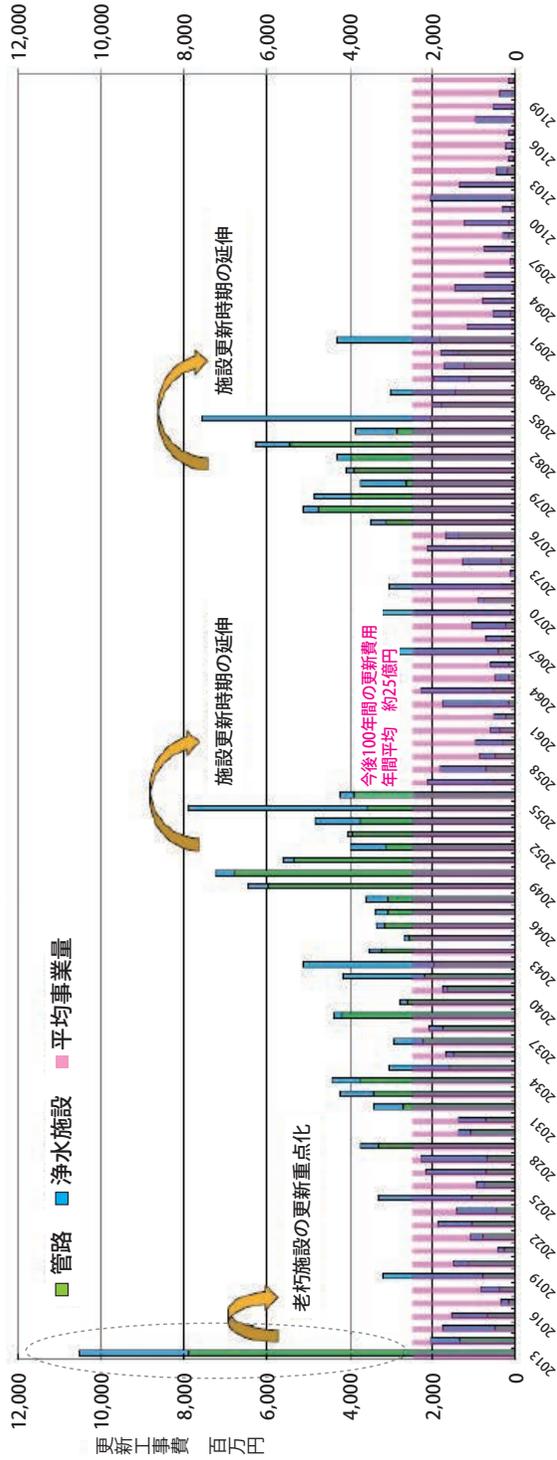


図3 アセットマネジメント手法による分析結果

ではなく、管路であれば管種、埋設条件、漏水履歴等を踏まえ、盛岡市独自の実耐用年数を設定している。浄水場等を含めた更新需要を今後100年間で山を均すと、年平均で約25億円が見込まれることから、更新時期の延伸などによる投資の平準化を図り、管路の適正な更新を進める必要がある。さらに、更新の実施にあたってはトータルコストの低減が重要であり、その場合の更新時期については実耐用年数で比較検討すべきである。

#### 4. 管路の計画的更新と耐震化の推進

##### (1) もりおか水道施設整備構想の改訂

もりおか水道施設整備構想は、100年先の次世代に健全な水道を安心して引き継ぐために、現状の課題を解決するとともに、将来の様々なリスクに対応できる水道施設を構築するため、

長期的な視点から水道施設整備の方向性を明らかにすることを目的としている。平成18年に策定（19年に一部改訂）した本構想とダウンサイジングによる浄水場の廃止計画を踏まえ、平成26年6月に全面改訂した。

予想される内陸直下型地震（花巻断層帯）では、盛岡市域は「震度6強」が最大震度と想定されている。施設の老朽度や地盤状況によって耐震性評価が低い施設があるため、浄水施設、導水管、送水管、配水本管などの基幹施設については、速やかに耐震化を図り、給水安全度を高める必要がある（図4）。また、災害時に人命にかかわる重要施設である基幹病院や避難所については、優先的に当該施設までの配水管の耐震化を図り安定供給することを定めている。

