

# 圧送下水道採用事例集

## その3

下水道圧送管路研究会

## はじめに

我が国の下水道整備は第7次5ケ年計画の最終年度である平成7年度末には、処理人口普及率で54%に達する見込みであります。

これにつづき、現在、第8次下水道整備5ケ年計画（H8～H12年）の策定が進められており、平成12年（2000年）には、普及率を約70%にする計画となっております。

特に人口が5万人未満の中小市町村の下水道整備の推進、水循環の再生、下水道資源の有効利用等が重点事項であります。

従来、下水道計画は自然流下方式が基本として進められて参りましたが、整備が進むにつれ、自然流下方式だけではまかないきれなくなり、圧送輸送の方が経済的な場合も多くなって参りました。また、既に下水道事業がかなり進展している都市においても処理区域の変更や、処理水の再利用、汚泥の集約処理などにともない、圧送方式の採用が増えて参りました。

此の度、建設省土木研究所下水道部にて「下水道幹線圧送検討資料集」をおまとめになられました。また、日本下水道協会「下水道・計画・設計・指針と解説」が改正され、輸送方式として圧送方式下水道が記述されました。

この報告書は全国の代表的な圧送方式の事例を取りまとめたものであります。

下水道事業を進められるに際してご参考の一助になれば幸甚に存じます。

平成7年8月

下水道圧送管路研究会

## 目 次

1. 処理水再利用圧送管路の事例（札幌市）	1
2. 処理水再利用の流雪導水管の施工例（石狩川流域下水道事務所）	5
3. 発寒流雪溝の処理水再利用圧送管路の事例（札幌市）	10
4. 北海道伊達市の圧送管路事例について	14
5. 圧送汚水幹線への空気注入の事例（秋田湾・雄物川流域下水道大曲幹線）	20
6. 汚水圧送管路の水圧試験の実施例（取手地方広域下水道組合）	25
7. 流域下水道幹線の汚水圧送管路の施工例（群馬県県央流域下水道事務所）	30
8. 浜松市におけるマンホール形式ポンプ場について	34
9. 国府川流域下水道の汚水圧送管路の施工例（新潟県）	39
10. 泥土圧推進工法による雨水圧送管路の建設（四日市市）	44
11. 名古屋市における汚泥圧送（集約処理を活かすネットワークシステム）	49
12. 汚水圧送管路の採用事例について（岡山県灘崎町）	54
13. 呉市の圧送管事例について	58
14. 尾道市における汚水の多重圧送システムについて	63
15. 下水処理水循環モデル事業（中水道）について	68
16. 伊予三島市における圧送管路河川横断の施工事例について	73
17. 福岡市における再生水利用下水道事業について	79
18. 隣の町と共に取り組む下水道整備（熊本県岱明町）	84
19. 汚水圧送管にダクタイル鋳鉄管を使用した事例	89

付記：各レポートの執筆者の役職名につきましては、

執筆時のものにて掲載させていただきました。

# 処理水再利用圧送管路の事例

鈴木 忠 浩

札幌市下水道局工事部西部工事課長

## 1. はじめに

札幌市の下水道普及率は平成6年度末で98%を越える見込みであり、高普及を達成した今、本市の下水道事業は、21世紀に向けて下水道の担うべき役割や方向性をさまざまな角度から検討している。

その中でも、積雪寒冷地で豪雪地帯でもある本市の特殊性を踏まえ、下水道処理水の持つ熱エネルギーを冬の雪処理に豊富な水量を最大限に、夏のせせらぎの復活に有効利用し、豊かな市民生活の創生にいささかなりとも貢献できたと自負している「安春川」のアメニティ下水道モデル事業を紹介し、この中で処理水を圧送した事例を取り上げてみたい。

## 2. アメニティ下水道モデル事業について

下水道の果たす役割は時代とともに変遷してきており、当初の整備目的は雨水の排除による浸水防止、汚水の排除による居住環境の改善、公共用水域の水質保全が大きな3本柱として事業が進められてきた。

一方、近年の急激な都市化や生活水準の高度化によって生活そのものの質を追求する傾向が強まり、水空間が生活に潤いをもたらす存在としてクローズアップされてきた。

それに伴い、下水道も都市の水循環の中で極めて重要な役割を担っており、水資源とも深い関わりを持っていることから、前記の3本柱とは別の新しい役割が期待されるようになってきた。

このような新しい役割、位置付けを望む国民の声にこたえるため、種々検討されてきた施策のひとつが「アメニ

ティ下水道」である。

「アメニティ」は「心地良さや快適さの質」を意味しており、「アメニティ下水道」とは「快適な下水道」あるいは「下水道事業による快適性」という意味と考えられる。

そこから下水の処理水を活用することにより、従来の下水道の役割の他にさらに新しい機能、役割を付加することによって、市民生活をより快適なものになることを目的として実施されるものであり、今回の事業は「豪雪地帯における積雪のすみやかな排除」と「オープン水路のせせらぎの回復」を目的とし、正に下水道の付加価値による快適性の追求として、昭和62年に「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ものである。

## 3. 安春川の整備計画の概要

### (1) 安春川整備の経緯

札幌市北部の新琴似地区は、明治20年に屯田兵の入植により開拓が始まり、安春川は当地区の中央に地下水を低下させ、良好な農耕地をつくる目的で明治23年に掘られた歴史的な人工の水路である。

しかし近年の都市化により、周辺の大半が宅地化され下水道の整備が進んだ現在、水源のない水路として枯渇化状態となってしまった。

安春川は河川敷地幅10m弱の水路であるが、冬は近くの家庭の雪捨場として利用され、春の雪融け後は雪とともに捨てられたゴミが残り、さらに雑草が繁茂し荒廃化していた。

昭和61年に屯田兵入植以来開基100年を迎えた地元住民から安春川環境整備の強い要望が上がり、各方面から検討を行った結果、維持用水の導入を図り河川として再



生させる基本方針を決定した。

この維持用水の水源として種々の検討を行った結果、創成川処理場の処理水を使用することが最も有望との結論に達した。

また創成川処理場は処理水放流先が創成川であり、その下流に閉鎖性水域があるため、水質保全の必要性の高い処理場として高度処理の導入について計画している。この高度処理水は水質・濁度・臭い等、通常に比べ大幅に改善されることなど、河川の維持用水として最適な条件が整うこととなる。

#### 4. 事業目的

そこで事業目的を二つとし、時期によって送水する処理水を使いわけける方法を検討した。

- (1) 積雪のすみやかな排除（12月～3月、通常処理水を融雪溝に送水）
- (2) せせらぎの回復（4月～11月、高度処理水を安春川に送水）

表-1 処理水計画送水量

項目	冬期 (12月～3月)	夏期 (4月～11月)
目的	安春川沿線地区の融雪	安春川のせせらぎの回復
処理水種類	二次処理水	高度処理水 (急速砂濾過)
送水量	0.50m <sup>3</sup> /S (4万3,200m <sup>3</sup> /日) 安春川：0.20m <sup>3</sup> /S 融雪溝：0.30m <sup>3</sup> /S (0.15×2)	0.14m <sup>3</sup> /S (1万2,000m <sup>3</sup> /日) 安春川のみ

本市は年間通算降雪量が5m前後となり、冬期間の除排雪問題は市民要望の第1位を示めている。

これほど降雪量が多い大都市は世界でもあまり例がなく、円滑で安全、快適な冬季交通を維持するには多額の費用と労力や資器材を必要とし、さらに都市化に伴う雪捨場の確保は最も困難な問題となっている。

これらの問題解決のひとつとして、安春川の両側の道路下に埋設した融雪溝に温度の高い(12℃～10℃)処理水を流し、そこに住民が雪を投入し、快適な冬の生活の

ために行政と住民が一体となってより効率的な除雪対策を進める。

また歴史的な水路である安春川を甦らせるため、雪解け後は高度処理水を水路に送り、植栽や遊歩道等の設置を行い立体的なせせらぎのある親水空間を演出し、忘れていた歴史を取り戻し、年間を通じて有効に利用しようとするものである。

#### 5. 送水計画について

##### (1) 送水量

本計画における送水量は、冬期においては創成川処理場の安定送水可能量、当処理場の放流先である創成川への放流量減少に伴う影響、および対象地区の融雪に必要な水量を総合的に判断し、毎秒0.50m<sup>3</sup>/S(4万3,200m<sup>3</sup>/日)とする。

また融雪溝1系統当たりの水量は、即日融雪処理に必要な水量および他都市の実績により0.15m<sup>3</sup>/Sとし、安春川への水量は融雪水の流下に伴う結氷等による障害を防ぐための維持用水として0.20m<sup>3</sup>/Sとする。

安春川と2系統の融雪溝への分水は、送水管末端部に分水マンホールを設置し、ここで各系統へ分水することとした。

さらに融雪溝2系統への送水量0.30m<sup>3</sup>/Sについては、時間切り替えて他地区への送水も可能な構造を考慮する。

夏期(4～11月)における送水量は、安春川の水路断面に対して、せせらぎの流れに相当する流速、水深が得られることおよび創成川処理場における高度処理(急速砂ろ過)施設の最小単位をベースとして0.14m<sup>3</sup>/S(1万2,000m<sup>3</sup>/日)とした。

##### (2) 送水方式と送水管のルート

処理場からの送水方法は、高低差、延長、送水ルート of 道路条件、埋設環境等を考慮すると、ポンプによる圧送方式が最も有利となる。

送水ルートの選定に当たっては、最短距離を基本とし、経済性・施工性および将来の処理水有効利用(他地区への送水)計画への対応の柔軟性も考慮する。

施工は開削を基本とするが、主要幹線道路・JR線横断等については地下推進工法も必要となる。

図-1 アメニティ下水道送水管平面図

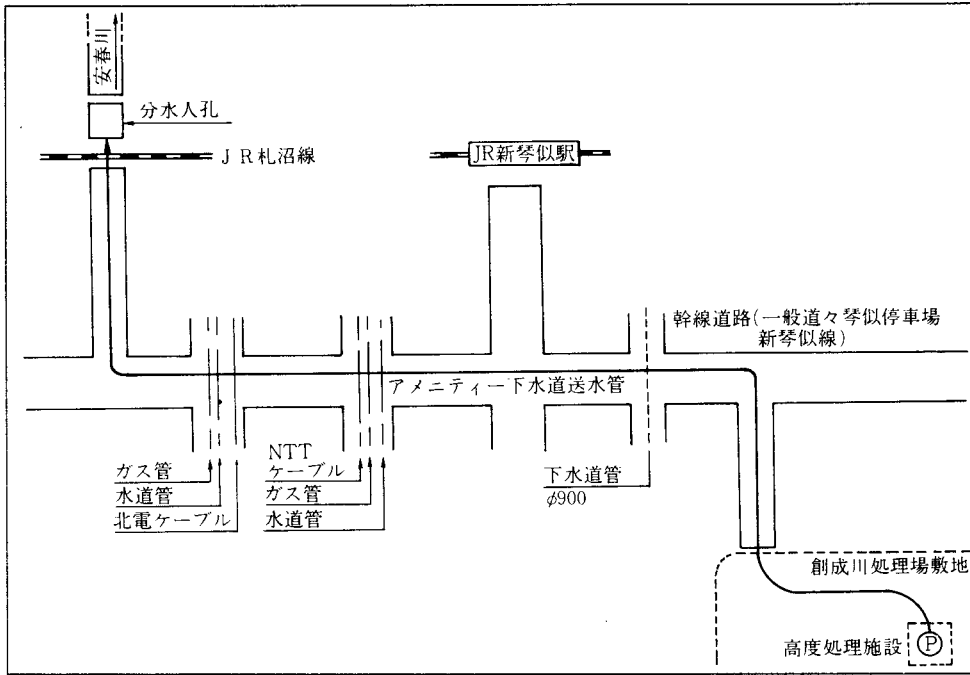


図-2 アメニティ下水道送水管縦断図 (φ700)

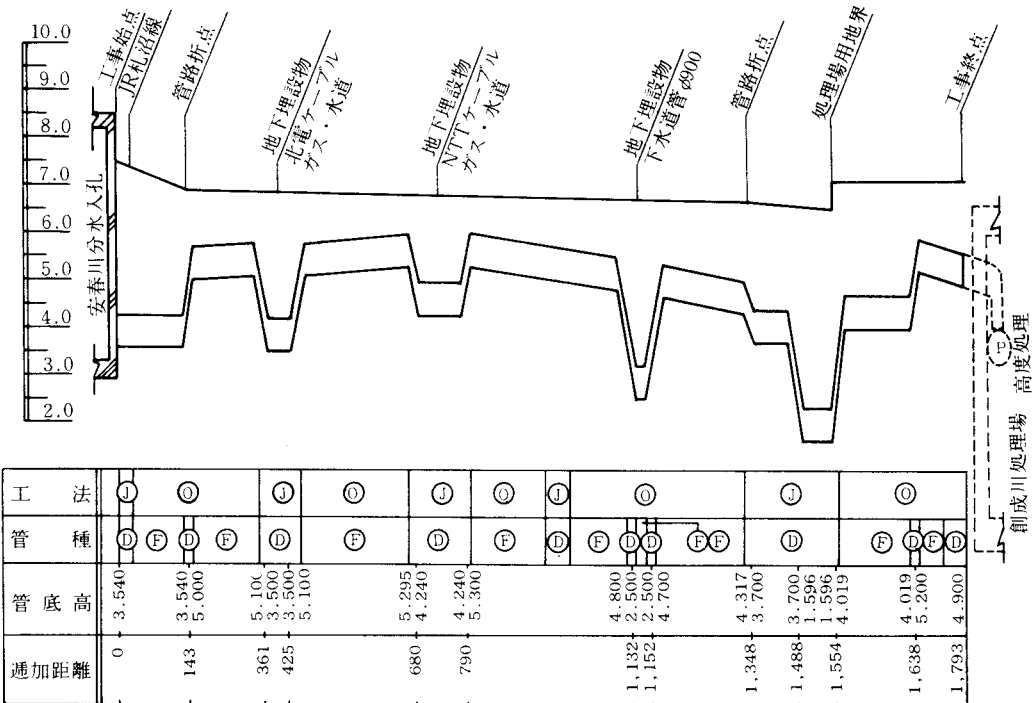


写真-1 安春川整備前

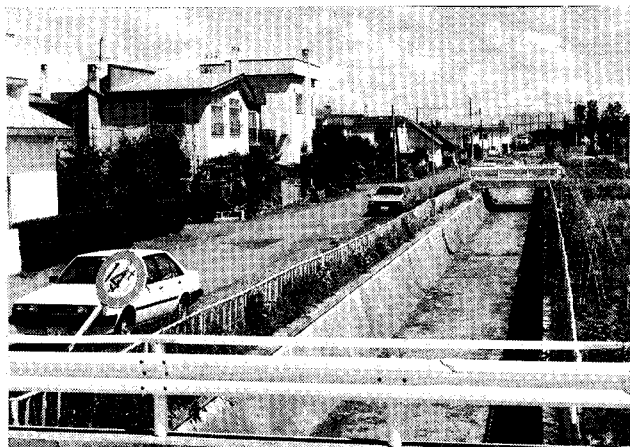


写真-2 安春川整備後



### (3) 管種および管径

管種の選定においては、強度・耐久性・継手の信頼性・経済性・施工性等を考慮する必要があり、本工事に使用しうる管種としてダグタイル鑄鉄管・強化プラスチック複合管（FRPM）・硬質塩ビ管・塗覆装鋼管・ヒューム管等について検討を行った。

計画流量・流速・高低差から外圧強度・水撃圧を含む内圧強度、各種損失水頭についての水理的問題は、一般的にジョイント部分の止水性について不安のあるヒューム管を除き他の管種は対応可能である。

次に埋設条件から施工性・経済性を検討すると一般開削部は、交通量の多い幹線道路部が過半を占めており、施工速度、扱い易さ、精度管理の容易さ、粗度係数の小ささからFRPMが最も有利と判断した。

また推進工法の箇所については、継手部分の止水性が高く軸方向強度が大きいダグタイル鑄鉄管が有利と思われる。

さらに屈曲部においては特殊管となり継手部の信頼性からダグタイル鑄鉄管を採用する。

圧送管路における管種の実績としては、ダグタイル鑄鉄管の使用が多く信頼性も高いが、今回は各種検討の結果、一般開削部に取り扱いが容易で施工性のよいFRPMを採用した。

しかし、FRPMは衝撃に弱い面があり現場での保管・取り扱いには相当の慎重さが必要である。

管径については、送水管の管径とポンプの組み合わせを、「管とポンプ設備の施工費」+「減価償却費」+「動力費」を総経費として比較し、最も経済的な管径を

求める必要がある。

送水管の対象径は送水量、延長、関係水位、平均流速、摩擦損失を考慮し、 $\phi 500\text{mm}$ ～ $800\text{mm}$ となる。

各管径毎に前述の総経費を比較した結果、送水管径は $\phi 700\text{mm}$ が最も経済管径であった。

その他の送水管路施設としては、送水管空気抜きの空気弁室や、管路の低部には排泥弁室を必要箇所配置している。

## 6. おわりに

安春川は下水道処理水の再利用によって、冬は住民の身近な雪捨場として地域の快適性と利便性と安全性を確保し、夏は朝の散歩道や子供たちの格好な遊び場となり、地域のコミュニケーションの拡大と生活に潤いを与えた。

この川の歴史的な用途とは異なる大きな変革であるが、現在に必要な施設としてみごとに甦ったのである。

計画から施工まで携わった我々も、下水道の持つ大きなエネルギーを再確認し、その後も大規模な融雪槽や、融雪管の事業にも着手している。

処理水の再利用には必要な所までの送水が不可欠であり、圧送方式による処理水の移動は今後もさまざまな試みがなされ、ますます重要なものとなるであろう。

本市においても、今回の例に見られる雪処理や河川の維持用水の他にもさらに積極的な取り組みを図り、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。

# 処理水再利用の流雪導水管の施工例

北海道札幌土木現業所

石狩川流域下水道事務所 技師 鈴木 宏 明

## 1. はじめに

### ●計画概要

奈井江町は、農業と石炭を基幹産業として発展してきましたが、エネルギー変革を契機に全ての炭坑が閉山し、人口もこれに呼応する形で約8,000人（平成6年末現在）となっている。こうした環境の中、来るべき21世紀、さらには「ないえ2世紀」に向け、北国にふさわしい個性豊かで活力あるまちづくりを進める上で、冬期の円滑な都市機能、産業活動、生活文化活動を支えるための冬期交通の確保は非常に重要となっている。

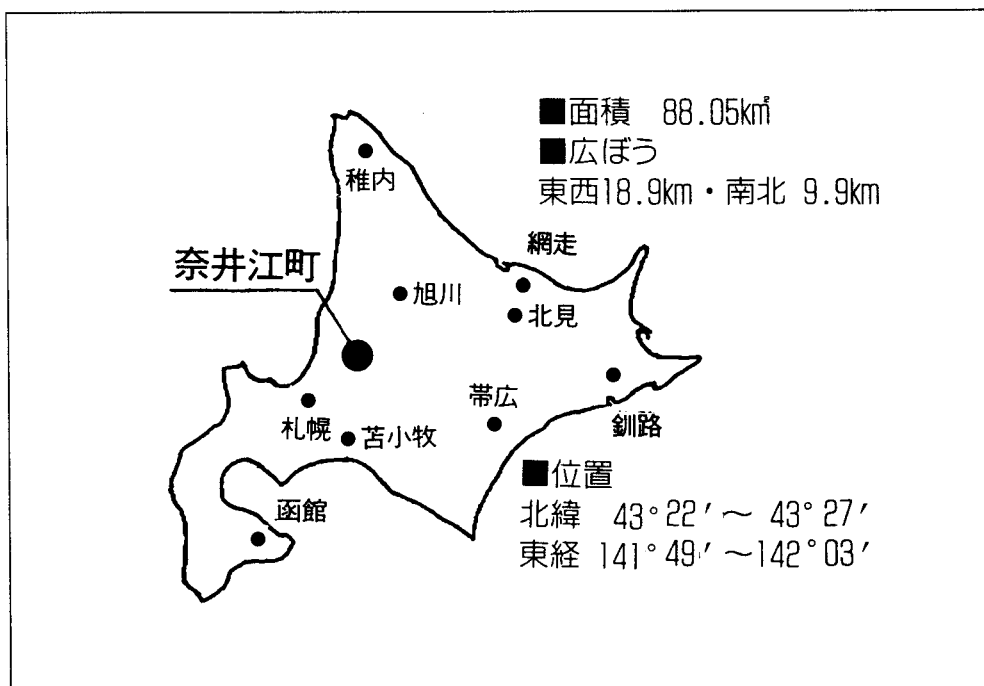
奈井江町は札幌市と旭川市を結ぶ基幹道路である国道12号を軸として町並みが形成されているが、車道除雪後の歩道部への堆雪は、交通障害、産業活動の停滞及び都市環境の悪化をもたらしている。

このような背景のもと、石狩川流域下水道奈井江浄化センターの処理水を利用した流雪溝・融雪溝の建設を計画した。

融雪溝は町道に設置する計画とし、平成5年度に工事着手し、平成8年度供用開始の予定。この中で処理水を圧送した事例を紹介する。

### ●奈井江町の地勢・位置

奈井江町は道央空知の中央部、石狩平野のやや北部に位置し、東は夕張系で芦別市と、西は石狩川で浦臼町及び新十津川町と接し、南は美瑛市、北は砂川市と平坦で地味肥沃な農地で接している。交通は、函館本線と国道12号線が中央を、東側山手沿には道央自動車道が南北に縦貫し、札幌市まで68km、旭川市まで68.8kmの距離で結ばれ、生活環境、農工生活消費流通、企業立地などの面でも恵まれている。





## 2. 奈井江町雪処理施設の概要

奈井江町雪処理施設は、石狩川流域下水道奈井江浄化センターの処理水を利用し、国道・道道については流雪溝、町道については融雪溝とする。また、共用開始につ

いては、処理水量が満足するのは平成7年以降となることから平成7年を共用開始予定年次とする。

なお、雪処理施設の概要は次のとおりである。

表-1. 雪処理施設の概要

区分	ルート	路線名	(道路延長) 延べ延長	必要水量
流雪溝	A	国道12号線	(2,250) 4,500 m	0.15 m <sup>3</sup> /s × 2 系統 = 0.30 m <sup>3</sup> /s
		道道東奈井江線 奈井江停車場線	(80) 160	
		小計	(2,330) 4,660	
	B	道道奈井江浦白線	(570) 1,140	0.02 m <sup>3</sup> /s × 2 系統 = 0.04 m <sup>3</sup> /s
		計	(2,900) 5,800	0.34 m <sup>3</sup> /s
融雪溝	C	町道北2丁目通り	(570) 1,140	0.03 m <sup>3</sup> /s
		町道西5条通り	(440) 880	
		小計	(1,010) 2,020	
	D	町道14号西線	(570) 1,140	0.02 m <sup>3</sup> /s
		町道西5条通り	(130) 260	
		小計	(700) 1,400	
			計	(1,710) 3,420
		合計	(4,610) 9,220	0.39 m <sup>3</sup> /s

表-2 雪処理施設事業概要



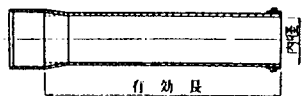
事業名	事業主体	施設名称	施設概要	延長	断面
雪寒地域 道路事業	国	流雪溝	国道12号	ℓ = 4,500 m	ボックス □ 600 × 800
	道	導水管	第1分水槽から第2分水槽まで(町と共用)	ℓ = 1,110 m	管径 φ 800
		流雪溝	道道江別奈井江線(ℓ = 1,140 m) + 道道東奈井江奈井江停車場線(ℓ = 160 m)	ℓ = 1,300 m	ボックス □ 600 × 800
	町	融雪溝	町道14号西線(ℓ = 1,140 m) + 町道西5条通(ℓ = 1,140 m)	ℓ = 2,280 m	管径 φ 450 融雪溝 1500 × 1500 × 2500
積雪対策 下水道事業	道	送水管	石狩川流域下水道奈井江浄化センター から国道12号線まで	ℓ = 4,880 m	管径 φ 700
	町	導水管	第1分水槽から第2分水槽まで(道と共用) 第2分水槽から第4分水槽まで	ℓ = 1,110 m ℓ = 540 m	管径 φ 800 管径 φ 500 ~ φ 600
		融雪溝	町道北2丁目通	ℓ = 1,140 m	管径 φ 400 ~ φ 900 融雪溝 1500 × 1500 × 2500

### 3. 送水管の管種選定

送水管には、内圧及び水撃圧等が作用する。これに対する管種としては、①ダクタイル鉄管、②鋼管、③FRPM管が考えられる。

これらの管について比較検討すると次のようになる。

表-3 管種比較表

項目	ダクタイル鉄管	鋼管	FRPM管
継手形式	<p>プッシュオン継手 T形</p>  <p>呼び径 700mm</p>	<p>溶接継手</p> 	<p>プッシュオン継手 直管 (B形)</p>  <p>呼び径</p>
水密性	<p>特殊な構造のゴム輪をボックス内に隙間なく強固に密封してあるため水密性が高く、かつ偏心荷重や曲げ荷重に対しても、この水密性は低下しない。(○)</p>	<p>溶接施工が完全であれば、高い水密性が得られる。(○)</p>	<p>一般の好条件下では、水密性は良好であるが厳しい内外圧条件下では継手の剛性が低いため十分とはいえない。(△)</p>
耐食性	<p>鋳鉄特有の耐食性がある。電食に対して鋳鉄は元来比抵抗が大であり、各継手はゴムパッキンで一本、一本絶縁されているため、電食を起しにくい。(○)</p>	<p>溶接後の内面塗装ができないため、腐食に対しては問題である。外面も特殊塗装必要。(×)</p>	<p>耐食性にすぐれている電気、絶縁性がよく、電食のおそれがない。(◎)</p>
施工性 (1) 基礎工	<p>一般に平底溝で十分であり、特別な基礎を必要としない。(○)</p>	<p>管体強度で持たせるため可とう管を入れる必要がある。(△)</p>	<p>一般的には砂、碎石、ソイルセメント基礎である。(△)</p>
(2) 管の取扱い	<p>重量は重いのが、衝撃等にも比較的強く、取扱いが容易である。(○)</p>	<p>内外面の塗装は柔らかく、輸送、施工時に損傷を受け易く、致命的な欠陥となる事もあるので、細心の注意を払わなければならない。(△)</p>	<p>外層がポリエステル樹脂のため衝撃力によって損傷を受けやすい。(○)</p>
(3) 接合	<p>プッシュオンタイプの継手のため、施工は容易である。(○)</p>	<p>溶接接合のため安全な作業対策上、継手部のスペースは大きくなるまた、気象条件、作業環境等の影響が大きく降雪、降雨時の作業は困難である。従って、接合時間は長くなる。(△)</p>	<p>プッシュオンタイプの継手のため、施工は容易である。(○)</p>

項目	ダクタイル鉄管	鋼管	F R P M 管
(4) 埋 戻 し	特に、軟弱な地盤や腐食土でない限り、掘削土をそのまま埋戻土に用いることができる。 (○)	埋戻土として砂を用いランマー等で十分につき固めながら、埋戻さなければならぬ。 (△)	埋戻し時に管の変形や曲りを生じないように入念に埋戻す必要がある。埋戻土としては砂を30cm位ずつ埋戻しを行い緩みを少なくするよう十分な施工管理が要求される。 (△)
(1) 工 期	短い (○)	長い (△)	短い (○)
実 績	上水道を始め、下水道、工業用水、農業用水、ガス輸送管、発電用冷却管、通信用保護管として多方面にわたり使用されている。特に鑄鉄管は上水道においては古くから使用されており、使用量も多い。我が国においても明治時代に布設され、今なお使用されている例がある。 (◎)	略々ダクタイル鉄管と同様の範囲で使用されている。溶接継手の場合、溶接の塗装が現場施工となるため、塗装面の仕上がり状態が管の寿命に影響する場合がある。 (○)	主として、農業用水、下水道用として使用されており、工業用水、又は発電用としても使用されている。昭和46年頃より、発売されたものであり、製品としての歴史はダクタイル鉄管、鋼管にくらべると比較的浅く、使用実績もはるかに少ない。 (○)
経 済 性 ( m 当 り 単 価 ) の 比 率	100 (△)	101 (×)	79 (○)
総 合 評 価	○	×	△

なお、次にダクタイル鑄鉄管、鋼管、F R P M管のm当たりの単価を比較する。

表一4 経済比較表 (m当りの比率)

	ダクタイル鉄管	鋼管	F R P M管
材料費	100	86	74
布設費	100	200	109
合計	100	101	79

以上の比較検討の結果、F R P M管が最も経済的であるが、水密性、耐用年数、実績等に優れているダクタイル鉄管が送水管(圧送管)として最も適していると思われる。

#### 4. おわりに

以上、奈井江町の下水道処理再利用の流雪送水管にダクタイル鉄管を使用した一例を報告させていただいた。

今まで施工を経験した中で、比較的大きな700mmという管径でプッシュオンタイプのT形ダクタイル鉄管を使用した。管接合作業もスピーディーであり、水圧試験も無事パスし、工事を完了することができた。

T形ダクタイル鉄管は、施工結果より、一般的に使用されているK形等のダクタイル鉄管と同様に、圧送管材として十分な機能を有していることが確認できた。

この処理水再利用圧送管路の事例が他都市、とりわけ中小市町村の下水道整備の推進に、多少なりともご参考になれば幸いである。



# 発寒流雪溝の処理水再利用圧送管路の事例

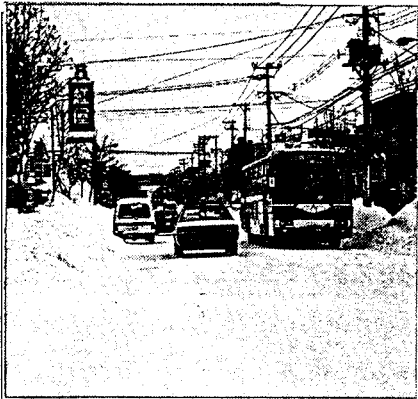
札幌市下水道局工事部

西部工事課工事3係 技師 立 昌 悟

## 1. はじめに

札幌市では、長くて寒い冬の生活をより快適に過ごすことができるよう、北海道開発庁が提唱する「ふゆトピア事業」と連携をとって、雪対策をメインにした「雪さっぽろ21計画」を推進している。

この「雪さっぽろ21計画」の事業のひとつとして着手されるのが、発寒流雪溝である。札幌市では、すでに藻岩下地区と新琴似地区に流雪溝が完成し、地域で積極的に運営・利用され大きな効果を上げている。



道路両側の雪山は車の流れを止め歩行者も迷惑。

流雪溝



道路から雪山が消えると、車の流れはスムーズで、歩行者も安全。

このたびの発寒流雪溝は、快適で活力あふれる地域社会づくりと地域商店街の活性化、冬季における良好な都市環境を目的に整備したものである。この中で処理水を圧送した事例を紹介する。

## 2. 下水処理水利用流雪溝について

下水処理水は札幌市に一番豊富に存在する地域エネルギーであり、その使い方は夜間の処理水を融雪槽を主体に使い、日中の処理水を流雪溝に使用して、可能なかぎりの利用展開を図ることが望ましい。

既に事業を着手している新琴似流雪溝に引続き、新川・豊平・創成川・伏古川処理場の処理水を利用する流雪溝について事業化を図る予定である。(図-1参照)

### 1) 事業地区

安春川流雪溝 (創成川下水処理場)

新琴似流雪溝 (創成川下水処理場)

### 2) 事業可能地区

発寒地区 (新川下水処理場)

琴似地区 (新川下水処理場)

創成川東地区 (創成川下水処理場)

新琴似北地区 (創成川下水処理場)

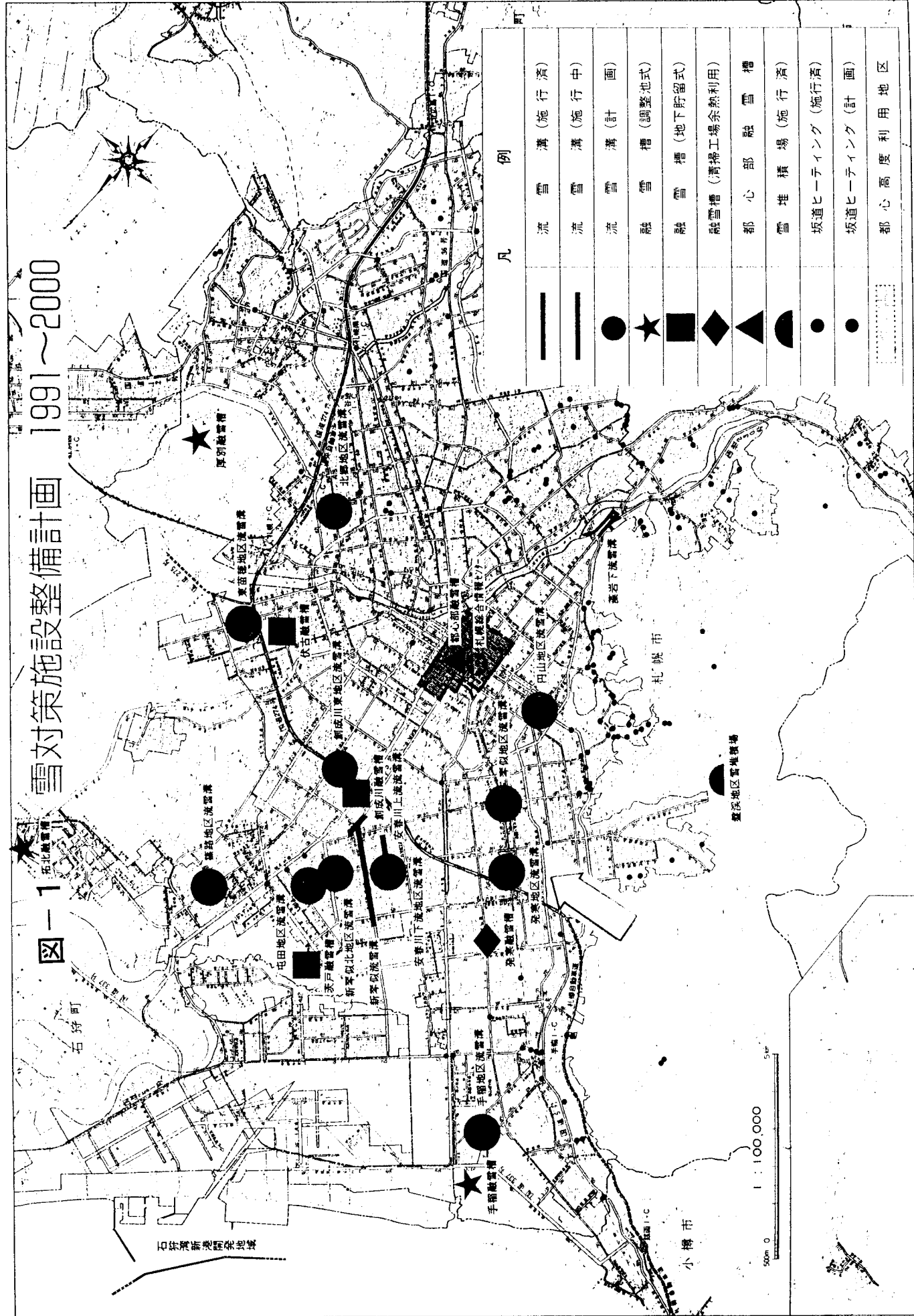
安春川下流域 (創成川下水処理場)

北郷地区 (豊平下水処理場)

東苗穂地区 (伏古川下水処理場)

雪対策施設整備計画 1991～2000

図-1



凡 例

—	流雪溝 (施行済)
—	流雪溝 (施行中)
●	流雪溝 (計画)
★	融雪槽 (調整池式)
■	融雪槽 (地下貯留式)
◆	融雪槽 (清掃工場余熱利用)
▲	都心部融雪槽
◐	雪堆積場 (施行済)
●	坂道ヒーティング (施行済)
●	坂道ヒーティング (計画)
⋯	都心高度利用地区

### 3. 発寒流雪溝概要（道路事業・下水道事業・冬トピア事業）

快適で活力あふれる地域社会の形成と共に地域商店街の活性化を図るため、冬季においても良好な都市環境の整備と都市機能の確保が求められていることから、住民参加の除排雪システムである流雪溝の面的整備を行い、冬季交通の確保を図るものであります。

事業年度；平成4年度～平成6年度  
 流雪溝延長；L=5,804 m  
 道路延長；L=2,902 m  
 流雪溝利用世帯数；500 世帯  
 流雪溝諸元；流雪溝断面（内空）H×W=800×600mm  
 流量 Q=0.3m<sup>3</sup>/s（0.15×2系統）  
 水深 H=0.30m  
 縦断勾配 S=1/500  
 流速 V=0.84m/s

送水施設諸元；送水設備の概要  
 （下水道事業）

送水管径 φ600mm  
 送水管延長  $l = 2,683\text{m} \approx 2,800\text{m}$   
 送水管種 ダクタイル鋳鉄管  
 ポンプ型式 横軸両吸込渦巻ポンプ  
 ポンプ口径 φ300mm  
 ポンプ台数 2台（予備なし）  
 送水量  $0.15\text{m}^3/\text{s} \times 2\text{台} = 0.30\text{m}^3/\text{s}$   
 全揚程 ≈ 30m  
 電動機出力 75Kw

### 4. 管種決定についての考察と理由

#### (1) 比較検討条件

強度…内圧に対して安全であること  
 …外圧に対して安全であること  
 施工性…埋設条件、埋設環境に適合した施工性を有すること  
 維持管理…維持管理及び補修等が容易であること  
 …材料の入荷が容易であること  
 経済性…経済的であり、上記条件に適合するもの  
 耐久性…長期にわたる耐久性のあるもの

#### (2) 考察と理由

##### ○ 内外圧及び継手の水密性について

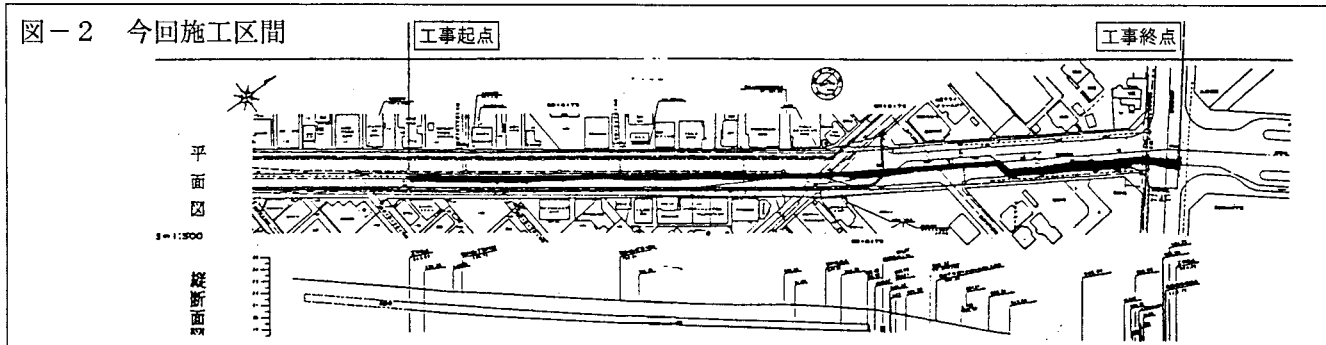
本工事については、圧力管路であることからダクタイル鋳鉄管、水輸送用塗覆装鋼管、強化プラスチック複合管が適す。外圧については遠心力鉄筋コンクリート管が不とう性管であり、その他の管種はとう性管である。強化プラスチック複合管の継手については、圧力管路としての実績に乏しく、せん断強度も小さい。

鋼管については、現場で継手溶接をおこなうため、高度な溶接技術、管理を要する。ダクタイル鋳鉄管のK形継手は、高い水密性を有するとともに地盤の不等沈下に対して可とう性を有し、管体に無理な応力が発生せず、伸縮性を有するため伸縮を無理なく継手で吸収することができる。また、上水道管（圧力管）としての長い実績がある。

##### ○ 施工性について

本年度工事については、街路新設工事路線内に埋設されることから、管布設の施工性に伴う工事の完了時期を考えると強化プラスチック複合管及びダクタイル

図-2 今回施工区間



鋳鉄管が考えられる。

しかし本工事については、全て公道下に埋設され当該路線には既存の地下埋設物が輻輳しており、道路構造物、JR横断等規制を受ける箇所が多くなるため、伏越し、迂回箇所が生じる。これらの対応に当たって、強化プラスチック複合管では直管と異形管（他種管を使用）との特殊継手箇所が繁雑となり施工性の面で劣り、維持管理上使用材料の均一性がとれない問題がある。鋼管については、前項で記した通り現場で継手溶接を行うため、高度な溶接技術、管理を要することから施工速度が遅く、施工性で劣る。ダクタイトル鋳鉄管は、曲管類や異形管類の種類が多く、品質も規格化されており、使用材料も均一化され施工性にすぐれている。

○維持管理及び経済性について

強化プラスチック複合管については、使用実績が少なく、長年月における風化や組成変形の実態は不明であり、緊急時の対応性についても未知数である。維持管理上緊急時の対応、補修用材料面からも使用材料の均一化が必要であり、経済性ではやや劣るが上水道管路として長い実績のあるダクタイトル鋳鉄管が最適である。

○総合判断

以上の通り検討した結果、過去における使用実績、品質が規格化されていること強度、耐久性、水密性、施工性及び維持管理面でも優れていることからダクタイトル鋳鉄管を採用した。

5. おわりに

以上、発寒流雪溝の処理水再利用圧送管路の施工事例を報告させていただいた。処理水の再利用を計画するには、必要な所までの送水が不可欠である。圧送方式による処理水の送水については、今後もさまざまな試みがなされ、その箇所数も多くなると考えられる。

本市の例が、同様に雪処理にご苦勞されている他都市の方々に多少ともご参考になれば幸いである。

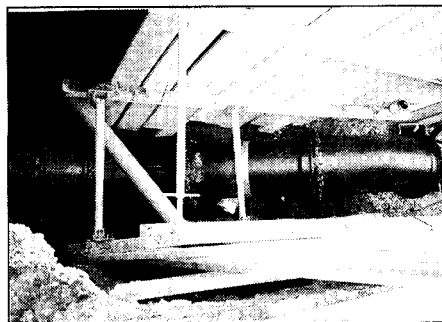


写真-1  
曲管部の配管  
(縦断)



写真-2  
特殊押輪の施工状況

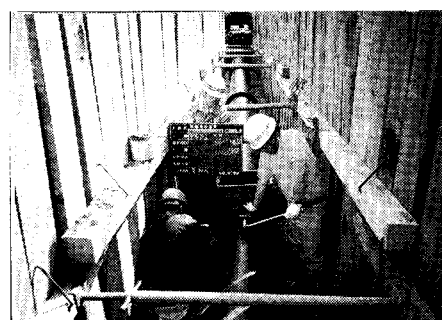


写真-3  
締付けトルクの確認

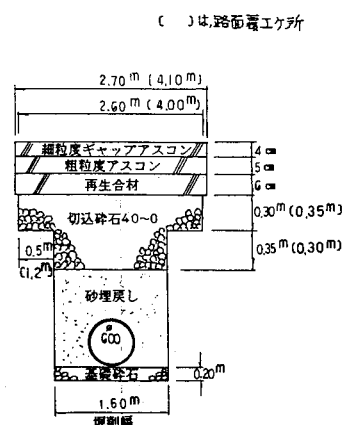


写真-5 埋設管明示シート敷設



写真-4 水圧試験状況

基礎工及び路面復旧図



# 北海道伊達市の圧送管路事例について

伊達市役所水道部下水道課

技術職員 難波賢二

## 1. はじめに

“北海道の湘南”と称される伊達市は、恵まれた気候風土と豊かな自然環境に生まれ、また優位な地理的条件により、胆振西部6市町村の中核都市として着実に発展してきている。

本市は、農業を基幹産業として成長してきたが、近年の交通網・情報網の発展等により、都市形態・市民生活などにおいて、着々と都市化の波は本市にも押し寄せてきている。

この様な情勢を背景にして、市民の生活が多様化、高度化するなかで、下水道は健康で快適な生活環境の確保に不可欠の基幹施設である。

このため本市では、快適な生活環境の実現に向けて日々努力している。

ここでは、平成4年度にフレックスプランに基づき、伊達市有珠地区に施工した汚水圧送施設を紹介する。

## 2. 伊達市における公共下水道事業の変遷

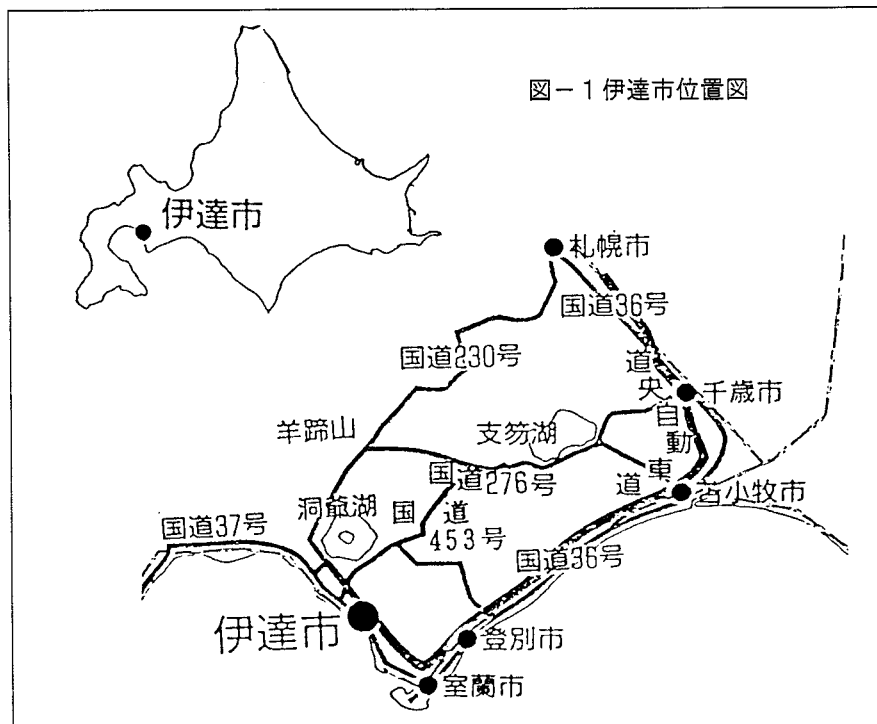
本市の公共下水道事業は、昭和48年に「伊達市排水計画基本計画書」の策定を行い、昭和50年3月に第1次事業認可（認可面積144ha）を受け、昭和60年10月には全市民の念願であった伊達終末処理場が完成し105haが供給を開始した。

