

# 巻頭言



厚生労働省健康局水道課長  
石飛博之

## リスクへの正しい理解

東日本大震災以降、貴協会及び協会会員企業の皆様には、被災水道施設の復旧に対して多大なご支援、ご協力を賜り、この誌面を借りまして厚くお礼申し上げます。お蔭様で、津波被災地を除けば9月には応急復旧は完了しました。これからは本復旧と津波被災地の復興に移っていきますので、引き続きご支援のほどよろしくお願い申し上げます。

今回の大震災を通じて、私達は水道を含めた社会基盤が実に様々なリスクを抱えていることを再認識いたしました。例えば、原子力発電所の事故に伴う放射性物質による広域汚染は、それまでは全く想定していませんでした。日本は唯一の原爆被爆国という重い歴史的経

緯もあり、目に見えない放射能に対しては非常に敏感であるため、農作物、観光地への風評被害や水道水の摂取制限に伴うペットボトルの買い占め騒動など社会的混乱も生じました。私どもも、国民の皆様が放射能を正しく恐れて過敏にならないようさまざまな広報啓発を行ってまいりましたが、残念ながら思うように効を奏しませんでした。放射能汚染というリスクを正しく理解してもらい、正確な情報を迅速に伝える「リスク・コミュニケーション」がいかに重要であるかを痛感しました。

翻って、水道が抱える自然災害リスク、さらには老朽化に伴う破損リスクについてはどうでしょうか？各事業体にはこれまでも、アセット・マネジメントを実施し、地域水道ビジョンを策定し

て、計画的な施設更新、耐震化を進めるようお願いしてきました。しかし、特に中小事業体を中心に「やらなければいけないことは重々わかっているが、職員が少なくとともそこまで手が回らない」であるとか、「需要者はもちろん、首長さんや議会の議員さんも『水道はいつも飲める水が出て当たり前』、『水道料金は安くて当たり前』」と思いで済んでしまっていて、なかなか料金を改定して計画どおりに更新を進めることができない」という声も伺います。どうも「水道は安くて丈夫で長持ち」というふうに既成概念化されてしまっているようで、実はこのことが水道のリスクを限りなく増幅させ続けていると言わざるをえません。

では、どうすればいいのでしょうか？もちろん唯一完璧な答があるわけではありませんが、打つ手はありそうです。まず、国の財政支援は耐震化の誘導策として機能してきました。最近では先細りですがこれからも要望に応えられるよう引き続きがんばります。アセット・マネジメントの支援ツールはいろいろ用意していますし、事業体の人手が足りないのであれば、他の経験豊富な事業体からアドバイザーを送り込めないでしょうか？

もう一つは、やはりリスク・コミュニケーションです。ただし、放射能と違って、災害などのリスクに対しては、もっとお客様に敏感になっていただく必要があります。「水道は、実は丈夫で長持ちではないのです」「今の料金のままで更新ができず、一旦大きな地震が来ると何週間も断水してしまいます」、そして「お金をかけて地

震に強い管に取り替えれば、断水の恐れはほとんどなくなります」と、水道の抱えるリスクとその対策を正確にわかりやすく伝えて、正しく理解し、協力してもらわなければなりません。東日本大震災は、水道の抱えるリスクを子孫に先送りしてさらに大きくしないためにも、計画的な耐震化・更新が待たないであることを、私達は思い知らされました。

さらに、災害とは関係なく、人口減少時代に突入り、熟練職員も減少の一途をたどっているなど、水道事業の経営自体が抱えるリスクも重大です。これには、従来から推進している新たな広域化と官民連携を、自身の課題であり解決策として受け止め、関係者の理解を得てできるだけ早く採り入れてもらう必要があります。

有難くないことに、日本は地震をはじめとする自然災害大国で、被災者にとっては一生忘れられない災難ですが、そうでない多くの国民は2、3年もたつと記憶が風化してしまいがちです。第2次世界大戦の敗戦以来の国難と言われているこの大震災も、そうならないうちにリスク・コミュニケーション方針と広報戦略を打ち立てて実行していきたいと思っています。それが、間接的ではありますが、被災地の復興を早めて被災者の方々の思いに報いるとともに、未来世代に相応しい水道を継承するための重要な術であると信じております。

貴協会からも建設的なご提案と、積極的なご参画を頂けることを期待しております。

# 特 別 イ ン タ ビ ュ ー



国会で水道管路の耐震化促進を訴えた武内則男参議院議員に聞く  
いついかなるときでも住民に命の水を届けることが水道人の使命  
GX形ダクタイル鉄管の模型を手に耐震化の促進を訴える

## 参議院議員 武内 則男

東日本大震災に関する集中審議が行われた4月18日の参議院予算委員会<sup>(注1)</sup>で、民主党の武内則男議員が水道管路の耐震化を取り上げ国の対応を求めた。GX形ダクタイル鉄管の模型を手に耐震化の促進を訴えた武内議員に、質問の背景や水道への熱い思いをうかがいました。

—水道の耐震化を国会で取り上げた理由を語っていただけませんか。

### 武内

人が生活するには水が不可欠です。その命の水を届けるために水道事業体、企業、関連団体など、関連する皆さんが使命感に燃えて365日頑張っておられます。安全で安心して飲める水を供給するために、いかに多くの関係者が苦勞されているかを国民に知っていただきたいという思いがまずありました。

東日本大震災では、横揺れで構造物が引っ張られたことにより水道管の継手が抜けました。耐震構造の水道管に被害は出ていません。導水管から送水管、配水管に至るまで耐震化しておくことが大切だということを実感しました。

阪神淡路大震災、東日本大震災での被災の実態をつぶさに見、応急給水、復旧・復興へかける人々の熱い思いを知る人間として、水道施設の耐震化を、国民の総意として進めることの必要性を訴えたいとの思いがありました。

—耐震管の例としてGX形ダクタイル鉄管を引き合いに説明されました。GX形ダクタイル鉄管をどのように評価されておられるのでしょうか。

### 武内

昭和60年だったと思いますが、高知市水道局で仕事をしていた時に、堤防敷きに布設する水道管の設計・施

工を担当したことがあります。昭和51年の17号台風により決壊し大災害を引き起こした神田川の堤防強化と嵩上げを行い、その堤防沿いに水道管を入れる工事でした。河川管理者である県から「耐震管を使ってくれないか」という話がありました。それが私とSⅡ形ダクタイル鉄管との出会いです。継手のロックリング、バックアップリングにより一定間隔での移動が可能ということで耐震的に優れていることが分かりました。指名業者を対象に施工講習会を開催したりしながら、その後の工事ではSⅡ形に設計変更するほど惚れ込みました。

その後も水道管は進化を遂げNS形を経て新しくGX形が登場してきました。ここ30年の歴史をみても製品を含めた水道の技術革新には目覚ましいものがあります。厚労省から、継手の構造とか施工性、耐久性などがより向上したという話を聞きました。100年もつというGX形ダクタイル鉄管を布設することにより耐震性を向上させるだけでなく、将来のコスト削減や維持管理費も節約することができます。そんなに素晴らしい管ができていながら、今後はぜひGX形管を布設していくべきだと考え、取り上げさせていただきました。

—細川厚労相(当時)の答弁からどのようなことを感じられたのでしょうか。

### 武内

大臣からは、「今回の震災を契機に水道施設の耐震化をどんどん進めていきたい」「耐震継手管GX形のようなものを国の補助対象にして耐震化率をどんどん上げていく



ことが必要だ」との答弁をいただきました。水道施設の耐震化を進めるためには国庫補助率の引き上げや対象範囲の拡大が必要です。

3年ほど前になりますが、厚労省水道課の協力を得ながら、日本における水道管路の耐震化の実態調査をさせていただきます。全てを耐震化するにはどのくらい費用が必要かを把握したいと思ったからです。厚労省の見積りではおよそ5兆円強のお金がいるとのことでした。長い道のりになることを実感しましたが、歩みを止めることはできません。

大臣答弁の重さを感じるとともに、その言葉を心強く受け止め、私自身も水道耐震化へ向け、大いに頑張りたいという思いを強くいたしました。

—水道の耐震化の必要性を国民に訴えていくには、どのようなことが必要なのでしょう。

#### 武内

水源域が海外に買われていることや、産業廃棄物の処分場が水源域に設けられている現状にも目を向ける必



要があります、安全な水道水を安定的に供給するためには単に技術面だけでなく、水源域の人たちとの協力や協働が不可欠です。水源域と都市部との利益の享受により安全な水供給が成り立っていることを再確認すべきです。そのうえで、命の水を安定的に供給するためには水道施設の耐震化が必要だという構図を描き、そのことを住民にしっかりと伝えるべきです。日本水道協会に音頭をとっていただき、産官学と一緒にキャンペーンのような大々的な取り組みができればいいと思います。我々も政治の場で、あらゆる機会を捉え水道の耐震化の必要性を訴えてまいります。

#### —最後に、東日本大震災からの復旧・復興へ向け水道界への期待を

#### 武内

今回、大塚・厚労副大臣を責任者とする特別対策本部がいち早く設置され、水道関係の8団体が共同のテーブルにつき、情報を共有化しながら命の水を住民に届けるという作業を進めることができました。官と民の全国の仲間にも全力をあげて取り組んでいただきました。おかげで4月7日までには90%を超える復旧がなされていました。共同のテーブルを設け責任者をきちんと置き、指揮命令系統をきっちり作り上げたことが大きかったと思います。永田町でも「なぜ水道だけがいち早く復旧したのか」と不思議がる声が私の耳にまで入ってきました。大塚副大臣はじめ政治の場でも「水道一家」という言葉が使われはじめたほどです。

津波による被災地では新たな街づくりのビジョンなども復興基本方針の中で示されます。今後の街づくり、復旧・復興にあたっては、水道事業体、企業、関連団体などからなる「水道一家」の力強い連携と斬新な英知に期待したいと思います。

そして全国の水道事業体の皆さんには、「いついかなる時にも住民に命の水を届ける」という使命を改めて思い起こし、水道施設の耐震化へ向け自信をもって突き進んでいただきたいと思います。

注1：参議院予算委員会—第一委員会—

<http://www.webtv.sangiin.go.jp/webtv/index.php>

吉田  
望

東北学院  
大学教授



# 対談

高橋  
亨

仙台市水道事業  
管理者



テーマ：東日本大震災における管路被害の状況と今後の復旧について  
～有効な手立て、その方法、今からやるべきこと～

3月11日に発生した東日本大震災で被災された仙台市水道局の高橋 亨管理者と東北学院大学の吉田 望教授に震災による管路被害の状況や今後の復旧への課題などを語り合っていました。

—東日本大震災から5ヶ月が経過しましたが、今回の地震についての率直な感想を吉田先生、高橋管理者からお話いただけますでしょうか。

吉田教授

東日本大震災は、マグニチュード9.0という大きな規模の地震であったこと、また被害の範囲が広く、大津波が発生したこと、など想定外のこともあります。しかし、私たち地震工学者の対象分野では、想定内の話も多くあります。たとえば、千葉県で大規模な液状化が発生したこと、仙台市は4,000戸程度の住宅が造成地の地盤変状に伴い被害を受けていますが、これらが想定内のことといえます。海溝型の地震は振動の繰返し回数が長いので、従来の液状化安全率FLが2ぐらいの場所でも液状化すると以前論文で書いて

いましたし、造成地の被害の可能性についても色々な場で発表してきました。

今回の地震の前には次の宮城県沖地震が話題になっていました。この際、1981年に施行され、1995年兵庫県南部地震でも実証された新耐震設計法以後の建物では被害は少ないであろうこと、一方造成地の被害は多発する可能性があることなどを講演などでも話してきました。仙台市の造成地盤の中には年々弱くなっているものもあり、1978年規模の地震災害よりも大きな被害が出る可能性を訴えてきたのです。結果として地震が発生すると想定内のことが起こってしまいました。

ところで、私たちが調査に行きますと、1978年の被害と同じ場所で同じように亀裂が入り家屋が被害を受けているわけですが、住民は1978年の地震の被

害は全くご存じなかったのです。おそらく1978年の地震の際には建物は全壊でしてでしょうから、更地にして売ってしまい、そこに新しい方が移ってこられたのでしょう。私たち研究者がこれほどまでに宣伝し、発表もしているのに市民の方々には全く伝わっていないことがショックでした。よくよく考えてみると、私たちには適当な発表の場が余りないのです。研究論文や講演の場はありますが、それ以上には無理で、たとえば、新聞やテレビで直接訴えることはできません。

役所のPRもあるのでありますが、自分の身になって広報をとらえる方は少ないと思います。また、人は往々にして自分は大丈夫であると考えてしまいがちです。こういうことを考えると、マスコミの方々が、より鼻をきかして、報道していただくことも重要であるように思いました。

#### 高橋管理者

仙台市では、当然被害を想定して対策を講じていました。地震の規模として想定していたのが、1978年

の宮城県沖地震の震源域よりもっと海溝寄りの震源地域の連動型の想定をしておりました。想定していたのがマグニチュード8.0程度でした。今回の地震はマグニチュード9.0、地震の規模が想定を大きく上回るものでした。そして大津波が街を襲いました。想定しているマグニチュード8.0ですと、仙台港で津波は1.0m程度を予測していましたが、規模をはるかに超える地震であり、津波も想定をはるかに超えました。また、想定していた地震では地盤が弱いといわれている市内の若林区、宮城野区で強い揺れを感じ、その地域に被害が集中すると想定しておりましたが、内陸部でもかなり強い揺れを感じました。先生がおっしゃった丘陵部の昭和40～50年代に開発された団地で2,000箇所以上に宅地被害が生じ、水道の被害と重なりました。また、停電の長期化という状況も生じました。想定では24時間の停電は覚悟して、非常用の発電設備や燃料を用意していましたが、想定以上に長期化しました。市内で最も時間がかかった茂庭浄水場が復



●仙台市水道局庁舎

電したのが3月15日でした。停電の影響が断水区域の拡大に繋がりました。

また、津波の影響で石油精製所の被災などにより燃料が不足し、ガソリンスタンドに長蛇の列ができて給水車への給油にも苦労しました。私たちが防災対策を構築する上で、新しい発想で考えていく大きな教訓になりました。

—地震発生から現在までの仙台市の状況をコメントいただけますでしょうか。また、管路や施設の被害はどの程度だったのでしょうか。

#### 高橋管理者

仙台市では、西部の山側に浄水場や配水設備が集中しておりますので、一部の水管橋を除いて津波による影響は大きくありません。施設自体の機能に影響を及ぼすものは少なかったです。

管路では1,000箇所以上で被害が生じ、断水は最大で23万戸、人口ベースで約50%が断水になり、我々にとって非常に重い課題に直面しました。先ほど申し上げたマグニチュード8.0の想定で、連動型地震で人口8万人が断水と予測しておりました。その6倍の断水が生じました。

被害総数1,000箇所の内訳は、その5割が給水管で生じております。中、大口径の基幹管路は59箇所

で破損し、漏水が生じました。そのうち管接合部の抜出しなど管体そのものが原因の漏水は約2割、空気弁などの附属設備によるものが約8割、附属設備の被害が高くなっています。また、給水管のメーターの上流部分で522箇所の被害がありました。先ほど申し上げた昭和40～50年代に開発された団地で1978年の地震と同じように被害が生じました。分析しますと、送配水管では、耐震形ダクタイトイル鉄管ではひとつも被害がありません。送配水管ではVP管の被害が多く、給水管では鉛管の損傷が多くありました。

—今の高橋管理者の発言を受けて、吉田先生いかがでしょうか。

#### 吉田教授

想定内、想定外の話で言えば、私が地震の被災者になることは全く想定外でした。私は多賀城市に住んでいます。1月に家を買って、2月に引っ越して、3月14日に家内がやって来る予定でした。さすがに地震の研究者の家が被害に遭うのはまずいので、万全の調査をして建物被害はなかったのですが、津波には浸かりました。被害を受けてみると、様々な面で日常生活が不便になりました。

多賀城市の自宅で電気が通じたのが地震後、10日程度でした。従来であれば、電気は1日で通電するの

表1 用途別分析

	基幹管路					配水支管	配水小管	給水装置	総数	割合
	配水本管	送水管	導水管	小計	割合					
破損件数	51	7	1	59		313	177	597	1146	
管路	5	4	—	9	15.3%	281	169	540	999	87.2%
付属設備	46	3	1	50	84.7%	32	8	57	147	12.8%

ですが、これが10倍もかかったのです。被災地域で電気を通すと、漏電のための火災の発生の可能性があります、電力会社が慎重になっているのかもしれませんが。私たちの地域でも1軒1軒漏電チェックをしていました。

私の地域では水が使えるようになるまで23日もかかりました。多賀城市の情報を調べると、水源である七ヶ宿ダムから120km経由して多賀城市まで水が運ばれていました。復旧は上流側から行われますので、最も末端に位置する多賀城では復旧まで時間がかかったのです。また、水道の様な重要なライフラインが一つの水源、一本のパイプラインに頼っているのには驚きました。

また、今回の被災地域を調査すると、少しの地盤変状で構造物が壊れている箇所が見受けられました。従来であれば、これは「仕方がない」と思える状況が大多数でしたので、大きな違いと思いました。たとえば、2400mmの鋼管管路の漏水箇所でも、地盤変状はあったのですが、それほど大規模とは感じませんでした。そして、水道の統計資料の見方が変わりました。水道管路で、1km当たりで何箇所が壊れたのかはデータで表示されています。しかし、この数字を信用してしまうことはまずいと感じました。管路被害があった箇所はあくまでも地盤変状があった箇所であり、そういう箇所は局所的に偏在しており、通常的地盤では何も被害がないのです。何も地盤変状がない地域で被害が無いといっても安全性の証明にはつながりません。改めて統計資料は注意して見ないといけないと思いました。

—高橋管理者、復旧についてはどのような状況でしたでしょうか。

#### 高橋管理者

仙台市水道局の復旧は、宮城県の受水に頼っている地域を除きますと、3月21日(発災11日目)には自己水源である浄水場の給水区域がほぼ復旧しました。3月22日からは宮城県広域水道の送水が開始し、

全市給水が達成できたのが3月29日でした。発災から18日を必要としました。

復旧を終えて率直な感想は、確かに断水が50%に達して、お客様には大変なご不便をおかけしましたが、耐震化への取り組みを着実に実施してきたことで被害が低減でき、早期復旧にも役立ったと思われます。取り組みの具体的な項目としては400mm以上の送配水管では優先的に耐震形を採用し事業を進めてまいりました。こうした基幹管路では管路自体の損傷は5箇所程度でした。また、復旧するに当たり、水系の2系統化、ブロック化を図っていたことが大いに役立ったと思われます。

#### 吉田教授

管理者がおっしゃるとおりで、対策を講じてよかったという話を幾つか聞きます。代表的なものとしては、仙台空港が挙げられます。液状化対策を実施し、滑走路の地下は対策を終えていました。周囲は実施しておらず、沈下してしまいました。液状化対策は、コストがかかります。しかし、地震が起きて感じることは同じで、対策を講じておいてよかったとなります。地震が起きないと、市民の方は液状化対策や耐震化など費用がかかることに否定的な意見を述べられますが、いざ発生してみると、「やってよかった」と実感されます。100年に1回か、50年に1回かは分かりませんが、他都市の市町村にもこの考え方を水平展開していただければと思います。

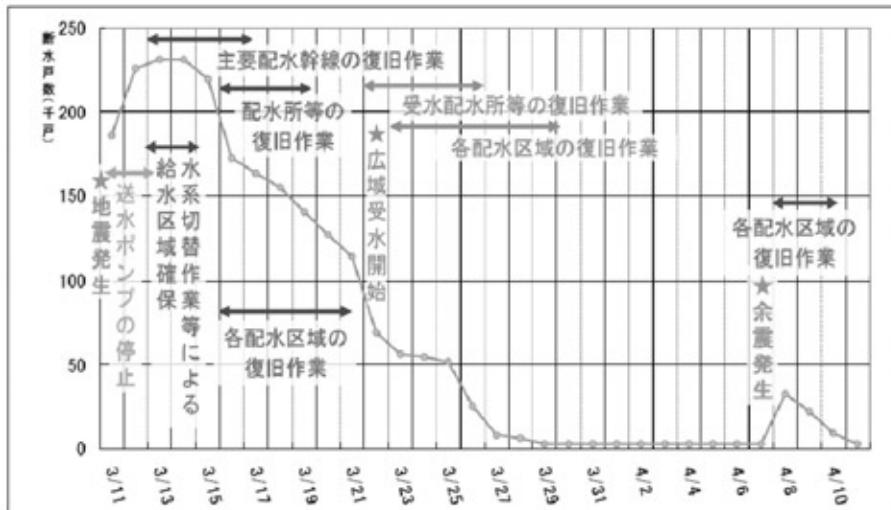
—断水時の苦勞はいかがでしょうか。

#### 高橋管理者

最も困ったのが停電です。テレメータの電源が切れて、水の流れの情報がはいりません。これが初動体制のネックになりました。また、最初は知恵が回らずに混乱しました。ブロック別に給水が可能になればその拠点となる学校や公共施設のルートで優先的に給水



表2 復旧状況の推移



を行い、給水施設としても活用しました。また、例えば、宅地被害の被災地域では近くの路上に給水栓を立てて、その近辺に水を給水し対応しました。時間が経過するにつれて工夫して、できるだけ市民の皆さんに不便をかけないようにしており、振り返ってみると、何とか乗り越えたのかなと思います。

### 吉田教授

今、管理者がおっしゃった苦勞の末、知恵が回ったということ、この知識を水平展開することが重要です。大学の職員と今回の経験談を聞いていると、ものすごく勉強になったとおっしゃいますが「でももう地震は来ないだろうね」と述べられる、個人の勉強で終わらせてはいけません。

また、いつも感じることですが、水道局職員や管工事組合、関連工事業者の方々が、不眠不休で市民の

皆さんのために働かれているのに、組織として頑張っていることをマスコミは一切取り上げません。テレビ局や新聞社は報道のあり方も考えるべきではないでしょうか。

—全国の事業者から応援活動に駆けつけたと聞いておりますが、東北地方支部で把握しているデータで結構ですでお示しいただけますでしょうか。また、復旧の現状を語っていただけますでしょうか。

### 高橋管理者

日本水道協会では3月15日に岩手県、宮城県、福島県の各県にどの支部が応援入るのかを決めていただきました。岩手県が関西支部、中国四国支部を中心とする194事業者、宮城県が北海道支部、中部支部、

### ●日本水道協会による応援活動の担当地域割当(3月15日)

岩手県	支部長(盛岡市)	関西地方支部
		中国・四国地方支部
宮城県	支部長(石巻地方広域水道企業団)	北海道地方支部
		中部地方支部
		東京都水道局
福島県	支部長(郡山市)	関東地方支部
		九州地方支部

