

ダクタイル 鑄鉄管 NO.18

DUCTILE CAST IRON PIPES





日本三名園の一つとして知られる兼六園は、金沢の象徴であり、市民の憩いのオアシスだ。琵琶湖に模したという霞が池は水ぬるむ春を迎え、松の木の雪づりが静かな水面に影を映す。(昭和50年度日水協研究発表開催地)

●八戸市で採用された

S形ダクタイル耐震継手管



都市の動脈として地下に埋設される各種の管路は、その耐震性能の向上が大きな問題となっている。そこで、免震的な考え方にたって、自由に伸縮・屈曲し、かつ最終的には受口と挿口がひっか

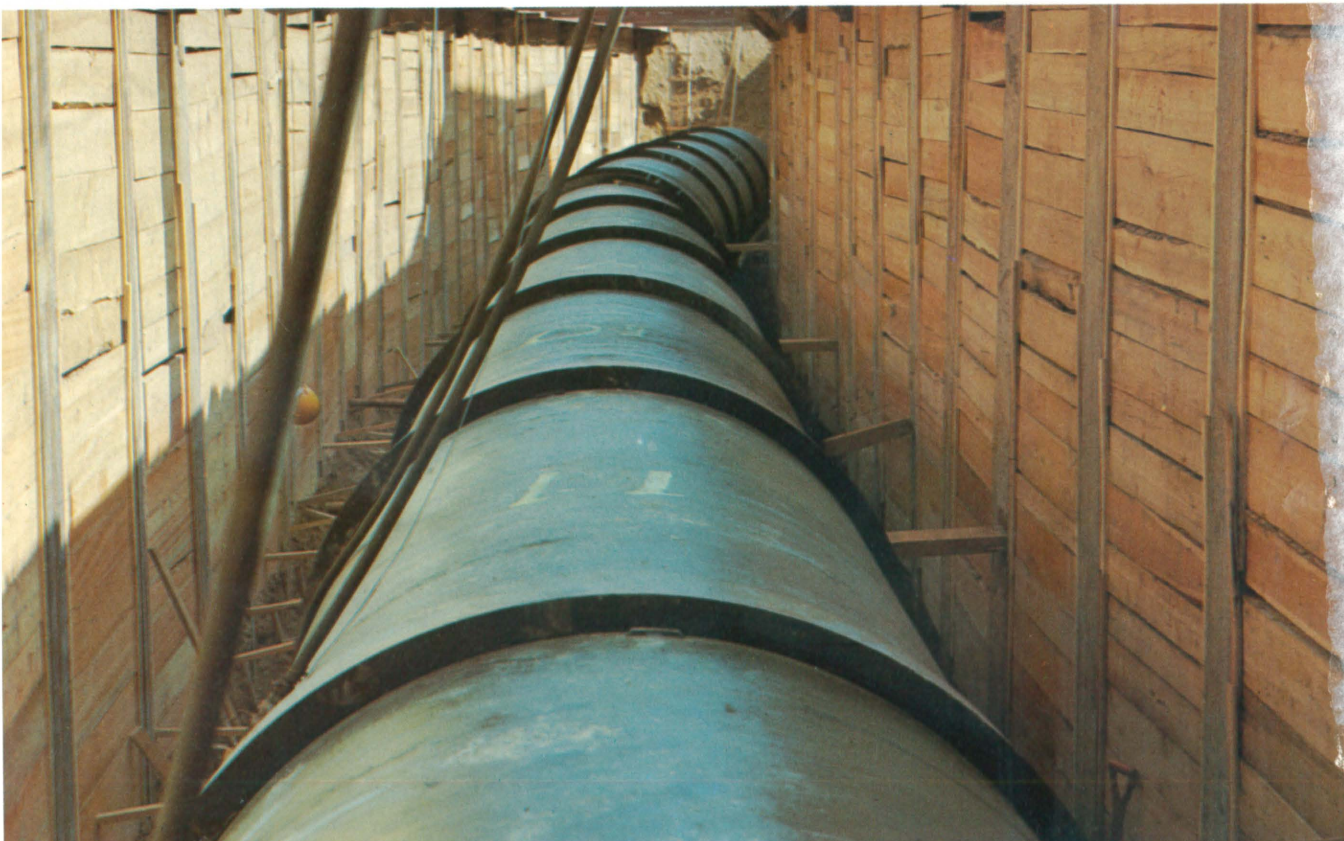
かって極めて大きな拔出し阻止力を持った継手が開発された。この新しい「鎖構造管路」は地震による地盤変動によく順応し、優れた耐震性能を備えている（本文「地震と管路について」参照）。

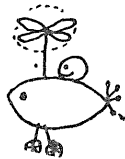


下水幹線にU形2,000mm ϕ ダクティル管

近年、下水道事業の伸展は著しく、特に水質汚濁防止という重大な目的を担って、下水道が整備されるようになってきた。いま、宇治市建設部では、団

地内の汚水処理のために下水幹線の建設を急いでいるが、ここでは強度が高く、耐摩耗性に富んだU形2,000mm ϕ ダクティル管が採用されている。





今号の概要



地震と管路について〈その3〉……日本鑄鉄管協会技術専門委員長 宮岡 正ほか(5)

本誌14号での〈その1〉では、地震と管路についての研究概要を紹介し、次いで16号の〈その2〉では振動実験の結果を中心に報告し考察した。今号では、新しく開発された「耐震継手S形ダクタイトイル管」についての紹介である。地震発生時におけるより安全な管路としては、各継手が鎖のように

自由に伸縮・屈曲し、なおかつ大きな拔出し力に耐える機能が要求される。この要求に応える“鎖構造耐震管路”として開発された「耐震継手S形ダクタイトイル管」について詳述し、種々の機能試験結果を報告し考察を加え、あわせて施工要領について解説している。

600mmタイトン形ダクタイトイル 鑄鉄管の内挿工事

……大阪市水道局工務部管理課技術係長 細見 馨(28)

大阪市工業用水道は、漏水が多く、かつ現場条件からして修理に困難を伴う個所での800mmφ送水管を改良するため、600mmタイトン形ダクタイトイル鑄鉄管を内挿する、いわゆるpipe in pipe工法による工事を進めている。同市では初めての施工であるが、1件

の漏水もなく順調に一部工事を完了。本稿では、現場条件と施工概要について紹介し、管種の選定・継手構造・挿入方法などについての検討結果を解説している。また、本工法による施工期間の短縮、事業費の軽減などについても加筆している。

内挿管工法……京都市水道局技術部設計課設計第二係長 花満慶治(36)

京都市水道局は、上稿の大阪市と同工法であるpipe in pipe工法による配水管布設工事を施工した。同市では、埋設物がふくそうしており新管布設がむずかしく、また大型車両の通行量が多く、開さく工法による

施工が困難な個所での900mmφ配水管内に700mmタイトン形ダクタイトイル鑄鉄管を内挿施工した。本稿では、管種および継手構造、性能試験、布設方法、空隙処理などに関する検討結果を述べ、考察している。

恵那山トンネル内配管工事……日本道路公団名古屋建設局 恵那山東工事事務所機械課長 山田暉夫(42)

恵那山トンネルは、高速自動車国道・中央自動車道の一環として、日本道路公団が工事を進めているもので、中央アルプス南端の恵那山を貫く8,500mの長大トンネルである。この工事は7年間の工期を費やし、49年10月に本線トンネルが貫通。現在、50年8月完成を目ざしてトンネル内の諸設備

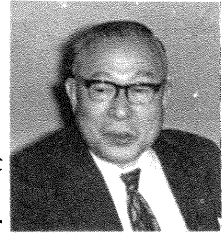
工事を急いでいる。本稿では、トンネル内での事故、特に火災発生時の万全な救出体制のための防災設備として、消火栓設備、水噴霧設備、給水栓など各機器の概要を紹介し、防災設備に用いる配水管の選定、試験結果、配水方式などに関する考察を報告し、また配管布設工事の概要を述べている。

◆ 巻頭言 ◆

協会改組10年目を迎えて

日本鑄鉄管協会理事長

清水清三



日本鑄鉄管協会が公共的使命をおびて改組されて以来10年に、また協会誌「ダクタイル鑄鉄管」（第15号より改称）の創刊以来9年になります。この間、協会の活動に多大のご理解をいただき、協会誌によせられた皆様方の貴重なご意見の発表はもとより、種々なご質問、ご批判を賜り、変わらぬご厚情のほど全く感激している次第です。誌上を借りまして厚くお礼を申し上げます。

お蔭様で協会に対するご理解も深まり、鑄鉄管は水道事業はもとより、工業用水道、ガス、電気事業、さらに農業用水、下水道などの管路の標準的資材としてのご認識も深まり、私達もまた、資材としてのみでなく管路として考えるよう努力しておりますが、最近では工事上のことや維持管理上のご質問、ご意見をいただくようになりました。このことは、私が創刊時に申し上げました水道事業等の健全運営のために少しでもお役に立つことができることと思う次第です。今後ともよろしく協会のご利用をお願いする次第でございます。

昭和30年代の半頃からの日本経済の高度成長の中で、当協会が改組された40年は景気変動の波のいわゆる不況時の一つでしたが、45年の好況を境として下降線をたどり、そして47、48年度上昇気運のところ、49年度はご承知のように抑制政策と変わり、50年度経済の見通し如何が昨今の話題となっております。

上水道等の公共的事業は、環境整備の意味でその影響もやや少ないようですが、このことが事業の進展にも混乱を生じると共に、関連業界への影響もすこぶる大なるものがありました。例を上水道事業にとりますと、給水量の伸び率の低下と財政の悪化が起り、また水源開発、水使用の合理化という大きな問

題が絶えず議論されております。しかしながら、人口増加と経済成長による水需要の増加は依然として潜在しており、経済成長のあり方により多少の鈍化はあっても、この混乱の時代を含めて問題はつづいているわけでございます。特に適正料金の問題は当分の間ピッチをあげることでしょう。

昭和30年頃から、日本水道技術の海外進出が行われたように聞いておりますが、最近では「円クレ」の問題もからみ業界の進出も盛んなのはご承知の通りであります。O T C Aによる海外技術者への技術研修もつづき、あるいはわが国よりの講師団の派遣も行われております。開発途上国の国土開発計画の中にも、逐次上水道建設が取り上げられております。その開発事情は、日本の事情と相当相異点もあるようですが、文化の進展、生活程度の向上もあり、資金があれば開発促進も自然の形でしょう。紀元前10世紀、「メソポタミア」にすでに高架水路があったと伝えられており、東南アジア、中近東、アフリカの各地にも、人口増加と都市の発展による上水道の「ニード」は当然起こるでしょうし、財政の好転と共に開発されるでしょう。それら地区への業界の進出を含む日本水道技術の進出は、欧米のそれと競うことでしょう。

国内においては、上水道事業等の伸びと共に種々の問題もあり、国外に対する水道技術の進出も進行中ではありますが、わが国水道関係の業界もいろいろな意味でこれらの事項に深い関心を持ち、その一役を買わねばなりません。当協会が常に唱えている住民のために「よい管路を、よい施設を」の精神は国の内外を問わず、ますます必要になると思う次第でございます。



地震と管路について〈その3〉

—耐震継手S形ダクタイトイル管—

日本鑄鉄管協会技術専門委員会

委員長 宮岡 正

委員 宮本 宏

委員 根本行康

委員 北条貞宗

委員 中島 鋭

I	はじめに	5
II	概 論	6
	1. 概 要	6
	2. 継手構造	6
	3. 特 徴	8
	4. 配管設計のための基準性能	8
	5. 配管設計例	10
	6. 1,000φ～1,500φ S形継手図面	10
III	1,000φ、1,500φ、2,100φ 機能試験	15
	1. 接合試験	15
	2. 抜き試験	16
	3. 曲げ強度試験	19
	4. 曲げ水圧試験	21
	5. 繰返し曲げ水圧試験	21
	6. 長尺継ぎ輪の曲げ強度試験	22
IV	施工要領	24
	1. 継手接合要領	24
	2. 継ぎ輪の施工要領	26
	3. 切管時の施工要領	27

I はじめに

本誌14号の〈その1〉において、地震と管路についての研究概要と基本的な考え方について述べた。すなわち、地震時の管路挙動の概要、地震時の管路挙動把握のための振動実験、地震時の管路挙動現地観測、耐震設計計算プログラム、耐震管路構想などの項目について概略説明を行った。続いて、本誌16号の〈その2〉においては振動実験結果を述べた。

今回は、この度新しく開発した耐震継手S形ダクタイトイル管について述べる。

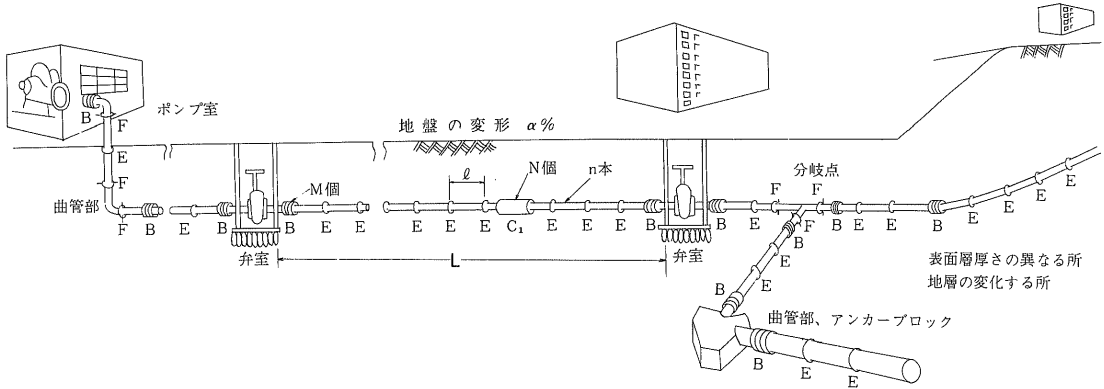
現在、ダクタイトイル管の継手はA形、K形、U形、T形といったメカニカル形式が使われている。これらの継手は、中程度の地震や大地震でも地盤の良い所では水密性を損わずに伸縮、屈曲が可能なことから、管および継手に大きな応力を生ずることなしに、それによる変動を吸収しうる。その意味で、これらの継手を使った管路は耐震管路といえる。いわば、柔構造耐震管路ともいべきものである。

しかし、最近全国の大都市あるいは地震多発地方の都市から、大地震で地盤が悪い場合

や亀裂、液状化が起こる場合でも安全な管路を求める声が強くなってきた。これらの要望に応えるものとして、図-1 に示すような鎖

構造耐震管路という構構がある。(「南関東大震災対策調査報告書、昭和48年3月、厚生省」から)

図-1 鎖構造耐震管路



- E：スライド形継手(軸方向伸縮余裕量±β%、拔出し阻止力≥管長×管単位長さ当り摩擦係数×本数)
- B：偏心伸縮自在ユニット(曲げ角度±θ°、偏心量±δm、伸縮量±amm、拔出し阻止力……Eに同じ)
- C₁：特殊耐震継ぎ輪(軸方向伸縮余裕量±bmm、拔出し阻止力……Eに同じ)……要すれば用いる。

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

F：離脱防止継手

この管路では、各継手は鎖のように自由に伸縮、屈曲し、かつ最終的には大きな抜出力に耐える機能が要求される。これに適した継手として、主に直線管路部に用いる耐震継手(S形)を開発した。

以下に、これらの概要、機能試験結果、施工要領を述べる。

II 概 論

1. 概要

1) 名称

耐震継手形ダクタイル鋳鉄管
略称：S形……Seismal, Seismic(地震の)の頭文字

2) 呼び径

1,000φ～2,600φ

3) 管種および管厚

直 管 1種、2種、3種

異形管 長尺継ぎ輪、短尺継ぎ輪など
管厚は1種類

4) 従来の管との互換性

A形、K形、U形、UF形管すべて可能

5) 直管の有効長

1,000φ～1,500φ 6m

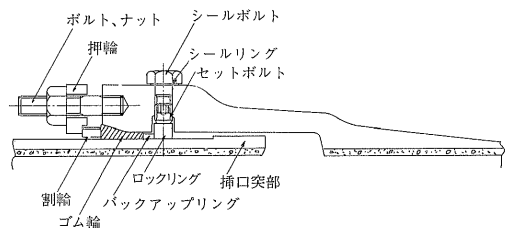
1,600φ～2,600φ 4m

2. 継手構造

1) 構造

図-2 に示す通りである。

図-2 S形継手の構造



この継手の機構を分類すると、次のようになる。

(1) 伸縮機構

受口底部と挿口先端、挿口突部とロックリングの間に間隙があるため、受口・挿口の入り込み、抜け出しが可能である。従って屈曲も可能である。

(2) 離脱阻止機構

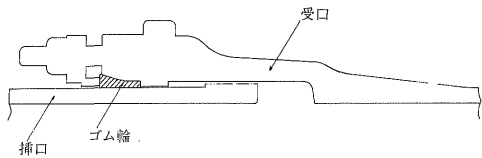
ロックリングと挿口突部の掛け合せにより、受口・挿口の離脱を防止する。この機構は、曲管部およびそのまわりに使われているUF形継手のそれとほぼ同じである。

(3) 水密機構

管軸方向の水密機構はK形のそれとほぼ同じである。ロックリングをセットするためのタップ穴の密封は、シールボルトとシールリングにより行う。

接合を完了した時点では、受口・挿口の挙動から図-3のような構造とみなすことができる。

図-3 性能上から見た継手構造



以上、直管、異形管とも共通であるが、特に長尺継ぎ輪、短尺継ぎ輪を図-4、図-5に示す。長尺継ぎ輪は伸縮量を多くとろうとする場合に用いるもので、短尺継ぎ輪はいわ

ゆるせめ(結び配管)に用いるものである。

2) 継手部品の材料

(1) ゴム輪

SBR

JIS K 6353 (水道用ゴム) の2種1号による。

スプリング硬度 丸部 55°
角部 70°

(2) 押輪

ダクタイル鋳鉄

JIS G 5502 (球状黒鉛鋳鉄品) のFCD40 またはFCD 45による。

(3) 割輪

ダクタイル鋳鉄 (FCD 40またはFCD 45) またはこれと同等以上のもの。

(4) ボルト、ナット

ダクタイル鋳鉄 (FCD 40またはFCD 45) またはこれと同等以上のもの。

(5) ロックリング

ダクタイル鋳鉄 (FCD 40またはFCD 45) またはこれと同等以上のもの。

(6) セットボルトおよびシールボルト

ステンレス鋼 (SUS 403-B)

(7) バックアップリング

SBR (JIS K 6353による。硬度90°)

(8) シールリング

ウレタンゴム (JIS K 6353の2種1号甲) による。硬度75°

図-4 長尺継ぎ輪

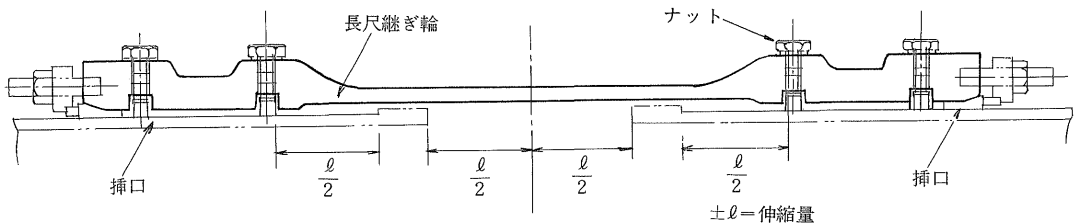
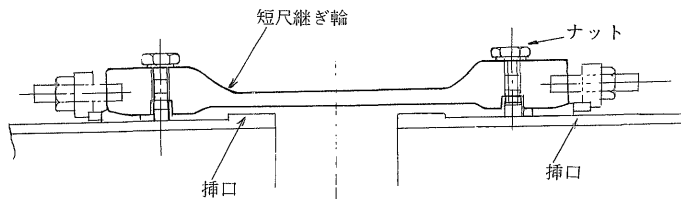


図-5 短尺継ぎ輪



3) 継手設計根拠

(記号は図面参照)

(1) 挿口

挿口突部長さ：X

継手強度面を勘案し、呼び径により80～100mmとした。

挿口突部高さ：V

直管…… $V = \frac{3.5}{1000} \times (\text{管呼び径})$

(ラウンドナンバーに丸めた)

異形管… $V = 6 \sim 10\text{mm}$ 挿口外径：D₂

K、U、UF形継手と同寸法

(2) 受口

伸縮余裕：Y

伸縮余裕(a…管長の±1%※=2%)と配管時曲げ余裕(b…許容曲げ角度を1,000φは1°50′、1,100φは1°40′、1,200φ以上は1°30′とした)から決定。

 $Y \doteq \frac{a+b}{2}$ (ラウンドナンバーに丸めた)

※例えば、非常に軟弱な地盤で加速度400galの地震を想定すると、管の伸縮は±0.5%と計算される。余裕係数2とすると±1%の伸縮余裕が必要となる。

受口長さ：P

 $P \doteq A+G+M+X+2Y$

最終的に5.0のラウンドナンバーに修正した。

ボルトのピッチサークル：D₄ $D_7 + 2 \times (\text{ボルト呼び径})$ 受口外径：D₅直管…… $D_4 + 2 \times (\text{押輪のボルト穴径})$ 異形管… $D_8 + 2 \times (I+J)$

(3) ゴム輪

U形継手用ゴム輪と全く同じ

(4) 押輪

ボルト穴径：E

(ボルト呼び径)+6mm

外径：D₅ $D_4 + 2E$

押輪厚さ：M

K形継手の押輪と同寸法

(5) ボルト

呼び径、本数

K形継手と同じ

(6) ロックリング

UF形継手用ロックリングと全く同じ

3. 特徴

1) 配管設計面

1. 耐震性が要求される管路に適用できる。
2. 軟弱地盤その他大きな地盤変動が予想される場所での配管に適用できる。
3. その他大きな伸縮量が必要なところの配管に適用できる。
4. 以上、いずれの場合も大屈曲形継手(B形)を併用することにより、耐震、耐地盤変動に対し、さらに高い性能がそなわることになる。

具体的なS形継手、B形継手の組合せは5項の「配管設計例」を参照。

2) 施工面

1. 曲げ配管が可能である。許容曲げ角度はK形継手とほぼ同じである。
2. 雨中、湿気の多いところでの施工も可能である。
3. 接合後直ちに埋戻しできる。
4. 切管の必要が生じた場合、切管挿口に溝を加工し、ロックリングを溶接することにより、S形継手の挿口突部を成形することができる(また、溶接を避けるには設計時にUF形管で切管するように考える方法がある)。

3) 継手性能面

1. 高水圧に耐える。
2. 大きな伸縮が可能である。
3. ある程度の屈曲が可能である。
4. 大きな抜出力に耐える。
5. 曲げの力に対してある程度まで耐える。
6. 耐外圧性に富む。
7. 振動、衝撃を吸収できる。

具体的な数字、データはⅢ項の「機能試験」を参照。

4. 配管設計のための基準性能

前述したように、S形継手は免震的な考え

方(earthquake-free design)に基づいた継手である。すなわち、大地震でしかも地盤が悪い場合を想定して大きな伸縮余裕、曲げ余裕をとっているため、普通の場合、管体に無理な力がかかることなく、継手の動きで地盤の変動を吸収することができる。

以下に、耐震管路設計の時の参考に1,000φ～1,500φ S形継手の基準性能を示す。

1) 伸縮余裕量

直管の継手	管長の±1% (すなわち±60mm)
長尺継ぎ輪	±550mm/1コ

〈参考〉

管長の±1%の伸縮量とした根拠は次の通りである。

地震時、継手に生ずる最大伸縮量は振動実験からも判明したように

$$e = \pm \epsilon \ell$$

e : 継手の最大伸縮量

ε : 地盤の歪

ℓ : 管長

で表わされる。

ここで、地盤の歪をどの程度にとるかが問題になる。地震時の地盤の挙動は非常に複雑で、学問的にもさまざまな説が唱えられているが、一例として、表面波による地盤の歪の計算式をあげると次のようである。

$$\epsilon = \pm \frac{1}{2\pi} \times \frac{TA}{V}$$

ε : 地震による地盤の歪

T : 地震波の周期

V : 地震波の伝播速度

A : 地震の加速度

この式の妥当性は前述の振動実験でも確認されている。ここで、最大級の地震が非常に軟弱な地盤に起きた場合の計算をしてみる。

すなわち、T=0.8sec、A=400gal、V=100m/secと仮定すると、 $\epsilon = \pm 5 \times 10^{-3}$ となる。

すなわち±0.5%の土の歪が生ずることになる。伸縮量に対する余裕係数を2とすると±1%となる。

2) 曲げ余裕量

設計、施工時の許容屈曲角

1,000φ	1°50′
1,100φ	1°40′
1,200φ	1°30′
1,350φ	1°30′
1,500φ	1°30′

〈参考〉

地震時に曲がり得るS形継手の最大(限界)屈曲角は次の通りである。

1,000φ	7°
1,100φ	7°
1,200φ	7°
1,350φ	6°30′
1,500φ	5°50′

理論計算による地震時の継手の屈曲角は、以下に示すようになる。

$$\theta = \pm \frac{\ell A}{V^2}$$

θ : 地震時の継手屈曲角

ℓ : 管長

A : 地震の加速度

V : 地震波の伝播速度

最大級の地震が非常に軟弱な地盤に起きた場合の計算をしてみる。

すなわち、ℓ=6m、A=400gal、V=100m/secと仮定すると、 $\theta = \pm 8'25''$ となる。

さらに、亀裂、液状化などにより地盤の変動がある地点に集中し、継手が設計時の伸縮余裕量、曲げ余裕量を越えようとする場合は抜出阻止性、曲げ剛性で耐えることになる。これらの基準性能を示すと次の通りである。

3) 抜出阻止力

1,000φ	327ton以上
1,100φ	359ton以上
1,200φ	391ton以上
1,350φ	440ton以上
1,500φ	488ton以上

〈参考〉

振動実験の結果から、地震時に継手にかかる抜出力は次のようになる。

$$F = \epsilon_p E A_o = \frac{f_o L}{4} = \frac{m \mu z D L}{4}$$

F : 地震時に継手にかかる抜出力

ε_p : 管に生ずる軸方向歪

E：管材の弾性係数

A₀：管の鉄部断面積

$f_o = mf$ (m：摩擦力を補正する係数、
f：管単位長さ当たりの管と土との
摩擦摩擦力)

μ：単位面積当たりの摩擦力

D：管外径

L：地震波の波長

前期拔出阻止力は $L = 100m$ 、 $m\mu = 1 \sim 2 \text{ ton/m}^2$ とし、かつ余裕係数を 4 ~ 2 とした時の拔出力に相当する。

この拔出力を受けた時のS形継手の各部応力は、降伏応力以内である。

4) 曲げ剛性(抵抗曲げモーメント)

- 1,000φ 20 ton-m
- 1,100φ 26 ton-m
- 1,200φ 33 ton-m
- 1,350φ 46 ton-m
- 1,500φ 62 ton-m

〈参考〉

上記曲げモーメントが継手にかかった時、S形継手部の最大応力は降伏応力以内である。

5. 配管設計例

図-6 直線管路部

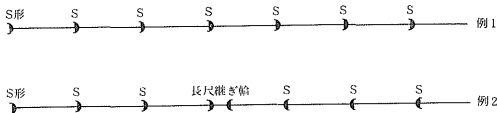


図-7 曲管(水平曲がり)部

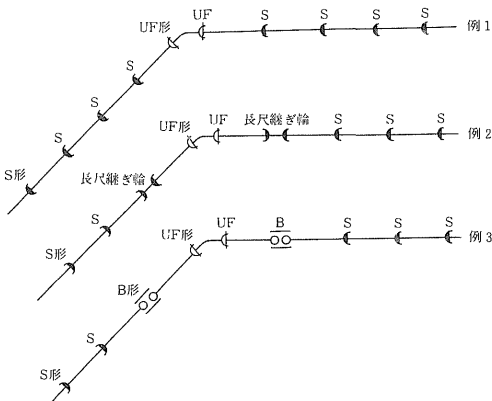


図-8 曲管(垂直曲がり)部

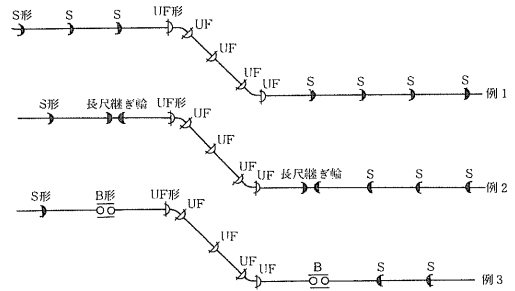


図-9 T字管部

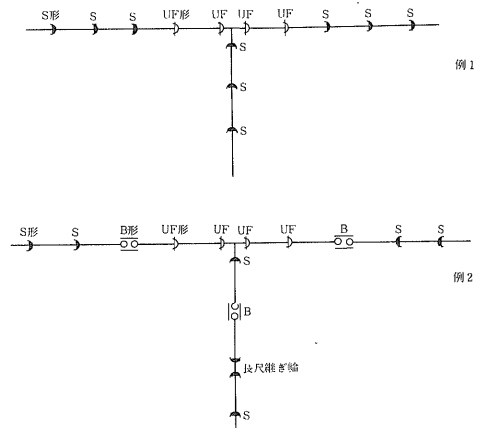
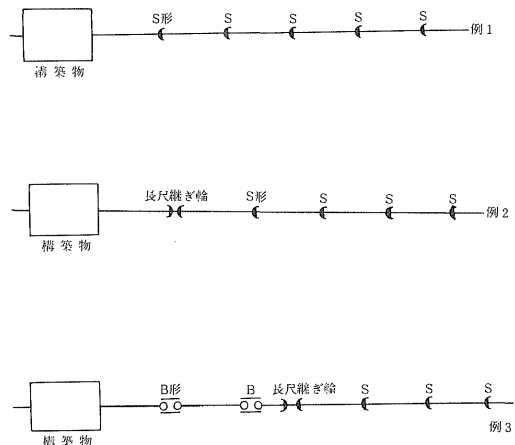


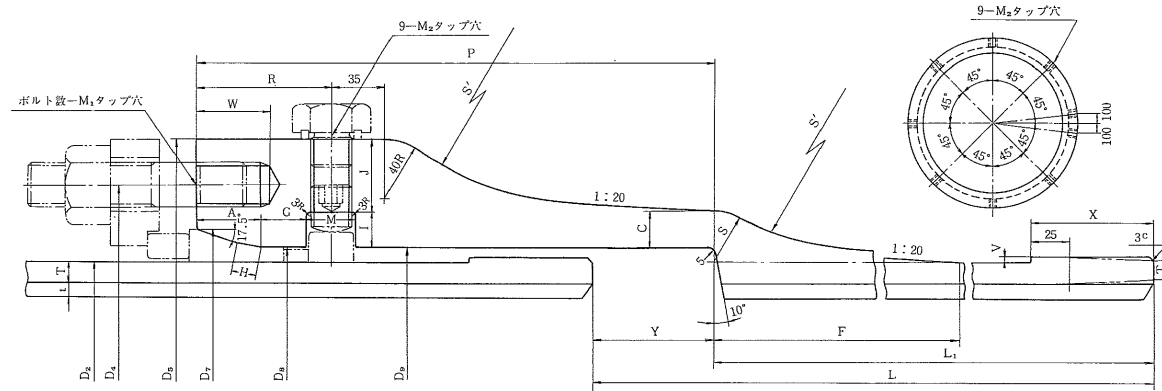
図-10 構造物出口



6. 1,000φ~1,500φ S形継手図面

図11~17に示す。

図-11 1,000φ~1,500φ 遠心カダクタイル鑄鉄管

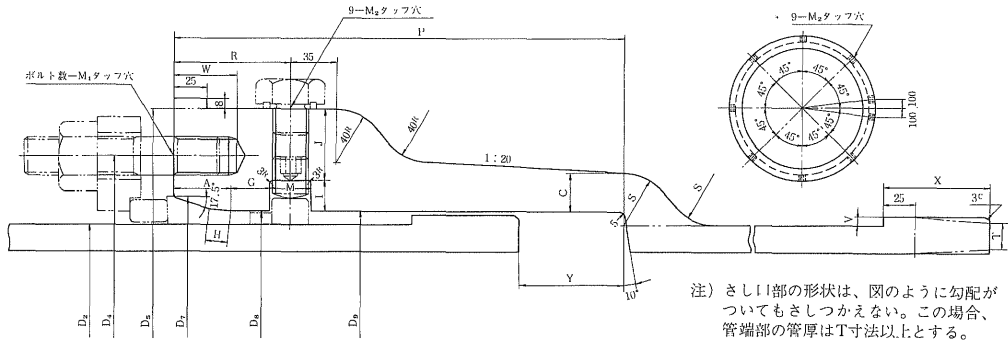


注) さし口部の形状は、図のように勾配がついてもさしつかえない。この場合、管端部の管厚はT寸法以上とする。

単位 mm

呼び径 D	管 厚			ライニング厚 t	各 部 寸 法																				ボルト数	有効長		重 量 (kg)					呼び径 D					
	T				D ₂	D ₄	D ₅	D ₇	D ₈ ・D ₉	A	C	F	G	H	I	J	M	M ₁	M ₂	P	R	S	S'	V		W	X	Y	L ₁	L	受口突部	さし口突部		総 重 量				
	1種管	2種管	3種管																															1種管	2種管	3種管	ライニング	
1000	16.5	14.5	13.0	10	1041	1143	1215	1083	1061	43	29	250	30	16	23	54	31	M30	M27	340	88.5	39	200	3.5	48	80	80	5920	20	6000	508	6.46	2760	2490	2290	445	1000	
1100	18.0	15.5	14.0	"	1144	1246	1318	1186	1164	"	30	260	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	40	210	4.0	"	"	"	"	24	"	567	8.14	3270	2900	2680	490	1100
1200	19.5	17.0	15.0	"	1246	1348	1420	1288	1266	"	31	270	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	41	220	4.5	"	"	"	28	"	624	9.99	3810	3410	3090	534	1200	
1350	21.5	18.5	16.5	12	1400	1502	1574	1442	1420	"	33	285	"	"	"	"	"	"	"	350	"	43	235	5.0	"	90	"	"	"	"	733	14.1	4690	4150	3780	720	1350	
1500	23.5	20.5	18.0	"	1554	1656	1728	1596	1574	"	35	300	"	"	25	52	36	"	"	360	91.0	45	250	5.5	"	"	"	"	"	"	847	17.2	5650	5050	4540	801	1500	

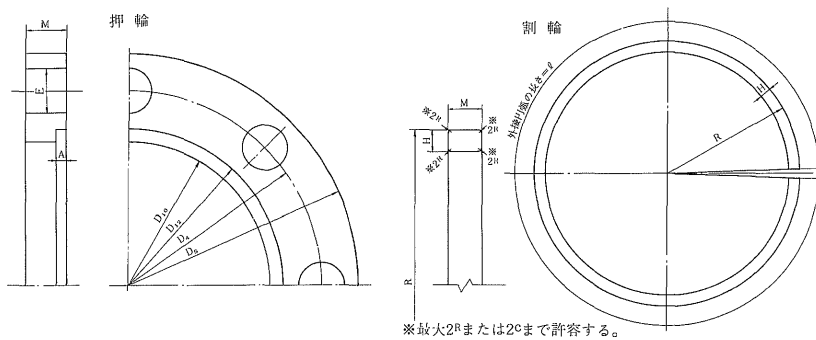
図-12 1,000φ~1,500φ 異形管接合図



単位 mm

呼び径	実外径	各部寸法																	ボルト数	重量 (kg)		呼び径				
		D	D ₂	D ₄	D ₅	D ₇	D ₈ ・D ₉	A	C	G	H	I	J	M	M ₁	M ₂	P	R		S	V		W	X	Y	受口突部
1000	1041	1143	1215	1083	1061	43	35	30	16	23	54	31	M30	M27	340	88.5	45	6	48	80	80	20	20	505	11.2	1000
1100	1144	1246	1326	1186	1164	"	38	"	"	58	"	"	"	"	"	"	"	48	"	"	"	24	24	592	12.3	1100
1200	1246	1348	1432	1288	1266	"	39	"	"	60	"	"	"	"	"	"	"	49	"	"	"	28	28	660	13.4	1200
1350	1400	1502	1594	1442	1420	"	42	"	"	64	"	"	"	"	350	"	"	52	"	"	90	"	"	802	16.9	1350
1500	1554	1656	1764	1596	1574	"	45	"	25	70	36	"	"	360	91.0	55	"	"	"	"	"	"	"	986	18.8	1500

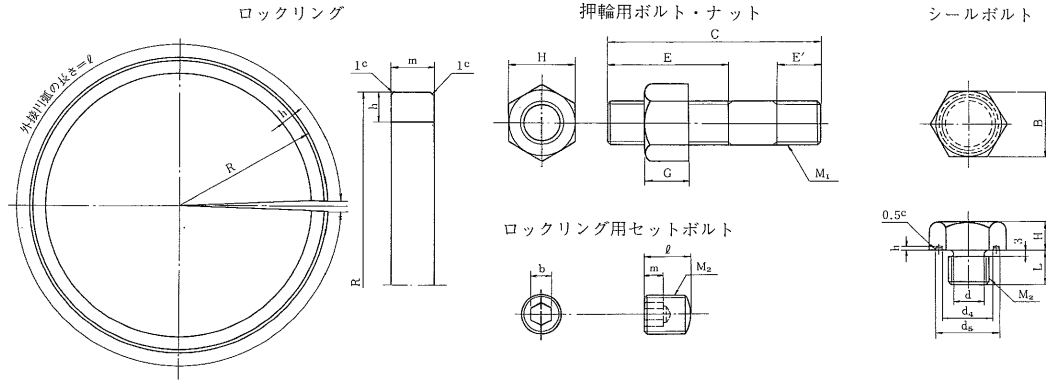
図-13 1,000φ~1,500φ 押輪および割輪(付属品1)



単位 mm

適用される管の呼び径	押輪								割輪				重量 (kg)		適用される管の呼び径
	D ₄	D ₅	D ₁₀	D ₁₂	A	E	M	ボルト数	R	ℓ	H	M	押輪	割輪	
1000	1143	1215	1061	1081	6	36	30	20	539.5	3386	16	25	53.2	9.54	1000
1100	1246	1318	1164	1184	"	"	31	24	591.0	3710	"	"	59.5	10.5	1100
1200	1348	1420	1266	1286	"	"	32	28	642.0	4030	"	"	66.1	11.4	1200
1350	1502	1574	1420	1440	"	"	33	"	719.0	4514	"	"	76.8	12.8	1350
1500	1656	1728	1574	1594	"	"	35	"	796.0	4998	"	"	90.7	14.2	1500

図-14 1,000φ~1,500φ ロックリングおよびボルト・ナット (付属品2)

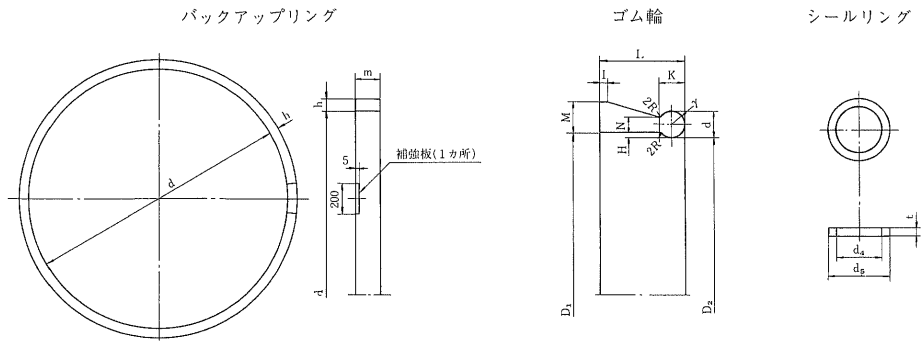


単位 mm

適用される 管の 呼び径	ロックリング				押輪用ボルト・ナット							シールボルト								ロックリング用セットボルト				重量(kg)	適用される 管の 呼び径		
	R	ℓ	h	m	ボルト の呼び M ₁	C	E	E'	G	H	1セットの ボルト数	ボルト の呼び M ₂	H	B	L	d	d ₄	d ₅	h	1セットの ボルト数	ボルト の呼び M ₂	b	ℓ			m	1セットの ボルト数
1000	538	3333	20	30	M30	140	80	30	(24) 30	46	20	M27	19	46	20	23	29	39	2	9	M27	14	36	16	9	14.0	1000
1100	590	3657	"	"	"	"	"	"	"	"	24	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	15.4	1100
1200	641	3978	"	"	"	"	"	"	"	"	28	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	16.8	1200
1350	718	4461	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	18.8	1350
1500	796	4951	22	35	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	26.9	1500

注) 押輪用ボルト・ナットの材質がSUS403の場合は、()内の寸法とする。

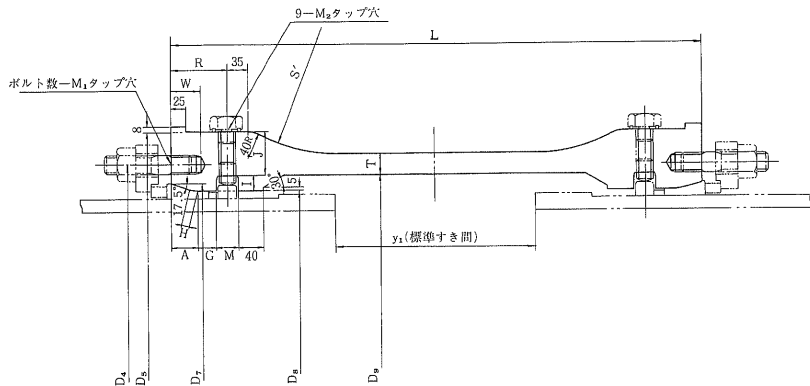
図-15 1,000φ~1,500φ ゴム輪(付属品3)



単位 mm

適用される 管の 呼び径	バックアップリング			ゴ ム 輪										シールリング			適用される 管の 呼び径
	d	h	m	D ₁	D ₂	d	H	I	K	L	M	N	r	d ₄	d ₅	t	
1000	1031	8	15	1018	1011	18	3.5	5	18	58	21	11	9	29	39	5	1000
1100	1134	"	"	1119	1112	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1100
1200	1236	"	"	1220	1213	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1200
1350	1390	"	"	1370	1363	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1350
1500	1544	"	"	1520	1513	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1500

図-16 1,000φ~1,500φ 短尺継ぎ輪



単位 mm

呼び径	各 部 寸 法																	ボルト 数	重 量 (kg)	呼び径 D		
	D ₄	D ₅	D ₇	D ₈	D ₉	A	G	H	I	J	L	M	M ₁	M ₂	R	S'	T				W	y ₁
1000	1143	1215	1083	1061	1107	43	30	16	23	54	800	31	M30	M27	88.5	200	29	48	300	20	942	1000
1100	1246	1326	1186	1164	1210	"	"	"	"	58	"	"	"	"	"	210	30	"	"	24	1080	1100
1200	1348	1432	1288	1266	1312	"	"	"	"	60	"	"	"	"	"	220	31	"	"	28	1210	1200
1350	1502	1594	1442	1420	1466	"	"	"	"	64	850	"	"	"	"	235	33	"	310	"	1490	1350
1500	1656	1764	1596	1574	1624	"	"	"	25	70	"	36	"	"	91.0	250	35	"	320	"	1800	1500

なお、比較のためにU形継手の接合時間(実験室内での接合)を示すと、1,000φ…43分(2名)、1,600φ…35分(3名)、2,000φ…31分(3名)である。

2. 拔出し試験

S形継手は、継手1カ所の伸縮余裕量を管長の±1%と相当大きくとってある。しかし、これ以上の伸縮が継手にかかろうとする場合は、ロックリングと挿口突部の掛け合せにより生ずる拔出し阻止力、あるいは受口底部と挿口端面の接触による圧縮力によって地震力に耐えることになる。

ここでは、拔出し力に対する性能を確認した。

図-19 水圧拔出し試験方法(1,000φ~1,500φ)

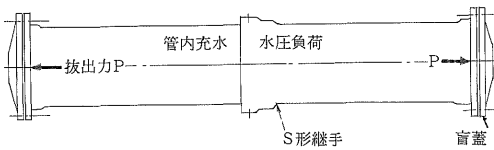


図-20 油圧ジャッキによる拔出し試験方法(2,100φ)

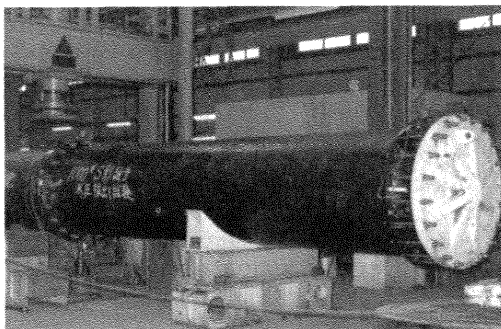
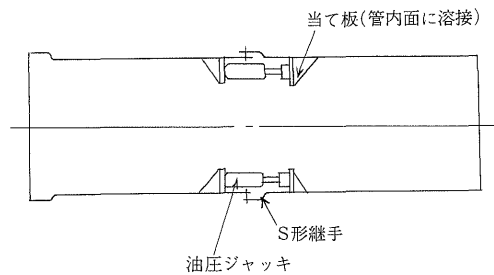


写真-2 1,000φ 水圧拔出し試験

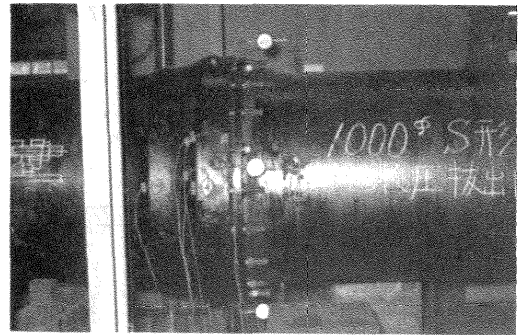


写真-3 1,000φ 水圧拔出し試験(ストレンゲージ貼付、ダイヤルゲージ取付状況)

1) 拔出し試験・最終結果

1,000φ、1,500φは盲蓋の関係で水圧25kg/cm²、2,100φは油圧ジャッキの容量の関係で540tonまで負荷した。結果を表-2に示す。

表-2 拔出し試験・最終結果

管呼び径 mm	負荷水圧 kg/cm ² ※	負荷 抜出力 Ton ※	継手部の 状況	発生曲げ 応力 kg/mm ² ※※
1,000	25	213	漏洩その他異常なし	18.5
1,500	25	474	〃	12.8
2,100	(換算すると14.7)	540	〃	11.0

※ 水圧p、抜出力P、管外径D₂の時

$$P = \frac{\pi}{4} D_2^2 p$$

※※挿口は1,000φ…2種管、1,500φ…1種管、2,100φ…3種管を用いた。

上記応力の発生カ所は1,000φ、1,500φ…受口溝、2,100φ…挿口であった。

ダクタイル鋳鉄の曲げ強度はJWWA G 105に規定する材質のもので54kg/mm²以上。

上記抜出力は、かりに埋設管の管表面と土の周面摩擦を1 ton/m²とした時、

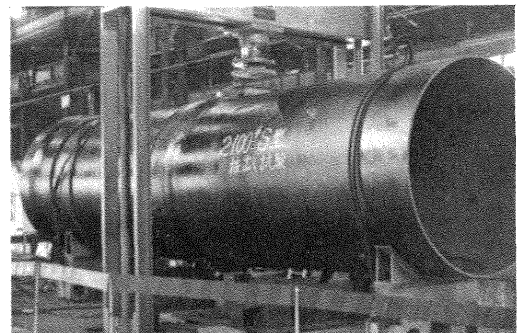


写真-4 2,100φ 拔出し試験

1,000φ…抜出力213ton＝管路65m分の摩擦
 1,500φ…抜出力474ton＝管路97m分の摩擦
 2,100φ…抜出力540ton＝管路79m分の摩擦
 に相当する。

すなわち、地震時に管が管軸方向に動く時、上記管路長に相当する管を引張れるということになる。また表-2から、応力的にはまだ十分余裕があることがわかる。

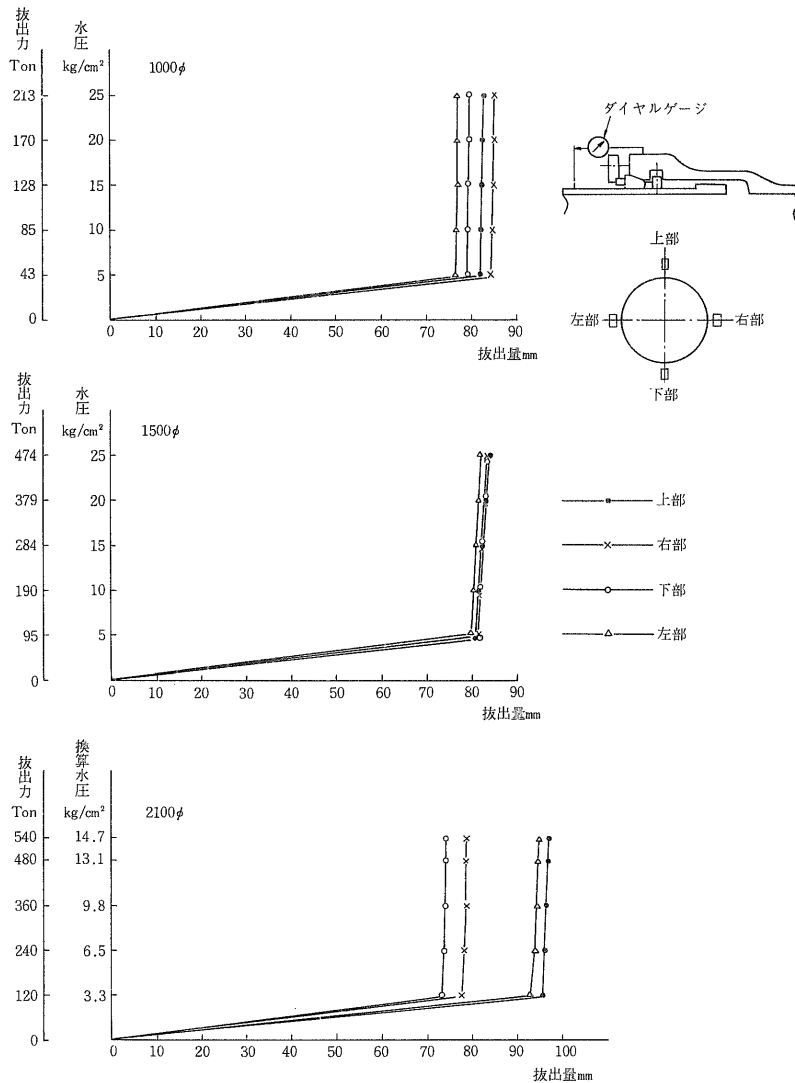
2) 抜出力—抜出量の関係

図-21に測定結果を示す。いずれも設計伸長量（地震時伸長量に曲げ配管時余裕を加え

て約80mm)だけ抜け出したあと、拔出しが止まっている。

上部、下部、左部、右部の測定値に少しバラツキがあるのは試験開始の管の状態が完全に真直になっていなかったためである。またいずれの場合も、最初の測定と最終の測定を比べると1～2mm程度の拔出しが見られるが、これはロックリングと溝のガタ、あるいはロックリングの弾性変形によるものである（試験後、抜出力を0にすると上記の数mmの拔出しはもとに戻った）。