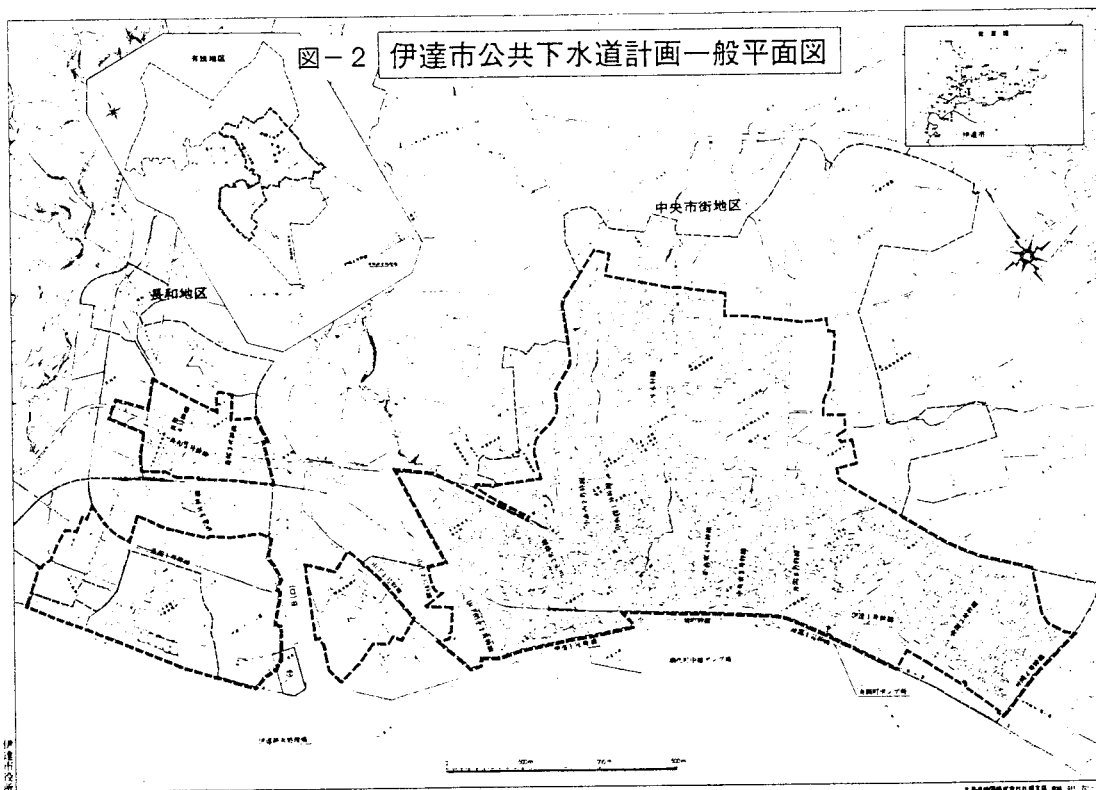
その後も事業の進捗に合わせ、区域の拡大を行い昭和63年度には有珠地区を除く全市街化区域599haの認可区域を取得した。

平成2年度にはフレックスプランの採用により、その唯一残っていた市街化区域である有珠処理区（66ha）

についての事業認可を取得し、平成5年3月には一部供給開始を向かえた。そして平成5年度においては都市計画の見直しにより基本計画区域及び認可区域の拡大、見直しを行い、伊達処理地区649ha有珠処理区64haの合計713haの事業認可を取得し、平成6年度末にはそれぞれ489ha、44ha合計533haが整備面積となる見込みである。

（伊達市公共下水道計画一般平面図参照）





### 3. 有珠地区における下水道整備計画の概要

#### 3.1 事業計画

有珠地区の人口、市街地の状況は、長和地区と同規模であるが、夏期は多数の観光客で賑わい、優良な浅海増養殖場である有珠湾に面していることなどから、非常に下水道整備の要請が強く、優先的な整備を行う必要があったが、伊達終末処理場より約5kmも隔たっているという地理的悪条件により障害を受けていた。

ところが「暫定の処理場を建設して、とりあえず下水道の早期供用を行い、将来的には下水道幹線の延長によりこれに接続し、暫定処理場を廃止する」いわゆる、建設省の新しい施策であるところの“フレックスプラン”による事業認可を受け有珠終末処理場への供用を開始するに至った。

有珠地区のフレックスプラン時における計画諸元を表-1に、整備完了時である全体計画における計画諸元を表-2に示す。

表-1 フレックスプラン計画

地区	計画面積 (ha)	計画人口 (人)	計画下水量 (m <sup>3</sup> /日)		
			日平均	日最大	時間最大
有珠中央地区	51.0	790	190	261	383
向有珠地区	13.0	730	318	818	1,958
北有珠地区					
有珠東地区					
有珠西地区					
合計	64.0	1,520	508	1,079	2,341

表-2 全体計画

区	計画面積 (ha)	計画人口 (人)	計画下水量 (m <sup>3</sup> /日)		
			日平均	日最大	時間最大
有珠中央地区	72.0	1,500	630	261	383
向有珠地区	14.0	800	675	818	1,958
北有珠地区	43.0	500	210		
有珠東地区	32.0	300	175		
有珠西地区	34.0	400	198		
合計	195.0	3,500	1,888	3,706	7,508

### 3.2 圧送管路の概要

各戸で発生した家庭污水や事業活動より排出された污水は、自然流下管路にてアルトリポンプ所へ導く。

その污水を有珠終末処理場までポンプ圧送するものである。

口 径 (mm)	φ 150
継手形式	A 形
管路延長 (m)	1,230

図-3 に圧送管路の縦断略図を示す。

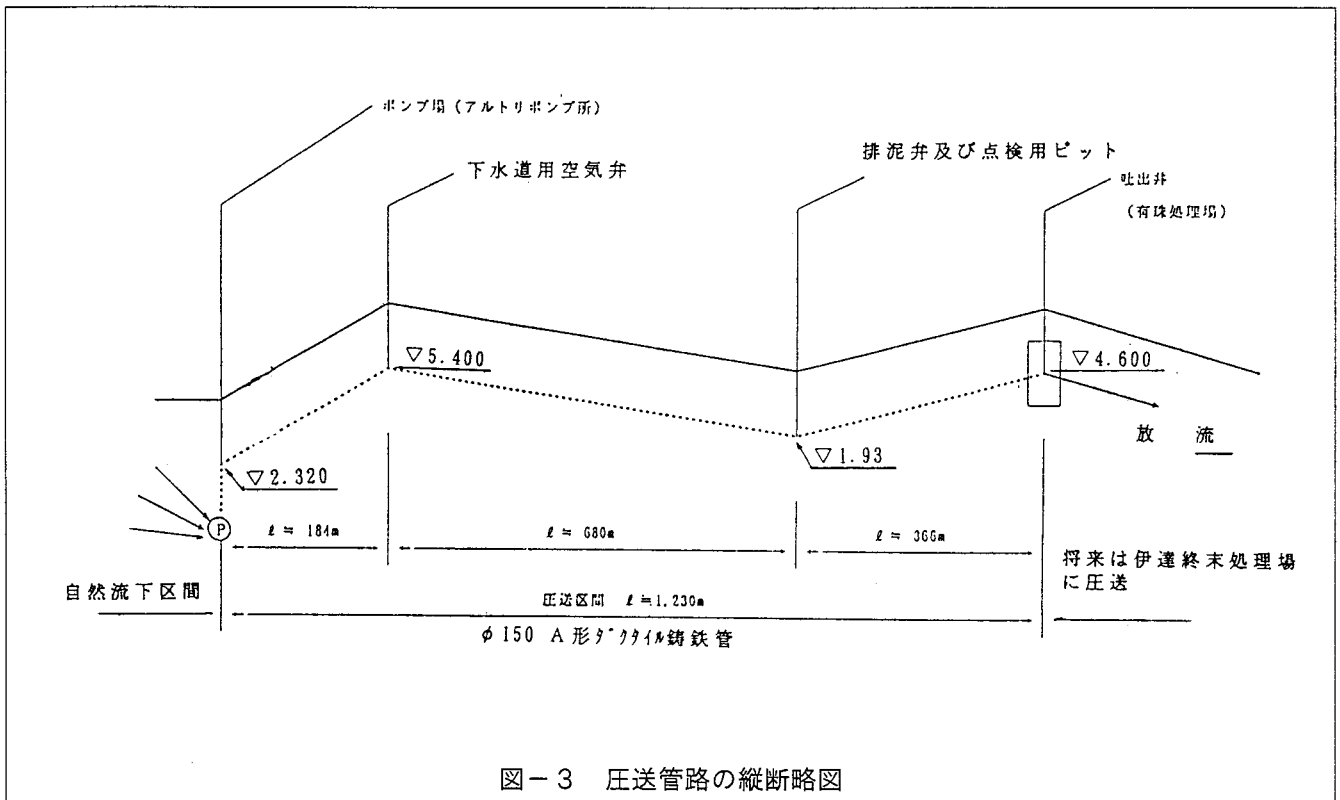


図-3 圧送管路の縦断略図

## 4. 圧送方式の採用理由

一般に下水道の圧送化に適した条件は次の点が挙げられる。

- ・分流式の污水管が対象となる。
- ・途中流入がない幹線に適用でき、仮に途中流入がある場合には多重圧送により対応可能である。
- ・処理場が地形的にポンプ場よりも高い場合に有利である。

また圧送方式の利点は次の点が挙げられる。

- ・管の埋設深度が浅いので工事費が安い。
- ・管の埋設が浅くなることにより工事期間が短縮できる。
- ・管の埋設が浅くなることにより、数次に分けた計画が可能で初期投資の削減ができる。
- ・管口径が小さくできる。
- ・圧送区間での不明水がなくなる。

本市については、自然流下方式にすると地形によっては地表勾配と逆勾配になり管路の土被りが大きくなったり、また有珠終末処理場までの距離が長いことから流末では大きな埋設深さになる。

その結果、建設工期が長くなり、建設工事費が高くなる。

また管の埋設が深くなることにより、再三の掘り返しが困難となり、汚水処理量が計画時点と異なってきた場合の対応が難しくなるためあらかじめ全体計画の必要がある。

仮に埋設深さを浅くするため局所に揚水ポンプ所を設置した場合でも多大な設備費用が生じることになる。

従って、施工性、工事費においても圧送方式が総合的に有利であると判断し採用した。

## 5. 管種選定

管種としては、ダクタイル鋳鉄管、硬質塩化ビニル管、鋼管が考えられる。

以下の長所その他、下水圧送管としての実績が最も多いことを考慮して、ダクタイル鋳鉄管を採用した。

- ・強度と耐久性があり、衝撃に強い。
- ・継手に伸縮可とう性があり、地盤変動に対応できる。
- ・施工性が良い。

## 6. 管径の決定

管径の決定に際しては、固形物の沈積による閉塞の恐れがないよう設計する必要がある。

ここで特に考慮しなければならないのは管内流速である。供用開始初期においては、一般的に計画流量に比べ送水量が少ない場合が多く、ポンプの間欠運転で対応している。そのため管内滞留時間が長くなるのでスラッジなどの堆積による硫化水素発生の恐れがあると考えられる。

この障害を未然に防止する意味からも、沈積物が速やかに清流できるよう管内流速を1m/秒前後に設定した。

以下に、管内流速の検討結果を表-3に示す。

## 7. ポンプ設備

### 7.1 台数、口径

フレックスプランにおいては、アルトリポンプ所の常時最小揚水量を「有珠終末処理場基本計画」から0.4m<sup>3</sup>/分とする。

夏期用ポンプは1.2m<sup>3</sup>/分とする。

設置台数は、予備を含めて3台とする。従って台数と揚水量、口径は以下の通りである。また予備ポンプの同時稼働は考えない。

ポンプ設備は、常時運転の互換性から、同一容量及び同一性能のものを設置した。

#### ・フレックスプラン

0.4m<sup>3</sup>/分×φ80mm×1台(常時用ポンプ)

1.2m<sup>3</sup>/分×φ80mm×2台(内1台予備、夏期用ポンプ)

#### ・全体計画(将来)

2.6m<sup>3</sup>/分×φ150mm×3台(内1台予備)

### 7.2 揚程、出力

圧送管の損失水頭は、ヘーゼンウィリアムス公式(C=110)を用いて計算した。

損失水頭の検討結果及びポンプ能力を表-4に示す。

表-3 管内流速の検討結果

計 画	フレックスプラン	全 体 計 画	
送水量 (m <sup>3</sup> /分)	1.2	5.2	
圧送管径 (mm)	150	150	300
管内流速 (m/秒)	1.13	0.68	1.06

表-4 損失水頭の検討結果及びポンプ能力

	フレックスプラン	全体計画	
圧送距離 (m) L	1,240	1,240	
圧送管径 (mm) D	150	150	300
送水量 (m <sup>3</sup> /分) Q	1.2	0.72	4.48
圧送管の損失水頭 (m)	19.5	7.6	
ポンプ廻りの損失水頭 (m)	1.0	1.0	
実揚程 (m) H	12.0	12.0	
全揚程 (m)	33.0	21.0	
	0.4 m <sup>3</sup> /分ポンプ → 5.5kw 1.2 m <sup>3</sup> /分ポンプ → 15kw	2.6 m <sup>3</sup> /分ポンプ → 22kw	



## 8. 付帯設備

### 8.1 下水道用空気弁

従来の水道用空気弁を下水道に使用すると、異物の摺動部への付着による作動不良、排気孔への異物のつまりによる流体の噴出などの問題があり定期的な点検が必要であった。

それに対し下水道用空気弁は作動が安定していること、汚泥などの吹き出しがなく衛生的であることなどの特長を有しており、これを採用した。

### 8.2 排泥施設

管路凹部においては異常時及び清掃時に、管路内の汚水が全て排出できるよう排泥管を設け、排泥ピットへ排出する計画とした。(図-4参照)

清掃時には4tバキューム車で対応することを想定し、貯留量は $2.8\text{m}^3$ とした。

### 8.3 洗浄用点検口

管路の洗浄方法としてポリピクを用いている。

洗浄時期については、定期的な洗浄期間を設けるのではなく、管路途中に設けた点検口により固形物やスライムの堆積状況を確認し、実施することとした。

点検口の詳細図を図-5に示す。

### 8.4 ピグ洗浄に関する設備

永久施設としてランチャーなど発射装置を設ける例があるが、本施設は、ポンプ所流出口付近に枝管を取り付け、枝部に維持管理上のバルブを設置した簡易的な方法を用いている。

ピグの挿入は、枝管の端部より挿入する。

ピグ挿入口付近の配管図を図-6に示す。

図-4 排泥工詳細図

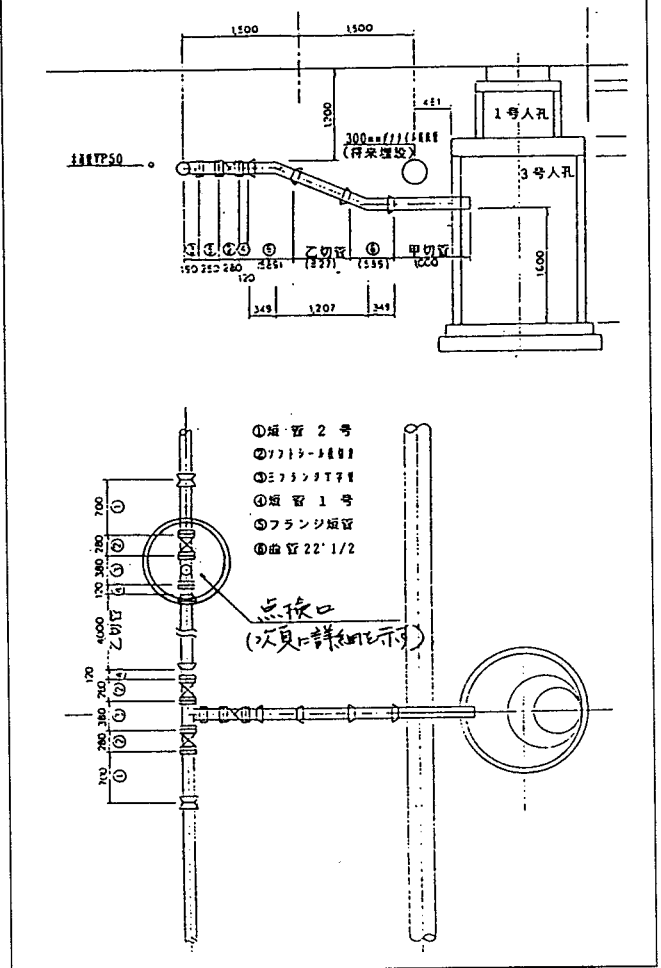
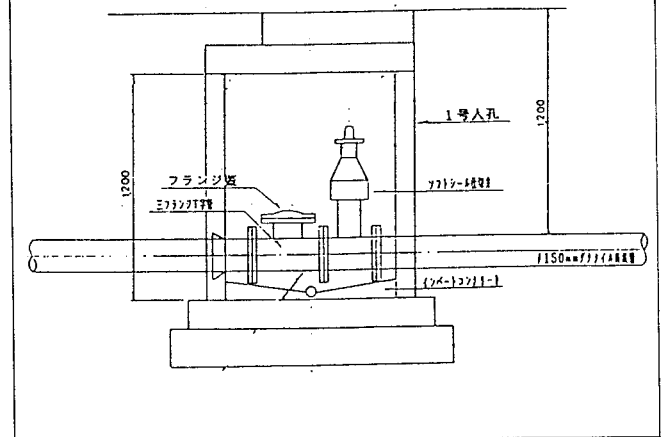
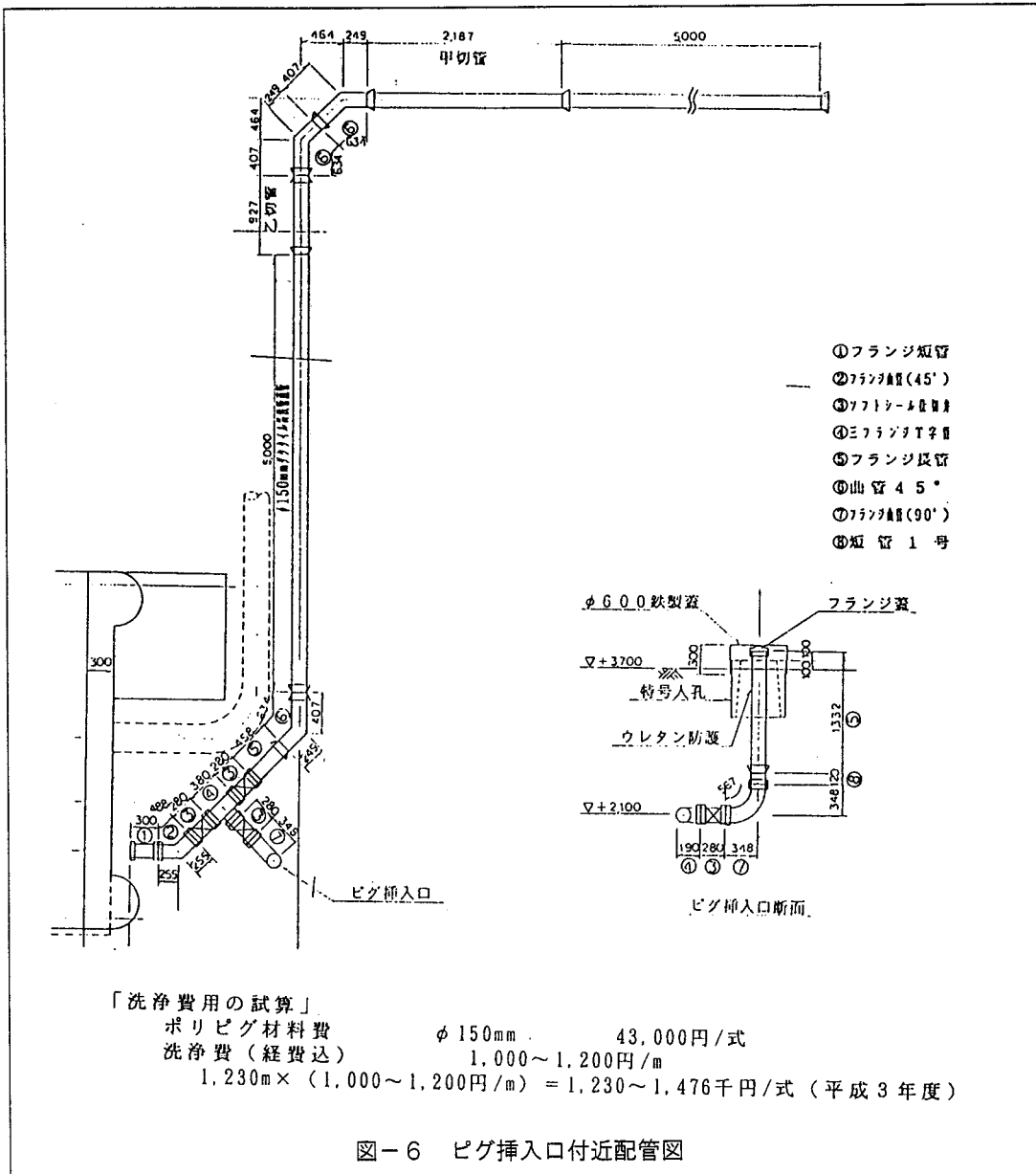


図-5 点検口詳細図





## 9. おわりに

紹介した有珠地区の事例は、伊達市において採用した初めての圧送管路である。

この圧送管路の特色としては、一つは下水道事業の機動的展開とも称されるフレックスプランにより事業認可が採択されたことである。

既設の下水終末処理場が遠距離に位置するなどの理由で、財政状況により下水道整備が後年時にならざるを得ない区域が生じる場合がある。

有珠地区については、これをフレックスプランにより暫定の処理場を建設して、とりあえず下水道の早期供用を行い、将来的には下水道幹線の延長によりこれに接続し、暫定処理場を廃止して処理の一元化を図ったことで

ある。

更にもう一つの特色としては、硫化水素対策として採用したピグ洗浄システムである。

システムの簡略化を図り、また洗浄時期の把握方法を取り入れ維持管理面を充実させる基本に忠実な合理的方法を用いたことにある。

今後の評価次第で普及や実績面に大きな影響を与えるもので、永遠の財産として保守、管理し未来の伊達市民に伝えていかなければならない。

今後、本市としては市民一人一人の御理解、御協力により一日も早い下水道施設の完成に向けて、最大限の努力を払う所存である。

最後に、紹介した事例が何らかの参考になれば幸いである。

# 圧送汚水幹線への空気注入の事例

佐藤 秀朗  
秋田県土木部参事  
兼公園下水道課長

木下 勲  
日本下水道事業団  
技術開発部総括主任研究員

田中 直也  
下水道圧送管路研究会  
技術委員

## 1. はじめに

秋田湾・雄物川流域下水道（大曲処理区）の大曲幹線では、管きょ建設費の低減、工期の短縮等を図るため、汚水の輸送システムとして圧送方式を採用した。

圧送方式では上記のような利点がある反面、管内での汚水の嫌気化に起因する硫化水素の生成が懸念される。この対策として、圧送管への空気注入システムについて実験的検討を行った。このシステムは米国でいくつかの実績があり<sup>1)</sup>、我が国でも神戸市で実施されているものである。<sup>2)</sup>

空気注入システムでは管内の流れは空気と汚水がともに流れる気液2相流になるので、システムの設計を行うためには、気液2相流の損失水頭を把握することが非常に重要である。しかし、汚水圧送管における気液2相流の損失水頭については、実験管路での研究成果<sup>3)</sup>、単純な上り勾配の実験管路での測定結果は報告されているが<sup>4)</sup>、大曲幹線のような凹凸のある複雑な縦断の管路における検討結果は報告されていない。

そこで、本実験では凹凸のある管路で空気注入を行っ

た場合の損失水頭の挙動調査、硫化水素の抑制効果を確認することを目的とした。

## 2. 大曲幹線の概要

大曲幹線の概要を図-1に示す。圧送管の口径は450mm、延長は3,340mであり、管種としてはダクタイル鋳鉄管が用いられている。本管路は、上り勾配のみではなく下り勾配部、水平部も存在する。

ポンプ場の屋内にコンプレッサーが設置されており、空気はポンプ場の敷地内で圧送管に直接注入されている。空気注入部の写真を写真-1に示す。

日常的な維持管理として、高流速のフラッシングが1週間に1日行われている。この時の流速は約1.5m/Sである。本実験の前日にもこのフラッシングが行われており、管内でのスラッジの堆積はあまりないと思われる。

## 3. 実験方法

表-1の実験条件で以下の測定を行った。（図-1参照）

### (1) 水理的項目

ポンプ吐出部および空気注入部の管内圧力と、圧送管路終点の着水井水位を連続測定した。また、汚水流量はポンプ場内に設置した超音波流量計で、空気注入量は過流量計で測定した。

### (2) 水質的項目

ポンプ吐出部から汚水を採取し、その時の汚水が管内を流れて、ポンプ場から約2,200m下流の水質分析地点（図-1参照）に到達したと考えられる時点で、この位置から汚水を採取した。

図-1 秋田県大曲圧送汚水幹線の概要

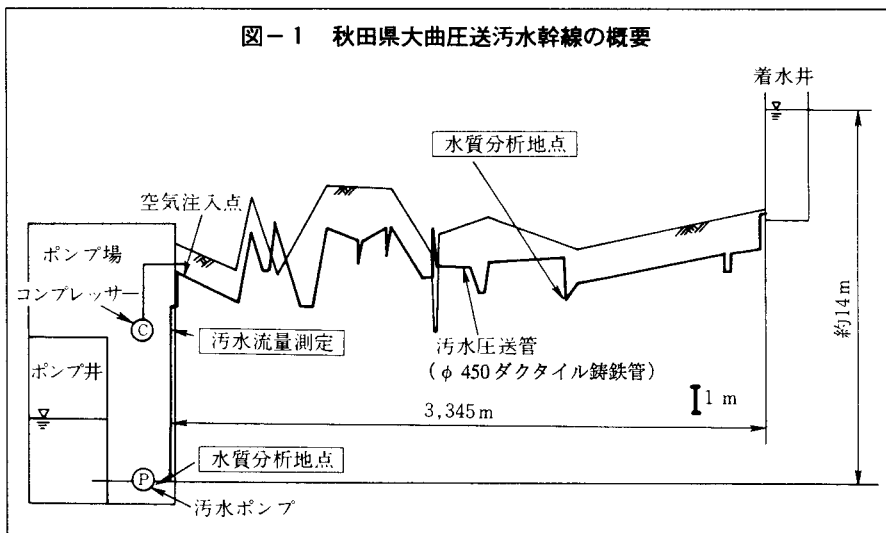
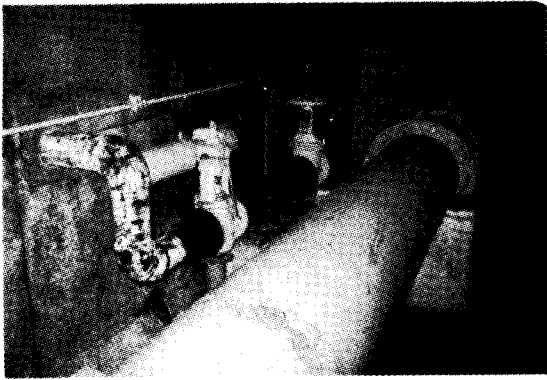


写真-1 圧送管への空気注入部



そして両サンプルの水質を調査した。 空気を注入しない場合と注入する場合は、圧送管での損失水頭が変化するのでポンプの回転数が同じであれば汚水流量も変化する。そこで、空気注入の有無にかかわらずほぼ同じ汚水流量となるように、空気を注入しない場合と空気を注入する場合でポンプの回転数を変えた。 実験時、ポン

表-1 実験条件

No.	汚水流量 (m <sup>3</sup> /min)	空気流入量 (m <sup>3</sup> /min) [Normal]	汚水の 容積流速 (m/s)	空気の 容積流速 (m/s)
1	5.42	0	0.57	0
2	5.22	0.48	0.55	0.05
3	5.32	0.86	0.56	0.09
4	5.51	2.09	0.58	0.22
5	5.32	2.66	0.56	0.28

- (注) 1. 汚水流量は、ポンプ稼働時の値である。  
2. 容積流速とは、流量を圧送管の全断面積で除した値である。

プは間欠運転であったが、空気はポンプ停止中も連続して注入した。

また、管路には空気弁が設置されているが、全ての空気弁について空気弁下部の補修弁を閉じ、作動しない状態とした。

実験中の汚水温度は19~22℃、ポンプ場で採取した汚水のBODは50~250mg/ℓ、SSは70~200mg/ℓであった。ポンプ場への流入汚水のほとんどは一般家庭からの排水である。

#### 4. 気液2相流の損失水頭測定結果と考察

管路の基本的な水理特性を把握するため、空気を注入し

図-2

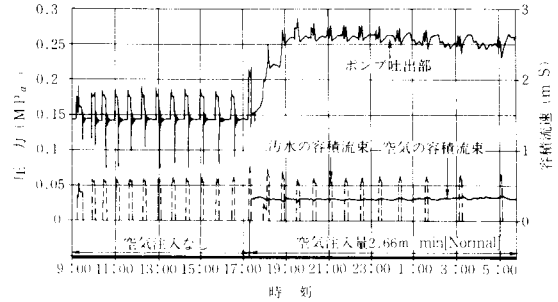
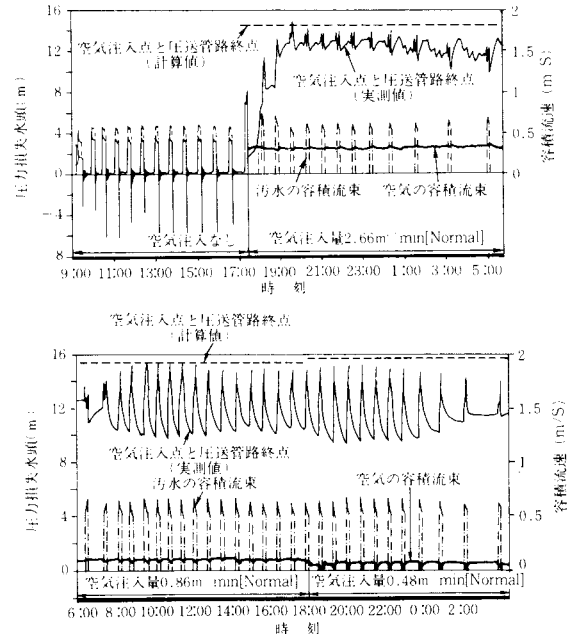


図-3 損失水頭の実測値と計算値の比較



ない状態で汚水流量を変えて損失水頭を測定した。

測定した損失水頭からManningのn値を求めると0.0121、Hazen-Williamsのc値を求めると119.2であった。後述するが、気液2相流の損失水頭を計算する際にManningのn値が必要であるが、この結果からn値を0.0121とした。ポンプ吐出部管内圧力、汚水の容積流速、空気の容積流速（容積流速とは流量を圧送管全断面積で除した値）の測定結果の例を図-2に示す。

空気注入によるポンプ吐出圧の変化をみると、空気を注入しなかった場合、汚水流量が5.4m<sup>3</sup>/minで吐出圧は17.7mであったが、空気を2.66m<sup>3</sup>/min [Normal] 注入すると汚水流量が5.2~5.5m<sup>3</sup>/minで、吐出圧は26~29mとなった。空気を注入するとポンプ吐出圧が8~11m大きくなった。これは、空気を注入することにより、管内での圧力損失が大きくなったためである。しかし空気閉塞等の不具合は生じなかった。

また、空気を注入しなかった時間帯ではポンプ停止後

表-2 気液2相流の圧力損失計算モデル

<p>エア-リフト効果を考慮しない場合の損失水頭勾配</p> <p>①混合流モデル  <math>I_M = n^2 (J_A + J_L)^2 (\rho_{TP} / \rho_L) / R^{4.3}</math> (1)  <math>\rho_{TP} = (J_A \rho_A + J_L \rho_L) / (J_A + J_L)</math> (2)</p> <p>②分離流モデル  <math>I_S = n^2 \{J_L + J_A (\rho_A / \rho_L)^{0.5}\}^2 / R^{4.3}</math> (3)</p> <p>③間欠流モデル  <math>I_{TP} = I_M^m \cdot I_S^{(1-m)}</math> (4)</p> <p>[記号] <math>I</math> : 損失水頭勾配(m/m), <math>n</math> : マニングの<math>n</math>値, <math>J_A</math> : 空気の容積流速(m/s), <math>J_L</math> : 汚水の容積流速(m/s),  <math>\rho_{TP}</math> : 気液2相の平均密度(kg/m<sup>3</sup>), <math>\rho_L</math> : 汚水の密度(kg/m<sup>3</sup>), <math>\rho_A</math> : 空気の密度(kg/m<sup>3</sup>), <math>R</math> : 径深(m),  <math>m</math> : 調整係数, <math>\alpha</math> : ボイド率, <math>k_1</math> : 液相流量換算係数, <math>g</math> : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>), <math>D</math> : 管内径(m),  <math>H_f</math> : 損失水頭(m), <math>L</math> : 管路長(m), <math>H</math> : 管路の始点と終点のレベル差(m)</p>	<p>ボイド率</p> <p>①混合流モデル  <math>\alpha_M = J_A / (J_A + J_L)</math> (5)</p> <p>②分離流モデル  <math>\alpha_S = (\rho_A / \rho_L)^{1/2} \cdot J_A / \{(\rho_A / \rho_L)^{1/2} \cdot J_A + J_L\}</math> (6)</p> <p>③間欠流モデル  <math>\alpha_{TP} = J_A / \{J_A + J_L / k_1 + 0.35(g \cdot D)^{0.5}\}</math> (7)</p> <p>エア-リフト効果を考慮した損失水頭  <math>H_f = I \cdot L - \alpha \cdot H</math> (8)</p>
--	--

(注) 容積流速は流量を管断面積で除した値である。

にウォーターハンマが見られるが、空気注入時にはウォーターハンマは生じていない。これは、圧送管内へ注入した空気が急激な圧力変化を吸収したためと思われる。今後、理論的な側面も含め詳細な検討が必要であると考えられる。

管内圧力測定結果から求めた、空気注入点と圧送管終点の着水井の間の損失水頭測定値を図-3に示す。

ポンプが間欠運転であったため、管内の流れは定常状態とはならず、損失水頭は一定の値を示さず変動している。空気を注入しなかった場合、損失水頭は約3.2mであったが、空気注入時にはポンプ稼働時のピーク値で14~15mとなり、4.4~4.8倍に増大した。

気液2相流の圧力損失計算モデルが既に提案されているので<sup>3)</sup>、このモデルによる計算値と本実験での実測値を比較した。(図-3)

計算式をまとめて表-2に示す。気液2相流の流れの形態が混合流、分離流、間欠流にぶるいさされており、それぞれの流れで異なった計算式を用いて損失水頭勾配、ボイド率(管の全断面積に対して空気が占める断面積の比)が求められる。本管路での計算に際して管路を上り勾配部、水平部、下り勾配部に分割し、以下の容量で計算を行った。上り勾配部は間欠流とし、エア-リフト効果(上り勾配部において、空気が汚水を押し上げるような効果で、汚水のみが流れる場合よりも損失水頭が小さくなる)を考慮した。ただし、鉛直の上り勾配部は混合流としてエア-リフト効果を考慮した。水平部は間欠流とし、エア-リフト効果はないとした。下り勾配部は、

流量と管路勾配に見合った自然流下の流れと同様になるとした。なお、このモデルでは定常状態での圧力損失が求められる。

本実験では管内の流れが定常状態にならなかったが、ポンプの運転回数が少ない夜間を除いて、計算値と実測値のピーク値はよく合致した。

単純な上り勾配管路では、空気を注入するとき空気を注入しない場合に比べて、エア-リフト効果により圧力損失が小さくなる<sup>4)</sup>。それに対し、本管路のような上り勾配部のみでなく、水平部と下り勾配部も存在する管路では、空気を注入すると注入しない場合に比べ圧力損失が増大する。しかし、空気注入時の圧力損失を予測し、それに適した揚程を持つポンプを選定する、あるいはポンプ回転数を制御すれば空気注入は可能であることがわかった。また今後、非定常状態における圧力損失の解析が必要であると思われる。

## 5. 硫化水素の抑制効果

空気を注入しなかった場合の水質分析結果を図-4に、本実験での最低注入量である0.48m<sup>3</sup>/min [Normal]の空気を注入した場合の水質分析結果を図-5に示す。

空気を注入しなかった場合、ポンプ場から約2,200m下流の水質分析地点(図-1参照、以後、管路中水質分析地点と呼ぶ)での溶存酸素濃度は0.5mg/l以下、酸化還元電位は-100~-150mVであり、管内で汚水の嫌気化が進行したことがわかる。このときの管路中水質分

析地点での溶存硫化物は1.8~2.6mg/ℓ、汚水中の過飽和硫化物(図-6参照)は22~38ppmであった。このことから、圧送管内で汚水が嫌氣的な状態となり、その結果、硫化水素が生成したと考えられる。

これに対し、空気を0.48m<sup>3</sup>/min [Normal] 注入すると、管路中水質分析地点での溶存酸素濃度は1~5mg/ℓ、酸化還元電位は50~260mVであり、汚水が圧送管内で好気性雰囲気になされていたことがわかる。溶存硫化物はポンプ場での測定値からの増加は認められず、過飽和硫化物は管路中水質分析地点、圧送管終点の着水井ともに検知濃度未満であった。また、空気を注入した

条件で、管路中水質分析地点から汚水を採取する際、管路内の空气中硫化水素濃度を測定したが、硫化水素濃度は検知濃度未満であった。したがって、圧送管内で硫化水素は生成しなかったことが確認できた。空気注入量が0.48m<sup>3</sup>/min [Normal] より多い場合も同様に硫化水素の生成を抑制できた。

本実験での最低空気注入量である0.48m<sup>3</sup>/min [Normal] は、表-1に示したようにポンプ稼働時の汚水流量の9%に相当する。ただし、ポンプは間欠運転であり、常時ポンプが稼働すると考えた場合の流量(これを平均汚水流量と呼ぶ)に対しては約40%に相当する

量である。米国EPAは、汚水に対して0.75~2.25倍の空気を注入することを提案しているが<sup>1)</sup>、平均汚水流量に対する空気注入量で本実験結果を評価すると、本実験では米国EPAの推奨値よりも少ない空気注入量で硫化水素の生成を抑制出来た。

以上の結果から、空気を注入しない場合、圧送管内で硫化水素が生成しやすいが、空気を0.48m<sup>3</sup>/min [Normal] (平均汚水流量の約40%) 注入することによって、汚水を好氣的な雰囲気になつて硫化水素の生成を抑制できることが明らかとなった。

図-4 水質分析結果 (空気注入無)

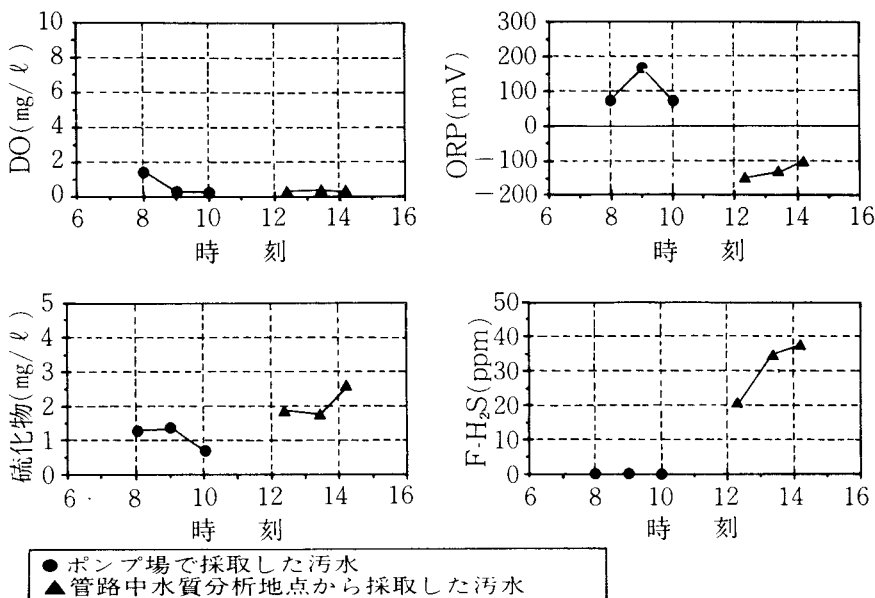


図-5 水質分析結果 (空気注入量0.48m<sup>3</sup>/min [Normal])

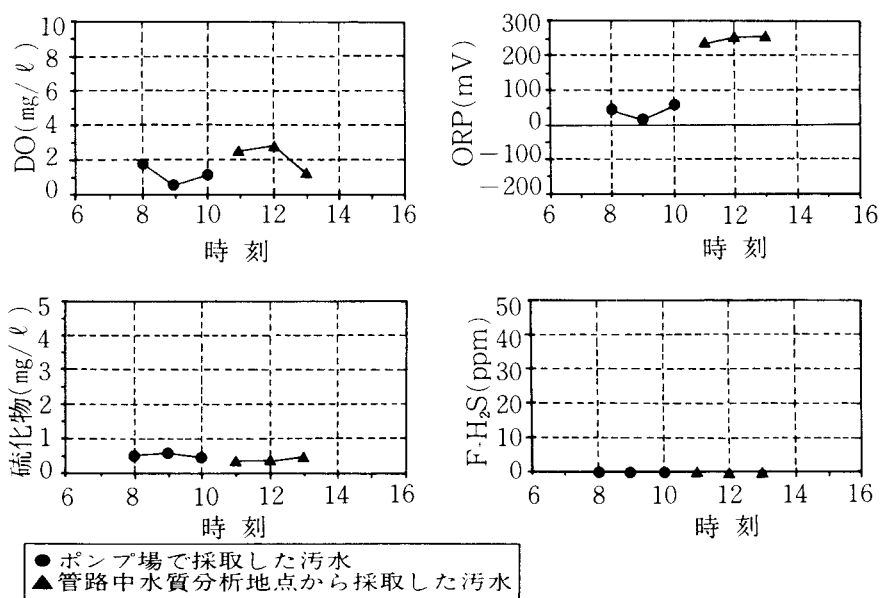
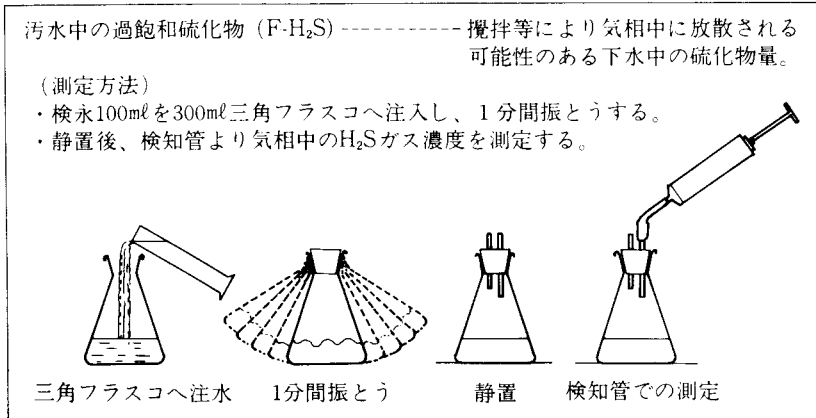


図-6 汚水中の過飽和硫化物測定方法



## 6. まとめ

- ① 今回実験を行った大曲幹線（汚水圧送管路）は、上り勾配部のみでなく下り勾配部、水平部も存在する複雑な縦断形状の管路（φ450mm×3,340m）である。このような管路で空気を注入すると、圧力損失が増大する。ポンプの吐出圧は、空気を注入しなかった場合の18mから空気注入時には、27～29mと約10m上昇した。
- ② 空気注入時の圧送管路での損失水頭は、空気を注入しなかった場合の4～5倍であった。
- ③ 凹凸のある管路でも空気注入の圧力損失を予測し、それに適した揚程を持つポンプを選定すれば空気注入は可能であることがわかった。
- ④ 本実験では気液2相流の定常状態での損失水頭は測定できなかったが、損失水頭実測値のピーク値と、既に提案されている計算モデルによる計算値はよく合致した。
- ⑤ 空気を注入しなかった場合、圧送管内での硫化水素が生成したが、空気を0.48m<sup>3</sup>/min [Normal]（平均汚水流量の約40%）注入することによって、硫化水素の生成を抑制することができた。

最後に、実験の実施に際しご協力頂いた各位に感謝申し上げます。

### <参考文献>

- 1) US EPA : Design Manual, Odor and Corrosion Control in Sanitary Sewerage Systems and Treatment Plants. (1985) [日本語版: EPA設計マニュアル「下水道施設の臭気と腐食対策」日本下水道事業団業務普及協会(1988)]
- 2) 竹中恭三: 圧送汚水幹線の硫化水素対策、下水道協会誌、Vol. 31, No. 372(1994)
- 3) 亀田泰武、森田泰治郎: 200mm管における気液二相流実験、混相流、Vol. 7, No. 3(1993)
- 4) 田中直也、竹中恭三: 圧送汚水幹線への空気注入による圧力損失の検討、第31回下水道研究発表会講演集(1994)

# 汚水圧送管路の水圧試験の実施例

取手地方広域下水道組合

工務課長 飯田 光明

## 1. 取手地方広域下水道組合の事業概要

本組合は、昭和56年2月1日付で発足し、構成団体は取手市、藤代町、伊奈町の三市町からなっている。

昭和55年12月に都市計画決定(都市計画決定区域1,532ha)し、うち昭和56年3月に事業認可(事業認可区域431.4ha)を受け、終末処理場用地買収事業をはじめ、取手市内の南部幹線管渠布設事業に着手した。

昭和58年3月には、さらに本事業の整備推進を図るため、伊奈町市街化区域(150ha)を都市計画決定し、昭和60年3月に伊奈町谷井田地区(90ha)及び藤代町高須地区(83ha)を事業認可追加申請を行い、平成元年2月、宅地開発により市街化が進んでいる隣接区域515.5ha(取手市のみ)を追加申請し、その後の平成5年5

月に139ha、平成7年3月に51.6haを追加し、現在事業認可区域は1310.5haとなっている。

地域の枝線管渠整備事業については、取手市、藤代町、伊奈町の各処理分区への幹線管渠事業もさらに推しすすめ、今後も積極的に公共下水道施設整備の充実を図る予定です。

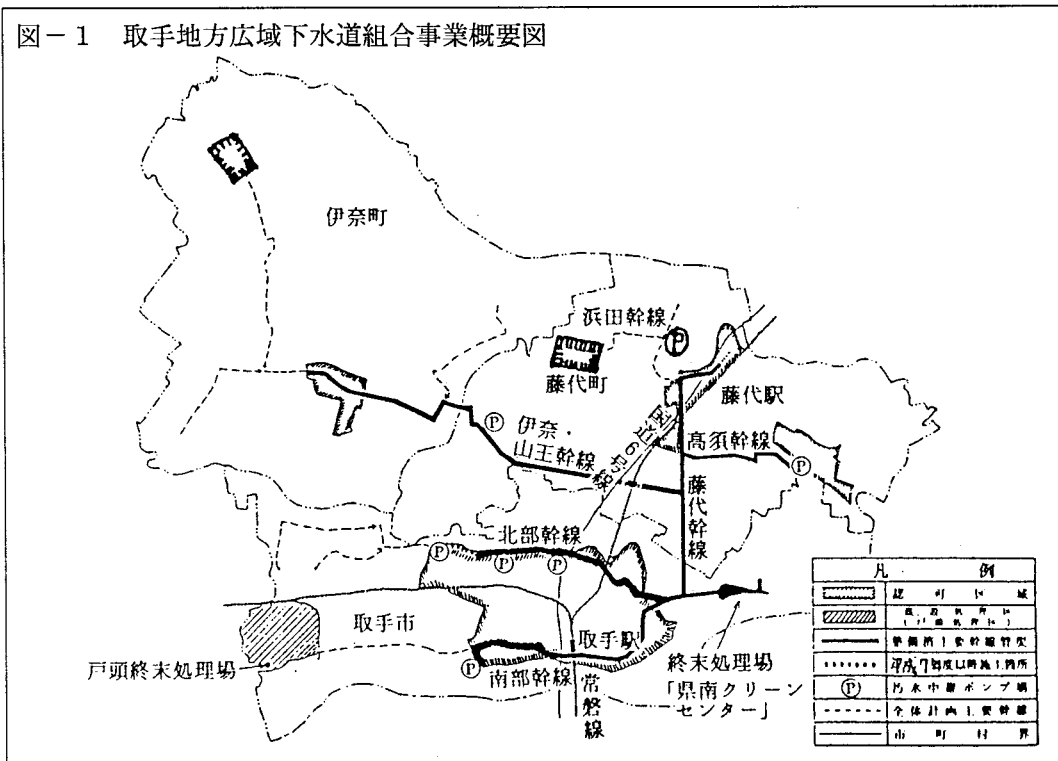
なお、昭和60年10月には取手市の一部、昭和63年8月には藤代町の一部、平成4年4月に伊奈町の一部をそれぞれ供用開始告示をし、以後随時供用開始告示区域の拡大を行っております。

圧送下水道採用事例集(ダクタイト編)その2で昭和55年度～平成2年度の建設事業実施状況、幹線管渠整備状況などを報告した。その中で高須幹線φ300×2300mの圧送管路について詳細を紹介した。