●被災3県における応急給水活動状況（日本水道協会東北地方支部 平成23年7月1日まとめのデータ）

		岩手県	宮城県	福島県
給水応援を受けた被災事業体		久慈市,野田村,田野畑村, 宮古市,山田町,大槌町,釜石市, 大船渡市,陸前高田市, 盛岡市 (10事業体)	仙台市,石巻(企),岩沼市, 大崎市,角田市,栗原市, 気仙沼市,塩竈市,多賀城市, 川崎町,色麻町,七ヶ浜町, 富谷町,登米市,名取市,松島町, 美里町,南三陸町,村田町, 山元町,利府町,涌谷町 (22事業体)	郡山市,福島市,いわき市, 白河市,国見町,鏡石町, 天栄村,矢吹町 (8事業体)
応 援 事 業 体	北海道地方支部	0	3 北海道 3	0
	東北地方支部	19	44	6
		青森県 3	青森県 2	
		秋田県 5	秋田県 6	
		岩手県 10		
		宮城県 1	宮城県 20	
			山形県 16	
				福島県 6
	関東地方支部	0	2 東京都 1	12 東京都 1
				神奈川県 4
			埼玉県 1	埼玉県 2
				群馬県 3
				茨城県 1
				山梨県 1
	中部地方支部	11	95	0
		岐阜県 3	岐阜県 8	
		長野県 5	長野県 10	
		福井県 3		
			愛知県 34	
			三重県 3	
			静岡県 12	
			石川県 6	
			富山県 10	
			新潟県 12	
	関西地方支部	157	12	2
		大阪府 40	大阪府 1	
		京都府 25	京都府 1	
		滋賀県 12	滋賀県 8	滋賀県 2
		奈良県 23		
		兵庫県 40	兵庫県 1	
		和歌山県 17	和歌山県 1	
	中国四国地方支部	7	43	14
	広島県 1	広島県 10	広島県 9	
	鳥取県 3			
	山口県 1	山口県 11	山口県 3	
	香川県 2			
		岡山県 12		
		島根県 4	島根県 2	
		愛媛県 1		
		高知県 2		
		徳島県 3		
九州地方支部	0	3	24	
		福岡県 1	福岡県 1	
			大分県 2	
			長崎県 7	
			佐賀県 2	
			宮崎県 5	
		鹿児島県 1	鹿児島県 3	
		熊本県 1	沖縄県 4	
	岩手県合計 194	宮城県合計 202	福島県合計 58	



東京都水道局を中心に202事業体、福島県では関東支部、九州支部の58事業体に応援いただきました。全国の水道事業体の職員の皆さんには、震災後すぐに現地を出発して応援に来ていただきました。

仙台市では、発災直後の11日には七郷小学校などの非常用飲料水貯水水槽(100m<sup>3</sup>)を5箇所立ち上げ、その後19箇所拡大しました。また、新潟市からキャンバス水槽を30基借りて貯水水槽のない避難所に設置しました。当然、自前の給水車が6台、トラックに積載するタンク(1m<sup>3</sup>)が20数台でして、先ほども申し上げましたが50万人には全く足りません。各地から応援いただき、最大で75台で給水活動していただき、応急給水にあたりました。他都市の応援がなければ給水活動自体が対応できませんでした。

また、復旧事業でも、全国からご支援をいただきました。特に被害の大きかった石巻市、南三陸町、気仙沼市、陸前高田市などの三陸沿岸部では7月末まで仮

設配管も含めた応急復旧を継続しました。4ヶ月以上にわたって、職員を派遣していただき、献身的にご努力いただきました皆様に東北地方支部として感謝申し上げます。

**—吉田先生は実際に被災されたと聞いておりますが、市民目線で水道事業に求めることはどのようなことでしょうか。**

#### 吉田教授

研究者としては従来から、被災地で水は飲み水だけではなく生活用水まで必要であると考えていました。しかし自分が被災してみると、予想を超えてあらゆる所に水が必要であると思いました。飲み水に関しては多賀城市では給水車が常駐するところもあり、混乱はありませんでした。ただ、これだけでは料理もできませんし、トイレの水もありません。また、津波で泥で浸かっ

た家の中の拭き掃除もできません。23日もの長期の断水期間で、何かにつけて不便でした。ご近所さんも「電気よりは水だ」とよく話をしました。

一方、多賀城市では、インターネットで復旧情報を公開していましたが、苦勞しておられる様子がよくわかりました。たぶん、昼は復旧作業をされ、夜に事務所に戻り更新されていたのでしょうか。その情報の中に、どの地域が断水しており、その原因が何で、見通しとして何日後に通水予定かということがきちんと書かれていました。最小限の情報ではありますが、この記述のおかげで、精神的には楽でした。また、少しずつ復旧が自分のところに近づいていくこともわかり、安心感もできました。

ところが、高齢者の方はインターネットなど利用されません。家の片付けをしていると、近所の方と普段よりも親密に話をするようになりますが、そこで、多賀城市のライフラインの情報を教えずいぶん感謝されました。その意味で、インターネットを利用されない方のための広報の方法、たとえば、共用の掲示板の利用などがあると良かったと思います。近隣の地域では、私が情報源のようになり、4月7日に大きな余震があり停電した時に、周囲の人が復旧の予定を私に聞きに来られました(笑)。例えば携帯にメールを送るようなシステムを構築できないかなと思います。

### 高橋管理者

市民の方には飲料水として1日3リットルと広報していますが、その理論が通じるのはせいぜい2日程度です。その後は、できるだけ短期間で生活用水を蛇口から出すことができれば一番いいわけです。それが難しいですね。

### 吉田教授

おっしゃるとおりです。2日間ぐらいであればペットボトルが幾らでもありますからと従来は話をしていたのですが、今回そのペットボトルもなくなり本当に困りました。

### 高橋管理者

先生がおっしゃる広報について、仙台市でもインターネットでは給水開始予定をアップしていました。また、震災の間、テレビのテロップで明日の給水所などの情報を公表しておりました。ただし、インターネットを使えない市民に速やかに正確な情報をお伝えするのは難しいのが現状です。

また、水道の給水区域はブロックで区切っています。例えば、1丁目の一部はAブロック、一部はBブロック、その情報をアップするにはデータ量が膨大になります。そのデータを3月末に一度、地元新聞夕刊にブロック別の給水開始予定として掲載はしてもらいましたが…。

### 吉田教授

長期化しても正確な情報を頂けるのは市民にとって、ありがたいことです。ただし、今回、道路を1本越えた地域、家から30mほどの住宅が給水を開始しているのに我が家は未だ水が出ない、この状況にはイライラしました。水系やブロックの問題なので、理論的には分かっているつもりなのですが…。

—ありがとうございます。少し話題が変わりますが、水道事業における耐震化の状況は、基幹管路で30.3%と低い数字になっていますが…。全国レベルで数値を上げるにはどのような方策が必要でしょうか。

### 吉田教授

先ほども言いましたが「耐震化を進めていてよかった」という実感を持っていただきたいです。耐震化を進めず、放置すればどんな状況が生じるのか、市民へ説明し理解していただく必要があります。住民にはもし地震が発生しても強い施設に更新しており安全ですからと説明して予算を確保するしか方法はありません。

今回の地震でも水道局が持っている情報を公開し

て市民に選択してもらう場面を増やすべきです。市民には、何かの選択した際の決定に参画した責任を担っていただければ意識も変わるのではないのでしょうか。管理者が先ほどおっしゃった「水系の2系統化、ブロック化、耐震形ダクタイル鉄管の採用」、こういった事業を仙台市では進めておられたので、被害が少なくすんだわけです。地下にある埋設管の話ですので、市民には想像しにくいでしょうが、見学会などを通じて理解を深めていただかねばなりません。全国の水道局は、いい情報も悪い情報も全て公開し、耐震化を進めないと今回のような地震が発生した際に、悲惨な状況になることもPRすべきです。

### 高橋管理者

全国レベルで言いますと、昭和30～40年代が水道の拡張期です。その時期に布設した管は老朽化し、また耐震性も十分満たしていない状況にあります。仙台市では平成22年度末で、耐震管路の割合は基幹管路の約52%、管路全体で約26%になっています。我々は宮城県沖地震の経験や地震の発生確率が高かったことなどで、耐震化に向けて早くから取り組んできました。それぞれの事業体の事情によって耐震化や災害対策に投入する事業費を考える必要があります。仙台市の場合ですと、年間270億円程の収入があります。この規模ですと、建設改良費に投入できるのが70億円ぐらいです。それがすべて管路ではありませんから、半分として35億円程度、また全て更新に充てるわけでもありません。年間にできる更新距離は約20kmです。配水管の総延長が3,300kmあり、1%に満たないわけです。このペースを上げる方策は、財源を増やすために水道料金を値上げするのか、国庫補助をいただくしかないのが現状です。どちらもハードルが高く、今の懐で建設改良費を少しでも増額していくしかありません。

また更新事業に際して、管路の種類と埋設されている地域の地質などの特徴を併せ考慮し、優先順位

を決めて、重要な管路から着実に耐震化を進めていくことです。また昨年規格化されたGX形管路は布設費用も低減されていると聞いておりますので、採用を検討してまいります。

### 吉田教授

管理者がおっしゃった被害予測をもう少し簡易的にできる方法を我々研究者も考えていかねばなりません。また、今年の水道の研究発表会を聞いていても、局所的な被害の現状で日本全国を適用する方がいらっしゃいます。良い地盤の被害データを幾ら適用したところで、悪い地盤には意味がないわけで、判断のできる技術者が少なくなっていると感じました。

—今後の復興、復旧に向けて取り組むべき重要事項をコメントいただけますでしょうか。また、今回の地震を受けて事前にこんな事業を実施しておくべきだったと思われることがあればコメントいただけますでしょうか。

### 高橋管理者

被害状況を分析し限られた財源の中でいかに対応していくのか、今までの震災対策の検証を行うことが復興へのステップになります。沿岸部に限定されますが、壊滅的な津波被害を受けた地域の復興はこれからになります。一方で、水源水系や送水系統の二重化、配水区域のブロック化などにより被害の縮小や早期復旧につながりました。今後も引き続き耐震化を推進し、災害に強い供給体制を整備することが基本になります。管路については先ほども申し上げましたが、今回のデータを分析し、管種や埋設の地質などの特徴を見極めて優先順位をつけて着手していきます。

全国の水道事業体にとって、復旧・復興のための費用については国に対して要請しているところです。また、断水期間の一時的な減収はもちろんですが、水道の大規模なお客様が操業停止や休止に追い込ま



れており、収入の減少が長期化していくと思われ  
ます。今後の施設整備の足かせにならないか、心配  
しております。国の支援がなければ、経営環境が厳  
しくなり、施設整備が遅れてしまいます。

応急給水活動については、今回のような広域的、  
大規模な災害を想定した新たな枠組みの構築も必要  
と考えます。

また、これからの広域的な課題として先の見えない  
原発対応があります。水道水中のヨウ素やセシウムは  
落ち着いておりますが、浄水発生土に放射性セシウム  
が検出されています。現実的に最終処分する場所が  
ありません。最終処分場の確保も国で考えていただ  
かないと、各事業体の発生土のストックヤードがパンク  
してしまうのは時間の問題です。

#### 吉田教授

将来を考えた場合に、被災して水道で困ったのは  
生活用水です。その意味で水の確保を各事業体は  
考えないといけません。飲み水には対応できないけれ

ども生活用水として使える井戸や雨水を貯めるタンク  
などを考えてみても良いのではないのでしょうか。管理  
者がおっしゃった新たな枠組みとして、水道局側から  
すると需要が減ってしまうので怒られますが、いつ発  
生するか分からない震災を考えれば、生活用水の確  
保の方法を水道局だけでなく市民協働で真剣に考え  
ねばなりません。事業体は備蓄することの重要性を今  
まで以上に市民にPRすべきです。備えあれば憂いな  
しと感じました。

**貴重なご意見をありがとうございました。**

# Technical Report 01

技術レポート

## 災害に強く水に不安のない 福岡県を目指して

～北部福岡緊急連絡管事業における取り組み～

福岡県県土整備部水資源対策課  
計画係長 因 孝一郎



北九州市水道局給水部計画課  
計画係長 齊藤 敬



### はじめに

平成23年3月11日(金)14時46分に東北地方太平洋沖地震が発生し、東北地方では水道施設についても約230万戸が断水するという未曾有の被害となった。

東日本大震災が発災して17日後の、3月28日に福岡県と北九州市が共同事業として行ってきた北部福岡緊急連絡管が完成し、北九州市と福岡市を中心とした福岡都市圏の間で、1日当たり最大50,000m<sup>3</sup>の水道用水を相互に応援送水することが可能となった。

東日本大震災の被災地では、事業者及び関係者の懸命の努力により、急速に復旧していったが、想定外の地震・事故に備え、広域的なバックアップ機能強化を図ることの重要性を強く認識させられた。

### 1 経緯

北部福岡緊急連絡管事業は、平成14年12月に福岡県知事、北九州市長および福岡市長の

トップ会談を開催し、“水に不安のない北部福岡地域づくり”をテーマに「北部福岡広域水利用協議会」を発足することで合意したことを契機としている。

同協議会は、福岡県副知事、北九州・福岡両政令市・福岡都市圏代表市の助役、企業団等を



図1 緊急連絡管全体

構成員として平成15年3月に設立され、具体的な課題について検討・協議を重ねた。

その後、平成17年3月20日に、福岡県にとって近代的地震観測が始まって以来最大となる震度6弱の福岡県西方沖地震が発生した。

これを契機に同年6月に行われた福岡県知事、北九州・福岡両市長との会談において、地震のような自然災害、あるいは水道施設事故やテロ攻撃などの危機管理対策として、「水」という極めて重要なライフラインを確保することを目的に、「北部福岡緊急連絡管事業」の検討を進めることとなり、平成18年12月に着工したものである。

## 2 事業スキームについて

今回の緊急連絡管事業は、県が主体的に取り組む広域的な危機管理対策事業である。

また、緊急連絡管は、緊急時に直ちに対応できるように維持用水を常時流しておく必要があることから、この活用方策として、施設の老朽化や自己水源の水質悪化等が課題となっていた宗像・糟屋地域の一部に供給することとなった。

北九州市においては、遠賀川河口堰に工業用水の水利権を持っており、若松区響灘地区における将来需要を見直したところ、維持用水に必要な水量が確保出来ることから、北九州市が用水供給事業を行うこととした。

このため、北部福岡緊急連絡管事業は、緊急時の広域的なライフラインを形成するための福岡県主体の緊急連絡管整備事業と北九州市の水道用水供給事業の2本柱となっている。

## 3 水運用について

(北九州市から福岡都市圏へ応援する場合)

遠賀川河口堰から取水し浄化したものを本城浄水場から送水する。本城浄水場配水区域のブロック変更等によって、本城浄水場の供給水量を軽減することで福岡都市圏に1日当たり最大50,000m<sup>3</sup>を送水することができる。

(福岡都市圏から北九州市へ応援する場合)

福岡都市圏では、特定の水源に限定しておらず、海水淡水化施設や多々良浄水場など、東部

の水源のうち、その時点で取水可能な水源から取水し浄化したものを送水する。送水量については、福岡市で配水コントロール等を実施し、多々良浄水場の配水エリアの一部を他の浄水場からの配水でカバーするなどして、多々良浄水場と海水淡水化施設から送水する。

(平常時)

平常時の水運用は、北九州市が水道用水供給事業として、1日当たり20,000m<sup>3</sup>を宗像地区事務組合(宗像市、福津市)、古賀市、新宮町に供給する。

## 4 事業効果について

福岡県内の給水人口約470万人のうち、北九州市と福岡都市圏(17市町)を合わせた給水人口は約326万となり、県内の給水人口の約70%がこの地域に集中していることから、今後、安定給水を確保するための緊急連絡管の役割は非常に大きいものがある。

福岡県地域防災計画においては、災害発生10日後の応急給水において、飲料水・炊事用水・トイレ用水の目標水量を20ℓ/人・日と設定している。緊急連絡管による1日50,000m<sup>3</sup>の給水で、約250万人の飲料水や最小限の生活用水の確保ができるため、福岡都市圏や北九州市で広域的な断水が発生した場合でも、緊急連絡管によって水道用水が供給されれば最低限の生活は可能となる。

## 5 施設の概要

施設は、M7クラスの内陸直下型地震に耐えられる設計となっている。

(1) 送水管(耐震管)

1日最大50,000m<sup>3</sup>を双方向に送水するに必要な送水管は、北九州市本城浄水場から垂見調整池(容量2,000m<sup>3</sup>×2池、宗像市池田)まで、延長約18kmを呼び径900のダクタイル鉄管(S形および異形管KF形)、垂見調整池から下原配水場(福岡市東区)まで、延長約29kmを呼び径1000の鋼管で整備した。(総延長約47km)



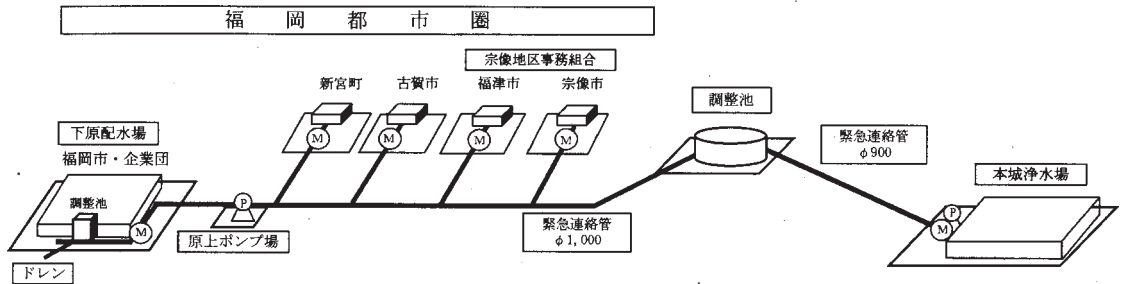


図2

## (2) 送水ポンプ

1日最大50,000m<sup>3</sup>を送水するために必要な送水ポンプを本城浄水場内(北九州市側から送水する場合)と下原配水場付近(福岡都市圏側から送水する場合)に整備した。北九州市から福岡都市圏への送水、福岡都市圏から北九州市への送水の何れの場合も、垂見調整池までポンプ圧送し、その後は自然流下で受水者まで到達するものである。

なお、本城浄水場内は水道用水供給事業と兼用するため、1日最大70,000m<sup>3</sup>を送水するのに必要な送水ポンプを整備した。

## (3) その他設備

垂見調整池内および本城浄水場から約29km地点の飯盛山(古賀市)には追加塩素注入設備を設置し、本城浄水場から監視制御を実施する。

また、本城浄水場では、遠賀川原水の水質悪化に対応するため、平成12年8月に高度浄水処理設備(上向流式生物接触ろ過)を整備したが、今回新たに35,000m<sup>3</sup>/日を増設した。

これらの施設は何れも水道用水供給事業の専用施設として整備を行った。

## 6 工事の概要

福岡県と北九州市が事業の実施に関する「施工協定書」を締結し、北九州市内の工事は北九州市が、北九州市外の工事については、道路状況を始めとして地元の実状や、管轄する警察署の交通規制等に関する許可手続きなどを熟知している福岡県に工事を委託することで効率

的な事業の推進を図ることとした。

### (1) ルート選定等

約47kmにわたる緊急連絡管の基本ルートを選定など全体の基本設計は北九州市水道局が行い、市域外の詳細な実施設計は福岡県の各土木事務所が行った。

また、市域外の垂見調整池、ポンプ設備等については、北九州市が設計、施工を実施した。

### (2) 管径および管種の選定

緊急連絡管は、垂見調整池までポンプ圧送し、垂見調整池からは自然流下による送水方法である。

ポンプ圧送の場合、管径を小さくすれば工事費は安いが摩擦損失が大きくなり、ポンプ設備等のインシヤルコストと電力費のランニングコストが嵩み不経済となることから、管路関係費とポンプ関係費の和が最も経済的となるように、管径及び管種を決定した。



写真1 本城浄水場内送水ポンプ

(3) 本城浄水場(北九州市)～垂見調整池区間

本城浄水場から垂見調整池までの約18kmについては、呼び径900のS形ダクタイル鉄管を、また、異形管についてはKF形を採用した。

布設ルートは、国道および主要地方道が大部分で、多くは開削工法であったが、交通量の多い交差点や河川の横断部は推進工法を採用した。

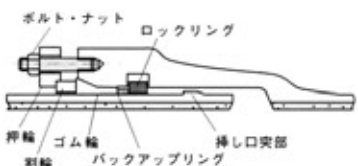


写真2 高度浄水処理施設

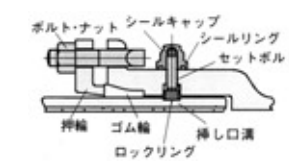
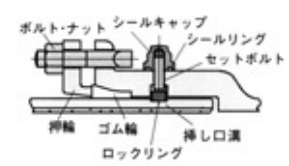
①S形・KF形ダクタイル鉄管の継手構造と継手性能

S形、KF形ダクタイル鉄管の継手構造と耐震性能を表1に示す。

表1 S形、KF形継手構造と耐震性能

項目	S形管路(φ900)	
継手構造 および 特長	 <p>【特徴】 ・伸縮性、可とう性および離脱防止機構を有する鎖構造管路用の伸縮継手である。</p>	異形管の継手構造 および 一体化長さ範囲内 での継手
継手性能	①継手伸縮量:管長の±1%(±60mm) ②許容屈曲角:φ900_2°00' 地震時に曲り得る最大屈曲角:7° ③離脱防止力:3 D kN(≒0.3 D tf、D:呼び径mm)(管路を地中で100m引張る時の管と土の摩擦力に相当)	
地盤変状 吸収性能	継手が管路100m分の管と土の摩擦力に耐えるだけの離脱防止力を持つため、(継手1箇所当りの伸び出し量)×(100m間の継手箇所数)だけの地盤変状(亀裂、崩壊、流動)を吸収できる。従って、以下に示すように管路として1mまでの亀裂や液状化による地盤流動にも耐える。 60mm/継手×(100m/管長6m)=1000mm=1m	

異形管や一体化長さ範囲内にある直管には、直管と違う構造の継手を使用する必要がある。(下図参照)



②S形・KF形ダクタイル鉄管の施工性

・全担当職員、全施工業者向けダクタイル鉄管(S形・KF形)継手施工講習会を実施した。北九州市井手浦浄水場にて、座学(確認テスト実施)と実技を2回(計5日間)行い、職員14名、施工業者49名が参加し、施工業者に対して受講証明書を発行した。

・現場での接合作業は、継手講習会受講証明書の保有者か施工経験者限定とした。  
 ・施工性の向上を図るため、水圧試験用テストバンドを北九州市が購入し、施工業者間での調整後、北九州市から施工業者へ貸与し、融通し合うことで効率的な運用を行った。

### ③施工工期

本城浄水場から垂見調整池までの約18km（一部鋼管含む）を39工区に分け、平成19年度から平成22年度の4カ年で完成できた。ダクタイル鉄管の施工は、天候や地下水の有無、地盤条件（軟弱地盤）等に大きく左右されないため、計画通りの工程で進捗出来た。特に、ダクタイル鉄管の継手接合は、接合後すぐに埋め戻しができるため、最大2本/日ペースで布設することができた。この施工スピードの早さが、全体の工事を工期内で完了させることにつながったと考えている。



写真3 ダクタイル鉄管S形呼び径900布設状況

表2 年度別完成延長(m)