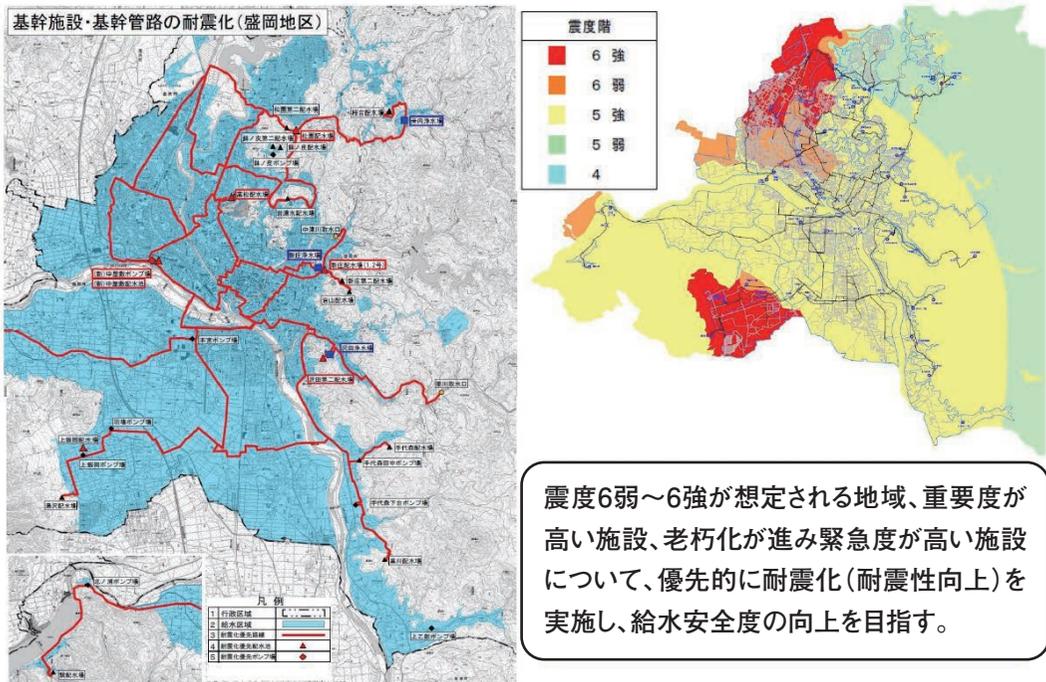


図4 基幹施設・基幹管路の耐震化

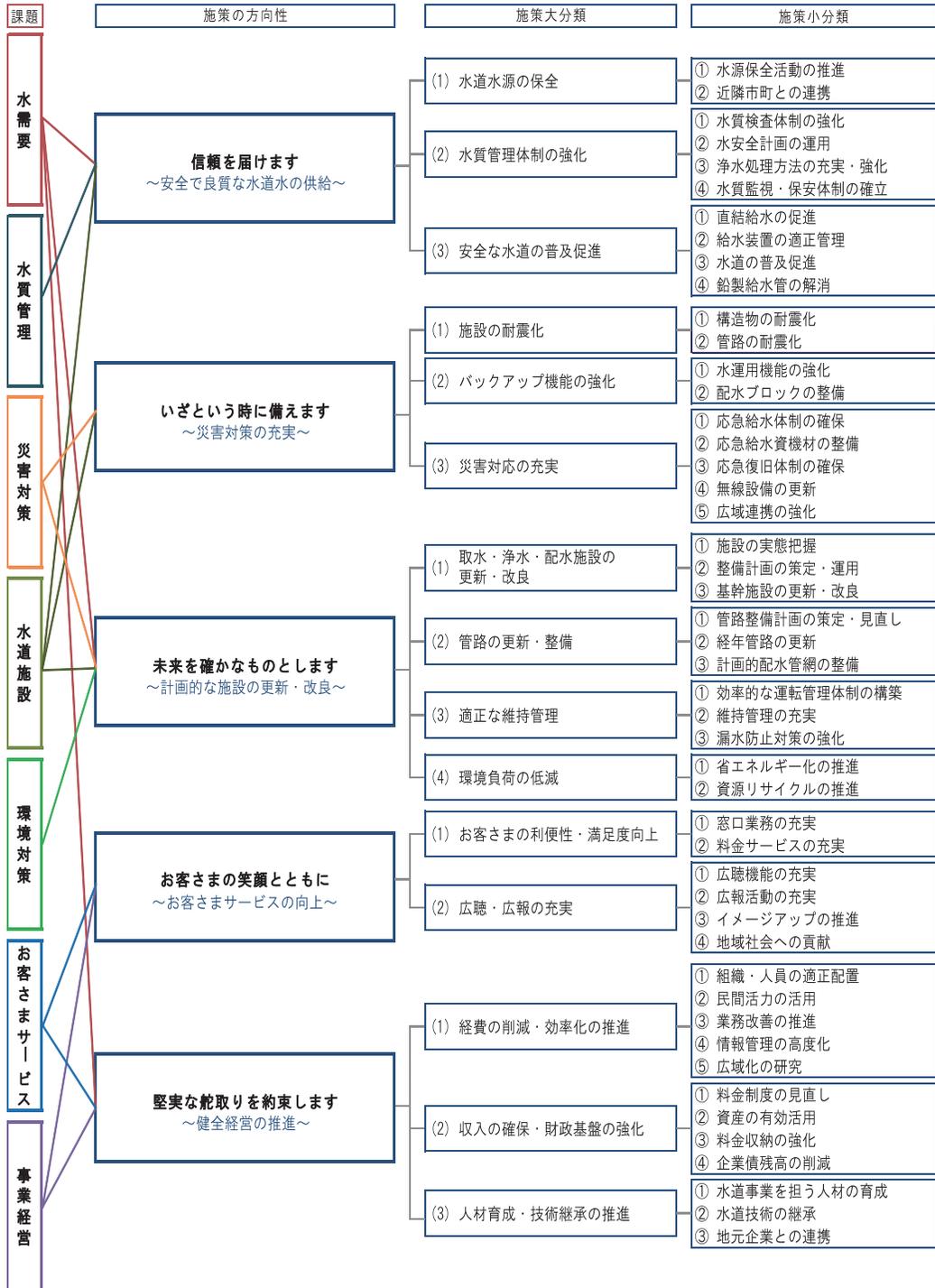


図5 もりおか水道ビジョンにおける施策の体系と展開

## (2) 第三次盛岡市水道事業基本計画（もりおか水道ビジョン）の策定

もりおか水道ビジョンは、長期的な事業運営の視点に立って、平成27年度からの10年間に盛岡市水道事業が取り組むべき施策の方向性を示す計画として策定した。同時に、まちづくりの基本となる指針を定めた盛岡市総合計画の水道事業における部門計画に位置付けている。また、もりおか水道ビジョンは、盛岡市水道施設の整備に関する基本的方針を定めた「もりおか水道施設整備構想」や厚生労働省「新水道ビジョン」に示される取り組み方針等を踏まえた水道事業の将来像を示す、盛岡市の「水道事業ビジョン」でもある。

計画に掲げる施策の実施にあたっては、主要施策、成果指標等を盛り込んだ実施計画を策定し、財政運営の長期的な展望の下に重要度や緊急度を勘案して、優先的・集中的に取り組むべき事務事業を明らかにし、適宜見直しを行いながら年度ごとの予算に反映させ、効果的かつ効率的に事業を推進していくこととしている（図5）。

本計画における管路整備については、施策の体系に「管路の耐震化」と「計画的な施設の更新・改良」を掲げ、耐震性のないCIPと硬質ポリ塩化ビニル管（以下「VP」という）を、優先的に更新することとしている（図6）。

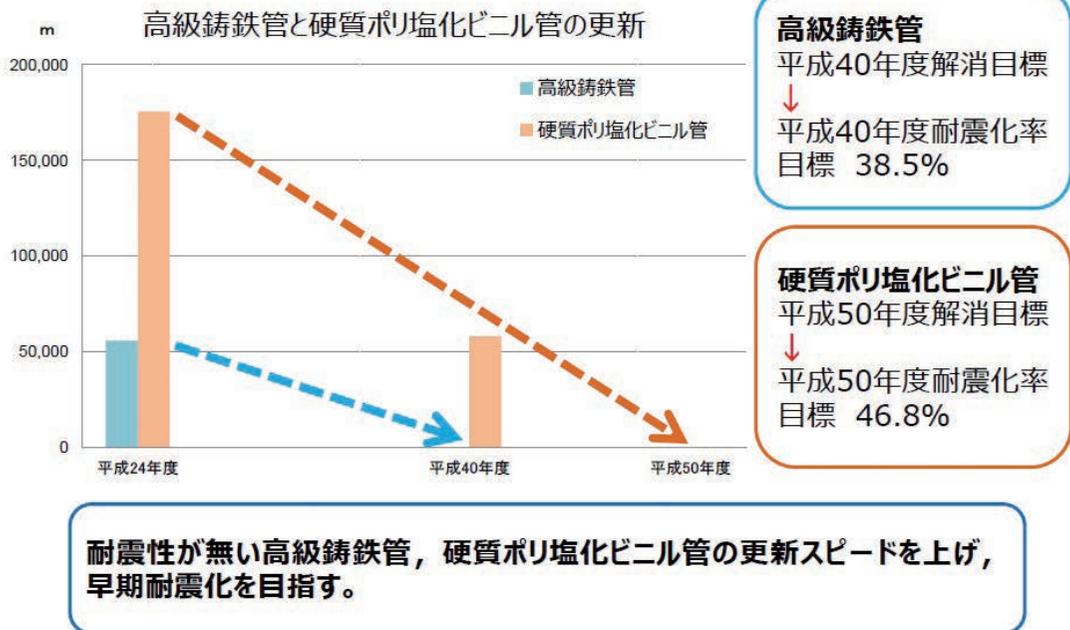


図6 高級铸铁管と硬質ポリ塩化ビニル管の更新計画



図7 重要給水施設配水管整備事業の整備計画

### (3) 重要給水施設配水管整備事業の実施

大規模地震等への対応として、人命の安全確保に重要な基幹病院や要援護者収容避難場所等への安定給水を確保することが重要である。その重要給水施設への配水管の耐震化にあたっては、火山性台地などの軟弱地盤の地域で被害が大きいと想定される市北西部エリアの医療機関、要援護者収容施設の計 21 施設を選定し、配水幹線の新設及び配水支管の耐震化を実施することとしている。重要給水施設の選定は、盛岡市災害対策マニュアルに位置付けた施設や盛岡市地域防災計画に指定された医療機関のうち、基幹病院、人工透析病院、救急指定病院及び避難所となっている施設を位置付けている(図7)。

計画期間は平成 26 年度から 37 年度までの

12 年間で、整備延長は 31,635 m、事業費は 57 億 8,900 万円、財源としては国の生活基盤施設耐震化等交付金(緊急時給水拠点確保等事業:重要給水施設配水管)を活用して事業を推進させる予定である。

### (4) 経年管更新事業の推進

耐用年数を超過している昭和 9 年の創設期に布設された CIP を計画的に更新するため、平成 11 年度に更新計画を策定し、平成 12 年度から事業に着手している。現在の中心市街地に多く布設されていることから更新工事には苦労しているが、無ラインングの CIP は赤水発生の原因となっており、早期解消を目指している。