今回は、その後の整備状況の一例として、伊奈・山王

幹線について汚水圧送管路の管路水圧試験の概要を紹介する。

図-1 取手地方広域下水道組合事業概要図





## 2. 伊奈・山王幹線の管路幹線の管路水圧試験

### (1) 概要

汚水圧送管路（口径300mm、管路延長3,980m）において、管路水圧試験を実施した。

### (2) 試験実施日、場所

- ・平成4年4月28日（火）
- ・茨城県藤代町内
- 伊奈山王幹線第二試験区間（図-1、図-2 参照）

### (3) 試験方法

#### 1) 試験条件

主なものは、次の通り。

- ①管種     ダクタイル鋳鉄管
- ②継手の種類     K形、およびフランジ形

③試験圧力     2.5 kgf/cm<sup>2</sup>

④管路概要図     図-2 による

⑤口径     300 mm

⑥試験区間長     約3,000 m

### 2) 試験方法

管内に充水、試験水圧まで加圧した後、24時間経過してから水圧試験を行なう。その試験要領については、図-3「汚水圧送管路の水圧試験方法について」によった。

### (4) 良否の判定

試験中に管路に異常がなく、また急激な圧力低下がなく、3時間後の圧力がほぼ一定で安定していれば、良と判定する。

図-3 汚水圧送管路の水圧試験方法について

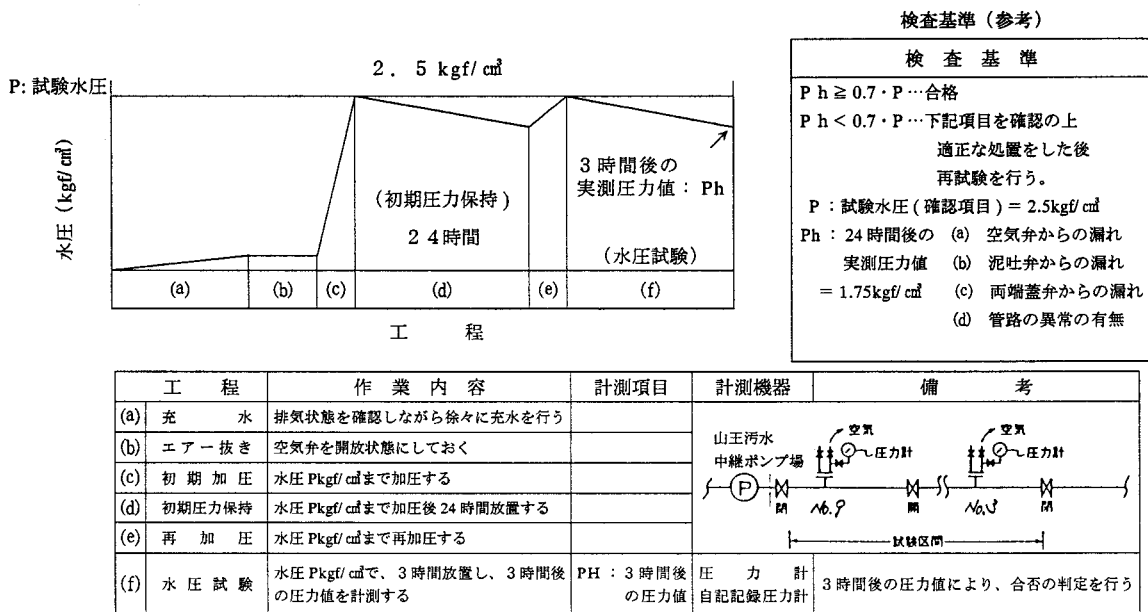
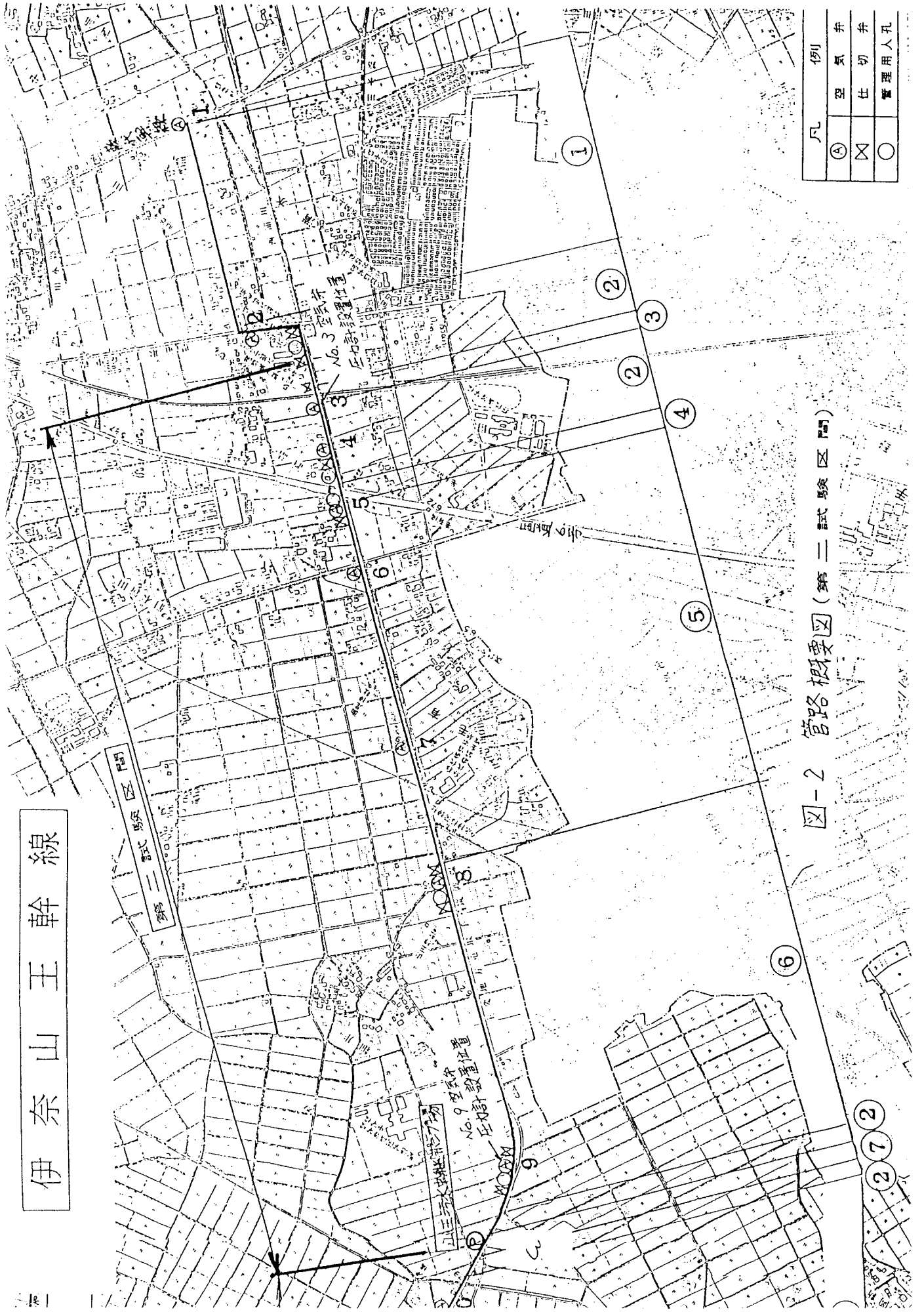


表-1 管路水圧試験工程表

名称	1日(4/23)	2日(4/24)	3日(4/25)	4日(4/27)	5日(4/28)	6日(4/30)	備考
1. 管路点検作業							
2. 充水作業							
3. 水圧試験							
初期加圧保持							
水圧試験							
4. 片付け作業							

伊奈山王幹線



凡例	
⊙	空気弁
⊗	仕切弁
○	管理用人孔

(5) 試験結果

試験を実施した結果、試験中に管路に異常がなく、また急激な圧力低下がなく、3時間後の圧力がほぼ一定 ( $2.30\text{kgf/cm}^2 \sim 2.50\text{kgf/cm}^2$ ) で安定していたので、良と判定した。

写真-1～写真-8に試験状況を、図-5～図-6に自記録圧力計の測定結果を示す。

写真-1 No.9 空気弁より

山王汚水中継ポンプ場を見る

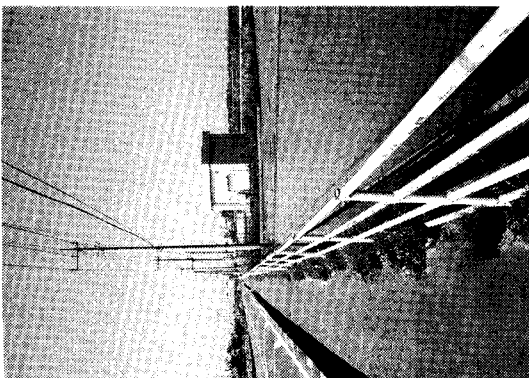
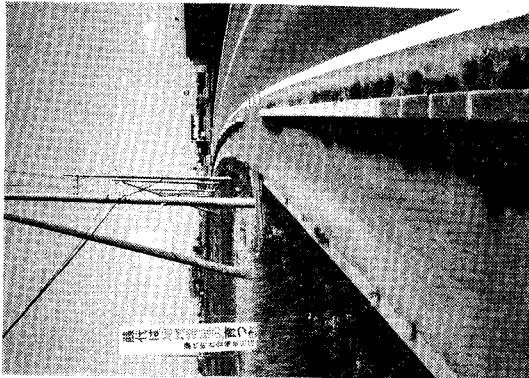


写真-2 No.9 空気弁より

No.8 空気弁方面を見る



自記録圧力計 測定結果 (No.9 空気弁)

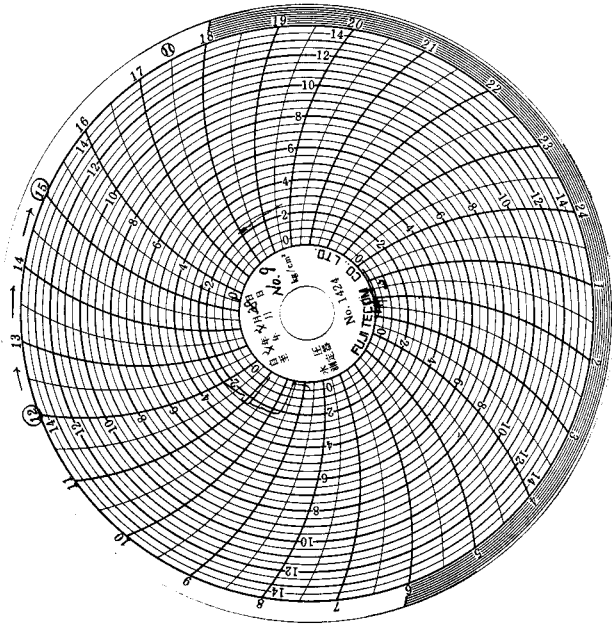


写真-3 圧力測定状況



写真-4 圧力測定状況

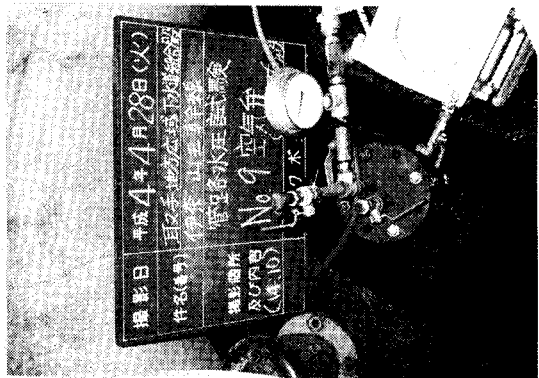
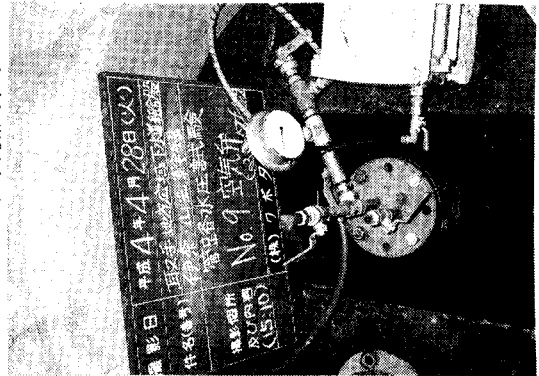


写真-5 圧力測定状況



### 3. 圧送管路の課題

#### ① 多重圧送での合流

井野ポンプ場から北部幹線との合流点に分岐管、仕切弁を施工した。簡便な分流方式の開発を期待する。

#### ② 管路の水圧試験

呼び径φ700以下では、テストバンドがなく、通常は管路に充水し水圧を負荷する。この方法で管路の安全性を確認しているが、水の運搬、排水が難しい場合もあり、管路水圧試験に代わる方法がほしい。

#### ③ 維持管理

管路およびマンホール形式のポンプ場の維持管理が確立されていなかったため、緊急時の対応も含めて制度をつくる必要がある。設計・施工マニュアルのようなものがほしい。

自記録圧力計 測定結果 (No.3 空気弁)

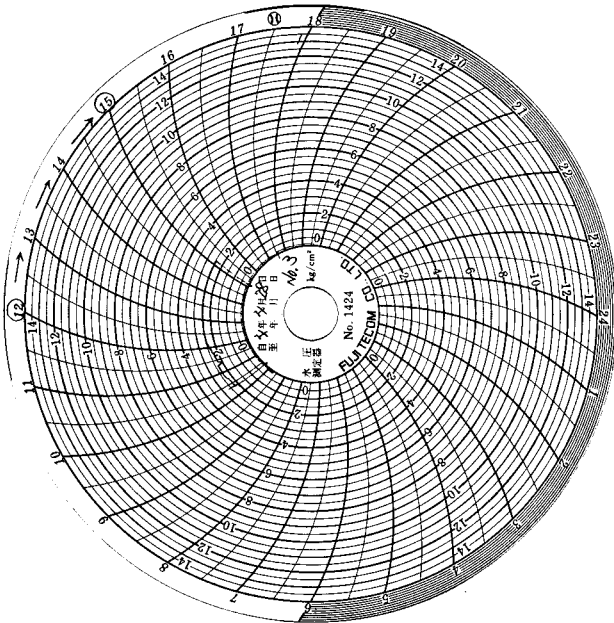


写真-6 圧力測定状況



### 4. おわりに

汚水圧送管路では、圧送距離が長くなり汚水の管内滞留時間が長くなると、硫化水素の発生が予想される。これに対しては種々の対策が用意されており、安心できるが、必要に応じてこの対策を設計時点から考慮することが重要である。

取手地方広域下水道においても普及率の向上が重点課題となっている。これまでの自然流下方式の管路では技術的に普及が困難な場所等で、今後とも圧送管路の実績がふえていこうと思われる。

以上、他の中小都市の方々のご参考になれば幸いです。

写真-8 注水・加圧用器具

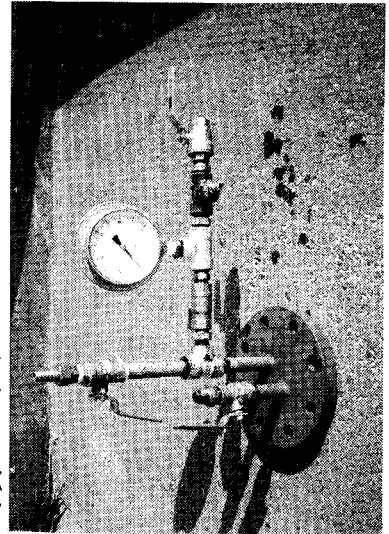
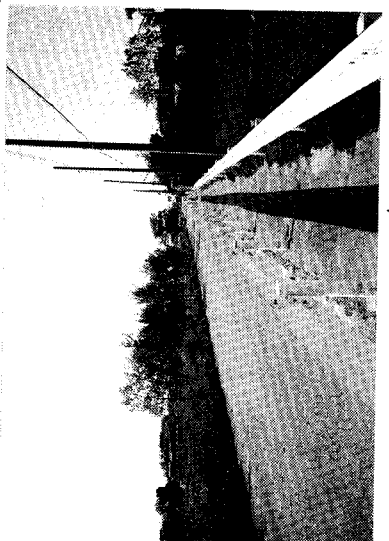


写真-7 No.3 空気弁より国道6号線方向を見る



# 流域下水道幹線の汚水圧送管路の施工例

群馬県県央流域下水道事務所

工務課主任 清水正己

## 1. はじめに

群馬県は本州のほぼ中央に位置し、その形が鶴が舞う姿にとらえている。美しい自然に恵まれ、利根川の水によって育かれた住み良い郷土である。

しかし近年、本県平野部では、県人口の約半分が集中する前橋市・高崎市を中心に産業経済の発展や生活様式の近代化により産業排水や生活排水が増加し、利根川や各支川の水質環境の悪化が急速に進んでいる。

このような状況のなか、群馬県では利根川水系の水質汚濁を防止するとともに、市街地の健全な発展を図り、快適な生活環境を確保するため、昭和53年度から利根川上流流域下水道（県央処理区）の事業に着手し、昭和62年10月から一部汚水の処理を開始した。

流域下水道事業の完成には、長い年月と多額の費用を必要とするが、美しい自然に恵まれた環境を守るためにも、早期完成に向け鋭意努力している。

この事例報告は、群馬県県央流域下水道事務所で行った利根川上流流域下水道（県央処理区）玉村・富岡幹線第一工区の汚水圧送管の一例を紹介する。

## 2. 流域下水道事業の概要

表-1に計画一覧表を示す。また、処理区計画図を図-1に示す。

### 2-1. 下水の排除方式およびその決定理由

利根川水系の水質保全対策および生活環境整備の早期達成と、下水道の事業効果等を勘案し分流式を採用した。主な理由は、次のとおりである。

- (1) 分流式は、合流式に比べ雨天時においても処理水質、処理水量が平均化され、水質保全効果が期待できる。
- (2) 本計画区域は、地表勾配があり雨水排水が困難な地域は少なく、浸水被害の生じる地域は少ない。雨水排除は在来の水路及び側溝を使用することができ

表-1 計画一覧表

区 分	全 体 計 画	認 可 計 画
計 画 処 理 面 積	20,256ha	8,194ha
計 画 処 理 人 口	743,480 人	354,400 人
計 画 処 理 水 量 (日 最 大)	480.1 千 m <sup>3</sup> /日	232.4 千 m <sup>3</sup> /日
流 域 関 連 市 町 村	前橋市、高崎市、渋川市、藤岡市、富岡市、安中市、群馬町、吉井町、箕郷町、榛名町、新 町、玉村町、大胡町、甘楽町、北橘村、吉岡町、富士見村、宮城村、榛東村 (19 市町村)	前橋市、高崎市、渋川市、藤岡市、富岡市、安中市、群馬町、吉井町、箕郷町、榛名町、新 町、玉村町、甘楽町、吉岡町、北橘村、大胡町、富士見村、宮城村、榛東村 (19 市町村)
下 水 排 除 方 式	分流式	分流式
処 理 方 式	標準活性汚泥法、急速砂ろ過	標準活性汚泥法
処 理 施 設	水質浄化センター1ヶ所、中継ポンプ場4ヶ所	水質浄化センター1ヶ所、中継ポンプ場4ヶ所
管 渠 延 長	142.6km	126.9km



### 3. 玉村・富岡幹線第1工区

#### 3.1 工事概要

施工年度：平成5～6年度  
 施工箇所：佐波郡玉村町角瀧・上之手地内  
 管渠工：φ1000ダクタイル鉄管 L=1600m  
 （将来2条化）  
 直線部はK形管使用  
 異形管部はUF形管使用

#### 3.2 管路の主な設計条件

呼び径：1000mm  
 静水圧：0.27MPa (2.7kgf/cm<sup>2</sup>)  
 水撃圧：0.27MPa (2.7kgf/cm<sup>2</sup>)  
 土被り：2.0 m  
 路面荷重：20 tトラック2台同時通過

#### 3.3 管厚計算

日本下水道協会規格JSWAS G-1-1992「下水道用ダクタイル鋳鉄管」参考資料に示された管厚計算式により行う。

計算を行った結果、5種管を選定した。

#### 3.4 掘削幅の検討

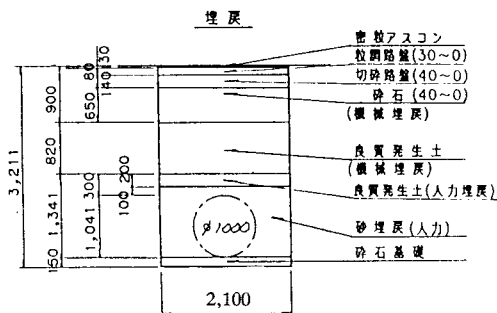
掘削幅は、施工可能なかぎり狭い程良い。厚生省監修による「国庫補助事業工事歩掛表」によると管径1000mmの場合2.0 mと規定されている。これは、管種に関係なく管の呼び径別に一律に規定されている値である。水道事業など比較的浅く埋設される管には、適用可能とも考えられるが当設計のように定尺管長が長く、埋設位置が深い所においては不相当である。

当設計では、下水道用設計積算要領管路施設編および日本下水道協会の「下水道用ダクタイル鋳鉄管」を参考とし、山留選定から判断し、掘削幅は2.1 mとした。

#### 3.5 標準断面

図-2 土工標準断面図

(町道)



#### 3.6 異形管防護

今回施工した管路は単条施工となったが、将来の2条化を考慮して、将来配管との管芯距離を検討条件として、コンクリートブロックによる防護とUF形離脱防止継手による防護を比較した。

比較した結果、施工性、安全性を考慮し、UF形離脱防止継手による防護を採用した。

### 4. 圧送管にダクタイル鉄管を使用した理由

本管路は、埋設管として送水圧等の条件から以下の管種の使用が考えられた。

- ① ダクタイル鋳鉄管 (DCIP)
- ② 水道用塗覆装鋼管 (STPW)
- ③ 強化プラスチック複合管 (FRPM)

以上の管種について比較検討した結果、強度的安全性、水密性地盤変動に対する順応性、実績などからダクタイル鋳鉄管を使用することにした。

### 5. おわりに

玉村・富岡幹線第1工区の汚水圧送管を無事施工することができた。これは関係各位の熱心な協力のおかげと感謝している。

設計から施工段階を通して、圧送管路の課題を考えてみた。次に順番に述べる。

#### ① 事故時の対策

将来は2条管路の計画であるが、それぞれ独立した管路では事故時の対応ができない。したがって、今後適所にバイパスを設け各々の管路の接続を考慮する予定。

#### ② 下水道用空気弁

本管路には、下水専用の空気弁を設置した。今後の状況により、そのメンテナンス期間、取替方法を検討する必要がある。

#### ③ 維持管理体制の整備

地震等の緊急時に速やかに復旧するために、普段からの体制づくりが必要である。その中でも特に緊急連絡体制、協力会社の育成、住民への協力要請が重要である。

この報告が圧送幹線の設計、施工に多少ともご参考になれば幸いである。



写真-1 伏越し部の施工状況

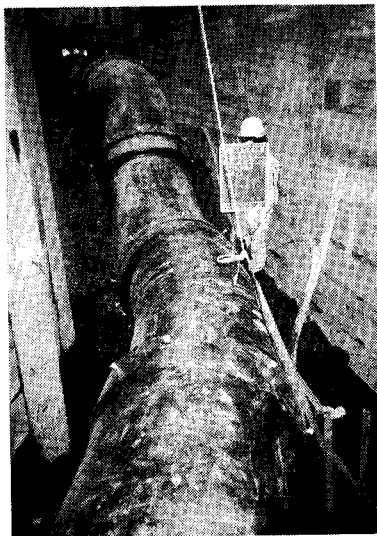


写真-2 布設状況

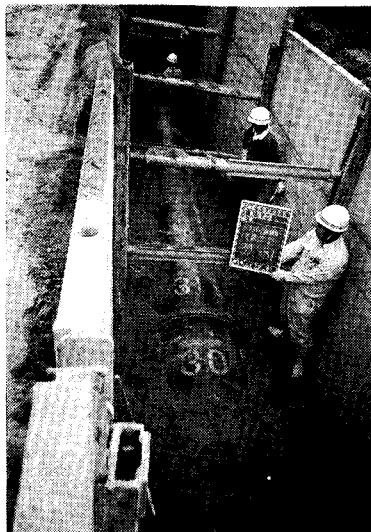


写真-3 排泥弁部の配管

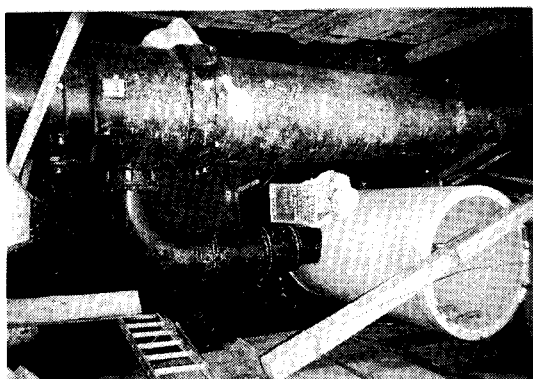


写真-4 制水弁の設置状況

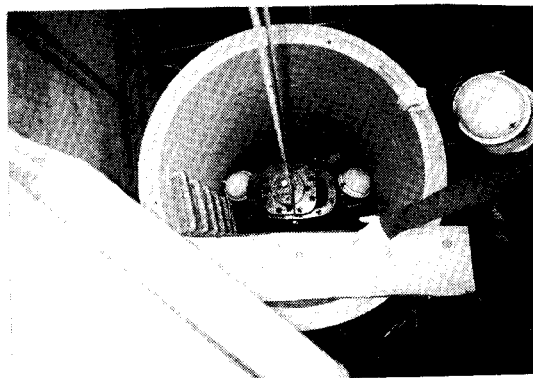
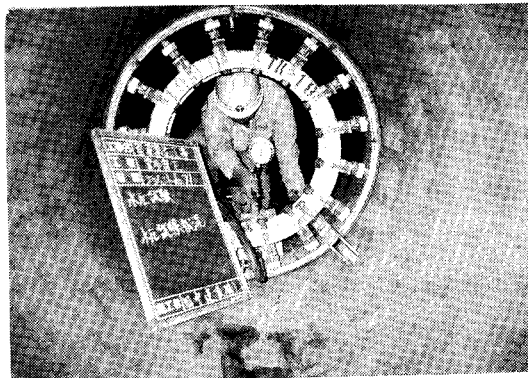


写真-5 下水道用空気弁の設置状況



写真-6 テストバンドによる水圧試験状況





# 浜松市における マンホール形式ポンプ場について

中 田 信 吾

浜松市下水道部建設課計画係長

## 1. はじめに

浜松市は東京と大阪の中間に位置し、温暖な気候と豊かな自然に恵まれた人口56万2,000人、面積254.5km<sup>2</sup>の規模を誇る静岡県随一の都市であり、また東海地方の中核都市でもある。

本市の産業は、楽器、輸送用機械、繊維を中心に発展し、近年は光・電子産業など先端産業の分野も急速に進んでいる。

観光面においても浜名湖随一の名勝地館山寺や家康公ゆかりの浜松城、雄大な中田島砂丘など名所旧跡が数多くあり、貴重な観光資源として大切に保護されている。

また平成6年10月には、首都圏、大阪圏を除けば日本でも最も高い超高層ビル・アクトタワー（高さ212m）をもつ国際的なコンベンション・アクトシティが浜松駅前オープンし、多くの人々で賑わっている。

## 2. 下水道事業の概要

本市の下水道事業は、昭和34年に市の中心部の浸水解消を目的に合流式下水道として事業に着手し、現在、表-1に示す5処理区において事業を実施している。特に腫ヶ丘、館山寺、湖東の3処理区では、貴重な観光資源である浜名湖の水質を守るため高度処理を実施している。

また、本市の平成5年度末の人口普及率は50%に達し、全国平均に肩を並べるとともに、ちょうど折り返し点にたった段階で下水道整備の最盛期といった状況にある。

写真-1 アクトシティ



## 3. マンホール形式ポンプ場

マンホール形式ポンプ場は、地形条件から自然流下方式による管渠整備が困難な場合や、自然流下方式に比較して社会的・経済的条件が有利な場合に採用されるのが一般的である。本市においても人口普及率の上昇に伴い、下水道の整備計画区域が従来の人口密集区域からその周辺部の人口密度の小さい市街化調整区域に拡大しつつあり、また自然流下方式では、整備が困難な市街化区域内の低地等が対象となってきている。

このため、ここ数年来マンホール形式ポンプ場の採用による管渠整備が増加しており、昭和60年に市街地の住宅密集低地に最初にマンホール形式ポンプ場の設置実績は40ヵ所となった。（表-2）これらのマンホール形式ポンプ場を揚水型、圧送型に分類すると、揚水型15ヵ所、圧送型25ヵ所となり、そのほとんどが市街化調整区域内での設置である（表-3）。

またマンホール形式ポンプ場の設置形態は、図-1に示すように集落の汚水を自然流下方式でマンホール形式ポンプ場へ集め、集落間の人家のない部分をポンプによ

表-1 下水道事業概要

処理区	種別	全体計画 (A)		認可現況 (C)		平成5年度末			
		面積	人口	面積	人口	整備状況 (D)		進捗率 (D/C)	
						面積	人口	面積	人口
中部処理区	公共	2,400	233,610	2,305	160,000	2,198	154,330	95.4	96.5
腫ヶ丘処理区	公共	160	8,800	119	7,000	57	4,080	47.9	58.3
館山寺処理区	公共	306	10,800	295	10,470	198	8,490	67.1	81.1
湖東処理区	特環	94	6,800	94	6,800	58	5,320	61.7	78.2
西遠処理区	公共	10,402	368,790	4,856	225,100	1,716	94,270	35.3	41.9
	特環	1,215	42,710	786	39,230	318	15,700	40.5	40.0
	小計	11,617	411,500	5,642	264,330	2,034	109,970	36.1	41.6
計	F	14,577	671,310	8,455	448,600	4,545	282,190	53.8	62.9
市全体	C			25,450	567,000	25,450	562,700		
割合	F/G			33.2	79.1	17.9	50.1		
市街化区域	H			7,278	387,050	7,278	384,100		
割合	F/H			116.2	115.9	62.4	73.5		
D I D	I			6,710	363,126	6,710	363,126		
割合	F/I			126.0	123.5	67.7	77.7		

しながら上記の利点・欠点を十分考慮したうえで、整備対象区域の社会的な特性を加味し、さらに、建設費および維持管理費の経済性比較を行うことにより実施している。

り圧送または揚水し送水するといったものである。

現在までに設置したマンホール形式ポンプ場の最大のものは、揚程26m、揚水2.1m<sup>3</sup>/分×2台である。

### 3-1 マンホール形式ポンプ場を用いた圧送方式の採用検討

ここでは揚水型のマンホール形式ポンプ場は、自然流下方式の一部と考えられるため、自然流下方式と圧送方式のマンホール形式ポンプ場の比較を行う。

自然流下方式、圧送方式にはそれぞれ表-4に示すような特性がある。自然流下方式の利点は途中流入が自由にできること、汚水の輸送コストが安価であること、機械設備等の維持管理が少ないこと等であり、欠点は埋設深さが一般的に深いこと、特殊工法等の採用により建設工事費が高くなること、管渠整備の工期が長くなること等である。

圧送方式の利点は、管路勾配を自由にできるため管の埋設深さを浅くできること、施工が容易で建設工事費が安くできること、管口径を小さくするため工期短縮できること等であり、欠点は、ポンプ設備の運転や維持管理のための人員・費用が必要となること、途中流入が難しいこと等である。

本市におけるマンホール形式ポンプ場を用いた圧送方式の採用検討は、自然流下方式による管渠整備を基本と

### 3-2 マンホール形式ポンプ場の設計

マンホール形式ポンプ場の設計に関しては、「下水道施設設計指針・解説」および「小規模下水道計画・設計指針(案)」(いずれも日本下水道協会)や「マンホール形式ポンプ場・設計指針(案)」(建設省都市局下水道部、日本下水道事業団)等の設計基準が刊行されており、本市においてもこれらの設計基準にしたがって次のように設計している。

- 計画汚水量は、計画時間最大汚水量とする。
- ポンプ槽や、工期短縮、漏水防止等を考慮してプレキャストコンクリート製マンホールとする。
- ポンプは汚水用水中ポンプとし、設置台数は2台とし、自動交互に運動方式とする。
- NTT回線を利用した非常通報システムを設置する。

### 3-3 制御盤および非常通報システム

ポンプの交互運転、タイマー運転、手動・自動運転切り換え制御するための制御盤はできるだけポンプ場に近く、また、自動車の通行の支障にならないことが必要であり、本市においては河川敷等の用地を活用している。

緊急時の非常通報システムはNTT回線を使用しているが、詳細については維持管理の項で説明する。

表-2 マンホール形式ポンプ場施設内訳

番号	ポンプ場名	設置場所	処理区	使用開始年月	ポンプ口径mm	電動機出力KW	全揚程m	吐出力m <sup>3</sup> /min	非常通報装置の有無	形式
1	成子町	成子町	中部	S60.2	50	0.4	3.0	0.024	無	圧送
2	特環No.1	三新町	西遠	S61.10	80	2.2	6.5	0.36	無	揚水
3	特環No.2	西島町・福島町	西遠	S62.1	100	5.5	5.0	1.20	無	揚水
4	特環No.3	福島町・西島町	西遠	S62.1	100	5.5	7.0	1.44	無	揚水
5	特環No.4	西島町	西遠	S62.4	80	2.2	3.7	0.42	無	揚水
6	特環No.5	江ノ島町・福島町	西遠	S62.1	50	0.4	3.0	0.24	無	揚水
7	特環No.6	江ノ島町	西遠	S62.1	50	0.4	4.0	0.18	無	揚水
8	館山寺町	館山寺町	館山	S62.6	100	5.5	6.0	2.16	無	揚水
9	和合No.3	和合町	西遠	S62.4	100	15.0	18.6	2.16	無	圧送
10	泉町	泉3丁目	西遠	S63.4	80	7.5	15.0	1.20	無	圧送
11	富塚No.4	富塚町	西遠	S63.9	100	18.5	26.0	4.20	有	圧送
12	城北1丁目	城北1丁目	中部	H1.4	50	0.4	3.0	0.024	無	圧送
13	高塚	高塚町	西遠	H1.4	80	1.5	2.8	0.30	無	揚水
14	呉松No.1	呉松町	館山	H2.12	100	15.0	18.0	2.77	有	圧送
15	呉松No.2	呉松町	館山	H2.12	100	7.5	15.0	1.40	有	圧送
16	伊佐地No.1	大人見町	瞳ヶ丘	H4.4	150	22.0	19.6	3.10	有	圧送
17	伊佐地No.2	伊佐地町	瞳ヶ丘	H4.4	80	5.5	14.6	0.90	有	圧送
18	庄和庄内第一	村櫛町	館山	H4.4	100	7.5	17.0	1.13	有	圧送
19	庄和町	庄和町	館山	H4.3	100	15.0	18.0	2.77	有	圧送
20	和地No.1	和地町	湖東	H5.4	80	2.2	4.0	0.39	有	圧送
21	和地No.2	和地町	湖東	H5.4	80	2.2	3.6	0.51	有	圧送
22	和地No.3	和地町	湖東	H5.3	80	2.2	3.1	0.73	有	圧送
23	和地No.4	和地町	湖東	H5.4	100	3.7	5.6	0.91	有	圧送
24	和地No.5	和地町	湖東	H5.4	100	11.0	15.0	2.16	有	圧送
25	古人見No.1	古人見	瞳ヶ丘	H5.4	80	1.5	3.3	0.43	有	揚水
26	古人見No.2	古人見	瞳ヶ丘	H5.4	80	1.5	3.5	0.43	有	揚水
27	呉松No.3	呉松町	館山	H6.5	80	1.5	5.0	0.30	有	揚水
28	館山寺No.2	館山寺	館山	H6.5	80	3.7	9.0	0.30	有	圧送
29	平松No.1	平松町	湖東	H6.5	80	2.2	7.5	0.30	有	圧送
30	平松No.2	平松町	湖東	H6.5	80	5.5	12.0	0.18	有	圧送
31	和地No.6	和地町	湖東	H6.5	80	3.7	10.5	0.30	有	圧送
32	湖東No.1	湖東町	湖東	H6.4	80	2.2	8.0	0.25	有	圧送
33	湖東No.2	湖東町	湖東	H6.5	80	3.7	9.0	0.30	有	圧送
34	伊佐地No.3	伊佐地	瞳ヶ丘	H6.3	80	3.7	10.0	0.24	有	圧送
35	伊佐地No.4	伊佐地	瞳ヶ丘	H6.5	80	2.2	7.2	0.048	有	圧送
36	佐浜No.1	佐浜町	瞳ヶ丘	H6.4	80	7.5	17.0	0.60	有	圧送
37	佐浜No.2	佐浜町	瞳ヶ丘	H6.4	80	1.5	3.0	0.30	有	揚水
38	古人見No.3	古人見	瞳ヶ丘	H6.1	80	1.5	3.6	0.35	有	揚水
39	古人見No.4	古人見	瞳ヶ丘	H6.1	80	1.5	3.1	0.20	有	揚水
40	和田No.1	和田町	西遠	H6.5	100	3.7	4.4	0.92	有	揚水

表-3 マンホール形式ポンプ場の設置箇所数

処理区	形式別設置箇所数		計
	揚水型	圧送型	
中部処理区	0	2	2
瞳ヶ丘処理区	8	3	11
館山寺処理区	5	5	10
湖東処理区	0	10	10
西遠処理区	2	5	7
計	15	25	40

図-1 マンホール形式ポンプ場の設置形態

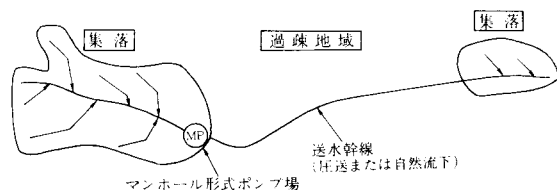


表-4 自然流下方式と圧送方式の一般的特性比較

項目	自然流下方式	圧送方式
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 管路勾配を利用して下水を輸送する方式である。</li> <li>● 管路は全線下り勾配で敷設する必要がある。</li> <li>● 埋設深さは一般的に深くなる。</li> <li>● 流入、合流に特別な検討は必要ない。</li> <li>● 長距離の送水幹線では、管口径が大きく、埋設深さが深くなる。</li> <li>● 維持費が安価である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ホンプ設備により下水を輸送する方式である。</li> <li>● 管路は地表勾配に合わせた敷設が可能である。</li> <li>● 埋設深さは一般的に浅くできる。</li> <li>● 管路を小さくできる。</li> <li>● 流入、合流は圧力的な整合が必要であるため検討が必要である。</li> <li>● ホンプ設備の維持費が必要である。</li> </ul>
計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地形条件による制約が多く、管路ルートを選定には十分な事前調査が必要となる。</li> <li>● 管の埋設深さが深くなる。</li> <li>● 流入合流が自由にできる。</li> <li>● 管路の屈曲部、合流部等にマンホールが必要である。</li> <li>● 管は外圧強度により種類を決定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地形条件による制約が少なく、管路ルートはある程度自由に決定できる。</li> <li>● 管の埋設深さは浅くできる。</li> <li>● 流入合流には圧力上の整合検討が必要となる。</li> <li>● 管路の屈曲部、合流部等に水圧に対する防護が必要となる。</li> <li>● 管に内圧がかかるため管体強度、継手水密性の大きい管材が必要となる。</li> </ul>
施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 管口径が大きく埋設深さが深いため、土木工事は大規模となる。</li> <li>● 建設工期が長くなる。</li> <li>● 管路勾配が輸送能力に大きく影響するため、施工管理が重要となる。</li> <li>● 点検用マンホールが多数必要となる。</li> <li>● 既設管の横断は基本的には不可能であり、相手の管を切り回す必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 管口径が小さく埋設深さが浅いため、土木工事は小規模となる。</li> <li>● 建設工期は短い。</li> <li>● 管路勾配は輸送能力に影響しない。</li> <li>● ポンプ設備が必要となる。</li> <li>● 既設管の横断は伏越し、上越しとも自由にできる。</li> </ul>

#### 4. マンホール形式ポンプ場の維持管理

マンホール形式ポンプ場は、設備の省略、簡素化により無人運転が原則であり、維持管理は巡回点検が基本となっている。したがって、維持管理が容易な設備とする必要があり、本市においては、NTT回線を利用した自動通報システムを採用し、24時間体勢での対応が可能となっている。

平成5年度の非常通報頻度は、表-5に示すように424



表-5 非常通報回数 平成5年度実績

内容・マンホール形式ポンプ場	停電	ポンプ故障	異常高水位	異常低水位	計
29ヵ所	50	190	134	50	424

表-6 ポンプ場発生障害

No.	ポンプ場名	ポンプ場発生障害
1	特環No. 1	異物吸い込み
2	特環No. 1	フロート故障
3	特環No. 1	チェーン腐食
4	特環No. 3	ケーブル絶縁不良
5	特環No. 5	ポンプフック腐食
6	特環No. 6	スカム付着によるフロート故障
7	富塚	ケーブル絶縁不良
8	富塚	チェーン腐食
9	富塚	メカニカルシール劣化
10	富塚	サクシオンカバー腐食
11	館山寺	異物吸い込み
12	和合	チェーン腐食
13	成子	チェーン腐食
14	城北	サーマルスイッチ故障
15	呉松No. 2	サーマルスイッチ故障
16	伊佐地No. 2	フロート故障
17	伊佐地No. 4	大量排水による異常水位警報

回/年であり、マンホール形式ポンプ場1ヵ所当たりでは15回/年であった。

非常通報等で判明したポンプ場障害としては、異物（ジュース缶、ビニール袋、毛髪等）の吸い込みによる過電流運転停止、流入土砂等によるポンプ羽車等の摩耗による揚水量低下、スカムの堆積、ケーブル劣化による

水位計（フロート）誤作動等があり（表-6）、これらの防止のため頻度の高い定期的なポンプ場の点検、清掃を実施している。

### 5. マンホール形式ポンプ場の特殊事例について（多段管理）

この事例は、本市が果樹園芸の振興をはかるとともに、市民のリクリエーション需要に対応し事業を推進している浜松市フルーツパーク建設に伴い、下水道管渠を施工するもので設計条件は下記の通りである。

- 汚水量は、170m<sup>3</sup>/日（0.7m<sup>3</sup>/分）
- 高低差最大約52m、延長2.8km
- 地形形態は、凹型

表-7のように、

- 1) 自然流下+中継ポンプ場
- 2) 全線圧送(フルーツパーク内にポンプ場設置)
- 3) 自然流下+マンホール形式ポンプ場
- 4) 全線圧送(サージタンク形式+ポンプ場)

一以上4つの方法について検討した。

- 1)については、中継ポンプ場を設置すると用地問題や周囲の環境への配慮等の対策が必要である。また、汚水量が中継ポンプ場を設置するほどの量でないと思われる（設計指針P193、小規模下水道指針及びマンホール形式ポンプ場指針（案）より）。
- 2)については、パーク内の設置位置によっては、道路上より低くなりポンプ対応ができないこともある。ポンプ場の用地確保が難しい。
- 3)については、建設費が一番有利である。故障や監視体制が問題となる。
- 4)については、タンクからの臭気や漏水対策が問題となる。汚水中の沈澱物が堆積しやすく清掃費がかさむタンクの用地問題等がある。

以上を検討した結果、経済的に有利なことと、故障や

監視問題についてもポンプメーカーのこれまでの実績では2台とも（本機、予備機）故障した事例はなく、ポンプ性能はこれからも良くなるので故障という面からは心配がない。ポンプについても設置箇所すべて同一仕様になるように計画すれば汎用品となりすぐ取り替えられ、維持管理面も問題がない。

上記3)の自然流下+マンホール形式ポンプ場を採用し4カ所のマンホール形式ポンプ場の多段圧送として浜松市フルーツパークの平成8年開園にむけて事業をすすめているところです。

### 6. おわりに

本市においては、下水道の整備対象区域が市街化区域から市街化調整区域に拡大しつつあり、より経済的、効率的に整備を進めていくためには、マンホール形式ポンプ場による圧送方式の採用は大変有効なひとつであると考えられる。

今後下水道整備を積極的に推進し70%、90%といった人口普及率を達成するためには、整備効率の良いマンホール形式ポンプ場を用いた圧送方式による管渠設備は、増加するものと考えられる。

これらの設計については、日本下水道協会、日本下水道事業団等の基準を参考にさせていただき、地震時等の停電等の非常時対策を考慮にいれ、さらに、スカム対策等を加味した本市に適合した設計基準を作成していきたいと考えている。

また維持管理についても、取付管工事時の不注意による土砂の流入を防ぎ、より確実なマンホール形式ポンプ場の点検・清掃を行うとともに、住民には、油類や固形物を流さない等の下水道の正しい使い方の啓蒙活動を行って行きたいと考えている。

表-7 フルーツパーク下水道管路輸送方式の検討(1)

項目	方式	自然流下+中継ポンプ	全線圧送方式（パーク内にポンプ設置）	自然流下+マンホールポンプ方式	（自由水面形式）サージタンク+ポンプ方式
概略図		<p>VU φ250 DCIP φ100 又 φ150</p>	<p>DCIP φ100 又 φ150</p>	<p>VU φ250 DCIP φ100 又 φ150</p>	<p>DCIP φ100 又 φ150</p>

# 国府川流域下水道の污水圧送管路の施工例

新潟県相川土木事務所

都市整備課主任 諏佐夏夫

## 1. はじめに

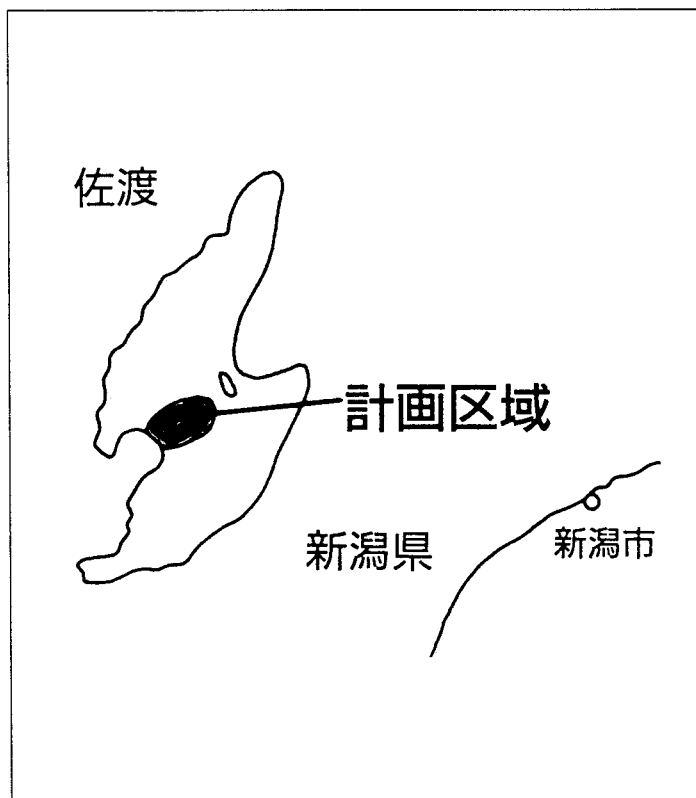
佐渡島は1市7町2村からなり、周囲約261km、面積855km<sup>2</sup>で全国離島最大で、大佐渡と小佐渡、その間に発達した国仲平野からなっている。人口は昭和25年の125,597人をピークに、以降減少が続いて過疎化が進み、平成7年3月には76,427人となっている。一方、近年の関越、北陸、磐越高速道路等の陸上交通網の整備並びに海上交通機関の高速化、大型化等の整備促進と島内国、地方道の改良を大幅に図ったところ観光客は平成元年に100万人に達し、以後順調に伸びている。また、昭和28年に離島振興法の指定を受け、離島の後進性からの脱却と地域住民の福祉向上、民生の安定及び産業経済観光の発展に努力をしている。

国府川流域下水道（佐和田町、金井町、畑野町、真野町、新穂村の4町1村で構成）は、真野湾（国府川）流域の水質環境基準の達成及び生活環境整備のため、離島における全国初の流域下水道事業として、また島内初の下水道として平成元年度より事業着手し、平成7年度に一部地域の供用を予定している。

