発行年	号数	タイトル	著者	概要
1998年	No.65	藻岩第1幹線更新について	札幌市水道局 工務部南部配水事務所 所長　川上　忠義 工務部計画課計画係 阪　庄司	札幌市の水道事業は、「21世紀の札幌にふさわしい水道の構築」をメインテーマに第3次施設整備事業（平成12年度目標）を実施中で、併せて昭和59年度から老朽管の更新事業も進めている。同更新事業の一つ創設時に布設された藻岩第1幹線の更新事業ではパイプ･イン･パイプ工法を採用。配水幹線としての機能だけでなく、耐震性を高め緊急時給水管路としてレベルアップさせることを目指している。本論では創設期からの藻岩浄水場第1幹線の役割、更新計画、配水運用、施工計画とその状況を述べている。
		屯田地区による小河川のせせらぎ回復	札幌市下水道局 建設部　西部工事課 谷内田　正人	札幌市では大正15年から下水道事業に着手し、平成9年度末で処理人口177.3万人、普及率99.0%に達し、大部分の市民が下水道を利用できるようになった。高普及を達成した現在、下水道の有する資源･施設を利用する高付加価値型の下水道整備を進めている。本論では、下水道資源、施設の有効利用と地震に強い街づくりに向けて、下水道の役割と位置づけ、また 平成10年5月より送水した「屯田地区の小河川のせせらぎの回復」について述べ、また新しい下水道の方向を追求したい、と結んでいる。
		断水工法による幹線送水管路移設の施工事例	徳島市水道局 工務課 設計係長　鴨川　達也 設計係技師　新見　直樹	徳島市の上水道事業は大正15年に給水を開始して以来、今年で72年を迎えるが、平成2年度からは市民皆水道を目指し、第4期拡張事業を進めており、現在、最重要管路である法花谷系の送水管の移設工事を行っている。本論では、この工事の目的、概要、管種の選定、工法の選定などを報告。あえてリスクの大きい断水工法で施工したが、事前の調査･検討を十分にし、工夫を積み重ねることで、経済的に、信頼性･耐久性に優れたダクタイル鉄管を移設、再構築できたと述べている。

発行年	号数	タイトル	著者	概要
1998年	No.65	久留米市における管路耐震化の取り組みについて	久留米市企業局 水道ガス部　建設課長 早田　文幸	久留米市では大正12年に水道事業を創設し、今日では給水人口233,3400人、給水普及率98%にまで達している。平成7年の阪神淡路大震災を契機に、市民や議会からも公共施設の耐震性強化の声が高まり、同年危機管理検討委員会を発足。公共施設の耐震化事業の取り組み方が検討されてきた。本論では、Ｔ形管からNS形管を採用した経緯、それによって生じた問題、今後の耐震化計画について述べている。
		桂沢水道事業団でのダクタイル管について	桂沢水道企業団 企業局長 坂上　澄夫	北海道空知南部地域の岩見沢市･美唄市･三笠町の2市1町が上水道用水の安定供給を図るため、昭和30年に道内初の広域水道事業体として桂沢ダム事業に参加することで水道企業団が設立された。本論では、桂沢水道企業団設立の経緯、創設事業、拡張事業を紹介するとともに、昨年9月、道路改修のために創設当時に埋設されたダクタイル鉄管を掘り上げる機会を得たので、その状況も併せて報告している。

ダクタイル鉄管第65号

平成10年10月

技術レポート1

藻岩第1幹線更新について

札幌市水道局工務部南部配水事務所
所 長 川上 忠義
工務部計画課計画係
阪 庄司

1. はじめに

札幌市の水道事業は、昭和12年に創設され、藻岩浄水場から、9万2千人を対象に給水したのが始まりで、その後の市勢の伸長、市域の拡大にあわせ、7期にわたる拡張事業と2次の施設整備事業を実施し、現在では、給水人口約178万人、給水普及率99.8%の大規模水道に成長した。このように高普及を達成し、潤いある市民生活と産業の発展を支える水道は、欠くことができない都市のライフラインとして、いつ如何なる時においても、安全な水を安定して供給する責務を果たしていかなければならない。

平成8年度から平成12年度までの第3次施設整備事業では、「21世紀の札幌にふさわしい水道の構築」をメインテーマとして、「災害に強い水道の実現」「水道システム機能の維持・向上」「市民サービスの充実」の3つのサブテーマを定め、藻岩浄水場の大規模改修、配水施設の新増設、老朽管の更新、災害対策など、様々な施策を展開している。老朽管の更新については、昭和59年度から計画的な更新事業(更新対象管路の延長は約540km)を着実に進めてきており、平成12年度までに、更新を完了させる予定である。また、水道の地震に対する脆弱さが露呈した平成7年1月の阪神淡路大震災を教訓とする災害対策については、避難場所への緊急貯水槽の設置拡大や配水池への緊急遮断弁設置などの給水拠点の整備、液状化が予想される地域への耐震形継手を採用する配水管布設、施設の耐震性調査・診断などを実施している。

このような中で、老朽管更新と災害対策を組み合わせる施策として、創設時に布設された藻岩第1幹線の更新を実施している。この更新では、既設管路を有効に活用するパイプ・イン・パイプ工法を採用し、配水幹線としての機能だけでなく、耐震性を高め緊急時給水管路として、大地震が発生しても水の供給を確保できる機能を有する幹線へとレベルアップさせることを目指している。すでに、平成9年度から、更新

工事を進めてきているが、ここでは、藻岩第1幹線の役割、更新計画、配水運用、施工計画と状況について報告する。

2. 藻岩第1幹線の概要と更新

藻岩第1幹線は、昭和9年から12年にかけて、藻岩浄水場から、市内中心部の大通、JR札幌駅、北海道大学を通過し、北24条までの8km、呼び径1,000mmから500mmの高級鋳鉄管で布設された。これは、40年後の昭和53年の人口および給水需要を予測した計画に基づき、最大呼び径1,000mmを採用するなど、札幌市の発展と成長の願いが込められた幹線の布設であった。以降、水道の大動脈として、市内中心部への配水を担い、本市の躍進を支えてきた。

写真1　創設時のφ1000の水圧試験

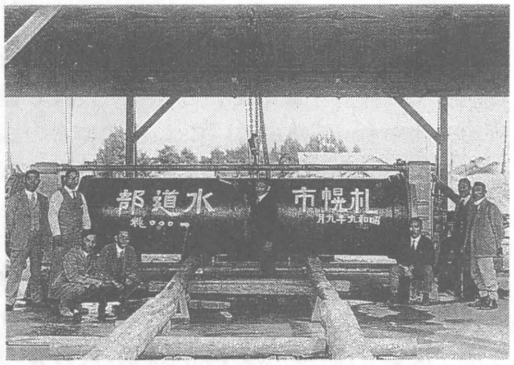
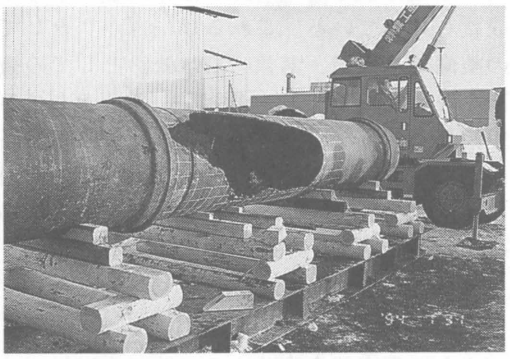


表1　藻岩第1幹線の自然折損事故

事故年次	呼び径	事故状況・原因
昭和25年	φ1000	全市断水、原因不明
昭和40年	φ800	電車、車両通行の増大に起因する折損と推定
平成3年	φ500	地震（震度2）による折損と推定
平成6年	φ800	1月3日発生 濁水戸数10000戸 電車、車両の荷重条件や埋設の変化による管体の支持条件の悪化が原因と推定

しかし、表1のとおり昭和25年、40年に大規模な自然折損事故が発生したとともに、将来の濁水発生も懸念され、先に述べた昭和59年度からの老朽管更新事業において更新を実施した。全8kmのうち、他の幹線による配水が可能であった上流側、φ1000とφ900の2.4kmについては、昭和60年度から61年度にかけて断水し、PⅠ形およびPⅢ形ダクタイル鉄管（当時としては、全国初の試みであった90°曲管部での管内ドッキング工法に使用）によるパイプ・イン・パイプ工法で更新した。一方、下流側φ800～φ500の5.6kmについては、藻岩浄水場配水系の幹線網を充実させネットワークを形成し、不測の事故などに備えることとしていたが、平成6年1月に自然折損事故が発生したことから、藻岩浄水場配水系の幹線布設計画を見直し、同年12月に、他の幹線へ配水を切替えた。これにより、藻岩第1幹線の下流部分（今回の更新部分）は運用停止となり、配水管としての役割を終えるところであった。

写真2　平成6年に自然折損した管φ800



しかし、

①市内中心部を縦断する道路に占用する貴重な地下空間であることから配水管路として有効に活用することが最も望ましい。廃止する場合には、道路陥没を防ぐために、管内にエアモルタルを充てんする必要があり、工事費として、5億円程度を要する。

②阪神淡路大震災により、被災時における飲料水、生活用水、消火用水の確保がクローズアップされ、災害時の水の確保を目的とする整備が求められている。

③同震災では、耐震形継手を採用した管路の耐震性が証明され、被災時にも配水できる耐震管路や都市防災を意識した耐震管路網の形成が、配水管整備の新たな課題となっている。

以上の理由により、藻岩第1幹線を外装管として有効活用するパイプ・イン・パイプ工法で更新することとした。その上、耐震化を図り、大地震に襲われても、都市の中枢機能が集中している市中心部への給水を確保できる緊急時給水管路の機能を備えることとした。

3. 藻岩第1幹線の役割

藻岩第1幹線は、平常時においては、配水管として、本来の役割を担うが、緊急時給水管路および耐震管路として、以下の役割を担うこととしている。

3—1 飲料水と生活用水の確保

本市では、被災時における給水拠点として初期の飲料水を確保する緊急貯水槽を、生活用水を確保するために配水池に緊急遮断弁を設置してきている。これらは、「点」としての整備であるが、緊急時給水管路としての機能を併せ持つ藻岩第1幹線は、「線」としての整備となる。藻岩浄水場が損傷を受け浄水停止とならなければ、連続的に飲料水と生活用水を供給でき、もし、万が一、藻岩浄水場が停止となっても、管内貯留水を供給することが可能となり、被災時に果たす役割は極めて大きいと考えている。

また、都心部を縦断する管路で、市役所、北海道庁、北海道警察などの行政機関や北海道大学付属病院をはじめとする医療機関が、管路の沿線にある。これら都市の中枢機能が集中している地域に対し、速やかな応急給水が可能となることは、都市機能を支える上で大きな効果が期待できる。

3—2 消火用水の供給

阪神淡路大震災では、小さな火災を消火できないために、広範囲に延焼し、神戸市だけで約82haが焼損した。テレビの映像には、水が出ない消火栓、放水できない消防車、川の水をバケツで汲み延焼を防ごうとしている被災者の姿が映し出されていた。この大火災は、地震による甚大な被害を、さらに深刻なものとした。この震災以降、被災時における消火用水の確保策が講じられてきているが、水道事業にも、何らかの策が求められている。

この更新により大地震に耐えられる藻岩第1幹線は、消火用水も確保することとしている。被災直後から、有圧で連続供給が可能であり、消火栓ホースと消防車を連結すると、管路から約500mの範囲までの消火活動を可能とする。これにより、被災者の生命はもちろんのこと、市内中心部の重要な施設や資産を火災から守ることができ、被災後の混乱を緩和することができる。

3—3 耐震幹線網の起点

本市では、施設の耐震化に向けて、様々な角度から調査検討を進めている。中でも、最も被害を受けやすい管路については、耐震継手の採用や都市防災を視野にいれた耐震幹線網の形成が重要な課題となっている。現在、新たな地域防災計画の策定に併せて見直しされた直下型震度6強の想定震度に基づき、管路被害の再評価を実施している。この結果から、管路の重要度を決定し、耐震化の優先度を設け、今後の事業計画に反映させる予定である。

この計画策定に先立ち、藻岩第1幹線については、都市の重要施設が近接している布設ルート、応急給水拠点の併用、浄水場との直結などから、重要幹線として耐震化し、本市最初の防災機能を兼ね備えた耐震幹線として位置づけることとした。創設時には、この幹線を起点として幹線網が形成され、そして、更新後には、再び起点として耐震幹線網が形成されることになる。

4. 更新計画

4—1 管路の基本形態

(1) 耐震性の確保

既存の藻岩第1幹線を外装管として、耐震管を挿入するパイプ・イン・パイプ工法を採用す

ることにより、耐震性の高い二重管構造の管路とする。また、すでに更新されている上流側についても、二重管構造となっており、藻岩第1幹線の全体が耐震管路となる。

また、管路からの分岐については、分岐以降の管路の損傷による濁水や減断水の影響を避けるために、管路終点部の緊急遮断弁以降から配水する方式とする。ただし、将来は、この管路から分岐する耐震管路を布設する予定である。

(2) 貯留機能

被災により藻岩浄水場が停止したり、上流部分が損傷を受け、供給が途絶えても、管内の水を貯留できるように、管路の起終点に緊急遮断弁を設置する。また、外装管口径より1サイズだけ小さい挿入管口径とし、都市の中枢機能を支えることが可能となる管内貯留量1,200m³を確保する。

(3) 給水装置

管路付近の市民による応急給水活動および消火活動を前提とした緊急用給水口を設け、消火栓兼用給水栓を設置する。なお、給水栓の分岐はパイプ・イン・パイプ工法の立坑部とする。

【更新計画の概要】

管路延長　5,600m

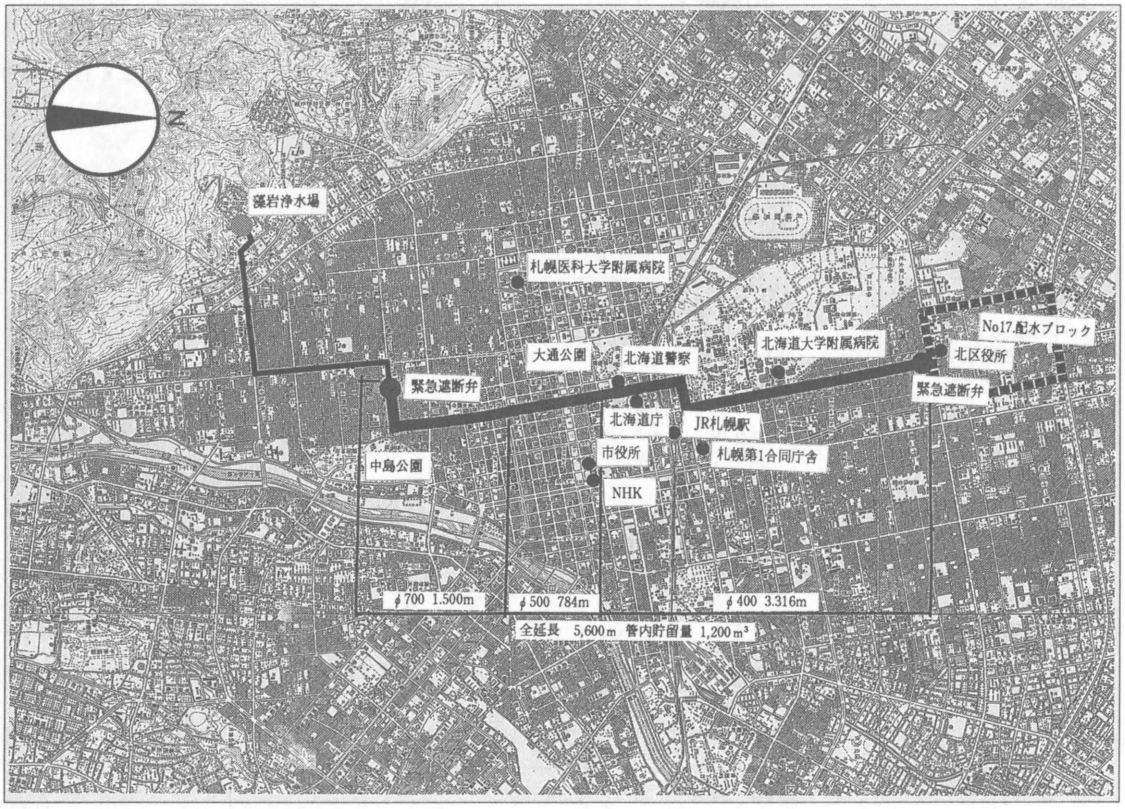
(中央区南11条西9丁目～北区北24条西5丁目)

挿入管　　PⅡ形ダクタイル鉄管

管長4m、2種管

φ700(外装管φ800)	1,500m
φ500(　〃　φ600)	784m
φ400(　〃　φ500)	3,316m
管内貯留量	1,200m³
緊急用給水口消火栓兼用給水栓	25基
緊急用給水口標示柱	25ヶ所
緊急遮断弁室	2ヶ所
仕切弁室	4ヶ所
空気弁室	6ヶ所

図1　更新計画図



4—2 管体の耐震化

(1)管種および継手の選定

パイプ・イン・パイプ工法による更新が前提の条件となることから、耐震形継手を有するダクタイル鉄管と鋼管について、耐震特性と経済性について比較検討した。

なお、耐震形継手については、PⅡ形とS・SⅡ形があり、両者とも同程度の耐震性を有しているが、S・SⅡ形は、挿入管の口径が外装管より2サイズ以上小さい口径となり貯留水量が少なくなることからPⅡ形とし、比較した。

【比較の条件】

①立坑間の距離は100mとする。

②既設管路は直線で埋設されていると仮定する。

③挿入管口径は、既設がφ800、φ600、φ500のためそれぞれ1サイズ口径落とし、φ700、φ500、φ400とする。

④地震時の地盤歪は1%とする。

(100mで地割れ幅の合計が1mとなる。)

⑤—1

管種はパイプ・イン・パイプ用耐震継手PⅡ形(継手伸縮量1%)管長4mとする。

⑤—2

鋼管は地盤歪の0.3%を管体で、0.7%を可撓管で吸収するものと仮定する。

表2の比較検討の結果、耐震特性および経済性の両方に優れているPⅡ形ダクタイル鉄管を採用することとした。

弁室部分については、KF形ダクタイル鉄管、弁室の外側にはダクタイル鋳鉄製伸縮可撓管を挿入し、歪みを吸収することとした。

(2) 外装管と挿入管との間のモルタル充てん

外装管と挿入管との間に充てん物がない場合、地盤変位の伝達率が低くなり耐震的には優位となることが一般的に言われているが、ここでは、PⅡ形継手の離脱阻止力0.15Dtfから、引張および圧縮方向についての耐震性を検証した。

①モルタル充てんを行わない場合

《引張方向》

外装管からの地盤変位の伝達は非常に小さくしかも、S形継手と同じ伸び量があり耐震上問題ない。最終的に離脱阻止状態となっても、継手に作用する引張力は管の自重と水重による摩擦力であり、地盤に拘束されていると仮定しても、φ800で0.03Dtf<0.15Dtfとなり十分に安全である。

表2　耐震特性および経済性の比較表

項　目	PⅡ形ダクタイル鉄管	鋼　管
規　格	JIS G 5526・5527 (ダクタイル鋳鉄管・異形管)	JIS G 3443・3451 (水輸送用塗覆装鋼管・異形管)
地震被害率	阪神・淡路大震災での被害率 (日水協資料より) メカ継手　平均被害率　0.488件／km φ300～φ450　0.480件／km φ500～　0.061件／km 耐震継手　0.0　件／km	溶接鋼管　平均被害率　0.473件／km φ300～φ450　0.410件／km φ500～　0.357件／km
継手構造	伸縮・可撓性があり、受口と挿口がかかり合って離脱防止機能がある。	裏波溶接棒使用片面溶接
耐震性	◎	○
構造物との取合い	○	○
耐食性	◎	△
施工性	◎	△
経済性	○	△

◎:特に優れている、　○:優れている、　△:劣っている

PⅡ形管の重量　ϕ800　2種管　1,146kgf／4m
水の重量　2,010kgf／4m
全重量　3,156kgf／4m
計　78.9tf／100m
地盤拘束された場合の管と地盤の摩擦力
0.3Dtf／100m
f=0.3×78.9tf／100m=0.03Dtf／100m

《圧縮方向》

外装管からの地盤変位の伝達は非常に小さいために問題ない。

②モルタル充てんを行う場合

《引張方向》

土中埋設管の場合は、離脱阻止状態にある管路全長の抵抗力を考える必要があるが、パイプ・イン・パイプ工法の場合は、一旦、モルタルと管外面の付着力がなくなれば、ほとんど拘束力がなくなることから、管1本分の抵抗力のみを考慮すればよい。

管とモルタルの最大付着力　8tf／m^2
ϕ800管とモルタルが滑る最大引張力
0.10Dtf<0.15Dtf
となり、安全である。

《圧縮方向》

外装管の圧縮方向に作用する力は、
$F=\mu\cdot\pi\cdot D\cdot L/4000$
≒0.075Dtf<0.15Dtf
μ:管と土の単位面積当りの摩擦力 1tf／m^2
L:地震波の波長　100m
となる。挿入管への伝達は小さく、継手には0.075Dtfより小さい圧縮力しか作用しないことから、問題はない。

以上より、モルタルの充てんの有無に拘わらず、地震時には、安全である結果が得られたが、充てんを行わない方が、耐震性はより高いことになる。一方、この場合には、路面の陥没が懸念されるが、外装管と挿入管との間隙が狭いために、陥没に至る可能性が極めて少なく、また、地下水位が低く、空隙に流入しないために管外面が腐食する心配はない。以上より、この更新では、モルタルを充てんしないこととした。

4－3 管長および管厚

外装管が、高級鋳鉄管の最大許容曲度で布設されていることを仮定して、挿入管1本の管長を検討した。

$L=2(D_0-a\cos\phi)/\sin\phi-P$
$a=(D_2+D_5)/2$
$\phi=\theta/2$
L：挿入管の管長
D_2：挿入管の管体部外径
D_5：挿入管の受口部外径
P：挿入管の受口部呑み込み寸法
D_0：外装管の最小内径
θ：外装管の曲がり角度

表3の結果から、6m管では挿入が困難となり、また、交通量からみて立坑を小さくすることが望ましいことから、4m管を使用する。

管厚については、土かぶり1.22m～2.93mで、しかも、4－2(2)でモルタル充てんを行わなくても管外面の腐食の心配はないとしているが、安全を考慮して2種管とする。

表3　挿入管の管長

項目	記号	挿入管口径		
		ϕ400	ϕ500	ϕ700
挿入管の管体部外径	D_2	406.4	508.0	711.2
挿入管の受口部外径	D_5	454.4	558.0	759.2
挿入管の受口部呑み込み寸法	P	235	235	235
外装管の管長	1_0	4,000	4,000	4,000
外装管の最小内径	D_0	500	600	800
外装管の曲がり角度	ϕ	47.5′	40.0′	40.0′
$(D_2+D_5)/2$	a	430.4	533.0	735.2
挿入管の管長	L	4,805	5,521	5,331

4―4 消火栓兼用給水栓

管路の耐震化と同様に、給水栓あるいは、消火栓が、被災時においても機能するような措置を講じなければならない。このため、耐震性、構造、設置場所などについて検討した。

(1)耐震性

幹線からの引出し管にはSⅡ形ダクタイル鉄管と伸縮可撓管を使用し、地震による伸縮や地盤の歪みを吸収する構造としている。

また、幹線からの給水栓分岐部は、管内貯留水をすべて汲み上げることができるように、T字管の分岐部を図2のとおり、斜め下に向けて接合する。

(2)構造

緊急用給水口を設け、その中に、消火栓を兼ねる給水栓を設置する。なお、被災直後から市民が使用できること、緊急遮断弁が作動して無圧となった場合には、管内貯留水を汲み上げられることと、耐久性、維持管理性を考慮した構造とする。

①材質

堅牢で耐久性に優れるSUS304

②水圧自動昇降式

イタズラや盗水を防止するために地下式とする。ただし、緊急時には、バルブを開栓すると水圧により消火栓兼用給水栓が地上へ上昇する昇降式とする。水圧が不足する場合は、手動で上昇させ固定して給水することも可能となる。

③手動吸込式ポンプの取付

管内貯留水を汲み上げるために、給水栓上部に、簡単に操作できる手押し型の吸込式ポンプを取付できる構造とする。

④強制排水型

給水栓内の腐食や凍結を防ぐために、排水弁・制水バルブを内蔵する。

⑤空気抜き弁の設置

市民が操作する際の安全性を考慮し、ウォーター・ハンマー対策として、自動空気抜弁を設置する。

(3)設置場所

緊急用給水口の設置場所については、行政機関、医療機関、避難場所などの所在地に加えて、給水栓の分岐が立坑部となるため施工効率の良い立坑の位置を考慮し200mに1ヶ所を標準とする。

図2　消火栓引出し一般図

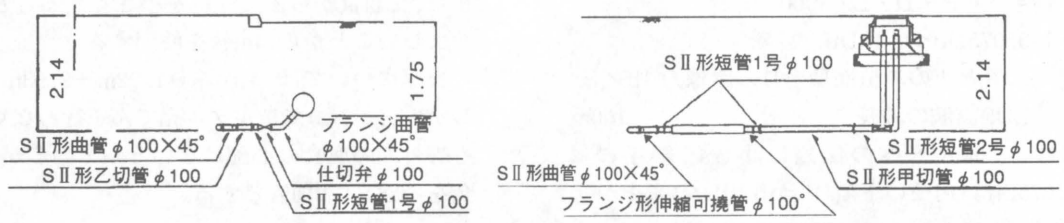
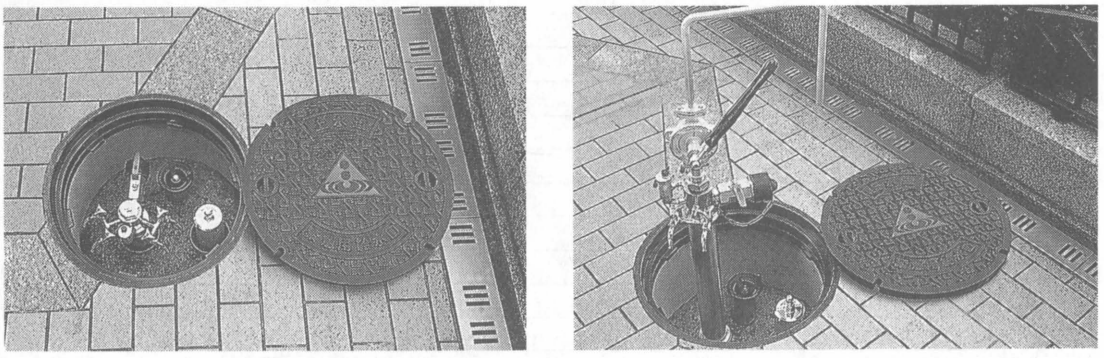


写真2　緊急用給水口と消火栓兼用給水栓



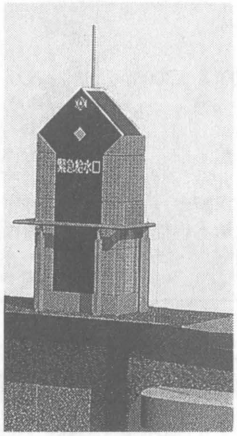
また、管路側の歩道部への設置を原則とするが、先に述べた重要機関や避難場所が管路側歩道の反対側にある場合は、道路横断して設置する。

(4)緊急用給水口標示柱

給水栓を地下に格納している緊急用給水口の位置標示と手動吸込式ポンプ、放水用ホース、非常給水袋、小容量ポリタンクなどの収納を兼ねる標示柱を設置する。また、応急活動に対する市民参加意識の向上を狙いとして、市民の目にとまりやすい場所に設置する。

なお、標示柱については、標示と収納、標示だけの2タイプから、歩道の幅員や設置場所の状況によって選択することとした。

図3　標示と収納タイプの標示柱の概念図



4—5 緊急遮断弁

管内貯留水を確保する緊急遮断弁については、弁の形式、遮断方法、遮断感知方法、遮断弁口径について検討した。

①弁の型式

バタフライ、ロート、ロータリーの3つの弁型式について比較検討した結果、経済性と緊急貯水槽での使用実績からバタフライ弁とする。

②遮断方法

停電時でも作動することや、維持管理性、経済性からウェイト式遮断方法とする。

③遮断の感知方法

誤作動や誤操作を防ぐため、震度と流速の併用感知とする。

④遮断弁口径

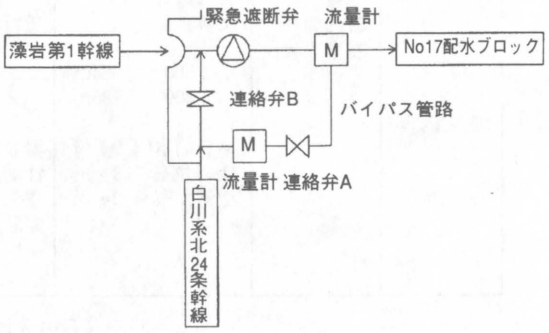
平常時における配水量と流速感知（流速が遅すぎると誤作動が起きやすい。）を考慮して、流速1.0～2.0m／s程度とするためφ250とする。

5. 配水ブロックと運用

5—1 配水ブロックと平常時の運用

平常時においては、配水幹線として、図4のとおり、管路の終点部から、本市が進めている配水区域のブロック化（自然流下の4大配水区域を115ブロックに分割）のNo17ブロックに配水する。将来は、この管路から分岐する耐震管路を布設し、配水区域を拡大していく予定である。

図4　終点部の概略図



5—2 緊急時の配水運用

藻岩浄水場および管路に異常がない場合には、緊急用給水口の消火栓兼用給水栓から有圧で給水が可能となる。

藻岩浄水場が停止、あるいは、上流側の管路が損傷し、遮断弁が作動した場合には、給水栓の手動ポンプによる応急給水となる。なお、No17ブロックは、ブロック内の管路が正常であっても断水することになるが、図4のとおり白川浄水場の配水系統の北24条幹線からの流入できるバイパス管路を整備し、連絡弁Aを開とし、断水を防ぐこととしている。

また、藻岩浄水場の停止が長期におよぶ場合は、連絡弁Bを開とし、管路内に白川浄水場からの水を流入させ、緊急時給水管路としての機能を維持する。

5—3 河川水の利用

藻岩および白川浄水場からの供給が完全に停止し、管内貯留水も使い果たし、かつ、大規模な火災が発生している場合を想定して、河川水を管路に取水し消火用水を確保することを計画している。具体的には、起点から終点にまで緩やかな下りこう配である管路のプロフィールを利用して、起点部付近の河川からポンプで河川水を汲み上げ、簡易な方法で消毒し、供給することを想定している。断水が長期間におよぶ場合は、生活用水として利用することも可能となる。