図-21 抜出力—抜出量の関係



3) 水圧(抜出力) — 応力の関係

図-22、23、24に示す。いずれも測定応力

のうち大きいものを抜粋して示した。

図-22 1,000φ 水圧—応力の関係

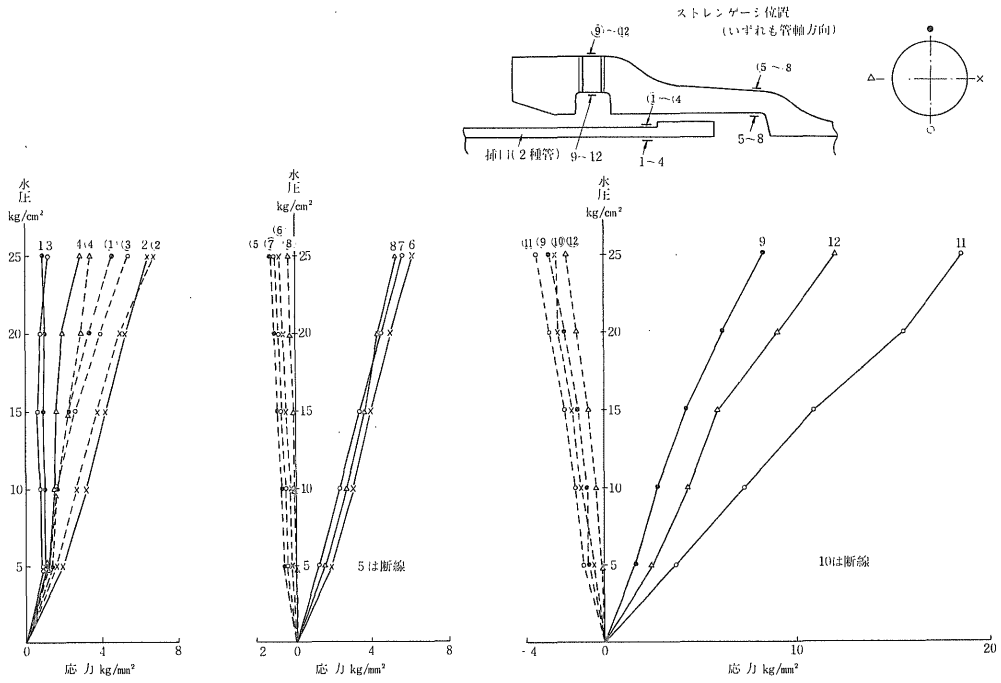


図-23 1,500φ 水圧—応力の関係

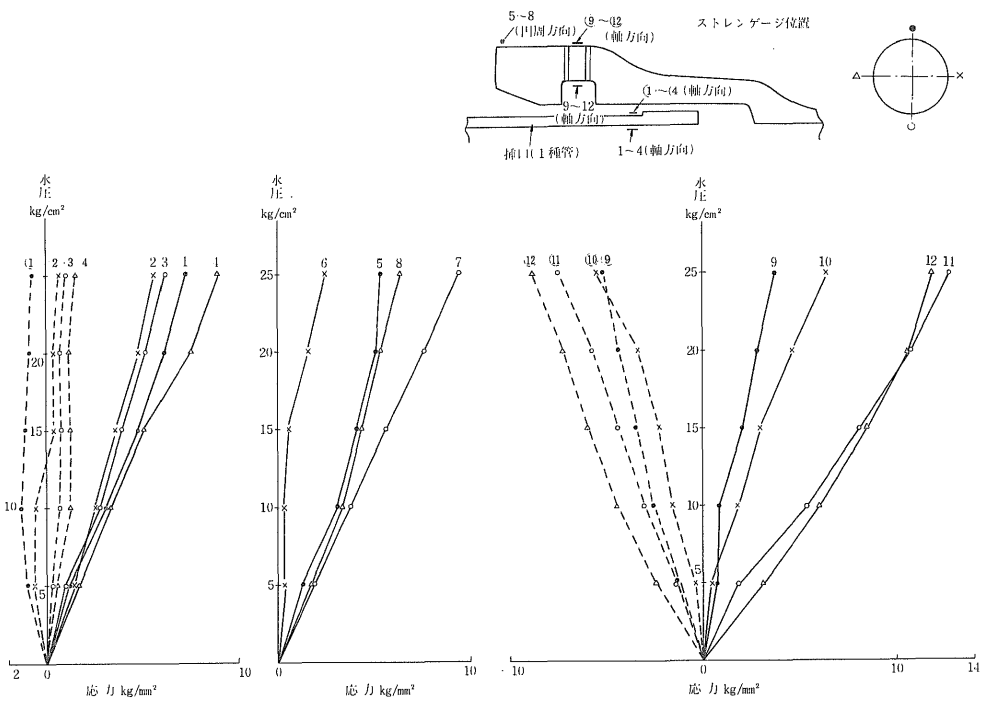
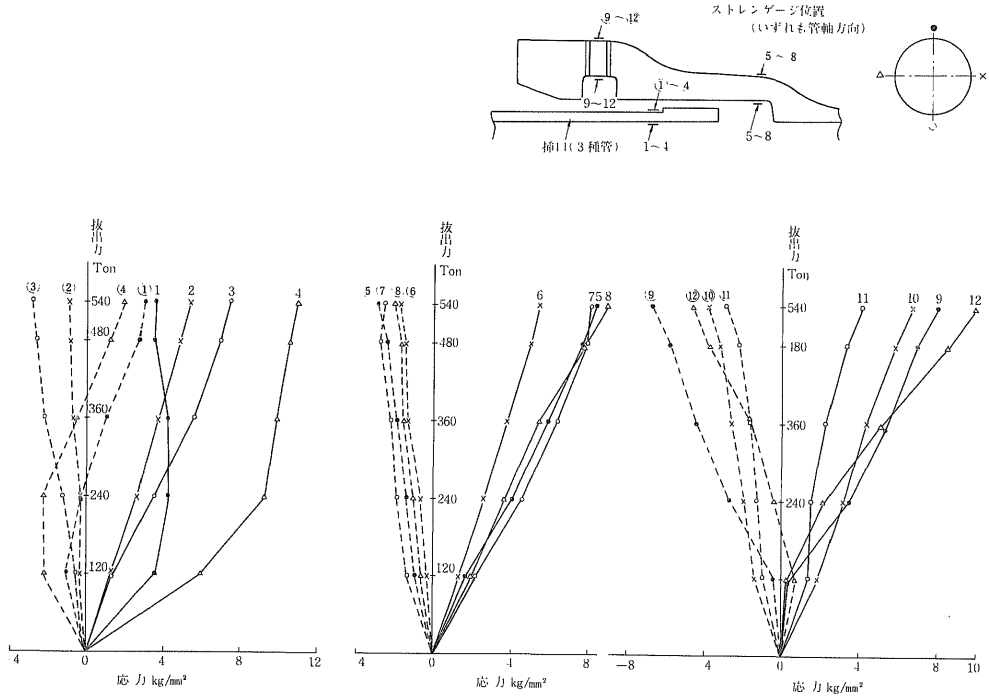


図-24 2,100φ 抜出力-応力の関係



3. 曲げ強度試験

地震時、管路直線部において継手に生ずる屈曲は理論計算上1°以下と小さい。

S形継手に曲げモーメントが加わった時、どの程度の屈曲が生じ、またどの程度の曲げモーメントに耐えられるかを確認するため、曲げ強度試験を行った。

1) 曲げ強度試験・最終結果

試験は発生応力が約25kg/mm²になるまで行った。

図-25 曲げ強度試験方法

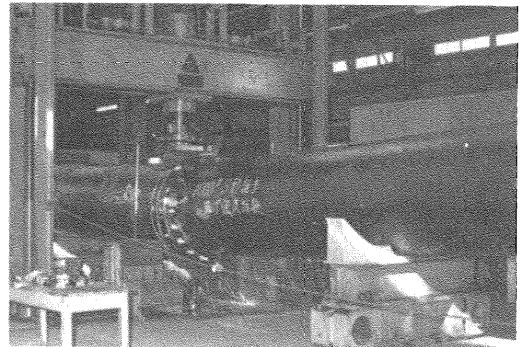
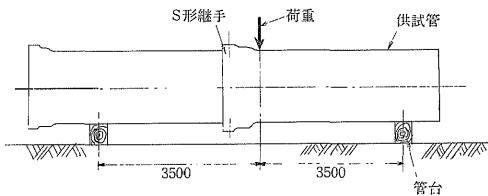


写真-5 曲げ強度試験

表-3 曲げ強度試験最終結果

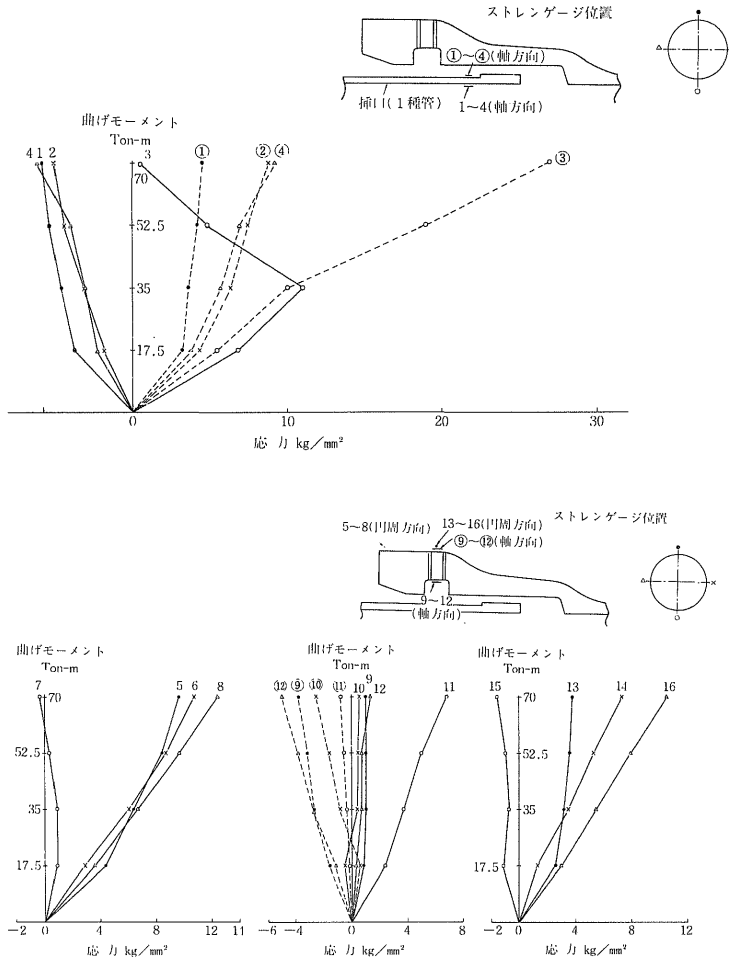
管呼び径 mm	荷重 Ton	継手部曲げモーメント Ton-m	継手部の 曲げ角度	継手部の状況	発生曲げ応力 kg/mm ² ※
1,000	24	42	4°06'	破壊その他異常なし	25.0
1,500	40	70	5°06'	〃	27.0

※上記応力の発生力所は1,000φ、1,500φとも挿口であった。

挿口は1,000φ……2種管、1,500φ……1種管を用いた。

ダクタイル鑄鉄の曲げ強度はJWWA G 105に規定する材質のもので54kg/mm²以上。

図-28 1,500φ 曲げモーメント-応力の関係



4. 曲げ水圧試験

継手を真直な状態で正規の接合をしたあと曲げモーメントを加えて継手を屈曲させ、管内面からテストバンドをセットし水圧10kg/cm²を負荷した。その結果、漏洩など異常はなかった。

図-29 曲げ水圧試験方法

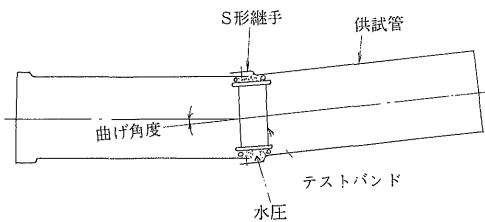


表-4 曲げ水圧試験結果

管呼び径 mm	継手曲げ 角度	負荷水圧 kg/cm ²	結果
1,000	4°40'	10	漏洩その他異常なし
1,500	5°30'	10	〃
2,100	1°50'	10	〃

5. 繰返し曲げ水圧試験

地震時、継手が繰返し伸縮あるいは屈曲することを想定して、継手を繰返し屈曲させ、そのあと屈曲した状態でテストバンドをセットし水圧10kg/cm²を負荷した。

その結果、漏洩などなかった。また継手を解体してゴム輪、バックアップリングを観察したが、異常はなかった。

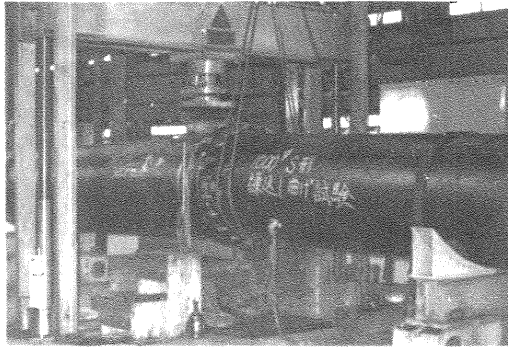


写真-6 繰返し曲げ試験

表-5 繰返し曲げ水圧試験結果

管呼び径 mm	継手曲げ 角度	繰返し 回数 (回)	負荷水圧 kg/cm ²	結果
1,000	±3°	30	10	漏洩その他異常なし
1,500	+3°30'	10	10	〃
2,100	±1°50'	10	10	〃

6. 長尺継ぎ輪の曲げ強度試験

耐震管路の中で、特に大きな伸縮量を必要とする個所には長尺継ぎ輪を用いる。長尺継ぎ輪は、曲管部、T字管部の付近に使われることが多いと思われるが、この場合、地震により曲げモーメントが加わる可能性が大きい。従って、長尺継ぎ輪の性能としては曲げ剛性が要求される。

そこで、1,500φ長尺継ぎ輪を用いて曲げ強度試験を行った。

試験は圧縮試験機の能力の関係から荷重80 tonまで行った。結果は表-6の通り。

図-32に曲げモーメント-継手曲げ角度の関係を、図-33に曲げモーメント-応力の関係を示す。図-33については発生応力の大きいものを抜粋して示した。

図-30 繰返し曲げ水圧試験

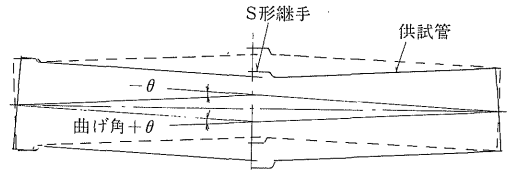


図-31 長尺継ぎ輪の曲げ強度試験方法

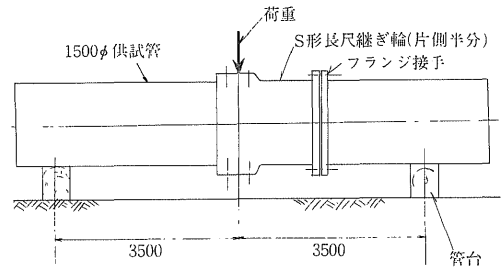


図-32 1,500φ長尺継ぎ輪の

曲げモーメント-継手曲げ角度の関係

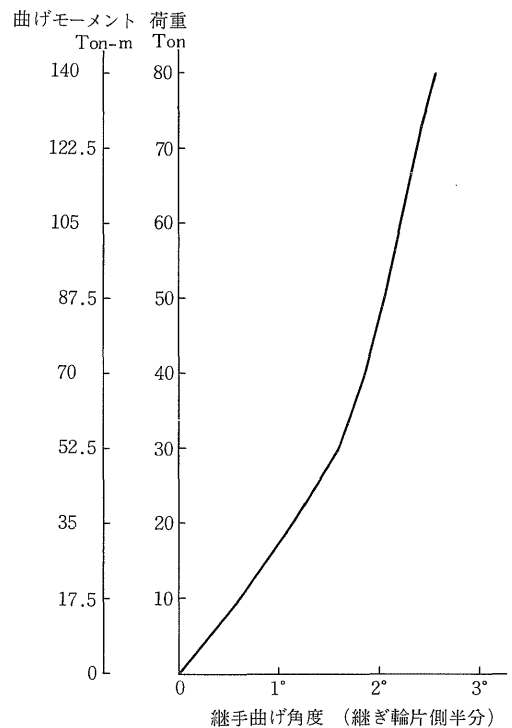


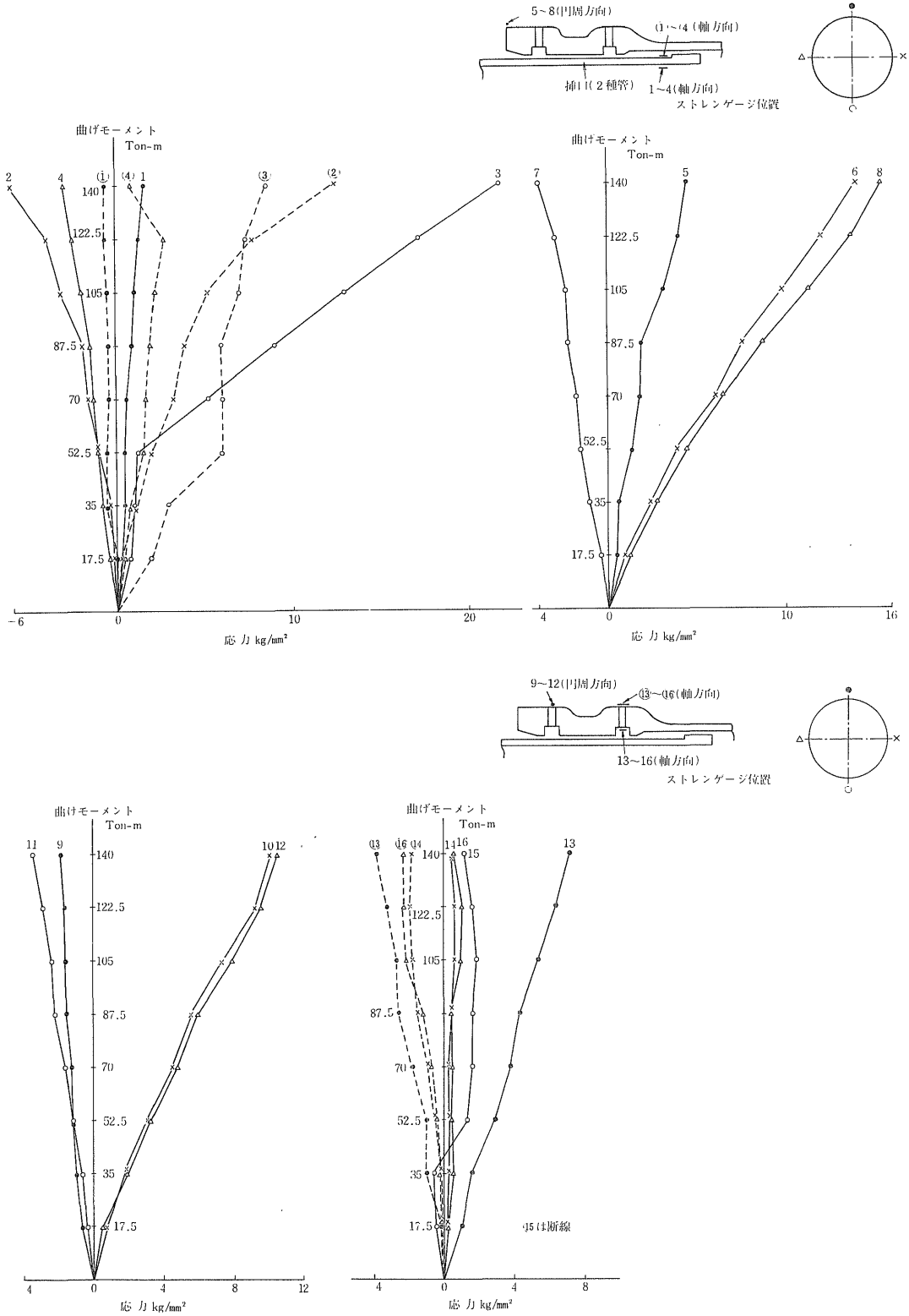
表-6 長尺継ぎ輪曲げ強度試験結果

管呼び径 mm	荷重 Ton	継手部曲げモー メント Ton-m	継手曲げ角 (片側半分につき)	継手部の状況	発生曲げ応力 kg/mm ² ※
1,500φ	80	140	2°32'	破壊その他異常なし	21.8

※上記応力の発生カ所は挿口(2種管)。

ダクタイル鋳鉄の曲げ強度はJWWA G 105に規定するもので54kg/mm²以上。

図-33 1,500φ 長尺継ぎ輪の曲げモーメント-応力の関係



IV 施工要領

1. 継手接合要領

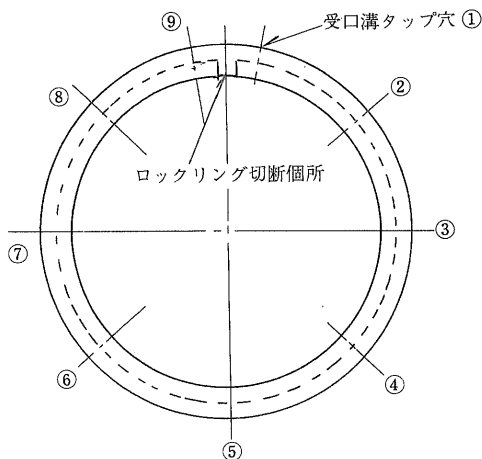
管の運搬、据付けなどはK形管の場合と同様であるが、特に会所掘り(ジョイント掘り、小穴)は人が管底に入れる程度に深く掘ることが肝要である。そうすることにより、ボルト、セットボルト、シールボルトの締付け作業が容易かつ確実にに行えることになる。

1) 受口、挿口の挿入

1. ロックリングを受口溝内に挿入する。

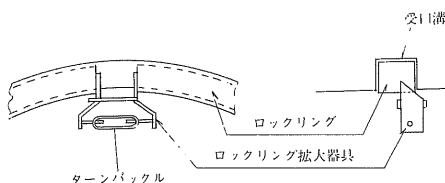
すなわち、ロックリング切断箇所をコイル状に重ね合せ、受口溝内に預け入れる。その際、ロックリングの切断箇所は受口溝部タップ穴の間隔が最も狭い所の間になるよう注意する。

図-34 ロックリングを受口溝内に挿入



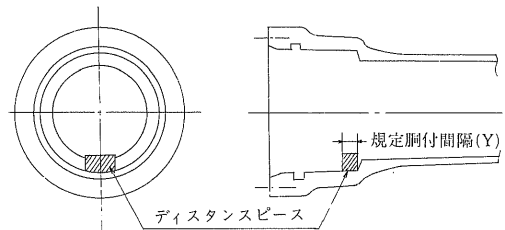
2. 受口溝内のロックリングは、そのままでは自重により管頂側では垂れ下がるので、図-35に示すようなロックリング拡大器具を用いて、ロックリングが受口溝内に全周完全に納まるようにする。

図-35 ロックリングの拡大



3. 受口内面奥の管底に規定胴付間隔(Y)に相当する幅のディスタンスピース(木製、金属製いずれでもよい)を置く。(これにより規定の胴付間隔を確保する)。

図-36 ディスタンスピースの挿入



規定胴付間隔(Y)は表-7の通りである。

表-7

管呼び径 mm	規定胴付間隔 Y mm
1,000	80
1,100	"
1,200	"
1,350	"
1,500	"
1,600	75
1,650	"
1,800	"
2,000	80
2,100	"
2,200	"
2,400	85
2,600	"

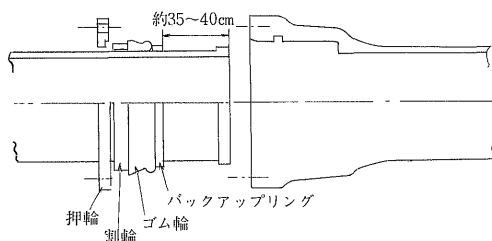
4. 挿口外面の端面から約60cmの間および受口内面に付着している油、砂、わらくずその他の異物をきれいに取除く。

5. 押輪および割輪をきれいに掃除して挿口に挿入する。

6. 挿口外面および受口内面(ただし端面から受口溝までの間)に濃いドロドロの石鹼水を塗る。

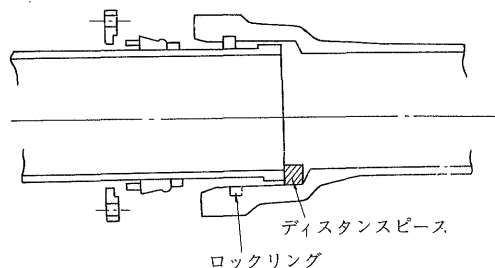
7. ゴム輪をきれいに清掃して、同じく濃いドロドロの石鹼水を塗り、挿口に預ける。続いて、バックアップリングをきれいに清掃して挿口に預ける。(バックアップリングについている補強板が挿口端面側になるように入れる。)

図-37 付属品を挿口に預け入れ



8. 受口(挿口)に挿口(受口)を挿口先端がディスタンスピースに当たるまで挿入する。この際、挿口先端がロックリングの部分を超える時、ロックリング拡大器具は自動的に管内に撤去され、さらに深く挿口を挿入すれば、ロックリングが挿口を抱く格好になる。

図-38 受口・挿口の挿入完了



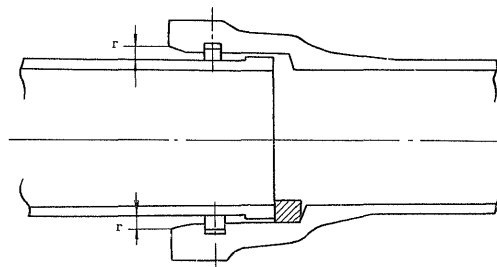
2) 管の芯出し (ロックリングの締付け)

9. セットボルトを挿入、ネジ出ししてロックリングを締付けると同時に受口・挿口の芯出しをする。その手順は下の通りである。

- ① セットボルトの締付けは六角棒スパナ (JIS B 4648に規定するもの)を用いる。
- ② セットボルトの最初のおおまかな締付けは、ロックリングの切断個所の反対側から順次切断個所に向って挿口を抱き締めるように締付ける。
- ③ 次いで、受口・挿口の隙間 (図-39の r 寸法) が全周ほぼ均等になるように (r 寸法の最大、最小の差が2mm以内になるように) セットボルトで調整する (すなわち芯出しする)。 r 寸法を測るのにスケールまたは特殊なゲージなどを用意するのがよい。ここで、もし芯出しが不十分な場合は、あと

のバックアップリングの挿入、ゴム輪の挿入が困難になるので、芯出しは慎重かつできるだけ正確に行う。

図-39 受口、挿口の芯出し



④ 最終的にもう一度全セットボルトを六角棒スパナにより手で力いっぱい締める (スパナの先に柄を継ぎ足したりしないこと)。また、ロックリングが挿口に全周抱きついていることを受口、挿口の隙間から肉眼で確認する。

10. シールボルトを挿入、締付ける。

- ① シールボルトにシールリングが入っていることを確認し、ごみなど付着していないかどうか調べる。
- ② 受口外面のセットボルト用タップ穴まわりをきれいに清掃し、ドロドロの濃い石鹼水を塗る。
- ③ シールボルトを挿入し、シールリングが1~1.5mm圧縮されるまで締付ける (シールボルト頭はボルト呼び径と関係のない寸法のため、スパナ選択に注意)。
- ④ 最後に9本のシールボルトが取り付けられていることを確認する。

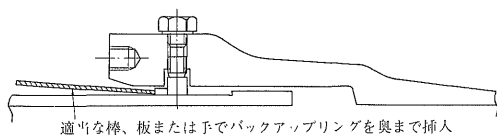
3) 部品のセット、ゴム輪の締付け

11. ボルトを受口タップ穴に穴の奥までネジ込む。

12. 次にバックアップリングだけを受口、挿口の隙間にロックリングに当たるまで手または適当な棒、板で挿入する。その際、バックアップリングの補強板の中心がロックリング切断個所の中心に合うようにする。万一、バックアップリングが全周ロックリングに当たるまで入らない場合は、芯出しが不十分なため

であるから、もう一度セットボルトの調整をやり直す。

図-40 バックアップリングの挿入



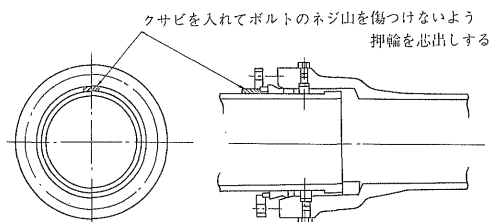
13. ゴム輪、割輪、押輪を所定の位置にセットする。

① その際、挿口、受口、ゴム輪の石鹸水が乾いているようであると、もう一度石鹸水を塗ってからゴム輪を受口、挿口の間に手で押込む。先端の尖がったタガネなどでゴムを叩いたり押しはならない。ゴムを傷つけないよう注意する。

② 割輪を押輪の切欠き部に全周入れる。

③ 押輪を、ボルトのネジ山を傷つけないようセットする。

図-41 押輪のセット



14. ボルトにナットを入れ、ラチェットレンチ、スパナなどで固く締めつける。この際、まず上下のナット、次に両横のナットという順序でいつでもほぼ対称の位置にあるナットを交互に締め、押輪の面と受口の端面との間隔がどこでも同じようにする。ボルト、ナットの締め付けは小刻みに数回にわたってまんべんなく行うこと（K形継手の締め付けと全く同じ要領）。

15. 全部のボルト、ナットが規定の締め付けトルク（M30のボルトのとき20kgm）に達しているかどうかを改めて順次確認する。

16. 最後に管内面からディスタンスピース、ロックリング拡大器具を撤去する。

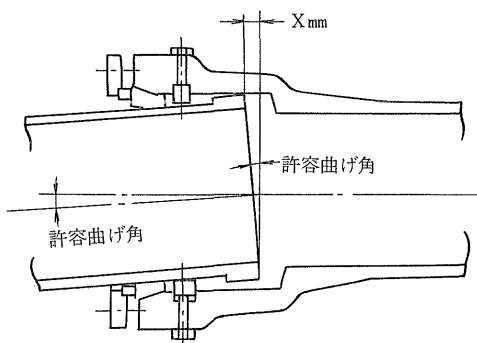
4) 曲げ配管の場合

継手において管路を曲げる必要がある場合、許容される曲げ角度は表-8の通りである。

表-8

管呼び径 mm	許容曲 げ角度	胴付間隔の差 X mm	※	管1本当りに許容さ れる偏位 cm
1,000	1°50'	33		管長6m 19
1,100	1°40'	〃		〃 17
1,200	1°30'	〃		〃 15
1,350	〃	37		〃 〃
1,500	〃	41		〃 〃
1,600	〃	43		管長4m 10
1,650	〃	45		〃 〃
1,800	〃	48		〃 〃
2,000	〃	54		〃 〃
2,100	〃	57		〃 〃
2,200	〃	60		〃 〃
2,400	〃	64		〃 〃
2,600	〃	70		〃 〃

図-42 曲げ配管



この場合、ひとまず管を真直にセットし、各部品を正常な位置に挿入、ボルトをある程度まで締めつけた後、継手を曲げ、最終的に規定のトルクまでボルト・ナットを締めつける。

2. 継ぎ輪の施工要領

前項の「継手接合要領」は直管、異形管とも共通であるが、異形管のうち特に継ぎ輪の施工要領を述べる。

1) 一方から順次配管していく場合

長尺継ぎ輪、短尺継ぎ輪のいずれでも、一方から順次配管していく場合は直管の接合とほとんど変わらない。留意点は次の通り。

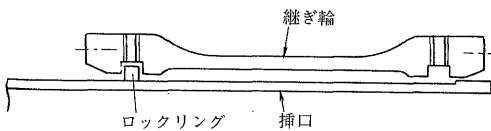
① 長尺継ぎ輪の芯出しは両受口端面側のセットボルトを使う。

- ② 長尺継ぎ輪は曲げ接合しないこと。短尺継ぎ輪の許容曲げ角は片側受口について直管と同じ(表-8)、従って両受口で直管の2倍となる。
- ③ 長尺継ぎ輪の前後挿口には接合完了後ポリエチレンスリーブをかぶせるのがよい。
- ④ 継ぎ輪前後の両挿口端の間隔は長尺継ぎ輪のとき……図面に表示してある標準すき間 y_2
短尺継ぎ輪のとき……受口Y寸法×2
(ただし、後日前後の管の撤去を考えるとときは図面に表示してある標準すき間 y_1 とする)

2) 結び配管(せめ)に使う場合

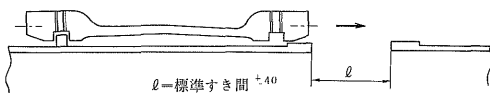
- ① 継ぎ輪の両受口のうち、片側受口分のロックリングは溝内に納め(すなわち、短尺継ぎ輪のとき1つのロックリング)、他方の受口のロックリングは脱しておく。
- ② 溝内に入れたロックリングはロックリング拡大器具で上げ、挿口に継ぎ輪全体を預ける。

図-43 挿口に継ぎ輪を預入れ



- ③ もう一方の挿口を据付ける。その際、両挿口端の間隔を図-44の寸法にとる。

図-44 両挿口の間隔



- ④ 次に継ぎ輪を少しずつさせる(図-44の矢印の方向)、そして両挿口の間でロックリングの入っていない方の受口溝にロックリングを入れ拡大器具で上げ、さらに図-44の矢印の方向へ継ぎ輪をずらせる。そして、

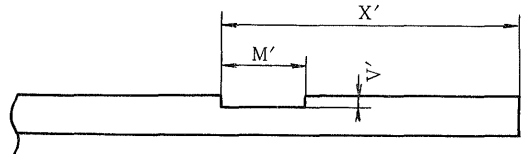
最終的に継ぎ輪を両挿口の中心にもってくる。

- ⑤ あとの接合は直管の場合と同じである。留意点は1)項の①、②、③の通りである。

3. 切管時の施工要領

- ① まず指定の切管用を切管する。できれば管厚の厚い1種管を切管する。3種管を切管するのは避けるべきである。切管の要領はK形、U形管と同じである。
- ② 切管の挿口に溝を切削する。溝の寸法、位置は図-45に示す通り。また、溝切機はKF、UF形管で使うものでよい。

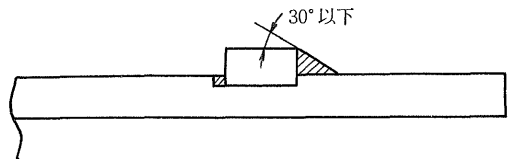
図-45 切管時の挿口溝の寸法



X' M' はそれぞれ直管のX寸法プラス4mm
M寸法プラス4mm
V'は $1000\sim 1500\phi$ $3\text{mm} \begin{matrix} +0.5 \\ -0 \end{matrix}$
 $1600\sim 2000\phi$ $4\text{mm} \begin{matrix} +0.5 \\ -0 \end{matrix}$
 $2100\sim 2600\phi$ $5\text{mm} \begin{matrix} +0.5 \\ -0 \end{matrix}$

- ③ 次に切管用ロックリングを挿口溝に入れ溶接する。溶接棒は鉄—ニッケル系溶接棒を用い、溶接範囲は図-46の通りである。

図-46 切管時のロックリングの溶接



- ④ 以後の接合は1項の「接合要領」に同じ。

なお、前述したように配管設計時、曲管部、分岐部のU形管で切管するよう配慮する方が作業は容易である。

以上



技術レポート

600mmタイトン形ダクタイトル鑄鉄管の内挿工事

細見 馨

大阪市水道局工務部管理課技術係長

1. はじめに

本市の工業用水道では、現在、漏水の多い三国系800mm送水管を改良するため、600mmタイトン形ダクタイトル鑄鉄管を内挿するという工事を実施中であるが、このたび計画のほぼ50%（新大阪駅以西部分）を完了して一部通水を開始した。

内挿管としては、従来は鋼管が主で、鑄鉄管を使用する工法は本市でも初めてのことであったが、比較的順調に、かつ1件の漏水もなく一部工事を完了することができたので、その概要について報告することとする。

2. 三国系800mm送水管の概要

本送水管は、東淀川区浜町地先の上水道柴島浄水場より沈でん水の分水を受けて、淀川区新高1丁目地先にある工業用水道三国配水場へ、日量26,000m³の送水を行うために布設したもので、工事は第2期工業用水道事業の一部として、昭和32年度に着手し、翌33年度に完了したものである。

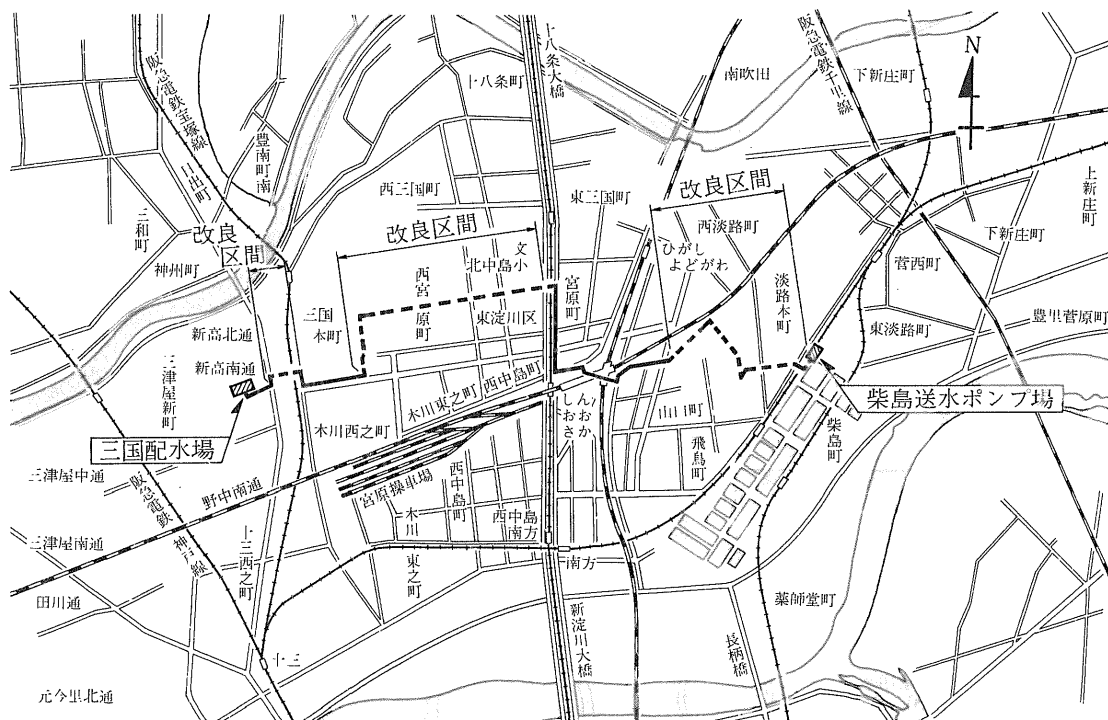
布設延長は4,607mであるが、布設ルートは

図-1のとおりで、建設当時は開発から全くとり残された地域で道らしき道もなく、従って重量交通もほとんどなかったため、事業費の低廉をはかるため、直線部分はすべて遠心力鉄筋コンクリート管(2~3kg/cm²圧力管)を布設した。

ところがその後、東海道新幹線の建設、ならびに新大阪駅周辺土地区画整理事業などで支障となり、一部をダクタイトル鑄鉄管に布設替したため、建設当時3,510mあった遠心力鉄筋コンクリート管が現在では2,120mになっている。

本送水管布設地域は、上記のとおり建設当時は市街地からはずれ、交通量も極めて少ない地域であったが、新大阪駅を中心とする都市再開発により、近年その様相が一変し、交通量も飛躍的に増大してきた。このため、漏水事故の増加もさることながら、その修理がますます困難となり、正常な送水を阻害されるため、これが対策についてかねてより苦慮してきたところである。

図-1 工業用水道・三国系800mm送水管路線図



3. 改良計画

前述のとおり、当該地域は区画整理の進捗に伴い、高層ビルがどんどん建設されつつあり、一方、地下埋設物も高層ビル化を予想して先行投資が進められており、従って、本送水管の維持管理がますます困難となることは必至のため、残っている遠心力鉄筋コンクリート管をすべて鉄管に布設替することとした。

なお、本送水管の改良については、上記区画整理事業に伴い、布設ルートも変更して抜本的に改良することも計画したが、財政上などの問題もあって具体化が遅れていたものである。

このたびの計画に当たっても種々困難な問題があったが、上記のような現況から急施を要し、また、ようやく起債の認可も得られることとなったので、昭和47～49年度の3カ年継続事業で改良することとした。

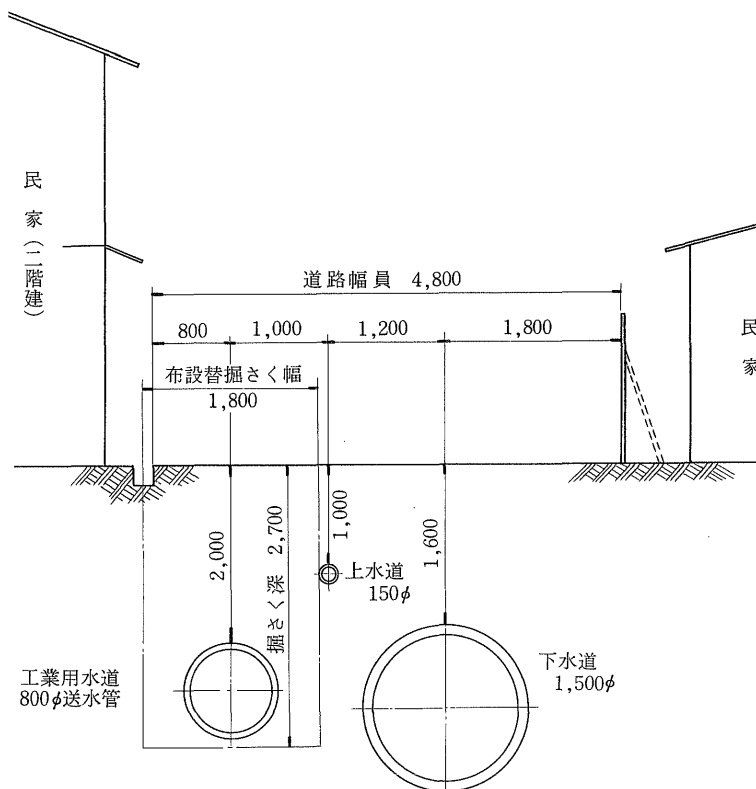
布設替方法としては、一般的には新管を布設できる適当な位置が別にあれば、工事費は別にして施工上最も望ましいわけであるが、本送水管の場合、上記のとおり区画整理が完

了しつつある現時点での掘り返しは、市民感情からとうてい不可能であり、また既改良部分ならびに給水工場との関係から、別ルート布設は困難なので、現埋設位置で布設替を行うこととした。

なお工業用水道の施設は上水道のように管網を形成していないので、布設替に当たって長期間断水することはほとんどできないのであるが、本送水管の場合は、同一地域に給水している東淀川浄水場系設備と連絡しているため、夏の需要期を外せば断水も可能という見とおしが立ったので、現位置での布設替に踏み切ったものである。

しかしながら、現位置で布設替するとしても、建設当時田島であったところが、現在は家屋が建ち並んでおり、場所によっては図-2のとおり、民家に非常に接近して埋設されているため、全区間を掘り返して布設替することは交通上の障害はもちろんのこと、民家の破損も予想されて事実上不可能である。このため、やむを得ず内挿工法により改良することとした。

図一 2 送水管埋設断面図



なお内挿管の口径としては、可能な限り太いものをということから、今回は600mm管を計画したが、それでも改良部分の送水能力は800mm管にくらべ約 $\frac{1}{2}$ に減少するため、起債認可に当たっても問題となったところである。しかし、遠心力鉄筋コンクリート管ということから、現在の送水ポンプも低揚程(8m)になっており、従って、改良工事完了後は需要の動向を見つめつつ、ポンプ圧の上昇をはかることにより対処する計画である。

4. 設計概要

1) 管種選定

内挿工事の計画に当たっては、既設管の埋設状態をよく調査のうえ、口径・管種を決定すべきことは当然であるが、本送水管の場合は、水平あるいは上下に屈折している部分には鋳鉄管を使用し、その間を遠心力鉄筋コンクリート管でつなぐ配管となっているため、調査カ所が相当数にのぼるうえ、管土被りが

2m~3mもあって調査といえども本工事に近い規模となり、従って、万一調査中に家屋に損傷を与えるようなことがあると、改良工事そのものができなくなるので、大変大胆ではあるが、しゅん功図により計画することとした。

管種については、既設の遠心力鉄筋コンクリート管の実内径が780mmしかなく、内挿管口径を600mmと決めた以上は、外径が一番小さく漏水の心配のないもの、すなわち鋼管と迷わずに選定して計画を始めた。ところが、一方で過去の漏水事故の原因をよく調査して見ると、古い事故については水衝圧に起因すると思われる管軸方向の破損が主であるが、近年のものは、むしろ円周方向の、いわゆるわれわれが太根切れと称する折損事故の多いことがわかった。

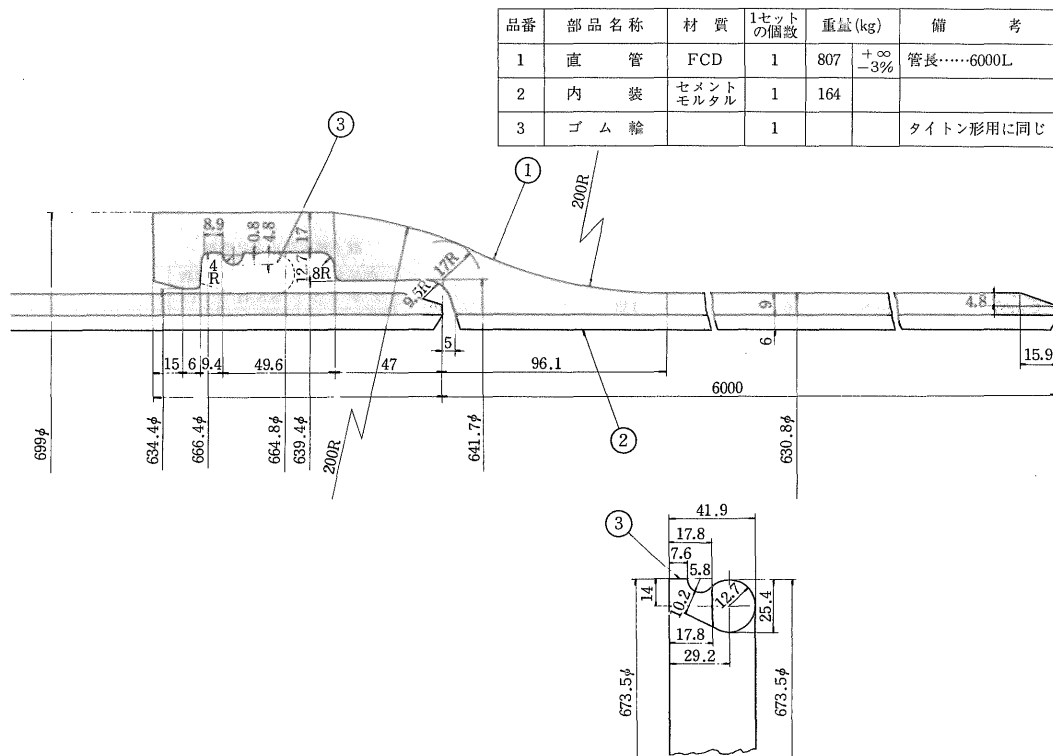
先に述べた既設管の調査を行わずに実施に踏切ったもう一つの理由に、遠心力鉄筋コンクリート管の継手構造(カラーコンポ継手)から、大きな屈折はできない、従ってほぼ真

直に布設されているはずだと判断したためであるが、万一、1カ所でも大きな屈折があると鋼管の内挿は不可能になることから、上記のような事故例より推測して、今まで進めてきた計画は危険ではないかという心配が生じてきた。そこで、外径が小さく、かつ、ある

程度の屈折を吸収できる継手を持った管種の選定が必要となり、メーカーとも相談のうえ、タイトン形ダクタイル鋳鉄管を採用することとした。

なお、その構造は図-3のとおりで、継手部分の外径は699mmとなっている。

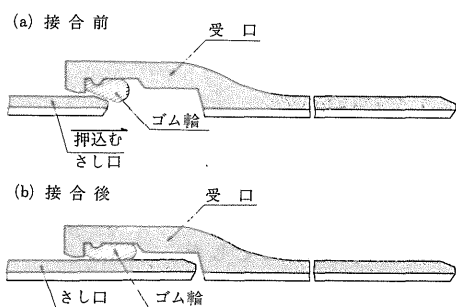
図-3 タイトン形ダクタイル鋳鉄管(呼び径600mm)



2) タイトン管の継手構造

タイトン管は、最近では口径250mm以下の鋳鉄管の主流をなしてきて、今さら説明するまでもないことであるが、本改良工事との関連

図-4 タイトン管接合図



について述べると、その構造は図-4のとおりであり、その特性としては、

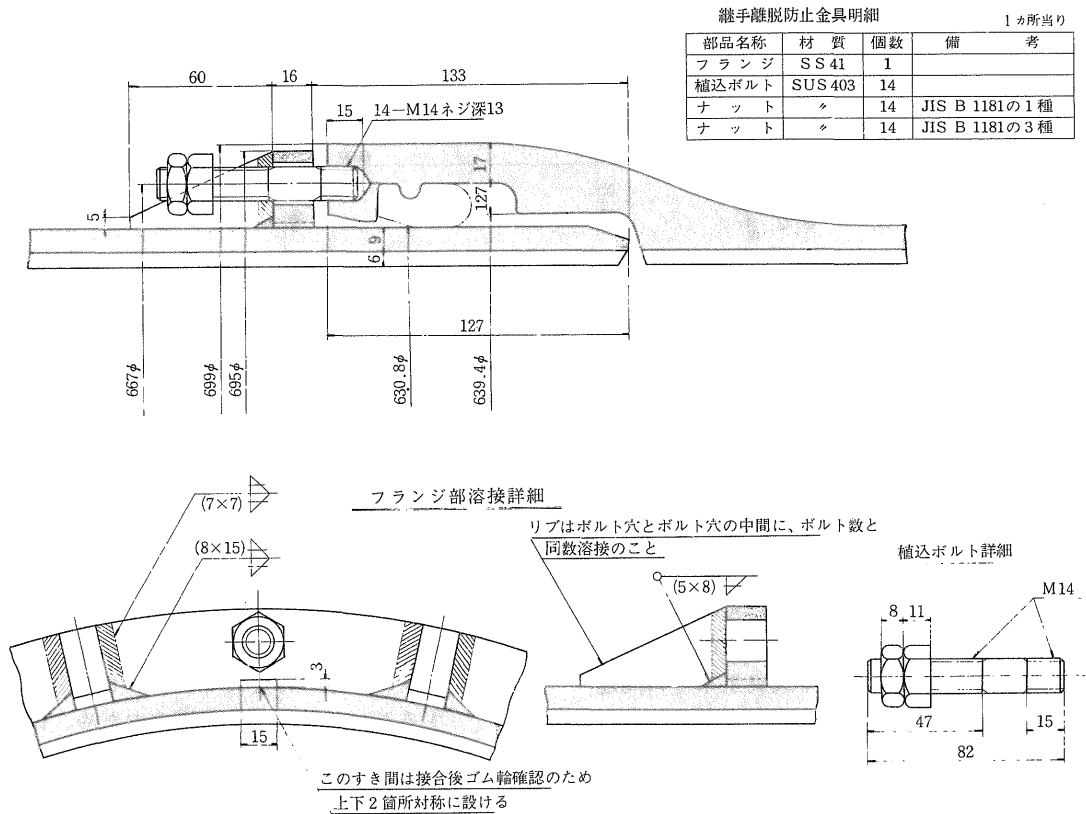
- (1) 受口にゴム輪をおさめ、さし口を挿入するだけで接合できる構造のため、作業時間が大幅に短縮できる。
- (2) 天候や湧水も、作業にはあまり大きな障害とならないので、工事の進捗がはかれる。
- (3) 付属品としてはゴム輪だけのため、材料費が節減できる。
- (4) 管路の屈折によって生ずる伸縮は、ジョイント部分で吸収可能であり、可撓性に富んでいる。
- (5) ゴム輪で完全にシールされるため、水