今回、新潟県相川土木事務所施工した国府川1号幹線の污水圧送管路の施工例を紹介する。

## 全体計画

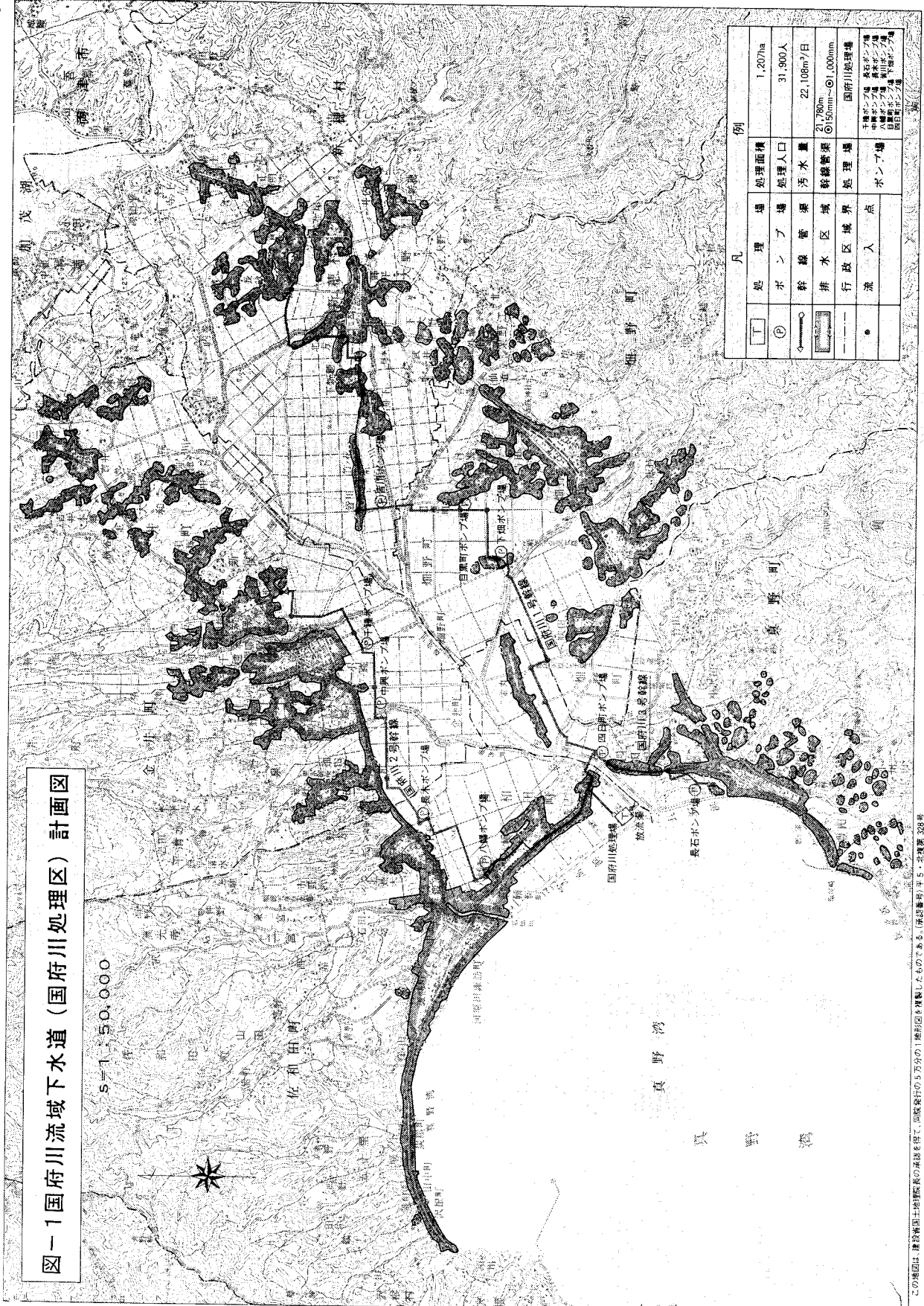
計画処理区域面積	1,207 ha
計画処理人口	31,900人
計画汚水量	22,200 m <sup>3</sup> /日
下水排除方式	分流式
幹線管渠延長	21.78km
国府川1号幹線	φ 1,000 ~ φ 200mm 11.59km
国府川2号幹線	φ 800 ~ φ 200mm 8.53km
国府川3号幹線	φ 500 ~ φ 200mm 1.66km
ポンプ場	11カ所（マンホールポンプ含む）
国府川処理場	
処理方式	標準活性汚泥法
終末処理場面積	3.0ha
処理場流入水質	BOD 172mg/ℓ SS129mg/ℓ
処理場放流水質	BOD 20mg/ℓ SS 30mg/ℓ
放流先	二級河川 国府川
環境基準	B-Ⅰ (pH6.5 ~ 8.6、BOD < 3 mg/ℓ、SS < 25mg/ℓ、MLDO > 5mg/ℓ)
総事業費	14.4億円



## 2. 国府川流域下水道（国府川処理区）の概要

国府川流域下水道（国府川処理区）計画図を図-1に

示す。



### 3. 年度別の工事状況

#### ●平成元年度

国府川流域下水道事業基本計画策定  
国府川処理区都市計画決定

#### ●平成2年度

相川土木事務所治水課に下水道係新設  
都市計画法事業認可、下水道法事業認可  
国府川3号幹線管渠工事着工(φ200mm、L=487m)  
国府川処理場用地買収

#### ●平成3年度

国府川1号幹線管渠工事着工  
(φ1,000mm、L=535 m)  
国府川処理場進入道路着工(L=700m)  
国府川3号幹線工事(φ500mm、L=220m)

#### ●平成4年度

国府川2号幹線管渠工事着工  
(φ400～800mm、L=1,737m)  
国府川処理場管理機械棟着工  
国府川処理場水処理施設着工  
国府川1号幹線下水道橋着工  
1号幹線(φ700mm、L=182m)  
3号幹線(φ500mm、L=909m)

#### ●平成5年度

相川土木事務所治水課下水道係を下水道課に変更  
都市計画決定変更、下水道法事業認可変更  
国府川処理場プラント関係機械及び電機設備着工  
国府川処理場塩素混和池棟着工  
四日町ポンプ場着工  
国府川処理場放流渠着工  
1号幹線(φ250～600mm、L=1,170m)  
2号幹線(φ400～800mm、L=1,408m)  
3号幹線(φ200mm、L=41m)

#### ●平成6年度

相川土木事務所下水道課を都市整備課に変更  
八幡ポンプ場、長石ポンプ場着工  
1号幹線(φ300～600mm、L=800m)  
2号幹線(φ300～500mm、L=1,100m)

#### ●平成7年度

佐和田町の一部及び真野町の一部地域供用開始  
国府川処理場運転開始

写真-1 下水道管渠 開削工事

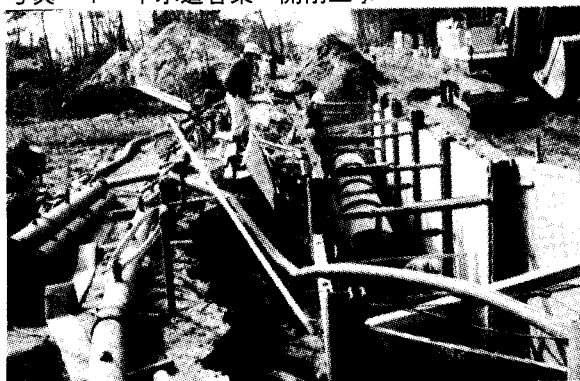


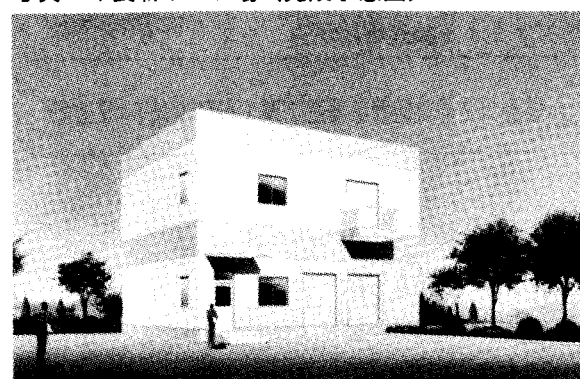
写真-2 下水道橋工事



写真-3 処理場水処理施設工事



写真-4 長石ポンプ場(完成予想図)





## 4. 圧送管の管種選定について

本設計管路は、

- ① ダクティル鑄鉄管 (DIP)
- ② 鋼管 (水輸送用塗覆装) (STW)
- ③ 塩化ビニール管 (VP管)
- ④ 強化プラスチック複合管 (FRPM管)

以上4種の管種について比較検討し、使用管種を決定した。

まず管の強度については、ダクティル鑄鉄管が、他管種に比べてたわみが小さく、剛性が大であり、高内圧に耐えることが可能である。

耐久性については、塩化ビニール管・強化プラスチック複合管が耐食性に優れ、電気絶縁性が良くて電食の恐れはないが、ダクティル鑄鉄管は金属管の為、腐食は避けられないが鑄鉄特有の耐食性がある。また、内面はセメントモルタルライニングが施してあり硬く、傷つきにくく、エポキシ樹脂粉体塗装管を使用すれば耐食性はより優れる。外面は、一般にエポキシ樹脂系塗装を施して、特に防食性の強い土壌に対しては、ポリエチレンスリーブにより管を保護する方法もある。

継手特性については、ダクティル鑄鉄管が他管種に比べて、特殊な構造の形状内にゴム輪を隙間なく強固に密封しているため、偏心や曲げ荷重に対しても水密性が低下しない。

また、地盤変動に順応し、管路に無理な応力を発生することがない柔構造管路を形成し、曲管部等の不平均力が作用する部分には、離脱防止用特殊押輪等を使用して離脱防止を図ることができる。

以上のようなことを考え合わせ、特性が総合的に優れているダクティル鑄鉄管に決定した。

## 5. 国府川1号幹線管渠築造工事 (国府川流域下水圧送管)

### 5.1 工事概要

施工年度：平成6年度

工事箇所：佐渡郡畑野町大字目黒町地内

管渠工：φ200 K形 ダクティル鉄管 L=140 m

### 5.2 管路の主な設計条件

管の呼び径：200mm

静水圧：0.17MPa (1.7 kgf/cm<sup>2</sup>)

水撃圧：0.17MPa (1.7 kgf/cm<sup>2</sup>)

土被り：1.20m

路面荷重：20 tトラック1台通過 (25 tも確認する)

### 5.3 管厚計算

日本下水道協会規格JSWAS G-1-1992「下水道用ダクティル鑄鉄管」参考資料に示された管厚計算式により行う。

計算を行った結果、3管種を選定した。

### 5.4 異形管防護

締め付けによるモルタルライニングの損傷を防止し、かつ、抜け出し阻止力に優れた下水道用ダクティル鑄鉄管を対象とした継手用特殊押輪が開発されており、コンクリート防護を必要とする一般的な継手を使用した場合と比較して経済的であることが日本下水道事業団により認められている。

この特殊押輪を取り付け異形管とこれに接続する直管を一体化する事により、受働土圧及び周辺摩擦力を大きくし、水圧による抜け出し力に対し大きな抵抗力をもたらす管路を安定させることが可能であるため、水平及び縦断方向の屈曲部にこれを使用する。

縦断屈曲曲線部の一体化長さの計算式は、日本下水道事業団「民間開発技術審査証明報告書 (下水道用特殊押輪CMA型及びCMB型)」資料により行う。

### 5.5 沈下に対する検討

本管路は圧送管であり、沈下も全体的に徐々に進むため縦断勾配の確保については検討の必要がなく、沈下による継手への影響については検討すれば良いと考えられる。ダクティル管の継手は可とう性があり管長5 m・最大曲げ角度5°で44 cmの沈下まで順応できるので、一般部はこれを採用し、不等沈下の恐れのある橋梁と道路の取付部 (橋台背面) における鋼管とダクティル管の接続部にはゴム製の伸縮可とう管を施工した。

## 6. おわりに

佐渡の良好な自然環境を守り、健康で快適な生活環境の保全のため国府川流域下水道を平成元年度より着手してきた。

今年7月の一部供用開始にむかって努力をしている。

汚水圧送管に使用したダクタイル鉄管は、強度があり、施工が簡単なので工期短縮にもなり、本工事を無事実施することができた。管路としての安全性も優れ、将来にわたり維持管理が容易であることにも安心している。これから汚水圧送管路を計画される関係者の方々に参考になれば幸いである。

写真-5 特殊押輪の施工状況



写真-6 締付トルクの確認



# 泥土圧推進工法による 雨水圧送管路の建設

四日市市下水道部

下水建設課建設第四係 村田 孝幸

## 1. はじめに

四日市市は三重県の北部に位置し、西は鈴鹿山系、東は伊勢湾に面した温暖な地域であり、古くから「四日の市」に象徴される商業の町として、あるいは東海道五十三次の43番目の宿場町として繁栄し陸海交通の要衝であった。さらに明治時代に入ると先覚者の偉業によって港の修築が行われ、伊勢湾で最初の海港場として国内貿易はもとより海外への門戸が開かれた。

そして、萬古焼き（窯業）、菜種油等の地場産業のほか、紡績、ガラス、化学、電気等の近代工業が次々に立地し、市勢は大きく発展した。特に昭和30年代には、旧海軍燃料廠跡地の活用を契機にわが国最初の石油化学コンビナートが形成され、先人達の英知とたゆまない努力により、三重県最大の都市として中部圏を代表する産業都市へと着実に成長してきた。

また、この発展の過程で発生した大気汚染等の公害問題も、官民一体となった懸命の努力により、昭和51年には硫酸化物の環境基準を達成する等着実に改善され、天然記念物に指定されているイヌワシ、アイナシをはじめ多様な植物群が観られるなど豊かな自然環境に恵まれている。これからの町づくりは、市民と共に環境資源を活用しながら安全と健康を守り、更にゆとりややすらぎのある快適な生活環境を築いていこうと考えている。

今回、ポンプ圧送による雨水放流管路を計画し、呼び径2000mm推進工法ダクトイル鉄管を泥土圧推進工法により布設したので、その概要を報告する。

## 2. 四日市市の下水事業

本市の下水道は昭和29年に旧市街地の浸水防止と低地

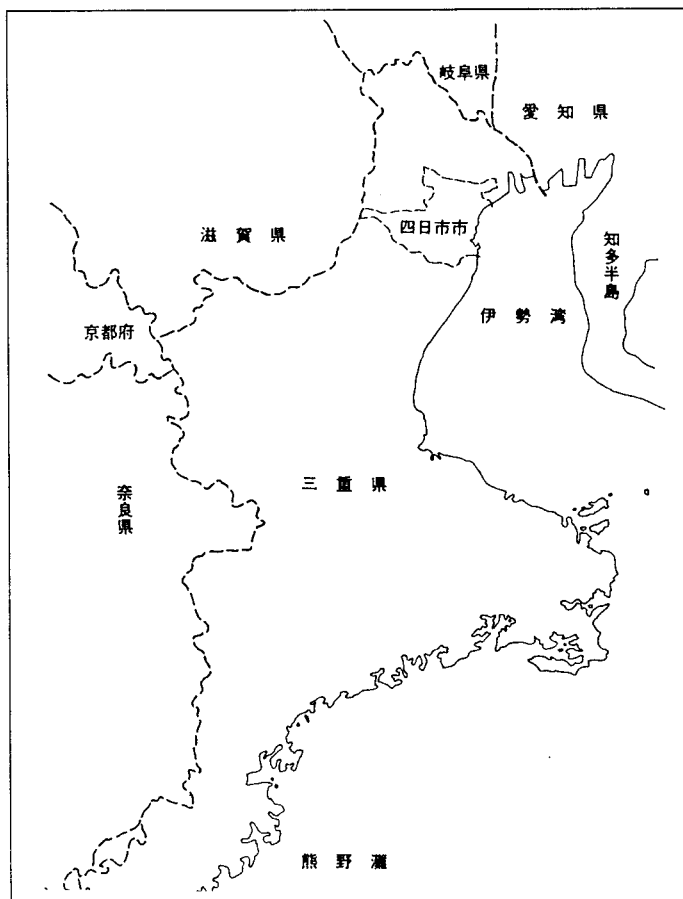


図-1 位置図

帯の生活環境整備を目的として、合流式の公共下水道事業で始まった。その後、臨海部に発展した工業地帯の浸水対策及び公害防止事業の一環として都市下水路事業に着手するとともに、臨海部、丘陵地区から分流式の公共下水道を進めてきた。

四日市市の姿（平成7年1月31日現在）

- (1) 行政区域面積 19,733ha
- (2) 行政区域人口 287,703人
- (3) 汚水認可面積 2,904ha
- (4) 汚水普及率 34.1%
- (5) 雨水認可面積 2,400ha
- (6) 雨水排水整備率 42.9%

### 3. 雨水排水計画

磯津地区は面積約33haで、南北を鈴鹿川本線と支線に挟まれ、東は伊勢湾に面して河川堤防及び海岸堤防に囲まれた地区であり、昭和34年には伊勢湾台風災害を被っている。

また地盤が海面より低くポンプによる強制排水しか方法がないため、市の単独事業として地下ポンプ等を建設してきたが、市街化が発展し10年に1回の降雨に対応できる生活環境整備が叫ばれるようになった。

当地区においても流域関連公共下水道計画を機会に抜本的な整備を図り、平成2年度より雨水排除用の磯津第1ポンプ場築造に着手、続いて放流管を布設し平成7年度始めに伊勢湾へ放流を開始する計画である。

設置ポンプ：立軸斜流ポンプ

口径 1000mm×2台 450mm×1台  
ポンプ揚程9.7m ポンプ吐出量290m<sup>3</sup>/分

### 4. 施工検討

放流管は磯津第1ポンプ場よりバス路線道路を東へ、途中より海岸堤防の縦断占用となるため、地区内の生活道路を通り海岸堤防を上越して横断する。

この間、幅員7.5mのバス路線道路と幅員4～5mの生活道路は、道路交通上及び近接している家屋への影響から開削工法による施工は困難となるため推進工法を採用した。

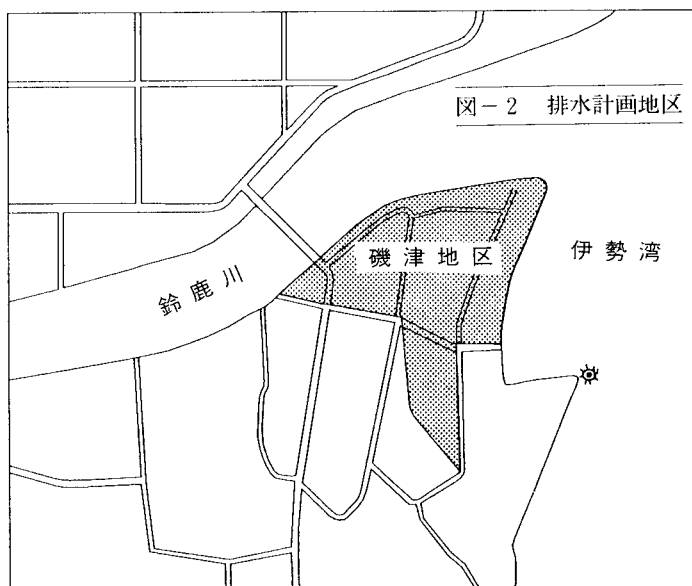


図-2 排水計画地区

工事名：平成5,6年度磯津第1ポンプ場  
放流管布設工事

施工場所：三重県四日市市磯津町地内

管種：推進工法用U形ダクトイル推進管  
(φ2000×5m及び4m)

推進工法：泥土圧推進工法

推進延長：311.2m (4スパン 最長スパン137.3m)

線形：直線 (勾配：レベル=3スパン

0.3961%=1スパン)

土被り：3.0～5.0m

土質概要：粗砂～礫混じり粗砂 N値10～15

礫径5～15mmが主体 Max40mm程度

透水係数 (平均)  $K=1.17 \times 10^{-1} \text{ cm/sec}$

地下水位 GL-1.5m

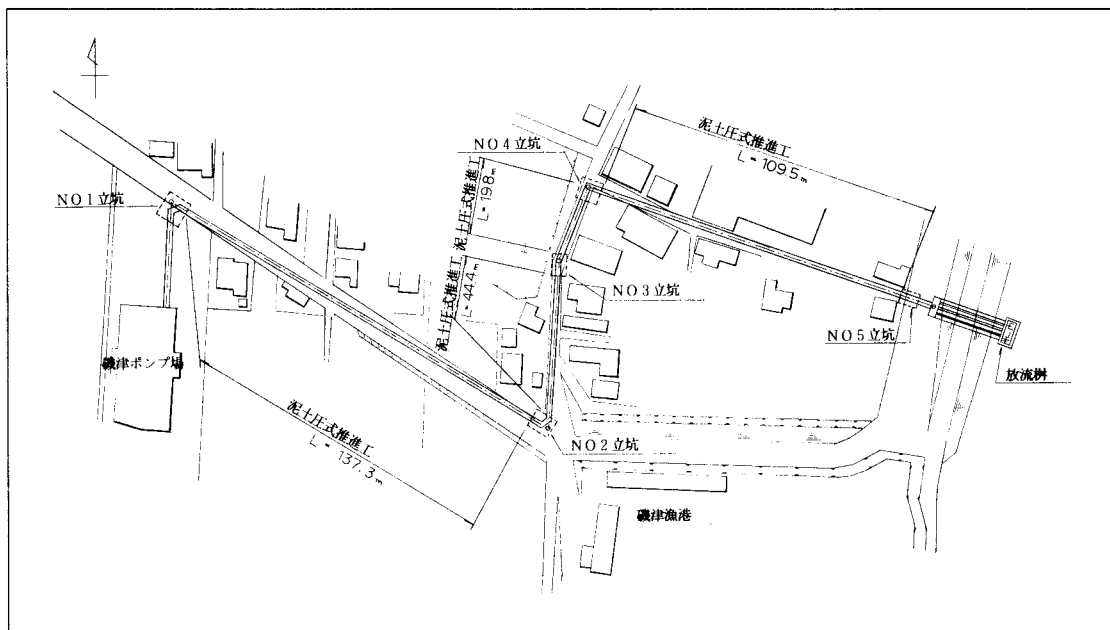
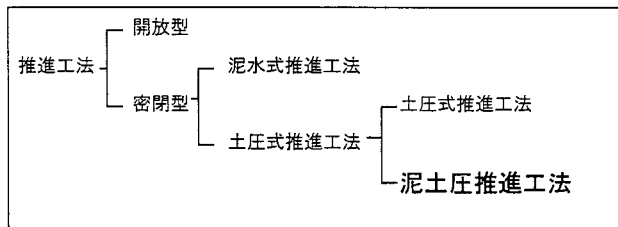


図-3 見取平面図

## 5. 推進工法

### 1) 推進工法の選定

推進工法は次のように分類される。



本工事には土質及び施工条件等を考慮し検討した結果、次のような理由から泥土圧式工法を選定した。

- ①適用土質は砂礫土、砂質土、粘性土等広範囲にわたり対応できる。
- ②切羽の保持が安定しており地山及び地表面への影響が少ない。
- ③掘削土砂搬出にトロバケット方式を採用すれば、大規模な残土処理設備を必要とせず比較的狭い作業基地で施工できる。
- ④地下水圧の高い地層にも対応できる。

### 2) 泥土圧推進工法

本工法は掘削土砂の塑性流動化を促進させる添加材を

注入しながら、カッタヘッドで掘削した土砂を攪拌混合してチャンバー内に充満させ、その圧力を保持して切羽の土圧及び水圧に対抗するとともにスクリーコンベアによって圧力調整しながら掘削土量と排水量をバランスさせて推進する工法である。

この工法では、掘削土砂に添加材を注入し攪拌混合するため難透水性及び塑性流動性のある泥土に変換でき、この泥土は加圧状態のままチャンバ内に変形・移動が可能となる。従って広範囲な土質に対応できる。

### 3) 本工事の掘削土砂搬出方法

泥土圧推進工法における標準的な掘削土砂搬出方法は、カッターで掘削され掘進機内に取り込んだ土砂をスクリーコンベア→ベルトコンベア→トロバケット→門型クレーン等を用いて坑外に搬出する。

本工事においては、土砂を圧送ポンプと圧送管を用いて坑外に搬出し、搬出した土砂（排泥土）は一次分離処理を行い普通残土と泥水に分けて処分した。

土砂圧送ポンプによる掘削土砂搬出には次のような特長がある。

- ①推進工におけるトロバケットの坑内往復・上下・転倒作業がなくなり日推量が増大する。
- ②トロバケットにより搬出した土砂（排泥土）は、全量を産業廃棄物処分しなければならない。一方、圧

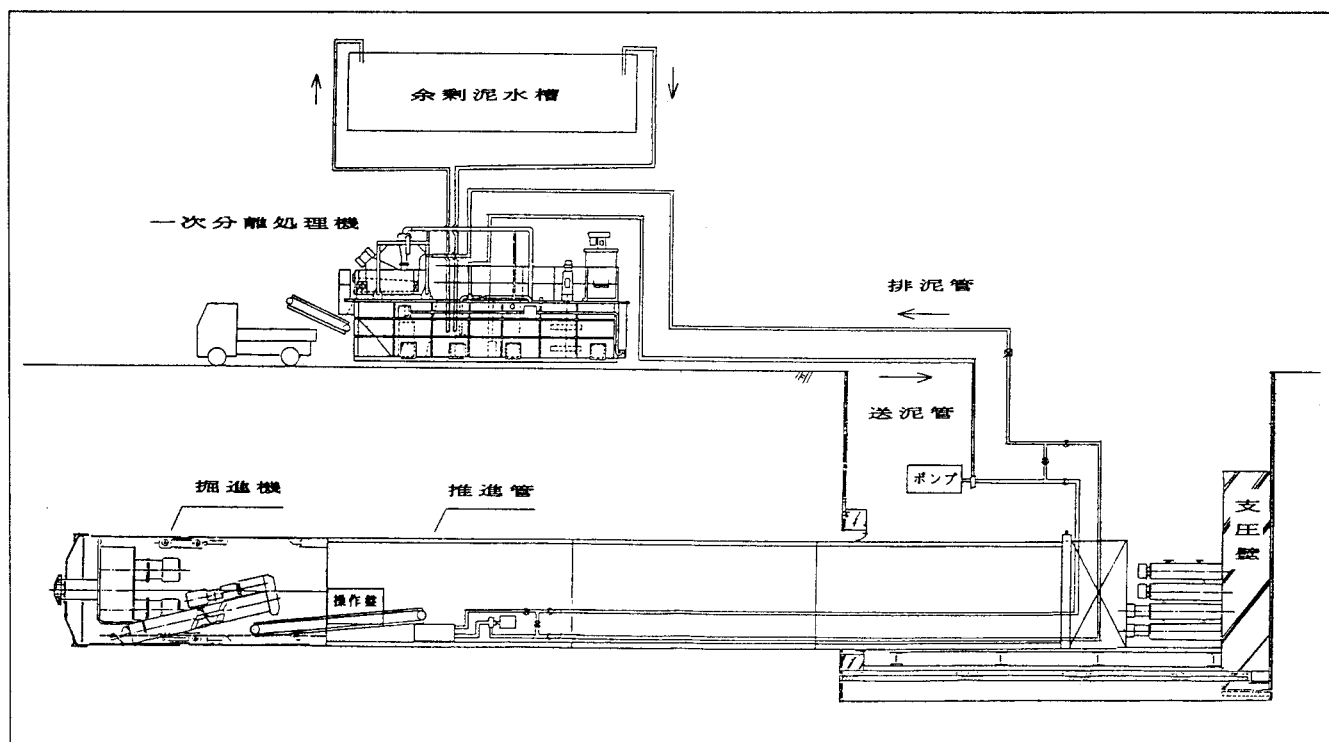


図-4 推進工法図

送ポンプ方式では普通残土と泥土に分離して処分するため、搬出土砂の処分費が軽減できる。

③土砂が管内に散乱せず良好な作業環境が維持できる。

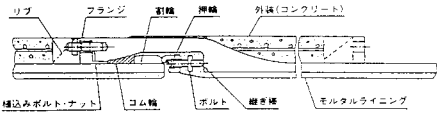
#### 4) 管種選定

大口径のポンプ圧送管路であることから、推進工法用ダクタイル鋳鉄管と推進用鋼管を比較管種とし、強度・止水性・寿命・経済性・施工性等について検討した結果、総合評価に優れた推進工法用ダクタイル鋳鉄管（日本下水道協会規格JSWAS G-2）を選定した。

#### 5) 推進管

採用した推進工法用U形ダクタイル鋳鉄管の概要を表-2に示す

表-2 呼び径2000mm推進工法用U形ダクタイル鋳鉄管

構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水道用U形ダクタイル鋳鉄管（JSWAS G-1）の外面にフランジを溶接し鉄筋コンクリートを巻立てて、受口部と管体部の外径を同一にしてある。</li> </ul> <p>推進方向 →</p> 
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>管の内面からゴム輪を装着し、ボルトでゴム輪を締め付けて水密性を保つ。保証水圧は50 kgf/cm<sup>2</sup>(4.5種)及び46 kgf/cm<sup>2</sup>(5種)である。</li> <li>挿し口外面のフランジを介して推力を伝達する。</li> <li>許容耐荷力は1720 tf(4.5種)及び1570 tf(5種)である。</li> <li>伸縮可とう性があり、フランジには蛇行防止用のボルトが取り付けられている。</li> </ul>
設計・施工の参考	<ul style="list-style-type: none"> <li>主に圧送用に使用される。</li> <li>中押し工法による長距離推進が可能。(呼び径1000mm以上)</li> </ul>

## 6. 施工結果

### 1) 作業時間

推進工事は、立坑位置が民家に接しているため昼間施工として計画した。

また、地元住民との話し合いにより、作業時間はAM 8:00~PM5:00までと強い要望が出されたため、残業による作業はできず昼間8時間作業となった。

### 2) 施工精度

推進した4スパンの推進管を立坑内で連絡配管するた

比較項目	推進工法用ダクタイル鋳鉄管 (DP)	推信用鋼管 (SP)		
管体強度	<ul style="list-style-type: none"> <li>許容耐荷力が大きく、施工時のトラブルがない。(5種管の許容荷力=1570tf)</li> <li>供用後は内外圧荷重に対し十分安全な強度を有している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>管厚を厚くすれば、DP程度の許容耐荷力が得られる。</li> <li>同左 但し長距離スパンや軟弱地盤では、大きい集中応力が管に発生するため厚肉管が必要となる。</li> </ul>	○	○
止水性能	<ul style="list-style-type: none"> <li>JSWAS G-2に保証水圧が記されており十分な止水性を有している。(5種管の保証水圧=4.5 MPa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>溶接が完全であれば高い止水性が得られる。</li> </ul>	○	○
耐食性	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋳鉄特有の耐食性があり、更に外面はコンクリート巻、内面にはセメントモルタルライニングを施しているため、下水に対し優れた耐食性を有している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内面防食としてタールエポキシ樹脂塗装を施しているが、溶接部は現地塗装のため高い防食性能は期待できない。特に、下水には不安である。</li> </ul>	○	×
寿命	<ul style="list-style-type: none"> <li>高強度で耐食性に優れた管路が形成でき、殆どメンテナンスフリーで長寿命が期待できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐食性に問題があるため、定期的に内面塗装を行う等の補修作業を考慮しておく必要がある。</li> </ul>	○	△
経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼管に比べ経済的である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場溶接に時間を要し、その分建設費が高くなる。</li> </ul>	○	△
施工性	<ul style="list-style-type: none"> <li>簡単な工具を用い、接合部分の挿入やボルト締めが主な作業で特殊技術を必要としない。</li> <li>機械的接合であり、湧水等作業環境の影響を受けにくい。</li> <li>接合時間は鋼管の1/5程度であるため、短工期で施工できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>溶接設備と排気設備が必要であり、完全な芯出しと有資格者による高度な溶接技術が必要である。</li> <li>天候や湧水の影響を受け易い。</li> <li>溶接に長時間を要する。</li> </ul>	○	△
総合評価	○	△		

表-1 管種比較表

め、発進及び到達部の精度は上下50mm、左右50mmに設定し施工した。

5カ所の立坑部分での精度については上下43mm（最大）、左右42mm（最大）となり、立坑内での配管作業は支障なく施工することができた。

### 3) 管路の検査

ダクタイト管は、工場ですべて水圧検査が行われている。従って、継手接合時の作業検査及び接合後の寸法検査を行った。主な確認項目は次の通りである。

- ①継手材料は正規品が使用されているかどうか。
- ②接合作業が継手接合要領にしたがって正しく作業が行われているかどうか。
- ③ボルトの片締めや締め忘れはないか、また、適正トルクで締め付けてあるかどうか。
- ④曲げ角度や胴付間隔が許容差内にあるかどうか。
- ⑤モルタル充填（押輪と受口の間）の仕上がり状態はよいかどうか。

上記検査合格後にポンプ運転による通水試験を行い、管路全体に異常がないことを確認した。

### 4) ダクタイト管の印象

推進工法用ダクタイト管については、今回の工事を通じて以下の印象を持った。

- ①推進施工時の直進性に優れている。
- ②継手の水密性がよいため地下水圧の高い場所にも適している。
- ③推進機は本来ヒューム管用に製作されているため、推進機外径等の改造及び復元が必要となる。従って、これらの費用と工程面を考慮して計画する必要がある。
- ④管の接合時間(外面フランジ接合及び内面継手接合)に、2時間/本程度を要したことから、短時間で接合できる構造に改良していただきたい。なお、外面フランジ接合を省略できるボルトレスU形推進管が、テス

ト的に最近使用され始めたようである。

- ⑤経済性から長さ5mの推進管を採用したが、吊込み機械の大型化や立坑寸法が長くなり道路幅の狭い場所での施工に苦労した。

推進工事では、このような狭隘な場所での施工が多いことから、長さ2.5m程度で経済性のよい推進管の供給をお願いしたい。

## 7. おわりに

大口径ダクタイト管による放流管の推進工事は、道路条件や高地下水位の中無事完了し、磯津第1ポンプ場の稼働と共に平成7年度始めの供用開始を予定している。

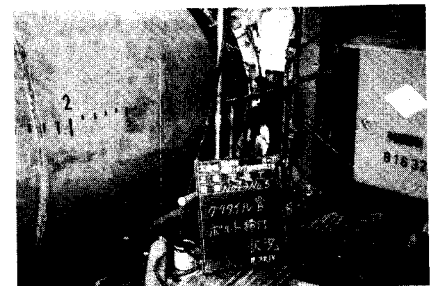
なお、施工者ハザマ・河北特定建設共同企業体のご努力と関係各位のご協力に感謝する次第である。

写真-1 管の吊り降ろし



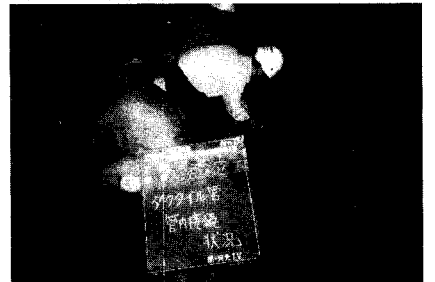
推進用マシンの初期掘進後、発達立坑内に管を降ろす。

写真-2 植込ボルトの締め付け



管外周より植込ボルト。ナットを用いて管を連結する。

写真-3 継手結合



管内でU形継手の接合を行う。接合完了後推進する。

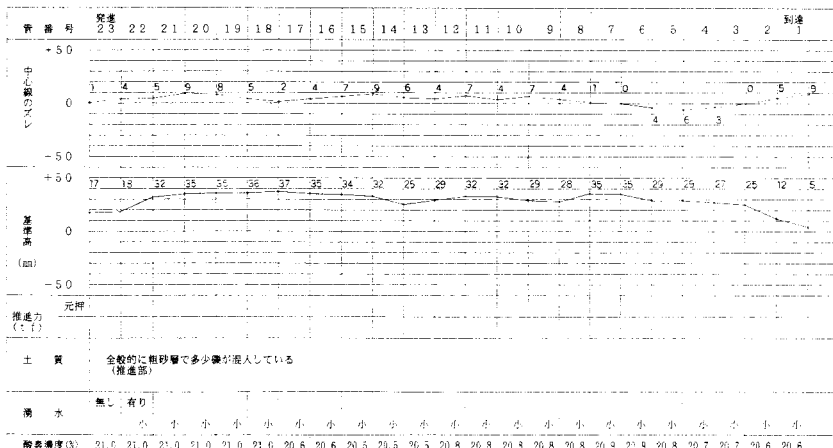


図-5 推進管出来形成果表

# 名古屋市における汚泥圧送

—集約処理を活かすネットワークシステム—

瀬口方紀  
名古屋市下水道局  
施設管理課長

## 1. はじめに

わが国の汚泥集約処理は実施都市数71、そのうち汚泥圧送24都市(平成2年度)と着実に進展してきている。<sup>3)</sup>

名古屋市の集約処理・汚泥圧送は1932年に誕生した。堀留・熱田の2処理場が市中心部で運転を開始して間もなく南方11km程の臨海部に天日乾燥床による天白汚泥処理場(現在柴田汚泥処理場)を建設し、堀留～熱田～天白間に直径200mmの汚泥輸送管を布設したことに始まる。

その後、市街地の拡大に伴って幾つかの下水処理場を建設したが、汚泥処理は一貫して集約処理方式とし、汚泥の圧送システムも60年を越す歴史の中で発展を遂げてきている。現在15カ所の下水処理場と3カ所の汚泥処理場を結ぶ汚泥輸送管の総延長は約95km、輸送はポンプ39台、1日の汚泥輸送量約2万2,000m<sup>3</sup>となっている。

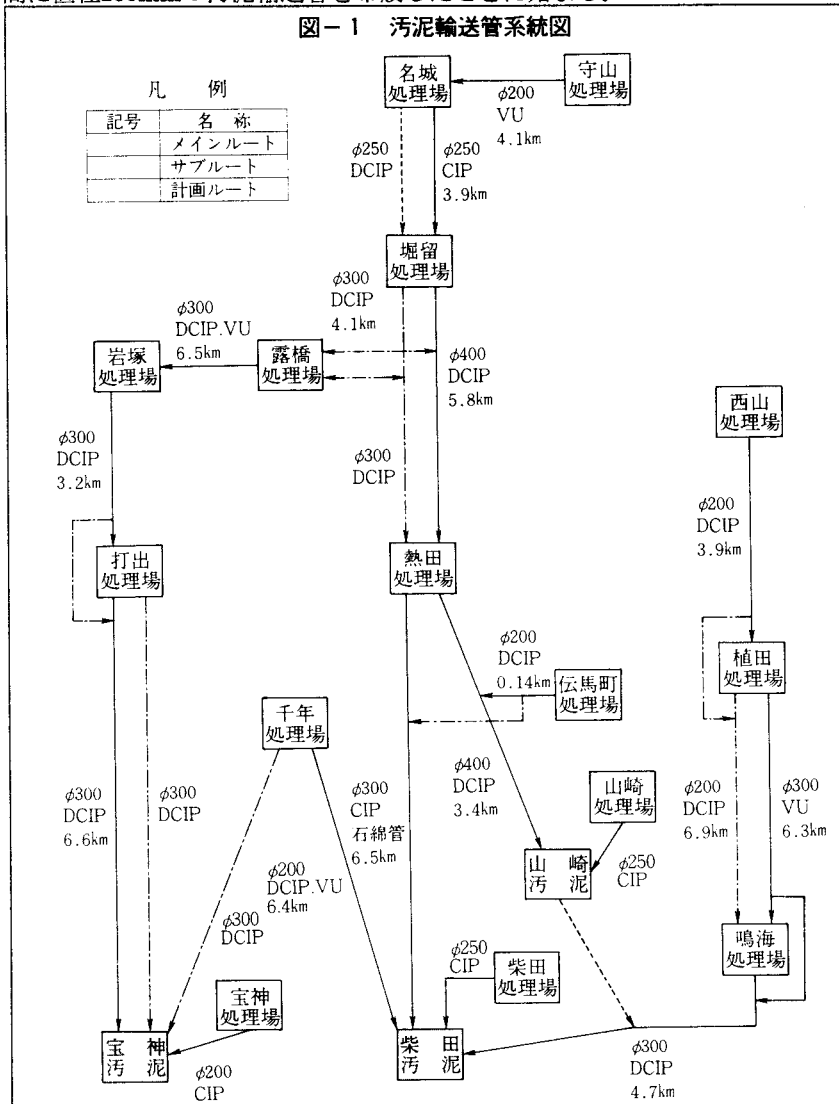
## 2. 輸送管ネットワークと輸送パターン

現在の輸送管ネットワーク(図-1)は、新たな下水処理場の建設にしがって縦に延び、汚泥処理場の建設に伴い横に繋ぎ、集約処理の信頼度を向上させるために2条化・ループ化を図りながら拡充してきた。

下水処理場で発生する汚泥は混合(初沈+余剰)汚泥の状態、北部に位置する処理場から南部臨海部へ向かい、下流の下水処理場が中継ポンプ所の役割を果たしながら汚泥処理場へ圧送される。

輸送ルートは通常、市街中央部の守山を始めとする6下水処理場の汚泥を山崎汚泥処理場へ、西部の露橋を始めとする4下水処理場の汚泥を宝神汚泥処理場へ、東部の西山を始めとする5下水処理場の汚泥を柴田汚泥処理場へ圧送している。この他、この3ルートを結ぶ汚泥輸送管も整備されており、輸送管や汚泥処理場の事故発生時や工事期間中は汚泥の輸送先・配分量を変更できるようにしている。現在「通常」輸送パターンを始め標準的に6輸送パターンで運用している(表-1)。このように本市

図-1 汚泥輸送管系統図





の汚泥輸送管ネットワークは3カ所の汚泥処理場の能力を最大限有効に活用し、汚泥全量焼却推進の土台ともなっている。

### 3. 輸送管

#### (1) 輸送管の設計

処理場間の輸送距離は短い区間で約3km、最長区間で11kmである。輸送管の管径は200～400mmを使用している。管種は年代によってヒューム管、石綿管、鋼管、普通鋳鉄管（CIP）、塩化ビニル管、（VU管）を使用し、現在はダグマイル鋳鉄管（DCIP）を採用している。DCIPと継手はメカニカル継手を、直管は内面モルタルライニングを、曲管はエポキシ樹脂の粉体塗装を原則としてい

る。その他外面部の防食としてポリエチレンスリーブ被覆、曲管部の防護方法として水道管の布設仕様に準じた特殊押輪を使用している。

空気弁は輸送管ラインの凸部に設けている。従来の水道用の空気弁は汚泥中の夾雑物が弁部に付着し、汚泥が噴出する事故が多発した。現在では空気弁室（図-2）を設け仕切弁を設置して必要時に開閉するが、改良形の汚水用空気弁を採用してきている。本市では各輸送区間を24時間連続輸送を原則としており、輸送に障害となるほどの管内のガス溜まりも無く、一部の箇所を除き空気弁を閉鎖して輸送している。

泥吐部は輸送ラインの凹部や1km程度毎に設け、付近の下水管に接続している。管内洗浄の時に利用することが多い。

#### (2) 輸送管事故

##### ① 損傷管事故

輸送管に関する事故で最も多いのが管の損傷漏洩事故である。最近5年間の事故内容を表-2に示す。

VU管の事故は外圧によるものが多く、外圧の影響を大きく受けない場所・位置での採用や管基礎・転圧等、良好な施工がポイントのようである。DCIP等金属管では内部からのH<sub>2</sub>S等による腐食による事故がほとんどである。写真-1, 2の例では、管厚の1/2以上まで黒鉛化腐食が進行していた。これらの事故は自由水面・ガス溜まり等、管内に気相部を生じさせない運転や布設形態をとること、気相部が懸念される箇所については耐久性の高い管種を選定する工夫を教示している。

表-1 汚泥輸送パターン

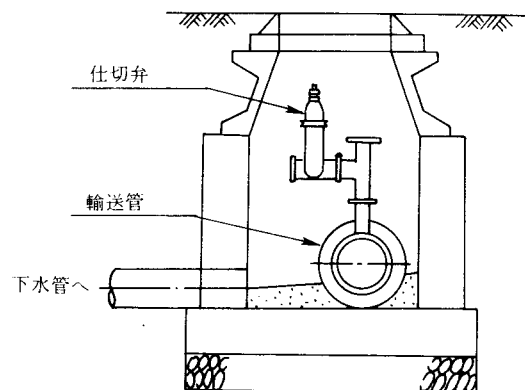
汚泥輸送時間割表				通常パターン □				
系統	処理場名	輸送時間 (hr)	日当り輸送量 (m <sup>3</sup> )	輸 送 時 間				
				6	12	18	24	6
山崎	守山	24	840	★	★	★	★	★
	名城	24	1,800	★	★	★	★	★
	堀留	24	3,600	★	★	★	★	★
	熱田	24	3,600	★	★	★	★	★
	伝馬町	11	880	★	★	★	★	★
柴田	山崎	24		★	★	★	★	★
	熱田	8	1,200	★	★	★	★	★
	千年	24	840	★	★	★	★	★
	西山	8	720	★	★	★	★	★
	植田	24	2,160	★	★	★	★	★
宝神	鳴海	24	4,080	★	★	★	★	★
	柴田	24		★	★	★	★	★
	露橋	24	990	★	★	★	★	★
宝神	岩塚	24	2,250	★	★	★	★	★
	打出	24	3,360	★	★	★	★	★
	宝神	24		★	★	★	★	★

★★★は輸送中を示す。

汚泥輸送パターン一覧表

番号	状況
1	通常
2	山崎1系停止
3	山崎全停
4	柴田1系停止
5	宝神1系停止
6	宝神全停

図-2 空気弁室



輸送管の事故は汚泥の噴出を伴うことが多く、付近住民に与える影響も大きい。また輸送機能ストップによる上流処理場への影響も大である。本市では事故後の汚泥の除去・清掃、管の復旧等について関係機関・清掃・修理業者への連絡体制等をマニュアル化し、不測事故への対応策をとっている。

## ② 閉塞事故

輸送管内の汚泥の沈澱堆積や付着は管輸送能力を低下させる。それを防ぐ方法として管内流速の確保、定期的な排泥・水洗浄が一般的である。

本市の場合、連続輸送を原則としていること、汚泥輸送と洗浄輸送が恒常的に併用できる設備となっていないこと等の理由から定期的な管洗浄は行っていない。各輸送区間の管内流速が0.3~0.8m/Sと標準流速の0.4m/S<sup>2)</sup>を下回る区間もあるが、管輸送能力が極端に低下し、回復不能で輸送管の更新を行ったことはない。

輸送能力が低下した例としては、合流区域の処理場で降雨初期に汚泥濃度が2~4%まで上昇した場合、間欠輸送区間で徐々に低下していく場合がある。このような時の措置は送泥側から処理水を圧送し直近の泥吐弁から放流洗浄し順次下流へすすめていく方法で対応している。

## 4. 処理場関連設備

### (1) 貯留槽

汚泥輸送を中継する処理場では上流からの汚泥と自己発生汚泥の貯留槽を共用している。その流入流出管の形態は概ね図-3の2タイプに分けられる。Aのタイプでは上流からの汚泥を一旦受け入れ自己発生汚泥と混合させて下流へ圧送する。

BのタイプではAタイプの使用方法の他、上流からの汚泥を受け入れずバイパスさせ自己発生汚泥は輸送管へ合流させ圧送する方法もとれる。この場合、上流処理場の輸送ポンプは輸送距離が長くなるぶん予め揚程を見込んでおかななくてはならない。

汚泥貯留槽の容量は自己発生汚泥量の0.5日分程度としており、2槽に分割している。その必要容量の考え方の一つに輸送管の事故等、非常時の貯留容量を見込む場合がある。この考え方については、例えば輸送管の破裂事故の場合、その復旧時間は最近の本市の事例では1~4日間程要している。この間の汚泥は貯留槽だけではなく系内貯留で対応している。この程度の系内貯留は処理に大きく影響を及ぼすに至っていない。このことからみれば貯留槽容量は汚泥の入と出の量の時間的な均しとポンプ運転の安定化が図れるだけの容量があれば良いともいえる。また汚泥の性状変化(後述)の面からも容量は検討されなければならない。