6. 施工計画と状況

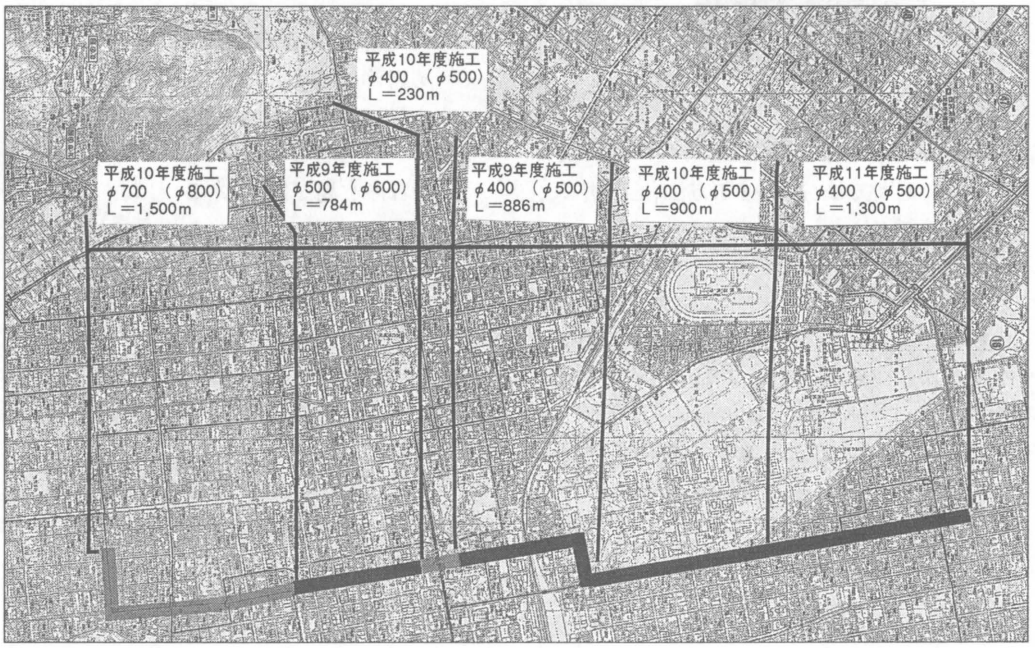
6—1 施工計画

管路が布設されている道路は、交通量が多く、その上、他の埋設物が輻輳し、電車軌道が布設(延長約1km)されている部分があることから、当初は平成9年度から平成12年度の4年間で更新する計画であった。しかし、既設管路の埋設位置が比較的浅く、調査どおり直線的に布設されており、予定より効率的な更新工事が可能となった。したがって、平成9年度の工事を終了した時点で、計画を見直し、完了を1年繰り上げ平成11年度までとする表4の施工計画に変更した。

表4　施工計画

年　度	平成8年度	平成9年度	平成10年度	平成11年度	計
施工内容	測量 管内調査 基本設計	管内調査 更新 φ500　784m φ400　886m 緊急給水口 9ヶ所 仕切弁室　3ヶ所 空気弁室　2ヶ所	更新 φ700　1,500m φ400　1,130m 緊急給水口 9ヶ所 仕切弁室　1ヶ所 空気弁室　3ヶ所 緊急遮断弁 1ヶ所	更新 φ400　1,300m 緊急給水口 7ヶ所 空気弁室　1ヶ所 緊急遮断弁 1ヶ所 緊急給水口標示 柱整備　25ヶ所	更新 φ700　1,500m φ500　784m φ400　3,316m 計　5,600m 緊急給水口25ヶ所 仕切弁室　4ヶ所 空気弁室　6ヶ所 緊急遮断弁 2ヶ所 緊急給水口標示 柱整備　25ヶ所

図5　施工計画図



6—2 施工状況

(1)管内調査

錆コブの状況や管路の布設状態を的確に把握するためにTVカメラによる管内調査を入念に行った。挿入時に支障となったと思われる半開状態の不断水式仕切弁を事前に発見することができたなど、施工時のトラブルとなる原因を事前に排除し、円滑な施工が可能となっている。

(2)施工時間

施工箇所は市内中心部で昼間の交通量が多く、工事による交通渋滞を避けるために、昼間は、覆工板で蓋をし、夕方20時から翌朝6時までの夜間施工を原則としている。平成10年度に施工する電車軌道と同じ路線の約1kmについては、終電の深夜0時から始発の翌朝6時までの短時間に限定された施工となる。

(3)弁室築造

立坑築造部には、埋設物が輻輳しており、ガス、ケーブルなどの移設や受防護を多数実施しなければならない。また、積雪寒冷地ならではの歩道のヒーティングがあり、これらの復旧工事も必要となっている。

写真3　管内の錆コブ状況

(4)パイプクリーニング

TVカメラによる管内調査で、内部には3cm程度の錆コブが多数確認された。錆コブを除去するクリーニング工法としては、スクレーパー工法やポリピック工法が考えられたが、管の強度や経済性から水による高圧洗浄工法とした。洗浄圧は約200kg／cm²とし、洗浄の効率を高めるために、噴射ノズルに改良を重ね、順調に施工することが可能となっている。

7. おわりに

更新工事は、平成9年度に4分の1を終えたところで、今年度は、電車軌道部のある難度の高い施工箇所となる。さらには、市内の繁華街や交通量の多い場所でもあり、市民の理解と協力を得ながら、より一層、安全対策に努め、計画どおりの完成を目指して、着実に更新を進めていきたいと考えている。

また、現在、本市では、災害に強い水道システムの構築を目指して、水道施設の耐震化と水の確保を含む応急対策を2つの柱とする地震対策に関する計画の策定を進めている。この計画では、これまでの飲料水の確保を主眼とした取組に加え、この藻岩第1幹線の更新のような都市防災の観点から、水道の災害対策を考えていかなければならないと認識している。しかしながら、災害対策は不採算な事業であると言われているように、水道事業が取り組んでいくには、効率的で効果的な整備が求められてくる。今回の更新は、市中心部に埋設されている老朽幹線の貴重な地下空間を有効にリサイクルし、多目的で多機能な管路へとグレードアップさせていくことは、意義の高いことであり、このような整備計画を策定していくことが肝要であると考えている。

都市のライフラインとしての水道は、如何なる場合にも欠くことができない水の供給を最大の責務として、都市と市民との関わりを、より一層、強めながら、市民が安心して暮らせる街づくりに貢献していかなければならないと考えている。

技術レポート2

屯田地区における小河川のせせらぎの回復

札幌市下水道局建設部西部工事課
谷内田　正人

1. はじめに

札幌市は、明治2年の創建から、この130年余りの短期間に人口約180万人を有し、市面積は約1,121km²と全国の都市の中でもいわき市、静岡市に次ぐ第3位の広大な面積を持ち、豊かな自然と四季の移り変わりを楽しめる大都市へと成長してきた。

気候は、夏季は爽やかで過ごしやすく、冬季は積雪寒冷を特徴としており、年間降雪量は約5mにも達する。しかし、冬季間においても、今や世界的に有名となった「雪まつり」やスキー、スノーボートなどのスポーツを市民は楽しんでいる。

また、北緯43度（ローマとほぼ同緯度）に位置することから、北の中枢都市としての役割を果たすばかりでなく、北方圏の拠点都市としての機能にも大きな期待が寄せられている。

本市の下水道事業は大正15年から着手し、当時は、市街地の雨水排除を目的として下水管の整備を行っていた。

その後、札幌で初めての大規模処理場である創成川処理場が昭和42年に稼働し、昭和47年の冬季札幌オリンピック開催を契機に積極的に拡張整備を進めた結果、昭和45年に20%足らずであった処理人口普及率も平成9年度末で管渠延長約7,520km,17ポンプ場、9処理場、処理人口は177.3万人、普及率は99.0%に達し、大部分の市民が下水道を利用できるようになった。

このように、高普及を達成した現在、地球環境を視野に入れた普及率のより一層の向上を目指しつつ、下水道が有する資源・施設を有効利用する高付加価値型の下水道整備を21世紀に向けて進めている。

今回、その取り組みの一つである「下水道資源、施設の有効利用」、「地震に強い街づくり」という下水道の新しい役割・位置づけで取り組み、平成10年5月上旬より送水開始した『屯田地区の小河川への高度処理水の送水（せせらぎの回復）』について紹介する。

2. 事業概要

本市の北西部を流れる屯田川をはじめとする小河川は、明治時代に地域の洪水対策および湿地帯の地下水位を下げ、農地として利用を図る目的から掘削された人工的な水路である。

その後、市街地の都市化に伴う雨水流出量の増加に対応するため、昭和50年代の後半から本市河川部局では、これら小河川の改修工事を進めてきた。

しかし、近年の市街地の拡大と都市化により、小河川周辺が宅地化され、それに伴い下水道の整備が進んだこともあり、晴天時は小河川への流入水がほとんど無く、枯渇化状態となっている。

一方、低地帯のために下流河川（発寒川）の流水が逆流、停滞するなど、これらの小河川の水質が悪化し地域の都市環境が低下している。

そこで、これら各小河川の維持用水を確保し、都市環境の改善を図るべく、水源について種々の検討を行った。その結果、「アメニティ下水道モデル事業」として採択を受け実施した安春川（平成3年11月から送水済）が、下水道処理水によって枯渇河川から甦った実績と下水道資源の有効利用を図る観点からも、創成川処理場の処理水を送水することがもっとも有望との結論に達した。

また、更なる施設の有効利用と「地震に強い街づくり」の一環として、防災機能を併せ持たせた送水管とすることとし、送水管路に9箇所の消火栓を設置している。

①導水対象河川および水路

屯田川、東屯田川（第一排水路）、茨戸耕北川、ポプラ通水路

②送水期間

毎年5月上旬から11月下旬まで

③供給水

・水　　量

毎秒0.36m³〔各河川水量は表1参照〕

・水　　源

創成川処理場高度処理水（砂ろ過水）＋次亜塩（3mg/ℓ）

・ポンプ施設

既存の新琴似流雪溝用ポンプ（400VLZM）を兼用

④事業内容

・事業年度

平成8年度から平成9年度

・送水管延長

約5,100m（呼び径200～700㎜、ダクタイル鉄管）〔表2参照〕

・地下式消火栓　6箇所

・管理人孔マンホール

3箇所（地下式消火栓設置）

・空気弁マンホール　3箇所

・排水弁マンホール　4箇所

・分水弁マンホール

2箇所（ポプラ通小路、第一排水路に分岐）

・仕切弁マンホール

2箇所（屯田川・茨戸耕北川吐き口付近設置）

・分　配　槽

1箇所（屯田川・茨戸耕北川への送水管の分配）

表1　各河川の必要維持流量の設定

河川名	水深	流速	流量
屯田川	25cm	0.31m/s	0.11m³/s
東屯田川	14cm	0.29m/s	0.08m³/s
茨戸耕北川	20cm	0.27m/s	0.17m³/s
ポプラ通水路	25cm	0.24m/s	0.05m³/s

図1に屯田地圧処理水送水管概要、図2に送水図をまた写真1に屯田第1排水改修前、写真2にその改修後の状況をしめす。

図1　屯田地区処理水送水概要図

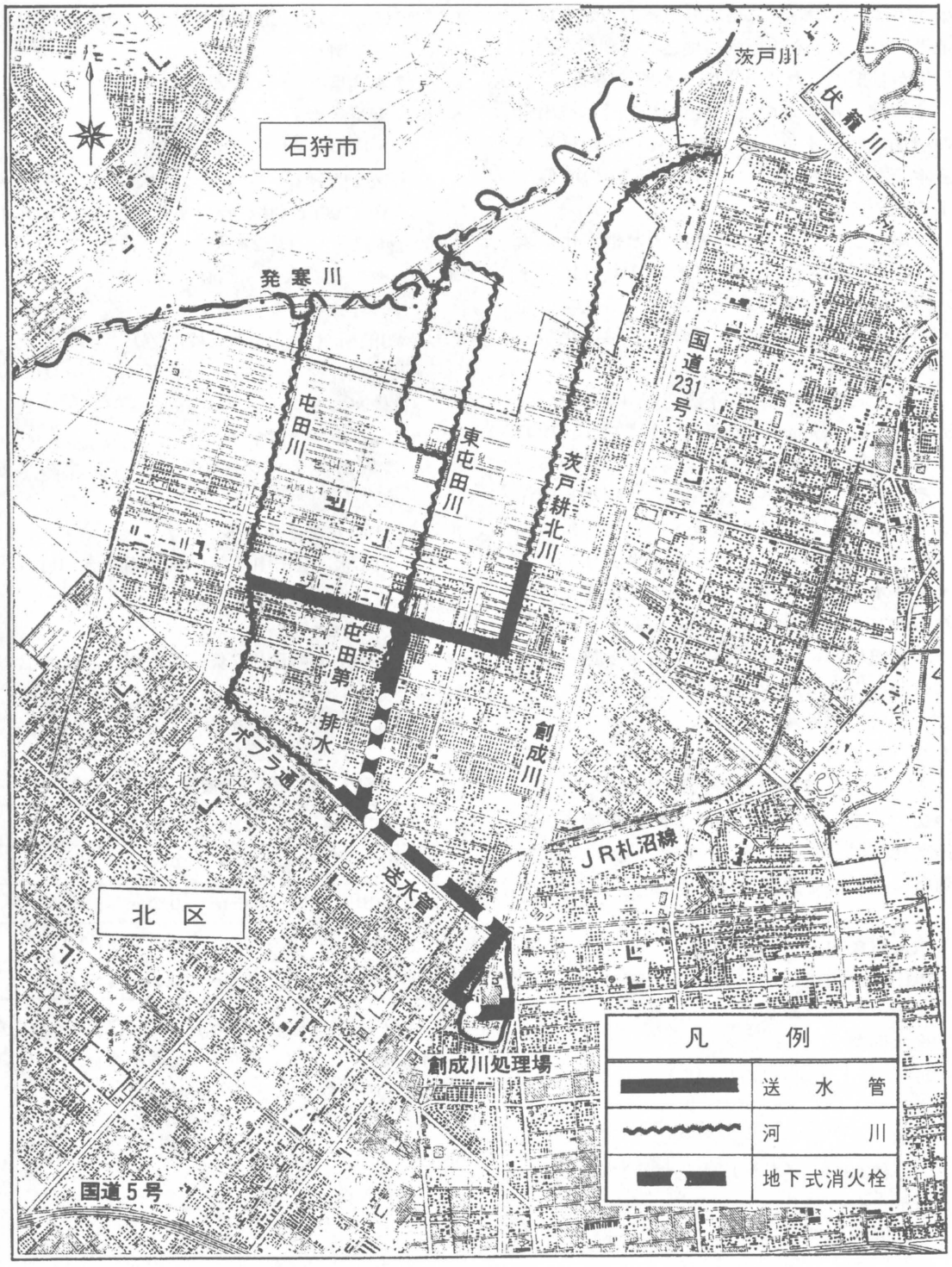


図2　送水図

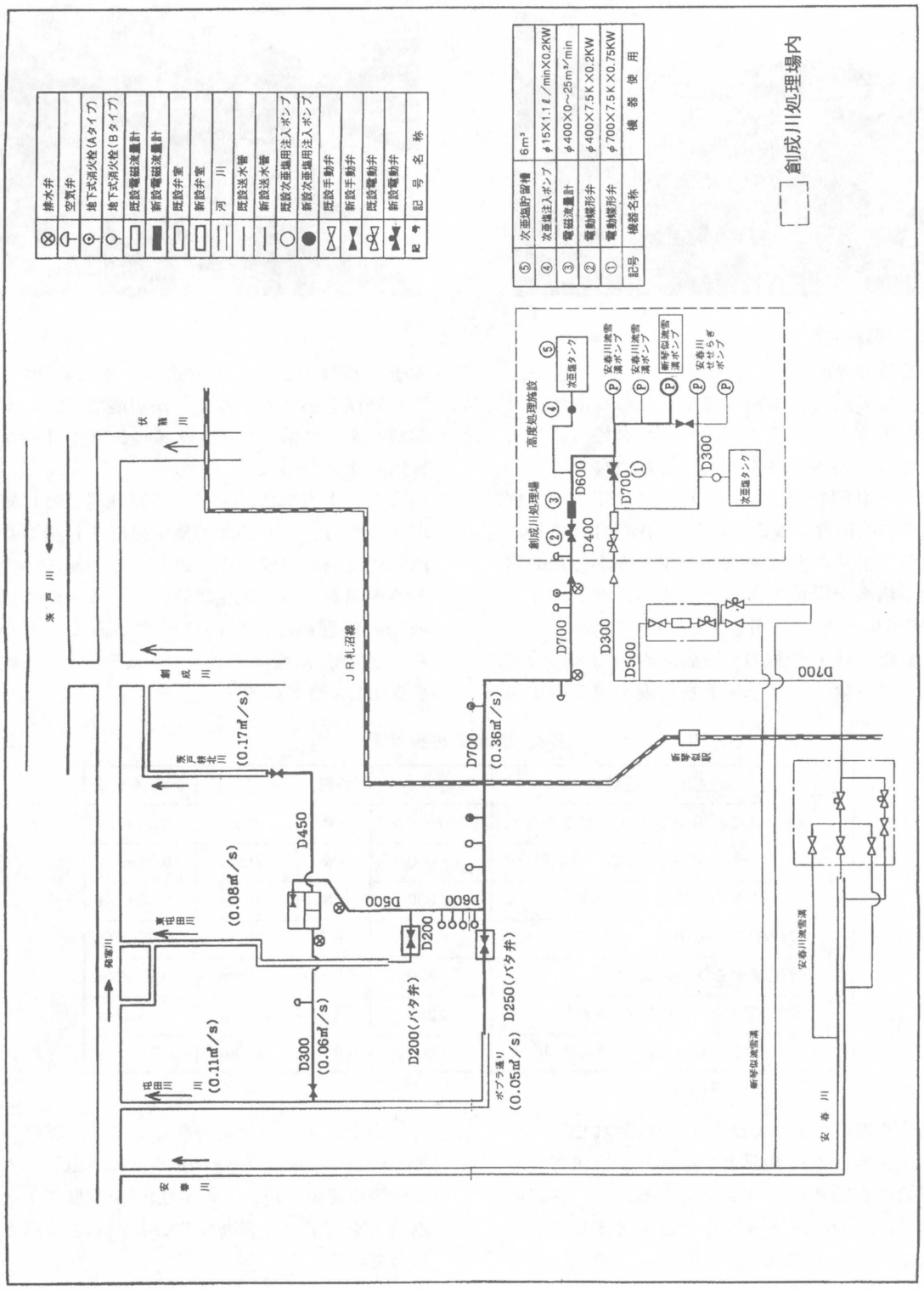
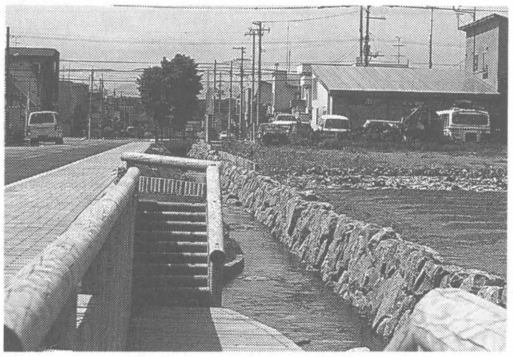

排水弁
空気弁
地下式消火栓（Aタイプ）
地下式消火栓（Bタイプ）
既設電磁流量計
新設電磁流量計
既設弁室
新設弁室
河　川
既設送水管
新設送水管
既設次亜塩用注入ポンプ
新設次亜塩用注入ポンプ
既設手動弁
新設手動弁
既設電動弁
新設電動弁
記号名称
⑤ 次亜塩貯留槽 6m³
④ 次亜塩注入ポンプ φ15×1.1ℓ/min×0.2KW
③ 電磁流量計 φ400×0～25m³/min
② 電動蝶形弁 φ400×7.5K×0.2KW
① 電動蝶形弁 φ700×7.5K×0.75KW
記号 機器名称 機器使用
創成川処理場内
高度処理施設
創成川処理場
次亜塩タンク
安春川流雪溝ポンプ
新琴似流雪溝ポンプ
安春川せせらぎポンプ
D300
D600
D700
D400
D500
D450
D200
D250(バタ弁)
D200(バタ弁)
(0.35m³/s)
(0.17m³/s)
(0.08m³/s)
(0.11m³/s)
(0.06m³/s)
(0.05m³/s)
ポプラ通り
JR札沼線
新琴似駅
茨戸川
茨戸積丸川
新成川
伏籠川
発寒川
裏屯田川
屯田川
安春川
安春川流雪溝
新琴似流雪溝

写真1　屯田第1排水改修前

写真2　屯田第1排水改修後



3.工事概要

①管種の決定

管種の決定にあたっては、比較検討条件として強度・経済性・施工性・耐久性・維持管理性などの各条件を検討しなければならないが、本事例の場合、災害時の消火用水の確保を優先的に考えることから、1995年の阪神・淡路大震災の際に被害が発生しなかった耐震継手構造が優位であると判断し、ダクタイル鉄管SⅡ、S形の採用を決定した。

また、JR札沼線の横断箇所約24mについては、鉄筋コンクリート管を推進し、その中に本管を布設するさや管方式とするため、さや管の管径を小さくすることが可能で、更に、耐震継手を兼ね備えたダクタイル鉄管ＰⅡ形を採用した。

また、本市では、現在、各処理場ごとに処理するため、下水汚泥の集中処理を目指した汚泥処理施設を建設中であり、この施設への各処理場からの汚泥圧送管にも、震災時に処理場の処理機能確保の必要性があることから、平成8年以後はダクタイル鉄管SⅡ、NS形を採用してきている。

表2　送水管布設状況

	送水管布設箇所	呼び径	接合形式	布設延長	管内送水量
本管	創成川処理場からポプラ通水路分岐	φ600～φ700	S形	1,850m	0.36m³/s
	ポプラ通水路分岐から第一排水路分岐	φ600	S形	769m	0.31m³/s
	第一排水路分岐から分配槽	φ500	S形	308m	0.23m³/s
分岐管	分配槽から屯田川	φ300	SⅡ形	905m	0.06m³/s
	分配槽から茨戸耕北川	φ450	SⅡ形	1,098m	0.17m³/s
	ポプラ通水路分岐からポプラ通水路吐口	φ250	SⅡ形	175m	0.05m³/s
	第一排水路分岐から第一排水路吐口	φ200	SⅡ形	9m	0.08m³/s

②管路のこう配および土かぶりについて

送水管の維持管理上、排水弁、空気弁の設置箇所をできるだけ少なくするため、管路地盤高、既設の地下埋設物などを考慮して決定している。〔図3参照〕

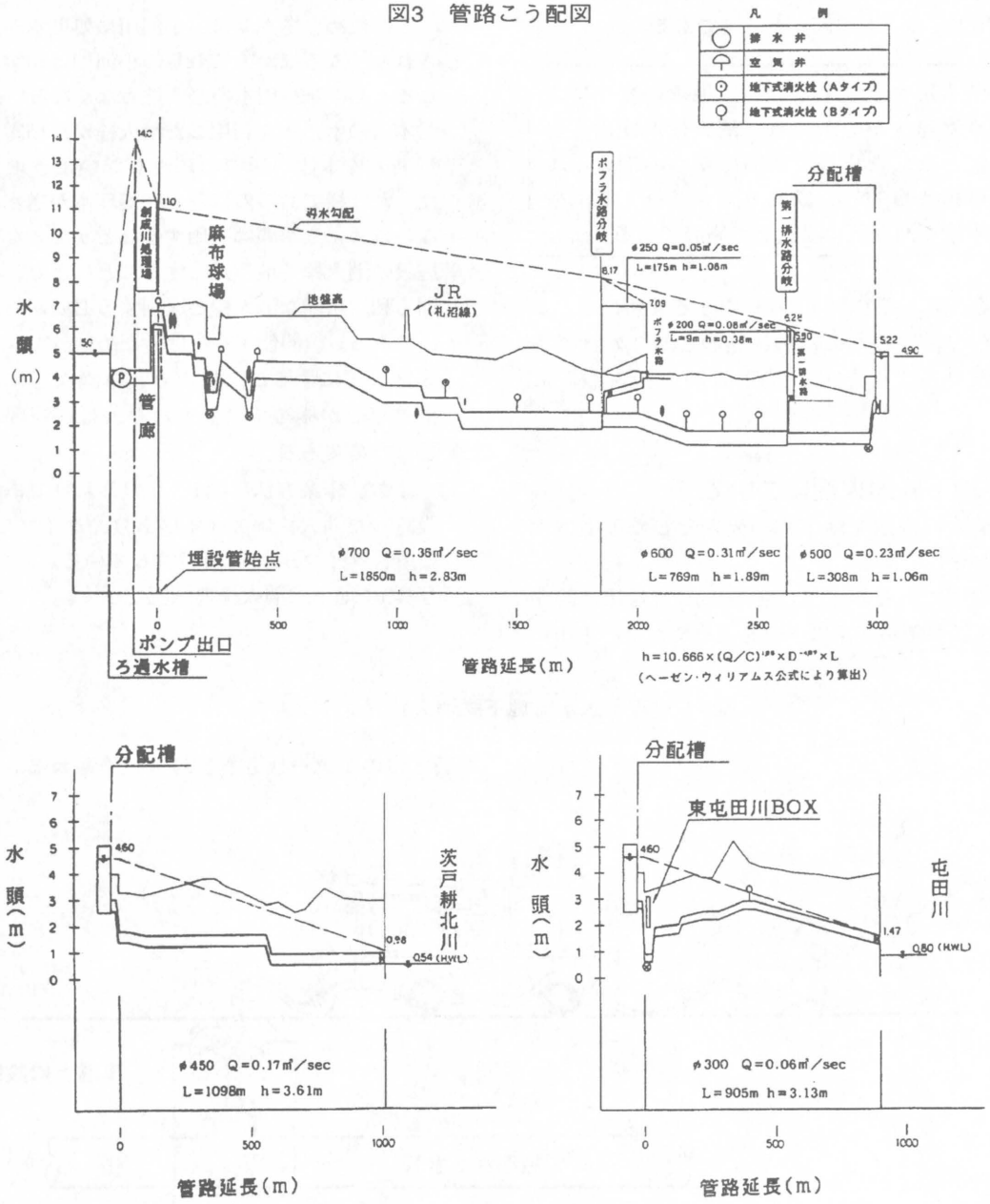
最小土かぶりの設定条件としては、将来の地下埋設物（φ100～φ200程度の水道管、ガス管等を想定）が、土かぶり1.2m程度で本送水管上を支障なく横断することができる高さにしている。

また、これらの地下埋設物の工事の際に、本送水管の損壊事故を防ぐ埋設深さとし、最小埋設深さを1.5m程度とした。

本送水管のJR札沼線横断箇所は、現在JR高架橋化工事を進めている箇所で平成１１年度の開通を予定しているため、線路横断クリアランスについて高架橋化を前提に関係機関と協議した結果、横断前後の管路位置に対して、大きな影響を与えずに布設することが可能になった。

なお、φ200、φ250の送水管布設ルートおよび地下式消火栓は、通水時の空気抜きを兼ねることにより、空気弁の設置箇所を極力少なくすることができた。図3に管路こう配を示す。

図3　管路こう配図



4. 災害時の消火用水としての役割

平成7年1月17日、阪神・淡路大震災を契機に札幌市では「地域防災計画」を総合的に見直すこととし、札幌地域防災計画緊急対策'95(ポパイ計画)をスタートさせた。

本市河川部局では、第7次5ヵ年計画の中で震災対策河川の整備として、屯田川、東屯田川、茨戸耕北川を含めた数河川に平成12年までに消火用水ピットを整備する予定である。

> 消火用水ピットとは、大地震の発生により水道管が分断され、消火栓が使用不可能となった場合に、河川からの消火用水確保を目的に、鉄筋コンクリート製消火水槽を河床下に設置した施設である。

そこで、この3河川に送水する管路にも、これらの目的のために防災施設としての機能を持たせることとし、地下式消火栓を設置した。

5. 地下式消火栓について

消火栓構造を地下式消火栓とした理由は次のとおりである。

①雪国である本市は、冬季間の雪対策に対する市民要望が、常に一位を占めており、本市においても、下水道施設や下水道の持つ熱エネルギーを利用した融雪槽や流雪溝への処理水送水施設（流雪溝への送水管にもダクタイル鉄管を利用）の整備を積極的に進めている。小河川に送水している創成川処理場も、冬季間には、安春川流雪溝、新琴似流雪溝および雨水貯留管を利用した融雪管の各雪処理施設などへ処理水のほぼ全量を送水している。

このため、冬季間は、小河川に処理水が送水されなくなるほか、これらの小河川は積雪下になるため、維持用水の必要性もなくなる。

②本市の水道水を利用した消火栓が、積雪により消火栓本体が雪の中に没しないよう地上に立った仕様であるのに対し、処理水が送水されないために冬季間は利用することができない本施設の消火栓を地下式とすることにより、冬季間も利用可能な消火栓と区別する必要があるためである。（誤使用を避けるため）

