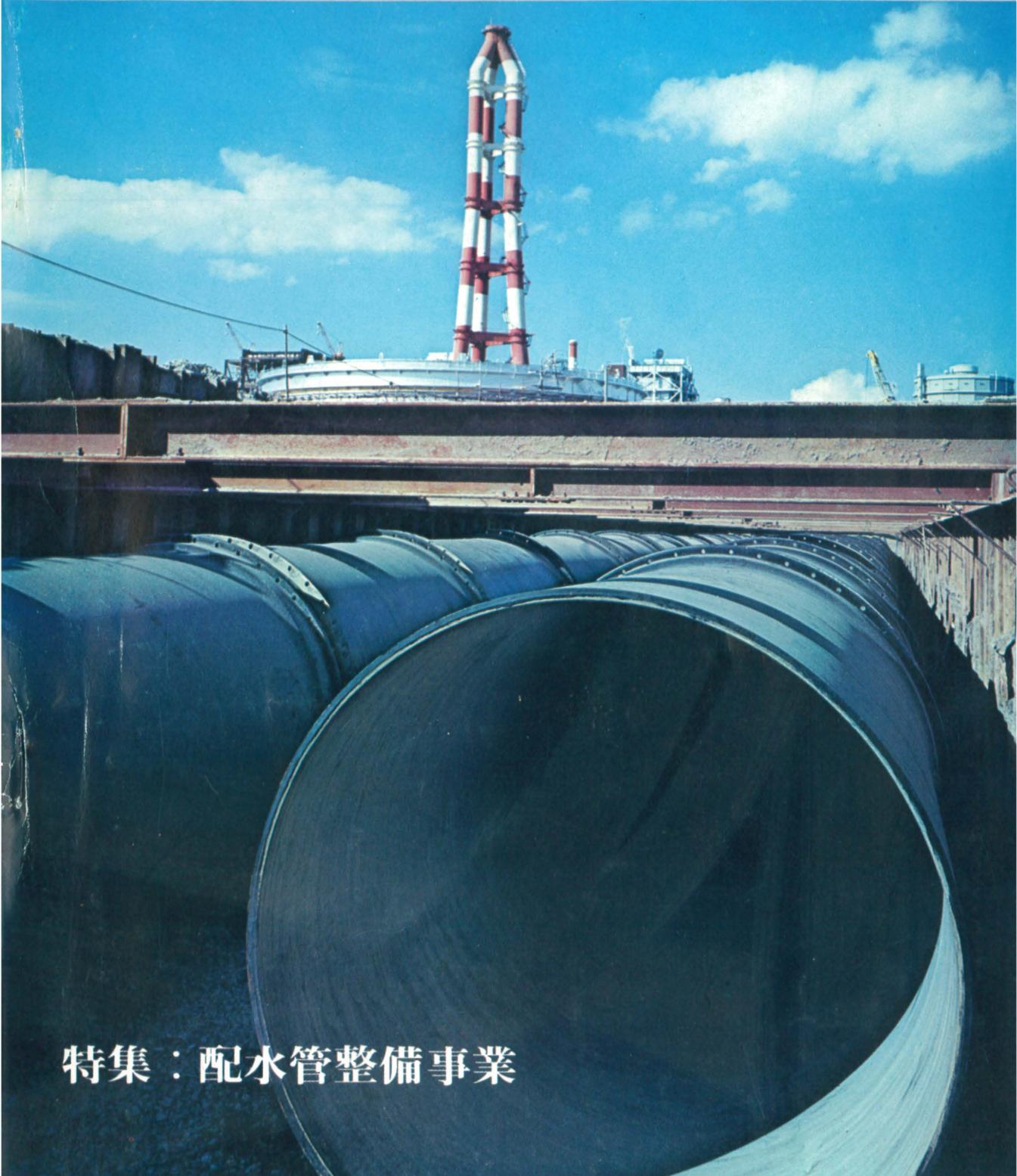


鑄鉄管 NO. 12

日本鑄鉄管協会

CAST IRON PIPES / 1972



特集：配水管整備事業



期待される タイトンダクタイル管

“豊かな人間生活”——それは70年代において、特に大きくクローズアップされた命題である。

“市民に対して給水の万全を期する”ことは、水道事業の永遠の課題であろう。この課題をとり巻く社会環境は日ごとに厳しさを加えており、それ故にわれわれとしてもこの課題に応えるため、あらゆる研究開発を急ぐ必要がある。都市への急激な人口集中化現象、

それに起因する都市周辺部の宅地造成の活発化、交通荷重の増大、老朽管の取替え、給水不良……などを背景とした配水管整備事業は時代のすう勢として市民から期待され、重点課題として取りあげられている。

欧米においてはすでに実用化され、数々の特長をもつタイトンダクタイル管は、今や時代の寵児として、配水管整備事業での活躍が期待されている。



都市周辺部に、次々と造成されていく住宅団地——これらの人々の生活をささえる水。新規給水のための配水管整備事業は、タイトダクタイル管によって進められていく。

ジョイントは、楽で正確なうえ、付属品はゴム輪ひとつというユニークな継手なので、材料費、工事費が軽減されるというよさがある。





市街地での配水管整備事業——交通荷重の増大に対応して、あるいは給水不良、老朽管対策として、タイトンダクタイル管に寄せられる期待は大きい。

タイトン異形管の量産態勢もすでに確立され、より複雑化した市街地配管で活躍している。





人間生活の豊かさは、“豊かな水”の中に求められる。
人と水との“であい”を大切にしながら、水という自然の
恵みが守られ、十分に活用されるところに未来への夢がふ
くらんでいく……。

A large, dark-colored ductile cast iron pipe is being lifted by a crane hook. The pipe is curved, showing its massive scale. In the background, there are steel beams and a worker in a white protective suit. The ground is covered with gravel.

2600mm ϕ ダクタイル鋳鉄管

四国電力復水器冷却水管路に採用される



四国電力坂出発電所は、香川県の臨海工業地帯の電力需要に応えるために新設されたエネルギーセンターである。

さる昭和44年2月から工事がはじめられており、現在すでに出力195,000kwの1号機が完成し、他の三つの発電プラントの工事も着々と進められている。こうして、昭和49年3月には1,375,000kwの大エネルギーセンターが誕生する。

同発電所の復水器冷却水管路には、1号機から4号機までのいずれにもダクタイル鋳鉄管が採用されている。

すでに完成した1号機には口径1800mm、2号機には口径2400mmのダクタイル鋳鉄管が使用された。現在建設中の出力450,000kwの能力をもつ3号機には、世界ではじめてといわれる口径2600mmのダクタイル鋳鉄管が、延長600mにわたって布設されている。

発電所などのエネルギー施設をはじめ、大都市の導水施設は、ますます巨大化の傾向にあり、こうした時代の要請に応じて、今回開発された2600mmφダクタイル鋳鉄管は、大いに活躍することが期待されている。



鑄鉄管 第12号



特集 / 配水管整備事業

小樽市の配水管整備事業……………小樽市水道部工務課長 小黒徳男(5)

車輻交通量の増加と荷重の増大化は一向にそのおとろえを見せない。これは水道管路にとって事故の多発と同時に復旧作業が困難という二重苦へつながる問題である。小樽市の場合、さらに積雪寒冷地という悪

条件が上積みされているが、市街地における配水管整備事業をいかにして進めていくか、その問題点を主として内面的にとらえ紹介したものである。

配水管整備事業のあり方……………横浜市水道局工事部計画課長 神林智博(9)

人口増と給水量は歩調をあわせ着実に伸びていく。毎年10万の人口増という横浜市では、それに伴う給水量の伸びに対処する配水施設整備事業は緩急かつ重要な課題。配水施設・配水管が施設全体に占める割合が

大きい現在、配水管整備事業は単なる配水管布設工事の総称ではない。配水管に密着した問題点の解明と共に、施設全体と関連させて長期的な展望に立ち、いかに古い施設と新しい要求を調和させるかが重要。

金沢市のガス水道事業と

配水管事業……………金沢市公営企業管理者 青木治夫(18)

非戦災都市共通の悩みである極端に悪い道路事情、くい違う道路行政と水道計画ペース等から、金沢市の管布設路線は極度に制限を受けている。狭小な道路と幅輦する都

市交通、既設地下埋設物の過密化によって、水道・ガス管路の改良、維持管理は極めて難しい。こうした背景での配水管事業の問題点を探る。

配水管整備余録……………大阪市水道局給水部長 西山利夫(25)

水道経営上の一大重点施策として、大阪市では配水管整備新5カ年計画が47年度から進められることになった。この計画は約280億円の資金を投下し、未布設道路への新設、低水圧地区の解消、濁り水の防止および漏

水防止の4点がポイントになっている。そのためには、管種の統一と単純化、高級化、管内面塗装の完全実施、既設長距離給水管の整理統合などが抜本的対策としてとりあげられる。

広島市の配水設備整備事業……………広島市水道局施設部計画課長 柳川幸雄(29)

人口増、市域拡大、生活水準の向上は水需要を極端に上昇させる。特に市周辺部の変革に起因する需要増は激しい。中国地方の中核として発展する広島市は拡張事業と併行して管網の拡充を施行している。周辺町

村の合併、都市再開発、埋立地造成、宅地化地域の急増、建築物の高層化などによって、従来の管網の再編成が重大な課題であるとし、事業推進のための諸問題点を投げかけている。

北九州市水道の拡張と

配水管整備事業……………北九州市水道局工務部長 白石正彰(35)

水質の悪化、老朽管に起因して発生する赤水問題、無秩序に拡がる給水区域、伸びる使用水量など、これらは健全な配水機能を維持する上で大きな問題である。しかし、配水機能回復のための整備事業は、財源の

面で十分な資金を投下できないのが実情であるが、失われた機能は早急に是正されねばならない。合理的な配水調整と企業効果の発揮が、当面の課題であり、大きな目標であろう。

■ 巻頭言 ■

配水管は都市の動脈



東京大学教授

石橋多聞

水道施設は細かい付属的施設を除けば、水を通すパイプと、水を貯えるタンクから構成されていると考えてよい。そして施設の規模や広がりという点では配水のパイプ系が中心をなしていることは、建設費のうちで配水管網が占める割合が70～80%にも及ぶことから容易に理解できよう。

パイプ系が施設の中核を占める他の設備産業としては、ガス供給事業をあげることができ、水道事業とガス事業には都市の供給事業としての共通点も多いと考えられがちである。ところが、この両者を少し詳しく調べてみると、相違点の方が多いのに気がつくのである。

まず供給のピーク出現の時期は、水道事業は夏季であるのに、ガス事業では冬季で反対である。水道管では錆こぶによる供給能力の減退が大問題であるが、ガスではその問題がない。ガス事業では供給するガスのカロリーを高めることにより、実質的な供給能力をふやすというまい手段が可能であるが、水道では不可能である。

このように見てくると、同じような管網でありながら、水道の方が多くの不利な条件を背負わされていることがわかる。

配水管網の整備は、歴史の古い水道ほど必要とされるわけであるが、その理由は上に述べた点からもたやすく理解できよう。1人あたりの給水量が激増している昨今では、古い配水管の布設された数十年昔の給水量とでは雲泥の相違がある。明治から大正初期にかけては、1人1日給水量はわずかに100ℓ程度で配水管が設計されていたのであり、そのような古い配水管の一部は今でも使用されているのである。

錆こぶ発生点では、わが国の水質は欧米よりずっと軟水で硬度が低いから、鉄管が錆びやすい悪条件を背負っている。最近では水源の水質悪化により水処理が複雑化して、水のpH値が低下し、一層錆の進行を早めているのである。

老朽配水管の更新や幹線配水管の増強は、その延長が長いために事業費も膨大なものとなり、施工も道路交通などの点から困難をきわめるが、万難を排して実行しなければならないのである。配水管は都市の動脈であり、動脈硬化をいつまでも放置することは許されないからである。

特集：配水管整備事業

寄稿〈1〉

小樽市の配水管整備事業



小樽市水道部工務課長

小黒徳男

小樽市が配水管整備事業を企画したのは、約60年前の水道創設時に布設した配水本管口径500mmの破裂およびジョイント漏水事故の多発のためである。その上悪いことには、市内を縦貫する国道5号線の車道部分に、この管が埋設されていることである。

布設した明治末期から昭和26年頃までは確かに市道に入れた心算であったが、いつの間にか——道路行政との連絡が悪く——国道と振替えになっていたというのが実情である。であるから、開発建設部(本州の地建)ではこれを無願の配水管といている。ご多聞にもれず、車輛の通行量の増加と、荷重の増大との和は、旧規格鑄鉄管の耐用年数を著しく低下させ、破裂およびジョイント漏水事故の頻度は増加するばかりであり、最近4カ年の年平均発生回数15回、30mに1カ所の割の破裂故障事故が発生しているの、国道の管理者、道路の利用者からまたもまたもとの苦情が多い(表-1)。

冬期積雪時における事故は憂うつである。平常でも輻輳する道路が積雪のため道路が縮少しており、また他の道路が不通のため国道

に交通が集中するなど、悪条件が重なっているのに、さらに破裂のため道路を掘さくすることは、作業をする方も、また許可を与える方も、道路を利用する方も、3者全くどうしようもない破目に立至る。泣き面に蜂とはこのことである。

昭和44年1月、それもよりによって目抜き通りとの交差点で事故が発生した。——これは結果的には本管ではなく支管であったが——警官が多数交替で出勤に及び、ほうほうの体であった。長い距離の交通渋滞が続いた。大都市ではこの位普通であろうが、小都市では新聞ダネに十分である。さらに舗装路面の復旧は冬期間は本格的なことができず、春まで

表-1 口径600mm破裂およびジョイント漏水事故発生状況

年 度	発生回数	摘 要
43年度	12	47.2現在
44 〃	7	
45 〃	24	
46 〃	17	
計	60	1カ年平均60/4=15回

お預けとなり、それまでの維持補修も大変である。この時をもって布設替えの決意が半分以上ついたのではなかろうか。もうそろそろ我慢することも、言い訳をするのも汐時である。金がかかっても、またそれが料金アップに直接連なることも十分承知の上、部長は布設替計画を発表した。われわれ下部は突然のことに戸惑った。金のかかることもさることながら、いかなる方法でやるかである。修繕をするにも騒動を起こすのに、長期間路面を占有することに最大の難点があったから。いろいろの案が練られた。早急に布設替えを要する区間は、1,800m位、1本3.6mのインチサイズ管である。ある者は漏水防止金具で十分という。もちろん、工事費のことを考えての控目の発案であろう。車道部分から歩道部分に移す案、これは最も常識的である。

かつて、このφ500mm管は経年老化のための通水能力減退を回復せんとして、パイプクリーニングを企画したことがある。現実にクリーニング用ボックスを国道の車道部分に3カ所築造した。しかし種々の理由で（危険性を伴うこと）中止になったが、それ程口径においても、すでに限界にきているのである。

拡張工事はすでに5回を数えているが、そのいずれもが水源の拡張に重点をおき、配水管についてはごく申し訳程度でお茶をにごすことが多かったし、また計画の最終年度のため、起債が削られることも多いから整備はさっぱりである。また料金値上げのときも、アップの条件給付として、いつも老朽管の布設替え計画がおり込まれるが、2～3年でたちまち財源不足に陥り、拡張工事に繰り込まれる方法となる。その拡張工事が前述の経過をたどるから、配水管の整備工事はまるで水道事業にとっては継子同様である。

小樽市では、現在第5次拡張工事の施工中であり、この拡張工事の設計変更(追加工事)として施工するか、または単独の起債事業、すなわち配水管整備事業を起こすかどうかで迷った。もし一体として施工し起債が決定されると、どちらも緊急を要するとはいうものの、やはり常識的には、拡張工事の方が優先

されること必定。これではもとの木阿彌^{もくあみ}になるので、起債がつけばどうしても、その分は施工しなければならない。目的のはっきりした配水管整備事業を選んだ。拡張工事を郊外の給水区域の純拡張部分とし、配水管整備事業は、主に旧市街地区の既給水区域内配水管増補改良工事という具合に限定分離した。しかし、水源拡張工事が同じ配水管布設でも、郊外地区で仕事がやりやすく、また一面はなやかな仕事に比べ、配水管整備工事は道路壊しが仕事の大部分であり、地味な仕事である。道路管理者(国道、道道、市道)からのきつい締めつけと、市民の苦情を一手に引きうける覚悟が必要であるから、最近では設計者も、企画担当幹部も語弊があるかも知れないが、逃げられるだけ逃げたいのが本音ではなかろうか。

しかし待てば海路の日和ありとか、この本管を布設している国道の拡張の計画の発表があった。この時逃すべからず、国道拡張の至上命令により配水本管を布設替えしなくてはならなくなるし、水道事業者は被害者である。多少の苦情も言い訳をする口実が加わった。口径を一サイズ増加し、600mmとし、ルートは別のルートの市道(幅員11m)を選び、国道拡張工事着工前に管布設を着手する様計画した。この時が昭和45年7月頃である。

小樽市内の配水管網を種々具体的に洗って見ると、小樽市の水道はすでに創設以来約60年を経過した水道であり、通水能力では当時の $\frac{1}{10}$ ～ $\frac{1}{20}$ (口径4分の1の管が腐蝕のため錆瘤が発生し、孔径が1分の1位になるとこの程度の通水能力になる)のものが多く、また、前述の配水本管以外に整備増設をしなければならない個所も多い。この際、これらを網羅してはということになった。曰く、港湾整備水ぎわ高度利用5カ年計画による臨海地区への給水、駅前再開発関連事業のための増加、下水道水洗化のための使用量の増大、さらに1日1人当りの使用量の増大のため口径を大きくする必要ありと。拡張工事のとき、それに対応する配水管の口径を大きくしていなかった(表-2)。

経年のための通水能力の減少のためとは、この際データ不足として理由にあげないことにした。この応急の計画案が3カ年継続、6億円の工事として誕生したのである。初年度は起債が認められたとしても、1000万～2000万円と予想し、47年度以降に焦点を合わせていた。ところがドルショックが禍を福とし、文字通り金の卵を生んでくれた。申請額そのまま、1億2000万円の許可内示である。許可されたわれわれも突然のことに吃驚した。北海道はご存知の通り夏は短い。実施設計も以上のような理由からほとんど進んでいない状況である。起債を許可する道地方課も心配であつたらしく、幾度も念を押された。大丈夫と胸をたいた手前意地でも工事の無事終了を願った。

ちょうどこの頃、水道事業者等道路において工事をする者にとって都合の悪いことが起きた。電々公社のケーブル埋設工事で、いっ

たん道路の舗装復旧完了後に道路が車の重量で陥没し、危く死傷事故となるところであった。これは道路復旧の際の部分的な締め固め不良が主因である。まあこの種の事故はたまたまあり得るものと、自分の直接の担当工事ではないし、甘い考えで自らも慰めていた矢先に、また同じ事故が2カ所連続して発生した。新聞でも工事施工者はもちろん、道路管理者の監督、検査にも不行届があるとのことであり、このような事故が続いた以上、監督庁の許可条件についても厳重になるのが当然であるし、甘い考えを捨て、苦情をもち込まれない対策に腐心した。とくにφ600mm管の布設工事については、交通量も多い道路であり、万全の対策を講ずるよう細心の考慮を払った。

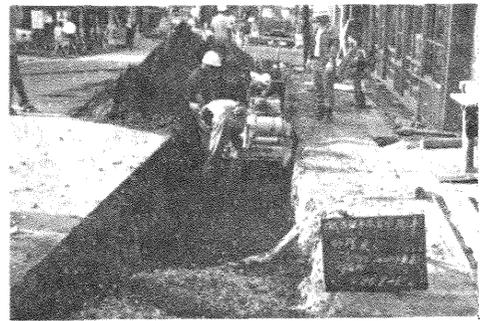
住民の協力がまず必要、そのためにはマスコミを通じてのPRも必要となり、この2点がうまくいけば仕事そのものは難かしいものではないから（工事の施工の詳細は省略させ

表-2 計画給水量の増加

区 分	種 別	現 況		市街地再整備後		増(減)㎡/日		
		床面積㎡	給水量㎡/日	床面積㎡	給水量㎡/日			
駅前再開発等市街地 再開発事業関連	事 務 所	4,226	148	10,770	377	229		
	店 舗	90,379	2,892	137,370	4,396	504		
	ホ テ ル	2,048	123	6,200	372	249		
	娛 楽	31,200	998	41,600	1,331	333		
	駐車場、病院、その他 小 計	12,818	965	23,343	1,350	385		
			5,126		7,826	2,700		
	種 別	現 況		整 備 後 (昭50)		増(減)㎡/日		
		件 数	給水量㎡/日	件 数	給水量㎡/日			
港湾整備水ぎわ高度 利用その他関連事業	船 舶 給 水	25隻/日	230	38.4隻/日	342	112		
	水 産 加 工	6件	4,620	10件	12,400	7,780		
	食 品 製 造	2	338	6	1,560	1,222		
	生コン工場その他一般	7	1,890	12	5,800	3,910		
	小 計		7,078		20,102	13,024		
	種 別	現 況		整 備 後 (昭50)		増(減)㎡/日		
		戸 数	給水量㎡/日	戸 数	給水量㎡/日			
下水道水洗化計画	下水、水洗便所	0	0	10,000	1,300	1,300		
	種 別	創 設			現 況		増(減)㎡/日	
		給水人口	1人1日	給水量	給水人口	1人1日		給水量
基 本 計 画	配水整備地域内の 給水量の増	52,600	125	6,575	55,602	380	21,129	14,554
合 計	配水管容量の不足（配水能力の不足）						31,578	

ていただく)、あとは施工業者の工事に対する誠意だけである。案ずるより生むは易く、紆余曲折はあったが、住民の協力の点ではむしろ地元から逆にお礼をいわれたり、働く労務者は酒をいただいたりもした。それは自分の家の前の工事が従来と違って、思ったより短時日のうちに通過してくれたとか、時には夜間作業もして地元の要望に添ったとか、また店の自家用車の都合を考えて、余分の仮設工事やら費用のかかる工事をしてくれたとかというもので、田舎町の出来事と笑い話にもなりかねない。

一部のマスコミからは、道路幅員が狭いことでもあるし(写真-1)、通行人の安全対策についてのきつい注文があり、初めは反発しないでもなかったが、結果的には警察の交通係もいろいろの点で面倒を見てくれたし、工事中事故らしい事故、苦情らしい苦情のなかったこと、ついているという感につきる。業者の誠意についても終始住民側に立ったものの考え方が効を奏してくれた。例えば、工事については、工程を考え多少の雨風でも工事を強行(ただし工事の安全管理の限度内で)してくれたし、夜間遅くまで作業をした時でも、また障害物のため1本も管が入らなかった時でも、必ず掘ったところはその日のうちに埋め戻し、碎石を敷きローラーで輾圧し仮復旧



φ600mm配水本管布設工事：掘さく深さ2m、道路幅11m(埋戻しは全部砂で30cm毎に水締めバイブレーションローラー輾圧)。左上上部に見えるバリケートはこれにロープを張り応急特設歩道とした。

を完了、通行には絶対迷惑のかからないよう配慮した。また細かいことではあるが、管布設路線沿いの雑貨店、菓子店、果物店、飲食店はもちろんのこと、時には理髪、病院等利用出来るところはなるべく利用するように心がけた。このことは媚を売るということではなく、地域住民との親近感と対話的ムード作りに役立ったと思う。

46年度の予定工事も終え、47年度以降の工事は当初3カ年計画を工事の緩急と、財政支出の点——料金値上げも近くに迫っていることでもあるし——を再検討し、5カ年計画に変更し、1.2億×5年=6億とした(表-3)。来年もまた今年同様、配水管整備事業にとり、よい年であるよう願って止まない。

表-3 配水管整備5カ年計画表

全 体 計 画		昭 和 46 年 度		昭 和 47 年 度		昭 和 48 年 度		昭 和 49 年 度		昭 和 50 年 度									
工事内容	金額千円	工事内容	金額千円	工事内容	金額千円	工事内容	金額千円	工事内容	金額千円	工事内容	金額千円								
mm m																			
φ600 L.2254	600,000	φ600 L.1439	120,000	φ600 L. 815	120,000	φ300 L.2365	120,000	φ250 L. 980	120,000	φ150 L.3170	φ100 L.5687								
φ300 L.2635		φ250 L.1000		φ200 L. 700								φ200 L.1700	φ200 L. 480						
φ250 L.2930		φ200 L. 230		φ150 L. 560								φ100 L. 853	φ100 L.5687						
φ200 L.3110		φ150 L.3730		φ100 L.11341															
φ150 L.3730																			
φ100 L.11341																			
計																			
ΣL26,000		600,000		ΣL 4,513								120,000	ΣL 5,302	120,000	ΣL 5,015	120,000	ΣL 5,483	120,000	ΣL 5,687

特集：配水管整備事業

寄稿〈2〉

配水管整備事業のあり方



横浜市水道局工事部計画課長
神林智博

I はじめに

横浜市長は本年新春の記者会見において、市の当面する5項目の重要課題をとり上げ、「5大戦争」と表現して、問題の深刻さと当局がこれに取り組む決意のほどを市民に訴えた。このなかには水問題も含まれており、都市機能として水道が果たす役割の重要性をあらためて浮き彫りにした感がある。

開港以来100年、港湾貿易都市として、さらに近代重化学工業都市として発展してきた横浜市は、この10数年来住宅都市としての性格を強めつつある。これに対応して水道事業も、最近では水源手当と同時に宅地化のめざましい市の周辺部をはじめ、市内全域にわたる配水施設の整備に力を注がざるを得ない状況である。

横浜市の人口は、昭和46年12月現在 236万人であり、その伸びは毎年10万人程度、直線的に増加を続け一向に衰えを見せない。われわれの期待もむなしく、人口の飽和期はまだまだ先のようなのである。増加する人口と歩調を合わせて給水量も着実に伸びている。昭和46年の実績は、1日最大給水量 1,211,000^m、1日平均給水量は 988,000^m で、それぞれ前年に対する伸び率は1日最大給水量が5.5%、1日平均給水量が6.4%であった。こうした人

口の増加と、それに伴う給水量の伸びに対処する配水施設の整備は重要な事業となっている。

II 配水施設を整備

するための事業の現状

与えられたテーマが配水管整備事業ではあるが、配水管だけを取り出すことは困難であり、配水池、配水ポンプおよび配水管を一体にした配水施設を考えねばならない。ここでは、配水管の整備に重点をおきながら横浜市の配水施設整備の現状と問題点について述べてみたい。

横浜市では配水施設の整備事業として、

- (1) 配水池、大規模ポンプ、大口径配水管（口径500mm以上）を整備する事業と、
- (2) 小規模ポンプ、小口径配水管（口径500mm未満）

を整備する事業とに分けている。配水管の区分は、若干の例外を除いて原則としては口径500mm以上と未満とで行なっている。後者は配水小管整備事業と称している。前者は昭和45年度までは、配水施設整備事業と称して行なっていたが、今年度からは第8回拡張事業の

一環として施行することになった。

1. 第8回拡張事業

通常拡張事業というと、浄水場の建設など水源拡張を意味することが多いが、たまたま第8回拡張事業は、水源を神奈川県内広域水道企業団から日量 605,200 m^3 の供給用水に求める関係で、西谷浄水場の老朽施設改造のため一部の浄水工事があるが、全体としては、企業団受水を市内に適正に配分するための送配水施設を整備することに重点がおかれている。

事業の概要は、次のとおりである。

計画目標年次	昭和52年度
総事業費	378億円
施行期間	昭和46～51年度
工事内容	

配水池工事 8カ所、計285,000 m^3

配水ポンプ所工事 18カ所 7260kw

配水管工事 $\phi 2000 \sim \phi 500$ 175,500m

この事業は、配水施設の骨格を整備するもので、前述のとおり配水池から口径500mmまでの配水幹線が対象となっている。

2. 配水小管整備事業

第8回拡張工事による配水幹線や、既設の配水幹線から末端給水のために布設する小口径管の整備が配水小管整備事業である。事業の性格上、あらかじめ具体的な計画路線を定めて、計画目標年次や事業費を確定することは困難であり、財政計画などの関係から一応の目安はあるが、四圍の状況によりきわめて弾力的に施行されている。この数年間における布設延長と工事費の実績は表-1のとおりである。

表-1 配水管布設工事の実績(昭和42年～45年)

事業名	項 目	
	延 長	金 額
配水施設整備事業	108,226 ^m	5,656 ^{百万円}
配水小管整備事業	564,978	5,742
計	673,204	11,398

3. 配水施設を整備する必要性

配水施設を整備する必要性といえば、もちろん水道事業本来の使命である「市民に対して給水の万全を期するため」にほかならない。しかし、これをいまま少し掘り下げ、使命を達成するための条件なり、その基になる原因について、第8回拡張事業と配水小管整備事業にわけて述べてみたい。

従来配水施設の整備は、配水池を築造し配水管を布設することによっていかに大量の水を市内に配るか、かつ市内水圧を高めるかという量的な能力向上に重点がおかれてきた。第8回拡張事業は、日量約60万 m^3 の企業団受水を市内に配水し、市内水圧を高めて給水不良の解消を図る事業であることには間違いない。しかし、能力の向上を水量と水圧の量的な面だけで解決すれば十分であるとはいえない。ここに新しい課題として、管理面での配水施設のあり方という質的な配慮が必要となったのである。換言すれば、管理のしやすい配水施設を造るために第8回拡張事業が必要となったともいえる。現実に横浜市の配水施設が管理面で複雑になっている原因として、一つには自然の地形があげられ、そしていま一つは水道の施設が共に複雑であることがあげられる。

図-1は、市内の水圧分布を示したものである。市内の最低水圧は1.5 kg/cm^2 が必要とされているが、この図からその基準に達しないものが5.7%あり、また、市内の半分は常時4 kg/cm^2 を下回らない水圧が確保されていることがわかる。また、市内の14%は7 kg/cm^2 以上の最高水圧を受けることになり、水圧の不均衡はきわめていちじるしいが、この原因は地形の複雑さにある。したがって、配水施設の整備により、基準に達しない地点の水圧向上を図ると同時に、より多くの地点の水圧を引き下げる方向でも検討する必要がある。

横浜の市域は、埋立てによって広げた部分が多いが、同時に丘陵も多い。丘陵部には鶴見川、帷子川、大岡川がくさび状に食い込んで、がけ地を造り複雑な地形をなしている。標高は0mから100mまであって、前述のよう

に、市内の水圧を均一に保つことはきわめて困難な状況にある。

次に、施設の複雑さであるが、浄水場について述べれば相模川の上流取水系統に3カ所、下流取水の系統に1カ所の計4カ所があり、さらに第3の取水系統ともいべき企業団受水が加わることになる。また、配水池は現在15カ所あるが、将来はますます増えることが予想され、配水ポンプ所は前述の地形を反映して80数カ所にのぼっている。

このような条件を整理して、管理の容易な配水施設を造るために、市内を図一2のように21の区域に分け、その区域ごとに、

- (1) 必ず配水池を1カ所設ける。
- (2) ポンプ場は1カ所に集約する。
- (3) 自然流下地区とポンプ加圧地区の区域

設定を明確にして配水幹線を整備する。という原則をたてたのである。配水施設の骨格づくりはこの原則に基づいており、配水管の整備計画も最優先の工事として今年度から実施されている。

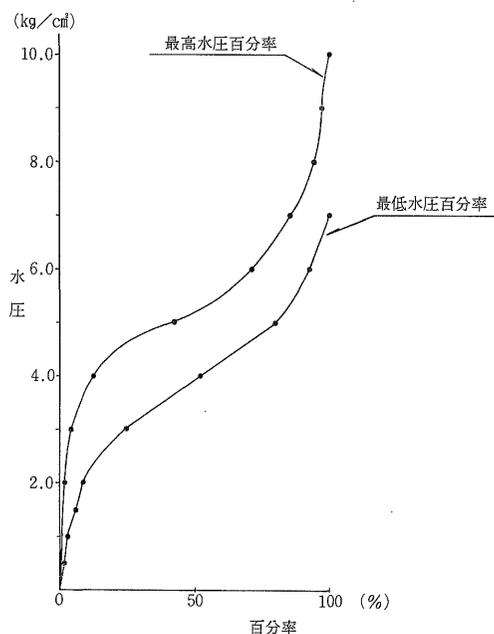
次に、配水小管整備事業の必要性であるが、これは整備の性格によって三つに分けることができる。

- (1) 新規給水
- (2) 給水不良
- (3) 老朽管取替え

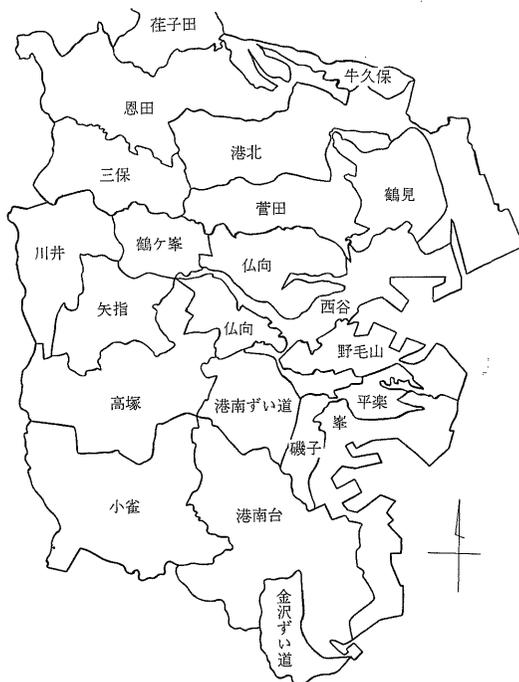
である。これをいい変えれば、横浜市の発展と水道の歴史の古さが配水管整備を必要としているとも表現できる。発展、すなわち人口の増加と都市活動の活発化が、新規給水のための管布設を必要とし、新規給水の増大は既設の配水管に、能力以上の負担をしいる結果、給水不良を生じ、これを解決するための管の増設が必要となる。また、本邦最初の近代上水道誕生の地横浜は、その歴史の古さのゆえに、管の経年劣化による給水不良と老朽管の発生をもたらし、この対策としての管布設を必要としているのである。

まず、新規給水についてであるが、現在横浜市の給水普及率は約96.5%であって、水道を使用していない人口は8万人と推定している。これに対して、毎年横浜市で増加している人口は約10万人である。普及率を上げるためには、増加人口を上回って新規給水を行なうことが必要で、そのための業務量は、営業所の年間給水装置新設戸数が44,000戸であることから推察願えると思う。数字のうえか

図一 昭和46年最高・最低水圧百分率



図二 ブロック図



らは、1年間人口の増加がなければ普及率は100%になるともいえるわけで、人口の増加がいかにも水道事業の負担になっているかの一例である。新規給水の内容は、この意味で二つに分けることができる。一つは以前から横浜市に居住しながら、いまだに水道を使用していなかった人に対するもので、主として農家などへの給水、いま一つは住宅公団などの公営住宅や民間の宅地開発に対する、いわゆる団地給水である。地域としては市の周辺部であって、既設の配管も少なく、遠距離からの管布設を余儀なくされることが多い。

次に、給水不良対策の重要性についてはいうまでもない。限られた財源で、新規給水と給水不良対策のいずれを選択するかという場合、現在水道料金を納入している人への常時給水の義務が先行するという考え方も成り立つと思う。毎夏、営業所と配水管理所が中心となって給水不良の調査を行なっているが、この数年わずかず減少しているとはいえ、やはり約6,000戸くらいが給水不良として報告されてくる。発生する地域は管末あるいは高台である。横浜市では、給水不良の解消方法としては、(1)配水管の増径、増設、(2)ポンプの新設、増設、(3)より高い水圧を有する配水幹線への接続、(4)ループ配管による管網の形成、といったことで行なっている。

また、老朽管の取り替えについては、まず何が老朽管かとなると定義もむずかしい。会計上の耐用年数を過ぎたものだけを老朽管と定義するわけにもいかず、漏水破裂の続発する管が、必ずしも布設年代の古いものだけというわけでもない。管そのものを考えるとき、鑄鉄管を例にとれば、材質からは普通、高級、ダクタイルと分類され、また、継手についても鉛接合、フランジ接合、メカニカル接合とあるが、こうした点だけで取り替えの基準を決めるわけにもいかない。管の製作や布設の年代といった時間的要素よりも、地盤や路面荷重による外的条件から取り替えを迫られることの方がむしろ多い。ことに路面荷重は、この20年ばかりの間に当時の予想をはるかに超えた自動車の普及によって、いわゆるねこ