年度	北九州市水道局管内	福岡県(北九土木管内)	ダクタイル鉄管総延長
H19年度	2,900	3,900	6,800
H20年度	800	5,300	5,200
H21年度	900	2,800	3,500
H22年度	200	1,700	1,900
合計	4,800	13,700	17,400

※一部鋼管(水管橋)含む

### (4) 垂見調整池～下原配水場(福岡市)区間

垂見調整池～下原配水場の約29kmについては、呼び径1000鋼管とした。同区間についても、主要地方道、国道が主なルートとなったことから、開削工法を基本としたが交通用の多い交差点、狹隘道路、河川、JR横断部等については推進工法を採用した。



写真4 垂見調整池



写真5 鋼管呼び径1000の布設状況

容量：2000m<sup>3</sup>×2池

水深：6.0m

HML：118m

(満水時の標高)

構造：プレストレストコンクリート

## 7 おわりに

北部福岡緊急連絡管の完成後、現在、維持用水を活用して、宗像市および新宮町に水道用水を供給し、施設の機能維持を図っている。

また、緊急時に、迅速な応援を可能にするためには、応援水量の決定までの事務手順、流量の増加による濁りへの対応、バルブ操作の手順等をあらかじめ決めておく必要がある。このため、緊急連絡管の完成に合わせて、福岡県、北九州市および福岡市（福岡都市圏代表）の3者で、「北部福岡緊急連絡管の運用に関する協定書」および「北部福岡緊急連絡管の運用マニュアル」を定めたところである。

緊急連絡管が、緊急時の迅速な水の供給に効果を発揮し、災害に強く、水に不安のない福岡県の実現に大きく寄与できるよう引き続き北部福岡都市圏における連携、情報交換を図りたい。

## Technical Report 02

技術レポート

# 阿賀野市における新耐震管 呼び径100GX形ダクタイトル鉄管の 採用事例について



阿賀野市上下水道局  
上水道次長 長谷川 正行

### 1.はじめに

阿賀野市は、平成16年4月に安田町・京ヶ瀬村・水原町・笹神村の2町2村が合併し誕生した。新潟平野のほぼ中央に位置し、南側に阿賀野川が流れ、東側には標高1,000m級の山々が連なる五頭連峰を背にして形成された扇状地に6,500ha余りの水田が広がっている。また、白鳥飛来地として有名な瓢湖は、昭和29年、日本で初めての人工給餌の成功によって、国の天然記念物に指定、平成20年にはラムサール条約登録湿地として認定されている。人と野鳥が共存できる貴重な野鳥保護のメッカとなっており、白鳥の他、毎年十数羽しか飛来しないミコアイサのような珍鳥を探すのも楽しい。五頭連峰を背景にレンギョウ、桜、あやめ、あじさい、ハスなど、四季折々に訪れる人の憩いの場として親しまれている。



図1 阿賀野市の位置

## 2. 水道事業の沿革

阿賀野市の水道事業は、旧安田町の水道事業と他の1町2村および旧豊浦町の一部(現新発田市)を給水区域としていた水原町外3ヶ町村水道企業団を継承し創設した。



図2 阿賀野市水道事業の主要施設配置図

昭和初期の頃、毎年発生する伝染病対策が重要課題であり、特に昭和7、8年において伝染病が多発し、患者の50%が死亡したことで、その対策が急務であった。そこで昭和11年旧水原町の中央部を流れる安野川の伏流水を水源とする上水道工事に着手、昭和12年に町中心街で給水が開始された。その後、県の指導のもと、水源に恵まれない笹神村・京ヶ瀬村・豊浦村(現新発田市の一部)の3村に水道を供給することが合意され、後に水原町外3ヶ町村水道企業団が設立された。

安田町は一部山麓の地域を除いては昔から良質な飲料水に恵まれず、近代化が進むにつれ、井戸、河川水の水系感染から伝染病に悩まされることになった。そこで、昭和35年町制施行記念事業として水道事業の創設を計画し、昭和37年に安田町水道事業を創設した。

現在の阿賀野市水道事業の水源は、阿賀野川の表流水(毎秒0.28m<sup>3</sup>)と阿賀野市渡場地内の三つの水源地から地下水をくみ上げている。

表1 阿賀野市水道事業の概要  
(平成21年度末実績)

給水人口	51,432人
配水管延長	431km
給水件数	16,941件
給水施設能力	39,460m <sup>3</sup> /日
一日最大配水量	25,351m <sup>3</sup> /日
一日平均配水量	21,574m <sup>3</sup> /日

## 3. 阿賀野市水道ビジョン

平成17年8月に「阿賀野市水道事業経営計画」を策定し、向こう10年間の水道事業経営の基本方針を示し、この方針に則り阿賀野市合併時の課題であった二つの水道事業の事業統合(料金統合)を平成20年4月に実現させ、その他の施設更新についても着実な実施に努めている。また、「阿賀野市水道事業経営計画」の3年サイクルでの見直し版の位置づけで「阿賀野市水道ビジョン」を策定、平成21年度を初年度とし、事業統合後の新たな課題についてもその方向性を示している。

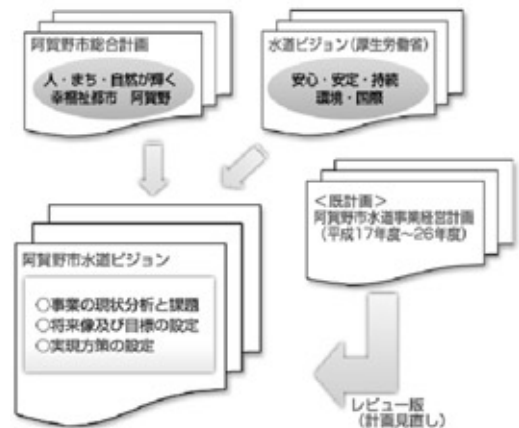


図3 阿賀野市水道ビジョンの位置づけ

本市の水道事業は、今後、石綿セメント管を含む老朽管路の更新事業および取水・配水施設の施設整備事業など水道水の安定供給へ向けての対策事業が年次的に発生し、経営に大きく影響を及ぼしてくる中で、事業統合後の経営安定化を目指した、中長期的な財政収支計画に基づく施設の整備・更新が必要である。

#### 4. GX形ダクタイトイル鉄管採用の経緯

本市では石綿管が12.5km残っており、H27年度を目標に残存率0%を目指している。また、耐震性の低い硬質塩化ビニル管(TS継手)についても耐震管への更新を進めている。平成20年から主要幹線にはNS形ダクタイトイル鉄管を採用し、耐震化を進めているが、今回NS形と同等の耐震性能を有し、また、施工性や耐久性が向上した新耐震管GX形ダクタイトイル鉄管を採用することで更新の迅速化が図れると考え、本工事において検証を行った。

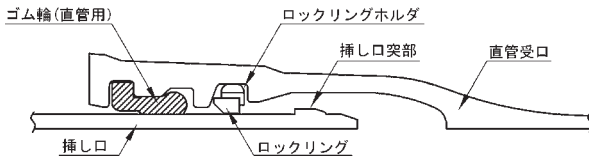


図4 GX形直管の継手構造

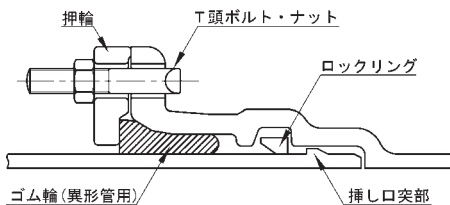


図5 GX形異形管の継手構造

#### 5. 工事概要

本工事現場の施工概要を表2に示す。土かぶりは0.85m～1.85m、掘削溝幅は50cm(土かぶり深い箇所では、矢板の内法寸法で50cm)であった。工事の施工状況を写真1～4に示す。

表2 工事概要

工 事 名	第8次配水管整備事業 配水管布設替工事山本新線
工 事 場 所	阿賀野市山本新地内
呼 び 径	100
管 種	GX形(1種)
内 面 仕 様	エポキシ樹脂粉体塗装
施 工 延 長	40m



写真1 掘削状況

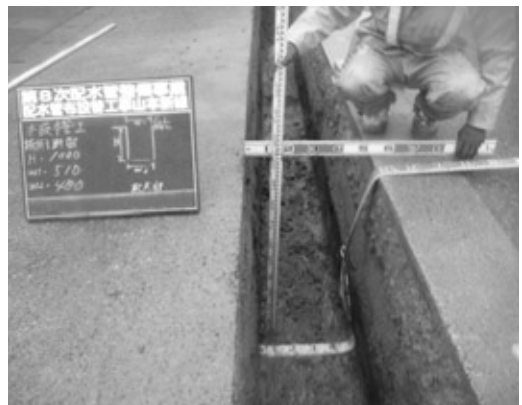


写真2 掘削断面



写真3 GX形直管接合状況



写真4 GX形布設状況

## 6.GX形の施工性

本工事において、GX形ダクトイル鉄管の施工は降雨の中での作業であったが、順調に完了した。GX形の施工は、50cmの掘削幅は狭く感じられたものの、直管および異形管の接合ともに、NS形に比べスピーディに接合することができた。また、切管についても、切管ユニットを使用することで、NS形のように溝切加工が必要なく、切断のみで構わないところも評価できる点であった。

## 7.おわりに

今回、GX形を実際に施工して検証した結果、NS形に比べ接合および切管作業の施工性が向上していることを確認することができた。GX形は施工性が向上していることもさることながら、管

外面に亜鉛系合金溶射および封孔処理を施すことにより、一般的な土壌においてはポリエチレンスリーブを装着しなくても従来のNS形に比べ長寿命が期待できる。長引く景気の低迷や節水意識の浸透などによる給水収益の減少など、厳しい財政運営の中、ライフサイクルコストを考慮した費用対効果が大いに期待できるGX形を採用することで、さらなる耐震化を進めていきたい。



## Technical Report 03

技術レポート

# NS形ダクタイトイル鉄管から 新耐震管GX形ダクタイトイル鉄管への 移行について

高松市上下水道局  
水道整備課改良係長 丸尾 健治



### 1. 高松市の水道事業の沿革

高松市の上水道は、明治23年2月15日の市政実施後、特に沿岸地帯の井戸水の水質が悪く衛生上危険な状態にあったため、都市の発展に伴い上水道創設が急務だとする意見が起り、明治30年に英人バルトン氏らによって調査が進められた。その後、時代の進展に伴い、明治41年4月上下水道敷設調査委員会が発足し、明治44年8月には東京大学教授工学博士中島鋭治氏に調査を委嘱した結果、香川郡弦打村（現高松市鶴市町）の御殿香東川伏流水を水源とする案で大正元年8月上水道敷設を市議会議決後内務大臣に認可を申請、大正3年3月25日に認可を得て同年12月1日に水道敷設事務所を開設した。当時の計画は、計画給水人口75,000人、1人1日111ℓ、1日最大給水量8,347m<sup>3</sup>、76万円の予算であった。その後、この計画に基づいて配水管工事が施工されたが、第1次世界大戦の影響で、材料資材価格が暴騰し、入手が困難となったため、事業年度を変更して、大正10年9

月1日ようやく給水を開始し、同年11月2日通水式を行った。総事業費144万6117円を投じ起工以来8年の歳月を要し、本市多年の懸案である上水道が実現した。

その後、8期にわたる拡張事業を行い、現在は、維持管理の時代に至っている。

### 2. 高松市の水道事業の現在

本市は、平成17年度に周辺6町と合併したことに伴い、平成18年1月10日に塩江簡易水道事業を除く5町の水道事業を統合し、目標年次を平成30年度とする水道施設整備事業変更認可を受け事業推進に努めてきたが、将来にわたり安定した水道事業運営が持続出来るように、平成22年度において塩江簡易水道事業を上水道事業に統合し、渇水時の水源開発や水道施設の耐震化を主たる内容とする目標年次を平成42年度とした水道施設整備事業計画の変更認可を受け、現在、事業を進行中である（表1参照）。

表1 水道施設整備事業の概要

(ア)目標年度	平成42年度
(イ)計画給水人口	411,500人
(ウ)計画給水量 1日最大給水量	155,500m <sup>3</sup>
(エ)施工予定年度	平成23年～42年



図1 老朽度評価結果

### 3.本市の水道施設の耐震化の現状と課題

#### (1) 水道施設耐震化計画の策定

本市は、平成15年12月に国の中央防災会議において、地震防災対策を推進する必要がある地域として、今世紀前半にも発生する可能性が高いとされる「東南海・南海地震対策推進地域」に指定されている。そこで、平成17年3月に、平成16年度の台風を教訓として作成された高松市地域防災計画(一般対策編、防災対策編)を基本とし、平成21年3月には、本市で将来大きな被害が予想される、南海地震(M8.4、震度5弱～6強)、中央構造線地震(M7.7、震度5弱～7)、長尾断層地震(M7.1、震度5弱～7)を想定地震として、高松市防災会議で見直しを図った。

一方、水道については、国において、「水道の耐震化計画等策定指針(平成20年3月)」や「水道施設の技術的基準を定める省令の一部を改正する省令(平成20年3月に改正10月施工)」が示され、水道施設の耐震化の推進や震災時の応急対策等の策定が求められるようになったことを受け、平成21年3月に「高松市水道局震災対策マニュアル」を策定するとともに、23年3月に「水道施設耐震化計画」を策定した。

#### (2) 水道管路の耐震化の現状と課題

本市の水道管の耐震化については、昭和57年度から海岸の埋立地などの軟弱地盤の地震対策として、重要な導・送・幹線配水管を中心に耐震管の布設を行ってきた。しかし、平成15年に県内で高松市を含む3市6町が「東南海・南海地震対策推進地域」に指定されたことを踏まえ、平成18年度から呼び径75以上の管路については耐震形ダクタイル鉄管(NS形)を採用し、耐

震化の推進を図っている。

特に、本市の水道施設は、昭和40年代以降の高度成長期に建設・布設されたものが多く、これらの施設の老朽化が進むとともに、改良・更新時期を迎えている。

具体的には、平成18年度に導入した【管路管理システム】を駆使し、市内に200箇所の中大口径(300～1100)の老朽鋳鉄管について、老朽度調査や更新優先順位の検討などを行っている。その結果、昭和40年代に布設した中大口径の管路において、腐食性環境に埋設された管路については、腐食による老朽化が想像以上に進んでいることがわかり、小口径管についても腐食性環境に埋設されている管路については、同様な腐食による老朽化が進んでいる可能性が高いことが分かった。

また、本市の配水管では、呼び径150以下の占める割合が約76%(鋳鉄管59%・塩化ビニル管39%・その他2%)を占めており、耐震性のない硬質塩化ビニル管が多くなっている。

したがって、本市としては、水道管路の耐震化を進めるにあたり、これらの老朽管及び非耐震管の管路更新が喫緊の課題となっている。

本市の布設年度別配水管布設延長および耐震化率の状況を表2、表3に示す。

表2 配水管布設延長

年度別	配水管延長(m)	導水管延長(m)	総延長(m)
平成15年度	13,085	0	13,085
平成16年度	12,446	1,231	13,677
平成17年度	13,525	1,632	15,157
平成18年度	15,754	672	16,426
平成19年度	13,848	319	14,167
平成20年度	13,371	0	13,371
平成21年度	20,268	479	20,747
平成22年度	18,592	0	18,592

表3 平成22年度現在 高松市上下水道局耐震化率算出表(良質地盤のK形継手管含む)

使用区分	耐震管路延長(m)	全管路延長(m)	耐震化率(%)
配水支管	113,323	1,960,204	5.8
基幹管路	68,759 (内、K形継手40,245)	200,326	34.3
全 体	182,082	2,160,530	8.4

#### 4. GX形の採用経緯(呼び径250迄の小口径管路の耐震化推進)

以上の分析の結果、本市では、配水管延長の大部分を占める呼び径150以下の水道管において、老朽管や塩ビ管を含め耐震化を推進する必要が急務であるが、これらの水道施設の更新および耐震化には、膨大な経費と期間を要することから、耐震管の機能を持ち施工性が高く、より経済性の高い管路が求められるようになってきた。

そこで、平成18年度から離脱防止機能等に優れたNS形ダクタイル鉄管を採用し、年間約2万延を布設して耐震化を推進している。また配水用ポリエチレン管も採用している。小口径管で現在採用している主たる管種の問題点について次の様に考える。

##### ① NS形ダクタイル鉄管の問題点

小口径管において同管種を埋設するにあたっては、配管担当者の技術力および経験値が要求され、かつ施工時間では切管挿口加工作業が必要になるため、従来のT形やK形に比べて時間がかかるほか、コスト面でもK形よりも5～10

%高くなるなど、耐震化率の向上を目標とする本市にとっては、財政的な課題がある。

##### ② 配水用ポリエチレン管の問題点

上記のNS形の問題点を考慮した結果、平成20年から呼び径100迄の管路に関し、配水用ポリエチレン管とNS形ダクタイル鉄管を併用する形で採用している。配水用ポリエチレン管は、施工性や経済性においても優れているものの、気象条件等の制約を受けたり、他の工事からくる破損事故など外的な衝撃からの弱さが問題にあげられる。

「GX形ダクタイル鉄管」は、従来の耐震管の耐震性能はそのままのプッシュオンタイプの離脱防止機構継手であり、施工性の向上、経済性の向上、長寿命化、環境負荷の低減を実現したものであり、従来の耐震管の設計コンセプトを全面的に見直したものである。特に、採用におけるメリットは、長寿命化と従来の耐震管(NS形)、一般継手(K形)と施工方法はほぼ同様で、かつ容易になっている点である。具体的に、その運用方法と他の管種との比較を以下に示す。

## 5.GX形ダクタイル鉄管の運用方法と他の管種との比較

本市では、現在、NS形ダクタイル鉄管を経済的に運用するにあたり、1種管と3種管の併用で使用してきた。理由は、これまでのNS形管は、3種管の場合に切管ができなかったため、切管加工が必要な場合は1種管、それ以外は3種管と併用することによりコスト削減を図ってきたからである。

そこで、GX形ダクタイル鉄管を使用する場合

は、以下のようなメリットを踏まえ、呼び径75～150についてS種管に統一して採用することとした。

- ① G-Linkを使用することによって、3種管相当にあたるS種管であっても、NS形のように切管時の加工の必要性がなく、施工時間の短縮が図れること。
- ② コスト面でもメリットが期待できること(表4参照)。

表4(1) NS形(NSグルーバーおよびタッピング使用)との金額比較(呼び径75の例)

接合形式	切管方法	材料費		切管加工費および接合費			合計(材料費+接合費)	
		1種と3種との価格差	挿しロリング(タッピン)	比率	切断・溝切り加工	リング取り付け	比率	比率
NS形	切管用しロリング(タッピンねじタイプ)使用 NSグルーバーによる切断・溝切り加工	1種と3種との価格差	挿しロリング(タッピン)	100	切断・溝切り加工	リング取り付け	100	100
	切管用しロリング(タッピンねじタイプ)使用 キールカッターによる切断・溝切り同時加工	1種と3種との価格差	挿しロリング(タッピン)	100	切断・溝切り加工	リング取り付け	205	161
	切管用しロリング(リベットタイプ)使用 キールカッターによる切断・溝切り・面取同時加工	1種と3種との価格差	挿しロリング(リベット)	72	切断・溝切り・面取り加工	リング取り付け	207	150
	P-Link使用 エンジンカッターによる切断加工	—	P-Link	206	切断	取り付け	40	110
GX形	G-Link使用 エンジンカッターによる切断加工	—	G-Link	189	切断	G-Link使用による割増	22	93
	切管用しロリング使用 NSグルーバーによる切断・溝切り加工	1種とS種との価格差	挿しロリング	158	切断・溝切り加工	リング取り付け	100	125
	切管用しロリング使用 キールカッターによる切断・溝切り加工	1種とS種との価格差	挿しロリング	158	切断・溝切り加工	リング取り付け	207	186
	切管用しロリング使用 NSグルーバーによる切断・溝切り加工	1種とS種との価格差	挿しロリング	158	切断・溝切り加工	リング取り付け	100	125

表4(2) NS形(NSグルーバーおよびタッピング使用)との金額比較(呼び径100の例)

接合形式	切管方法	材料費		切管加工費および接合費			合計(材料費+接合費)	
		1種と3種との価格差	挿しロリング(タッピン)	比率	切断・溝切り加工	リング取り付け	比率	比率
NS形	切管用しロリング(タッピンねじタイプ)使用 NSグルーバーによる切断・溝切り加工	1種と3種との価格差	挿しロリング(タッピン)	100	切断・溝切り加工	リング取り付け	100	100
	切管用しロリング(タッピンねじタイプ)使用 キールカッターによる切断・溝切り同時加工	1種と3種との価格差	挿しロリング(タッピン)	100	切断・溝切り加工	リング取り付け	201	156
	切管用しロリング(リベットタイプ)使用 キールカッターによる切断・溝切り・面取同時加工	1種と3種との価格差	挿しロリング(リベット)	73	切断・溝切り・面取り加工	リング取り付け	204	145
	P-Link使用 エンジンカッターによる切断加工	—	P-Link	206	切断	取り付け	38	113
GX形	G-Link使用 エンジンカッターによる切断加工	—	G-Link	184	切断	G-Link使用による割増	22	94
	切管用しロリング使用 NSグルーバーによる切断・溝切り加工	1種とS種との価格差	挿しロリング	91	切断・溝切り加工	リング取り付け	100	98
	切管用しロリング使用 キールカッターによる切断・溝切り加工	1種とS種との価格差	挿しロリング	91	切断・溝切り加工	リング取り付け	204	153
	切管用しロリング使用 NSグルーバーによる切断・溝切り加工	1種とS種との価格差	挿しロリング	91	切断・溝切り加工	リング取り付け	100	98

表4(3) NS形(NSグルーバーおよびタッピング使用)との金額比較(呼び径150の例)

接合形式	切管方法	材料費		切管加工費および接合費		合計(材料費+接合費)		
		1種と3種との価格差	挿し口リング(タッピン)	比率	比率	比率	比率	
NS形	切管用し口リング(タッピンねじタイプ)使用 NSグルーバーによる切断・溝切り加工	1種と3種との価格差	挿し口リング(タッピン)	比率 100	切断・溝切り加工	リング取り付け	比率 100	比率 100
	切管用し口リング(タッピンねじタイプ)使用 キールカッターによる切断・溝切り同時加工	1種と3種との価格差	挿し口リング(タッピン)	比率 100	切断・溝切り加工	リング取り付け	比率 198	比率 148
	切管用し口リング(リベットタイプ)使用 キールカッターによる切断・溝切り・面取同時加工	1種と3種との価格差	挿し口リング(リベット)	比率 76	切断・溝切り・面取加工	リング取り付け	比率 203	比率 139
	P-Link使用 エンジンカッターによる切断加工	—	P-Link	比率 216	切断	取り付け	比率 40	比率 130
	G-Link使用 エンジンカッターによる切断加工	—	G-Link	比率 165	切断	G-Link使用による割増	比率 25	比率 96
	切管用し口リング使用 NSグルーバーによる切断・溝切り加工	1種とS種との価格差	挿し口リング	比率 97	切断・溝切り加工	リング取り付け	比率 100	比率 98
GX形	切管用し口リング使用 キールカッターによる切断・溝切り加工	1種とS種との価格差	挿し口リング	比率 97	切断・溝切り加工	リング取り付け	比率 200	比率 147