③地下式にすることにより、車両などによる損壊事故が極めて少なくなり、維持管理が容易なためである。

なお、作業方法は図4、5のとおりである。設置した消火栓は2タイプあり、タイプAが3箇所、タイプBは6箇所設置している。

写真3に地下式消火栓の状況を示す。

図4　処理水送水管地下式消火栓（タイプA）

※通水時のエアー抜き、管理人孔を兼ねる。

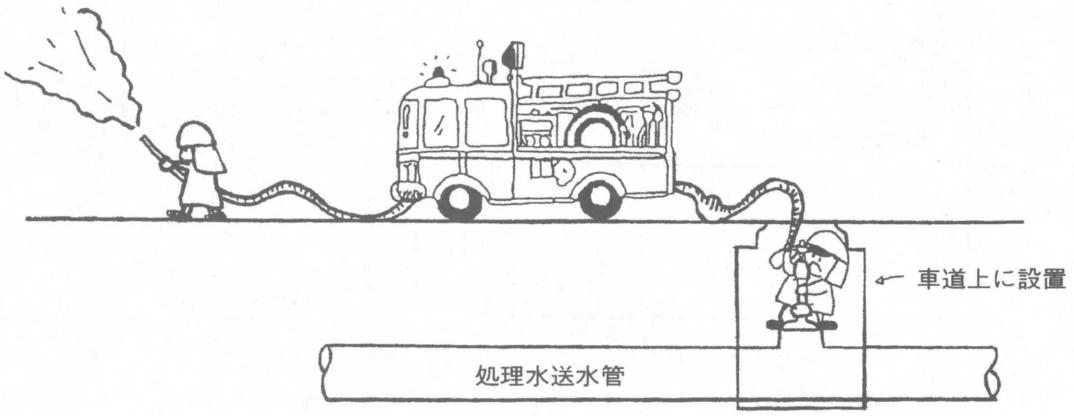


図5　処理水送水管地下式消火栓（タイプB）

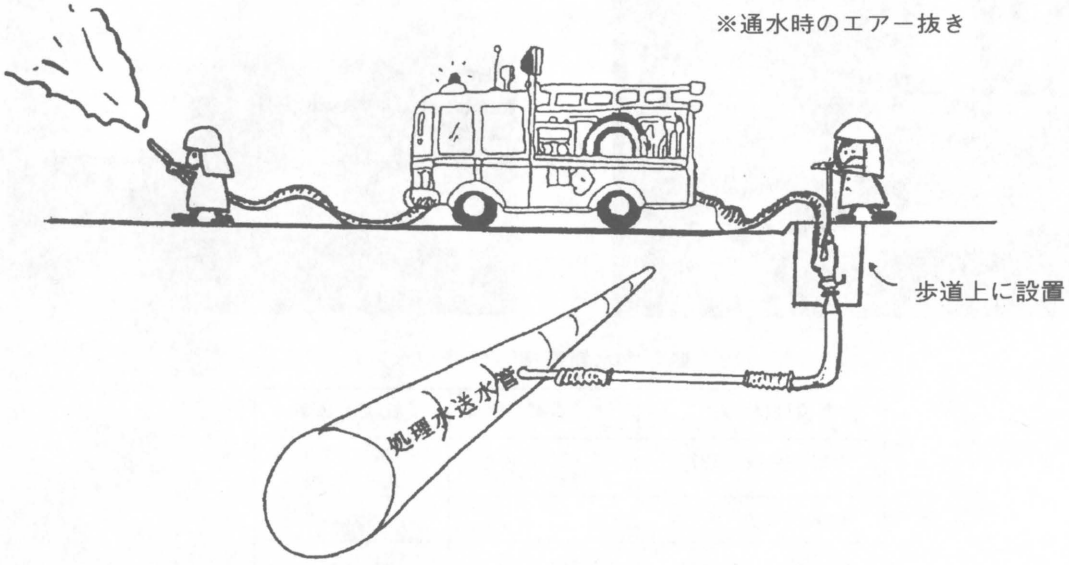


写真3　地下式消火栓

6. 下水処理水（修景用）の水質について

屯田地区の小河川に送水している創成川処理場は、現在、日最大処理量が144,000m³／日の処理場であり、同処理場では公共用水域の水質環境基準の達成・維持のため、平成3年度より砂ろ過施設による高度処理を行っており、現在の高度処理能力は120,000m³／日となっている。処理水の有効利用として夏季に屯田地区の小河川および安春川への送水に43,200m³／日を利用し冬季は、93,300m³／日を融雪施設に送水している。写真4にポプラ通処理水吐き口を、写真5に東屯田川河川風景を示す。

放流水質については、建設省の「下水処理水循環利用技術指針（案）について」の修景用水を基にして水質検査を実施しているが、本市独自の判断として、上記指針の修景用水にはない残留塩素の検出基準について、大腸菌群を管理するうえから、「塩素が検出されること」を追記している。〔表3参照〕

写真4　ポプラ通処理水吐き口

写真5　東屯田川

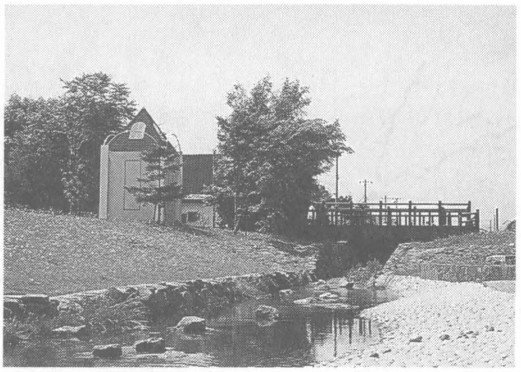


表3　処理水水質基準（修景用水）

検査項目（札幌市）	建設省案（H3.4）	札幌市基準
大腸菌群数（MF）	1,000個以下（100mℓ当り）	50個以下（100mℓ当り）
総残留塩素		検出されること
C－BOD	10mg／L以下	3mg／L以下
濁　　度	10度以下	2度以下
色　　度	40度以下	不快でないこと
臭　　気	不快でないこと	不快でないこと
水　　温		
pH	5.8～8.6	5.8～8.6
S　S		70mg／L以下
B O D		日平均20mg／L以下
大腸菌群数（デソ培地）		3,000個／mℓ以下

※建設省案については、平成３年４月の「下水処理水再利用技術指針（案）」による。また、建設省・高度処理会議「下水処理水の修景・親水利用水質検討マニュアル（案）」平成2年3月も同値である。

※札幌市の修景用水に利用している処理水の色度は、約10度である。

7. おわりに

今回の屯田地区の小河川への処理水送水事業は、地域の環境改善を図り、地域住民によるコミュニケーションの場が増え、地域の活性化に寄与するとともに、高齢者は昔に思いをはせ、子供たちは川の奏でるせせらぎの音と共に成長し、市民生活にやすらぎや潤いを与えることができる事業と確信している。

また、消火栓の設置により地域防災に寄与するとともに、地域住民への防災意識の向上と多角的な下水道事業のPR効果の二次的効果も得られたと思われる。

最後に、高普及率となった本市にとって、これからの下水道事業は、これまでとは異なった新しい方向性が求められており、市民生活に密着した新しい下水道の方向を追求していきたい。

技術レポート3

断水工法による幹線送水管路移設の施工事例

徳島市水道局工務課
設計係長　鴨川　達也
設計係技師　新見　直樹

1. はじめに

徳島市の上水道は、大正15年9月に給水を開始して以来、日本の三大河川の一つである吉野川(四国三郎)に主水源を求め、今年で72年になる。

この間、幾多の悪条件を克服し昭和24年より第1期拡張事業に着手し、以後区域拡張、給水量の増大を重ねて、現在平成2年度から市民皆水道を目指し、第4期拡張事業を推進している。

今回、本市の最重要管路である、法花谷系呼び径1000mm送水管路の移設工事を、断水工法により施工したので報告する次第である。

2. 工事の目的

徳島市内では、幹線道路の一般国道11号、55号、192号が市の中心部で交差していることから、都市内交通や通過交通が中心市街地に集中し、交通渋滞が慢性化している。このような交通渋滞の解消を図るため、建設省徳島工事事務所では国道192号徳島南環状道路の整備を進めている。

この道路建設に、法花谷系送水管が支障となったため、移設することとなったものである。

3. 工事の概要

ダクタイル鉄管 S·UF形呼び径1000㎜布設工
L=443.1m
ダクタイル鉄管 K形呼び径1000㎜撤去工
L=380.1m

4. 管種選定

使用する管材料は、経済性、施工性(短時間切替)、工期などについて比較検討を行い、本市でもっとも実績があるダクタイル鉄管を採用した。

管種としては、以下の検討により、直線部はS形管、異形管部はUF形管、既設管接続部にはK形管を採用した。

1) 管路の変位

移設工事後の道路構造物工事により、送水

管路の周辺を掘削するため、管路が変位する恐れがある。

2）維持管理

高規格道路と交差し、道路管理者の指示により土かぶりが2mとなり、将来の維持管理が困難である。

3）施工性

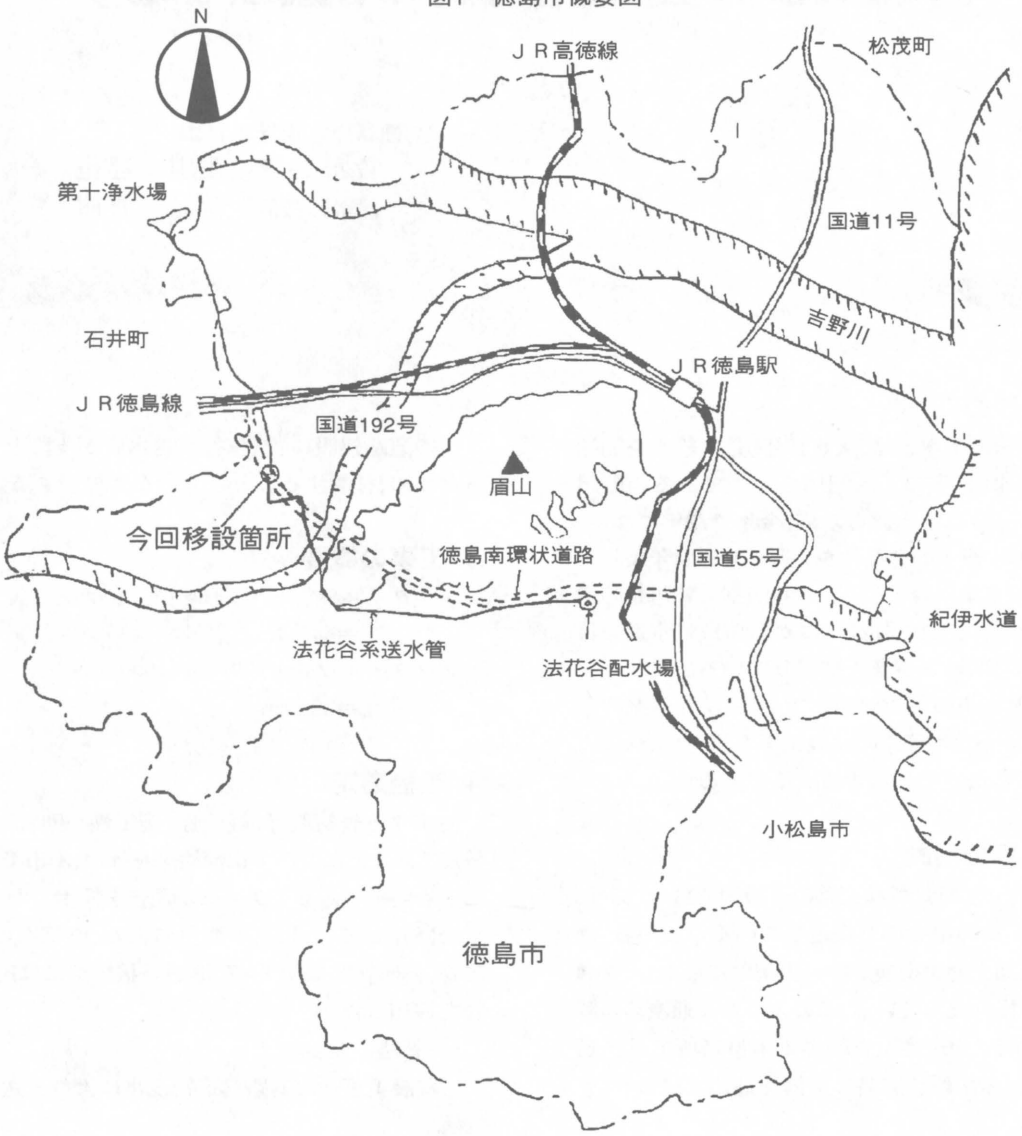
既設管接続部は時間の制約があり、短期的には特殊押輪で、長期的には通水後にコンクリート防護を併用すれば、十分に信頼性がある。

5. 工法の選定

重要管路の移設工事は一般に不断水工法で施工されている。しかし、この管路は送水管路であって、送水停止が直接断水に結びつくものでないし、断水工法による切り替え工事が経済的で、信頼のあるダクタイル鉄管で管路を仕上げることができる。

このために、断水施工が可能であるかの検討を行った。

図1　徳島市概要図



1）送水停止（断水）可能時間

この送水管を経由した前年同月の配水状況をもとに、条件が厳しくなる最大時間配水量、平均時間送水量を用いてシミュレーションを行い、送水を停止できる時間を推定した。22：00～6：00までが最長時間である。

表1　送水停止シミュレーション

	送水量 m³/h	配水量 m³/h	貯水量 m³	水位 m
21：00	2100	2360	9360	11.2
22：00	2100	2240	9220	11.1
23：00	0	1940	7280	8.7
00：00	0	1690	5590	6.7
01：00	0	1390	4200	5.0
02：00	0	680	3520	4.2
03：00	0	490	3030	3.6
04：00	0	370	2660	3.2
05：00	0	420	2240	2.7
06：00	0	670	1570	1.9
07：00	2200	1640	2130	2.6
08：00	2200	2370	1960	2.4
09：00	2200	2370	1790	2.1
10：00	2200	2400	1590	1.9
11：00	2200	2250	1540	1.8
12：00	2200	2040	1700	2.0
13：00	2200	1920	1980	2.4
14：00	2200	1910	2270	2.7
15：00	2200	1760	2710	3.3
16：00	2200	1750	3160	3.8
17：00	2200	1790	3570	4.3
18：00	2200	2020	3750	4.5
19：00	2200	2220	3730	4.5
20：00	2200	2210	3720	4.5
21：00	2200	2360	3560	4.3
22：00	2200	2240	3520	4.2
23：00	2200	1940	3780	4.5
00：00	2200	1690	4290	5.1
01：00	2200	1390	5100	6.1
02：00	2200	680	6620	7.9
03：00	2200	490	8330	10.0
04：00	880	370	8840	10.6
05：00	880	420	9300	11.2
06：00	880	670	9510	11.4

平成9年3月の最大配水量、平均送水量を用いて貯水量の変化を推定した。

2）工事所要時間

弁栓操作、管切断撤去、水替え、据付接合、管防護、充水、洗管放水の各作業に必要な時間を推定した。

①弁栓操作

現場上下流のバタフライ弁を全閉する。

t 1＝30分

②管切断撤去

既設管をキールカッターで切断し撤去する。

切断延長＝πD＝3270㎜

切断速度＝80㎜／min

切断時間＝3270÷80＝41min

撤去時間＝30min

t 2＝71分

③水替え

現場周辺の送水管路こう配および弁配置から、約1840m³の水替えが必要となる。付近の排水路の能力は16.5m³／minで、水替えに112分を要することになる。また、充水時間も長時間を要する。

これでは、全体の作業時間が確保できず、将来の維持管理には高規格道路との交差部前後にバルブが必要であることから、不断水工法でバタフライ弁を挿入し、水替え量を345m³に減少させる。水中ポンプの設置空間の制限により、水中ポンプφ200×3台、排水能力12m³／minで水替えすれば、

345m³÷12m³／min＝29min

t 3＝29分

④据付接合

北側、南側同時施工を原則とする。

据付60min、接合60min

t 4＝120分

⑤管防護

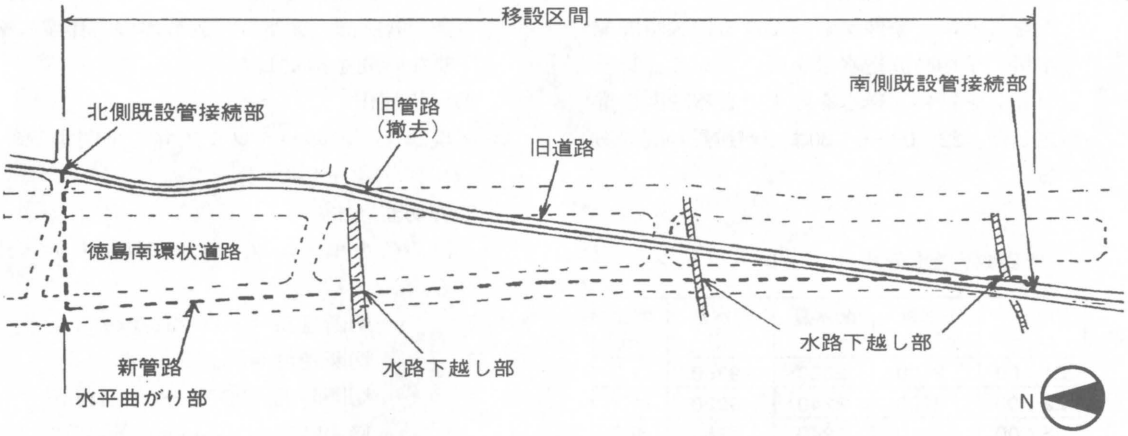
接合後、直ちに通水するために、鋼材で一次防護する。

t 5＝60分

⑥充水

送水ポンプによる充水（14.5m³／min）では、曲管の防護が十分でない状態で、満水時の

図2　移設箇所概要図



ウォーターハンマに対応できない。

配水池から逆送自然流下で充水するにも、呼び径1000㎜のバタフライ弁を微少流量で調整することは、非常に困難である。

このため、空気弁を取り外し、呼び径150㎜の仮設管で連絡し、充水することとする。

$345m^3 \div 6m^3/min = 58min$

t 6＝58分

⑦洗管放水

直下流の排水弁放流水路の水路幅員、こう配などを調査した結果、送水ポンプ2台での洗管は可能であった。

洗管放水量$2064m^3 \div 29m^3/min = 71min$

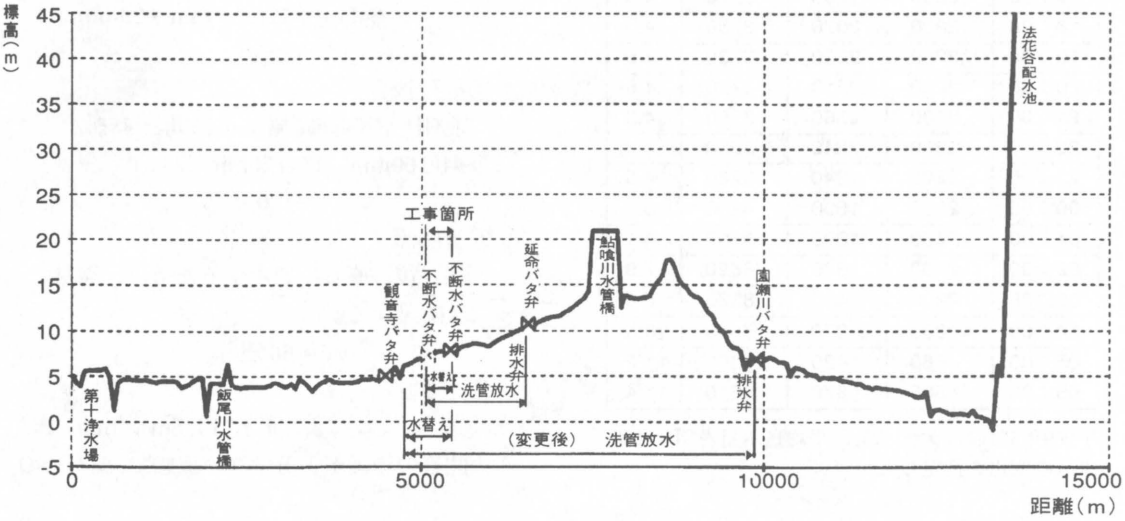
t 7＝71分

⑧作業時間合計

t 1＋ t 2＋ t 3＋ t 4＋ t 5＋ t 6＋ t 7＝439分

以上の検討から、断水工法による切り替え工事は可能であると判断し、計画・設計を進めた。

図3　法花谷系送水管高低図



6. 設計

管埋設位置は、建設省との協議により、歩道植樹帯下、土かぶり2.0mに決定した。

異形管防護は、最大静水圧＋水撃圧を10kgf／cm²として検討した。

UF形異形管だけに頼る場合、一体化長が過大となるため、コンクリート防護を併用することとする。

1）水平曲がり部

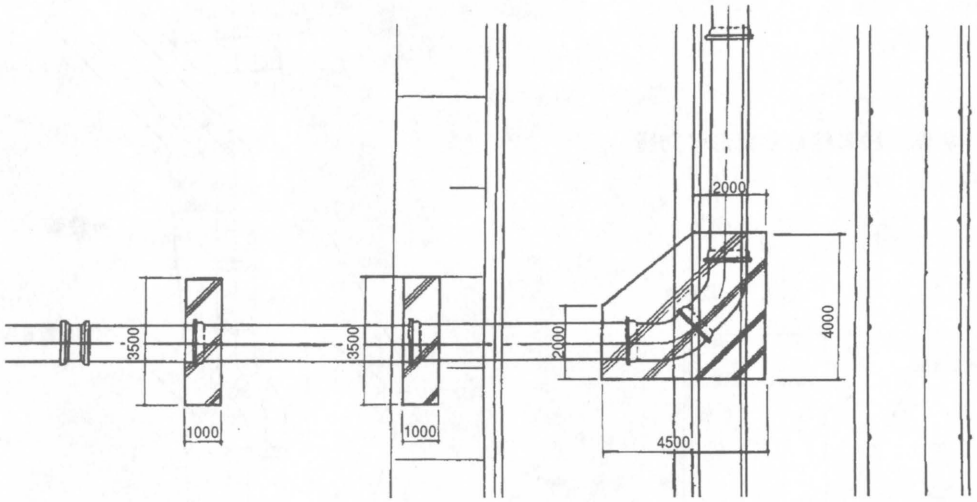
本工事を道路改良工事に先立って施工し、水平曲がり部の横を掘り返すことになるため、図4のような形状で防護した。

2）水路下越し部

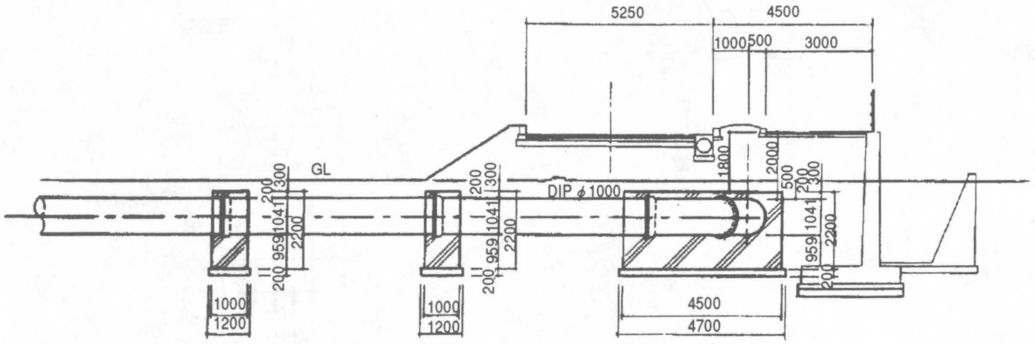
構造物の下で、土かぶりが3.5mもあり、将来の維持管理が困難である。また、通水後に管の上面まで掘り返して水路を設置することになるため、掘削機接触による事故を防止する意味でも、全巻コンクリート防護とした。

図4　水平曲がり部異形管防護

平面図



側面図



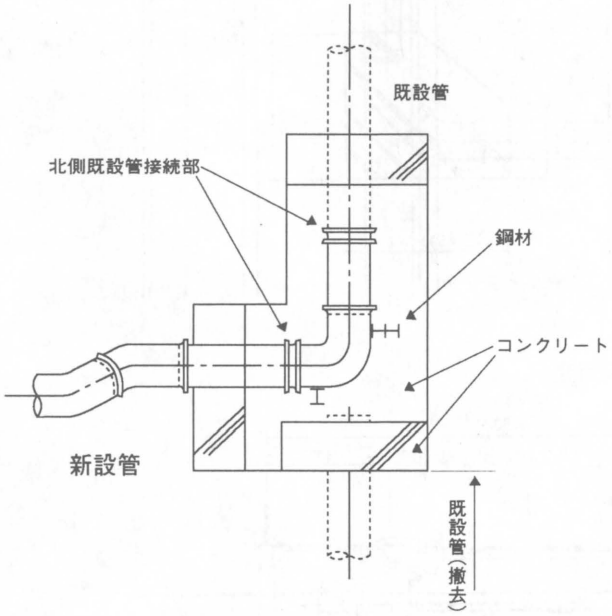
3）北側既設管接続部

切り替え直後に通水する必要があり、また、既設管にK形3種管を使用しているため、コンクリート＋鋼材による防護とした。

事前に既設管、新設管の下に厚さ1.5mのコンクリートブロックを打設し、それぞれの直線部を固定しておき、K形特殊押輪を併用することにより、曲がり管部を一体化させる。施工時の特殊押輪の信頼性・安全性を高めるために、90°曲がり管を鋼材で固定するものとする。

土留鋼矢板の引き抜き時には、周囲の土を乱し、受働土圧を低減させることになるので、受働土圧作用側の鋼矢板は残置するものとする。

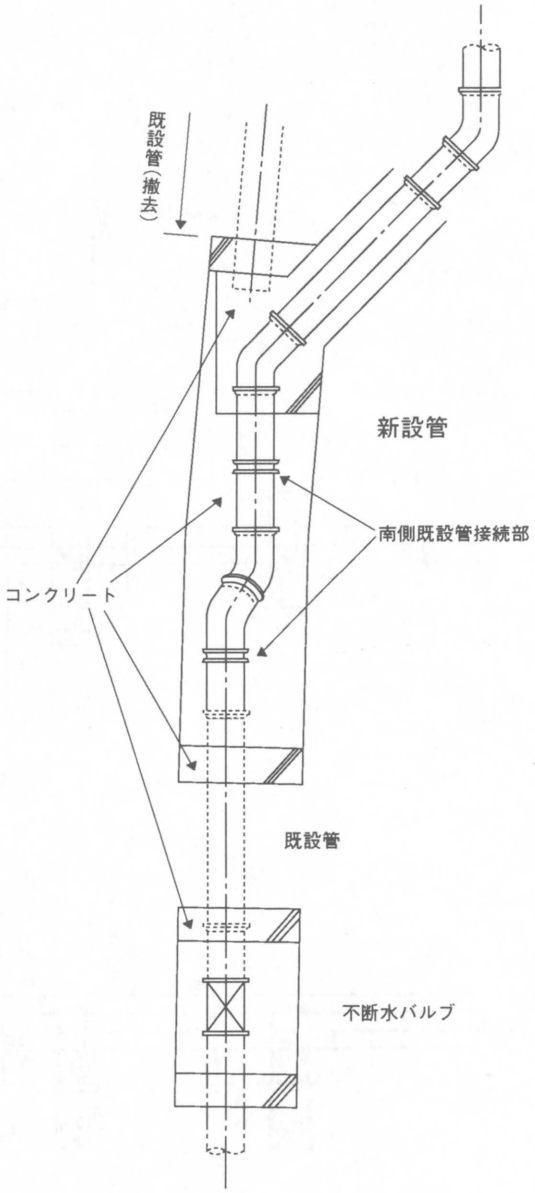
図5　北側既設管接続部異形管防護



4）南側既設管接続部

新設管側の土かぶりが約3mで、北側と同様に接続部下にコンクリートブロックを打設するのは困難であるため、既設管・新設管別々にコンクリートで固定し、この間の接合にはK形特殊押輪を使用した。

図6　南側既設管接続部異形管防護



7. 施工

1）薬液注入

設計時点では、付近の道路改良工事掘削箇所を調査し、地下水湧水の影響は考慮していなかったが、着工段階で例年にない降雨が続き、急激に地下水位が上昇した。このために、急拠薬液注入を追加することとなった。

2）埋設位置確認

既設管接続部については、掘り返したうえで、入念に方向、高さを測量し、新設管埋設位置を決定した。

3）不断水バルブ挿入

建設省の要望で、工期が非常に短くなり、当初予定していた不断水でのバタフライ弁挿入が1基しか施工できなくなったため、流出水量が多い南側既設管接続部に設置することとなった。

代替時間短縮工法として、呼び径1000㎜×300㎜の不断水割T字管を取りつけて、送水停止、弁操作直後から管切断作業と並行して、管内水の水替えを行うこととした。

4）洗管放水位置変更

切り替え工事が近づき、排水弁放流水路を再点検したところ、数ヶ所で以前は水田であったものが畑として利用されていた。水に弱い作物もあるために、実際に一定量の放流をして水位の上昇を調査した。

この結果、予定量の放流をすれば冠水する畑があるために、更に下流の排水弁から放水することとした。これにより放水量は2064m³から4246m³へ倍増するが、放水口が平常流水幅30mの河川内にあるため、ポンプ運転台数を増やして時間短縮を図ることとした。

5）異形管防護

既設管接続部の異形管防護は、設計上はコンクリート＋K形全周型特殊押輪で十分であったが、地下水の影響によるコンクリートの品質・強度低下の恐れがあるために、鋼材による防護を補強して施すこととした。北側既設管接続部については、90°曲がり管据付位置、形状を入念に測量し、鋼材にR加工を施した。

6）新設管清掃

管布設完了後、高圧洗浄機で管内面を洗い流し、人力で入念に拭き取って清掃した。

8. 切替工事

1）弁栓操作 22:00～22:10

送水ポンプを順次停止し、現場前後のバタフライ弁を全閉した。

2）管切断撤去 22:10～23:10

あらかじめセットしておいたキールカッターで既設管を切断し、新設管との接続に使用する継手を解体した。

切断管は圧砕機で更に切断しながら撤去した。これは、建築物の解体に使用する機械で、過去の工事で使用し、FC管は瞬時に破砕でき、ダクタイル鉄管でも簡単に切断できる実績がある。排水作業坑・切断箇所などの条件が整っている工事では、短時間で切断・排水作業を行うことができるものである。

写真1　キールカッター据付状況

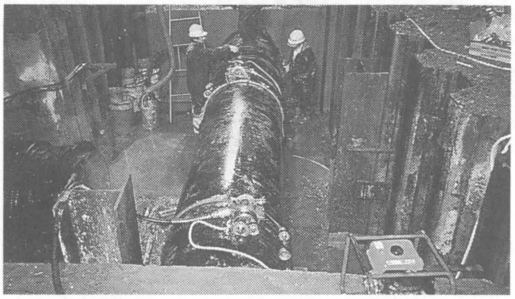
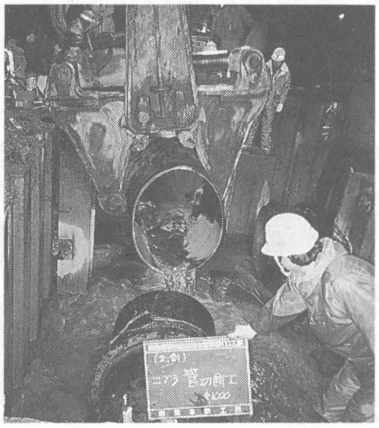


写真2　圧砕機による切断状況



3) 水替え 22:10～23:50

管切断作業開始と同時に、不断水割T字管からエンジンポンプ4台で、管内水抜き取り作業を開始した。

管切断後は作業坑から水中ポンプで排水した。

写真3　不断水割T字管からの排水状況

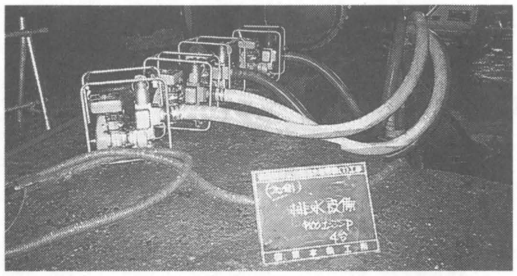
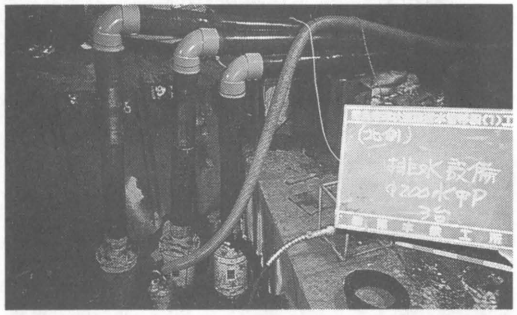