百匹を想定した管上をとら千匹が走る結果となっている。

このほかに、老朽管という言葉を使ってよいのかどうか疑問があるが、取り替えの対象として赤水の発生管がある。横浜市では3年ほど前から赤水が問題となり、水質的な対策と同時に管の取り替えを行なっている。

取り替え工事の地域は、当然のことながら市の中心部であって、交通の面から施工上の制約も強く、また、舗装も高級で費用も多額を要する場合が多い。

Ⅲ 資 金

配水管整備に要する資金はきわめて巨額に達している。昭和42年から45年にいたる4カ年間の配水施設整備、および配水小管整備の両事業について、管布設の実績は表一のとおりである。収益的収支と資本的収支を比較することの不合理についてはともかく、配水管整備の費用が水道事業にとってどの程度のものかという意味で、料金収入と比較してみると表二に示すように約40%弱となっている。

表一 料金収入と配水管整備費
(昭和42年～45年)

単位 百万円

項 目	金 額
料 金 収 入 (A)	29,640
配水管整備費 (B)	11,398
(B) / (A) (%)	38.5

このように多額の資金を投入して、給水の万全を期するべく努力はしているものの必ずしも十分とはいえず、むしろ毎年夏の需要期を応急対策、あるいは突貫工事で薄氷を踏む思いで過しているのが現状である。財源としては、当然のことながら、そのほとんどを起債にあおいでいる。しかし、小口径の配水管については、適債事業として水源拡張や大規模な配水施設整備に比べ、二次的に取り扱われることが多く、相当の自己資金を投入せざるを得ない。したがって、その時点における

水道事業の経営内容のよしあしが集約されたり、地方債計画の影響が事業費の多少となって現われる傾向も否定できない。しかし、末端のじゃぐちに直結する意味において、配水小管が市民サービスに影響するところは大きく、安定した財源措置が望まれる。

参考までに記せば、横浜市においては建設改良費の増大により、生産原価に占める資本費の割合は50%近くにもなっており、また、建設改良費に占める配水管整備の費用も年度により変動はあるが約半分近い。将来の料金問題を考えると、今後は資金の量と同時に質の点でも企業債の利率の引き下げと、さらに事業資産の耐用年数とまではいかないまでも相当期間の償還年限の延長を期待したい。

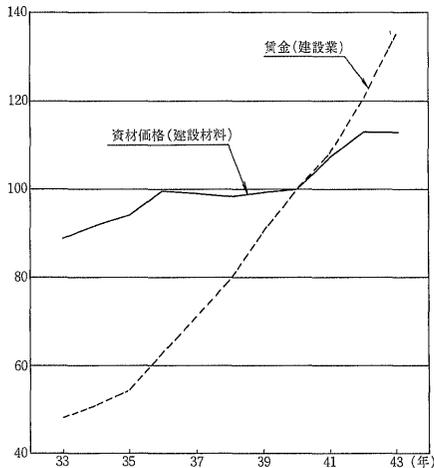
IV 配水施設整備事業をとりまく問題点

問題点としては、いろいろなことが考えられるが、ここでは思いつくままに、

- (1) 資金に関する問題点として「配水管布設工事費の高騰」
- (2) 計画上の問題点として「立案の困難性」
- (3) 設計上の問題点として「需要予測」
- (4) 施工上の問題点として「地下埋設物の過密」

についてふれてみたい。

図-3 資材価格と賃金の移り変わり
(建設物価/1971・12月号より)



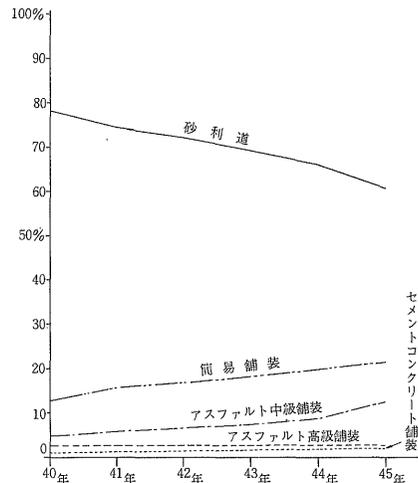
1. 配水管布設工事費の高騰

配水管布設工事費の高騰はきわめていちじるしいものがある。一般土木工事の値上がりは昭和40年を100とした場合、昭和45年は132.7となっているが、配水管の布設工事費はこれをはるかに上回っている。手持ちの資料によると、同じく昭和40年を100とした場合、昭和45年の指数は口径100mm管が約300、口径300mm管で約230となっている。高騰の原因はいろいろあるが、大きく分けて、(1)労務賃金の値上がり、(2)工事用資材の値上がり、(3)舗装道路の普及、(4)施工上の制約条件の強化、といったことがあげられる。

労務賃金と工事用資材の値上がりについては図-3に示すとおり、賃金において年平均13%の値上り率となっているが、資材としては平均4%にすぎない。にもかかわらず、配水管の布設工事費が5年間に2倍、3倍と高騰していることは、単に資材や労務賃金の値上がり以外の要因が相当大きく影響していると見ないわけにはいかない。

配水管の布設工事は、道路に布設する関係上、舗装状況が工事費に及ぼす影響は大きい。横浜市の舗装は延長にして、昭和40年が21.5%、その後の5年間で約2倍の39.3%となっており、しかも舗装の質は図-4に示すよう

図-4 道路種別延長率



に年々高級化している。

従来、管布設工事に占める路面復旧費の割合は10%前後であったが、昭和45年度においては、実に17.6%に達した。

また、配水管布設工事は市街地、しかも公道上で施行することから市民生活に及ぼす影響も大きく、それだけに社会的な制約から施行方法が規制されることが多い。このための費用増も軽視できない。最近の社会的な関心を反映して、交通、公害、保安の三つの対策に重点をおかざるを得ない。

交通面からは夜間工事の増加、掘削土の掘り置き禁止、仮復旧路面の管理強化などがある。公害防止の面からは騒音、振動に関連して使用機器や工法の選択が必要となるし、最近では産業廃棄物ということで、発生土の処分も簡単にはいかないことが多い。保安設備については、工事従事者に対する労働災害防止だけではなく、広く第三者を工事災害から守るということで、積極的な対策が要求されている。これらは、いずれもゆるがせにできないことではあるが、工事費の増大につながることに違いない。

2. 整備計画立案の困難性

取水、導水、あるいは浄水の各施設に比較して、配水施設、特に配水管の計画や設計にはそれなりのむずかしさがある。その一つは、問題点の掌握をしにくいことであろう。取水地点から配水池までの施設は、取り扱う水が大きくとも配置は単純であって、施設能力はきわめて明白である。しかし、配水管となると相当複雑であって、特に管網を形成している場合には、どの程度の配水能力があるか、またどの部分にどれだけの流量が流れているのかはつかみにくい。極端な場合には流れの方向すら不明なことがある。したがって、全市的な配水施設整備計画にしても、また、きわめて局所的な給水不良の対策にしても現状の問題点を掌握しにくい。問題点が明確でないことには有効な対策が立てられない。さらにはなんらかの対策を講じて管布設をしても、その効果を正確に評価できない。極言す

れば、貴重な工事費をいたずらに地中に注ぎ込み、一向に効果が上がらないこともあり得るのである。これは配水管の現状、すなわち水圧と流量の状況が詳細にわからないことからくる問題点である。

3. 需要予測

水源拡張のように、全市を対象とする場合には、計画水量も1日最大給水量ということでも過去の資料などから比較的容易に推定できる。しかし、配水管布設のための需要予測となると、地域も局所的になり、地域の特殊性について考慮する必要がある。たとえば、ある区間で配水管を設計する場合、その配水管の設計流量をいくらにとるかはきわめて難作業である。まず、その配水管の受け持つ区域を決定することから始めなければならない。対象地域も新規給水を目的とする未普及地域の場合とか、既設配水管がありながら給水不良対策を行なう地域の場合などさまざまであり、いずれにしても、その地域の過去の使用水量がどれだけあったかなども不明な点が多いし、また、人口なり出荷額なりから推定しようとしても、その地域の原単位が決定できないことにはいかんともしがたい。さらに時間変動の問題がある。住宅地域であるか、工業地域であるか、その地域の性格によっても時間変動の係数のとり方が変わるし、この係数は対象地区の広さによっても変化し、狭い所ほど大きく、広くなるほど小さいなど、時間最大給水量の決定につながる需要予測は、きわめてむずかしいものがある。

4. 地下埋設物の過密

横浜市内の道路に埋設されている公益施設は、表-3のように上水道のみでなく、ガス、電話ケーブル、電気ケーブル、下水道などがあって、本来の理想からすれば占用位置も整然と定められているべきである。しかしながら、現状は理想からほど遠い状況であって、窮屈な道路の下に雑然と埋設され、市街地における埋設物の過密化は年々進行の度合いを強めている。そのうえ、各施設の管理者も震

災や戦災で、図面や台帳などの資料を焼失している場合もあり、年代の古い施設については、正確にその占用位置を確認できないことがある。設計の時点で十分な調査が必要なことは当然である。しかし現実には、大口径管の工事ではそれなりに、地下埋設物の調査も時間と費用をかけて行なうことができるが、小口径管の場合経済性の問題もあって、ある程度調査を省略せざるを得ないことが多い。

そのため、工事着手後に布設路線の変更を余儀なくされたり、異形管材料など設計と異なったものを使用しなければならなくなったり、あるいは他の公益施設の移設を依頼する必要が生じるなどの障害が絶えない。

表一三 横浜市内の埋設管一覧表

埋設管の種類	延長(km)	全体に占める割合(%)	摘要
上水道管	3,836	37.8	配水管、配水支管のみ 45年度末
工業用水道管	72	0.7	45年度末
下水道管	1,061	10.4	44年度末
ガス管	2,810	27.7	44年度末
電気ケーブル	404	4.0	46年9月
電話ケーブル管	1,969	19.4	45年度末
合計	10,152	100	
道路総延長	5,884		45年度末

V 問題点の解決策

以上述べてきた問題点に対する適切な対策となると、ほとんどないに等しい。かりにあるとしても、きわめて平凡なことで今さら申し述べるまでもないことばかりではあるが、一応簡単にふれてみたい。

1. 工事費の高騰

工事費の高騰については、原因が経済的社会的な外部要因にあるので、高騰そのものに対する解決はできない。ところで、決算などにおいて、しばしば問題となることに、管布設費用の伸びに比して布設延長の伸びがあまりにも少ないのではないかという点がある。

これに対しては、工事費の高騰とか大口径管の布設が多いなどということの説明するのが常である。ここでは考え方の一例として、次のようなことを調べてみた。すなわち、配水管の持つ機能を輸送の面でとらえてみると、どれだけの水量を、どの程度の距離運ぶことができるかということにつくる。したがって、延長だけで論ずるのは距離の要素のみであって、水量を抜きにしたことになる。

このことから、

(1)配水管の流量は、ヘーゼン・ウィリアムズ公式をもとに口径の2.63乗に比例する。

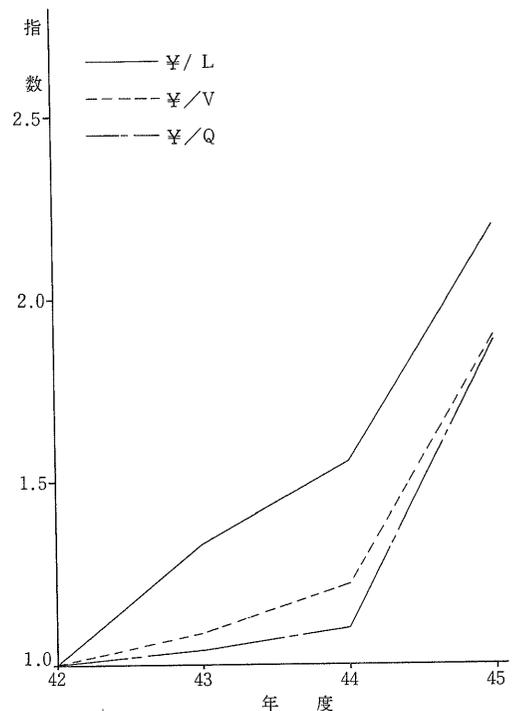
(2)口径100mm管を基準単位の1とする。

という条件を基に各口径の流量比を算出し、これに各口径の布設延長を乗じた数字を合計する。

こうして計算した数字が、水量と距離の機能を示す尺度であると仮定してみた。この数字をQとし管の延長をLとして、各年度の布設工事を除して値上がりの指数を出してみたのが、図一5である。

延長当たりのコストで比較するよりも、管

図一五 工事費の値上がり指数



容量で比較すべきであるし、さらに一步進めて流量比で比較した方が理屈に合っているので、材料費や工事費の値上がり、工法の変化の度合いを知るには、 $\text{¥}/\text{Q}$ のカーブをとってみるのがよいと思われる。工事費の高騰を論ずるには、現状における基礎が確定していないための誤解がおきやすい。値上りの実態をつかんだ後に解決策の論議をすべきであろう。

2. 立案の困難性

立案の困難性の点についてであるが、施設の実態をつかむためには、それなりの調査が必要であり、また、そのための設備も必要である。従来は配水施設における計器類は、きわめて不備で流量計は、配水池から流出する配水幹線に設置されているにすぎず、市内の水圧もそのつど携帯水圧計を家庭のじゃぐちなり、消火せんに取り付けて測定する状態であった。そこで、数年前から市内に83カ所の代表地点を選び、自記記録の水圧計を取り付け、実態の掌握に努めている。しかし、流量計については水圧計のように容易に設備することができず、いまだに市内配水管の流量については明らかでない。

しかし、配水管の整備も多額の資金を必要とする以上、最少の資金をもって最大の効果をあげるよう心がけねばならない。将来は電子計算機の利用によって、単なる管網計算はもちろん $\text{O}\cdot\text{R}$ やシュミレーションによる配水管の最適化計画といったことも、とり上げられるものと思われる。そのためには、まず施設の実態を知ることが重要である。今後は配水管整備計画のための資料収集といった点からも、積極的に市内の主要地点には、水圧計、水量計の設置を考えるべきではなからうか。たまたま、第8回拡張事業においては、電子計算機とデータ通信による水道施設管理センター設立の計画があるので、配水管の情報管理もある程度までは実現したいと考えている。

3. 需要予測

配水管の計画水量を決定するに当たって、

需要予測が困難なことの原因は、計画地域についての資料が求めがたいことにある。

しかし、資料がまったくないわけではなく、たとえば料金徴収のための点検簿などは貴重な資料である。従来は、あまりにもデータ量が多いために資料として利用できなかったが、現在では料金徴収事務が電算化されていて、統計的な利用も十分可能となった。

また、何年かに一度は徹底した実態調査をやることも効果がある。横浜市では、昭和44年に大がかりな調査を試みたが、たいへん有効であった。これは市内全戸を対象とした一般調査と、事業所を対象とした大口調査の二つに分けて行なった。これによって、各町別の普及率はもちろん、夜間人口、昼間人口、風呂や水洗便所の有無、事業所の将来の使用水量の見通し、休日や夜間の水使用状況などいろいろなことを具体的に知ることができた。これを基に各町ごとに水の使用状況からみた分類を行ない、原単位を定める方法をとってみた。

これは横浜市が行なった一つの試みであるが、いずれにしても、地域ごとに詳細な資料を長期的にわたって収集する必要がある。この他、いろいろな資料の収集が考えられるが、配水管整備のための判断資料となるように、分類整理して保存することが大切である。

4. 地下埋設物の過密化

地下埋設物の過密化は、今後も進むものと思われるが、その解決策としては、図面と台帳の完備、共同溝建設、シールドや推進の非開削工法の採用などが考えられる。

横浜市では従来、縮尺 $\frac{1}{5000}$ の地形図に配水管を記入していたが、3年前から縮尺 $\frac{1}{500}$ を基本図とする計画をたて実施中である。これも水道だけが整備したのでは効果がなく、他の公益事業者も共同して行なうことが必要である。配水管の位置を記入する費用もさることながら、基になる地形図の購入費用も大きい。横浜市のように、たえず大規模な開発が行なわれている所では地形図も常に新しいものが必要となる。地形図を公益事業者が共同して

作成することなども検討に値するものと思われる。

共同溝は、横浜でも最近横浜駅から桜木町まで指定区間となった。先行投資に対する補償措置や、指定区間前後の取り付けなど問題はあがるが、一応この計画に参加して口径1,350mm管を布設することになっている。

管布設工事は、地下埋設物が支障になるという点ばかりではなく、交通事情からもオープンカット工法による施工が困難となってきた。地下埋設物の多い道路では、路面の下をさらに立体的に使用すべくトンネル、シールド、推進といった工法が多くなる。幸いに上水道工事では、下水道のような縦断勾配についての制約がないことは有利である。従来は、採算の点で大口径のみに限られていたが、今後は中小口径の配水管についても、オープンカット以外の布設工法の採用にもたよらざるをえないものと思われる。

VI 今後の対策(配水管整備のあり方)

水道施設として、水源から最後の給水装置にいたるまでいろいろ施設はあるが、「清浄、豊富、低廉な水を供給する」という水道本来の使命からすれば、いずれの部分もその軽重を論ずることは適当でない。しかし従来の傾向として、浄水施設に比して配水施設の研究が一步おくれをとっていた感はまだぬがれない。ところで横浜市を例にとれば、配水施設の資産額は原水、浄水両施設を合算した資産額の

約4倍もあり、固定資産の約60%を占めている。こうした点からも、配水管をはじめ配水施設に対する関心はゆるがせにできないものがある。配水管に密着する問題点として、常に論じられるものをあげてみても、路面荷重対策、漏水防止対策、非開削工法の研究、管の更生、赤水対策、震害に対する研究など数多い。だが、これらは配水管に限った問題であって、今後はさらに水道施設全体とのつながりにおいて、新たな課題が追求されなければならないと思われる。

それには配水システムの分割、統合などにより新たな編成を行なうこともあろう。技術革新はしばしばスクラップ・アンド・ビルドという形をとった。水道においても浄水場にその例をみることができ。しかし、配水管は古い施設をまったく否定して新しく布設替えすることなどは不可能である。それゆえに長期的な展望に立って計画し、古い施設と新しい要求を調和させることが、配水管整備事業の重要な課題であろう。

水資源の不足、水質汚濁の進行といった事態に加えて、水源、浄水場、配水池が多様化し、水道施設の管理は複雑となってきた。このような条件のもとで、水道施設全体に有機的な機能をもたせ効率的・経済的な運用をなすべく、たとえば配水コントロールといったことなども真剣に考慮すべきであろう。

配水管整備事業は、単なる配水管布設工事の総称であってはならないと思う。

特集：配水管整備事業

寄稿〈3〉

金沢市のガス水道事業と 配水管事業



金沢市公営企業管理者
青木治夫

1. 金沢市について

金沢という名が、初めて文献に見えるのは享禄4年(西暦1530年)、今の兼六園一帯が金沢郷、金沢荘と呼ばれ、むかし藤五郎という者が沢で砂金を洗ったことが地名の発生ともいわれている。

宝徳元年(1449年)僧蓮如の巡錫により、一向宗の信仰が旺盛となって、本願寺別院が建てられ尾山御坊と称され、そのころから門前町としての形が整い、その後天正8年(1580年)佐久間盛政が御坊を攻略し尾山城を築いたが、天正11年(1583年)前田利家が七尾から入城し本格的な町造りが行なわれ、加賀百万石として政治、経済、文化の中心地として発展し、わが国の城下町の中では、江戸や大阪に次いで大きいものとして知られてきた。

その後、明治4年の廃藩後金沢町、金沢区を経て、明治22年4月わが国初めての市制実施と同時に全国31都市の1つとして発足した。当時は人口9万4千人、戸数2万2千戸を有し、その後産業文化の発展向上と隣接町村の

合併により、現在人口36万7千人、10万3千世帯を擁する北陸の行政、文化、経済の中枢管理都市として発展している。

この80数年の間には、歴史的には種々の経過をたどってきたが、近年における社会環境の激変に対応して、効率的な行政を推し進めるため、昭和38年長期展望にたった市政の道標として、現徳田市長のもとに「長期15カ年計画」を策定し、本市のイメージを「文化産業都市、として産業基盤の整備、生活環境の改善、文教の振興を柱に積極的な行政を推進している。

さらには、将来要求される都市の理想図を描きつつ今日の行政を進めるため、昭和43年に「金沢市60万都構想」を提唱した。この構想は「明るく、住みよい都市づくり」を目標とし、

- ① 既成市街地の再開発と観光、レクリエーション地区の開発を含めた適正な土地利用
- ② 中部、近畿、関東圏への体系的な交通網と都市内交通体系

③その他市民生活に直結したすべての都市施設（上下水道、社会福祉、教育施設等）などを骨子とした豊かで健康なくらしと、快適な生活環境を兼ね備えた金沢市の未来図として市民に提唱し、今日にいたっている。

2. ガス事業について

(1) 事業概要

金沢市のガス事業は、明治39年、東京、大阪に次いで事業許可となり、当初は金沢電気株式会社（現金沢電気瓦斯株式会社）と改め民営として、明治41年11月、需要家830戸を対象に古道工場から2万^mの石炭ガスを供給し、その後大正10年10月市営に移管し、現在にいたっている。

その間、第2次世界大戦を中心とした石炭不足時代以外は着実に事業は伸張し、近年にいたり生活水準の向上改善にともない需要量は急速に増加、これに対処し数次にわたる事業設備の拡張を図ると共に、企業の合理化の一端としてガス製造コストダウンのため、昭和45年より創設時の石炭ガス製造設備を廃止、

図-1 金沢市におけるガス普及趨勢

(市営以後)

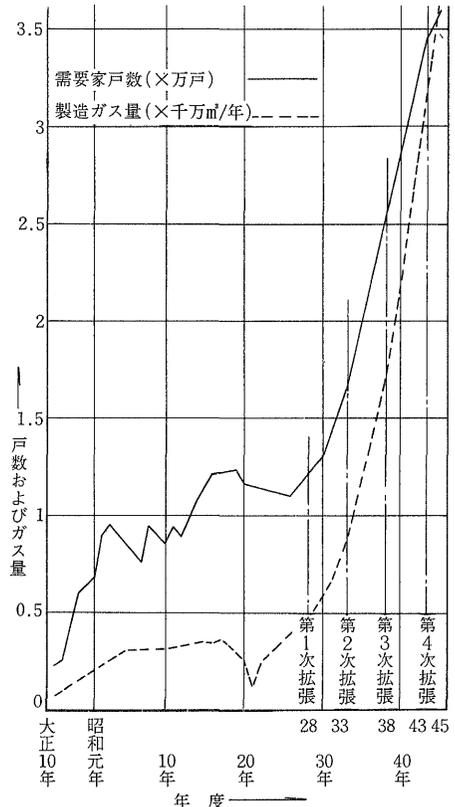


表-1 施設内容(ガス事業の部)

製 造 施 設	玉鉾工場	NG-C5型	2基1セット	ナフサガス	8万 ^m /日
		PGC型	2基1セット(1基予備)	ナフサガス	2万 ^m /日
		ブタン気化器	2基	ブタンガス	1万6千 ^m /日
		現在稼動能力(計)			11万6千 ^m /日
施 設	港工場	NG-C7型	1基	ナフサガス	5万 ^m /日
		ブタン気化器	1基	ブタンガス	1万6千 ^m /日
		現在稼動能力(計)			6万6千 ^m /日
製造施設稼動能力合計					18万2千 ^m /日
供 給 施 設	ガスホルダー	中圧ホルダー	能力 20,000 ^m	2基	玉鉾工場 古道供給所 港工場 玉鉾工場 古道・御影供給所 古道供給所
		低圧ホルダー	〃 7,500 ^m	1基	
		〃 10,000 ^m	1基		
		〃 7,500 ^m	1基		
		〃 5,800 ^m	2基		
		〃 2,800 ^m	1基		
合計貯蔵能力			8基	79,400 ^m	
導 管	中圧管		総延長	39,402m	
	低圧管		総延長	330,834m	
	合計総延長			370,236m	
ガバナー		22カ所			

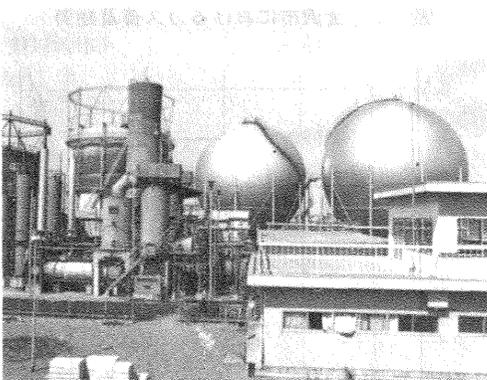


写真-1 玉銲ガス工場

より能率的に自動化された港工場を新設し、昭和37年に建設された玉銲工場とあわせ、現在約17万 m^3 のガス供給を行なっている。

以上の供給現況に対し、ガス事業の将来を考えると、都市における排気ガス等の公害問題が重要課題となっている今日、家屋のセントラルヒーティング、地域暖房等の熱源として都市ガスの優位性を発揮し、また一方、過密地域では燃料貯蔵所不要による土地の高度利用、さらにはガス暖房設備の運転保守の容易性など、数多い長所が認識されている現在では、今後の需要もより大きく増加するものと予想され、港工場では将来30万 m^3 の製造供給が可能なものとして計画を進めている。

(2) ガス導管

地下埋設管により供給を行なう都市ガスでは、漏洩のない完全な構造を要求されることはいうまでもない。この漏洩により、企業の経営上大きな損失をもたらすことはもちろん

表-2 ガス導管口径管種別延長

区分 口径	中圧管	低 圧 管	
	鋼 管	鋼 管	鑄鉄管
25~64	m	150,596	m
75			48,944
100	571		51,069
150	27,107	44	53,395
200	5,222		20,502
250		69	5,374
300	1,413		841
350	5,089		
計	39,402	150,709	180,125

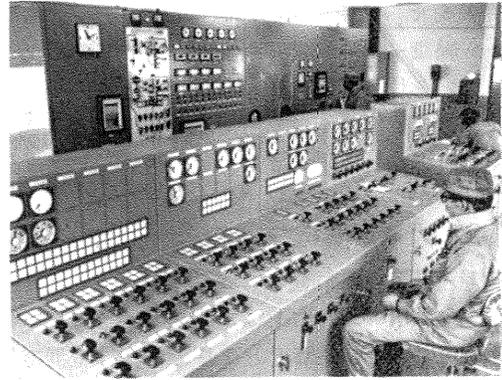


写真-2 港ガス工場中央管理室

いったん漏洩ある場合は、ガス中毒あるいは爆発事故など、人命・財産に大きな被害を招き、住民の日常生活に大きな不安を与えることとなるので、管種の選定、施工にはより十分な検討と配慮が必要となる。この結果、各地のガス事業者は鋼管および鑄鉄管を使用しており、金沢市においても表-2のとおり、それぞれの得失を配慮し、中圧管は熔接継手の鋼管を、低圧管は口径75 mm 以上はすべて鑄鉄管、特に近年ダクタイル鑄鉄管の開発以来、すべてこれを使用することにしている。

金沢市は市制施行以来、大きな災害や戦火に見舞われない平穏な都市として発展してきたが、反面、藩政時代に建設された複雑でかつ狭小な道路網が依然として旧市街地に残り、近年、ようやく市街地幹線都市計画道路網が完成しつつあるが、都市交通の輻輳により導管網の改良、維持管理が極度に困難となっている。

しかし幸いと申しましょうか、立遅れた金沢市の下水道事業に対し、現徳田市長は市

表-3 ガス導管年度別延長

年度	総延長	年度	総延長
22	151,521m	40	293,123m
25	151,521	41	302,121
30	159,246	42	323,033
35	220,586	43	332,781
36	231,458	44	348,766
37	244,216	45	360,164
38	255,823	46	370,236
39	275,864		

政の重点事業の1つとして本格的に取組まれ、昭和44年ころより、全市にわたり積極的に事業の推進を行っており、これがため市内の道路は、広い狭いをとわず全面的に掘り起こされ、必然的にガス、水道管の改良を余儀なくされ、ここ数年はガス導管だけでも毎年1万m程度の改良工事が続くこととなる。もちろん、このことによりガス、水道財政を極度に圧迫し、企業経営の悪化することは憂慮されますが、明治時代に布設された老朽化導管の改良を図れるばかりでなく、都市部の需要増大に備えることができるので、長期の展望に立った事業の設備投資としての割り切りが必要だと思っている。

この他、市が事業主体となって行っている市街地開発、あるいは公共民間の住宅団地造成も急速に進んでおり、これらの地域への供給拡大も企業としての採算性と地域住民の福祉をあわせ考え、逐次施行することになっている。

3. 水道事業について

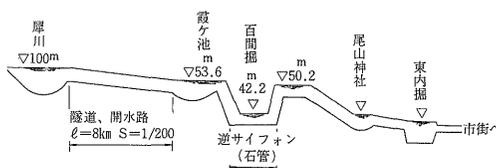
(1) 藩政時代の水道辰己用水

金沢といえば、すぐ皆様は日本の三大名園兼六公園を思い出されることと思う。金沢の水道を説明する前に、郷土の誇る大土木事業で、この兼六園に引用されている辰己用水について簡単にご紹介したいと思う。

この辰己用水は、日本最古の上水道といわれる江戸城神田上水の完成後約40年、寛永9年(1632年)当時の前田三代藩主利常の時代に築造されている。

水源を金沢城から約8km離れた犀川上流上辰己地内に求め(現上水取水地点より約4.5km下流)、ここより兼六園内の霞ヶ池へ導水し、さらに日本のサイホン工法のはじまりともい

図-2 辰己用水高低図



われる石管利用による逆サイホンにより、城内へ引水している。用水の構造は、取水地点より霞ヶ池までは全区間均一な $\frac{1}{200}$ の勾配で巧みに地形を利用し、開水路と隧道により造られ、隧道断面はおおむね $1.8\text{m} \times 1.8\text{m}$ であり、この霞ヶ池より下流の逆サイホン区間は有圧のため数種類の規格に統一された石管を利用1本の長さは90~130cmで、断面は一辺40cmの正方形の戸室石に直径18.5cmの孔が正確にあげられている。継手は、孔の円に沿って互いに同心円の凹凸のみぞがほられ、接着材としてマツヤニを主材に石灰、キハダ(桧や杉の薄皮)を飯つぶなどと混ぜ合わせたものを使用しており、現在でも実に水密に接着されているということである。しかもこの工事は、金沢城の大火後のことで、緊急にお城の復興を要するため、工期は約1年という、現代でも驚くほどの短期間で完成されたということである。

この偉大な工事の建設に直接責任者としてたずさわったのは、小松の人板屋兵四郎といわれており、340年後の今日、なお郷土の文化財としての保護をうけながら立派に用水としての役目をはたしている。



写真-3 辰己用水サイホン部石管

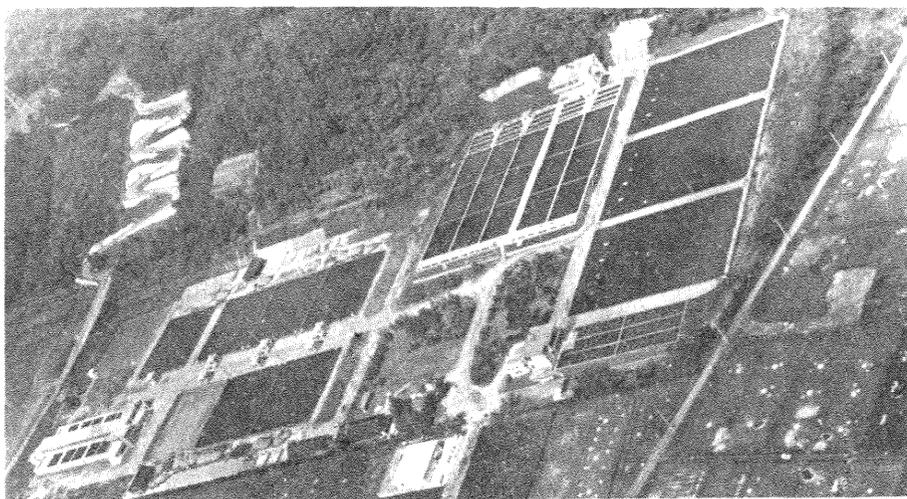


写真-4 末浄水場全景

(2) 近代上水道事業の概要

大正8年当時の飯尾市長は、助役時代から都市構成の三大要素として電気、水道、街鉄の市営化を考え、まず電気事業の市営化を行なった（現在配電統制令により北陸電力株式会社へ移管）。ちょうどその頃、金沢に在住しておられた東久邇宮稔彦王が「金沢という大都市に水道がないのはおかしいではないか」と激励されたのが決意の所以ともいわれている。もっともこのような発言がなくても、近代生活における上水道布設の重要な意義はいうまでもない。

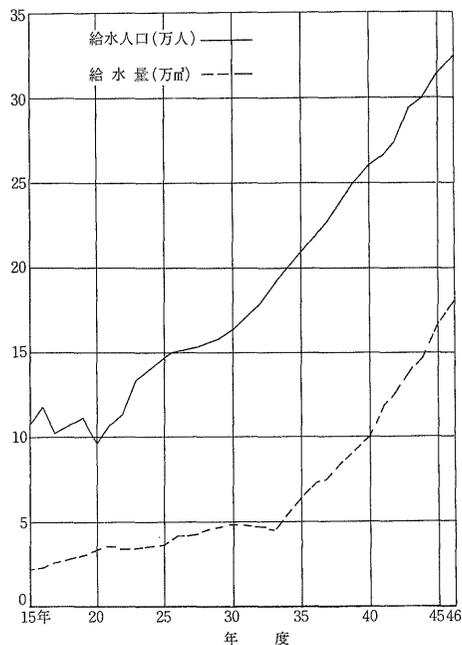
その後、水源選定についてはかんがい水利との紛争により激しい反対運動も展開され、当時の金沢市政としては重要な課題であったが、昭和3年ようやく工事着工の運びとなり、昭和5年12月給水を開始することとなった。

当時、市内の地下水は豊富であり、かつ今日ほど衛生思想が発達していなかったもので、あらゆる努力を行なったにもかかわらず、水道の普及は進まなかった。

しかし、第2次大戦後逐次需要家、需要量が増加し、昭和25～26年に地下水を水源とする第1次拡張を施行し、さらに昭和31～36年度に伏流水を水源とする第2次拡張を完成したが、昭和35年頃より民生の安定にともなう生活水準の向上、あるいは全市的な地下水の低下等により給水需要は急増し、大規模な水

源拡張が必要となり、昭和36年～45年度にわたり犀川ダムを水源とする第3次拡張を完成した。しかし、完成と同時に水源能力は限界に達する情勢にあったため、早急に次期拡張に迫られ、たまたまこの時期において、石川県が金沢市内の河川の洪水調節の目的で内川ダムの調査計画を行っており、上水道としてもこれに参加、共同施行とするのが有利なこととなり、これを水源とする第4次拡張計

図-3 金沢市の給水人口と給水量



表一四 上水道計画概要

()内は46年末実績を示す

区 分	創 設	第1次拡張	第2次拡張	第3次拡張	第4次拡張
水 源 種 別	犀川表流水	地下水	伏流水	犀川ダム	内川ダム
送 配 水 方 法	自然流下	ポンプ圧送	ポンプ圧送	自然流下	自然流下
計画給水人口	140,000	170,000	225,800	350,500	(325,000) 365,000
計画1人1日最大給水量	139	185	235	385	660
計画1日最大給水量	19,500	31,500	53,500	135,000	(181,100) 240,000
施 設 能 力	19,500	12,000	22,000	90,500	100,000
起 工 年 月	昭和3年10月	24年4月	31年4月	36年4月	44年4月
給水開始年月	昭和5年12月	26年7月	33年7月	40年7月	48年7月
竣 工 年 月	昭和7年3月	27年3月	37年3月	46年3月	53年3月