表4(4) NS形(NSグルーバーおよびタッピング使用)との金額比較(呼び径200の例)

接合形式	切管方法	材料費		切管加工費および接合費		合計(材料費+接合費)		
		1種と3種との価格差	挿し口リング(タッピン)	比率	比率	比率	比率	
NS形	切管用し口リング(タッピンねじタイプ)使用 NSグルーバーによる切断・溝切り加工	1種と3種との価格差	挿し口リング(タッピン)	比率 100	切断・溝切り加工	リング取り付け	比率 100	比率 100
	切管用し口リング(タッピンねじタイプ)使用 キールカッターによる切断・溝切り同時加工	1種と3種との価格差	挿し口リング(タッピン)	比率 100	切断・溝切り加工	リング取り付け	比率 192	比率 1143
	切管用し口リング(リベットタイプ)使用 キールカッターによる切断・溝切り・面取同時加工	1種と3種との価格差	挿し口リング(リベット)	比率 77	切断・溝切り・面取加工	リング取り付け	比率 197	比率 133
	P-Link使用 エンジンカッターによる切断加工	—	P-Link	比率 235	切断	取り付け	比率 43	比率 146
	G-Link使用 エンジンカッターによる切断加工	—	G-Link	比率 184	切断	G-Link使用による割増	比率 26	比率 111
	切管用し口リング使用 NSグルーバーによる切断・溝切り加工	1種とS種との価格差	挿し口リング	比率 103	切断・溝切り加工	リング取り付け	比率 100	比率 102
GX形	切管用し口リング使用 キールカッターによる切断・溝切り加工	1種とS種との価格差	挿し口リング	比率 103	切断・溝切り加工	リング取り付け	比率 194	比率 145

- ③ S種管に統一できることから、管種の取り間違い等の単純ミスが未然に防げること。
- ④ 切管加工時だけでなく全体的なコスト面でも、掘削幅の縮小でNS形に比べ約5%~10%との経費の削減が図れること。
- ⑤ 経済面だけを比較すれば配水用ポリエチレン管が最も経済的な管路となるが、今後の管路に求められる長寿命化(耐用年数100年程度)も検討項目の一つとして必要であると考えられる。

- ⑥ NS形と比較して施工性が向上したことにより、配管工による技術の差がなくなり、品質向上が図れる。
- なお、呼び径75~150で他の管種との経済比較の結果を表5に示す。

表5 ダクトイル鉄管の経済比較

<呼び径75 ※K形ダクトイル鉄管を100%とした場合の金額比率>

管種	材料費 比率(%)	配管工事費 比率(%)	土木工事費 比率(%)	直接工事費 比率(%)	諸経費	工事価格 比率(%)	【参考】 LCA(100年)
K形ダクトイル鉄管	100%	100%	100%	100%	—	100%	100%
NS形ダクトイル鉄管	113%	112%	109%	111%	—	111%	74%
GX形ダクトイル鉄管	102%	98%	99%	100%	—	100%	40%
配水用ポリエチレン管	78%	52%	102%	87%	—	88%	87%

備考) LCA(100年)の金額比率は、各種管路の耐用年数を、K形40年、NS形60年、GX形100年、ポリエチレン管40年とした場合の試算結果である。

<呼び径100 ※K形ダクトイル鉄管を100%とした場合の金額比率>

管種	材料費 比率(%)	配管工事費 比率(%)	土木工事費 比率(%)	直接工事費 比率(%)	諸経費	工事価格 比率(%)	【参考】 LCA(100年)
K形ダクトイル鉄管	100%	100%	100%	100%	—	100%	100%
NS形ダクトイル鉄管	113%	113%	109%	107%	—	106%	71%
GX形ダクトイル鉄管	119%	98%	85%	102%	—	101%	41%
配水用ポリエチレン管	93%	60%	87%	88%	—	88%	88%

備考) LCA(100年)の金額比率は、各種管路の耐用年数を、K形40年、NS形60年、GX形100年、ポリエチレン管40年とした場合の試算結果である。

<呼び径150 ※K形ダクトイル鉄管を100%とした場合の金額比率>

管種	材料費 比率(%)	配管工事費 比率(%)	土木工事費 比率(%)	直接工事費 比率(%)	諸経費	工事価格 比率(%)	【参考】 LCA(100年)
K形ダクトイル鉄管	100%	100%	100%	100%	—	100%	100%
NS形ダクトイル鉄管	106%	108%	99%	103%	—	103%	69%
GX形ダクトイル鉄管	112%	94%	78%	97%	—	96%	39%
配水用ポリエチレン管	106%	70%	89%	97%	—	97%	97%

備考) LCA(100年)の金額比率は、各種管路の耐用年数を、K形40年、NS形60年、GX形100年、ポリエチレン管40年とした場合の試算結果である。

## 6.まとめ

以上に示したように、GX形ダクトイル鉄管は、長寿命化が図れ、NS形ダクトイル鉄管に比べてコスト縮減・施工性にも優れていることから、早期の導入が望まれるところである。本市でも平成22年度に庵治町の海岸付近で試験的に1現場を実施し、平成23年度においても呼び径75～200で2,3箇所予定している。ただし、本市では材料

支給を実施していることから、現在、資材倉庫でストックされているNS形ダクトイル鉄管の直管(1,3種)および異形管(NS形受挿しバルブ等も含)の在庫状況を考慮し、一定期間はNS形ダクトイル鉄管とGX形ダクトイル鉄管を併用しながらNS形ダクトイル鉄管をGX形ダクトイル鉄管への完全移行を早期に進めていく予定である。

## Technical Report 04

技術レポート

# ダクタイトル鉄管NS形から 新耐震管GX形への移行について

～筑前町における基幹管路耐震化へ向けた取り組み～



筑前町水道課  
課長補佐 林 浩嗣



筑前町水道課  
主任主事 藤尾 純一

## 1. 筑前町の概要

筑前町は、平成17年3月22日に旧夜須町と旧三輪町の合併により誕生した。福岡県の中南部、筑紫平野の北部に位置し、東は朝倉市、西は筑紫野市、南は小郡市、北は飯塚市および嘉麻市に接し、面積約67平方キロメートル、人口約2万9千人となっている。

地勢をみると、北部から北東部にかけては、夜須高原、目配山等の高原や里山が連なり、南端は、米・麦・大豆の普通作を中心とした農業地帯である。近年は福岡都市圏や久留米広域圏に近接しているという恵まれた立地条件を背景に、人口が増加している。



図1 筑前町の位置

## 2. 筑前町水道創設事業について

筑前町は、平成17年度の認可取得から、平成26年度を目標年度に、上水道の創設事業を進めている。

合併前は、上水道事業による給水は行なわれておらず、一部地域で簡易水道と専用水道によ

る給水が行なわれているが、すべて地下水に依存していた。このような中、一部で依存している地下水の枯渇や水質の悪化、下水道の普及による生活様式の変化に伴う水需要の増加などに対応するために、平成17年3月に福岡県南広域水道企業団に加入し、浄水受水により水源を確

保すると共に、同年4月から水道事業に着手した。

事業は順調に進んでおり、平成20年度に施設の一部が完成し、平成21年7月1日には、写真の「四三嶋受水場」、「城山配水場」および約95kmの配水管を整備し、一部で給水を開始した。現在の管路総延長は、呼び径50～500で約128kmとなっている。

今後は高所地区に配水するための「栗田配水場」の建設など、創設事業の完了を目指して、施設整備を進めていく。

表1 給水状況(平成23年3月31日現在)

給水区域内人口	(人)	29,083
給水人口	(人)	4,647
普及率	(%)	16.0
計画給水人口	(人)	22,116
計画一日最大給水量	(m <sup>3</sup> )	5,140
一日最大給水量	(m <sup>3</sup> )	1,890

### 3.水道創設事業における基幹管路の耐震化

#### 3.1 基幹管路の決定

筑前町の配水管は、一部供用を開始した現時点においては、城山配水場からの1ルートのみで、町内全域に配水を行っている。今後は、「現状把握の容易性」、「平常時の配水管理と維持管理の向上」、および「非常時対応の向上」の観点から、給水区域を現在建設中の栗田配水場が配水を受け持つ高区ブロックと、城山配水場の受け持つ給水区域を面積により分割した低区3ブロックの4つの配水ブロックに分割する計画である。

このブロック化に伴い、各配水ブロック境界の末端管路が行き止まりとなり、水の滞留が懸念されることから、ブロック外周をループ化するための幹線を、呼び径150ダクタイル鉄管で追加する計画である。

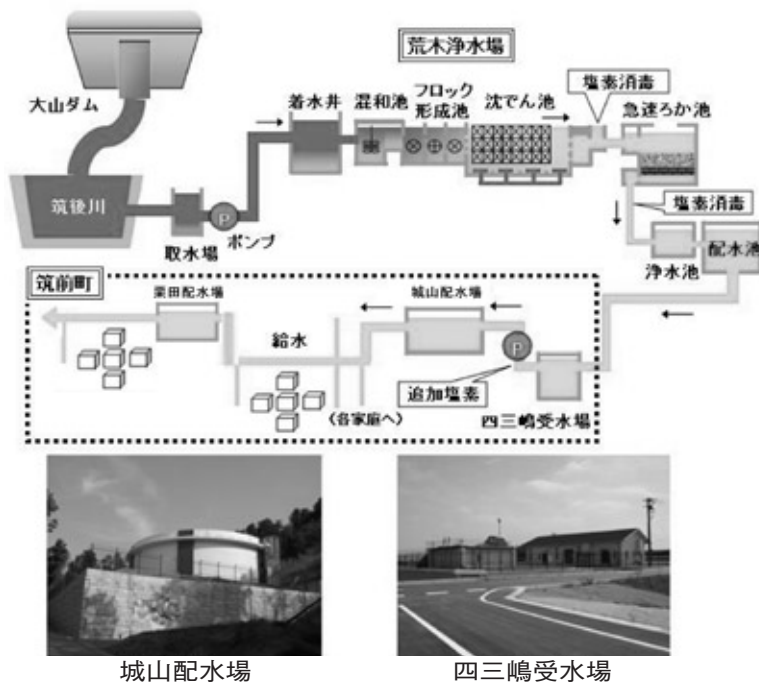


図2





図3 ブロック境界線表示

さらに、配水ブロック化を考慮した上で、以下の3つの観点により重要度評価を行い、特に重要な幹線を抽出した。

#### ①防災拠点影響度

町内23箇所の防災拠点への給水に及ぼす影響を元に、幹線ごとの重要度を算出した。

#### ②断水人口影響度

幹線事故の影響で断水する人口を予測し、幹線ごとの重要度を算出した。

#### ③流量割合影響度

配水池からの総配水量に対し、幹線が受持つ水量の割合を元に、幹線ごとの重要度を算出した。

前述のブロック外周をループ化するための幹線と、重要度評価により抽出された特に重要な幹線を、筑前町の基幹管路と位置づけ、重点整備することとした。

### 3.2 基幹管路の管種選定

前述のとおり選定した基幹管路の整備には、以下に示す理由からNS形ダクタイル鉄管を採用することとした。

#### ①国の施策から

「水道ビジョン(厚生労働省健康局、平成16年6月)」において、基幹管路の耐震化を100%にすることが目標として掲げられている。この水道ビジョンを実現するツールとして作成された「水道

事業ガイドライン(「(社)日本水道協会、平成17年1月)」において、耐震管としてNS形ダクタイル鉄管等の離脱防止機構付継手が代表的な管種として挙げられている。

#### ②経済性から

市街地で一般的な設計条件での工事費(管材料費、工事費及び経費)で比較した場合、管種によっては、多少幅があったがダクタイル鉄管の経済性は高く、更に耐用年数(高機能ダクタイル鉄管は60年)を考慮した場合はより経済的であった。今後の管種選びは「ライフサイクルコスト」を重視した、経済性の観点から見ていくことが重要と考えた。

#### ③過去の地震や台風(豪雨)などの災害において無被害という実績から

厚生労働省の調査報告書などから、NS形ダクタイル鉄管等離脱防止機構付継手は、これまでの地震において被害はなく、最大震度を記録した阪神大震災や、新潟県中越沖地震においても無被害で、特に地震による液状化が多く発生した今年3月の東日本大震災においても現時点(平成23年6月)ではNS形の被害は報告されていない。

最近の温暖化傾向によるゲリラ豪雨が日本全国で多発しており、がけ崩れや路肩の崩壊、傾斜地での亀裂崩壊の被害がいたるところで発生しており、このような自然災害にも耐えうる管路の構築が望まれている。

## 4.NS形からGX形ダクタイル鉄管への移行



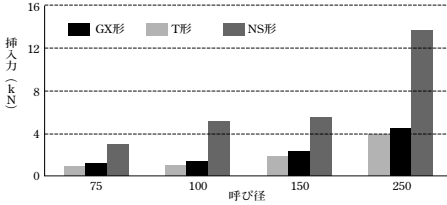
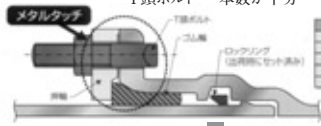
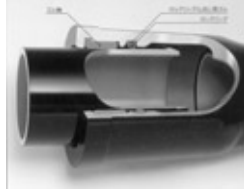
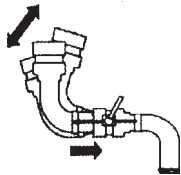



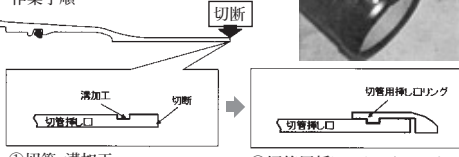
### 4.1 NS形とGX形の比較

現在、水道創設事業における施設整備の進捗率は62%となっており、約2/3が完了し、残りの

1/3を3か年で実施する計画である。そこで、今後も急ピッチで工事を進めていく必要がある。

そこで、NS形と継手の性能は同じでありながら、「施工性、経済性、耐久性」が向上したGX形の採用を検討するため、比較を行った。

表2 NS形とGX形の特徴と違い

	管種	
	GX形	NS形
継手の性能	・GX形とNS形は同じ ①継手伸縮量:管長の±1% ( $\phi 75 \sim \phi 100$ ±40mm) ( $\phi 150 \sim \phi 250$ ±50mm) ②許容曲げ角度: $\phi 75 \sim \phi 250$ 4°00' (地震時に曲がり得る最大屈曲角:8°00') ③離脱防止力:3DkN (=0.3Dtf、D:呼び径) (管路を地中で100m引っ張るときの管と土の摩擦力に相当) (財)国土開発技術研究センター:地下埋設管路耐震継手の技術基準(案)S-1級A級に属す	
直管の挿入力の低減	ゴム輪の改良 Twin Bulb 構造 	
	 <p>挿入力 (kN)</p> <p>呼び径</p> <p>■ GX形 ■ T形 ■ NS形</p>	
異形管の施工性の向上	メタルタッチ ・T頭ボルト締め付け時のトルク管理が不要 T頭ボルト・本数が半分 	NS形異形管の継手構造(プッシュオンタイプ)  
切管作業の簡素化	P-Link G-Link   <p>離脱防止力                      新しい爪構造により                      ①3DkN以上の引張り力に耐える                      ②繰り返し荷重に耐える                      耐久性                      外面耐食塗装の適用により挿し口外面の傷部を防食</p> <p>新しい爪構造と外面耐食塗装により、長期にわたる確実な離脱防止性能を確保</p>	挿し口リンク  <p>作業手順</p>  <p>①切管・溝加工                      ②切管用挿し口リンクのセット</p> <p>・溝加工に手間がかかる                      ・加工精度を要する</p>
耐久性	100年	60年

#### 4.2 実管路での検証

さらに、既にNS形で管路布設工事を計画中の7工区のうち、最も施工条件の厳しい中牟田・石櫃工区を選定し、施工性と経済性の向上について比較・検証することとした。

表3 工区概要

No.	工区	施工概要
1	中牟田・石櫃工区	呼び径150×908m
2	石櫃・松延工区	呼び径150×984m
3	朝日工区	呼び径150×700m
4	二工区	呼び径150×393m
5	新町久光工区	呼び径200×1,036m
6	栗田工区	呼び径150×853m
7	森山工区	呼び径200・250×1,463m

中牟田・石櫃工区を選定した理由を以下に示す。

- ・筑前町と福岡都市圏を結ぶ国道386号線に埋設するため、昼間の交通量が多いため夜間工事となる。
- ・国道のため、土被りが1.25mと通常の浅埋設0.7mより深い。
- ・夜間工事のため、切管時(専用工具による挿し口加工)の騒音を極小化する必要がある。

本工区においてGX形を採用することにより、以下のようなメリットが期待できる。

- ・掘削幅が狭いため、仮復旧時の交通に与える影響、並びに本復旧時の舗装範囲を小さくできる。
- ・施工性の向上により日進量が伸びることから、夜間工事工程が短縮でき、周辺環境への影響を小さくできる。

また、NS形とGX形で工事費用の比較を行った結果、直接工事費で約10%の削減が出来ることを確認した。削減の主な理由は、国道386号線は度重なる舗装の補修で、舗装厚が20cmと非

常に厚いため、掘削幅の縮小が、掘削・埋め戻し費用の削減だけでなく、仮舗装・本舗装費用の削減にも大きく影響した。

### 5.GX形ダクタイトイル鉄管の施工

#### 5.1 施工概要

本工事は、国道386号線に、呼び径150GX形ダクタイトイル鉄管を布設する工事である。工事の概要を表1に、施工条件を表2に示す。

本工事の布設延長は934mでほぼ直線の管路であるが、伏せ越し部が数箇所ある。特に水路下越し部は土被りが深く1.8mとなっている。

また、布設場所は一般的な埋設環境と判断し、ポリエチレンスリーブの装着は行わない。

表4 工事の概要

工事件名	筑前町水道創設事業 配水管布設工事 (中牟田・石櫃工区)
工事場所	朝倉郡筑前町中牟田・石櫃地内
契約工期	平成23年5月6日～平成23年11月11日
工事概要	管布設工事(延長:934m) 呼び径150

表5 施工条件

施工区分	夜間施工
埋設条件 (一般部)	土被り 1.25m 掘削幅 0.50m (素掘り)
埋設条件 (水路下越部)	土被り 1.80m 掘削幅 0.80m (軽量鋼矢板)

#### 5.2 施工結果

GX形ダクタイトイル鉄管による管布設作業は、夜間施工にも関わらず、トラブルもなく完了した。

直管部については、NS形よりも狭い掘削幅であったが、日進量は初日が直管5本、日を追う毎に1本ずつ増え、最大10本=50mの施工が出来た。(写真1、2)

異形管部については、メカニカルタイプの継手で、あらかじめロックリング拡大用のストッパが装着

されていることから、K形と同様の接合作業であり、さらに、K形よりもボルト・ナットが少なく、インパクトレンチを用いての接合であったため、NS形から施工性が向上したことを実感できた。(写真3,4)



写真1 直管部の布設状況



写真3 異形管接合状況



写真2 直管部の接合状況



写真4 伏せ越し部接合状況

## 6.おわりに

今回は、既にNS形で設計済みの管路をGX形に変更し、経済性と施工性を中心に検証した。GX形は、特に直線部の作業性が良く、全線夜間施工による工事にも関わらず、平均40mという日進量で工事が進んでいる。これは、GX形継手接合の施工性が向上していること、切管作業が簡略化され作業時間が短縮されたこと、掘削幅の削減により掘削・埋め戻しの土量が減少したこと、などが施工スピード向上の要因となっていると考えられる。また、布設場所は一般的な埋設環境と判断し、ポリエチレンスリーブを装着しないで布設したことも、施工性の向上に寄与していると感じた。

一方で、水路下越し部は土被りが深く矢板施工となり、設計掘削幅では0.8mであったが、夜間施工であることと、GX形継手の初めての施工ということを考慮し、掘削幅を約1mとし設計より0.2m広くして施工した。今回GX形での施工がスムーズに完了したことから、今後、当初設計どおりの掘削幅で施工を行い、土被りが深い矢板施工の場所での施工性を検証していくことを、今後の課題にしたい。

今後は、他の6工区においてもGX形での施工を行い、筑前町の水道創設事業が予定どおり完成し、町民に安全で断水のない安心な水運用が出来ることを念頭に業務遂行していきたい。

## Technical Report 05

技術レポート

# US形（LS方式）推進工法用 ダクタイトル鉄管による 縦断曲線推進について

秋田市上下水道局  
水道計画係 技師 長谷部 稔



### 1.はじめに

秋田市は、秋田県のほぼ中央に位置し、日本海に面している。市の東部には出羽山地があり、南部を雄物川、そして市街地を旭川が流れる、水と緑豊かな美しい街で、面積は905.67km<sup>2</sup>、人口は約33万3,000人、東北では仙台市に次ぐ県庁所在都市である。

秋田市水道事業の歴史は古く、旭川上流の藤倉水源地からの取水により、明治40年に東北で初めて給水を開始した。

その後、時代の要求に適切に応えるため、大正11年から平成3年まで、浄水場や配水池の新設など、6回にわたる拡張事業などを実施した。

また、平成に移ってからは、老朽化した施設の更新、災害時の安定給水、高度化・多様化する利用者ニーズなど、より高度な課題に対応するため、「秋田市水道事業基本計画」を策定し、老朽配水管や石綿セメント管の更新を進めるとともに、災害時にも安定的な給水を確保するため、配水場の新設や増設を行った。

さらに平成17年1月には、隣接する河辺町と雄和町を編入し、両町の5つの水道事業を引き継いだことにより、給水区域も大きく広がり、平成19年度からは秋田市水道事業に統合し経営している。

このように、拡張事業や市町合併により、創設当時2万6,500人であった給水人口は、100年の時を経た現在、当時の12倍以上となる32万44人（平成23年3月31日現在）まで増え、一日最大給水量は約12万m<sup>3</sup>となっている。

### 2.工事の目的

秋田市では、平成20年度に改訂した「秋田市水道事業基本計画」において、老朽化した基幹管路の耐震化を積極的に進める方針を定め、平成28年度までに約9kmの送配水幹線整備を予定している。

手形山配水幹線は、本市最大の配水場である手形山配水場（有効容量4万800m<sup>3</sup>）に直結する重要幹線であり、第4期拡張工事（昭和38年～昭和43年）で整備されたものである。すでに、当時

のダクタイル鉄管の耐用年数である40年を経過しているほか、継ぎ手が耐震性能を有していないことから、早急に整備すべき路線として、平成22年度から耐震管への更新工事を行っている。

また、主力浄水場である仁井田浄水場(配水能力15万4,600m<sup>3</sup>/日)と手形山配水場を結ぶ送水管の一部が、手形山配水幹線と同じルートで同年代に埋設されているため、送水管の一部も併せて更新することとした。



図1 整備計画概要図

### 3.整備計画の概要

現在、手形山配水幹線は、図1で示すとおり手形山配水場から西方に山の法面(高低差約50m 法長約240m)を下り、県立秋田高等学校のグラウンドや野球場の敷地を通った後、県道を南下するルートとなっている。