事業の推進にあたっては、平成 21 年度から

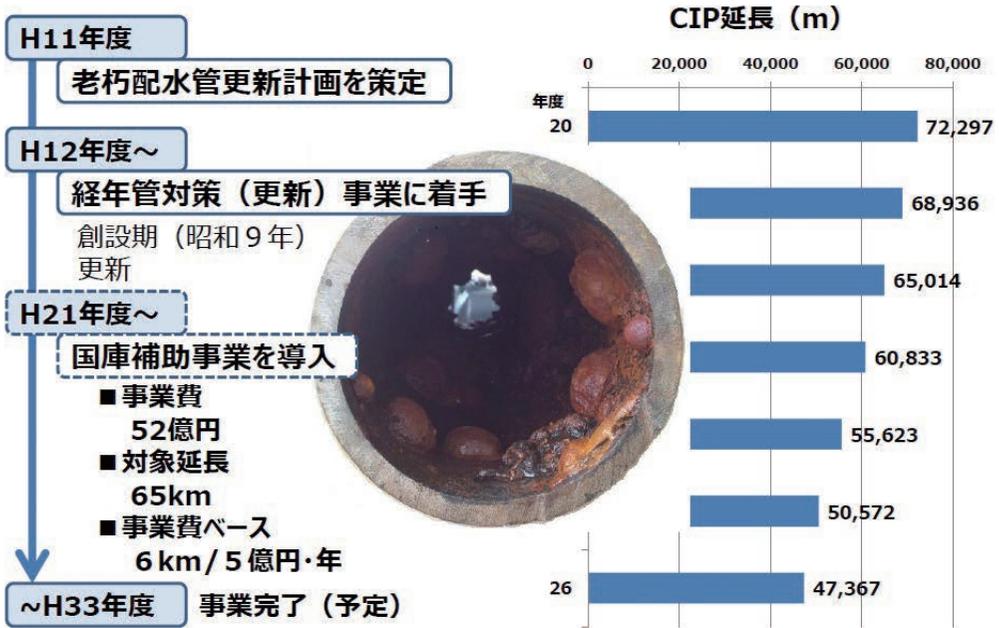


図8 経年管更新事業(CIP)実施計画

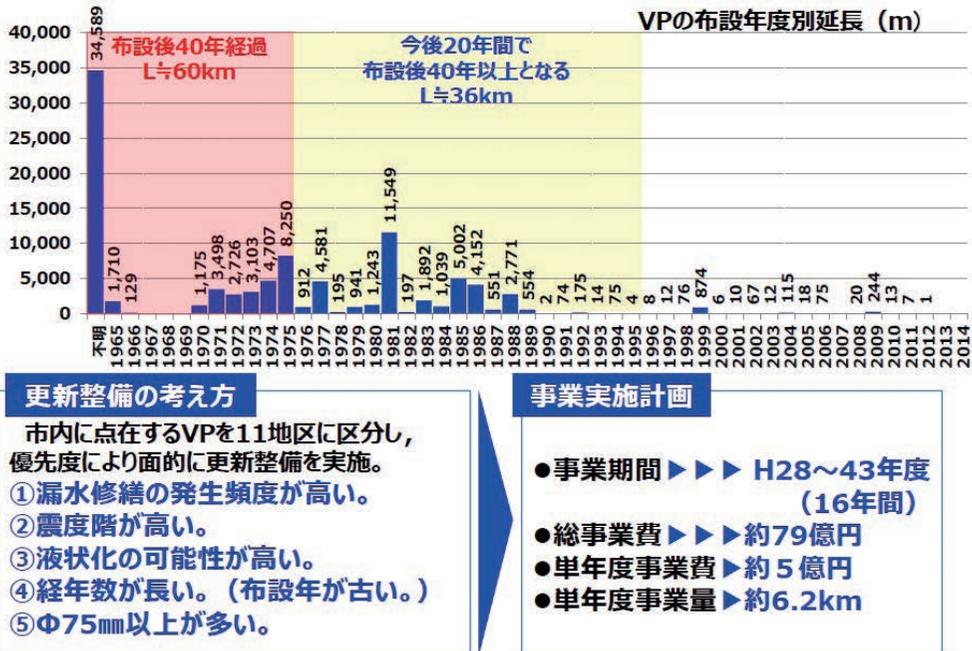


図9 経年管更新事業(VP)実施計画

は国庫補助を導入して、年間5億円規模を投資し更新スピードを速め、補助申請分は平成33年度までに解消し、道路改良事業などにより計画から外していた箇所についても、平成40年度までには完了し全廃する予定としている。

また、玉山地域を除く盛岡市内のVPは、昭和45年度から55年度に多く布設されており、耐用年数である40年前後から漏水が多発する傾向にある。そのため、盛岡地域を11地区に区分して、呼び径50以上の配水管を面的に更新する計画とした。

約97kmに及ぶVPの更新は、年間5億円を投入して、平成28年度から43年度までの16年間で完了することとしているが、遅くともりおか水道施設整備構想に示す平成50年度までには全廃する予定である。玉山地域は、

別途策定した配水管整備計画により、VPの解消を図ることとしている。

## 5.管種選定における現状と課題

管路の地震対策としては、平成5年度の送水管から耐震管を全面採用した。平成10年度からはすべての管路を耐震管とし、呼び径75以上はNS形ダクタイル鉄管（以下「NS形管」という。）を採用、平成24年度からはGX形ダクタイル鉄管（以下「GX形管」という。）を標準としている。

一方で、呼び径50で使用しているのは主に水道用ポリエチレン管二層管（以下「PP管」という。）であり、耐震型のダクタイル鋳鉄管と比較すると耐震性が低く、耐用年数である40年前後で漏水が発生した事例もある。そのた



写真 2 S50形ダクタイル鉄管の施工状況

め、100年間に於けるPP管とS50形ダクタイル鉄管（以下「S50形管」という。）のトータルコストを比較し、S50形管の試験施工を決定した。なお、比較検討には呼び径75のGX管も加えたが、管網解析の結果、停滞水の危険性がある箇所が確認されたため、水質保持の観点から除外した。また、配水用ポリエチレン管も比較対象としたが、メーカーが提唱する100年間の性能維持については実績が少なく不安視する声もあることから、鑄鉄管の盛岡市における実績を評価している。

## 6.S50形ダクタイル鉄管の採用

### (1) 試験施工

試験施工は平成27年9月から12月に行われ、盛岡市内の現場にS50形管100.4mを布設した。この工事は、輻輳する給水管を統合するための配水管布設工事で、使用水量などから盛岡市の配水管最小口径である呼び径50が最適と判断されたものである。

検証内容は、S50形管の接合要領書に記載された内容及び施工性の確認とした。検証方法は、工事受注者からの聞き取りと局職員数名が自ら接合を体験し、その結果を検証・評価することとした。

### (2) 検証結果

工事受注者からの聞き取りや施工を体験した局職員へのアンケート結果は、NS形管やGX形管よりも施工性が良く、施工全般においても適切かつ円滑な施工が可能であるとの回答であった。また、本線側がGX形で分岐がS50形のT字管を試験採用したが、施工性が良くコスト縮減にもつながることから、S50形管の正

式採用にあたってはS50形分岐のGX形T字管も正式に採用することになる。

直管の接合時、ボルトナットの締め付けにより、挿し口が受口に引き込まれ、標準胴付寸法（Y寸法）に影響を及ぼす可能性があるという感想があったが、S50形ダクタイル鉄管は軽量なため、締め付けの際に挿し口側の管を押さえておくことにより問題なく施工できる。掘削幅については、水道事業実務必携で定める幅員で施工したが、特に狭いなどといった意見はなかった。

### (3) 正式採用

検証結果を盛岡市水道技術委員会に報告し、経済性の検証については、試験施工前に比較検討しており、100年間ではS50形管が経済的であるとの結果から、盛岡市発注工事においては、平成28年度からS50形管を正式採用している。（写真2）また、給水装置工事への対応としては、盛岡市給水装置工事施行要領にS50形管の使用可能を明記した。

## 7.今後の展望

今後の人口減少時代においては、呼び径75のダウンサイジングにS50形管は最適であり、停滞水対策やコスト縮減に有効である。耐震化を継続的に推進する中においては、大きな役割を担う管種であると考えている。

また、この技術を活かしダクタイル鉄管による仮設管の提供も検討してはどうか。台風10号による管路被害の仮復旧に施工性や経済性を考慮し樹脂管を使用した。樹脂管は紫外線に弱く露出配管期間が長期化すると製品劣化の懸念がある。ダクタイル鉄管においても

軽量化されたNS形ダクタイル鉄管（E種管）も開発されており、強靱で低コストな災害対応の仮設管の開発が期待される時期に来ているので、ぜひ持続的な安定給水に向け実現していただきたい。

また、盛岡水道においては、ヒト（職員）が減り、モノ（施設）が老朽化し、カネ（収入）がだんだん減っていくといった厳しい状況下において、ヒトが果たす役割は非常に大きく、次

代を担う“人財”を育成し、水道のプロフェッショナルな集団、プロ組織を作るべきであると考えている。その取り組みとして、管路技術に関するOJT、人材育成による現場力の向上を目指す必要がある。そして、特に地元企業との連携を強化し、盛岡水道の長期ビジョンに理解をいただき、官民連携して盛岡水道の未来を守る取り組みを推進していきたい。

## Technical Report 03

技術レポート

# 営農用水におけるGX形ダクタイトル鉄管の採用事例

十勝総合振興局産業振興部  
北部耕地出張所  
主査(事業調整)  
山田 芳弘



士幌町役場建設課  
技師  
林 博敏



## 1.はじめに

士幌町は北海道十勝総合振興局管内の河東郡に位置する典型的な農村である。町の総面積の約60%を農用地とし、ジャガイモ、小麦、豆類といった寒冷地型作物の輪作、肉用牛の生産、酪農等を主体とした営農を行っている。

農業従事者の高齢化や後継者不足などに起因して農家戸数が減少している昨今では、農業経営の大規模化や家畜飼養頭数の増加による農産物や乳量、飼育頭数の増大に取り組みとともに、労働負担の軽減や機械経費の削減といった経営の効率化も推進しているところである。