密性にすぐれている。

などをあげることができる。しかし本改良工事の場合、遠心力鉄筋コンクリート管（内径780mm）と内挿管（受口外径699mm）との間隙が非常に少ないので、相当無理をして挿入する場合、途中で継手が抜け出す恐れもあり、また一方、幸いにして既設管が真直に布設されておれば、挿入延長を可能な限り長くしたいという期待もあって、第1期工事では図一5のとおり、タイトン継手の特性を生かした離脱防止金具をとりつけることとした。

第2期以降の工事については、第1期工事の施行結果から、既設管の継手部分に一段差があるうえ、管路の屈折もかなりはげしいことがわかったので、挿入管の全長にわたって簡単なすべり台（鋼板6mm）をとりつけ、挿入管のひっかかりをなくす方法に改善した。また、このすべり台と内挿管を緊結することによって、継手の抜け出しも防止できるので、第2期以降の管は、タイトン継手本来のPush-on方式のみの継手構造のものを使用することとした。

図一5 継手離脱防止金具



3) 挿入延長と挿入方法

挿入延長については、内挿管が6m1本のため、机上計算では、既設管路の継手曲げ角度が2°以内でないと挿入できないにもかかわらず、上記事故例から相当屈折していることを予想してかからざるを得ないので、設計時点

では、既設埋設物や近接家屋等の関係も考慮のうえ、50m程度を1スパンとして押込口、到達口を設置することとした。

もちろん、実施に当たっては、既設管内を調査・測量のうえ、大きな屈折がなければ挿

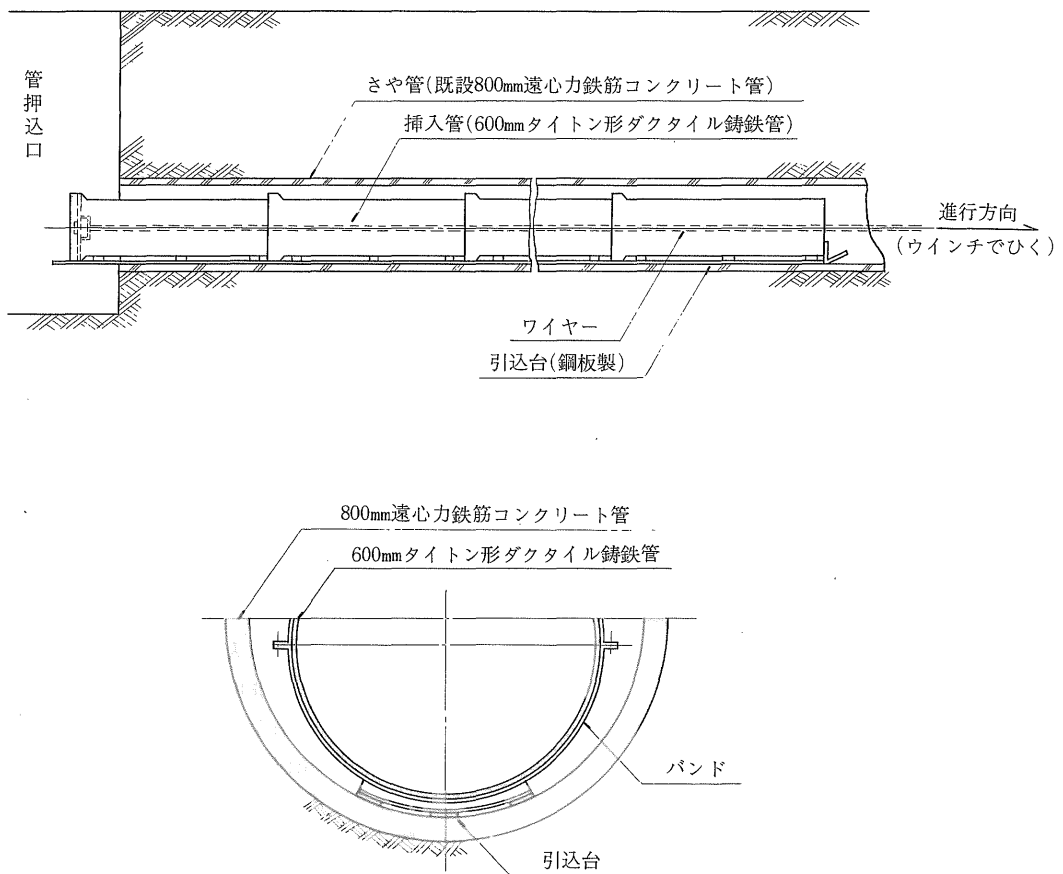
入延長を可能な限り延ばすことは先にも述べたとおりである。

挿入方法としては、油圧ジャッキなどで押し込む方法と、ウインチなどで引き込む方法とがあるが、本工事の場合、かりに1スパンを60mとすると内挿管の重量が9.7tとなり、挿

入に要する力は7t程度(既設管と内挿管の摩擦係数を0.7として)のため、特に押し込む必要もないと判断して、挿入時間の短い引込方法を採用することにした。

なお、その引込要領は図-6のとおりである。

図-6 管引込み図



4) 既設管内のてん充

既設管と内挿管との空隙については、その間隔が極めて小さく、従って既設管が土圧その他の外圧に対して十分安全であれば、特にてん充する必要もないと考えられるが、前記のような事故例から折損の恐れもあり、また、他工事による破損も予測されて、道路かん没などの原因にもなりかねないので、内挿管の安全も配慮のうえ、完全にてん充することと

した。

てん充材としては、なにぶん空隙が非常に狭いうえ、相当延長にわたっててん充することになるので、種々検討の結果、流動性が高く、かつ、強度も期待できる発泡コンクリートを使用することとし、過去の実績なども調査のうえ、麻生フォームクリート株式会社に施工させることとした。なお、同社の発泡コンクリートは、米国のマールケミカル社と技

術提携して導入した、現場打設のプレフォームング（事前発泡）方式の気泡コンクリートで、わが国では同社の独占施工となっている。

現場注入までの工程は、図-7のとおりセメントスラリーに多量の独立小気泡（径0.2mm程度）を混合させて、注入ポンプによって圧送するもので、流動性があり、コンシステンシーも良好で隅々までてん充できるため、昭和38年頃からトンネル工事の裏込注入材に主として使用されてきたが、最近では配管工事にも使用されるようになってきた。なお、その圧縮強度（ σ_{28} ）は、配合比を変えることによって $15\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 140\text{kg}/\text{cm}^2$ 位まで可能であるが、本工事の場合は、前記のような考え方からそれほど大きな強度を必要としないので、表-1の配合によることとした。

図-7 注入工程

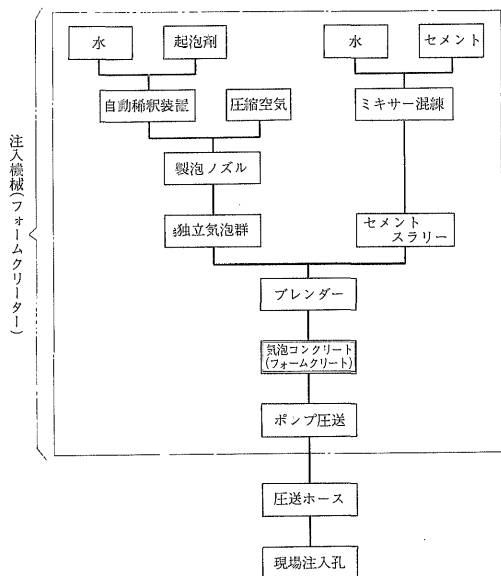


表-1 気泡コンクリート配合表

項 目	数 値
セメント	350kg
水	196ℓ
気泡液	1.48ℓ
空気量	66%
圧縮強度（ σ_{28} ）	$15\text{kg}/\text{cm}^2$

5. 施工概要

1) 既設管の埋設状態

既設の鑄鉄管と遠心力鉄筋コンクリート管との接合部分に調査孔を設け、排水のうえ管内に入って入念な調査を行った。その結果は、予想していた以上の屈折で、極端なカ所では、継手部の曲げ角度が上下方向に 4° 近くに達しており、また、水平方向も 1° 程度で蛇行しているカ所が見られた。このため、当初の計画のほかに、上記のような極端な屈折カ所に押込口または到達口を追加することにした。従って、当初考えていた挿入延長を短くせざるを得ないところも出てきて、場所によっては、20m程度の短い挿入となった。

次期改良工事との関連から、既設管のこの屈折について考えてみるに、今回施行した部分は、先にも述べたとおり、建設当時、道らしき道もなかったのが当時の水路にそってその肩に埋設されており、従って蛇行して布設せざるを得ず、また、基礎工を設けていないので、湧水などが原因して上下方向に屈折した配管となったのではないかと推測される。

2) タイトン管の引込み

引込み方法については、現場条件によって、ウインチまたはクレーン車を使用して引込み、既設管の屈折から挿入が困難なカ所については油圧ジャッキを併用して挿入した。

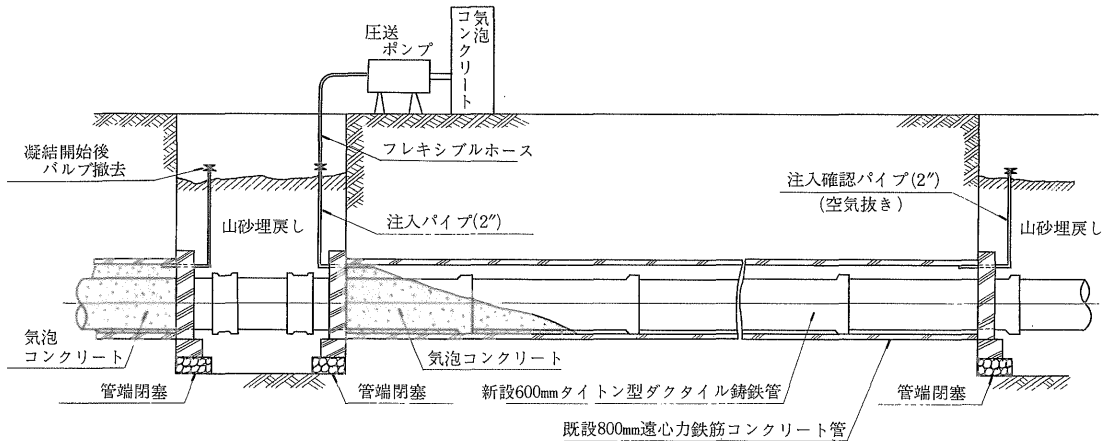
今回の実施結果から、既設管に極端な屈折がなければ100m程度なら引込みが十分可能であり、また、作業時間もタイトン管の特性から、覆工の撤去から管据付、引込み、連絡、そして覆工の復元まで1日で施行が可能と判断される。

従って、タイトン管の内挿工事は、既設管の調査から押込口および到達口の決定一設置までが主たる作業で、押込口および到達口的位置さえ適切であれば、工事は大半を終了したものと見える。

3) 発泡コンクリートのてん充

てん充の要領は、図-8のとおり注入口（2インチ管）よりポンプ圧送（本工事の場合1.5～2.0 kg/cm^2 ）を行い、反対側に設けた空気抜き用パイプから噴出するのを確認したうえ、

図－8 注入施工図



バルブを閉じて完了するものである。作業時間は、材料の混合および機械類の据付けに相当時間を要するが、注入作業そのものは50m（注入量9.5 m^3 ）で約1時間であった。

なお、注入時に採取した供試体の試験結果は、材令28日で $\sigma_c=16\sim 19\text{kg}/\text{cm}^2$ であり、いずれも設計強度（ $15\text{kg}/\text{cm}^2$ ）を上回っていた。

6. あとがき

内挿管工事の概要は、以上のとおりであるが、本市では初めての試みにもかかわらず、管の接合、挿入を短時間に施工できて工期の短縮をはかれたことは、一応の成果があったと考えている。ただ、押込口や到達口の設置が、先に述べたような現場条件から困難を極め、そのうえ地下埋設物の反障移設もあって、その完了までに相当期間を要したのに、管の引込みがわずか1日で完了したということから、管の挿入延長を延ばすことができず、従って事業費の節減をはかれなかったことは非常に残念であった。

しかしながら、当初の計画どおり鋼管を採

用していた場合には、挿入延長は一層短くなり、施工期間、事業費共に相当増加したものと考えられ、本工法を採用したことは得策であったと思っている。また、実施に当っては、心配していたとおり沿道市民との間にトラブルが発生したが、挿入工法を採用したことにより協力が得られ、被害も僅少にとどめることができたことも、工期の短縮をはかれる本工法を採用した成果と考えている。

以上は、このたび完了した新大阪駅以西部分についての報告であるが、現在、着工準備中の新大阪駅以東部分については、一部区画整理から外れた地域があって（延長約300m）、道路幅員が非常に狭い（2.5m～3m）うえ家屋が密集しているため、工事公害を最小限に止めるうえからも、今回の経験を生かして、極力挿入延長を長くしていきたいと考えている。また、本工法は、こういった市街地の掘り返しが難しい場所こそ、その特性を有効に生かすことができるので、沿道市民の協力が得られるよう、また、その協力を答えられるよう、努力して参りたいと考えている次第である。



技術レポート

内挿管工法 (パイプインパイプ工法)

花満慶治

京都市水道局技術部設計課
設計第2係長

1. はじめに

京都市水道局においては、第8期拡張事業の一環として、西大路通の配水管布設工事を内挿管工法(パイプインパイプ工法)により施工した。

西大路通には、口径 900mm鉛継手の普通圧管(昭和27年竣工)が布設されていたが、最近の通行車両の大型化と交通量の増加により強度的に耐え得ない状況にあり、過去数回にわたり破裂事故を起こしていた。そこでこの既設管を利用して、可能な限り大きな口径の管を既設管内に挿入布設し、二重構造の配水管として再利用する目的で計画し内挿管工法(パイプインパイプ工法)により、西大路通の白梅町～下ノ下立売通間約 770mの区間を施工したので、その概要について報告する。

2. 内挿管工法(パイプインパイプ工法)の採用理由

一般に水道管の布設は、開さく工法(オープンカット工法)により布設しているが、今回の西大路幹線布設工事は下記のような理由により、既設管を利用した内挿管工法(パイ

プインパイプ工法)により施工した。

採用理由

- (1)西大路通は水道管(口径 900mm)、ガス管、電話ケーブル、都市下水路など歩車道ともに埋設物がふくそうしており、新しく水道管を布設するスペースがない。
 - (2)西大路通は金閣寺～竜安寺へ通ずる重要な観光幹線道路であり、観光バスなどの大型車両の通行量が多く、開さく工法による施工が困難である。
 - (3)開さく工法に比べ工期が短縮できる。
 - (4)既設管がサヤ管として利用できる所以内挿管とともに二重構造となり、将来他企業の埋設工事による加害危険度が小さくなる。
 - (5)内挿管ではあるが、将来この水道管は幹線配水管となるので、新たに分岐することがない。
 - (6)施工に際しては、コンクリート舗装(床版厚25cm)を破碎し、なお工事完了後は堅抗を除いて全面復旧をしなくてすむ。
 - (7)新管を布設したあと既設管を撤去する必要がない。
- などの理由による。

3. 内挿管開発の経過

当市においても過去、河川、軌道などの横断などで内挿管とよく似た工法、つまり特厚遠心力鉄筋コンクリート管を圧入し、その中に鋼管もしくはメカニカル形ダクタイト管を布設した例はあるが、今回のように長延長にわたり限られたスペースの中に可能な限り大口径の水道管を布設する試みははじめてのことであった。この開発は昭和47年3月頃から下記事項について検討を加えた。

1. 管種および継手の構造

管種については、鋼管とダクタイト管の二者について比較検討を行ったが、鋼管の場合、

- (1)既設 900mmのダ行偏寄の程度により可撓性の継手を相当数必要とし、その継手の構造如何によっては内挿管径が小さくなる。
- (2)既設管の推定される偏寄から考えて短辺の

鋼板を加工し、管内に据付けた後、ジャッキングにより正円とし管軸に縦、横断方向の溶接を必要とする。

- (3)上記(2)に関連して現地管内の現場塗装を必要とする。
- (4)上記(2)～(3)に関連して作業環境が著しく低下し、これに伴い縦坑の増加を要する。
- (5)全体的に工期がのびる。

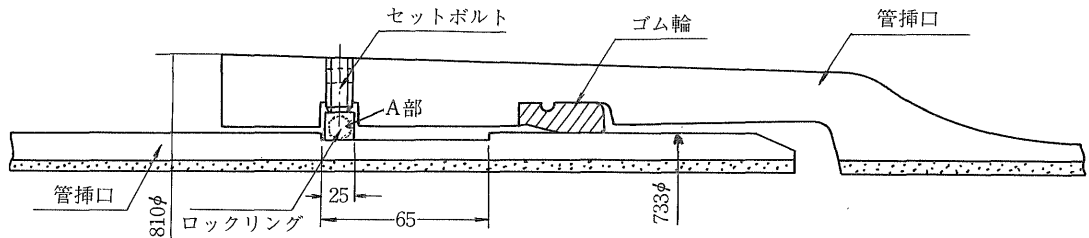
が考えられる。なおダクタイト管の場合、上記(1)～(5)は解決できるが、既存の継手構造(メカニカルジョイント、A形、K形)ではツバが大きく、当初の目的である可能な限り大口径の内挿管を布設することは難しいため、

(1)材質はダクタイト管とし、

(2)継手部の外径はできるだけ小さくする。

こととし、検討を行い再三にわたる継手の性能試験や内挿布設方法の実験をくり返し構造を決定した。構造は図-1に示す通りであり、口径は700mmとした。

図-1 継手の構造



この継手の仕様および特色は次の通りである。

1) 継手の仕様

- (1)口径：700mmダクタイト管（6m管）
- (2)水密機構：タイト形式
- (3)形状寸法：継手部を除いてJ W W Aに準ずる。

2) 継手の特色

- (1)継手がタイト形式なので水密性がよい。
- (2)ロックリングを設け挿入に必要な力をロックリングを介して伝達させる。

(3)挿口の溝巾を大きくとり、曲げ余裕を持たせ既設管がダ行偏寄していてもそれに順応できる。

(4)ある程度(挿口の溝巾だけ)抜け出したらロックリングと挿口溝部が引っかかり拔出し機構が働く。

(5)継手がタイト形式であるので、接合が簡単でしかも短時間でできる。

などの特長を有する継手である。

3) 継手の性能試験

この継手の性能を確認するための性能試験

を行った。その結果を表-1に示した。

表-1 700φ管試験結果

接合試験	水圧 拔出試験	曲げ試験	曲げ 水圧試験
接合時間継 手1カ所当 り20分(作 業員2名)	接合した管 の両端に盲 板をとりつ け、水圧15 kg/cm ² (換算 抜出力63.3 t)負荷した が異状なし	接合した継 手部に曲げ モーメント 30t・mを作 用させたが 異状なし	継手を3°ま で曲げて、 水圧5kg/cm ² を負荷した が異状なし

2. 布設方法

一般に考えられる方法としては次の2通りが考えられる。

- (1)管の外周にバンドを巻き、このバンドに数カ所ソリを取付けて管をジャッキで押すか、

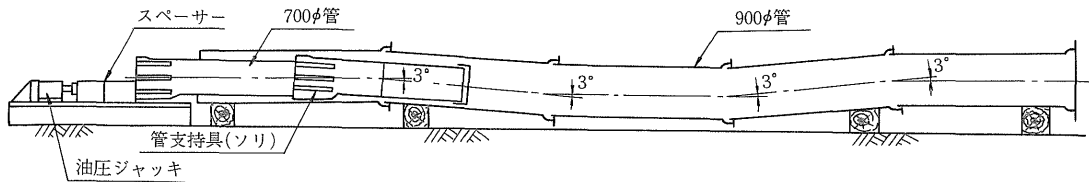
もしくはウインチで引張り込む方法。

- (2)既設管内に水のある水位まで張り、内挿管を浮かしながらワイヤーで引張る方法。

(1)の方法については、実地のモデル配管(継手を最大3°曲げた状態)をつくり挿入テストを行ったが、引張り込む方法については、管を所定の位置で停止させることが困難であり、継手の構造上、ロックリングを最終的に挿口A部にセットすることが望ましいことなどから押込み方式が有利であると判断した。

(2)の管フロートによる方法については、成功の条件として既設管がほぼ水平で、しかも屈曲せずに布設されていることが必要であるが、今回の施工区間は縦断において約1/100の勾配があり実用的でないので採用にはいたらなかった。

図-2 モデル管路での配管試験



以上の検討の結果、挿入方法としてはソリを取付けて油圧ジャッキで挿入していく方法を採用した。管支持具(ソリ)の構造は図-5の通りである。

3. 既設管との空隙部の処理

処理の方法としては、空隙のまましておく方法と何か填充材(砂、エアーモルタル)を注入する方法が考えられるが、現地は地下水が比較的高く、空隙のままであると、空隙部への浸水と内挿管の浮上りが考えられ、好しくないと考えられる。

第2案の填充する方法については、填充材

として砂、アスファルト、モルタルなどが考えられるが、流動性のよい材料で、空隙部が填充されやすいのはエアーモルタルである。今回については、既設管と内挿管を一体として完全な二重構造とするためエアーモルタルで填充することにした。

3. 施工

昭和49年3月頃から約4カ月にわたり、西大路幹線の内挿管工法(パイプインパイプ工法)により900mm既設管内に700mm新管を次の通り布設した。

図-3 西大路幹線布設概要図

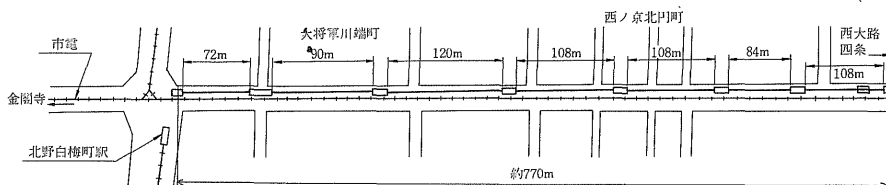
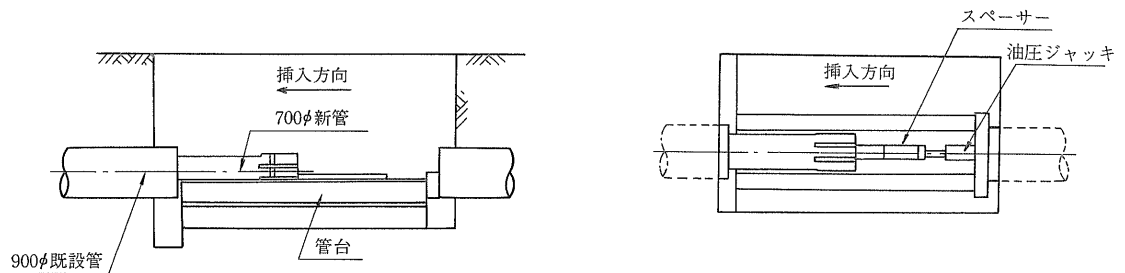


写真-1 西大路通



図-4 挿入豎坑レイアウト



布設工事は次の通り行った。

1) 豎坑

現地の状況から交通障害を軽減するため、できるだけ小さく間隔については長いのが望ましい。既設管からの分岐管の関係から豎坑間隔は約100m、豎坑の大きさは挿入管の長さから幅3m×長さ8m×深さ4mとした。

2) 既設管内クリーニング

挿入時の摩擦抵抗を少なくするとともに、エアーモルタルを完全に填充するため錆コブ除去のクリーニングを行った。錆コブの最大高さは40mm程度であった(写真-2参照)。

3) エアーモルタル填充用ボーリング

挿入前に路面から既設管へボーリング(66

mmφ)を行い(間隔30m)、あらかじめエアーモルタル填充のためのケーシングを建て込んでおいた。

4) 内挿管の押し込み

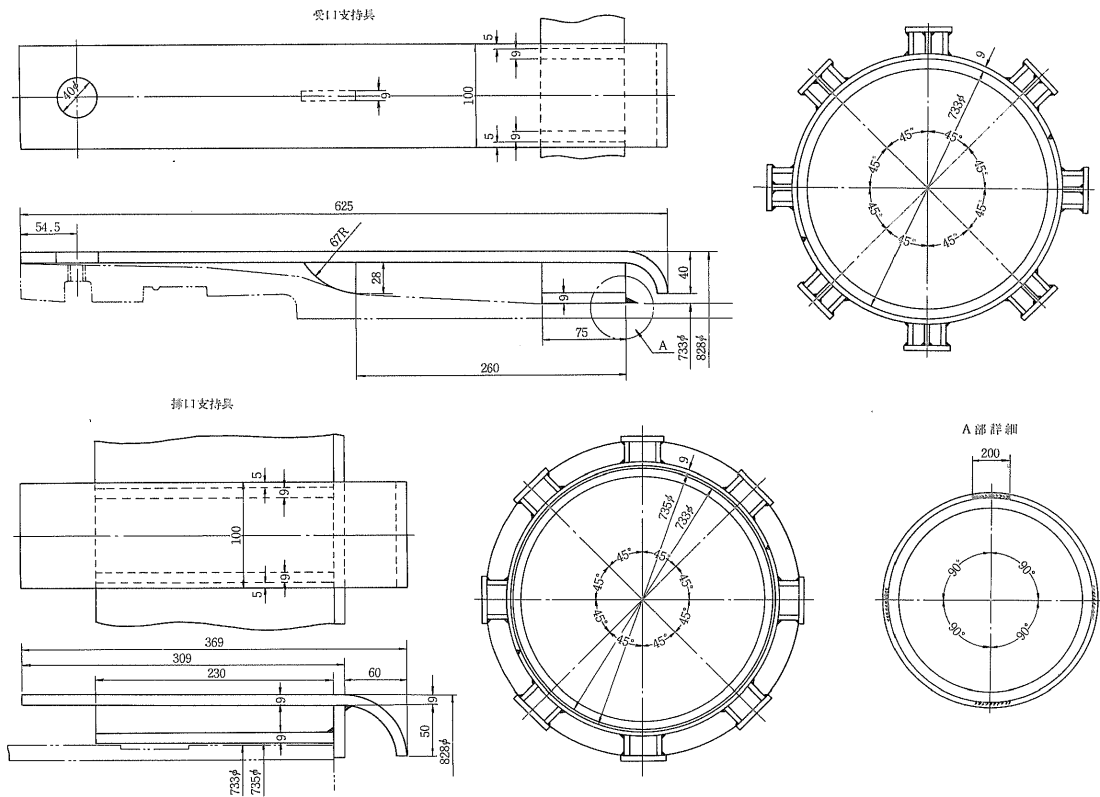
挿入管の受口外周にソリ(図-5)をあらかじめ溶接取付けし、ジョイントしながらジャッキで押込んだ。なおジョイント完了後、ゴム輪の状況を確認するため受口端からのゴム輪の深さを確認した。なお押込の際のバックは既設管を利用した。

5) エアーモルタルの填充

両端豎坑の閉塞工完了後エアーモルタルを填充した。

6) 既設管および新管連絡工事の施工

図-5 管支持具構造図



2. 布設工事に伴う事前調査と測定結果

1) 新管挿入前の調査

既設管(口径 900mm)の錆コブ発生状況および継手部の曲りを調査、測定を行った。

その結果、錆コブは管内全面に発生しており、その状況は写真-2の通りであった。

クリーニングが終わった時点で既設管の胴付間隔の測定を行うことによりダ行性の調査

を行ったが、地盤が悪かったにもかかわらず既設管の継手の曲り角度は最大 $1^{\circ}23'$ であり、挿入管の曲り許容角度 3° に対し余裕もあり何ら問題がないことが判明した。

2) 新管挿入測定

新管挿入にあたり次の項目について測定を行い、その結果は次の通りであった。

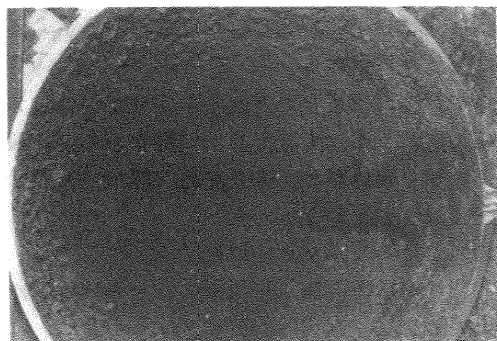


写真-2 錆コブの発生状態



写真-3 クリーニング後の状態



写真-4 管の接合作業

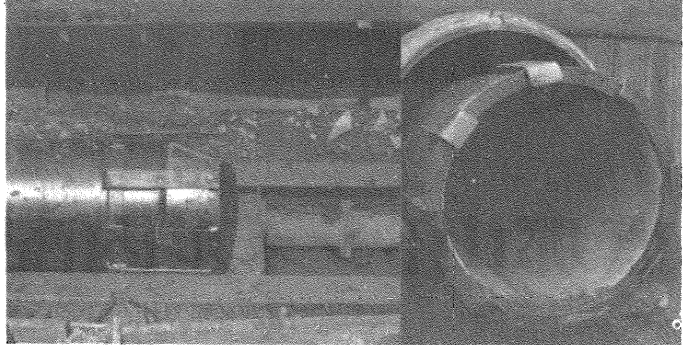


写真-5 管の挿入

(1) 管継手の接合時間

継手の接合に要した時間は継手1カ所当たり8.6分～17分であり、作業性は非常に良かった。

(2) 管1本挿入に要する時間

15分～20分であり前項同様作業性は非常に良かった。

(3) 押込に要する推力

一般の圧入工法と異なり、先端抵抗はなく主として既設管内面の粗度および挿入管受口外周に装着したソリの形状によるものと考えられる。測定結果は摩擦係数0.51であった。最大推力は13.3ton(102m挿入時)であった。

(4) エヤーモルタル充填時の管の浮上りの状況

エヤーモルタル充填前後挿入管のジョイントの胴付間隔の比較をすると、1～6mmの拔出しが認められた。しかし、前記継手の構造上から考察しても何ら問題はない。なお、管挿入に発生したローリングは最大150mmであった。

5. おわりに

本工事は全体的にみて円滑に施工が完了したが、今後の問題点として次の事項について検討を要すると思われる。

1. 豎坑の間隔は施工の状況、特に推力から

みて既設管の状況(主としてダ行の程度)によるが、500m～600mは十分可能と思われる。

2. 従来河川、軌道などの横断布設の場合、サヤ管として最低800mm以上の遠心力鉄筋コンクリート管を圧入し、中へダクタイル管(A形)を布設しているが、将来、水平削孔を併用することにより、サヤ管径をさらに小さくでき経費の節減をはかることができる。
3. この継手構造の特長から、従来管基礎を必要とするような軟弱地盤に布設する場合、ほとんど基礎なしで布設が可能となるのではないか。また、地震に対しても有効な拔出し防止ロックリングにより相当大きな効果が期待できる。
4. 一般に本工法を採用できる条件として、相当長期にわたり、水道幹線を断水できることが必要であり、他水系などから仮配管、仮連絡などによる応援を必要とする。

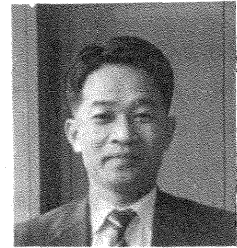
以上の結果から、その作業性、可撓性、耐震性などから考察して、今後この種の管の利用度は大きいものと考えられる。

なお、本工法を検討するなかで久保田鉄工KKパイプ技術研究所の協力を得たので、ここに報告するとともに謝意を表すものである。



技術レポート

恵那山トンネル内配管工事



山田 暉夫

日本道路公団名古屋建設局
恵那山東工事事務所機械課長

はじめに

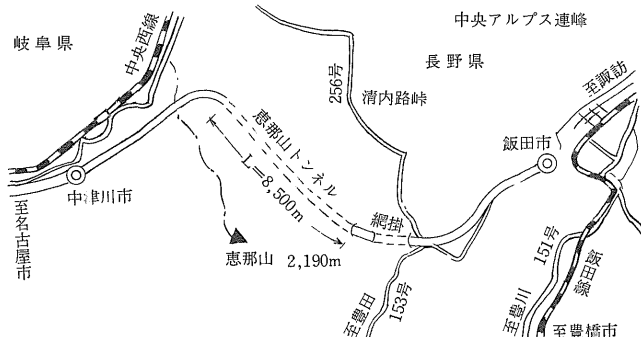
恵那山トンネルとは、高速自動車国道中央自動車道西宮線（東京都杉並区から兵庫県西宮市まで）の一環として、日本道路公団が工事を進めているもので、長野・岐阜県境に聳える中央アルプスの南端、恵那山（標高2,190m）北東部の富士見台真下を北西～南東に貫き、木曾谷（岐阜県中津川市神坂）と伊那谷（長野県飯田市郊外阿智村）を最短距離で結ぶ、延長約8,500mの長大トンネルである。

本工事は、昭和42年10月着工以来ぼう大な湧水と多くの断層にはばまれ、世界でも有数の難工事と各方面から注目されつつ、昭和49

年10月に7年間の工期を費し本線トンネルが貫通した。

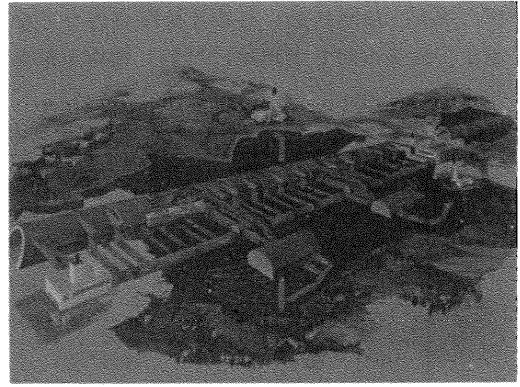
現在、工事の最盛期を越えた土木工事に代り、トンネル内装関係の諸設備工事が最盛期を迎えている。本トンネルの完成は、先に開通した小牧インターチェンジ～中津川インターチェンジに続き、昭和50年8月となっている。完成の暁には、飯田市～名古屋市が現在の国鉄利用4時間（急行列車）に比較し2時間と短縮され、伊那谷にとってはその恩恵は計り知れないものがあり、第二の夜明けと呼ばれている。

図一 恵那山トンネル位置図





写真一 完成近い東坑口



写真二 恵那山トンネル透視図

工事概要

延 長	約8,500m
設 計 速 度	80km/h (対面交通時60km/h)
車 道 幅 員	7.0m(対面2車線)将来4車線
路 肩 幅 員	1.5m
縦 断 勾 配	中津川方 1.64%
	飯田方 0.5%
待 避 所	9カ所
計 画 交 通 量	1,855台/時
	(対面時1,000台/時)
総 工 事 費	約350億円

恵那山トンネルは、過去において、日本では経験したことのない長大な道路トンネルとなるため、日本道路公団では、トンネル内での事故防止と火災などが発生した場合に万全の救出体制を完備する目的をもって、諸設備に莫大な費用と最新の技術を投入している。

その諸設備のうち、本件のテーマに関する防災設備の概要とその配管工事について紹介

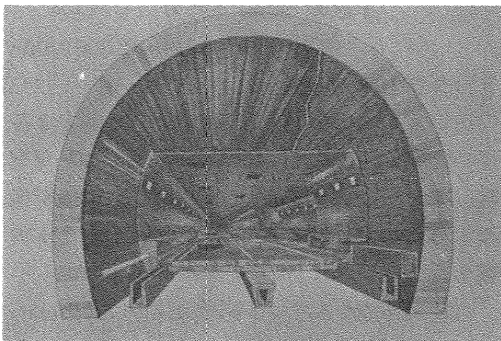
するものである。

1. 防災設備の概要

恵那山トンネルは長大トンネルであるばかりでなく、現在まで経験したことのない長い距離(飯田方の網掛トンネル区間を含め14km)の対面通行方式となる。過去の例から判断しても、正面衝突などの交通事故による火災発生危険性を十分考慮しなければならない。

もし火災が発生した場合、トンネル内という環境の特殊性から想定して、人的、物的被害が大きく、またトンネル自体が被害を受けた場合、幹線道路として輸送面に与える影響は大きいものと思われる。

防災設備は火災が発生した場合、被害を最少限に抑圧し、第二次、第三次の火災を未然に防止することを目的として、初期消火活動のための自動消火設備(火災感知器、水噴霧設備)、手動消火設備(消火栓、消火器)なら



写真三 トンネル内部完成予想図



写真四 水噴霧状況

びに消火、救出活動に必要な排煙装置などを備え、火災に対して迅速に対処し被害を最少

限に抑えるように配慮している。その主たる設備概要は下記のとおりである。

表一 1 恵那山トンネル防災機器配置

設備名	取付位置	数量
自動火災感知器	12.5m間隔両側 地上 2.0m	1,800カ所
手動火災通報器	50m間隔片側および待避所	280カ所
消火栓	50m間隔片側 ホース30m付	210台
消火器	50m間隔片側 A、B、C 20型	420本
水噴霧	5m間隔にスプレーノズル 遠近投用 1組	4,300組
主水槽	恵那山トンネル 各 400t	4カ所
	網掛トンネル 各 200t	2カ所
消火ポンプ	460V×220kw×6,190ℓ/min×123m×250φ	5台

2. 各機器の概要

火活動に使用するもので、消火栓箱は下記の機器によって構成されている。

1) 消火栓設備

トンネル内側壁に50mピッチに設置し、消

表一 2 消火栓設備の構成

名称	規格	数量
前傾ホースリール	軸受ベアリング内蔵、ホースガイドローラー付	1式
ゴムホース	編上式ホース(JIS K6331)32A	30m
消火栓弁	ボール弁、90°回転開閉 40A 18kg/cm ²	1コ
圧力調整用弁	玉形弁 40A	1コ
管槍並ノズル	頭部回転切換式、有効射程14m	1本
ポンプ起動スイッチ	ノンロック式押釦スイッチ	1コ
手動通報器	自治省令第9号発信器P型1級	1式
消火器	A B C 粉末消火器 6.5kg	2本
電話ジャック		1コ

2) 水噴霧設備

水噴霧設備は火災が発生した場合、火災の延焼拡大を防止し、前後にある車両乗員などを退避させると共に消火活動を容易にするための設備で、車道上高さ3,450mmの位置(側壁)にスプレーノズル2組をトンネルの延長方向5mピッチに取付け、50mを一区画とし自動弁により放水を行う。降水量は6mm/minとし、火災の延焼拡大についてはさらに50mの追加放水を行う方式としている。

作動はすべて自動火災感知器(トンネル内すべての場所でも感知可能)で行うが、現地において自動弁操作による手動放水も行える

方式を採用している。

使用水量(ノズル1組当たり) 250ℓ/min
1区画(50m)当たり

$250\ell/\text{min} \times 10\text{組} = 2,500\ell/\text{min}$

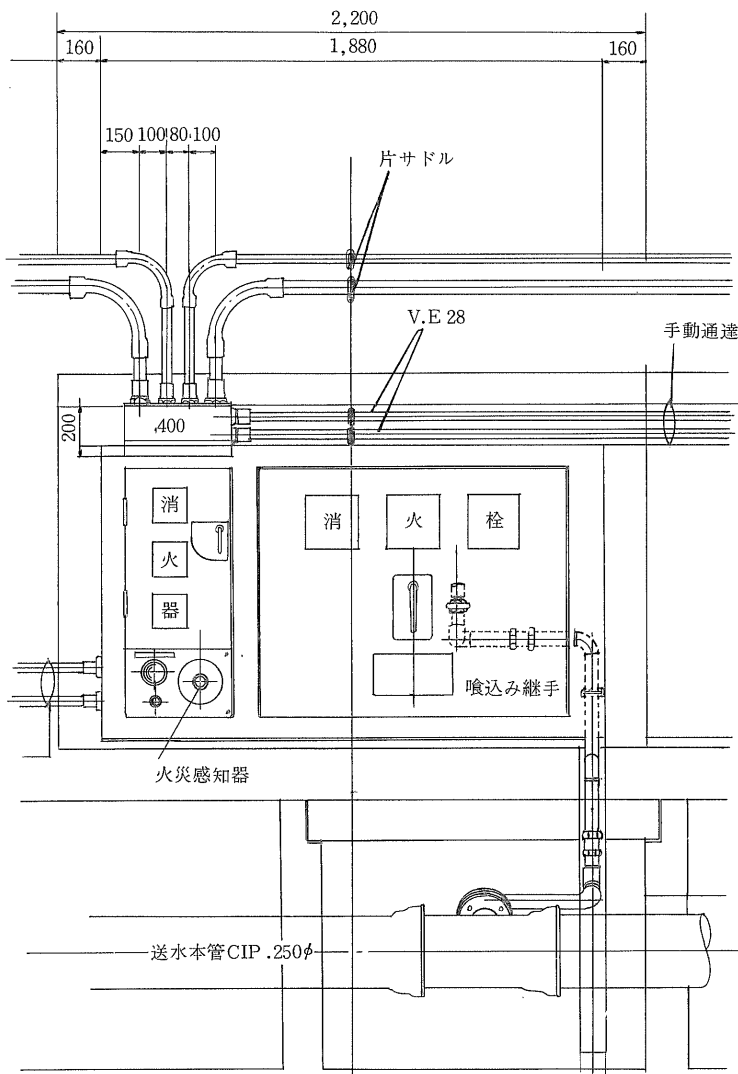
3) ダクト冷却設備

トンネル内火災時、天井板付近の温度は各種の実験から350℃、~400℃に達することが判明している。この高温の熱風から排風機を保護するために、排風機側吸込ダクト内に水噴霧を行う。

使用水量(ノズル1組当たり) 70ℓ/min
1区画当たり

$70\ell/\text{min} \times 40\text{組} = 2,800\ell/\text{min}$

図-2 消火栓設備



高温の熱風は、水噴霧効果により 100℃ 前後に冷却されるため正常な排煙活動が行われ、救出ならびに消火活動を可能としている。

4) 給水栓設備

給水栓設備は、消防車などに給水をするもので、トンネル両坑口各 2カ所ならびにトンネル内待避所（約700m 毎）に双口型65A（ポンプ起動押釦併設）を設けている。

使用水量 400ℓ/min

3. 必要水量

トンネル内で火災が発生した場合、その初期消火に必要な時間は約40分とし、2項で述

べた各機器が全稼働するものとして、下記の必要水量をトンネル地下水槽に貯水している。

表-3 必要水量(1分間当たり)

設備名	必要水量	計
消火栓	130ℓ×3カ所分	390ℓ
水噴霧	250ℓ×10組×2区画	5,000ℓ
ダクト冷却	70ℓ×40組	2,800ℓ
給水栓	400ℓ×2カ所	800ℓ
合計		8,990ℓ

貯水槽容量

$$9,000\ell/\text{min} \times 40\text{min} \times 1.1 \approx 400\text{t}$$

4. 配水設備

1) 配水方式

恵那山トンネルの配水設備系統の概略は図-3のとおりである。

配水方式については、

- ① 立坑および斜坑内に高架水槽を設け、配水本管に配水する方式で、それぞれの配水系

毎に高架水槽を配置する案。

- ② 立坑、斜坑地下に加圧ポンプ、貯水槽を設けて配水する方式。
- ③ トンネルクレスト部より西側は加圧ポンプ方式、東側は高架水槽方式。などについて経済比較を行い、②案と決定した。

図-3 配水系統図

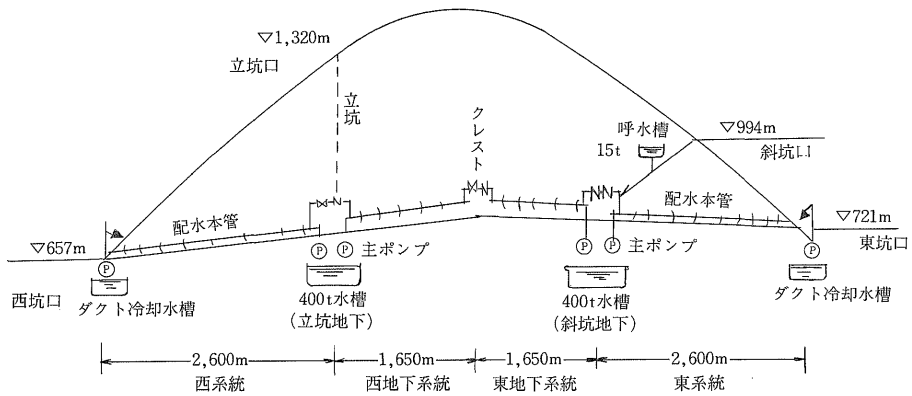
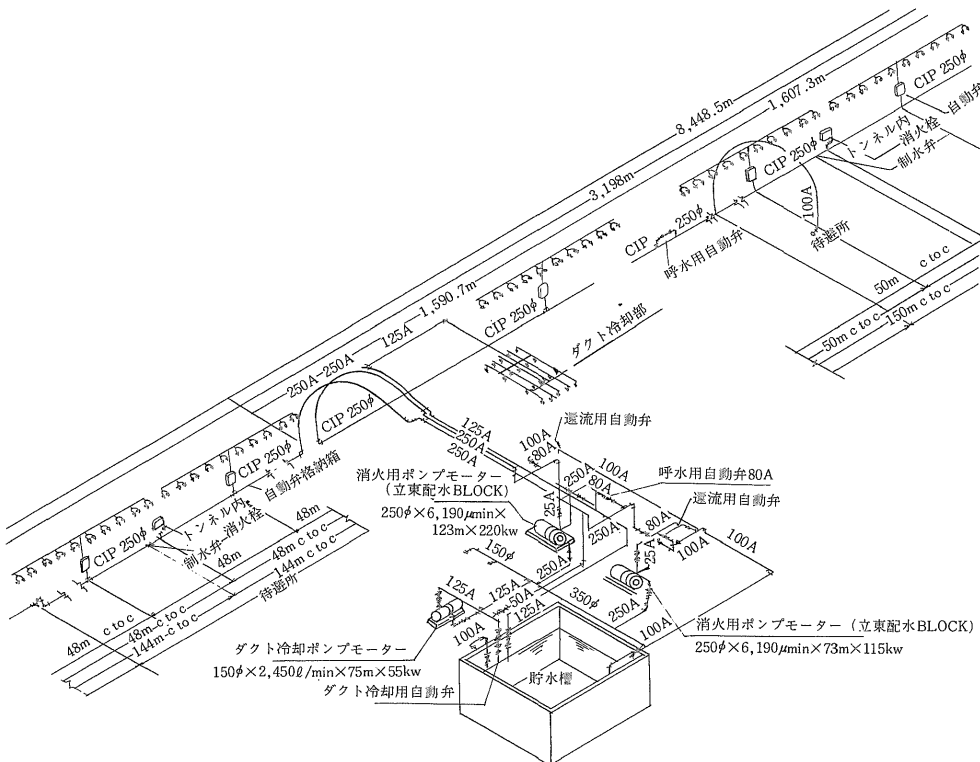


図-4 配水設備系統図(西地下系統)



本方式は斜坑途中にヘッドタンク (15t) を設け、全配水系統に平常は加圧を行い、火災発生時には該当する配水系の主ポンプを起動し加圧させる方式である。

つためには、常時 1 kg/cm²以上の水圧が必要であり、またトンネルまでに配水管がポンプの位置より上部にあるため、ヘッドタンクを必要としている。

平常時に水噴霧用自動弁を閉鎖の状態に保

図-5 トンネル標準断面図

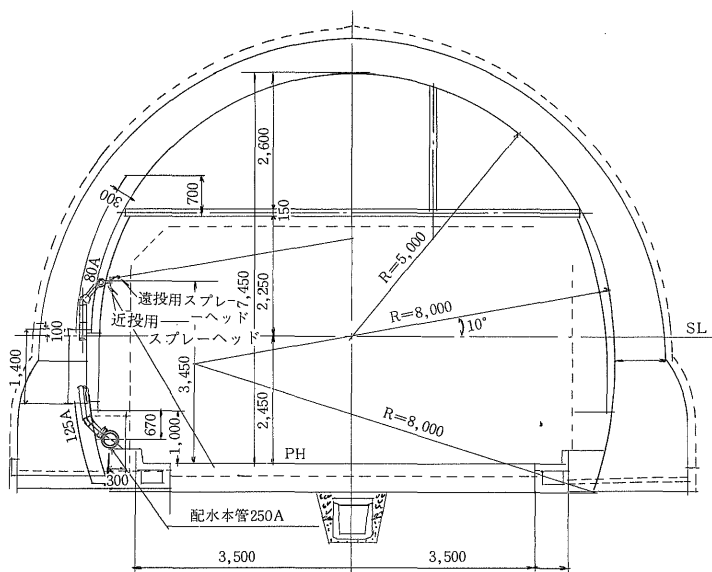


表-4 配水設備仕様一覧表 (恵那山トンネル)

設備	項目	型 式	仕 様	設 置 場 所	設置数量
加圧・ポンプ	渦 巻 ポンプ (プロセスポンプ)		250φ×6,190ℓ/min×73m×115kw	西地下換気所ポンプ室	1台
			250φ×6,190ℓ/min×123m×220kw	〃	1台
			250φ×6,910ℓ/min×108m×220kw	東地下換気所ポンプ室	1台
			250φ×6,440ℓ/min×118m×200kw	〃	1台
配 水 本 管		ダクタイル鋳鉄管	250mmモルタルライニング	トンネル監視員通路内	8,445.5m
制 水 弁		バタフライ弁	250φ×16K	〃	58個
バイパス弁		水圧・作動ピストン型	80A×16K	〃	2個
放 水 弁		水圧・作動ピストン型	80A×16K	〃	2個
ポンプ起動盤		屋内閉鎖自立型		各換気所ポンプ室	4面
電 路			CVケーブル	ピットおよび管路	1式
主 水 槽			400ton	西坑口換気所内	1箇所
			400ton	西地下換気所立坑導坑内	1箇所
			400ton	東地下換気所斜坑導坑内	1箇所
			400ton	東地下換気所斜坑部坑内	1箇所
呼 水 槽			15ton	東地下換気所斜坑部	1箇所
		FRP	5ton	西坑口換気所屋上	1基
		FRP	5ton	東坑口換気所屋上	1基

2) 防災設備に用いる配管

(JWWA G 110, 111 1970)

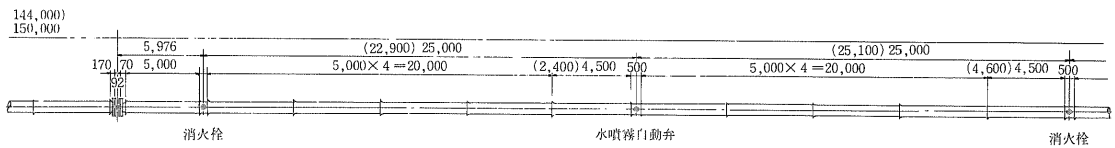
(1) 配水本管

防災設備の各機器に配水を行う重要な配管で、トンネル全延長にわたり布設している。本管には、故障またはメンテナンスを容易にするため 150m 間隔に制水弁を設けている。

管 材 モルタルライニング、タイトン形ダクタイトル鑄鉄管250mmφ 第1種

接合方式 タイトン形ジョイント
 常用圧力 12.5kg/cm²
 制水弁 150mピッチに設置
 布設場所 車道右端監査廊内
 固定方法 5m直管、両端コンクリート支持
 布設延長 8,445.5m

図一 6 配水本管組合せ図



(2) 配水本管の選定

トンネル内防災設備用配水管としては、水圧力、外傷、火熱などを考慮すれば石綿セメント管、ビニール管は不適當であるため、鑄鉄管と鋼管に限定される。

なお、両管種とも内面の経年変化防止のため、モルタルライニングおよびビニールライニングを施したものを採用することとし、鑄鉄管と鋼管の比較検討を耐久性、耐圧性、布設施工性、および経済性の観点から行った。