このように山の法面や高校敷地内に埋設されている管の更新計画であることから、新設管のルート検討に苦慮したが、幸いにも高校側の協力が得られ、学校敷地を借用できることとなったため、既設管の近くに送水管(呼び径1000×2条)を土被り1.2mで開削工法により埋設することが可能となった。

手形山法面部分については、①法面の市道部分に開削で埋設する方法、②法面に露出配管する方法、③法面下を推進工法で埋設する方法の3つの案について比較検討した。

この結果、法面上部の土質が盛土および緩い粘性土であるため、①案では、一時的な保護は行うものの、将来的に地震や降雨によって法面が崩壊する危険性があること、②案では、滑動防止のためのスラストブロック打設および固定用のアースアンカー等を岩盤に設置する必要があり、工事費が高くなるほか、外面塗装の維持管理費など多くの問題点があることが明らかとなった。

一方、③案については、高低差約50mの法面下を縦断曲線で約274m推進する方法について調査したところ、泥水式や泥濃式推進工法による施工が可能との結論に至り、工事費の安価な泥水式推進工法を採用した。

### 4.縦断曲線推進工法の概要

高低差約50mを縦断曲線で約274m推進する縦断設計したところ、曲線施工箇所は3箇所、約160m区間であった。曲率半径は約400mが2箇所、約500mが1箇所となり、予想したよりも緩やかな縦断となった。(図2)ただし、到達部の約

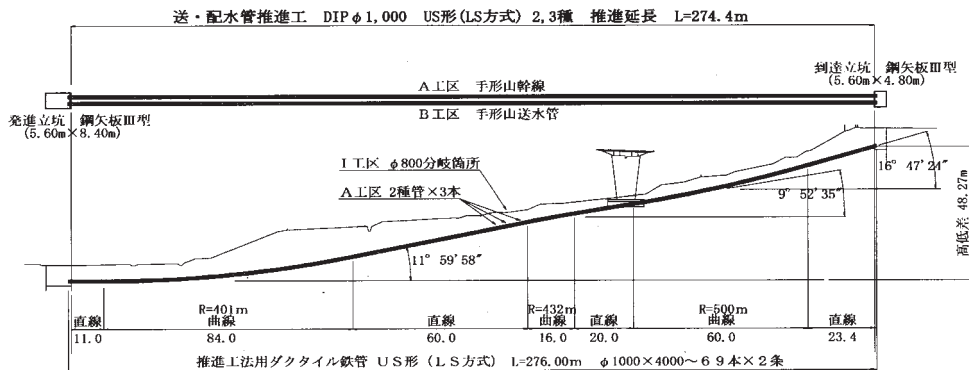


図2 送・配水管推進縦断面図

40m区間は傾斜角度が16°以上になる。また、配水幹線と送水管が離隔約1.2mで配置される。以上から、施工には高度な推進技術および安全管理が要求された。

## 5. 推進管の選定

### 1) 推進管種の選定

推進工法の管種は、推進工法用鉄筋コンクリート管をさや管とし、NS形ダクタイトル鉄管を挿入する方式と、推進工法用ダクタイトル鉄管を直押しする方式の2工法について検討した。この2工法を比較すると、さや管方式では管挿入に必要なキャスターのスペース、施工誤差等を考慮し、呼び径1650×2条のさや管が必要となり、それに合わせた立坑も築造する必要があることから、工事費が3割程度高額となるため、直押し方式による推進工法用ダクタイトル鉄管を採用した。

継手形式は、耐震に優れ、曲線推進に適應できるセットボルトを用いないUS形(LS方式)を採用した。

表1 US形(LS方式)  
推進工法用ダクタイトル鉄管の特徴

継手	①離脱防止性能3Dkn(D:呼び径) ②許容曲げ角度 1°50'(呼び径:1000)
適用	カーブ推進区間でも本管推進工法による施工が可能 (従来は、さや管推進工法で対応)

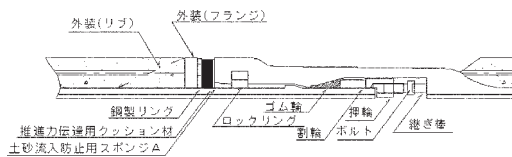


図3 US形(LS方式)  
推進工法用ダクタイトル鉄管

### 2) 管長選定 (表2・図5参照)

推進工法用ダクタイトル鉄管の管長は、6m管と4m管の2種類から選択できる。

管長は、設計継手屈曲角が、曲線推進部で許容曲げ角度の1/2以下(1°50'/2=0.917°)になるように設定しなければならない。

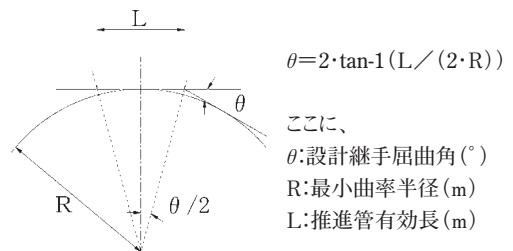
各管長で検討したところ、6m管のカーブ1の屈曲角が0.857°となり、規定角度の93%となった。よって、曲線推進部における施工誤差等を考慮すると4m管と比べ余裕が少ない。

また、6m管の吊り下ろしに必要となる立坑はかなり大掛りなものとなり、仮設鋼材の入手や施工が困難となる。

以上のことをふまえ、本工事の推進管は4m管に決定した。

表2 設計継手屈曲角

カーブNo	曲線半径 Rm	管長m	設計継手 屈曲角θ
カーブ1	401.0	4.000	0.571
		6.000	0.857
カーブ2	431.7	4.000	0.531
		6.000	0.796
カーブ3	499.9	4.000	0.458
		6.000	0.688



### 3) 塗装の概要

秋田市上下水道局では、送配水管に使用するダクタイトル鉄管は、安定的な水質確保や、管路の長寿命化対策のため、内面エポキシ樹脂粉体塗装管を採用しているが、本工事で使用する推進管の内面塗覆装はモルタルライニングが標準となっていたことから、無溶剤形エポキシ樹脂とセラミックの混合物をモルタルライニングの上に塗布することで、長寿命化に適したものとした。

6. 推進工法の選定 (表2・表4・図4参照)

本工事の推進工法は、図2および表3の条件で施工可能な、泥水式推進工法および泥濃式推進工法を比較検討し、経済性から泥水式推進工法に滑剤を2次注入し、推進抵抗を減ずる施工方法を採用した。

推進工法用ダクタイル鉄管における曲線推進では、継ぎ手屈曲角に応じて、管の許容耐荷力が5~7割ほど小さくなる。よって、設計継ぎ手屈曲角と総推進力から、3種管タイプB(標準フランジ・リップ+クッションリング)での施工となった。また、推進工事完了後、配水幹線推進区間のほぼ中間地点に、地上から立坑を築造し、割T字管(呼び径1000×呼び径800)による推進管からの分岐を予定しており、推進管に働く土圧等について検討した結果、3種管では不適合であったため、分岐部分のみあらかじめ2種管により推進した。

表3 土質条件

土質種別	礫混じり粘土	玉石混り砂礫	シルト岩	採用値
適用延長	98.8	99.9	75.7	274.4
地下水位	GL-1.75m	GL-4.15m	なし	GL-1.75m
N値	3	50	35	28.9
礫率	2	48	0	18.2
単体体積重量	15	20	19	17.9
内部摩擦角(θ)	0	42	20	20.8
粘着力(C)	33	0	205	68.4

表4 総推進力および許容耐荷力

泥水式推進工法

総推進力	2,313kN
------	---------

呼び径1000推進工法用US形ダクタイル鉄管

管種	直線時許容耐荷力	曲線推進時補正係数	曲線時許容耐荷力
1種管	9,020kN	0.300	2,706kN
2種管	9,020kN		2,706kN
3種管	8,040kN		2,412kN
4種管	6,860kN		2,058kN

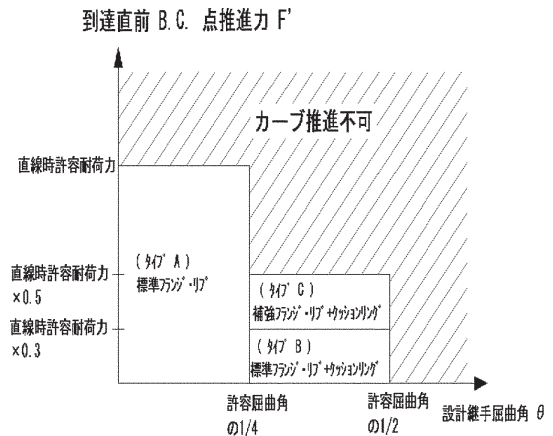


図4 US管(LS方式)推進方式選択基準図

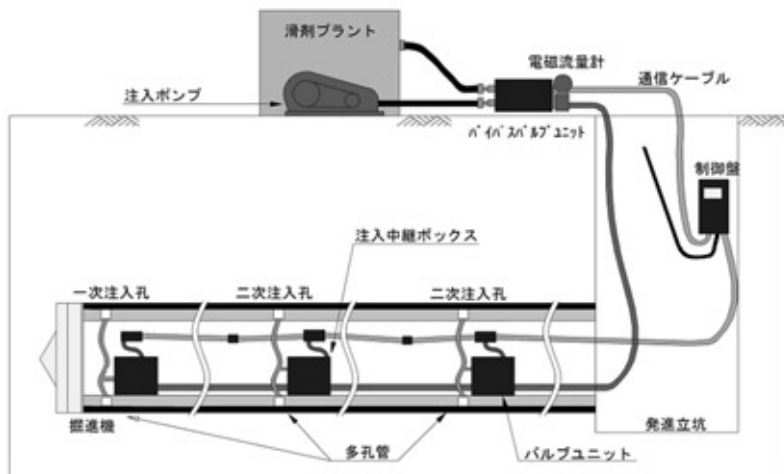


図5 周面摩擦抵抗低減(滑剤2次注入)システム概要図



## 7. 施工にあたって

### 1) 掘進機

一般的に推進工法用の掘進機は、推進工法用鉄筋コンクリート管の外径に合わせて製造されている。このため、鉄筋コンクリート管に比べ外径の小さい推進工法用ダクタイル鉄管への接続では、推進管部分のオーバーカット量が多くなることにより、周辺地盤の沈下、方向修正不能に伴う蛇行などが予測されるため、本推進工事では、一回り小さい呼び径900の掘進機を呼び径1000推進工法用ダクタイル鉄管の外径に合うよう鉄板で加工し、施工精度の向上を目指した。



写真1 掘進機

### 2) 推進設備

本工事は高低差約50mでの推進工事であることから、一般的に記載されている計算式では、適切な推進設備を選定できないため、下記の計算式を使用した。

〔泥水輸送設備計画〕

・送泥側ポンプ総揚程:  $TH_1$  (m 液柱)

$$TH_1 = (L + H' + l_1 + l_0) \times hf_1 - H' + \underbrace{H''}_{※追加} + \frac{10^{-1} \times P}{\rho_1}$$

ここに、

$TH_1$ : 送泥側の総揚程

$L$ : 推進延長 (m)

$H'$ : 立坑の深さ (m)

$H''$ : 推進区間の標高差 (m)

(到達立坑掘進機天端高 - 発進立坑地盤高)

$l_0$ : バルブおよびエルボの相当直管長さ (m)

$l_1$ : 立坑から調整槽までの距離 (m)

$hf_1$ : 送泥管摩擦抵抗値 (m 液柱/m)

$V_1$ : 送泥管内流速 (m/sec)

$P$ : 切羽水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

(通過層毎の地下水位基準高 - 発進立坑管中心高)

$\rho_1$ : 送泥水比重

・中継ポンプの検討

①ポンプ実揚程による中継ポンプの台数  $n_1$  (台)  
従来どおりの計算方法とする。

②吸込可能揚程による台数  $n_2$  (台)

送泥側へのポンプ設置であることから、本計算は省略する。

・排泥側の総揚程:  $TH_2$

推進区間の標高差  $H''$  を考慮すると、排泥側の総揚程はマイナスとなり、排泥ポンプの設置は不要となるが、ポンプ停止時の土砂沈降等により、管の閉塞等が予測されることから、安全を採り、排泥ポンプ以降の損失抵抗により機器を選定する。

$$TH_2 = (\underbrace{\frac{L}{\rho_2} + H' + l_2 + h + l_0}_{※考慮しない}) \times hf_2 + H' - \underbrace{\frac{H''}{\rho_2}}_{※考慮しない} + h$$

ここに、

$TH_2$ : 排泥側の総揚程

$h$ : プラント土砂フルイの高さ 5.0 (m)

$P$ : 切羽水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$hf_2$ : 排泥管摩擦抵抗値 (m 液柱/m)

$l_2$ : 立坑から処理槽までの距離 (m)

$\rho_2$ : 排泥水比重

注) 式中の ( ) を変更して計算した。

### 3) 安全管理

推進工事は、機器類の操作を遠隔操作で行っているが、機器の点検や推進終了後の裏込め作業等の際、最大傾斜16°以上かつ、セラミック混合樹脂により円滑となっている管内での作業が必要となり、安全対策が重要となる。

特に、推進工事中の管内は、重さ約200kgの中継ポンプや送排泥管等が設置されており、滑落により作業員の事故に繋がる可能性があることから、推進管の養生も兼ねゴムマットを全線に敷設のうえ、図6に示すとおり継手部の隙間に溝形鋼を渡し、中継ポンプの固定を図った。

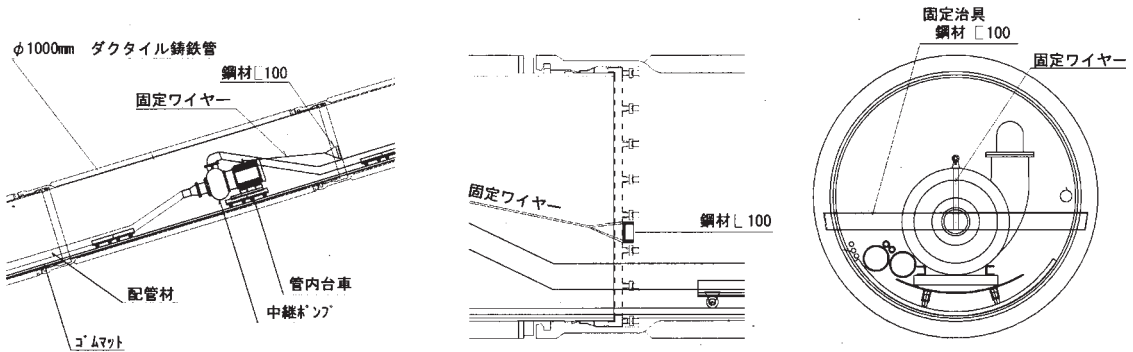


図6 管内中継ポンプ設置詳細図

#### 4) 水圧試験

大口径の水圧試験はテストバンドを使用して、継手部を直接確認するのが一般的である。しかし、急傾斜であり、内面塗装の表面に水が付着すると滑りやすく危険な状態になるため、充水による水圧試験に変更して水圧試験を実施した。

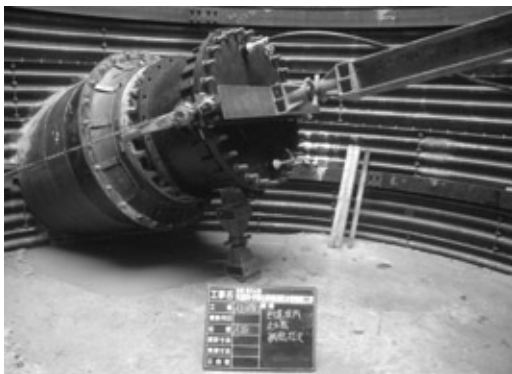


写真2 水圧試験状況

したにもかかわらず、管周への定期的な滑剤注入等により、設計推進力2,313kNに対して、最大でも2,000kNと余裕をもって工事を完了することが出来た。



写真3 推進管内

## 8. 施工結果

### 1) 施工精度および推進力(図7・図8・図9参照)

施工精度の向上を目指し実施した掘進機の加工や、姿勢制御装置の運用により、A・B両工区において推進蛇行量上下、左右ともに±40mmの範囲にとどまり、継ぎ手の許容屈曲角以内に納めることができた。

また、立坑位置変更に伴う推進延長等の変更(変更後延長L=281.4m(71本)高低差H=49.41m)や東日本大震災の影響に伴う停電、材料手配不可により長期間推進工事を中断

### 2) 施工上の注意点

縦断曲線推進の施工は、泥水式推進工法の送排泥水のみならず、滑剤、裏込め材等の輸送にも水頭差により大きな圧力が必要となり、推進土被りの浅い場所では地上への噴出が予測された。実際、当現場においても、循環型の送排泥水では確認されなかったものの、地山に直接圧入する滑剤や裏込め材の注入時に、既設管(開削施工)との交差箇所や、土被りの浅い箇所において、少量の噴出が確認された。これにより、縦断曲線推進の施工にあたっては、通常推進時以上に路線の見回り等を実施し、周辺住民や環境への配慮を心がける必要がある。

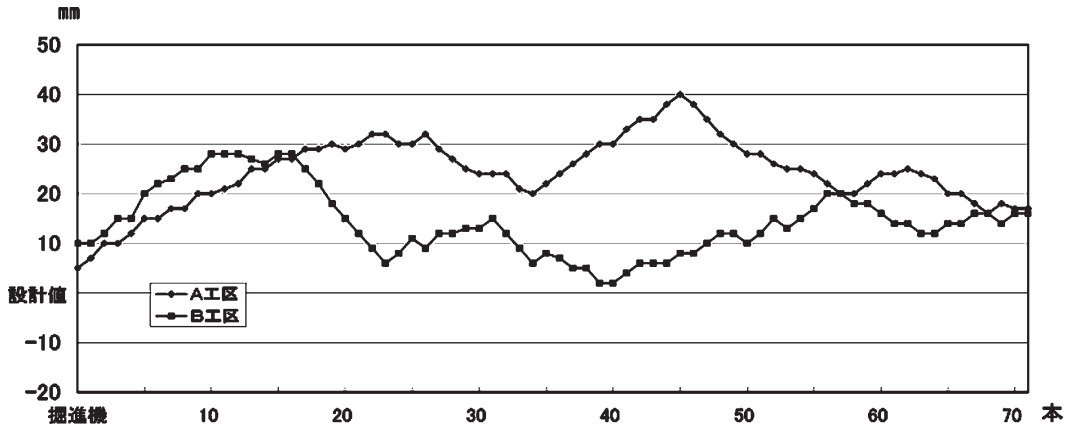


図7 推進蛇行量推移表(上下)

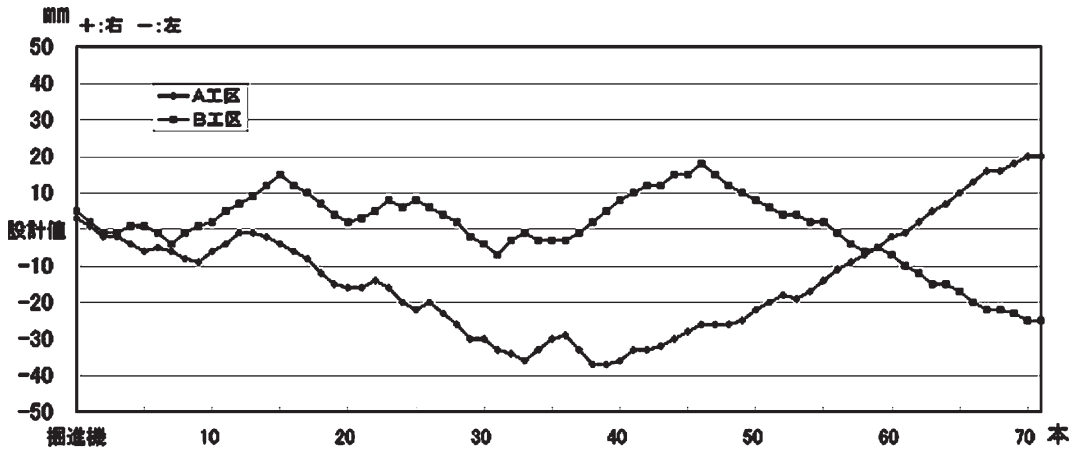


図8 推進蛇行量推移表(左右)

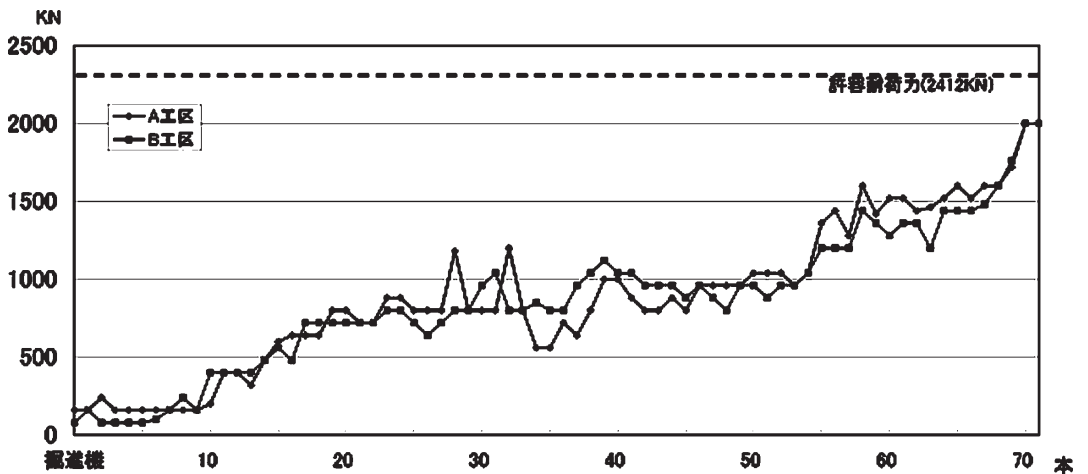


図9 推進力推移表

## 9.おわりに

今回のダクタイトイル鉄管による推進工法は、延長281.4m、高低差49.4m、曲線区間3箇所(R400×2箇所、R500×1箇所)を、耐震性を保持しながら行うものであった。よって、非常に難易度が高く、全国的にも実績を確認できないほど希なケースである。

このような施工条件で採用したUS形(LS方式)推進工法用ダクタイトイル鉄管は、耐震性能に加え、セットボルトレスによる容易な施工性、カーブ推進への追従性等から、予想以上の施工結果を得ることができ、本管の採用は適切な選定であったと思われる。

昨今、工事に対する住民のニーズは多様化しており、交通規制や騒音等に対する制約はますます厳しくなるなか、今回のような長距離や縦断曲線での推進工事が今後ますます必要となってくると思われる。本報告が同様の推進工事を計画されている方々の一助となれば幸いである。



写真4 発進立坑



写真5 発進立坑(推進完了後)



写真6 到達立坑(推進完了後)