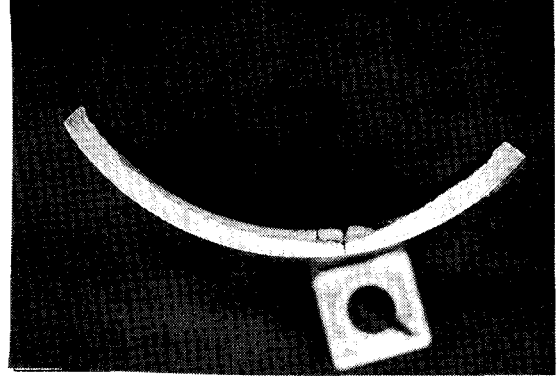
表-2 汚泥輸送管漏洩事故内容('89~'94)

区 間	管 種	口径	使用年数	事 故 状 況
守山~名城	VU	200	14	●曲管接合部が離脱した。 ●外面防護はしてなかった。
千年~柴田	VU	200	12	●車道に埋設してある直管下部にクラック。 ●管基礎が良好でなく、舗装改修工事の振動・外圧が影響。
露橋~岩塚	VU	300	10	●歩道に埋設してある直管下部にクラック。 ●自動車乗り入れによる繰り返し荷重が影響。
千年~柴田	CIP	200	23	●車道に埋設してある直管上部にクラック(写真-1)。 ●間欠輸送と空気弁の不良により管内に気相部を生じ腐食が進行(写真-2)。
名城~堀留	DCIP	250	9	●処理場構内に架空で布設した直管上部に穴。 ●貯留槽流入部前の数十mの間自由水面となっており気相部が腐食進行。
植田~鳴海	DCIP	200	18	●車道に埋設してある直管下部にクラック。 ●間欠輸送と空気便の不良により管内に気相部が生じ腐食進行。
西山~植田	鋼管	200	15	●管内面全体に腐食が進行。 ●間欠輸送の影響。
名城~堀留	仕切弁	250	29	●車道に埋設した仕切弁の弁箱が破損。 ●自動車・地下鉄の振動により管基礎が緩み仕切弁に応力が集中した。

写真-1 輸送管のクラック状況



写真-2 輸送管の内面腐食状況



## (2) 汚泥輸送ポンプ

輸送ポンプは口径100mmから150mmまでの渦巻ポンプを使用している。最近は無閉塞型のスクリーヌ渦巻タイプのもが多い。ポンプ揚程の算定において、輸送管の摩擦損失水頭はヘーゼン・ウィリアムズ公式を採用し、汚泥濃度1%、管内流速1m/S、C値90~100を設計条件としている。

最近では汚泥輸送パターンの変更、つまり輸送ルート、輸送量の変更を柔軟に行えるようポンプの回転数制御方式を一部導入している。

## 5. 汚泥の管理

本市のように数カ所を中継して汚泥輸送する場合は、輸送量と輸送時間変動が下流の処理場の運転に影響を及ぼす。特に汚泥貯留槽からのオーバーフローは溶解性BOD・CODの増大、リンの溶出等、処理の障害ともなってくる。対応策として、処理場毎に定められた汚泥量を連続輸送すること、最初沈澱池汚泥、余剰汚泥を日間を通して平均的に引き抜くことで貯留槽管理をしやすくしている。汚泥の発生量（乾量ベース）の日間変動に対して

は汚泥濃度の変動で吸収する輸送量の設定としている。

汚泥輸送管やポンプの閉塞事故防止のために、貯留槽入口に目幅12mm~20mmの自動除塵機を設置しているが、現在数カ所の処理場で除塵機をバイパスさせ輸送している。ポンプインペラに繊維状物質が絡むトラブルが時々発生しているが、輸送管や汚泥処理場側での障害は発生していない。汚泥除塵機から発生するし渣は泥状のものが多く、洗浄あるいは埋立処分に苦勞するところである。

し渣の処理処分量の削減、施設のメンテナンスの両面からも、除塵機の省略あるいは代替手段として破砕機等の設置の検討を進めているところである。

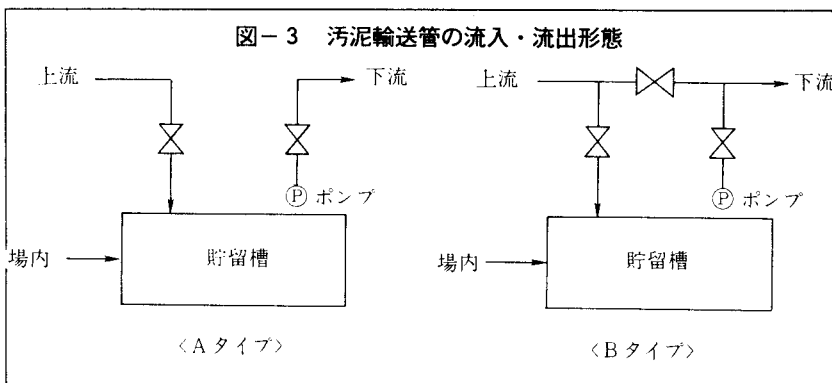
## 6. 汚泥の輸送時間と性状変化

長距離輸送による汚泥性状の変化は後段の汚泥処理工程（濃縮・脱水）に与える影響が大きい。

図-4が本市の最長輸送距離を持つ守山下水処理場~山崎汚泥処理場間の汚泥輸送時間調査結果である。調査方法は塩化リチウムをトレーサーとしてリチウム濃度の追跡で行った。

ピークの到着時間は約24時間と管路の輸送時間(11時間)の2倍以上かかっており、輸送量で見ると全量の9割が到着するのは約48時間と4倍以上かかっている。これは途中3カ所の処理場に設けられた汚泥貯留槽での滞留時間と拡散の影響のためと考えられる。貯留槽と管路の容量比は2.8~1.0であり輸送時間が貯留槽容量に大きく支配されていることがわかる。

図-3 汚泥輸送管の流入・流出形態



## 7. おわりに

名古屋市の汚泥圧送システムは長い歴史のなかで拡充され今日に至っている。したがってネットワーク化を主体とするハード面は充実してきている反面、残存する老朽管、汚泥の性状悪化、「慣れ」からくるシステムのソフト的整備の遅れ等、多くの課題も抱えている。某洋酒メーカーのCMを拝借するならば、今「OLD IS NEW」を意識して汚泥圧送システムの再構築に取り組んでいるところである。

最後に本市の現況と多分に経験則に基づいた考え方の一部でも読者の参考にして戴ければ幸いである。

図-5は汚泥を一定温度下で嫌氣的に貯留し、汚泥性状の変化を調査したものである。pHは腐敗の進行に伴って低下し、3日目以降は5.0前後でほぼ安定している。溶解性BOD-CODは全期間を通して上昇傾向にある。溶解性物質の増加に反してVSS粗浮遊物は腐敗の進行に伴い減少する傾向にある。これは高分子有機物が低分子のものへと嫌気性分解されたものと考えられ、これが濃縮性・脱水性に悪影響を与えている。

以上のことから、汚泥の長距離輸送では祖の輸送時間を最大限短縮できるシステムとしておかなければならない。

図-4 トレーサーによる汚泥輸送時間調査結果

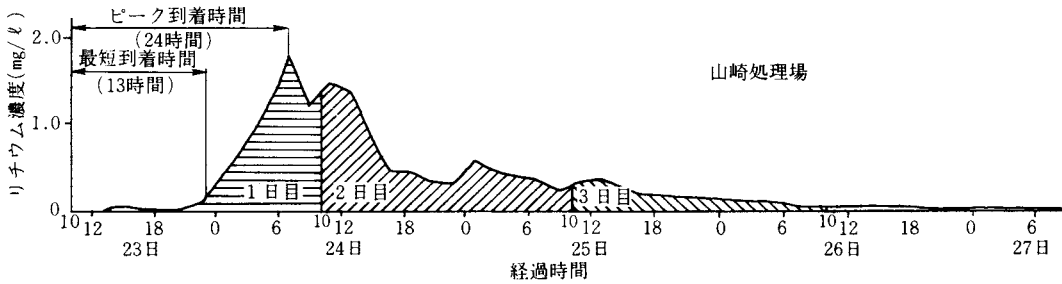
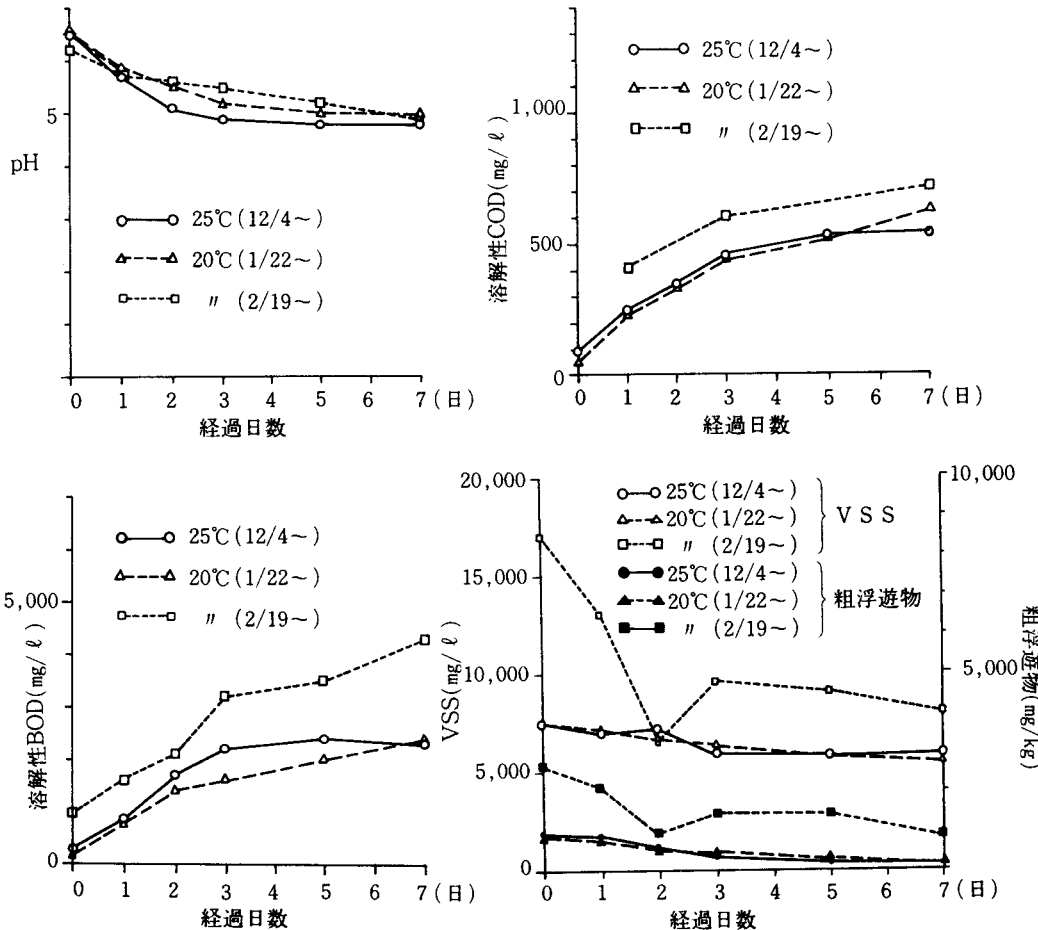


図-5 日数経過に伴う汚泥性状の変化



### 参考文献

- 1) 渡部、白石、松原：下水汚の高效率輸送システムの開発に関する調査、下水道関係調査研究年次報告集、平成4年度
- 2) 遠藤郁夫：汚泥輸送システムについて、汚泥研究年報、環境技術研究協会、1986~1987
- 3) 長野他：汚泥集約処理における長距離輸送特性について、第29回下水道研究発表会講演集、平成4年度

# 汚水圧送管路の採用事例について

岡山県瀬崎町上下水道課

課長補佐 藤井伸一

## 1. はじめに

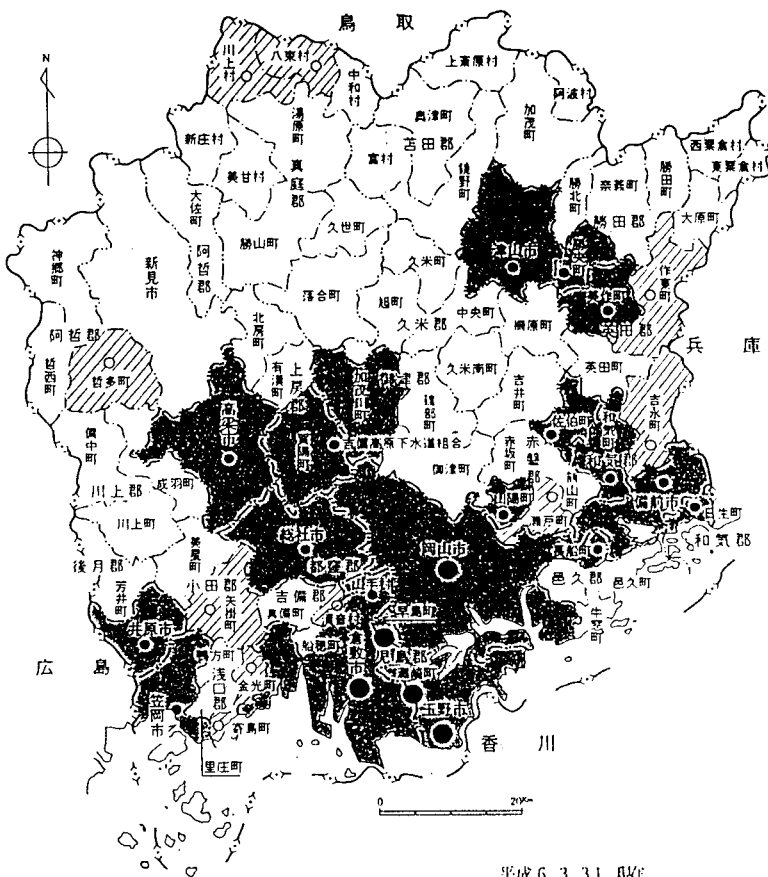
瀬崎町は、岡山県南部児島湖に面し、北に岡山市、南に玉野市、西には倉敷市に隣接した全国的にも有名な干拓地に位置している。

児島湖は昭和34年に児島湾の一部を締め切って造られ

た人造湖であり、昭和40年代に入り、湖後背地の都市化進展に伴う生活排水の増加が、急激な湖の水質悪化をもたらした。

そこで、児島湖の水質改善と地域住民の快適な生活環境の改善を図るため、児島湖流域下水道の関連公共下水道として、周辺3市1町とともに鋭意整備促進をしているところである。

岡山県公共下水道事業実施市町村現況図



平成6,3,31 現在

凡例	
斜線	公共下水道実施市町村
●	児島湖流域下水道関連市町村
○●	供用開始市町村

## 2. 下水道事業の現状

昭和47年に策定された児島湖流域別下水道総合整備計画に基づき、昭和57年度の事業認可を受けて事業に着手している。

この計画は、小島湖の水質環境基準の維持達成を目指し、経済的、効果的な下水道整備を行うために行政区域にとらわれず、岡山市、倉敷市、玉野市、瀬崎町および早島町の3市2町で一体的に進められている。

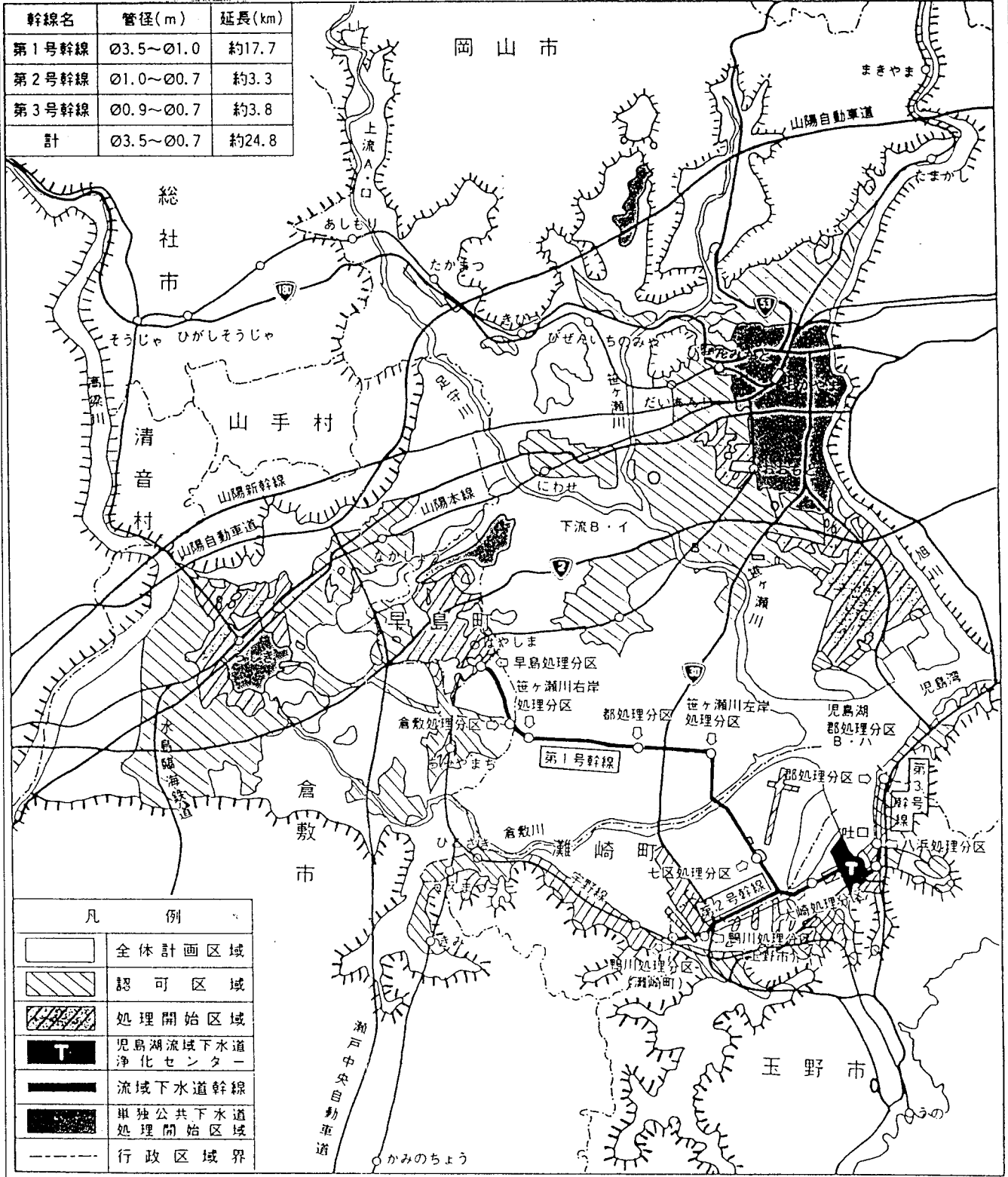
瀬崎町では、昭和63年度に供用を開始し、平成5年度末現在で普及率46.9%に達している。

岡山県公共下水道事業  
実施市町村現況図

児島湖流域下水道事業管内図

# 児島湖流域下水道事業管内図

幹線名	管径(m)	延長(km)
第1号幹線	Ø3.5~Ø1.0	約17.7
第2号幹線	Ø1.0~Ø0.7	約3.3
第3号幹線	Ø0.9~Ø0.7	約3.8
計	Ø3.5~Ø0.7	約24.8



凡 例	
	全体計画区域
	認可区域
	処理開始区域
	児島湖流域下水道浄化センター
	流域下水道幹線
	単独公共下水道処理開始区域
	行政区域界

表 下水道事業の現況

区 分	認 可 (平成4年度)	現 況 (平成5年度末)	進 捗 率
行政区域人口(人)	—	15,435	—
処理区域面積(ha)	293	171	58.4
処理区域人口(人)	15,451	7,240	46.9
管渠総延長(m)	71,647	29,061	40.6
下水排除方式	分流式		
下水管配管方式	遮集式(ポンプ排水圧送併用)		
処理人口普及率(%)	—	—	46.9

このため、既存路線の途中より分岐し、1号幹線の方向へ約700mの圧送管(φ250mm)を布設した。これに伴い、もとの処理場はポンプ施設のみを残し他の施設を閉鎖している。

路線切り替え工事は平成5年3月に竣工し、同年3月末より供用を開始している。

### 3. 圧送管路の概要

ここに紹介する圧送管路は、西紅陽台団地の汚水(日量1,100m<sup>3</sup>)を流域下水道1号幹線(φ3500mm)へ流入させる污水圧送管路である。

西紅陽台団地の汚水は、団地造成当初より同敷地内の污水处理場で単独処理しており、処理水をφ350mmの塩化ビニル管(VU)によりポンプ圧送し、児島湖へ放流していた。

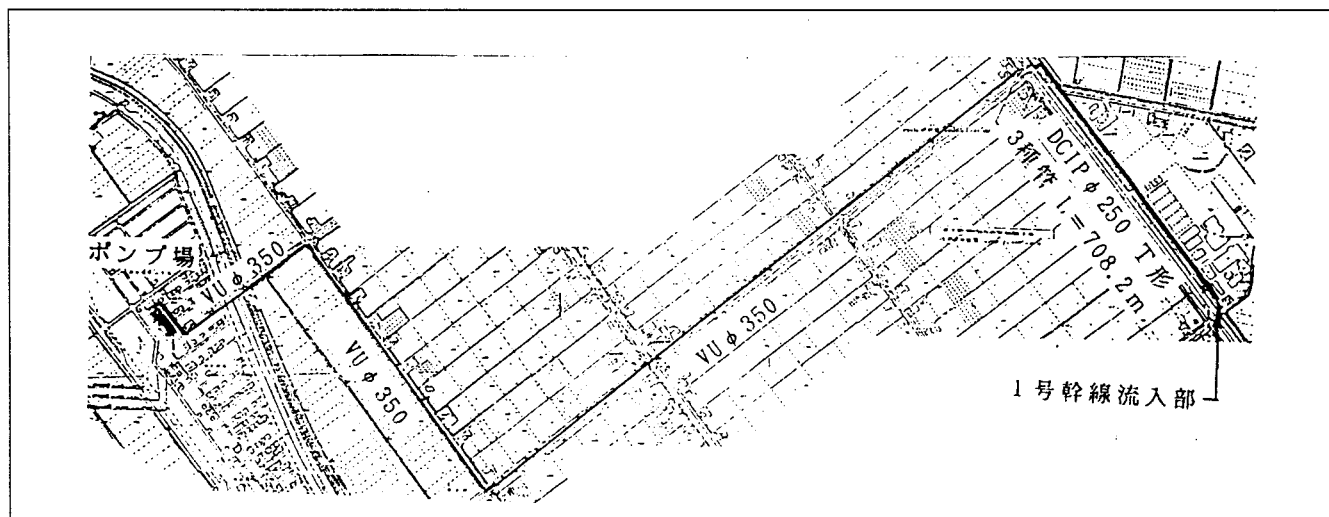
しかし、流域下水道幹線および浄化センターが整備されたことにより、西紅陽台団地の汚水を1号幹線へ未処理のまま流入させ、一括処理することとなった。

### 4. 圧送管路の採用理由

灘崎町の約半分は児島湖の干拓地であり、いわゆる0m地帯である。したがって、流域下水道幹線までの延長が長くなる場合、自然流下方式は建設費の増大を招く。

本圧送管路は既設部分を含めると延長が約2.9kmとなり、自然流下では土被りがかなり大きくなるため、圧送方式が妥当であると判断した。

このような地形的な理由から、今後も適宜圧送方式を織りまぜ整備を進める予定である。



## 5. 圧送管にダクタイル管を採用した理由

ダクタイル管は、一般的な特性として管材の機械的強度が大きく（引張強さ42kgf/mm<sup>2</sup>）、耐内外圧性が高いため、ポンプ圧送による静水圧と水撃圧の合計が高水圧となっても安全である。また、深い土被りによる大きな土圧および浅い土被りに懸念される輪荷重など、外圧に対しても問題がない。さらに、継手は高い水密性を備えているので、下水の漏水や地下水の流入の心配がない。

施工性については、接合が極めて簡単で継手1箇所の接合は数分から数十分内で行なえる。また、通常地盤ならば基礎も不要で掘削土による埋戻しも可能である。異形管部の防護については、離脱防止継手あるいは特殊押輪などを用いれば、コンクリート防護が不要になり、継手接合後直ちに埋戻しができる。

維持管理の面では、鋳鉄は鋼に比べ電気抵抗が4倍あるので腐食しにくく、内面にはモルタルライニングもしくはエポキシ樹脂粉体塗装を施してあるので、経年による流量減少が少ない。また、継手には伸縮可撓性があり、地震や地盤の不等沈下に対してよく順応する。

これらの優れた特性により、今回の切替え配管部はすべてダクタイル管を採用することにした。

## 6. 圧送管の維持管理

この圧送管は昭和53年に完成以来、処理水の放流管として使用されてきたが、平成5年3月の切替え工事完成、供用開始からは汚水圧送管となっている。

現在までのところ特に問題もなく機能しており、空気弁についても作動不良などは起きていない。

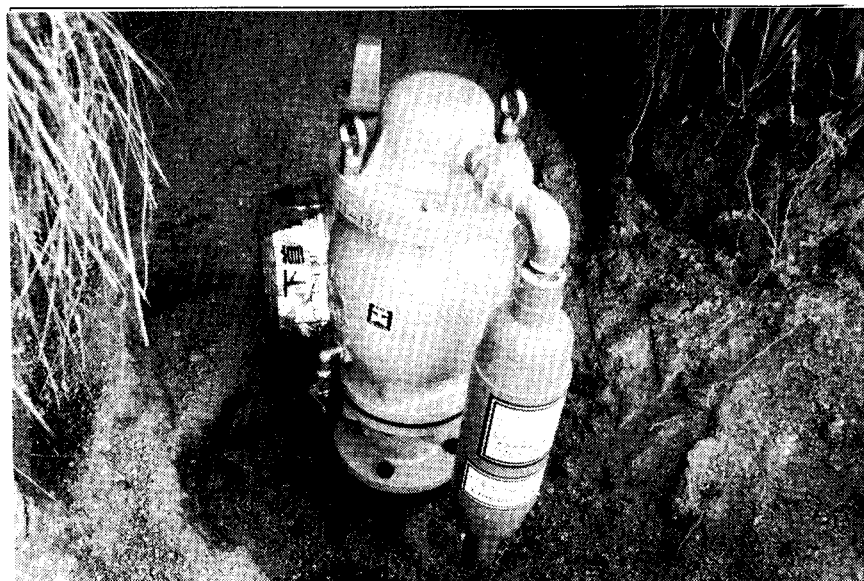
なお、今回切替え工事を行った区間の空気弁については消臭機能付き下水用空気弁を使用している。

## 7. おわりに

下水道は自然流下が基本であるが、当町のように地形的制約のもとで下水道の早期普及を促進するためには、圧送方式は有効なシステムであると思われる。

平成6年11月に改訂された「下水道施設計画・設計指針」においても、圧送方式をはじめ、真空式下水道などが一つの選択肢として取上げられている。当町としても今後の面的整備に圧送方式や真空式を適宜取入れ、経済的かつ効率的な下水道整備を図りたいと考えている。

写真－1 消臭機能付き下水用空気弁





# 呉市の圧送管事例について

呉市建設局下水道部

下水計画課 片山明彦

## 1. はじめに

本市は、広島県の西南部に位置し、美しい瀬戸内海と山々に囲まれた気候温暖な都市である。人口は約213,000人、市域面積は約146km<sup>2</sup>で、そのうち55%が山林で平坦地が少なく、市街地がいくつかに分断されている。

明治22年呉鎮守府が開庁され、海軍のまちとして発展し、同35年に市制を施行した。

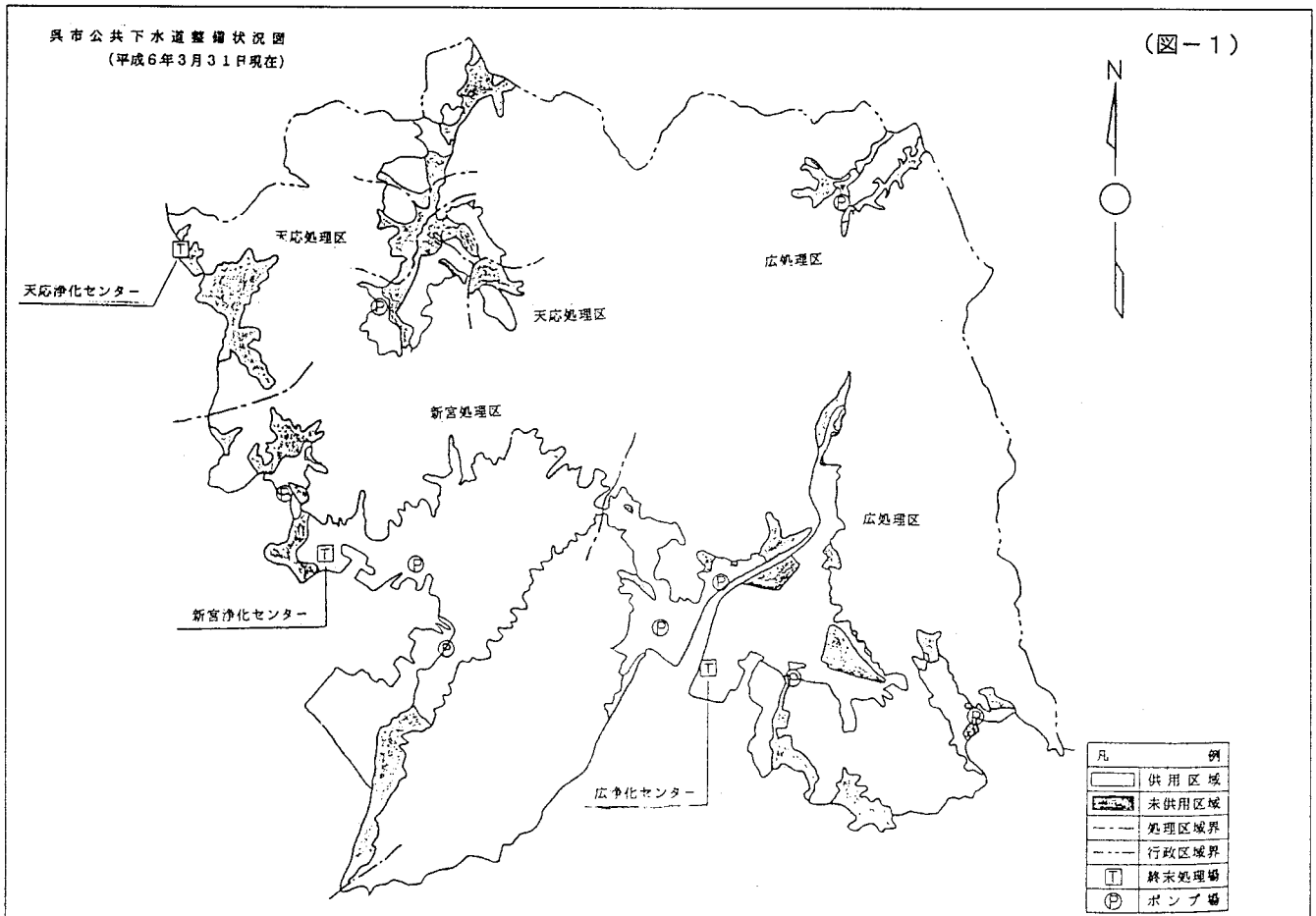
太平洋戦争中は、一時期人口が40万人にも膨れ上がったが、昭和20年の敗戦で都市基盤を失い、人口も15万人と激減した。

その後、旧軍港市転換法の制定により、旧軍施設へ造

船、鉄鋼等の企業を誘致して平和産業港湾都市へと再生し、昭和45年前後には、瀬戸内海有数の工業都市としての地位を築いた。

本市では、間近に迫った来るべき21世紀への飛躍に向けて「海洋拠点都市づくり」、「中核都市づくり」、「高次元の生活環境都市づくり」といったまちづくりの三本柱を推進し、「活力と夢あふれる都市」の実現に取り組んでいる。

## 2. 下水道整備計画【汚水】の概要



公共下水道事業は、従来から本市の重点施策として位置づけられており、豊かで快適な市民生活を実現する上で欠かすことのできない生活基盤施設として積極的に推進している。

本市の公共下水道事業は、全市域14,620haのうち、全体計画面積3,710.4haについて、新宮処理区1,653.0ha、広処理区1,471.4ha及び天応処理区586.0haの三処理区に分けて計画を策定している。

新宮処理区については、昭和33年3月に中央地区191.2haの事業認可を受けて事業に着手して以来、事業を順次拡大し、昭和44年4月に新宮浄化センターの運転を開始した。平成5年度末現在、事業認可面積1,537.9haに対し整備面積は1,123.3haで、整備率は73.0%である。

広処理区については、昭和46年7月に広及び阿賀地区等756.2haの事業認可を受け、広浄化センターの建設と併せて管渠の整備を進め、昭和49年4月に広浄化センターの運転を開始した。また、昭和63年3月に郷原地区75.0haを特定環境保全公共下水道として認可区域に

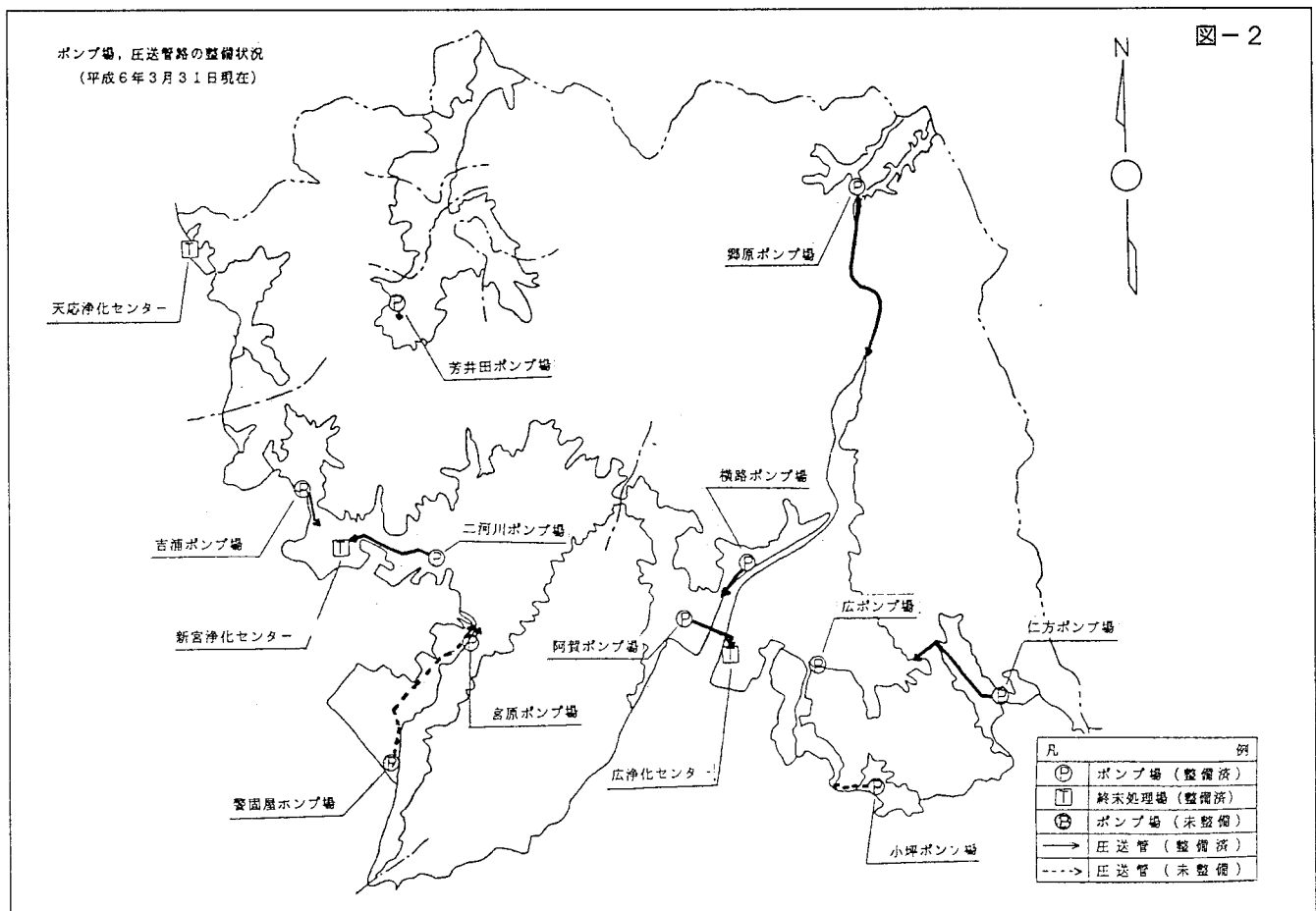
追加し、平成5年5月に一部供用を開始した。平成5年度末現在、事業認可面積1,201.1haに対し整備面積は827.3haで、整備率は68.9%である。

天応処理区については、昭和46年7月に天応地区等16.7haの事業認可を受けて事業に着手し、平成6年4月に天応浄化センターの運転を開始した。平成5年度末現在、事業認可面積254.3haに対し整備面積は71.5haで、整備率は28.1%である。

これらの結果、呉市全体では事業認可面積2,993.3haに対し整備面積は2,022.1haで、整備率は67.6%となっており、残りを平成10年度末までに総事業費1,097億5,400万円で整備するものである。また、平成5年度末の行政区域内人口に対する処理区域内人口の割合、いわゆる人口普及率は74.7%で、全国平均の49%（平成5年度末、建設省調）を大幅に上回っている。

### 3. ポンプ場、圧送管路の整備状況【污水】

ポンプ場は、新宮処理区9箇所、広処理区6箇所、天応処理区1箇所の合計16箇所を整備する計画で、平成



処理区	ポンプ場名	口径mm	台数 台	揚水量 m <sup>3</sup> /分	圧送管種	圧送管径 mm	延長 m	使用開始年月	備考
新 宮	二河川ポンプ場	300	1	11.0	自然流下管へ流出			S.41.4	揚水ポンプ
		500	1	32.0					
		700	1	63.0					
		500	1(1)	28.5					
	芳井田ポンプ場	100	1(1)	1.6	DCIP	100	228	S.52.4	
	宮原ポンプ場	150	2(1)	3.3	DCIP	300	202	S.57.4	
	吉浦ポンプ場	200	1(1)	3.8	DCIP	350	1,464	S. 4.4	
警固屋ポンプ場	150	3(1)	5.1	DCIP	350	3,220	施工中		
広	広ポンプ場	1,300	1(1)	25.0	自然流下管へ流出			S.48.4	揚水ポンプ
	阿賀ポンプ場	250	2(1)	15.8	SP,DCIP	500	1,566	S.58.4	
	横路ポンプ場	150	1(1)	1.5	DCIP	200	407	H. 3.5	
	仁方ポンプ場	200	2(1)	3.5	DCIP	350	2,193	H. 3.5	
	郷原ポンプ場	150	2(1)	2.6	DCIP	400	3,347	H. 5.4	
	小坪ポンプ場	100	1(1)	2.0	未定	200	635	未整備	

表-1 ( )内は、予備の台数  は、認可

6年3月末現在稼働しているものは、新宮処理区8箇所、広処理区5箇所、天応処理区1箇所の合計14箇所である。

このうち、認可施設のポンプ場、圧送管路の整備状況を図-2、表-1に示す。

#### 4. 広仁方污水幹線の事例紹介

##### 1) 広仁方污水幹線の概要

ここに紹介する圧送管路は、昭和62年から平成2年にかけて施工したもので、仁方地区の污水（日最

大汚水量6,570m<sup>3</sup>)を広地区の自然流下管(φ800)まで圧送するためのものであり、計画の諸言は、次のとおりである。

- 管 径 …………… φ350
- 管 種 …………… A形ダクタイル鉄管(3種管)
- 管路延長 …………… 2,193m
- 圧送管設計内圧 …………… 6kgf/cm<sup>2</sup>
- 圧送管設計流速 …………… 1.2m/s
- 地盤の高低差 …………… 21.5m
- ポンプ場程 …………… 41m
- 埋設位置 …………… 市道、県道、国道、河川横断、踏切横断、トンネル内

(図-3,4 参照)

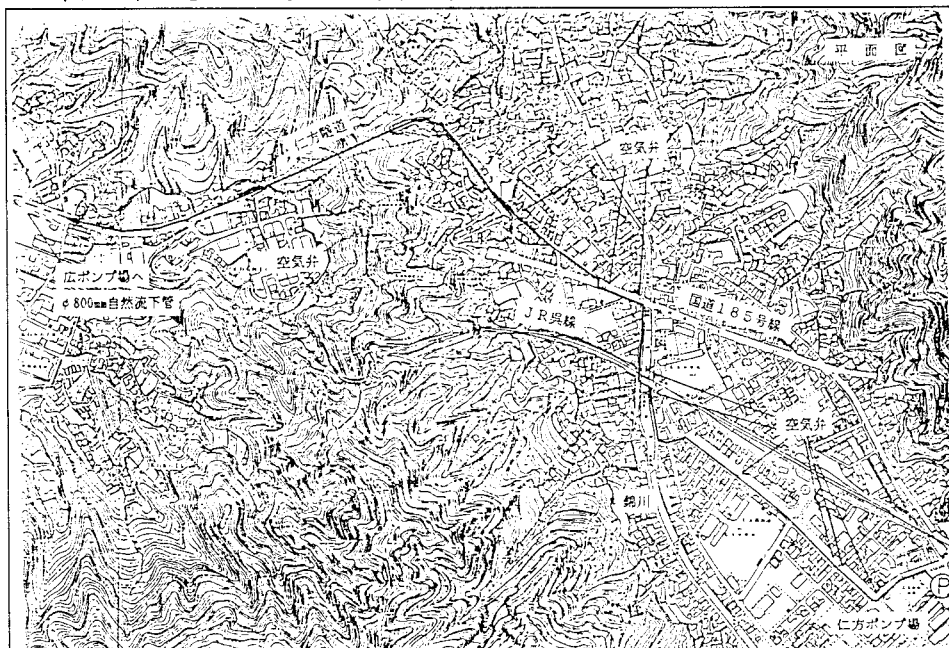
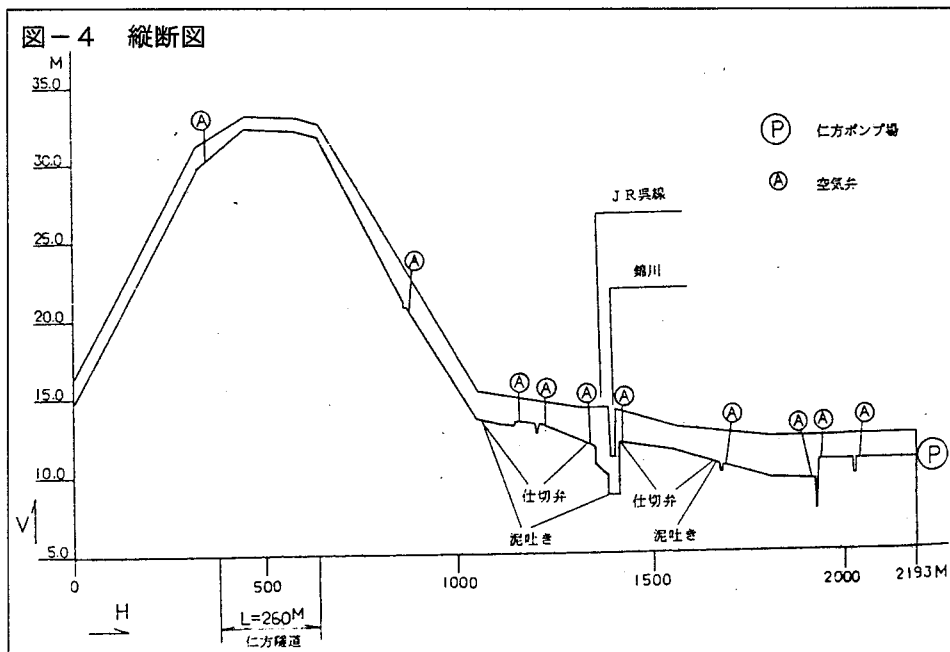


図-3 平面図



## 2) 圧送管種の選定

圧送管の管種として、ダクタイル鉄管、鋼管、塩化ビニル管、強化プラスチック複合管等があるが、設計内圧が  $6 \text{ kgf/cm}^2$  と比較的高く交通量の多い道路下埋設、土被りの浅い埋設、軟弱な地盤への埋設等を十分検討した結果、信頼性が高く実績の多いダクタイル鉄管を採用した。

また、JR呉線軌道下、錦川の横断箇所は、サヤ管方式の推進工法となるため、サヤ管径を小さくできて経済的に施工できる塩化ビニル管 (VM管  $\phi 350$ ) を採用し、サヤ管との隙間をモルタルで充填した。

なお、VM管  $\phi 350$  とダクタイル鉄管との接続にはT型鋼製フランジ短管を採用し、立杭内の配管は、埋戻しが不十分になることが考えられるため、S II形ダクタイル鉄管 ( $\phi 350$  3種) を採用した。

## 3) 設計の留意点

経済性を考慮し、なるべく自然流下の管渠 (汚水又は雨水) と同一掘削内で施工できるように埋設位置を選定した。

(図-5, 6) (写真-1)

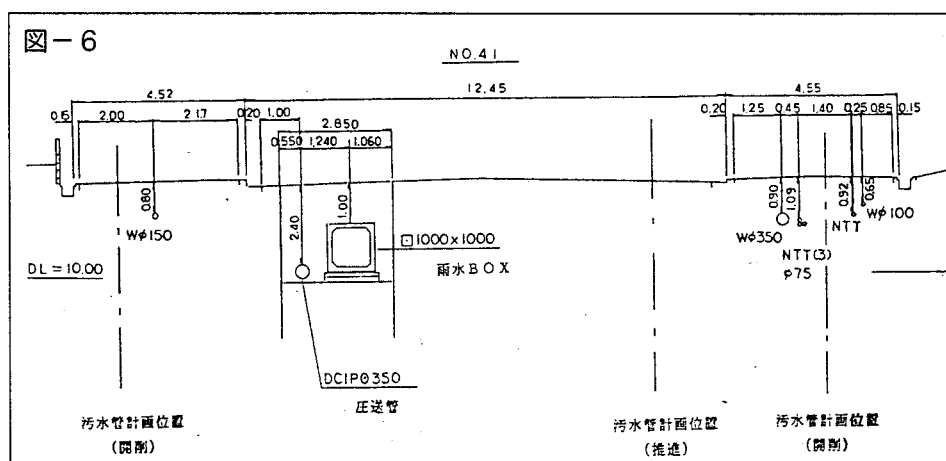
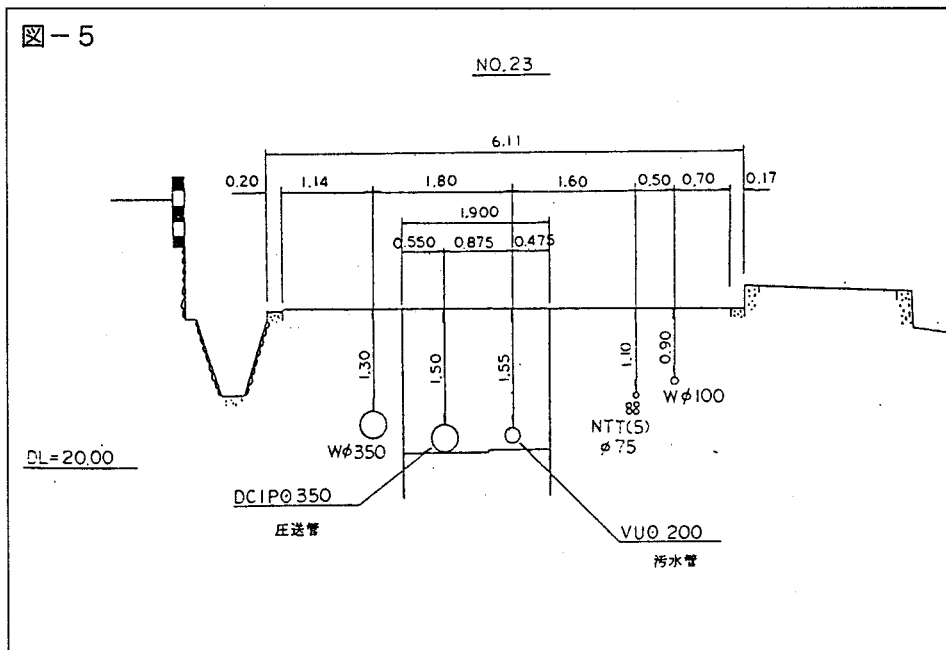
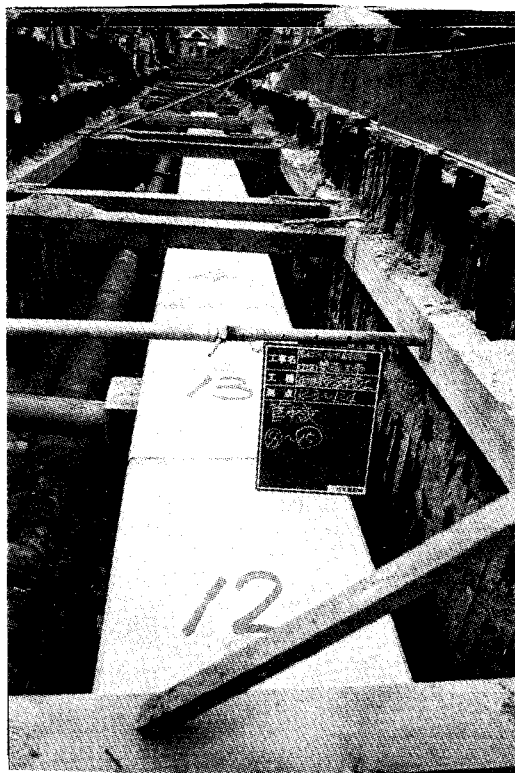