画を策定、昭和44年より工事に着工、昭和48年給水開始を目標に鋭意工事の進捗に努めている次第である。

なお、この拡張も目標年度は昭和52年としており、さらに将来の水源手当については、現在石川県が金沢市ほか12市町村を対象に広域水道として調査計画を進めており、これに依存することになると思われる。

(3) 導、送、配水管

金沢市が使用している水道管の管種としては、昭和4年の創設期以来昭和25年の第1次拡張までは、導送水管をはじめ浄水場内連絡管から配水管にいたるまですべて鑄鉄管であり、第2次拡張期にいたりようやく他管種を一部採用している。それは鋼管を使用することがより有利と認められる水管橋、橋梁添架、あるいは遠隔郊外地の給水要望に応えるため、比較的交通量の少ない路線における石綿セメント管などである。

しかし表一五が示すとおり、現在においても配管総延長の93%が鑄鉄管であり、ベースは鑄鉄管にあることはいなめない。

現在施行中の第4次拡張の配管計画の概要は、すでに舗装先行等の理由により、送配水管の一部は施行済であるが、導水管口径1200mm延長1440m、送水管口径800mm延長4,930m配水本管口径1000mm～900mm延長11,720mを幹線とし、以下、表一七のとおりである。この計画は、現在計画給水区域全域を対象としているが、これ以外に市、あるいは組合が事

表一五 導・送・配水管、口径、管種別延長

種別 口径	導、送水管			配水管		
	鋼管	鑄鉄管	石綿セメント管	鋼管	鑄鉄管	石綿セメント管
75		1,735	635	55	188,251	15,196
100		2,568		188	261,155	16,765
125			745			
150		385		168	101,791	10,578
200		633		76	35,529	4,063
250		933		131	21,862	
300		363			14,203	
350		5,092		108	24,383	
400		27		105	5,626	
450		2,245		48	6,778	
500		454		314	3,882	
550		4,082			1,780	
600				277	7,188	
700		4,210			1,159	
800	346					
900		1,992		658	4,325	
1000				1,133	1,391	
計	346	24,719	1,380	3,261	679,303	46,602

(昭和45年度末現在)

表一六 年度別配水管延長

年度	総延長	年度	総延長
20	212,103m	39	357,739m
25	217,700	40	400,084
30	234,992	41	446,181
35	275,689	42	503,442
36	300,091	43	579,602
37	323,623	44	633,373
38	339,585	45	729,166

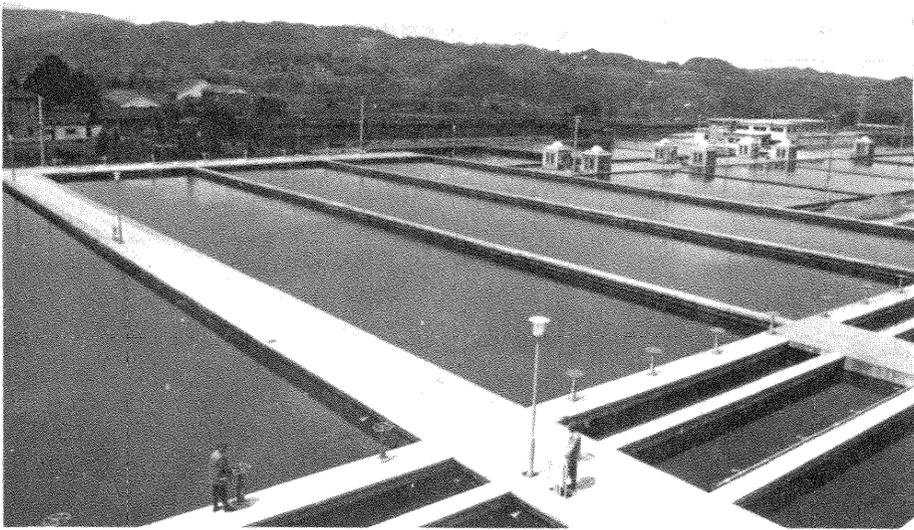


写真-5 末浄水場全景

業主体の市街地開発、区画整理事業、あるいは公共民間が造成する住宅団地の給水も異常なテンポで要望され、昭和44年度約19,900m、昭和45年度約49,000m、昭和46年度約58,500mの実績を示し、ここ当分これらの工事も並行して進められることとなる。

これらの管種選定についても、布設路線の各種条件（施行の難易度、耐久性、水密性、工費、工期等）を検討して決定しているが、やはり鑄鉄管採用のウエイトが大きいこととなっている。

現今の水道界は、水源開発、水質汚濁、財政再建等が重要課題といわれている。もちろん、当市においてもそのうち外ではないが、さらにもう一つの重要な課題が課せられている。

金沢市の特殊事情は、先程来述べてきたように非戦災都市の悩みである道路事情が極度に悪いことであり、市街地都市計画道路は逐次完成しつつあるとはいうものの、道路行政ベースと水道計画ベースが合致しないため、本管布設路線が極度に制限されており、藩政時代の道路網は狭小で、すでに電通、電力ケーブル、あるいはガス、水道管、さらには新設下水道管路の重複など、配水本管のわりこむ余地はない。特に住民生活優先の今日、工事に起因する交通止はもちろん、騒音、振動、

表-7 第4次拡張導、送、配水管計画延長

区分	口径	延長	施工済延長
導水管	1,200 ϕ m	1,440m	0m
送水管	800	4,930	2,460
配水管	1,000~900	11,720	6,440
	800~500	18,690	0
	450~300	6,120	3,900
	250~75	205,410	53,130

これにからむ補償問題など公害問題は山積し、容易なことでは住民の同意は得られない。従って、現に特殊な個所では推進工法等の採用（現在施行中のものでは口径900 ϕ m延長123mの長距離推進工事）も行なっているが、シールド工法等本格的な特殊工法はまだ採用していない。しかし、今後はこれらの工法によらねば施工は不可能なこととなり、建設費の増嵩等を考えあわせるとき、しみじみと水を大切に使うてもらいたいと思う。

最近の水需要の増加は止まるところを知らず、金沢市においても近年の1日最大配水量は、融雪などの要因により冬季に現われるなど、水使用の目的も多種多様にわたり、常に拡張計画の目標年度は短縮せざるを得ない昨今、送配水管の大口径化は必至のすう勢となり、管種も時代の進歩変化に対応して、より完全に合理的なものが開発、実用化されることを切望する次第である。

特集：配水管整備事業

寄稿〈4〉

配水管整備事業余録



大阪市水道局給水部長
西山利夫

1. 配水管網の現況

大阪市の水道は明治28年に通水しているので、今年で77年経過し、人間でいえば喜寿の年を迎えたことになる。このような高令になってくると、どんな健康な人でもどこかに故障が出てくるものであるが、本市の水道でもご多聞にもれず、もろもろの老化現象に悩まされているというのが現況である。

その第1は、出水不良という名の慢性的な水圧低下現象である。これは古い無ライニング鑄鉄管の内面に発達した錆こぶが原因であり、人間の動脈硬化症にも例えられるものであるが、管の閉塞に基づく出水不良は、水源や幹線の増設だけでは解決し得ないものであ

り、毎年夏期にいっせいで調査して数字に上がったものを示すと、表-1のとおりである。

この表から見ると、年々の改良工事によって数は減ってきており、全給水戸数に対する割合もそう大きいものではないが、この部分だけを改良しても、毎年毎年別の新しい地区に発生する。抜本的には、既設の無ライニング管を無くしていくことの必要性を痛感するものである。

第2の問題点は、多くの都市でも指摘されているような濁り水である。濁りの発生の主な原因としては、錆こぶの詰まった管内で、水圧や流速・流向が急激に変動することがあげられている。濁り水発生の頻度は、毎日1

表-1

年 度 別	出水不良地区(0.4kg/cm ² 以下)	低水圧地区(0.4~1.0kg/cm ²)	備 考
昭和42年度	3,650	33,150	夏 期
〃 43 〃	650	11,170	〃
〃 44 〃	790	25,100	〃
〃 45 〃	405	18,500	〃
〃 46 〃	290	10,983	〃

注 1.

全給水世帯数 904,131

出水不良世帯数 0.4kg/cm²以下 0.03% (45年度 0.05%)低水圧世帯数 0.4~1.0kg/cm² 1.2% (45年度 2.5%)

2.

水 圧 1.0kg/cm²以上 普通に出る

〃 〃 以下 2階には出ない所もある

〃 0.4kg/cm²以下 糸のようになかなか出ない

回程度のものから月に1～2回程度のものまでいろいろあるが、その戸数は毎年8千戸から1万戸に及んでおり、これも毎年異なった地区に新しく発生していくのが特徴である。このことは、全市一円が濁り水の危険にさらされていることであり、もちろん計画的な工事や事故時にはかなり広範な区域に濁り水が発生し、市民に迷惑をかけることになる。浄水場で完全に浄化された水が、再び配水管の中で汚染されるというようなことは、近代水道の名に恥じるものであり、理くつ抜きに、これだけは何としても退治してしまわなければならない問題と考えている。

第3の問題点は配水管の漏水事故である。最近における漏水発生件数を単位料当たりで示すと表-3のとおりであるが、折損破裂については石綿セメント管は別として、古い鑄鉄管ほど多く、最近のダクタイトル鑄鉄管ではほとんど皆無である。また、継手漏水も古い鉛のソケット継手に多く、メカニカルやギボルト継手などのゴム式のもの是非常に少なく、材質や継手形式の進歩が事故の防止に役立っていることがうかがえる。

配水管漏水の原因は、最近の交通荷重の増大によるものが多く、埋設深度が浅くて地盤の悪いところに多発している。今後の交通事情を考慮するとき、最終的には、公道下の配水管はすべてダクタイトル鑄鉄管でゴム式の継手にすることが理想であろう。

第4の大きな問題点は、給水装置との関連である。すなわち、近くの道路に配水管が入っていないため、多数の給水管を個々に延々

表-2 ライニング管・無ライニング管比較表
(46.5現在)

項 目	総 延 長	比 率
ライニング管 (A) (うち300mm以下)	2,280.315 km (1,860.471)	56.2% (54.7)
無ライニング管 (B) (うち300mm以下)	1,780.491 (1,541.336)	43.8 (45.3)
計 (C) (うち300mm以下)	4,060.806 km (3,401.807)	100% (100)

注 配水管には上表のほか、石綿セメント管66.144km(全部300mm以下)がある。したがって、導送配水管総延長は4,126.950kmである。

と引いており、これが地下漏水の大きな原因となっていることも事実である。また、給水管の新設に当たり、家の前に管があるのとなりのとでの個人負担に著しい差を生じることとなり、負担の公平化という問題が起こってくる。少なくとも認定通路に必ず配水管が入っていることが望ましく、しかも家が建ちはじめると同時に先行投資していくのが理想であるが、この点でも現在は立ちおくれを感じているのが実情である。

2. いわゆる配水管整備事業について

昭和30年代には、未布設道路への新設を中心として配水小管網の整備に力をいれてきたが、財源不足から思うにまかせず、昭和40年度から配水管整備計画を立て、事業費約112億円、総延長824kmの工事を実施した。このため第8回拡張事業による幹・枝線配水管の増設と相まって、市内配水小管網の水圧は上昇し、水圧0.4kg/cm²未満の出水不良地区はおおかた解消するなどの効果を確認することが

表-3

年 度	管 の 種 別	インチ管	ミリ管	メカニカル	ダクタイトル	石綿セ管
昭 和 44年度	折 損 破 裂	1.08	0.61	0.04	0.01	2.93
	継 手 漏 水	0.89	0.41	0.02	0.01	0.18
昭 和 45年度	折 損 破 裂	0.53	0.49	0.04	0.003	1.86
	継 手 漏 水	0.76	0.35	0.03	0.01	0.10

注 インチ管：ソケット継手普通鑄鉄管(経過年数40年以上)
 ミリ管：ソケット継手高級鑄鉄管(経過年数17年→29年)
 メカニカル：メカニカル継手高級鑄鉄管(経過年数6年→17年)
 ダクタイトル：メカニカル継手ダクタイトル鑄鉄管(経過年数6～16年→17年)
 石綿セ管：ギボルト継手石綿セメント管(経過年数27年→34年)

できた。その後45、46両年度については、この成果をさらに確実にすると共に、市周辺部の開発、生活様式の高度化、都市再開発に伴う需要の増大に応ずるため年々20億円前後の資金を投入している。

しかしながら、このような努力にもかかわらず、前述のような給水の安全に対する危惧は依然として解消されず、むしろ増大する傾向すら感じられる状況にあり、ここにおいて抜本的な対策を立てる必要に迫られてきたしだいである。

新しい配水管整備計画の構想は、このような背景のもとに策定されたものであり、未布設道路への新設、低水圧地区の解消、濁り水の防止、漏水の防止の4つにアクセントを置いている。

この構想の実現にはおよそ280億円を必要とし、これによって新設、改良する管の延長は1,400kmにも及んでいるが、この計画はオーソライズされたものでなく、どこまでも一つの目標であり、最小限これだけはやらなければならないと考えているものである。

事業の財源は大部分が起債、一部分が自己資金ということで、国の起債の認められかたや、自己資金の投入できる限度などの財源上の問題、工事施工能力などいろいろな問題はあるが、水道経営上の大きな重点施策として、ぜひ推進をはかっていきたい所存である。

3. 新配水管整備事業の内容

(1) 配水小管新設

市内認定道路のうち、配水管の未布設道路についてはすべて布設することを目標にしている。布設の基準としては、道路幅員11m以上の道路については両側歩道に、道路幅員11m未満の道路については1条布設する。この基準で算出すると、727kmの配水管を新設する必要があるが、諸般の状況を勘案し、今回の新しい構想では80%の580kmを新設することとし、口径は300mmから150mmとなっている。

この主たる目的は給水管引込工事費負担の軽減、公平化ということであり、併せて付近水圧の上昇、既設長距離給水管の整理統合による漏水の防止をねらったものである。

タイトン型ダクタイル管は、現在口径200mm以下の直管にのみ採用しているが、管種の統一と単純化および管の高級化を目指して、新整備計画を進めていく段階で、鋳鉄管についてはすべてダクタイル管とし、同口径の直管と異形管は同型の継手を使用する。異形管については、ショートボデー化と管内面へのエポキシ樹脂等による防錆塗装を検討している。

この場合、曲管継手の離脱防止については一応のくふうはなされているが、ただ最後の接合部である継ぎ輪は、今のところメカニカル継手の力を借りなければならないという問題が残される。

(2) 配水管布設替

モルタルライニングの施されていない旧鋳鉄管のうち、特に問題の多いインチ管に対して、口径12"~4"の古い管についてはその30%を目標に、口径3 $\frac{1}{2}$ "の管についてはその80%を目標に布設替えすることとし、この延長はそれぞれ約200km、および80kmとなっており、施工に当たっては口径150mm以上で既設管よりも一まわり大きいものを使用する。

もちろんこれは原則的なもので、比較的新しいミリ管でも老朽状況に応じて取換えることはいうまでもないことである。

配水管の布設替えには、既設管の撤去工事がつきものであり、これにははなはだ手数と工費を要するものであることは周知のことであるが、埋め殺しで存置しておくことは将来の地下埋設物工事の支障になるとして、不用となった管は撤去してしまうよう指示している道路当局者の立場もわからないことはない。

そこで私としては、廃止した管の位置を正確に記録にとどめ、将来道路舗装改修工事の機会をまって撤去するよう提案している。もちろん、それまで埋め殺しておく管の両端はせんをして、土砂の流入、陥没などの危険がないようにしておく。また、同一場所でも布設替えをする場合はまず旧管を撤去し、その穴を広げてから新管を入れ、洗管と給水管の接合替えを同時に行なうことも考えている。なにぶん供用中の管路のことでもあり、インス

タント通水を行なうためには、新設管内の汚染を防ぐことがたいせつであり、メーカー側にも内面塗装後は直ちにキャップを被せるなどの対策について要望するものである。

石綿セメント管については、最終的にはダクタイル鑄鉄管への取替えを考えているが、まず事故多発地区を取替え、次いで道路工事等が行なわれるさいに随伴施行することとして、努力目標としては約36kmを予定している。

(3) 配水管ライニング

鑄鉄管の古いものは、中に錆こぶがついて、水圧低下や濁りの原因になっているが、管体自体はあまり欠陥が生じておらず、今後も十分に使用に耐え得るものが多いところから、この方法については期待するところが大きい。特に工事費が $\frac{1}{2}$ 以下ですむことや、工期が大幅に短縮できることが大きなメリットである。

施行延長は旧インチ管のうち、口径12"~4"の管については70%、口径3 $\frac{1}{2}$ "の管については20%をこの方法で処置することとし、年間100kmをしたまわらない線を予定している。このことによって40年以上経過した旧インチ管の小管は、布設替えと合わせてだいたい処置が完了することになるわけであるが、実施に当たっては、比較的新しいミリ管といえども、苦情処理を重点として、濁り水の発生した場所について優先施行する考えであることは申すまでもない。

ライニングの施行方法については、本市が多年にわたり研究、実施してきた各種の方法のうち、2液硬化の速硬性エポキシ樹脂を約1mmの厚さで吹き付けるものが最良であるとの結論に達したので、主として300mm以下についてはこの方法を採用することとし、これ以上のものについては、別途管の補強も兼ねたライニング方法について研究している。

エポキシライニングの優秀性は、塗膜の接着性、耐久性もさることながら、通水再開までの時間が短縮できて、バイパス管を必要としないということである。塗料の毒性については十分吟味されており、今後この方法は普及していくであろうと思われるので、目下施工業者の指導育成に努めている。

濁り水対策の手段としては、別にpHコントロールを考えており、現在実験完了、一部実施段階にあるが、これはこれとして、すでに閉塞した管はクリーニングして機能を回復させることが肝要であり、最終的にはすべての無ライニング管にライニングを施すよう努力していくつもりである。

(4) 配水幹線布設替

ごく部分的であるが、破裂事故の多発する幹線については、補強またはダクタイル管による布設替えを考えている。口径1,500mmで3.2km、口径600mmで2.5kmを必要とするが、布設替えによるか、鋼管、ダクタイル管などを内部にそう入するか、または内部に補強用ライニングを行なうかについては目下検討中である。

(5) 道路整備に伴う配水管布設替

道路、河川等の工事に伴って支障となる配水管の移設を行なうものであるが、この機会に積極的に旧管は新管に口径を増大して施工し、給水管も更新していく。従来からの実績では年間約2kmである。

(6) 配水細管布設

給水管の長いものを整理統合し、末端給水の円滑化と、漏水防止をはかるのが主なねらいである。このため私有道路、行き止まり道路も含めて、給水管の錯綜した所には積極的に口径75mmの塩化ビニル管を布設する。計画では年間30km以上で、給水工事負担公平化の一助ともなっている。

4. むすび

配水管の整備という仕事は極めて地味なものであり、気長に根気よく続けていかなければならないが、市民サービスとしては一刻も猶予できない問題でもある。当面は苦情処理を中心として、できるだけ長くない期間内に何とせよ、管網全体が若々しい機能を回復できるよう処置したいものと考えている。

このためには創意工夫を加えながら、メーカー、施工業者各位のご協力を期待すると共に関係者一同、一致協力して理想の実現に邁進して参りたい。

寄稿〈5〉

広島市の配水設備整備事業

広島市水道局施設部計画課長

柳川幸雄

1. まえがき

広島市の水道は、明治31年に創設されて以来、5回の拡張事業、2回の設備改良事業を重ねて、現在300,000 m^3 /日の給水能力をもっている。そしてなお、第6期拡張事業を施行中であり、これで給水能力を500,000 m^3 /日にして、将来の需要に対処しようとしている。

配水管については、過去の拡張事業の中で順次整備されてきたが、原爆によって激甚な被害を受け、とくに河川の多い本市では、原爆後に受けた台風とともに、水管橋、橋梁添架管が壊滅的な打撃を受けた。直ちにその復旧に専念し、まず、応急的な手当を施し、引き続いて市の復興が始まり、旧市内は区画整理が行なわれ、迷路のごとき道路は基盤目の道路に変わり、配水管は戦災復興事業の一環として、街路の整備とあいまって、新設、移設、撤去工事を繰返し、一応の体制を整えた。しかしながら、あくまでも復旧が主目的であったため、まだまだ十分でない所が多く、当時は有収率の極端に低いザル水道といわれるほどであった。しかし、ここで特筆に値することは、創設よりこれまでに瞬時も断水

せずに給水し続けた先人の努力である。

続いて漏水防止、名個メーターの取付など重点的に手を打ってきたが、復興ならびに市勢発展に伴う人口増、市域の拡大、生活程度の向上などで上水需要は極度に上昇し、未給水地区の解消、老朽管の取替え、管の増径の必要に迫られ、拡張事業とあわせて配水設備整備事業を起こし、本格的な整備に着手した。

2. 配水設備整備事業

本市の整備事業は、拡張事業に伴って行ない、拡張事業によって増強される水量、水圧を給水区域内に円滑に給水するため、老朽管の整備、市周辺の未給水地区の解消、建物の高層化、生活内容の変革などに起因する需要量の増、交通量および重車輛の増大、また他の埋設物工事、近接するビルの地下工事に伴って発生する石綿管などの折損事故の防止など、急を要する配水管を中心に施行して、管網の整備拡充をしようとするもので、配水の幹線的なものは拡張事業で施行し、そのほかを整備事業その他で施行している。

3. 第1次事業

第5期拡張事業に併行して施行した。第5期拡張事業の規模は

給水区域	広島市、他2町の一部
計画給水人口	600,000人
計画1日最大給水量	300,000m ³
計画1人1日最大給水量	500ℓ
工期	昭和36年度～44年度

であって、この中で配水施設として約10,000m³容量の配水池を3池と、4,000m³のものを1池、また25,000m³の貯溜を兼ねる送水隧道を新設し、配水管は口径1,500mm～300mm管を総延長約70,000m程度の布設をしている。

第1次整備事業は、口径800mm～150mmを、総延長78,590mの新設を計画し、40年度より44年度に至る5カ年の継続事業として着手し

たが、拡張事業の変更により本事業も変更して、次のように完了した。

配水管	口径1,000mm～150mm
	総延長 211,809m
工期	昭和40年度～45年度
事業費	1,730,000,000円

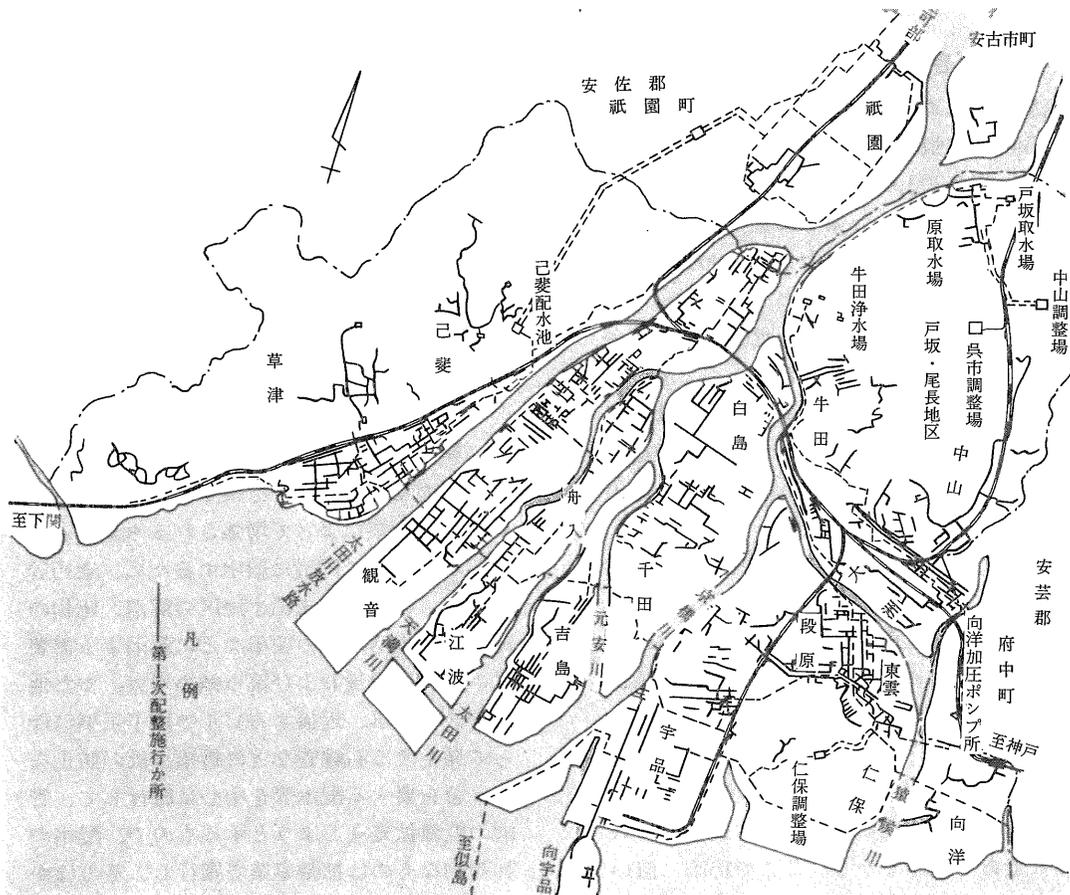
4. 第2次事業

第1次事業に引き続き、また第6期拡張事業にあわせて施行中である。

第6期拡張事業の計画内容は

給水区域	広島市、他2町の一部
計画目標年次	昭和53年
計画給水人口	680,000人
計画1日最大給水量	500,000m ³
(今回拡張増加分)	200,000m ³)

図一 広島市配水設備整備事業一般図
(第1次事業)



計画1人1日最大給水量 660ℓ

区域外分水量 52,000m³

工期 昭和45年度～51年度

である。この中で配水設備は、配水池容量25,000m³、34,000m³のものを各1池築造し、本市では初めて高地区配水設備を3カ所新設する。それは3,000m³～6,000m³容量の調整池を高地区に設け、ポンプ揚水によって行なうもので、標高40m～120mの範囲の給水を考えている。

配水管は、口径1,500mm～300mm管を総延長87,400mの布設を行なう。

第2次事業は

配水管 口径1,200mm～150mm

総延長 153,639m

工期 昭和46年度～50年度

事業費 2,540,000,000円

の予定で現在施行中である。

なお年度別施行計画は

46年度 400～150mm 33,538m

47 400～150mm 34,347m

48 300～150mm 33,192m

49 500～150mm 29,395m

50 1,200～150mm 23,167m

で事業費は各年度5億円程度と予定している。

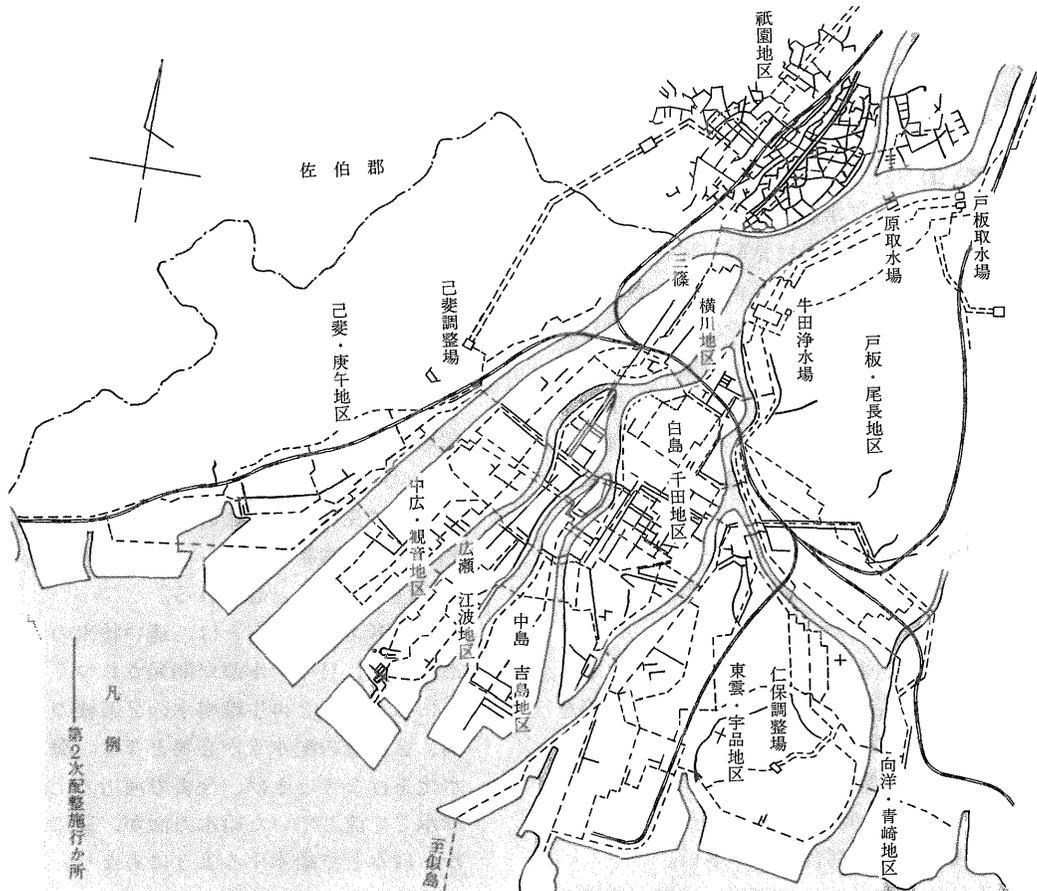
5. 施行方法

(1) 施行順序

これの施行順序は、工事の行ない難い市の中心部、未給水地区および不足地区から優先的に始めることを原則としている。もはや本市でも、中心部は夜間工事をやらなければな

図一 2 広島市配水設備整備事業一般図

(第2次事業)



らない場所も多くなってきており、これがまだまだ増す可能性があるので、なるべく昼間施行でやって工事費の節減をはかり、水量、水圧の不足地区からは給水義務はもちろんであるが、早目に工事をして料金の増収をねらっている。投資効果を考えて施行するのが基本としている積りであるが、なかなか調整になやまされる。

また道路改良、舗装、他の埋設物工事の計画がある所については、先行的に施行している。これには毎月1回道路管理者と埋設物関係者で構成する協議会を開き、計画、意見を出して互いに損失、住民の迷惑の少ないように調整をはかって施行している。

(2) 設 計

設計は主として局が行なっているが、事業量の増により、昨年の暮れから一部をコンサルタントと設計m当りの単価契約を行ない、調査、設計を委託している。この場合の設計書は、金額なしで提出させ後で局が工事費積算を行なっている。

(3) 施 工

主として指定工事店に請負わせて行ない、監督は局の職員が現場に常駐している。

舗装復旧は、別に単価契約を結んでいる舗装業者に行なわせ、それまでの現場管理は、仮舗装を直ちに行なって交通保安をしている。舗装仕上げの際には、管の埋設位置を示すため、定められたプラスチックブロックを埋込んでいる。なお管体には、先程建設省より指示されたテープの明示は行なう。

土質の悪い所については、土砂の入れ替えを行なうが、最近道路管理者の要求がきびしくなってきたようである。

管は、メカニカルダクタイル管を主として使用し、200mm以下についてはタイトン管を使用することにした。

切替工事は影響の少ない所はできるだけ昼間に行ない、その他は夜間施工としている。しかし、夜間施工の割合の方が多い。

最近はすべてについて河川、道路、交通の

管理者、または住民からの条件、制約がきびしくなり、とくに公害的なものには敏感になり、設計、施工とも非常に苦しくなってきた。

6. 将来の事業

本市の配水管布設延長は、45年度末現在で1,080,000mにもなっており、このうちこれから整備を必要とするものは285,000mもある。この中には、創設当時に布設されて約75年間も使用されているような耐用年数を過ぎたものの、増径を必要とするもの、新設を要する地区、管種を替えなければならない所がかなりあり、これらの整備にこれから大変な仕事量があり、またこれらがまだまだ必要とする所が増えるものと思われる。

次には、本市でも地下鉄計画、住居密集地の再開発、国道、県道、市道の整備計画がなされており、これらに伴って、配水管の整備を長い将来にわたって続けなければならないだろう。

それからまた本市では、広域行政計画の一環として、市の周辺をとりまく19カ町村との合併を促進している。それらの町村は、水道設備の存在する所、ない所、あっても不自由な所であるが、人口増が急増で水道設備の新設、拡張が急務となっている町村ばかりである。これに対しても、直ちに拡張事業、整備事業がなされなければならないし、水道の立場から考えれば、行政的な合併とは別にしてもやらなければならない仕事である。すでに広域水道としての構想を立案して、要求度の大きい所から手をつけているが、以上のことを考えて見ると、将来の事業はますます広範囲になり、複雑となり、それが永遠に続き莫大な仕事になるとと思われる。

なお考えられることは、遠い将来のことであろうが、日本の水源が開発されつくしたときには、上水と再生雑用水の2系統の水道設備、2系統の配水管が必要となる。海水の淡水化を行なうときは、今まで河川の上流から取水して流していた給水方法が、逆に海の方から取水して給水するようにもなり、これも2系統のものが部分的に必要となってくる。

これは時代の必然性であろう。このときの管の整備を考えると大変なことと思われる。やはりわれわれは、今は今として、今から今の管の維持をしっかりして、未来に向うべきではないだろうか。

7. 問題点

(1) 資金

配水設備を整備するような事業は、拡張事業と異なり、主として維持管理面から検討して、計画的に毎年継続して行ない、水道事業がある限り、永久的にいつも配水の万全を期せるような状態にしておくべき仕事であるため、自己の財源をもって施行するのが望ましいものであろう。しかし、現在の水道事業は経営が苦しく、さりとて設備投資は要求され、仕方なく起債に依存してやっている状態である。しかもそれは縁故債がほとんどで、将来これがますます経営を圧迫してくるような気がしてならない。水道は公営企業で独占事業的なものであるため、倒産の心配はないにしても、市民の資産であり、生命の根源であることを考えれば、受益者負担の原則を明確にして、事業の規模、料金体系を適切なものにして、健全な経営が出来るようにすべきであらう。

これには政治的、法的、地方自治体、水源、経営者の手腕、議員職員の認識、市民の理解、歴史など種々の問題を内在しているが、少しずつ努力していく方向として、外に対してはPRを上手に行ない、住民の認識を得、また内には、各自が企業意識の反省をすることが第一歩であらう。売り歩くこともなく、利益を追求する必要もない企業ならば、うまくルールを敷き、それに乗れば健全に走れると思うのだが……。

(2) 道路

水道は人が生活するためには、どうしても欠くことのできないものである。文化生活の進んだ現在は、電気、ガス、電話、道路、下水などがなければ、生活に非常な不自由を感じるが、たとえ、これらがなくても営むこと

はできる。こんなところに、水道の使命的なものがあり、苦しさがある。

今まで井戸、あるいは横穴などに水を求めていた地域、また田畑を住宅地にかえた所、宅地開発、鉄道、道路の新設、河川の改修、ビル建築で地下水の水位、水脈、水量が変わり、これらがすべて水道管の布設要求として出てくる。原因者に費用のいくらかは負担させるにしても、実際に管布設をするには当該地までに道路のない所、狭い所、住民の苦情、水圧確保で困難なことばかりである。また、将来道路が整備されるときは、管の移設を求められ、二重負担になることもある。原因は道路より水道が先行する必要があるからであるため、道路整備されていない地区の建築制限、あるいは原因者負担による道路整備ができないものだろうか。

(3) 給水

団地開発、都市再開発、水面埋立、大規模なビル建築の際、今までの配水系統を変えざるを得ないときがある。とくに周辺部で大量に使用されるものができる、管網の形成がくずれ、これの再形成に大変である。これらも、原因者に頼るべき性質の内容のものばかりではないので、資金的に、また市街地では増強管の埋設位置の占用に、周辺地では前にも述べたように困らされる。

もちろん拡張、整備事業の際、予想される地区は先行しておくが、中にはぴったりとこない場合がある。本市は東西に浄水場、配水池があるので、市の中心部で東西を結ぶ幹線を上下流の別のない同口径の管を布設し、配水系統の変更に対処できるように考えてみた。