写真4　作業坑からの排水状況



4) 据付接合 23:10～1:00

あらかじめ陸組した新設管を吊り込み、芯出しを行った。メカニカル継手で施工するため、排水が完了していなくても据付作業を開始でき、予定時間を大幅に短縮することができた。

写真5　北側既設管接続箇所据付状況

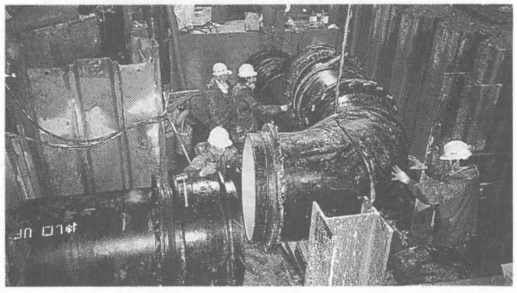
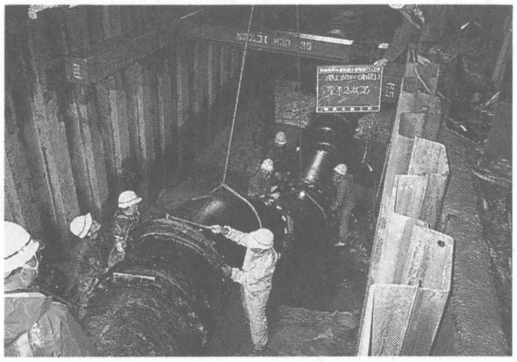


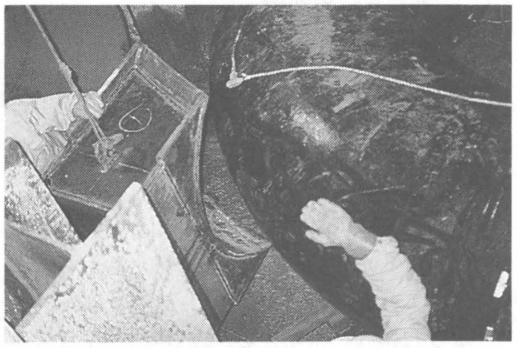
写真6　南側既設管接続箇所据付状況



5) 管防護 23:50～3:00

新設管の仮締めまで完了し、据付位置が固定できた時点で、管防護鋼材の取付を開始した。以前に、管防護鋼材の固定方法を誤り、取付溶接に時間を要したうえに、通水後に変形した経験があるため、ライナープレートで位置調整をして、部分的な溶接で固定できれば、通水できる構造に変更した。

写真7　管防護鋼材取付状況



6) 充水 1:10～3:00

南側締め切りバタフライ弁前後の空気弁を取り外して連絡した仮設配管から充水した。現場内の他の3箇所の空気弁も取り外して排水設備を設け、排水しながら空気を排出した。

空気の抜けが悪く、充水・停止を繰り返し、予定以上に時間を要した。

7) 通水・洗管・放水 3:10～6:30

放水口が低い位置にあり、送水圧が上が

らず、送水ポンプ周辺で激しいキャビテーションが発生したために、バルブ調整しながらポンプを起動した。

このため、所定の送水量に達するまでに時間を要し、現場周辺の濁り水が排出されたのは、通水開始から約3時間後であった。

この時、配水池の貯水量は約3分の1残っていたため、積算放水量4900m³まで放水し、水質を確認した後に通常運転に切り替えた。

9. おわりに

不断水工法が進歩・浸透し、大口径管の断水工事は過去の工法となりつつあるのが現状である。今回の移設工事は、不断水工法であっても建設省の補償をうけることができたものである。あえてリスクの大きい断水工法で施工したが、事前の調査・検討を十分にし、細かな工夫を積み重ねることによって、工事時間を短縮することは可能であり、経済的に、信頼性・耐久性に優れたダクタイル鉄管の管路を移設・再構築できたと考えている。

技術レポート4

久留米市における管路耐震化の取り組みについて

久留米市企業局水道ガス部
建設課長　早田　文幸

1. はじめに

久留米市は水道・ガス両事業を経営しており、水道は大正12年に給水人口100,000人、1日最大給水量15,000m³を創設事業として着手以来、第5次に亘る拡張事業によって、今日では給水人口233,400人、1日最大給水量126,800m³までにその能力を拡大している。配水管網は高さの異なる4つの配水ブロックから構成され、その管口径は50～1100㎜、総延長885kmの自然流下方式により給水されている。その結果、未普及地域集落約500戸を残し、給水普及率は98％となりほぼ皆水道の域に達している。

一方ガス事業は、大正3年に供給を開始して以来、今日では供給区域内戸数57,232戸に対し、26,784戸の需要家戸数を有し、1日最大送出ガス量124,813m³をガス導管261kmにより供給している。

また、本市を地理的に紹介すると、九州最大の筑紫平野の中央に位置し、その中央部を流れる九州最長の河川、筑後川の中流域に市街地を形成している。阿蘇外輪山に源を発し蛇行しながら有明海に注ぐ全長143km、流域面積2,860km²、年間流量40億m³の筑後川は別名〝筑紫次郎〟とも呼ばれ、板東太郎(利根川)、四国三郎(吉野川)とともに全国的にその名が知られている。

筑後川は、歴史的に古くからしばしば氾濫を繰り返し、その度に肥沃な土壌をもたらし、有明海に泥土を堆積してきた。そのため流域の住民は、水と戦いながら堰や用水路を築き、耕地を開き、浅海に堤防を造り干拓地を広げてきた。この悠久なる筑後川の流れは、豊かな水資源をもたらし、穀倉地帯を形成するなど流域住民には恵みの深い『母なる川』となっている。

久留米市域の地形は、筑後川によって形成された広大な沖積平野部と東西に連なる耳納山地部に大別される。沖積平野部は川沿いの自然堤防や市街地が載る段丘面を除いては広大な水田地帯となり、ここには条理制の遺構も残る歴史の舞台となったところでもある。

性についての議論が活発化し、日々に耐震性強化を望む声が高まってきた。

そこで、平成7年度に本市企業局では、水道施設の耐震化を含む危機管理検討委員会が組織され、ハード部門(施設の耐震化)とソフト部門(震害対策)に分れそれぞれ検討に着手した。続く平成8年度には基幹水道施設の耐震化診断を実施するとともに、配水管路についても被害予測を実施し、耐震化のための事業の取り組み方が検討された。

このような中、危機管理検討委員会では、ガス導管にあっては、通産省の指導もあり、PE管(中密度ポリエチレン管)の採用が決定した。次いで水道施設の耐震化の進め方に議論が集中し、以下の通りに方針が集約された。

水道施設の耐震化概要

(1) 取水・浄水施設・配水池

診断の結果、建設年次の違いによる耐震性評価の不整合から、全施設に対し震度7までの耐震補強を実施する。

(2) 配水本管

φ350以上を本管と定義すると、φ1100まで72kmが布設されている。その継手形式は、主としてA形・K形・C形(印籠形)が、また一部にSⅡ形耐震管が採用されている。これらの耐震化は基幹施設として優先度が高いものであるが、将来のブロック化の必要性からブロック化基本計画策定後に着手することが議論された。

(3) 配水管

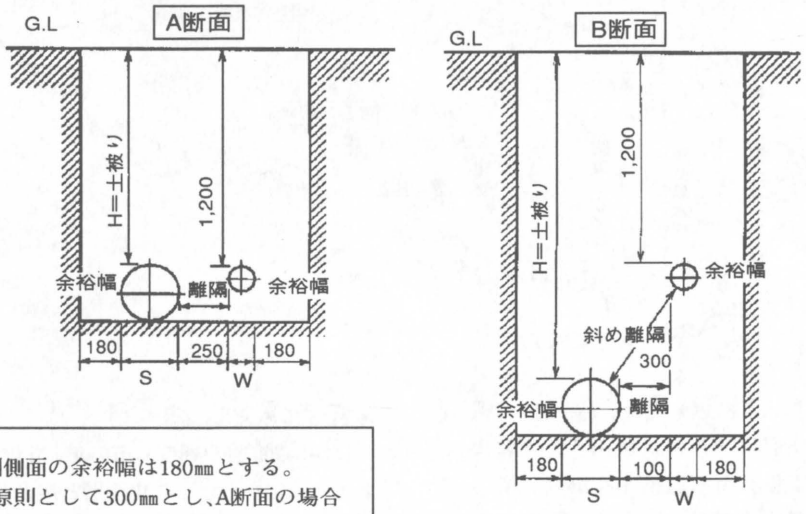
φ50以上φ300以下の配水管は、現在までに総延長813km布設されている。その内訳は、CIP:162km、DIP:297km、RRVP:352km、SGP:2kmとなっている。

「配水管整備事業について」

昭和61年度より開始された配水管整備事業は、昭和43年以前に布設されたCIP非モルタルライニング管(C形、A形)235kmを継続的にDIP(内面モルタルライニング管)に更新することで進められており、現在162kmを残している。

また、更新に当たっては、下水道と同時施工により実施している。本市の下水道普及率は60%であり、面整備の最中である。①布設コストの削減 ②道路の2度開削回避などを狙いとして、下水道整備地域を優先して布設替えを行っている。図2に上水・下水同時施工断面の一例を示す。

図2　施工断面図



- 管と掘削側面の余裕幅は180㎜とする。
- 離隔は、原則として300㎜とし、A断面の場合のみ250㎜とする。
- 各寸法(離隔等)は、管の呼び径で考える。

また、耳納山地は古生代の結晶変岩類からなる基盤岩より成り立ち、北斜面は急な断層崖になっていて典型的な傾動地塊といわれている。断層崖には多くの若い谷が発達し、山麓には複合扇状地が形成され、ここには幾多の古墳や集落が見られ、今日では果樹・園芸業が盛んである。

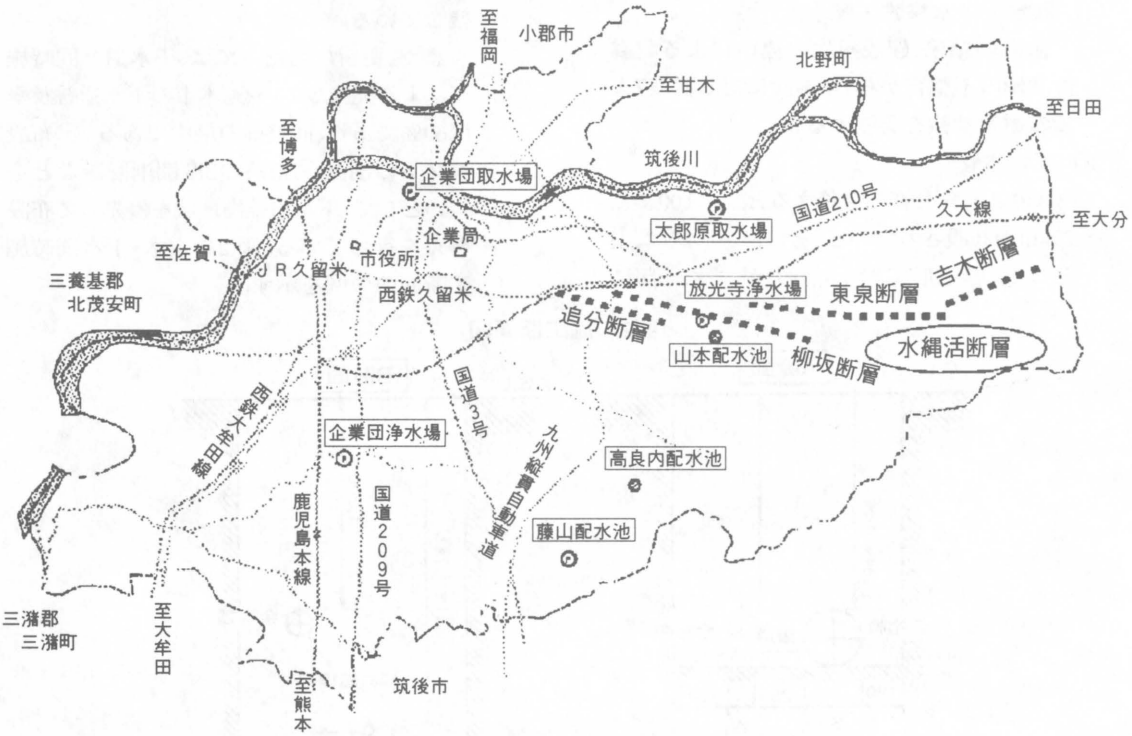
2. NS形耐震管採用の背景

当市域での地震の記録は、「日本書紀」に、天武7年(678)12月に筑紫国で大地震が発生し、土石流により多数の村が破壊され、長大な地割れが起こるなど多大な被害が生じたと記されている。

これを証明するものとして筑後国府跡の発掘調査記録は、この地震は耳納山地の北麓に沿って横たわる水縄活断層を震源とする地震であることを明らかにし、更にこの活断層上に位置する山川町の前田遺跡では、数千年周期で繰り返しマグニチュード7.1クラスの地震を発生させている活断層本体や地割れおよび土石流跡が発掘され、久留米市一帯が「日本書紀」に言う天武7年の地震災害の舞台であったことを明らかにしている。

また、この活断層は周期的に同規模の地震を繰り返すことから、平成7年の阪神淡路大震災は決して対岸の火事とは言えず、活断層上に位置する本市にとって、長期的な展望での備えを促すものであった。

図1　活断層位置図



本市は筑後川により恩恵を受け、その結果、戦後の混乱期および昭和28年の筑後川大氾濫による被災を除いては順調な水道給水を継続している。反面、水需要家は、「水道は給水栓を操作すれば何時でも必要な量が供給されるものとして当然」の意識を持ち、災害等を想定した備えは皆無と言っても差し支えない。

しかし、前述の通り本市の地形・地層は、地震により液状化をもたらす沖積層と複合扇状地から形成されており、地震時には大きな被害が予測される。このような状況の中、阪神淡路大震災を契機に一般市民の間で、また市議会等で公共施設の耐震

表1　本市管種採用歴史（参考）

立型普通鋳鉄管　(C形)	創 設 期～昭和8年まで	φ3インチ～φ24インチ
立型高級鋳鉄管　(C形)	昭和 9年～昭和25年	φ 75～φ600
砂型遠心力鋳鉄管 (C形)	昭和26年～昭和35年	φ 75～φ600
金型遠心力鋳鉄管 (A形)	昭和36年～昭和43年	φ 75～φ250
ダクタイル鉄管　(A形)	昭和44年～平成 8年	φ 75～φ900
ダクタイル鉄管　(K形)	昭和44年～平成 8年	φ 75～φ900
ダクタイル鉄管　(K形)	昭和50年～平成 8年	φ400～φ900
ダクタイル鉄管　(T形)	平成 6年～平成 9年	φ 75～φ250
ダクタイル鉄管　(NS形)	平成 9年～平成 9年	φ 75～φ250
ダクタイル鉄管　(T形)	平成10年～	φ 75～φ100
ダクタイル鉄管　(NS形)	平成10年～	φ150～φ250

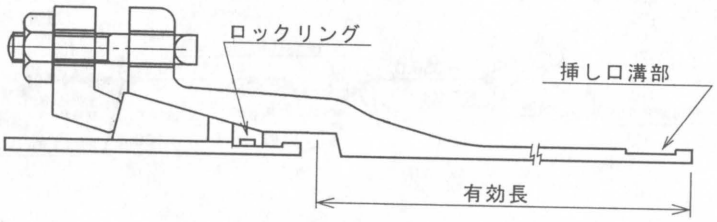
3. NS形耐震管の採用にあたって

平成9年度以降、危機管理検討委員会の方針に従って、T形継手から鎖構造形耐震継手であるNS形に移行することが決定された。しかし、これらの採用にあたっては、次のことが懸念されたため対策を講じた。

(1)企業局職員および施工業者への研修

本市におけるNS形管の採用は、①同じスリップオンタイプである従来形のT形管からの移行であること、②ガス導管工事ではGMⅡ形管が採用されていたため、溝切り加工の実績が有ること、などにより容易に移行できるものと判断し、平成9年4月および6月に日本ダクタイル鉄管協会九州支部による、①市職員へのNS形を主体とする耐震管の設計・施工に関する研修、②施工業者に対する耐震管の取り扱い習得のための実技講習、をそれぞれ実施し準備に努めた。

図3　GMⅡ形継手構造図



(2) 平成9年度の設計方針

NS形管の導人初年度において、以下の問題点が予測された。

①異形管の施工には時間を要することが予想されることから、交差点部施工・断水制限時間内での施工(道路開放を含む)が本当に可能か。

②切管(残管)の発生を少なくし、経済性を確保できるか。

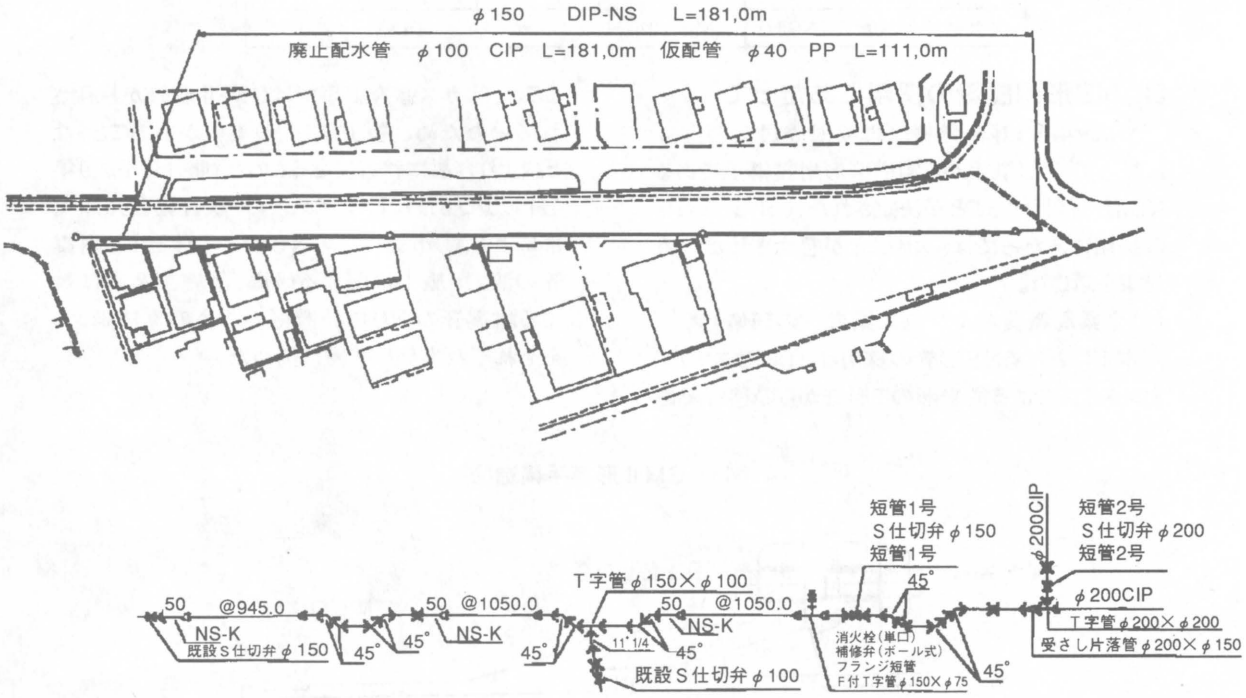
③九州地区での採用実績が少ないことから、メーカの供給体制が十分であるか。

これらの問題解決に当たっては、現場条件を加味した設計担当者の考え方を優先し、その結果、次の通りに対応するものとした。

下水道マンホール部の切り回し配管部などでの異形管使用に際し、乙切管の発生とそれに伴う継ぎ輪の使用増加によるコストアップを回避するために、

①直管はNS形管、異形管はK形管（特殊押輪付）とすることを基本方針とする。

図4　平成9年度設計図



(3) 平成10年度の設計方針

採用2年目に当たり、設計方針の見直しと管種の統一化を図った。

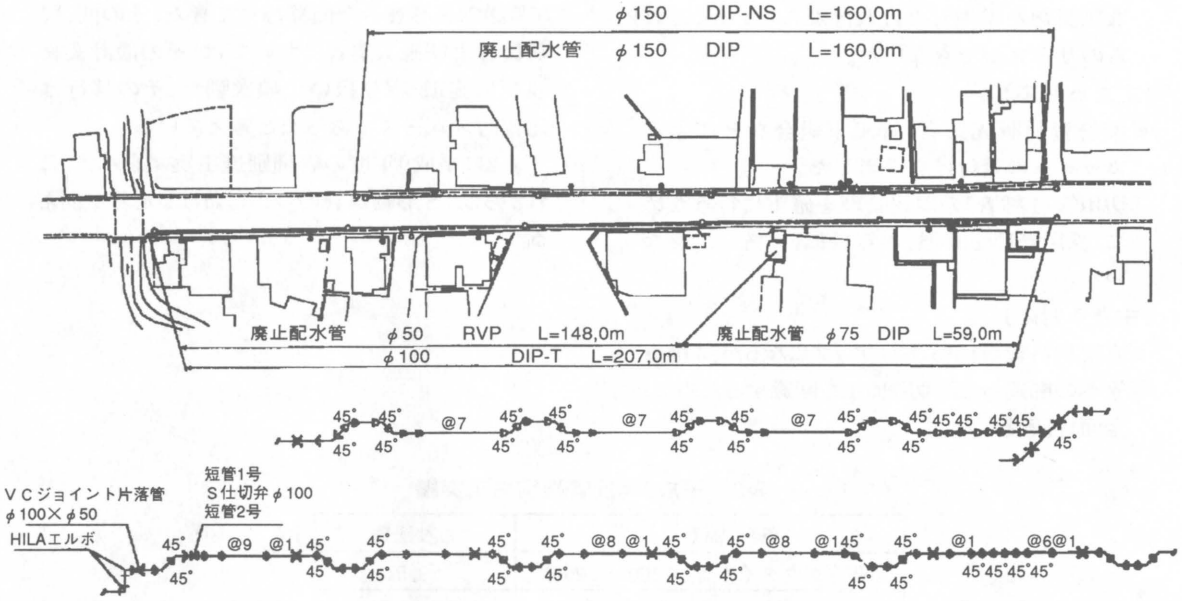
①施工性・維持管理面から管種統一の必要性を感じ、同一管路では同一継手とすることを原則とした。

②被害を生じても影響が小さいφ100ラインは従来形のT形管とし、φ50はRRVP管とした。

③配管業者の耐震管施工技術水準が安定したことから、配水管主力であるφ150～φ250ラインは直管・異形管ともにNS形管に統一することにした。

④φ300以上はSⅡ形管を使用することにした。

図5　H10年度設計図



※φ150以上はすべてNS形を使用

写真1　NS形管接合状況

(4) 施工現場の声とその対応

T形管からNS形管への移行に当たり、多くの配管作業者から、直管の施工は従来品と何ら違和感を感じないが、地下埋設物が輻輳する場所での異形管施工に当たっては、管の安定性の悪さとリングジャッキの使い勝手の不馴れから接合時間が長くなるとの声が聞かれた。このことはある程度本当であろうが、従来形のA・K形管に比較してのことであるものと判断している。

この他に次のような意見が聞かれた。

①他工事(下水道・電線地中化・道路改良工事)との同時施工を実施しているが、異形管接合の増加により、残管が増え経済性が低下しないか。

〔主たる対応〕

● 両受口異形管および小型継ぎ輪の開発、ランダム長の直管の納入などのメーカへの要望。

②ガスPE管の採用でコントローラを、また、水道用NS形により溝切りカッターなどの高価な工具類を準備しなければならないが、これらのリースができないか。

〔主たる対応〕

● 配管資材販売業者、管工事組合などによるカッターの貸付けを手当した。

③切用管(1種管)の現場管理を確実に行うために、採用管種を3種管から1種管に統一できないか。

〔主たる対応〕

● 直管材料費が15%コストアップになるが、3種直管への間違った溝切り加工を回避するために、全面1種管とした。

採用初年度(平成9年度)以来の現場の声を設計に反映させるとともに、資材業者の協力を得て順次NS形管へ全面移行してきた。その間、局職員および施工業者においては、その設計業務並びに施工・取り扱いに順次馴れ、その移行は比較的スムーズであったと考えている。

表2に平成9年度の管種別施工実績を示す。これからもNS形耐震管の本市における定着が伺える。

表2　平成9年度管種別施工実績

管種内訳	布設延長
NS形ダクタイル管(φ100～φ250)	9.5km
SⅡ形ダクタイル管(φ400)	0.6km
T形ダクタイル管(φ50～φ150)	10.1km
RRVP管(φ50)	5.2km
その他A・K形等既設管連絡	0.5km
総　延　長	25.9km

4. 今後の耐震化計画

本市の耐震化計画は、前記2章で述べた通り、①取水施設から配水池までの基幹施設の耐震化計画(診断にもとづく耐震補強計画の実施)、②配水本管の耐震化計画(配水ブロック化基本計画後の耐震化促進)、③配水管の耐震化計画(CIP管の更新／NS形管による管路耐震化の実施)、とそれぞれ位置づけられており、特に配水管の耐震化は、NS形管の全面採用を通じて、残存する経年CIP管路162kmを平成22年までに更新する予定である。

その他工事に伴う配水管移設工事のA・T形ダクタイル管の耐震化については、工事発生時に単年度事業としてNS形管への改良布設替えを行うものとしている。

表3　配水管更新基本計画

第3次整備事業	平成 3年～平成 9年	更新延長38.9km
第4次整備事業	平成10年～平成12年	更新延長22.9km
第5次整備事業	平成13年～平成17年	更新延長69.0km
第6次整備事業	平成18年～平成22年	更新延長70.2km

5. おわりに

久留米市の管路耐震化計画は、地形・地質的条件を考慮して給水区域全域を耐震強化するものとして策定された。その結果、すべての管路が対象となり、水道・ガス事業ともに気の遠くなるような年月と莫大な資金を要するものとなっている。

しかし、いかなる環境にあっても供給を継続することが最大の使命である水道・ガス事業にとって、耐震化による施設の再構築は、ライフラインとしての安定供給を確保する上で、もっとも重要な方策であると考えている。公共投資に対するコスト縮減が叫ばれる昨今、これら耐震化計画の推進には異論があるかも知れない。しかし、可能なところから早期に着手し、長期展望に立った安全な水道・ガス施設を構築していくことは何にも増して重要な課題であると考える。

本市の水道事業も他都市の例にもれず、拡張期から維持管理を主体とする成熟期に移行している。経年管のダクタイル化（T形管）により、漏水防止と管内水質保全の観点に立つ更新事業を継続してきたが、平成7年、想像を絶する阪神淡路大震災を経験し、ライフラインとしての水道施設の重要性が再認識される中、管路耐震化に着手したばかりである。具体的には、現在推進中の経年管更新事業から、NS形管による管路耐震化を図っているが、それに伴う建設コストのアップは安全性の確保と安心料の代償であり、長期的経営視点に立つとき有効かつ不可欠な投資にほかならないものと確信している。

技術レポート5

桂沢水道企業団での ダクタイル管について

桂沢水道企業団
企業局長　坂上　澄夫

1. はじめに

桂沢水道企業団は、北海道南空知地域の岩見沢市・美唄市・三笠町の2 市1 町が上水道用水の安定供給を図るために桂沢ダム事業に参加し、道内初の広域水道事業体として昭和30年に設立したものである(当時、桂沢上水道組合)。昭和33年12月から用水の供給を開始し、その後は昭和37年の第1次拡張事業、昭和44年の第2次拡張事業では栗沢町、北村の参加を得て、供給水量の増加を図るなどして施設整備を進め今日に至っている。

ここでは、本企業団の概要と今日に至るまでの経緯を紹介するとともに、昨年9月に道路改修のため、本企業団創設当時(昭和32年)に埋設されたダクタイル鉄管を掘り上げる機会を得たのでその状況についても報告する。

2. 本企業団の概要

(1) 構成団体

岩見沢市、美唄市、三笠市、栗沢町、北村の3市1町1村

(2) 事業の概要

表1に本企業団の事業概要を示す。

表1　事業概要

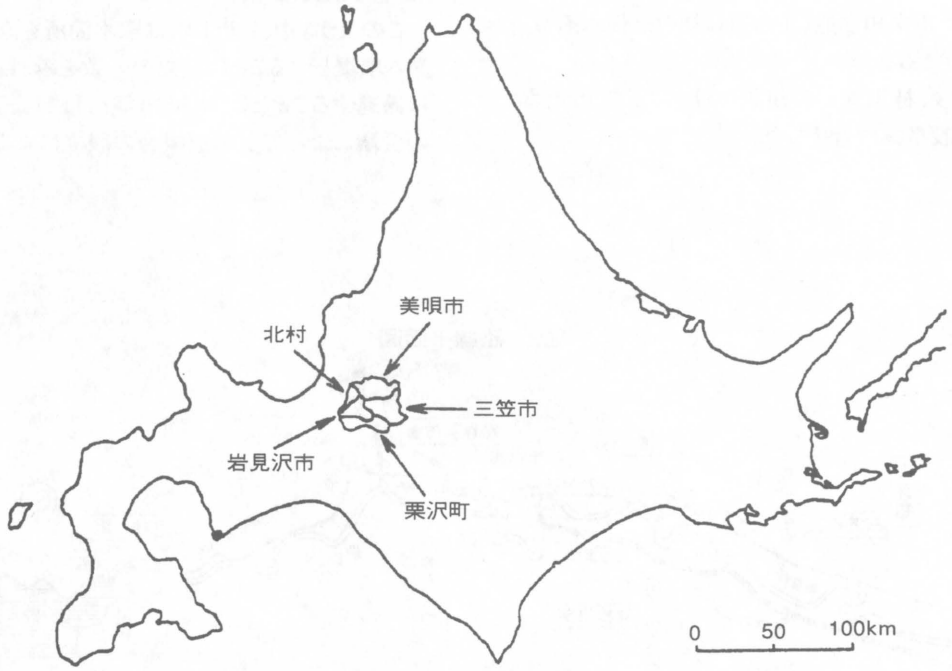
	創設事業	第1次拡張事業	第2次拡張事業	平成9年現在
年　次	昭和31年～34年	昭和41年～43年	昭和44年～47年	
計画給水人口	131,200人	164,000人	206,300人	206,300人
計画給水量	40,000m³／日	50,000m³／日	82,500m³／日	82,500m³／日
日最大給水量	34,720m³／日	43,168m³／日	52,855m³／日	48,850m³／日

3. 本企業団創設の経緯

(1)企業団創設前の状況

本企業団のある南空知地方は北海道の道央に位置し、地形は山岳地帯と石狩平野の東部に当たり、山岳地帯はもちろん、平野部も主に低湿地帯の泥炭土質のため、良質な地下水には恵まれなかった。創設時の構成団体である岩見沢市、美唄市、三笠市は、北海道開拓の歴史のなかでもその入植の歴史は古く、岩見沢市は交通要衝地としての利と肥沃な土地に恵まれ、美唄、三笠の両市は石炭産業が殷賑を極めていたにもかかわらず、飲料水についてはそれぞれ苦労し、その水源に悩んでいた。