下記比較表によりモルタルライニングダクタイトル鑄鉄管は、工費、耐食性、耐久性、耐火性、施工性、および耐圧力の点でビニールライニング鋼管に優っている。抗張力において若干鋼管に劣るが、本工事では配水本管はすべて監査廊下に埋設するため本質的短所とはならない。従って、鋼管に比較して鑄鉄管の優位性が認められたのでダクタイトル鑄鉄管を採用することとした。

表一 5 鑄鉄管と鋼管の比較

項 目		ダクタイトル鑄鉄管 (モルタルライニング)	鋼 管 (ビニールライニング)
工 費 (円/m) 継手としては ● 鑄鉄管はタイト ンジョイント ● 鋼管はフランジ とする。	管 (円/m)	2,450	3,600
	継 手(円/m)	280	720
	施工費(円/m)	780	1,900
	総工費(円/m)	3,510	6,220
抗 張 力 (kg/cm ²)	4,000	4,100	
耐 食 性	管	水道水スプレーによる 腐 食 量 (90日間) 0.0090g/cm ²	同 左 0.0360g/cm ²
	ライニングの 剥 性	腐 食 量 (360日) 0.07mm	同 左 0.130mm
耐 久 性		約40年	約25年
耐 火 性		強 い	弱 い
施 工 性		鋼管に優る	やや劣る
常 用 耐 圧 力 (kg/cm ²)		12.5	10

注) 1. 管径は 200mm の場合とする。 2. 昭和47年 3月の比較である。

(3) 水噴霧配管材の選定

水噴霧配管材としては、250A、150A、125A、100A、80A、と多種にわたりトンネル内全域に布設している。管材料の選定については、過去、高速道路のサービスエリア（大津・牧の原）で亜硫酸ガスなどの影響による内外面腐食が布設後6～7年で報告されている。

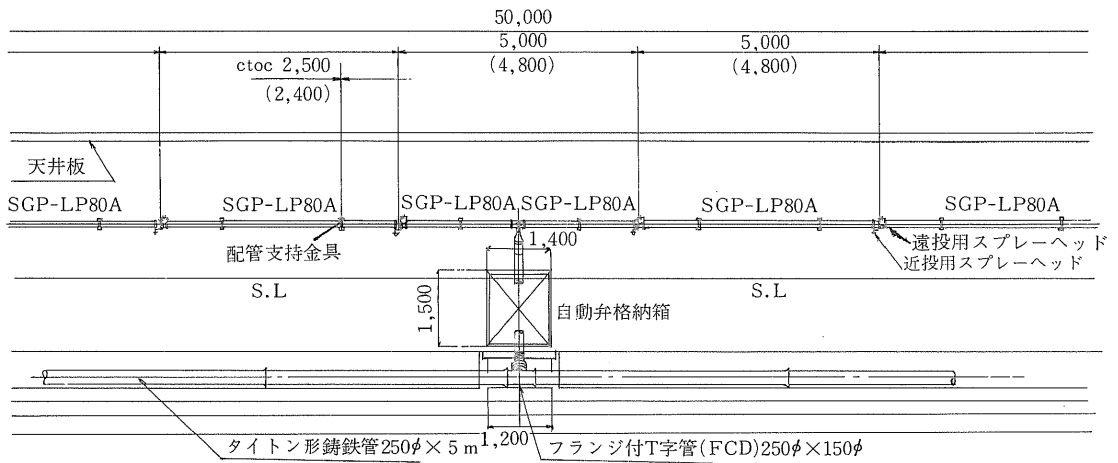
道路が供用されると、工事、補修のため閉

鎖することは非常にむずかしく、費用も多大となるため、本トンネルでは亜硫酸ガスなどによる鋼管の外面腐食ならびに水による内面腐食を防止するために、SGP亜鉛メッキ鋼管に比較し若干割高となるが、内外面樹脂ライニング管を採用することとした。

外面 ポリエチレン

内面 タールエポキシ

図-7 水噴霧配管詳細図(正面図)



5. 配管の布設工事

1) 配水本管の布設

配水本管の布設工事は、接合方式がタイトンジョイント方式であるため作業は簡単で、

25mピッチの消火栓、水噴霧用自動弁への立上り分岐であるフランジ付T字管の接合並びに切管など、複雑な作業を含めて1日約250mの施工実績をあげている。



写真-5 鑄鉄管布設状況

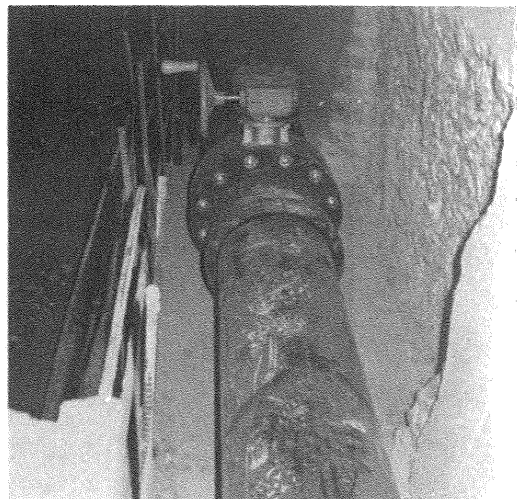


写真-6 制水弁取付状況

鋳鉄管布設作業(1パーティ)

配管工	2名	} 直接の布設作業員
手元	1名	
配管工	1名	} 接合、切管、加工準備
手元	2名	

使用器材

- ① 6tトラック簡易クレーン 3t付き 1台
- ② 4tトラック簡易クレーン 2t付き 1台
- ③ 1tチェンブロック 1台
- ④ 切断機 1台
- ⑤ ワイヤロープ、接合材料 1式

2) 配水本管の固定方法

トンネル用配水本管の固定方法については過去東名、中央高速道路においてはコンクリート充填方法を採用していたが、維持管理段階での地山の動きによる鋳鉄管の破損が発生し、この補修工事でその位置の探索と斫り作業に長期間を必要とし、その間防災設備が使用不能になるという苦い経験を得たので、本トンネルでは建設時に考慮することとし、工事費が若干高くなるが図-8のような布設方法を採用することとした。

この方法は、事故があれば直ちにその位置が発見され、上部コンクリート盤を破壊し補修が容易に行える長所がある。

図-8 配水本管布設図

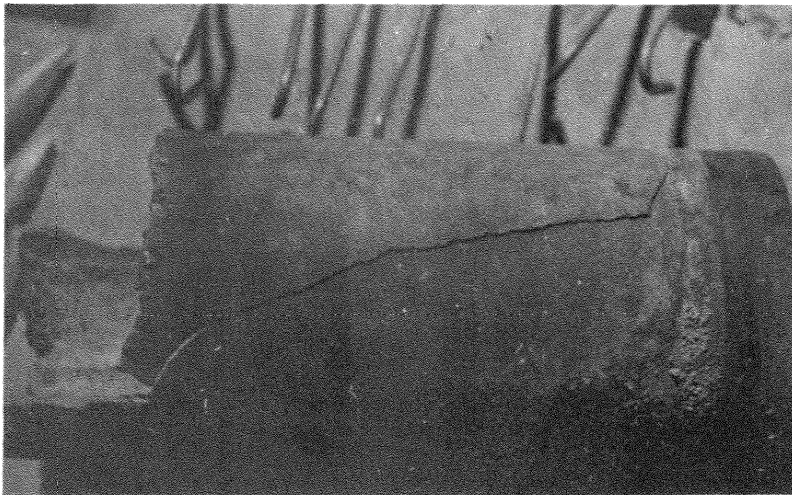
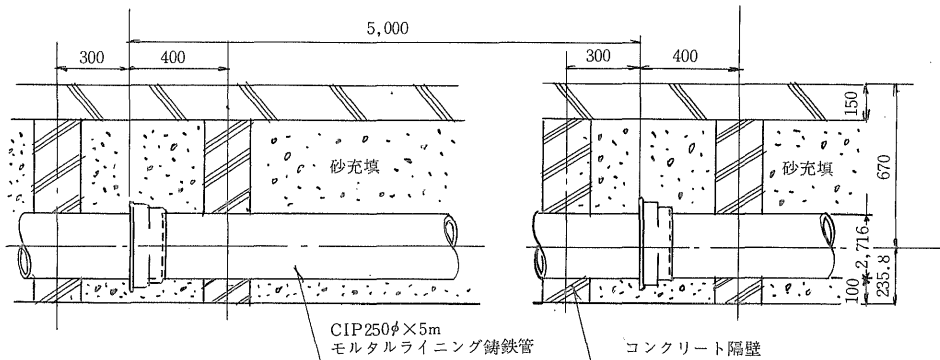


写真-7 配水本管の破損状況

3) 水圧試験

配水本管の布設が完了した区間については、制水弁取付け区画毎(150m)に水を満水し、10日間経過したのち漏水状況を調査のうえ、異常がない区間について水圧試験を実施している。

水圧試験の実施方法は、制水弁区画の5カ所分、延長750m毎にエア抜キバルブおよびポンプ配管を接続し、17.5kg/cm²の水圧をかけこれを60分間経過後、圧力低下がないことを確認している。

4) 凍結防止対策

冬期間における恵那山トンネル両坑口の気温は、氷点下10℃を越えることがしばしばあ

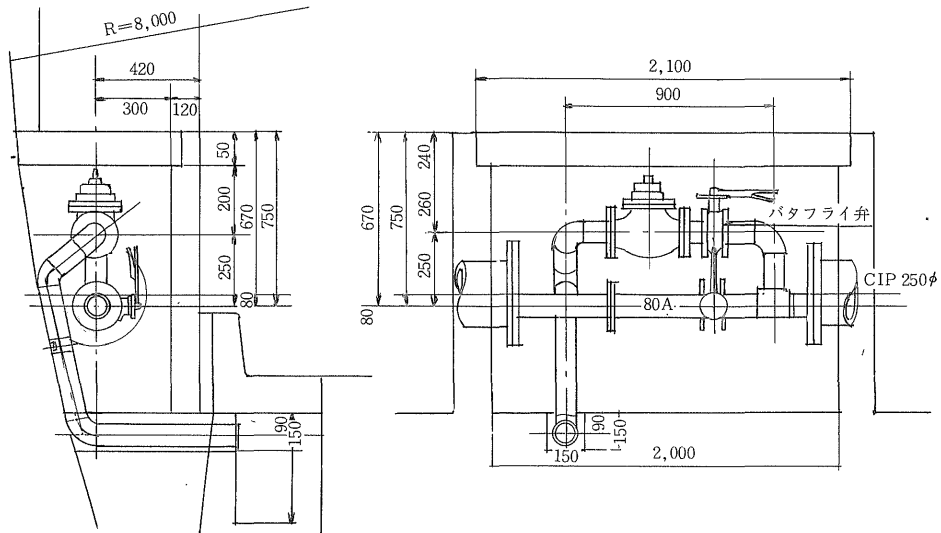
る。この凍結防止対策として、自動弁函にはパネルヒーター(AC 200V-100W)を取付け、断熱材で隔離し保温している。

消火栓などの配管は、テープヒーター(AC 200V-45W)を巻きグラスウール(厚さ20mm)で保温している。

配水本管については、砂埋めにするが凍結が予想されるので、配水本管末端に自動弁を設け冬期間放流することとした。なお火災発生時は、火災信号により放流用自動弁は直ちに閉じる方式としている。

水源はトンネルからの湧水(採水量はトンネル延長300m毎に毎分1.2m³)を利用するために不足する心配はない。

図-9 放流用自動弁装置



おわりに

本工事は、昭和48年末の発注で例のオイルショックによる諸物価高騰の時期に行われ、資材の手配と価格の面で折合いがつかず、大変な苦労をした思い出が残っている。

公共事業抑制の中で、当恵那山トンネル工事は順調な進捗を辿り、この8月には待望の供用開始となり、一般の方々に日本一の姿を

披露することとなるが、利用者の方々に事故などが発生しないように安全運転を徹底していただくと共に、万一10年に1回といわれているような火災事故が発生した場合、直ちに防災設備の諸機器が十分に機能を発揮し、大事故を未然に防ぐことを工事に関係したひとりとして祈らざるにはおられない。

座談会

配管工事あれこれ

◇出席者◇

江村利雄	大阪府水道部工務課長
池永幸雄	大阪府水道部工務課主幹
桑野栄次	大阪府水道部建設事務所建設第一課長
住吉正雪	大阪府水道部建設事務所建設第二課長
藤原啓助	大阪市水道局工務部第二建設事務所長
細見 馨	大阪市水道局工務部管理課技術係長
側島義久	大阪市水道局給水部配水課配水計画係長
橋本政男	大阪市水道局西部工事事務所工事係長
沢竹慶三	日本鑄鉄管協会顧問
西山利夫	日本鑄鉄管協会顧問
宮本 宏	日本鑄鉄管協会技術専門委員会委員
沼田英男	日本鑄鉄管協会技術専門委員会委員

◇敬称略・順不同◇

(昭和50年1月14日)

沢竹 本日は、公務ご多忙中のところご参集いただきありがとうございます。

大阪府ならびに大阪市におかれましては、長年にわたりダクティル鑄鉄管をご使用いただき、ありがたく感謝いたしておりますが、平素ご使用になっている経験を通じていろいろご意見があらうかと存じます。どうか、皆様方から忌憚のないご意見を承り、ダクティル鑄鉄管をご使用になっている諸都市の方々に何らかの指針になればこの上もない幸いと存じますので、よろしく願い致します。

西山 それでは、私が司会をさせていただきます。不慣れですが、よろしく願い致します。

まず順序として、両事業体の来年度の事業計画といったもの、現時点ではまだ十分固まっていないと思いますが、概要だけでもお話

し願えませんか。

江村 大阪府では昭和47年度より、昭和52年度1日最大200万 m^3 を目標に第6次拡張事業を施工しておりまして、枚方市村野より堺市泉北ニュータウンに至る送水管の全長は約54kmで、 $\phi 2,200\text{mm}$ 24kmのうち現在まで2kmが完了しており、昭和50年度には3.5kmを、また $\phi 2,000\text{mm}$ は12kmのうち昭和50年度に3kmを予定しております。 $\phi 1,800\text{mm}$ は約18kmを完了しています。

管種については、それぞれ使用条件により差異はありますが、大略、鑄鉄管が80%、鋼管が20%となっています。

藤原 大阪市では、昭和44年度から第9回拡張事業を実施しているわけですが、昭和50年度の計画としては、事業費は50億円程度を予定しています。スラッジ処理設備や自家発

電設備などが主でして、配水管関係はそのうち14億円程度で、口径2,000mm～400mmで約10kmです。なお、9ヶ所豊野系の導送水管工事は昭和49年度で完成します。

側島 大阪市の水道は今年80周年を迎えますが、相当古い施設も現在稼働しています。戦後、需要に追われてというより需要においつくように進めてきた施設能力の拡張も一段落しまして、今、藤原所長が説明しましたように、拡張事業も2、3年前から既設施設の整備に重点がおかれています。

ところが、送配水管の方は48年度末で総延長が4,380km余りありますが、その3/5は内面にライニングのない旧管でして、折損や漏水やにごり水の原因になっています。配水管整備事業は、昭和40年度から進めています。当時は未布設道路への新設が中心でした。それが47年度からは、これらの旧管の整備にも力をいれています。

毎年、配水管布設あるいは布設替えを100km、旧管更生として、エポキシ樹脂によるライニング工事を70～80km施工しています。このライニング工法は、鑄鉄管の耐食性をうまく生かしたのですが、今日、司会をされております西山さんのご専門なので……。

このほか、折損や漏水の多い配水幹線の補強改良をやっています。

なお、昭和48年度後半からは、経済情勢の不安定により一般的に事業が大変やりずらくなっていますが、必要性の上から50年度もやはり新設・布設替えを100km、ライニングを90km程度予定しており、年間事業費も拡張事業を上回るようになります。

西山 府市ともひきつづいて相当の事業量をお持ちのようですが、大阪市内はもちろん発展した衛生都市の過密地において工事をなさる場合、いろいろトラブルが多いことと思います。何か経験談でもお話し願えますか。

◇工事公害の防止対策◇

住吉 大阪府では、水道工事の大型化に伴って、工事による公害問題で地元住民とのトラブルが多くなっている現状にあります。

特に鉄管に関連した公害を2、3述べます

と、対地元に対する工事説明会によりまして一応了解を得る中で、鉄管の現場搬入ならびに現場管理が問題になりました。大型車による現場搬入については、地元警察署および地元代表と現地調査立会などの上、搬入の経路とその時間を定め、一般歩行者の安全はもとより、学童通学時間帯を避けるよう実施し、危険防止に万全を期しているのが現状です。また、搬入した鉄管の管理については、置場内への子供の立入らぬよう保護柵、危険標識を掲げて安全に留意しております。

藤原 市街地での工事でも随分やりにくくなりました。この頃は営業補償などを要求されることが多くなりましたし、また薬液の使用を制限されたこともありまして、頭を痛めております。

側島 住民パワーが強くなったという現象は、配水管工事の警察の施行条件にもあらわれていますね。昭和45、46年頃までは、夜間工事が約5割で昼夜間工事は3割程度でしたが、最近では最初から夜間工事という条件のものは1割強で、7、8割は昼夜間工事です。付近住民とよく協議して施工時間などを決めなさいということになっているようです。

西山 工事に伴う振動や騒音の防止についてはいかがですか。

橋本 これからは無騒音工法が、市街地では常識化してくるであろうと思います。工事騒音に対する住民意識が日々向上してきているので、私どもはこれに対処すべく工法の改善に努めています。しかしながら、工事に伴う騒音を全くなくするという事は、現段階では不可能ではないかと思えます。問題は住民の方々がどの程度の騒音でご辛抱を願えるかということになってきようかと思えます。

現在、私どもの方で用いている工法としましては、鋼矢板打ちにはアースオーガーを併用するとか、さらに工事規模によりサイレントマスター、PIP、ケインソン、連続壁などを使ってできるだけ騒音、振動を少なくするようにしています。しかし、今後はさらに静かな工事をということになってくるものと考え



左・橋本氏 右・細見氏

られます。

そこで、私、思いますに、一番静かな工事となりますと、推進工法ということになってくると思います。したがって、今後は推進工法がますます多用されることになると考えられます。

西山 推進工法は、沿道の公害防止という点では最もすぐれていると思います。しかし工費の問題や、押込口、到達口への工事の集中という問題もありますので、シールド工法とあわせて後ほどお聞きすることにします。市街地における工事のやり方について、ほかに何かよいお考えはありませんか。

◇推進工法採用のメリット◇

橋本 市街地での工事については、原則的には、なるべく小区間に区切りまして、管を布設すれば直ちに埋戻して交通を復元することが一番大事なことです。その点では、継手が非常に早くセットできる鑄鉄管がすぐれていると思います。なぜなら、その日に掘ってその日に埋戻し、すぐ車を通すことができるからです。

このような工法ですと、覆工板の必要もなく、したがって工費も安く非常に能率よくできます。沿道からの苦情が少なかったのも、このような工法ができたからだと思います。

細見 工事公害に関連して、一つの失敗例を述べますと、ごく最近のことですが、既設の800mm管が破裂事故を起こしましたので、ルートを変えて布設替えることにし、業者も決めて地元説明を行ないましたところ、猛烈な反対をうけました。反対の理由は、その

工事カ所が実は4年程前に大がかりな道路改造を行なったところでしたので、「なぜ、その時に布設替えしなかったのか」ということと、その道路工事の際に沿道の建物を相当傷めたうえ、人身事故まで引き起こして「役所の仕事は信用できない」ということでした。

工事の方は、その後ルートの一部変更して完了しましたが、この失敗例から感じましたことは、ルート選定の際、過去の工事公害についてよく調査すべきであったということ以上に、財政上の問題があつてむづかしいことではあるが、掘返しは極力避けるべきだということと、不幸にして公害が発生した場合は誠意を持って解決に当たらないと、われわれの仕事自体が信用を失ってしまうということでした。また、この工事カ所は工場跡ということで、開さく工法で施工しました。ところが、市民は工法についてもよく知っていて、推進工法への変更を強く要求されましたが、市街地の工事は、公害対策上の理由からも推進工法が増えてくることは必至ですので、この工法についてもっと研究する必要があると痛感しました。

西山 推進工法などの非開削工法の人気が非常によいようですが、シールドなどはトンネルと管体が二重になり高いものにつきますね。府の方では、送水管の布設工事にシールド工法を大幅に導入されているようにお聞きしておりますが、その理由は……。

江村 送水管工事の場合の工法としては、原則的には、オープンまたは一部推進工事ということをしてまえてはいますが、最近とみに口径が大きくなってきて、道路占用の場合に幅員に余裕がなく、既設埋設物との関係でどうしても止むを得ない場所にはシールド工法を採用しております。1区間はだいたい500~700m程度としています。しかし、工事費が非常に高くつくのと、深さが10~15m程度とかなり深くなるので、オープンとの連絡部分は地震時などを考慮し、相当慎重に施工する必要があると思われます。

シールドの場合の内部配管は、両端20~30mを除き鑄鉄管(U形4種管)を使用してい

ます。鑄鉄管か鋼管か、どちらを使用するかについていろいろ検討いたしました結果、鑄鉄管に踏み切ったわけですが、成功だっと思っっています。

◇シールド工法採用の問題点◇

池永 シールド工法の場合、一次覆工となるセグメントの口径が一つの問題点として考えられます。私どもの場合、できるだけ経済断面ということで、久保田鉄工で開発された鉄管の運搬台車を使用して、シールド曲線部の最小半径およびセグメント内径を決定しております。ただしシールドの場合、多少上下の高低差ができて途中空気弁設置ができないため、エアにより断面縮少を来たさないようシビアな施工をする必要があると思われま

橋本 U形ダクト鑄鉄管による推進工法については、大阪市が昭和43年8月に1500mm管を76m推進したのが最初だと思います。その採用に至った経過をご紹介しますと、これまでは、開さくに困難なカ所などにはまず埋設する管より大きいヒューム管をさや管として推進させ、その中に鑄鉄管や鋼管を引き込むといった二重、三重の作業を行なってきました。

そこで、鑄鉄管自体を推進させて、これら無駄をなくすることができないかと種々検討していたのですが、これが開発に至らなかった一番の難点は、従来の管継手が外側より行うものであるため、万一推進中に継手に異状が生じた場合、開さくして手直しをしなければならぬという点でした。その後、U形内面継手が開発されるに至り、再度U形ダクト鑄鉄管を直接推進管としての検討を行った結果、採用できる見通しがつきましたので、メーカーのご協力を得ていろいろの形式を考案、テストして実施するに至り、以後、この推進管を随所に使っています。

その利点について述べますと、継手が短時間にセットできる点が一番大きいメリットです。次に、管自体を推進させますので、余分の掘さくを必要とせず、また雨天時や湧水の多い所でも、ゴム継手ですから簡単にセット



左・池永氏 右・江村氏

できます。さらに湧水のはげしい所には、当市が考案した圧気推進工法との併用も簡単にできるといった点です。従来のように別途に圧気室、作業室といった管の製作することなく、鑄鉄管であるため推進管自体に圧気室、作業室がセットして作業ができますので極めて経済的であり、その使用の範囲もますます多用化され、当市では、一般道路で従来オープンカットで工事をしていたような所での使用も年々増大しているのが現況です。

西山 今、橋本さんからU形推進工法管について詳しい説明がありましたが、同君はU形推進管や圧気式推進工法開発の主軸となった人であることをご紹介しておきます。

この方法が発展して、大阪地区のみならず広く全国的に普及してきたことはご同慶に耐えないところであります。府の方にも推進工法の例はありませんか。

池永 昭和48年度での導水管を枚方市内で行った際、 $\phi 2,600\text{mm}$ で126mを鑄鉄管で圧入した実例があります。道幅の狭い人家密集地区で、しかも地盤が相当硬い所であり、矢板打ちでオープン工法ではとても施工が不可能だったと思われます。推進工法の場合は、設備がシールド工法と比べると非常に簡単であり、工事費がうんと低廉であります。

西山 これも推進工法の一つになると思いますが、市の方ではよく老朽管の中へひとまわり細い管を挿入して管路の更生をはかる方法、いわゆるpipe in pipe工法がよく行われていますね。工水の方で、今度やられた800mmヒューム管路の中へ600mmのダクト管を



左・桑野氏 右・住吉氏

内挿された工事について、説明していただけますか。

細見 工業用水道では、現在、既設の800mm管に600mmタイトン管を引き込む工事を行っておりまして、詳細は追って本誌で紹介する予定です。今日はその概要を説明させていただきます。

昭和33～34年に実施した第1回拡張事業の一部として、柴島浄水場から三国配水場まで日量26,000 m^3 を送水するため延長約4,000mにわたって800mm管を布設しました。途中のルートは、現在の新大阪駅付近を通っているわけですが、ご存知のとおりこの付近は、当時は全く市街地から外れておりまして、道路らしい道路もなく、開発から取残された地域でありましたので、送水圧も8.0mとしてヒューム管（圧力管）を採用しました。ところがその後、新大阪駅の開設や周辺の区画整理によりまして、街の様相が一変したため、漏水事故も多くなり、またその修理も大変になってまいりましたので、ヒューム管を全部鉄管に取替えることにしました。

取替えるといいますが、ご存知のとおりこの付近は市街化がどんどん進んでおりまして、全区間を掘かえすわけにはまいりませんので、止むを得ず内挿管によることにしたわけですが、内挿管としては、できるだけ口径を大きくしたいことと、既設管がヒューム管ですので鉄管のような屈折はないだろうという判断から、当初は600mm鋼管を考えていました。ところが、漏水事故を調査したところヒューム管の不等沈下による折損例が多いこ

とがわかりまして、その配管状態に不安が出てまいりましたので、メーカーとも協議のうえ、タイトン管に変更した次第です。

工事の実施状況は、計画延長約2,000mのうち1,000mを完了し、近く600mの工事にかかるところです。また、実施済みの1,000mにつきましては水圧試験も済みましたが、漏水はありませんでした。ただ、設計としては50m前後の引込みを予定しましたが、実施に当たっては100m位まで延長して工費の節減を願っていたものの、実施結果は、ヒューム管が予想以上に屈折しておりまして、引込み延長がかえって短くなり、予定より高い工事になりました。しかしながら、当初の計画どおり鋼管で設計しておりますと、引込み延長はもっと短かくなっていたと思いますので、タイトン管に変えたことは賢明だったと思っています。

西山 それでは少し話題をかえまして、軟弱地盤と管工事といったテーマについてお話ししたいと思います。大阪平野は大昔は海であり、淀川、大和川のデルタ地帯として発達してきましたが、かつて地下水の過剰汲上げにより、異状な地盤沈下を起しておりましたし、管工事の行われる表層部の堆積層につきましても非常に軟弱な所が多く、施工時点での困難さ、埋設後の不等沈下に対する対策など非常に問題が多く、皆さん方も日常お困りであろうと存じます。

私自身もよく聞かれるわけですが、不等沈下の予想される軟弱地盤では、管体の強度で耐えるという剛性の継手を用いるか、地盤の変動に順応するたわみ継手を用いたらよいかというような点について、いろいろご教示願いたいと存じます。特に府市水道の大幹線が交錯する門真地区などは、非常に地盤が悪いと聞いていますが、まずそのへんから……。

◇軟弱地盤での施工苦心◇

住吉 門真地区における地盤の軟弱については、皆さんご存じと思いますが、当地区の府営水道の施工概要は、上水関係では2拵の $\phi 1,000\text{mm}$ 、4拵の $\phi 1,200\text{mm}$ 、5拵の $\phi 1,800\text{mm}$ 、また工水関係は2次の $\phi 1,800$ 、4次の ϕ

1,650mmと改良工事でφ900mmをそれぞれ布設してきました。なかでも、庭窪浄水場より施設ポンプ場までの間約10kmにわたる改良工事で、ヒューム管を撤去し鉄管を布設する工事を行いました。現場の苦労は大変なものでした。

最近の工事はすべて機械化していますが、昭和33～35年当時は、現在では考えられない工法でした。土留矢板工は木矢板の蛸打ちによる掘り下げで、掘さく工はスコップやバケツによる人力掘り、水替え工はパーチカルポンプと継手掘りはバケツといった、まさに原始的な工法でして、毎日毎日、監督者と労務者は泥まみれでやってきました。特に、軟弱地盤のために矢板のかみ合せが悪く、土砂もれの末、横のれんこん畑の水がぬけたり、道路（府道）がところどころ陥没し、また掘さく（敷付け）後、翌日にはヒービングを起こして1m位浮上したりで、苦労の連続であったわけです。当時を考えると、技術はあらゆる面で向上しているというものの、現在でも施工に当たり苦慮しております。

池永 門真地区を送水管路の予定地に選定した時点で、この地区の地質が非常に軟弱であることは、いろいろと先輩の人たちにうかがっておりました。そこで、実施計画に当たっては建設事務所と十分協議を行っており、特殊カ所を除いては鑄鉄管で大丈夫だと思っています。

江村 特に軟弱地盤の場合は管厚が問題です。たわみによって管の変形が生じ、万一修理などを行う場合に管の切断カ所が変形し、いろいろ問題が多いと思われます。こういう場合、鑄鉄管は鋼管と比べ管厚的に問題が少ないと思います。

西山 住吉さんからお話が出ましたが、ヒービングによる管路の浮上はおそろしいですね。軟弱地盤では、特にこの点に留意しなければならないと思います。これと同種の事故として、地下水や地上水がたまって管が浮上することがありますが、このような場合、いったん継手を分解して据えなおす必要があります。大変な手戻りになりますね。管を据付け、継手工が終わったら、すかさず良質土で埋戻す



左・藤原氏 右・側島氏

ことが第一だと思います。工事の進捗度もよくなりますし……。

それから、現在工事課長としてこの種の工事に取り組んでおられます桑野さん、何かお話しはございませんか。

◇軟弱地盤での継手性能◇

桑野 私はいま問題の門真・寝屋川市内で、2,200mmの送水管をオープンカット工法で約6kmの布設工事を行っております。地盤は淀川の堆積層で、シルト層が非常に深く、だいたい13～16mもありまして、N値も0～3という小さいものになっております。それから下が硬い粘土層でN値も17か18位になっております。始めはシールドなども考えていたのですが、経済性なり、工期およびブランチの関係で、どうしても浅くいかなければならないんです。それで土被り3ないし5mの、全くシルト層の地盤にはいる所に2,200mmのダクタイル管を入れるわけです。

施工に当たって非常に心配されたのは、地盤の不等沈下による継手漏水ですが、かつてわれわれが4拡で工事を行った時に経験しておりますので、余計に心配をしたわけです。だいたいヒービングなど計算の結果、15mの矢板を打ち、切張りはH形鋼で400～450を二段張りで入れ、それをオープンカットで掘っているのです。

設計の中で苦労したのは、深層まで杭を打つべきか打たざるべきかということ、あるいはインバードを打つかどうかを検討したのです。それで今施工していますのは、RCの杭を鉄管のだいたい7m、ダイヤが300mm



左・沢竹氏 右・西山氏

のものを打ちまして、全くシルト層だけにおさめておいて杭を打っているわけです。不等沈下はないと思っているのですが、結果的には10年、15年先を見なければわかりません。ただ、われわれとしては、受けている地盤も当然下がってくるだろう、そしてその間に鉄管も下がってくるだろうと……。そうなることによって、鉄管の上ののっている土はもちろんのこと、載加荷重までパイプにかなり影響してくる。そうなると、継手が一番問題になるのではないだろうか。ということから、あえて摩擦杭にしたわけです。

かつては砂で埋戻して、そのまま沈下したらいいだろうということで、第4 拡当時では1,800mm、2,000mmラインをやってきたのですが、やはりN値の低い地盤では不等沈下が起こって、漏水事故になったことがあります。まあ、均等に沈下してくれるのであれば問題はないわけですが、その付近に制水弁室とか構造物があった場合に、片方は固定されている、片方はフリーになっているような時、メカニカルジョイントというものは、その可撓性が十分生かされていると思うのです。しかし、不等沈下がもっと大きくなった場合にも大丈夫なような、可撓ジョイントというものを配慮していただいているのか、またそういうものができないだろうかということで苦労しているわけです。

藤原 先程、大阪府から門真の軟弱地盤での大口径の鋳鉄管を特別な基礎工を使用して施工したお話がありましたが、大阪市でも8、9 拡の豊野系の送水管、これは口径 2,000mm

で、寝屋川の豊野浄水場から門真の軟弱地盤地帯を通って大阪市城東区茨田の、これも軟弱な地盤の城東配水場まで約11kmを2条、管延長として22km余りを布設しました。この軟弱地盤地帯については鋼管を使用し、特別に基礎工は施こしてありません。砂で埋戻しをただけですが、これまで漏水などの事故は起こっていません。他工事による鋼矢板で傷つけられたことはありますが、塗装が剥げて大分へこみましたが孔はあきませんでした。施工時のことですが、先に布設した管が沈下しておりまして、防護用に打込んでありましたPC杭の頭に当たり変形しており、次の管への接続に苦心しました。

その当時の設計方針としては、軟弱地盤は鋼管による一体構造として対処するというところで、継手は溶接になるわけですが、継手からの漏水からは逃がられるし、まあ管自体の重量も軽いこともあって、そのような思想が続いています。ただ、たんぼの中の工事はこれでもよいでしょうが、日時がかかるし、だんだんやりにくくなってきておりますね。またそれ以前は、湧水の多い軟弱な所では溶接の信頼性が悪くなることから、水があっても継手ができるということで、鋳鉄管を使用した所も随分あります。その場合、特に配水池など水の出入で浮き沈みするわけですが、これが相当大きく動きます。メカニカル継手の鋳鉄管を布設したのですが、抜きしぎりの所まで抜け、また元に戻るという運動を繰り返していますが、漏水はありません。

結局、鋳鉄管のように継手部分の移動というか、動きで柔軟に地盤に対処するのがよいのか、あるいは管体自体の変形や内部応力に対処するのがよいのか、一長一短がありますから、今のところ決めかねているような状態です。鋳鉄管の場合も、継手の移動量が大きくしかも抜け出さないというような継手が開発されれば、メリットは大きくなります。管路全体としてみた場合、必ず曲管などの異形管部分とか制水弁など固定部分があるわけで、この固定部分と固定部分の間の変形量として考えるべきですね。

軟弱地盤に鋼管を布設した場合ですが、数十cmも下がりました。剛の部分の一番弱い所であったベンチュリーが铸铁製でして、フランジ継手の所で漏水を起こしました。それを修理するのに、片側の口径2,000mmの鋼管を掘り上げて切断したのですが、半分位に切ったところで残りが大音響とともに引きちぎれました。あらためて、随分大きな力が内部応力として働いていたことにおどろきました。

西山 軟弱地盤での管路の沈下につきましては、よく管体の重さに原因があるように思われておりますね。私の試算では、たとえば1,500mmダクティル3種管で、モルタルライニングを施し、水を充満した目方が約2.7トンで、これの体積が1.9m³ですから、比重は1.4ということになります。掘さくした土の比重と比べてみますと、同等もしくはそれ以下になるかと思えますが、それでは沈下の原因にならない。むしろ心配なのはからのときに浮上するのではないかということです。地盤を沈下させるのは施工時の土質改良や、砂基礎・埋戻し、盛土などに使った比重の大きい土砂に原因があると思えます。従って、埋戻した路面の状況をみていれば沈下状況はわかってくるわけですね。管は埋戻した土に押えられて、ともに沈んでゆく……。

細見 先程から、大口径管について話が進んでいますが、今まで議論されてきましたことは、口径の大小にかかわらずあてはまることとして、小口径管だからといって決してなおざりにしてはならないことです。

ところが、先程の内挿工事の説明の際に、既設のヒューム管が予想以上に屈折していたと述べましたが、継手に無理のできないヒューム管ですらこんな布設状態ですから、小口径の鉄管の場合はおそらく相当なものだと予想されます。最近は鉄管がFCからダクティルになって、いっそうその傾向が強いように思われて残念です。ダクティルなら破れる心配はなし、継手もメカで誰でも締められて漏水も心配なし、ということから、仕事は粗雑でも「ダクなら鉄管でもってくれる」といった意識が、もちろん無意識でしょうが、原因

して管工事が粗雑になっている面もあるのではないのでしょうか。

江村 昔は、1,500mmとか1,800mmの管を入れたときは地盤改良をしましたね。ところがN値が0とか2とかいいますと、相当管を深く入れないとだめですね。以前50cmとか60cm入れましたときに、土固めを完全にしましても5cmとか3cm上がったり下がったりするわけです。ですから、その状態で完全に締めておいても均等に締まっているかどうかかわからず、下が抜けたということもありました。パイプが大口径になってきて、地盤沈下の心配がある所では、P寸法の考え方が問題ではないかと思えますね。まあ、余裕があって可撓性のあるものであればいいのですが、もっと可撓性のあるものがないのでしょうか？

最近、私の方で地盤の悪い所なんですが、制水弁室とか橋の前後といった所でよく事故を起こすんです。制水弁のフランジが不等沈下で割れたことがありました。そのへんの沈下をどういう形で吸収するのがいいのか……。まあ、いろいろのやり方はあると思うのですが、できれば同じ材質の管でやりたいと思うのです。

西山 不等沈下の問題ですが、均等な沈下であれば問題はないわけですね。管が曲折して、万一の場合継手が抜けるようなことがあっては大変です。梯子胴木をつけるとか、抜け止めをつけることが望ましいわけですが、これには、ある程度地盤の状態を調べておくことが大切だと思います。それから構造物に接する付近は、基礎に差があるわけですから明らかに不等沈下が起こりますし、その沈下量も予測できるわけですから、これは継手で吸収しなければならぬわけで、このためにカラーを多く用いることが効果的です。

まあ、軟弱地盤では可撓性があり、伸縮性があり、しかも抜けないものがあれば一番いいわけですね。

江村 そういった場合、現在のメカ継手はP寸法がちょっと短いような気がするのですが……。

桑野 P寸法の決定法というのはあるので



左・沼田氏 右・宮本氏

すか。

宮本 P寸法は、小口径から大口徑になるほど大きくなっていますが、厳密な一定の根拠といったものはありません。不等沈下に関連して、曲げ角度という見方をすれば大口徑ほど一般に小さく、地震に関連して、拔出し余裕という見方をすれば大口徑ほど大きくなっています。

不等沈下対策としては、沈下量に応じた対策が必要であると思います。管のジョイントの方からいいますと、わずかな沈下量なら直管のジョイントの許容曲げ角度内で吸収できます。さらに大きい不等沈下の懸念のある場合は、継輪（カラー）を複数個使うことによって吸収できます。大きいのが初めに沈下量が予想できないときとか、非常に大きい沈下量が継輪だけでは不安であるといった場合は、最終的には抜け出さない伸縮継手、例えば継輪に抜け止めをつけたSW継手とか、耐震継手のS形のようなものが適当だと思います。

◇耐震形継手の開発◇

西山 ここでまた、新しいS形継手というのが出てきましたが、これは久保田工工が開発した地震対策用の管でして、地震のseismicからSの字をとったものだと思います。耐震継手といいましても、その性能は伸縮・可撓・離脱防止の3機能をそなえたもので、不等沈下の予想される軟弱地盤に対しても効果的であると考えております。ついでですから、S形継手管について、宮本さんから簡単に説明して下さいませうか。

宮本 S形管は、地震とか軟弱地盤での沈

下だとかの大きい地盤変動用として開発しました。軸方向の伸縮余裕量は±80mmあり、拔出し抵抗力も地中でおよそ100m分の管路を引張って来られるだけの余裕があります。曲げに対する余裕も受口が深いので、大きい角度まで応ずることができます。このS形管はS形継輪、ボールジョイントなどの組合せでつながった鎖のようになり、地中で自由に順応して抜け出さない、いわゆる免震的耐震管路を構成することができます。

また、軟弱地盤での沈下対策としては、そこまではいらないと思いますが、せめてP寸法の長いもの、いいかえすと受口の深いものが欲しいといった場合は、S形の受口が利用できます。受口の深さは、ゴムから奥でK形のおよそ3倍です。

◇制水弁・異形管の防護◇

西山 軟弱地盤では、制水弁室や異形管防護のための大きいコンクリートを打つことに問題があると思うのですが、どうしておられますか。

池永 大阪府では、異形保護としては1,800mm以下についてはK形のままでコンクリートアンカーを施工しています。また2,000mm以上については、UF形を曲管の前後にも使用し、これにコンクリートアンカーを補助的に併用しております。地盤の軟弱カ所については、基礎杭を打って保護工自身の沈下を防いでいます。

江村 送水管路での制水弁室など、杭により支持されているカ所の前後に、短管またはL寸法を長くした継輪を使用しておけば、まず鋳鉄管の不等沈下については問題ないと考えられます。

藤原 鋳鉄管の異形管防護、特に拔出し防止としてですが、大阪市では、口径の大きい400~1,500mmはN形継手にコンクリート防護を使用しております。それ以下のA形継手の場合は特殊押輪、タイトン形継手の場合はタイグリップなどの離脱防止金具を使用しています。口径2,000~2,200mmなどの特に大きい管につきましては、これは施工の時期的な問題もありましたが、K形継手にコンクリート

防護のみという形になっています。ところが、市街地での工事の場合は、既設の地下埋設物が輻湊していますので、杭を打って行うという完全なコンクリート防護は、施工に困難な場合が多いですね。

N形継手を採用する前は、一時曲管部のみC形継手、これは鉛継手ですが、これを使いましてコンクリート防護を施すこということをやったのですが、継手の施工性に問題があったと思います。特にパーチカルバンドのところで漏水が多発しまして困ったものです。また、N形継手は切管をした場合、突起の溶接をメーカーの工場（大阪市の場合、久保田と栗本の2社ですが）でやらなければならないわけですが、これに少し問題があるようです。

江村 最近、大口径管はどんどん開発されていますが、それに付随した制水弁の場合、どうも材質とか形式などに問題があって、使用者側としても困る場合がありますので、メーカーの方でも、あわせてよく研究してほしいと思います。

西山 それでは、少し話題を変えまして、接手工と歩掛りの問題についてお話ししたいと思います。いろいろ問題があるように聞いておりますが……。

◇歩掛りと配管技能者◇

池永 最近、タイトンとかメカが発達して、継手そのものが非常に簡単にはなっていますが、管工事の場合においてはやはり継手を中心であると思われれます。

大阪府では、原則として久保田、栗本と鉄管を購入（請負契約）した際に継手工事と同時契約をしているため、配管工の質には特に問題はないと思われれますが、給水工事の鉛工のように継手工の資格付けが必要であると思えます。また、特殊技能者としての格付けを持つことによって、労務賃金あるいは単価という面にも影響があると思えます。

藤原 大阪市では、口径 600mm以上の管の継手については業者7社を指定しまして、それを責任施工ということにしています。ここで問題になりますのは、請負契約はゼネコン

とやっているわけで、仕様書の中での下請業者指定ですからいろいろトラブルが起っています。一応7社指定ですが、実際に施工しているのは久保田、栗本の2社がほとんどのようです。トラブルの原因は費用だろうと思うのですが、なんとかすっきりした形にしたいと現在検討中です。各都市の実情も聞いているのですが、技能者に資格を与えて、それに施工させておられるところが多いようです。

以前、久保田建設さんでしたか、配管工の養成所とかがあって、随分技能者を養成されたように聞いておりますが、何かそういうものを鑄鉄管協会なり、日水協なりで考えていただけないものでしょうかね。

西山 細い給水管の工事でも技能者の検定を行っているのに、大口径の送配水管の継手工の格付けがなされていないのはおかしいという論議は、全く古くて新しい問題でして、いまだに解決していないことは、よほどむずかしい点があるんじゃないかと思います。

現在、鑄鉄管の継手は大部分がメカ形やタイトン形で、差込むとか締めるだけのものだから多少の経験でやれるし、メーカー側でも技能者を持っていて応援するという形がとられていますが、やはり全国共通の配管工の認定ということはやっていただきたいですね。しかし、鉄管を造る方としては、できるだけ素人で使えるような形を開発するよう努めているわけです。

池永 継手工の歩掛りの問題ですが、われわれの手元に配布されているものに、厚生省のもの、通産省の監修による工水協会発行のもの、そして鑄鉄管協会のものがあって、使用者側としては、それぞれ関係者のものを使用しております。厚生省、通産省はほぼ同一歩掛りですが、鑄鉄管協会のもとはかなりの差があります。そこで、鑄鉄管協会のものでできれば工水協と協調して統一的なものにしてほしいと思います。

西山 当協会から出している継手工の歩掛表は昭和47年頃の、関西と関東地区の施工実績をデータとして歩掛りを求めたものです。

継手工の歩掛りには、継手作業オンリーのものと、吊込みや小運搬を含めたものがありますね。国の方で出しておられるものは、吊込みや小運搬が入っておりますし、当方のものは継手工オンリーになっております。そこらで違いが出てきているものと思います。

それから歩掛りの決め方ですが、時計で計って1カ所何人で何分を要するというように決めていくと、大変小さいものになります。やはり、何人がかりで、標準的な施工条件で1日に何カ所できるかということがファクターにならなければならないと思いますね。一般に、どんな管工事でも、土工などの主体工事に随伴して継手工が行われていますから、継手工オンリーで請負いますと手持ち時間が多くなってきますからね。

それでは、最後に異形管の塗装について、お話ししたいのですが……。

池永 大阪府の場合、異形管については現在のところ吹付けや、手塗りでモルタルライニングをしておりますが、全国各都市で使用しておられるところはどこでしょうか。

西山 関西地区では、奈良県水道が400mm以上は全部ライニングされたと聞いておりますが、ほかに一部大都市で若干用いられたようです。

江村 最近、タールエポが規格されて0.3mmアップということですが、私は0.3mmでは非常に問題があると思います。ずっと以前、通水間もなく剝離して浄水池に流れ込んだことがあります。

西山 タールエポの規格も長年審議されてやっとまとめられたわけですが、一応0.3mm以上ということで、解説をみてみますと、この厚さは水道界が要望する最低厚さということになっていきますね。必要に応じてという言葉はなかなかむずかしいですが、当時の論議では0.3mmで良いという人、悪いという人、0.5mm以上にすべきだとかいろいろ意見があって、このように定められたようです。それから、大阪市では小口径異形管について、特別の塗装を考えておられるようですが……。

側島 口径300mm以下の異形管は、コーラール塗装のままで用いられておまして、旧管をエポキシ樹脂ライニング工法で更生しても、曲部は不完全な塗装の新管で布設替えせざるを得ないという問題がありました。そこで、タールエポキシ塗装か、エポキシの粉体静電塗装かということで検討を続けてきましたが、このほどようやくショートボディタイプのタイトン異形管に粉体静電塗装の採用に踏切るつもりです。300mm以下の異形管全部に塗装方法の改良をしたいというのが本音なのですが……。

高級鋳鉄異形管メーカー、タイトン異形管メーカー、それに直管メーカーの三者が協力して、塗装技術などの共通問題にあたってほしいですね。配水管網は、異形管と直管と仕切弁など付属設備で構成されているのですから、耐久性一つを考えても、その最も弱い水準で管網全体のレベルが決ってしまいます。これは、ユーザーの問題でもあります。メーカー間の協力も望まれるところですね。

細見 ちょっとメーカーにお聞きしたいのですが、現在400mm以上はK形、250mm以下はT形となっております。300mmだけが相変らずA形となっておりますが、どんな経緯でそうなったのでしょうか。300mmをT形にできない何か理由でもあるのでしょうか。

西山 JISではA形は75～500mm、K形は400mm以上ということですから、400、450、500mmは両形にだぶっているわけです。タイトンでは250mm以下ということで、これはとりあえず小さいものからという意味だと思います。ご承知のとおり、スリップオン形のもの、ただ差しこむだけです。非常にきびしい寸法、公差の小さいものが要請されますので、まず小さいものをマスターしてから、逐次大きいものを手がけていくことになると思います。外国では、1,000mm以上のものも使用されているそうです。

沢竹 それでは、予定の時間も大分過ぎましたので、このへんで終わらせていただきます。どうも長時間、有益なお話をお聞かせいただきましてありがとうございました。

寄稿



大阪市の下水道事業の現状

まえがき

昭和30年代より始まった高度成長政策は、都市に産業の集積と人口の集中をもたらし、その結果、生活環境の破壊をもたらし、大気汚染、水質汚濁の公害をもたらし、最近の石油危機に始まるゼロ成長に至るまで、全国民がGNPに振り回された観がある。この間、公害の激化に伴い各種公害規制法が昭和45年に制定された。水質汚濁については、従来の水質二法（公共用水域の水質の保全に関する法律、工場廃水等の規制に関する法律）に代って、水質汚濁防止法が施行され、面目を一新することとなった。これに伴い、下水道法を改正され下水道の目的も変わった。

今までの法律では、下水道の目的を「下水道の整備を図り、もって都市の健全な発達および公衆衛生の向上に寄与すること」としているが、改正後は「下水道の整備を図り、もって都市の健全なる発達および公衆衛生の向上に寄与し、あわせて公共用水域の水質の保全に資すること」と変更され、水質汚濁防止という大目的にそって、下水道が整備されるようになった。大阪市においても、これにそって事業が執行されているが、以下にその概要を述べる。



大阪市下水道局建設部主幹

村上 仁

1. 大阪市における下水道の沿革

大阪市の下水道事業は、明治27年より始められたが、その直接の原因となったのが明治19年、同23年に流行したコレラである。これによって6,500人以上の市民が死亡している。経口伝染病であるコレラや、蚊を媒体とする伝染病は、公衆衛生を良くすることにより、その伝染を防ぎ、絶滅できるものである。これを契機として船場、島之内を中心とした旧市域において上下水道の整備が図られたのである。これは、国において下水道法（旧法）が制定せられた明治33年より先駆けること7年であり、当時における大阪市の先進性を示すものといえる。

大阪市は、八百八橋ともいわれるほど橋も多く、水運に恵まれた水都として発展してきたが、その反面、一般に低湿の地が多く、排水問題では古くから苦しんできた。戦前までに、明治27年に創立した中央部下水道改良事業から、幾多の改良が重ねられ、昭和3年には、総合都市計画による下水道処理事業の計画決定をみた。そして、昭和16年に本市において初めての海老江、津守両下水処理場が完成し稼動した。これにより、本市中央部の約24ヘクタールが処理区域となった。また、市周辺部に対しては、昭和12年より第5期下水道事業を着手したが、不幸にして太平洋戦争に突入したため、何程の進捗もみずに中断のやむなきに至った。

戦後、市内周辺部は疎開および非戦災地区として、急激に発展してきたが、下水道が未整備のため排水状況が極度に悪く、ことに昭和25年のジェーン台風（床上浸水71,617戸、床下浸水38,549戸）、昭和27年7月の豪雨（床上浸水12,917戸、床下浸水108,240戸）、昭和32年6月の豪雨（床上浸水21,120戸、床下浸水69,377戸）の災害は大きな衝撃となり、財政窮乏の中から下水道事業を重点施策として推進し、極力水害の緩和を図った。

また、産業の復興と伸展に伴い、使用水量の増加と共に水質の悪化をもたらし、市内河川の汚濁が昭和30年代から急激に進み、一方、し尿の農村還元急激な減退から、汲取りし

尿の処分が大きな社会問題となり、これの解決策として下水処理事業を再開し、昭和32年度より中浜（東）、市岡の両下水処理場を大阪湾汚濁対策事業として建設に着手し、それぞれ昭和35年、36年に完成した。さらに、昭和35年に全体計画を改定し、そのうち昭和44年度に至るまでの10カ年計画を樹立して、市街地面積17.8km²の80%を処理区域にすべく事業の進捗を図った。この結果、昭和38年に中浜（西）、千島両下水処理場を、昭和39年に住吉下水処理場（現在、住之江下水処理場と改名）を、昭和41年に今福下水処理場を、そして昭和42年に放出、大野の両下水処理場を稼動せしめ、市街地の45%を処理区域とした。