(4) 破損事故

本市は、市のほとんどが太田川の三角州の中にあつて、地盤が軟弱でとくに他の埋設物工事、近接する地下室工事、道路拡幅による交通量の増、重量車の増によって老朽管あるいは石綿管の破損が多く、44年度の実績をみても、1ヵ月平均約40件余りの配水管破損がある。鑄鉄管は総布設延長1,000,000mに対し

て年間385件で2,600mに1件、石綿管は約70,000mに対して136件の破損があり、約500m当り1件の割合である。本市は一時期工事要求と予算の関係で、小口径管にほとんど石綿管を用いたときがあったが、現在これの布設替えを余儀なくされ、年々少しずつ施工している状態である。

また、デルタ地帯のため海水による腐蝕も大きく、とくに海、河近くの管はその進み方が早いように思われ、とりあえずこれからの布設管にはポリエチレンスリーブ工法をとってみようかと考えている。

(5) 放棄管

増径、また布設替えによって不要となった管は、両端処理をして撤去の必要のない所はそのまま放棄しているが、これが将来不明の管となって困ることが出てくる心配がある。これは費用と道路、交通事情の関係で撤去できないものであるが、将来他の管との誤りなどのないように、十分維持管理面で把握してほしいことを念願したい。

(6) 夜間施工

交通事情が極端に悪くなり、また営業者の迷惑などで道路、交通管理者、あるいは地元住民から夜間施工を命令また希望されることが多くなり、工事費の増大も困ることながら、工事による騒音、能率の低下、作業員の確保、現場の安全保安、監督の配置、労組との協約など、昼間施工に比べてやりにくいことが多くなっている。どうしても避けられぬことである。工事の方法、施工業者の自発的研究、教育、使命感、監督のやり方を検討しなければならぬ。

(7) 技術者

仕事はますます多くなってくる。しかしながら、これをやっていく設計、監督、管理の

技術者、施工業者、設計会社の人的能力の確保が困難となっている。これは一度に準備できるものではないので、ぼつぼつでも互いに研究し、育てていくしか方法はない。とくに現在、技術者は事業体あるいは会社が大きくなってくると、部分的なものしかわからず、片輪者的なものに育ちつつある。今では研究、調査になかなか時間と予算を与えてくれることも少ない。当然、オールマイティな技術者を育てることは望めない。設計、発注、業者、監督、管理と互いの歯車を噛み合せて、うまく事業を進行させる気持がまず大事な気がする。

(8) 管

どこでも最近赤水対策に頭を痛めている。これに対して流し方を変えたり、布設替をしたり、排水をしたり、いろいろな手を打っているようである。また、pH調節の必要ももちろんであり、研究もなされている。確かに有効であり必要である。それはそれとして、管自体もますます十分な研究をなされたい。まだわれわれには、管そのものでわからないことが多い。管厚、強さ、防蝕、ジョイント、多種多様でいつも使用のとき考えさせられる。ジョイント一つをとってみても、鋼管は鑄鉄管に近づき、鑄鉄管は鋼管に近づいていく。おのおの特質特長がありながら分野を越そうとする。必要なことであるが、そのために損失が起こる場合もある。十分おのおの材質を考えて研究され、われわれが適切に安価に使用できることを望みたい。

8. あとがき

打開策の案でもみつければと思いながら、研究不足で目新しいものもなく、具体的にもつっこめず、もの足りないものになってしまった。事業の遂行の糧として先輩諸兄のご指導を望みたい。

寄稿〈6〉

北九州市水道の拡張と 配水管整備事業

北九州市水道局技術管理者

工務部長 白石正彰



1. はじめに

北九州市は、玄海灘に面した海岸線をおおむね東西に带状に市街地が形成されている。これは背後に急峻な山が迫っている地理的条件から、当然の成行といえる。かつてこの地には、北九州旧5市が相隣接して、それぞれの都市カラーを深めながら発展してきた歴史が刻まれている。水道事業も時の趨勢にしたがい、おのおの創設、拡張が行なわれ、今日の北九州市水道の基礎を形づくってきた。

したがって現在でも、各区（旧市行政区域はそのまま区として残されている）の境は旧市配水系統の管末地域といった所が多い。現在すでに市街地も一体化しており、生活様式の向上、産業の伸展などによる水需要もますます増大する今日、市民生活に直結する配水管の整備は、本市においても重要な課題の一つである。

以下、旧市水道創設期の配水管、その後の拡張と整備事業などについて述べることにしたい。なお、北九州市水道の沿革一覧表は表-1のとおりである。また現在実施中の第3期拡張事業概要は図-1のとおりである。

2. 水道創設期の配水管

配水管整備事業において、老朽管対策は問題点の一つであるが、旧市水道創設後すでに40年～60年余りを経過しており、当然これらの管は、この問題にふれてくる。そこで当時の管布設状況を調べると、次のとおりである。

(1) 門司

明治22年、特別開港場に指定され、港の町として開けた門司市は、明治45年3月通水以来今日まですでに61年を経過している。紫川の上流福智溪谷に、有効容量77万 m^3 の貯水池

を築造して水源とし、ここから小森江浄水場までの導水管として、径400mm鑄鉄管を23km布設、また配水管として径450mm~100mmの鑄鉄管を総延長31.7km布設している。その後、市勢の進展とともに幾多の増設、改良工事、また第1期から第4期に至る拡張事業を実施してきたが、昭和39年、北九州市水道局として新発足することとなった。なお、これらの拡張事業において使用した配水管は、一部石綿管を除き、すべて鑄鉄管である。

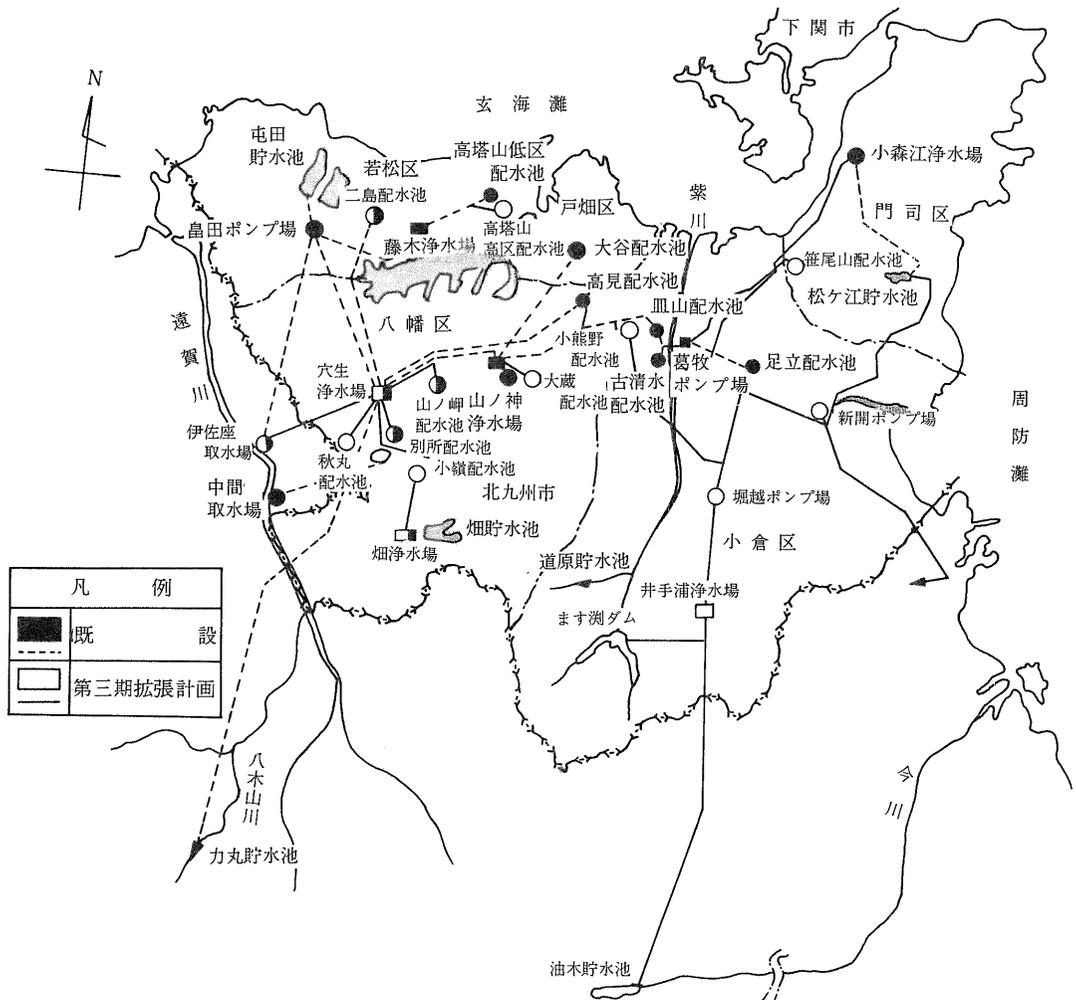
商業の中心地として栄えた小倉は、大正2年5月通水以来今日まで59年を経過している。紫川上流に有効容量48万m³の道原貯水池を築造し、堰堤下に緩速ろ過場を設け、ここから蒲合分水池、古清水配水池を経て、市内に配水している。これら送配水管は、すべて鑄鉄管を使用しているが、その延長は送水管(径350mm)13.2km、配水管(径450mm~径100mm)47.8kmである。その後、第1次、第2次拡張事業を終えて、第3次の中途中で、北九州水道組合に参加し、水源確保にあたってきた。

(2) 小倉

小笠原15万石の城下町として、また北九州

(3) 戸畑

図一 北九州市第3期拡張事業計画略図



戸畑は、従来漁業を中心とした所であったが、明治30年、官営八幡製鉄所開設が決定されるや、八幡市と共に急速に発展してきた都市である。水道通水は昭和6年7月であり、5市のうちでは最も遅れている。しかし、通水後すでに41年を経過している。水道創設にあたって、水源は八幡、若松と同様、官営八

幡製鉄所の遠賀川水利権中より分譲を受けることとし、遠賀川からの導水施設も、同製鉄所所有の中間取水場→養福寺貯水池→鬼ヶ原ポンプ場に至る施設を負担金を支払って使用することとした。浄水場は大谷の高地に新設し、これから市内に配水している。配水管種は幹線(径400mm～径300mm)を鋼管、支管を鋳

表一 北九州市水道沿革一覽表

団体名	拡張	施設	工事の期間	基本計画の内容		工事費 (千円)	備考
			自年月 至々々	給水人口 (人)	一日最大 給水量 m ³		
門司市	創設	福智水源地	(明 42.3 " 45.3)	80,000	8,700	1,513	
	第1期	福智導水管増設	(昭 5.4 " 7.5)	112,000	12,200	1,584	
	第2期	項吉水源地	(" 10.8 " 15.3)	125,000	27,800	2,644	
	第3期	松ヶ江水源地	(" 31.5 " 36.3)	140,000	32,200	797,505	
	第4期	松ヶ江水源地増強	(" 36.11 " 41.3)	140,000	43,400	462,342	
小倉市	創設	道原水源地	(明 34.9 大 2.5)	60,000	7,600	1,067	
	第1期	葛牧水源地	(昭 5.2 " 6.2)	85,000	13,600	180	
	第2期	今村水源地	(" 11.10 " 20.6)	150,000	33,600	1,299	
	第3期	城野水源地	(" 26.1 " 29.3)	160,000	43,600	106,164	
戸畑市	創設	大谷浄水場	(昭 4.5 " 6.7)	58,000	8,000	1,381	
	第1次	大谷浄水場増設	(" 9.9 " 11.3)	78,800	12,300	344	
	第2次	同上	(" 13.12 " 20.3)	86,440	23,100	700	
八幡市	創設	山の神浄水場	(昭 3.6 " 7.3)	150,000	23,000	2,599	
	第1次	同配水管増設	(" 9.4 " 11.3)	150,000	23,000	377	
	第2次	山の岬浄水場	(" 10.5 " 13.3)	150,000	33,000	510	
	第3次	畑貯水池	(" 14.11 " 31.3)	200,000	63,000	1,013,499	
若松市	創設	牧山浄水場	(明 42.8 " 45.3)	50,000	9,000	733	
	第1次	畑谷浄水場	(大 10.1 " 14.3)	65,000	12,000	810	
	第2次	藤の木浄水場	(昭 16.2 " 24.12)	145,000	32,000	14,505	
北九州 水道組合 (北九州 水道企業庁)	第1期	遠賀川取水工事	(昭 27.10 " 36.12)	537,300	288,000	3,678,000	昭27. 4. 15 組合設立 (福岡県、小倉市、戸畑市 八幡市、若松市)
	第2期	八木山川取水工事	(" 35.4 " 42.3)	665,300	346,000	6,906,852	
北九州市	第3期	遠賀川取水工事 油木貯水池 ます淵貯水池	(昭 41.4 " 49.3)	1,069,200	639,000	25,800,000	昭38. 2. 10 5市合併 北九州市誕生 昭39. 1. 1 北九州市水道局発足

鉄管とし、その総延長は63.6kmである。第1次、第2次拡張工事を完成し、第3次をもくろみ中、北九州水道組合に参加した。

(4) 八 幡

明治30年官営八幡製鉄所の設置が決定され以来北九州工業地帯の中心となった八幡市は昭和5年7月通水している。水源は戸畑同様遠賀川の同製鉄所水利権より分譲を受け、浄水場を山神高地に築造、配水系統を高区、低区の2系統に分ち配水している。配水管（径750mm～径75mm）は総延長111.5kmで、管種はすべて鋼管を採用している。創設後、第1次、第2次拡張を終え、第3次を実施中、組合に参加した。

(5) 若 松

筑豊炭田の石炭積出しの中心地として繁栄した若松市は、明治45年4月通水している。水源は戸畑、八幡と同様製鉄所から分譲を受け、他行政区域である戸畑市の牧山高地に浄水場を設置、洞海湾を横断して海底に配水管2条を布設、以下市内に配水している。管種はすべて鑄鉄管である。第1次、第2次拡張を終了し、組合に参加する。

以上、旧5市の創設当時の状況について述べたが、配水管は門司、小倉、若松はすべて鑄鉄管、戸畑は鑄鉄管と鋼管を併用しており、八幡は鋼管のみを採用している。創設以後の拡張工事において、管種の採用は門司、小倉、若松は変わらないが、戸畑、八幡は鑄鉄管の採用が目立ってきている。

3. 北九州水道組合（北九州水道企業庁）の拡張と配水管整備事業

各市それぞれ創設に次ぐ拡張で、水の需要に対処してきたが、戦後の急激な復興で、一般用水と工業用水の需要は増加の一途をたどってきた。さらに増設される臨海工業地帯に必要な工業用水の需要もみこまれ、用水問題の根本的な解決策をたてることが急務とされるに至った。ここにおいて福岡県と小倉市、戸畑市、八幡市、若松市の5つの公共団体は、

それぞれの水道行政を一元化して、水源の拡張と合理的な給水を行なうこととし、地方自治法に規定する一部事務組合の設立を企図、昭和27年4月北九州水道組合（昭和36年5月地方公営企業法の一部改正により北九州水道企業庁と名称変更）を設立した。

かくして組合設立後、直ちにその目的である水源獲得のため、第1期拡張工事を昭和27年度に着手し、35年度に完成した。総事業費は36億7,800万円である。事業計画は給水人口1537,300人、1日最大給水量288,000m³を基本計画とし、水源を遠賀川に求め、屯田第1貯水池に隣接して有効容量315万m³の第2貯水池を築造、穴生浄水場の新設、藤ノ木浄水場の増強等により、給水の円滑化をはかるものであった。ついで急増する水需要に対処すべく、引つづき第2期拡張事業に着手した。給水人口665,300人、1日最大配水量346,000m³を基本計画とし、総事業費は69億685万円で、工期は昭和35年度から41年度までの7カ年をようした。

事業概要は、遠賀川の小支川である八木山川の力丸地点に、多目的ダム（有効容量1,250万m³）を築造し、治水事業として八木山川の洪水調整をはかり、利水事業として、1日最大153,000m³の水源を確保するものである。このうち北九州市は、上水道79,000m³、工業用水道62,000m³の合計141,000m³、直方市は12,000m³を取水する。

以上のように、拡張事業は継続して実施してきたが、配水管整備の方はどうであったか。

組合の構成団体である各市は、組合設立前にその行政区域の実態に応じた配水系統を持ち、市界に近い地域は管末といった形態となっていることはすでに述べたが、数次にわたる拡張工事によって管系統はますます複雑さを加えてきており、さらに市街地の膨脹、戦災復興事業による管の移設、資金不足のため生じた配水管分布のアンバランス、さらに配水管の老朽化がからみ、配水機能を大きく低下させていた。

組合設立後拡張とともに急施を要したのはこの配水管の整備であった。配水管網を密に

し、各水源別の配水系統相互の連絡をはかり、均衡のとれた配水調整を行なうことがぜひ必要であった。このため、バルブ操作による配水調整の応急措置を施すとともに、特に急施を要する改善、増強に重点をおいて実施してきた。しかし、この配水施設拡充で取り上げるような改良工事は、自己財源で実施するも

のとされており、おのずから限度があった。いきおい拡張に主眼がおかれ、整備事業はその必要性を認めながらも、資金の投入が十分できなかったのが実情である。組合設立後昭和35年までに行なった整備事業は表一2のとおりである。

表一2 配水管整備工事による配水管布設状況

口径 年度	75mm	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	総延長	金額
27~28	966	9,348		8,594	1,645	60	3,516	416	542				25,087	80,342
29	866	10,048		4,707	12	800	780						17,213	46,473
30	636	3,113		1,300	855	1,304	1,864	2,090		1,255	602	306	13,325	75,945
31	1,100	2,803	465	2,245	155		45					861	7,674	31,085
32	2,541	3,898	170	2,040	344		3,237	119	1,110				13,459	73,448
33	3,661	6,164	40	1,592	789	12	25			77			12,360	34,922
34	284	2,684		3,600	4,741		32						11,341	42,261
35	1,447	10,352		3,715	433	545				176		14	6,682	54,119
計	11,501	48,410	675	27,793	8,974	2,721	9,499	2,625	1,652	1,508	602	1,181	117,141	438,595

4. 局発足後の拡張と配水管整備事業

昭和38年2月10日、5市合併により北九州市が誕生した。翌39年1月1日、北九州水道組合は発展的解散を行ない（福岡県はこの時点で離れる）、門司水道部と合体、新たに北九州市水道局として発足することとなり、以後今日に至っている。現在の配水管総延長は表一3のとおりである。

水道局発足後、“百万都市の水源確保”というたい文句で、41年から第3期拡張事業に着手、48年度完成を目指して目下鋭意施工中である。計画給水人口は1,069,000人で、総工費は258億円を計上している。

本事業は、遠賀川残存水利権の開発と、紫川上流に有効容量1,320万 m^3 の「ます渕」ダム、また周防灘にそそぐ今川上流に有効容量1,745万 m^3 の油木ダムの二つの多目的ダムを築造することなどにより、水源能力を1日に244,000 m^3 増強して1日639,000 m^3 に引上げ、昭和50年までの需要に応じようとするものである。このうち油木ダムは昨年秋完成、すでに湛水を開始しており、本年夏期のピーク時までに通水すべく27kmの導水トンネルを18工区に分

け業者を督励して施工中である。

かようにして、都市発展の原動力であり、市民生活に欠くことのできない水資源を求め相ついで拡張事業を進めてきたのであるが、これらの事業遂行のため、借入れた起債の元利償還額は、膨脹の一途をたどり、このため生じた不良債務は巨額に達し、企業経営を著しく圧迫する状態になってきた。そこで、昭和42年度から46年度までの5カ年間の財政再建計画をたて、企業経営の健全化を図ることとなった。その方法として(1)料金の値上げ (2)口径別納付金制度の新設 (3)人員の削減 (4)給料表の改訂 (5)検針集金事務の委託 (6)浄水場の統廃合などである、この間、配水管整備事業も財政面の制約をうけ、十分な対策が打たれぬままであった。しかしながら、企業努力によって、再建計画を1年短縮して45年度で不良債務を解消するにおよび、今後重点的に整備事業を行なうことにしている。

近年、河川の汚染による水質悪化や、老朽管に起因して発生する赤水問題が、水道界の全国的な問題として、クローズアップされている。また、社会情勢の推移にともなって、宅

地造成ブームによる用地の開拓は、市街地を遠く離れた丘陵地帯に無計画に行なわれるようになり、給水区域は年々急激に拡大する一方である。これに比例して、高台地区や一般未給水地域に対する配水管布設の市民要望はますます強くなっている。また、最近公害対策として急速に進展をみる下水道事業、冷暖房装置の普及化策、生活文化の向上によって、1人当り使用水量も飛躍的に増大する傾向にある。これらの諸情勢に対処し、(1)未給水地域に対する新管の布設 (2)管網水利計算による管の拡充 (3)赤水発生、出水不良の原因となる老朽管の取替え、配水小管の統合 (4)パイプクリーニングによって配水機能の回復をはかるなどを積極的に実施して、失われた需要と配水管のアンバランスを早急に是正する必要がある。配水管整備事業として、47年度以降積極的に予算を計上し、合理的な配水調整と企業効果の一層の発揮を目標とし、目下具体的な計画作製中であり、少なくとも46年以前に比し、大幅の増額を期している次第で

ある。

42年以降46年までの実施状況は表-4のとおりである。

配水管整備事業のうち、老朽管対策について本市の状況はつぎのとおりである。すでに水道創設でふれたように、管布設後すでに40年～60年余りを経過し、寿命のきているものまた耐用年数には至らないが水源の70%を占める遠賀川原水の水質のため、管内の錆腐発生が著しく断面を大きく塞いで、老朽化している管を相当数かかえている。本市の配水管総延長は1,414kmであるが、錆こぶによって断面縮小率の大きい径200mm以下の小口径配水管は1,135kmであり、全体の約80%を占めている。この小口径管で老朽化の著しいものは約10%前後と推定され、今後計画的に取替えてゆく方針である。またパイプクリーニングも、そのライニングにエポキシ樹脂とモルタルを併用して行なうことにしている。これは鑄鉄管種のみを対象としている。また創設時、八幡、戸畑で鋼管が採用されたが、戦災

表-3 北九州市配水管布設延長調(単位m)

(昭和46年3月31日現在)

呼び径	区別	門 司	小 倉	戸 畑	八 幡	若 松	計	摘 要
75mm		21,739	18,483	623	54,027	3,812	98,684	
100		86,946	125,008	86,590	158,254	78,054	534,852	
125		3,103	85	9,936	1,348		14,472	
150		83,231	105,976	21,644	98,472	36,411	345,734	
200		24,787	36,979	8,783	44,183	26,689	141,421	
250		9,464	7,659	1,307	13,824	7,189	39,443	
300		17,249	18,389	15,936	19,596	13,023	84,193	
350		4,328	9,526	3,206	15,519	5,723	38,302	
400		9,733	6,678	2,298	11,071	1,598	31,378	
450		12,014	8,406		12,631		33,051	
500		8,788	4,555	2,549	9,491	1,706	27,089	
550					1,316		1,316	
600		2,189	4,527	523	5,902	1,160	14,301	
700		202	3,815		179		4,196	
800			2,710		52		2,762	
900		38	2,909				2,947	
1000					53		53	
計		283,811	355,705	153,395	445,918	175,365	1,414,194	

復興時の管移設に際し、掘起し、運搬によって被覆塗装の損傷がはなはだしく、そのままでは再使用困難のため、鋳鉄管種と取替えられている。

本市のモルタルライニング管の採用は、大口径管は昭和31年から、径300mm以上を36年から、径100mm以上の小口径管は39年からと段階的に採用してきたが、これは当時管断面の縮小と、分水栓の建込みが懸念されたためであるが、パイプクリーニングを実施するにあたり、小口径管の採用をもっと早く行なうべきであったと反省される次第である。

5. おわりに

北九州市水道の創設期から現在に至るまでの拡張と配水管整備を、主として拡張事業の進展をかえりみながら述べるにとどまり、将来の具体的な計画や起債枠の拡大、その他の財政的要望等にはふれぬままに終わった。また、整備事業とも関連の深い水質汚染問題、漏水防止対策等についても、今後の課題としてふれる必要があるかと思われるが、またの機会にゆずることとし、以上でこの拙文を終わらせていただく次第である。

表-4 配水管整備実施状況

種別	年度	42	43	44	45	46	摘要
未給水地区対策	延長	25,590 ^m	37,981	13,779	19,774	15,992	
	金額	122,088 ^{千円}	233,328	150,000	195,864	191,806	
高台 未給水地区対策	延長	1,953 ^m	5,454	7,555	6,523	6,105	
	金額	30,655 ^{千円}	35,142	69,663	65,158	65,102	
老朽管取替	延長	7,500 ^m	4,500	7,500	29,900	33,100	
	金額	53,071 ^{千円}	50,750	64,262	200,000	371,987	
パイプ クリーニング	延長					4,500	
	金額					23,000	
計	延長	35,043 ^m	47,935	28,834	56,197	59,697	
	金額	205,814 ^{千円}	319,220	283,925	461,022	651,895	

注 財源は起債と一部自己財源である。

特集：配水管整備事業

座談会

配水管整備の現状と将来

出席者

石原克己 / 横浜市水道局長
 西尾武喜 / 名古屋市水道局長
 白石正彰 / 北九州市水道局工務部長
 塩見清 / 広島市水道局長
 西山利夫 / 大阪市水道局給水部長
 石田一夫 / 小樽市公営企業管理者
 司会 清水清三 / 日本鑄鉄管協会理事長

発言順・敬称略

清水 今日、日本水道協会・理事会前の貴重な時間をさいていただきまして、まことにありがとうございます。

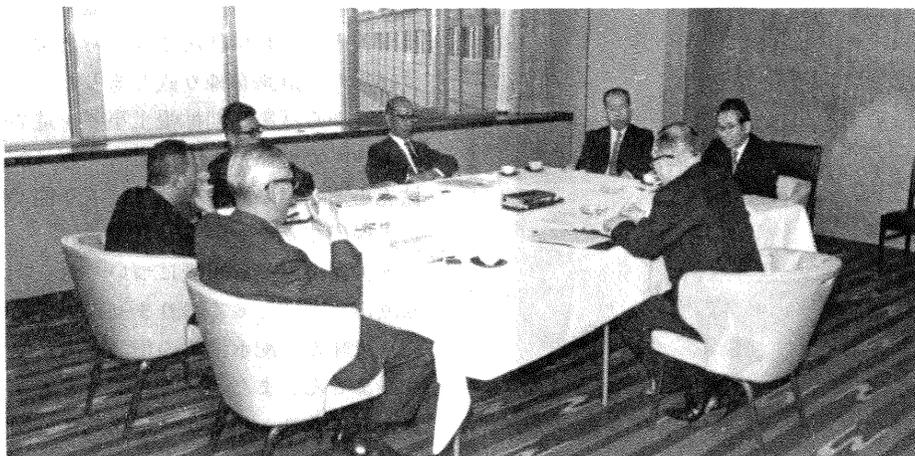
5、6年前に業界の一部では、水道の建設事業の昭和45年ピーク説というのがありましたが、私は、当時の需要の状況からみて、他にチェックする条件がなければ、ピークになるにしても、15～20年位は伸びるだろうと聞いていたのです。ところが、最近水道事業の伸びは鈍化し、やはり45年ピーク説のようになったのですが、これは需要が他の条件で押えられたためだといえると思います。そして現在、ご承知のように、公共事業優先の政策

により、消化しきれないほどの起債額がついている都市もあり、その後、新5カ年計画が待っているといった状態です。

このように財源ができますと、今後は水資源の問題あるいは技術者不足などの問題が出てくるでしょうが、そのうちこれらも順調に解決されることと思います。また、管理上の問題や施設の整備への配慮が不十分という、要するに水道事業全体のバランスを欠くということが起こり得るような気もします。

建設のピークを越えた水道ですと、経営の充実とか施設の整備に力を入れられるようになることはもちろんですが、たえずこの両面を並行して考えていくべきであろうかと思えます。これはなかなかむずかしい問題でしょうが、皆さん方の歴史ある水道では、常に気を使っておられることと思います。

さて、今日は「配水管の整備」について、話し合っていたわけですが、これらについても皆さん方の企業内部では十分にご検討されていることだと思います。中心としては配水管整備の必要性、財源・起債の問題、実施上の問題点、あるいは今後どうするか、ということになると思いますが、いろいろな問題が派生的に出てくると思っていますので、ご自



由に発言を願いたいと思います。最近、放言問題がとやかくいわれておりますが、あまりご心配をなさらないように、勢いよく放言していただく方が活発になりますので、よろしくをお願いします。

まず、わが国で一番古い水道である先輩都市の横浜市さんからお願いします。

配水管整備事業の必要性

◇横浜市の事情◇

石原 古いだけで能なしなのですが……(笑)
まず、配水管整備の必要性については、おそらく各都市とも共通しているでしょうが、その都市の特殊事情によって、若干ニュアンスの違う点もあると思います。

ご承知のように、横浜市は丘陵が多く、また埋立と共に発展してきているという事情があります。したがって、0～100mの標高差があって、非常に起伏に富んでいるわけです。このために、常時必要とする標準水圧1.5kg/cm²以下の地区が5.7%位あり、反面7kg/cm²以上の高水圧地区が14%と非常に多く、水圧の不均衡がはなはだしいのです。まずこれを是正することが、配水管整備の理由の一つになっているわけです。また横浜市の人口増は急激で、終戦時の人口62万人が現在240万人というように、戦後急激に伸びてきましたので、加圧ポンプや配水管施設が緊急対策的に行なわれてきたために、配水系統が非常に複雑に

なっています。これを是正する必要があるというのが二番目の理由です。三番目の理由としては、わが国で最も古い水道であるだけに老朽管が非常に多いこと、また人口の急増による給水不良地区をなくするなどの改善が必要であるということです。

この整備事業は昭和38年から45年にかけて行ないましたが、“配水管”という名称でなく「配水施設整備事業」と「配水小管整備事業」の二つに分類して行ないました。ことさら“施設”という言葉を入れたのは、パイプだけでなく加圧ポンプ所等を含めて改善する必要があるということです。パイプは300mm以上、配水小管の方は300mm以下を対象にして改善するというので、38～45年の8年間に「配水施設整備事業」に約116億円、「配水小管整備事業」に約90億円を投入して整備を行なったわけです。しかし、年と共に状況が変わりこの両事業も再検討する必要があるため、45年度で打ち切り、46年度から新しい構想のもとに再出発することといたしました。

この構想の骨子は、44年から神奈川県内広域水道企業団が開発を進めている酒匂川から60万5,200トンの水源を導入——いわゆる企業団受水で1トはいくらで買う水ですが——これを全市域に合理的に配水すること。全市を21ブロックに区分して、自然流下地区と加圧ポンプ地区を明確にすると共に配水系統を明確化すること。そして、各ブロックに最低1カ所



石原克己氏

の配水池を作っていくこと。これは地震対策等の関係もありますが、現在の15カ所に新たに8カ所を作り、23カ所にする予定です。また、現在81カ所ある配水加圧ポンプ所を38カ所に集約していくこと。500～2000mmの配水管を17万5,500m 布設すること。さらにはコンピューターを導入して送・配水コントロールを行なうこと。以上を「第8回拡張工事」として46～51年総工事費378億円をもって施工することにしております。

この第8回拡張工事では、500mm以上としましたが、500mm以下については“配水管整備事業”で施工することとし、老朽管の布設替えおよび給水不良地区の改善を図ることとしておりますが、46～51年で約130億円を投資する計画です。

清水 横浜市さんでは、地形上の特殊な条件があるわけですね。名古屋市さんの状況はいかがですか。

◇名古屋市事情◇

西尾 名古屋市も、横浜市さんと同様でして“配水管”でなく「配水施設拡充事業」という形で、昭和38～42年の5カ年に50億円を投入して進めてきましたが、当時はわずかな起債しかなく、38年はわずかに1億6千万円、39年が3億円、40～42年が各年5億円の20億円弱でした。その後この計画等を変更し、さ

らに10カ年延長して100億円近くにしたのですが、十分な起債状況でなかった関係もあって46年から計画を練り直しました。これは、47年度から「第8期拡張工事」を進める関係もあり、この拡張工事に見合った「配水施設拡充事業」として、5カ年位で年間25億円ほどの規模で考えているわけです。

名古屋市の配水施設については、配水池も横浜市さんほど多くありませんが、新対策という意味から配水池等の増設を考えなければなりません。また老朽管の改良を大きな主眼点にしており、46年から毎年約10億円を投入していきたいと考えております。この老朽管の改良は、いわゆる幹線の600mm以上の老朽管を取替えて、新対策にそなえていきたいということで進めているわけです。

配水事情としては、名古屋市は比較的平坦ではありますが、毎年夏に全市の水圧調査を行ない、その傾向を見ながら徐々に水圧の均等化を図るように進めています。また配水管整備については、新設する場合には管網計算等の試算を行なってチェックしています。

起債対象になっているのは200mm以上の管ですから、まず、大きなネットだけは配水施設事業で、先行的になっても進めていきたいと考えたわけです。というのは、道路舗装が非常に進み、道路布設の関係上非常にむずかしくなりますので、いわゆる幹線のネット網だけは、将来の見通しをたてて進めてきました。200mm以下の小口径管については、その時点で別個な考え方で進めていきたいと考えています。

また、ポンプ区域等についても配水施設として考えており、平坦地であることから従来ポンプ区域の設定は山のある所だけに考えていたのですが、これからは平面的な、いわゆる浄水場から遠距離の所は配水池を中心とするポンプ圧送地域を設定することも考えており、逐次切り替えができる方法で工事を進めています。

清水 北九州市さんは、それぞれ状況の異なった都市から一つの都市になられたわけですが、いかがですか。

◇北九州市の事情◇

白石 ご指摘のとおり、昭和38年に北九州の旧5市が合併し北九州市が誕生しました。水道は旧市のそれぞれの創設水道を引継いだ形になっています。もともと北九州の水源は遠賀川と紫川しかなく、八幡、若松、戸畑の旧3市は遠賀川水系に、小倉と門司の旧2市は紫川水系に頼っていました。しかし、都市の発展に伴って水源が足りなくなり、水源拡張を行なわなければならない状態に追い込まれました。そこで、水道だけ一足先に合併して拡張事業を進めることになり、昭和27年に水道組合を設立して、拡張を行ってきました。結局38年に母体である旧5市が合併しましたので、古巣に帰り北九州市水道局として新発足することになったわけです。

もともと旧5市は、それぞれの水道を持っておりましたので、合併しますと各区の境が管末になるという状態で、配水系統がうまくいかないということから、配水管整備がとくに重点的に取り上げられたわけです。しかし水源に恵まれていなかったことから拡張工事が最優先となり、整備事業は当時自己財源のみで行なうということで、結局その重要性を認めながらも十分に行なえなかったというのが実情です。

その後、42・43年の2年続きの渇水に見舞われ、制限給水をしましたので、ますます水源確保が叫ばれましたが、「第3期拡張事業」が進行するにつれ水源にある程度目鼻がつきだしますと、今度は配水管の整備不足による出水不良や赤水に対する市民の苦情が強く出てまいり、整備事業をも重点的に取り組まざるを得ない状態になりました。

「第3期拡張事業」は258億円の投資で、水源が約24万4千ト/日増え全体能力は63万9千ト/日になりますが、この事業の中に配水管整備事業として約23億7千万円を見込んでいます。これは全部起債で進めており、46年度には配水管整備に約5億円を投入していますが、これでは足りないので自己財源1億7千700万円を加え、合計6億7千700万円でお老朽管の取替え、未給水区の配水管布設、あるいは高台



西尾武喜氏

対策といった、いわゆる整備事業に取り組んでいるわけです。

しかし、この程度の整備ではまだ十分だとはいえません。

清水 広島市さんでは広域水道の問題が出ていますが、それらに関連していかがですか。

◇広島市の事情◇

塩見 今、広域水道を考えていますが、これは昭和60年を目標にし約100万トの計画で、今年からかかります。それで今、約60万トに要する土地を16万坪ほど求めているのです。拡張事業については、昭和44年に「第5期拡張計画」が完成し、44年から「第6期拡張計画」を258億円で進めています。