写真-1



仁方隧道内は、他の埋設物も多く、岩盤の掘削となるため、道路管理者と協議の上、土被り0.6mとした。

(図-7)

污水管、雨水管等を横断する箇所(将来計画を含む)は、圧送管を下げたために空気弁の設置箇所を10箇所とした。

異形管使用部分は、防護コンクリートと離脱防止金具の使用が考えられるが、軟弱地盤への埋設、掘削幅の増加等を勘案した結果、離脱防止継手を採用した。

仕切弁、泥吐きは、維持管理を考慮した位置に設置した。泥吐きから排出される污水は、自然流下のマンホールに接続し、ポンプ場へ流入するようにした。

#### 4) 水圧試験方法

各工区ごとに空気弁、仕切弁、フランジ蓋を利用して管内に水を満し、モルタルライニングへの吸水、管内空気の排出のために一昼夜おき、管内圧力を加圧ボ

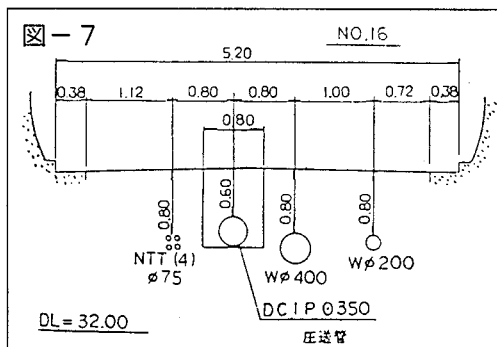
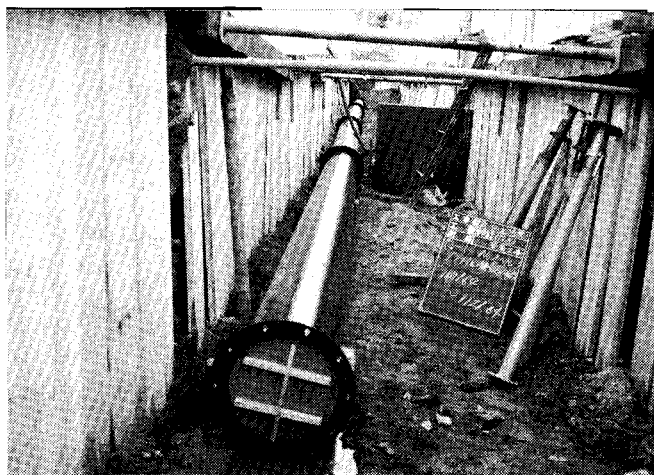


写真-2



ンプにより6.0kgf/cm<sup>2</sup>まで上昇させ、管路に異常がないか、急激な圧力降下を生じないかを確認し試験を完了した。

ポンプ施設、圧送管路全体についての送水試験は、仁方ポンプ場が雨水・污水の合併のポンプ場であることから、供用開始前に雨水を貯留し、その雨水を污水のポンプ井に流入させて、ポンプを起動させ水を送り、各弁類の設置してある箇所が異常のないことを目視で確認し、試験を完了した。

#### 5) 維持管理

初期運転時に污水の滞留時間が長くなることによる硫化水素の発生を防ぐため、当初は薬品注入等の対策を考えていたが、実際の流入下水の水質が良好であったので、特別な対策は行わなかった。

圧送管路は、供用開始から現在まで支障なく機能している。

## 5. おわりに

以上が、本市における下水道圧送管の概略である。

平成6年度現在の全体計画の内、残っている圧送管は、現在施工中の二河川警固屋污水幹線と長浜小坪污水幹線の2箇所となったが、全体計画の見直し等により、今後、圧送方式を採用する箇所が出てくるものと思われる。また、局所的に低地部で自然流下の取水が困難な区域についても、マンホールポンプ等による圧送方式を採用し、更なる普及率の向上を図っていきたい。

最後に、ここで紹介した事例が、今後何らかの御参考になれば幸いである。

# 尾道市における汚水の 多重圧送システムについて

迫 田 国 昭  
尾道市都市部下水道課  
課長補佐

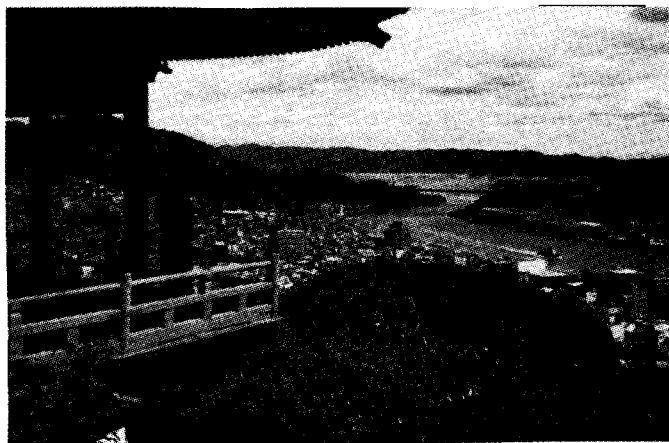
## 1. はじめに

港町尾道は、日本中の映画ファンをすすり泣かせた「ふたり」をはじめ、尾道三部作といわれた大林宣彦監督の「転校生」「時をかける少女」「さびしんぼう」にもたびたび尾道の街が映しだされ、ファンがロケ地マップを片手にロケ地めぐりをしている姿が毎日のように見られるのである。

尾道は、戦災を受けていないため古い街の面影をよく残し、石畳の坂道・静かにたたずむ古寺、そのひとつひとつの風景はどれも表情豊かで、たくさんの言葉で訪れた人々に語りかけてくれるでしょう。また、千光寺公園は尾道市内が一望できるとともに瀬戸内海の島々が眺められ、天気の良い日には四国連山をも遠望することができる。

そして志賀直哉・林芙美子・徳富蘇峰など多くの文人にゆかりの深い町であり、文学こみちには自然石に刻まれた詩歌もあり、気ままに楽しむ街歩きのできる尾道なのである。以下、本稿では尾道市の下水道事業のあらまし及び“汚水の多重圧送システム”を採用した久保圧送幹線についてご参考までに報告する。

写真-1 尾道市街



## 2. 下水道事業のあゆみ

本市が下水道計画を始めたのは古く、1957年に立案され計画書が作成された。1973年になって日本下水道事業団（当時、日本下水道事業センター）に基本計画作成の業務を委託、1978年に浄化センターの位置を決定するとともに、1979年から80年の2年間で下水道計画の見直しを行い、事業認可（案）を作成した。昭和57年度において都市計画法による都下計画決定と事業認可、および下水道法による事業認可などの法手続きを進めながら管工事に着手し、浄化センターの用地の取得を続けた。1985年には浄化センターの建設工事を日本下水道事業団に委託し、1989年4月1日に一部共用を開始した。その後、中継ポンプ地と処理場に連絡する圧送幹線の建設が1983年に完成し、旧市街地の一部についても処理を開始したところであり、現在の整備状況は処理区域110ha、処理人口5,880人、普及率6.1%である。

## 3. 下水道計画のあらまし

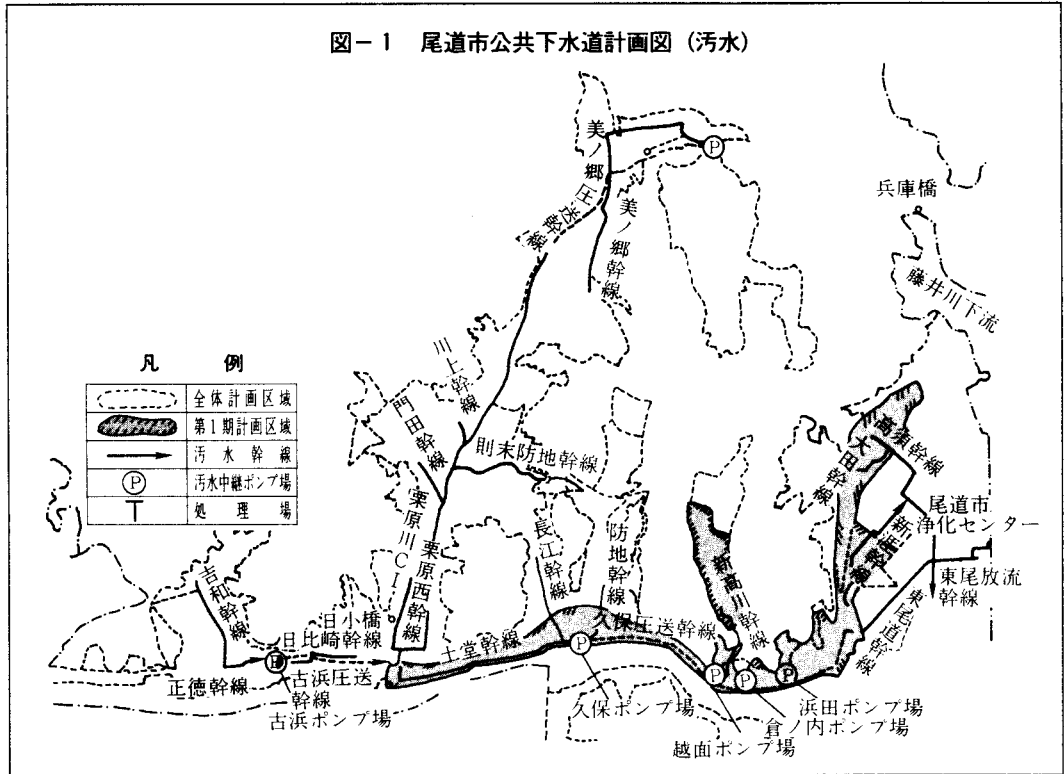
本市の下水道事業整備計画は、市街化区域内の工業地域と向東町の市街化区域を除いた1,200ha、計画処理人口8万人を全体計画と定め、このうち旧市街地と処理場

表-1 公共下水道計画概要

項目	全体計画	第1期計画
処理区域	1,200ha	316ha
処理人口	80,000人	21,200人
汚水量	日平均 52,000m <sup>3</sup> /日 日最大 67,000m <sup>3</sup> /日	10,000m <sup>3</sup> /日 13,000m <sup>3</sup> /日
事業費	500億円	215億円
幹線管きよ	汚水 29.6km 雨水 18.0km	汚水 12.9km 雨水 2.9km
汚水中継ポンプ場	6カ所	4カ所
雨水ポンプ場	11カ所	7カ所

に近い新市街地316ha、  
計画処理人口2万1,200  
人について事業認可を  
受け、第1期計画とし  
て事業を進めていると  
ころである。

本市は海岸沿いに带状  
の市街地を形成してい  
るため、すべての污水  
を自然流下で処理場に  
流下させることができ  
ず、計画水量の約80%  
をポンプ圧送に依らざ  
るを得ない立地条件で  
ある。参考までに図-2  
に系統図、表-2に污水



圧送幹線内訳表および表-3にそれぞれのポンプ場の送  
水量を示す。

面呼び径800mm×1条の布設を行うよう計画した。

#### 4. 久保圧送幹線の計画および設計について

##### (1) 圧送方式採用の経緯

前述の如く、第1期計画区域は海岸沿いの東西方向5.5  
km、南北方向約300mと処理区域が非常に細長く、また  
処理場の位置がその周辺の環境を考慮して処理区域の  
東端となったため流送距離が長くなった。したがって、  
幹線管路施設の計画に当たっては自然流下方式(トンネ  
ル案)と污水中継ポンプ場圧送管案で比較検討を行った。  
その結果、経済性の面で圧送案が「第1期計画」および  
将来の「全体計画」ともに有利となり、また圧送方式に  
すると段階施工が可能で当面の建設費が格段に安く、事  
業効果が早く現れるなどの利点も考えられた。

##### (2) 圧送管径の選定

全体計画水量を処理場まで効  
率よく輸送するためには、水理  
計算上呼び径800mm×2条とす  
る必要があったが、次のような  
理由により施工上の困難が予想  
された国道2号線については、当

##### (段階施工の実施)

- ① 将来の流入水量については、排水量原単位の伸びの鈍化および面整備の遅れなどから計画値よりも少ないと予想されること。
- ② 全体計画水量が流入した場合においても、ポンプの能力アップを図ることにより呼び径800mm×1条で圧送可能(ランニングコストは呼び径800mm×2条より高い)であること。

##### (3) 管種の選定

下水圧送に用いる地下埋設管には、内圧、外圧が常時作用することはもちろん、特に水撃圧(ウォーターハンマー)に対しても十分安全である必要があるので、管の選定は強度、水密性の点を重視し、圧力管としてもっとも信頼性のあるダクタイル鉄管を久保圧送幹線の呼び径

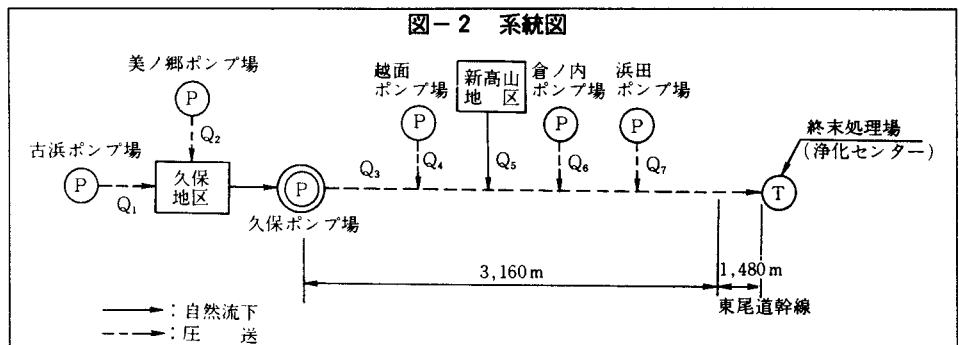


表-2 汚水幹線内訳表

幹線名	処理区域面積(ha)	管径延長		汚水ポンプ場	
				名称	規模
古浜圧送幹線	173.0	0.4m×2条約1,120m		古浜ポンプ場	φ150×3.5m <sup>3</sup> /分×1台 φ250×6.5m <sup>3</sup> /分×2台
美ノ郷圧送幹線		0.3m×2条約2,260m		美ノ郷ポンプ場	φ200×1.85m <sup>3</sup> /分×3台
新高山幹線		0.2m	約1,240m		(久保ポンプ場)
久保圧送幹線	875.0	0.8m	約3,160m		φ250×4m <sup>3</sup> /分×1台 φ500×24m <sup>3</sup> /分×3台
東尾道幹線	906.8	1.35m	約1,480m		(越面ポンプ場) φ100×0.3m <sup>3</sup> /分×2台
					(倉ノ内ポンプ場) φ100×0.4m <sup>3</sup> /分×2台
					(浜田ポンプ場) φ100×0.4m <sup>3</sup> /分×2台

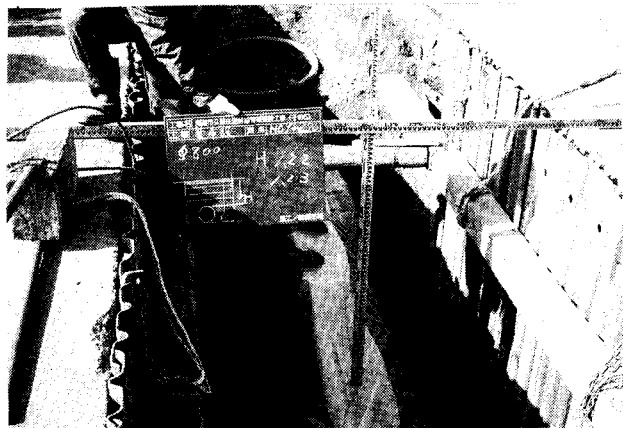
表-3 久保ポンプ場の東尾道幹線への送水量 単位 m<sup>3</sup>/日

記号	地区またはポンプ場名	全体計画水量			概要
		日平均	日最大	時間最大	
Q <sub>1</sub>	古 浜	7,230	9,142	13,899	
Q <sub>2</sub>	美 ノ 郷	2,821	3,713	5,335	
Q <sub>3</sub>	久 保	39,536	51,478	75,665	
Q <sub>4</sub>	越 面	291	340	565	
Q <sub>5</sub>	新 高 山	1,528	2,014	2,889	
Q <sub>6</sub>	倉 ノ 内	208	251	400	
Q <sub>7</sub>	浜 田	272	338	521	
Q <sub>8</sub>	東尾道幹線への送水量	41,835	54,421	80,040	Q <sub>3</sub> +Q <sub>4</sub> +Q <sub>5</sub> +Q <sub>6</sub> +Q <sub>7</sub>

合、効率的に処理区内の下水を処理場まで輸送するためには、途中自然流下で収集された流入管内の汚水を幹線に送り込むため、流入管に対してもポンプで圧送するシステム（多重圧送システム）を採用した。

本市の多重圧送システムでは、図-2の系統図に示すとおり、流入管4カ所のうち、新高山幹線についてはその地形、水理条件により自然流下にて圧送本管に圧入が可能であったので、いわゆる自然圧送方式を採用したことが特徴である（図-3参照）。

写真-2 ダクタイト鉄管埋設工事



800mmはもちろんのこと、新高山幹線の呼び径200mmについても水撃作用に対しても最も強いダクタイト鉄管を採用している。（呼び径800mmT型5種管、200mmT型3種管）

## 5. 多重圧送システムについて

従来、途中流入管がある場合どうしてもその先が自然流下管となり、圧送方式が下水処理システムとして採用しづらい要因のひとつとなっていたが、本市処理区の場合、

## 6. 久保圧送幹線の維持管理

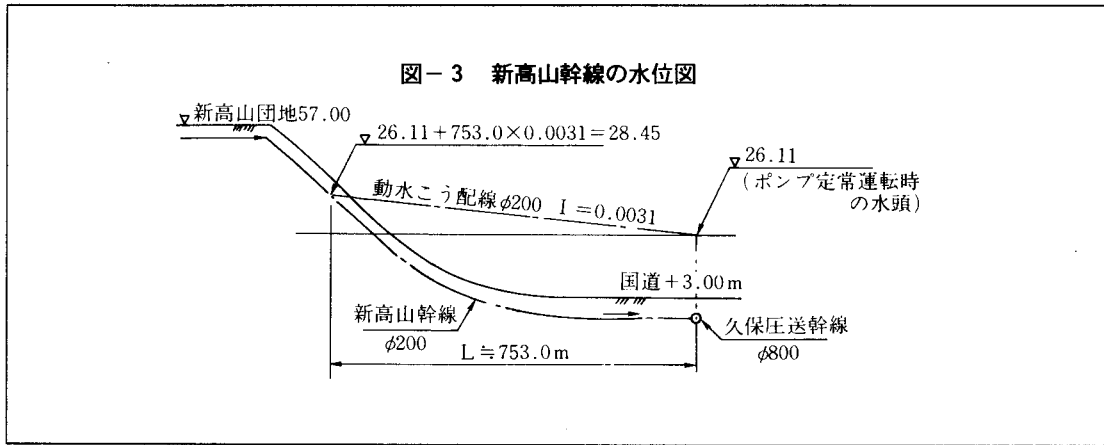
管路施設に課せられた役割は、下水を効率よく処理場等へ輸送することである。また、その機能をできる限り長期間保持することでもある。

近年、管理施設の腐食やそれに伴う道路の陥没事故などがおきている。その主な原因は硫化水素（H<sub>2</sub>S）によるものである。また、同物質によって人孔からの悪臭の原因になったり、時には管路施設の維持管理職員の中毒や死亡事故にも至っている。

このような管路施設の現状をふまえて、硫化水素による腐食を考えることは重要である。久保圧送幹線は、全体計画3,160mのうち1991年（平成3年）7月に新高山地区（1,000m<sup>3</sup>/日）を接続し、自然圧送による送水で延長1,700mを共用開始した。その後1994年（平成6年）4月に全体を共用開始することができた。維持管理のうち、管路施設をできる限り長期間保持するため、硫化水素対策を立て調査・実験・実施することにした。

その対策は次の3点とした。





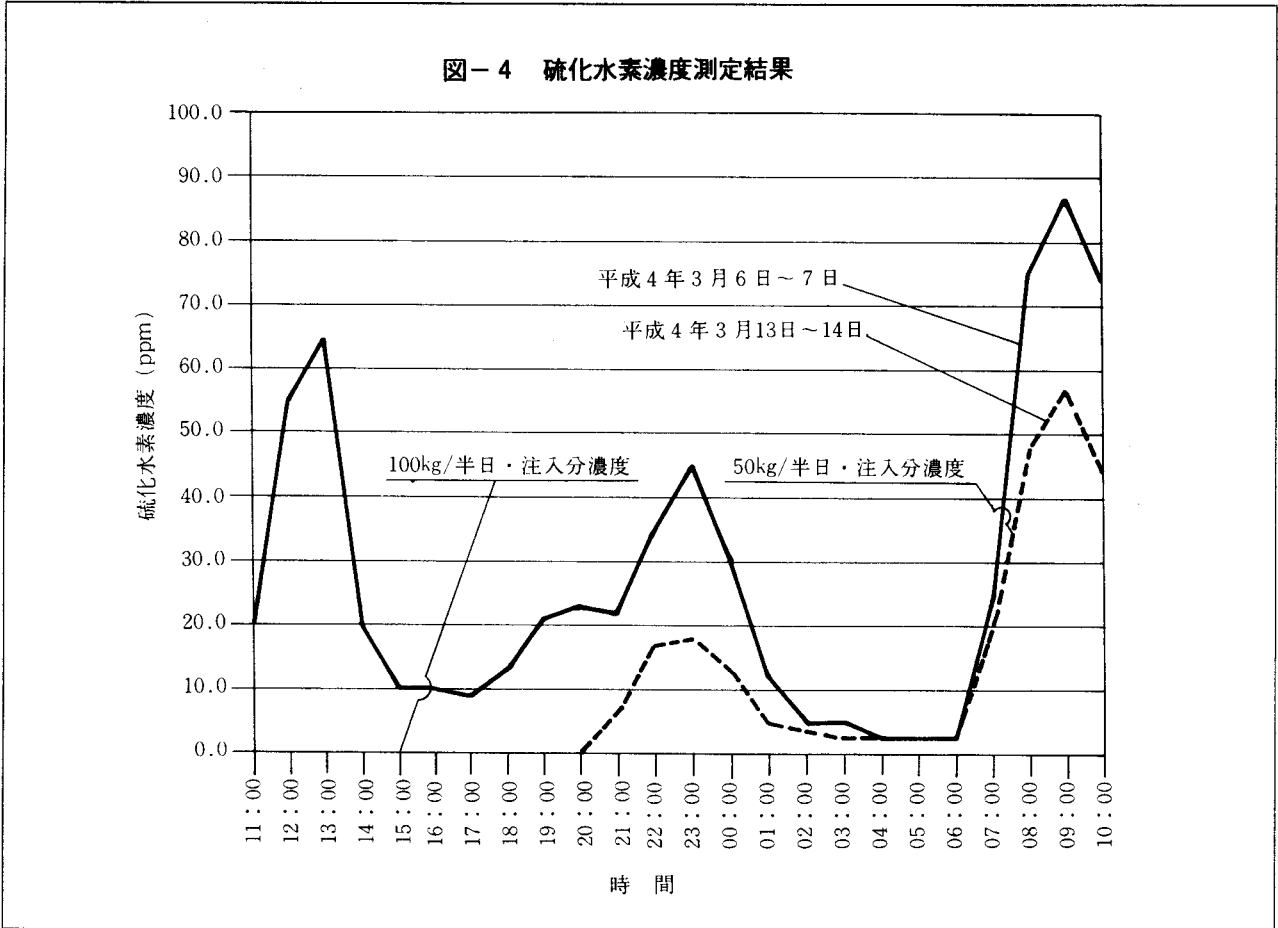
- ① 汚水圧送を満管で送水する。
- ② 硫化水素濃度を低下させる。
- ③ 汚泥堆積物 (SS) の除去

まず、管路施設の調査を1992年(平成4年)3月に行った。

- ① 管内の空気量については、空気弁が設置してある4カ所で数回空気弁を開いて空気を放出したところ、約20~30分の時間を要した。特に夏場は約1時間空気が放出され、相当量の空気

が管内にあることが確認された。

- ② 硫化水素の発生については、久保圧送幹線の流末に人孔2カ所で、気相中の濃度を24時間連続で測定した。測定値は最高87ppmであった。なお、夏に測定したところ測定値は最高122ppmであった。
- ③ 汚泥堆積物(SS)については、フラッシングができないため、日々たまっていると思われる。その量は計算で75kg/日(乾燥重量)と考えられる。次に、硫化水素濃度を低下できるかどうかの実験を行



った。方法は久保圧送幹線に添加物を注入し、注入前と注入後で比較して効果を測定することとした。

添加物については、色々の薬品を考えたが過酸化水素とし、測定場所は普通の人孔と副管付きの人孔の2カ所とした。

方法については次のとおりであった。

測定内容：硫化水素濃度（過酸化水素注入前・過酸化水素注入後）

測定日：3月6・7日（過酸化水素注入前・24時間連続）

3月12・13日（過酸化水素注入・24時間連続）注入は100kg/12時間を11:00～22:00と50kg/12時間を22:00～10:00まで注入した。

3月12・13日（過酸化水素注入後・24時間連続）

その硫化水素濃度測定結果は図-4のとおりであった。

図-4のとおり過酸化水素を100kg/12時間注入すると硫化水素濃度は測定されないが、50kg/12時間の場合でも濃度は低下する。

このことにより、硫化水素濃度を低下させることに過酸化水素注入が効果があることが確認された。

維持管理の実施については、フラッシングができるまで空気抜きと過酸化水素注入と汚泥堆積物（SS）の除去を実施することとした。空気抜きについては、月1回4カ所の空気弁を開いて強制的に空気を放出しているが、放出時間は長い箇所で10～20分位である。過酸化水素注入については、1993年（平成5年）4月より定量ポンプ（吐出量240m<sup>3</sup>/min）およびポリエチレン製タンク（容量5m<sup>3</sup>）を新高山前処理施設に設置して、過酸化水素注入を夏期（5～10月）には110kg/18時間/日、冬期（11～4月）には60kg/18時間/日注入し、（流入量の極端に少ない夜間6時間はタイマーで運転中止）、年何回か久保圧送幹線流末入人孔2カ所等で硫化水素濃度を測定している。その濃度はやはり夏期は高い数値となっている。

汚泥堆積物（SS）の除去については、新高山地区に前処理施設を建設し2台の除塵機を設置して、しき・ごみ等を取り除き久保圧送幹線のSSを押えるようにしている。

この維持管理の効果については、結果はまだ出てないが、次のことが考えられるのではないと思われる。

- ① 管路の機能をできる限り長期間保持できるとともに、道路の陥没事故および修繕工事も少なくなる。
- ② 過酸化水素を注入しても処理場の水処理および水質には、なんら影響をおよぼさないとともに機器についても機能を長期間保持できる。
- ③ 維持管理職員の事故も少なくなる。

この久保圧送幹線は、国道2号線に埋設してあり交通量も多く、また代替管路も無いので維持管理を十分にいき、その機能をできる限り長期間保持したいと考えている。

## 7. あとがき

本市ではその処理区の地形的要因（処理区形状がきわめて細長い。河川横断部が数多くある）および処理場の立地条件などより、総合的に優れる汚水の多重圧送システムを採用した。

多重圧送システムは、管路の土かぶりが浅くできることや、管路の複線化、ポンプ能力の変更（up）、あるいは当面の間必要となるポンプ場を絞れるなどの段階施工がしやすいことによる先行投資の削減効果があり、今後下水道事業の中心が中小の市町村に移っていく過程の中、着手しやすい下水道システムとして、採用される際に多少なりとも本報告がご参考になれば幸いである。

# 下水処理水循環モデル事業 (中水道) について

香川県木田郡牟礼町

下水道課長 三野重忠

## 1. はじめに

牟礼町は、香川県の県庁所在地である高松市の東側で、高松市内の中心部より東におよそ9kmの地点に位置し、行政面積は1,645ha、人口約18,000人の町である。

また本町は、北に標高370mの八栗五剣山、南に標高250mの山並みに挟まれ、東西に伸びる国道、J R、私鉄沿いに発展してきた。

八栗五剣山中腹には、四国霊場85番札所の「八栗寺」があり、一年中香煙の絶え間がない程、参詣客で賑わっている。

町の西側には、約800年前の源平合戦で知られる屋島壇ノ浦があって、那須与一の「扇的」、源義経の「弓流し」等々、当時を今に偲ばせる歴史の町としても知られている。町の北東部、志度湾に面した役戸地区は昔から窯業の里として栄え、また、屋島湾に面した久通り地

区は、堅く、素晴らしい光沢のある、世界で一番高価な庵治石の里として栄えてきた。

町は、昭和49年に第1次牟礼町長期振興計画を策定し、本町の長期ビジョンとして「快適生活都市牟礼」を目指している。また、若者が国際人として各地で活動できるように、アメリカのエルバートン市との姉妹都市提携を行い、「人」「物」「文化」等の交流を図り、特に、教育に力を入れている。

## 2. 牟礼町の下水道事業の状況

牟礼町は、昭和30年代前半から高松市のベッドタウンとして宅地開発が各所で行われ始め、当然ながら人口の増加、これに伴う河川の汚染問題等が発生するようになり、議会でもこれらに議論が集中するようになった。

これを契機に、公共下水道が昭和46年に事業着手され、

昭和54年10月23日に供用が開始された。

平成6年4月1日現在、水洗化率84.5%、整備率71.8%、普及率73.8%となっており、普及率の香川県平均20%、全国平均約49%を越えている事は23年間の努力の結果である。

今後、普及率100%を目指し、処理敷地面積5.05haの標準活性汚泥方式により、表-1に示す処理区域面積659ha、処理人口28,400人、処理能力17,000m<sup>3</sup>/日を分流式で計画している。

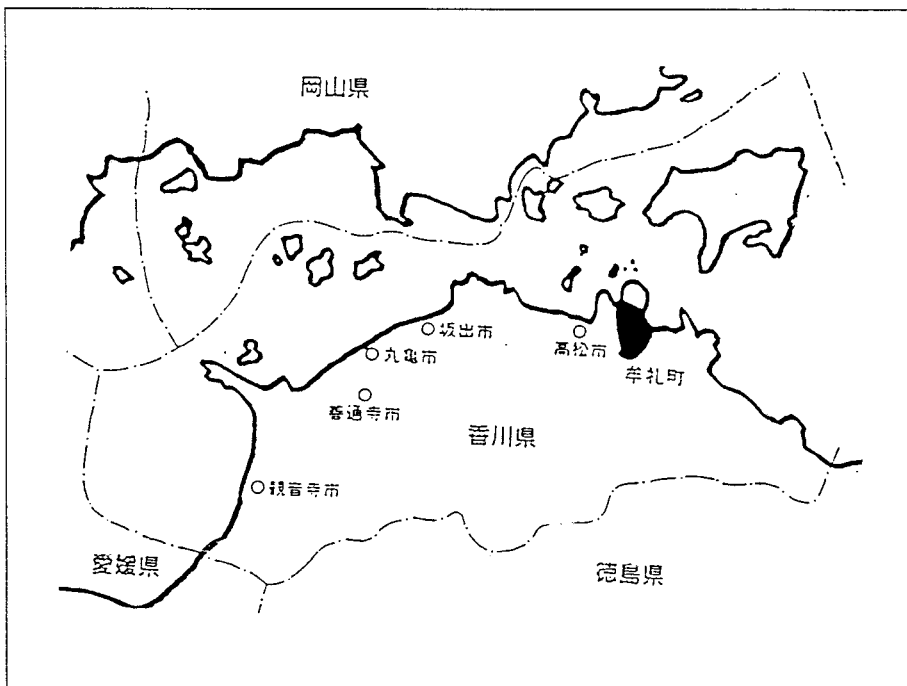


図-1 牟礼町位置図

表-1 計画の概要

項目		区分		全体計画	今期事業計画	
		計画目標年度		平成20年	平成11年	
計画処理区域面積 (ha)	市街化区域			476.8	476.8	川東地区埋立地 A = 2.8ha 含む
	市街化予想区域			182.00	51.5	
	計			658.8	528.3	
計画処理人口 (人)	市街化区域			21,970	14,816	
	市街化予想区域			6,430	640	
	計			28,400	15,456	
家庭汚水量原単位 (ℓ/人・日)	日平均			430	380	
	日最大			580	515	
	時間最大			835	740	
分 区 別  計画汚水量  (m <sup>3</sup> /日)	西部第1	日平均		7,283	4,007	
		日最大		9,802	5,407	
		時間平均		14,074	7,734	
	西部第2	日平均		1,530	767	
		日最大		2,065	1,040	
		時間平均		2,973	1,494	
	東部第1	日平均		2,755	889	
		日最大		3,717	1,205	
		時間平均		5,350	1,731	
	東部第2	日平均		1,044	610	
		日最大		1,409	828	
		時間平均		2,032	1,194	
計	日平均		12,612	6,273		
	日最大		16,993	8,480		
	時間平均		24,429	12,153		
降雨強度公式				$I = \frac{3240}{142I} (40 \text{ mm/時})$		
雨水流出係数				0.55		
施設計画	ポンプ場	汚水		2ヶ所	2ヶ所	
		雨水		7ヶ所	7ヶ所	場内雨水ポンプ場合む
	処理場	系列		4系列	2系列	
		能力		17,000m <sup>3</sup> /日	8,500m <sup>3</sup> /日	
		水質(mg/ℓ)		流入 BOD = 210, SS = 200, 放流 BOD = 162, SS = 240		

### 3. 本計画に至った背景

香川県は、年間平均約1,200mmという非常に降雨量が少ない県である。

このため、飲料用水、工業用水、農業用水等の一部を高知県、徳島県に依存している。特に高知県の早明浦ダ

ムから供給を受ける香川用水を昭和58年に完成させ、水源の確保に当たっているが、平成6年のような異常渇水に見舞われれば、県都高松市中心に給水制限を行わざるを得ない状態に陥る。

また、牟礼町においても香川用水に100%依存しているため、渇水時には水不足の状態となり対策に苦慮している。

表-2 使用水量内訳

場外利用分計画水量 1期計画：約2,100m<sup>3</sup>/日

全体計画：約5,200m<sup>3</sup>/日

項目	区分	全体計画 (m <sup>3</sup> /日)	認可計画
御山公園 ・散水 ・トイレ ・修景(滝)		10,600 m <sup>2</sup> × 5 ℓ / m <sup>2</sup> = 53	同 左
		21 個 × 3,400 ℓ / 日 / 個 = 72	
		0.5m <sup>3</sup> /min × 1,440 × 10/24 = 300	
		計 425	
石匠の里公園 ・散水 ・トイレ		11,050m <sup>2</sup> × 5 ℓ / m <sup>2</sup> = 56	同 左
		27 個 × 3,400 ℓ / 日 / 個 = 92	
		計 148	
総合体育館 ・散水 ・トイレ		770m <sup>2</sup> × 5 ℓ / m <sup>2</sup> = 4	同 左
		21 個 × 3,400 ℓ / 日 / 個 = 72	
		計 76	
関連住宅		500 人 × 40 ℓ / 人 / 日 = 20	同 左
牟礼町公民館		60	同 左
高松北高校		140	同 左
工業用水		540	同 左
農業用水		3,500	5 0 0
合計		4,909	1, 3 0 9

注) 原単位(日最大)の推定値  
 散水=建設省散水基準  
 トイレ=し尿浄化槽基準  
 関連住宅=水洗便所利用実績

しかしながら、このような中でもトイレの水洗化が年毎に進み、この普及に比例して水道水の使用量も年々増加してきている。また、将来の人口増大を予想した時、香川用水からの供給だけでは対応し切れないことが考えられる。

そこで、用水使用の節約を図るため下水処理水の再利用を考え、建設省から「下水処理水循環モデル事業(都市型I型)の認定を平成4年9月に受け、事業計画を実施に移した。

事業内容は、二次処理水を再処理し、公園内、体育館の散水、トイレ等、住宅、公民館、学校のトイレ用水、工業用水、農業用水に再利用するための砂ろ過施設、ポンプ、配管工事、計装設備からなっている。再利用する水量の内訳を表-2に示す。

#### 4. 圧送管種の選定

下水道管路には、遠心力コンクリート管(ヒューム管)、陶管、硬質塩化ビニール管が主に使用されているが、これらは自然流下(いわゆる無圧管路)が大半であり、今回の事業計画では圧送管路であること、また流量、埋設深さ等からも検討対象から除外した。

圧送管路として、ダクティル管、鋼管等があるが、耐震性があること、また、本町の上水道に使用され、実績、

品質、強度、耐久性および水密性に優れ、施工が容易であり維持管理が良い等を考慮してダクティル管を本事業の管路材料に採用した。

#### 5. 設計と施工

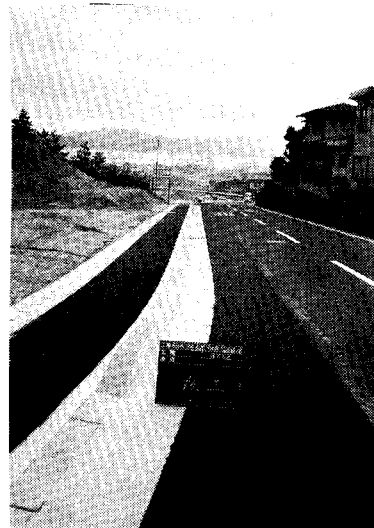
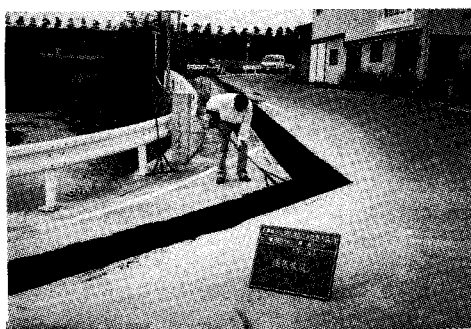
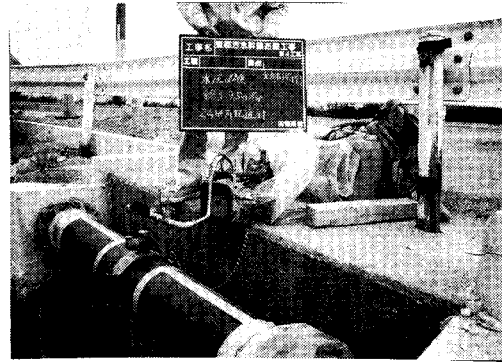
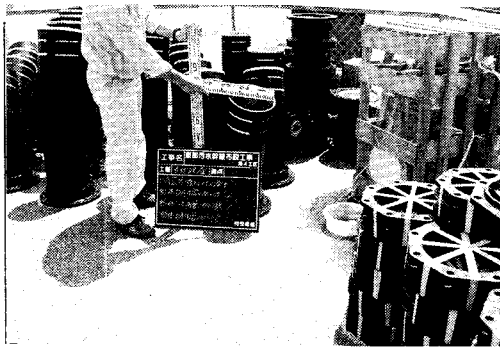
牟礼町が計画した下水処理水循環モデル事業は、全体計画で5200m<sup>3</sup>/dayの認可を受けて事業に着手した。平成4年度から平成6年度の今期計画においては2100m<sup>3</sup>/dayの処理能力を有しており、送水ポンプ125mm×1.8m<sup>3</sup>/min×2台で当面圧送することとした。これらより管路の口径はφ250となったが、前項でも触れたように圧送管の材質はダクティル管とした。

設計時に最も心配されたのが、ウォーターハンマーによる管路の損傷であった。総延長約4kmの施工途中にはアップダウンが多く、各所に空気弁等を設けてその対策を行った。またウォーターハンマーによりダクティル管自体の破損は考えられないが、接続部分は離脱防止金具等で抜け出しに万全を期した。

施工は単年度で実施することができなかつたので、工事区分け等にも配慮し、平成5年度末にはすべての配管布設を完了させた。布設にあたっては『中水』であるので、配管区分ができるよう全路線『黄色』テープ表示に合わせて、全管をポリエチレンスリーブで保護した。

表-3 工事工区一覧

平成4年度	・ 東部污水幹線布設工事第1工区 DCIP φ 250 L = 785.49m	Σ L = 2,138.35m
	・ 東部污水幹線布設工事第2工区 DCIP φ 250 L = 739.52m	
	・ 東部污水幹線布設工事第3工区 DCIP φ 250 L = 613.34m	
平成5年度	・ 東部污水幹線布設工事第1工区 DCIP φ 250 L = 249.95m	Σ L = 1,836.31m
	・ 東部污水幹線布設工事第2工区 DCIP φ 250 L = 421.95m	
	・ 東部污水幹線布設工事第3工区 DCIP φ 250 L = 664.00m	
	・ 東部污水幹線布設工事第4工区 DCIP φ 250 L = 500.41m	



## 6. モデル事業の実施状況と将来への展望

本下水処理水循環モデル事業は、平成4年9月16日に着手し、平成6年3月31日に完成した。

平成6年は、讃岐砂漠といわれるほどの異常渇水にみまわれ、新聞、テレビなどのメディアに連日報道された。この水不足に対し、処理再生水をトイレ、散水などに使用する本事業が注目された訳であるが、建設省による全国自治体への処理水再利用事業の推進の連絡がなされた事も周知の通りである。

本事業の完成後は、設備の異常あるいは事故等も無く、諸設備の機能も計画通り十分に発揮している。

牟礼町下水道は分流式で、塩屋ポンプ場～浄化苑（処理場）へ送水、処理し、これを砂ろ過により再処理することで、町の各種公共施設のトイレや散水に使用できる用水の確保を図った。さらに、今回計画に入らなかった公共施設、地場産業のための工業用水、農業用水等にこの再生水の利用促進を下水道普及率の向上と共に図りたい。

## 7. おわりに

牟礼町の下水処理水循環モデル事業の概要について述べた。

今回、この工事にあたって、配管技術に関する基準、設計施工の資料が整備され、実施に携わった監督員の知識の修得ができた。

今後、圧送管路の技術向上に努め、事業の推進と維持管理に十分な対応を行いたいと考えている。

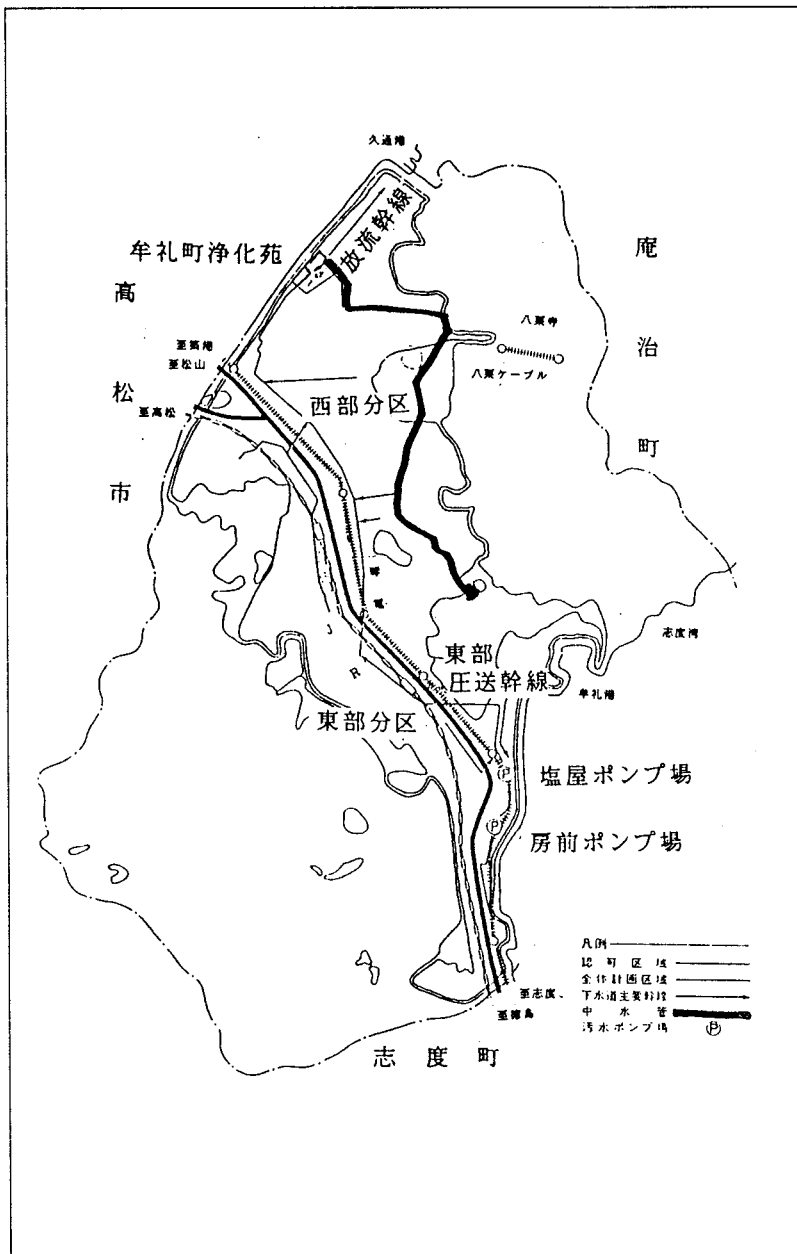


図-2 モデル事業位置図

# 伊予三島市における 圧送管路河川横断の施工事例について

伊予三島市建設部下水道課

技術専門員(兼)下水道計画係長 山内英政

## 1. はじめに

伊予三島市は、北四国の中央部に位置し、北部は瀬戸内海の燧灘に面する細長い平坦部で、人口の98%が集中し都市的色彩が濃い。また南部は本市の面積の8割を山間部で占め、法皇山脈が急勾配で張立ち嶺南平坦部とは区切られた地形となっており美しい自然が維持されている。

吉野川支流の銅山流域を含む嶺南一帯は富郷溪谷を始めとする美しい自然環境に恵まれており、多目的ダムの金砂湖とその湖畔一帯にかけては四季それぞれに色彩が豊かで、金砂湖県立自然公園及び国民休養地の指定を受けている。