## Technical Report 06

技術レポート

# NS形ダクタイトル鉄管の 長距離さや管推進について



岡山県南部水道企業団  
工務課主任 内藤 修一

## 1. はじめに

### (1) 岡山県南部水道企業団の沿革

岡山県南部水道企業団は、倉敷市・玉野市・岡山市に水道用水を供給する一部事務組合である。昭和25年に企業団の前身である岡山県南部上水道配水組合が設立され、2市3町(玉野市・児島市・児島郡琴浦町・福田町・浅口郡連島町)へ用水供給事業を開始した。その後、市町村合併、供給対象の増減等を経て、現在3市(倉敷市・玉野市・岡山市)へ供給している。

### (2) 事業の経緯

当企業団は創設当時、計画送水量33,750m<sup>3</sup>/日であったが、その後、度重なる拡張事業を行い、施設整備を実施してきた。昭和45年には灘崎町(現 岡山市)が新たな供給対象となり、3,000m<sup>3</sup>/日の送水を開始した。また、昭和51年には高度成長時代を反映して給水量の増大に応じるため、第4期の拡張計画(166,000m<sup>3</sup>/日)に着手した。しかし、その後の水需要の低迷により計画供給量の



写真1 西阿知浄水場周辺

見直しを行い、現在の契約供給量は122,000m<sup>3</sup>/日となっている。

## 2. 施設概要と取り巻く課題

### (1) 施設の概要

当企業団は高梁川水系を水源として、表流水80,000m<sup>3</sup>/日、伏流水37,000m<sup>3</sup>/日を取水して

いる。送水施設は送水ポンプ施設・送水管・調整池からなり、西阿知浄水場より増圧ポンプ所・追加塩素注入所を經由して構成市へ送水している。



図1 施設の概要図

(2) 送水施設に対する課題

当企業団の送水管路延長約90kmのうち、40年の法定耐用年数を経過した経年管は平成20年度末で約42kmあるが、特に送水管路のうち、コンクリート管が598m残っている。この管路の更新は緊急度が高いものとの考えから、早急に以下改良工事を実施した。

3. 工事概要

事業名称: 福井地内2号送水本管布設替工事  
 事業目的: 更新計画の緊急性が高い福井地内2号送水本管のコンクリート管区間における布設替

採用管種: 呼び径900NS形ダクタイル鉄管

工 法: さや管推進工法

さ や 管: 呼び径1350推進用コンクリート管

ス パ ン: スパン1 1017.6m

スパン2 197.1m

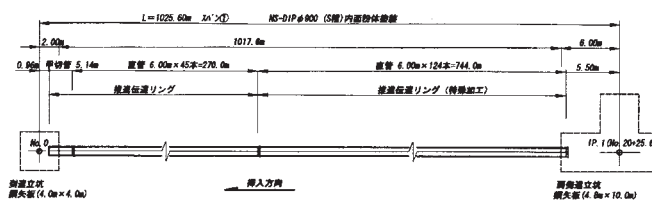
施工場所: 倉敷市中島～倉敷市福井～倉敷市福田町古新田地内

本計画区域は岡山県南部水道企業団の西阿知浄水場より約3.0km南下した位置にあり、瀬戸内海沿岸平野の倉敷平野に属し、高梁川水系の河川の侵食・運搬・堆積作用により形成された扇状低地に位置している。



図2 施工場所の見取図

スパン1 1017.6m



スパン2 197.1m (R=350)

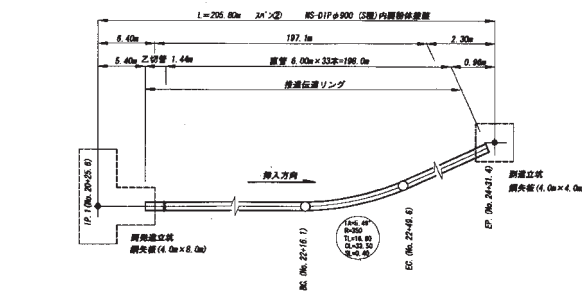


図3 管路線形

4. 計画における技術的課題と対応策

(1) 管種選定

今回、布設替を行う2号送水本管は重要な幹線送水管の一つであり、そのため管路としてはその信頼性や災害に強い管材料・継手が求められる。したがって、計画口径が900mmであることから、『水道施設の技術的基準に定める省令』等により、離脱防止機構付きダクタイル鉄管(NS形ダクタイル鉄管)と水道用塗覆装鋼管(溶接継手)との比較検討を行った。

## (2) 非開削工法が採用された理由

本計画ルートは大正末期までに廃川となった東高梁川に沿ったもので、沖積から洪積砂層および砂礫層の分布が確認され、伏流水が多い場所である。また、本計画の県道水島港線は上下2車線道路の水島工業地帯へのアクセス道路であり、大型車両の通行も多く、地下埋設物も輻輳しているため、地理的条件・環境負荷などを考慮し、非開削工法とした。

## (3) 管路に求められる性能

今回の更新管路は、当企業団の重要な幹線送水本管の一つであり、地下7mの位置に埋設されている。そのため管路としてはその信頼性や災害に強い管材料・継手が求められている。

耐震性・施工性などをNS形ダクタイル鉄管と水道用塗覆装鋼管(溶接継手)で比較検討した。鎖構造であるNS形ダクタイル鉄管は継手部に伸縮性・可とう性があり、地盤の不同沈下および地震時の地盤挙動に追従できる。一方、水道用塗覆装鋼管(溶接継手)は一体となるため、長距離管路の場合は途中で伸縮可とう管を設置しなければ、地盤の不同沈下および地震時の地盤挙動によって発生応力が増加し、座屈する恐れがあるため、不安が残る。

## (4) 施工性の比較

NS形ダクタイル鉄管と水道用塗覆装鋼管(溶接継手)の施工性を比較すると、NS形ダクタイル鉄管の方が短時間で施工することができる。

## (5) イニシャルコストの比較

イニシャルコストについて、NS形ダクタイル鉄管と水道用塗覆装鋼管とを比較した。その結果、水道用塗覆装鋼管の方が安価であった。

## (6) 総合評価

水道施設更新指針(日本水道協会)によると、「高機能ダクタイル鉄管の耐用年数は60年以上あるものと考えられる。」とある。イニシャルコストでは水道用塗覆装鋼管が優れているが、施工性や

ライフサイクルコストの低減などを考慮し、NS形ダクタイル鉄管を採用した。

## (7) さや管推進工法が採用された理由

非開削工法でダクタイル鉄管を使用して直押し推進施工を行う場合、推進工法用US形ダクタイル鉄管になる。US形継手の伸縮性について、伸び代はあるが縮み代はない。一方、直押し推進施工はできないが、NS形ダクタイル鉄管は伸縮代があり、大きな地盤変状に対して安全性が証明されている。以上のことから、NS形ダクタイル鉄管の圧縮方向の縮み代を確保でき、非開削としながら耐震管(NS形ダクタイル鉄管)が布設可能な、さや管推進工法を採用した。

なお、スパン1の挿入距離は1,017mあり、日本最長級のさや管推進工法となった。

## 5. 施工における技術的課題と対応策

### (1) さや管推進における技術的課題

さや管推進工法において、推力伝達リングが保持している許容抵抗力に対し、推進力が超えないことが条件になる。特に、スパン1は1kmを超える長スパンになるため、さや管の僅かな屈曲であっても、挿入管の通過に伴って実推進力が大きくなり、推力伝達リングが保持している許容抵抗力を超えてしまう恐れがある。したがって、設計推進力に対する実推進力との比較照査を行った。

## (2) 推進力の考え方

区間No.jの始点における推進力 $F_j$ は、以下に示す計算式にて検討した。

## 【線形が直線の場合】

$$F_j = F_{j-1} + W_j L_j (\mu S + i)$$

## 【線形が曲線の場合】

$$F_j = \frac{F_{j-1}}{\alpha^n} + W \cdot L_p (\mu S + i) \frac{(1 - \alpha^n)}{\alpha^n (1 - \alpha)}$$

ここで

$W_j$  : 管+付属品の単位長さ重量【kN/m】

$F_j$  : 推進力【kN】

$F_0$  : 初動抵抗(=1.0)【kN】

$L_j$  : 区間jの距離【m】

$\mu$  : 摩擦係数

$S$  : 安全率(=1.2)

$i$  : 勾配

$\alpha$  : 推進力伝達率

$$(\cos \theta - \mu \cdot \sin \theta)$$

$n$  : カーブ区間の管の本数【本】

$\theta$  : 継手曲げ角度

$L_p$  : 管長(=6.0)【m】

## (3) 推進力伝達リングの許容抵抗力

推力伝達リングについては、短距離スパン用(タイプA)と長距離スパン用(タイプB)の2種類用意した。タイプBは、大きな推進力の掛かる元押し側に用いる。

タイプA:通常タイプ

タイプB:溶接補強タイプ

## (4) 設計推進力

元押し推進力の計算結果を以下に示す。

スパン1:297.5kN

スパン2:59.2kN

## (5) 推進力の計測

実際の推進力を計測するため、専用発進台にブルドン管を装着し、空運転時の計測値を差し引いて計測した。以下に、設計推進力と計測値をプロットしたグラフを示す。

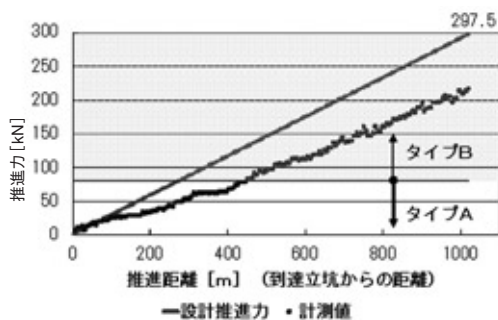


図4 推進力の結果(スパン1)

## 6. 施工状況

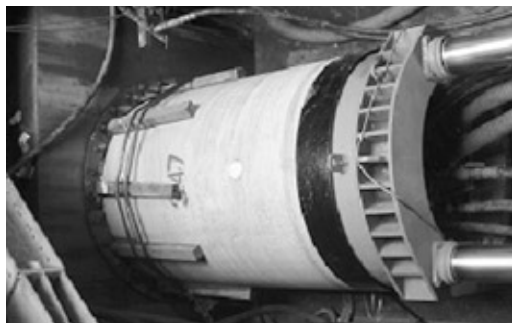


写真2 さや管の直押し推進状況



写真3 NS形ダクタイル鉄管の仮置状況





写真4 NS形ダクタイトイル鉄管の推進状況(スパン1側)

## 7. 施工結果

今回の施工工事において、以下の知見が得られた。

- ・スパン1は、日本最長級のさや管推進工法となったが、設計推進力と推進力の計測値を照査した結果、本計算式による推進力の妥当性を確認し、また、推力伝達リングを採用したことにより、設計通りにさや管推進工事を完了することができた。
- ・スパン2は管路線形が縦断方向および水平方向に緩やかなカーブを描いていたが、NS形継手はカーブに追従でき、計画通りの施工ができた。



写真5 中詰りの施工状況(流動化充填材)



写真6 中詰りの施工状況(流動化充填材)

# 北九州市水道を訪ねて 100年を迎えた北九州市水道



●小倉城



総務経営部長 橋本 哲治

日本水道協会第80回全国総会が10月26日から28日まで北九州市で開催されます。北九州市は、昭和38年に当時「世界の奇跡」と言われたように門司・小倉・若松・八幡・戸畑の5つの市が対等合併して生まれた全国6番目の政令指定都市です。

明治から大正にかけて国際貿易港として栄えた「門司」、小笠原15万石の城下町で賑わった「小倉」、筑豊地区から石炭の積み出し港として栄えた「若松」、官営八幡製鐵所の操業を契機に、日本の近代化を支える一大工業都市となった「八幡」、大正時代より水産基地として発展し、後に八幡と双壁をなす産業集積地となっ

た「戸畑」の5つの個性を残しつつ現在の北九州市を構成しています。

今回の現地探訪では、給水開始から今年で100周年を迎える「北九州市の水道」の歩みを振り返るとともに、100周年を記念して開催されているイベントについて、そして重点的に取り組まれている事業等をご紹介いただきました。併せて北九州市のまちの魅力についても総務経営部の橋本部長にお聞きしました。

—100周年を迎えた北九州市の水道、まず創設の頃を振り返っていただけませんか。

**部長** 北九州市の歴史を語る上で、大陸に近いこと、本州との結節点である関門海峡があったこと、そして筑豊炭田、この3つの要素を外すことはできません。筑豊炭田の石炭を上海や香港、シンガポールに輸出する港が門司港でした。門司港では、当時コレラが流行しました。その対策として、九州で3番目に旧門司市の一部で水道が創設され、それ以後、若松、小倉、八幡、戸畑と給水を開始しました。その後、都市活動を支える重要なライフラインとして発展し、今年100周年を迎えました。

旧五市は、それぞれの地理的条件を活かしながら北九州工業地帯として、我が国4大工業地帯の一つに数えられるまでに発展しました。しかし、旧各市が依存しなければならぬ水源が大部分遠賀川に限られていたため、水利権や財政負担能力から見ても、単独で用水問題を解決することは非常に困難でした。このような用水問題を抜本的に解消して水源を確保するとともに、健全財政の確立を図るため、昭和26年国土総合開発の特定地域に指定されたのを契機に、翌27年4月15日、旧門司市を除く四市と福岡県との協議により、北九州水道組合を設立しました。

北九州水道組合は、設立後直ちに遠賀川に水源を求め、拡張工事に着手しました。既に県営用水事業として、伊佐座取水場と頓田第1貯水池が造ら



●旧戸畑市（配水管布設工事）

れていましたが、この事業で頓田第2貯水池と穴生浄水場を完成させました。その結果組合設立当時、1日15万6,000m<sup>3</sup>であった給水能力は、28万8,000m<sup>3</sup>に増大しました。

また、昭和35年には、第1次工業用水道が完成し、八幡製鐵所ほか10社に給水を始めました。その後、上水道第2期拡張事業および第2次工業用水道事業に着手しましたが、北九州市水道局の発足に伴い、その事業を引き継ぎました。

北九州市が誕生した翌年の昭和39年1月1日に、門司水道部と北九州水道組合との合併が成立し、同時に北九州市水道局が発足することとなりました。これに伴い、福岡県は脱退し、本市は、新たな観点に立って、施設の拡張および改良と運営の改善を図っていくことになり、第2期から第5期までの上水道拡張事業、第2次および第3次の工業用水道事業、産炭地域工業用水道事業を進め、現在に至っています。



●旧門司市（水道創設時の給水管布設）



●穴生浄水場

北九州市発足以後の事業の沿革

(平成23年4月1日現在)

区分	事業名	起工年月	竣工年月	給水能力(m <sup>3</sup> /日)	主 な 工 事	
上水道事業	第2期拡張 第4期拡張 北九州水道組合 門司水道から継続	昭和35.4	昭和42.3	395,000	力丸貯水池建設 穴生浄水場建設	
	第3期拡張	昭和41.4	昭和51.3	609,000	油木貯水池・ます淵貯水池建設 井出浦浄水場築造	
	第4期拡張	昭和50.1	昭和59.3	710,000	遠賀川河口堰建設 猪熊取水場、本城浄水場築造	
	第5期拡張	昭和52.1	平成20.3	769,000	耶馬溪ダム、平成大堰建設 井出浦浄水場拡張、藍島水道整備、 平尾台水道整備、新北九州空港、高度浄水施設 葛牧浄水場の廃止及び取水場化	
供給事業	創設(給水対象:宗像市、福津市、古賀市、新宮町)	平成18.11	平成23.3	20,000	本城浄水場(八幡西区)～新宮町送水管布設	
工業用水道事業	北九州市工業用水道事業	第1次工業用水道布設事業	昭和32.4	昭和35.5	70,000	遠賀川取水工事(伊佐座) 畠田浄水場築造
		第2次工業用水道布設事業	昭和35.4	昭和44.3	112,000	引野浄水場築造、力丸貯水池建設、 頓田貯水池かさ上げ
		第1次・第2次工業用水道布設事業	昭和47.4	昭和52.5	—	既設取水場・浄水場の排水処理施設整備
		第3次工業用水道布設事業	昭和46.7	昭和58.8	47,000	遠賀川河口堰建設 本城浄水場・小竹配水池築造
	産炭地域小水系用水開発事業	昭和44.4	昭和58.8	25,000	同上	
	計			254,000		



●高度浄水処理施設(本城浄水場)



●井手浦浄水場

—北九州市が誕生してからこれまでに至る中で、印象的な出来事などがあれば、コメントいただけますでしょうか。

**部長** 北九州市の水道は、湯水との闘いの歴史でもあります。水道局発足当時は水資源に恵まれず、水不足解消のため市域外に水資源を求め、力丸、油木貯水池を完成させましたが、その後も度重なる湯水のため、遠賀川にも河口堰を完成させまし

た。現在では水源の8割を市外に求めています。

その後、水源能力の安定化を目指し第5期拡張事業において耶馬溪ダム、中津大堰建設、井手浦浄水場拡張などを実施した結果、1日の供給能力は5市合併当時の32万1,000m<sup>3</sup>から76万9,000m<sup>3</sup>と2倍以上となり、安定度は大幅に向上し、現在では『湯水に強い北九州市』を誇れるようになりました。

## ●現●地●探●訪●

— 渇水で最も苦しめたのはいつ頃でしょうか。

**部長** 昭和42年、43年の連続渇水と、最も長かったのは昭和53年です。170日間の給水制限を行いました。現在、百年史を編纂しているのですが、その資料を見ていると先人達の苦勞が分かります。これもひとえに水源地や北九州市民の皆さまの水道事業に対するご理解とご協力および水道に働いた多くの諸先輩方が多くの困難を克服して残された努力の賜物だと思います。

— 水源開発、浄水場の竣工と増え続ける水需要に対応されてきましたが、この数年の水需要はいかがでしょうか。

**部長** 少子化による人口減少、節水型の機器の普及、大口需要者の地下水への転換などで水需要は減少傾向にあるなど、全国の水道事業者と共通の課題を抱えています。将来の水需要に見合った施設規模にして、事業を展開しようと考えています。現在確保している水源を維持し、『渇水に強い北九州市』の良い部分を活かして様々な施策に取り組んでいます。

— 事業選択の判断がとても難しいですね。

**部長** そのとおりです。現在の施設能力は維持しつつ、周辺市町村との広域化などを進めていければと考えています。現有施設の劣化度と中長期的な水需要の予測を行った上で判断していくこととなりますが、難しい選択を迫られそうです。当然ですが事業の広域化については、周辺市町村とWIN-WINの形で進めていくことが前提です。

— 話は変わりますが、100周年で様々なイベントを今年度予定されているそうですね。

**部長** 北九州の水道は明治44年に旧門司市で給水開始して以来、平成23年で100周年を迎えま



●北九州水道100周年を記念して造られた記念蛇口

す。そこでこれまでの100年を振り返り、市民の皆さまに水道事業に対するこれまでの『ご理解』『ご協力』に感謝を表すとともに、今日の水道を築き上げた先人の『思い』や『技術』を次世代に引き継ぐため、『これからもずっと、水が使える安心を』のコンセプトのもと、『北九州水道100周年記念事業』を実施することとしました。

既にイベントとして、『水道100年のあゆみ展示会』を市内各所で開催し、水道週間の6月5日には門司港レトロ地区で『水わくわくフェスタ



●水わくわくフェスタ

2011』を開催し、その中で100周年の記念蛇口の除幕式を行いました。

そのほかに、絵画・写真コンクール、遠賀川沢登り体験交流会、JR小倉駅や勝山橋にクールミストの設置などを実施しています。

100周年の記念を形に残したいということで若松区のグリーンパーク内に建設中のウォーターハウスに記念モニュメントを設置し、また、小倉北区の紫川に隣接する水環境館内に水循環や水道の仕事を学べる水道展示物を設置します。

また、10月24日から28日までの5日間を『北九州水道ウィーク』と銘打ち、『日本水道協会総会』と『北九州水道100周年記念式典』等の行事を組み合わせ、大々的に開催することにより、東日本大震災の被災地並びに被災地に行かれた全国各地の水道関係者に各種催しを通じて、元気を送り届けたいと考えております。

一ボトルウォーターを販売されているそうですね。

**部長** このボトルウォーターは、平成22年より北九州水道100周年記念事業の一環として作製しており、100周年PR用として配付したり、災害時の備蓄用として活用しています。この度、北九州市水道水のおいしさを広く市民の皆さまに知って

ただくとともに、また災害時の備えとして活用していただけるようにとの思いから販売することとしました。水は、ヤマメの飼育と、ワサビの栽培を行っている井手浦浄水場の水を使っています。なお、販売による売上金については、当分の間、東日本大震災の義援金として寄付いたします。



●ボトルウォーター



●やまめの池(井手浦浄水場)



●やまめの里全景(井手浦浄水場)



●小倉駅前のクールミスト

—現在取り組まれている重点事業についてお話しただけですでしょうか。

**部長** 震災等の自然災害や大きな事故に対しバックアップ機能の強化や、経年劣化の著しい施設の更新、水道施設の耐震化など、危機管理体制づくりに取り組んでいます。具体的には、老朽化した埋設管を離脱防止の管に順次取り替えています。

また、減少傾向が続く収入を確保するために、豊富な水源、高度な技術や人材、国際貢献で築き上げたアジア諸国との人脈など、本市が持つ強みを活かして、市内需要の掘り起こしや『広域連携』、『海外水ビジネス』による収入増を図るとともに、将来の水需要に見合った施設の再構築の検討や「組織の効率化」などの一層の経費削減にも取り組んでいます。

このほか、「遠賀川の水質改善」や「塩素臭の改善」など市民ニーズが高い「おいしい水」への対応、太陽光パネルの設置による自然エネルギーの活用など、本市が目指す低炭素社会の実現に向けた取り組みも積極的に進めるなどして、「安全でおいしい水を安定的に供給する」という水道の使命の遂行に向けて全力で取り組んでいます。

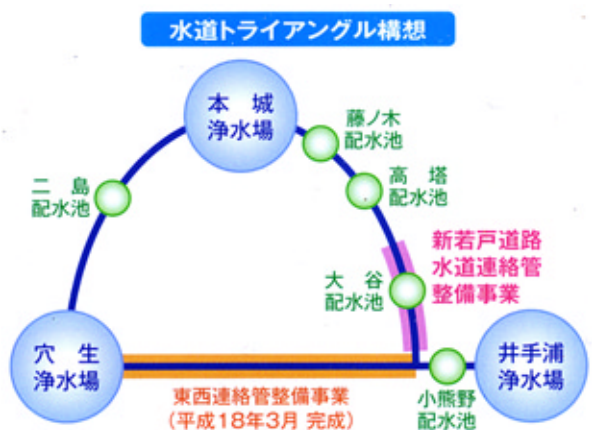
—今年は、東日本大震災があり、その後も各地で大きな地震が起こっていますね。

**部長** 東日本大震災において亡くなられた方々のご冥福をお祈り申し上げ、被害を受けられた方々に心からお見舞い申し上げます。

今回の震災で電気・ガス・水道などのライフラインが壊滅的被害を受け、市民生活に重大な支障が生じました。この災害は、震災等の自然災害や大きな事故にも対応できる万全の危機管理体制づくりが必要であることを再認識させられた出来事であると思います。