ご承知のように、広島市は原爆で水道施設が相当破壊され、財源の関係もあり石綿管をかなり使用している所がありますが、今日のように交通が激しくなりますと、これらを取替えていかなければなりません。また、水道創設が明治31年ですから相当古い管もあり、これらを取替えていかなければならないという大きな問題があります。

そこで、幹線については拡張工事と並行して進めています。150mm以下の支管などは「第1次配水管整備計画」で17億円ほどの起債をあおぎ、40年から45年まで行ってきました。46年からは「第2次配水管整備計画」



白石正彰氏

で25億円ほどを計画し進めています。現在、25%位は整備していかねばならないのですが、起債も十分にいただけないので、毎年5、6億円の起債をあおぎ、その上昨年採用している納付金制度により年間1億5千万円位を見込んでおり、さらに一般財源から4、5千万円を加えて整備事業を進めているといった状況です。

清水 広島市さんも相当古いわけですね。大阪市は明治28年でしたか……。

西山 ええ、明治28年です。

清水 さかに拡張を進めている都市もありますが、大阪市さんでは整備の時代ということになると思うのですが、いかがですか。

◇大阪市の事情◇

西山 大阪市水道は、明治28年建設ですから以来77年で、いわば喜寿を迎えたわけです。現在、「第9回拡張事業」を進めており、昭和60年には約288万トになる予定です。

配水管については、第9回の拡張事業で水源池の建設ならびに配水幹線の布設を行ないますので、計画の288万トに対応する400mm以上の幹線は先手を打った投資ができていますと考えています。そこで、300mm以下の配水小管をどうするかが問題になりますが、パイプネットの構成をみますと総延長が約4,200km、そのうち約1,800kmが鑄鉄管で、昭和30年ま

でに布設された未ライニング管です。これらが逐次老化して、赤水の原因になる、あるいは慢性的な取水量不足になる、また事故が多発するなどが問題になってきつつあり、なるべく短期間に何とか処置をしなければならぬという結論を出しています。

また、認定道路に配水管が入っていないという問題があります。認定道路の延長と配水小管の延長とを比較しますと、相当残っているわけです。これは、現在水道が引かれていないということではなく、延々と給水管を引かなければならないという状態です。道路が開発され、新しい家が建っても、配水管が布設されていないために長い給水管を引かなければならないということで、給水工事費用の不均衡という問題が起こってきます。さらに、こういった長い給水管が漏水の原因にもなり、漏水率を高める結果になるわけですから、認定道路には必ず配水管が布設されていなければならないと考えているわけです。このようなことから、相当大幅な配水小管の新設を必要とする状態にあります。

したがって、昭和40年から44年の5カ年で約112億円を投資して823km位の管を新設しました。45、46年は引き続き同じような投資をしてきましたが、47年度を初年度としさらに大幅な整備計画を立て進める予定です。この主目的は、未布設道路にくまなく鉄管を布設していき、老朽化した配水管は布設替えを行ない、また古い鑄鉄管は内面をクリーニングしエポキシ樹脂を塗装する、いわゆるライニング工事を行ないます。さらに認定道路以外の路地裏に多数並行して入っている給水管を整理統合して、塩ビ管75mm位の配水細管を布設してでも漏水防止を図っていきたいと考えています。

この配水細管を除いて延長約1,400kmにつき270~280億円の投資をしたいと思えます。これは年間50億円位になりますが、また第何回拡張工事というようにオーソライズされたものではありませんが、われわれの努力目標として、その年度ごとにこれだけの財源を起債、自己財源などあらゆる資源を動員して推

進んでいき、その結果として赤水、給水不良を改善し、給水の公平化を図っていきたいと考えています。

清水 現在、大阪市での整備事業は年間どのくらいですか。

西山 46年度の例をとりますと、当初予算では19億円ほどでしたが、付加起債が4億円つきました。

清水 そうしますと、だいたい起債で行なわれているのですか。

西山 新設に関しては全部起債です。また布設替えでも、口径を増大して行なう場合には起債をもらっています。

清水 そうしますと、相当起債がついているわけですね。大阪の周辺都市で起債がついていない都市もかなりあるようで、起債をくれないから工事ができないという声をよく聞きますが、皆さん方についてはどうですか。小樽市さんの配水管整備等の状況はいかがですか。

◇小樽市の事情◇

石田 小樽市は通水が大正3年ですから、57年になります。地形的には、横浜市さんと同様に高低差が大きく0～200mで、水源・浄水場は小さな河川からそれぞれ取水しており全部で9カ所あり、低区、中区、高区、超高区の4段階の配水系統になっており、非常にむずかしい所なのです。

小樽市内に新たな水がなく、他の行政区域から使用補償的なダムを作り水をもらって、現在、「第5次拡張計画」を進めており、来年に完成しますが、この水源で水量的には以後10年位は大丈夫だとみております。問題になるのは、市内の配水管整備です。従来、施設が古いなど種々の関係から漏水が多く、有収率が70%を下回るということで、料金改訂のつど問題になり、われわれは経済的な効果もあって投資と見合う処置ということでいろいろ説明して、計画的な漏水防止を図ってきましたが、逐年よくなり第5次の拡張計画が終了する時点では、70%を越すという段階になっております。

配水管については、創設当時の老朽管



塩見 清氏

等が新聞紙上で取り上げられて問題になり、また、高台地区の郊外に人口が分散するということがあって、旧市内の老朽管を計画的に布設替えしなければと、いろいろ計画を練っていたわけですが、ところが、たまたま市内を循環している国道に布設された配水本管が、老朽化と交通ラッシュのため道路から浅くなる傾向があり、(この管は最大のものがダクタイル鑄鉄管の場合600mmですが)インチサイズの老朽管の管体自体は何ら支障はないのですが継手の鉛が逐次露出するということがありました。これは交通の関係上修理がむずかしく非常に問題になり、これを機会にどうしても布設替えの必要があるということで、昨年これを主軸にした配水管の整備計画を立てたわけですが。

この計画は、75mmの小管は全部150mm位にして、600mm管を含めて3カ年計画として起債を要求していたのです。46年は新規事業なので認められないと思っていたのですが、政府の景気浮揚政策のおかげで急に追加になり要求金額が認められましたので、46年をスタートにして、逐次計画通り解決していくことになっております。

清水 財源の問題としては、起債も逐次ついているようですし、ついていない都市でも今後公共事業優先ということから、逐次ついて



西山利夫氏

くと思います。配水管整備という点から、また市民のためにも結構なことですね。

配水管整備にも国の助成を

石原 財源の問題についてですが、ご承知のように、水の生産コストを押し上げていく大きな要因は、水源の開発いわゆる拡張工事に要する多額な資金と今日のテーマである配水管整備資金で、そのほとんどが起債による財源だと思いますが、各市ともその元利償還の財政への圧迫は非常に大きくなっていると思います。料金値上げのたびに、元利償還のことを説明するというのが実態でして、横浜市の場合は45年における料金収入の50%が元利償還であり、47年には50%になることが予想され、要するに料金の半分以上が元利に取られ、これがひいては値上げにつながっていくわけで、いくなれば、拡張工事や配水管整備を積極的に行なうごとに、値上げを余儀なくされるという繰返しになっているわけです。

これに対して、政府筋では水道料金は他の諸物価に比べて安すぎるから、値上げしてもいいんだという感覚があるようです。しかし水が人間生存上の三要素(太陽、空気、水)の一つであることを考えると、単純に受益者負担であっていいのかという疑問を持つわけです。コストアップが水道料金のアップにつな

がる。それが受益者負担の原則であるといわれるが、これでは極論しますと、貧乏人は水道の水を飲むなということにもつながってくるような気がするのですが……。

私たちは国に対して補助金の要請を行なっていますが、まだまだ配水管整備に対する補助は考えてくれないようです。われわれとしては配水管整備に対しても、補助金制度を導入するための運動を行なう必要があると考えるわけです。また、毎年のごとく起債の利息を5分に下げよう要望を出していますが、資金コストからしてむりだと退けられています。しかし、アメリカの金利は4.5%であり、世界的な傾向として低金利時代に向いつつあるわけで、われわれの主張している5分は、あながち妥当性を欠いた要求ではないと思うのです。また、資金のコストが5分ではむりだというのであれば、その部分については国が別途の対策を講じていいと思うのです。

塩見 おっしゃる通りですね。私の方でも、やはり元利償還が料金収入の50%は占めています。その上、最近の人件費高騰により料金収入はほとんど残りません。今、料金値上げを提案しており、継続審議を行なっていますが、諸物価に比べて水道料金は安いとはわかっていても、やはり公共料金であるということで難航しますね。

そこで、やはり起債に対する利率は是非とも下げてくださいですね。35年間で払っていくと、元金と利子がほぼ同額になるわけです。配水管整備を進めるについては、私の方では4、5千万円の自己財源を投入する計画ですが、よほど他のものを削除しないので、起債にたよるしかないわけですから、利率は是非とも下げてくださいと、声を大にして申し上げたいですね。

西山 そうですね。とくに配水管整備事業に限定していいますと、水道が企業である限り建設・拡張工事は新たな水を作り、それを売って返済していくということですが、整備事業は水量が増え、新たな需要が増えるわけでもなく、利潤を生まない投資であると考えられます。したがって、整備事業については、

市民の健康を守るために、また安く豊かな水を供給するためには、採算を無視して行なうべき仕事であるということになりますから、国の助成がほしいと強く感じますね。

清水 財源の問題になりますと、皆さん熱が入ってきますね……(笑)

白石 北九州市の場合も全く同様でして、企業債の償還元利金が47年には約29億円になって、料金収入の半分を越える状態です。したがって、配水管整備を行なうには、料金値上げをしないと十分な施策ができないわけで、47年度から値上げをする方針で議会提案を準備しているところです。皆さんがご指摘の通り、元利償還に追われ当然行なうべき事業がなおざりにされるといった状態であり、財政圧迫の最も大きな原因になっていると思えますね。

清水 水道料金は古い水道では安いといわれますが、値上げとなると抵抗があるわけですね。それで、元利償還が料金収入の50～60%ということですから、利率を下げるか、それが不可能なら利子補給をしてほしいということになりますね。

石原 また、地方公営企業法に費用負担区分の明確化というのがありますが、この内容をみますと、その団体の中の一般会計と水道との関係しか決めてなく、しかも具体的には消火栓関係の経費ぐらいしかあげていません。国との負担区分の明確化については、何ら触れていないわけですが、国も応分の負担をしてしかるべき要素があると思うのです。

例えば、都市に人口が集中していく、横浜は年間10万人も増えるのです。45年から46年には10万4千人の増加で、そのほとんどが他都市からの流入人口なのです。これに伴う増加経費については、国の施策が影響しているのですから、国がある程度援助してくれてもいいと思うのです。また、その援助の仕方はいろいろあると思うのです。

石田 確かに、国の助成その他が必要だと思えますね。それに、国の法律が受益者負担ということで決まっていますが、料金格差が非常に激しく、例えば北海道は関東地区に比べ



石田一夫氏

平均5割は高いわけです。これなどは、市民はそれぞれ負担の公平を欠いているわけですね。ですから、国の助成も必要ですけど、原価計算等で適正な料金の改訂を行なえるような体制にするための政治、思想、対策が先決だと思うのです。非常に生活が向上している大都市の人だけが安い料金であって、簡易水道の利用者は非常に高い料金であるというこの格差を解消されることが先決であると、常々感じています。

西尾 極端な発想かもしれませんが、普及率が全国的に80%で国民皆水道といっているわけですから、いわゆるナショナル・ミニマム例えば最少限一戸当り月10トロンが人間の生命を保証する水だとすると、それだけは税金で負担しても別におかしくはないわけです。国民皆水道になってくれば、そういうミニマムな水量は全部国の税金で、という発想も出てくるのじゃないかと思うのですが……。

石原 賛成ですね。受益者負担の考え方は、いろいろな解釈ができると思いますが、水道が普及していない頃の、一部の人しかその恩恵を受けていなかった時期には、この原則でもいいと思います。ところが、大阪市さんは100%給水になり、横浜でも96%の普及率で全国的に80%になっているのだから、90%を越える都市においては、極端にいえば無料でい

いと思うのです。受益者負担という考えはやめて全部税金でやっていく、太陽や空気と同じである、というところまでいってもいいような気もするのですが……(笑)

清水 水道料金が無料ということと、国庫補助を多く出せばいいということが、基本的には同じことになると思うのですが……。水道はこれまで財政のジレンマが長く続いてきたわけですが、今年国庫補助が100億円になって伸び率も非常にいいですね。しかし、これもスタートが遅かったということであり、他の事業と比べますと多いとはいえませんね。今後も、伸ばしていただきたいものだと思います。財源が一番大きな問題ですからね。

いろいろ問題を出していただきましたが、配水管整備の実施上の問題点について何かありましたら……。

莫大な舗装道路復旧費

石田 配水管整備事業を進めるについて、最近感じていることは、旧市内の道路交通が激しく、工事公害に対する市民意識が高まり、当然夜間作業を強いられますし、また道路の復旧等も関連していろんな面で非常に金がかかるということです。このことは、大都市も同じだと思いますが、とくに工事公害に対する市民の苦情が多く、また交通も簡単には止められませんし、市民の配水管整備事業に対する反感があって、道路舗装の復旧など市民に対する配慮が必要とされ、常時多額の資本を投入しなければならないという傾向にあるのですが……。

石原 どこの都市とも同じだと思いますね。私どもの調査によりますと、水道以外の一般土木の工事費の値上りは、昭和40年を100として45年が132.7ですが、配水管工事費では100mm管を布設する場合が300、300mm管の場合が230となっており、2～3倍で大幅に増えているのです。

この原因を調べてみますと、人件費が平均13%増え、資材は4%位しか増えていないのですが、舗装道路の復旧費が一番大きな割合を占めており約2倍になっているのです。そ

れに、今石田さんが述べられました市民意識の向上による公害対策、あるいは保安対策等も設計に折込まなければならないので、工事費は高くなって、管布設費と路面復旧費その他とがほぼ同額になってしまうわけです。ですから、小樽市と同じようなことが横浜市にもあてはまりますね。

西山 大阪市でも同じことですね。今回の配水管整備を進めるに当って、先程も述べましたように、配水管整備事業は新たな需要がつくものでもないので、確実な工事で安くあげることがわれわれの義務であると考えまして、どこにネックがあるかを考えてみたわけです。それで資料を出させますと、新設の場合ですと1m当りが1万5千円ですが、布設替えになると2万何千円に上がっているわけです。これは、新しい管を入れて給水装置を接ぎ替え、古い管を掘り上げ舗装を復旧することになり、それが同一路線で2条以上も掘ると道路全幅を直すことになって、工事費以上に莫大な舗装復旧費がかかることが原因になっています。

そこで、私たちは二つの方法を考えています。これは道路等の行政当局とも十分打合せをしなければなりません、また各都市でおやりになっているかもわかりませんが、まず10m以上の道路に布設する場合は、舗装の両側に新しい配水管を入れ給水管を接いでいくわけです。当然真中に埋設された古い管は残るわけですが、これを掘り上げていたのでは道路全幅を復旧しなければならないし、市民にも、交通にも支障があるので、残しておくわけです。残すとなると角が立ちますので、固定資産ですから永久に別の台帳に残しておいて、道路の舗装を変えとか、下水管を入れるために大工事を行なう時などに、掘り上げますということでもいいと考えるわけです。

また第二の方法は、古い管路にそって布設していくことで、古い管を掘り上げる時に新しい管が布設できるように掘って、新しい管を入れ給水装置を接ぎ替え、夜間工事なら一夜の断水で布設替えができないだろうか、ということ。これも、タイトン管が開発さ

れてジョイントが非常に早く確実にできるようになりましたので、残る問題は管内の清浄度の問題ですが、これについてはメーカーさんに協力していただいて、管の製造工程上で消毒され密封していただき、そのまま埋設できるようにしますと、短時間の布設、通水ができ、工事費は非常に安くなります。このように種々改良、工夫することによって、配水管整備時の全体コストを何億円と軽減できると、私は自信を持っているわけです。まだ構想の段階ですが……。

清水 いろいろ教えていただきまして、ありがとうございます。また、配水管を整備するという点とちょっと異なりますが、一つのファクターとしてクリーニングの問題もありますね。

エポキシライニングのメリット

白石 パイプクリーニングの問題ですが、私の方では配水管総延長の80%が200mm以下の配水支管でして、これの老朽化が赤水あるいは出水不良の最大の原因になっているわけです。この管の取替を年次的に行なうように考えておりますが、取替えるには相当な建設費を要しますので、パイプクリーニングを考えてみようということで45年にその試験を行ない、46年には5kmほど実施したわけです。大阪市さんでは以前からかなりやられておりますが……。

西山 今回の配水管整備計画でも、クリーニングに相当ウエイトをおいています。老朽管だということで、掘上げて掃除をしますと、鑄鉄管は非常に腐食が少なく立派に残っていますね。これは鑄鉄管が非常によいということを立てていると思っておりますが、しかしすべてクリーニングできるとは考えていません。やはり化学的な腐食が進んでいるものもあるので、旧管のうちの何割かはクリーニング再生していきたいということで、先述の5カ年計画では1,400kmの鑄鉄管を何とか加工したいと考えています。新設、取替え、クリーニングと分けまして、約3割をクリーニングする予定です。また、当面は赤水や給水不良に直



清水清三氏

接影響する300mm以下の管を重点的に取り上げる方針です。

さて、パイプライニングの方法であります。私どもでは十数年間いろいろと行ない、私自身も興味を持って推進してきましたが、工法も非常に進歩し、最近行なったエポキシ樹脂ライニングは施工法や耐用効果について相当な確信ができましたので、毎年100km程度は実施したいと考えているわけです。この方法はきわめて簡単で、一回の施工区間は100m位になっております。したがって、赤水などの苦情を受けた時、布設替えするとなると数ヶ月はかかりますが、この方法は速効性があり、非常にメリットがあります。

清水 そうしますと、寿命は長くなり、布設替えの目的も達せられるということですから、非常に結構なことですね。また財源不足も多少はよくなるということですね。

西山 しかし、母体の管がしっかりしたものでないと意味ありませんし、また100mmは100mmですから150mm、200mmがほしいという所がありますので、布設替えが半分、クリーニングが半分という大まかな計算はできると思います。費用については、新設の場合の約3割になっているようです。

清水 それは何ミリ管の場合ですか。

西山 100~300mmの場合です。衛星都市などでのたんぼ道のような所ですと、取替えた方が安い、というようなことにもなるかも知れ

ません。舗装復旧費の関係があるわけです。例えば心斎橋筋のようなところでは掘れませんからライニングするということになります。費用もかなりかかりますので、整備事業として起債を認めてもらうよう国へも働きかけているわけです。

私どもとしては、赤水が出たという苦情を受けた時、それを2、3日のうちに直せるだけの實力は何か持たなければならないと考えていたのですが、エポキシ・ライニングの開発によってそれが可能になったことを、私はうれしく思っています。

白石 赤水の問題はパイプの問題もありますが、水質に影響されてくるものですので、やっかいですね。

清水 そうですね。

石原 pHのコントロールでかなり違うようですね。

清水 とにかく、戦後塩素を多く入れることを余儀なくされるようになって、赤水問題が起こるようになったのじゃないかという気がしますね……。

石原 赤水について、昨年の夏に調査させたのですが、約8,000戸から赤水が出たわけですが内訳は公設管が半分、流末が半分でした。

西山 大阪市でも赤水戸数の統計は出ていますが、90万戸中8千～1万戸でそれが循環しているわけですね。ですから、最少1万戸を改善する技術を持っていますと、それを追っていけば解消できるわけです。また1万戸のために、年間1億円とか2億というpHコントロール費を出すのはもったいないという考え方もあります。本市の実験でもpHコントロールは非常に効果があることがわかりまして、現在一部地域について実施しております。しかし、これを赤水対策の決め手だと考えてはいません。pHコントロールをしながら、一方では逐次ライニングを進めていくという両刀使いでいきたいと思っています。

清水 いろいろとご苦心されておられるようですが、財源の問題もあってなかなかご希望のように進まないという状態のようですね。最後に、メーカー業界に対する要望とか希望

がありましたら……。

西尾 今、六大都市で話が出ていますし、全国的にもいろいろ話があると思いますが、地震等の予備貯蓄材をストックすること。これは資本を寝かせることになるから、ある程度国がもっていただくよう運動するとして、大きなメーカー業界として、ある程度のストックを持っていただくように要望したいと思いますが……。

清水 計画が決まって、いろいろ話し合いがあったようですが、その後どうなっているのでしょうか。

西尾 各支部で、というような話もありましたかね。

清水 個人的な意見ですが、メーカーの工場に置いてある資材を別の場所に移すだけで、た少しストックが多くいるわけですから、この分の利子だけでも補給するということで解決すると思うのですがねえ……(笑)

西尾 循環していけばよいことなので……。

清水 鑄鉄管などでは、早く実施してほしいと希望していますね。備蓄材があればそれを持っていくこともできますから、納期に追われることも少なくなります。ずるい話ですが……(笑)

西尾 需要が急に増えても、危険度のある程度みておけばよいので、そういった備蓄材をメーカー業界で持っていただきたいですね。

清水 そうですね。配給の個所が問題になりますが、助かるでしょうね。これが全国計画となるとむずかしくて、A地区にだけ行ってB地区にはこないというような話も出てくると思いますね。

西山 とりあえず、六大都市だけで実施しておりますね。

西尾 ええ、現在六大都市では実施しておりますけど……。

清水 これは便利の悪い所にストックしておく必要があるわけですね。便利のいい所は工場から持っていけばいいわけですからね。

いろいろな話が出ましたが、この辺で終わりたいと思います。どうも長時間、ありがとうございました。



技術レポート

〈1〉

異形管の内面防食対策

日本鑄鉄管協会技術専門委員会

委員 長尾正三

はじめに

近年、環境保全問題がやかましく叫ばれるようになり、水質汚濁防止法も施行される運びになってきているが、逆にいうならば、水質の汚濁はこれらの法律の強制力を楯にしないことには、もはや救いようのないところまで達してしまっていることを示しているといえる。

このような水質汚濁の被害をまともに被っているのが上水道といっても過言ではない。

上水道用原水の汚濁にともなう、浄水処理薬品の添加量は加速度的に増加していき、それに応じて上水道水の水質も悪化し、今日のいわゆる赤水問題の最大の原因になっている。すなわち、戦前においては上水道の水質も良く、比較的その侵食性も穏かであったが、戦後、処理薬品としての硫酸バンド、滅菌剤としての塩素量の添加が飛躍的に増大し、それにつれてpHも低下し、従来の水質であれば十分であったであろうコールタール焼付け塗装の鑄鉄管内面が錆で閉塞されるような事態も発生してきている。

このような事情を背景として、鑄鉄管内面の防食対策がとりあげられ、直管類については、今日ほとんど全部の製品がセメントモルタルライニングを施されており、内面錆発生およびこれにともない発生する赤水の問題、流量係数の低下の問題はほぼ解決されている。しかし、異形管類については、一部の製品を除いては、これらの問題は解決されないでいる状態である。

そのため、鑄鉄管メーカーとして、各ユーザーの要望に応えるべく、異形管類の内面防食の研究を行なっているのもので、その経過を報告したい。

1. 従来の鑄鉄異形管類の塗装方法

鑄鉄管は使用され出して以来、数百年の歴史を有するが、その歴史において、1850年代以前は何ら防食塗装を施さされることなく、鑄肌のままの状態で使用されてきていた。これが1860年代に至って主に鉄管の内面に鉄バクテリアや、管材質自体の溶出に基づく錆の発生による通水能力の低下が問題視され、

その対策として、英国でガス製造用に石炭を乾溜した後の副産物として得られるコールタールと、ペイントの主成分である重合油または亜麻仁油などの乾性油との混合塗料による加熱浸漬塗装が発明されて以来、約100年以上もの長年月にわたって、この塗装法が鑄鉄管塗装の主流として用いられてきた。このコールタール加熱塗装法は、コールタールの耐水性と乾性油の塗膜形成能とを併せ利用する性格をもち、通常の土壤条件による外面腐食や、非侵食性の内部通水に対しては、かなりの防食効果を発揮してきていた。

わが国においても、鑄鉄管の塗装法としては、明治以来、昭和20年代に至るまで、このコールタール加熱塗装法が、直管、異形管を問わず、ほとんど唯一の方法として用いられてきた。この方法を規定した規格としては、日本水道協会規格JWWA G104“水道用鑄鉄管塗装方法”があり、次のように規定されている。

すなわち、使用する塗料は表-1に示すような精製タールに亜麻仁油または乾性油を2%以上混入した浸漬用塗料を80℃に加熱し、この中に120～150℃に加熱した鑄鉄管を浸漬し、引き上げ、余分の塗料のタレ切りを十分にして自然放置し、冷却後乾燥硬化させるものである。

しかしながら、この方法では、加熱塗料浴槽に鉄管を浸漬して塗装するため、塗料浴の粘度が塗膜厚と直接関係し、またタレを発生させないという条件をも満足さすため、塗膜厚は0.03～0.05mm程度しか得られず、非侵食

性の水ならばともかく、硬度の低い、また今日のように酸性の薬品を多量に添加されたような侵食性の水に対しては十分な対抗性を持たず、錆瘤の発生、赤水の発生などの現象を生ずることになる。

先般、日本水道協会において開催された赤水対策特別委員会の結論によると、コールタール加熱塗装は2年程度で赤水を発生する原因となる場合があると指摘している。

以上のようなコールタール加熱塗装法の問題点について見ると、直管類については、日本においては昭和25年より内面の防食対策としてセメントモルタルライニングが実用化され出し、今日ではほぼ100%がその対策をとられてきたわけであるが、異形管類についてはセメントモルタルライニングの施工上の技術的問題点が当時未解決であったため、実用化は立ち遅れていた。(しかし、これについては後述するように、技術的には今日ではほぼ解決されており、一部では用いられている場合もある。)

そこで、このコールタール加熱塗装の欠点を少しでもカバーする方法として、常温澀青質塗料の塗装方法が一部で採用されてきていた。この塗装法は、コールタール中の低沸点分を除いた真に耐水性の優れたコールタールピッチに、耐水性、耐薬品性に優れ、かつ金属に対する密着力が良好で、塗膜の機械的強度の優秀なエポキシ樹脂または塩化樹脂をブレンドした塗料を用い、エアレスプレーなどの最新の塗装技術を駆使して、平均0.1mmの比較的厚膜塗装を行なうものである。また

表-1 水道用鑄鉄管加熱塗装用コールタール(JIS K 2473)

項 目	規 格 値	
比 重 (15 / 4℃)	1.10～1.20	コールタールに亜麻仁油または乾燥油を2%
エングレー粘度 (50 / 20℃)	15以下	以上混入したものを浸漬用塗料として使用
水 分 (%)	1以下	
ベンゾール不溶分 (%)	15以下	
0°～230℃溜分 (%)	5以上	
0°～300℃溜分 (%)	20以上	

表-2 鋳鉄管の各種塗装法の性能比較

		コールタール 焼付け塗装	直管外面常温塗装	小口径異形管用内外 面加熱浸漬塗装
乾燥塗膜厚 (mm)		0.03	0.1	0.05
塗膜硬度(スオードロック)		2~3	7~10	5~7
不揮発分の軟化点 (°C)		約60°	100°以上	約80°
粘着試験 (50°C、500gr)		粘着あり	粘着なし	略々粘着なし
曲げ試験 (10φ 180°)	20°C	異常なし	異常なし	異常なし
	5°C	クラック発生	異常なし	異常なし
3%食塩水中浸漬		1ヵ月にて小泡発生	6ヵ月異常なし	6ヵ月異常なし
0.1N苛性ソーダ溶液浸漬		6ヵ月異常なし	6ヵ月異常なし	6ヵ月異常なし
0.1N塩酸浸漬		1ヵ月で小泡発生	6ヵ月異常なし	1ヵ月で小泡発生
水質試験 (JWWA G 104)	臭味濁度	合格	合格	合格
	KMnO ₄ 消費量	5~7 ppm	1~2 ppm	1~2 ppm

これ以外に、コールタール加熱塗装法のコールタール塗料の耐久性をさらに改良するためコールタールピッチに塩化樹脂を加えた塗料浴槽中に加熱した鋳鉄管を浸漬塗装する方法が中小口径異形管類に適用されており、これら塗装法とコールタール加熱塗装の塗装性能を比較したものが表-2である。

この常温湿青質塗装は、コールタール加熱塗装にくらべて3倍以上の防食能力を持っており、かなり長期間にわたってその性能を持続することが期待されるが、その塗装の厚みが平均0.1mmであることから判断できるように、塗膜はピンホールのない完全無欠なものであるところまでは期待できず、従って数十年以上の長期に対しても錆の発生を完全に防止できるとはいえない。

さらに見方を厳しくして、数十年にわたって確実に錆の発生を防止し、直管と同程度の内面防食性を確保するための究極的な対策としては、厚塗りコールタールエポキシ塗装、セメントモルタルライニング、粉体塗装の3種類の方法が現時点では最も効果的であり、実用性があると判断される。

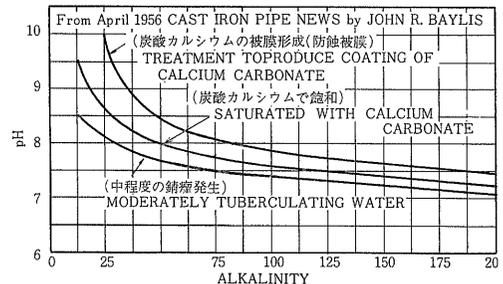
2. セメントモルタルライニング

鋳鉄管内面の錆防止のため、コールタール加熱塗装が1850年より行なわれはじめたこ

とは前にも記したが、この塗装によって水と鉄管とが直接接触することが妨げられ錆の生成が防がれると考えられ、事実何らの塗装もされていない鋳鉄管よりは遥かに好成绩ではあったが、年月が経過すると、この塗装はその初期の効果を持続せず、侵食性の強い水が通される場合には塗装面のピンホールを通して水が浸透し、錆が発生する事例が出てきた。

このような水の侵食性を示す指標としては一般にはカルシウムに対する飽和の程度を示すラングリアー指数が用いられ、通水のpH、総硬度、蒸発残留物、アルカリ度、温度などによって決められるが、最も簡単な線図として図-1をあげる。

図-1 水質と錆発生との関係線図



わが国においては、いわゆる軟水が多く、欧州におけるように硬度が高くないために、錆が発生する可能性は、塩素などの添加量の増加とも相俟って、かなり強いと思われる。

今から約130年も以前に、フランスの化学アカデミーでは、この鑄瘤発生防止対策としてはセメントモルタルライニングが最も確実であろうと推奨している。セメントはカルシウムを主体としているために、水分の存在下ではアルカリ性を呈し、鉄系金属を不働態化して防食する作用を持っており、他の有機物塗装におけるように、水と鉄とを絶縁さすことにより防食するいわば消極的な防食方法とは異なり、水の存在により積極的な防食作用を示す大きな特徴がある。

このようなセメントモルタルライニングによる水道管の防食は、1870年頃から鑄鉄管の内面に応用されたのが最初であり、この場合は $\frac{1}{2}$ インチ厚のライニングが手塗りで施工され、約70年間使用されていた。

このライニングの管路で約40年間使用後に、流量係数を測定した結果から、この期間内にライニングの面の劣化はほとんど生じていないと推定されている¹⁾。このライニングに用いたセメントは天然セメントであり、内面の通水は非常に侵食性が強かったとされている。

1) Lining for Cast Iron Pipe. Jour. of
New England Water Works Assoc.
Vol. L No.4

一方、鑄鉄管にセメントモルタルライニングが施された最初の例は、米国の南カロライナ州のチャールストン市のJ.E.Gibson氏が1922年に用いたものである。この場合のセメントモルタルライニングは、鑄鉄管を縦に立てておき、その中にセメントモルタルを余分に投入し、その中をライニングの内径に等しい外径の弾丸形のプラグを引き上げて、モルタルを管壁に押しつける方法で施工された。この方法は後述する異形管類のセメントモルタルライニングの方法と本質的に同じである。この方法で施工されたセメントモルタルライニングは、今日の遠心力施工法のそれとくらべると、その密着性、透水性、肉厚の均一性といった面では遥かに劣っていると考えられるが、その方法で1922年に施工された16インチ口径の管路の流量係数の測定値の経時変化は表一3のごとくであり、10年以上経過して

表一3 手詰めセメントモルタルライニング管(16"φ)の流量係数の経年変化

試験実施の年	W.& H.公式の「C」
1922(設置時)	135
1923	128
1930	145
1933	139
	平均 137

もほとんど変わっておらず、ライニング面が劣化を受けていないことを示している¹⁾。

その後1922年より1929年にかけては、セメントモルタルライニングは多くのメーカーによってそれぞれ独自の方法で施工されていたが、1929年に今日の遠心力ライニング法とほぼ同一の施工方法を規定する米国標準ASAの暫定規格が制定され、1939年にASA A21.4-1939“鑄鉄直管および異形管類のセメントライニング規格”として制定され、その後、数次の改訂を経て、ANSI(アメリカ国家規格、従来のASAがANSIと改称)A21.4-1971“鑄鉄直管、ダクタイル鑄鉄直管および異形管類のセメントモルタルライニング規格”として今日に至っている。

この米国の規格においては、直管類のセメントモルタルライニングは遠心力法によって行なうことを規定しているが、異形管類の施工法としては特に規定しておらず、できるだけ直管のライニングと品質的に同等なものが得られるようにと抽象的に規定しているのみである。米国の各鑄鉄管メーカーのライニング施工の実情を調査した結果では、コテ塗り法、遠心力投射法+コテ仕上げ法、セメントペーストの刷毛塗り法などが実施されていた。

ひるがえって、わが国においては1950年(昭和25年)より、鑄鉄直管のセメントモルタルライニングが遠心力施工法によって実用化されるようになり、その後日を追うにしたがって、その普及の度を広めていったが、異形管類に対しては施工技術上の問題から、ごく一部の例を除いてはほとんど実用化されなかったのが実情である。

異形管類にセメントモルタルライニングを

図-2 遠心力の有無と圧縮強度の関係

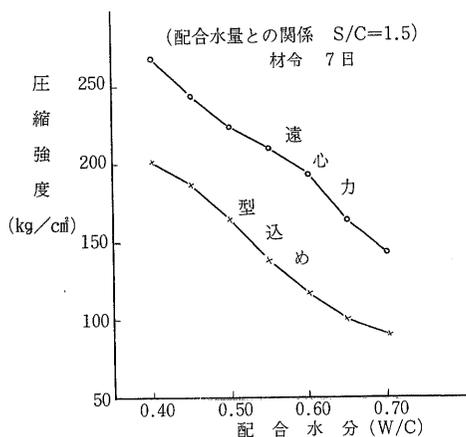
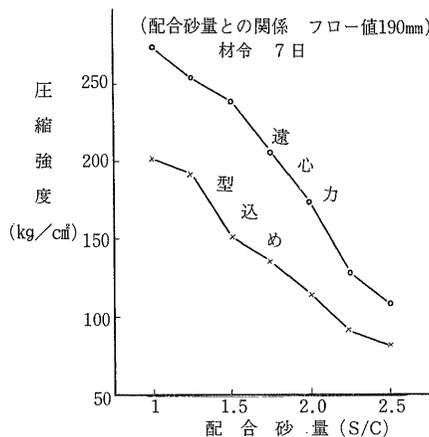


図-3 遠心力の有無と圧縮強度の関係



施すには、その方法として

- ① コテ塗りによる方法
- ② 遠心力投射法
- ③ セメントガンによる方法

の3種の方法が考えられる。

これらの方法は、直管類に対する遠心力施工法と比較すると、そのモルタルの品質は同一配合を用いると当然変わってくる。一方、ある程度の強度を目標とする時には、手塗りの場合でも配合を適当に設計することによって遠心力施工品と同等のものを得ることができる。

図-2、図-3に遠心力施工と型込め施工の場合のセメントモルタル製中空内筒の圧縮強度の測定例を示す。

また、鑄鉄管類にセメントモルタルライニングを施す場合、品質的に最も大きなポイントの一つとしてセメントモルタルの収縮の問題がある。すなわち、セメントモルタルはその施工上、当然のこととして水を配合しな