図1　構成団体の位置図



①岩見沢市

明治39年9月に着工し、41年10月、待望久しい上水道の完成をみるに至った。大正12年～14年にはろ過池新設改良工事が行われ、給水人口の増加に対応して昭和9年～11年第1次拡張工事を実施してこれに応えたが、激増する人口に追いつかず断水を繰り返していた。そのため水源を昭和26年から建設の始まった桂沢ダムに求め昭和28年から第2次拡張工事に着手した。

②美唄市

昭和25年に水道布設の気運が高まり、市内峰延町において給水人口1,800人、1日最大給水量160m³の水道が設置されたのが、美唄市営による水道の始まりである。この水道の完成が導火線的な役割となり、美唄市街地における水道布設の要望はとみに高まり、水源は桂沢ダムに求め、第1次拡張工事に着手した。

③三笠市(組合設立時は三笠町)

三笠市水道の歴史は古く、明治21年12月、ヌッパオマナイ川を水源として設けられ、旧市街地に給水した市来知水道(北海道最初の近代水道?)が始まりである。

その後、桂沢ダムの建設に伴い、三笠市上水道の創設事業に着手した。

(2)桂沢ダム

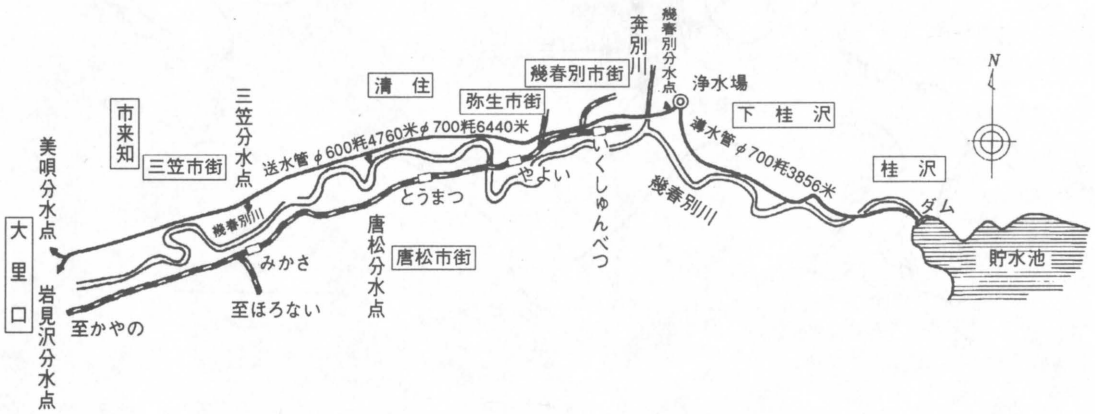
このように水源に悩んでいた2 市1 町は、桂沢ダムにその水源を求めていた。桂沢ダムの構想はすでに明治末期に始まり、昭和25年3月、幾春別川、芦別川総合開発計画が、安本資源調査会で決定、昭和26年から工事が開始された。

桂沢ダム貯水池堰堤工事は順調に進んでいたが、2 市1 町の上水道用水の取水位置とされた三笠発電所の位置が決定されず、取水計画実現の見通しがたたぬ状況にあった。

(3)桂沢上水道組合の創設

このような中、2 市1 町は取水箇所を直接桂沢ダム堰堤とすることに意見の一致をみ、目的達成に邁進することとし、昭和30年7月1日、三理事者の会議によって上水道組合の設立による水道事業施設の構想がまとめられ、桂沢上水道組合が昭和30年12月20日設立された。

図2　路線平面図



同工事とし、送水は三笠町は途中より分水するとし、岩見沢、美唄両市は大里分岐まで共同施設とし、その後はそれぞれの配水池まで専用施設

事業の内容は取水施設、導水管、浄水場は共

として施工することとした。施工後は組合がその上水道用水の供給および維持管理を行うこととし、運営の合理化を図ることにした。なお、当初の計画日最大供給水量は40,000m³であった。

組合設立の準備も急速に展開され、昭和31年10月25日に厚生省および建設省より事業が認可された。

4. 創設事業(昭和31年度～34年度)

上水道組合の分担すべき工事は、取水施設工事、導水管布設工事、浄水場施設工事、浄水場より三笠町字三笠西までの送水管布設工事であった。

(1)取水施設工事(昭和31年度)

桂沢ダム堰堤より直接取水することは前に述べたが、桂沢ダム工事の進捗により湛水も目前となっており、取水施設工事のみは最優先しなければ工期的に間に合わない状況となった。そのため、昭和31年6月1日に着工し、突貫工事により同年8月20日に竣功をみた。

(2)導水管布設工事(昭和31年度～32年度)

桂沢ダム取水地点から浄水場までの延長3,856mにおいて、材質や管路建設費の検討結果などをもとに呼び径700㎜遠心力ダクタイル鉄管を採用した。

立吹鋳造法によるダクタイル鉄管はすでに国内で使用されていたが、遠心力鋳造によるものはメーカーにおいて開発されたばかりのものであり、国内で最初の採用ということになった。メーカーでは製造設備の整備など苦労も大きかった

図3　浄水場平面図（地上1階）

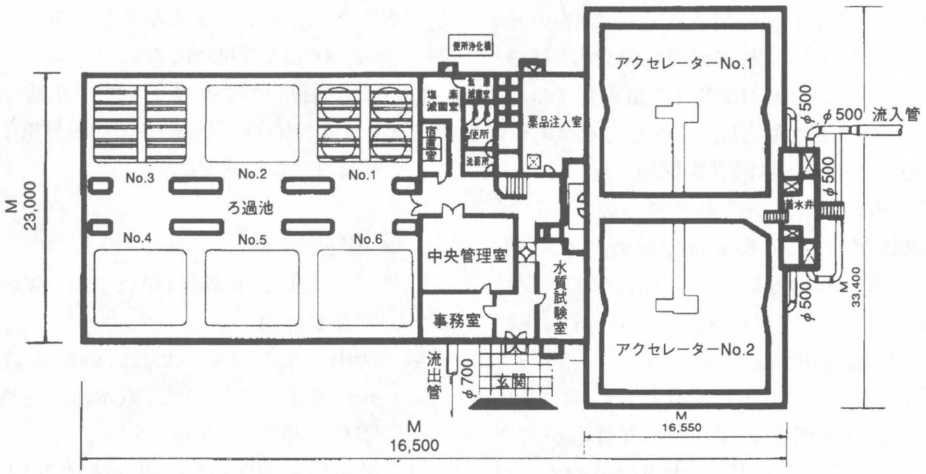
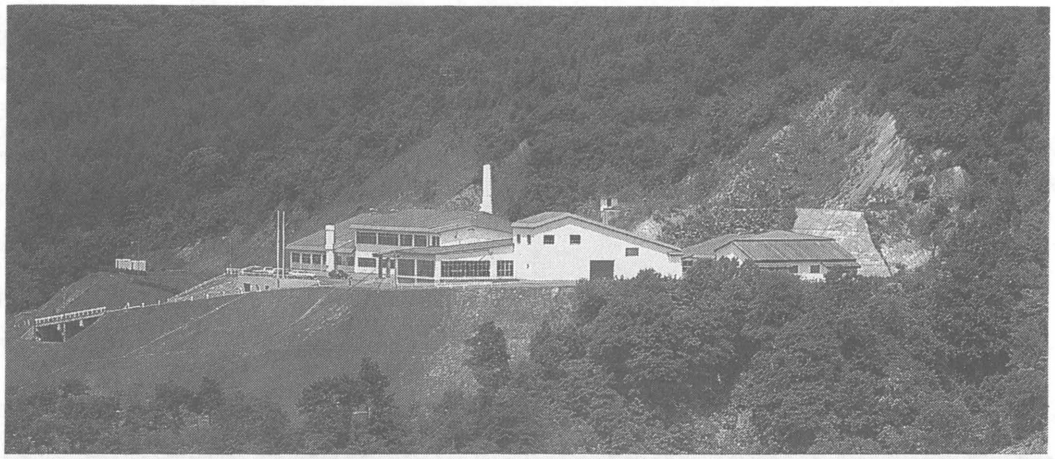


写真1　桂沢浄水場



のであろうが、昭和32年8月末以降は順調に入荷できるようになり、10月1日には全量が完納された。

工事の本格化は管の納入が順調になった9月から、文字どおり昼夜の別なく行われ、昭和32年12月15日埋設工事を完了、19日工事終点までの通水に成功した。

(3)送水管布設工事(昭和32年度)

呼び径700㎜を6440m(第1工区)、呼び径600㎜を4760m(第2工区)布設したが、おのおの昭和32年12月28日、11月28日に埋設工事を完了した。呼び径700㎜は導水管と同じく遠心力ダクタイル鉄管を、呼び径600㎜は鋼管を採用した。

これら、導水管および送水管の布設工事は酷寒の気象状況の中、昼夜兼行で行われたが、当時、大口径管布設の経験を有する配管工の少ない北海道で接合の容易なメカニカルジョイントの採用は大きな救いであった。

工事関係者一丸となった悪戦苦斗の末、12月28日全路線の配管を完了し、年内通水ができた。岩見沢市はこれに応じて、大里分岐点からの下流の送水管の布設をすでに完了していたので、年も新たな昭和33年1月1日の年の若水から、全市にわたってこの桂沢ダムの水を給水することができたのである。

(4)浄水場新設工事(昭和31年度～34年度)

浄水場の位置は、構成団体の配水池の標高差を考慮して決定された。浄水場の急速沈澱装置工事は、悪天候に災いされ、また岩盤が多いため整地工事に予定以上の日数を要し、構造物工事の工程を著しく圧縮したが、昭和33年4月7日、浄水場急速沈澱池1号池の運転を開始し、7月2日から2号池も運転を開始した。

上水道組合の新設工事も浄水場工事の竣功をもって一応終了し、昭和33年9月30日に通水式を挙行することができた。

5. 拡張事業

(1)第1次拡張事業(昭和41年度～43年度)

①昭和41年度

使用水量の増加により、計画給水量を48,640m³に増加することとし、取水地点を増設した。

②昭和42年度、43年度

計画供給水量を50,000m³とすることにし、急速沈澱池の改造および桂沢ダムに水道専用の取水設備を新設した。

(2)第2次拡張事業(昭和44年度～47年度)

昭和42年に水量不足と水質悪化に悩まされていた栗沢町と北村が本企業団に参加することになり、さらに岩見沢市、三笠市の水不足を解消するため、計画供給水量を82,500m³に拡張する第2次拡張事業に着手した。

①昭和44年度

主に送水管(呼び径700㎜延長5,972m)布設工事を行った。

②昭和45年度

導水管を、既設ルートとは別ルートで桂沢ダムから浄水場まで延長3,308mを布設し、送水管も延長5,137mが布設された。

③昭和46年度

浄水場の増設工事を行った。

④昭和47年度

浄水場増設工事の仕上げ工事を行うとともに、昭和32年度に布設したダクタイル鉄管の内面にセメントモルタルライニングを施工し(延長約9km)、通水能力を向上させた。

これらの拡張事業により今日の水道用水供給能力がほぼ完成したことになる。その後は、浄水場排水処理施設や発生土処分地の整備、水質検査体制の整備、浄水場まわりの環境整備などを行い、多様化する上水道へのニーズに応えるべく、施設の維持管理に力を注いでいる。

6. 掘り上げたダクタイル鉄管について

既述の通り、本企業団では昭和32年に日本で初めて遠心力鋳造法で製造したダクタイル鉄管を採用した。その後、初期のダクタイル鉄管の経年変化に関心を持っていたが、たまたま、平成9年に道路改修のために数本を掘り上げることとなり、約40年間使用した管やゴム輪の実態を確認する機会を得ることができた。

掘り上げられた管の外面は、すっかり光沢はなくなっているが黒い塗装は生きており、メカニカルゴム輪も立派に弾力性を保っていた。

参考のために分析調査を行ってみたので、以下にその分析結果を示す。

表2　掘り上げ管の概要

呼び径	700㎜
長さ	6000㎜
継手形式	A形
材質	ダクタイル鋳鉄
製造年	昭和32年
製造方法	遠心力鋳造法
ライニング	現地施工モルタルライニング(昭和47年施工)

表3　管体の強度試験結果

	引張強さ(kgf/mm²)	伸び(%)
掘り上げ管	42.7	9.2
当時の仕様書[1)]の規定値	36以上	5以上

注 1) 桂沢上水道組合昭和32年作成「口径700mmメカニカルジョイントダクタイル鉄管および異形管並びに付属品購入仕様書」

表4　管体の成分分析結果(単位：%)

	分析元素	
	P	S
掘り上げ管	0.054	0.007
当時の仕様書の規定値	0.2以下	0.015以下

写真2　掘り上げ管（ダクタイル鉄管）の組織
（100倍）

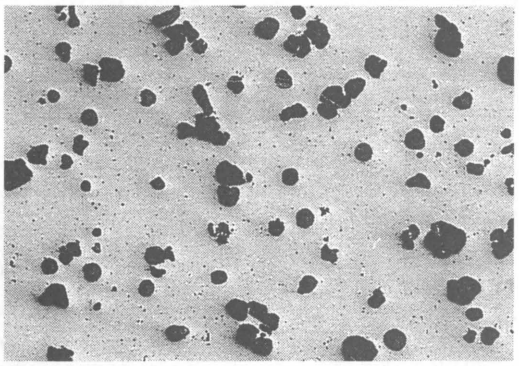


表5　ゴム輪の物性試験結果

	引張試験	硬度試験	老化試験		
	70kgf/cm² 荷重時の伸び（%）	硬度 (Hs)	引張強さの変化率（%）	伸びの変化率（%）	硬度の変化（Hs）
掘り上げ管に使用したゴム輪	134	69	+3	−1	+6
当時の仕様書の規定値	110〜190	65〜75	−20以内	−20以内	−0〜+7

以上のように、埋設して40年経過後に掘り上げた管より、試験片および試料を採取し調査した結果、強度や化学成分は昭和32年当時の仕様書の規定値を満足していることが分かった。（表3、4参照）。組織も一般的なダクタイル鋳鉄のものを示しており、変化は認められなかった。（写真2参照）

ゴム輪の弾性も当初とはほとんど変わっておらず、十分水密性を保持できていることが分かった。（表5参照）。

7. おわりに

以上、本企業団の創設の経緯、拡張の足取りを振り返った。困難な状況に立ち向かって今日の礎を築かれていった先人達の勇気と情熱を改めて知らされ、感服した次第である。

発行年	号数	タイトル	著者	概要
1998年	No.64	淀川右岸流域下水道　前島雨水滞水池築造におけるダクタイル鉄管の採用とその施工について	大阪府北部流域下水道事務所 所長 中田　宏	合流式下水道は雨水と汚水を1本の管路で排除でき、その施工性から各地で整備されてきたが、近年、公共用水域の水質保全や雨水自体の汚濁などが問題となってきている。これらの処理を適切に行えるよう施設の改造をすれば、合流式下水道は分流式と同程度に改善効果が期待できると考えられる。そこで今回の前島ポンプ場雨水滞水池は、公共用水域の汚濁負荷量削減を目的として、初期雨水を貯留し、晴天時にその貯留雨水を高槻処理場に送り処理するために計画されたものである。本論では、その雨水滞水池築造に当たり、滞水池への流入管路にダクタイル鉄管を使用した経緯と施工状況、報告を述べている。
		下水道バイパス幹線における長距離推進の施工事例	鎌倉市 建設部　下水道河川維持課 維持管理担当係長 荒井　正	京都、奈良とともに日本三大古都として知られる鎌倉市は、昭和30年頃から人口の急速な増加と生活様式の変化に伴い、河川の汚濁と海水浴場の汚染が問題となった。同市は京都、奈良と遠い唯一海のある古都として、古都の海を守るため下水道整備が叫ばれ、以来事業の拡大につとめてきた。本論では、流下状態の悪い部分を含めた今回のバイパス幹線工事の目的、また施工方法、施設の諸条件、工事概要を報告し、その結果から長距離推進工事の今後の課題についても述べている。
		下水処理水の親水利用にダクタイル鉄管を使用した事例について	川崎市建設局 下水道建設部　建設課 中澤　秀一	昭和6年より下水道事業に着手した川崎市は、平成9年度末には人口普及率96.7%に達した。同市では雨水を速やかに排除し、汚水を確実に処理するといった下水道本来の目的とともに、下水をひとつの資源として捉え、有効利用する事業を計画･施工中である。そのひとつが高度処理水の親水利用。本論では、親水利用する高度処理水を送水する管としてダクタイル鉄管を使用し、その事例について述べている。

発行年	号数	タイトル	著者	概要
1998年	No.64	百間川海吉桶管に呼び径2000mm柔構造用ダクタイル推進管を使用して	建設省中国地方建設局 岡山河川工事事務所 工務第二係長 三輪　雅夫	温暖な瀬戸内海気候に恵まれた岡山県内には、吉井川、旭川、高梁川の3本の一級河川が流れている。その中のひとつ旭川の放水路（百間川6K300地点）右岸に西から流入する倉安川の内水排除施設として建設する排水機場の樋管工事において、樋管本体をダクタイル鉄管による推進工法で施工した。従来、建設省は樋管を主にコンクリート製のものを開削工法で構築してきたが、本論ではダクタイル鉄管による推進工法で施工したことによる多くのメリットを技術的観点から報告している。

ダクタイル鉄管第64号

平成10年5月

技術レポート1

淀川右岸流域下水道 前島ポンプ場雨水滞水池築造における ダクタイル鉄管の採用経緯と その施工状況について

大阪府北部流域下水道事務所
所　長　中田　宏

1. 全体概要

従来より、合流式下水道は雨水と汚水を1本の管路で排除できるため、その施工性から各地で整備されてきたが、雨天時に雨水吐室から希釈された下水が放流されるため、公共用水域の水質保全という観点から見ると、問題となっている場合も見受けられている。

一方、雨水自体の汚濁も近年無視できないと指摘されており、市街地から発生する汚水と雨水を同時に集水できる合流式下水道は、これらの処理を適切に行えるよう施設の改造をすれば、分流式と同程度に改善効果が期待できると考えられる。また、大阪府の21COS-MOS計画（下水道整備基本計画）においても、合流式下水道改善を柱の軸のひとつとして展開している。

本雨水滞水池は、大阪府淀川右岸流域下水道の内、高槻中および高槻東の両排水分区の初期雨水を貯留し、晴天時および夜間にその貯留雨水を下流側の高槻処理場に送って処理するために計画したものであり、公共用水域の汚濁負荷量削減を目的とするものである。図1に前島ポンプ場の位置図を、また、図2に前島ポンプ場雨水滞水池の計画平面図を示す。

今回、その雨水滞水池築造に当たって、滞水池への流入管路に呼び径2200㎜ダクタイル鉄管を使用したので、採用経緯と施工状況について報告する。

図1　前島ポンプ場位置図

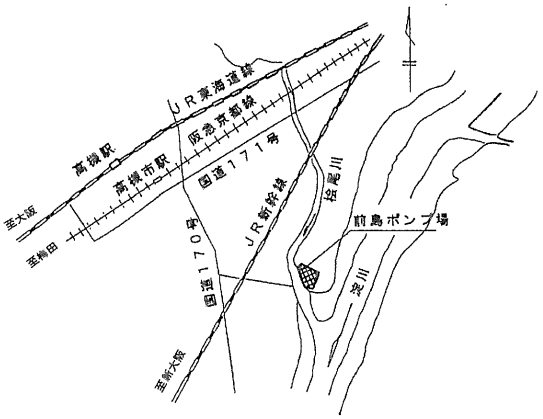
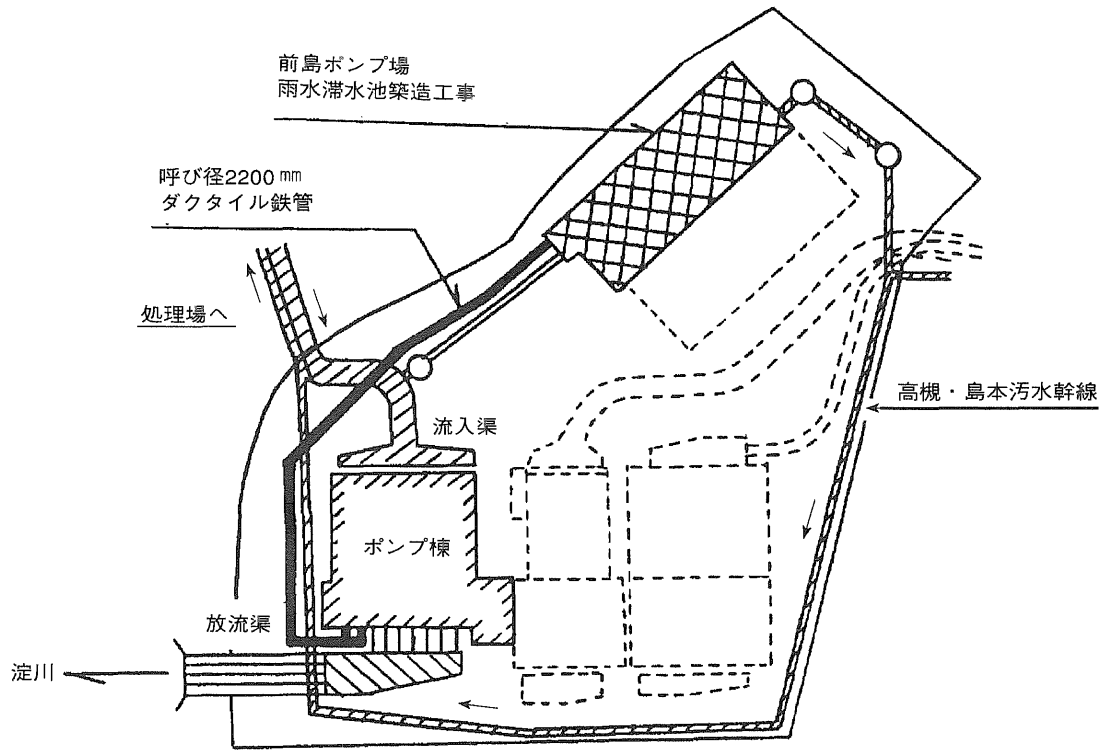


図2　前島ポンプ場計画平面図



2. 流入方式の検討

雨水滞水池の計画に伴い、前島ポンプ場に流入してきた初期雨水をどのように滞水池に流入させるかについて、表1に示すように各流入位置、分水方式案の検討を行った。

それぞれの案について種々検討の結果、放流渠より分水してポンプ圧送で雨水滞水池に流入させる案に決定し、ポンプ圧送することから、その設備としてϕ1650×2台のポンプおよび呼び径2200mm×L約245mのダクタイル鉄管を採用した。

決定した案の検討内容を表2に、また、採用したダクタイル鉄管の形状・寸法を図3に示す。

表1　流入方式の案

流入分水位置	分水方式
放流渠側より分水	自然流下
	ポンプ圧送
流入渠側より分水	自然流下
	ポンプ揚水

表2　決定した流入方式案の検討内容

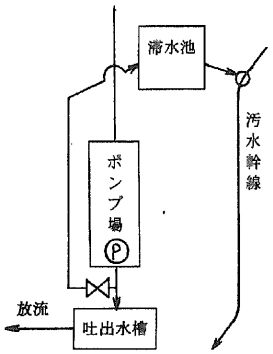
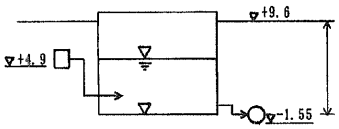
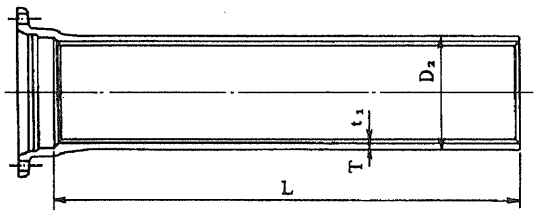
検討項目	内　容　・　結　果	
流入方式	放流渠側より分水して雨水滞水池に流入	
概念図	平面図	縦断図
		
滞水池　流入運転操作	ポンプ吐出口に切り替えのバルブを設け、初期雨水は滞水池に圧送する。 滞水池満杯後はバルブを切り替えて吐出水槽に揚水し、河川に放流する。	
滞水池　ポンプ設備	原則として不要。◎	
滞水池　スクリーン設備	ポンプ場スクリーン設備を通過するため不要。　○	
滞水池　沈砂量	ポンプ場沈砂池を通過するため小。○	
滞水池　建設費	滞水池深さ４.５ｍで浅い。（ポンプ能力による）◎	
問題点	滞水池まで圧送するため、揚水変更に伴うポンプ能力の検討が必要。	

図3　K形ダクタイル鉄管（呼び径2200㎜×Ｌ5000、2種管）



（単位　㎜）

呼び径 D	管厚 T	ライニング厚 t_1	外径 D_2	有効長 L
2200	29.0	15.0	2280.0	5000

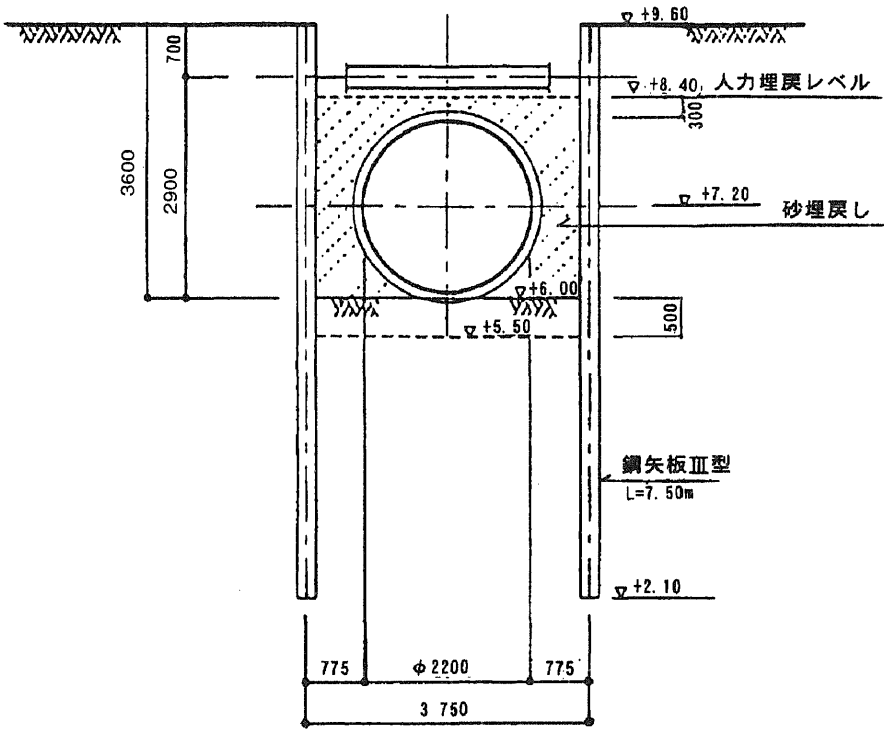
3. 呼び径2200㎜ダクタイル鉄管の施工

(1) 施工方法

基本的にⅢ型鋼矢板にて土留めを施工し、開削工法にてダクタイル鉄管の布設を行った。

図4に土留めの標準図を示す。

図4　土留め標準図



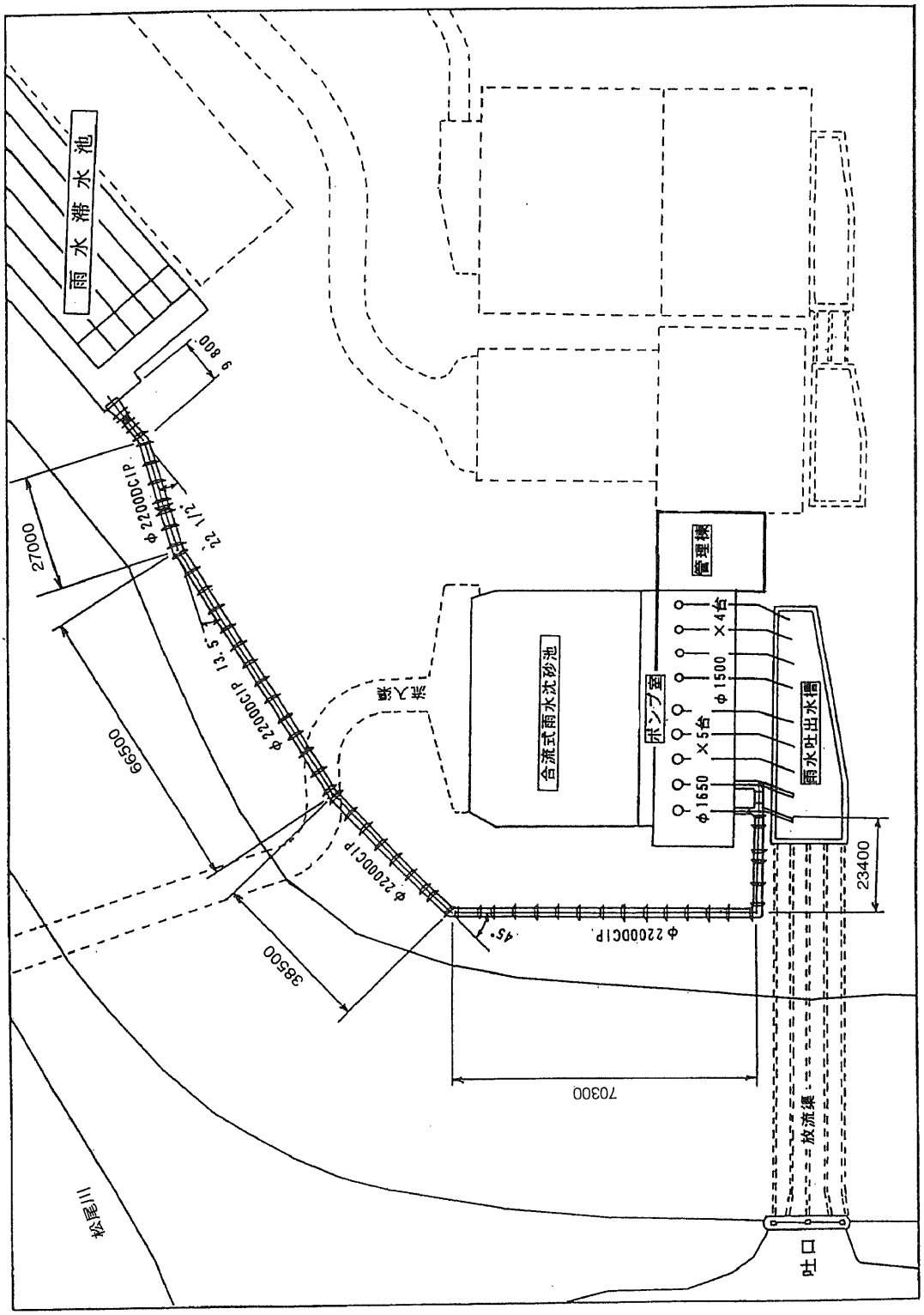
(2) 管の布設

管材が呼び径2200㎜×L5000㎜と大きく、仮置きに場所を取り、かつ、重量が1本当たり約9トンと大変重たいため、安全性および施工性の両観点から、搬入・据付けのタイミングを考慮するとともに、使用クレーンの選定を入念に行い施工した。