しかしながら、この間における市勢の発展は著しく、周辺地区の開発、都市施設の高度化などによる豪雨禍、および河川水質規制に対処し、「浸水解消」、「河川浄化」、「水洗普及」などの早期解決を図るため、昭和43年度を初年度とする下水道5カ年計画を策定した。そして、昭和44年に此花下水処理場を、昭和45年に十八条下水処理場を、昭和46年度末には平野下水処理場を通水した。

水質汚濁法の制定と共に、下水道の整備は全国的に重要な課題となり、政府においても、昭和46年8月に総額2兆6,000億円にのぼる新下水道整備5カ年計画を樹立するに引き続き、下水道事業センターを設置し、全国に散在する中小都市の下水道整備に力を入れ、昭和50年度には下水道事業団に昇格し、ますます下水道事業の推進に努力がなされる状況にある。本市も、これに呼応して現行の計画をさらに拡大充実に、生活環境を向上させるため、全市域に下水道を広め、河川の汚濁を防止するため全処理場を高級処理施設とすると同時に、中心部の再開発に見合った既整備地域の増補幹線を布設する新下水道整備5カ年計画を昭和47年に立案し、現在その目標にそって努力がなされている。

2. 新5カ年計画

昭和47年度から始まった本市の下水道整備新5カ年計画は、昭和51年度を目標年次とし

表一 1 主要下水道事業概要表

事業名	年度	事業費	計画面積	累計整備排水面積 ()内は処理面積	当時の 市域面積	備考
中央部下水道改良事業	明治27~34	千円 1,032	ha 1,247.0	ha 1,247.0	ha 1,527	市制施行 明治22年
第一回下水道改良事業	明治44~大正11	5,881	11,220.1	2,467.1	5,567	第一次拡張 明治30年
都市計画第一期下水道事業	大正11~13	4,081	251.9	2,718.7	5,567	
〃 第二期 〃	大正13~昭和2	4,089	421.9	3,140.6	5,567	
〃 第三期 〃	昭和3~12	16,245	2,048.6	5,189.2	18,167	第二次拡張 大正14年
〃 第四期 〃	昭和6~15	21,576	2,409.0	5,680.0 (2,409.0)	18,167	
〃 第五期 〃	昭和12~21	24,039	6,311.3	5,680.0 (3,050.0)	18,167	
公共下水道整備事業	昭和21~34	7,673,620	14,358.0	7,084.0 (3,050.0)	20,218	第三次拡張 昭和30年
下水道整備10カ年計画事業	昭和35~42	47,391,000	14,358.0	10,792.0 (7,971.0)	20,304	
下水道整備5カ年計画事業	昭和43~46	60,577,000	16,434.0	12,845.0 (12,192.0)	20,304	
下水道整備新5カ年計画事業	昭和47~51	150,000,000	17,800.0	17,800.0	20,606	

表一 2 下水道事業普及状況表

区分	年度	昭和21	普及率	昭和34	普及率	昭和42	普及率	昭和46	普及率	昭和50.2.1	普及率
陸地面積 [ha]		16,045	100 %	17,800	100 %	17,800	100 %	17,800	100 %	17,800	100 %
排水面積 [ha]		5,680	35.4	7,084	39.8	10,792	60.6	12,845	72.2	15,421	86.6
処理面積 [ha]		3,050	19.0	3,050	17.2	7,971	44.8	12,192	68.5	15,373	86.4

て現在鋭意進捗中であるが、その概要を以下に示す。

新5カ年計画の重点施策を列挙すると、

(1) 全市域を処理区域とする

市周辺部は、ほとんどが下水道未整備地域であり、現在の排水は農業用水路にたよっているため、悪臭と汚濁がはなはだしいので、早急に下水道の整備を行う。

(2) 全処理場の高級化

全処理場の高級化を図り、市内河川の水質汚濁を解消し、国の水質環境基準の早期達成を図る。

(3) 水洗便所の普及促進

全市民に水洗便所を普及せしめる施策を実施する。

(4) 既整備地域の排水能力の増強

市中心部の都市再開発および路面舗装の普及により、汚水、雨水が増大しているため浸水の原因ともなっているため、排水能力の増強を図る。

以上の目標を掲げ、下水道事業を推進しているが、現時点では、当初において予想もできなかった石油危機による諸物価の異常なる高騰や一時的な物不足によって、計画に多少の狂いが生じてきている。すなわち、処理区域の拡大については、流域下水道建設の遅れもあって全市100%処理区域にできず、現在(昭和50年2月1日)処理区域86.4%、目標年次においては93%の普及率となる予想である。

処理場の高級化については、計画当初(昭

和47年)においては、計画処理能力2,960,000 m³/日のうち二次処理が行われているのが22%で、一次処理のものが49%、未処理が29%で全体的にみて一次処理が多い。これは、大阪市域の大部分が低湿地で、降雨時の浸水排除が第一目的として下水管渠の整備が進められてきたことにも一因があるが、処理場建設に膨大な費用を要するためでもあった。しかし、現在処理区域の拡大をめざすと同時に、処理程度を向上せしめる努力がなされており、昭

和51年度末には、全処理場が二次処理施設を備える予定である。

また、既整備地域の施設の増強については、既設ポンプ場の排水能力の増強を図ると共に、増補幹線を施工している。この中でも、猫間川下水幹線を増補する天王寺～弁天幹線は、その規模においても卓越しており、内径6mのシールドを地下約30mの所に布設し、雨水排除を行うと共に、貯溜池的な性格を持った下水幹線として昭和48年より着工している。

表-3 処理場施設一覧表

(昭和48年度)

概要 処理場名	位置	敷地面積	計画処理区域	現在処理面積 (計画)	現在処理能力 (計画)	処理方法 (計画)	通水年月
津 守	西成区津守町 西五丁目	93,800m ² (約28,370坪)	浪速区全部、東、西、南、 西成区の大部、北、天王 寺、阿倍野区の一部	1,914 ha (1,962)	363,000m ³ /日 (420,000)	活性汚泥法 (〃)	昭和16年3月
海 老 江	福島区上島町1 此花区高見町 1丁目	61,000m ² (約18,450坪)	大淀、福島区の全部、 北区の大部、此花の一部	1,215 (1,215)	300,000 (326,000)	活性汚泥法 (〃)	昭和16年3月
中 浜	東 城東区鴨野東 6丁目	37,800m ² (約12,110坪)	城東、東成、生野区の一 部	581 (581)	53,000 (53,000)	活性汚泥法 (〃)	昭和35年5月
	西 城東区森町	41,400m ² (約12,520坪)	天王寺区の大部、東、城 東、東成、生野、阿倍野、 東住吉の一部、南	1,259 (1,288)	186,000 (280,000)	活性汚泥法 (〃)	昭和38年8月
市 岡	港区市岡2丁 目	32,300m ² (約9,770坪)	港区の全部、西区の一 部	803 (815)	120,000 (120,000)	沈でん法 (活性汚泥法)	昭和36年4月
千 島	大正区千島町	38,700m ² (約11,710坪)	大正区の全部	552 (705)	79,000 (125,000)	沈でん法 (活性汚泥法)	昭和38年10月
住 之 江	住吉区南加賀 屋町336	86,500m ² (約111,650坪)	住吉区の全部、東住吉 区、西成区、阿倍野区 の一部	1,887 (2,211)	110,000 (290,000)	活性汚泥法 (〃)	昭和39年12月
今 福	城東区今福南 3・4丁目	38,500m ² (約26,170坪)	都島区、旭区の全部、 城東区の一部	1,568 (2,042)	244,000 (320,000)	活性汚泥法 (〃)	昭和41年6月
放 出	城東区永田東 1・2丁目	51,280m ² (約15,540坪)	城東区、東成区、生野 区の一部、東大阪市の一 部	539 (540)	75,000 (106,000)	活性汚泥法 (〃)	昭和42年10月
大 野	西淀川区大野 2丁目	65,600m ² (約19,900坪)	西淀川区の全部、東淀 川の一部	1,542 (1,641)	280,000 (320,000)	沈でん法 (活性汚泥法)	昭和42年11月
此 花	此花区西島町 9丁目	34,470m ² (約10,450坪)	此花区の大部	636 (741)	168,000 (168,000)	沈でん法 (活性汚泥法)	昭和43年7月
十 八 条	東淀川区十八 条町1丁目	34,600m ² (約10,435坪)	東淀川区の大部	1,105 (1,254)	182,000 (232,000)	沈でん法 (活性汚泥法)	昭和45年3月
平 野	東住吉区加美 大芝町6丁目	89,378m ² (約27,100坪)	東住吉区の大部、生野 区、東大阪市の一部	1,313 (2,805)	144,000 (200,000)	沈でん法 (活性汚泥法)	昭和47年4月
計		705,328m ² (約214,175坪)		14,917 (17,800)	2,353,000 (2,960,000)		

3. 下水道事業と鑄鉄管

下水道事業で使用する管類は、古くより陶管あるいは遠心力鉄筋コンクリート管と相場が決まっており、大阪市においても、遠心力鉄筋コンクリート管を年間千数百トン、陶管を三千トン以上も使用している。用途は、内径300mmと380mmの下水本管に陶管を、そして内径300mmから3,000mmまでの本管に遠心力鉄筋コンクリート管を使用している。また、取付管は内径150mmあるいは200mmの陶管を使用している。しかし最近では、口径の大きい下水幹線の布設は開削工法によると付近住民や家屋に迷惑をかける場合が多いので、推進工法やシールド工法が採用される所が多くなってきている。

しかし、下水道事業の飛躍的な発展に伴い、全国各地に下水処理場が建設されつつある。下水処理場では、あらゆる資材が使用されており、最近では、コンピューターの導入まで

なされている処理場もある。鑄鉄管においても例外でなく、下水処理場においては、配管系統の主だったものはすべて鑄鉄管であるといっても過言でない。主ポンプの配管、曝気用送気管、汚泥管、各槽排水管、上水道、工業用水道の主配管などはすべて鑄鉄管が使用されている。

処理場施設で鑄鉄管の使用されている比率は、その発注がプラントとして、あるいは主要機械と同時に行われるため明確でないが、相当の比率を占めるものと思われる。また、鑄鉄管にダクタイル鑄鉄が使用され、さらには内面ライニングがされるに及んで、管の耐久性、耐食性が一段と増し、利用範囲が広がった。特に下水処理場においては、曝気槽の送気管には良い材料がなかった。鑄鉄管を使用しても、鋼管を使用しても、断熱圧縮を受けた高温多湿の空気のため、管内面に錆が発生し、これが散気板の閉塞原因となっていた。これ



写真一 高級処理施設で運転中の中浜(西)下水処理場



写真-2 送泥管の布設状況

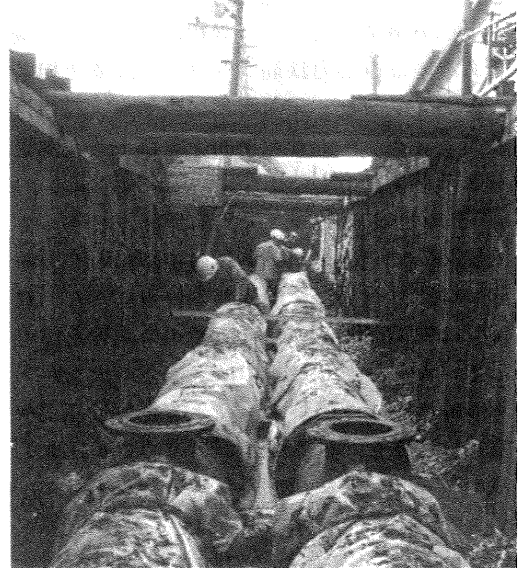


写真-3 送泥管の布設状況

がライニング鋳鉄管ができることにより、管内面の錆の発生について心配がなくなり、散気板の目詰りも大幅に減少した。

下水は自然流下で集水されるため、下水処理場の水処理施設の設置場所は、地形によってある程度決まってくる。しかし、汚泥処理施設にはその必要性が少ないため、用地取得の難しい場合、これを水処理施設と切り離し、他の下水処理場に汚泥を送り、そこで処理されることが多くなってきている。本市では、今福→放出下水処理場(φ 350mm 2連、延長約1.4km)、十八条→大野下水処理場(φ 350mm 2連、延長約10km)で、前者の下水処理場より後者の下水処理場へ汚泥を送り処理している。その理由は、前者に必要な用地が確保できなかったからである。他都市においても、東京都では落合→小台下水処理場、森ヶ崎→芝浦下水処理場、名古屋市では名城→堀留下水処理場、熱田→山崎下水処理場、京都市では吉祥院→鳥羽下水処理場など、汚泥を他処理場に圧送し処理している所が多い。

一方、最近の下水処理場では、水処理施設よりも汚泥処理施設の比重が大きくなる傾向

にある。今まで水処理によって発生した汚泥は、海洋投棄や汚泥乾燥床などで乾燥し処分されていたが、海洋汚染の防止や広大な用地が必要なことから、効率的に脱水できる機械脱水が普及し、さらには、汚泥処分地の確保の難しいことや、埋立処分地でのトラブルを解消するために焼却施設を設けるようになってきた。このように汚泥処理費の増大化に対処する一つの方策として、数多くの下水処理場を持つ都市では、汚泥処理施設を集約し規模を大きくすることにより、建設費や維持管理費の節減を図る方法がある。この場合、汚泥の圧送が必要条件となるが、耐食耐摩耗性などを考えると、鋳鉄管の使用が大勢を占めるであろう。

あとがき

大阪市における下水道事業の現状と、下水道における鋳鉄管の立場を述べたが、今後下水道事業の中でも、汚泥処理の分野はますます伸展していくが、これに伴って鋳鉄管の用途が広がることを期待して擱筆する。

寄稿



宮城県の広域水道事業

1. はじめに

私達の郷土宮城県を美しく、豊かで、住みよい地域にし、未来に向けて発展する「新しいふるさと作り」を推進するため、本県では、昭和60年度を目標年次として長期総合計画を樹立した。その中で、県土の発展につながる基礎条件の整備の一環として、水資源の総合供給体制を確立することとし、県内に17のダムを建設し約40m³/secの用水を開発する計画で、一部はすでに建設中である。

一方、上水道について述べれば、昭和48年度末現在の普及率は82.5%であるが、本総合計画ではこれを95%までに拡大させ、1人1日当り給水量は689ℓに達するものとして整備をすすめ、その水源は多目的ダムによって確保し、県内を7ブロックに分け広域水道計画を樹立し、県営または企業団方式による水道用水供給事業を推進する方針である。

その第1号として、昭和48年度に大崎広域水道事業を初の県営用水供給事業として実施し、3年目を迎え工事もいよいよ本格的になってきた次第である。東北地方としては初めてのことであり、本県に続き山形・福島両県でも、県営の用水供給事業を実施する予定とのことであり、誠に喜ばしいことと思う。

しかし、創設事業として水道用水供給事業を実施する場合、いろいろの問題点が考えられるので、本県の実施例について、創設の背景と概要を紹介し問題点をさぐってみたい。



宮城県企業局広域水道課長

根元一男

2. 県営水道用水供給事業 創設に至る経緯

本県における広域水道の芽ばえは、昭和28年に供用開始した登米水道企業団である。この企業団は宮城県の北部、北上川沿いの地域で、当時登米町・佐沼町・石森町・宝江村(現在の登米町・迫町・中田町)の3町1村にまたがる広域水道として計画されたが、工事途中に種々の理由により、規模はそのまま構成町村が2町のみとなり、経営の初期の段階で非常に苦勞したが、その後、余裕能力を活用し隣接町に分水することにより、経営の安定が得られ今日に至ったが、この度新しく、従来の分水町も含めて7町で用水供給事業を実施する企業団を組織し、49年度から事業を開始した。また、仙台市は第4次拡張で釜房ダムから20万 m^3 /日を取水し、そのうち3万 m^3 /日を隣接6市町に分水しており、石巻市および柴田町などにおいても隣接町に分水しているが、これも広義に解釈すれば、広域水道の一形態ともいえるわけである。

以上のように、水道の広域化については、その素地が培われていたものといえるかも知れないが、やはり県営の大崎広域水道事業が名実共にその嚆矢といえるのではないかと思う。

宮城県内の水道事業の長期計画としては、県内7ブロック案により指導を進めてきたことは前述の通りであるが、その中でも古川市を中心とする大崎地方は、早くから各市町村の水道課長を中心として「大崎地区水道連絡協議会」という組織があり、古川市が中心となって、将来の水需要の計画についても積極的に進めてきており、一方県衛生部でも調査費を計上し、各ブロックの広域水道の具体化を指導した。これらのことが急速に地元の気運を高める結果となり、47年の1月4日の御用初めの日に、大崎地域広域行政事務組合管理者の古川市長から知事に対し同地区内14市町の水需要8万 m^3 を確保するため、県が治水ダムとして工事中の漆沢ダムを多目的ダムに変更するよう陳情されたのが、そもその発端である。

これに対し、県でも早速関係部課の意見を調整した結果、基本的に地元の要望受入れに努力すると共に、かねてから県で計画中の大和町・大衡村の区域にまたがる大規模内陸工業団地に対する工業用水も併せて確保することにし、建設省に対し治水ダムを多目的ダムに変更するよう働きかけることになった。この結果、7月になって建設省でも原則的に了解し、上水9万 m^3 /日、工水6万 m^3 /日、計15万 m^3 /日の利水量を確保するため、ダムの高さを5m嵩上げし、貯水量も300万 m^3 増加して1800万 m^3 の貯水量とし、ダムの事業費も58億から62億に増加した。また、大崎の各市町長は協議会を開き相談した結果、企業団方式により広域水道事業を実施することで意見の一致をみたので、早急に準備を進めることにし、まず先進地を調査することになった。

先進地として岡山県の企業団、静岡県県営水道を調査した結果、大崎広域水道事業は企業団で実施するにはあまりに大規模であり、財政力の小さい市町村では到底無理であるし、また技術的にも、経営能力など各種の難点が多いのでぜひ県営で実施するよう8月に再度知事に陳情された。県でも、この陳情をどうするかについて関係各部各課で検討を進めたが、初めての事業でもあり、財政負担、技術者の確保など非常に問題点が多く、なかなか結論は出なかった。

そのうちに各市町村議会においても、県営施工の決議をし、県議会に請願が提出された。議会でもいろいろと論議されたが、結局12月議会で継続審議となった。しかし、48年度から多目的ダムで実施することに建設省でも了解したことであり、水道事業としては47年度中に厚生大臣の事業認可を申請し、ダム負担金の国庫補助金を確保する必要があり、県としても早急に結論を出さざるを得ない状況となった。最終的には、知事の判断により県営化にふみ切った。

そこで、事務当局においても、早速県営で実施する場合の基本方針について検討し、これを各市町村長に示したうえ、全面賛成を得て実施することになったものである。その基

本方針の主なるものについて述べると、

1. 給水料金は原価主義によるものとし、責任水量制を基本とすること。
2. 供給地点は各市町村1カ所とすること。
3. 用地取得、補償については受益市町村の協力態勢を確立すること。

などであり、その他必要事項について取りまとめた。これを要するに市町村長の将来の水道用水の確保に対する熱意に知事がこたえる形で、県営事業費が実施されたということである。

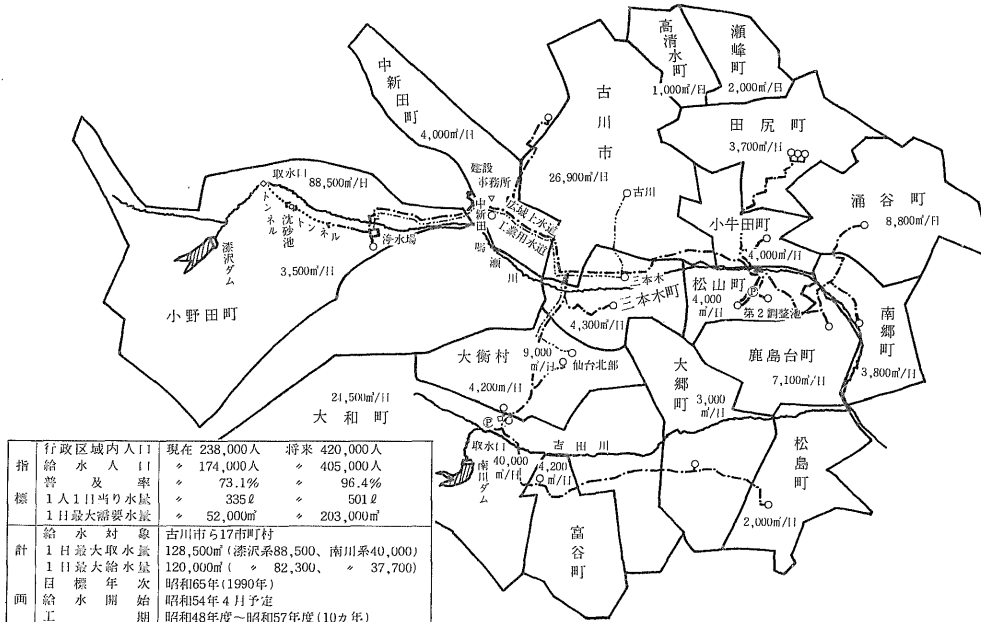
3. 大崎広域水道の概要(略図参照)

県営水道の地域は本県の中部に位置し、古川市を中心とする大崎地方13市町と大和町を中心とする黒川地方の一部2町村で、併せて15市町村を給水対象とし、水源は県で建設中の鳴瀬川水系漆沢ダムによって開発された15万m³/日の都市用水のうち、88,500m³/日を取水し供給するものである。昭和48年8月1日、厚生大臣の事業認可を得て事業開始したものであるが、49年度になって県が別途進めている北部中核都市(大和町・大衡村にまたがる地域で、将来人口7万人を想定している)構想が具体化し、これに必要な水道用水4万m³/日を確保するため、大和町内の南川に県営の

ダムを昭和50年度から施工することになった。このため、厚生省の指導もあり、検討の結果大崎広域水道の拡張事業として、南川ダム水系の5町村も供給対象として加え実施することになったものである。従って、早くも2年目に大幅な変更を余儀なくされることになった。これを一覧表にまとめると、下表のとおりである。

項目	当初認可	変更認可	摘要
給水対象	古川市ら1市 13町1村	岩出山、鳴子、 宮崎の3町を外し、 瀬拳、高清水、大郷、 富谷松島の5町を加え 古川市等1市 15町1村	
1日最大取水量	88,500m ³	128,500m ³	
1日最大給水量	82,300m ³	120,000m ³	
竣工年月日	昭和55年3月末	昭和58年3月末	
総事業費	110億	未確定であるが 250億以上	

大崎広域水道用水供給事業計画概要



水源は2水系となり、鳴瀬川水系は県営漆沢ダムに、南川水系は同じく県営南川ダムにそれぞれ88,500 m^3 、40,000 m^3 のダム使用権を設定し、給水対象は17市町村となる。取水地点はダム直接取水でなく、漆沢水系は小野田町水芋地内の鳴瀬川右岸、南川水系は大和町八合田地内吉田川左岸に予定しており、浄水場は、漆沢水系については小野田町麓山地内、南川水系は大和町吉田字中峯地内を予定している。

なお、漆沢水系については工業用水60,000 m^3 /日も県営で実施するが、水系も区域も同じなので、工業用水課と協議し効率的運営をはかるため、取水・導水・浄水の各施設は共同施設とし、送配水管布設を共同施工する考え方で準備を進めている次第である。

また、南川水系については、昭和50年度に実施計画調査を進めることにしている。漆沢水系は、取水地点より浄水場まで約8kmあるが、自然流下で導水する予定で、導水施設は隧道と管路が半々である。浄水場の設備については、目下実施設計を進めているが、取水予定地点の水質が良好なので、浄水方法については最もオーソドックスな沈澱、急速ろ過で実施し、積雪地帯のため施設には屋根をかけることで計画している。送水管は ϕ 1100～ ϕ 250mmで延長は100kmに及び、管種は鋼管と鋳鉄管を使用する予定である。また、送水管の延長が長く、供給町村も多いため河川横断カ所が多く、長大水管橋も10カ所以上となる見込である。計装設備については、浄水場で集中監視およびコントロールできるよう計画を進めている。南川水系については、漆沢水系と基本的には考え方が同じであるが、両水系が連絡されることにより、施設の相互援助など有効に活用されるので、これらの点を考慮し、各年度の工事内容についても十分検討しながら、進めていきたいと考えている。

以上、施設の概要を申し述べたが、何んといっても地域の総面積が1,158 km^2 に及ぶ反面(大阪府の面積の63%に当る)、水量がわずか120万 m^3 /日で、しかも送水管の延長が長いため、 m^3 当りの建設費はかなり高い結果となる。

4. 広域水道事業創設時の問題点

県営水道については、すでに多数の実例があり、それぞれ困難な問題を克服して現在に至っているわけであり、各県の特殊事情により、その困難性についても異なると思われるが、大崎広域水道創設よりわずか2年の経験であるが、留意すべきことについて申し述べてみたいと思う。

1) 創設については

十分な準備期間をとること

前述のように、大崎広域水道事業は当初企業団方式で準備を進めてきたが、知事の裁決により県営施工となったため、事業認可申請までわずか4カ月程度しかなかった。従って、十分に関係市町村長と意見をにつめて現地を調査する期間が得られなかったことが、その後基本計画の変更につながり、結果として事務的には非常な苦勞を伴ったものである。次に主なる変更について述べる。

(1) 供給市町村の変更

当初、漆沢水系は15市町村でスタートしたわけであるが、その後3町が脱退し2町が新規に加入し、結局14市町村となった。これは企業団で計画された当時、将来の水利権のみを留保するため参加の意志表示をしていた町もあり、また県営となった段階で、計画外のブロックからの加入申込みがあり、県の立場で大局的見地から考慮せざるを得なかったこともあるが、ともかく供給市町村の変更は基本計画に影響するところが大きいので、準備期間を十分にとって検討することが必要である。

(2) 工業用水道事業との共同施工

48年度は、大崎広域水道準備室として衛生部に所属し、各種の準備を進めたことと、工業用水道事業は開発局の工業用水課で計画を進めていたが、工業団地計画のおくれもあり、一方水道は、ダム完成年度に合せ52年度から一部通水の予定で、早急に工事を進める必要があったため、工業用水事業より先行せざるを得なかった。49年度から新たに企業局が発足し、両事業も企業局内で広域水道課と工業用水課でそれぞれ担当することになり、本格

的に共同施工の検討を始めた。

しかし、49年度は予算の問題もあり、大崎広域水道事業は、工業用水と関係のない末端地域の水道単独分の送水管布設事業を主として施工し、50年度から共同施工を予定している取水、導水、浄水の実施設計などのとりまとめを実施した。これは両事業の年度がかみ合わず、計画の確定までかなりの時間を必要とし、しかも当初計画の大幅な変更となった。しかし、共同施工のメリットは十分にあるので止むを得ないと思う。

(3) 取水地点の変更

当初計画では、浄水場は小野田町館下地区の水田に予定し、浄水後は付近の高台に建設を予定した調整池までポンプ揚水し、自然流下方式により送水する計画であったが、残念ながら地権者から全面反対をうけたため、浄水場の位置を変更せざるを得なかった。従って、第2候補地として考えていた約1,000m上流の麓山地区の山林にこれを求め、地元町長の協力もあり、地権者の理解を得て65,000㎡の用地を確保することができた。このため、取水地点を当初は、浄水場付近の灌漑堰と共用することで計画したが、浄水場の位置変更に伴い、また工業用水と共同取水する計画が具体化しつつあったので、抜本的に計画変更し、8km上流の門沢発電所付近から取水することにした。

この地点は、ダム計画の利水量15万㎡/日の基準点でもあり、最もよいことは浄水場まで自然流下により導水可能なことである。8km上流に取水地点を求めることにより、導水施設費はかなりの増額となるが、ポンプ揚水の場合と比較すると十分採算がとれるので、変更することにしたものである。これも準備期間が十分にあれば、共同施工の問題と密接な関連はあるが、浄水場および取水地点についても、事前に検討可能であったと思う。

2) 地元関係者に対する

十分なPRが必要である

(1) 農業用水との関連

水道用水の水利権を新たに獲得する場合、河川流量が十分でないとき農業用水との関連で、

いつも問題となることが多い。ダムに使用権を設定して水道用水を取水する場合、法的には下流水利権者の同意は必ずしも必要でないが、十分計画内容について説明し、理解を得ることが先決である。

大崎広域水道事業の場合、経過はいろいろあったが、ダムの基本計画にもとづき、ダムから6km下流の門沢発電所付近から取水することにしたが、この地区には小野田・宮崎両町にまたがる加美西部土地改良区があり、鳴瀬川沿いに数カ所の堰があって、合せて最大7㎡/sec程度の農業用水を取水している。またこの改良区では、圃場整備事業を実施中であるので、その幹線農道を送水管路敷として使用する予定で計画を立てたので、取水問題と合せ改良区に対し水道の計画を説明し理解を求めた。しかし、鳴瀬川の流況が従来あまりよくないこともあり、農民の水に対する関心が高く、水道がダムに貯水した水を使用し、従来の既得権はおかさないという説明をなかなか理解して貰えず、水道の取水堰を農業用の堰の上流に計画したこともあって、最初は全面反対をうけた。その後、関係部の協力をうけながら、半年間にわたり調査のうえ説得を続けた結果、最近に至りようやく理解が高まり、改良区の最上流の堰と共用で取水することに原則的に賛成を得ることができた。

これらの原因を考えると、一つには地元町から水道と農業用水との関連について、十分な説明があらかじめ改良区に対しなかったこと、二つにはダム計画を途中で変更したとき、土木部から農政部に対する連絡が不十分であったということが原因で、改良区が無視されたという感情があり、これが解決を長引かせたことはいなめない。貴重な経験として反省したいと思う。

(2) 料金について

水道経営の安定のためには、総括原価主義による安定した料金体系、料金水準を確保することにあることは申すまでもない。しかし、この問題は政治的配慮の名のもとに、原価に見合った料金改訂が最大の難関となっていることもよく知られていることである。

従って、大崎広域水道事業の場合も、これらのことも考慮し、前述のように基本条件として原価主義による責任水量制ということをも十分供給対象市町村長に理解を願って事業を開始したわけである。しかし、責任水量制が料金体系の上でいかに表現するかということについては、基本計画の変更に伴い事業債の確定がおくれたこともあって、先進県の料金体系について十分検討して、最も合理的な案を示すことにしていたわけであるが、最近検討を進めてきた責任水量制と、料金体系についての一私案を大崎管内の市町村長会議で示したので、その内容について述べてみたい。

水道料金の算定については、経営開始後ある一定の料金算定期間を設定して、その間の総括原価費用を総収水量で割って平均料金を出し、これをベースとして考えることになるが、創設事業の場合は当初の稼働率がどうしても低いために（大崎広域水道の場合は約30%）前半の赤字が大きくなり、その累積赤字は数十億円に達することになる。この資金不足の手当としては、現行法上は一般会計からの長期借入金で処理する以外に方法がない。しかし、一般会計としても財政負担に限度があり、特に今日のように財政硬直化が叫ばれる時代にはその解決策に苦慮することになる。従って、料金体系の中で、これらのことを十分考慮し、経営の安定を旨とする料金体系を考慮せざるを得ないわけである。そこで、大崎広域水道事業の場合、経営基盤の安定を考慮し、次のように考えた。

水道料金の原価要素は原水費、導水費、浄水費、送水費、総係費、減価償却費、支払利息、雑支出、事業報酬などとなるが、これを固定費と変動費に分け、固定費をさらに資本費と一般管理費に細分する。そして資本費（減価償却費＋支払利息＋事業報酬）については、目標年度における市町村の責任水量で配分し、一般管理費（総係費＋雑支出）は各市町村の毎年度の需要申込水量によって配分し、さらに変動費（原水費＋導水費＋浄水費＋送水費）については、各市町村の毎年の使用実績量に

よって配分する。さらに平均料金（料金水準）については、3～5カ年毎に物価に応じて改訂するというにすると、かなり安定した経営ができると思われる。また、固定費を細分しないで、原価要素を大まかに固定費と変動費に分けて徴収する方法もある。この方法については、すでに仙台市が、隣接市町に分水している分水料金の料金体系として採用している。この場合、供給をうける各市町村の現有設備能力と供給水量の年度別の延びの割合によっては、かなりの負担となる場合も考えられるので、どの辺でバランスをとるかが今後の課題であろう。

従って、料金体系については、以上の私案をもとにして今後検討を進めていきたいと思っているが、大規模水道用水事業については、国の強力な援助を期待したいので、下記諸点について、その実現を期していきたいと考えている。

1. 広域水道事業に対する大幅な国庫補助率のアップ。
2. 国において総括原価主義および個別原価主義にもとづく合理的な料金の設定基準の速かな算定を示すこと。
3. 一時的に発生する経営資金の不足を企業債で調達する制度を設けること。
4. 企業債償還による据置期間を現行の2倍程度に延長すること。
5. むすび

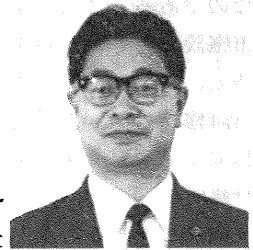
以上、宮城県大崎広域水道事業の経過、概要、留意点などについて申し述べたが、初めて県営水道を実施する場合は、技術者の確保ということもあるが、何んといっても経営直後の累積赤字をいかに乗り切ることが大きな問題となる。これは料金体系の問題とも関連するわけで、事前に関係市町村長と十分打合せて、基本的な約束と理解をうることが先決であり、また、準備期間を十分にとって計画すると共に、関係機関および関係者には事前に十分PRして、事業計画について理解を得て実施することが大切であることを痛感している次第である。参考になれば幸いである。

海外レポート



インドネシア水道研修所 に対する技術協力

岡本成之
札幌市水道局拡張部長



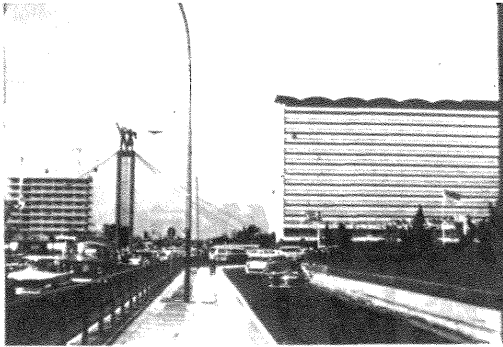
1. はじめに

昨年と一昨年と、二度にわたりコロombo計画による海外技術協力のための専門家として、インドネシアに派遣された。私の海外経験は、昭和39年、米国水道協会総会（トロント）とストックホルムで開催された第9回国際水道会議出席のためのアメリカ・ヨーロッパ旅行が最初で、昭和45年の海外技術援助によるイスラマバッド水道計画調査団副団長としてのパキスタン行きに次いで、再度のインドネシア訪問で四度になったが、外務省＝OTCA（海外技術協力事業団）＝JICA（国際協力事業団）ベースでの海外派遣は、パキスタンといい今回のインドネシアといい、いずれも非アラブ民族による回教国であるということに、奇しき因縁を感じている。

インドネシアへの技術専門家派遣の要務は、首都ジャカルタに新たに開設された水道研修

所の講師ということであるが、最初にこの経緯について簡単にふれておくことにする。

インドネシアにおける水道普及率が一体どの位なのか、実のところ私には正確な数字はわからない。主要ないくつかの都市には、不十分ながら水道施設があるようだが、それはオランダ時代のものか、あるいは独立後外国の援助によったもので、その数も数える程のようである。飲料水の大部分は、表流水よりは地下水に頼るところが多く、浄水と運搬を基本とする近代水道が必要とようになったのは、最近、人口の都市集中が激しくなってからのことである。何しろ、ジャワ島にはインドネシアの全人口1億2千万人の3分の2が集まり、人口密度500人/km²は世界有数の稠密さといわれている。また、首都のジャカルタは1945年の独立時の人口85万人が、現在



写真一 ジャカルタ市中心街（友愛の塔とホテル・インドネシアを望む）



写真二 最も庶民的なりのものベチャ

では500万人に達すると称せられる程の都市集中なのである。ここにインドネシア政府は、都市施設としての水道を普及する重要性を強く感じ、これに必要な人材開発を目的とした水道研修プロジェクトを策定、昭和48年4月に国立水道研修所を設立したのである。

研修所(トレーニング・センター)は、国立競技場などがあるスナヤン地区のはずれに近く、プジュンポンガン浄水場の隣に建てられ、平家建のこじんまりした建物である。大教室1、小教室3の他に講師控室、事務室各1にカフェテリアがあり、玄関ロビーは広くて、時には休憩室、時には食堂にもなるという配置である。この研修所に少し離れた地続きに宿舎(ドミトリイ)がある。受講生のための宿泊設備で、定員は24名程度、広い食堂がついていて、研修生達はここを集会所にしていたようである。

このような研修所と宿舎は、インドネシア政府が自力で建設したとのことであるが、ほとんどの主要な施設は、建物であれ、道路であれ、橋であれ、外国の援助か借款か、あるいは日本からの賠償などによって建設されるのがあたり前のようになっているなかで、如何に小規模とはいいいながら、自力でというのは、インドネシア政府の力の入れようが並々でないことを如実に示しているのである。ましてや、水道専門の国立研修所といえば、わが国にだって国立公衆衛生院の専門コースがあるだけなのだから、その意気やまさに壮とすべきであろう。

2. インドネシア水道研修所 に関する技術協力

インドネシア政府が水道研修所のプロジェクトをすすめるにあたっての問題点は、先ず第一に研修のための講師が自国内で得られないこと、つぎに実習用の機器がほとんど揃っていないこと、参考書などのライブラリ(図書室)が完備していないことなどであり、実際にコースを進めるためのカリキュラムと、それに伴うテキストなどについても、全く手が見つけれない状態のようであった。

このプロジェクトは、インドネシア政府公共事業省都市住宅総局(Cipta Karya)衛生局水道課の管掌であるが、そのスタッフ、実力からいってその実施は自力では全く困難である。このため、インドネシア政府の要請を受けて、わが国政府は、昭和48年3月～4月に事前調査および打合せのため、南部祥一国立公衆衛生院衛生工学部長を団長とする調査団を派遣した。その報告に基づき、水道全般にわたる研修コースに対する技術協力を行いたいむねの正式な意志表示を行い、インドネシアの水道発展に寄与するために、水道専門技術者の再研修、養成コースを開設するにあたり、わが国からこれら関係の講義、演習ならびに実験・実習を行うための講師団の派遣および指導に必要な機器・機材などの供与を、数年間継続するという規模で実施するプロジェクトが計画されたのである。

このプロジェクトは、コロンボ計画による技術協力に基づくもので、日本-インドネシ

ア両国間の相互協定によって実施されるものである。

1) 1973年度技術協力計画

第1回の技術協力による研修コースは、昭和48年8月10日から11月7日までの約3カ月間、インドネシア側水道技術管理者クラス34名を受講生に、丹保憲仁北大教授を団長とする総勢12名の講師団が派遣され、実習用機材など約900万円の供与を行って実施された。講師団はつぎのとおりである。

- 丹保憲仁(団長) 北海道大学教授・工博
(総論、計画、浄水施設)
- 住友 恒 京都大学助教授・工博 (計画、水理)
- 田中 収 厚生省水道課・課長補佐
(水道行政)
- 中村文雄 厚生省公衆衛生院・地域環境工学室長・工博 (計画、水質、浄水施設)
- 真柄泰基 厚生省公衆衛生院・技官・工修
(水質、浄水施設)
- 岡本成之 札幌市水道局拡張部長・技術管理者 (水源・取水施設)
- 後藤主司(副団長) 東京都水道局漏水防止課長 (配水施設、電気・機械、給水設備)
- 坂崎貞夫 横浜市水道局計画係長 (送水・配水施設)
- 玉井義弘 大阪市水道局南部工事事務所長

(配水施設・水道行政)

- 小島貞男 日本水道コンサルタント中央研究所長・理博 (水質、浄水施設)
- 佐久間一貫 日本水道コンサルタント (電気、機械)
- 吉田守宏(コーディネータ) 海外技術協力事業団副参事

講義は水道技術全般にわたり、総論、計画、水質、水源、水理、取水施設、導水施設、浄水施設、配水施設、電気、機械、給水設備、水道行政などの他実習、セミナー、視察などを含み合計114単位(1単位は90分授業)とカリキュラムが組まれ、400頁を越す英文テキストを使用して英語で講義された。

カリキュラムは別掲のとおりである。各講師ともテキスト作成などの事前準備にかなりのエネルギーを消耗したが、受講生34名(女性5名)は政府機関あるいは主要地方都市の主任技術者クラスで、すべて大学の工科課程あるいは大学院修士課程卒業後実務経験年数5年以上というベテランが大多数というもので、コースのレベルはかなり高いグレードに設定され、極めて熱心に対応してくれたのは嬉しかった。また、ラハマット総局長をはじめヒダヤット衛生局長、カウンターパートのA・アジズ水道課長ら関係スタッフの意気込みにも、なみなみならぬものが感じられ、極めて好評のうちに大きな成果をおさめて終了した。

Water Works Engineering Course in 1973 (Indonesia)

1. General consideration of Water Works	3	TAMBO
1-1. Object of Water Works	(1)	TAMBO
1-2. Composition of Water Works	(1)	TAMBO
1-3. Elements of Water sanitation	(1)	TAMBO
2. Planning	7	
2-1. Planning process of Water Works	(1)	SUMITOMO
2-2. Quantity of Water supply	(2)	SUMITOMO
2-3. Water quality criteria	(2)	NAKAMURA, TAMBO
2-4. Selection of treatment plant	(2)	TAMBO
3. Water quality	11	
3-1. Nature and significance of common test	(5)	NAKAMURA, MAGARA
3-2. Elements of Water biology	(2)	KOJIMA
3-3. Laboratory works of Water quality	(4)	KOJIMA, NAKAMURA, MAGARA
4. Water resources management	2	OKAMOTO
4-1. Elements of Water hydrology	(1)	OKAMOTO

4-2. Ground Water	(1)	OKAMOTO
5. Hydraulics for Water Works	9	SUMITOMO
5-1. Elements of hydraulics	(6)	SUMITOMO
5-2. Exercise of hydraulics	(3)	SUMITOMO
6. Collection Works	4	OKAMOTO
6-1. Collection works of surface water	(2)	OKAMOTO
6-2. Collection works of ground water	(2)	OKAMOTO
7. Transmission Works	4	SAKAZAKI
7-1. Type of conduits	(2)	SAKAZAKI
7-2. Transmission works	(2)	SAKAZAKI
8. Water Treatment	20	
8-1. Disinfection	(1)	KOJIMA
8-2. Coagulation and flocculation	(4)	TAMBO
8-3. Sedimentation	(3)	TAMBO, MAGARA
8-4. Filtration	(3)	TAMBO
8-5. Miscellaneous treatments	(3)	KOJIMA, MAGARA
8-6. Water treatment management	(1)	KOJIMA
8-7. Laboratory works	(5)	KOJIMA, NAKAMURA, MAGARA, TAMAI
9. Distribution and Service	9	
9-1. Distribution	(4)	TAMAI
9-2. Service	(3)	GOTOH
9-3. Leakage prevention	(2)	SAKAZAKI
10. Pumps and power supply	8	SAKUMA
10-1. Pumps	(3)	SAKUMA
10-2. Power supply	(3)	SAKUMA
10-3. Exercise	(2)	SAKUMA
11. Instrumentation	7	GOTOH
11-1. Devices	(3)	GOTOH
11-2. Application	(2)	GOTOH
11-3. Maintenance	(2)	GOTOH
12. Administration	5	
12-1. Organization and Administration	(3)	TANAKA
12-2. Finance and Legistration	(2)	TAMAI
13. Special Lectures	5	
13-1. Special lectures by I.T.B.	(1)	
13-2. Special lectures by WHO	(1)	
13-3. Special lectures by Cipta Karya	(3)	
14. Participants' reports, movies, etc.	11	
14-1. Participants' reports	(3)	
14-2. Movies	(3)	
14-3. Seminars	(5)	
15. Field survey	(9)	

Total 114 Units

2) コロンボ計画

ここで「コロンボ計画」について若干ふれておくことにしよう。

「コロンボ計画」というのは、ふだん私達にとってあまり耳慣れない言葉だが、これは「WHO」(国連・国際保健機構)、「ECAFE」(エカフェ・国連・アジア極東経済委員会)の二大国連機構と並ぶ国際的経済援助計画の一

つである。1950年1月、セイロン—現在はスリランカーの首都コロンボで開催されたイギリス連邦諸国外相会議において、南および東南アジア諸国の経済発展のために関係国が協力して、統一的な展望をもとうという計画が提唱されたのが発端である。

同年5月、第1回の南および東南アジアにおける経済開発諮問委員会が開催されて、イ

ギリス、カナダ、オーストラリア、インド、ニュージーランド、パキスタン、セイロンのほか、ビルマ、インドネシア、タイ、インドシナ3国から代表またはオブザーバーが出席している。続いて同年11月には「南および東南アジアの共同経済開発のためのコロombo計画(Colombo Plan for Co-operative Economic Development in South and South East Asia)」なる報告書が提出された。

参加国は援助国(援益国)と被援助国(受益国)とに分れて、上記の10数カ国で発足したが、その後、イギリス連邦以外の東南アジア諸国、日本(1954年技術援助に参加)、アメリカなどの参加があって、現在では20カ国を越える国が参加している。

コロombo計画の中核をなしている諮問委員会には、世界銀行、エカフェなどから毎年オブザーバーが出席する程、実力のある機関に成長している。委員会は毎年1回、各国輪番で開催され、各国とも閣僚級の代表を出席させている。委員会の下には、技術協力審議会および事務局がコロomboに常設されている。援助は二国間の協定による援助形式で行われるが、わが国は技術協力のみを行っているのが実情である。

3) 1974年度技術協力計画

第1回目の技術援助は、極めて成功裡に終了したが、インドネシア政府は、引続き昭和49年も水道における経営管理、施設の操作、法制度および維持管理に関する水道研修のプロジェクト実施のために、技術協力を要請してきたが、厚生省はこれをうけて、10月21日から12月15日までの約3カ月間、3つの専門コースに分けて、延べ18名の講師陣とコーディネータ1名を派遣した。実習用機材などの供与は約500万円であった。講師陣はつぎのとおりである。

水道行政・経営管理セミナー

大橋文雄(団長) 水資源開発公団理事・工博

林 享(セクレタリ) 厚生省水道環境部
水道整備課 課長補佐

中村文雄 国立公衆衛生院 環境計画室長

・工博

長谷川正男 大阪市水道局総務部庶務課庶務係長

内藤幸穂 日本水道協会顧問・工博

浄水管理コース

南部祥一^{*}(主任講師) 国立公衆衛生院衛生工学部長・工博

丹保憲仁^{*}(顧問) 北海道大学工学部教授・工博

中西 弘 山口大学工学部教授・工博

真柄泰基(セクレタリ) 国立公衆衛生院水道工学室長・工修

中山敬三郎 横浜市水道局水質試験所水質第一係長

友野勝義 日本水道コンサルタント・水道部付課長

給配水システムコース

岡本成之^{*}(主任講師) 札幌市水道局拡張部長・技術管理者

片山貞雄 札幌市水道局拡張部工事課・業務技師

小出 崇 新潟大学工学部助教授

細田三郎(セクレタリ) 東京都水道局経営管理室・副参事

大山藤夫 日本水道コンサルタント・水道部副部長

佐久間一貫^{*} 日本水道コンサルタント・施設部副部長

中島重旗 日本水道コンサルタント・ジャカルタ事務所長

コーディネータ

岩佐光男 国際協力事業団派遣事業部

(※印は両技術コースに共通した講師)

(1) 水道行政・経営管理セミナー

水道行政および経営管理についての基本的事項や、わが国における実情を紹介した後、参加者による討議を通じて、インドネシアにおける今後のあり方を考究する目的で、水道の歴史、水道行政法、水道行政機構、普及促進、水道法、水道事業法、経営組織、供給規程、水道料金、会計業務、広報活動など、いわゆる水道の行政ならびに経営に関する全般について、10月28日から11月9日までの間開



写真-3 パサール(市場)でみかけたインドネシア女性。日本人にそっくりな人が多い。

催された。

セミナー参加者は、ヒダヤット衛生局長をはじめオーマルシデック水道課長ほか、政府の関係官、イルウィン・ナジールジャカルタ市水道局長など主要都市の局長級、バンドン工科大学の先生、それにWHOからもMr. サンチェスが参加して、総勢25名が極めて熱心に連日討議を行った。

セミナー形式はインドネシアではなかなか盛んで、ジャカルタでもしばしば何かのテーマで国際的な、あるいは東南アジア各国間のセミナーが開かれている位であるから、発展途上国での好みにもあっているようである。問題の解決のために、時間をかけていろいろな人達の意見をよせて討議しようということは、とても大切なことと思う反面、議論のために現実の解決が空廻りして、事実上の捻りが期待できないうらみのあることも、今後考えなければならぬ一面であろう。

セミナー開講に先立って、10月28日にはインフォメーション・センターで開講式が挙行され、インドネシア側はスタミ公共事業大臣自からが出席して挨拶を行うという力の入れようであって、インドネシアがこの水道研修所に対して、如何に多大の期待を寄せているかが窺えるのである。またこの様子はジャカルタTV局から放映され、翌日のインドネシア・タイムズの紙面を飾った。



写真-4 研修所開講式で(民族衣装の高官夫人らと筆者)

(2) 浄水管理コース

昨年に引続く、水道研修所での本命である技術コースは、浄水管理コースと給配水システムコースの両コースを併行して開講する予定で準備を進めていたが、インドネシア側のカウンターパートとなったオーマル・シデック水道課長(前年のA・アジズ課長と交替)がコース開講に先立って、10月6日に打合せのため来日したが、その結果、両コース開講日をずらし雁行して行うこととなり、講義の単位数も、浄水管理コースは84単位から72単位に、給配水システムコースは同じく84単位から78単位に調整され、講師陣の派遣日程に合わせてのスケジュール(時間割)の調整、講義内容の調整、さらには講師の異動などがあって、11月4日、第一陣として丹保、岡本ら9名の講師が羽田を出発するまでは、各講師はもちろんのことであるが、とくに真柄、細田両セクレタリのご苦労は大変なものであったろうと拝察している。

どうやら3トンにもものぼる携行資器材の航空貨物による空輸をすませ、英文テキスト(浄水管理コース306頁、給配水システムコース292頁)などを手荷物にして無事ジャカルタに到着、直ちに開講準備にとりかかった。コースは、15名の受講生(女性2名)の参加により11月7日の開講式に始まり、同月30日閉講式を行うまでの間、別掲のカリキュラムにし

たがい実施されたが、今回のコースは、昨年と比べるとさらに高度で詳細にわたり、講義、実習、実験を通じて、最新の知識、技術を修得しようというものであるから、受講生の質も高く、意欲も十分であった。

今回は両コースとも1単位を80分として、1日平均4単位をこなすため、講義は朝8時から午後3時までとなり、熱帯においては大変なハード・スケジュールであったが、講師陣、受講生双方の熱意に支えられて、無事に開講した。

インドネシア側ではコースの途中で、受講生に「設計課題」を与え、これらの指導を通じて講義の効果を確かめることを提案してきたが、講師陣はこれを受け容れて、実際の「設計課題」の指導を行い効果をあげた。しかし、この方法は受講生に実際的な実力が不足していたので、「課題」の完成は、極めて困難な場面もあった。この「課題」は、給配水システムコースでも課せられ、極めて効果的であった。

(3) 給配水システム・コース

浄水管理コースに雁行した給配水システムコースは、11月18日、受講生22名(女性7名)の参加をもって開講された。カリキュラムは別掲のとおりであるが、給配水システムの運営管理と管布設に関する実際的な最新知識を修得する目的で、システムの計画、資材、建設、管理、配水池とポンプ場、給水装置およ