金砂湖の水は隧道で嶺北平坦部に引かれ、水力発電に

利用されるとともに、上水、農業用水、工業用水として重要な水資源となっている。

また各種事業も着々と進められており、運動公園をはじめ道路整備事業、さらに海上交通の拠点である重要港湾の整備、富郷ダム建設、都市再開発用埋立造成事業や県下随一の整備率をほこる下水道事業等の進捗に伴う街の整備、発展が期待されている。

下水道の整備に関しては、昭和48年より事業を着手し、全体計画1645ha中昭和56年3月末に72haの供用を開始した。その後着々と事業を進め、平成5年度末までに、汚水中継ポンプ場3ヶ所、雨水中継ポンプ場1カ所を設け、現認可面積762ha中整備済及び供用開始面積627haとし、整備率82.3%となっている。また平成5年度末人口38,715人に対し水洗化人口は26,302人となり水洗化率

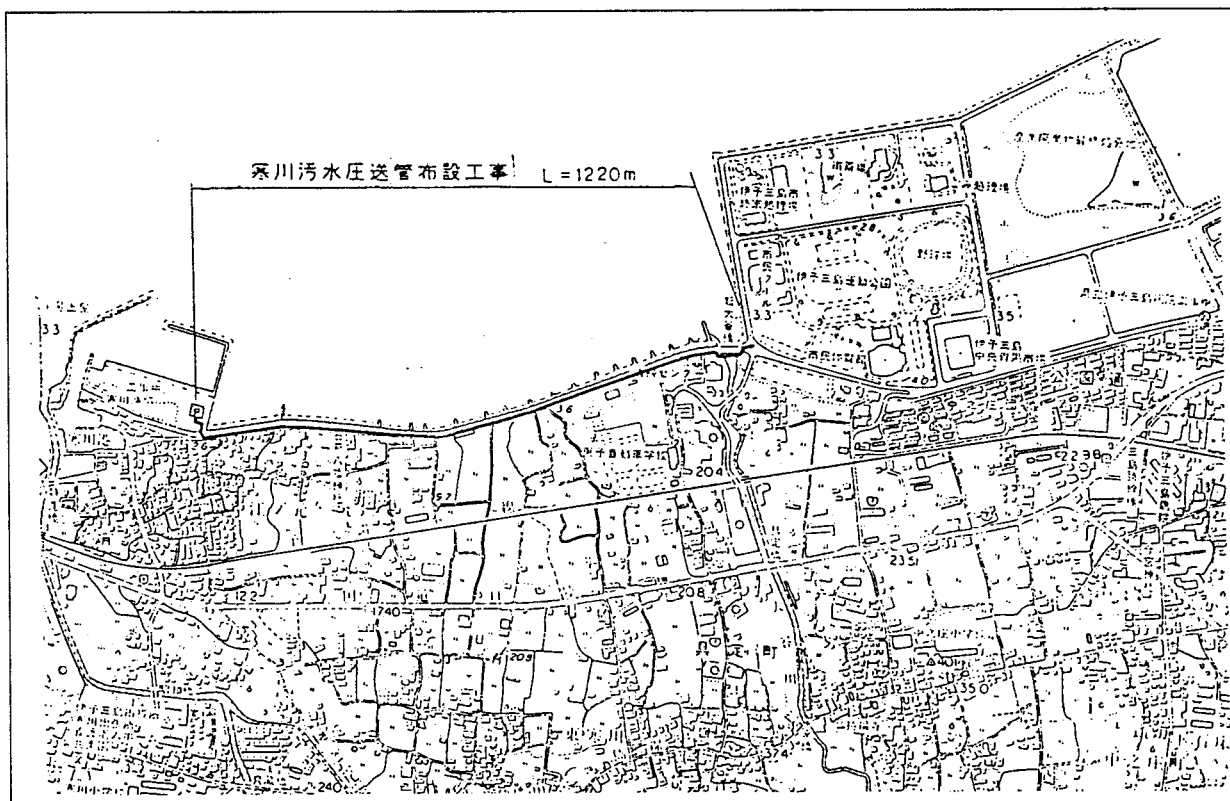


図-1 位置図



表-1 汚水圧送幹線内訳表

幹線名	管径・延長	汚水中継ポンプ規模	供用開始
三島圧送幹線	φ 400 × 743m	φ 200 × 3.9m <sup>3</sup> /分 × 19.0m × 22kw × 2台	昭和56年3月
村松圧送幹線	φ 200 × 1,640m	φ 150 × 1.5m <sup>3</sup> /分 × 28.0m × 15kw × 2台	昭和62年3月
寒川圧送幹線	φ 250 × 1,220m	φ 150 × 1.8m <sup>3</sup> /分 × 21.5m × 15kw × 2台	平成5年3月
豊岡圧送幹線	φ 150 ~ φ 250 × 3,250m	マンホール形式ポンプ場(多段・多重圧送) φ 100・φ 150	平成9年3月末予定

は67.9%と県下では際立っている。

参考までに、表-1に汚水圧送幹線内訳表を示す。

ここに紹介する汚水圧送管は、平成4年度末に88haの区域を供用開始すべく、寒川中継ポンプ場よりの汚水圧送管の計画及び施工について、主に、河川横断区間40.58mをダクタイル鉄管による水管橋とした経過及び施工概要について報告する。

## 2. 寒川汚水圧送管路について

### 1) 寒川汚水圧送管路の概要

当計画は、寒川汚水中継ポンプ場より、伊予三島終末処理場に流入する三島第1汚水幹線までの間を圧送する圧送管路布設計画である。

当計画路線は、両側に歩道を有する幅員7.0mの2車線の市道「金子豊岡海岸線」で、流入手前では河川幅40m程の2級河川「大谷川」を横断する。(図-1)

以下に、当工事を施工するに当たって、計画地域の各条件を把握し最適な工法の選定とその検討を行う。

### 2) 設計概要

- ア) 施工延長：L = 1220m
- イ) 計画管径：呼び径250mm
- ウ) 土被り：車道部最小1.2m
- エ) 特記：将来250mm 1条追加埋設

### 3) 基本工法

当計画は、圧送管路の計画であり、支障物件が無い限り、できるだけ浅埋設にて施工するのが有利となり、最小土被り1.2m以上での開削工法によるダクタイル鉄管250mm T型3種管にて道路区間は埋設する。

### 4) 河川横断区間の検討

河川横断区間については、上越し横断を行うか、下越し横断をするかを横断地点の地形、地質、用地及び施工の難易度、経済性などを比較検討し、ダクタイル鉄管での水管橋に決定した経過を下記に記述する。

## 3. 河川横断区間の施工方法について

当初計画では、以下の二工法について検討を行った。

### 1) 水管橋方式(河川上越し横断)

河川横断地点に既設橋梁がない場合や、橋梁添架が困難な場合、一般的には水管橋が維持管理に便利で施工が容易であり、経済的であることが多いため採用されることが多い。

現在の水管橋は、パイプ自体を水管橋の主桁とする形式が原則となっており、水管橋の種類としては、次の3種類に大別され、それぞれの構造、形式によって幾つかの形式に分類される。

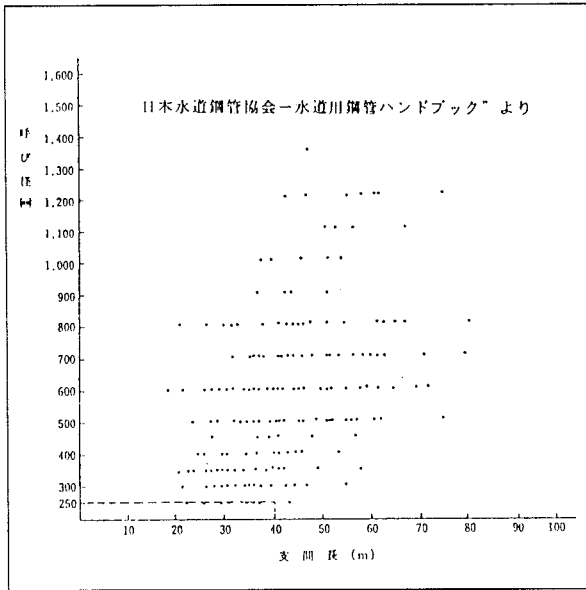
- ア) 直管自体を梁とするパイプビーム方式
- イ) 直管自体を梁とするパイプアーチ方式
- ウ) 直管と補剛部材との組合わせを梁とする補剛方式

いずれの形式にするかは、支間、管径及び架設地点の地形、地質等により選定するために下記の点を留意する必要がある。

- a) 管径、支間長、架設地点の地理的条件を考慮した最も適切な構造形式を選ぶこと。
- b) 自重、水重、地震荷重及び風荷重に対して安全性のあるもので、桁下空間は建築限界その他関係法規に基づいて定めること。
- c) 支持部分は、管の変形、内圧、温度変化に対して安全な構造とすること。
- d) 橋台部の立上がり管付近に、たわみ性のある伸縮継手を設け、屈曲部には所要の防護工を施すこと。
- e) 必要に応じて橋脚に防衛杭を設けること。
- f) 水管橋の最も高い位置に空気弁を設け、必要に応じて管理歩廊を設けること。

既存橋梁の場合、橋梁及び基礎ともに設計時に添架管等の増加荷重を見込んでいないため、添架方式

図-2 トラス補剛水管橋の支間長と呼び径



は認可されないという設定の基に、上記検討事項より、呼び径250mmで支間長40mが可能な形式として、将来1条を増設しても対応できるトラス補剛形式を選定した。(図-2参照)

2) 推進工法方式 (河川下越し横断)

設計条件

- ア) 管径 : 推進管800mm、圧送管250mm×2条
- イ) 推進延長 : L=47m
- ウ) 土被り : 現況河床-2m
- エ) 土質 : 玉石粘土混り砂礫 (玉石径300~400mm)

工法	①上越し横断	②下越し横断
項目	トラス補剛形式水管橋	水平ボーリング工法 (二重管形式)
施工断面		
工法概要	パイプビーム形式では、強度又は剛性の不足するような長支間の小口径水管橋に利用される。本管を上弦材又は下弦材としてトラス構造により、強度、剛性を補強する形式である。	推進管 (鋼管) の中に切削ビットを装置したケーシングロッドを組み入れ、ケーシングの回転によって、地山を切削し推進管を同時に推進する。排土はケーシングロッドによって行う。推進完了後、推進管内に塩ビ管を布設し、推進管と塩ビ管の空隙に充填材を注入して固定する。
特長	立地条件がよければ施工容易	維持管理容易。 施工条件がよければ水管橋より経済的
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・垂直及び水平荷重に対し剛性が高いため小口径の管を長支間渡すのに有利。</li> <li>・上弦材及び下弦材を本管として利用するため、同管径で2条の管を渡す場合に有利。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・巨大礫が無理なく取り込める。</li> <li>・掘削土砂の排出が無理なくできる。</li> <li>・作業員は立坑内作業であるため、安全性が高い。</li> <li>・ビット磨耗により切削不可能となった場合でもビット交換が可能であり、推進を継続できる。</li> </ul>
短所	定期的に外面塗装の維持管理が必要。	施工条件によっては補助工法が必要。
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補剛材により全体重量が大きくなるため橋台等の構造に注意を要する。特に軟弱層がある場合は杭基礎等を併用する必要がある。</li> <li>・水管橋製作費用が高い。</li> <li>・施工条件によっては下部工費用や架設費用が高くなり不利となる場合がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機械損料が高いため、推進費用が高い</li> <li>・精度管理がしにくい。</li> </ul>
当工区に於ける適応性	水管橋の製作費用が高く、下部工についても杭基礎を必要とするため、コストは高くなる。又、定期的に外面塗装等の維持管理費用が必要となるため、トータル的には不経済である。	地層変化や巨礫遭遇に対しても対応可能であり、万一の切羽崩壊時においても安全度が高い。施工費用は高いがトータルのには有利となる。
問題点	右岸橋台予定箇所に旧パラベットがありその撤去後でないと矢板、杭打ができない。	立坑築造に、補助工法を併用したライナープレート工法及びケコム工法が適応できるか検討。
判定	△	○

オ) 地下水、透水計数：河口部で干潮時でも管路部付近は滞水している。特に上部の砂礫層は、透水係数が非常に高い。

上記の条件より、玉石径に対応できる工法として、普通推進工法及び水平ボーリング工法があるが、透水性も高く海水の影響も大であるため、薬液注入の補助工法の期待値も低い。

よって、二重管形式による水平ボーリング工法を計画した。

以上の二工法の内、トラス補剛形式は地層及び地形より、杭基礎、コンクリート橋台の施工及びトラス補剛材の製作等困難が予想されるので、水平ボーリング工法 (二重管形式) による推進工法による施工を計画し積算を行った。(比較検討書参照)

表-2 河川横断区間の工法比較

#### 4. ダクタイル鉄管による水管橋について

当初計画案中より、推進工法による河川横断計画を決定し、発注図面も出来上がっていたが、その後、占用権者との協議により、将来分1条を含めたダクタイル鉄管を布設しても、橋台、橋脚等が安定上問題がない場合は、それに張出し基礎を設け水管橋による工法でよいとのことで、岡山県でも1スパンであったが、同一工法をしている箇所を視察し検討の結果、経済的で施工性及び維持管理が容易と判断し、本工法を採用した。

#### 1) 工事概要

- ア) 工事名 : 寒川汚水圧送管布設工事
- イ) 施工年度 : 平成4年度
- ウ) 工期 : H.4.10.22~H5.3.20
- エ) 施工延長 : L=1220m(水管橋2箇所含む)
- オ) 管種 : ダクタイル鉄管250mm
  - 道路埋設部 : T型3種
  - 水管橋部 : SⅡ形・FT形1種
  - (内面エポキシ樹脂粉体塗装)

#### 2) 施工

道路埋設区間のダクタイル鉄管T型3種管の施工は、容易で特筆すべきものはないが、注意したのは、一本毎にフィラゲージによる接合部の受口ゴム輪の位置をチェックし管の埋設を行った。

河川横断部のダクタイル水管橋は、工場で仮組検査を行ったものを、現場で接合し、前もって設置した取付金具上にトラッククレーンにて吊り降ろすという簡単な作業で施工できた。

尚、空気弁は下水道用空気弁を右岸側に設置した。(図-3・4、写真1~4参照)

参考のため、管の取付金具(端部、中央部)及び橋台、橋脚部の張出しコンクリートの図を示す。

(図-5・6参照)

図-3 水管橋側面図

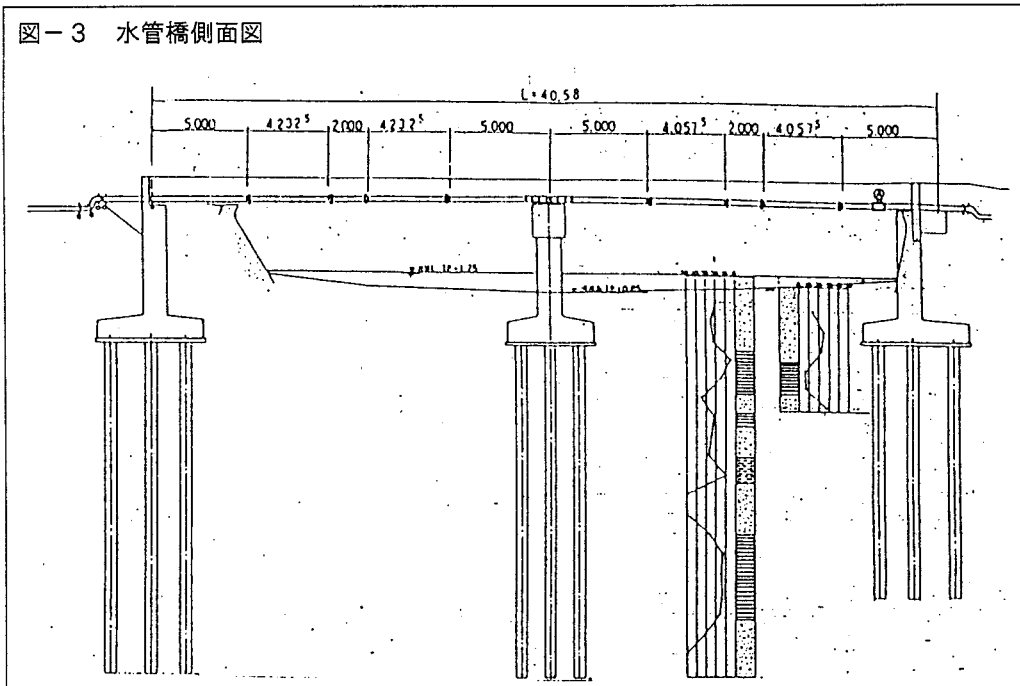


図-4 水管橋平面図

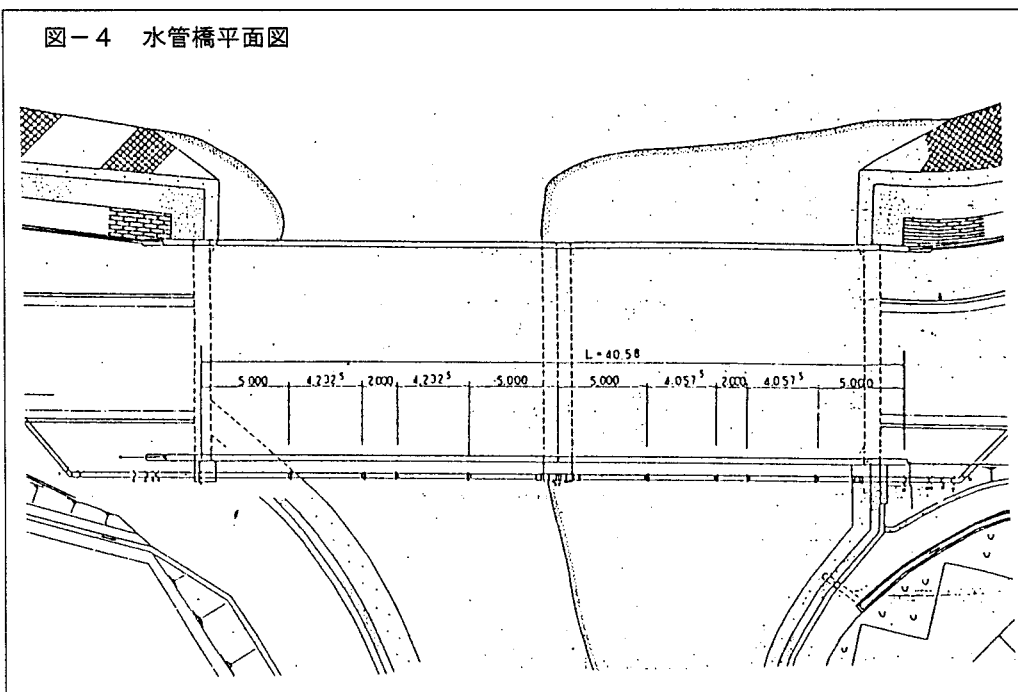


図-5 管取付金具

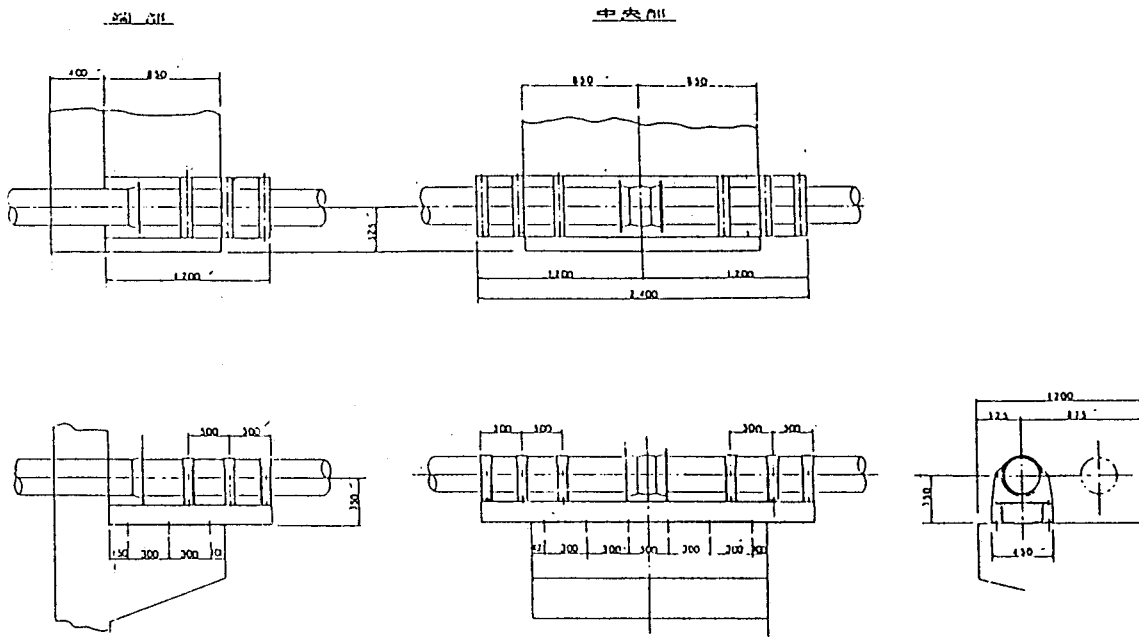
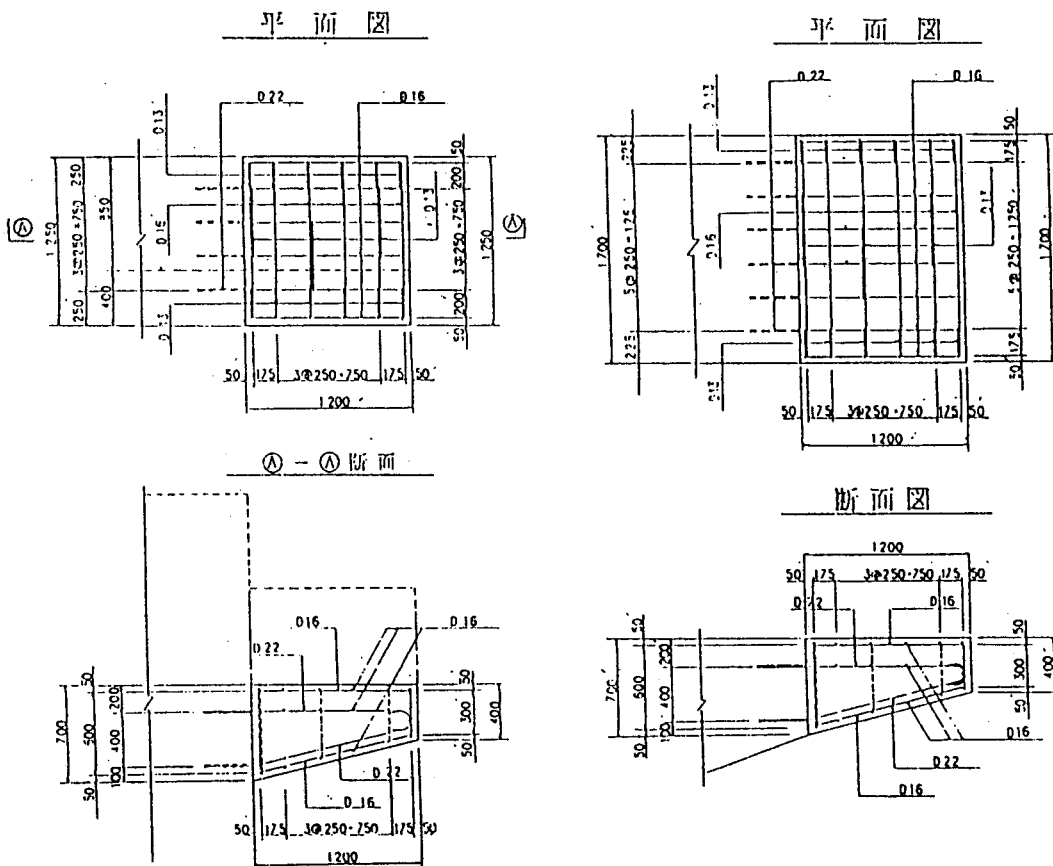


図-6 張出しコンクリート

右・左岸橋台張出し部配筋図

橋脚張出し部配筋図

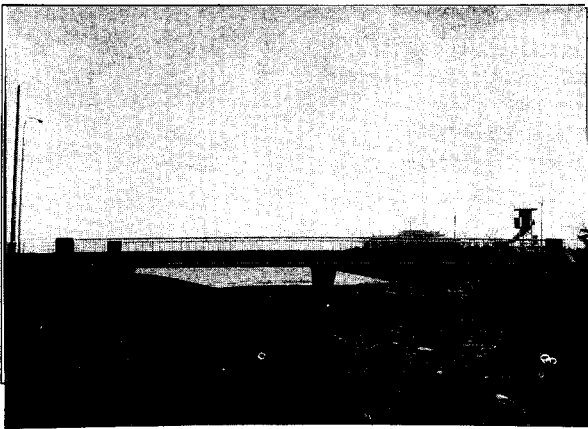


## 5. おわりに

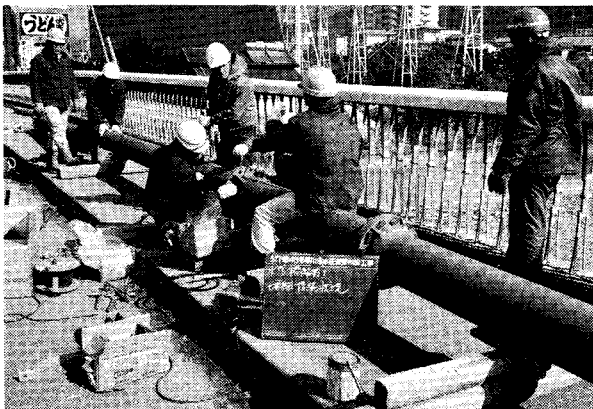
河川横断部を当初計画案の推進工法で施工していたとすると、両立杭の位置に、旧パラペットが存在し、その施工に困難を余儀なくされ、多大な労力を要し、本工法の数倍もの経費を要していただろう。

以上、当市の下水道施設の概要と汚水圧送管の計画、施工について報告させていただいたが、この事例が他都市の下水道の整備の推進に、多少なりとも参考になれば幸いである。

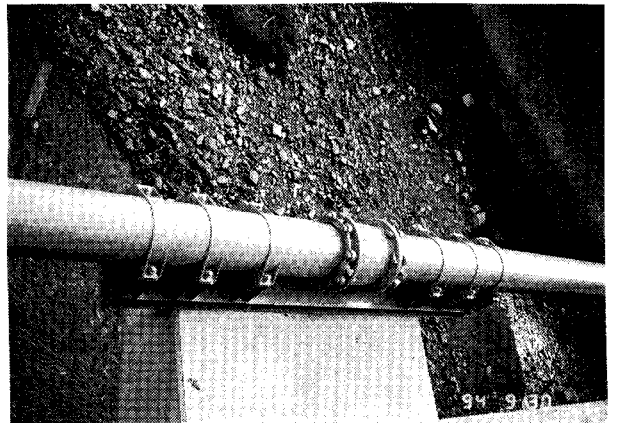
写真－1 竣工状況



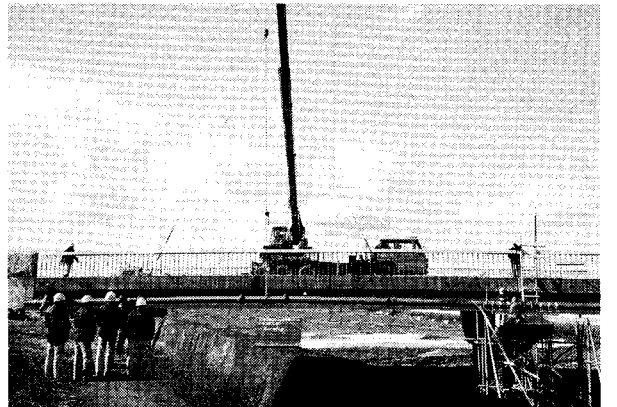
写真－3 管接合状況



写真－2 中央橋脚部



写真－4 管吊込状況



# 福岡市における 再生水利用下水道事業について

福岡市下水道局建設部

計画課長 高木 誠

## 1. はじめに

福岡市は九州の北部に位置し、北は博多湾から玄界灘を臨み、南に背振山系を抱き、気候が温暖で豊かな自然環境に恵まれた、行政面積340km<sup>2</sup>、人口約127万人を有する九州の政治、経済の中心都市である。

本市は、地理的にアジア大陸に近く、過去より日本の西の玄関として大きな役割を果たしてきた地理的優位性を利用して、近年においても国際都市、アジアの拠点都市としての役割を強く推進し、1989年にアジア太平洋博覧会さらに1995年にはユニバーシアード福岡大会も開催される等、都市の活力はますます増大しているところである。

## 2. 渇水の教訓

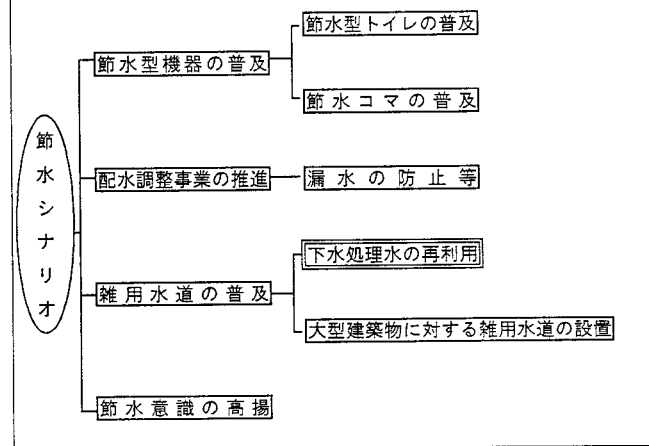
本市は、昭和53年5月から翌年3月にかけて福岡での観測史上希な渇水により、287日間に及ぶ給水制限を余儀なくされ、市民生活及び都市活動に多大な影響を受け、市民は身近に「水問題」を考える必要に迫られた。

これを契機に、昭和54年4月に市民生活と都市活動に必要な水を安定的に供給することを目的として「福岡市節水型水利用等に関する措置要綱」（節水要綱）を定め、行政と市民及び事業者が一体となって、「節水型都市づくり」に取り組むことになった。

この取り組みの一つとして、下水処理水が都市の中の安定した水源として再認識され、これを積極的に利用する試みで、昭和54年全国に先駆けて、建設省の「下水処理水循環利用モデル事業」の採択を受けて事業に着手し、昭和55年6月に供給を開始した。

なお、平成6年度より本事業は、建設省において「再生水利用下水道事業」に本格事業化されている。

図-1 節水施策図



## 3. 事業概要

本事業は、中部水処理センターの二次処理水を再生処理したのち、主に都市業務用の水洗便所の洗浄用水に使用する目的で、本市の中心市街地である天神地区の12カ所の官公庁ビルに供給を開始した。

昭和55年6月に供給を開始した当初は、400m<sup>3</sup>/日の施設能力で対応してきたが、平成元年3月からは市の中心部である天神・渡辺通り地区及び新しい街づくりを推進しているシーサイドももち地区を供給区域として設定するとともに供給対象を民間の大型建築物や中高層住宅にも広げた。

その後、施設能力も平成4年度末に3000m<sup>3</sup>/日まで増設し、市庁舎や博物館、福岡タワー、福岡ドーム等へも供給しており、平成7年2月現在で日最大供給量は2200m<sup>3</sup>/日となっている。

再生水の用途としては、水洗便所の洗浄用及び公園、街路等の樹木への散水用としている。

なお、供給水質については、中部水処理センターの二次処理水を砂ろ過によって浮遊物を除去したのち、さらに良好な水質となるようオゾン処理や塩素滅菌をしているため、臭いや色度の点などで殆ど上水と変わらない状態にある。

本市の水需要は、人口の増加やそれに伴う都市機能の増大などにより増加の一途をたどることが予測されることから、新規水資源の確保は無論のこと節水の向上に努めるとともに、都市内の水源である下水処理水の有効利用を積極的に進めていく必要があると思われる。

このため、平成5年度には、本市の陸の玄関である博多駅周辺地区及び海の玄関である都心ウォーターフロント地区を新たに供給区域に加え、全体の供給面積を770haに拡大し、再生処理施設の増設並びに再生水管路の整備を進め、新たな区域の供給開始を本年8月10日に行ったところである。また、再生処理施設の供給能力も4500m<sup>3</sup>/日に増設したところである。

なお、将来的には供給能力を8000m<sup>3</sup>/日とする計画である。

#### 4. 今回の渇水と再生水事業

本市では、平成6年5月からの福岡管区気象台観測史上初めてという少雨により、本市水源の3分の1を占める筑後川から約55%カットという非常に厳しい取水制限を

表-1 再生水利用事業計画諸元及び施設概要

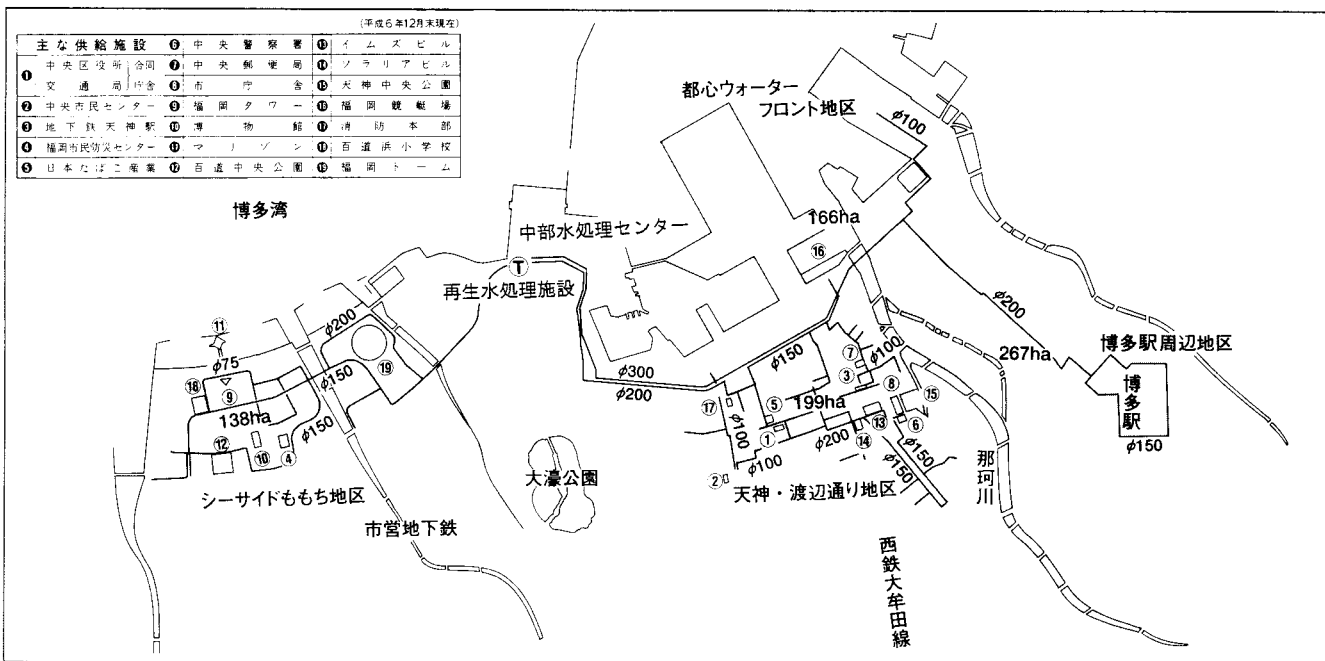
項目	諸元および内容
計画区域面積	天神・渡辺通り地区 199 ha
	シーサイドももち地区 138 ha
	博多駅周辺地区 267 ha
	都心ウォーターフロント地区 166 ha
	計 770 ha
再生水用途	大型ビルや中高層住宅の水洗便所の洗浄用水 公園、街路等の樹木への散水用水
日最大供給量	供給量原単位(日平均)×床面積×日変動率(1.4)
処理方法	二次処理水→砂ろ過→オゾン反応→塩素消毒
施設供給能力(日最大)	8000m <sup>3</sup> /日 (現有能力4500m <sup>3</sup> /日)
再生処理施設概要 (全体計画)	砂ろ過施設 9基(現況5基)
	オゾン反応槽 5基(〃3基)
	塩素滅菌池 2基(〃2基)
再生水管(配水管)	φ75～φ300 L=50km(現況=40.4km)

受けた。同時に市域内のダム貯水率が平成7年2月には約16%となり、平年に比べて約40%という非常に厳しい水事情であった。

このような状況のもと、平成6年7月20日に渇水対策本部を設置し、8月4日から295日間におよぶ給水制限を実施したところである。

再生水は下水処理水を再生処理して供給しており、給水制限に際しても24時間利用できることから、都市の安定した水源であるとの認識が多く市民に一層深まっている。

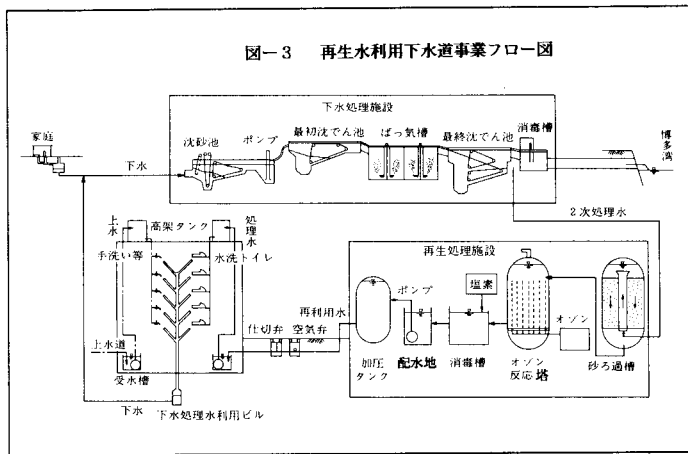
また、今回の渇水に際し上水需要緩和のため、これまでの水洗便所用水のみならず、一時的に工事の作業用水や消火用水として再生水を利用している。



## 5. 施設概要

### 1) 再生処理方式

再生処理方式の設定は、処理プロセスの実績、信頼性、維持管理の容易性を考慮し「砂ろ過+オゾン反応+塩素消毒」を採用した。本プロセスの中で「砂ろ過」は浮遊物質の除去、「オゾン処理」は臭気・色度の除去及びウイルスの殺菌、「塩素消毒」は殺菌作用の長期保持を目的としている。



### 2) 供給水質

供給水質については、使用上の安全性及び処理効果の把握のため、処理施設及び供給先において定期的に水質測定を行っている。(表-2)

この結果は、建設省設定の「下水処理水循環利用技術指針(案)」の水質基準を十分満足しており、現在のところ使用上の問題は生じていない。

表-2 供給水質

項目	福岡市水質基準	再生処理施設平均値	供給先平均値
大腸菌数(個/ml)	10以下	<10	<10
残留塩素(mg/l)	保持されていること	3.2	0.6
PH	5.8~8.6	7.5	7.4
臭気	不快でないこと	不快臭なし	不快臭なし
外観	不快でないこと	色度 2	色度 3
COD(mg/l)	30以下	5.9	6.3

### 3) 配水計画

配水計画については、再生処理施設に配水池を設置し、

ここから天神・渡辺通り地区、シーサイドももち地区、博多駅周辺地区並びに都心ウォーターフロント地区の3系統に分けて送水しており、管末圧力を1.5kg/cm<sup>2</sup>に設定し、送水圧力は約3~6kg/cm<sup>2</sup>でポンプ圧送している。

配管ルートは、水の停滞による水質悪化を防ぎ、かつ、安定した給水を図り、さらに経済性を考慮して極力管網とすることとしている。

### 4) 再生水管(配水管)

#### ① 布設状況

現在までに布設した再生水管は、下記のように40.4kmとなっている。

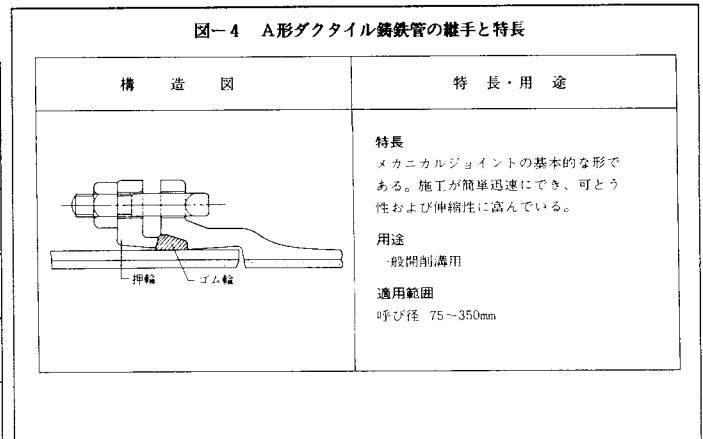
表-3 再生水管布設状況

計画水域	布設延長	呼び径
天神・渡辺通り地区	16.4km	φ75~φ200
シーサイドももち地区	9.5km	φ75~φ200
博多駅周辺地区及び都心ウォーターフロント地区	14.5km	φ150~φ300

#### ② 採用管種

再生水管の管種については下水道局策定の配水布設基準に準じており、公道に埋設する再生水管には水道や下水道圧送管路における実績並びに不等沈下等に対するジョイント部の安全性から、A形ダクタイル鋳鉄管を標準として採用している。

図-4 A形ダクタイル鋳鉄管の継手と特長



#### ③ ダクタイル鋳鉄管の内外面塗装仕様

ダクタイル鋳鉄管の内面については防食性能を考慮し、外面は防食性能と共に他の地下埋設物と明確に判別できるようにしている。



直管……内面：モルタルライニング  
外面：エポキシ樹脂4回塗り（黄色）  
異形管……内面：エポキシ樹脂粉体塗装  
外面：エポキシ樹脂4回塗り（黄色）

#### ④異形管防護工

再生水管の屈曲部、分岐部、切管部及び末端の栓やバルブ等には、水圧によって管を動かそうとする力（不平均力）が働く。そのためこのような箇所には、コンクリートブロックを設置するか離脱防止継手（SⅡ形継手やKF形継手等）または離脱防止金具（特殊押輪）を用いることが必要である。

本市では、再生水管が小口径で水圧が比較的低いこと、及び布設後すぐに埋め戻しを行う必要があることから、屈曲部や切管部等には特殊押輪を採用している。

#### ⑤誤接合・誤使用の防止対策

一般にダクタイル鋳鉄管等の地中埋設管の外面色は黒色であることから、輻輳する地中埋設物の中では管の区別を行うために、表示テープや標識等によって誤接合・誤使用防止対策を行っている。

特に、再生水管と水道管との誤接合や誤使用の危険性が高いことから、以下のような防止対策を再生水管に講じている。

- ア. 再生水管の外面上には、黄色の着色塗装を施す。
- イ. 再生水管の外表面腐食を防ぐために被覆するポリエチレンスリーブは、黄色に着色したものを使用する。
- ウ. ポリエチレンスリーブで被覆しない場合には、表示テープを1m間隔で配水管に巻き付けるものとする。
- エ. ポリエチレンスリーブで被覆する再生水管は、ポリエチレンスリーブの固定のためにテープを2m間隔で巻くものとする。この場合のテープは表示テープを使用するものとする。
- オ. 公道内に布設した再生水管の位置が識別できるように、再生水管の真上に標識テープを埋設しておくものとし、その土被りは原則として80cmとする。
- カ. 処理水用弁類には、弁蓋に「処理水」の文字を刻印するものとする。

## 6. 再生水の流れ

次ページ参照

## 7. 管理運営

### 1) 普及指導

新規に大型建築物（口径50mm以上の給水装置または、5000m<sup>2</sup>以上の延べ面積を有するもの）を建築する場合は、建築確認申請の段階で雑用水道の設置等水の有効利用及び節水のための対策を記した『節水計画書』を提出するよう行政指導を行っている。

その際、福岡市再生水利用下水道事業の供給区域内に建築する場合には、下水再生水利用の申請受付から承認及び使用開始届までの指導を下水道局の『福岡市再生水利用下水道事業実施要綱』により行っている。

また、再生水利用設備の完了検査を、建築局、水道局、衛生局及び下水道局が共同で実施している。

### 2) 供給対象

天神・渡辺通り地区、博多駅周辺地区及び都心ウォーターフロント地区においては、節水要綱の適用を受ける大型建築物及び公園等の施設に対して行い、シーサイドももち地区においては、これに中高層の集合住宅を加えて供給を行っている。

### 3) 再生水管の維持管理

再生水管の財産管理や維持、補修材料の保管及びメーターの取り替え等は下水道局で対応しているが、緊急な対応を必要とする再生水管の修繕や移仮設工事は、水道局及び水道サービスセンターに業務委託している。

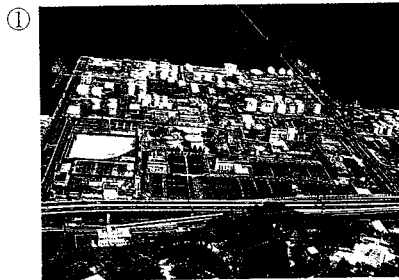
## 8. おわりに

再生水利用下水道事業は、市民の理解と協力により順調に進んでおり、多くの水資源を市域外に依存している

本市としては、下水処理水の有効活用は水源の開発と共に、今後も積極的に取り組んで行かなければならない課題であり、資源の有効活用という観点からも積極的に事業拡大を図りたいと考えている。

### 6. 再生水の流れ

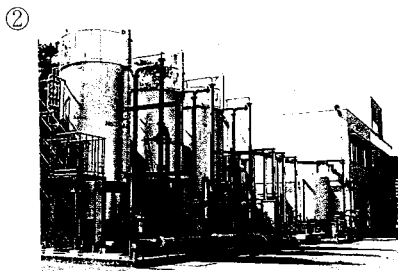
写真-1 下水処理場全景



各家庭やビル等から流れてきた下水は、この下水処理場できれいに浄化され、塩素で消毒したうえで博多湾へ放流している。



写真-2 再生処理施設全景



きれいになった下水処理水を再利用するために、さらに砂ろ過、オゾン処理できれいに浄化し、塩素消毒したうえで、ポンプにて圧送している。

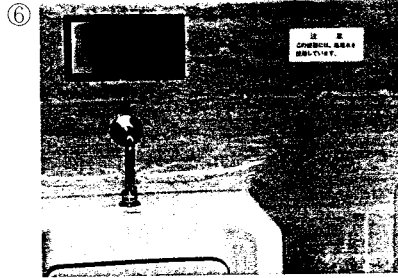


写真-3 再生水管



道路の中の再生水管は、他の地下埋設管（水道管、ガス管など）と間違えないように、黄色に識別している。

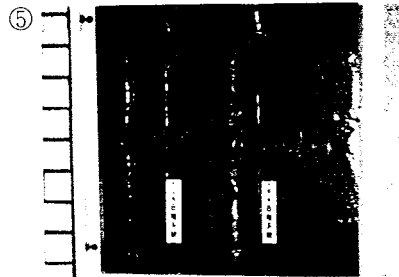
写真-6 水洗トイレの表示



水洗トイレには、再生水が使用されていることを表示している。



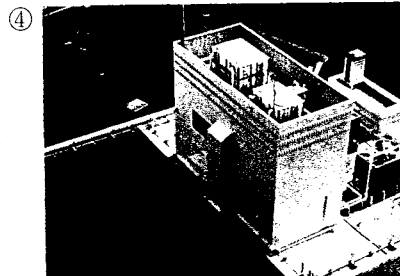
写真-5 パイプシャフト内配管の表示



ビルの中では、再生水用配管に表示テープを巻いたり若草色の着色表示をして、誤接合を防止している。



写真-4 高置水槽



ビルでは、上水専用タンクと再生水タンクをわけている。

# 隣の町と共に取り組む 下水道整備

中原 早人  
岱明町下水道課長

## 1. はじめに

岱明町は熊本県の北部に位置し、東を玉名市、西に長洲町、南に有明海を臨み、北は荒尾市の山林地帯に隣接しています。小岱山を分水嶺とし、東に境川、中央部に友田川がそれぞれ有明海に注ぎ込み耕地が広がっています。町内大野下にある蘇鉄氏宅前庭にある大ソテツは周囲約11m 臨み根元から16本の支幹に分かれている雌株で、樹齢1000年といわれています。鍋の松原海岸にあるコミュニティセンター潮湯は雲仙岳や有明海を眺めながら湯にひたれ、その景観は最高です。岱明町はこれまで行末川、境川りゅういと地先干拓地における稲作及び高台地域の果樹園を中心とする農業と、地先有明海域を