防除用水、家畜飲料水、洗浄水等、農業経営にとって水不足は致命的であるが、現在の給水施設は施設築造後40年近く経過してお



図1 士幌町位置

り、老朽化による破損や漏水の発生が顕著である。

この様な状況を踏まえ、本地区では平成 27 年度から平成 31 年度までの予定で「道営農地整備事業」による営農用水の整備(以下、「本

事業」)に着手した。

本稿では、本事業においてGX形ダクタイル鉄管(以下、「GX形管」)を採用した事例を紹介する。

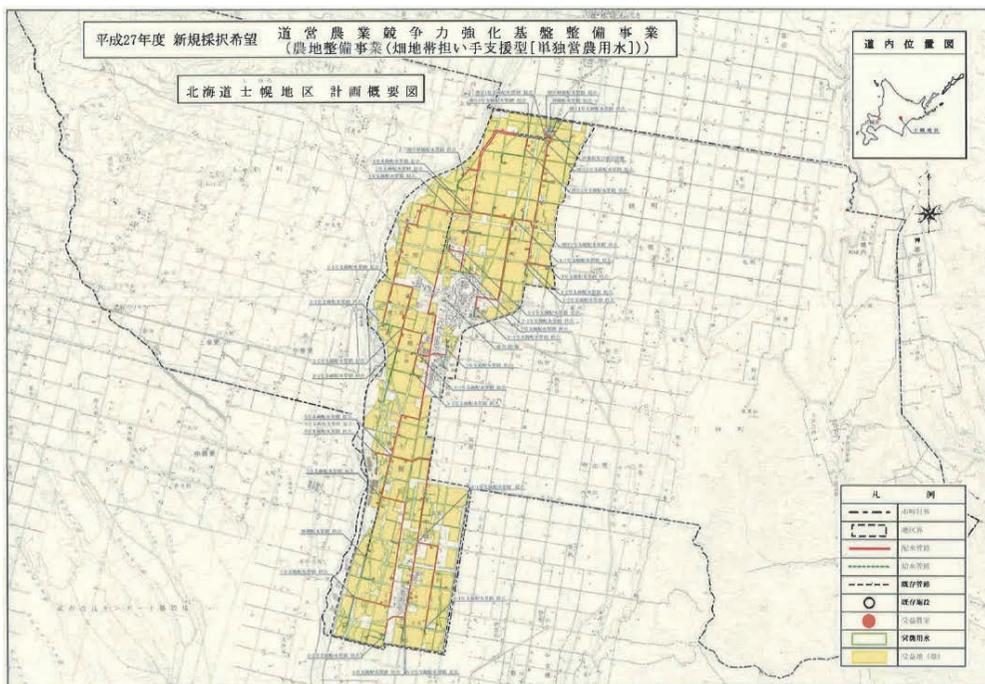


図2 計画概要図

## 2.本地区の給水施設の現状

地区内の基盤整備は、担い手の育成・支援に向け、農地や基幹道路など総合的な整備が行われてきた。

本地区の給水施設は昭和 52～54 年の「中央(士幌)地区営農用水事業」および「士幌簡易水道事業」により整備され、農業生産と農村生活の両面にわたり農村環境の改善に寄与してきた。主に塩ビ管により築造されている本施設は、施設の老朽化に起因する破損、漏水の発生が著しい。営農規模の拡大とともに水需要が増加し続ける状況において、受益者は

慢性的な水不足に悩まされており、不足する水を近傍の浄水場からトラックで運搬するなど、その対応に苦悩している。

この様に必要な営農用水の確保や安定的供給、あるいは、突発的に発生する漏水事故への対応など、現状では多大な労力や費用が必要となっていることから、給水施設の早急な更新が切望されている。



写真1 漏水事故への対応

また、近年では自然災害による被害も生じている。平成28年8月には1週間に3個の台風が北海道に上陸、その後、追い打ちをかけるように台風10号が接近し、道東を中心に大雨による河川の氾濫や土砂災害など大規模な被害が発生した。

これら8月に発生した台風災害における北海道内の被害面積は39千haであり、そのうち26千haが十勝総合振興局管内であった。特に士幌町ではジャガイモを始めとする農作物に壊滅的な被害が生じたことに加え、農地の流出や農業施設の倒壊などの甚大な被害が発生した。

現況の給水施設においても河川氾濫により被害を受けたことから、自然災害にも負けない強靱な水供給システム構築への期待が高まっている。



写真2 応急復旧状況

### 3. 営農用水における管種選定

表1に示す通り、本地区の営農用水は士幌町の全水道の大部分をカバーしている。営農用水事業は水道事業と表裏一体の関係にある。

表1 営農用水の占める割合

土幌町の全水道		営農用水分(左の内)	
給水区域	町内全域	面積カバー率	90%
供給能力	8615m <sup>3</sup> /d	能力カバー率	78%
給水人口	6787人	人口カバー率	30%
供給水量	176万t/y	水量カバー率	77%
家畜頭数	約7万頭	家畜カバー率	95%以上

道内の営農用水施設設計の標準的事項を示す「営農飲雑用水施設設計指針(案)」では『営農飲雑用水施設に用いる管種は、「水道施設の技術的基準を定める省令」に定められた浸出基準を満足するとともに、水圧、外圧に対する安全性、環境条件、施工条件を勘案して最適なものを選定する。』と明記されている。営農用水施設の建設に当たっては水道事業と整合を図りながら進めなければならない。

また、土幌町では、2011年に発生した東日本大震災において水道施設が被災し地域住民の生活に甚大な影響を及ぼしたことを教訓に、いつ発生するか予測できない地震などの被害を最小限にとどめることを目的として「土幌町水道耐震化指針」(以下、「耐震化指針」)が策定されていることから、本事業においても「耐震化指針」に準拠することとした。

「耐震化指針」では、管種や継手の選定に際し、以下3つの条件を検討することとしている。

- ① レベル2地震動に耐えうる管種・継手
- ② 東日本大震災での被害実績が少ない管種・継手
- ③ 土幌町の実情に即した管種・継手

これらのことを総合的に判断し、耐震性・耐圧・耐腐食性・耐衝撃性に優れた「GX形管」を選定することとした。

#### 4.GX形管

GX形管は、(公社)日本水道協会「JWWA G 120 水道用GX形ダクタイル鋳鉄管」及び(一社)日本ダクタイル鉄管協会「JDKPA G 1049 GX形ダクタイル鋳鉄管」の規格品である。

耐震継手として評価の高いNS形管の改良型であり、以下に示すような特長を有している。

- ①NS形管と同等の耐震性能(表2参照)
- ②NS形管と比べ施工性を向上
- ③新しい外面耐食塗装による長寿命化

##### (1) GX形管の継手性能

GX形直管の継手構造を図3に示す。管が抜け出そうとした際には、受口内部にセットされたロックリングと挿し口部に形成された突部とが引っ掛かり、継手部の抜け出しを防止する。継手の伸縮量や離脱防止力はNS形管と同値であり(表2参照)、両者とも高い耐震性能が期待できる。過去に発生した大規模地震の際にも被害ゼロであり、信頼性が高い。

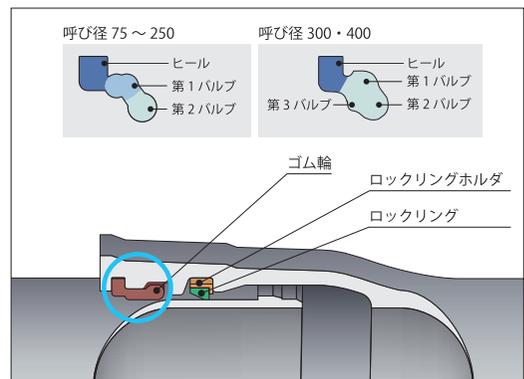


図3 GX形直管の継手構造

表2 GX形管の継手性能

項目	性能
継手伸縮量	管長の±1%
離脱防止力	3D kN(D:呼び径)
許容曲げ角度	4°
地震時に曲がりうる最大屈曲角度	8°

## (2) 施工性の向上

直管の受口やゴム輪の形状を見直すことで、NS形管の約50%の引き込み力で接合が可能とされている。

異形管はメカニカル継手であるが、ボルト本数の低減や管理が容易なメタルタッチ接合に変更されるなどの改良が施されている。

NS形管では現地切管した際の挿し口突部形成が手間であったが、GX形管では、P-Link及びG-Linkと呼ばれる切管ユニットを採用することで、作業効率が向上されている。

GX形管はゴム輪継手であり、降水時や湧水地盤においてでも作業可能である。融着継手や溶接継手を有する他管種と比べ、雪との戦いになる冬季での施工性に優れている。

## (3) 新しい外面耐食塗装

GX形管では、「亜鉛系合金溶射+封孔処理+合成樹脂塗料層」で構成された新しい外面耐食塗装が施されている（図4参照）。これにより、部分的に鉄部が露出しても耐食層の自己防食により防食機能を維持でき、NS形管などに施されてきた塗装より長寿命が期待できる。