び漏水防止について、講義、実習を通して研修が行われた。

先述したように、「設計課題」が現地に到着してから具体的な提案があったため、講義の内容、順番を急きょ変更する必要に迫られ一部講師の方の到着おくれなども重なって、スケジュールの変更に忙殺されたこともあったが、無事に12月12日閉講式を迎えることができたのは、インドネシア・日本両国関係者の努力と協力の賜であると考えている。

このコースの特徴は、給配水施設の実務的な詳細にわたったことと、この理解のために必要な基礎部分、とくに水理学を徹底して研修したこと、配管実習ということで各種管類の接合を主とした実技指導、実習を通じて、配給水システムの理解を深めたこと、実際にIBM1130を使用して、電子計算機による管網解析の指導を行ったことなどであろうが、全体を通じて、受講生の実際面に対する予備知識と理解度は政府技官が低く、都市側技術者やコンサルタント技術者との間に、かなりの格差が認められた。逆に、都市およびコンサルタント技術者達は、この際手を汚しても技術を握みとろうとする意欲が窺われ、頼もしく感じた。両コースを通じて、受講生は各15名宛という計画であったが、予想以上の受講生が参加し、また女性技術者の進出が目覚ましいのも、一つの特徴といえよう。

Technical Cooperation for Water Works Training Center in Indonesia, 1974

Training Programme of Water Treatment Course

1. General Description of Water Works	2	Tambo
1.1. Object of Water Works		
1.2. Composition of Water Works		
1.3. Elements of Water Sanitation		
2. Water Purification System	2	Tambo
2.1. Selection of Treatment Plant		
2.2. Planning of Purification Plant		
3. Water Resources	4	Okamoto, Nakayama
3.1. Surface Water Intake		
3.2. Ground Water and Well		
3.3. Raw Water Quality Management		
4. Coagulation and Flocculation	7	Tambo
4.1. Chemistry of Coagulation		

4.2. Flocculation Kinetics		
4.3. Design of Flash Mixer and Flocculater		
4.4. Discussion		
5. Sedimentation	5	Tambo, Tomono, Magara
5.1. Basic Principle of Sedimentation		
5.2. Sedimentation with Coagulation		
5.3. Contact solid Clarifier		
5.4. Design of Clarifier		
5.5. Discussion		
6. Filtration	5	Tomono
6.1. Basic Principle of Filtration		
6.2. Principle of Fiter Cleaning		
6.3. Type of Filter		
6.4. Design of Filter		
6.5. Discussion		
7. Chlorination	3	Nakanishi
7.1. Generals of Disinfection		
7.2. Chemistry of Chlorination		
7.3. Biological Performance of Chlorination		
7.4. Apparatus		
8. Miscellaneous Treatment	3	Nakanishi
8.1. Fe, Mn Removal		
8.2. Collosion Control		
8.3. Taste and Odor Control		
8.4. Sludge Treatment		
9. Chemical Preparation and Dosing	2	Nakayama
9.1. Water Treatment Chemicals		
9.2. Storage and Transportation and Prepatation		
9.3. Feeder		
10. Distribution Reservoir	2	Okamoto
10.1. Generals of Reservoir		
10.2. Structures		
11. Management of Purification Plant	2	Nakayama
11.1. Quality Indices for Control		
11.2. Instrumentation and Analysis		
11.3. Design of Laboratory		
12. Pumping and Power	7	Sakuma
12.1. Pumps		
12.2. Pumping Facilities		
12.3. Motor and Control		
12.4. Engines		
12.5. Electrical Facilities		
13. Practice of Plant Operation	8	Tambo, Nakayama, Tomono, Magara, Nakanishi,
13.1. Jar Test		
13.2. Sedimentation Basin Management		
13.3. Eilter Operation		
14. Introduction to Water Pollution and Sewage Works	6	Nambu
14.1. Effect of Water Pollution		
14.2. Succsesion of Materials in Water Area		
14.3. Planning of Sewage Works		
14.4. Waste Water Treatment		
15. Participants Reports on Their Purification Plant	2	
16. Reports on some Typical Water Works in Japan	2	
17. Special Lectures	3	
17.1. Water Works in Indonesia		
17.2. Educational System for Sanitary Engineer in Indonesia		

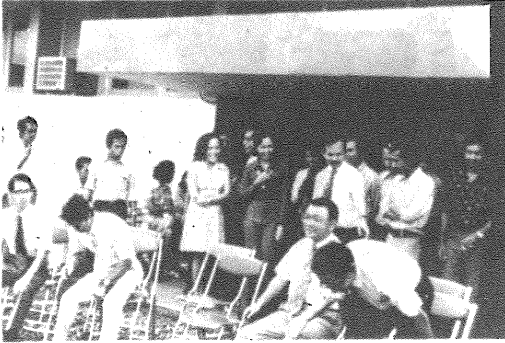
17.3. Special Lecture by WHO Expert	
18. Field Survey, Opening and Closing Celemony	7
Total	72

Training Programme of Water Distribution Course

1. General Description of Water Works	2	Tambo
1.1. Object of Water Works		
1.2. Composition of Water Works		
1.3. Elements of Water Works		
2. Hydraulics	8	Koide
2.1. General Description		
2.2. Hydrostatics		
2.3. Fundamental Equation		
2.4. Pipe Lines		
2.5. Flow in Open Channel		
2.6. Exercise		
3. Water Distribution	21	Ohyama, Koide, Okamoto, Katayama
3.1. General Description		
3.2. Demand for Water		
3.3. Planning of Distribution System		
3.4. Pump and Water Hammer		
3.5. Materials		
3.6. Network Analysis		
3.7. Design of Distribution Lines (Assignment)		
3.8. Pipe Laying (Field Sractice)		
3.9. Discussion for Water Distribution Planning		
4. Distribution Reservoir	2	Okamoto
4.1. Generals of Reservoir		
4.2. Structure		
5. Pumping and its Equipments	7	Sakuma
5.1. Pumps		
5.2. Pumping Facilities		
5.3. Motor and Control		
5.4. Engines		
5.5. Electrical Facilities		
5.6. Pumping Station		
5.7. Design Assignment		
6. Service Installation	7	Hosoda, Okamoto, Katayama
6.1. General Description		
6.2. Design of Service Installation		
6.3. Materials of Pipes, Appurtenance and Water Meter		
6.4. Maintenance of Service Installation		
6.5. Plumbing Works and Tools (Field Practice)		
7. Leakage Prevention and Maintenance	7	Hosoda
7.1. General Descriptions		
7.2. Leakage Test and Survey (Field Practice)		
7.3. Maintenance of Distribution Pipes		
7.4. Require Repair Works		
8. Utilization of Computer IBM 1130	6	Nakajima
8.1. Computation of Distribution Networks by IBM 1130		
9. Report on Some Typical Water Works in Japan	2	
10. Participants Report on their Distribution and Service	4	
11. Special Lectures by Indonesia Lecturer	3	
12 Seminars, Field Survey, Opening and Closing Celemony	9	
Total	78	

1974年度インドネシア水道研修所・給配水システムコース時間割

	第1講 8:00～9:20		第2講 9:35～10:55		第3講 11:10～12:30		第4講 13:30～14:50		備 考
11, 18(月)			開講式 丹保、岡本、佐久間、中島、細田 小出、真柄、中山、中西、片山		1. 水道概論	丹 保	1. 水道概論	丹 保	受講生22人中20名出席
19(火)	2. 水理学	小 出	2. 水理学	小 出	4. 配水池※	岡 本	4. 配水池※	岡 本	
20(水)	5. ポンプ設備※	佐久間	5. ポンプ設備※	佐久間	2. 水理学	小 出	5. ポンプ設備※	佐久間	
21(木)	2. 水理学	小 出	I. T. B.		I. T. B.		WHO		
22(金)	9. 日本の紹介※	丹保、友野、中山	9. 日本の紹介※	丹保、細田、岡本					
23(土)	3. 配水施設	友 野	3. 配水施設	友 野	2. 水理学	小 出			
24(日)									課題の検討
25(月)	5. ポンプ設備※	佐久間	5. ポンプ設備※	佐久間	3. 配水施設	岡 本	3. 課題の説明	岡本、小出、友野 大山、細田	
26(火)	3. 配水施設	大 山	3. 配水施設	大 山	3. 配水施設	岡 本	3. 配管実習	岡本、片山	
27(水)	5. ポンプ設備	佐久間	5. ポンプ設備	佐久間	3. 配管実習	岡本、片山	3. 配管実習	岡本、片山	
28(木)	3. 配水施設	大 山	3. 配水施設	大 山	3. 配管実習	岡本、片山	3. 配管実習	岡本、片山	全員で写真撮影
29(金)	3. 配水施設	大 山	2. 水理学	小 出					
30(土)	3. 配水施設	映 画	課題の中間報告	岡本、大山、小出 細田、佐久間	2. 水理学	小 出			11:00 コースIの修了式 (水道研修所寄宿舎)
12, 1(日)									課題の指導、検討
2(月)	課題の質疑応答	岡本、大山、細田 小出、佐久間	6. 給水装置	細 田	2. 水理学	小 出	3. 配水施設	大 山	
3(火)	3. 配水施設	大 山	課題の指導	岡本、大山、小出 細田	6. 給水装置	細 田	6. 給水装置	細 田	
4(水)	2. 水理学	小 出	3. 配水施設	大 山	6. 給水装置	細 田	6. 給水装置	細 田	
5(木)	6. 給水装置	細 田	8. 電子計算機	中 島	8. 電子計算機	中 島	課題の検討	南部、大山、小出 佐久間、細田、真柄	
6(金)	水質汚濁	南 部	水質汚濁	南 部					
7(土)	現場見学(塩ビ管工場、配管現場、増圧ポンプ所、硫酸バンド工場)		南部、大山、小出、細田、真柄						
8(日)									課題の指導、検討
9(月)	7. 漏水防止	細 田	8. 電子計算機	中 島	8. 電子計算機	中 島	7. 漏水防水	細 田	
10(火)	7. 漏水防止	細 田	2. 水理学	小 出	2. 水理学	小 出	課題予備討論	南部、大山、小出 細田	課題の提出、内容の検討
11(水)	8. 電子計算機	中島、細田	8. 電子計算機	中島、細田	課題の発表	南部、中島、小出 大山、細田	課題の発表	南部、中島、小出 大山、細田	受講生との茶話会を行う
12(木)	終了式	南部、中島、小出、 茂木、郁丸、武井	大山、細田 (チプタ、電算機ビル) (都市総局)						コースIとの合同終了式をした



写真一五 水道研修所受講生達（記念写真を撮ると研修所の玄関前で）



写真一六 現場製の鉄筋コンクリート管（スラバヤ郊外の送水管布設現場で）

3. 配管実技指導実習

1974年度技術援助計画給配水システムコースの中で、実務研修の目的で配管実技指導実習が取り入れられたが、その概要について述べておきたいと思う。

この実技指導実習が、インドネシア側の要望によるカリキュラム編成の際に話題として上った時、私の胸中を去来したのは次のようなことであった。先ず、インドネシアにおける水道施設、とくに配給水施設について実情を十分に把握していない現状で、インドネシア側の要望に適確に応じることができかどうかということ、そして、その実技をどのような形でどのようにしてみせるかということ、そのための資器材の調達をどうするかということ、その実技を誰が披露してみせるのかということ、などなどである。

昨年、わずかな期間であったが、インドネシアのジョクジャカルタ、スラバヤ、デンパサルなどいくつかの都市を訪ずれる機会を得たが、その際の印象が、各都市とも、わが国の明治初期の状況と類似するところが極めて多いところから、この際よほどしっかりした考えをたてて進まないで、水道施設も将来に禍根を残すであろうことを強く感じたものである。それだけに、配水管は何を主体として選んで指導すべきか、かなり迷ったところであるが、結局、今までの私の経験から最も平凡だが最も確実なダクタイル鑄鉄管のメカニカル・ジョイント形を主体にし、それに将来を指向するものとしてタイトン形を加え、さ

らに石綿セメント管、PVC管についても若干の説明をしていくことに決めたわけである。給水管としては、鉛管、銅管、鋼管、PVC管、ポリエチレン管などを混合した実例を示すことにした。テキストの関係部分の項目を示せば、つぎのとおりである。

3.8 Pipe Laying

3.8.1 Construction Practice

- (1) Excavation
- (2) Location and depth of pipe lines
- (3) Methods of bedding
- (4) Transportation and handling
- (5) Pipe laying
- (6) Thrust blocks and anchorages
- (7) Construction machines

3.8.2 Pipe Jointing

- (1) Pipe joints
- (2) Bell-and-spigot joint
- (3) Practice of mechanical joint
- (4) Tyton joint
- (5) Joints in steel pipe
- (6) Joints in asbestoes cement pipe
- (7) PVC pipe connection procedures

3.8.3 Testing

3.8.4 Disinfection of mains

6.5 Plumbing Works and Tools

6.5.1 Connections of copper pipes

6.5.2 Connections of lead pipes

6.5.3 Connections of Poly-ethylene pipes

6.5.4 Tools for connection of service pipes

以上の方針により実技指導実習要領のテキストを作成し、24種類におよぶデモンストレーション項目を選定の上、これに要する資器材の調達を行ったわけであるが、何から何まですべての必要なものはわが国で調達し、これを梱包して空輸するのであるから大変なこ

とである。この3トンにも及ぶ航空貨物の運賃は、私達講師団の旅費をはるかに超過したというが、これ程までしてインドネシアに資器材を供与した国際協力事業団の意気込みにも頭が下がるおもいである。また、資器材調達に協力して下さった日本水道工業団体連合会の肥沼調査役をはじめ、細田セクレタリ、片山団員、国際協力事業団岩佐コーディネータの努力の賜でもある。今回の技術協力成功の陰の力に、心から感謝申し上げたい。実技指導実習項目24種類およびそのうちの2、3の例を示すと、別掲のとおりである。



写真一 7 配水管実技指導実習

Field Practice of Pipe Laying CONTENTS

Various Jointings:

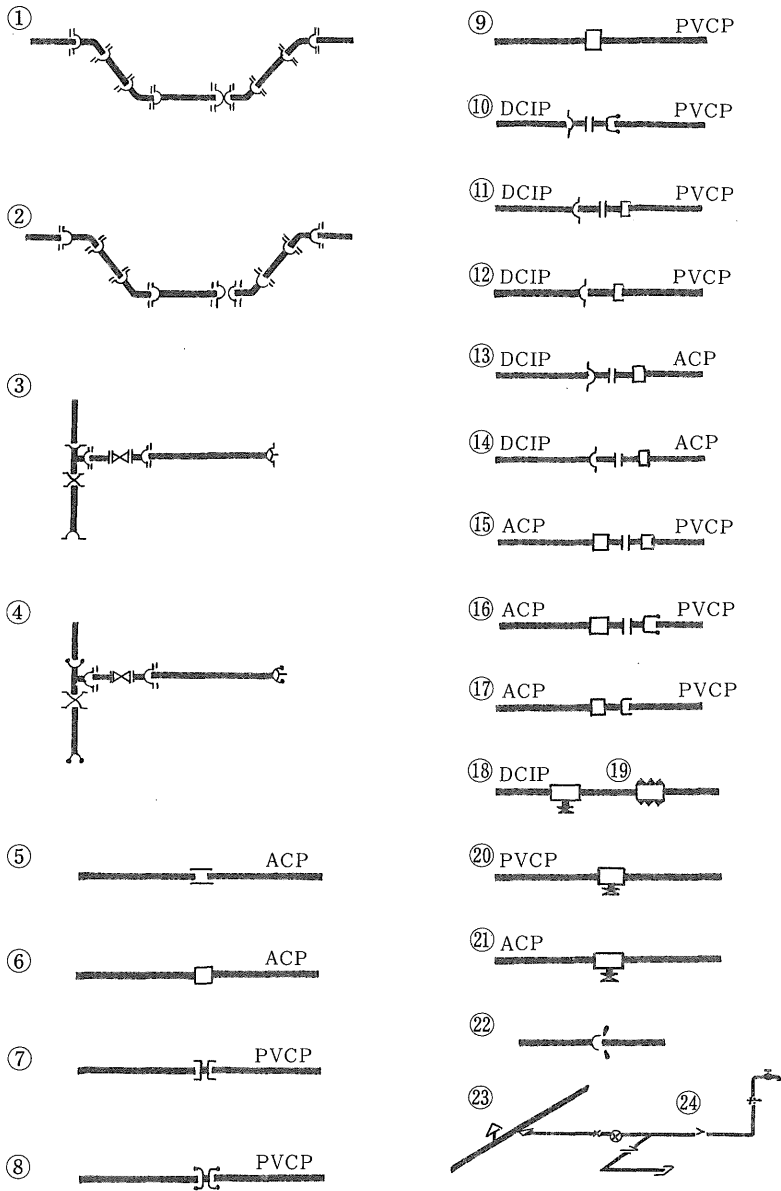
1. Connection of Ductile Iron Pipe in Inverted Siphon, Mechanical Joint.
2. Connection of Ductile Iron Pipe in Inverted Siphon, Tyton Joint.
3. Branch Connection. (Mechanical Joint)
4. Branch Connection. (Tyton Joint)
5. Connection of Asbestos Cement Pipe by Collar Joint.
6. Connection of Asbestos Cement Pipe by Coupling Joint.
7. Connection of PVC Pipe by TS Socket.
8. Connection of PVC Pipe by Collar.
9. Connection of PVC Pipe by Dresser Joint.

Connections in Different Kinds of Pipes:

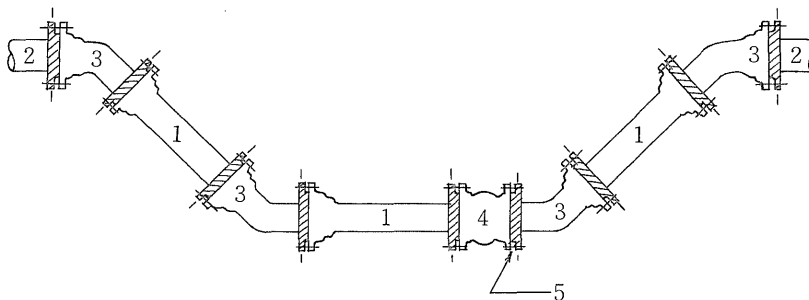
10. Connection between Ductile Iron Pipe and PVC Pipe by Connecting Piece and Flexible Flange.
11. Connection between Ductile Iron Pipe and PVC Pipe by Connecting Piece and Flange Adapter.
12. Connection between Ductile Iron Pipe and PVC Pipe by VC Socket.
13. Connection between Ductile Iron Pipe and Asbestos Cement Pipe by Connecting Piece and Gasket Rubber Joint.
14. Connection between Ductile Iron Pipe and Asbestos Cement Pipe by Connecting Pieces and Gasket Rubber Joint.
15. Connection between Asbestos Cement Pipe and PVC Pipe by Connecting Piece, Coupling Joint and Flange Adapter.
16. Connection between Asbestos Cement Pipe and PVC Pipe by Connecting Piece, Coupling Joint and Flexible Flange.
17. Connection between Asbestos Cement Pipe and PVC Pipe by Coupling Joint and VA Socket.

Sleeves for Tapping and Repairing:

18. Tapping by Split Sleeve for Ductile Iron Pipe.
19. Repairing by Split Sleeve for Various Pipes.
20. Tapping by Split Sleeve for PVC Pipe.
21. Tapping by Split Sleeve for Asbestos Cement Pipe.
22. Leak-proof Clamp for Socket of Ductile Iron Pipe.
23. Air Valve (Single Type) for Ductile Iron Pipe.
24. Connections of Plumbing System.



① Connection of Ductile Iron Pipe in Inverted Siphon, Mechanical Joint.



Material

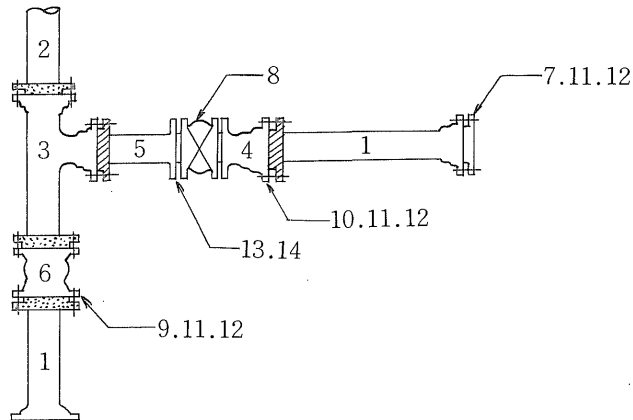
①	DCIP,A-type, Mechanical Socket & bevel end	φ100×2000	3
②	DCIP,A-type, both bevel end	φ100×2000	2
③	DCIP,A-type, Bend	φ100×45°	4
④	DCIP,A-type, Collar	φ100	1
⑤	Retainer gland, for mechanical joint, with gasket, bolt & nut	φ100	9

Tools

Ratchet spanner, both box	M30
Monkey wrench	
Hammer	Small type
Super tongs	600mm Set
Waste	

③

Branch Connection. (Mechanical Joint)



Material

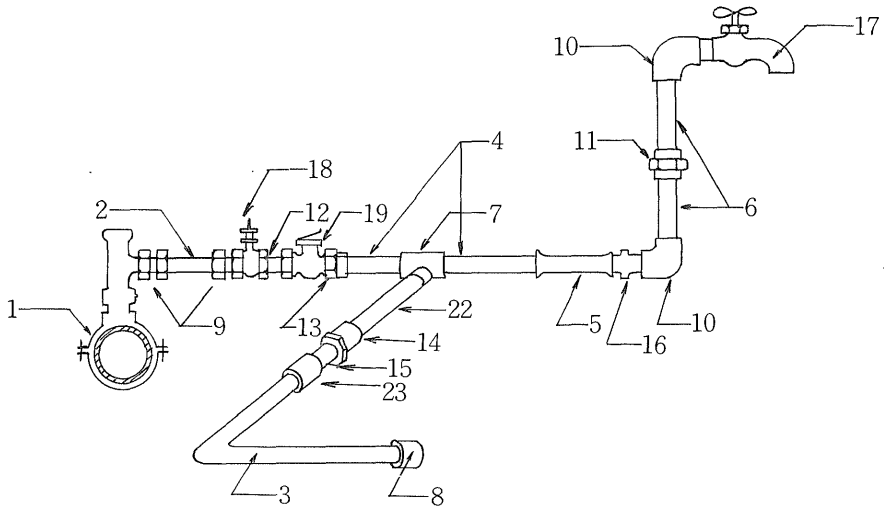
①	DCIP,A-type, Mechanical Socket & bevel end	φ100×2000	2
②	DCIP,A-type, both bevel end	φ100×2000	1
③	DCIP,A-type, Tees, 2-mechanical Socket & bevel end	φ100	1
④	DCIP,A-1type, Connecting Piece, flange & mechanical Socket	φ100	1
⑤	DCIP,A-2type, Connecting Piece, flange & bevel end	φ100	1
⑥	DCIP,A-type, Collar, mechanical Socket	φ100	1
⑦	DCIP,A-type, plug, for mechanical type	φ100	1
⑧	Sluice valve, Gray iron, both flange	φ100	1
⑨	DCI, Gland, for mechanical joint	φ100	3
⑩	Retainer gland, for mechanical joint	φ100	2
⑪	Gasket rubber for mechanical joint	φ100	6
⑫	Bolt & nut for mechanical joint	φ100	24
⑬	Bolt & nut for flange	φ100	8
⑭	Rubber Packing, for flange	φ100	2

Tools

Ratchet spanner both box	M30
Ratchet spanner both box	M24
Monkey wrench	
Hammer	Small type
Super tongs	600mm Set
waste	

②④

Connections of Plumbing System.



Material

DCIP. ACP. DVCP

① Tapping Saddle for DCIP & ACP.	$\phi 100 \times \phi 13\text{mm}$	1
Tapping Saddle for PVCP.	$\phi 100 \times \phi 13\text{mm}$	1
② Poly ethylene pipe, Soft type	$\phi 13 \times 1000$	1
③ PVCP.	$\phi 13 \times 1000$	1
④ Copper pipe	$\phi 13 \times 250$	2
⑤ Lead pipe	$\phi 13 \times 500$	1
⑥ Steel pipe galvanized	$\phi \frac{1}{2} \times 500$	2
⑦ Tees for Copper pipe	$\phi 13$	1
⑧ Cap PVC	$\phi 13$	1
⑨ DVC Sleeve Soft type	$\phi 13$	2
⑩ Elbow for Steel pipe	$\phi \frac{1}{2}$ inch	2
⑪ Union for Steel pipe	$\phi \frac{1}{2}$ inch	1
⑫ Union for Stop valve and water meter expansion type	$\phi 13$	1
⑬ Union for faucet elbow type	$\phi 13$	1
⑭ Union for lead pipe or Copper pipe	$\phi 13$	1
⑮ Union Socket	$\phi 13$	1
⑯ Solclering Nipple	$\phi 13$	1
⑰ Faucet	$\phi \frac{1}{2}$ inch	1
⑱ Stop valve	$\phi 13$	1
⑲ Water meter digital reading type	$\phi 13$	1
⑳ Union packing	$\phi 13$	5
㉑ Union packing	$\phi \frac{1}{2}$ inch	1
㉒ Copper pipe	$\phi 13 \times 500$	1
㉓ Socket PVC vp type	$\phi 13$	1

Tools

- ① Pipe vice, $\phi \frac{1}{8} - \phi 2 \frac{1}{2}$ in. with Stand
- ② Lead, $\phi \frac{1}{4} - \phi 1 \frac{1}{4}$ in.
- ③ Blow-Lamp, for gasoline type
- ④ Pipe cutter, $\phi \frac{1}{2} - \phi 2$ in
- ⑤ Bow saw universal type, With 10 Sheet of blades

- ⑥ Bow saw for lead pipe
- ⑦ File, flat type
- ⑧ File, Half moon type, fine
- ⑨ File, for lead pipe half moon type rough
- ⑩ Monkey Wrench
- ⑪ Adjustable pipe wrench for $\phi 250\text{mm}$
- ⑫ Adjustable pipe wrench for $\phi 350\text{mm}$
- ⑬ Chisel for lead pipe
- ⑭ Hammer, small type
- ⑮ Cutting pliers, small type
- ⑯ Combination pliers
- ⑰ Driver, 250mm
- ⑱ Driver, 150mm
- ⑲ Jack knife, for electric works
- ⑳ Scraper, for lead pipe joint (Shave hook)
- ㉑ Scraper, for lead pipe joint (bend ball)
- ㉒ Tapping, former, for lead pipe joint, wooden type
- ㉓ Sizing tools, for copper pipe, $\phi 13$, set
- ㉔ Wire Brush
- ㉕ Steel rod bar, $\phi 13 \times 1000\text{mm}$
- ㉖ Wooden hammer, (Mallet)
- ㉗ Adjustable spanner, 250mm
- ㉘ Sand paper
- ㉙ Scale, holding type, 1000mm
- ㉚ Super tongs, 600mm, set
- ㉛ Brush for lubricant
- ㉜ Waste, 2 kg
- ㉝ Machine oil, can
- ㉞ Plaster, paste type, 500g, can
- ㉟ Plaster, rod type, 1kg

Solvent Cement for pvc jointing
Seal aid for piping

今回の実技指導実習では、受講生の反応、反響は思っていたよりも極めて大きく、ある部分では熱っぽくさえたが、さらに、意外な部分での強い反応に遭遇して面くらうことも多かった。受講生は一様にわが国の工業水準の高さを素直に認め、実技のデモンストレーションを冷静に吸収しようと努めていたようである。私がダクティル鑄鉄管を中核に実技指導をすすめたことは誤りではなかったようである。この成功は、実技者に本市の片山業務技師を得たことも、大きな要因の一つと思われる。彼は給配水の技能者として本市において25年間の長きにわたり従事し、指導者として最適任者として推せんされたのであるが、よくその期待にこたえ、7kgも体重をへらしながら、実技指導実習の全般にわたる資器材の準備、整備から本番の実技指導、そ

して爾後の整理を担当し、見事にこの難業をなし通した功績は高く評価されよう。受講生達は、彼のデモンストレーションを目のあたりにして、正しく神様扱いであった。その評判を伝え聞いたのであろうか、都市総局のある幹部から、彼だけでももう少し置いていけないものかと、真剣に要望されたものである。極めて短時間のうちに、次々とデモンストレーションを続ける彼は、本当に神業に見えたのかもしれない。

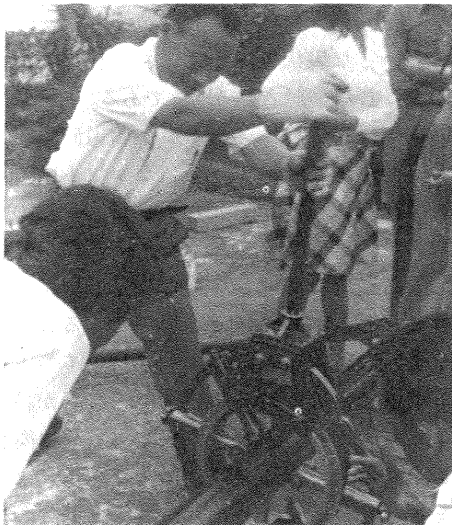
意外なところに関心が強かったと申し上げたが、その典型的な例は異種管を接合する技術で、鑄鉄管と石綿管あるいはPVC管、石綿管とPVC管など、一寸したアタッチメントを介すると簡単なのだが、インドネシアではこれができないで放置されたままになっていることが意外と多いようである。これはす

べてに通ずることだが、わが国のように規格、標準がしっかりしている所と異なり、まちまちの規格の管が入り乱れるインドネシアは、それだけで水道技術の発展が大いに阻害されているといえる。

次いで受講生達が一驚したのは、管切断の迅速なことである。手動であれエンジン付であれ、カッターで切断するわが国では、何の感概もわからないところであるが、タガネとダイヤモンドで切断するインドネシアでは、これは驚異である。エンジン・カッターなどは、そのものすごさに恐怖さえみせて、そんなに早く切断する必要はないといった感想をもらった受講生さえいた位である。

不断水穿孔機にいたっては、「マジック」という批評を頂戴してしまった程で、水圧をかけたままタップをたて、しかも切削片がカッターにくわえこまれたまま取り出されると、一同から驚嘆のため息が洩れた程である。インドネシアでは、分水せんをたてるということは通水後はできない。全部一時断水し、切りおとしの上T字管を挿入し、バルブを取付けて分水するという方法とのことで、驚くのも無理はないと思った次第である。

もっともっと時間をかけて教えてあげたい



写真－8 配水管実技指導実習（彼等にとってカッターは驚異的存在だった）

ことが沢山あったが、スケジュール上そうもいかず、残念に思ったこともあった。受講生は極めて熱心で、女性でもカッターを使ってみたりする程で、細い末端部分の水道技術伝達の必要性を強く感じた。

4. おわりに

報告のおわりになってからインドネシアについて述べるのも変なものだが、この国の概要について、今後の技術協力のあり方を再確認する意味でも、一応記述しておきたい。

インドネシア、それは赤道をはさんで北緯6度から11度の間に、西に大スダ列島（スマトラ・ジャワなど）からカリマンタン（ボルネオ）、スラウエシ（セレベス）、そして東端西イリアン（ニューギニア）に至るまでの間、大小13,667の島からなっているといわれ、そのうちの半数は無人島であるというから二度びっくりである。

総面積は1,904,000km²余でわが国の約5倍、人口は1億2千万人を越えているといわれ、わが国を凌いでいる。

高温多雨の熱帯性気候で、乾季と雨季に分れるが、国土が広く分布しているので、ところによって時期は異なる。高原地方では結構



写真－9 配水管実技指導実習（エンジンカッターの威力にびっくり「そんなに早く切らなくともいいのに……」）

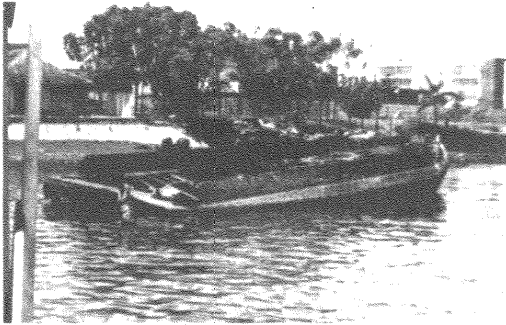


写真-10 ウジュンパンダンの港に今も残る旧日本軍上陸用舟艇

涼しいが、海岸線は多湿で蒸し暑い。ジャカルタ、スラバヤなどはその典型的例である。世界有数の火山国で、火山地帯はスマトラ、ジャワからヌサトンガラ、スラウエシに及び、細長い島の背染山脈から流路長の短い河川が数多く海岸線に向けて流れ出るところなど、わが国に似かよった点も多い。

石油、錫、ボーキサイドなどの地下資源に恵まれるほか、森林資源も豊富。第2次世界大戦中はほとんど全土が戦場となり、旧日本軍の古戦場跡が各地にみられる。

約300年にわたるオランダ植民地支配を脱して、第2次世界大戦後の1945年に独立したが、当時、スカルノ大統領による独立宣言の後、4年余にわたってオランダと抗争を続け、独立戦争には旧日本軍が大いに手をかしたということで、対日感情は東南アジアでは最高といわれる位よい。

多民族国家であるが、大部分はマレー人種で、住民の80%以上は回教徒といわれ、世界最大の回教国家、しかも回教国としては東端にあるわけで、西端に位置するモロッコとよく対比される。

国語はマレー語を多くとり入れて新造したインドネシア語であるが、オランダ植民地時代の名残りでオランダ語が上流階級で使用される。英語は政府部内ではよく通じ、半ば公用語的存在で、ほかにフランス語も案外通用している。

そんなインドネシアであるが、昨年と一昨年、二度の訪問で、その国の国情、国勢が大

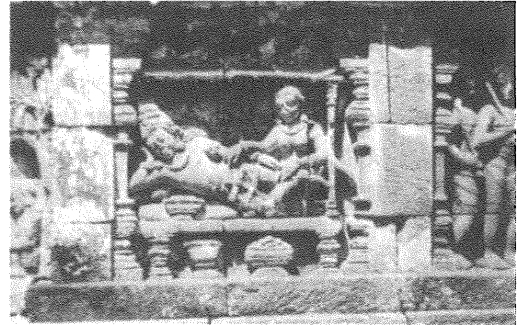


写真-11 ボロブドール仏教遺跡の壁に刻まれた石像

きく変化してきたことを強く感じた。アラブの王様による石油戦争のおかげか、インドネシアもずい分と金持になったようで、プルタミナ（石油公社）の羽振りのよきは大了ものである。ジャカルタの街もぐんと明るくなって——電力事情が好転した——国营のサリナデパートの売り場にも品物、品数が増えてきている。街もパサル（市場）も活気に満ちて、経済的に向上してきたことがはっきりと体験されたのである。

こんな時代になって、インドネシアが先進国から期待する援助は、もはやものやお金である時代は遠ざかりつつある。ものやお金で買えない技術そのものを伝達する援助、技術援助が、一層クローズアップしてきたようである。

こういった現状をふまえて、今後の技術援助のかたちが検討されるべきである。そういった意味では、このインドネシア水道研修所に対する技術援助は、こういったソフト面での技術援助ということではわが国でも最初の画期的なプロジェクトであったそうだが、発展途上国の実情に即応した適切な援助計画は、これからはますます必要となってくるのではあるまいか。今年もさらに引き続きインドネシア水道研修所に対する技術協力計画が検討されるだろうが、インドネシアの水道技術が大きく前進するための原動力となるような計画をもって、二度にわたった技術援助の成果にさらに花を咲かせて欲しいものだと、祈るや切である。

海外レポート



水の無い国を訪ねて



森田辰夫

富山県知事公室参事

私は企業局の総務課長のときに、東大の綾助教授を始めとする水処理の技術者ら11人の中に交って6月4日から23日までの20日間ウエスト・ウォーター・リユース（汚水再利用）の状況視察のために中南米を回ってきた。従って、この記事は水の無い国での汚水の再利用の話になるので、水ばかり出てきて大変水臭いことになるがお許し願いたい。

ホノルル上空にて

6月4日の夜10時45分に羽田を飛びたった飛行機はホノルルにて給油して、再び飛びたち、現在ホノルル上空にいる。時刻は6月4日12時15分である。8時間以上の時間が経過しているのに、日時は逆にさかのぼっている。頭の中が混乱する。

ホノルル上空から見る雲と、海と、島の美しさに見とれる。海の上にふんわりと浮ぶ白い雲、きれいにすきとおった素晴らしい空、点々と浮ぶ雲の下にある濃い藍色の海、その海に模様を描くようにして見える白い波頭、こうして筆を運んでいるうちにだんだんと小さくなって行く緑の島々、そして機は白い千切れ雲を後へ後へと流しながらぐんぐん進んで

行く。

何ものにも汚されていない自然の美しさに何ともいえぬ嬉しさを感じる。

砂漠の中のロスアンゼルス

4日午後8時10分ロスアンゼルス上空にくる。街路灯と高層建築のあかりに色どられた夜景が美しい。整然と計画的に造成された市街地の素晴らしさを、夜の灯りが私達にまざまざと見せつけてくれている。

高層ビルのハイアットホテルの15階にて、外国の旅の第一夜を迎える。といっても、5日の0時に就寝し、7時にはモーニング・コールで起床し、ハードな日程が第一日から始まる。朝食をともにする日本人の多いことに（15%が日本人）びっくりする。8時15分にホテルを出発。大型バスにて視察目的地向う。バスは間もなくフリーウェイに入る（こちらでは高速道路のことをこのように呼んでいる。そして料金は名のおりフリーである）。まず目についたのは、道の両側にあるスプリンクラーである。スプリンクラーがぐるぐる回って道路の両側の斜面に向って散水している。私達の始めに入ったフリーウェイ

は建設されて間もない道路のようで、緑もなく、灰色の砂地が殺風景で、植えつけられて間もないサボテンやつた類がわずかに点々としており、これに向ってスプリンクラーが一生涯懸命散水している。しばらくすると、建設されて相当の年月のたったフリーウェイに入る。ここではサボテンが斜面にしきつめられてきれいな赤い花を咲かせたり、濃い緑のつた類が斜面に厚く繁ったりして美しかった。もちろん、スプリンクラーがぐるぐる回って散水し水を絶やさないようにされていた。道路の両側にある民家を覗くと、どの庭園にもスプリンクラーが回っていて散水している。スプリンクラーの回っていないところでは全く草木もない。町をすぎて丘陵地帯に入る。緑といっても小さなサボテンしかない白茶けた丘陵地である。全く知らなかったことだが、大都市ロスアンゼルスは砂漠の中に造られていることをまざまざと知らされた。

水行政に携わるわれわれ一行にとっては、水の無い所には都会は生まれえないというのが常識である。このようにして、水の無い所に大都会が造られている偉大さには心の底から敬服せざるを得ない。

間もなくロスアンゼルス・カウンティのシビル・ホールに到着し、同カウンティの職員であるジェームズ氏とデラニー氏、それに同カウンティの嘱託（コンサルタント・エンジニア）の川村氏（もと阪神水道企業団職員で、渡米してから10年以上もたっているが帰化していない邦人）からロスアンゼルスの汚水再利用の概要を聞く。（カウンティとは英和辞典を見れば「郡」と書いてある。ジェームズ氏の説明からでは「企業団」か「市町村一部事務組合」と解せられる。

ロスアンゼルスの

汚水再利用施設の概要

ロスアンゼルスの年間降雨量は約10インチ（254mm）と極めて少ない。そしてその少ない雨は11月から3月に集中して降り、その他の期間は全く雨がなく、カリフォルニア州は砂漠状態となってしまう。従って、都市用水は

コロラド河や隣接（北側）のオレゴン州から約900マイル（1,450km）の遠距離から導水しており、その事業は非常に金のかかる大きな事業となり、水の単価も非常に高くつくことになる。従って、汚水を再利用することが当然必要となってくる。

遠くから水を引くという大きな事業と、汚水を処理して再利用するという技術的に高度な事業とは一都市だけではできない。ロスアンゼルスとその周辺の都市とでロスアンゼルス・カウンティを結成してこれに当たっている。

カウンティ（企業団）は導水してきた水400万m³/日を南カリフォルニア水道庁に供給している。その他の小都市は井戸水でまかなっているが、地下水の全体の中に占める率は15%程度と少なく、かつこれには海水混入の気配があり、今後は地下水には期待できない状況である。これら用水の硬度は次のとおりである。

北カリフォルニアよりの水 100ppm

コロラド河よりの水 500ppm～600ppm

井戸水 700ppm～800ppm

遠距離引水のため水のコストが高くなることから、下水浄化による再利用の研究が1926年から始められた。現在では、二次処理水を灌漑用を中心として供給している。そして、さらに三次処理水の再利用を計画しており、もちろん、将来的には飲料水にも使用することを意図して研究を進めている。その処理方法として、次のようないくつかの方法を実験研究中である。

1. 硫酸バンドで凝集沈澱し、石炭層と砂層によりろ過する。高分子凝集剤も同時使用。
2. ブレイクコロネーションによりアンモニアを除く。
3. カーボンフィルター処理。
4. オゾンによる処理……この方法は脱色ができ、BODも良くなり、しかも硫酸バンドによる凝集処理不要で非常に利点があるが、エネルギー消費が大きいことと残存オゾンが再利用できない点とに欠点がある。

二次処理水の供給先は……製紙会社、公園、

農地、学校、工業団地。

二次処理水の水質は……BOD-8 COD-40
 硬度——200 アンモニア性窒素——15 蒸発
 性残渣——600 色度——30

二次処理水の特質と問題点は次のとおりである。

1. 硬度がコロラド河の500に比較して良質。
2. 色度が高いので用途により三次処理が必要……計画中である。
3. 珞素を少し多く含有しており、灌漑用としてはみかんとぶどうに不適である。
4. バクテリア、ビールスがあることが公園などに散水する場合、保健上問題が多い。
5. 燐を含有していることは製紙会社が嫌う。

以上の問題点処理のために三次処理を計画しているが、三次処理すると18ドル/エイカーフイード (4.5円/㎡) コストがあがる。

再利用のために三次処理が必要とされているが、その他に次の理由により三次処理をせざるを得なくなっている。それは高地にあるロスアンゼルス・カウンティの下水処理場の二次処理水を河川に放流することに対し、下流部の住民より衛生上の観点から提訴され、判決により完全処理が義務づけられ、できるだけ早い時期に三次処理をしなければならない状況にある。現在は、応急措置として二次処理水を放流している河川にダムを設けて貯溜し、大地に浸透させて、ダムより下流には流さないようにしている。

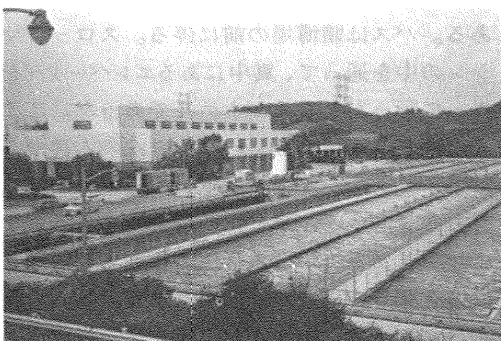
ロスアンゼルス・カウンティの下水処理場は、ロスアンゼルス市およびその周辺の人口約700万人から出る約425百万ガロン(160万ton)

の下水を処理しており、経営はすべて税によってまかなわれている。処理場の数は全部で11で、海辺にあるJ・W・P・C・P (Joint Water Polution Contol Plant) を除いた10カ所の処理場は二次処理までしており、汚泥は処理せずにパイプでJ・W・P・C・Pに送っている。J・W・P・C・Pでは10カ所の処理場から汚泥と、周辺の下水とを処理しているが、ここでは一次処理で終わりにし、一次処理した水は海底に布設したパイプにより約3.2kmの沖合まで送水し、200mの海面下に海洋投棄している。

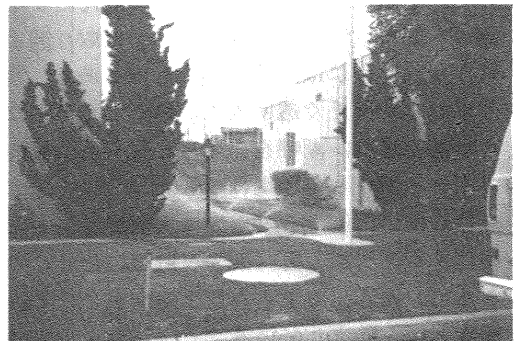
以上の説明を受けた後、カウンティの主な施設として次のものを視察した。

ポモナ下水処理研究施設……下水処理技術開発のための実験研究施設で、生下水を引いて活性炭ろ過の方法、高速二段活性汚泥法等について実験が進められている。
 サン・ホセ・クリーク水処理施設……カウンティ中最大の処理場。試験研究施設が併設されており、試験研究水質分析についてはカウンティの中核的機能を果す。
 ジョイント・ウオーター・ポリウシオン・コントロール施設 (J・W・P・C・P) ……

他の処理場の余剰の汚泥を集中的に処理する。汚泥を空気の供給を絶ったタンクの中で加熱と攪拌で還元作用を行わせる。メタンガス (CH₄) が大量 (600万t/p) に発生して、その半量で場内のエネルギーを満足させ、残りは石油精製工場に売却している。乾燥した汚泥も2ドル/tonで肥料会社に売却している。現在日量100tonであるが、これ以上は肥料会社の需要が



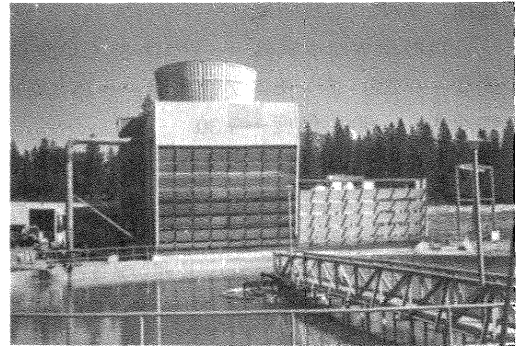
ロスアンゼルス ハイピリアン下水処理場



ハイピリアン処理場のスプリンクラーによる灌漑

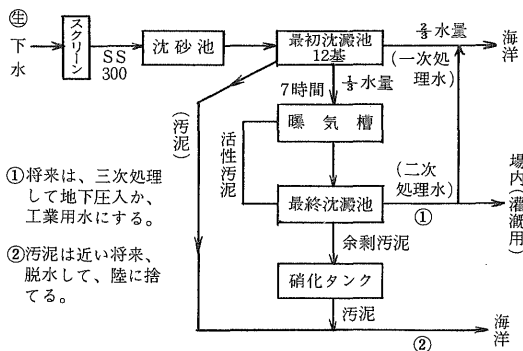
ないので運搬廃棄しなければならなくなり、その場合は8ドル/tonの費用がかかることになる。一次処理水を海洋に投棄しているが、連邦政府の命令により1977年までに二次処理しなければならないことになっている。

ハイピリアン処理施設……これはロスアンゼルス市の下水処理場、ここでも一次処理水に二次処理水を混合させて海洋に投棄している(この施設は24年前にでき、標準的なものであるので、この記事全体の理解の参考のために次にかかげる)。



南タホ湖下水処理場ストリッピング装置

間では非常に有名な所である。二次処理した水に石灰乳を注入し、混合して(石灰凝集して)から高い所から点滴として落下させ(ストリッピング)アンモニアを空中に飛散させる方法で始めたが、ストリッピングの方法は施設にあまりにも多くのスケールがたまって具合が悪く、現在はスプレー方式(下から噴水として空中に飛散させる)に切り換えている。スプレー方式になると面積も大きくなり、市街地では採用不適であり、脱窒法としては他の方法(生物的方法かイオン交換法)に移ることになり、実証プラントとしての使命は終わった感じである。その他に、横型のろ過機や活性炭ろ過機もあり大変に立派な施設であった。自然環境保護のために、このような立派な施設が作られていることに、われわれもこれからは見習わねばならぬことと思った。



タホ湖の透明度を

保つための下水処理場

レノの飛行場に到着するなり直に大型バスに乗りタホ湖に向う(7日12時40分)。バスは90kmのスピードで飛ばす。街を外れてしばらくたつとタホ湖の水で灌漑されているのか、緑の草原が続く。草原は牛や馬が放牧されている。道が登り道になるにつれ樹木が茂っている。1時間程たつと眼前に水の澄んだタホ湖の水面が広がる。周囲は緑の山に取り囲まれており、山には白雪を頂くものもある。雪どけの水がそそぐ透明度の高いことで有名なタホ湖を見る。湖畔をしばらく行くと、目的の南タホ湖下水処理場につく。

ここは、清澄なるタホ湖の透明度を保つためにタホ湖周辺の町(観光と避暑のためにできた町)から出る下水を三次処理までして、窒素と燐を除去している。三次処理を世界的に最も早く実施したことで、水処理技術者の

カジノの街レノ

タホ湖を視察してから泊ったレノ市は賭博公認の町であった。町中全部がトバク場である。到着したホテルも一階と地下が賭博場である。バスは賭博場の前に停る。スロットマシンの中を通って、真中にあるエレベーターを昇って行ったところがホテルであった。ここでは連日連夜休みなく、たくさんの人達がスロットマシンやルーレット、カードと賭博に打ち興じている。飛行場の待合室にもスロットマシンがあって、飛行機の出発を待つ間も賭博を楽しんでいる。たまたま4、5人の親娘づれが機械につながりクォーター(25セント)のコインがたくさん出た(1回に50枚か

ら出ることがある) といって、皆で手をたたいて喜んでいる姿は微笑ましいものであった。

賭博には現物のコインが使われていた。紙幣をコインに換えてそのコインが行ったり来たりしていた。そしてここでは、他のところでは手に入り難いケネディコイン(半ドル)と1ドルコインがどれだけでも交換してもらえた。私はこの二種類のコインを交換しただけで、バクチには使わずにおみやげに持ち帰ってきて大変に喜ばれた。

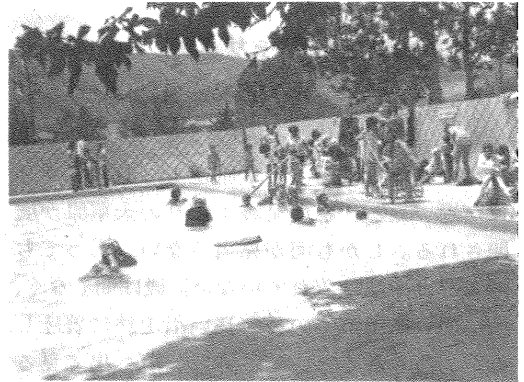
汚水再生水で緑を増している金門橋公園

港の町サンフランシスコ、ここには港をまたぐ長大な橋が二つある。古くからあるものはゴールデン・ゲート、最近できたものはベイ・ブリッジ。町の丘から眺めると、この二橋がまたがるサンフランシスコ湾の光景は素晴しかった。そして、このゴールデン・ゲート橋のたもとにゴールデン・ゲート・パーク(金門橋公園)という大きな公園がある。

私達が訪れたのは、この公園の灌漑用の水を下水道から作っている下水処理場である。公園の片隅にある一日の処理量が3,800トンの小さな処理場であったが、その歴史は古く、遠く1932年から始められており、場長のジョージ・マリックさんが、世界で最初の下水再利用施設であると威張っていた。活性汚泥法により、二次処理した水を公園の中の池に放流している。池は富栄養化した(窒素と磷の豊富な)水のため緑藻が繁殖し、鮮やかな緑色をしていた。この池よりポンプで汲み上げ、公園内の芝生や樹木に散水していた。博物館もあり、運動場もあり、大きな池もあるこの公園の緑は、下水の処理水の再利用により保たれているのであった。そしてそれは、42年も前から行われている。