ければならないが、セメントの水和に必要な水量以上の水分は硬化、乾燥の過程を通じて揮散し、セメントモルタルの収縮の原因となる。それ故に、できる限り少量の水を使用し、かつ遠心力施工をすることによって、セメントモルタルをライニングし、後のモルタルの収縮量を少なくし、鑄鉄管面との密着性を保持せしめる方が直管類の場合にとられている。

従来の異形管類に対しモルタルライニングを施工する場合は、できるだけモルタルの配合水量を低く管理する対策はとられていたけれども、遠心力を適用することができなかったために、遠心分離作用による水のしぼり出しが不可能であり、したがってライニング施工後、モルタルの収縮に基づくライニングと鑄鉄管面の肌離れ、剝離などのトラブルが発生し、実用上最大の支障となっていた。

図-4に、遠心力施工セメントモルタルと手込めのセメントモルタルの収縮特性の比較

図-4 遠心力施工および手込めセメントモルタルの寸法変化

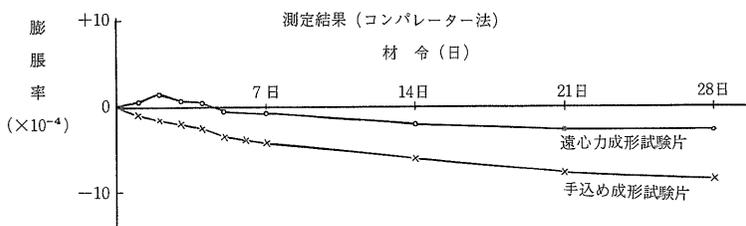
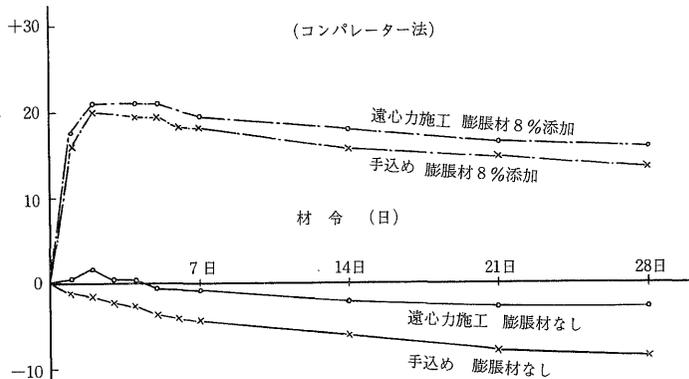


図-5 膨脹材添加セメントモルタルの寸法変化測定結果



を示す。これからわかるように、遠心力施工によりモルタルはその硬化乾燥収縮を手込めの場合に比して、 $\frac{1}{2}$ 以下に減少させることができ、上記ライニングの欠点をかなりカバーすることができる。

手込めの場合も、セメントに膨脹混和剤を配合することにより硬化乾燥収縮をなくすることができる。

図-5に、膨脹混和剤を添加した場合のセメントモルタルの寸法変化を示す。カルシウムスルフォアルミネート系の膨脹剤を混入すると、遠心力施工によらずとも添加量が一定限以上になると、収縮をなくすることができるだけでなく、手込めの場合でも膨脹量が多くなり、品質的に優れたライニングが得られることを示している。

このようにして得られた手塗りのセメントモルタルライニングの耐久性については、先に述べたJ.E.Gibsonが施工した表-3の例で十分に示されるが、当社の研究部においては、写真-1に示す模型管路を用いて試験を行なった。

この試験においては、セメントモルタルライニングを施工する際の遠心力をG No.70、40、20、0と4段階に変えた100mmφ試験管の内部に流速4 m/secで通水試験を行ない、ライニングの表面の減耗量を経時的に測定し、その耐久性の判断の資料としたが、5年後に調査した結果では、遠心力をかけない場合でも減耗量はほとんど変わらず、特にビニル系シールコートを施したものでは、完全な耐

久性をすべての試験管が示していた。

一方、セメントモルタルライニング自体の耐久性についてみると、わが国においては、普及しはじめてからの期間は約20年であり、その間、機会あるごとに調査を行なった結果、セメントモルタルの防食効果はこの程度の期間は十分に保持され、セメント中性化は表面約1 mm程度に限られており、鑄鉄とセメントの境界面はアルカリ性による不働態としての防食で、確実に発錆が防止されていることが確認されている。

またこの間、セメントモルタルライニングの表面に施したシールコートによるセメントモルタル中のカルシウム溶出阻止は非常に効果的に行なわれており、表面層の中性化もほとんど進行しておらず、セメントモルタルの表面にシールコートを施すことが極めて有効であることを示している。

米国においては、セメントモルタルライニング管の40年近くに及ぶ耐久性の調査がなさ

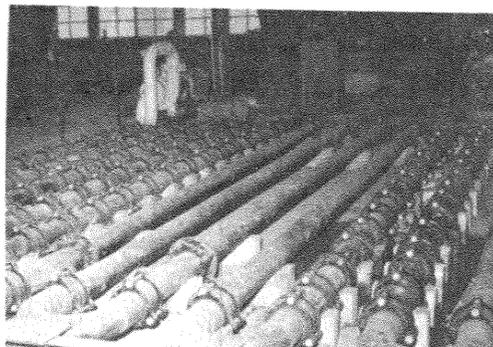


写真-1 各種ライニングの通水試験装置

れており、その一例を表-4に示す。

この表から、40年弱経過後もセメントモルタルライニング鑄鉄管は、新設当時とほぼ変わらない流量係数を示し、内面防食を完全に果し、かつその表面の粗度もあまり変化していないことを間接的に示している。しかもそのセメントモルタルライニングの厚みは、多くは $\frac{1}{16}$ インチ(1.5mm)の非常に薄いものであることは、ライニングの優秀さをよく示すも

のと見てよいと思われる。

これらの事実から、先述の米国標準規格 A SA A 21.4 (ANSI A 21.4-1971) では、セメントモルタルライニングの最低厚みを $\frac{1}{16}$ インチ(1.5mm)としており、この厚みによって半永久的な防食が可能であると正式に認めている。

以上の諸事項によって、異形管類に手塗り施工することによって、品質的にも確実なセ

表-4 セメントモルタルライニング鑄鉄管の長期間の流量測定結果
Flow Tests of Cement-Lined Cast-Iron Pipe After Extended Periods of Service

測定場所 Location	口径 Size in.	シールコート 有無 Seal Coated	ライニング厚 Nominal Minimum Lining Thickness in.	管路長 Length ft	布設年 Year Installed	試験時の 材齢 Test Age years	C-値 C Value
Birmingham, Ala.	6	yes	1/16	473	1940	1	148
						6	141
						12	138
						17	133
Catskill, N.Y.	16	no	1/8	30,825	1932	25	136
Champaign, Ill.	16	no	3/16	3,920	1928	13	137
						22	139
						28	145
						36	130
Charleston, S.C.	5.78		1/8	300	1941	new	145
						12	146
	12		500	1932	16	143	
					15	145	
			25	136			
Chicago, Ill.	36	yes	1/8	7,200	1945	1	147
Concord, N.H.	12	no	1/16	500	1928	12	151
						13	143
						29	140
			36	140			
Danvers, Mass.	20	no	1/16	500	1926	31	135
Greenville, S.C.	30		1/8	87,400	1944	38	133
						13	148
	30	yes	1/8	50,700	1939	20	146
						19	148
						25	146
Greenville, Tenn.	12	no	1/16	500	1928	13	134
						29	137
						36	146
Knoxville, Tenn.	10		1/16	500	1925	16	134
						32	135
						39	138
Manchester, N.H.	12	yes		500	1936	5	151
						19	132
						26	140
Safford, Ariz.	10	no	1/8		1941	16	144
Watertown, N.Y.	10	no	1/16	500	1927	14	151
						28	132
						37	125*

* The slime covering on the lining was removed by heavy chlorination.

メントモルタルライニングが得られることが基本的に確認された。そこで、実際上異形管類にセメントモルタルライニングを施工する方法について説明する。

(1) ガン工法

(ガンニットまたはグナイト工法)

湿式法、乾式法があるが、作業環境上からいって今日では湿式法が採用されている。実用的には600mmφ以上の口径にも可能であるが主に大口径管のライニングに採用する方法であり、圧縮空気でセメントモルタルを高速で鑄鉄管内面に吹きつけ、ほぼ所定の厚みに付着せしめた後、表面をコテで平滑に仕上げる。この場合、全面を均一の厚みに吹きつけることが比較的熟練を要するが、なれば良好なライニングが得られる。

(2) 遠心力投射法

基本的には湿式ガンニット工法と同じ方法であるが、あらかじめ混練したセメントモルタルを圧送し、写真-2に示すように高速で回転する先端の投射ヘッドから遠心力で管壁に向かって投射する方法であるが、ヘッドの中心を管の中心と一致させてやれば比較的均一なライニング厚が得られ、表面の仕上げはコテで行なうか、仕上げ用コーンを用いることによって行なわれる。適用口径は100~800φであり、比較的能率よく施工が可能である。

(3) コテ塗り工法

適当に配合した硬練りモルタルを人力によって鑄鉄管内面にコテで塗りつける方法であり、最も原始的ではあるが、入念に施工しさえすれば、品質的には良好なライニングが得

られる。ただし、施工能率は前二者に比べるとかなり劣り、工場生産としては不向きで、現場施工または補修用と考えるべき方法である。

以上のような施工法によって、異形管の内面にセメントモルタルをライニングでき、この時に用いるセメントモルタルとしては、直管の配合とは若干異なり、砂/セメント比は1:1~1:2、水とセメント比はやや硬練りになるように調整、膨脹剤添加量7~11%のごとく設計する。養生方法は、蒸気養生後シールコート養生または施工後数時間放置後シールコート養生を施すことによって、肌離れ、亀裂などの欠陥の少ない製品を得ることが可能である。

このようなセメントモルタルライニングされた鑄鉄異形管は、ライニングについてのメーカースタンダードにより施工され、一部の都市においては使用されている。

3. タールエポキシ塗装

鉄系金属の長期間にわたる重防食用塗装として、最近タールエポキシ塗装が広く用いられるようになってきた。

このタールエポキシ塗装は、1959年頃より市場に紹介され始めた塗料であり、特殊に加工精製されたコールタールと常温硬化のエポキシ樹脂を配合したものであり、コールタルの耐水性、耐食性にエポキシ樹脂の耐薬品性、靱性等の機械的強度、密着性、耐熱性などの特徴を賦与したものであり、両者の特徴が相乗的に作用し合って、非常に優れた性能を持つ塗膜を形成するものである。

わが国においては、昭和35年頃より徐々に使用が開始され、東京都水道局、国鉄、道路公団などで仕様化され、また船舶のバラストタンク用の塗装としても広く用いられている。このような情勢にかんがみ、通産省工業技術院においては“コールタールエポキシ樹脂塗料”のJIS K 5664 規格制定のための専門委員会が、また日本水道協会においては“タールエポキシ系塗料塗装方法”のJWWA K115 規格制定のための専門委員会が設置され、検

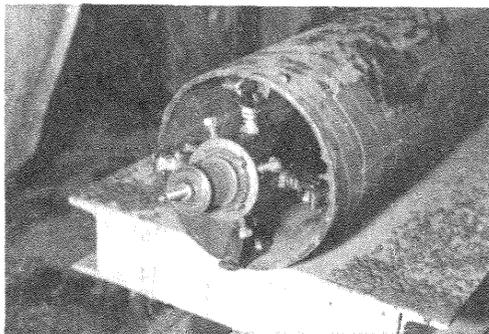


写真-2 セメントモルタル遠心力投射装置

討の段階である。

このタールエポキシ塗料は、塗料自体が優れていると共に塗料の性質に揺変性（チクトロピー）を持たすことができるために、一度に厚く塗装することが可能になり、0.3mm程度の塗膜を一度に塗ることが可能であり、塗装の信頼性は従来の塗装に比べてより高い結果となっている。

タールエポキシ塗料に用いられるコールタールとしては、コールタールピッチ、膨潤炭、コールタールなどがあるが、水道用としては水質に及ぼす影響を考慮に入れて、低沸点分の少ないピッチ系のものでエポキシ樹脂との相溶性のよいものを選ばれる場合が多い。

エポキシ樹脂としては、基材と硬化剤とよりなっているが、基材はビスフェノールAとエピクロルヒドリンの数分子の反応によって得られる中分子量の液状または粉末状の物質であり、これと硬化剤として用いられるポリアמיד、ポリアミン、アミンアダクトなどが反応して、高分子の樹脂を形成するものであり、その性質は硬化剤の種類によりかなり左右される。すなわち、アミン硬化のものは樹脂の硬化反応終結が早く、生成した樹脂は硬く、緻密であり、耐水、耐薬品性は非常に優れているが、可撓性が若干悪い傾向があり、また使用時にアミンによる衛生上の問題や可使時間が短いなどの欠点がある。

ポリアמיד硬化のものは、塗膜の可撓性が優れており、耐水性、密着力も良好であるが、硬化反応がやや遅い傾向がある。使用時の毒性、可使時間などは問題なく、作業性からいって優れたものである。アミンアダクトは中間的な性質の樹脂となる。

タールエポキシ塗料は、上述のコールタール、エポキシ樹脂に充填剤、溶剤を加えて調整されるが、その塗料としては

- | | | |
|---|-----|----------------------------|
| { | A 液 | コールタール+エポキシ樹脂基材
+充填剤+溶剤 |
| | B 液 | 硬化剤 (+溶剤) |
- | | | |
|---|-----|-----------------------|
| { | A 液 | コールタール+硬化剤+充填剤+
溶剤 |
| | B 液 | エポキシ樹脂基材 (+溶剤) |

の2種の配合を行なったA液とB液とよりなり、使用前にA、B両液を一定比率に混合して塗装し、室温で硬化せしめる。

タールエポキシ塗料の性能は、使用する原料(コールタール、エポキシ樹脂、硬化剤)によっても大きく変化するが、さらにコールタールとエポキシ樹脂の配合比率によっても影響される。概括的にその傾向を示すと表-5

表-5 タールエポキシ塗料のコールタールとエポキシの比率がその性能に及ぼす影響

	Epoxy/Tar						
	100%	75%	50%	40%	30%	20%	10%
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						

のごとくであり、耐水性はタール分の多い方が優れ、塗膜の機械的性能はエポキシ樹脂の多い方が優れる傾向がある。

前述のJIS規格の専門委員会では、エポキシ樹脂の硬化塗膜中での含有量によって1、2、3種に分け、それぞれ表-6のごとき性能を要求しており、樹脂含有率によって差が出るのは、耐アルカリ性、耐酸性、耐油性であり、耐水性、耐湿性、塗膜強度など水道用の防食塗料として必要な性能は差がないとして取り扱っている。

タールエポキシ塗料の耐久性については、使用開始より10年程度しか経過していないため、正確な資料は不明であるが、最も古くから使用されていた水力発電所のペンストック(水圧鉄管)の内面について、電力中央研究所が昭和38~42年の5年間の塗膜状況を調査した結果からほとんど異状を認めず、さらに長期間の使用が可能との結論を出している。また、昭和37年頃から普遍的な規模で用いられ出したペンストック内面のタールエポキシ塗装は、今日に至るまで定期点検などで調査した結果、局所的な欠陥を補修する必要があった以外は、全面的な発錆その他は認められて

表-6 JIS K 5664 コールタールエポキシ樹脂塗料の性能規格案

項目	種類	1 種	2 種	3 種
容器の中での状態		主剤・硬化剤ともに硬い固まりがなくて均等になること。		
混合性		均等に混合すること。		
作業性		はけ塗り作業に支障がないこと。		
硬化時間		24時間以内		48時間以内
塗膜の状態		見本品にくらべて平らさは少なくなく、流れ・しわの程度が大きくなり、ふくれ・われを認めないこと。		
可使時間		3時間以上		5時間以上
塗膜厚 0.1 mm 試験板 での 塗膜 性能	耐屈曲性	直径10mmの屈曲に耐えること。		
	耐衝撃性	50cmの高さから落したおもりの衝撃で、われおよびはがれができないこと。		
	耐熱性	80℃で5時間加熱する試験に耐えること。		
	耐湿性	168時間の湿度に耐えること。		
	耐塩水噴霧性	120時間の塩水噴霧に耐えること。		
	耐アルカリ性	水酸化ナトリウム5%溶液に7日間浸しても異状がないこと。	水酸化ナトリウム5%溶液に5日間浸しても異状がないこと。	水酸化ナトリウム5%溶液に3日間浸しても異状がないこと。
	耐酸性	硫酸5%溶液に7日間浸しても異状がないこと。	硫酸5%溶液に5日間浸しても異状がないこと。	硫酸5%溶液に3日間浸しても異状がないこと。
	耐揮発油性	試験用3号揮発油に48時間浸しても異状がないこと。	—————	
	耐油性	—————	灯油に7日間浸しても異状がないこと。	—————
加熱残分(%)	60以上(混合塗料中)			
硬化塗膜中でのエポキシ樹脂含有率(%)	30以上	20以上	12以上	

おらず、流速3m/sec程度の流れに対しては良好な耐久性を持つことが示されている。

写真-3に3年3カ月間、海水を通水した後のタールエポキシ塗装ダクタイル鑄鉄管の内面状況を示すが、海水のように上水に比べてはるかに侵食性の強い流体に対しても、一部のわずかな発錆を除いては良好な状況にあることが示されている。

この防食性能に優れたタールエポキシ塗装の現在での問題点としては、水質に及ぼす影響があげられる。この点については、日本水道協会において衛生常設調査委員会が詳細な検討を行ない、その基準を現在作成中である。問題とされていたアミン類の毒性については、ほぼ問題なしとされ、現在はフェノール類、過マンガン酸カリ消費量、残留塩素の減少量、臭気などが検討項目とされているが、解決されつつある。

表-7に水質試験の結果の一例を示す。鑄鉄管異形管のタールエポキシ塗装にあつては、管路の大部分がセメントモルタルライニングの直管であり、一部のみを使用されるのが実情であるため、管路全体がタールエポキシ塗装の場合に比較すると、その影響は問題にならない程度と思われる。

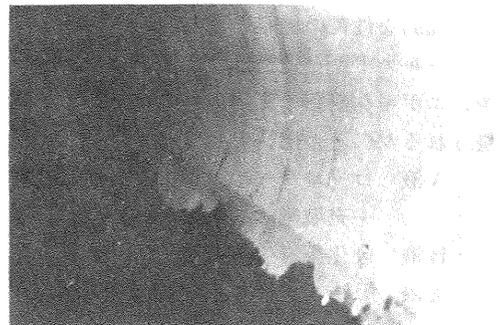


写真-3 タールエポキシ塗装管の
3年3カ月後の状況(海水を通水)

表一七 タールエポキシ系塗料の水質試験結果の一例(試験片A)

(内径80mmφ相当の塗布面積 / 水量比で試験)

供試水	試験項目 都市名	室温 (℃)	水温 (℃)	濁度	色度	pH値	KMnO ₄ 消費量 (ppm)	導電率 (μv/cm)	残留塩素 (ppm)		亜硝酸 性窒素 (ppm)	アンモニ ア性窒素 (ppm)	フェノ ール類 (ppm)	蒸発残 留物 (ppm)	アミン (定性)	臭気	臭気 濃度	硬度 (ppm)
									遊離	全残								
									不検出									
	水質基準	—	—	2以下	5以下	5.8 ~8.6	10以下	—			不検出	不検出	0.005以下	500以下	—	異常で ないこと	—	300以下
人工1 供回 試目 水	A市水道局 試験開始 S.46.9.28	最高19.5 最低16.0	(17.0) 17.0	(0.0) 0.0	(0.0) 0.0	(7.0) 6.7	(0.61) 0.92	(75) 75		(0.80) 0.40	(0.000) 0.000	(0.00) 0.00	(0.000) 0.000		(—) 不	(塩素臭) 塩素臭		(30.0) 30.5
	B市水道局	最高18.0 最低17.3	(17.6) 17.6	(0) 0.1	(0) 1	(6.9) 6.9	(0.24) 0.71	(77) 75		(0.9) 0.3	(0) 0	(0) 0	(0) 0		(—) 不	(なし) なし		(30) 32
	C市水道局 試験開始 S.46.9.29	19.9 21.0	(21.0) 20.9	(0.5) 0	1.0 1.0	(7.20) 7.25	(0.9) 1.1	(73) 72	(0.65) 0.30	(0.75) 0.40	(0) 0	(0.00) 0.03	(0.001) 0.007	(51) 47	(—) 不	(塩素臭) 微溶剤臭	(—) 4.0	(31.3) 31.6
人工2 供回 試目 水	A市水道局 試験開始 S.46.9.29	最高19.7 最低16.2	(17.2) 17.2	(0.0) 0.0	(0.0) 0.0	(7.0) 6.7	(0.61) 0.92	(74) 75		(0.80) 0.50	(0.000) 0.000	(0.00) 0.00	(0.000) 0.000		(—) 不	(塩素臭) 塩素臭		(30.0) 30.0
	B市水道局	最高18.3 最低16.8	(19.1) 19.1	(0) 0.3	(0) 1	(7.1) 6.9	(0.16) 0.16	(72) 72		(0.7) 0.4	(0) 0	(0) 0	(0) 0		(—) 不	(なし) なし		(31) 31
	C市水道局																	
水1 道回 目 水	A市水道局 試験開始 S.46.9.28	最高19.5 最低16.0	(16.7) 16.7	(0.0) 0.0	(0.0) 0.0	(6.5) 6.3	(1.54) 2.46	(132) 138		(0.80) 0.30	(0.000) 0.000	(0.00) 0.00	(0.000) 0.000		(—) 不	(塩素臭) 塩素臭		(38.5) 39.0
	B市水道局	最高18.0 最低17.3	(17.6) 17.6	(0.2) 0.3	(1) 1	6.8 6.9	(0.63) 1.66	(118) 122		(0.7) 0.2	(0) 0	(0) 0	(0) 0		(—) 不	(なし) なし		(44) 43
	C市水道局 試験開始 S.46.9.29	19.9 21.0	(20.8) 20.9	(0) 0	(1.0) 1.0	(7.25) 7.25	(1.5) 2.7	(110) 110	(0.50) 0.25	(0.60) 0.30	(0) 0	(0) 0.03	(0.001) 0.006	(72) 72	(—) 不	(塩素臭) 微溶剤臭	(—) 1.3	(17.9) 18.2
水2 道回 目 水	A市水道局 試験開始 S.46.9.29	最高19.7 最低16.2	(17.0) 17.0	(0.0) 0.0	(0.0) 0.0	(6.5) 6.4	(1.54) 2.77	(132) 137		(0.80) 0.30	(0.000) 0.000	(0.00) 0.00	(0.000) 0.000		(—) 不	(なし) 塩素臭		(38.5) 39.0
	B市水道局	最高18.3 最低16.8	(19.1) 19.1	(0.2) 0.3	(1) 1	(7.1) 6.9	(0.63) 0.70	(113) 111		(0.7) 0.3	(0) 0	(0) 0	(0) 0		(—) 不	(なし) なし		(38) 39
	C市水道局																	

注：()内は、空試験を示す。

異形管の内面防食対策

現在、日本水道協会において審議中のタールエポキシ系塗料塗装方法による性能規格案を表一8に参考までに記すが、塗膜の機械的強度などについての要求水準は、コールタールエナメルを基準として定められているため非常にあまく、JIS原案に比べると水準自体にいくぶん問題があると思われる。

タールエポキシ塗料の塗膜厚は、従来の塗装に比べるとはるかに厚いことが特徴であり、このことがひいては耐食性能の信頼性が大きなことの最大理由でもある。

JWWA K115の規格案では0.3mm以上の膜厚を要求している。これだけの塗膜を得るための塗装方法としては、最も一般的には図一6に示すように、エアレススプレーにより塗料自体に100kg/cm²以上の圧力を加えて断熱膨脹せしめ、噴霧する方法が採用され、一度に0.3mm以上の乾燥塗膜を得る方法が行なわれるが、極小口径管でうまくスプレーできない場合や、現場に対する塗装などでは刷毛塗りが行なわれる。

特に刷毛塗りにおいては、従来のごとき小口径の鑄鉄異形管類では口径に比べて長さが

長く、確実な塗装検査が行ない得なかったが、ショートポディー化したデザインタイトン形異形管では、相対的に刷毛塗りおよび検査が容易になり、実用が可能となった。そのため、今後このタイプの小口径異形管については、このタイプの重防食塗装を客先の要求に応じて実用化されていくことになるう。

4. 粉体塗装

前述のタールエポキシ塗料は、重防食用塗料としての性能は画期的なものであるが、均一な塗膜厚を得るのに比較的熟練を要すること、塗装後乾燥硬化までに長時間を要すること、溶剤を含んでいるために、塗膜に溶剤が揮散する気孔がどうしても避けられないことなどの欠点がある。

粉体塗装は、溶剤を含まない固形樹脂を粉碎した塗料を鉄面に直接塗装した後、熱により熔融成膜せしめるものであるため、溶剤に起因する塗膜の多孔性、耐水性、耐薬品性の低下、溶剤残存による水質の影響、衛生上の問題点などが完全に解消し、加熱により硬化が完了するため、乾燥硬化のための保存期間

表一8 JWWA K 115タールエポキシ系塗料塗装方法による性能規格(案)

試 験 項 目		規 定
容器の中での状態		かき混ぜたとき、堅いかたまりがなく て一樣になること
混 合 性		均等に混合すること
作 業 性		作業に支障がないこと
乾燥時間	塗膜の厚さ 0.3mm	指触乾燥 7時間以内 硬化乾燥 48時間以内
	塗膜の厚さ 0.15mm	指触乾燥 3時間以内 硬化乾燥 24時間以内
塗膜の外観		はけ目、流れが著しくなく、割れを生 じないこと
塗膜厚 0.3 mm 試験板での 塗膜性能	曲げ試験 JIS G 3492	きれつ発生までのたわみ 38mmたわんだときはく離面積 38mm以上 はく離がないこと
	衝撃試験 JIS G 3492	直接衝撃によるはく離面積 間接衝撃によるはく離面積 3 cm ² 以下 はく離がないこと
	低温・高温繰り返し試験	きれつ、はく離がないこと
	密着性試験	はげないこと
	塩水噴霧試験 JIS Z 2371	さび、ふくれ、割れがないこと
溶解試験〔付属書による〕		

図-6 エアレススプレー装置

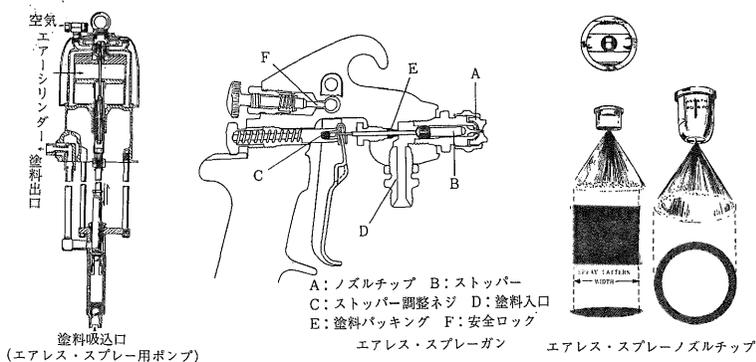
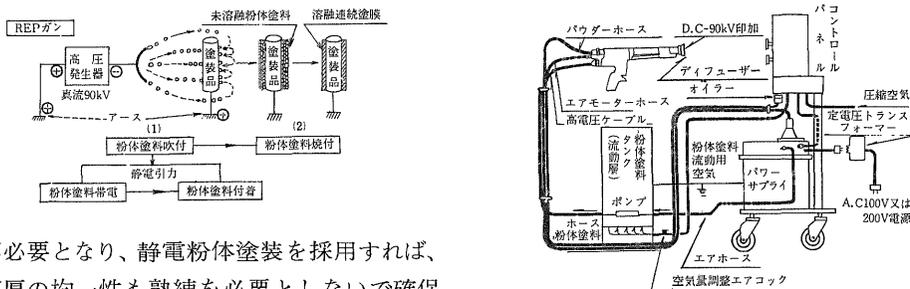


図-7 粉体塗装の原理および装置概略図



が必要となり、静電粉体塗装を採用すれば、塗膜厚の均一性も熟練を必要としないで確保できる特徴がある。

静電粉体塗装は図-7に示すように、タンク中で流動化された粉体塗料はホースを通過して静電塗装ガンに送られ、そのヘッドで直流高電圧を与えられた電界中で負に荷電されて噴射され、正にアースされた被塗物に静電引力によって吸引塗装されるものであり、被塗物の全面にわたって、静電平衡が達するまで塗料が付着するため、塗り残しの発生する可能性がなく、均一な塗膜が硬実に得られる。この場合、被塗物は予熱する場合としない場合があるが、前者の方が厚膜塗装が得られる。このようにして塗装された被塗物は後加熱を行ない、粉体塗料を溶融成膜せしめ硬化させ、塗装完了となる。

粉体塗装としては、この静電塗装法以外に流動浸漬法、フロックガンによる方法などがあるが、異形管類の内面防食についての利用は困難である。粉体塗装に使用する塗料としては、タールエポキシ、エポキシ樹脂、塩化ビニル樹脂、ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、ポリエチレン樹脂などがあるが、長期間

流水と接触して防食効果を保持するには、タールエポキシ、エポキシ樹脂、塩化ビニル樹脂が実験の結果最適であることがわかった。写真-1に示す管路で4年間通水した後のタールエポキシ、エポキシ樹脂、塩化ビニル樹脂の粉体塗装の内面状況をみると、いずれも異常は認められなかった。

タールエポキシ、エポキシ樹脂、塩化ビニル樹脂を詳細に比較した結果、いずれも実用可能であるが、塩化ビニル樹脂は密着性が劣るためプライマー処理が必要であり、工程的なデメリットとなるため、実用的には前二者が採用され、価格的にはタールエポキシ粉体塗装が最も優位にある。

これらのタールエポキシ、エポキシ樹脂は塗装後200℃の温度で加熱硬化させるため、エポキシ樹脂の完全硬化が可能となり、塗膜の物性、耐水性、耐薬品性は常温硬化のものに比べて優れ、揮発性成分、可溶性成分を含まないため、水質に及ぼす影響ははるかに優れている。表-9、10に塗膜性能、水質試験結果を示す。

表一9 各種粉体塗装の塗膜性能

	エポキシ樹脂	タールエポキシ	塩化ビニル	ポリエチレン
鉛筆硬度	2H~3H	H~4H	B~HB	6B~3B
ゴバン自試験(1mm巾)	100/100	100/100	100/100	100/100
エリクセン試験(mm)	6~7	7	8	7
屈曲試験(mmφ)	6	6	2	3
耐衝撃試験(デュボン式 $\frac{1}{2}$ " \times 1kg \times Xcm)	50	40	50	50
耐摩耗試験(テーバー式1000回)	50	100	60	10
連続耐熱温度(°C)	120	100	60	100
耐寒温度(°C)	-40	-30	-20	-60
耐炎性	自己消火性	自己消火性	自己消火性	燃え広がりが遅い
体積固有抵抗(ohm-cm)	10 ¹⁵ ~10 ¹⁶	10 ¹⁵ ~10 ¹⁶	10 ¹³ ~10 ¹⁵	10 ¹⁵ ~10 ¹⁶
耐アーク性(秒)	150~180	150~180	60~80	130~160
吸水率(24hr、%)	0.05~0.10	0.10	0.01~0.07	0.01
耐沸騰水試験(時間)	30	25	16	8
耐塩水噴霧試験(時間)	1500	800	800	500
耐酸性(50%硫酸)	優秀	優秀	優良	優秀
〃(38%塩酸)	優秀	優秀	優良	優秀
耐アルカリ性(25%カゼインソーダ)	優秀	優秀	優秀	優秀
〃(28%アンモニア水)	優秀	優良	優良	優秀
耐溶剤性(アセトン)	優秀	優良	不可	不可
〃(アルコール)	優秀	優良	優良	優良
〃(ベンゼン)	優秀	優良	不可	不可
〃(トリクレン)	良好	良好	不可	不可
耐汚染試験	優良	良好	普通	普通

表一10 粉体塗装の水質試験結果 (75mmφ管に24時間湛水)

	エポキシ樹脂	タールエポキシ	対照水
濁度	0.0	0.0	0.0
色度	0.3	0.3	0.3
pH	6.8	6.8	6.8
KMnO ₄ 消費量(ppm)	1.7	1.9	1.2
導電率(μv/cm)	120	120	120
残留塩素(ppm)	0.50	0.50	0.70
亜硝酸性窒素(ppm)	0.0	0.0	0.0
アンモニア性窒素(ppm)	0.01	0.01	0.01
フェノール類(ppm)	0.004	0.004	0.003
蒸発残渣(ppm)	93	93	93
硬度(ppm)	21	21	21
アミン類(定性)	不検出	不検出	不検出
臭気	塩素臭	塩素臭	塩素臭

このエポキシ樹脂またはタールエポキシ粉体塗装は、加熱硬化する必要があるため鑄鉄管の熱容量の大なるものに適用することは不経済であり、そのため適用可能管種としては薄肉の小口径のタイトン形ダクトイル鑄鉄異形管があげられる。大量生産のためにはかなりの設備投資を必要とするが、生産性は良好であり、75mmφ~250mmφまでの小口径鑄鉄異形管全体に適用可能で、品質的にも均一で、

防食性能も優れているため今後大いに期待できる防食方法であるということが出来る。

以上、異形管の防食方法として現在実用可能な方法を3種類について概略説明してきたが、これらの方法を特にユーザーから要望のある場合について段階的に採用していき、ユーザーのご指導ご協力を得て、その普及の範囲を広め、実用化していくために努力したいと思う。



技術レポート 〈2〉

中小口径ダクタイル管の推進工法

日本鑄鉄管協会配管技術分科会

委員 稲垣博巧

委員 仁木彬隆

1. まえがき

本誌No.6で中小口径管の推進工法について報告させていただいたが、その後2、3の改良が加えられ今日に至っている。今回は、その改良点と小口径推進管の実績について、紹介させていただくことにした。

まず、改良点を列挙すると

(1) 継手接合作業のスピード化

接合作業をより容易にするため、内カラーの形状、寸法を若干変更した。

(2) 推進精度の向上

500φ以下の管では、人が中に入れないので、推進管の方向修正は現段階では不可能に近い。そこで、本管を推進する前にボーリングロッドを所定の位置に試錐し、押込口から到達口まで貫通させ、このロッドを案内として本管を推進する工法を採用した。

(3) 土の搬出方法

推進中において先導管内に入ってくる土を

管外に取り出す方法として、前回の報告では

- ① 真空吸上方式
- ② ジェット水流方式
- ③ オーガー方式

の実験結果について述べたのであるが、種々の実例を検討した結果、ジェット水流方式がもっとも汎用性ありと考えられたので、この方式に種々の改良を加えた工法を採用した。

2. 推進管

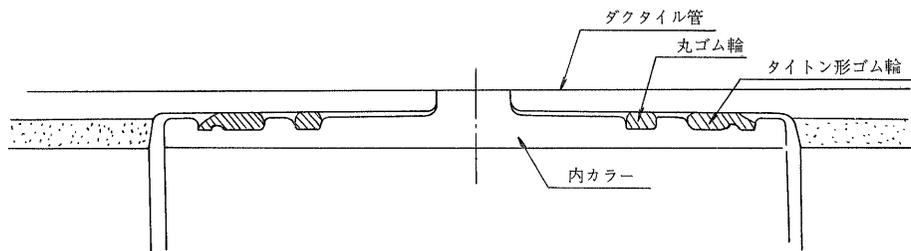
この工法に用いた推進管について述べる。

(1) タイトン形内カラー

継手推進管(TIC)

図-1に示すように、管、内カラーおよびゴム輪からなっていて、接合後は外面に突起物のない、推進工法に適した構造となっている。(付図参照)

図-1 タイトン形内カラー継手管の構造



この継手を前回に報告したものと比較すると、タイトン形ゴム輪と丸ゴム輪の位置が入れかわっている。そうすることによって、受口がタイトンゴム輪の位置まで押込まれた状態で自動的に芯出しができるので、接合作業がより容易になった。