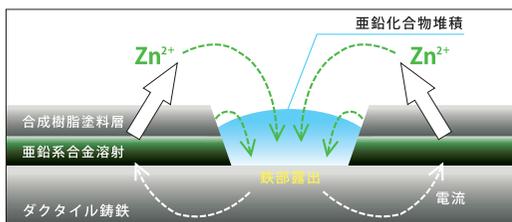


図4 自己防食のメカニズム

## 5. 工事概況

図5に施工断面の一例を示す。掘削は斜面勾配0.3の素掘り施工とし、管の埋設深さは活荷重の影響、凍結深度、付帯施設の設置等を考慮して土かぶり1.2m以上確保した。

また、管の埋設位置は工事の際の交通障害や需要者への給水の利便性を考慮して、道路の片側寄りに埋設するものとした。

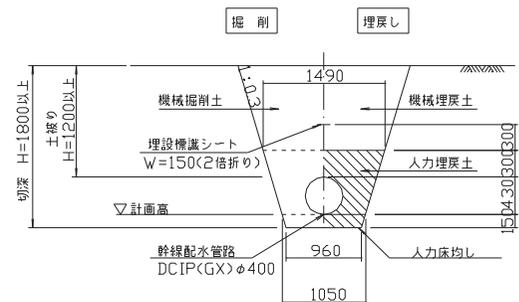


図5 施工断面の例

工事計画は表3に示すとおりで平成28年度末までに約9kmの施工を完了（進捗率：約20%）予定である。

表3 工事計画

年度	呼び径	延長
平成27年度	—	—
平成28年度	75~400	約9km施工
平成29年度	75~300	約10km予定
平成30年度以降	75~200	約27km予定
合計	—	約46km

平成27年度は調査設計を行い、平成28年度は3工区で工事を実施した。台風の上陸や接近に伴う工事中断などはあったものの、概ね順調に工事が進捗したところであり、今後とも安定した事業予算が配分されることを切に願う。



写真3 納入されたGX形管



写真4 GX形バルブ



写真5 GX形管の接合状況



写真6 GX形管の布設状況

## 6.おわりに

本事業は、士幌町の農業経営及び生活に必要な用水を安定的に確保し、農業経営の合理化及び生産性の向上に今後長期にわたって貢献するものである。

GX形管による安心・安全なパイプラインの構築は、営農用水の安定的な供給や、突発的な事故がなく自然災害にも耐える強靱な管路が構築できるといったメリットが期待され、営農用水施設の維持管理に苦慮している技術者の願いに答えるものである。

自然災害に見舞われた士幌町の復興や、今後の発展に寄与する重要な基盤整備であることを胸に刻み、事業主体である北海道と施設管理者である士幌町は、地域農業に密着した事業の展開を目指し、共に連携し業務に取り組んでいく所存である。



## 参考文献

- 1) 北海道農政部：営農飲雑用水施設設計指針（案）、pp. 2-2
- 2) 士幌町役場建設課：士幌町水道耐震化指針 2015.12 改訂、pp. 5-8

# TOPICS

## 事業者だより

### 札幌市水道局

### ～ 水道凍結防止展 ～

札幌市水道局では、冬季間に多発する水道凍結への注意を呼びかけるポスターを作成し、地下鉄駅や車両内、市内大学などに掲出して市民へのPRを行っています。

また、市内の指定給水装置工事事業者団体「札幌市管工事業者協同組合」では、12月1日・2日に水道凍結防止PRイベントを開催しました。イベントには約1,700名の市民が来場され、会場内に展示した水抜き装置を使用して、凍結事故を防止するための水抜き方法や凍結した場合の対処方法等を学んでいただきました。



北海道支部



### 登米市水道事業所

### ～ 登米市産業フェスティバル2016 ～

登米市水道事業所では、「じゃ口から安心とどけ 未来まで」をメインテーマに、市民の皆様へ安全・安心で安定的な水道のPRを目的に、クイズ形式で様々な取り組みを紹介しました。

クイズでは、ろ過実験、飲水体験、今年度運用開始した新田配水池の見学、地震に強い耐震管のデモ機展示などを実施しました。

クイズや体験を通し、広く市民の皆様へ水道事業について関心や理解を深めていただきました。



東北支部





## 矢巾町上下水道課

### ～「じゃじゃっとまつり」～

矢巾町上下水道課では、町の秋まつりに合わせて上下水道を知ってもらう「じゃじゃっとまつり」を開催しています。このイベントは本町の水道創設50周年を記念して始めたもので、今年で4回目を迎えました。内容としては利き水や漏水疑似体験など、楽しんで水道を知ってもらえるような体験型イベントを行っています。

また、(一社)日本ダクティル鉄管協会にもご協力いただき、なかなか目にするのできない耐震管のPRも行っております。今後も普段あまり意識されない水道だからこそ、知っていただくための努力を続けていきます。



## 佐野市水道局

### ～「どまんなかフェスタ」に参加～

佐野市水道局では、例年約4万人の来場者がある「どまんなかフェスタ」に参加しています。

平成28年度は11月6日に開催され、水道局ブースでは、水道水と市販のミネラルウォーターの「飲み比べ」やピグ・消火栓といった水道の材料を的にした「輪投げ」を行い、大盛況のうちに終了しました。

また、今回は、(一社)日本ダクティル鉄管協会の協力により、ダクティル耐震管模型の展示を行い、来場された市民の方々に、水道に対する理解を深めていただきました。



# TOPICS

## 事業者だより

### 島田市水道課

島田市水道課では、災害に強い水道施設への取り組みを、市民の皆様にご広く知っていただくために、本市開催の「くらし・消費・環境展 2016」に出展しました。当日は、(一社)日本ダクタイル鉄管協会のご協力のもと、耐震管のカットモデルや解説パネルなどを展示し、水道施設の更新・耐震化の必要性を、楽しく学んでいただきました。また、来場者に緊急時の備えとして非常用給水袋を配布し、災害時の限られた水道水の使い方を想像していただく良い機会となりました。

### ～「くらし・消費・環境展 2016」～



### 富山市上下水道局

富山市上下水道局では、呉羽山断層帯を震源とするマグニチュード 7.4 の地震が発生し、広域的に上下水道施設に被害が生じているという想定のもと、富山市上下水道局事業継続計画 (BCP) に基づいた災害対応訓練を開催しました。

訓練では、初動対応、連絡体制について検証を行うとともに職員の防災意識の向上を図りました。

また、新たに災害時の協定先である富山市管工事協同組合 (他下水道関連組合) に参加いただき、総勢 130 名が訓練に参加しました。

### ～ 災害対応訓練の開催 ～





## 高岡市上下水道局

### ～ 出前講座と高岡の水道水PR ～

高岡市上下水道局では、市内の小学4年生を対象に「出前講座」を開催し、将来を担う子供たちに水の大切さや水道・下水道事業の仕組みなどについて理解を深めてもらう取り組みを行っています。

また、2年連続「モンドセレクション金賞」を受賞している本市の水道水を詰めたペットボトル「高岡の水」を北陸新幹線新高岡駅や各種イベント等において配布し、県内外に高岡市の魅力と高岡の水道水をPRしています。



## 伊勢市上水道課

### ～ 「いせまつり」 に出展 ～

伊勢市上水道課では、水道事業の取組を知って頂くため、当市の「いせまつり」に出展しました。当日は、給水車を使用した応急給水体験を通じて、災害時の水の大切さや備蓄水の重要性について理解を深めて頂きました。

また、(一社)日本ダクタイトル鉄管協会の協力を得て、耐震管のカットモデルやパネル展示をし、耐震管路への更新の必要性も紹介しました。あわせて当市職員による漏水破損修理状況の写真を展示し、日ごろの水道事業についてPRすることができました。



# TOPICS

事業者だより

## 三郷町水道部水道課

### ～町制施行 50 周年の記念事業～ 「浄水場見学会」

奈良県三郷町水道課では、町制施行 50 周年事業として、平成 28 年 11 月 26 日(土)・27 日(日)に住民を対象に浄水場見学会を開催しました。

両日とも前半は、信貴ヶ丘浄水場の浄水工程、三郷町水道事業の歴史、また現在進めている事業の説明を行い、後半は現行の水道施設見学をはじめ、備蓄品、耐震対策技術の紹介等を行いました。

来場者の皆さんには、水道事業の取り組みや生活に欠かす事の出来ない「水」について、理解と関心を深めて頂きました。



関西支部



## 高知市上下水道局

### ～耐震性非常用貯水槽の設置見学会～

高知市上下水道局では近い将来発生することが予想される南海地震に備え、市内 25 箇所に耐震性非常用貯水槽の設置を進めています。今回一宮小学校での工事にあわせて、同校の高学年を対象とした現場見学会を開催しました。

当日は上下水道局で行っている地震対策事業を紹介し、現場で貯水槽の仕組みや、給水車による応急給水体験を行いました。参加した児童らは、地中の管の大きさに驚くとともに、災害時の水の確保について興味を持ち、防災意識を高めることができました。



関西支部





## 岡山市水道局

### ～公民館向け出前講座～

岡山市水道局では、これまで小学校を中心とした出前講座を行ってきましたが、一般のお客さまにも水道事業について関心を持っていただけるように、平成28年度から「公民館向け出前講座」として6つの中から選択できる講座メニューを作成し、PR活動を行っています。メニューの内容を、災害時の応急給水場所や水道局が取り組んでいる施設整備・耐震化事業の紹介、防寒対策の実演など、市民の生活に関わりが深いものを中心とした結果、着実に実施回数が増えてきているところです。