サンディエゴ市では プールの水が下水の処理水

サンディエゴ市はネービーの街で、住民の50%以上が海軍関係者である。立派な軍港がある。ここでも降雨300mmと非常に少なく、公

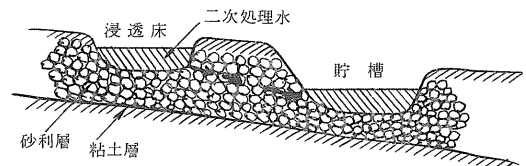


下水処理水の入ったプールで泳ぐサンディエゴ市民

園の水、家庭の庭園や野球場、ゴルフ場の芝生の灌漑水に下水の処理水が使われている。そしてびっくりしたことに、公園のプールの水に下水の処理水が使われていた。下水が上水道の水程にきれいになってプールに入れられていた。そして、たくさんの人達が下水の処理水であることを承知のうえで、喜んでこのプールに入り、太陽の下で楽しんでいたのには全くびっくりした。

ここまでくれば下水の再利用も飲み水の一步手前という感じである。もちろん、プールに使うことでもあるので、三次処理をし、脱窒と無菌化が行われているが、その処理の仕方は現地の自然条件を利用した次のとおりのもので、大変興味がひかれる。プールに使われているということは、完全に三次処理されているからであって、自然の地形を利用した生物利用の処理は大変に効果があがっていることを示すものである。

初沈→曝気槽→終沈→貯槽→浸透床(池)→浸透水貯槽(池)→塩素滅菌→リクリエーション湖→浸透床→接触槽(過マンガン酸塩とカリウム注入)→浸透床→プール



アマリロ市 (テキサス州)

サンディエゴよりフェニックスへ、フェニックスよりアマリロへと機は飛ぶ。山から山へ、砂漠から砂漠へと草原が少ない。アマリロが近づくと、急に見渡す限りの大草原が展開される。しかも河が見当らない。あっても河床だけで水は流れていない。機は間もなく、広い広い農場の中の長い長い滑走路に着陸した。ここも水のない町である。町へ出て見ると48万kwの大きい火力発電所がある。処理能力1,000頭の肉の加工工場がある。紡績工場もある。産業活動が大変に活発なところだ。しかも、いずれも工業用水をたくさん必要とする工場である。市街地を離れて、地平線の向うにある郊外の下水処理場より二次処理水がこれらの工場へ送られていた。

水は遠く離れたカナディアンリバーに作られたメリデス湖(縦48km横3.2kmの大きなもの)より運んでおり、メリデス湖の水はアマリロを含む10の都市に供給されており、水は大変貴重なものとなっており、まず上水として利用され、その結果出てくる場所の生下水が工業用水の原料水となっている。そして、ここでも二次処理程度の水で満足されており、砂ろ過さえもしないで供給している。

海水を飲み水にしている

キーウエスト (フロリダ州)

マイアミから240kmもの長い間、飛石状に列っているサンゴ礁の島々を結んで作られている海の中の道を右にメキシコ湾を見、左に大西洋を見ながら3時間半程もバスにゆれてついたらところがキーウエストであった(14日)。海には軍艦がいた。ここは軍港であり漁港でもあった。昼食には新鮮なおさしみといるかのステーキが出ておいしかった。当然、ここには水がない。240kmの長い間、マイアミから直径450mmパイプ送水してきているが、これでは不足で、1967年に1万m³/日の海水淡水化装置が作られ、飲料水として供給されている。水のコストはトン当たり119円と非常に高いものになっている。

楽しかったトリニダッド、トバコの夜

トリニダッド、トバコ(17日)での第二夜は、ヒルトンホテルでのドラム缶を割って作った楽器による素晴らしい音楽を聞きながらの夕食で始まった。油をいれるドラム缶を割って作った楽器から、思いも及ばぬ素晴らしい音の流れ出る。そして、原地人がこの素晴らしい音でにぎやかしく楽しく音楽を奏でしてくれる。私は恥ずかしいことながら音楽が全く判らない男であるが、この音楽にはうきうきと聞きほれていった。一曲終われば、次の一曲を心待ちに待っていた。これは私だけでない一緒にいった団員全部が同様であった。そして食事が終わってもワインのお代り、ウイスキーのお代り、コニャックのお代りと席を立つものがなくて、とうとうリンボーのショー(踊りながらバーの下をくぐる)の時間となってしまった。

私達は、つつましやかにホールの隅の方にかたまりになっていたのであるが、ショーの時間になったらボーイがきて真中の方へ移動させられた。何と親切と思っていたら、後で判ったが、国際色ゆたかなショーの一員とするためのこん胆であった。間もなく、ドラム缶のスチールバンドの素晴らしい音楽に合わせてリンボーのショーが始まった。いろいろな踊りを見せながらバーの下をくぐって見せる。最後に、火のついたバーの下をすれすれにくぐるスリルのあるものを見せてくれた。

これでショーが終わりかと思ったら、外国ならではの楽しいことが始まった。司会をし



トリニダッド・トバコのスチールバンド

ていた男が、会場の中からイギリスの婦人を舞台まで引っ張り出してきて名のりをあげさせた。続いてドイツの若い夫婦、イタリー人、そして、われわれの団長が日本人代表として引き出された。オー、何とわが団長は175cmの立派な体格のお陰で威風堂々と外国の人達に少しの見劣りもしないこと。次にはエスキモー人が出て参った。やはり申し訳ないが短軀矮小である。しかしウイットに富んだ明朗な感じで、言論ではわが団長を圧倒した。国際色豊かなこれらの多国人が、司会者のユーモアある呼声の中にバークウリを競ったのである。舞台に多国の人が出ていることは、このホールに多くの国の人が入り交っていることになる。そして、司会者の呼び声とドラム缶の楽器の音に合わせて、国境をこえて笑い声、歓声をあげて一つになって打ち興じたのである。

外国に出て、このように平和な、とけ合ったふん囲気に浸ったということは、何ともいえぬ嬉しく楽しいものであった。

生下水をそのまま工場へ 供給しているモンテレ市

モンテレ市はメキシコ共和国の中で、首都のメキシコシティにつぐ二番目の都市で、メキシコシティの北方にある。北方にあるといっても飛行機で1時間程かかる。山と丘にかこまれた中にあり、水が豊富にあるので、ここに人が住むようになったと思われる。しかしながら、1940年頃に19万人だった人口が現在では100万人になってしまっている。

当然、水は足りないことになってしまう。従って、ここでも工業用水は下水を使わざるをえないことになる。市民の出す生下水は何の処理もせずそのまま工場へ送られている。そして工場では、その工場の必要に応じた処理をして使用している。160万kwの大きな火力発電所があった。冷却水には、下水の二次処理しただけのSSの高いあまり水質の良くないものを使っていた。

火力発電所というものは、たくさんの冷却水があるので、海岸より外には立地しようもないというのが日本の現況である。ところが、

アマリロにもモンテレにも陸地のど真中に大きな火力発電所をもっている。そして、いずれも下水の処理水を冷却水として使っている。全くの驚きである。

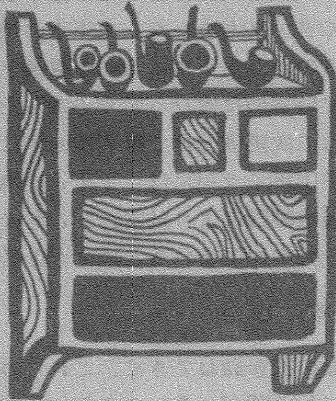
人絹と合成繊維を作っているCydsaという大きな総合化学工場に行った。生下水を貯留しておくタンクがあった。生下水の供給量に波があるのか、生下水は大切な資源として貯留されているのにはびっくりであった。冷却系統には二次処理だけで砂ろ過せずに使っていた。高圧ボイラーには、イオン交換樹脂の入った純水装置により純水にして使っていた。下水から純水が生まれるとは全く驚きである。

む す び

水のない国を訪ねてきて、これらの国々にくらべてわが国が、そしてさらにわが郷土富山県が水に恵まれた有難いくにであることを痛感させられた。水はまず上水として使う。そうして、出てきた下水が工業用水や公園、庭園、ゴルフ場の灌漑用水の原料水として使われる。こうした姿にくらべると、私達は水を粗末に扱っていたように思う。工業用水は、すべて下水の処理水というような極端なことはまだ必要ではないが、自然の大地がろ過してくれる最も良い地下水。地下水脈が自然の配水網となって、私達のところに最も経済的に運んできてくれている地下水。この地下水が工業用水として大量に汲み上げられて、私達がこれを上水として使えなくなっているという事実は、私達が今回見てきた中南米で水はまず上水として使うという姿とはあまりにかけ離れているようである。

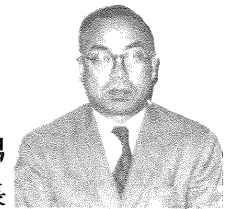
次に思ったことは、水のない所には工業の立地のしようがないということである。電気や油よりも水が大切である（電気と油は遠い所から運搬することができる）。如何に資源が豊富でも、他の条件が整っていても、水がなかったらどうしようもないということである。わが郷土富山県は開発の可能な水資源が豊富である。従って、水を中心とした産業発展の可能性を大きく内に秘めたところであることを改めて痛感した。

随筆



- | | |
|--------------|-------|
| ●水道もどき | 小黒徳男 |
| ●洗顔の水 | 宮沢造酒蔵 |
| ●東南アジアを旅して | 永井 勝 |
| ●W・C談義 | 伊東 栄悦 |
| ●支部総会開催にあたって | 渡部 幸雄 |
| ●伊豆の下田 | 飯田喜八郎 |
| ●私の昭和史 | 小野久彦 |
| ●水汲みの思い出 | 山本 峯吾 |
| ●偶感二題 | 杉原修治 |
| ●黒部の峽谷 | 阪本 保 |
| ●雑 感 | 土田 富一 |
| ●三原よいとこ | 山西 幸雄 |

水道もどき



小黒徳男

小樽市水道局下水道建設事業所長

植物に、梅もどき、タンポポもどきなどという名がある。「もどき」とは擬とも書き、似て非なるものをいうらしい。タンポポもどきは、最近都市の近郊にまで繁殖し、普通の人ならタンポポと確実に間違える。花はタンポポにそっくりで見分け難いが、茎がタンポポは中空で、折ると白い液が出るのに、もどきは茎が分岐するし、折っても白い液は出ないし、また中空でもない。3～4年前頃までは、好事家が足を棒にして山野をかけ巡って、ようやく探し当てたものだが、今は燎原の火のように拡がりつつあるという。

下水道は、(上)水道に似て非なるもの、

けだし、水道もどきか。タンポポもどきに似て、下水道事業はここ数年急激に伸び、今や公共事業の中の鬼子とさえいわれ始めてきた。水道水が家庭でまた工場で使われ、その廃水、汚水をうけることから下水道は始まる。現在は、おあまり頂戴という格好であるが、数10年後(数年後といたい人もいるでしょうが)には、下水道の処理技術が完璧なまでに進歩し、逆に下水道のおあまりを水道が頂戴する破目になるかも知れない。このような時代になれば、上、下水道の切れ目がなくなり、もどきなどという表現もなく、いろいろの面で合理的な住みよい街づくりもできるはずである。



最近の花やかな？下水道事業の進展に、乗ったのか、乗せられたのか、長年（27年間）住み心地のよかった水道から離れて、下水道に移ってからほぼ1年間、何とはなしに過ぎてしまったような気もするし、また自分なりに張り切ったような気もする。同じ水道局内で、水道、下水道を所管しているので、転勤という切羽詰ったような感じもしないし、水道と下水を何かにつけて比較する悪い癖が抜けないのも、水道に対する感傷も郷愁もあろうし、また下水に対する不安と焦りもあるというものである。

転任の挨拶廻りの際に、人々は「大変なところに移りましたね」ともいう。水道へ移った人に、「いいところに移りましたね」とはいわないまでも、何やら同情めかしい言葉である。確かに水道のように、白衣を着たような、きれいな仕事でないことは百も承知の上であっても、いろいろな点で大変なところに入り込んだという実感が勇いたのは、大分後のことである。

下水道音頭の文句に、

アー 俺がやらなきゃ 誰がやる
進む文化の街づくり

という一節がある。今まで黙々として仕事をしてきた下水道の職員に、心からご苦労さまといたい気持である。

日本の上下水道の発祥が、神田上水、神田分流式下水道と、くしくも一致しているのは面白い。当市の水道は日本で第27位、道内で第3位と、何かにつけて誇りがましくもいえるが、下水道は昭和30年に開始したばかりで、順位などは神田っ子にいわせたら、その他大勢十把一からげの方である。水は土地の低きに流れ、人は文化の高きに流れるといわれ、また下水道のある都市と、ない都市では品位、品格が違ふとまでいわれた先生もおられた位だ。紳士の国、英国が近代下水道の嚆矢であることを思えば、なるほどとうなずけるので

あるが、さしずめ当市は落第点であることに間違いはない。

お隣り札幌市からの転入者の最大の悩みは、水洗トイレの設備がないことらしい。人口の増加がはかばかしくない大きな原因の一つが、この辺にあるように思われるのだが。さりとて、先立つものは金、下水に入ってみて、下水道の建設に何と莫大な資金が要るかを知らずして吃驚している。「金をどぶに捨てる」という言葉があるが、感じはこれにぴったり、いくらかけても、かけても、きりが無い、まだ足りないという感じである。

原水が水道の何百倍も悪い水質の下水を、水道水に近いものまでにしよというのであるから、費用のかかるのも当然かも知れない。ただ水道では、人間の生活に絶体かかせない飲み水の供給であり、生死にかかわる重大問題でもあるから、水質の管理には万に一つの失敗も許されないが、その点下水道は、排水にかなりの規制があっても精神衛生上は楽である。

下水道は、はじめ汚水、廃水、雨水を集め導き、一定のか所から排水することから始まり、数100年の歳月を経過後、排水した地点以降の汚染に悩まれ、近代的下水処理施設の発展につながった。簡易処理、中級処理、高級処理の2次処理方式から、現在は3次処理に焦点が移ってきている。高級処理という名称のものが最高でないのは、あたかも高級鉄管が最高のもでなくなったのと似ている。水処理の問題が終われば、最終ラウンドの汚泥の処理問題であろう。これだけは水道を一步も二歩もリードしている。しかし、質、量が水道と比べものにならない位悪く、多いので前進はきびしい。

大都市でも、まだ汚泥を適当な含水率にまで処理し、埋立または廃棄処分をしている所が少なくない。狭い国土のことであり、町村単位の所でも下水道が普及する時代ともなれ



ば、棄て場所もやがて競合し、紛争も発生しかねない。下水汚泥は化学肥料のような高い栄養価はないが、基礎資材として、現在不足している燐の重要な供給源になるだろうといわれている。資源の再利用として、汚泥焼却灰の肥料化が注目されているが、その販路の問題も一つの隘路となっているとのことである。大地還元を原則とし、完全に循環される態勢の確立が欲しいものである。

最近の報道によれば、シカゴの下水汚泥が海を渡ってアフリカに輸出され、砂漠が緑の牧場になるかも知れないと。これに対し、土壌学者はもしこれが続けられるなら米国の農業にとって損失になるであろうと警告しているし、現実には大地還元のための大プロジェクトを築き、着々と実績を上げているようである。

資源の再利用という点で、今、積雪寒冷地の下水道で特異なケースを生んでいる。下水処理場から排水される大量の放流水の余熱で雪を融かし、スノーメルターの燃料費を節約し、さらに雪捨場の環境も一新しようという一石二鳥の試みである。冬期間温暖地での雨は、北国では雪である。分流式では雨の処理が当然であるから、雪の処理もというわけではないが、現在のところ路上の固形物は道路事業の担当である。

日本がまだ高度成長に乗らなかった時代、除雪は国道か、幹線の一部に限られていて、マイカーなどは降雪期と共に在庫入りときまっていた。それが近頃では、相当の郊外でも除雪され車で出勤できる。昨年の除雪統計を拾って見みると、道内の道路の70%が除雪され通行可能で年々道路延長が増え続けている。このうち排雪運搬しているのは全体の1/3程度。除雪延長は2年前に比較して70%増えている。除雪費総額70億円のうち市町村で30億円を負担し、残りは国、道が負担している。道内の市町村は、年間少なくとも1km当り10万円近いお金を除雪のために消費しているのだから、

この財政負担は無視できないものとなってきた。除雪延長が伸びるためには機械力を必要とするが、高い除雪車ともなれば1台5,000万円もするという。また車道ばかりでなく、歩道の除雪の要望も多くなってきた。北国には切っても切り離せない除雪問題は、多くの困難をかかえながらも前進しなければならない。この時に厳寒時でも、8~10℃の余熱をもった排水をただ捨てるのはもったいないわけで、今後この方面の対策が望まれ、省資源の立場からも雪処理の一端を担うことになりそうである。

環境、水質公害は急にきたものならば誰にもすぐ気付くであろうし、緊急対策として駆逐することもできるはずであるが、現実の公害は時計の針のように、じっと見つめていても変化はないように思える。だが、時がたつと確実に針は移動している。いったん進行した公害がなかなか元に戻らないのは、水道の地下漏水の状況と似ている。環境の復元は、その原因が多岐多様にわたり、不特定多数の範囲のためさらに数倍の困難性がある。このような時に、日本でも環境公害の著しいといわれている川崎市のある池に、カワセミが12~13年ぶりに帰ってきたという明るいニュース。カワセミは日本で最も美しい鳥の一種で、きれいな水にしか住まないという。たとえ迷い込んできたものとしても、環境が徐々にではあっても、元に戻りつつあることは確かであろう。

今度環境庁では、水質の汚染指標を従来の、BODSSのppm表示方式にかわり、実際に水中に住む生物の生息状態で、一般にわかりやすく表わそうという構想をもっている。ひがみではないが、私には水生の昆虫類はわかりづらい。願わくば、それら小動物を餌として生息する魚類、鳥類なども併記して貰えば、さらに親しみやすくなるであろう。



洗顔の水

宮沢造酒藏

小樽市水道局工務課長



今からちょうど30年前、昭和20年の9月か10月だったと思う。小興安嶺山脈には、もうみぞれ混りの雨が降り始めるころであった。武装解除をうけた陸軍二等兵の私は、ソ連兵の監視のもとに、孫呉から黒河へ通ずる街道をシベリヤの方へ向かって進む隊列の中にいた。武器こそ持っていないが、私の所属する工兵連隊の編成はまだそのまま、上官や戦友もほとんど残っていたから、一種の安心感はあるものの、みんな無口になって、刻一刻と展開していく自分達の新しい運命に緊張しているのであった。

私の場合は、「西部戦線異状なし」という記録か小説の中で、欧州大戦のときのドイツ軍の捕虜が、2年位で全部故国へ帰れたことを読んだような気がしていたものだから、このことだけが、最後まで心の支えになっていた。

この時、われわれを護送していたのは、ソ連軍の若い兵隊であったが、彼らも疲れているのか、中に程度の悪いのが1人だけいる位のもので、あとはおとなしく、その上、彼らもわれわれと一緒に歩いているものだから、そのうちに何となく恐怖感が薄れて、顔の区別や、彼らの中の上下の関係がわかるようになってきた。そうなってから、改めてソ連兵の一人一人を観察してみると、いろいろと珍しいことだらけであった。

ソ連兵＝外国人＝紅毛と思っていたのに、中には、黒目黒髪のいが栗頭で、いかにも蒙古系らしい兵隊がいて、青い目の兵隊と同じ

ようにロシア語で話し合っている。銃身の短い、軽快でいかにも偉力のありそうな自動小銃を、無雑作に肩にひっつけた兵隊もいれば、帝政時代のものではないかと思われるような、刃のない、突き刺し専門の剣をつけて、遊底覆いもないような古めかしい小銃をかついだ兵隊もいる。

われわれがゲートルを巻いているのに、彼らはただの兵隊でも、長靴を履いているのがちょっと頼だったが、足には、靴下のかわりに細長い布を巻きつけているのを発見して、ひそかに溜飲を下げたのもこのときだった（もともと、後にはわれわれもこのパルチャンキを巻くことになった）。

黒龍江に臨んだ国境の街、黒河の少し手前で野営をした翌朝のことであった。携行を命じられた3日分の食料に、これからの前途がまた不安となって頭の中をよぎったが、とにかく飯盒を火にかけ、きれいな小川の水でザブザブと顔を洗っていると、1人の青い目の警戒兵が目に入った。彼も顔を洗おうとしている。私は、始めて接触することになったソ連兵の「暮らし」の部分に興味をひかれ、手をとめてそっと見ていた。

彼は、小さなほうろく引きのコップに小川の水を汲むもとの位置に戻り、1、2度口をすすぐと、残りの水を全部口に含んでしまった。それからうつ向きになると、口から少しずつ水を出して、それを両手に受けながら顔を洗いだしたのにはびっくりしてしまった。



彼は、コップ1杯の水で洗顔をすませてしまったのだ。口の中の水がなくなると、われわれの使っているものよりもはるかに長いタオルを取り出し、両手の上に拡げると、その両端を使って顔を拭くのだが、その動作はいかにも自然で、特に何かを意識している様子はない。

ソ連には、いろんな目色、毛色の人間がいるものだと思い始めていたときではあったが、こんなにまでして水を使わなければならないほど、水の乏しいところに生活をしている兵隊や国民もいるのだと思うと、これから連れられて行くソ連という国の広さや、辺鄙さを改めて思いしらされた感じで、急にまた、別の不安がつってくるのだった。

そのあとで、私は、どんなことがあっても耐え忍んで、きっと生きていてやろうと、改めて覚悟を決めたものである。

今、わが家では、年寄りと私だけが、湯や水をケチケチと使っている。洗面のときには、もっと沢山のお湯を使うようにと、家内から

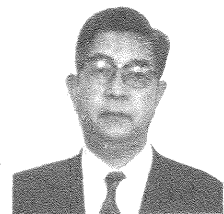
よくいわれる。家族の誰かが水道を使うと、その音が狭い家の中に響きわたるような気がして、そのたびに私の心は安らかでなくなるのだが、娘達は、何の遠慮もなく洗濯機のすすぎ水を流し続け、家内は、それでも水道は安いといっている。

職場で私は、水道の拡張工事を担当しているが、水源の拡張には多くの事業体が苦心している。ナショナルミニマムとして日本中に水道の普及をはかることは、今の時代としてはぜひとも必要なことだと思うが、その水道で使用される水の中には、習慣や無関心のために、あるいは安いために、無意味に消費されたり、他のより良い方法への転換がなおざりにされている部分もあるのではないかと思う。

一度ついた習慣は、なかなか改められないものである。これからの「水」は、資源や技術上の問題としてのほかに、長期的な展望のもとに、将来の日本国民の教育やモラルの問題としても、その検討が進められるべきではないだろうか。

東南アジアを旅して

永井 勝
札幌市水道局給水部長



昨年、秋に水道産業新聞社主催の東南アジア水道視察団に参加して、台北・バンコック・クアラルンプール・シンガポール・香港を見学する機会を得た。

わずか11日間に5カ国を廻ったので、各国の水道の実態や国内事情については、ほんの少し撫でた程度の理解であるが、非常に楽し

い旅行であった。これは南国の明るい風光とともに、訪問先の各国、とくに台湾省、台北市の各位のあたたかい心づかいと、団員皆様の協力のおかげと深く感謝申上げる次第である。

海外旅行された人から、日本の水はうまいが、外国では水道水が飲料にならず、高いミネラルウォーターを飲まされた、ということをや



く聞いていたが、台北・タイ・香港などでも私達を案内した旅行社の方や、現地のガイドさん達から、水道水を飲まないようにと何度も何度も注意されたものである。

それで、台北市の自来水廠を見学したとき、立派な水質試験設備を有して、浄水施設の管理もゆきとどいているのがわかり、しかも、頼廠長のように優れた水道技術者が指導されているのに、何故、水道水を飲むなというのか不思議に思って、ぶしつけであったが頼廠長に伺ったところ、次のように話された。

「台北の浄水場から出す水は、水質的にアメリカの規格などと比較して全く問題がない（もちろん、飲料適で頼さん自身も、毎日、水道水を飲んでおられる）。しかし、配水管の水圧があまり高くなく（ポンプ送水）、大口使用者などでは、ポンプ加圧している給水装置もあるので、吸引のおそれがないとはいえない。また、受水槽以下の設備は、水道の管理外である。」と、おそらく配水管の水圧を上げ、給水装置を規制するのは、財政的、行政的にむずかしいのであろう。

香港では、工務局水務処長に Plumbing Code（給排水設備基準）を定めておりますかと伺ったところ、プランビング・コードとは何んですか、といわれ次の質問を出せなかった。

また、クアラルンプールでは、現地ガイドさん（中国系青年）が、マレーシアの水道は英国が100年前からつくったもので飲んで差支えないと、胸を張っていつていたが、飲めると教えられたのは、マレーシアとシンガポールである。この両者とも、給水設備を邪魔物扱いせず、水道メーターは地上に露出してデンと据付けられ、トイレのロータンクはイングランド規格の陶製で、エアギャップも十分ある立派なものであったのが印象深い。

どうやら、東南アジアでは給水装置の良否が、飲める、飲めないの評判と一致しているように思われてならない。

わが国では、近年、受水槽以下の取扱いについて大きな論議を呼んでおり、給水装置が水道技術の中で重要視されるようになったことは喜ばしいことである。今後とも、わが国の水道水が常に安全であるという世界の定評を、くつがえさぬよう努力しなければと痛感した次第である。

さて、旅行でどこが一番よかったか、と聞かれる。国それぞれであり、昼の部・夜の部では、また趣を異にするが、私はマレーシアと答えたい。その理由は、きれいで、市民が明るく楽しそうだからである。空はぬけるように青く、緑が多い。市民は、その美観をそこねないよう努力し、路上のゴミ捨て、ツバ吐きには500Mドル（約50,000円）の罰金が科せられると聞いた。貧富の差がタイなどに比べて、はるかに少なく、錫・ゴムなどの豊富な資源を有しており、その採取方法は、まだ原始的なものが多くけれども、国民全体が「ゆっくり確実に」を合言葉に、自からかち取った平和と自由を楽しんでいるように感じられた（マレーシアは、社会主義から自由国家に変革している）。観光に来ていたスペインのオッサンが「ハッピーネーション」を何度も口にしていたのが忘れられない。

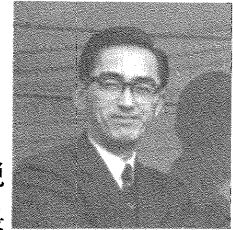
東南アジアの水道と一口にいつても、タイのように、水道のあるのはバンコックのほか数地方のみというところや、マレーシアのように、ほとんどの都市に水道が設置されて、水道事業体は州単位の広域水道のところなど、その事情は大きく異なるが、アジアの諸国がさらに発展を遂げて経済活動が活発になり、国民生活が豊かになるときは、当然、水道需要の増大も激しいものとなるであろう。

そのとき、日本の水道技術を必要としないだろうか。いや、どのように役立たせて貰えるのだろうか……。

彼の国の発展と幸せを祈り、水道屋の精進を願うものである。



W・C 談義



伊東栄悦
仙台市下水道部長

いささか落ちた話になって恐縮であるが、これも下水道屋の商売に関してでのことではあるので、お許し頂きたい。

ある日、水洗便所の普及方策で、あれやこれや論じているうちに、頭を冷やすということもあったのか、便所の便の意は何だろうかという話になった。

大小便の便をする所なのか、用を足すのに都合の良い所、便利・便宜の意なのだろうか。物の本によると、便所のことは、古来、かわや(川屋)、ひどの(樋殿)、閑所、隠所、雪隠、閑考場、後架などと呼び、人様の前であらわにいうことをはばかれるこれらの言葉の隠語として、便所と呼ばれるようになったということで、便所とは本来、直接汚い物に結びつく言葉ではなく、むしろ乙にすました言葉であったはずなのにいつのまにか便所の隠語として、御不浄、御手洗などと称するようになったのだという。

英語のcon·ven·ienceにも、便所の意があり、中国の便処も、便利の便の意だという。そういえば戦前、天皇のお出ましの新聞記事の中に「一端便殿に入御せられ」と、よく出ていた。たまたま子どもの頃、これを読みながら、陛下が便所にお入りになったんだってと、親から、それは休憩室でお休みになったということだと笑われた思い出がある。

確かに辞典には、便殿とは休息のために設けた御殿であり、便座は貴人の休憩所とある。

こうみてくると、隠語として出てきた便所には、大小便に直結する語感としての便ではなく、休息に便利な所の意があると考えるのがどうだろうかと感じられる。徒然草にも、「一日のうち、飲食、便利、睡眠、言語、行歩、止むを得ずして多くの時を失う」とあって、飲食や睡眠と同じ位、用便に時間を費やしたとも思えないが、なんにしても大小便の意で、便利の便の字を使っていたこともあるので、おおよそ間違いのない判断であるような気がする。まあ、この話は、いずれ暇のできた者がもう少しつめてみるということで、お開きになった。

同じ便所の意でも、W・Cは聞くところによると世界共通なのだそうだが、これも早稲田の方には申し訳ないが、W・Cは、よくワセダカレッジだとか、ワシントンカレッジに行くなどと称して、面白がっていた記憶がある。このW・C：Water closet：水の私室と何とも気の利いた言葉である。従って水洗でない便所は、D・C：dry closetとなるのだそうで、当日本国は、水洗であろうと汲取であろうと、包括してW・Cと総称している。日本でも川屋などといっていたから、水流処理の考え方なり、慣習は必ずしも欧米人種に限られていたものではなく、比較的安易に水や水流を求め得られた所に、この水洗様式が育ってきたものであろうが、日本には人間関係の葛藤から生じた醜悪な塵芥も、「水に流



す”という生活思想が普遍し、川水を平気で汚す投棄行為の不感性にまで、成長してきたのかもしれない。

さて、この水洗便所の普及も、手前味噌にはなるが、当仙台市では、この1月に90%の大台を越えた。公共下水道の処理区域内における戸数90,000戸のうち、84,000戸程の水洗便所化が進んでいる。3年以内に水洗便所に改造しないと、10万円の罰金ですよと、脅かしだなどと思われない程度に、この辺に力点を置きながら、声をからしてPRに努めた甲斐のあったものであろうが、この水洗便所改造義務の法制化の重みは大きい。

それにしても、水洗便所に改造された方は、おおげさに見えるほどに一様におっしゃる。「いやあ、実に快適ですね」。私は思うのだが、水洗便所の改造には少なくとも、20万円から30万円の思わざる支出があるものだから、内実はほぞを噛みながらも、投資効果は極めて大きくて、素晴らしく有利な還元であったと、自らいいきかせ、自ら納得しようとする、い

じましい姿勢ではないだろうか。このお金のことだけでなしに、水洗化しようとする市民の側にも、いろいろと問題が派生してくる。公共下水道に簡単につなぎ込める所はよいにしても、他人様の土地を通さなければ利用できない方は、洗濯水位ならいざしらず、他人のうんこを流す下水管なぞまっぴらと断られる。水洗化の義務者は家主なのだが、その家主がなかなか改造しない。家主がやってくれた途端、家賃がぐんとはね上がった。借家人が自分でやろうとしても、家主が承諾しない。

こういうのは、大抵この際、店子を追い立てたい下心のある大家さんに多い。こうしたことで水洗便所改造を機に、人間社会の冷たい、醜い絡み合いがはしなくも私達の前に現われてくる。そして、水洗便所普及の担当は、水洗化100%の重い課題に喘ぎながら、このおぞましい柵の中に、自ら飛び込み今日もまた多忙な一日を送ることとなる。

支部総会開催にあたって



渡部 幸雄
酒田市水道部長

第44回日本水道協会東北地方支部総会が、酒田市および鶴岡市の共催で今年の7月に当地で開催されることはまことに光栄に存じている次第である。あまり名の知られてない当市のこと故、酒田について知らない人が多いことと思うので、総会においでになる方々に何かのご参考になればと、酒田市の生い

たちなどについて記してみることにした。

酒田市は、日本三大急流の一つである最上川の河口にひらけた人口約10万人の港町で、古くは「砂瀉」あるいは「坂田」ともいわれていた。古い呼び名から連想されるように、日本海側特有の強い季節風の影響でできた砂丘地帯に位置している。現酒田の対岸の黒森



地域から石斧、石槍、石鏃および縄文式、弥生式土器や住居跡が発見されている。これらの遺物や遺跡に見られるように、酒田の発祥は、西暦紀元前5、6千年頃から紀元前後のものとして推定されている。

酒田郊外の本楯地域には、「城輪の柵趾」というわが国古代史の謎を包んだ一大遺跡がある。この柵趾は、昭和6年に偶然に発見され多くの学者によって研究されたが、出羽説、国府説、国分寺説などの諸説が出て一定しないため、地名をとって「城輪の柵」と呼ばれている。昭和40年から文部省による発掘調査が行われ、建築遺構と瓦が平安期のものであること、付近に国府や条里制にゆかりのある神社名や字名が多いことなどから国府説が有力視されていたが、昨年それがほぼまちがいないことがわかった。

藤原清衡が平泉に中尊寺をつくり、東北を仏教の理想によって治めようとした時、京都からたくさんの仏像や仏師、建築家が流入したわけだが、その際酒田港は京都と平泉を結ぶ港として活躍したといわれている。

戦国時代から日本海沿岸や内陸河川交通の要地として、酒田港には多くの豪商が本町に軒を並べていた。中でも、南部藩の定宿として日本海貿易に活躍した二木家、西鶴の「永代蔵」に「北国一の米の買入」と書かれた鑑屋、日本一の地主として知られた本間家などは酒田を代表する商人といえる。「本間さまには及びもないがせめてなりたや殿さまに」と唄われた本間邸は、現在市の中央公民館に、また文化10年につくられた別荘は本間美術館として利用されており、昔日の面影を偲ぶことができる。

寛文12年の河村瑞賢による西廻り航路の開拓で酒田港は一層繁盛し、江戸時代中期には97軒もの廻船問屋があり、その蔵々には百万両にもものぼる物資が収められていた。また、酒田町組が泉州堺の会合衆のような36人衆に

よって治められていたことは、自衛都市または自由都市の面目を示すものとされている。

このほかに、昔日の繁栄を偲ぶものに新井田川岸に立ち並ぶ山居倉庫がある。むかし、最上川ぞいの各藩の米は、酒田に集められ酒田で取引された。この取引を円滑にするため、寛文以前(1660年頃)から米券が使われ、それと共に新井田川岸には庄内藩のいろは四十八蔵、山形蔵、本間家の下蔵をはじめとする商人の米蔵が立ち並び偉容を誇っていた。いわばその残りが山居倉庫である。現在は、庄内経済連付属倉庫となっており、土蔵造り15軒、60キロ袋20万袋(12,000トン)の収容能力をもっている。

日本海に面する日和山公園は、港湾を見おろす丘陵にあり、文代10年の常夜灯や明治初期の木造の灯台が保存されている。出羽三山の秀容、最上川の清流を望み元禄2年酒田を訪れた俳聖芭蕉が「暑き日を海に入れたり最上川」とよんだように、特に日本海の落陽の景観は雄大である。園内には芭蕉句碑、河村瑞賢倉跡などがあり、この公園に隣接して鎮守下の山王社の宏荘な社殿があり、ここから本間光丘が植林した緑の松林が延々とつづいている。市内日吉町2丁目にある海向寺内には、山形県内にある6体の湯殿山系即身仏のうち、2体(忠海上人、円明海上人)が安置されている。

酒田港から39キロの海上には、周囲10キロで多くの伝説と名勝をもち、釣りと観光の島「飛島」があり、酒田港から定期船で1時間50分で渡ることができる。38年国定公園に指定された天然記念物の「うみねこ」の繁殖地でもあり、紺碧の海には県指定の「さんご類群地」が特に有名となっている。

以上、かいつまんで酒田市の生いたちなどについて記してみた。まとまりのない散文となり恥かしい限りであるが、当市においでの際、何かのお役に立てば幸いである。



伊豆の下田



飯田喜八郎
下田市水道課長

下田市は、静岡県伊豆半島の東南端に位置し、相模湾にのぞんでいる。気候は黒潮の影響を受け海洋性の温暖地で、風光明媚な自然環境は小高い山々に囲まれ、27kmに及ぶ変化に富んだリアス式海岸で形成される海岸線の美観で代表される。

この景観のすばらしさは、観光来遊客をあきさせることなく、そこに引留める要素をそなえ、臨海レクリエーションの場に適している。なかでも、須崎半島の爪木崎、須崎、下田公園周辺の雁島、和歌の浦、赤根島、志太ヶ浦、大浦、田牛の下根、本根竜宮島は特にすぐれており、この景勝地の間に白浜、外浦などの海水浴場はその数カ所を数えるほど自然に恵まれている。また、深く湾入した下田港は、稻生沢川河口にできた港湾で、歴史的に鎖国日本から開国日本への口火を切った港である。

古く徳川幕府は、伊豆を天領にして隣りの河津町縄地に縄地金山を開発したため、日本有数の鉱山となり、従って物資の集散で下田港は急激に繁栄した。当時、金山奉行は「大久保長安」で下田の町並や税制も定めたといわれている。江戸開府以後は大阪・江戸間の航路が海上輸送の大動脈となり、下田港は出船、入船三千艘といわれるほど繁昌したので江戸治安維持の要衝として遠見番所がおかれるようになったが、享保年間に浦賀へ御番所がうつされると急に衰退し、背後は天城山に

閉ざされているので陸の孤島となった。

また幕末、嘉永7年日米和親条約の締結、「太平の眠りをさます蒸気船一たった四隻で夜も眠れず」といわれたアメリカ使節ペリー艦隊の入港、吉田松陰が金子重輔と共に下田碇泊中の米艦に潜ぎ寄せ密航を求めて拒否された事件、また安政年間に入り日露和親条約の調印、米駐日総領事ハリスが柿崎玉泉寺に日本最初の米国領事旗を掲げるなど、開港史の舞台の中で「駕籠で行くのはお吉じゃないか、下田港の春の雨……」と歌にまであられる唐人お吉の悲恋物語はあまりにも有名である。

明治、大正の交通機関は陸ではガタ馬車、馬力により、海上は先に述べたように貨客混合の帆船、汽船があったが、後に下田自動車会社が設立され、ハイヤー2台で川端康成文学の「伊豆の踊子」で有名な天城越えの定期便をはじめ、温泉を中心とする観光宣伝もするようになった。また、伊東—下田間の県道（現国道136号線）開通は南伊豆の発展につながり、海上は大島—下田間に観光定期航路を開き、三原山、唐人お吉の宣伝に成功し、その上蓮台寺温泉よりの引湯に成功し「下田温泉」が出現したわけである。

昭和30年、下田・稲生沢・稲梓・白浜・浜崎・朝日の6カ町が合併し下田町が生まれ、経済圏も拡大し、さらに昭和36年に伊豆電車が開通し、下田より東海道筋に出るのに4時



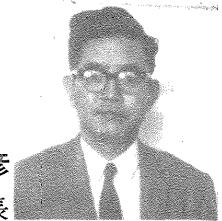
間余り費やしたのが1時間半と短縮され、東京、名古屋よりの日帰り旅行も可能となり、かつ昭和42年に伊豆東海岸線のドライブを満喫できるドライブウェイも完成し、陸の孤島としての宿命をぬぐいさり、画期的な観光開発につながり、下田の発展と共に昭和46年、市制施行となったわけである。

下田市の過去の姿は、前述のように歴史的な面があり、陸の孤島と呼ばれた下田には、数多く残された大自然美と温泉の湧出と、史蹟名勝に加えて純朴な人情風俗と、温暖な気

候とに恵まれた楽しい楽園であり、南伊豆のすべての中心地として生きつづけてきた。近時、観光という要素が、生活へのうらおいとして一般に求められだすと同時に、熱海に次いで大衆の憩いの場として利用されますその流れは下田を中心として発展しつつある。

下田市は、さんさんと輝く太陽と、透明な青い海と緑の山にかこまれ、滌てしない太平洋に臨んだ自然の懐にすがすがしいやすらぎを湛える観光都市として着々と歩んでいくにちがいない。

私の昭和史



小野久彦

埼玉県企業局技監兼水道部長

大正13年生まれで昭和の年代と同年令である。水道屋になった年数は短く5年目であるが、職業は一貫して水の技術者と心得ていて、水にまつわる昭和史をつづって昭和50年をくぎりとしてまとめてみたい。

昭和初年代、中部地方東三河豊橋市で生まれ育った。当時は生糸玉糸の生産地といった人口10万人程度の平穏な田舎町で、自動車もめずらしく町内に外車のタクシー数台と米屋のトラックがある程度で、ガソリンののびを追いかけた。駅には到着の荷物をさばく荷車引きが犬を補助にして近所の倉庫に運んでいた。その頃の小川はどこでもフナ、ドジョウなどが沢山いて、四ツ手網とバケツを持って終日過ごしたり、堰場の上下流で1メートル程の水深の場所は、夏の水遊び場になってカッパ天国であった。

市内には牟呂用水（新川とっていた）が水量豊かに流れ、子供の時には大きな流れで、どこに行く水路かなと思ったが、海岸干拓地の神野新田へ引く豊川の水であることを知った。住居の近所に近藤という代議士がいて、渥美半島に水を引くことを大人達が話していて、それが後年天竜と豊川上流の水を延々と導水する豊川用水となったわけであるが、水のことは長い年月をかけて住民の希望が取り入れられて成立するものであることを教えられた。

昭和10年代。戦争色となったが、中学、高校、大学と恵まれた環境にあって成長した。学問と運動（柔道をやった）、教科の軍事教練で心身のたんれんに明け暮れた毎日であった。英語は読むためにあるので、発音練習は身に入らず、後年外国に出掛けて大変苦勞した。



やはり教育は役に立つようにしておくべきもので、多少話ができれば楽しみが増し、会話は発音の練習である程度の用が足せるものであると実感した。

理科系統が好きで、また自然を相手にする動植物学、地理学なども興味があり、高校理科、大学工科へ進んだ。しかしその頃文学があり、哲学があることを知って始めて人は何で生きるかなどの疑問を持ったところで終戦となった。その時、職業の技術を身に付ける土木工学を学んでいたが、何の役に立つのかは分らなかった。卒論を吉田教授について、学問とは何ぞやの話を聞いて発ふんしたものである。

昭和20年代。大学卒業の昭和22年9月にカスリーン洪水が襲来して、弟のいる三菱製紙金町工場に尋ね、中川（古利根川）水害の状況を見て自然の恐ろしさを痛感した。埼玉県土木部に奉職して、早速利根川沿川の河川調査行を命ぜられ、それ以後、河川技術と水に関することに生涯を送ることになった。県下の中小河川、荒川の河水統制調査を手掛け、東部平野の中川水系に10年余を過ごし治水、利水の何であるかを学んだ。

その頃の河川は局部的なところを除いて、水流はきれいで、隅田川上流の新河岸川なども台地よりの湧水で清流に近く、魚もおりその水流を使って工場用水、農業用水に使用されていた。山の河には吸盤を持ったカジカが測量をしている足許にいたり、中川の流量測量の合間に泳いだりした。それらがどうして、何時の間にか人間の生産活動が活発になり、都市化が進むと共に汚濁され、魚も住まず、用水にも使えなくなってしまったのであろうか、河川を扱う身にとって悲しくうつった。

現場の所長をしている時に、住宅団地などの排水口を河川に放流する相談が多数持ち込まれ、心では猛烈な抵抗をしても、法的にはことわる何もものもない。人間の住宅を作るた

めに、生産を上げるために仕方がないという、水質汚濁を告発するのに魚が最先にいつてくれたらと思った。その頃は洪水に対応する工事で、河幅を拡げたり、堤防を作ったりすることが河川の仕事で、個人は局部的にその持場を守り、それで社会に貢献し、その他のことはみんなどうまくやるだろうと漠然とした考えであった。

昭和30年代。いわゆる高度成長に移り、都市化が進み、各種の産業基盤作りがスタートした。農業も増産し、土木事業も年毎に増大した。東部中川流域の河川計画と改修に従事し、江戸時代よりの先人の残した用・排水の水利系統がほとんど完成の域に達していることを知り、いかに農業投資が国益として日本民族を養ってきたかを思い、それらの延長線での河川と水利の改良に力をつくした。

しかし、あまりの急速な都市化と工業化は、それらを乗り越えて進んでいた。自然をうまく改造して利用していた農業基盤を破壊し、低地の浸水地帯、いまそれ以上に河川区域にまで宅地造成が進み、また一方ではそこの河川はドブ河と化していた。

その後、水資源開発公団に移り、東京砂漠を救い、オリンピックの水を間に合わせるため、利根導水路の朝霞水路、武蔵水路の仕事に従務して、首都巨大化への進軍に大いに手を貸した結果となった。

40年代。都市河川の整備、内水排除の排水ポンプ場の建設などを計画し、その後、用水供給事業の都市化対策に追われる現在である。この間に3回の国外出張があった。10年前、インドに国際かんがい排水会議で1カ月ばかりの視察をした。雪のあるヒマラヤより流出するガンジス河は年間の流出量が豊かで永遠の河と尊ばれ、一方デカン高原より発する河は洪水時には暴威をふるい、旱天時には渇水となって悪い河だと称されていた。そこにダム貯水池を作って、インドのピラミッド、テ



ンプルだといって人海作戦で築造しているのを見て感に打たれた。

その後2回の欧米視察で、先に河川調査団に加わり、昨年水道事業視察の機会を持った。英国が水の一元化で、島国イギリスの水制度を発足させている様子を見て、日本でも早くそのようにならねばと思ひ、その途の何とけわしく、現実と程遠いことであるかを毎日の業務を通して実感している昨今である。

それぞれの時代により、人の一生において

様々な経験をすること、また仕事にたずさわることには局限されたものであり、何とか人間が、社会がうまくやるものであると考えていたものであるが、必ずしもそうでないことを知って、やはり力をつくして生命の源である水の保全なり、適度の水利用方法について十分な注意をして実行しなくては大変なことになるぞと、そのように考えてこれからの昭和50年代以降の心のいましめとしたいと思う。

水汲みの思い出



山本 峯吾

八王子市水道事業管理者

ソ連に抑留され冬のきびしい洗礼をうけ、メーデーがすむ頃になると、捕虜に課される作業も多様化していた。

昭和21年の夏、私はポリショイボルという小高い山の中での生活を送った。ここは、数キロ離れたエラブカという町にある捕虜収容所向けの、主として燃料用の原木を伐採する作業隊であった。当時、エラブカには2つの日本人捕虜収容所があったので、その燃料も相当な量になっていたことと思う。

私達のいたポリショイボル伐採隊は、ドイツ人捕虜がいたのであるが、日本人と交代して、いずこともなく送られていった。ここにいたドイツ人達は長年の捕虜生活の知恵で、きわめて要領よく働き、そして栄養も満点だったという話を聞いたものだ。この山の上の収容所は、松林の真中に約600坪程の平地をつくり、宿舎、付属建物があり、150人位の

収容力があつた。

宿舎は半地下式のワンルームで、通路をはさんでその両側に二段式の棚があり、直径20センチ位の丸太が並べてあり、薄い藁布団をひいて寝るのであるが、丸太が背中に当たってゴロゴロした。また、屋根もお粗末なもので、板の上に山からとってきた羊歯の葉を幾重にもかさねて、その上に土をのせてたいた程度のもので、一度雨に見舞われると、浸透した泥水があちこちから漏ってきて、時には上段から下段へも水滴が落ちてきて、品物を移動させたり大騒ぎを演ずることもあつた。

ここの作業も、いくつかの班に分れ、原木を伐採する班、集積する班、筏を組む班、炊事班などは、やや固定した勤務になっていたが、私などは雑役要員だから、時には植樹、コルホーズ、製材所の手伝いなどにかり出されていた。そして、問題の水汲みの作業が10

Essay

日に1回位の割でまわってきた。

何のたのしみもない、しいんと静まりかえった山の生活である。月の夜などは、コンボイ（看視兵）が奏でるアコーディオンの音に耳をすませたり、原木受領にきた町の収容所の仲間から、情報を聞いたりする程度で、休みの日はもっぱら寝てくらしした。

話題は、いつ帰れるか、そして食う話、家族のことに落ちついてしまう。ここの勤務も大体半年位と聞いていた。町の収容所はここより施設もまじだ。作業の種類も多いし、同じ部隊の仲間も多い。そして、帰ることについても、それがデマであったにせよ耳に入ることが多い。

山の生活で一番困ったのはなんといっても水であった。この収容所には井戸がなく、水は1キロばかり下った麓の小さな部落の井戸から運搬するのだから、まさに貴重品そのもので炊事用も食後の湯茶に充当する程度で、とても手洗、洗濯、入浴などは望むべくもなく、垢と煤と埃にまみれた衣類をまとわざるを得なかった。馬も牛もいないし、エンジンのついた機械もない。水も人力で運搬するのである。

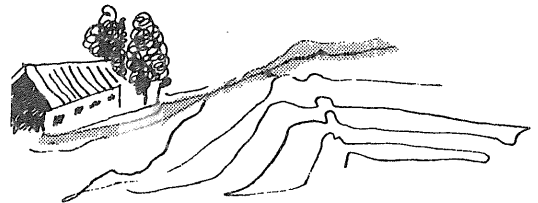
さて、この水汲みであるが、ちょうど大八車のような車に、ポーモカ（木樽・容量200ℓ位）を2個ロープで固定し、これを10人位で引くのである。毎日2台の水汲み車が出た。1本のロープの両端を車体に結びつける。この主綱に一定の間隔をおいて2列に並び、肩に当たる部分に布をまきつけて引綱としたものを肩にかける。1人は主綱の先頭、1人は舵取りの役をする。下るときはブレーキをかけるために、車の後部から背中にそらして下る。登りは大変骨が折れる。

捕虜は腹をすかさぬように、つかれぬように、そして叱られぬように心掛けるべきなのだが、この水汲み作業はそうはいかない。水をポーモカの九分目位に汲んで、小さな蓋を

うかべ小休止をおえて登りは始める。10人が1つになって、掛声勇ましく四つん這いに近い格好で車を引かねばならない。道はだらだら坂、幅は3尺の林道で数カ所に難所があった。それは松の根が道を横切っているのである。そして、この根を通過するときにまた一苦労だ。2人は引綱をはなれ、車の両輪を回すのである。

一滴の水もこぼしたくない。せっかく汲んできた水だと同ががんばるのだが、根をこしたとたんに、ドシンと鈍い音がして、ポーモカの水がザブザブゆれてザーッと流れ出す。やっと炊事場について、この水をかい出すときはやれやれと一息つく。先刻、道に吸われた水がもったいなくて仕方がない。1日3回のノルマはきつかったが、たまにはよいこともあった。それは、コンボイの目を盗んで、部落の人から馬鈴薯や黒パンを買うこともできたし、物々交換ができたこと、またコンボイによっては、川で水浴や下着の洗濯を許してくれたことであり、さらにはうまい水が自由に飲めたことであった。秋も深まり雪の降る頃になると、水汲み車は轡にかわるが、雪の坂道のこと、さぞや苦労も多いことと思った。私は、雪がつもって車が轡にかわる頃、町の収容所にかえり、水汲みの重労働から解放された。

今日、水道事業に携わらせていただいているが、水は貴重なそして有限の資源。水を求めることのいかに重大なことを、しみじみと思い知らされるのであるが、事の大小はとにかくとして、この水汲みの体験はまたとない得がたいものをつくづく思うのである。

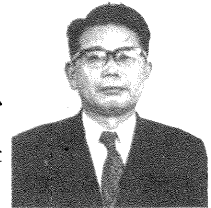




偶 感 二 題

杉原修治

財団法人水道サービス理事長
(前名古屋水道事業管理者)