今回の管路は、自然流下管路ではなく圧送管路であり、管こう配および管通りについては通常の下水管渠に比べると施工管理の要点とはならないが、床付け地盤が一部粘性土や盛土であったため、矢板引き抜き時の沈下を考慮して、計画高より50～100㎜程度の上げ越しをして管を布設した。図5に管路平面図を示す。

なお、圧送管路であるため、管路はほぼレベルにて布設した。

図5　管路平面図


雨水滞水池
9 800
27000
22 1/2
φ2200DCIP
φ2200DCIP 13.5
66500
φ2200DCIP
38500
45°
φ2200DCIP
70300
流入渠
合流式雨水沈砂池
ポンプ室
φ1650 ×5台
φ1500 ×4台
管理棟
雨水吐出水槽
23400
放流渠
吐口
松尾川

(3)　管の接合

管の継手はK形継手にて施工した。K形継手の構造を図6に示す。

(4)　異形管防護

継手の離脱防止のため、曲管部は360°巻きの鉄筋コンクリートにて防護した。防護コンクリートの形状・寸法を図7に示す。

図6　K形継手詳細図

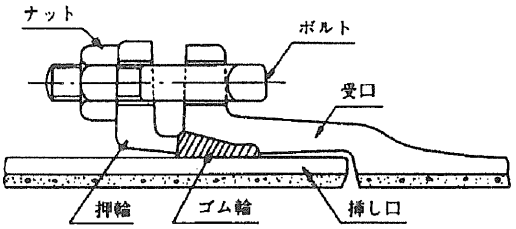
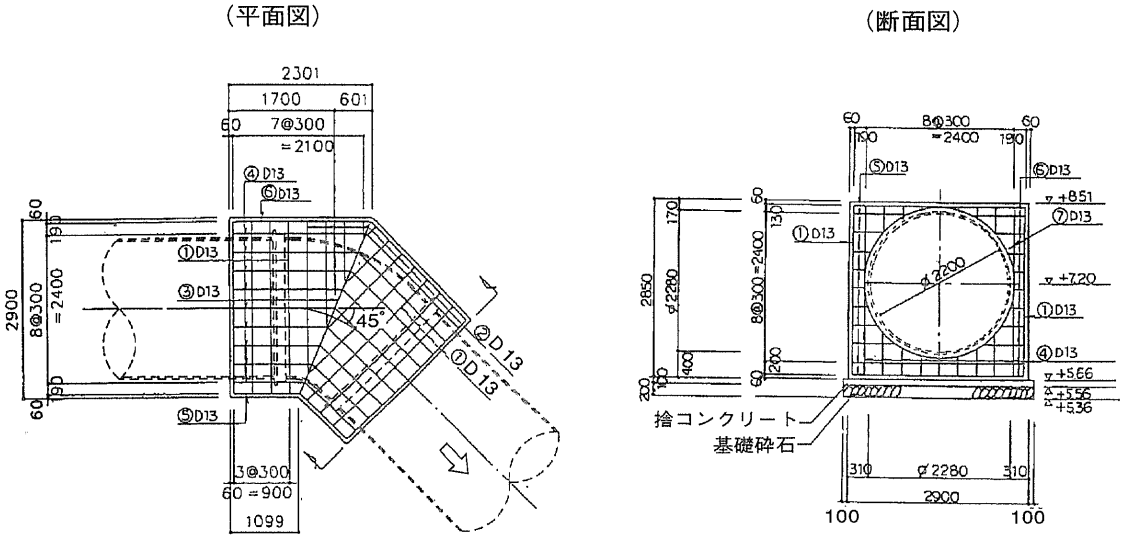


図7　防護コンクリート詳細図



(5)　施工管理

施工管理の要点として、各継手のボルト締め付けトルク、押輪―受口間隔、胴隙間隔、ゴム輪出入状態などを記入する継手チェックシートによる管理およびテストバンドによる水圧テストを行った。

図8にチェックシート記入の一例を、また、写真1に水圧テストの状況ならびに図9に水圧試験記録の一例を示す。

写真1　水圧テスト状況

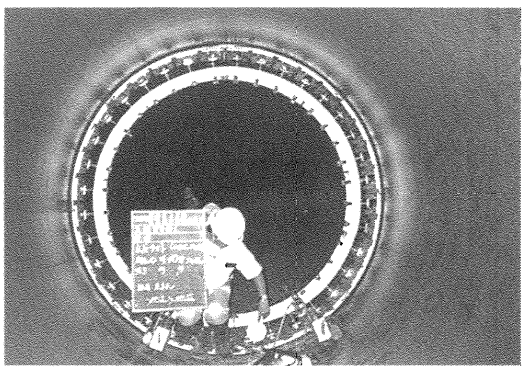
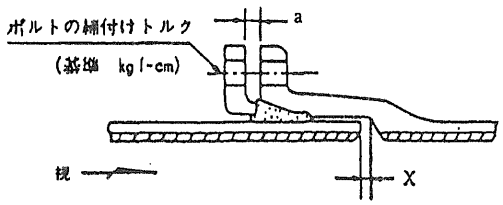
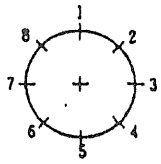


図8　チェックシート記入結果の一例

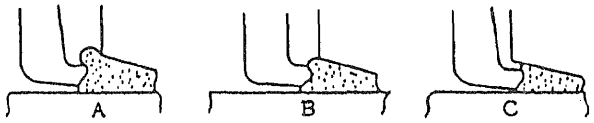
Ⓚ・A形継手チェックシート

工事名	淀川右岸流域下水道 前島ポンプ場 雨水滞水池築造工事
管種・呼び径	K形　2種管　2200mm





ゴム輪の入り状態判定



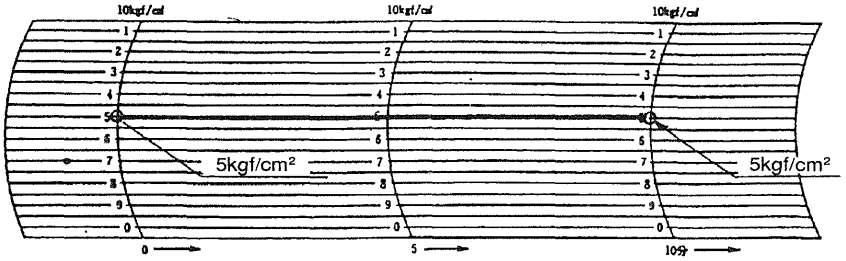
継手 No.		17	18	19	20	21	22	23	24
管体 No.		18	21	8	12	5	13	4	7	11°1/4 曲管
略図		直管 ℓ=5000	直管 ℓ=5000	直管 ℓ=5000	直管 ℓ=5000	直管 ℓ=5000	直管 ℓ=5000	直管 ℓ=5000	甲切管 ℓ=2450	
清掃		○	○	○	○	○	○	○	○
滑剤		○	○	○	○	○	○	○	○
ボルト	数	40	40	40	40	40	40	40	40
	kgf-cm	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
押輪～受口間隔 (a)	1	19	20	21	20	20	22	19	20
	2								
	3	19	20	20	21	21	21	21	21
	4								
	5	20	21	20	21	20	21	21	21
	6								
	7	21	21	21	22	20	21	22	20
	8								
胴付間隔 (x)	1	33	11	17	39	27	17	16	17
	2								
	3	32	20	18	39	25	3	0	7
	4								
	5	27	31	8	40	27	8	10	33
	6								
	7	28	18	14	38	31	27	23	42
	8								
ゴム輪出入状態	1	A	B	C	B	A	A	B	B
	2								
	3	A	B	B	B	B	B	B	C
	4								
	5	A	B	B	B	B	A	B	C
	6								
	7	B	B	C	B	B	B	B	B
	8								
判定		良	良	良	良	良	良	良	良
備考									

図９　水圧試験記録の一例

鉄管継手部水圧試験記録

工事名称　淀川右岸流域下水道
実施年月日　平成 9 年 9 月 22 日　前島ポンプ場　雨水滞水池築造工事

呼び径	継手種類	管体 No. 受口管	管体 No. 挿し口管	試験水圧	テストバンドからの漏れ	ライニング面からの漏れ	塗膜の破れ
2200	K形	15 ℓ=5000	3 ℓ=5000	5 kgf/cm²	有・(無)	有・(無)	有・(無)



4. 施工報告

呼び径2200㎜ダクタイル鉄管の施工は小口径管に比べ、仮設備および安全管理には入念な計画と管理が必要であった。反面、１日当たりの施工本数が決まってくるため、工程管理は計画通りに行うことができた。

ダクタイル鉄管は、他の内圧管に比べ機械的な継手であり、施工性が良く、工程の短縮を図ることができた。また、内面のモルタルライニングにより、防食性の面で今回のような合流式雨水に対しては適している。

技術レポート2

下水道バイパス幹線における長距離推進の施工事例

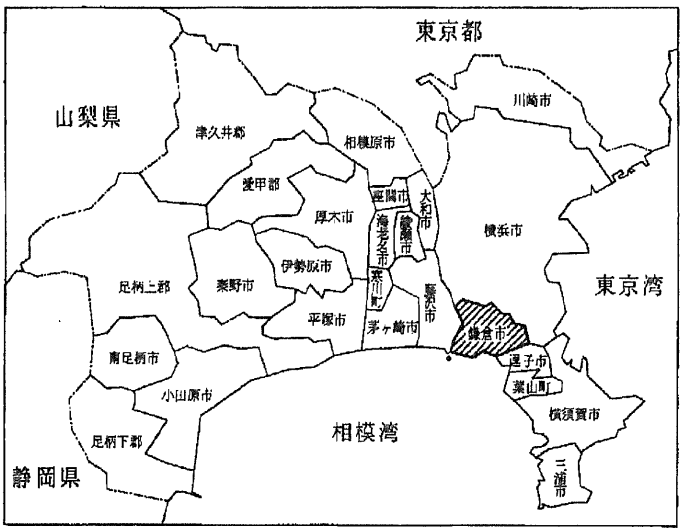
(GS形ダクタイル推進管呼び径1000mmx500.4mおよび448m)

鎌倉市建設部下水道河川維持課
維持管理担当係長　荒井　正

1. はじめに

鎌倉市は、神奈川県の南東、三浦半島の根元に位置し、面積39.53km²、人口は16万7425人(平成10年2月1日現在)、相模湾を望む温暖な気候と自然環境に恵まれた住宅都市として発展した。また、鎌倉は、京都・奈良とともに日本の三大古都として知られている。

図1　鎌倉市の位置



歴史的には、今から約800年前の治承4年に源頼朝が幕府を置き、武家政治の発祥の地として、その名残を今に伝える歴史的文化財としての社寺・仏閣が多くある観光都市としても知られている、

現在では、まちづくりの基本理念として、「市民自治の確立」、「人間性豊かな地域づくり」、「環境自治体の創造」を定め、人と自然が共生し、災害に強いまちづくりをめざしている。

2. 下水道事業の沿革

昭和30年頃から、人口の急速な増加と生活様式の変化により、河川の汚濁と海水浴場の汚染が問題となる。京都・奈良と違った唯一海のある古都として、古都の海を守るため、下水道の整備が叫ばれるようになった。昭和33年には、神社・仏閣などの史跡もあり、人口の集中していた鎌倉地域を第一期計画地域として事業に着手した。その後、腰越地域などを含め区域を拡大し、さらに深沢、大船、玉縄地域を新たに大船処理区として順次事業を進めてきた。

現在の事業認可区域面積は2,607haである。その内、平成9年度末で1,865haの整備完了を見込んでおり、七里ガ浜、山崎の2ヵ所に下水道終末処理場を有している。普及率は、鎌倉処理区99%、大船処理区28%、全体で59%である。

今後さらに、全市域にわたる公共下水道の早期整備に向けて事業を進めている。

3. 事業計画の概要

(1) 目　的

今回のバイパス幹線工事の目的は、流下状態の悪い部分を含め、下流部分4ヵ所の伏越しおよび河川横断部分の解消である。また、阪神・淡路大震災を教訓としたより一層、災害時に対応し得る施設にするとともに、災害による広範囲な溢水解消の効果を図ることを目的として行うものである。

(2) 施工方法の選定

施工現場は鎌倉駅に近く、1年を通して観光客や夏季の海水浴客でにぎわうメイン通りである。この通りは複数の路線が集まるバス通りで、交通量が特に多い市の幹線道路になっている。そのため、開削工事による交通への妨げを避けることは必須であり、推進工事をするにも立坑数を極力減らすことが必要不可欠である。

施工方法の選定には、次の点を考慮して推進工事とした。

①土かぶりが深い

土かぶりが7～12mと深く、開削工法では工事費が割高となる。

②地域環境への配慮

歩行者や車など交通量の非常に多い場所であり、開削工事では交通の障害になる。また、観光客や地域住民など多くの人の目に触れるため、景観上でも開削工事では問題がある。

写真1　現場状況
（発進立坑から上流側を望む）

③埋蔵文化財包蔵地

工事箇所は、国指定史跡に指定されている地域内であり、極力掘削を避けて施工する必要がある。

4. 施設の諸条件に関する検討

(1) 立坑位置

交通に影響を及ぼさないこと。また、泥水プラント設置場所等の問題から、長距離推進を前提に検討した。

幹線および枝線流入箇所は割込み人孔設置が困難なため、斜孔削進工法により、直接推進管に接続する工法を採用した。

(2) 地震対策

平成7年1月17日阪神・淡路大震災が起こり、平成7年4月12日建設省にて、下水道地震対策技術調査検討委員会を設置し、同委員会の「下水道の地震対策についての第一次提言」がなされ、平成8年8月30日「下水道の地震対策についての最終提言」が発表された。

本管路での地震対策としては、

① 管材は、次の点を考慮してGS形ダクタイル推進管を選定し採用した。

・管本体に可とう性があり、管体強度が大きい

・断面方向および管軸方向にたわみ性を有している

・管本体の継手部が屈曲性や伸縮性に優れている

・優れた耐食性と通水性能がある

・耐地盤変動性が良く、地震対策としても期待できる

・経済性が良い

GS形ダクタイル推進管は、管の許容耐荷力が大きいことから中押し管の数が少なくてすみ、その結果、施工スピードの短縮により工事費の縮減につながる。さらに、管厚がコンクリート管と比べて薄いため管外径が小さく、推進装置も一回り小さいものですむ。また、推進断面が小さくなることにより、発生する泥水残土が減少し、これも工事費の縮減につながる。

今回の推進延長からすると、管材単価は割高であるが、上記の理由から経済的となる。

② 現場打ち円形マンホール壁を鉄筋コンクリート構造とし、耐震性をもたせた。

③ 取付管の推進管への接続は、可とう性継手を採用した。

(3) 維持管理

① メンテナンス費用およびランニングコストの縮減。

② 社会資本整備として、ライフサイクル延命を含めた検討。

現在、管渠の維持管理において、コンクリート管の腐食、クラックおよび侵入水などが問題となっている。今後は、メンテナンスおよびライフサイクルを含めた質の高い施設づくりが要求されている。

5. 工事概要

工 事 名：公共下水道（汚水）築造工事
中部バイパス幹線

工事期間：平成8年6月～平成10年6月

工事内容：呼び径1000mm管推進工
延長　L=1017.5m
（刃口推進を含む）

※泥水推進工事の内容として

推進期間：平成9年3月～平成9年8月

推進工法：泥水式（図2）

推進延長：上流側500.4m（300ＲのS字カーブを含む）
下流側448m（図3 路線図を参照）

使用管種：呼び径1000mmGS形ダクタイル推進管（標準管、先頭管、空伏管、中押し管）

土　　質：粘性土層（Ac2）粘土質シルト、砂質土層（As2）シルト質細砂

図2　泥水式推進工法

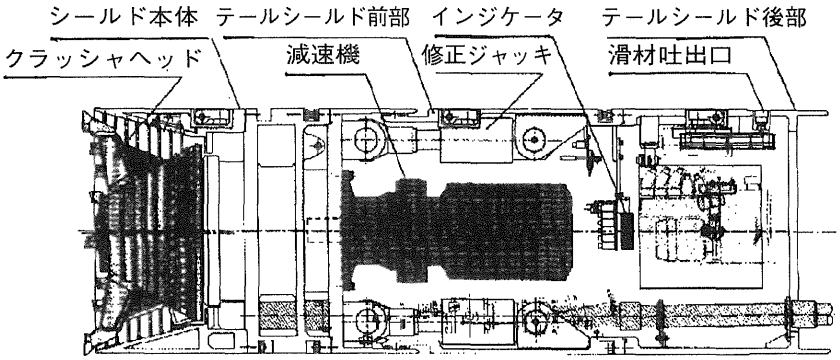


図3　路線図

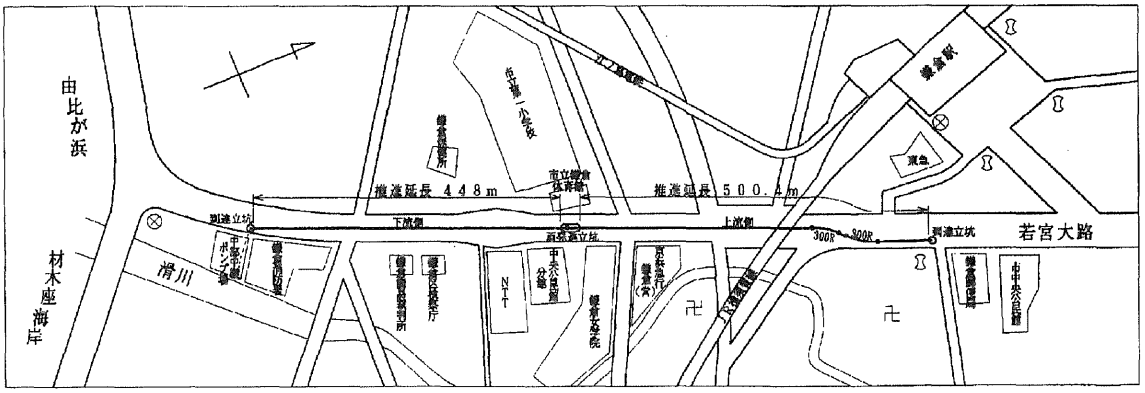
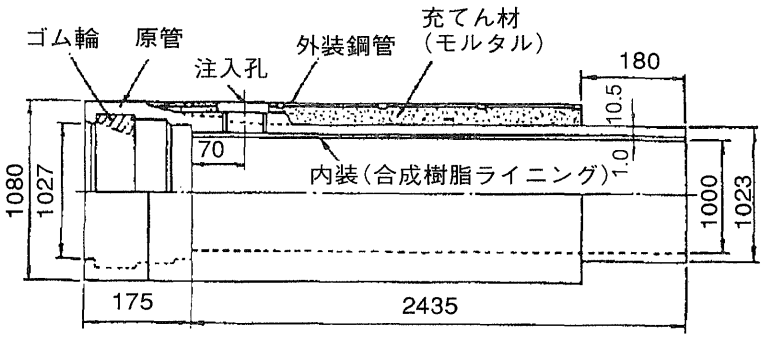


図4　GS形ダクタイル推進管（標準管）構造図



推進終了後、上流側には割込み人孔を設置した。また、GS形ダクタイル推進管路中の4ヵ所には、地上からの斜孔削進工法(図5)により支管を接続した。この斜孔削進は2工程方式で、斜孔削進をするさや管としての鋼管(φ350～φ600)を推進後、支管本体の塩ビ管(φ200～φ400)をさや管内に配管した。支管とGS形ダクタイル推進管との接続部は耐震性を考慮し、強度および実績のある樹脂管用可とう管(写真2)を使用し、GS形ダクタイル推進管との接続部(写真3)は内面からステンレスボルトにて確実に固定した。

図6　支管取付部

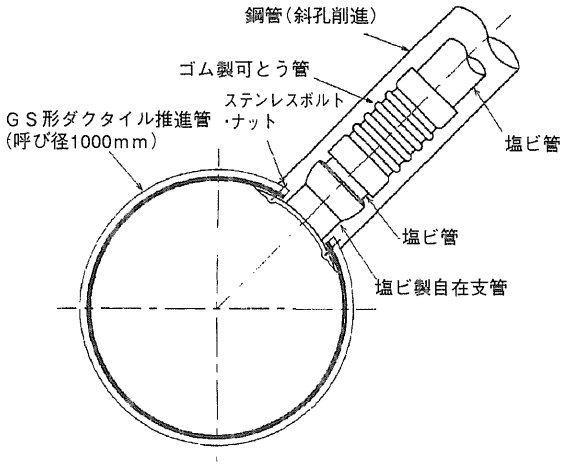


図5　斜孔削進工法

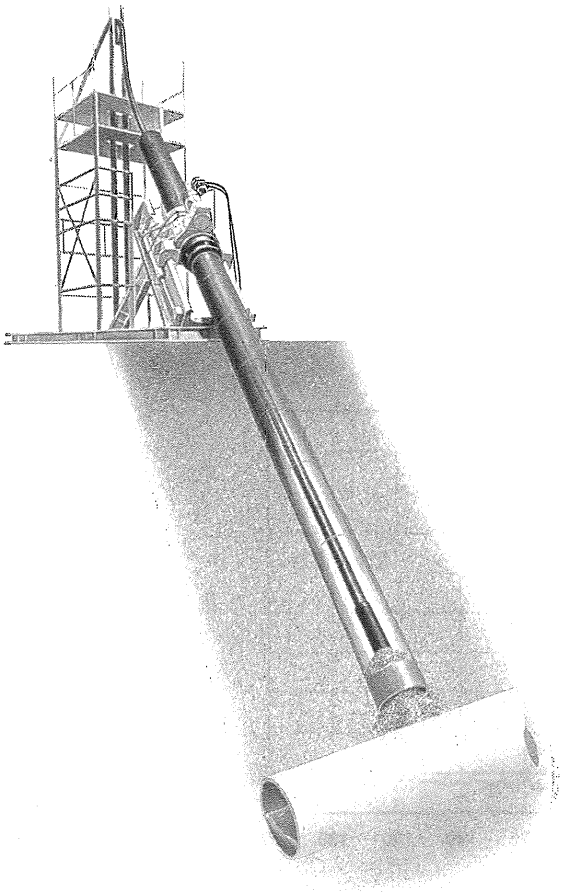


写真2　支管への可とう管使用

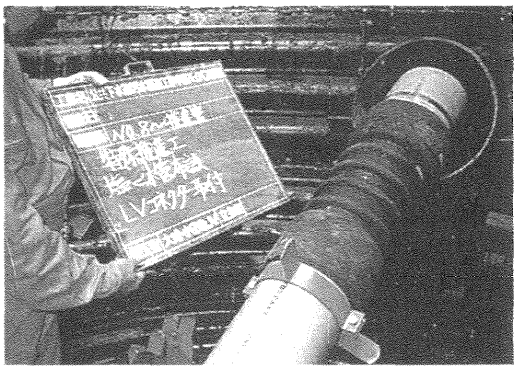


写真3　支管取付け後の状況

6. 施工結果

施工後の結果から、設計推力を大幅に下回る推力（図7、8）で推進を終了した。推力が上がらなかった要因として次の点が考えられる。

①外装鋼板の効果

管外面を覆った外装鋼板により、土との摩擦抵抗が減少した。また、この外装鋼板は外装モルタルへの吸水を防止し、管重量の増加を防いだ。

②管の重量

長距離推進になると推進管の数も増し、これが推力に大きく影響する。GS形ダクタイル推進管の管重量はコンクリート推進管の約50～75%（呼び径1000mmでは57%）であり、その分推力が減少した。

図7 推 力（上流側）

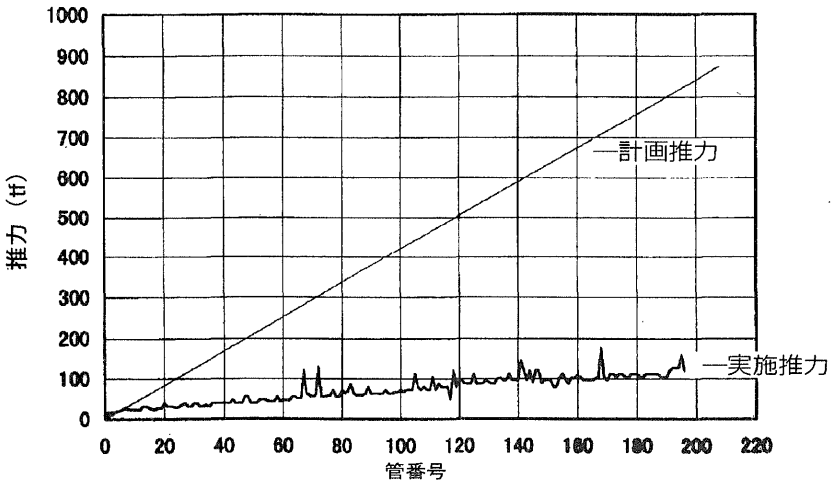
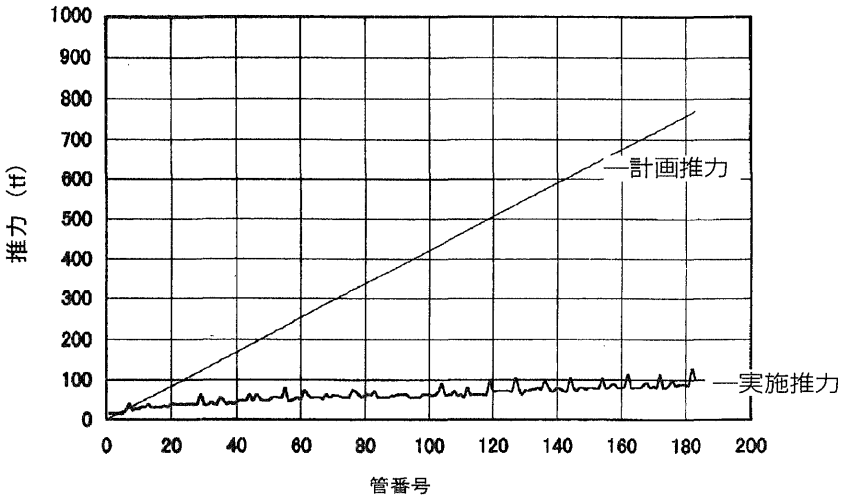


図8 推 力（下流側）

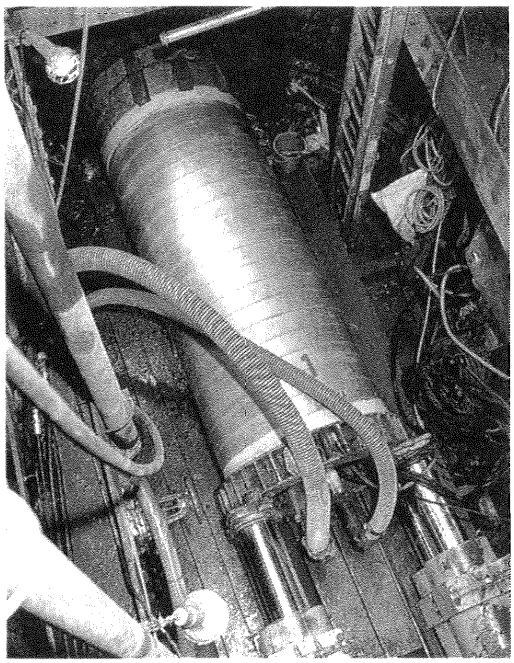


一方、推進距離が４００m以上になると、従来に比べ、管内での測量作業に時間がかかった。この作業を効率化することが、今後の長距離推進の課題である。

今回の長距離推進工事の特徴は、推進延長が長いため、地層の変化が複雑になり、それに合わせるための機械操作に熟練度が必要となったことである。この対策としては、通常の推進用滑材とは別に、土質の変化に対応して遅硬性滑材等を使用した。

総合的には、ＧＳ形ダクタイル推進管の特性を十分活かすことができたと思う。ＧＳ形ダクタイル推進管の持つ大きな管体強度や耐荷力、外装鋼板の効果や管の重量が軽いことなどによる推力の低減により、今回の長距離推進を行うことができた。

写真4　推進状況



7. おわりに

今回の工事は、既設幹線のバイパス幹線工事であったが、現在、下水道工事においても、公共工事コスト縮減対策が重要課題となっている。

特に今回の施工は、それらを考慮して設計しており、この事例が今後の対策に少しでも役立つものとなれば幸いである。

技術レポート 3

下水処理水の親水利用にダクタイル鉄管を使用した事例について

川崎市建設局　下水道建設部建設課
中澤　秀一

1. はじめに

昭和6年(1931年)の下水道工事の着手に始まる本市の下水道事業は、平成9年度末には人口普及率96.7%に達する見込みである。

本市では、5年確率降雨から10年確率降雨への管きょのグレードアップ、これに伴う貯留管や滞水池の建設など面的な整備のほかに、汚泥集中処理施設や汚泥圧送管、高度処理施設やレインネットの建設など、下水道システム全体の質を高めるさまざまな事業を展開している。

一方、雨水を速やかに排除し、汚水を確実に処理するといった下水道本来の目的のほかに、下水をひとつの資源として捉え、これを有効利用する事業も順次計画・施工中である。

下水道施設・資源の有効利用例としては表1に示すものがあるが、これら有効利用のひとつとして、高度処理水の親水利用がある。本文では、江川せせらぎ計画の中で、親水利用する高度処理水を送水する管としてダクタイル鉄管を使用した事例について紹介するものである。

2. せせらぎ計画について

本市の中原区と高津区の境にある普通河川の江川は、固有水源を持たず、生活排水と雨水の排水路や農業用水路としての機能を持っていたが、下水道整備の進捗に伴いその役割もほとんどなく上部空間の有効利用が市民に望まれていた。本市では、これに先立ち昭和60年から渋川・江川跡地利用計画策定委員会が発足し、関係各局による協議が行われた。その後、地元住民団体より請願を受け、平成5年の採択により当時の下水道局が中心に事業を進めることとなった。