中国・四国支部



## 宮崎市上下水道局

### ～「宮崎市総合防災訓練」～

宮崎市上下水道局は、宮崎市が3年毎に行う「宮崎市総合防災訓練」（防災関係機関・民間団体・地域住民等、48機関約2,000名が参加）にライフライン事業体として参加しました。

この訓練は市民の防災意識の向上や防災関係機関の連携向上を目的として行うもので、平成28年度は12月18日（日）に宮崎市の大淀川河川敷イベント広場を主会場に、南海トラフ巨大地震と大津波を想定した訓練を行いました。

上下水道局が実施した訓練内容としては、宮崎管工事協同組合と連携した給水車等による応急給水訓練、浄水場耐震改修工事のパネル展示、また（一社）日本ダクタイル鉄管協会の協力を得て、手動の耐震管模型や耐震管関連のパネル展示を行い、来場者に災害への備えとしての耐震化や応急給水体制構築の重要性について、より理解を深めていただくことが出来ました。



九州支部



## 「私の海外旅」

札幌市水道局 給水部  
配水担当部長

渡邊 純也



1月中旬、2016年の訪日外客数(外国人旅行者数)、いわゆるインバウンドが前年の約2割増の2400万人と報道された。一方、出国日本人数はほぼ20年前から平均1700万人前後でほぼ横ばいといえる。これまで出国数が外客数を大きく上回る状況だったのに2015年には、一機に逆転した。そして出国数のうち熟年層は増えているが、若年層は減る傾向にあるという。個人志向の広がりやおかれた社会環境、最近の円安傾向からすればいたしかたないのかもしれない。だが、若者が海外から縁遠くなるのは気掛かりだ。

さて、私は家にこもるほうではなく、元来出たがりの旅好きである。就職して20代の後半からは登山をはじめ、その頃は休日の多くを山で過ごしていた。そんななか、初めての海外旅はご多分に漏れず新婚旅行からだった。次の旅に思いをはせることはなかったが、当時夢中になっていた登山の対象が海外の山に向いたことで、1992年、35歳の時に山の仲間十数名とのトレッキングでネパールを訪れる機会を得た。このトレッキングは結果として1ヶ月近くにもなったが、素晴らしい時間を過ごすことができ、

職場や家族の理解に感謝し、次の考えは全くなかった。

しかし何と次は仕事で海外に出る機会を得ることになった。札幌市は水道分野の技術協力で熱心で、インドネシア、フィリピン、タイなどにJICAを通じ技術者を派遣してきた。なぜか、私にフィリピンマニラ派遣の声がかかったのである。正直驚いたが、こんな機会はない、思い切って行ってみようとかみさんを説得し、当時38歳、年長だった息子と3人で予想もしなかった海外生活を経験することになった。派遣期間は1995年2月から2年間、技術協力のテーマは無収水低減化、派遣先はマニラ首都圏上下水道庁だった。新たに始まったプロジェクトで結果を出すことはもちろんだが、家族といかに海外で暮らすか、



これが最大のテーマだった。恵まれたことに前任者と派遣期間をラップさせてくれたため、家族と海外で暮らす基盤を早々に固めることができ、専門家としての活動に戸惑うこともなかった。このプロジェクトは派遣先が民営化に舵をきったことから中止となったが、日本人が海外で活躍する姿を直に見て、自ら水道の技術者として活動できたのはとても恵まれていたと思う。そしてこの派遣が海外との距離を大きく縮めたのである。

帰国後しばらくは、海外から遠のくことになったが、2003年にひよんなことから母と姉、私の取り合せて旅行を計画することになった。旅行先は海外に興味を持っていた母の意向もあってフィリピン派遣を機に訪れていたタイを選んだ。70歳を超えていた母と子の旅は素晴らしいものになった。この旅がその後ほぼ10年間にわたり、毎年母とのふたりで海外に出るきっかけになった。40歳半ばだった私の海外旅はこうしてリ・スタートした。かみさんは留守中、病気療養していた父の面倒を見て協力してくれ、感謝である。こんな家族の理解があって、親孝行名目の海外旅は計10回、母82歳、私55歳まで続くことになった。



これらの旅はでたがりの私にとってもいい息抜きとなり、母が欠けてからもその癖がなくなるわけもなく、気ままなひとり旅へとかたちを変えた。母との旅では場所、行動におのずと制約があったが、企

画段階から旅を楽しみ、自由な旅ができるようになった。ひとり旅は今も年1~2回のペースで続いている。行き先は青い海と南国の陽射、そして人々の生活感漂う東南アジアのリゾート地に出向くことが多く、フィリピンのセブ、タイのプーケットやサムイ、インドネシアのバリには複数回訪れ、あまり行き先を広げず街歩きなどにのんびり時間を使うようにしている。

最近は長く続けてきた登山の代わりに自転車を楽しみ始めている。自分にとっては、登山は山を舞台にした旅であり、自転車は旅をするツールなのである。そこで、自分の体力や時間を考えながら、できる範囲で海外旅に自転車を取り入れている。はじめは自転車を使った企画ツアーに参加したり、自転車を借りて現地ツアーの移動手段として利用してきた。ここ3回は自分の自転車を現地まで持ち込み、無理しない範囲で荷物をすべて携行するツアーにもトライしている。

私の海外旅は、その時のニーズでかたちを変えながら、自分なりの興味で気ままに異国を楽しむものだ。これまでに旅に随分お金と時間をかけたが、その甲斐はあったと自負している。子供や甥っ子たちにもタイミングを見て海外に触れる機会を作ってきた。20年ほど頻繁に旅に出ている間に、東・東南アジア諸国は成長を遂げ、それを肌で感じる事ができたと思う。いつも海外から戻るとわが街札幌が田舎に見える。近年はLCCも多くなってホテルの予約もいたって簡単、民泊の情報までも流れている。ぜひ、若者には成長著しい街をみて、その熱気や活力を感じ、今後のありようを考える機会としてほしい。できるなら仕事で海外を深く見る機会を作りもしたい。最近はインバウンドねらいの店が増え街の様子が変わってきた。もてなしてその効果を楽しむのもいいが、海外に出て自ら活躍する日本人であってほしい、そんな思いを持つ私である。

## 協会ニュース

### 平成 29 年度 「ダクトイル鉄管協会セミナー」

28 年度は 21 会場で約 1600 名参加

協会では、「水道事業の良きサポーター」を目指し、水道事業に関する最新の情報や先進事業者の実例を学識者や事業者職員を講師に迎えて、各支部ごとに講演会を実施しています。

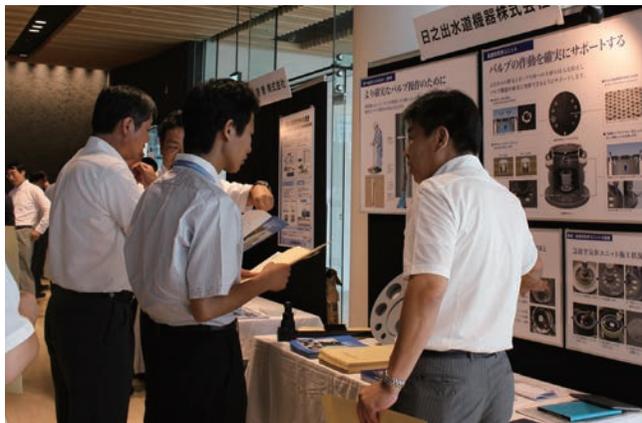
平成29年度は名称を「講演会」から「ダクトイル鉄管協会セミナー」に改称して、昨年同様、開催する予定です。開催日、会場、講演内容については、ホームページ、業界新聞などでお知らせします。是非ともご参加下さい。