そこで本市水道局では老朽管の更新や水道施設の耐震化などを早期に進め、強固な水道施設の

構築を図るとともに、万一の場合でも最低限の給水が確保できるよう、3つの基幹浄水場をループ化する「水道トライアングル構想」や「応急給水拠点の整備」の実現、更には非常用飲料水袋などの備蓄により、災害に強い水道を目指します。24年度には、戸畑と若松間を結ぶ新若戸道路の竣工とともに3つの浄水場が結ばれて、トライアングル構想が完成し、バックアップ機能がより強化されます。



—災害時のリスクを想定して、様々な事業に取り組まれているんですね。県内の福岡市とも連絡管が結ばれたそうですね。

**部長** はい、平成18年度より整備を進めてきた、緊急時に本市と福岡都市圏間で1日最大5万m<sup>3</sup>の水道水を相互融通する『北部福岡緊急連絡管事業』を本年4月より供用開始しました。この『緊急連絡管』の本市管轄ではダクタイル鉄管を布設しています。また、緊急連絡管の水質を保持するための維持用水を活用した『北九州市水道用水供給事業』によって本年4月1日より福岡都市圏(宗像市、新宮町)へ1日あたり、1.3万m<sup>3</sup>の水道水供給を開始しました。

また、平成28年4月から福津市、古賀市を加えた3市1町に2万m<sup>3</sup>の水道水の供給を行う予定です。



	福岡県	福岡都市圏 (福岡市等 17市町)	北九州市
給水人口	約470万人	約230万人 (49%)	約100万人 (21%)

(福岡県の水道 平成20年度版より)

給水量	給水の程度	給水可能人口 (5万m <sup>3</sup> /日のとき)
3l/人・日	飲料水(生命維持用水)	約1,700万人
20l/人・日	飲料水+炊事用水等	250万人
250l/人・日	日常の生活用水	20万人

(福岡県地域防災計画 平成22年度版より)





●門司港駅



●スイッピー

—パンフレットの表紙に見かけるマスコットキャラクター、これはどのように決められたのですか。

**部長** デザインは平成5年の北九州市制30周年時に、水道局職員の職員提案によるアイデアを採用しました。名前は『スイッピー』と言いますが、これは一般公募で決定しまして、水(スイ)と幸せ(ハッピー)から由来したものです。『スイッピー』は、小さな子どもたちに大人気で、水道局主催各種のイベント等で活躍しています。

—多くの水道関係者が10月に北九州を訪れます。見所をアピールしていただけますか。

全国の皆さん  
お待ちしております。

**部長** 北九州市の見所と申しますと、

◇大正ロマンの雰囲気漂う建物が建ち並ぶ『門司港レトロ地区』

◇国の天然記念物に指定されたカルスト台地が広がり、無数の石灰岩が羊の群れのように見える『平尾台』

◇『皿倉山』から見る100億ドルの夜景など観光スポットが数多く存在します。

さらに、北九州の食のお勧めですが、

◇関門海峡・玄界灘の荒波にもまれた新鮮な『魚の刺身』は歯ごたえがあり絶品です。

◇旬料理の本場・京都大阪の市場でも高い評価を受ける『合馬のたけのこ』は柔らかくアクが少ない北九州市のブランド品です。

◇サバやイワシなどの青魚を醤油やみりん、山椒などで煮込み、そこへ『ぬかみそ』を入れて炊いた『ぬかみそ炊き』は、ご飯にもお酒にも合う北九州市の郷土料理です。

この他にも、『小倉牛』、『関門海峡たこ』、『関門のふぐ』、『西日本一の生産量を誇るキャベツ』など山海の幸が勢揃いしています。

また、小倉、門司は今流行のB級グルメ『焼きうどん』『焼きカレー』発祥の地でもあり、一度ご賞味いただけたらと思います。

# 鉄管協会

# 検索



パソコンで、“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**が容易に検索できますので、  
 アクセスください。

## 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



## 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
- 高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

トンネル内配管



## 技術説明会

技術説明会の  
 ご紹介



## リサイクル

鑄鉄製品のリサイ  
 クルについて、その  
 流れとリサイクルの  
 問合せ先一覧を  
 掲載

## Q&A

- ダクタイトイル鉄管の配管図  
記号を教えてください
- 不平均力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

## 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。





## ランニングで必要な水分補給

神戸市水道局技術部計画課 主幹 熊木 芳宏

「ガブリエラ・アンデルセン」という名前だけで彼女を思い浮かべた人は何人いるだろうか。1984年ロス五輪女子マラソンの…と名前の前につけても知っている人は段々少なくなってきただろう。彼女は、アメリカのジョン・ベノイトが2時間24分52秒のゴールタイムでオリンピック初代金メダリストとなった約20分後、競技場に現れた。しかし、観客が目にしたのは、ぶらつきながらゴールに向かっていくアンデルセンの姿だった。

熱中症にかかっていることは誰の目にも明らかだったが、トラックサイドの係員に対し彼女はゴールする意思表示をしていた。一方で、トラックサイドの医師は彼女がまだ汗をかいていたことから、まだ彼女は体の恒常性が保たれていると判断し、ゴールラインを割るまで続けさせた。

彼女の右足はほとんど動いておらず、右手はぶらつき夢遊病者のような中、競技場の大観衆の声援の後押しによって、競技場に入ってから5分44秒後も経過し、なんとか完走を果たした。ゴールすると同時に、係員に抱え込まれ医務室に運ばれたが、大事には至らなかった。

私は、初マラソンに挑戦しようと練習していた時期でもあり、この光景は今でもはっきりと覚えている。そして、このとき初めて熱中症の恐ろしさを知った。それまでの私は、体質が汗かきでないため、運動中に水を補給することは二の次で、いかに速く予定地点に到着することしか考えていなかった。また、若いから大丈夫といった、熱中症の症状からすると根拠のない無恥な自分がいた。その後は、マラソン大会でも長距離のLSD(Long slow distance:長距離をゆっくり走る)でも、常に喉が渇く前に少しずつでも水を口に含むよう気にかけている。

各地の大都市マラソンが予定される中、ランニング熱が急激に上昇し、周りの雰囲気や誘いに乗って、今まで長距離を走ったことの無い方でも自分の限界に挑戦しようとするのではないだろうか。そこで、気をつけていただきたいのが練習中の水分補給である。

走ろうと考えている方は、自分が思いつく練習コースがあると思う。

まず、夏季はできるだけ日影の多い公園を選ぶことが大切である。公園は、木陰で直射日光からさえぎられる点や砂道でアスファルトの反射熱の影響を受けない。自動車等で移動が必要でも格好の練習場となる。さらに、適所に水飲み場がある



ことが多く、必要な時に水分補給が出来る。水分補給用のバックや自動販売機を探す必要がないといったメリットもある。ただし、周回コースとなることが多いため、挫折しやすいといったデメリットがる。

次に、長距離の練習では、ロードに出て走る距離を稼ぐことが必要となる。マラソンは、35km以後がスタミナ切れとなることから、練習では最低20kmは走っておくことが推奨されている。この距離を周回コースの公園で走るとすると飽きてくる。夏季のロード練習では、帽子は必需品だが、それ以上に忘れてはならないのが水分である。ディバックまたはウエストバックに、タオルでくるんだペットボトルや水筒を入れておくことをお勧めする。小銭を持って自販機を見つけて水分補給という手段もあるが、必要としているときに自販機が無いことや、必要以上に飲みすぎてお腹をこわすことがある。少し重いのが持っていれば安心である。

そして、走った後のビールは格別。夏季の(年中でもあるが)ランニング後の楽しみであり、渴いた喉にはオアシスとなる。ただ、水分補給と称して飲みすぎはいけない。

というのも、ビールには体の中から水分を出す働き(利尿作用)がある。ビール(お酒)をたくさん飲むと、トイレに頻繁に行きたくなる。走り終わった後というのは、体の中の水分が不足している状態。この状態のときに、体に水分を補給せずに、先にビールを飲んでしまえば、体の中はランニングで失った水分のほかに、ビールの利尿作用によってさらに水分が足りない状態になってしまう。わかっているのに飲みすぎてしまう。仕方がない!

このように、ランニングでは水分補給が欠かせない。上手く水分補給をすることで、楽しく、息長くランニングを続けていきましょう。

# 誌上講座

## GX形ダクタイトイル鉄管用 ゴム輪の耐久性について

### 1.はじめに

前号において、GX形ダクタイトイル鉄管(呼び径75～250)の設計について紹介した。

今回は、GX形ダクタイトイル鉄管のゴム輪の長期耐久性について紹介する。

昭和25年にメカニカルジョイントが市販されてから今日に至るまでダクタイトイル鉄管の継手部にはゴム輪を用いた水密機構が用いられてきた。ゴム輪による水密性能が優れていることは長きにわたる実績に示されているが、ここでは、実際に長期間使用されたゴム輪の物性について、①既設管より回収したゴム輪、②実際の継手に組み込んだ状態で長期間水中に浸漬したゴム輪を用いて調査および試験を行った結果を示す。

さらに、上記の長期間にわたる実績から得られた知見を基に、GX形ゴム輪を接合状態で100年相当加熱促進し、ゴム輪の圧縮永久ひずみ率の調査および水密性調査を行った結果を示す。

### 2.既設管より回収したゴム輪の調査結果

#### 2.1 調査ゴム輪

表1に調査したゴム輪の一覧を示す。ゴム輪はいずれも上水道で使用されたものであり、管路更新等で撤去された管から回収した。

表1 調査ゴム輪一覧

継手形式	呼び径	埋設年数	調査本数
T形	100～250	8～36年	22本
A形	100～300	13～45年	18本
K形	150～700	5～32年	5本

## 2.2 調査項目

JWWA K 156「水道施設用ゴム材料」に基づき、硬さ試験、引張試験を行った。

## 2.3 調査結果およびまとめ

一例としてT形ゴム輪バルブ部の調査結果を図1～2に示す。時間の経過に従って、硬さは上昇し、引張強さは低下する傾向が認められたが、いずれも変化量は小さかった。A形、K形のゴム輪についても同様であり40年以上使用された場合においてもゴム輪の物性変化は僅かであり当初の水密性を保持していると考えられる。

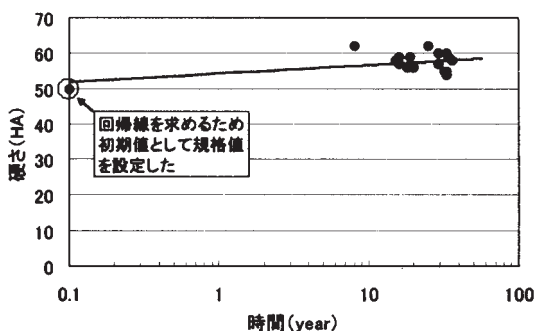


図1 T形ゴム輪バルブ部硬さ

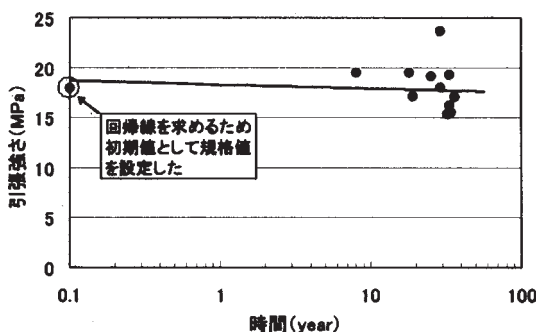


図2 T形ゴム輪バルブ部引張強さ

## 3. 長期間水中に浸漬したゴム輪の試験結果

ゴム輪を継手に組み込んだ状態で最長10年間水中に浸漬した後、水密性、圧縮永久ひずみ率の調査を行った。

### 3.1 供試管およびゴム輪

呼び径150のT形、K形、S II形、NS形継手お

よびゴム輪(材質:SBR)を用いた。継手およびゴム輪はそれぞれ4組準備し、6ヶ月、1年、3年、10年後に回収した。

### 3.2 調査方法および結果

水密性調査は継手部に所定の水圧を負荷した状態で10分間保持したが(図3)、すべての継手で圧力低下や漏洩はなく良好な水密性を維持していた(表2)。

水密性調査後の継手を解体し、ゴム輪の各部寸法を測定し圧縮永久ひずみ率を求めた。圧縮永久ひずみ率は時間の経過に従って増加する傾向が認められ、10年後で31～40%であった(図4)。

表2 水密性調査結果

水圧 (MPa)	K形	T形	S II形	NS形
0.5	すべて漏洩なし			
1.0				
2.0				

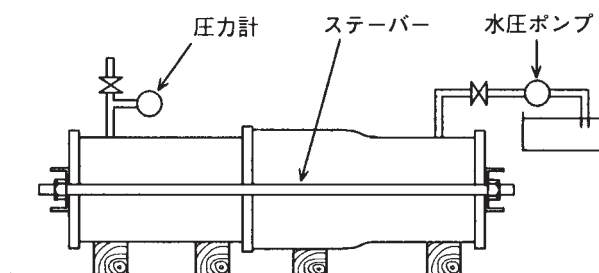


図3 水密性調査方法

### 3.3 まとめ

圧縮永久ひずみ率は、ゴムを圧縮状態から解放した時に元の寸法に復元しない割合を示す値であり、ゴム輪が水密性を維持するために必要なゴム輪の圧縮永久ひずみ率(以下、許容圧縮永久ひずみ率(A)とする)は次式により求められる。

$$A = \left( 1 - \frac{B}{C} \right) \times 100 (\%)$$

A:許容圧縮永久ひずみ率

B:水密性を確保するために必要なゴム輪の圧縮率

C:継手接合時のゴム輪の圧縮率

継手部が水密性を確保するために必要なゴム輪の圧縮率(B)は8%とされている<sup>1)</sup>。継手接合時のゴム輪の圧縮率(C)は37～43%であることから、圧縮率8%以上を得るために許容できる圧縮永久ひずみ率は78%以下となる。今回の調査結果(図4)より100年間使用した場合でも圧縮永久ひずみ率は60%以下であり、水密性を確保するために必要な圧縮率を維持するものと考えられる。

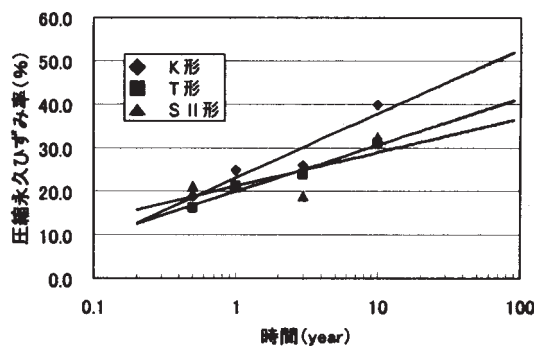


図4 圧縮永久ひずみ率の経時変化

## 4. 加熱促進後のゴム輪を用いた試験結果

100年相当加熱促進させたゴム輪を用いて、圧縮永久ひずみ率の調査および水密性調査を行った。

### 4.1 ゴム輪

圧縮永久ひずみ率の調査では、呼び径100のGX形、T形、NS形ゴム輪を用いた。

水密性調査では、呼び径250のGX形ゴム輪を用いた。

### 4.2 圧縮永久ひずみ率の調査方法および結果

ゴム輪供試試片(幅20mm)を圧縮し(図5)、54℃に保った恒温槽で静置した。所定の時間経過後に開放し、開放30分後のゴム輪寸法を測定し、圧縮永久ひずみ率を求めた。

調査の結果、GX形ゴム輪の圧縮永久ひずみ率は約40%であり、T形、NS形ゴム輪に比べ、永久変形しにくいことが判った(図6)。

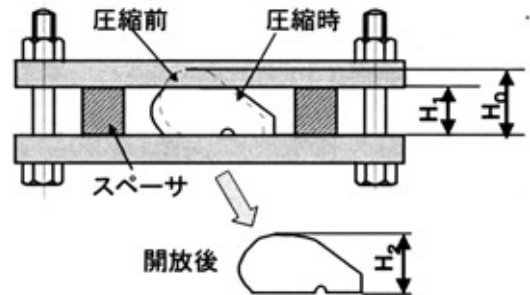


図5 圧縮永久ひずみ率の調査方法

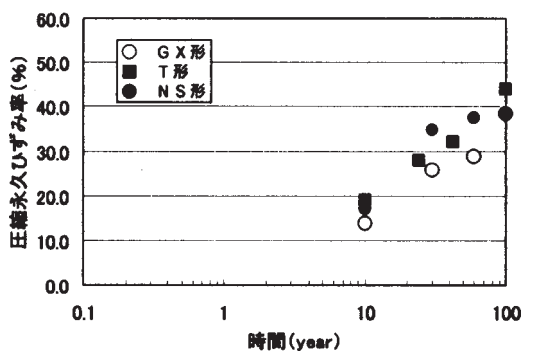


図6 圧縮永久ひずみ率の経時変化

#### 4.3 水密性試験方法および結果

GXゴム輪を接合状態で54℃に保った恒温槽で静置した。

所定の時間経過後に、水密性調査は図3と同様の方法で継手部に水圧3MPaを負荷した状態で5分間保持したが、すべての継手で圧力低下や漏洩はなく良好な水密性を維持していた。

#### 4.4 まとめ

100年相当加熱促進した結果、GX形ゴム輪はT形、NS形ゴム輪に比べ永久変形しにくく、水密性調査では水密性に問題がないことが判った。

### 5.おわりに

今回の調査により、ダクタイル鉄管の継手のゴム輪は長期にわたり使用されてもその物性を維持し、優れた水密性を発揮し続けることが判った。また、100年相当加熱促進後のGX形ゴム輪が長期的に水密性能を保持できることを確認した。

以上のことから、GX形ダクタイル鉄管のゴム輪は長期耐久性に優れていると言える。

参考文献1) 東京ガス株式会社導管技術開発センター他、  
ダクタイル鉄管協会誌、第56号、pp.48-56(1994)



## ダクタイトイル鉄管に関する 素朴な疑問集 (その22)



**切管の施工方法やその注意点について教えてください。**



GX形直管の切管部には、直管受口接合用のP-Link、異形管受口接合用のG-Linkを使用することで切管部における挿し口突部の形成が不要となります。1種管、S種管のいずれも切管可能です。なお、エンジンカッター使用の際は、管軸に対して垂直に真直ぐ切断してください。P-LinkおよびG-Linkを使用した場合の継手構造を図1、2に示します。

また、NS形と同様に施工現場で所定の溝切り加工を施し、挿し口突部を形成するための切管用挿し口リングもあります。切管用挿し口リングを使用する場合、切用管は必ず1種管を使用して下さい。

切管端面または溝切部については、面取り加工を行い、ダクタイトイル鉄管切管鉄部用塗料で塗装を行ってください。

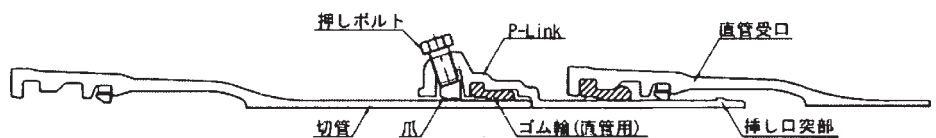


図1 P-Linkを使用したGX形直管の継手構造

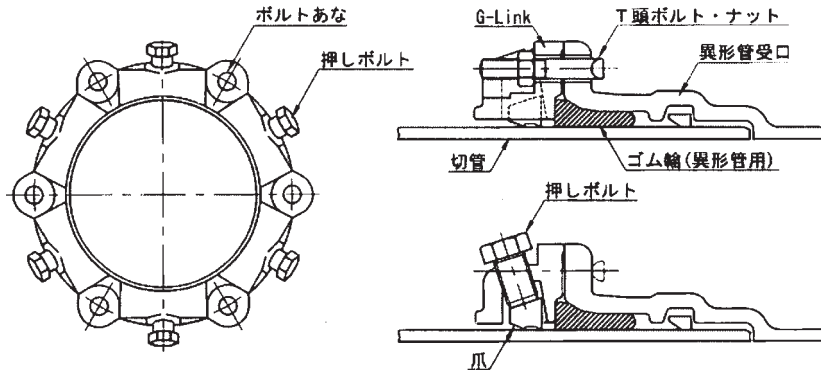


図2 G-Linkを使用したGX形異形管の継手構造

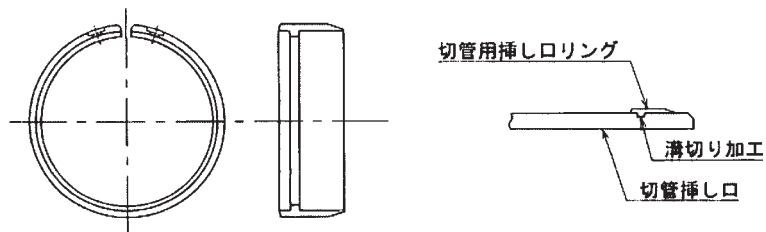


図3 切管用挿しロリング



## P-LinkやG-Linkを取付ける場合に曲がってしまっても良いのでしょうか？



P-LinkとG-Linkは真直ぐに取り付けてください。

P-Linkは直管の挿し口（挿しロリングの代替品）という位置付けであり、屈曲させることは想定していません。また、通常はP-Linkの押しボルトを締め付けることにより、P-Linkと切管は真直ぐに接合された状態になります。

異形管受口と切管挿し口の接合もG-Linkを用いて行う場合には、継手の構造により曲がらないようになっています。

ただし、継ぎ輪と切管挿し口の接合をG-Linkを用いて行う場合には、直管の継手部と同様に曲げることができます※。

※管路の屈曲角は一箇所で集中して曲げるのではなく、数力所の継手に分散することが好ましい。



## 既設管との接続はどのようにするか教えてください。



既設管との接続において、既設管を切断する場合の主な例を表1に示します。

その他の接続例については、技術資料「GX形ダクタイトイル鉄管管路の設計 JDPA T 57※」を参照してください。

なお、既設管との接続の場合には、新設側の継手一本分に必ずポリエチレンスリーブを被覆させていただきます。

※ 各種技術資料は日本ダクタイトイル鉄管協会HP (<http://www.jdpa.gr.jp/>) からダウンロードできます。

表1 既設管を切断する場合の接続方法

<p>(1) 既設を切断し、GX形直管受口を接合する場合</p> <p>[既設] 直管を切断</p>	<p>GX形継ぎ輪またはGX形両受短管</p>	<p>[新設] GX形直管</p>
<p>(2) 既設を切断し、GX形直管挿し口を接合する場合</p> <p>[既設] 直管を切断</p>	<p>GX形継ぎ輪またはGX形両受短管</p>	<p>[新設] GX形直管</p>
<p>(3) 既設を切断し、GX形異形管挿し口を接合する場合</p> <p>[既設] 直管を切断</p>		<p>[新設] GX形異形管</p>



## なぜP-Linkは異形管に接合できないのでしょうか？



このP-Linkは有効長が短く、ゴム輪と押輪をP-Linkに預けて接合することができないため、切管を異形管受口に接合する場合には使用することができません(図1 P-Linkと異形管受口が接合できない理由を参照)。