なお、この事業は平成8年度建設省の水循環・再生下水道モデル事業として採択されており、せせらぎ水路の建設については平成10年度より着工する予定である。

表1　下水道施設・資源の有効利用例

	利用の対象	利用の形態	概　　要
施設	処理場・ポンプ場	レクリエーション施設	レクリエーション施設に限らない周辺環境整備(上部公園化、スポーツ施設化など)
		コミュニティ施設	憩いの場の形成(公民館、記念館など)
		教育施設	自然に親しむ場の形成(野外教室、観賞用魚のふ化、育成など)
		防災施設	緊急避難の空間形成
		事務所等	空間利用(住宅など)
	管きょ・水路	レクリエーション施設	都市内水路の緑化
		情報通信網	高度情報社会への都市内での対応（光ケーブル敷設など）
		防災施設	緊急避難の空間形成（大口径管や共同溝を避難路とする、防災トイレなど）
		浸水対策等	安全、快適な都市の形成（ポンプ場、シティ・ダムなど）
		積雪対策	積雪のすみやかな排除（雪塊が流下しやすい構造など）
資源	処理水・雨水	直接再利用	節水型都市の形成（再生水利用下水道事業など）
		間接再利用	都市環境の改善（親水利用、アクアトピア、アメニティ下水道など）
		エネルギーの利用	省エネルギー化（熱利用下水道モデル事業など）
		防災上の利用	防災安全都市の形成（防災、消火、非常時生活用水など）
		積雪対策	積雪のすみやかな排除（積雪対策下水道事業など）
	汚泥	エネルギー源	省エネルギー化（都市ゴミの混焼、消化ガス発電、燃料化、石炭化、排熱利用など）
		材料・資源	資源化（コンポスト化、建設資材化など）

事業概要（江川系）

送水管（圧送管）	管　径	400㎜
	延　長	約2,700m
せせらぎ水路	延　長	約2,400m
	水路幅	1.0m
	水　量	15,500m³/日
そ　の　他	植栽、遊歩道、四阿など	
概算事業費	約15億円	

図1　江川せせらぎ計画　送水管およびせせらぎ水路ルート図

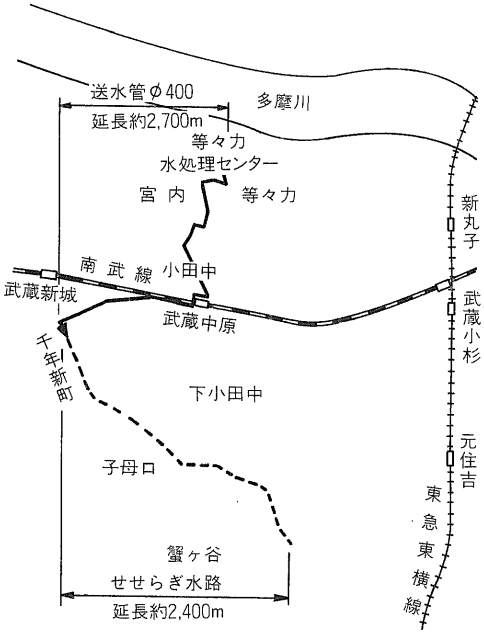


表2　江川せせらぎ計画①

●2つの目標……　①水と緑のネットワーク――――せせらぎの復活
景観の向上
②防災利用――――初期消火用水の確保
広域避難場所（井田山周辺）への避難路
延焼遮断帯の形成

●計画の考え方……　①周辺の状況や全体イメージから、変化に富んだせせらぎと道にする。
②1つのゾーンの長さは500m程度以内とする。

●全体イメージ……「自然への回廊」―市街地から住宅地を経て井田山の豊かな緑に向かう道

●ゾーンごとのイメージ

テーマ	ゾーンの名称	ゾーンのイメージ
都市内の水辺空間	シティーガーデン	都市の中の親水公園として、現代的な雰囲気の公園
桜並木を活かした生活道路	桜のプロムナード	住吉ザクラを継承する桜並木を植え、桜の名所となる道
自然にふれる散策路	散策の道	せせらぎや緑に親しみながら散策できる道
	水遊び広場	水とふれあいながら楽しく遊ぶことのできる広場
	せせらぎ広場	水性植物や動物が成育し、それらを観察できる広場
緑を結ぶ散歩道	清流の道	和風庭園の雰囲気を取り入れた閑静なたたずまいのある道
	あぜの道	田園的風景を思い出させるようにしつらえによる牧歌的雰囲気の道
	かわら道	河口に近い河川のイメージとするため、河原のイメージをもった道

図2　江川　せせらぎ計画②

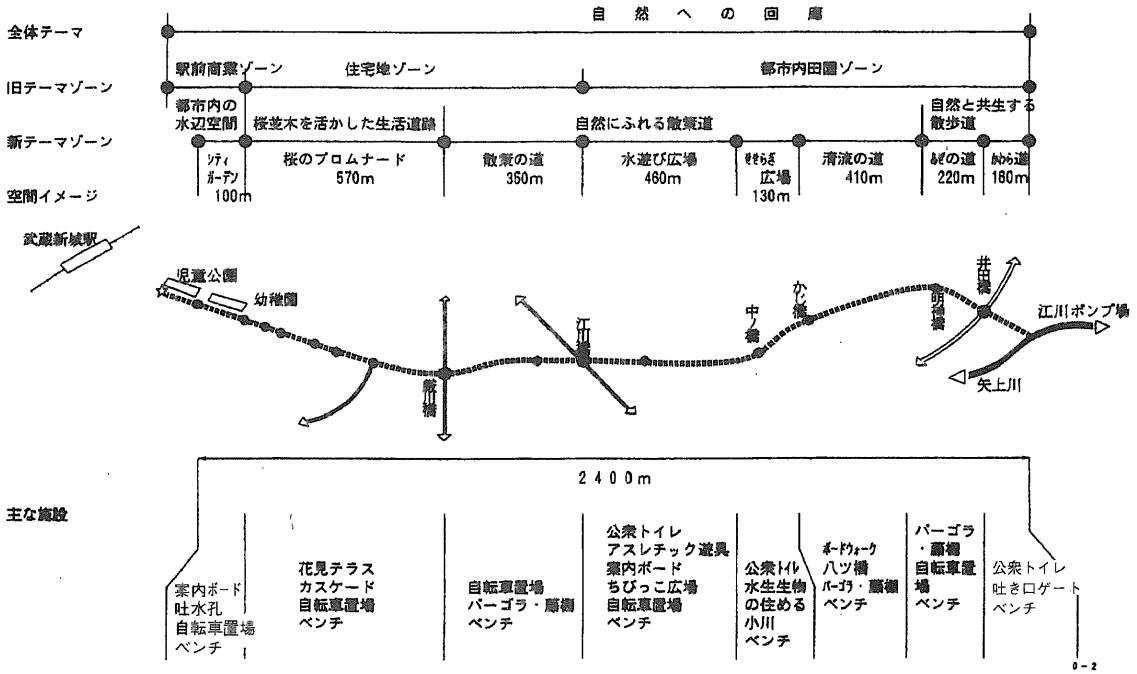
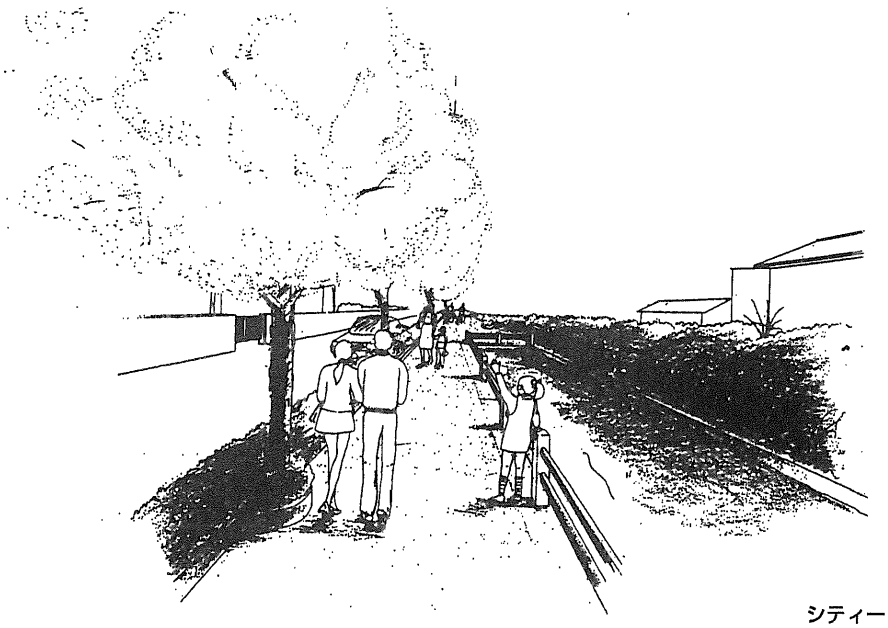
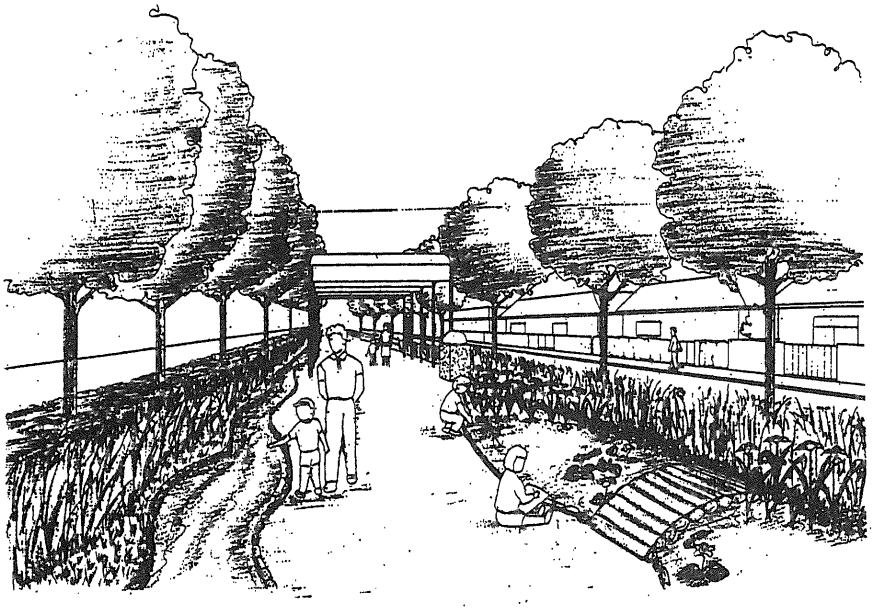


図3　江川せせらぎ計画イメージスケッチ①



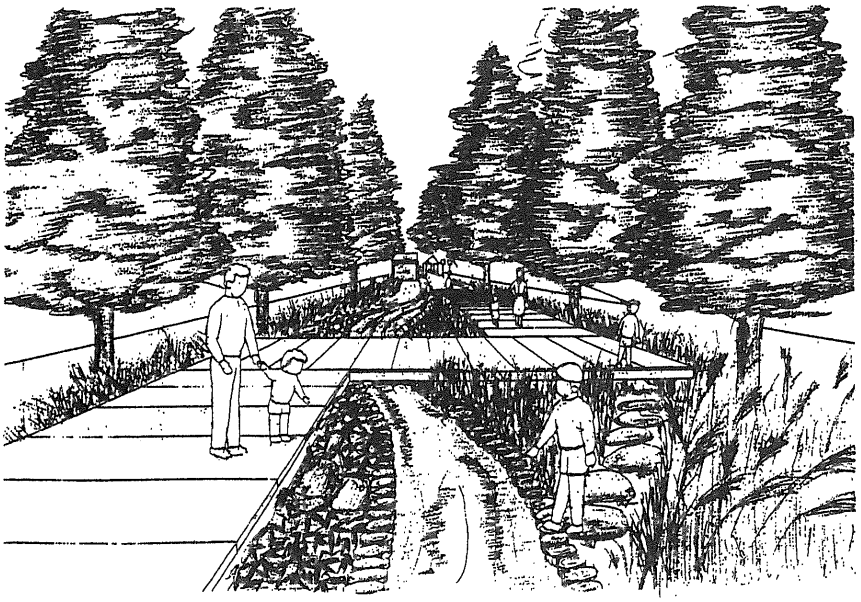
シティーガーデン

図４　江川せせらぎ計画イメージスケッチ②



せせらぎ広場

図５　江川せせらぎ計画イメージスケッチ③



清流の道

3. 送水管について

高度処理を行う等々力水処理センター（中原区宮内）とせせらぎ上流部（南武線の武蔵新城駅付近）は約2,700m離れている。送水管は埋設配管することになるが、この間には主要地方道や都市計画道路、河川や鉄道といった障害が多く存在する。このため、施工後の維持管理や管の耐久性を考慮し、本市において4つの処理場と汚泥集中処理施設を結んでいる汚泥圧送管で実績があり、水道管として全国的に実績のあるダクタイル鉄管を採用した。

表3　各種管材の特性比較表（1）

種類	管径 mm	特長		最高使用圧力 MPa	継手の耐震性	引張強さ N/mm²	耐食性	重量
ダクタイル鉄管	75～2600	長所	・衝撃、不等沈下に対して強い ・高圧に耐える ・強度、強靭性に富む ・耐食性がある	5.0（φ400直管の水圧試験圧力）	○	420以上	○	重
		短所	・異形管防護が必要 ・重量が重い ・腐食性土壌ではポリエチレンスリーブが必要					
水輸送用塗覆装鋼管	80～3000	長所	・強度、強靱性に富む ・内外圧に対して強い ・衝撃に強い ・水密性に富む	2.5（STW 400Aの水圧試験圧力）	○	400以上（STW 400の場合）	×	重
		短所	・腐食性が大である ・溶接継手のため現場作業に時間がかかる ・現場塗装に時間がかかる ・φ600以下は溶接部内面の現場塗装ができない					
強化プラスチック複合管	200～3000	長所	・耐食性がある ・施工性が良い ・軽量である	1.0（4種管の試験内圧）	△	規定なし	○	中
		短所	・水密性が低い ・変形が大きい ・耐熱、耐衝撃性が低い ・異形管防護が必要					
硬質塩化ビニル管	VP 13～300 VU 40～800	長所	・耐食性がある ・施工性が良い ・軽量である	VP 0.98 VU 0.59（常温における使用圧力）	△	47.1以上	○	軽
		短所	・強度が弱い ・水密性が低い ・耐熱、耐衝撃性が低い ・異形管防護が必要					

表4　管材の特性比較表（2）（ダクタイル鉄管と水輸送用塗覆装鋼管）

項目＼管種		ダクタイル鉄管		水輸送用塗覆装鋼管	
概要および管諸元		ダクタイル鉄管の内面をモルタルライニングしてある。		内面エポキシ樹脂0.3㎜塗り 外面アスファルトビニロンクロス1回塗り	
継手性能、水密性		ゴム輪は、角ゴムと丸ゴムを一体化したもので丸ゴム部を強く圧縮させるので、圧縮量が大きく継手の水密性を高めたメカニカルタイプで、伸縮性および可とう性がある。	○	溶接で一体化するため、伸縮性、可とう性はない。 水密性は優れている。	△
不同沈下に対する順応性		K形は可とう性に優れ地盤変動に無理なく順応する。	○	不同沈下の大きく予想される箇所では異常な変形、応力の発生を防ぐために伸縮可とう継手を使用する。	△
耐食性及び耐用年数（地方公営企業法）		40年　内面はモルタルライニング、電食の影響を受けにくく、耐食性に優れている。	○	25年　迷走電流など電食被害を受け易く防止対策を必要とする。	△
施工性	管の取り扱い	比較的重い。内面ライニングを傷つけぬよう注意する。	○	比較的重い、内面塗装を傷つけぬよう注意する。	△
	芯出し接合	比較的容易		有資格者による高度な溶接接合となる。	
	接合部の検査	水圧試験		X線検査	
経　済　性		90,800円/本　K形3種（定尺6m） 建設物価1996.9月P.235	○	99,800円／本（定尺6m） 同左P.232	△
維持管理（補修塗装）		モルタル、エポキシ樹脂系パテ	○	タールエポキシ塗装	○
評　価		◎		△	

管材は、送水する流体が高度処理水であるため、直管を内面セメントモルタルライニングとし、異形管（弁類を含む）をエポキシ樹脂粉体塗装とした。各曲管のスラストブロックの検討では、原則として特殊押輪（離脱防止押輪）を用いた異形管防護を行い、特殊押輪で離脱防止ができない部分は防護コンクリートを設置することとした。

水撃作用（ウォーターハンマー）対策としては、表5のような方法が考えられるが、本事例では高度処理を行う施設側に敷地の余裕がないこと、高度処理水を用いるので空気弁の目詰まりが考えにくいこと、安価であることなどを考慮し、ポンプ側にフライホイールを設置し、バックアップとして管路側に空気弁を設置することとした。

表5　水撃作用（ウォーターハンマー）対策

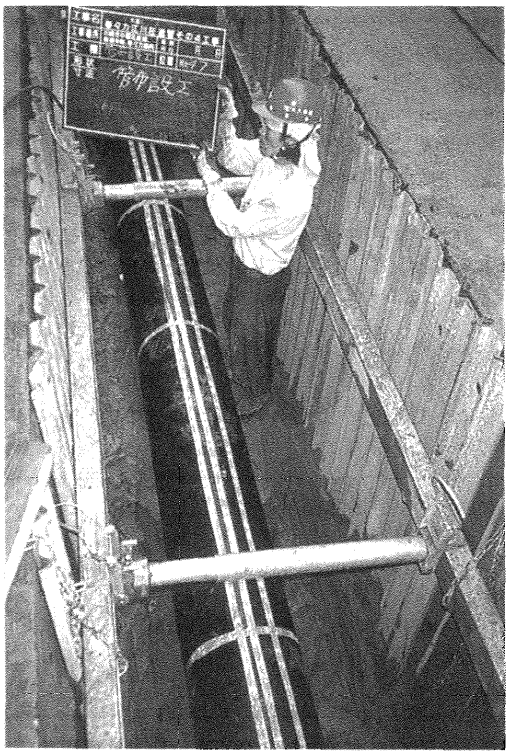
ポンプにフライホイールを付ける	ポンプにフライホイールを設ければ、停電になってもフライホイールの慣性によってポンプの回転数が徐々に低下するので、最低圧力勾配線をフライホイールなしの場合より高くできる。フライホイールの大きさを選定することにより、管路に発生する負圧を小さくし、水柱分離を防止できる。水中ポンプでは構造上、フライホイールを付けられないことがあるので注意を要する。
圧力空気槽を設ける	圧力空気槽をポンプ近傍に設置し、ポンプが停止した際に、圧力空気槽内に畜圧された空気圧力によって管路に水を供給して、負圧の発生を防止する。圧力空気槽内の空気を補給するため、小型のコンプッレサーあるいはポンプ吐出水を利用した空気補給装置が必要である。 小型の圧力空気槽では、ゴム製のブラダ（袋）を使用して、空気補給を不用としたものである。 圧力空気槽は、胴径が小さく、水位を動水位として背の高いユニバーサルサージタンクとほぼ同様の効果をもっていると考えることができる。
ユニバーサルサージタンクの設置	ユニバーサルサージタンクは、動水位の高さを水面とする鋼製もしくは、コンクリート製の開放タンクで送水管との接続管径が十分大きいと、サージタンクは、見掛け上の吐出水槽となりサージタンク以降、吐出水槽までの管路の負圧を防止する。 ユニバーサルサージタンクは単なる水槽にすぎず、機械的動作部がないため信頼性はもっとも高いが、タンク水面が動水位となるため、設置困難な場合がある。設置するための用地が必要である。
ワンウェイサージタンクの設置	ユニバーサルサージタンクではタンク内の水面が高くなりすきる場合に使用される。 ワンウェイサージタンクは、流入弁によってタンク内の最高水位を規定しているので動水位と無関係に任意の位置に設置できる。ただしタンク水面が、ユニバーサルサージタンクより低いため、効果の及ぶ範囲も狭い。 設置するため用地が必要である。
空気弁を設ける	サージタンクは送水管が負圧のときに送水管に水を送り込んで水柱分離を防止するのに対し、空気弁は送水管が負圧のときに空気を送り込んで積極的に水柱分離をさせるものである。空気弁が有効なのは、いわゆる中高配管で、空気弁設置位置の送水管が受水槽水面より高い場合である。空気弁は、送水管内の空気を短時間で排気するための弁で、排気容量が大きいため、水撃対策としてサージタンクの代りに使用すると次のような問題がある。 ・空気弁を設置することによって水柱分離の規模が大きくなり、水柱の再衝突による衝撃や圧力上昇が、空気弁を使用しない場合よりも大きくなることがある。

配管計画は、一般市道平均土かぶり1.2m、主要地方道・都市計画道路平均土かぶり1.5mとし、障害物については基本的に伏せ越しで対処している。

なお、圧送管の付帯施設として、空気弁13ヵ所、仕切弁7ヵ所、排泥設備5ヵ所を設置する予定である。

圧送管路の現在までの進捗状況は、平成8年度に2工事完成、今年度（平成9年度）2工事施工中で平成9年度末には管路全体が完成予定である。

写真　送水管施工状況



4. おわりに

下水道は、これまでの普及促進や浸水対策に加えて、閉鎖性水域における富栄養化対策や、より安全で快適なまちづくりのために施設のグレードアップを含めた再構築、多様な生態系の復活や身近な水辺の創造など、複雑化・多様化する高水準な役割を求められている。

こうした状況の中で、本事例が各関係者みなさま方のご参考となれば幸いである。

技術レポート 4

百間川海吉樋管に呼び径2000mm柔構造用ダクタイル推進管を使用して
—軟弱地盤でのコスト縮減工法として—

建設省中国地方建設局
岡山河川工事事務所
工務第二係長　三輪雅夫

1. はじめに

岡山県は、中国地方東部の瀬戸内海と中国山地に挟まれた温暖な瀬戸内海気候のもとに位置し、古くは「吉備の国」と呼ばれ大和の国、出雲の国と並んでわが国の古代史では重要な役割を担ってきた。

建設省岡山河川工事事務所は、日本三名園で名高い「後楽園」が残る岡山県岡山市に事務所を置き、東から一級河川吉井川・旭川・高梁川の下流部を直轄管理区間とした河川改修および河川管理を担当している。

岡山三川は、中国山地を源に南下し河口部において沖積平野を形成し瀬戸内海に注いでおり、岡山県の経済・文化・社会を育んできた。

今回の報告は、岡山三川の中央部を貫流する旭川の放水路（百間川6K300地点）右岸に西から流入する倉安川の内水排除施設として建設する排水機場の吐出樋管工事で、樋管本体をダクタイル鉄管による推進工法で施工し、その技術報告を行うものである。

写真1　日本3名園のひとつ後楽園から望む烏城

図1　位置図

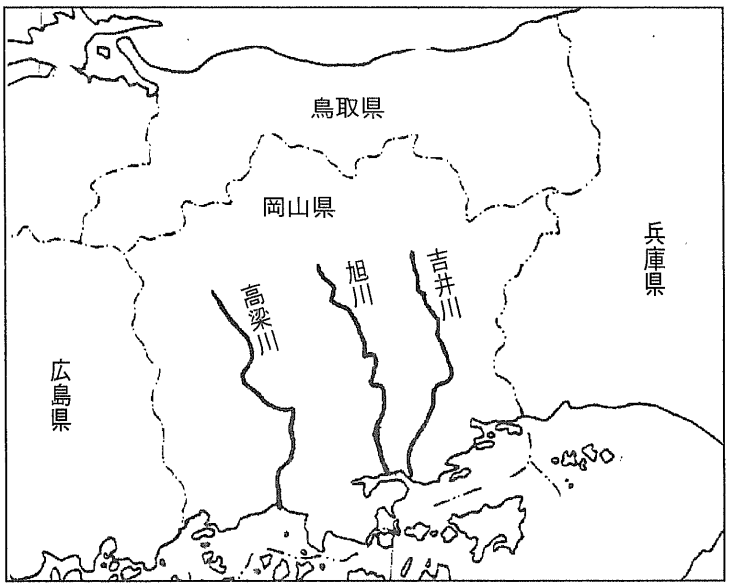
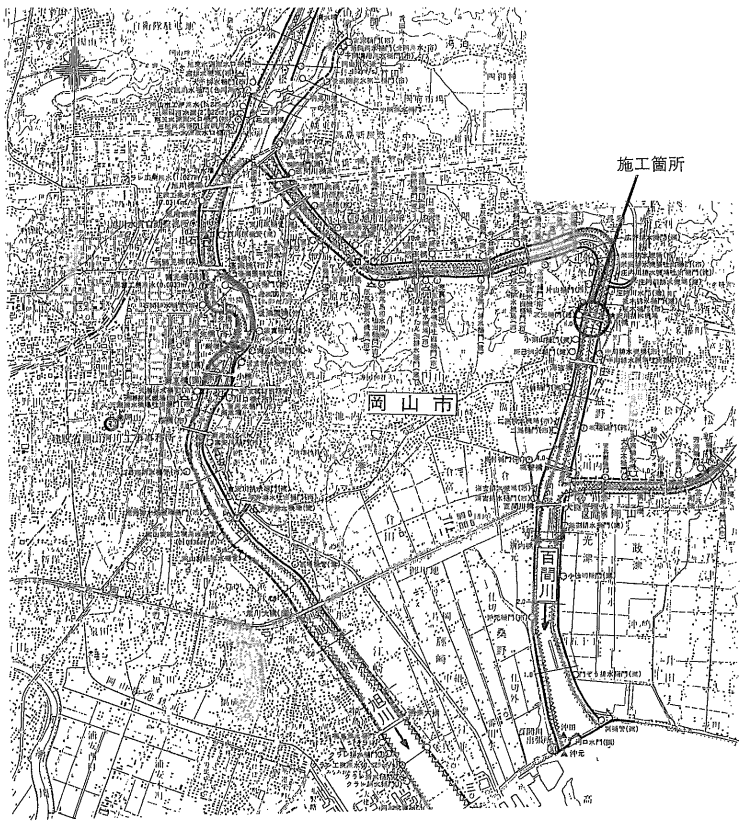


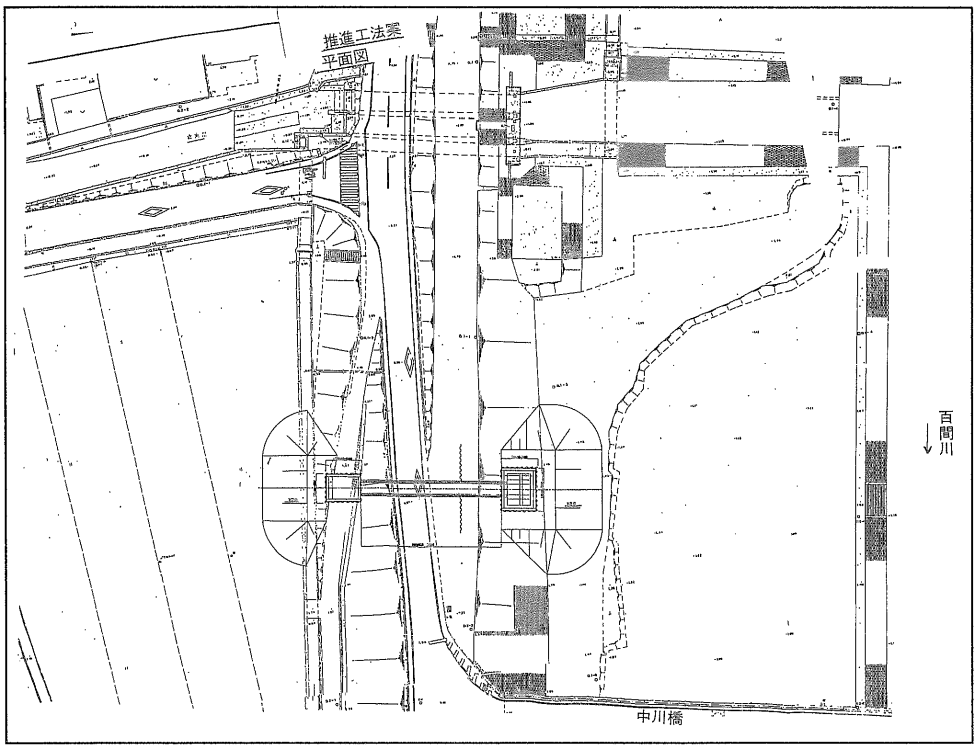
図2　旭川・百間川管理図



2. 事業概要

目　　的：排水機場吐出樋管
位　　置：岡山県岡山市中川地内（旭川放水路―百間川6K300地点）
対象流量：5m³/秒
形　　式：ダクタイル鉄管製樋管（4種管US形継手）
断　　面：円形　呼び径2000mm
延　　長：管推進工　L=22.1m　管布設工　L=2.0m
工　　期：平成9年3月～平成9年11月

図3　施工現場平面図



3. 樋管架設工法の検討

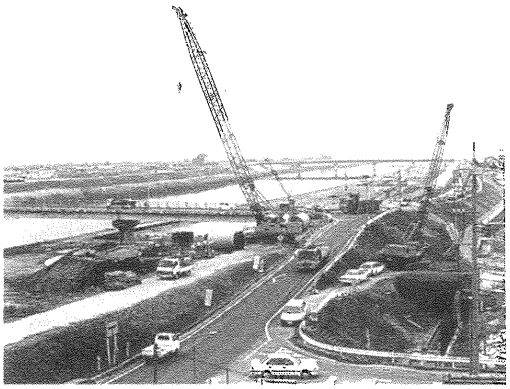
吐出樋管の堤防上を市道が通っており、交通量も多く（約8000台／日）、通学路ともなっている。また、堤内地側の敷地も用地的制約があることから堤防開削による仮り締め切りの施工では市道の迂回路としての線形が厳しくなり、交通、通学路の安全性確保などにも問題が生じる。

一般的に排水樋管の施工はオープン掘削により、コンクリートBOXで施工されるが、市道の交通および出水時の安全性確保を優先事項として考えると、堤防を開削しない推進工法での施工が考えられる。

以上のことを考慮し、樋管の架設方法として以下の2案を比較検討を行った。

①案　堤防開削＋道路切回し案
②案　推進工法案（非開削による方法）

写真2　現場全景



4. 比較検討

①案は堤防開削を行うことにより堤防上の道路を切り回す必要があり、堤防道路は用地的制約、中川橋との取り合いなどの交差点処理上の制約から、線形上厳しくなる。

また、交通、通学路の安全性の確保に問題が大きく、切り回し道路の仮設備も比較的大規模になり経済性も考慮し、道路の切り回しが不用な②案の推進工法を採用した。

5. 管断面

排水樋管断面は以下の事項を考慮し決定した。

・排水樋門の管内流速は平地部の河川では1～2m／秒を管内流速にとる例が多い。
…河川砂防　技術基準(案)計画編　P.177
・排水樋管の管内流速は、土砂の吸出し、流水による函体の振動等による堤体への影響、流域の状況、土砂の堆積等を考え、急流河川などの特殊な場合を除き2m／秒程度を標準とする。
・ポンプ場に接続する樋門・樋管(強制排水)の管内流速は、計画排水量に対する満流状態で1.5m／秒を標準とする。
…河川構造物設計の手引き(案)　国土開発技術センターP.9

呼び径を2000mm＝2.0mとすると満流状態での管内流速は

Q＝AVより

V＝Q／A

ここで、以下の数値を代入すると

Q：計画流量……$5m^3$／秒(完成時)　$2.5m^3$／秒(暫定時)