### 昨年度の講師とテーマ

講師名	テーマ
荒井 康裕 氏 首都大学東京 都市環境学部 准教授	水道システムとエネルギー
石飛 博之 氏 国立研究開発法人国立環境研究所 理事	東日本大震災の教訓と災害環境研究
伊藤 禎彦 氏 京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 教授	浄水処理－配水システムのトータルソリューション創出へ向けて
内宮 靖隆 氏 八戸圏域水道企業団 工務課 課長補佐	強靱な水道施設に向けた管路耐震化の推進
菊池 明敏 氏 岩手中部水道企業団 局長	水道事業における広域化と経営の効率化
木村 康則 氏 日本水道協会 工務部 部長	事業環境の変化と危機管理（技術力の確保） ～現場・業務の今昔を踏まえて～
熊谷 和哉 氏 独立行政法人 水資源機構 経営企画部 次長	水道事業の現在位置と将来
鎌田 泰子 氏 神戸大学大学院 工学研究科 市民工学専攻 准教授	来るべき巨大地震災害に備えるために 水道事業ができること
小泉 明 氏 首都大学東京 都市環境学部 特任教授	水道システムに関する最近の共同研究
小林 寛司 氏 名古屋市上下水道局 前局長	名古屋市上下水道事業 中期経営計画 「みずプラン 32」
近藤 才寛 氏 厚生労働省水道課 課長補佐	水道事業の課題と今後の展望
佐藤 裕弥 氏 公営企業アドバイザー	水道事業基盤強化方策と官民連携による 改革事例について
滝沢 智 氏 東京大学大学院 教授	水道施設の更新に向けた課題と新たな取り組み
長平 武信 氏 厚生労働省水道課 課長補佐	水道事業の課題と今後の展望
能島 暢呂 氏 岐阜大学工学部 教授	水道システムの地震時信頼性を高めるために
平山 修久 氏 名古屋大学減災連携研究センター 准教授	南海トラフ巨大地震に備えた水道システムのあり方
町田 忠男 氏 秩父広域市町村圏組合水道局経営企画課主席主幹	秩父地域における水道広域化の取組みについて
松本 要一 氏 大阪広域水道企業団技術長兼事業管理部長兼計画課長	大阪府域の水道広域化について (府域一水道をめざして)
丸山 喜久 氏 千葉大学 都市基盤工学教育研究領域 准教授	近年の地震時の際の埋設管路網の被害分析
三浦 房紀 氏 山口大学 特命教授 副学長	南海トラフ巨大地震に備える
宮島 昌克 氏 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 教授	熊本地震における被害の特徴と今後の課題
吉田 望 氏 東北学院大学 工学部環境建設工学科 教授	液状化と液状化に伴う地中構造物の被害
若松 加寿江 氏 関東学院大学 理工学部 教授	平成 28 年熊本地震の課題と教訓



会場の様子



講演会にあわせてロビーで行った展示会



講演会場に隣接した会場ではカットサンプルを展示

# ホームページのご案内

鉄管協会

検索



“鉄管協会”と検索していただきますと日本ダクタイトイル鉄管協会のホームページが表示されますので、アクセスください。

<http://www.jdpa.gr.jp/>

便覧について  
便覧のダウンロード

当協会ホームページから改訂版便覧がダウンロードできるようになりました

## 協会の紹介

組織図、事業概要、事務所・支部所在地など活動内容、協会関連ニュース



## 技術説明会

技術説明会のご紹介



## スマホ版できました！



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



## 製品の概要

- 継手タイプ及び機能別用途一覧
- ダクタイトイル鉄管の規格
- 機能ダクタイトイル鉄管など

## 施工事例

各種施工事例を写真を交えてご紹介



## 協会発行資料

鉄管協会が発行しております技術資料につきましては、ホームページからダウンロードできます。



## Q&A

- ダクタイトイル鉄管の配置図記号を教えてください。
  - 不平均力とはどのようなところで働きますか？
  - 継ぎ輪はどのような箇所に使用しますか？
  - ダクタイトイル鉄管による水管橋の施工は可能ですか？
- など



一般社団法人  
日本ダクタイトイル鉄管協会

## おかげさまで70周年

日本ダクタイル鉄管協会は、昭和22年、大阪市北区に前身である「鑄鉄管倶楽部」を設立してから今年で70周年を迎えます。これもひとえに、みなさま方のご支援の賜物と深く感謝申し上げます。



ダクタイル鉄管の歴史・特性・継手・関連技術等が  
1冊で解かる「ダクタイル鉄管ガイドブック」を発刊予定



## 規格ニュース

### J W W A G 120・121 (水道用GX形ダクトイル鋳鉄管・異形管)

### J W W A B 120 (水道用ソフトシール仕切弁)

JWWA G 120・121は、呼び径300・400のGX形ダクトイル鋳鉄管（以下、直管という。）、ダクトイル鋳鉄異形管（以下、異形管という。）、JWWA B 120は、呼び径300・400のGX形ソフトシール仕切弁（以下、バルブという。）を追加して平成29年1月26日付けで改正された。

#### 1 直管および異形管の概要

呼び径300・400のGX形直管および異形管は、呼び径75～250と同じ継手性能及び継手構造とした。ただし、呼び径400の切管ユニット（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規定しなかった。また、外面は耐食亜鉛系塗装としている（表1参照）。

表1 直管及び異形管の概要

項目	内容	
	呼び径75～250	呼び径300・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：管長の±1% 離脱防止力：3D kN (Dは呼び径mm) 許容屈曲角度：4°	
直管の管厚	1種管 (D1)、S種管 (DS)	
切管ユニット	P-Link、G-Link ただし、呼び径400は規定なし	
外面塗装	外面耐食亜鉛系塗装	



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300・400のGX形バルブは、JWWA G 121の異形管と同じ継手構造とした。また、弁箱外面は、耐食亜鉛系塗装としている（表2参照）。

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75～250	呼び径300・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：3D kN (Dは呼び径mm)	
種類	3種（呼び圧力10K）、4種（呼び圧力16K）ただし、呼び径400の4種は規定なし	
接合部の形状	両受式	
弁箱外面の塗装	耐食亜鉛系塗装	

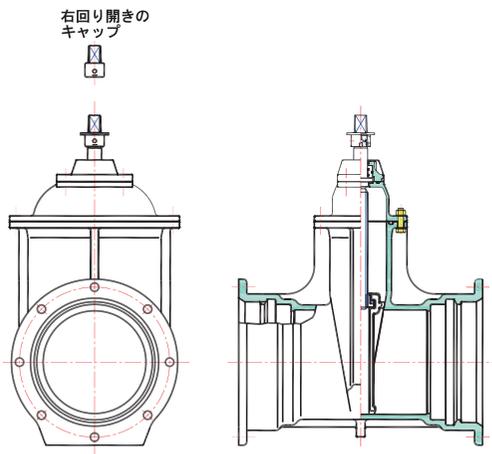


図3 バルブの構造

## JDPA G 1053 (ALW形ダクタイトル鉄管) の改正

設計水圧1.0MPa以下の農業用水、下水道(汚水・汚泥を除く)などに用いるALW形ダクタイトル鉄管(以下、直管という。)は、平成29年2月9日付けで呼び径900～1500を追加して呼び径の範囲を300～1500に拡大、また、呼び径の拡大に伴って内面塗装に液状エポキシ樹脂塗料に無機系材料を混合した塗装〔シリカエポキシ樹脂塗装(液状)〕を追加してシリカエポキシ樹脂塗装(粉体)と併せて2種類にするなどで改正した。

ALW形ダクタイトル鉄管の概要を下表に示す。

### ALW形ダクタイトル鉄管の概要

項目	呼び径 300 ～ 600	呼び径 700、800、900 ～ 1500																																																																							
継手の構造	直管 	直管 																																																																							
	異形管：JIS G 5527 (ダクタイトル鉄管異形管) 及びJDPA G 1027 (農業用水用ダクタイトル鉄管) の異形管を使用する。 JDPA G 1027の異形管を下表に示す。 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>呼び径</th> <th>異形管の種類</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300 ～ 600</td> <td>K形両受曲管 (90°、60°、45°、30°、22 1/2°、11 1/4°、5 3/8°)</td> </tr> <tr> <td>600 ～ 1500</td> <td>K形曲管 (60°、30°)</td> </tr> <tr> <td>300 ～ 2000</td> <td>T形用継ぎ輪</td> </tr> </tbody> </table> 注記 K形両受曲管及びK形曲管は、JDPA G 1027-2016 の改正によって追加した。		呼び径	異形管の種類	300 ～ 600	K形両受曲管 (90°、60°、45°、30°、22 1/2°、11 1/4°、5 3/8°)	600 ～ 1500	K形曲管 (60°、30°)	300 ～ 2000	T形用継ぎ輪																																																															
呼び径	異形管の種類																																																																								
300 ～ 600	K形両受曲管 (90°、60°、45°、30°、22 1/2°、11 1/4°、5 3/8°)																																																																								
600 ～ 1500	K形曲管 (60°、30°)																																																																								
300 ～ 2000	T形用継ぎ輪																																																																								
管厚	直 管： <span style="float: right;">単位 mm</span> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">管種</th> <th colspan="14">呼び径</th> </tr> <tr> <th>300</th><th>350</th><th>400</th><th>450</th><th>500</th><th>600</th><th>700</th><th>800</th><th>900</th><th>1000</th><th>1100</th><th>1200</th><th>1350</th><th>1500</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AL 1 種管</td> <td>6.0</td><td>7.0</td><td>7.5</td><td>8.5</td><td>9.0</td><td>10.5</td><td>11.5</td><td>12.0</td><td>13.5</td><td>15.0</td><td>16.5</td><td>18.0</td><td>20.5</td><td>22.5</td> </tr> <tr> <td>AL 2 種管</td> <td>4.5</td><td>4.5</td><td>5.0</td><td>5.5</td><td>5.5</td><td>6.5</td><td>7.5</td><td>7.5</td><td>8.0</td><td>9.0</td><td>10.0</td><td>12.5</td><td>14.0</td><td>16.0</td> </tr> </tbody> </table>														管種	呼び径														300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	AL 1 種管	6.0	7.0	7.5	8.5	9.0	10.5	11.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	20.5	22.5	AL 2 種管	4.5	4.5	5.0	5.5	5.5	6.5	7.5	7.5	8.0	9.0	10.0	12.5	14.0	16.0
管種	呼び径																																																																								
	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1350	1500																																																											
AL 1 種管	6.0	7.0	7.5	8.5	9.0	10.5	11.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	20.5	22.5																																																											
AL 2 種管	4.5	4.5	5.0	5.5	5.5	6.5	7.5	7.5	8.0	9.0	10.0	12.5	14.0	16.0																																																											
内面塗装	直 管：エポキシ樹脂粉体塗料に無機系材料を混合した塗装〔シリカエポキシ樹脂塗装(粉体)〕 液状エポキシ樹脂塗料に無機系材料を混合した塗装〔シリカエポキシ樹脂塗装(液状)〕																																																																								
外面塗装	直 管：合成樹脂塗料(褐色)																																																																								
外観	直 管 																																																																								