この継手の特長は、

- ① ゴム輪は、タイトン形ゴム輪と丸ゴム輪の2重シール形式となっているので、水密性は非常に優れている。
- ② 接合作業は、内カラーにゴム輪をセットし、油圧ジャッキを利用して管を押込むだけでできるので簡単迅速である。

③ ダクタイル管は圧縮強度が大きいので、さや管工法を採らなくても、直接推進できる。

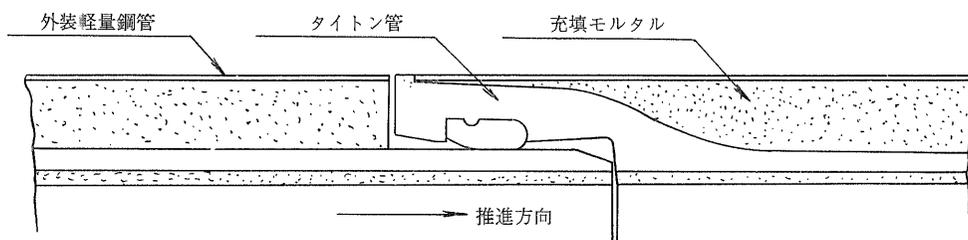
④ 継手性能は従来のメカニカル形と変わりなく、ある程度の可撓性があるので施工後の地盤沈下にも順応しやすい。

(2) タイトン形外装推進管(TOM)

図-2に示すように、従来のタイトン管(75~250φ)に、受口外径に相当する軽量鋼管(管厚0.5mm程度)をかぶせ、その中へセメントモルタルを充填して推進用としたものである。

推力は、受口底部とサシ口端面が接触して伝達される。

図-2 タイトン形外装推進管(TOM)



3. 工法の概要

工事は、推進しようとする箇所には60~70φ mm×1500mmのボーリングロッドをねじ接合しながら押込口から到達口へ試錐し、それが所定の位置に達しているかどうかを確認すると同時に、その時の推力や状況から土質を推定し、本管を押す時の参考とした。その後、このロッドを案内として本管を推進した。この場合、本管はロッドに従って推進されるので、

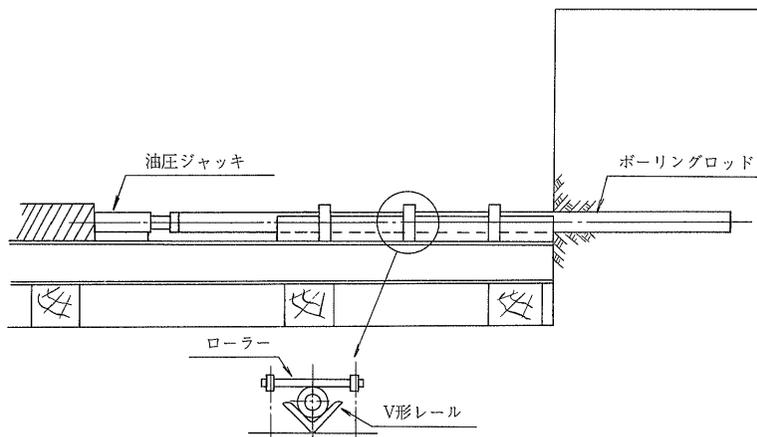
継手部に曲がり防止機構を必要としない。

(1) ロッドの試錐方法

① ミニ推進

図-3のように、ボーリングロッドが曲がらないようにV形レールの上にのせ、ローラーで抱え、小形の油圧ジャッキで圧入する。この方法は、圧力水や回転装置を使用しないので非常に簡単であるが、推進長15m位までしか使用できない。

図-3 ミニ推進



② 水平ボーリング

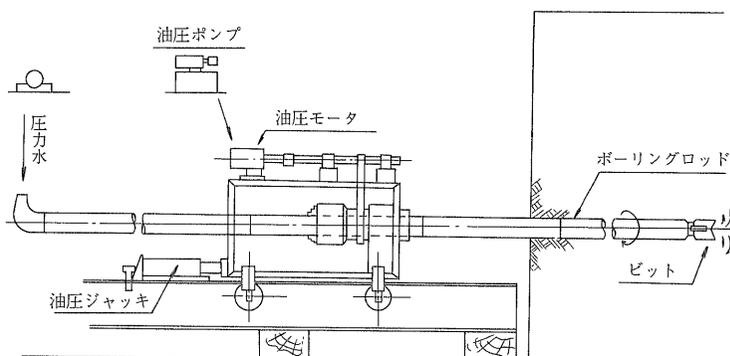
ロッドの直進性を増すために、図-4のように水平ボーリング装置を用い、ロッド先端のビットから圧力水を噴出し、油圧モーターで回転させながら押込む。

この方法は推進長20m位まで、実用上十分な精度が得られるが、ボーリングの際に水を使用するので、水が得られない場所では採用できない(地下水があればよい)。



写真-1 ロッド到達

図-4 水平ボーリング



③ さや管方式水平ボーリング

推進長が長くなると、ロッドのみでボーリングするとロッド自重、土質の変化などによって曲がりやすいので、それを防止するためロッド数m分を水平ボーリングした後、さや管をロッド先端のビット近くまで押込み再び数m水平ボーリングし、また、さや管を押込

むという操作を繰り返して到達口までボーリングする。

この工法による実験結果を簡単に説明する。

a. 実験条件

推進長 30m

土質 砂

ボーリングロッド 60φ×1,500ℓmm

さや管 $89.1\phi \times 10t \times 750\ell\text{mm}$

b. 方法

先ずロッド2本(3m)を水平ボーリングした後、さや管3本(2.25m)を図-5のように押込む。

以後、ロッド2本ボーリング後、さや管4本(3m)を押込むという操作を繰返した。従って図-5に示すロッド先端とさや管先端との距離 ℓ は最小0.75m、最大3.75mとなる。

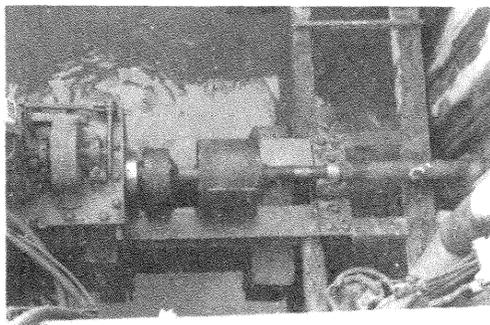
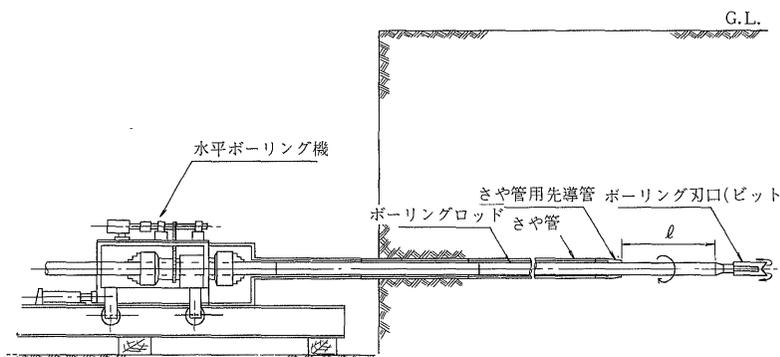


写真-2 さや管方式水平ボーリング

図-5 さや管方式水平ボーリング



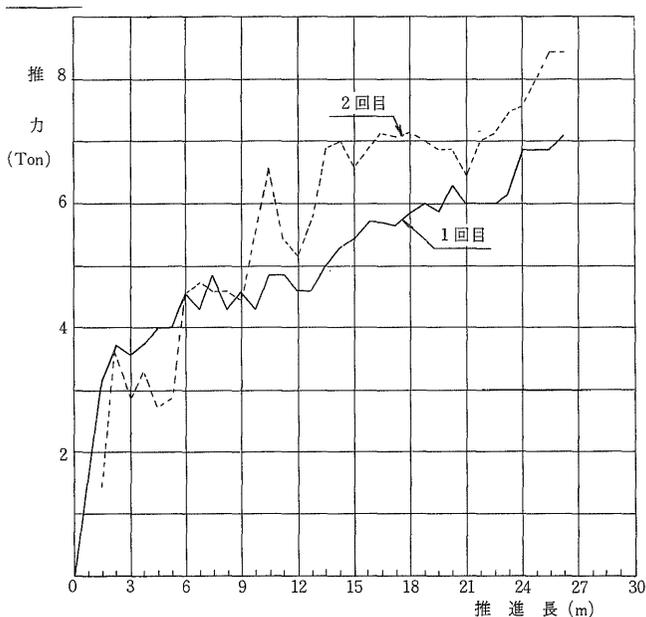
c. 結果

このようにして30mボーリングした時のロッドの曲りを表-1、さや管の推進荷重を図-6に示した。

表-1 ロッドの曲がり

	上	下	左	右
No. 1		下 7.5cm	左 18cm	
No. 2		下 20cm	左 5cm	

図-6 推進長-推力



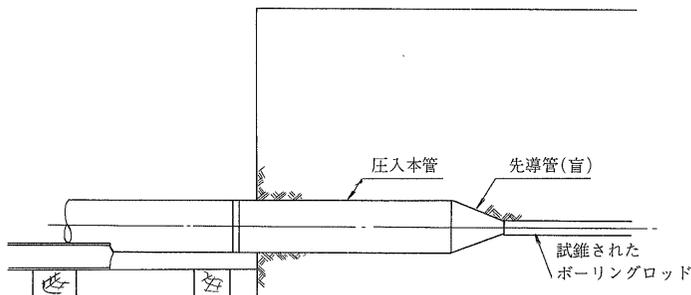
(2) 本管の推進方法
 所定の位置に通したロッドを先導管と連結して本管押しを行なう。

推進長が、10～15m程度で土質が軟かい場合に用いる。

この工法では、管内に土が入らないので最も簡単な工法といえる。

① 円錐形先導管での盲押し

図-7 盲押し方式

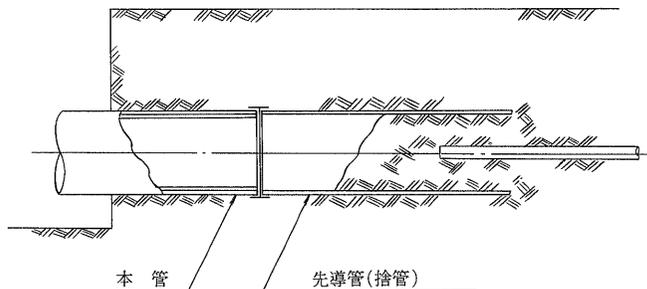


② 捨管方式
 推進長が、20m前後の場合に用いる工法で、先導管(長さ2～4mの捨管)内に入ってきた土をその中に貯蔵し、到達口に先導管が出て

きた時に適当にガス切断して先導管を切り捨てる。

この工法も土を取り出さないので比較的簡単といえる。

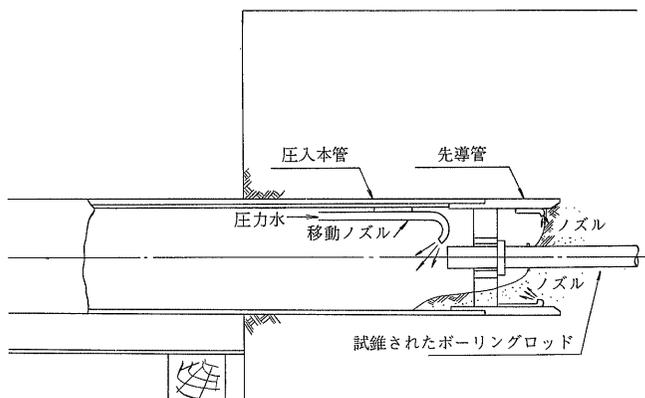
図-8 捨管方式



③ ジェット水流工法
 推進長が30m前後の場合に用いる工法で、砂地盤には特に有効である。先導管内に入っ

てきた土砂を先端のノズルで崩し、移動ノズルで管外に流し出す。

図-9 ジェット水流工法



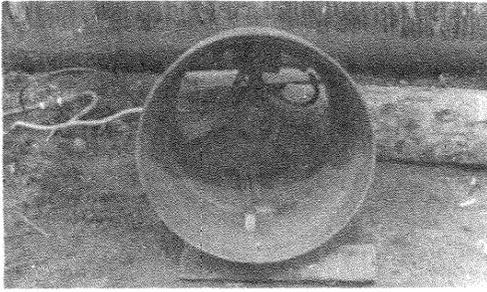


写真-3 先導管 (正面)

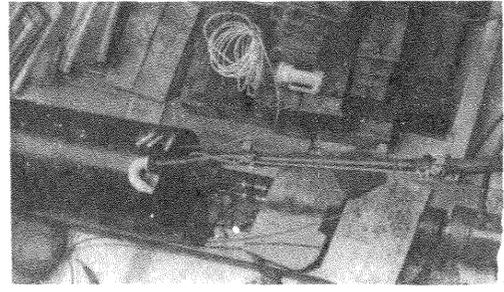


写真-5 移動ノズル

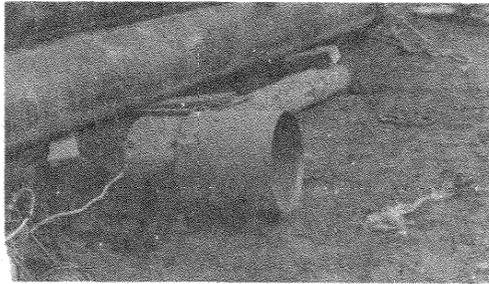


写真-4 先導管 (側面)

合わせて推進を行なった。

最近実施した数例を表-2に示す。

実施例の中から2、3例について概説する。

(1) 実施例Aの場合

① 施工条件

- a. 口径 250φTIC
- b. 推進長 19.5m (4.5m×4本+1.5m切管)
- c. 工期 昭和45. 3. 25~3. 28
- d. 土質 砂混り粘土
- e. 工法 ミニ推進+盲押し

② 施工状況

図-10のように水路と庭をゆるい勾配をもって横断した。

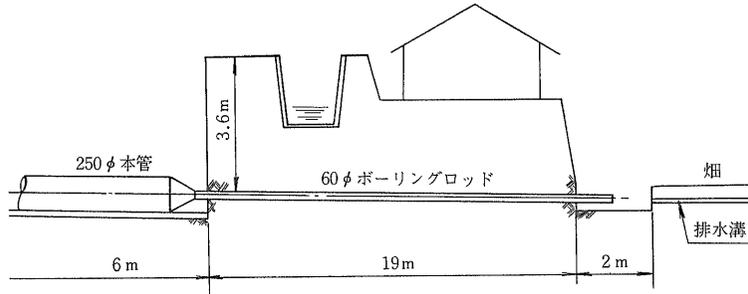
4. 実施結果

前記のロッドの試錐方法と本管の推進方法を口径、推進長、土質などによって適当に組

表-2

実施例	工期	施工条件			工法		結果		備考
		口径×推進長	土被り	土質	先押し	本管	max 荷重	曲がり	
A	45/3	250φ×19 m	3 m	粘土	ミニ推進	盲押し	25 ton	(下) 47cm (右) 10φ	河川横断
B	45/4	500φ×15.7φ	4 φ	砂と粘土	—————	ジェット水流	56 φ	(下) 4φ (左) 1φ	φ
C	45/5	400φ×16.5φ	2.2φ	砂混り粘土	ミニ推進	盲押し	78 φ	(上) 15φ (右) 5φ	φ
D	45/6	400φ×16.5φ	2.2φ	粘土	φ	φ	64 φ	(下) 13φ (左) 3φ	φ
E	45/6	400φ×9 φ	2.2φ	砂	—————	ジェット水流	5 φ	(上下) 0 (左右) 0	φ
F	45/6	300φ×22 φ	3 φ	粘土	水平ボーリング	盲押し	30 φ	(上) 17φ (右) 30φ	市電軌道横断
G	45/6	300φ×22 φ	3 φ	φ	φ	φ	10 φ	(下) 18φ (左右) 0	φ
H	45/7	300φ×9 φ	2.5φ	砂と粘土	ミニ推進	φ	21 φ	(下) 20φ (右) 5φ	名鉄引込線軌道横断
I	45/6	400φ×21 φ	4.9φ	細砂	利根工事 回転ボーリング	ジェット水流	42 φ	(上) 20φ (左右) 0	市道横断
J	45/8	300φ×15 φ	2.7φ	砂と粘土	水平ボーリング	盲押し	30 φ	(下) 5φ (右) 2φ	軌道横断
K	45/12	400φ×22 φ	2.4φ	シルト混り砂	φ	ジェット水流	82 φ	(下) 20φ (左右) 0	水路横断
L	46/1	150φ×18 φ	1.7φ	砂	φ	捨管方式	54 φ	(上) 1.8φ (右) 13φ	市道横断
M	46/11	300φ×60 φ	4 φ	砂	さや管方式 水平ボーリング	φ	62 φ	(下) 35φ (左) 25φ	水路横断

図-10 施工状況図



③ 結果

a. 所要時間

項目	ミニ推進	本管
推進	3.5時間/全ロッド	1.5時間/1本
ジョイント	—	15分/1カ所

b. 曲がり

ミニ推進	本管
下に470mm 右に100mm	ミニ推進に同じ

c. 推力

本管推進時における推力は、図-11の通りである。

図-11 推進長線図

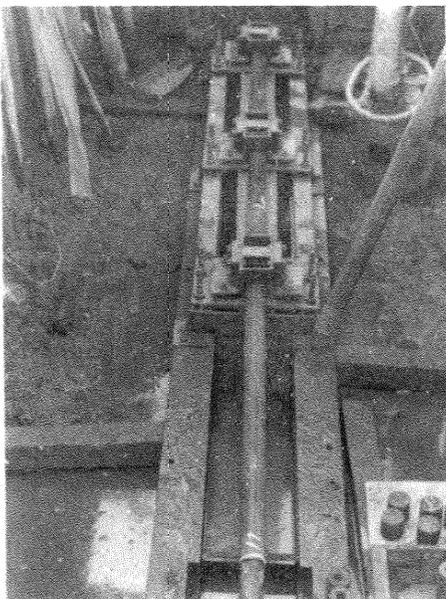
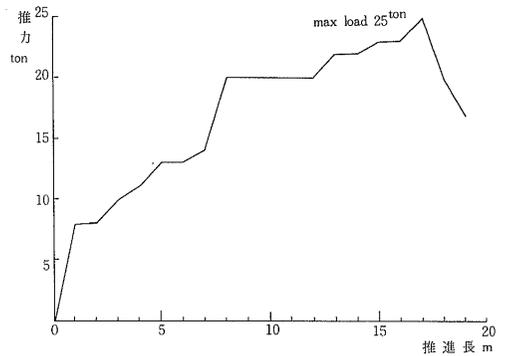


写真-6 ミニ推進状況 (その1)

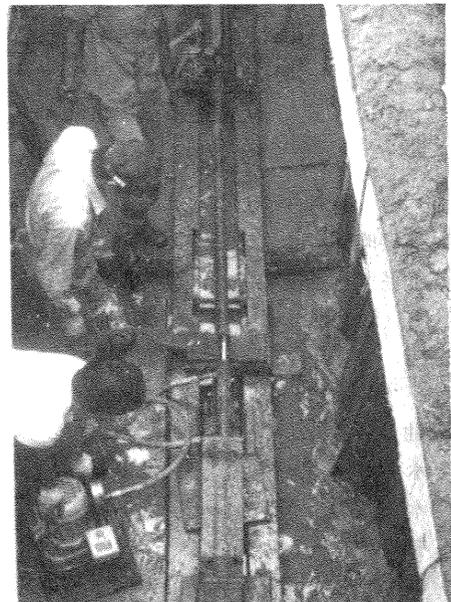


写真-7 ミニ推進状況 (その2)

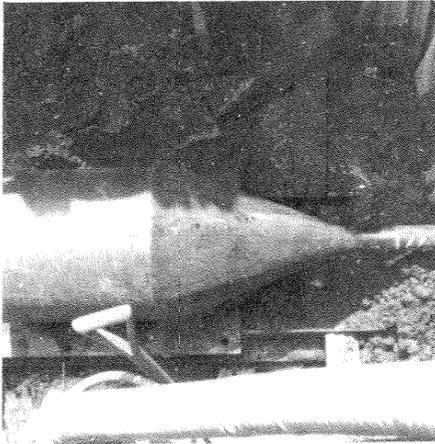


写真-8 盲押し状況 (その1)

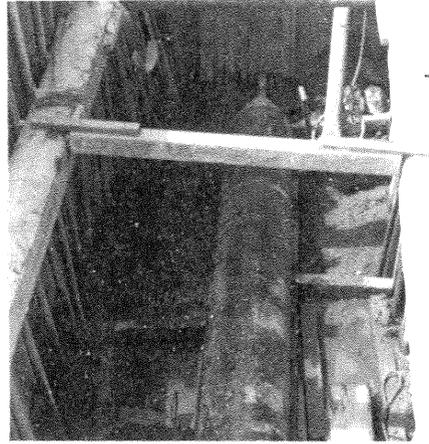


写真-9 盲押し状況 (その2)

(2) 実施例Kの場合

① 施工条件

- a. 口径 400φTIC
 b. 工期 昭和45. 12. 2~12. 8

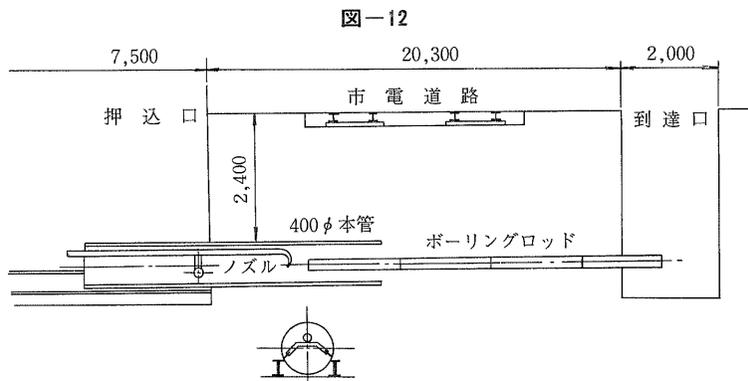
c. 推進長 22m 5.5m×4本

d. 土被り 2.4m

e. 土質 シルト混り砂

f. 工法 水平ボーリング+ジェット水流

② 施工状況



③ 結果

a. 所要時間

水平ボーリング	2.5時間/全ロッド
本管推進	2時間/1本
洗管	2時間/1本
ジョイント	20分/1カ所

b. 曲がり

水平ボーリング	下に350mm、左右0
本管	下に200mm、左右0

c. 推力

本管推進時における推力は図-13の通りである。

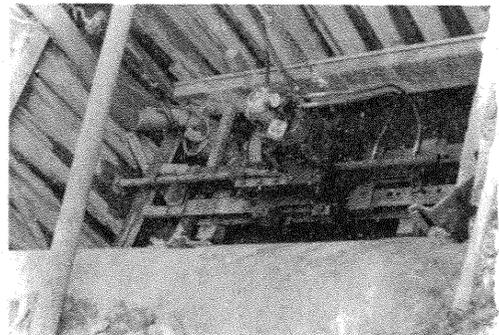
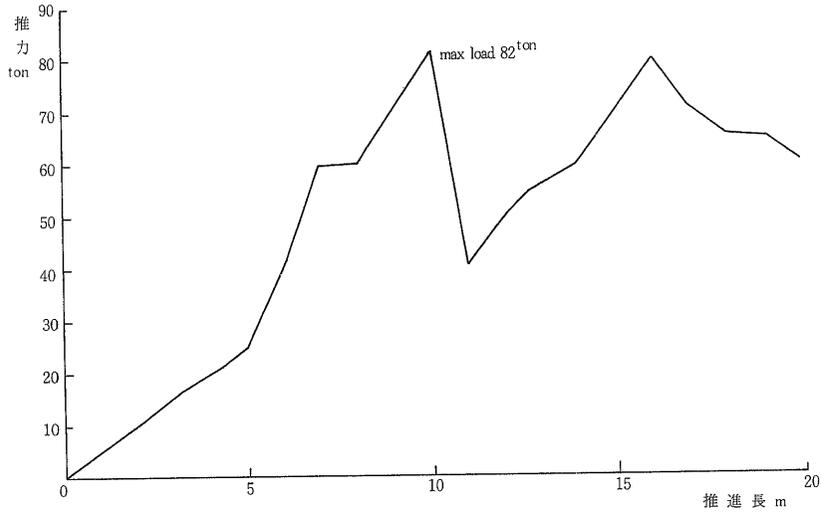


写真-10 水平ボーリング

図-13 推進長線図



(3) 実施例Lの場合

① 施工条件

- a. 口径 150φ TOM*
- b. 工期 昭和46. 1. 11~1. 12
- c. 推進長 18m 2m×9本
- d. 土被り 1.7m
- e. 土質 砂
- f. 工法 水平ボーリング+捨管

(施工状況参照)

注：TOM

タイトンジョイントダクタイル管の外面に、軽量鋼管をかぶせ、ダクタイル管と軽量鋼管の隙間にモルタルを充填した推進用のタイトンジョイントダクタイル管でTyton Out side Mortarの略称。

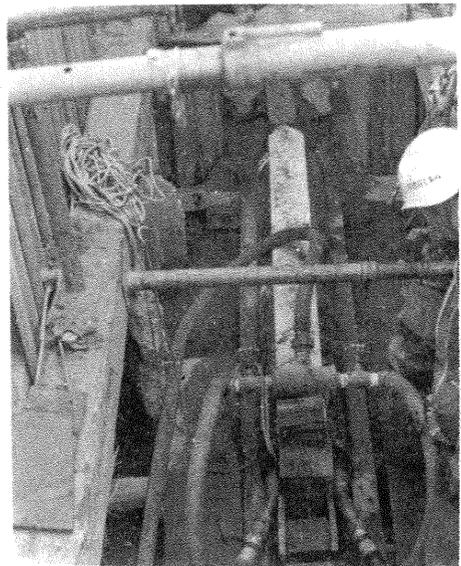
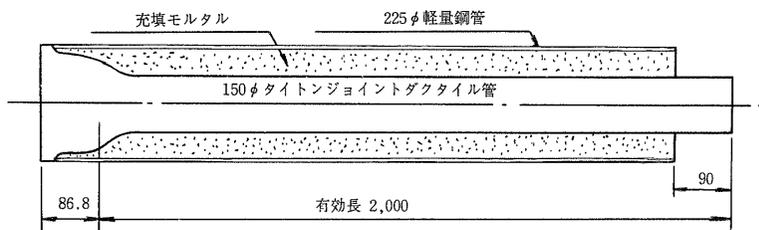
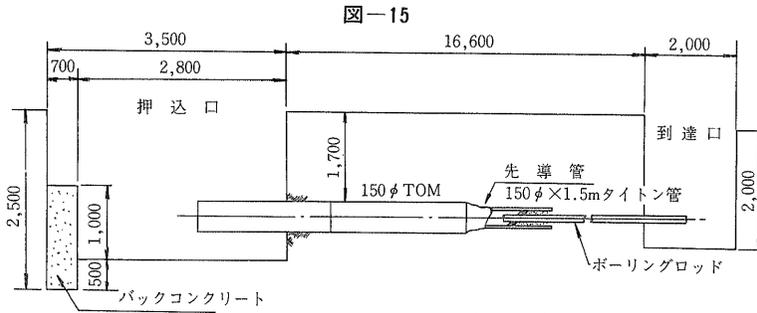


写真-11 推進状況

図-14 タイトン形外装推進管(TOM)



② 施工状況



③ 結果

- a. 所要時間 1.7時間/全ロッド
 水平ボーリング 35分/1本
 本管推進 5分/1カ所

- ジョイント
 b. 曲がり
 水平ボーリング 上に65mm 右に150mm
 本管 上に18mm 右に130mm



写真-12 捨管到達 (捨管内に土がまっている)

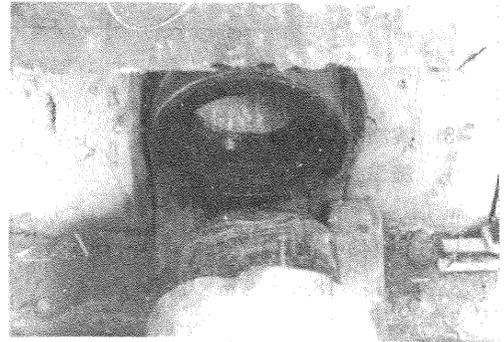


写真-15 継手接合

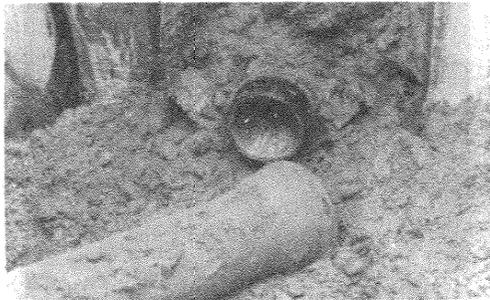


写真-13 捨管をとりはずした状態 (手前が捨管)

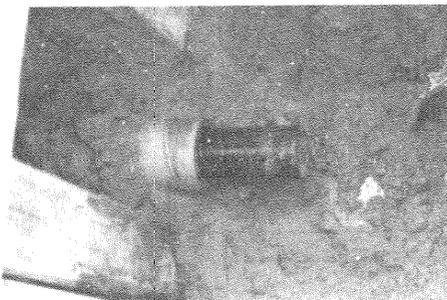


写真-14 捨管をとりはずした状態 (本管=タイトン形外装推進管)



写真-16 推進状況

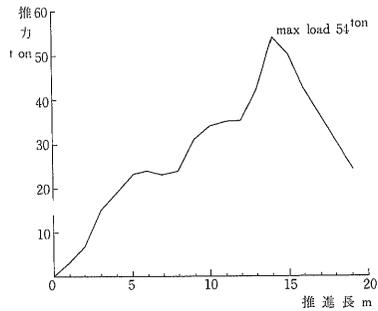
c. 推 力

本管推進時における推力は図-16の通りである。

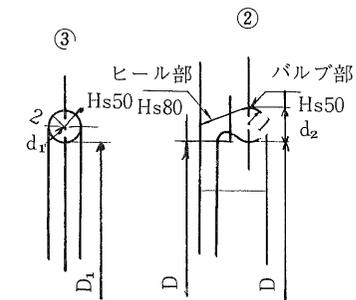
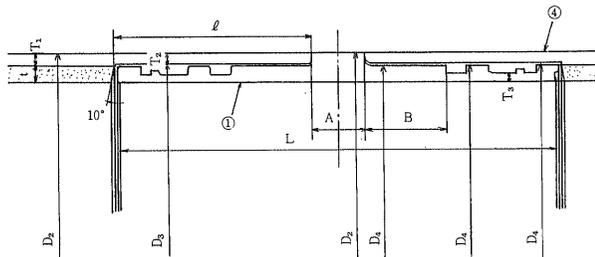
5. あとがき

今回は、小口径管の推進について報告させていただいたが、今後に残された問題も多くみなさま方のご教示を賜わり、さらにいっそうの改善に努めていく所存である。

図-16 推進長線図



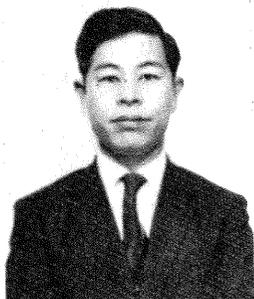
付図



4	鉄	管	FCD	
3	丸	ゴム	輪	
2	タイト	ン	形	ゴム輪
1	内	カ	ラ	ー
			FCD	
符号	名	称	材	質
			構	造
				要

呼び径	各 部 寸 法											タイト形ゴム輪		丸ゴム輪		管長	呼び径
	D ₂	T ₁	T ₂	T ₃	t	D ₃	D ₄	A	B	L	ℓ	D	d ₁	D ₁	d ₂		
200	220.0	7.5	6.0	5.0	10.0	208.0	205.5	30	51.5	280	126	175	11	168	9.5	4500	200
250	271.6	〃	〃	〃	〃	259.6	257.1	〃	〃	〃	〃	222	〃	212	〃	〃	250
300	322.8	〃	6.5	5.5	11.0	309.8	306.8	35	53.0	290	129	267	〃	254	〃	5500	300
350	374.0	〃	〃	〃	〃	361.0	358.0	〃	〃	〃	〃	313	〃	298	〃	〃	350
400	425.6	8.5	7.0	6.0	11.5	411.6	408.6	〃	〃	295	132	358	12	340	10.0	〃	400
450	476.8	9.0	7.5	6.5	12.5	461.8	458.8	〃	54.0	300	135	402	13	382	10.5	〃	450
500	528.0	9.5	8.0	〃	〃	512.0	509.0	〃	〃	〃	〃	447	〃	425	〃	〃	500
600	630.8	11.0	9.0	7.5	13.5	612.8	609.8	〃	57.0	310	140	537	14	510	11.2	〃	600
700	733.0	12.0	10.0	8.5	14.5	713.0	709.0	〃	62.0	320	146	627	〃	595	〃	〃	700
800	836.0	13.5	11.0	9.0	15.0	814.0	810.0	〃	69.5	340	156	717	15	680	11.7	〃	800
900	939.0	15.0	12.0	10.0	16.0	915.0	911.0	〃	73.0	350	161	807	16	765	12.2	〃	900
1000	1041	16.5	13.0	11.0	16.5	1015	1011	〃	75.5	380	177	897	〃	850	12.5	〃	1000
1100	1144	18.0	14.0	12.0	17.5	1116	1112	36	78.5	390	182	987	17	937	〃	〃	1100
1200	1246	19.5	15.0	13.0	18.0	1216	1212	〃	〃	〃	〃	1077	〃	1021	〃	〃	1200
1350	1400	21.5	16.5	14.0	18.5	1367	1362	〃	77.5	〃	〃	1213	〃	1149	13.0	〃	1350
1500	1554	23.5	18.0	15.5	20.0	1518	1513	40	83.0	410	192	1348	18	1277	〃	〃	1500
1600	1650	25.0	19.0	16.5	20.5	1612	1607	〃	82.5	〃	〃	1432	〃	1357	〃	3850	1600
1650	1701	25.5	19.5	17.0	21.0	1662	1657	〃	〃	〃	〃	1477	〃	1400	〃	〃	1650
1800	1848	28.0	21.0	18.0	21.5	1806	1801	45	97.5	450	210	1606	19	1521	13.5	〃	1800
2000	2061	30.5	23.5	20.0	24.0	2014	2009	〃	100	460	215	1792	20	1698	〃	〃	2000
2100	2164	32.0	24.5	21.0	24.5	2115	2110	〃	〃	〃	〃	1883	〃	1784	〃	〃	2100
2200	2280	33.5	25.5	22.0	25.0	2229	2224	〃	〃	〃	〃	1986	〃	1881	〃	〃	2200

寄稿〈1〉



吹田市下水道部
計画課長代理
森島 治雄

汚泥圧送および汚水圧送 にダクタイル鑄鉄管を使 用した事例

—吹田市下水道部—

1. まえがき

吹田市の公共下水道事業は昭和34年度より始められ、昭和46年度末予定で約9,887百万円の建設費を投入し約452haを完了し、その他に大阪府で施工した千里丘陵ニュータウンと万国博会場後地等を合わせ約1,558ha、全市の約43%が処理区域となっている。