V：流速……(m／秒)

A：流下断面積……$A=\pi r^2=3.14\cdot1.00^2=3.14m^2$

r：半径……2000mm／2＝1.00m

V＝5.0／3.14＝1.60m／秒

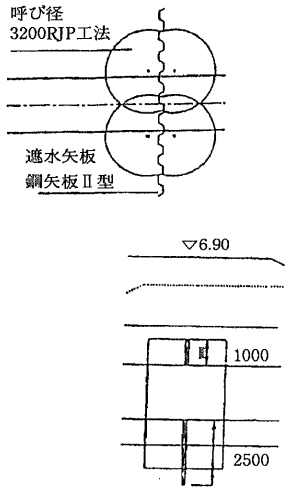
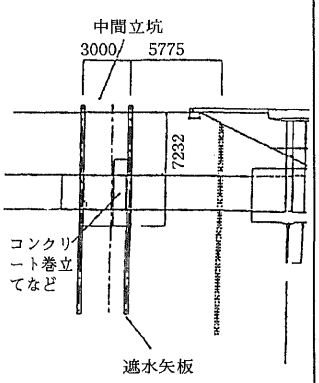
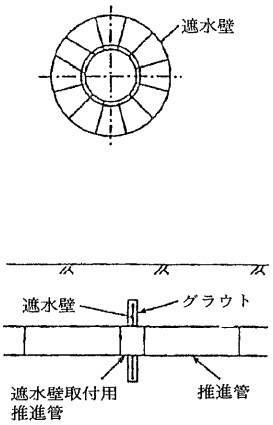
となり1.5m/秒程度となることから管内径は2000mmとする。

6. 遮水壁の設計

推進工法で樋管を施工したとき、堤防中央部(推進部)の遮水壁、遮水矢板の設置が難しいため、レインの浸透路長の式より必要となる長さの遮水工を門柱部と川裏立坑部に設置することとした。

また、川表立坑部の仮設時矢板(堤防側)は浸透路長上、安全側に働くことから埋殺しとし、門柱部管体のコンクリートと接合させた。
(正規の遮水工としては考慮しない)

表1　推進部遮水壁の施工方法

	現行の手法		(参考…メーカー開発中)
項目	矢板打ち込み十RJPによる工法	中間立坑設置による方法	推進用遮水壁による方法
概略図			
施工方法	推進掘削を行う前に遮水矢板を打ち込み、刃口推進により遮水矢板部の鏡切りを行い推進する 次に、遮水矢板と管の隙間をRJP工法(ジェットグラウト工法の一種)によりコンクリート壁を築造し遮水を行う	推進中間部の堤防天端より立坑を設置して、立坑内で遮水壁を設置する方法	管内部より遮水用の鋼板を地山に挿入できるようにした構造の特殊な推進管を設置する方法
施工事例	JSG工法での遮水壁施工事例がある 関東地建 小山揚水機場樋管	九州地建　遠賀川工事事務所 岩鼻排水樋管	なし
長所	比較的施工容易である	確実に遮水壁を設置できる	推進管内部から鋼板製の遮水壁を設置できる
短所	管と矢板の隙間が完全に遮水されたか確認できない	立坑の設置が必要であり、道路に対する影響が大きい	遮水矢板の長さは最大2mとなる
問題点	完全に遮水されるか確認できない	推進での施工のメリットが少ない	施工例がない
総合評価	施工が容易であり、下水道などの立坑仮設時の土留欠損部の止水に用いられる事例などから遮水性の信頼性も高いと思われる	オープンで遮水壁を施工できるため、完全な遮水壁を設置できるが中間立坑設置による道路への影響などから施工が困難である	管と一体構造とすることができ遮水性については問題がないが施工事例がない

7. 縦断方向の検討

計画樋管は、川表部より杭基礎部(剛構造)、推進部(柔構造)、開削部(柔構造)となり、不同沈下の影響が懸念されることから、柔構造部での変位量、柔構造部と剛構造部との取り付け部の変位量が管の許容値以下であることを照査した。

検討条件

計算方法:弾性床上の梁として解析

荷　　重:地質概要より、盛土部の残留圧密沈下の影響は少ないと考えられることから無視し各部における増加荷重は下記とした。

推進部:活荷重(1.0t/m²)土かぶりによる増加荷重は考慮しない。

開削部:土かぶり荷重+活荷重

支点条件:鉛直固定点は下記の通りとした。

推進部最終管……門柱部にコンクリートで剛結とした。

川裏遮水工設置部……遮水矢板で支持されることを考慮した。

調圧水槽取り付け部の曲管部……剛結構造の管UF形を使用した。

管の許容値:ダクタイル鉄管の許容変位量は便覧(日本ダクタイル鉄管協会)より

呼び径2000㎜…1°00′(4m当たり7cm)

8. 推進部の検討

推進部の基本事項の検討

①推進方向

川裏用水路と農道の間には電力、水道、ガス、NTTの埋設管があり、施工時期の都合上、移設が困難なことから、形状の大きい発進立坑をこの位置に設置できないため、形状の小さい到達立坑とし、発進側は堤外地とした。

②推進区間

推進工に最低必要な土かぶりは1.0～1.5D程度とされ、本計画では1.5D=1.5×2.2=3.3m程度確保できる位置を立坑矢板位置とした。

図4　平面図

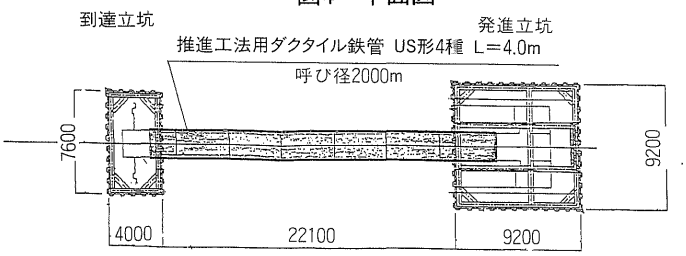
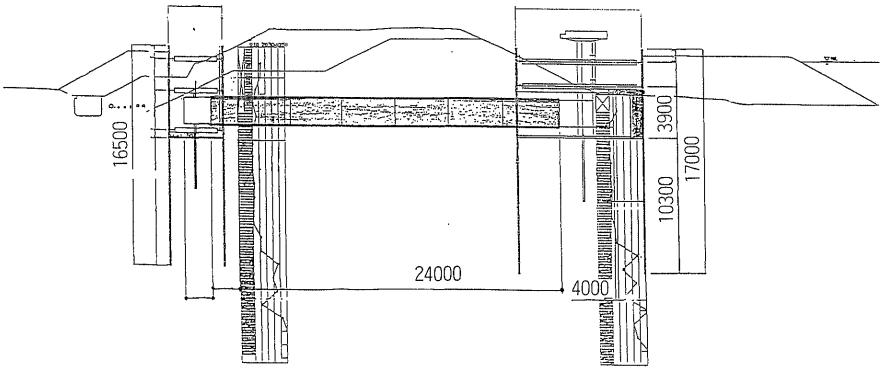


図5　側面図



9. 推進工種の選定

推進工種は、管口径(呼び径2000mm)から、刃口推進工法、セミシールド工法(泥水式、土圧式)などが考えられるが、推進延長が22.1mと短いことから施工性、経済性より刃口推進工法(元押し式)とした。

表2 推進工種の選定

推進形式	掘削方法	補助工法	施工性	経済性	評　価
刃口推進工法(元押し)	推進管の先端に刃口を装備し人力により掘進する。	切り羽の安定、止水を図るため管全断面の薬液注入工法が必要である。	推進延長が短いこと、管断面が比較的大きいことから、施工性は良い。	推進工は他形式に比べ安価。 補助工法も他形式との差は少ない。	推進延長が短く、他案の機械式推進工法でも薬液注入工が必要なことから経済的にも他案より安価になり、本計画に適している。 ○
泥水推進工法	閉塞型推進工法の一種で切り羽の安定を泥水により行いながら機械により掘削する。	立坑坑口部の補強と、計画地山がN値0の軟弱層であることから掘進機械の沈下防止、方向制御のため全断面の薬液注入工が必要。	泥水プラント、機械設備等の設置が必要となるほか、刃口推進に比べ到達立坑も大きくなる。	推進工は刃口推進より高価となるほか、機械設備の損料が高価である。 補助工法も刃口推進との差は少ない。	推進延長も短く、薬液注入工も必要であることから、施工性、経済性の面でも刃口推進工法に劣る。 ×
土圧推進工法	回転式のカッターヘッドで掘削した土砂を切り羽と隔壁の間に充満させジャッキの推進力による土圧で切り羽の安定を図り掘進する。	同上	機械設備の設置が必要となるほか、刃口推進に比べ立坑も大きくなる。	同上	同上 ×
泥土圧推進工法	隔壁の切り羽側に泥土を送り込み、砂礫等と攪拌することにより流動性を抑え、その土圧により切り羽の安定を図り掘進する。	同上	泥土のプラント、機械設備等の設置が必要となるほか、刃口推進に比べ立坑も大きくなる。	同上	同上 ×

10. 管種の選定

推進工法に採用される管種としては、以下のものがあげられるが、施工実績、強度、耐用年数、継手の構造などから、鋼管・ダクタイル鉄管が選定さた。

表3　管種の選定

管　種	特　徴	樋管としての適用性	
ダクタイル鉄管	・強靱性で衝撃に強い。 ・水道等の埋設管としての実績が多くその耐久性は実証されている。 ・腐食性に対して比較的強い。 ・内面の防食とモルタルライニングが規格化されている。 ・メカニカル継手を使用することにより、水密性を確保しつつ伸縮と可とう性が可能な柔構造樋管とできる。 ・継手がボルト締めのため施工が容易である。	・樋管として採用された事例も多い。 ・柔構造樋管・樋門設計マニュアルに設計法が示されている。	○
鋼　管	・強靱性で衝撃に強い。 ・重量が比較的軽い。 ・管体にひび割れが生じないため、水密性が高い。	・樋管として採用された事例もある。 ・柔構造とするには、スチールベローズ継手を設置する等が必要。 ・柔構造樋管・樋門設計マニュアルに設計法が示されている。	○
FRP、FRPM 強化プラスチック 複合管	・耐食性、耐摩耗性、耐衝撃性が強い。 ・可とう性が高い。	・樋管として採用された事例は少ない。 ・継手に離脱防止機能がないため継手部の防護が必要になり、推進工法での樋管施工には適さない。	×
鉄筋コンクリート管	・継手は可とう、伸縮性がある。 ・価格が安い。	・強度が低いためコンクリートによる巻立てが必要であり、推進工法での施工には適さない。	×

また、鋼管とダクタイル鉄管の比較では次項に示す通り、不同沈下に対する追従性、施工性などが鋼管よりダクタイル鉄管の方が優れることから、計画樋管の管種はダクタイル鉄管とした。

ダクタイル鉄管の継手構造は、柔構造樋門・樋管設計マニュアルより、離脱防止を具備したUS形4種管とした。

図6　柔構造用ダクタイル鉄管US形
（推進工法用・植込みボルトレスタイプ）

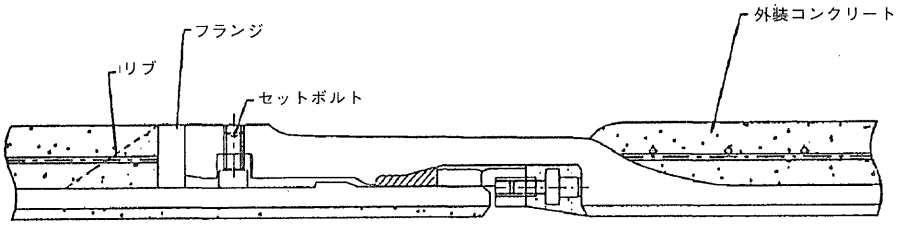


表4　ダクタイル鉄管と鋼管の比較

項　目	ダクタイル鉄管		鋼　管	
強　度	・樋管として使用するには十分な強度を有している。 ・鋼管より大きな荷重に耐える。 ・鋼管よりたわみ変形が少ない。 ・高い剛性と適度のたわみ性を兼ね備えており、路面荷重など、外部から埋設管に作用する衝撃エネルギーの吸収能力は大きい。	◎	・樋管として使用するには十分な強度を有している。 ・展延性に富んだ材料であるが管厚が薄いため変形しやすい。 ・ねばり強さが大きいので重量物の落下などの衝撃荷重に対して破壊が生じにくい。	◎
継手の水密性	・特殊な構造のゴム輪を使用し、受口と挿し口が強固に密閉しているので、高い水密性を有する。 ・曲げ荷重や偏心荷重に対してもゴム輪が順応し高い水密性を保つ。	◎	・溶接施工が完全であれば水密性が得られる。	◎
不同沈下の適応性	・継手部の伸縮・可とう性により変位を吸収し順応するため管体に無理な応力を与えない。 ・個々の管が可とう管と同様の役目を果たすため、特にそれを必要としない。	◎	・地盤の変位に対して管体強度・変形で耐える。 ・不同沈下に追従するには可とう継手を挿入する必要がある。 ・推進部は可とう継手を設置できないことから不同沈下への追従性に劣る。 ・継手間隔…推進部で23.0m以上となる	△
施工性	・受口に挿し口を挿入する形式であり、ボルト締めのため施工が容易である。 ・継手部の水密性に対する検査は、テストバンドを用いる直接検査であり比較的容易に行える。	◎	・継手部の接合が溶接によるため施工性はダクタイル鉄管に比べ劣る。 ・溶接継手の検査はX線による間接検査であり危険物取り扱い安全管理に慎重な作業が必要である。	△
維持管理	・耐用年数…40年以上 地方公営企業法施行規則 第8条第1項に基づく有形固定資産の耐用年数による。	◎	・耐用年数…25年以上 地方公営企業法施行規則 第8条第1項に基づく有形固定資産の耐用年数による。	△
総合判定	不同沈下に対する追従性・耐用年数・施工性においても優れることから本施設に採用可能である。	◎	推進施工であるため、可とう継手を設置することが難しく、継手間隔が長くなり、不同沈下への追従性に欠ける点に問題があり、施工性・耐用年数などもダクタイル鉄管に比べ劣ることから本施設への採用は難しい。	△

11. 樋管の推進施工

1.推進の施工フロー

図7　推進施工フローチャート

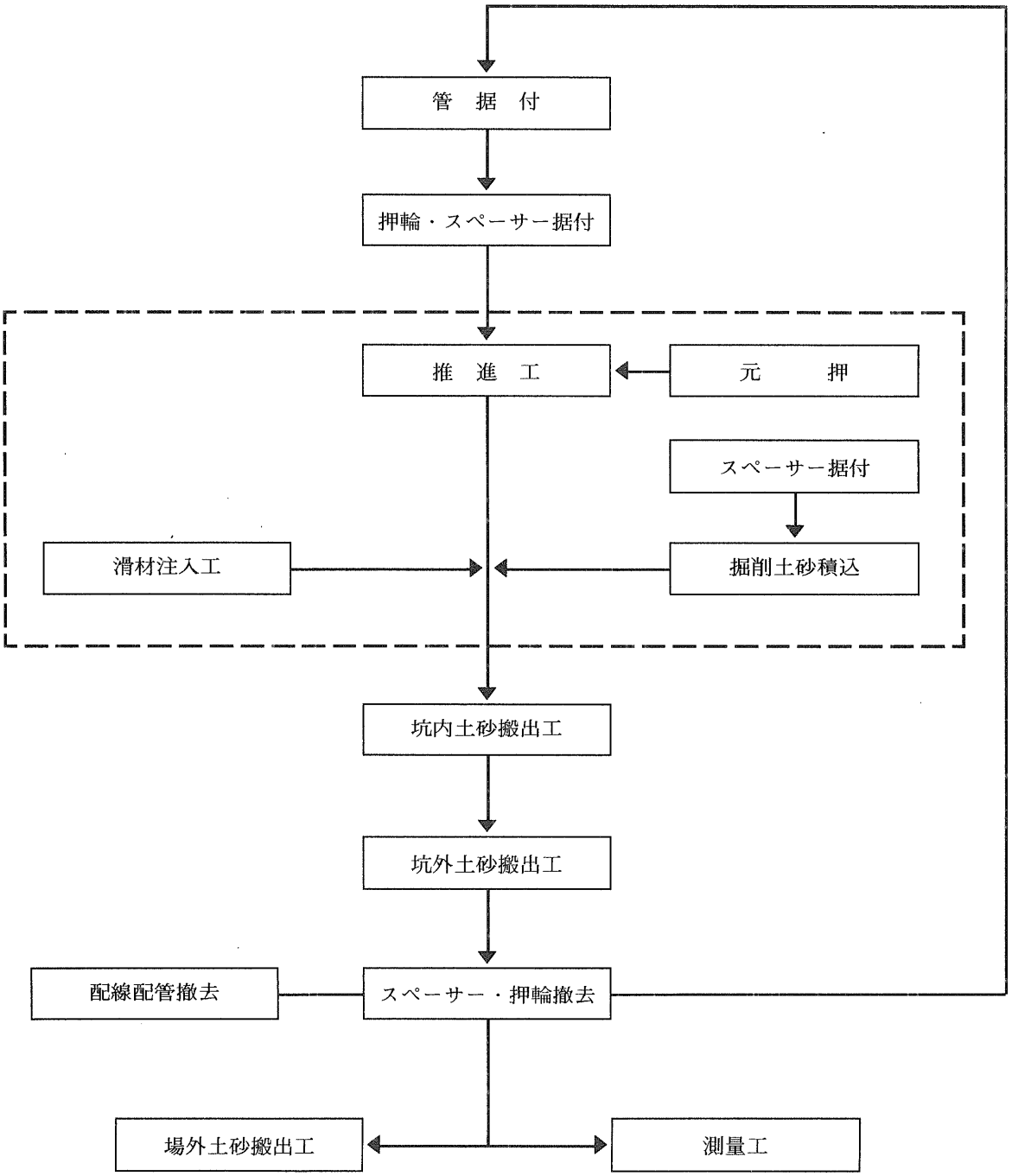


写真3　刃口

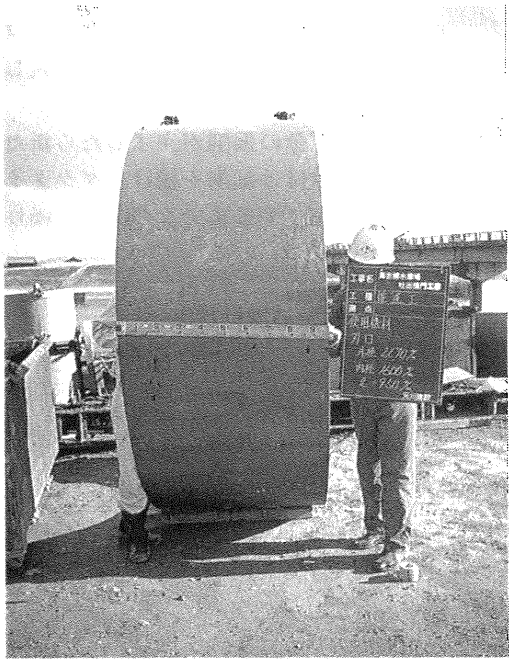
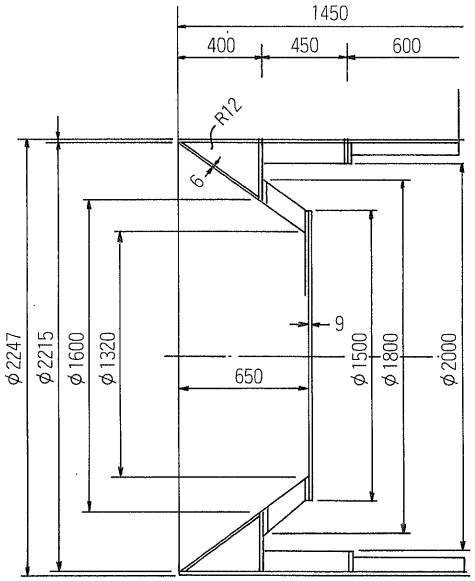


写真4　刃口

図8　刃口詳細図



12. 推進工

鏡切りの完了後、速やかに刃口およびダクタイル鉄管を地山へ貫入させた。刃口が鏡矢板の切り残りなどに当たらないよう確認点検しながらジャッキ操作を行った。掘削は刃口を地山にくい込ませた分の土砂をトロ車に積み込み、トロ車が一杯になった時点でウインチで引っ張って立坑内へ経由し、レッカーで坑外へ搬出した。

ジャッキのストローク分土砂を搬出したらジャッキを縮めてその箇所にスペーサーブロックを据付けジャッキアップし掘削を継続した。

次のストローク分の掘削が完了したら新たなスペーサーを据付け掘削を続け、ダクタイル鉄管一本推進完了するまでこの工程を繰り返し行った。

写真5　発進坑鏡部

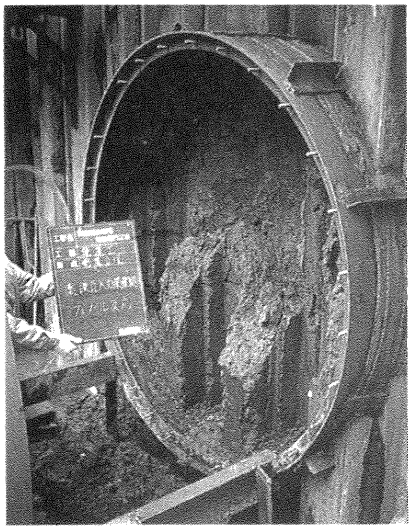


写真6　先頭管据付状況

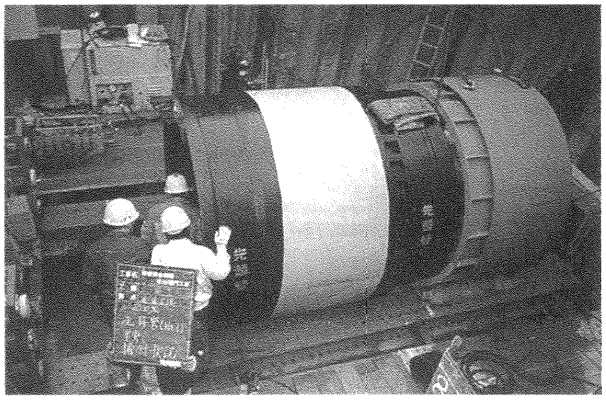


写真7　推進状況

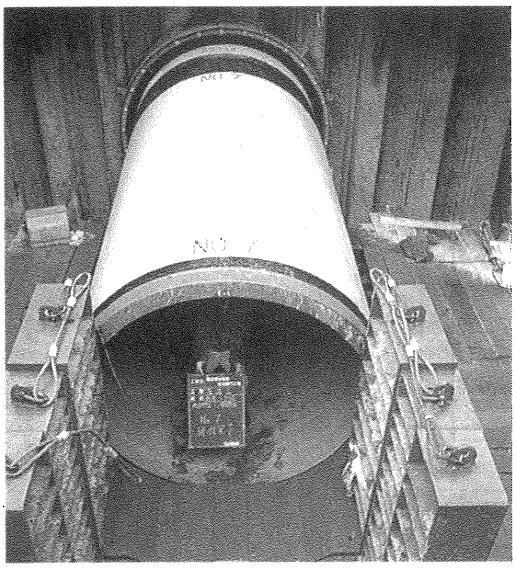
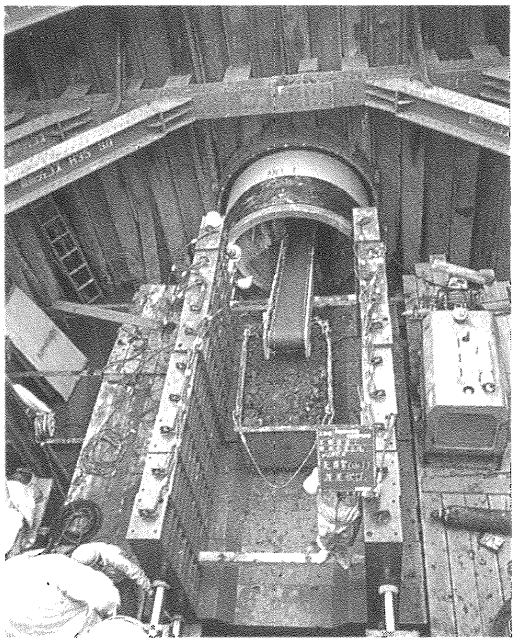


写真8　推進状況



13. 管の接合

管の接合は、管受口および挿し口やゴム輪を清掃し接合要領書に基づき、正規に接合を行う。

写真9　管接合状況

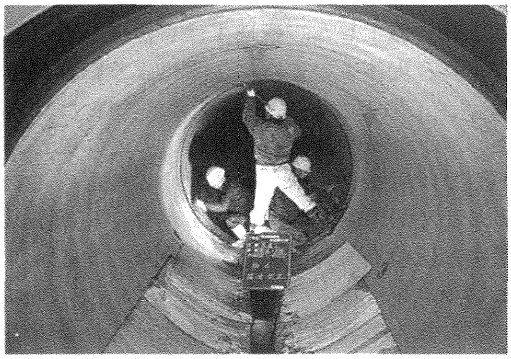
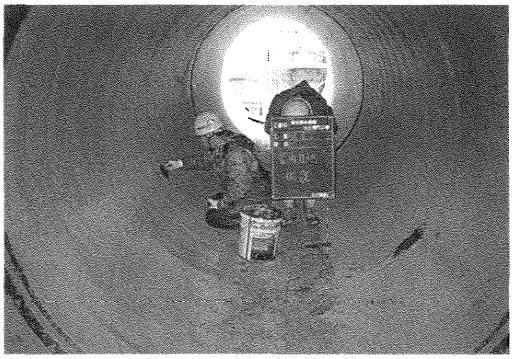


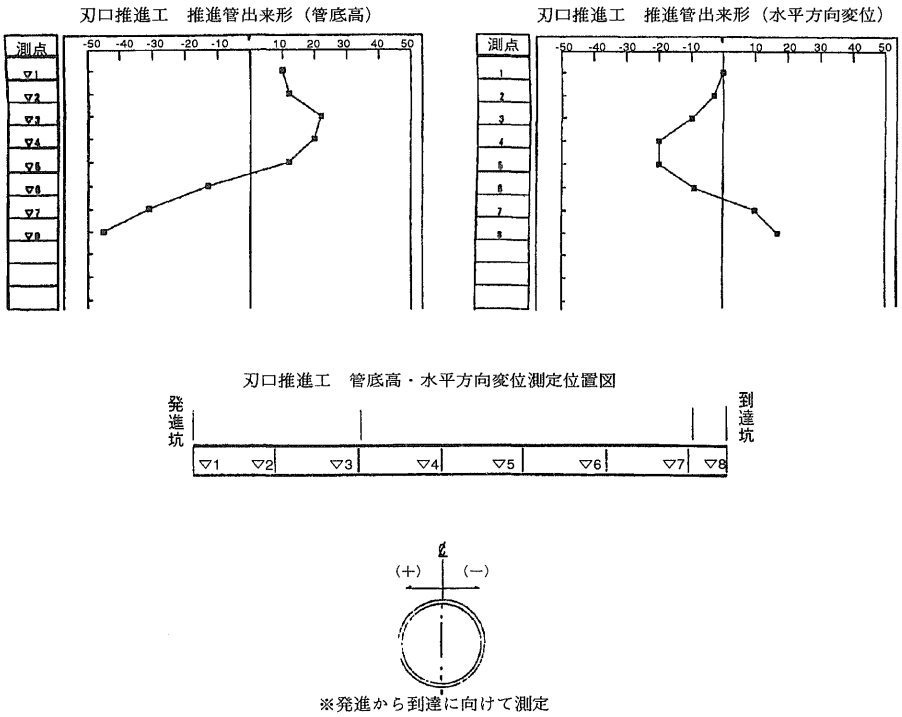
写真10　モルタル充填工



14. 推進施工結果

推進施工フローチャートに基づき推進中に適時測量を実施し施工精度を高めるようにした。推進完了後の出来形図を次に示す。

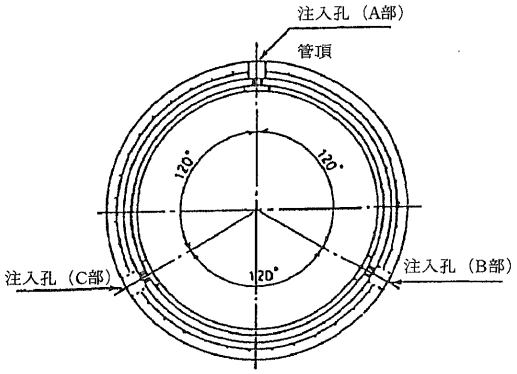
図9　推進結果出来形図



15. 裏込め注入工

施工後の不同沈下対策、堤体の空洞化対策としてグラウト注入を行った。あらかじめ管体にグラウト注入孔を管全周に効果的に充填できるよう千鳥状で、管1本当たり(4m)3ヵ所配置した。

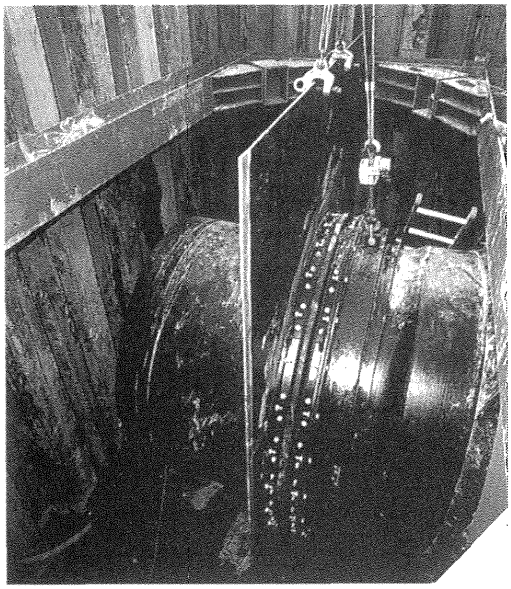
図10　注入孔振り分け詳細図



16. 遮水壁取付工

到達立坑内の配管完了後、遮水壁を設置した。

写真11　到達坑遮水壁取付状況



17. おわりに

従来、建設省は樋管を主にコンクリート製のものを開削工法で構築してきたが、今回、市道の交通・通学路の安全性確保および仮り締め切りの施工性などを最優先に考えて、開削工法が困難なためダクタイル鉄管による推進工法で施工した。推進工法を採用したことにより、堤体上の道路に工事による影響が少なく、工期の短縮も図ることができた。また、ダクタイル鉄管は止水性・強度に優れ、かつゴム輪をボルトで締め付ける接合形式であるため短期間で確実に施工ができ、迂回用道路の建設も不要であったためコスト縮減にも効果があった。

この報告が河川事業に従事されている皆様の参考になれば幸いである。今後の課題としては、推進工法において遮水壁を堤体中央部に確実に設置可能な技術開発が望まれる。最後に、本工事関係者の皆様に感謝します。