# HINODE



タッチ

## タッチして、効率管理。

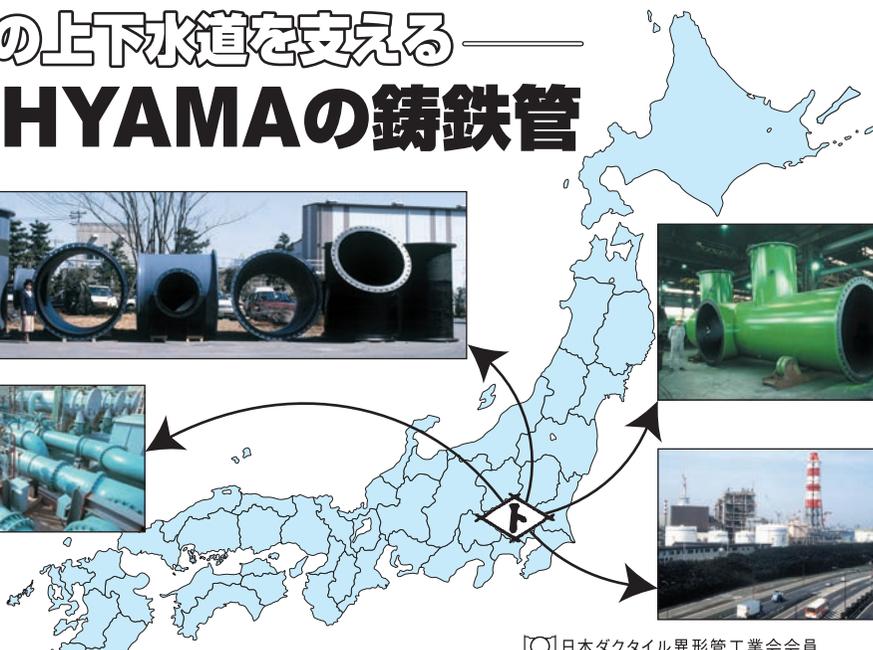
上水道管理サポートシステム  
**UBIQUITOUS TOUCH®**  
ユビキタス・タッチ®

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75mm~3,000mm)



〔〇〕日本ダクタイル異形管工業会会員

株式会社 遠山鐵工所

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



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](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

ホームページで便覧がダウンロード  
できるようになりました。



そのほか、各種技術資料もダウンロードできます。

(一社) 日本ダクタイル鉄管協会

## 編集後記

●おかげさまで協会誌は今回で100号を迎えることができました。今号では、機関誌「ダクタイトイル鉄管」の歴史を振り返り、100号の歩みを掲載しています。この頁の原稿を作成するにあたり、創刊号等の協会誌を読むと、創刊時の苦労と気迫が紙面からあふれ出るように伝わってきます。創刊号で、初代理事長の清水清三は、「日本鑄鉄管協会は昨年12月の総会で改組され新しい意味をもって発足した次第であるが、その底に流れている思想は水道事業等（上水道、工水道、下水道、ガス、電気事業等）鑄鉄管を使っていただく事業体の健全運営、繁栄を願い、そのために最大の努力をすることである。」

と原稿を掲載されています。当時と比較すると上下水道事業は普及促進から維持管理、更新から耐震化と時代は変わってきました。紙面の内容やレイアウト、写真などの扱いは大きく変わっていますが、読者の皆様に愛される協会誌「ダクタイトイル鉄管」を目指してまいります。

●100号によせてと題して厚生労働省の宮崎課長、国土交通省の森岡下水道部長から原稿執筆頂きました。また、大地震、災害において耐震形ダクタイトイル鉄管がいかに有効であったかを被災された6つの事業体から頂きましたので、ぜひ一読ください。

### ダクタイトイル鉄管第100号〈非売品〉

平成29年4月 1日 印刷  
平成29年4月17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(札幌2・2ビル)	電話011(251)8710	FAX011(522)5310
東 北 支 部	〒980-0014	仙台市青葉区本町2丁目5番1号(オーク仙台ビル)	電話022(261)0462	FAX022(399)6590
中 部 支 部	〒450-0002	名古屋市市中村区名駅3丁目22番8号(大東海ビル)	電話052(561)3075	FAX052(433)8338
中国四国支部	〒730-0032	広島市中区立町2番23号(野村不動産広島ビル8階)	電話082(545)3596	FAX082(545)3586
九 州 支 部	〒810-0001	福岡市中央区天神2丁目14番2号(福岡証券ビル)	電話092(771)8928	FAX092(406)2256



東京都水道局  
US形 呼び径 2000



東京都水道局  
NS形 呼び径 600



高知県宿毛市水道課  
NS形E種 呼び径75



徳島県海陽町上下水道課  
NS形E種 呼び径75



徳島県吉野川市水道部  
NS形E種 呼び径100



岡山県赤磐市上下水道課  
NS形E種 呼び径100



山梨県笛吹市公営企業部水道課  
NS形E種 呼び径100



兵庫県宝塚市上下水道局  
PN形 呼び径 800



松山市公営企業局  
NS形 呼び径 1000



静岡市上下水道局

PN形 呼び径 400・500 × 2



兵庫県姫路市水道局

NS 形 呼び径 350 / GX 形 呼び径 400



宮城県石巻地方広域水道企業団

GX 形 呼び径 100



新潟市水道局

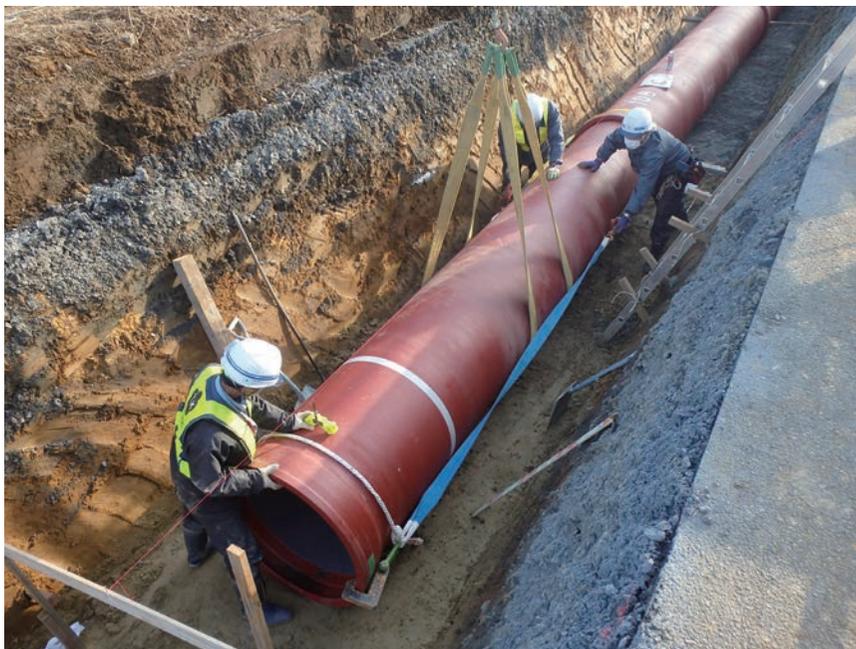
NS形 呼び径 700



宮城県仙南仙塩広域水道事務所

NS形 呼び径 800





関東農政局那珂川沿岸農業水利事業所  
A L W形 呼び径 800



熊本県県北広域本部阿蘇地域振興局  
A L W形 呼び径 600  
大切畑地区県単農地等災害復旧事業第3号工事



九州農政局南部九州土地改良調査管理事務所

ALW形 呼び径400



九州農政局西諸農業水利事業所

ALW形 呼び径400



北海道上川総合振興局 旭川建設管理部  
S形 呼び径 2600



広島県廿日市市水道局  
LUF形耐震形貯水槽 100m<sup>3</sup> 呼び径 2000

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  
www.kubota.co.jp