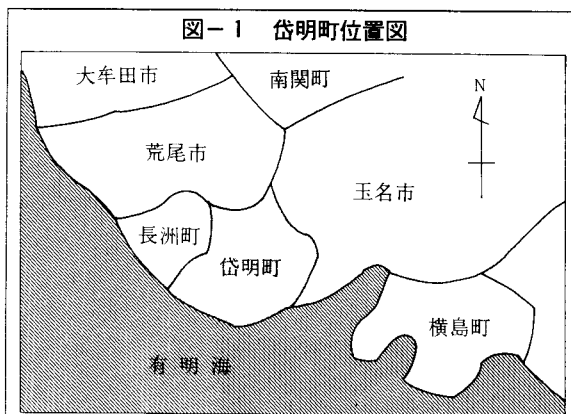


写真-1 大ソテツ



表-1 公共下水道事業計画表(汚水, 排水量)

内容		計画	全体計画	事業計画
下水道目標年次			平成23年度	平成10年度
排除方式			分流式	
計画処理区域名			標準活性汚泥法	
計画処理区域面積			627ha	248ha
計画処理人口			19,500人	7,770人
家庭 ・ 原 単 位	1人1日平均汚水量		485ℓ/人/日	437ℓ/人/日
	1人1日最大汚水量		620ℓ/人/日	557ℓ/人/日
	1人1日時間最大汚水量		890ℓ/人/日	801ℓ/人/日
家庭	日平均家庭汚水量		9,500m <sup>3</sup> /日	3,400m <sup>3</sup> /日
	日最大家庭汚水量		12,100m <sup>3</sup> /日	4,330m <sup>3</sup> /日
	時間最大家庭汚水量		17,400m <sup>3</sup> /日	6,220m <sup>3</sup> /日
工場	日平均工場排水量		850m <sup>3</sup> /日	200m <sup>3</sup> /日
	日最大工場排水量		850m <sup>3</sup> /日	200m <sup>3</sup> /日
	時間最大工場排水量		1,700m <sup>3</sup> /日	400m <sup>3</sup> /日
合計	日平均計画汚水量		10,350m <sup>3</sup> /日	3,600m <sup>3</sup> /日
	日最大計画汚水量		12,950m <sup>3</sup> /日	4,530m <sup>3</sup> /日
	時間最大計画汚水量		19,100m <sup>3</sup> /日	6,620m <sup>3</sup> /日

表-2 公共下水道事業計画表(処理場, ポンプ場)

内容		計画	全体計画	事業計画
計画年度			昭和51年度 ～平成23年度	昭和51年度 ～平成10年度
終末 処理場	放流先(市, 町)		長洲	長洲, 玉名
	長洲町計画水量 (日最大)		22,500m <sup>3</sup> /日	8,120m <sup>3</sup> /日
	岱明+長洲(日最大)		33,450m <sup>3</sup> /日	12,370m <sup>3</sup> /日
	処理能力		33,450m <sup>3</sup> /日	13,380m <sup>3</sup> /日
ポンプ場	大野下 (汚水中継)	流入量	0.0937m <sup>3</sup> /S	0.0246m <sup>3</sup> /S
		敷地	450m <sup>2</sup>	450m <sup>2</sup>
	岱明 (汚水中継)	流入量	0.2210m <sup>3</sup> /S	0.0719m <sup>3</sup> /S
		敷地	1,200m <sup>2</sup>	1,200m <sup>2</sup>
降雨強度			59.5mm/hr	59.5mm/hr
流出係数			C=0.2~0.7	C=0.2~0.7
概算事業費(千円)			15,634,000	7,831,209

漁場とする漁業を二大産業とする一次産業主導型の町として経過してきました。しかし近年、熊本県が進める開発基本計画の中核を占める有明工業地帯のほぼ中心に本

表-3 地目別面積表

区 分	面積 (ha)	構成比 (%)
水 田	1,120	50.5
畑	236	10.6
樹 園 地	189	8.5
宅 地	159	7.2
山林・原野	89	4.0
そ の 他	426	19.2
総 数	2,219	100.0

表-4 区域面積及び人口表

処理区名		面積 (ha) 下段は認可	平成23年人口 下段は認可
岱 明 処 理 区	北部処理分区	108.0 [ 27.3]	3,400 [ 860]
	東部処理分区	217.5 [ 94.3]	6,600 [ 2,800]
	中央処理分区	155.0 [ 57.8]	4,800 [ 1,790]
	南部処理分区	82.1 [ 33.5]	2,500 [ 1,020]
	下沖洲処理分区	64.4 [ 23.1]	2,200 [ 800]
小 計		627.0 [236.0]	19,500 [ 7,270]
玉名処理区		[ 12.0]	[ 500]

町が位置するため、まちの随所に都市化の兆しが現れています。今後、更に大工場の立地、建設と共に都市化も急速度で展開するものと予想されます。交通網は中央部を東西に鹿児島本線が貫通し、その北側を国道208号線、南側を国道501号線がこれも東西に走り、これらの国道を地方道が南北に結んでいるため、交通の便はいたって良好といえます。

下水道整備に関しては、有明工業地帯の開発計画の進展による有明海及び各河川の水質汚濁の進行を防止するため、昭和51年度に全体区域687ha、許可区域218haについて着手しました。しかし、その後社会情勢の大きな変化により昭和62年度に下水道基本計画を変更し、既存集落の中で人口密度の高い区域及び宅地開発予定区域を含む627haを全体計画区域とし、そのなかで投資効果の良い処理区域120haの供用を開始しています。

## 2. 公共下水道事業計画の概要

本事業計画は、都市施設の重要な柱として考え、都市計画のマスタープランに基づいて表-1, 2のように策定しました。施設の効果を考慮して町内には処理場を

設けず、隣接して経済的、社会的に密接な関係にある長洲町と協力し、長洲町浄化センターに送ることとしました。

## 3. 下水排除の方式

岱明町の総面積は2,219haですが、現状は表-3の通り殆ど農地です。

地形は既存集落が標高+13m~+4m程度の位置にあり、雨水の排水に関しては周辺の既設排水路を通して海岸の方向に容易に可能となります。また人口の増加に伴って河川及び排水路の汚濁が進み水質悪化が憂慮されるので分流式下水道とし、汚水整備を先行するものとします。また汚水系統の処理区域に関しては、既存集落の人口密集区域及び宅地開発区域に合わせ、627haを岱明処理区とし、それを表-4の通り各処理区分に分割しました。

## 4. 管きよ・処理施設・ポンプ場

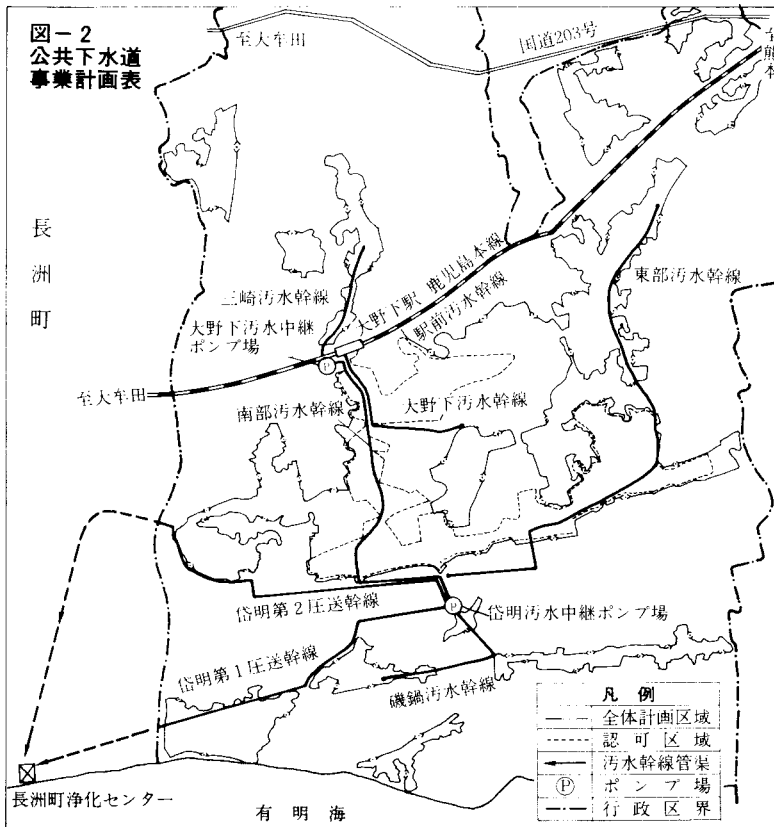
当初、昭和50年の計画では岱明町内の埋立地に自然流下で処理可能な終末処理場(日最大7,800m<sup>3</sup>/日)を建設の予定でありましたが、汚水処理施設の効果を考慮して町内には処理場を設けず、隣接して経済的、社会的に密接な関係にある長洲町及び玉名市と協力し、長洲町浄化センターに送ることになりました。

管きよに関しては自然流下を原則としますが、岱明町の地盤の高さと隣の長洲町長洲処理区上沖洲汚水幹線及び腹赤第2汚水幹線の管中心高とは殆ど同一であり、自然流下では無理があるので岱明町から長洲町への幹線はポンプ圧送管路としました。ポンプは中央、北部処理分区の最下流であるJR大野下駅の西側に大野下中継ポンプ場を設け、ここで集めたものを南部処理分区に圧送します。次に南部、東武、下沖洲処理分区の最下流となる大字鍋字村四ノ割に岱明中継ポンプ場を設け、ここから長洲処理区に圧送します。

### 1) 長洲町浄化センター

時間最大処理汚水量：20,500m<sup>3</sup>/日

計画処理人口：20,500人



全体計画汚水量：5.622m<sup>3</sup>/分  
 認可供用汚水量：0.852m<sup>3</sup>/分  
 晴天時最大揚水量：1.474m<sup>3</sup>/分  
 実揚程：15.5m  
 圧力管損失水頭：44.8m  
 全揚程：28m  
 ポンプ仕様：形式 水中汚水ポンプ  
                   φ150mm×2.90m<sup>3</sup>/分×28m×30kw  
 ポンプ台数：全体計画 3台(うち1台は予備)  
 認可供用 2台(うち1台は予備)

### 3) 岱明汚水中継ポンプ場

場所：岱明町大字鍋字村下四ノ割  
 敷地面積：12a  
 全体計画汚水量：13.264m<sup>3</sup>/分  
 認可供用汚水量：2.542m<sup>3</sup>/分  
 晴天時最大揚水量：4.316m<sup>3</sup>/分  
 全体計画実揚程：8.0m  
 認可供用実揚程：6.0m

全体計画圧力管損失水頭：21.0m  
 認可供用圧力管損失水頭：14.0m  
 全体計画全揚程：31.0m  
 認可供用全揚程：22.0m

ポンプ仕様：形式 水中汚水ポンプ  
                   φ150mm×2.542m<sup>3</sup>/分×22m×22kw  
                   φ200mm×4.09m<sup>3</sup>/分×31m×55kw  
 ポンプ台数：

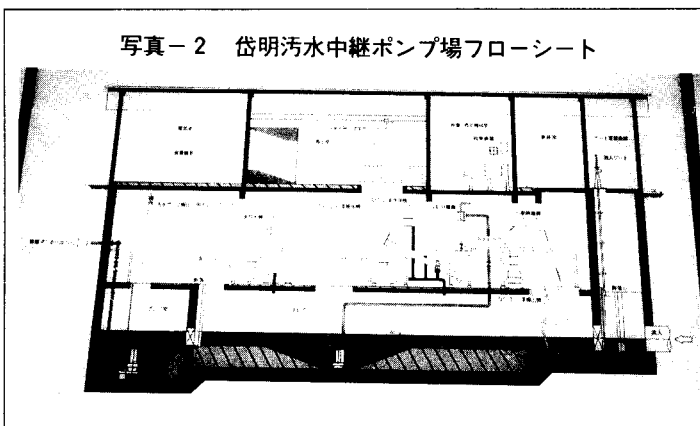
全体計画 φ150mm×2台  
                   φ200mm×3台  
                   (うち1台は予備)  
 認可供用 φ150mm×2台  
                   (うち1台は予備)

主要施設：沈砂池 2池/池寸法 幅2.0m×長さ5.5  
                   m×深さ0.5m/滞留次官 23.9秒/沈  
                   降時間 23.8秒/除去率 50%

### 4) 岱明第1圧送幹線計画

区間：岱明汚水中継ポンプ場から長洲町上沖洲汚水  
                   幹線までの圧送  
 管径：250mm  
 管材：ダクタイル鋳鉄管

写真-2 岱明汚水中継ポンプ場フローシート



(岱明：7,270人/長洲：13,300人)

流水水質：BOD 200ppm, SS 200ppm

放流水質：BOD 20ppm, SS 30ppm

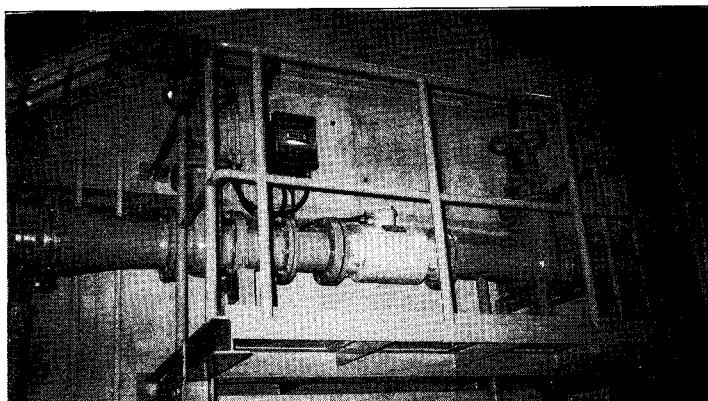
主要施設：沈澱池 2池/主なポンプ 4台/調整タ  
                   ンク 2池/エアレーションタンク 2池  
                   /最終沈澱池 2池/塩素混和池 1池/  
                   汚泥濃縮タンク 2池/汚泥消化タンク  
                   1槽/ガスタンク 1基/脱硫器 1基/  
                   汚泥脱水設備 1式/管理棟 1棟

### 2) 大野下中継ポンプ場

場所：岱明町大字大野下字北鶴立

敷地面積：5a

写真-3 大野下中継ポンプ場



継手：A形  
管種：3  
管路長：2,640m

#### 5) 岱明第2圧送幹線計画

区間：岱明汚水中継ポンプ場から長洲町腹赤第2汚  
水幹線までの圧送

管径：350mm  
管材：ダクタイル鋳鉄管  
継手：K形  
管種：3  
管路長：3,276m

#### 6) 南部汚水幹線

区間：大野下汚水中継ポンプ場から岱明汚水中継ポ  
ンプ場までの一部圧送、その他自然流下管

管径：300mm  
(圧送部)  
管材：ダクタイル鋳鉄管  
継手：A形  
管種：3  
管路長：706m  
(自然流下部)  
管材：ヒューム管  
継手：B形  
管種：1  
管路長：2,303m

#### 5. 岱明第1圧送管路工事

##### 1) 工事期間

工事期間は昭和62年12月28日に開始し、昭和63年3

月25日終了した。

- ① 準備工：12月27日～2月6日
- ② アスファルト切断工：1月20日～1月30日
- ③ 管布設工：2月1日～3月14日
- ④ 舗装復旧工：3月8日～3月20日
- ⑤ 跡片付け：3月20日～3月25日

##### 2) 工区

工区は下記の3工区に分割して工事した。

その1は、長洲町上沖汚水幹線まで685m  
その2は、その1工区とその2工区との間872m  
その3は、岱明汚水中継ポンプ場から802m

図-3 参照 (次頁)

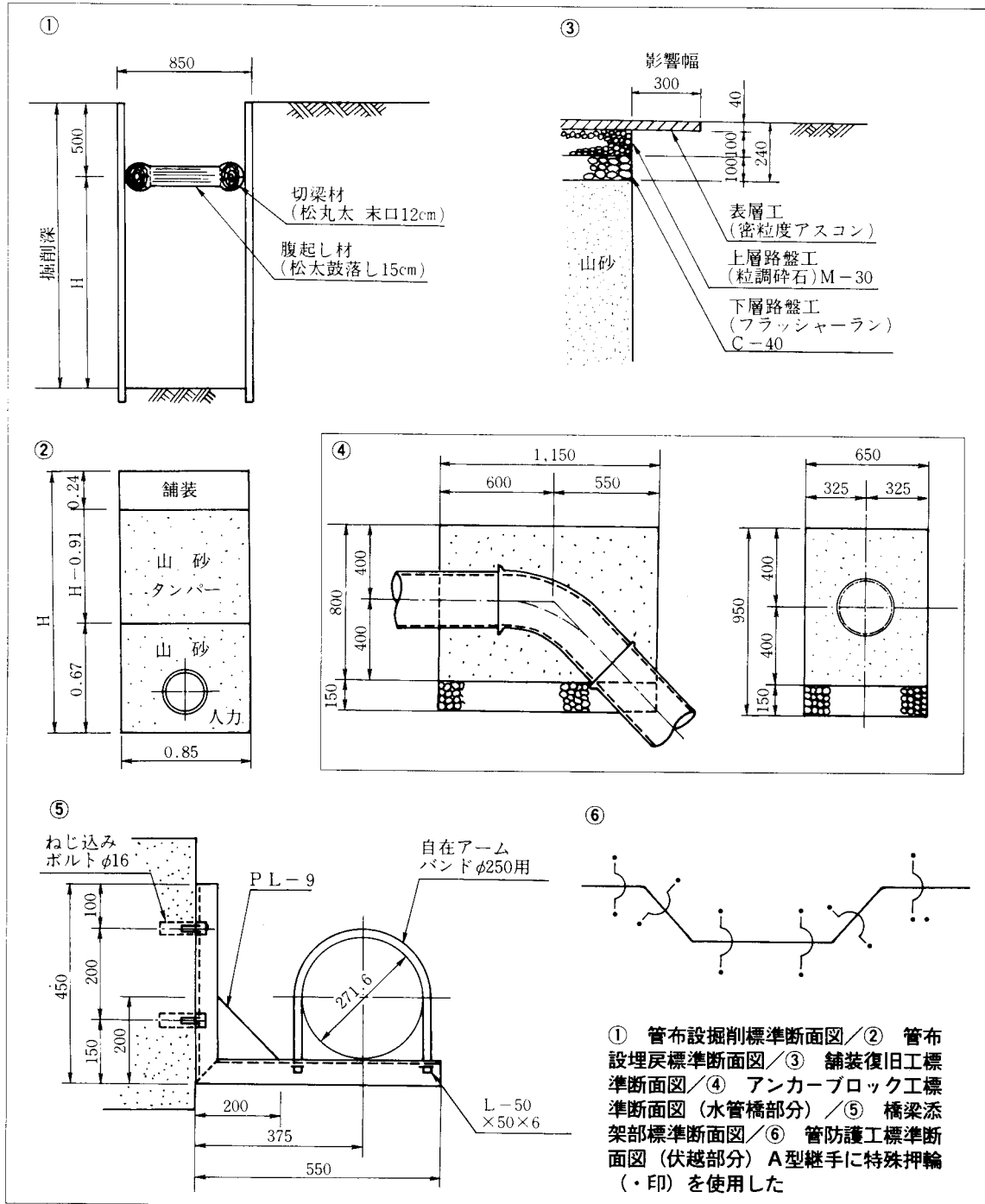
## 6. おわりに

今回の岱明第1圧送管路工事で、ダクタイル鋳鉄管呼び径250mmをその圧送ルートにおいて使用しました。施工場所は埋立地の市街地の道路下で交通量も多かったが、開削工法も可能でありました。ダクタイル鋳鉄管は引張り強さが $42.8\text{kgf/mm}^2$ ( $420\text{N/mm}^2$ )であるので、ポンプ圧送による高水圧となっても安全です。

また深い土被りによる大きなそ土圧や浅い土被りにおける輪荷重にも問題がなく、継手のゴム輪と管体との間には高い水密性があるので漏水や地下水の流入の心配がありません。接合は極めて簡単で、1継手が数分から数十分以内で行えました。内面には耐酸セメントによるモルタルライニングが施してあるので、硫化水素による損傷の心配がありません。また、過去の実績を調べても耐用年数が長く、事故発生率が低くなっています。地震や地盤の不同沈下に対して良く順応し、施工が簡単なため工期短縮にもなり、本工事を支障なく実施できました。

供用からまだ4年しか経過していませんが、事故も皆無であり、将来にわたり維持管理が容易であることが予想されます。これから計画される関係者に参考になればと報告する次第です。

図-3 岱明第1圧送管路工事



# 汚水圧送管にダクタイトイル鑄鉄管を使用した事例

熊本県大津町下水道課

課長補佐 緒方純一

## 1. はじめに

大津町は熊本市の東方約19km、阿蘇山との中間に位置しており、別府・阿蘇・雲仙等の国際観光ルートの上にある。阿蘇外輪山西部に連なる広大な山林・原野地帯とそれよりゆるやかな傾斜をなして広がる北部畑地帯、阿蘇山を源として東西に貫流する白川の豊かな流れによって南部平野は肥沃な水田地帯を形成している。

面積99.09km<sup>2</sup>、人口約26,000人の大津町は国道57号(長崎～雲仙～大分)と国道325号(久留米～阿蘇～延岡)が縦横断し、熊本空港及び九州縦貫自動車道熊本I.C.を近くに擁する交通条件に恵まれた田園・工業都市である。

## 2. 下水道事業の現況

本町では、昭和45年から積極的な工場の誘致、熊本都市圏の後背住宅地として住宅団地の造成等の施策により、産業は急激な伸びを示し、人口も昭和50年より増加の傾向に転じている。このような都市化傾向に対応して、昭和54年に用途地域の設定が行われ、今後、人口・産業ともに順調な伸びを示すことが予想される。これらの状況のなかで、地域の発展に伴う公共水域の水質汚濁を防止し、地域社会の生活環境の改善のために、昭和54年に大津町公共下水道基本計画を策定した。さらに、昭和56年に計画決定の承認、昭和57年に事業認可を受け、汚水管渠の布設ならびに浄化センターの建設に着手し、平成元年度に大津町浄化センターの一部供用を開始している。表-1に下水道事業の沿革、表-2に事業計画概要を示す。また図-2に本町の公共下水道計画図(汚水)を示す。

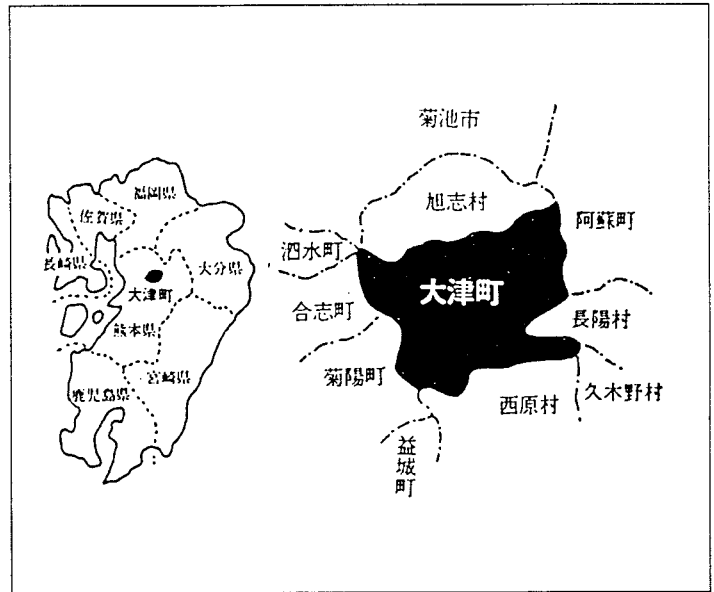


図-1 位置図

表-1 下水道事業の沿革

昭和50年1月	大津都市計画区域の指定
昭和54年1月	大津都市計画用途地域の決定
昭和54年3月	大津町公共下水道事業基本計画策定完了
昭和56年8月	大津都市計画下水道の都市計画決定
昭和57年1月	下水道法の規定による大津公共下水道事業の認可
昭和57年2月	都市計画法の規定による大津公共下水道事業の認可
昭和57年2月	公共下水道事業着手(汚水管渠築造工事)
昭和57年3月	終末処理場用地売買契約完了(約3.7ヘクタール)
昭和60年12月	大津町浄化センター建設工事着手
昭和61年12月	大津都市計画下水道の変更
昭和62年11月	下水道法の規定による大津公共下水道事業の認可変更
昭和62年12月	都市計画法の規定による大津公共下水道事業の認可変更
昭和63年3月	受益者負担金決定(1平方メートルあたり300円)
昭和63年9月	使用料決定
平成元年4月	一部供用開始



表-2 事業計画概要

項 目		下水道全体計画	事業認可計画	
下水道計画目標年次		平成12年度	平成7年度	
排除方式		分流式	同 左	
処理方式		標準活性汚泥法	同 左	
下水道計画区域		770ha	(汚) 436.5ha	
計画処理人口		31,000人	14,000人	
家庭汚水量 原単位 (ℓ/人・日)	計画1人1日 平均汚水量	(日平均400ℓ/人・日+ 地下水60ℓ/人・日) 460	(日平均370ℓ/人・日+ 地下水60ℓ/人・日) 430	
	計画1人1日 最大汚水量	(日最大540ℓ/人・日+ 地下水60ℓ/人・日) 600	(日最大490ℓ/人・日+ 地下水60ℓ/人・日) 550	
	計画1人1日 最大汚水量	(時間最大800ℓ/人・日+ 地下水60ℓ/人・日) 860	(時間最大740ℓ/人・日+ 地下水60ℓ/人・日) 800	
計 画 汚 水 量	家庭汚水量 (m³/日)	日 平 均	14,300	5,800
		日 最 大	18,600	7,500
		時 間 最 大	26,700	10,800
	工場排水量 (m³/日)	日 平 均	5,300	3,400
		日 最 大	5,400	3,400
		時 間 最 大	10,800	6,800
	合 計 (m³/日)	日 平 均	19,600	9,400
		日 最 大	24,000	11,100
		時 間 最 大	37,500	18,000
大 津 町 浄化センター	処理能力	24,000m³/日	12,000	
	敷地面積	約 4.32ha	同 左	
	流入水水質	BOD180mg/ℓ, SS180mg/ℓ	同 左	
	放流水水質	BOD20mg/ℓ, SS30mg/ℓ	同 左	
	放流先環境基準	白川(河川A)	同 左	
汚 泥 処 分		埋立地及び緑農地還元	同 左	
施 工 期 間		昭和56年度から平成12年度	昭和56年度から平成7年度	
概 算 事 業 費		約 185億円	約 125億円	

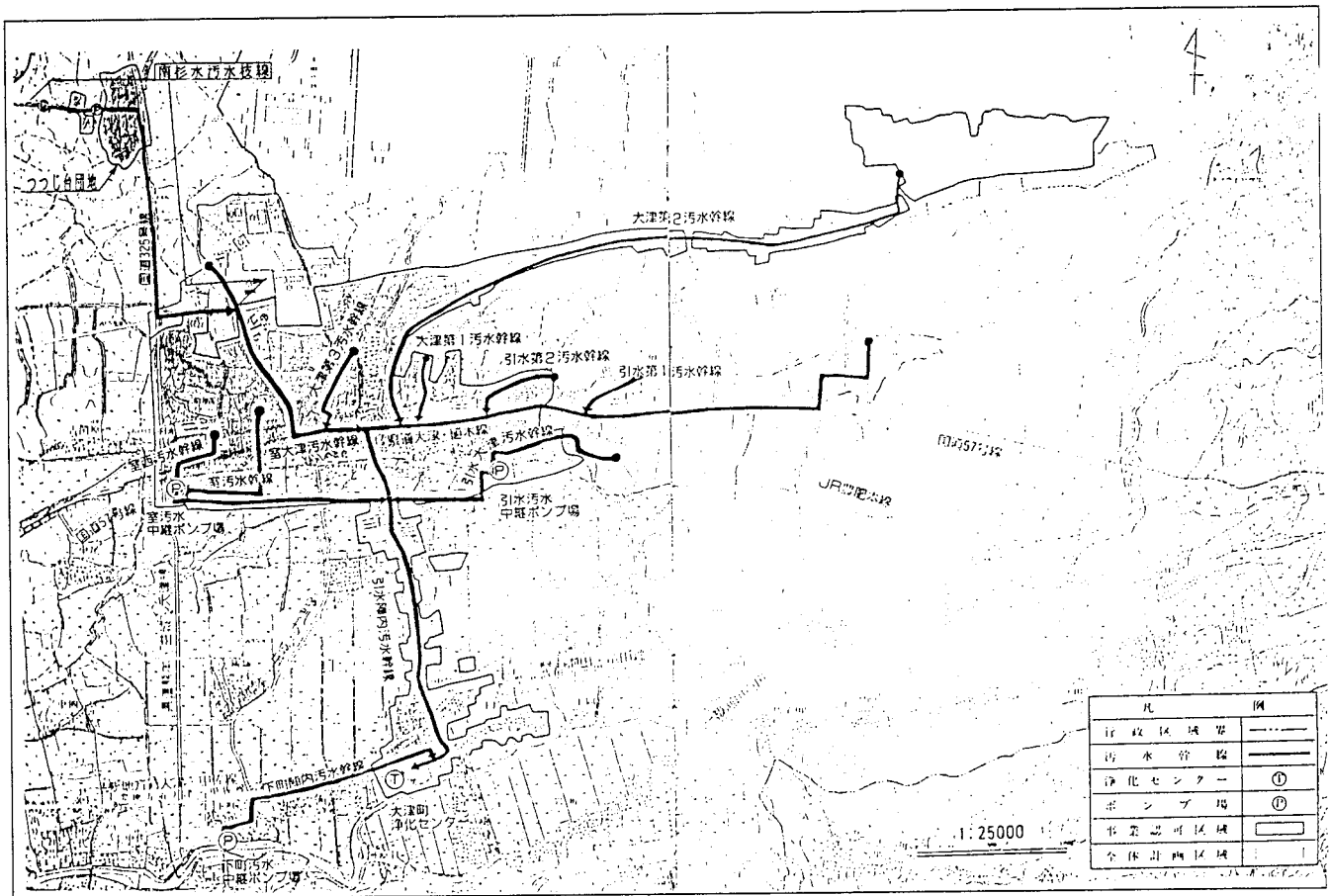


図-2 大津公共下水道計画図(汚水)

以上が本町における下水道事業の現況であるが、本稿ではマンホールポンプにより多段圧送を約2kmの距離にわたり実施した『南杉水汚水枝線』における計画・設計等について述べる。

### 3. 施設計画(南杉水汚水枝線における)

#### (1) 計画条件

南杉水処理分区は、つつじ台団地にまとまった住宅地がある以外は、点在する集落から構成されており、また本町の中心集落を対象とする処理分区(室処理

分区)からは、約2km離れており、離れ小島のな処理分区となっている。集落はつつじ台団地から西に延びる町道沿い及び町道の南側に位置している。町道は西にむかってかなりの勾配で下っており、その落差は約38

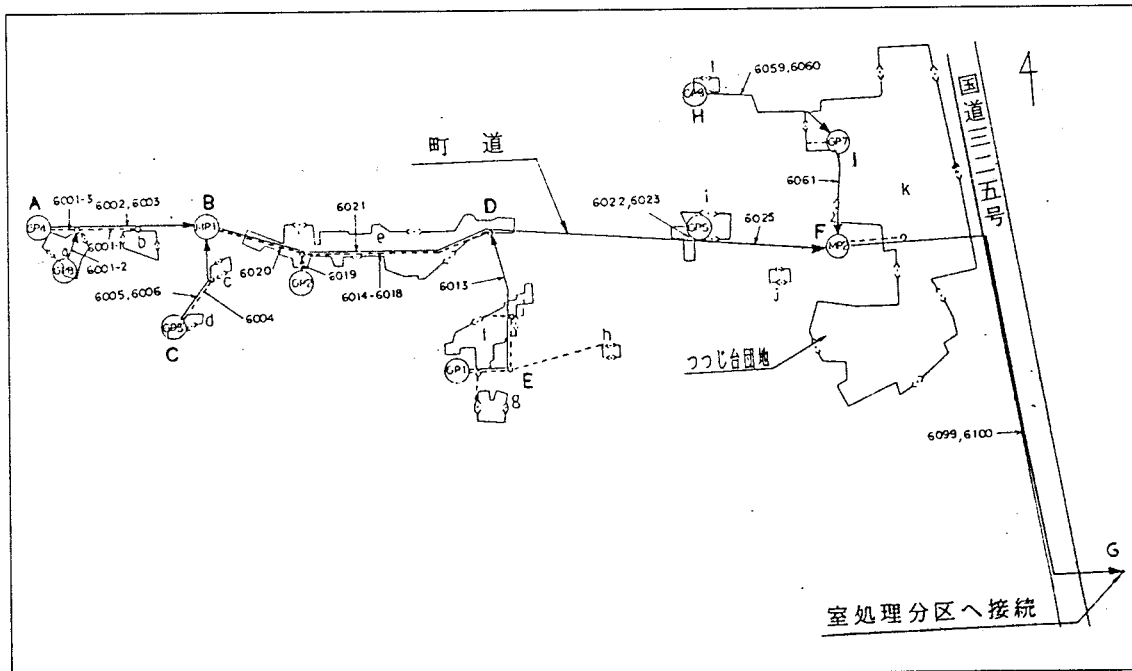


図-3 南杉水処理分区

mである。また町道から南にむかっても下り勾配となっており、南側集落と町道との落差は6～15m程度であった。従って本処理分区の地盤の高低差は約45mとなる。

(2) 計画方針

計画条件で述べた地理的・地形的条件から南杉水処理分区の汚水を室処理分区へ自然流下方式により接続することは、施工性・経済性等から判断し、非常に不利なものとなる。よって、ポンプ圧送方式にて室処理分区まで汚水を流送するのが得策であると判断した。

ポンプ圧送方式としては、

- ①町道西端に自然流下方式にて南杉水処理分区全域の汚水を集め、一括して室処理分区まで圧送する方法
  - ②マンホールポンプによる多段圧送方式
- の2案が考えられた。

しかしながら汚水が0.33m<sup>3</sup>/minと少量でかつポンプ揚程が50mを越えるようなポンプ製作は無理であり、仮に製作が可能としても極めて不経済なものとなることより、後者のマンホールポンプによる多段圧送方式を採用した。さらに、南側及び西側斜面に点在する集落についても前述の地形的条件から（図-5支線管路縦断図）、汚水を収集するためにポンプ設備が必要となる。これらの集落は1戸～15戸の小集落で汚水量も極端に少ないことより従来のマンホールポンプではなく、小規模下水道を対象としたグラインダーポンプを採用した。

4. 設計

(1) マンホールポンプの検討

ポンプの選定については、以下の条件を満足するよう決定した。

- ① 圧送管内の最低流速は0.75m/sを確保する。  
(自己洗浄速度0.6～0.75m/s)
- ② 管内の閉塞等の防止のため、圧送管の最小口径をφ100とする。

- (ポンプ口径は最小口径φ80)
- ③ ポンプ台数は、緊急時の対応、維持管理の容易化のために予備ポンプ（交互運転）を設け、2台/箇所とする。

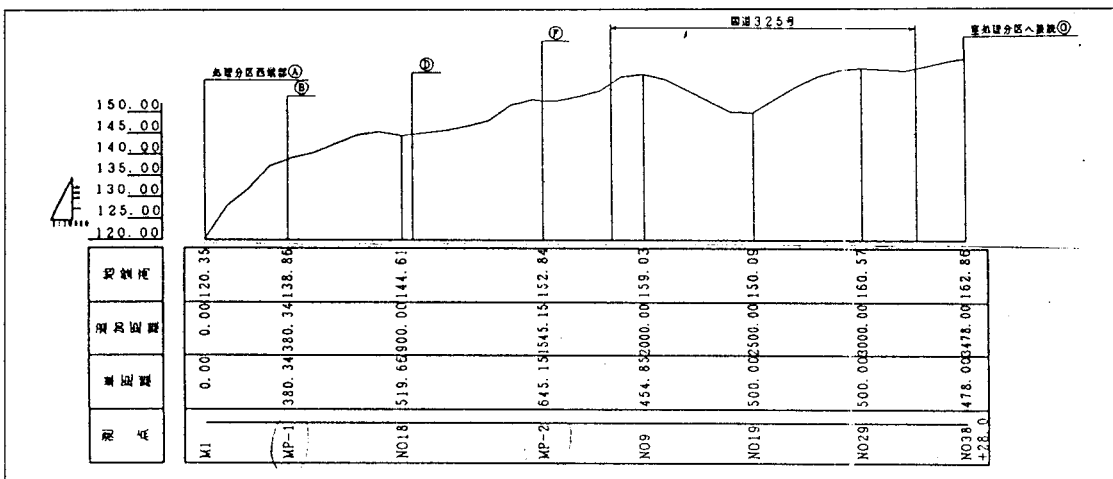


図-4 管路縦断図

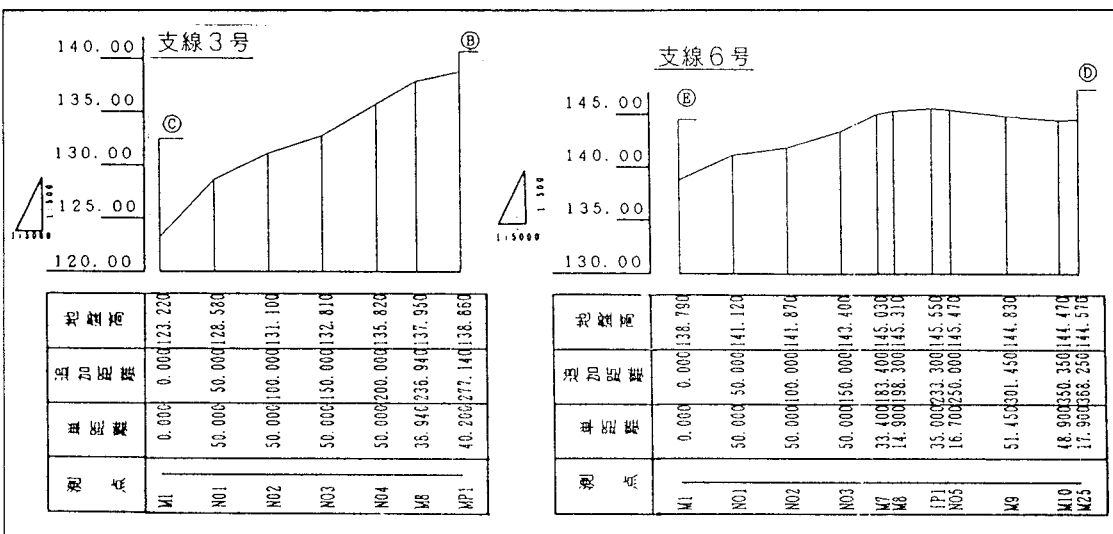


図-5 支線管路縦断図

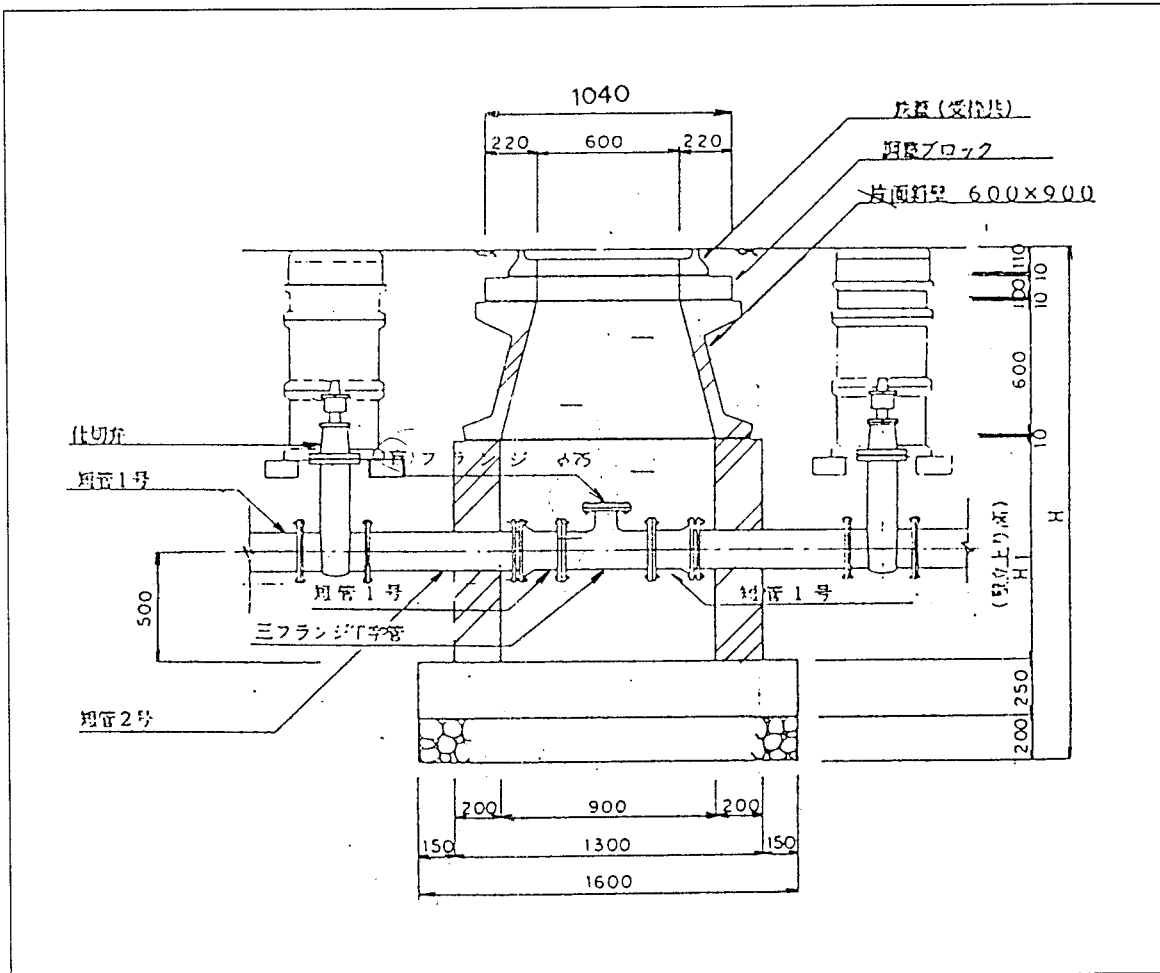


図-6 清掃口構造図

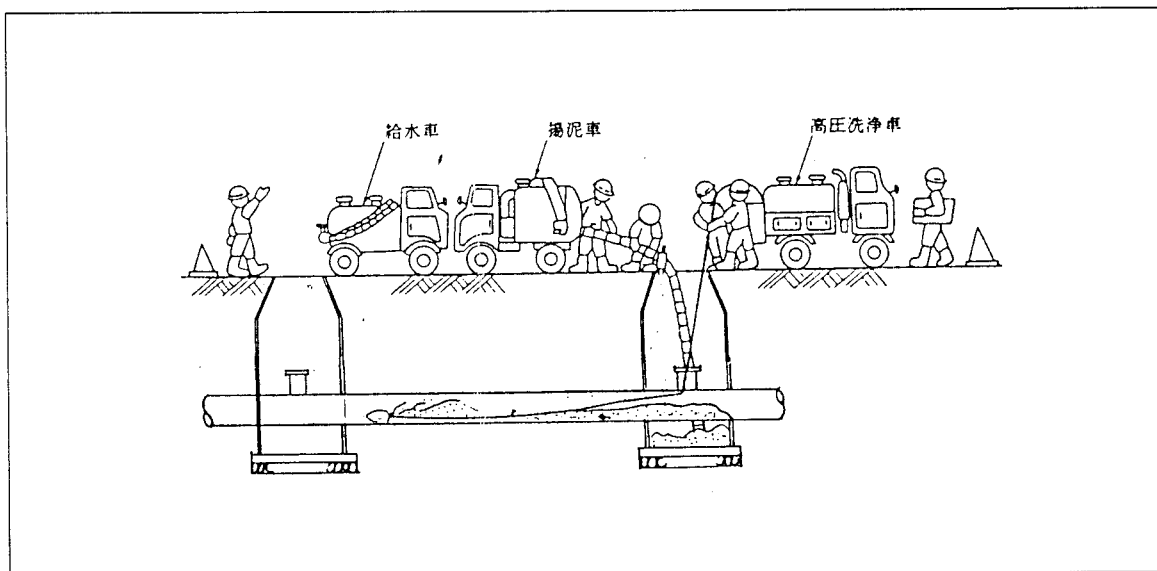


図-7 高圧洗浄車作業図 (例)

④ポンプの運転・制御は起動頻度の低減と稼働時間の均等化を図るため、自動交互運転方式とする。またフリクトレベルスイッチにより制御及び異常検出を行なう。

⑤ポンプ形式は、夾雑物の詰り・からみが少ない『水中ボルテックスポンプ』とする。  
なおスカム対策としてマンホールの下部にインバートを設置する。

表-3 管種選定表

管種	硬質塩化ビニル管	強化プラスチック複合管	水道用塗覆装鋼管	ダクタイル鉄管
規格	JIS K 6741	—	JIS G 3443	JIS G 5526
特徴	耐食・耐アルカリに優れるが、管の剛性が小さいので、たわみ率が大きくなる。よって埋設場所に注意を要する。	最小口径が200mmであり、小規模下水道の圧送管としての実績は少ない。	強度は十分であるが、小口径の場合、防食上注意が必要である。	強度・剛性共大きく、耐衝撃性・施工性にも優れる。

(2) 空気弁・排泥弁（排泥室）の設置

① 空気弁

圧送管の凸部には、溜まった空気を排除するよう下水道用空気弁を設け、空気弁室は清掃口と兼用させ、清掃するための作業スペースを確保するよう1号人孔内に収納した。

② 排泥弁

圧送管の凹部には、管路の破損等の事故及び清掃の目的で管内の下水を排出する際に必要である排泥弁・排泥室（貯留タンク）を設けた。

(3) 清掃口の設置

本計画では、圧送管の1スパン（マンホールポンプ間）の延長が約1000mと長いので、油・夾雑物等による管内の汚れ・詰り等が発生する可能性がある。そのため維持管理上、洗浄が可能な設備工を設ける必要があると判断した。管内洗浄方法は口径及びスパン延長より考えると一般には、高圧噴射による方法が一般的である。従って清掃口及び空気弁室（清掃が可能な施設）を管路延長200mに1箇所の頻度で設けることとした。

その構造は、

① バイパス管の取付けが可能なもの

② 管内に高圧噴射ノズル・ホースが容易に搬入可能なものとした。

また、詰った汚水・汚物等を清掃口より搬出できるよう1号マンホールを清掃室として設置している。（図-6参照）

(4) 管種の選定

管材の決定にあたっては、表-3のものが考えられたが、マンホールポンプからの圧送管は本計画のメインルートであり、全線公道敷に埋設されることなどを考慮して耐衝撃性に優れ、圧送管として最も実績のあるダクタイル鋳鉄管を採用した。

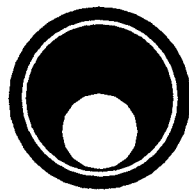
## 5. 施工及び維持管理

施工期間は、土被りを小さく縦断計画することができたこともあって、平成3年2月より平成4年3月と極めて短期間のうちに管路布設が完了している。

なお、ポンプ場の点検は、専門業者に委託しており、およそ10日に1度の頻度で行っている。ポンプ関連で現在までに生じた障害は、起動スイッチ不良が挙げられる。一方、管路の維持管理は、供用開始後1度も行っていないが、これと言ったトラブルはない。

## 6. まとめ

大津町の南杉水処理分区における汚水圧送管路についての概要を述べたが、今後下水道の普及が地方へ進むにつれ、本件のような事例が増えることが予想されるが、この事例が多少なりともご参考になれば幸いである。



## 下水道圧送管路研究会

事務局：〒103-8310 東京都中央区日本橋室町3-1-3  
(株)クボタ東京本社内

**TEL.03-3245-3096**

**FAX.03-3245-3186**

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