異形管受口と切管を接合する場合には、G-Linkを使用してください(図2 切管と異形管受口の正しい接合を参照)。

なお、切管用挿し口リングを用いる場合は、P-LinkやG-Linkを使用しません。

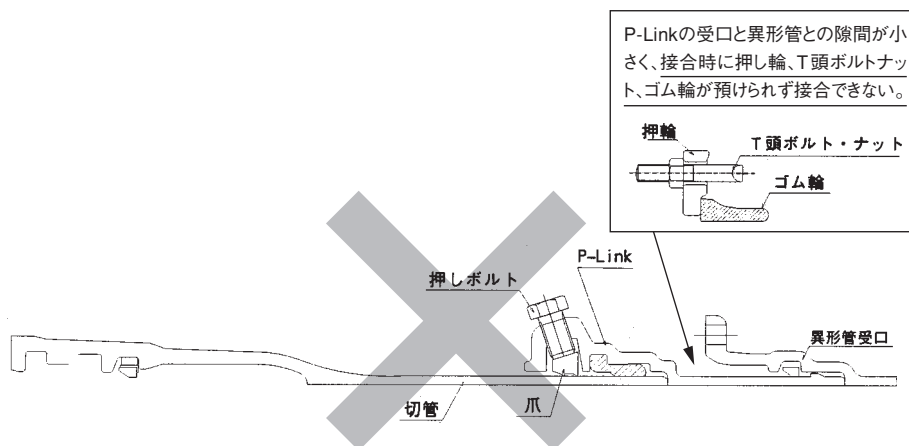


図1 P-Linkと異形管受口が接合できない理由

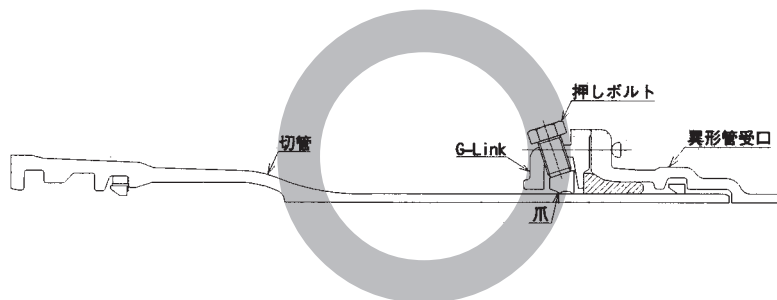


図2 切管と異形管受口の正しい接合

# 協会ニュース

支部便り(北海道)

支部便りは、協会各支部の活動内容を紹介するコーナーです。今回の支部便りは、来年日本水道協会第81回全国総会が旭川市で開催される北海道支部をご紹介します。

## 1.北海道支部の概要

担当地域:北海道

住 所:〒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)

TEL:011(251)8710 FAX:011(522)5310

人員構成:支部長 相馬 英敏

職 員 稲垣 恵



相馬支部長と稲垣さん

## 2.北海道支部歴代支部長

昭和44(1969)年4月1日	北海道支部を北三条ビルに開設
昭和44(1969)年4月1日	武光 小太郎 初代支部長に就任(~S49.7.1)
昭和49(1974)年7月2日	黒地 政美 支部長に就任(~S60.7.31)
昭和49(1974)年12月3日	安田生命札幌ビルに移転
昭和60(1985)年8月1日	岡本 成之 支部長に就任(~H11.5.31)
平成11(1999)年6月1日	松見 紀忠 支部長に就任(~H17.5.31)
平成16(2004)年4月10日	現在のセコム損保札幌ビルに移転
平成17(2005)年6月1日	土榮 紘一 支部長に就任(~H23.4.30)
平成23(2011)年5月1日	相馬 英敏 支部長に就任(~現在に至る)

## 3.支部長談話

本年5月に支部長として就任した相馬です。よろしくお願ひいたします。

さて、平穩に迎えた2011年でしたが、3.11の「東北地方太平洋沖地震」、9月の台風で日本列島は、甚大な被害を受けておりますが、被災地の1日も早い復興・復旧を願っております。

水道事業に携わる方々は、災害の都度、安定的に「命の水」を供給できる水道システムのあり様を検証され、その知見を基により良き水道施設整備にご尽力されていることかと思ひます。

北海道支部では、水道事業体をはじめ、各ユーザーの皆様のお力になれるように、これまで協会で蓄積してきた多様な技術情報の発信に努めております。

皆様方からの相談・問合せ等何でも結構ですのでお寄せいただきたいと思ひます。

お近くにお越しの際は、ご遠慮なくお立ち寄り下さい。細身の2人がお待ちしております。

## 規格ニュース

## J D P A G 1 0 4 9 ( G X 形ダクトイル鋳鉄管 )

GX形ダクトイル鋳鉄管(以下、GX形管という。)は、呼び径75~250の耐地盤変動用の管として、平成22年10月6日付けで制定した。また、平成23年4月1日付けでソフトシール仕切弁(以下、GX形バルブという。)を追加して改正した。

## 1. GX形管及びGX形バルブの特徴

## 1.1 GX形管

GX形管は、NS形管と同等の継手性能〔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°)を有し、施工性の向上を図るために直管はプッシュオンタイプ、異形管はメカニカルタイプの継手とした。

また、切管部の施工性の向上を図るために溝切加工が不要なP-LinkとG-Linkを規定した。

さらに、長寿命化を図るために外面に耐食塗装を行い、より経済的な対応ができるように狭い掘削溝幅での接合が可能とし、外面耐食塗装によってポリエチレンスリーブレス化を図れるようにした。

## 1.2 GX形バルブ

GX形バルブは、JWWA B 120(水道用ソフトシール仕切弁)に準じたものとし、次の内容を変更した。

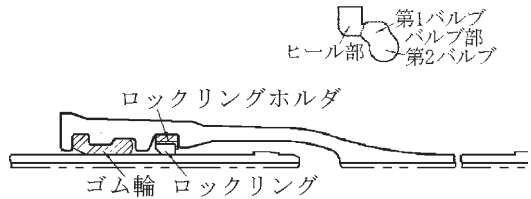
適用範囲 一般用とし、水道用以外にも広げた。  
 口径 呼び径75~250のみに限定した。  
 種類 3種(呼び圧力10K)のみに限定した。  
 継手 異形管の受口に合せてGX形とした。  
 塗装 弁箱外面には耐食塗装を行い、下水道に用いる場合の継手部内面の塗装は液状エポキシ樹脂塗装とした。

## 2. GX形管及びGX形バルブ構造

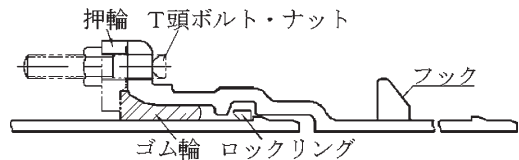
## 2.1 GX形管

直管

ゴム輪(Twin Bulb構造)



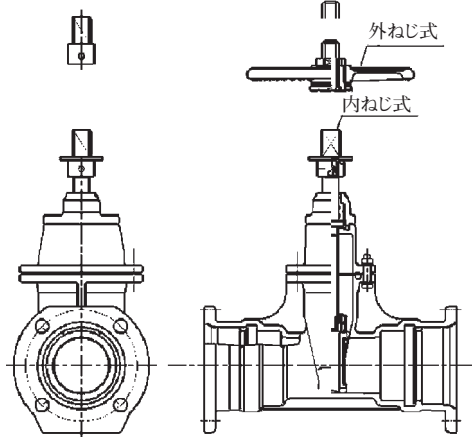
異形管



※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です。

## 2.2 GX形バルブ

右回り開きの  
キャップ

## 論文索引

### ●No.71

- 安全なおいしい水の安定供給を目指して——内堀政行  
 日本最大規模のダクタイトイル鉄管製樋門の建設 吉野川水系・飯尾川第一樋門——山下久男  
 佐賀西部広域水道用水供給事業におけるS形ダクタイトイル鉄管の使用について——中島英憲  
 推進工法による樋門および遮水壁の構築について(呼び径26000mm遮水リング付き推進工法用ダクタイトイル鉄管を使用して)——竹中敬司・鶴崎秀樹  
 2001年芸予地震による水道管路被害調査結果——戸島敏雄・大濱博保・嘉戸善胤

### ●No.72

- 柔構造樋門対応の推進樋管  
 遮水壁函体内築造工法を使用して——末吉正志・井上幸治  
 呼び径200mmFT形ダクタイトイル鉄管 水管橋の施工事例——榮 富也・巽 文男  
 呼び径1800mmダクタイトイル鉄管による堀越送水トンネル更新工事——小川信生  
 シリア・アラブ共和国ダマスカス市における漏水防止活動について——鈴木千明

### ●No.73

- パイプインパイプ工法による工業用水道管路の更新工事——鈴木 勉・山口浩司  
 総武トンネル湧水対策工事にダクタイトイル鉄管を採用して——秋山淳志  
 蹴上浄水場施設更新事業について——松本博司  
 塩化第一鉄添加による下水圧送管の硫化水素対策——樋渡真澄  
 管路総合評価システムと配水管整備の考え方——藤野恭裕

### ●No.74

- 地震時における配水幹線等の被害予測およびその対応について——林 哲矢  
 愛知中部水道企業団における耐震管全面採用の経緯について——川本幸弘  
 長距離圧送管路、西川流域下水道におけるS形ダクタイトイル鉄管の採用——根本晋哉  
 ダクタイトイル鉄管製飲料水兼用耐震性貯水槽(呼び径1500mm)の設置について——濱崎幸一  
 水への決意(災害に強い水道づくり)——中澤賢一  
 福岡市における技術研修の変遷と「水道技術研修所」の創設——岡 巖

### ●No.75

- エポキシ樹脂粉体塗装管の導入について  
 —掘り上げ調査による耐久性評価と水質面における効果———芝田至弘  
 熊本市水道局における内面エポキシ樹脂粉体塗装管の小口径全面採用の経緯について  
 ～性能比較と費用対便益試算～——園田 実・中島博文  
 名古屋市におけるエポキシ樹脂粉体塗装管の採用——林 哲矢  
 海水淡水化施設(国内最大規模)と内面粉体塗装ダクタイトイル導水管——黒田英俊  
 土地区画整理事業におけるエポキシ樹脂粉体塗装管の採用事例——西川 暁  
 会津若松市における鋳鉄管路の診断について——芦澤保彦  
 2003年十勝沖地震における水道管路被害調査結果概要——金子正吾・鉛山敦一・戸島敏雄

### ●No.76

- 高機能ダクタイトイル鉄管採用の経緯——山下幸夫・江原正光  
 事業体間緊急時用連絡管(N S形呼び径400)布設工事について——分部秀樹  
 白木市上下水道課における高機能ダクタイトイル鉄管採用の経緯について薬師寺満・小坂郡師  
 熊谷市水道部における内面エポキシ樹脂粉体塗装ダクタイトイル鉄管採用の経緯——田島英之・神沼直樹  
 北九州・香春緊急時用連絡管整備事業における高機能ダクタイトイル鉄管の採用——下原良信・古賀辰久

### ●No.77

水道事業ガイドラインの活用(大規模事業体における事例)

- 札幌市水道局——木村英世  
 仙台市水道局——田元克実  
 東京都水道局——佐々木宏章  
 横浜市水道局——林 秀樹  
 名古屋市上下水道局——石川美直  
 京都市上下水道局——吉田重光  
 大阪市水道局——安藤朝廣  
 神戸市水道局——安藤伸雄  
 広島市水道局——宮本 晃  
 福岡市水道局——山本高志

## 水道事業ガイドラインの活用(各地域における事例)

釧路市上下水道部	野下一雄
秋田市上下水道局	大淵 廣
塩竈市水道部	佐々木栄一
横須賀市上下水道局	経営戦略担当
富山市上下水道局	住田 勤
高岡市水道局	鷲塚正吉
豊中市水道局	榎本弘志
松江市水道局	宅和勝美
徳島市水道局	福成照夫
宮崎市上下水道局	川崎 守

## 財政計画と水道事業ガイドライン

福島市水道局	今泉 繁
尾崎市水道局	藤川芳伸

## 水道管路整備と水道事業ガイドライン

小樽市水道局	平川 徹
静岡市企業局	近藤徳司
熊本市水道局	坂田憲盟

## 水道広域化と水道事業ガイドライン

水道事業の再編・統合と今後の課題	熊谷勝弘
------------------	------

## ●No.78

ダクタイト鉄管US形カーブ推進工法の施工事例	爪川博夫
さいたま市水道局における施設設備更新と老朽管更新事業	島崎 肇
川越市における管路更新の考え方について	飯島 茂
費用対効果分析を活用した水道老朽管更新計画	河口多吉
鯖江市における老朽管更新事業について	田中憲男
名古屋市における送配水幹線の更新優先度の定量評価について	小島 昇
豊中市水道局における施設整備の取り組みについて	片羽正俊
管路更新計画の策定について	西山淳作
高松市における配水管更新優先度順位検討	多田弘二・遠藤智義
将来管網における機能評価を考慮した管路整備計画案の検討	松山満幸

## ●No.79

## 地域水道ビジョンと管路施設整備

帯広市上下水道部	辻田克己
石狩市水道部	下野 進
八戸圏域水道企業団	大久保 勉
盛岡市水道部	山崎博也
田野畑村	産業振興課
秋田市上下水道局	大淵 廣
鶴岡市水道部	白幡 均
郡山市水道局	佐藤満夫
宇都宮市上下水道局	関口修二
さいたま市水道局	下村政裕
越谷・松伏水道企業団	須賀清光
千葉県水道局	三浦 明
八千代市上下水道局	氏家 稔
横須賀市上下水道局	金井慎司
静岡市企業局	近藤徳司
岐阜市上下水道事業部	北川哲美
鈴鹿市水道局	水野孝夫
彦根市水道部	塚田勇三
大津市企業局	中尾英敏
長岡京市上下水道局	板杉保英
高槻市水道部	山崎文雄
岡山市水道局	永野秀樹



## ●No.80

100年の歴史

函館水道100年と管路整備 ————— 天満茂夫

下関市水道事業100年の歴史とダクタイル鉄管との歩み ————— 白石則仁

ダクタイル鉄管の50年

耐震管の採用と評価について ————— 大久保 勉

東京水道の沿革とU形ダクタイル鉄管の採用 ————— 秋山 茂

配水管整備におけるPIP工法と今後の水道事業の取り組みと課題 ————— 吉田重光

ダクタイル鉄管これからの100年

稚内市水道事業の現況と耐震化への取り組み ————— 野川弘昭

釧路市における配水管の管種について ————— 小田嶋武雄

実管路において長期間埋設された外面ポリエチレンスリーブ装着管の評価 ————— 中村郁也

旭浄水場更新工事における大口径NS形管の採用と経緯について ————— 森下 明・芝大悟

呼び径800PN形ダクタイル鉄管によるパイプインパイプ工法 ————— 松尾新太

巨大タンクから原水を安心して運ぶダクタイル鉄管呼び径500NS形管の採用と経緯について

————— 宮良長欣

## ● No.81

横浜市における技術の継承・人材育成 ————— 久保田 照文

豊川市の水道事業と水道管路施設の耐震化について ————— 白井 忠好

大阪市水道局における技術の伝承と人材育成について ————— 速水 義一

阪神水道企業団の管路整備 ————— 三島 和男

平成19年能登半島地震における水道管路の被害について

————— 西楨伸充・川原 聡・高橋新平・大濱博保・森田真子・荒川範行

平成19年新潟県中越沖地震における水道管路の被害について

————— 打越 聡・森田真子・辻 研吾・香川崇哲・山根秀二・荒川範行

## ● No.82

札幌水道初のシールド内配管(呼び径1500US形ダクタイル鉄管)の布設について ————— 木下 新一

仙台市水道局における耐震化計画について ————— 江戸 哲

「ポリエチレンスリーブ」に関する共同研究 ————— 森川智之・古屋泰徳

川西市水道事業における水道管路の耐震化について ————— 肥爪 重信

分散型耐震貯水槽U字タイプ(呼び径2600mm, 300m<sup>3</sup>)の施工について ————— 弘田卓也・宮田昌和

玄界島復興事業における配水管耐震化について ————— 吉岡 信茂

ポリエチレンスリーブの実管路における長期防食性能 ————— 清水宏明・宮田健司・船橋五郎

## ● No.83

苫小牧地区工業用水道改築事業における耐震継手ダクタイル鉄管の採用について

————— 村上聖志・金子幸正

十日町市上水道事業耐震化計画について ————— 貴田 幸吉

名古屋市の新たな大動脈、その完成に向けて～春日井送水幹線布設における技術上の取り組み～

————— 高見 亨

管路の耐震化とNS形改良ゴム輪の採用について ————— 柴田 教人

京都市水道事業における管路の更新と耐震化について ————— 鈴木 秀男

平成20年岩手・宮城内陸地震における水道管路の被害について

————— 飯出 淳・小淵清志・山根秀二・林 昌信・打越 聡・荒川範行

## ● No.84

室蘭市における基幹管路の耐震性向上について—NS形ダクタイル鉄管呼び径500の採用について

————— 佐藤 肇ほか

さいたま市における管路の耐震化対策とダクタイル鉄管の採用事例 ————— 有吉 寛記

埼玉県営水道における管路更新の検討方針について ————— 栗原 哲男

管路整備へのアセットマネジメントの適用について ————— 山崎 弘太郎

呼び径250FT形水管橋の施工について(ダクタイル鉄製単独水管橋) ————— 牟田 義次

岡山市水道事業における管路更新について ————— 宗友 信夫

## ● No.85

堺市の施設整備改良事業計画における老朽管更新と耐震化の考え方 ————— 村井 昌利

福井市における管路更新及び耐震化計画について—災害時に強い水道を目指して ————— 渡辺 優治

泉佐野市における配水管路更新の検討について ————— 植野 雅人

広郷浄水場緊急整備事業について ————— 小野 政道

日比谷共同溝内呼び径2200雨水管きょ布設工事について ————— 安田 茂人

NS形ダクタイル鉄管(呼び径500)による橋梁添架管の施工について ————— 杉山 洋介

## ●No.86

水道事業持続への展望 ～人づくりとものづくり～ ————— 大沼 博幹  
 緊急貯水槽の設置について・災害に強い水道を目指して— ————— 岩田 康幸  
 小規模事業者でもやればできるアセットマネジメント

—矢巾町水道事業の実践から— ————— 吉岡 律司

国営農業水利事業における地すべり地帯へのNS形ダクタイトイル鉄管適用事例————— 三浦 耕三

中能登町における水道事業の課題と施設整備計画について————— 中村 中

西宮市水道施設整備計画とアセットマネジメントを取り入れた老朽管更新の考え方—— 山崎 勝博

基幹管路の更新と耐震化検討 —名護～本部送水管について— ————— 東恩納 宏

## ●No.87

「安らぎと潤い、豊かな暮らしを支える水道」の実現に向けて————— 仙波 聖梧・伊藤 幸治

横浜市水道局の新たな老朽管更新（耐震化）計画について————— 鈴木 雅彦

急傾斜地における屈曲配管された既設管内へのパイプインパイプ工法

（呼び径600P N形） ————— 渡邊 紀喜

宝塚市水道事業におけるアセットマネジメントを考慮した管路更新の考え方について

————— 岩城 博昭

山形市における停留式耐震貯水槽（災害対策用小型造水機併用）の採用事例について

————— 阿部 博康

災害に強い水道を目指して ～耐震貯水槽の設置～ ————— 川副 直文

## ●No.88

大阪市水道局における事業継続計画（BCP：Business Continuity Plan）の策定について

————— 相良 幸輝

嵐山町における新耐震管GX形ダクタイトイル鉄管の採用と管路耐震化に向けた取り組みについて

————— 栗原 淳

新耐震管GX形ダクタイトイル鉄管の施工について ————— 高橋 尚子

室蘭市における呼び径100GX形ダクタイトイル鉄管の採用事例について ————— 岩上慎二・中田 悠樹

信頼性の高い水道構築・次世代に継承していく木津川市水道を目指して ————— 池田 元次

京都市新山科浄水場導水施設の耐震化について ————— 盛田 茂樹

2011年東北地方太平洋沖地震での地盤変状及び水道管路被害状況調査結果

————— 日本ダクタイトイル鉄管協会東日本大震災復旧・復興対策本部

# 信頼ある三ツ輪の各種ガス機器

## 営業品目

- ・ガス用GMIIダクタイル鑄鉄異形管
- ・鑄物素材製造加工
- ・ガス用各種ガバナ
- ・厨房機器部品
- ・ガス用ガバナボックス
- ・NC、MC、汎用旋盤等機械加工
- ・ポリエチレン管・EF継手販売
- ・治具、工具、設計及び加工
- ・ガス用各種設備器材製造・加工

### 日本フィッシャ製ガバナ

S201



R72



株式会社 **三ツ輪機械製作所**

本 社 工 場 名古屋市熱田区池内町2番6号  
 〒456-0005 電 話 <052> 881-7151(代)  
 FAX <052> 881-7154

**80th** おかげさまで  
 創業80周年

2012年2月九州鑄鉄管株式会社は  
 創業80周年を迎えます

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

## 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

#### Σ-RV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

#### ハイジャスター®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

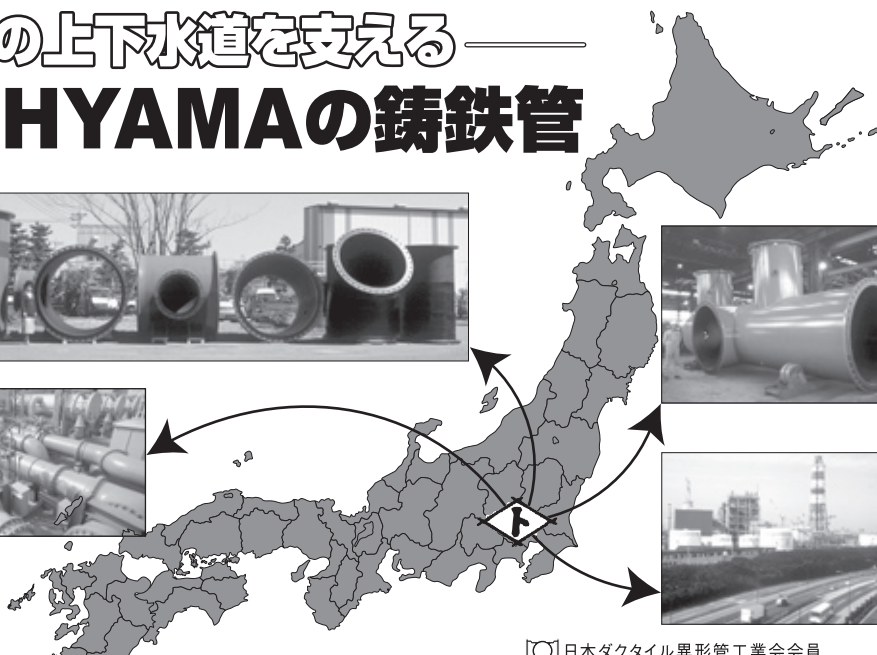
#### ハイビット®

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 / 福岡市博多区堅粕5丁目8番18号(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丁目10番6号(ヒノデビル) 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  
工業用下水道用  
ポンプ用 } ダクタイル鑄鉄管  
(口径75%<sub>m</sub>~3,000%<sub>m</sub>)



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