1. パイプ

人間の生活に1日も欠くことの出来ない水を間断なく家庭や工場、事業所に円形の断面を持つパイプで送り続けている。水道屋にとってパイプは、最も重要な商売道具である。

世の中にパイプが発明されなかったら、水道事業は成り立たないし、今のようにロスを少なく円滑に水は送れないだろう。なんでもないようだが、パイプを考え出した先人の知恵に感謝しなければならぬ。

パイプは自然の造形の妙、円形の樹木の幹からヒントを得たことである。パイプは物を送ったり、外からの力に耐えるのに、最も理想的な形態といえる。人間の血管もそうであり、子孫繁栄の道具も一種のパイプを通じて行われる。

なんといっても最近のめざましい科学の発達には、パイプが大きな役割を果たしている。将来、最も早い陸上の交通機関はパイプの中を走るともいわれ、またパイプを通じて地球の反対側へ行くことも考えられていると、なにかで読んだことがある。

とにかく、私どもの周囲はパイプだらけである。現代の文明は、ある面ではパイプの文明といえるかも知れない。

形の上で最高で理想的なものは、円または円筒であろう。将来人類の幸せには、科学的にも精神的にも、ますます円を利用するであ

ろう。

水道事業の話に戻るが、水道管が破裂すると、断水とか浸水とかで大変なことになるので、水道管の破裂防止は水道屋の重要な仕事であり、毎日これが防止に万全の策を講じている。

最近、パイプ屋さんの努力で外圧にも、内圧にも、腐食にも強いパイプが造られ、水道事業のために非常に貢献しており喜ばしいことである。今後とも便利なものを研究工夫して造って欲しい。水道事業の健全な経営は、破裂や漏水のないパイプの布設にあるからである。

ところで、パイプの流通が悪く、今一番問題になっているのは、人間同志の心を結ぶ社会環境である。親と子から始まって友達同志、先生と生徒、学生同志、国と国民、国と国を結ぶパイプの故障はえらい騒ぎを起こしている。人間同志の心を結ぶパイプの流通を良くして、平和で円満な世の中にしたいものである。

2. 水と緑を街に

大気には多量の排気ガスが含まれ、空は灰色となり街路樹の緑は色あせ、加えて河川には家庭や工場から廃液が流入、周辺には名種の騒音があふれている。こんな環境の下で日々の生活に追い回されている市民は、ストレスに悩み心の安定を失い、公害病におののき、



自然への郷愁を強烈に覚え、身近かになにか心の安らぎを与えてくれるものを求めている。

外国では、古くから都市で人の多数集まる所には必ずといって良い程、豪華な噴水が造られている。わが国でも有名な庭園のほとんどは水との配合美、調和美が特色になっている。人は水に接することによって気分がやわらぎ、爽快感を覚えるものである。

たしかに水は人間に密着している。人間は、産湯から末期の水まで水の世話になるし、五体の大半は水分である。こういったことから水のありがたさは、計り知れないものがある。

私の住む名古屋市は、戦後立派な都市計画で広い道路では有名になったが、自然の川がなく、水と緑が不足し殺風景な街である。木曾川に浄水を求めているので、水道の水は、良質で豊富であるので一応心配はない。

数年前、百米道路に地元の方の寄付で、小

川と林の小公園と噴水が贈られ、ガツガツした生活に潤いを求める市民への素晴らしい贈り物になってはいるが、まだまだ水と緑に不足している。

木曾川の水を人工のどぶ川、堀川に引いて浄化し、美しい街作りが数年前から計画され、予算の一部が今年計画されたそうで誠に喜ばしいことである。

私の愚かな考えではあるが、神戸市の須磨にある噴水公園のようなものを百米道路に送ったらと思う。幸い今、百米道路の南端の公園の地下に、堀留処理場の拡張工事がほとんど完成し、相当高度な高級処理が出来るそうだから、この処理水を噴水公園に利用したらどうだろうか。

とにかく住みよい、美しい名古屋の街作りには、きれいな水と緑を豊かにすることである。

黒部の峡谷

阪 本 保

豊中市水道事業管理者



もう7、8年前にならうと思う。旅行好きな同志が集まって、「黒四ダム」でも行こうと衆議一決。当時は立山を貫き、室堂へぬける立山トンネルも開通しておらず、大糸線信濃大町駅からの大町ルート1本しかなかった。

ダム見物だけではという意見も出て、Y君が関西電力本社に知人がいると聞き、発電所をも見たいと交渉をY君に一任した。ところが関電の方から、当社専用の軌道もあることですし、宇奈月の方から登られたらどうです

かというお話。一同大喜び、お言葉に甘えて、宇奈月よりのコースをとることにした。

梅雨明けの6月下旬、黒部峡谷の探勝と黒四ダムを見るとて、同志の面々、土曜日の午後、北陸線富山行特急「雷鳥」に飛び乗る。北陸路の風景を車窓から眺めながら……無事に富山駅に到着。富山・宇奈月間は、富山地方鉄道黒部線。ローカル色豊かな特急電車です。1時間。宇奈月温泉は北アルプスの山裾で、黒部峡谷探勝の根拠地であり、黒部川上流の



峡谷に添った台地の温泉街であった。宿に入って豊富な温泉に肩までつかり、旅の疲れをいやす。

清遊一泊、翌朝は天候に恵まれ絶好の行楽日和。8時過ぎに黒部鉄道の宇奈月駅に行くと、関西電力から2人の社員がお出迎え。後で聞いた話だが、同社の会長が本市(豊中市)在住とて、会長からの特別のご指示があったと聞き、一同恐縮したものである。秘境といわれた黒部峡谷も、黒四ダム建設という社運を賭けた大事業で、日本一大きな発電用のダムと、最大出力25万8千kwを誇る発電所を造る工事、31年から8カ年の歳月を要した難工事と聞く。

いよいよ、われわれは5両連結の日除けのある「トロッコ」ともいえる黒部鉄道の車中の人となる。5、6人で一杯、前の人に膝が触れ合いそうな小さな箱。やがて発車のベルと共に、30km程度のスピードで列車は進む。

峡谷に添って登って行く列車。鉄橋を渡ると90度のカーブ、また峡谷。黒部川本流の水、兩岸のせまった絶壁の色とりどりに、藍色にも、碧色にも目に映る清い水。人跡未踏といわれていただけの峡谷、断崖絶壁の連続。いまだに山肌に万年雪の残れる箇所が多数あって、その雪の下より清水のように湧き出る雪融け水が谷に注ぐ。水量においても、発電用落差においても、最も適した河川と同社社員の説明。川原での露天風呂あり、兩岸の絶壁と奔流する清水の対照がえもいわれず美しい。

約2時間の景勝に感嘆の声をあげて、^{けやきだいら}樺平駅着。普通、ここで廻れ右というところだが、同社のご好意によって、上部の同社専用軌道へ。まず、工事用資材を運んだというエレベーターで300mを一息に登る。そこに発電所行の列車が、われわれのために待っていてくれた。途中熱気のむせるトンネルをくぐるとあって、下の列車と違い、鉄板で囲った有蓋列車で進む。

峡谷美は一段と美しく、眺望も開けて、途中展望台という所では、列車を止めて遠く「白馬岳」と北アルプスの山々を眺め、その雄大さに声なし。サウナのようなトンネルをくぐると、高い高い鉄橋。鉄橋を渡ると、山腹にあるという地下発電所に到着した。

近代的な建造物、これが山の中か(地下か)と目を疑う。宿で作ってもらったお弁当、お茶を戴いて食べる。水質が良いのかお茶がおいしい。午後、発電所内の各施設を案内してもらう。この地下に、建坪2043㎡の建物、発電機、立軸三相交流式3台、うち2台がうなりを上げていた。3台運転で25万8千kwと聞く。

発電所の見学も終わって、こんどは「インクライン」という斜面を上下する箱型の乗り物に乗せてもらい、約100m程登る。トンネル型式のその側壁からは、かなりの水量の湧水が滔々と流れ、手を差し延べると痺れるような冷たい水。竪穴・横穴を幾本も掘っての難工事であったと聞く。登り切ると、同社専用の黒部トンネル。マイクロバスで「ダムサイド」に出る。ダムはアーチ式ドーム溢流型で、高さ186m、堰堤の長さ475m、上部幅8m、下部では39.7mとか。黒部湖といわれる人造湖、面積約3.8km²、貯水量1万9928t。ダムサイド下では、湖に浮べる遊覧船の建造が着々と進んでいた。

真白に雪をかぶった「立山」が目の前に迫り、吹き降す風に大町ルートで登ってきた観光客も、首をすくめてダムサイドの記念碑前で写真撮影などをしていた。

われわれも、この雄大な景観を心に残しながら、関西電力KKのご厚意に、一同深謝しつつ帰途につく。大町トンネルを専用のトロバスで扇沢へ、扇沢から信濃大町駅へは観光バスで……。

黒部の峡谷、その景勝は日本でも指折りのものというだけあって、その峡谷美はすばら

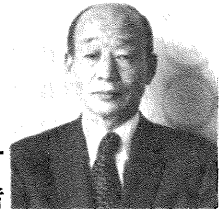


しい。宇奈月から樺平までを下廊下、樺平から上流を上廊下といい、すばらしい水の色、その印象が今なお脳裏から離れない。

昨年7月、はからずも14年ぶりに古巣の水道局に帰っての水商売。

自己水である猪名川の水、大阪府営水道より受水の淀川の水。近年、都市化の現状からの水質の汚濁。それを思う時、黒部の水が、なお強烈に思い起こされてならない。

雑 感



土 田 富 一
東大阪市水道企業管理者

東大阪市は、大阪府の東端にあり、東は生駒山系の分水嶺を境界として奈良県生駒市と接し、北は大東市、南は八尾市、西は大阪市に囲まれ、河内平野の中央に位置する商工業、住宅のまちである。その間を、かつて大和川の本支流や分流であった恩智、長瀬、楠根(第二寝屋川)、玉串の4川が南北に貫流している。しかし、現在の姿が出来上がるまでには、極めて複雑な変化が秘められており、それは、また大きく見れば、日本列島そのものが辿ってきた激しい変化の一端であった。

すなわち、古生代から始まり、その後地形は種々変遷を経て、氷河期に生駒山麓に一大江湾が形成されたが、淀川と大和川がこの江湾に土砂を運び徐々に埋めていった。次いで、弥生時代になると、古代人は退く海を追って、ようやく居住できるようになった沖積平野に下ってきた。

このように本市は、古くから人が住み、遺跡の位置や道具の種類からみて、展望と防御に都合のよい地域で、湧水と交通に便利な場所に住居を構え、採取経済を営むうちに、次第に石器の加工技術も進んで、新しい狩猟、

漁撈の生活を展開していったらしく、遺跡から植物の炭化物が発見されることは、火を利用されていたことを推定させる。また、海と山の幸に恵まれた生駒山麓の地帯は、原始的な生活を営むのに好都合なところであったようである。それ以後、弥生時代、古墳時代と、東大阪市の全域にわたり人が住みつくようになり、戦国時代には、市内至るところで合戦があり、今なお古戦場の跡が残っている。

古来、河内は川の国とも呼ばれ、北には摂津との間に淀川が流れ、南には初瀬川を源流とする大和川があり、宝永元年(1704年)、現在のように付替えられるまでは、南河内を北流してきた石川との合流点から、幾筋かに分かれて西北に流れ、大阪城の東をまわって淀川に合流していたものである。

大和川は、古代から相当盛んに利用され、中世においても衰えることはなかったが、その顕著になったのは近世になってからである。河川のあるところ、そしてその利用の可能なところにおいて、川船の活躍が際立ってくるのは当然で、ことに河内のように、大阪を間近かにひかえていたところでは、大阪と結び



随筆

つきつつ川船の航行は飛躍的に発展していった。その後、大和川筋では剣先船が活躍し、大和川の付替え後、恩智川、楠根川、寝屋川筋で債積み稼ぎが賑わった。

こうした川も、大和川付替え以前は、旧大和川筋の氾濫に起因して、平均10年を周期として水害が続発し、本市の西地域の住民は、そのために苦しんだことがたびたびあったが、大和川の付替え後は、この川による水害はほとんど後を絶ったものの、逆に旱害に苦しんだ。そこで、旧大和川の樋から引水して灌漑を行うほかに、野井戸を掘って灌水するようにした。少し雨が降らないと、野井戸に「はねぎ」を立てて水を汲み田に注いだ。また、水車を踏んで川の水を田に揚げることもあった。神仏に雨を願う雨乞いの行事なども、当時としては切実な対策の一つであったといえよう。

市内西地域の中心には、前述のように、昔から長瀬川が南北に流れており、両側の土堤には柳が植えられていた。当時の川は、綺麗な澄んだ水が流れ、川底がはっきりと見え、小魚やシジミが棲息し、子供の良き遊び場であった。また、この川には川舟が行き交い、物資の運搬が盛んに行われ、その中に混って八百屋が商品を山積みにして、客を呼ぶ光景が見られた。今にして思えば、実にのんびりした情景である。ところが今では、工場や家庭から排出された水がこの川に放流されるため、川底が見えないばかりか、虫も住みつかないまでによごれ、排水路と化し、この川を横切る幾本かの橋と堤の石垣とが、やっと昔の面影をとどめているに過ぎない。

このように、本市は、その環境の変遷が特に激しいが、もう一つその顕著なものに、新興宗教があった。本市を東西に縦断するかっこうで、大正3年に大阪電気軌道（現在の近畿日本鉄道奈良線）が開通し、長らく旧態のままだった農村からいち早く脱皮し、大阪と

の関係が一段と緊密になり、実質上大阪市そのものの一部ともいえるべき衛生都市となるに至ったが、その後間もなく、布施駅の東約1kmのところに人の道教本部ができ、毎日善男善女がお詣りにつめかけ、非常に繁栄したところから、現在の永和駅（当時、人の道教の仮駅）までが増設されることになった。総銅板葺き鉄筋コンクリート造りで、千畳敷の大本堂を擁するものであったが、現在では、あとかたもなくなり、その跡地に税務署、郵便局などが建ち並び、かつての偉容を誇った人の道教大本堂を知る人は少ない。

ところで、昔からこの地方では、家庭の使用水はすべて浅井戸に頼っていたが、水質が悪く、そのため各家庭では、大きな水ガメの中へ、長瀬川からとってきた砂や木炭を入れ、水を濾過して使っていた。しかし、それでも良質な水とはならず、住民は長年にわたって苦しんできたが、昭和の初期になって水道設置の声がおこり、昭和5年7月に水道創設の認可を得て、昭和7年3月から布施町営として初めて給水を開始したのである。

昭和12年には、布施市の前身である布施町と小阪町が合併し、また、昭和42年には布施、河内、枚岡の3市が合併して東大阪市となり、今日では井戸水を使用している家庭は、海拔120m以上の給水区域外の地域の一部を除いては、皆無といってよいくらい水道が普及し、人口の増加とともに、水道事業は毎年拡張に翻弄されている有様である。

水道事業には、経営に必要な料金問題が介在している。本市は、昭和47年4月に料金を改定したが、その際、市民との対話において「電気、ガス料金は都市間の格差がないのに、何故水道料金には格差があるのか」という質問が数多く出て、答弁に苦労したことがあった。諸物価の高騰などの影響を受け、今後一段と市間の料金格差が著しくなってくることは必定で、市民感情としても、いずれ受入れ



られない状態になってくるものと思われる。

もとより、水道事業者としての使命は、まず第一にあげられるのは水源確保であり、次に市民皆水道、施設の維持管理の万全を期すこと、最後に財政の健全化を図ることである。この使命を達成するためには、現在のように、市町村単位の小規模な水道事業方式から脱皮し、大規模化する方向で再編成する必要があると信じている。このことによって、料金格差の是正、経費の節減、施設使用の効率化に貢献することは疑わないし、本市が過去合併した後の経過からみても明らかなことである。

幸い、昨年厚生省の生活環境審議会においてなされた「水道の未来像と、そのアプローチ方策についての答申」の中に広域水道圏の設定がある。すなわち、水道は、国民に等しく均衡のとれた負担で、同質のサービスを受ける状態を目標に、その生活に必要な水道水を確保供給するという方向を定め、これをナ

ショナルミニマムとして確立すべきであるとしており、この理念に基づいて、水道が直面している水源の確保難、水質汚濁の進行、水道料金の高騰と料金格差の拡大などの課題に対処し、水道の全国的な普及促進を図るために、国および地方公共団体は、自らの責務として水道に関する諸施策を進めるべきであるとし、これを未来像としている。

われわれ水道事業者としては、常に、清浄、豊富で低廉な水を供給する義務があり、加えて、経済性の発揮と公共の福祉増進を図らねばならない使命がある。と同時に、このことを住民が最も望んでいることを十分認識して、これを達成すべく日夜努力を惜しむものでないことはいうまでもない。水源の有効利用、 Nasionalミニマムとしての水道の100%普及、水道料金をはじめ、サービス格差の是正など、諸問題解決のためにも、一日も早く広域水道圏の実現を痛感するものである。

三原よいとこ



山西 幸雄
三原市水道部長

本年度の中四国地方支部総会が5月下旬にわが三原市において開催されることになり、関係者一同大変光榮に思っている。諸先輩の多数のご来光を得たいものと希っている次第である。

受け入れ態勢について一抹の不安を禁じえないが、ともあれ先輩諸氏をお迎えするにあたり、いささかわが郷土の紹介をさせていただきたい。

◇三原の歴史◇

三原市は、瀬戸内に面した山陽側のほぼ中央に位置し、風光明媚、気候温暖の地であり、歴史も古く、930年代に作られた「倭名抄」に備後の国「柞原」（ミハラ）の地名が記され、当時相当に開発が進んでいたことがうかがわれる。源平合戦後、安芸には小早川氏、備後には杉原、渋川の諸氏はいり、それぞれ経営を進め、永享5年（1433）には400～500軒



の商家が集まり、市ができ、塩の積出しや朝鮮との貿易などに活躍する港として繁栄しており、小早川隆景（1533-97）はこうした土地の状況に立って、その戦略の拠点としてこの地に三原城を築城した。

これより後、政治は福島氏、浅野氏とひきつがれ、城下町としての繁栄が明治維新までつづいている。その間、煙草、塩、綿などの生産、加工や早くから高名の三原酒の醸造、刀鍛冶などが活発に行われていた。

昭和に入り、帝人三原工場の設置をみるに至り、付近町村の合併を行って昭和11年に市制を施行（全国で133番目の市）。また、本年3月には山陽新幹線の開通をみて、四国今治、松山方面との連絡拠点として脚光をあびようとしている。

三原やっさ踊り

見たか

見たか 聞いたか 三原の城は

地から湧いたか

浮城か

今から約400年前、永禄10年（1567）戦国時代の智将小早川隆景が、瀬戸内海の水軍を統率するために、水陸交通の要地である備後の国三原の湾内に浮かぶ小島をつないで海城を築いた。

やっさ踊りは、この築城完成を祝って老若男女をとわず三味線、太鼓、笛などを打ちならし、祝酒に酔って思い思いの歌を口ずさみながら踊り出たのが始まりといわれ、それ以来、大衆の中で祝いごとは“やっさ”に始まり、“やっさ”に終わる習わしになったと伝えられている。

その歌詞は時代と共に移り変わり、近郷の地唄なども大きく影響し、歌も身なりも変化し、踊り方も形にとらわれることなく、賑やかなにはやしをとり入れて踊るようになり、はやしことばが“やっさ、やっさ”と声をかけ

るところから、この踊りを“やっさ踊り”と呼ぶようになった。

やっさ踊りの特徴は足の踊りといわれ、動きのある踊りであるが、はやしのリズムに合わせて、各人各様におもしろく、気やすく踊れるところにあり、三味線、鉦、太鼓、四つ竹など賑やかなはやしと歌声に合わせて、各人思い思いの所作で踊るさまは、見ている者も、そのおもしろさに我を忘れて踊りたくなるものである。

◇三原の酒◇

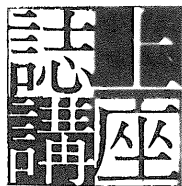
三原の酒造りの歴史はそうとう古く、15、6世紀ごろにはすでに酒造を業にしていたと思われる。

徳川初期の“和漢三才図会”に「和州の奈良、摂州の伊丹、池田、賀州の菊川、備州の三原皆芳醇（美酒）の名を得」とあり、このころの三原の醸造の繁栄を物語り、しかも天下の名醸地として5指の中に数えられたことは、三原酒の伝統の深さを思われる。

慶長5年（1600）、福島正則が芸備に封じられたとき、播州から招かれた川口久衛門宗助の一子、助一郎宗常が西町で酒造業を創業し、東町の酒造家と両々あいまって三原酒の隆盛を謳歌した。

後年、福島正則が広島45万石から、長野県川中島4万石に移封された後も、三原の酒造家川口屋はかつての報恩として毎年角樽を馬で運び、不遇の身にある豪雄多感な福島正則をなぐさめた。

黒田節の「酒は呑め、呑め、呑むならば、日の本一のこの槍を、呑みとるほどに、呑むならば、これぞまことの黒田武士」のあの歌は、黒田武士の一人、母里但馬（太兵衛）が福島正則と酒の飲みくらべをして、名槍「日本号」を勝ちとったという伝説を歌ったものであるが、それが事実とすれば、その時飲んだ酒は三原の酒であったかも知れない。



鑄鉄管の塗装

日本鑄鉄管協会技術専門委員会

長尾正三

はじめに

鑄鉄管の塗装は歴史的に見ると、当初、鑄鉄管が水道用に使用され始めた頃は、鑄肌のままの状態で使用されていたが、1850年代以降コールタールの加熱浸漬塗装が行われてきた。このコールタール焼付け塗装は、その後ほぼ一世紀にわたって実施されてきたが、ここ20～30年の間に、日本を始め米国などにおいても、内面にセメントライニングを施す関係から、外面に対しては常温乾燥型の塗料が用いられるようになり、さらには異形管の内面の赤水発生防止対策としてのタールエポキシ塗装、エポキシ系粉体塗装なども近年採用されるようになり、鑄鉄管の塗装も従来のイメージからはかなり変わってきている。以下、これらについて説明する。

1. 鑄鉄管の塗装規格

鑄鉄管の塗装は前述のごとく、その発生時点において、コールタールの加熱浸漬塗装が実施され、その後、長期間にわたってその方法が採用されてきた関係上、鑄鉄管の塗装規格も、この方法が主体になり規定されてきた。以下、わが国を始め諸外国の塗装規格について大略説明する。

JWWA G 109-1973 水道用鑄鉄異形管、JWWA G 110、111-1973 水道用T形ダクタイル鑄鉄管および異形管においては、鑄鉄管類（以下、ダクタイル鑄鉄管および異形管、高級鑄鉄管および異形管を総称する。）の塗装として、

(1) JIS K 2473 加工タールに規定する精製タールに亜麻仁油または乾性油を2%以

上混合して十分混和した塗料を約80℃の塗料浴槽とし、この中に120～150℃に加熱した鑄鉄管類を浸漬して均一に塗装した後、引き上げて大気中で乾燥させる方法。

(2) 精製瀝青に樹脂塗料を加えた常温乾燥型塗料を塗装し、常温で乾燥させる方法。

の二種類の塗装方法を規定し、いずれの場合も塗料は衛生上有害な影響を及ぼさないもので、乾燥後は水に溶けず、かつ水質に悪影響を与えることなく、寒暑によって異常を生じないこととされており、衛生上のチェックは日本水道協会の検査要規で定められている。

英国においてはB.S.78(立吹鑄鉄管)、B.S.1211(遠心力鑄鉄管)、B.S.2035(フランジ鑄鉄管)などの規格で予熱された鑄鉄管類を加熱されたタール浴槽に浸漬塗装をすることが規定され、塗装の品質としては、塗装後、速やかに乾燥し良く密着し剥げないこと、および62℃で流れず0℃で脆化しないこと、さらには水道管の場合は本管を適当に洗管した後、水道水に臭味を与えるような可溶成分を含まないことを規定している。B.S.4772、1971(ダクタイル鑄鉄管および異形管)でも同様に、一般的にはB.S.4164に規定する加熱型コールタール系塗料の浸漬塗装を規定し、これ以外にB.S.3416による常温瀝青質塗装をも認めている。

米国においてはANSI A 21.6(金型遠心力鑄鉄管)、ANSI A 21.8(砂型遠心力鑄鉄管)、ANSI A 21.10(鑄鉄異形管)、ANSI A 21.51(遠心力ダクタイル鑄鉄管)などの規格で、コールタールまたはアスファルトベースの瀝青

質の塗装を行うこと。平均の塗膜厚は $1\text{mi}\ell(25\mu)$ を規定し、品質的には平滑で、寒冷時に脆化せず、太陽に曝した時に軟化粘着せず、管との密着性が優れていること、さらには48時間乾燥後、塗装は水道水と48時間接触させて、水質に色度、臭味を与えないことを規定している。しかしながら、この規格ではこのような標準の塗装では、内面塗装に限っては長年の通水による錆の発生に対する有効な防止策にはならないことが経験上示されているので、内面防食としてはセメントモルタルライニングを推奨している。

独においてはDIN28500(鋳鉄管および異形管)、DIN28600(ダクタイル鋳鉄管および異形管)などの規格で防食塗装を行うことのみ規定しており、塗装の種類およびその詳細には言及していない。品質規定としては、水溶性成分を含有してはいけないとしているのみである。

仏においては国家規格はなくメーカースタンダードでダクタイル鋳鉄管は製造されている(高級鋳鉄管は製造されていない。)この場合の塗装はコールタールベースの黒ワニスを平均 50μ 厚に外面塗装し(常温乾燥型)、内面は水道管の場合セメントモルタルライニングを施している。なお、コールタール加熱浸漬塗装も要求があれば $300\text{mm}\phi$ 以下についてのみ内外面塗装管として行うこともあるが、近い将来、これは廃止することになっている。

国際規格としてはISS1951(鋳鉄管およびその付属品)およびISO/TC 5/SC 2 No.73. Ductile Iron Pipes, Fittings, and Accessories for Pressure Pipe-Linesにて塗装は速やかに乾燥し、密着性良く、剝離してはならず、内面塗装は管を適当に洗管した後は水道水に可溶の成分を含まず、水に臭味を与えてはならないと品質規定のみがなされ、塗装の種別については詳しい規定はなされていない。

鋳鉄管の塗装については、わが国を始め欧米諸国ともに、従来はコールタール加熱浸漬塗装を主に規定していたが、最近になりコールタール以外の塗装材料の出現、塗装技術の

進歩などもあって、単一な方法を詳細に規定するという方向から、概括的に規定する方向に変わってきている。

また、水道管の場合は古くは内外面共に同一のコールタール塗装がなされていたものが、わが国における経年管の内面の錆の発生に見られるように、通水能力の低下、赤水発生などの問題点から、内面についてはセメントモルタルライニングにより防食し、外面のみを塗装する方策が採られるようになり、内面防食は別個の規格として取り扱われる方向になっている。

わが国においてはJIS A 5314 水道用ダクタイル鋳鉄管モルタルライニング、JWWA K 115 水道用タールエポキシ樹脂塗料塗装方法などが水道用鋳鉄管の内面防食を専門に規定した規格であり、米国においてはANSI A 21.4水道用鋳鉄管セメントモルタルライニングがこの種の規格のうち最も有名であり、従来、水質的に硬水が多くて水道管の内面に特に配慮をしていなかった。英、独においても、最近内面セメントモルタルライニングの適用がかなり大幅に増大している。ただし、このセメントモルタルライニングは塗装の範疇からはずれているので、ここではこれ以上は取り上げない。

2. 鋳鉄管用の塗料

鋳鉄管に用いられてきた塗料は、前項の規格の項で明かなようにコールタール、またはアスファルトなどの瀝青質を主成分とするものがほとんどである。これらの瀝青質系の塗料は鉄管との密着性が良く、耐水性、耐食性が優れており、地中、水中における錆止め塗料、防食塗料としては非常に優れた性能を持つことが経験的に示されているが、塗膜の機械的性質が幾分劣ること、および温度変化に対する塗膜物性の変化の大なる点が欠点であった。このような瀝青質の機械的、物理的欠点を解消するため、種々の合成樹脂による改質が試みられ、総合的に最も優れた樹脂とのブレンドまたは共重合の塗料が採用されることになるが、表-1に各種塗料の一般的な性能表を示す。

表一 各種塗料および塗料用樹脂の特徴

塗料名	主な長所と(欠点)	耐候性	乾燥時間	耐熱性	耐寒性	耐酸性	耐アルカリ性	耐水性	耐溶剤性	耐油性	被塗面の適応性			
											木部	鉄部	軽金属	コンクリート
調合ペイント	(乾燥が遅い)	○	20	△	◎	△	×	△	×	×	◎	◎	○	○
油性エナメル	光沢、肉持良	×	10	△	○	△	×	○	×	△	◎	◎	△	△
フェノール樹脂塗料	耐水性	△	8	△	△	○	△	◎	×	○	◎	◎	△	○
アルミニウムペイント	耐候、耐熱性	◎	15	◎	○	○	×	◎	×	○	◎	◎	○	△
長油性 フタル酸エナメル	耐候性、作業性	◎	10	○	○	○	×	△	×	×	◎	◎	×	×
中油性 フタル酸エナメル	耐候性	◎	8	○	○	○	×	△	△	○	◎	◎	×	×
尿素— フタル酸エナメル	光沢、硬度	○	120℃ 30分	○	○	○	△	○	△	○		◎	○	
メラミン— フタル酸エナメル	光沢、硬度 耐候性	◎	120℃ 30分	○	○	○	△	○	○	◎		◎	○	
エポキシフェノール エナメル	耐薬、硬度 密着性	○	180℃ 30分	○	○	◎	◎	◎	◎	◎		◎	◎	
エポキシポリアミド	耐薬性	△	常温~ 150℃	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎	◎	
油変性エポキシ メラミン	耐薬、密着性	◎	150℃ 30分	○	○	○	◎	◎	◎	◎		◎	◎	
不飽和ポリエステル	厚塗り可能 肉やせなし	○	5	○	○	○	△	○	○	◎	◎	◎	×	
シリコン	耐熱、耐油	◎	200℃	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎		◎	◎	
シリコン—フタル酸	耐熱、耐油	◎	150~ 200℃	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	◎	◎	
ウレタン	耐薬、耐摩耗性	◎		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	
スチレン化 フタル酸エナメル	速乾(二回塗りに注意)	○	2	×	○	○	△	○	×	△	◎	◎	×	
アクリルラッカー	耐候性	◎	1	○	○	◎	○	◎	○	◎	◎	◎	◎	
ビニルブチラール	密着性	△	1	△	○	○	△	○	○	○	◎	◎	◎	×
酢酸ビニル樹脂	速乾	○	1	×	○	○	△	△	×	○	◎	○	○	△
塩化ビニル酢酸 ビニル樹脂	速乾、耐酸 耐アルカリ	◎	1	×	○	◎	◎	◎	△	◎	◎	○	◎	○
ニトロセルローズ ラッカー	速乾、耐候 耐油(肉持少)	○	0.5	×	×	◎	○	◎	△	◎	◎	◎	×	
ハイソリッド ラッカー	耐候性、光沢大	◎	1	△	○	○	△	◎	△	◎	◎	◎	×	
塩化ゴム	耐薬品性	○	1	△	△	◎	◎	◎	△	○	○	○	△	◎
瀝青質	耐薬品性 (耐候性小)	×	7~24	×	×	◎	◎	◎	×	×	◎	◎	○	◎
酢ビエマルジョン		○	1	△	△	△	△	△	△	○	○	×	×	◎
アクリル エマルジョン	耐アルカリ性 耐候性	◎	1	△	△	△	○	○	△	○	○	×	×	◎

以上の選択の結果、現段階ではコールタールとエポキシ樹脂との混合塗料であるタールエポキシ塗料が最も性能的にはバランスが取れ、かつ優れているので、この系統の塗料が採用されている場合が多い。

タールエポキシ塗料は、コールタールとエポキシ樹脂が完全に相溶し合い、コールタールの優れた耐水性、耐食性と、エポキシ樹脂の優れた密着性および物理、機械的性質とが相乗的に効果を発揮した塗料であり、1950年米国において開発せられて以来、広く世界的に重防食用塗料として用いられるようになって

表-2 タールエポキシ塗料のコールタールとエポキシ樹脂の比率がその性能に及ぼす影響

	Epoxy/Tar						
	1%	7%	5%	4%	3%	2%	100%
塗膜硬度	硬 ←—————						
可撓性	良 ←—————						
吸水性	—————→ 小						
密着性	—————→ 良 ←—————						
耐熱性	良 ←—————						
耐水性	—————→ 良 ←—————						
耐曝露性	—————→ 良 ←—————						

ており、わが国においてはJIS K 5664 タールエポキシ系樹脂塗料として規定され、海水用バラストタンク内の塗装、護岸用矢板防食塗装、電力管内面塗装などに広く用いられるようになっている。このタールエポキシ塗料の性能は、タールとエポキシ樹脂の配合比によって変わるが、その傾向の大略は表-2に示すごとくであり、全般的にいて耐水性、耐食性はエポキシの含有量が多すぎると逆効果になり、一般的にエポキシ/タールの比率が30/70程度が最もバランスの取れた性能を示す。このようなタールエポキシ系の塗料で鋳鉄管類の塗装をした場合の性能を従来のコールタール加熱浸漬塗装と比較した例を表-3に示す。

これら現在までに鋳鉄管用の塗料として用いられてきた塗料は、専門的にいった場合、塗膜のビヒクル〔塗料の構成要素としては顔料(充填剤)とビヒクル(展色剤)と添加剤の三要素があり、ビヒクルとしては樹脂分、乾性油分などがあり、塗料の最も主要な構成要素である。〕の防食力により、錆止めおよび腐食防止の効果を発揮するものである。このような塗料に対して、一般の鋼構造物の錆止め塗

表-3 コールタール加熱浸漬塗装と常温塗装の性能比較

		コールタール 焼付け塗装	直管外面常温塗装
乾燥塗膜厚 (mm)		0.03	0.1
塗膜硬度 (スオードロッカー)		2~3	7~10
不揮発分の軟化点 (°C)		約60°	100°以上
粘着試験 (50°C、500gr)		粘着あり	粘着なし
曲げ試験 (10φ 180°)	20°C	異常なし	異常なし
	5°C	クラック発生	異常なし
3%食塩水中浸漬		1カ月にて小泡発生	6カ月異常なし
0.1N苛性ソーダ溶液浸漬		6カ月異常なし	6カ月異常なし
0.1N塩酸浸漬		1カ月にて小泡発生	6カ月異常なし
水質試験 (JWWA G 104)	臭味濁度	合格	合格
	KMnO ₄ 消費量	5~7 ppm	1~2 ppm

料として用いられるものは、顔料的錆止め塗料ともいべきもので、表-4に示すような種類があげられるが、防錆顔料が水により溶出し、鋼表面との接触界面を鋼に対して防食的な環境にして防食するのであり、その作用効果は表-5に示すとおりである。しかし、これらの錆止め塗料は鉛、クロムなどの重金

属類をしかも可溶性の形態で含有しているため、水道管に使用することはたとえ外面塗装に用いるとしても問題があり、また最近の公害問題、環境汚染などの面から塗料業界自体として、このような鉛、クロム系の防錆顔料の無公害化への転換を計ろうとしている状態である。

表-4 各種錆止め塗料の規格

規格番号	K 5621		K 5622		K 5623		K 5624		K 5625		K 5626		K 5627		K 5628	
	一般さび止ペイント		鉛丹さび止ペイント		亜酸化鉛さび止ペイント		塩基性クロム酸鉛さび止ペイント		シアナミド鉛さび止ペイント		亜鉛末さび止ペイント		ジungkロメートさび止ペイント		鉛丹ジungkロメートさび止ペイント	
種類	1	2	1	2	1	2	—	1	2	1	2	1	2	1	2	—
比重 (以下)	1.8	1.6	3.4	3.2	1.9	1.8	2.1	1.9	1.8	2.4	2.2	1.6	1.5	1.9		
乾燥時間 (以内)	20	6	24	6	20	6	15	20	6	20	6	6	6	8		
加熱減量(%以下)	10	35	5	20	10	35	10	10	35	10	25	35	35	30		
溶剤不溶物(%以上)	55	40	75	65	55	45	55	55	45	65	55	45	40	45		
溶剤不溶物の組成ならびに%	—		四三酸化鉛 93以上		—		クロム酸 3.0~4.0 鉛 17~25		シアナミド 鉛 15 以上 25 以上		全亜鉛 90以上 金属亜鉛 70以上		酸化亜鉛 30 以上 10 以上 ジungkロメート 48 以上 10 以上 二酸化チタン 12 以上 酸化鉄 50 以上		四二酸化鉛 50以上 ジungkロメート 8以上	
水溶物 (以下)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—	—		
抽出液	酸性でない															
上塗試験※	A法	B法	A法	B法	A法	B法	A法	A法	B法	A法	B法	B法	B法	B法	B法	B法
	ハケサバキに支障がなく、上塗塗料の塗膜にハジキ、シワ、ワレ目、フクレ、ハガレがないかあっても見本品の場合に比べてその程度が大きくない。シワの減少、堅サの減少、粘着性の増加がない。あってもその程度が見本品の場合に比べて大きくない。															
容器中での状態	堅いかたまりがなく一様になる。															
作業性	ハケサバキに支障がない。															
塗膜試験	見本品に比べて色とツヤとは差異が少なく、ハケ目、流れ、シワ、ムワ、および悪臭の程度が大きくないこと。															
ニジミ	上塗塗膜の塗面にニジミがない。															
屈曲試験	ワレないこと		—		ワレ目のないこと											
不粘着性	粘着しないこと		—		粘着しないこと											
耐塩水性	120時間耐えること															
フルイ残分	溶剤不溶物の10%以下															
塩化ヨウ素試験	にごりまたは細かいちんでんを認めない。															
耐候性	見本品に比べて劣らない。安定である。															
貯蔵安定性	安定である。															

表-5 各種防錆塗料の特徴

種類	品名	長所	短所	選択上の注意	備考
一びい 般止 びペ ント	酸化鉄 さび止 びペ ント	格安である	効果は一般油性ペイント とほとんどかわらない。	一般的	
鉛系 さ び 止 ペ イ ン ト	鉛丹ペイント Pb ₃ O ₄ 70%以上	十分乾燥した塗膜はさび 止効果大。さび止として 最も古い歴史をもって今 もなお広く用いられてい る。	乾燥が非常に遅い。寒冷 時には不適。突貫工事 には不向き。価格高く、作 業性悪い。	寒冷時不適 さび止後長時間さび止性 能発揮	各 国 米・独 英・日 仏・他
	亜酸化鉛 さび止 びペ ント	両性酸化物で酸、アルカ リ、水分と反応。腐食性 物質を無害にするさび止 効果大。	Pb ₂ O が現場調合である。 高価である。	用途により数種類に分け られる(地上、水中、耐 薬品)	日 本
	塩基性クロム酸鉛 さび止 びペ ント	相当に歴史の古いさび止 びペイントで効果も大。	顔料の品質にバラツキあ り。効果鉛丹に劣る。	一般的	日 本
	シアナミド鉛さび 止ペ イ ン ト	さび止効果大であるが、 日本での実績は少なく真 価不明。	酸、水により分解または 溶出する。効果鉛丹に劣 る。純粋なものは高価で ある。	一般的	独 乙
亜鉛系 さ び 止 ペ イ ン ト	鉛酸カルシウム さび止 びペ イ ン ト	さび止効果大 軽金属面に塗装 淡彩色さび止ができる。	やや水に可溶である。 国内実績少ない。	一般的 軽金属兼用	英 国
	亜鉛末さび止ペ イ ン ト	純粋なる亜鉛末を多量90 %以上使用したものはさ び止効果大。	高価であり、亜鉛が溶け て鉄を保護する。	純亜鉛末使用有無 含有量(90%以上)を検 討の要あり	英 国 Robal
	ジソクロメート さび止 びペ イ ン ト	軽金属材防食 短期、初期防食効果大き い。	耐水性に欠ける。長期バ クロすると発さびする。	耐水性に欠けているため さび止ペイント塗装後直 ちに上塗りの必要あり	米 国
瀝青質 さ び 止 ペ イ ン ト	アスファルトペ イ ン ト ター ル ピ ッチ ペ イ ン ト	空気に接触の少ない所 (地中、水中) 肉厚に塗装する時大きな 効果あり。透水を止める。	色が黒い。他塗料との塗 り重ね困難。	特殊箇所	米 国 英 国 日 本
	コールタールエポ キシ樹脂塗料	膜厚大 密着性良好 耐水性 耐塩水性などきわめて良 好。長期防食塗料。	色が黒い やや高価	常時水中浸せき箇所 耐薬品工場鉄骨に最適	
その他	混 合 各種さび止塗料	各種さび止ペイント類には各欠点、長所があるがこれを適宜混合することによって改良された型のさび止ペイントが造られている。(鉛丹ジソクロメートさび止ペイントなどがある。)			
備 考		本来さび止ペイントは、顔料的見地より研究されてきたが、現今合成樹脂の急速な発達と天然樹脂の加工が進みさび止ペイントは、顔料的、展色剤の両面より研究され顔料的さび止の欠点が展色剤的にカバーされるようになった。			

このような防食塗料として、現段階では有効で問題が少ない塗料は瀝青質塗料またはタールエポキシ塗料であるといえるが、今後の問題として、タールを主とする瀝青質の労働環境衛生の問題、塗料溶剤の問題などが解決をせまられており、優れた防錆力を有する新しい合成樹脂をビヒクルとした塗料が開発され、実用化される方向に向うことが予想される。この一つの方向としては、エポキシ樹脂

を主体とした粉体塗料があげられる。

3. 鑄鉄管の塗装方法

従来の鑄鉄管の塗装方法は浸漬塗装であり、この方法では管の内外面が同時に同じ塗装が施こされる。これに対して、内面にセメントライニングを施こす場合には、外面のみを塗装する必要がある、必然的にスプレー塗装、刷毛塗装の必要性が出てきた。

現在、鑄鉄管の外表面塗装としては大部分の

工場ではエアレス・スプレー法が採用され、これによる機械塗装が行われている。浸漬塗装では塗料浴の粘度により付着塗膜の厚さが定まり、かつ均一な膜厚に塗装しようとするればある程度以下の粘度でなければ塗料のタレ、塗りだまりなどの現象を生じ、その結果得られた塗膜厚も0.05mm以下の薄いものになる。

エアレス・スプレー法は、塗料に対して高圧力を付与し、ノズル・チップ先端から断熱膨脹させ噴霧化させる方法であるため、高粘度の塗料が塗装可能であり、従って厚膜塗装が一回塗りで可能となり0.1~0.3mm程度の膜厚の塗装が実用的に十分行い得る。エアレス・スプレー装置としては、プランジヤーポンプを用いる高圧縮比のタイプ（一般的には1:30程度の圧縮比のポンプで作動空気圧5kg/cm²で、塗料に150kg/cm²程度の高圧を付加する）、ギヤポンプを用いるタイプなどがあるが前者が広く用いられている。スプレー法としては、圧搾空気を用いて塗料粒子を噴霧化するエアレス・スプレー法もあるが、低粘度の塗料でないと十分に噴霧化しないこと、エアにより塗料の被塗物への付着が妨げられ、ロスが多いこと、塗装能率が劣ることなどの問題点があり、工業塗装としては用いられなくなってきた。

刷毛塗り法は、上記の諸方法に比べて能率的に劣る方法であるが、塗料の付着効率が非常に高いこと、塗料ミストによる環境汚染のないこと、補修塗装などの場合は手軽に、しかも確実に欠陥部の補修が行い得ることなどの長所を持っており、鑄鉄管の塗装でも出荷時の補修の際に用いられており、この時の刷毛としては能率の最も良いローラー刷毛が用いられ、一般家庭や、建築塗装に通常用いられている筋違い刷毛や、寸胴刷毛はあまり用いられない。

このような塗装方法にて鑄鉄管の塗装は行われるが、現在では、標準的な外面の塗膜厚としては平均約100 μ を基準としている。これは、塗装が十分な防食能力を発揮するには塗料自体の性能が重要なポイントであることは否定できないが、これにも増して必要な条件

は最低限以上の塗膜厚を持つことであり、R. P. Pierceによると塗膜厚が3mil(0.075mm)以下になると、塗膜に早期の欠陥が発生する確率が高くなるという事実に基づいているのである。

4. 鑄鉄異形管の内面塗装

鑄鉄管の直管の内面はほとんどすべてがセメントモルタルライニングが施されているが、異形管類の内面のセメントモルタルライニングは現在一部の都市で実施されているのみで、一般的には行われていない。

現状の異形管の塗装は、鑄鉄管の遠心力直管を製造しているメーカーが製造する中大口径異形管については、前述の外面塗装に用いられている常温乾燥型の瀝青質樹脂系塗料で内外面共に塗装されているが、その他の専門の鑄鉄異形管メーカーの製造する小口径異形管に対しては、従来からのコールタール加熱浸漬塗装を主体とする方法が実施されている場合もある。このように、異形管の内面は直管のセメントモルタルライニングに比べ、その防食性能は数十年以上も錆腐発生を防止する点から見ると見劣りがする。この点を塗装で解決する方法として、タールエポキシ厚塗り塗装とエポキシ樹脂粉体塗装が実用化されている。

タールエポキシ厚塗り塗装は、原則としてJWWA K 115水道用タールエポキシ樹脂系塗料塗装方法に基づいて塗膜厚0.3mm以上に塗装するものであるが、塗装作業が手塗りを主体とするため、小口径管には適用困難であり、400mm ϕ 以上の中大口径管に適用されている。タールエポキシ塗装は塗膜厚の大なること、塗り重ね回数を数回以上取ることが、塗料自身の防食性能と相まって、耐食性能の信頼度が高いことの大きな要素となっており、この点を十分管理して作業を実施すると共に、検査を厳重にして品質を保証することが大切である。またタールエポキシ塗料は、コールタール、アミン類、各種溶剤という保健衛生上種々問題のある構成成分より成っているため、塗料品質、溶出試験、硬化条件、乾燥条件など十分考慮して慎重に選択する必要がある。

タールエポキシ塗装は、小口径異形管に適用困難であるため、特に小口径のタイトン異形管に対しては最近エポキシ樹脂粉体塗装が実用化されてきた。この塗装法は溶剤などの塗膜構成成分以外の成分を一切含まない塗料粉末をマイナス数万ボルトに帯電させて噴霧し、アースした異形管内面に静電的に付着させ、加熱によって塗料を溶融成膜させると共に、熱硬化反応を完結させる方法であり、比較的均一に塗装できること、溶剤に起因する塗膜の多孔質性、耐水性、耐薬品性の低下、残存

溶剤による水質への影響、衛生上の問題点が完全に解消し、加熱により硬化するため硬化条件を均一に管理できること、および硬化乾燥のための保存期間が不必要なことなどの特徴がある。

この粉体塗装に使用される樹脂としては鋳鉄管との密着性、耐水性、耐久性、機械的強度、水質に及ぼす影響などを総合的に評価した結果、エポキシ樹脂が最適である。表-6にタールエポキシ塗装とエポキシ粉体塗装の水質試験結果の一例を示す。

表-6 タールエポキシ塗装およびエポキシ粉体塗装溶解試験

	タールエポキシ塗装		エポキシ粉体塗装	
	浸漬水	空試験水	浸漬水	空試験水
濁度	0.0	0.0	0.0	0.0
色度	0.3	0.2	0.3	0.3
臭気	塩素臭	塩素臭	塩素臭	塩素臭
味	ナシ	ナシ	ナシ	ナシ
pH	6.9	6.8	6.8	6.8
亜硝酸性窒素	0.000ppm	0.000	0.000	0.000
アンモニア性窒素	0.00ppm	0.00	0.00	0.00
KMnO ₄ 消費量	1.66ppm	0.63	1.70	1.20
残留塩素	0.20ppm	0.70	0.50	0.70
フェノール類	0.004	0.001	0.002	0.002
シアン類	0.00	0.00	0.00	0.00
アミン類	不検出	不検出	不検出	不検出

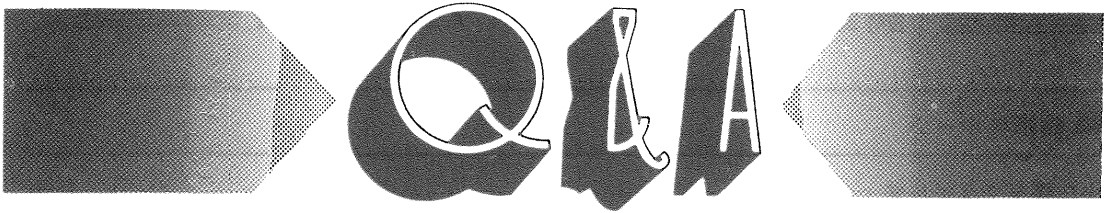
このエポキシ樹脂粉体塗装は、膜厚平均0.3mmに塗装するのを標準としており、各種通水試験を含めた耐久性試験の結果、十分長期間にわたって水道水に対して確実な防食能力を発揮し、錆瘤発生防止の能力を維持することが期待できる。

粉体塗装は、前述のごとく加熱硬化する必要があるため、熱経済的に大口径管に適用することは困難であるが、小口径のショートボディータイプのタイトン異形管については能率的に施工することが可能であり、管理も確実に行い得る。このような事情から現在、75mmφ~250mmφタイトン異形管に対してエポキシ

樹脂粉体塗装が適用され、一部の都市で採用されている状態であるが、今後その適用はさらに拡大されると予想される。

あとがき

鋳鉄管の塗装について、その歴史的な発展経過、各種規格の関係、塗料および塗装方法、異形管の内面塗装と順を追って概況してきたが、今後共なお一層、鋳鉄管の耐食性を十分発揮させるための塗装については研究、開発を進めていく所存であり、このためにユーザー各位のご支援およびご助言をいただければ幸甚である。



● 既設管の下越する場合の注意事項

〔質問〕

水道管布設工事で、既設管の下越しをする場合の注意事項について説明して下さい。

〔回答〕

まず、設計面で最も注意すべき点は、埋設物相互間の離隔距離を十分とっておくことです。両埋設物があまり接近しておりますと、将来上の方が沈下したさい、接触して、この部分に応力集中が起こり破損の原因となります。離隔距離は30cm以上が望ましく、小形構造物でも15cm以上が必要です。

施工面では、掘削に伴う不等沈下を防止することがたいせつで、一般には吊り桁をかけ、吊りボルトで懸垂します。吊りボルトにはターンバックルをつけ、長さの調整ができるようにしておくことが望まれます。工事中には、工事器材や水道管の吊りおろしのさい打撃す

るおそれがありますので、すのこなどの防護材を巻き十分結束しておきます。

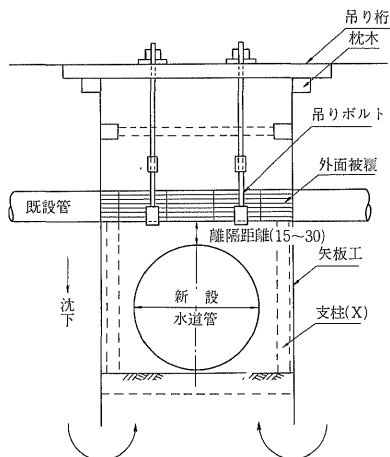
既設埋設管のある所は矢板工が歯抜けになり、地盤がゆるみやすく、また軟弱地盤ではヒーピングが起こり、矢板工背面が沈下しやすいので、吊り桁の枕木は長いめのものを設ける方が安全です。木材の支柱を立てることがよく行われますが、矢板工背面沈下のさい、ここで折れるおそれがありますので避けた方がよいと考えます。

既設管が老朽したり、強度の不足する場合には、材質的に強い管と布設替えしておくことが必要です。

付図に吊りボルトの1例を示してあります。路面覆工を行う場合、覆工桁と別に吊り桁を設けます。これは路面荷重の振動が直接管に伝わらないようにするためです。

(日本鑄鉄管協会顧問 西山利夫)

既設管保護工図



吊りボルト詳細図