本市の旧市街地は、川面排水区と川園排水区とに分かれ、川園排水区の汚水は川園ポンプ場より川面下水処理場に圧送される。

川面下水処理場は、敷地面積が小さいのと維持管理の面より考慮して、川面下水処理場で発生する汚泥は約2.2km西の南吹田下水処理場に圧送され統合処理される。

昭和45～46年度事業として、川園～川面間の汚水圧送管布設工事と川面～南吹田間の汚泥圧送管布設工事をダクタイル鑄鉄管を使用して施工した。

工事は4つの工区に分割された。

第1工区は汚泥圧送管と公共下水道と農業用水路の合併施工。

第2工区は汚泥圧送管、汚水圧送管、公共下水道および農業用水路の合併施工。

第3工区は汚水圧送管、公共下水道管および農業用水路の合併施工。

第4工区は汚水圧送管のみの工区である。

第1～3工区は工種が複雑であるから、第4工区を主として記述する。

2. 汚水圧送計画

〈川園ポンプ場概要〉

排水面積 153ha

計画人口 44,198人

工場排水量 8,640m³/日

計画汚水量 26,275m³/日

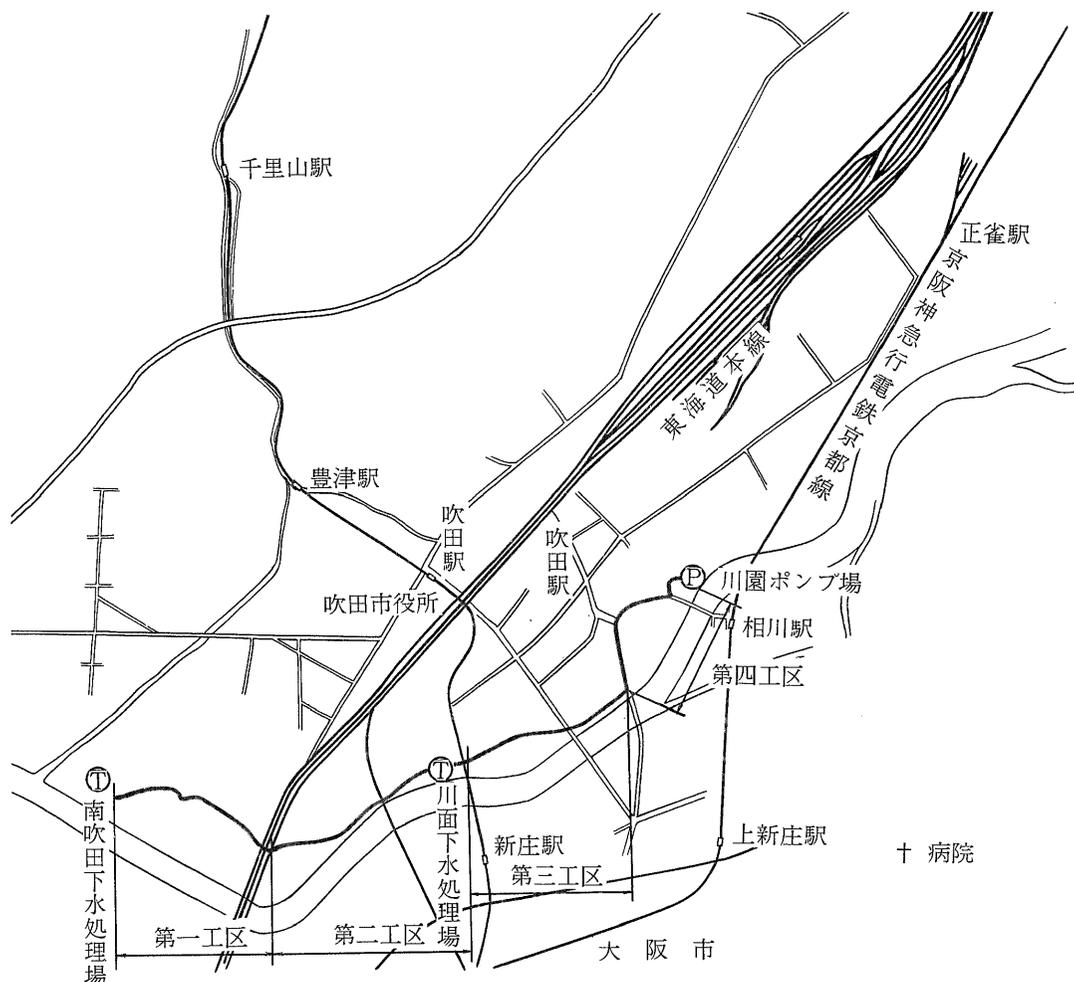
圧送距離 2,925m

圧送ポンプ φ400mm 4台

揚程18.3m 容量20m³/分

汚水圧送管の布設ルートは、当初最短コースをとるように計画していたが、旧市街地で道路幅員が狭く、また公共下水道の幹線が入っているため、幹線に流入する支線の下方に布設しなければならず、土被が4mを越え民家に重大な影響を及ぼすと思われたので、市街地をできるだけ避け神崎川に沿った素掘開渠の農業用水路—排水路も兼ねている—を改

図-1 位置図



修し、鉄筋コンクリートの用水専用函渠とし、断面が縮小されたことにより生み出された用地に圧送管と公共下水道管を同時に施工した(写真-1)。

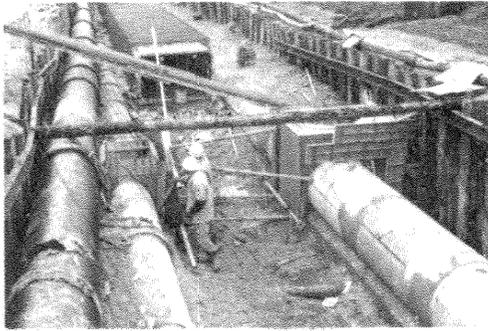
川園ポンプ場では、晴天時26,275m³/日の汚水が川面下水処理場に圧送され、雨天時には晴天時汚水量の3倍を圧送し、残りは安威川に放流される。

圧送管に口径800mm(断面積0.5024m²)を用いた場合の流速は約0.6m/秒となり、沈砂の堆積が予想されるが、雨天時に3倍の水量を圧送するので流速が $[(0.3042 \times 3) \div 0.5024 \div 1.8]1.8\text{m/秒}$ を越え、十分洗管されるもの

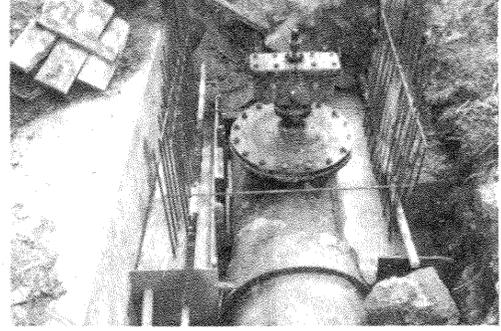
と思う。

また、間歇運転を予想して凹凸部に双口排気弁を設け(写真-2)、なおポンプの初期運転を容易にするために、ポンプの運転停止中も常に管内に水がたまった状態にできるように、管路の末端を計画高中最も高くし、ラップ管より溢流するようにした(図-2)。

排気弁については、ゴミのため漏水の原因となるのではないかと思い、すでに汚水や汚泥の圧送を行なっている各都市を調査した結果、水道用の排気弁で十分目的をはたしているとのことであったので、本市も水道用排気弁を使用した。

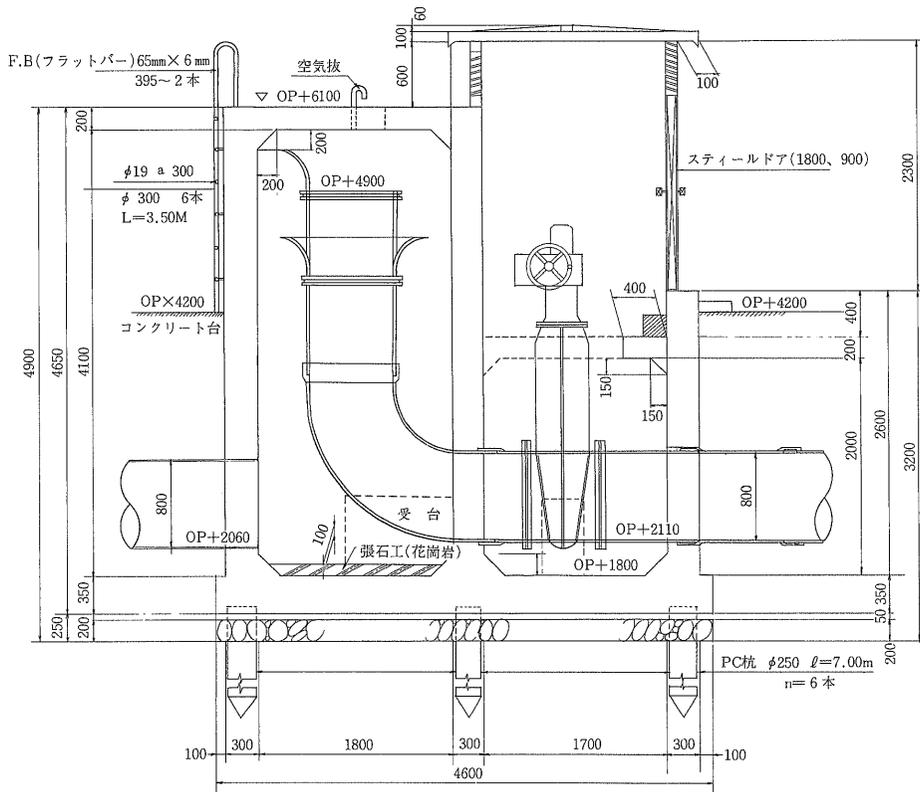


写真一 左より汚水圧送管、公共下水道、農業用水路、公共下水道、圧送管のすぐ左側には神戸市の工業用水道管φ1,500mmが入っている。



写真二 丁字管に盲蓋をつけ、それに双口排气弁をつけ人孔もかねている。

図一 溢流管断面図



3. 汚泥圧送計画

〈川面下水処理場概要〉

計画面積	240ha
計画人口	70,196人
計画汚水量	36,648m ³ /日 (0.424m ³ /秒)
乾固形物量	9.57t/日
圧送距離	約2,158m
圧送ポンプ	φ150mm 2台
	揚程20m 容量2.5m ³ /分

吹田市は地形上から大阪市、豊中市、茨木市(安威川流域下水道)のおおのの処理場と千里丘陵ニュータウンの正雀下水処理場、さらに吹田市独自の川面、南吹田両下水処理場の6処理区に分割される。

川面下水処理場は規模も小さく、用地および維持管理の面より隣の南吹田下水処理場で統合処理する方が良策と思われる。

汚泥の乾燥固形物量は9,565t/日で、汚泥濃度を10,000ppmとすると0.01107m³/秒となり汚泥を一時汚泥貯留槽に留め1日6時間で圧送するものとすれば、圧送量は、 $0.01107 \times 24 / 6 = 0.04428 \text{m}^3 / \text{秒}$ となる。

流速を1.0m/秒とすると、圧送管の必要断

面積は0.04428m²であるから、φ250mm(断面積0.0491m²)のダクトイル鑄鉄管を用いる。

汚泥圧送の常として間歇運転となるので、管路が縦方向に屈曲している個所に単孔排気弁を設け、運転に当り2処理場間でバルブの開閉状態を知るための通信用ケーブルも同時に布設した(写真-3、4)。

汚泥管は破損等を考慮して二連布設した。

4. ダクトイル鑄鉄管使用の経緯

第4工区は、市街地を横断する個所で地下にガス、上水道、電話ケーブル、公共下水道管渠があり、これらの下部に布設しなければならず、さらに2カ所に病院があり、バスルートでもあるので、推進工法で施工せざるを得ない個所であった。

圧送管の推進工事ということで、ヒューム管では接合部の水密が完全でなく、P C管は表面がなめらかでないから推進工事には不向で、鋼管は溶接に要する時間が長くなるため圧入時の管周圧力が上がり、ジャッキ圧が大きくなるのと工期が長くなるので、ダクトイル鑄鉄管を用いた。

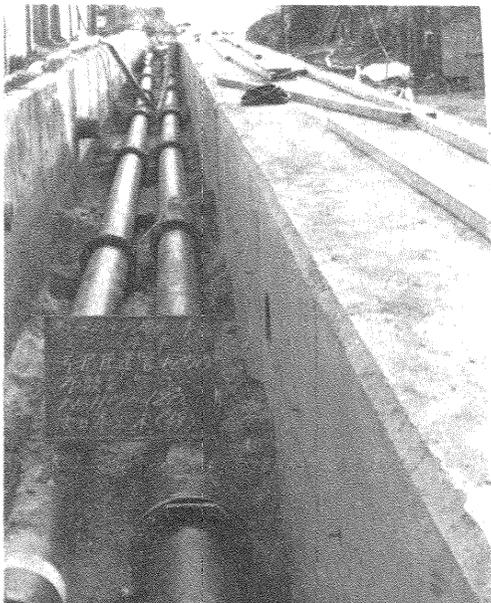


写真-3 汚泥圧送管と農業用水路

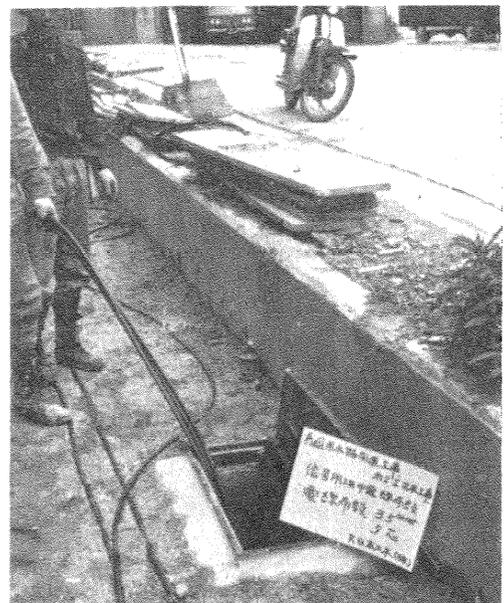


写真-4 汚泥圧送管の上部に布設された通信用ケーブル

また工事中できるだけ道路交通のさまたげとならぬよう押込口を小さくするため、管長を4.0mとした。

ただ延長約100mの個所は道路幅員が2m前後で道路が屈曲していて推進工法がとれないのと、曲管や切管が多くなるので鋼管による開掘工法をとった。

第3工区は、水路敷に布設するため鋼管の水中溶接には問題があるし、PC管では重量があり、地形的に搬入がむずかしく、内圧に

対し継手の水密性に疑問がある。

また図-3に見るごとく、すぐ横に大口径の水道管と関西電力の送電鉄塔があり、掘削幅が十分にとれない個所があるので、管内から接合できるU形管を用いた。

ライニングについては、工場排水中に有機酸が検出され既存の函渠のコンクリートが腐食されているので、管内にタールエポキシ塗料の3回塗りを施した。

図-3 横断面

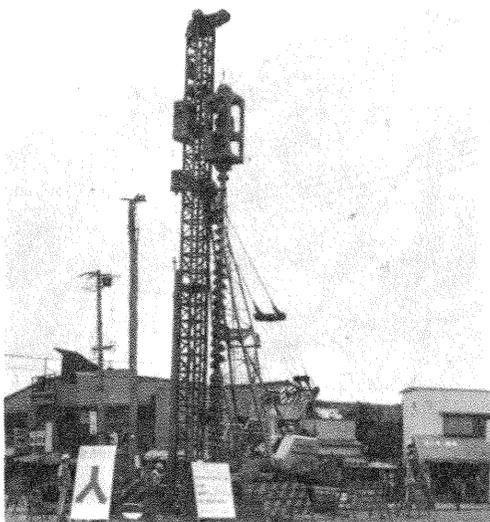
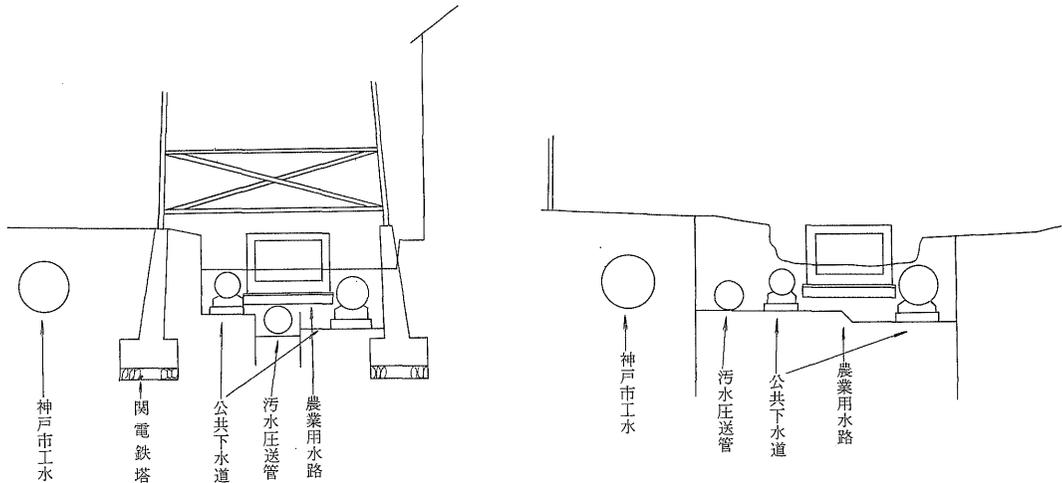


写真-5 病院前で土留用H鋼建込のため穿孔中

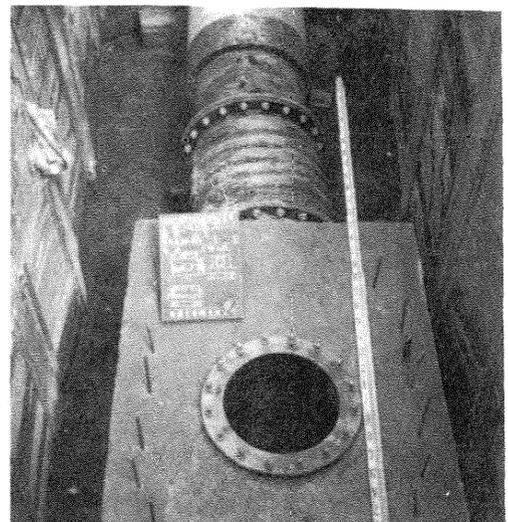
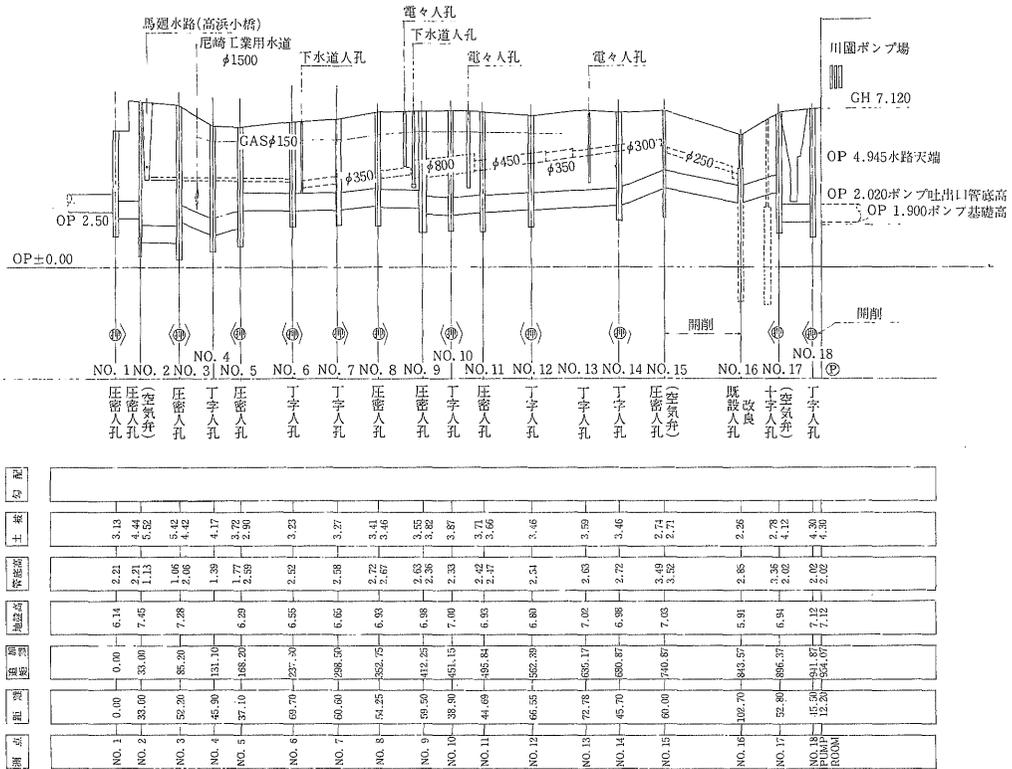
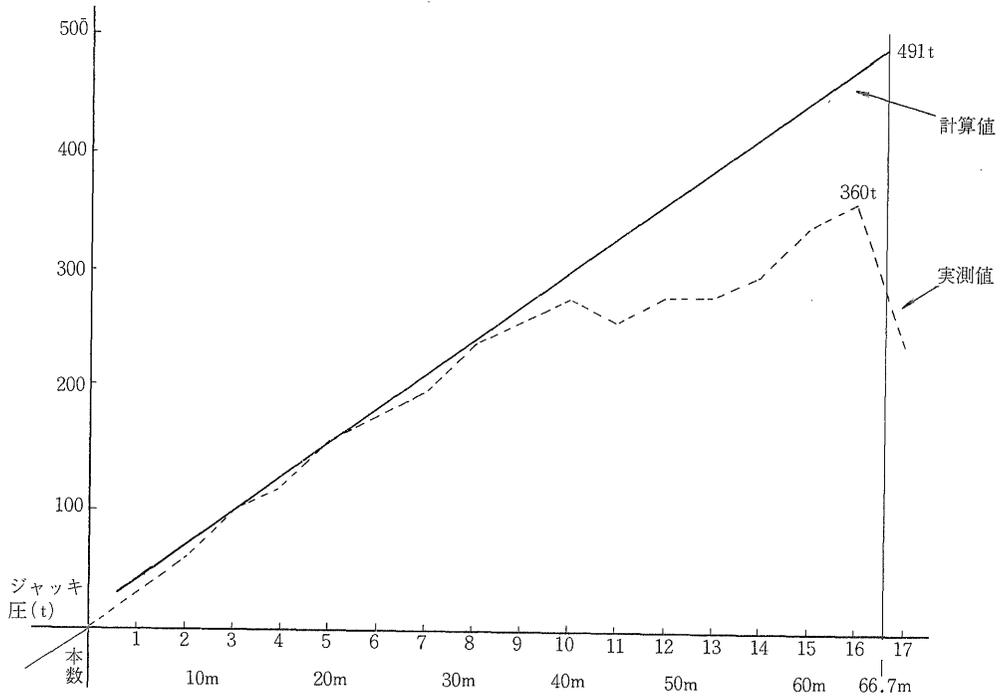


写真-6 圧力人孔とゴム製の可撓管

図一七 汚水圧送管布設工事縦断面図



図一八 推進力と推進長の関係





写真一七 タールエポキシコーティングされた圧入用鋳鉄管の切羽、下方に砂利層が見られる。

最大推進距離は

$$L = \frac{f - F_0}{R \cdot S} \text{で示される。}$$

ここに f : 推力に対する抵抗力 (t)

均等に作用した場合 790t

蛇行した場合 $790 \times 0.7 = 553t$

F_0 : 先端抵抗力 (t)

中砂で 4~7t, 砂礫で 10~20t

ここでは 10t と仮定

R : 管周抵抗力 (t/m)

中砂で 1~2.5t, 砂礫で 3~5t

ここでは 2.5t と仮定

S : 管周延長 (m)

ここでは $\phi 800$ で 2,945m

上式により

$$L = \frac{553 - 10}{2.5 \times 2,945} \approx 74m$$

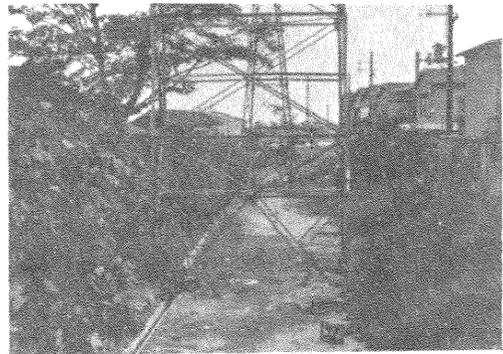
故に最長推進延長を 74m までとする。

ジャッキ圧は $F = F_0 + R \cdot S \cdot L$ で求められる。

当工事区間の最長推進距離は 66.7m である

ので、その時のジャッキ圧は

$$F = 10 + 2.5 \times 2,945 \times 66.7 \approx 491t \text{ となる。}$$



写真一八 竣工写真。難工事がしのばれる。鉄塔の前後に公共下水道、圧送管の人孔が見られる。

参 考

参考に第4工区の工費を示す (昭和45年度単価)

開掘個所 103.20m

ポンプ場内と押込口、到達口の管布設個所、

ダクタイル鋳鉄管 5,673,300円

(2種管モルタルライニング上にタールエポキシ3回塗り)

ゴム製可撓管 5,526,000円

管布設工 961,832円

その他 297,221円

(土工・土留・水替等)

推進個所 740.50m

ダクタイル鋳鉄管 30,476,000円

押込工 42,535,581円

鋼管個所 97.07m

鋼管 2,243,140円

ゴム製可撓管 307,000円

管布設工 740,113円

その他 3,677,957円

人孔設置工 4,308,117円

薬液注入工 10,400,061円

雑工 1,424,111円

(矢板損料、補装仮復旧工等)

経費等 21,429,567円

合計 130,000,000円

寄稿〈2〉



小樽市水道部給水課長
(前下水道課長)

宮沢造酒蔵

下水圧送管に700mmφ ダクタイトイル管を使用して

—小樽市水道部—

小樽市の下水道は分流式であるが、その遮集幹線の中の下水圧送管にA形のダクタイトイル管を使用したのが、その経過などを記してみたいと思う。

昭和37年に私が下水道課長を拝命した当時下水道終末処理場はまだ建設の途中であったが、消化槽は完成していたので、昭和39年度中には、これを利用して5万人分54kl/日のし尿処理を開始することにより、従来その大部分を海洋投棄に依存していた本市のし尿処理が、毎年冬になると時化のために続く運搬船の欠航でピンチに陥るのをカバーする計画になっていた。

この下水処理場へのし尿搬入については、用地をここに決定した時からの地元との約束で、バキュームカーを出入させないことになっており、そのために、処理場から約800m離れた所にあるし尿運搬船への中継用の貯留槽から管で圧送することになっていたのが、まず、このための200mmφ鑄鉄管を布設しなければならなかった。(余談であるが、同じようなし尿圧送管にヒューム管を使用して苦勞をしておられる例を聞いていたので、ここにもモルタルライニングのA形ダクタイトイル管を使用した。)

ところが、この管路となる部分の市道の幅が6mと狭い上に、ここにはすでに水道の配水管と電話のケーブルが入っており、さらに下水圧送管の予定管路でもあったので、何度も交通を遮断して工事でもできないし、ちょうどその市道の中の橋梁の架替が行なわれることになったのを機会に、し尿圧送管と同時に下水圧送管も布設することにした。

この下水圧送管は、勝納中継ポンプ場と船浜下水処理場との間の2,440mを結ぶもので、縦断的には処理場の着水井がわずかに高く、途中はほぼ平坦であるが、中央部がやや高くなっている。平面的には、市街地の中を通過するので、国鉄函館本線と3回交差し、市内で最も交通量の多い国道5号線を2回横断するなど、屈曲がかなりある。

流量としては、18万人分、時間最大81,000m³/日(0.94m³/秒)の汚水を圧送する計画であるが、その時に夜間の最小流速が0.6m/秒以下に、また、昼間の最大流速が2.5m/秒以上に、それぞれならないようにとの観点から、口径を700mmφとした。

流下するものが汚水なので、耐食性などを考えて管種としてはモルタルライニングのA形ダクタイトイル管を選定した。

図一 1 滲集幹線圧送管平面図

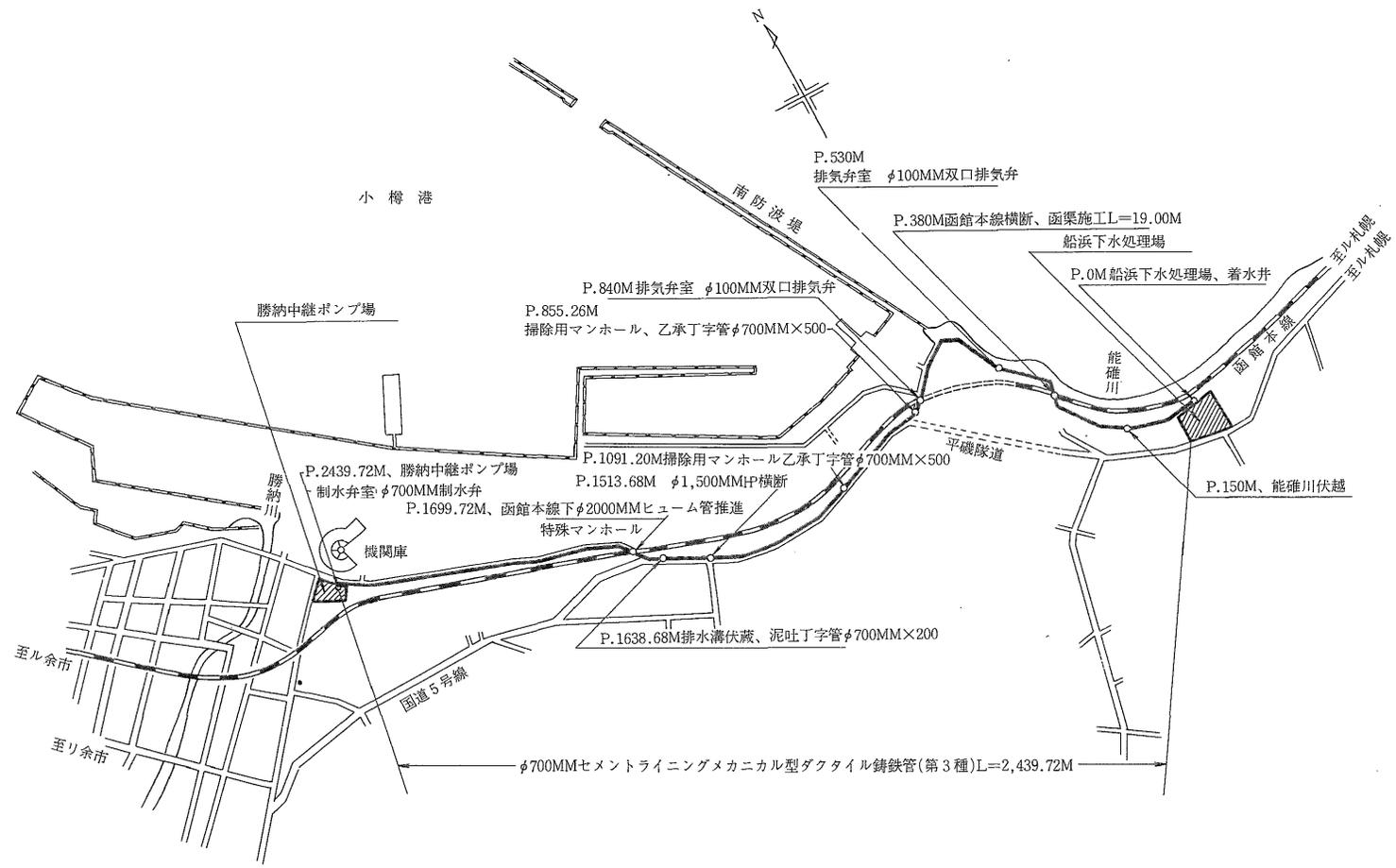
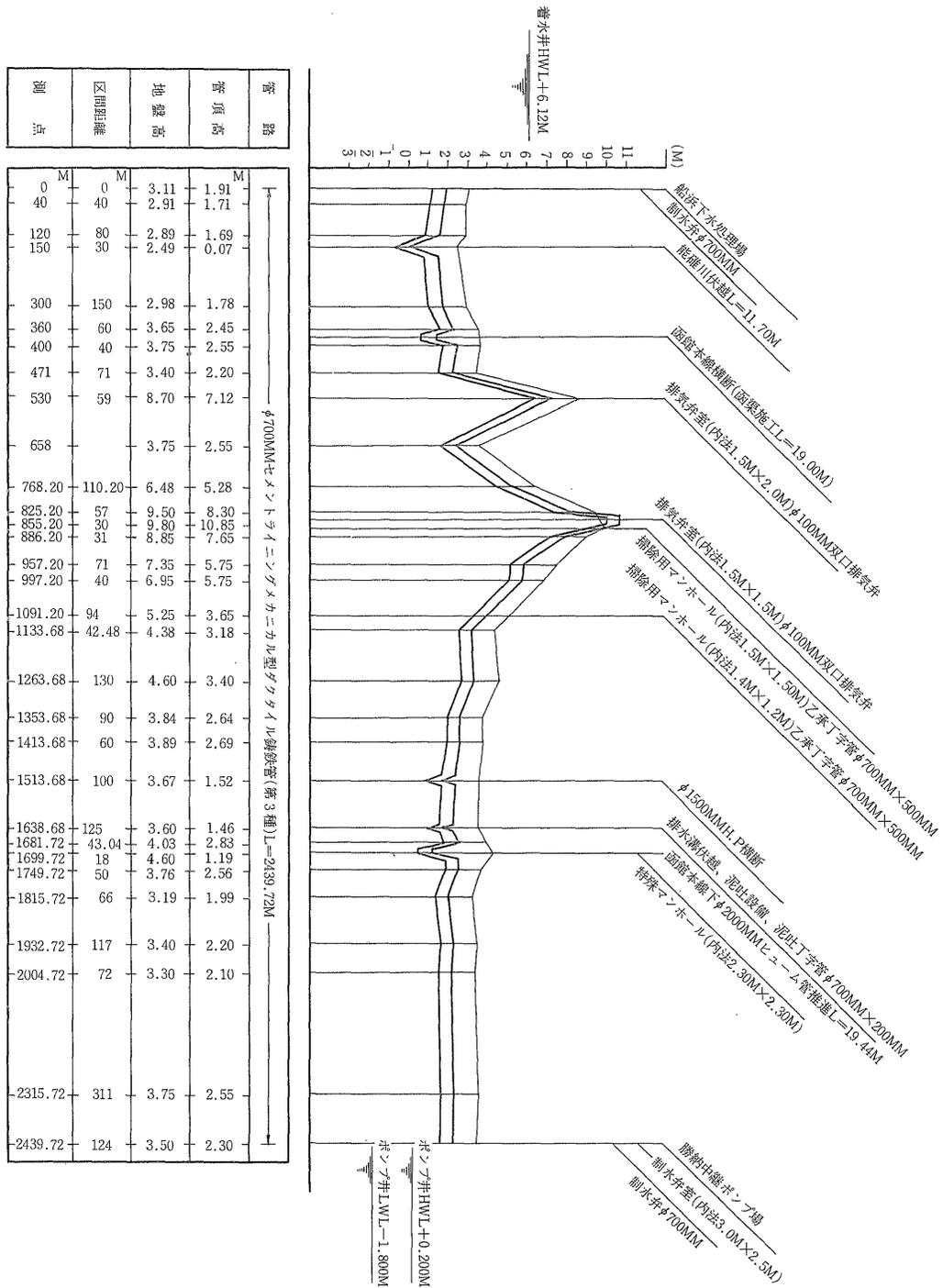


図-2 遮集幹線圧送管縦断面



建設費だけの面からいえば、ヒューム管やPSヒューム管などもあったが、異形管も同質のものが得られ、継手の施工や保守が容易で可撓性もあるなどの理由で、メカ形のダクタイル管に魅力があったし、万一、破裂やゆるみなどの事故が発生しても、鑄鉄管ならば自分達の手で直ちに修理ができるという安心感もあったからである。

とはいつても、実は修理に際しての大口徑ダクタイル管の切断には工具の点で少し懸念があったが、今となってはこのことは全く問題でなくなった。

圧送時の最大動水圧は約3 kg/cm²で、土被りは1.2mが標準なので3種管とし、途中に100φ双孔排気弁2個所と200φ泥吐弁1個所を設けた。また、この圧送管の使用を始めても、当分の間は下水道管渠の普及などの関係で計画よりもかなり少ない汚水量しかないために、ポンプも最初は小さいものをつけることになっていたが、それでもなお断続運転になるので、中継ポンプ場には沈砂池があるにしても汚泥や沈砂が管内に沈滞して閉塞のもとにならないかと心配であった。そこで、管路の途中の2個所に蓋つきの丁字管をはさんで、万

一の時に管内を点検するためのマンホールとした。

途中の鉄道横断や管路となる道路の改良などの関係で、圧送管の布設工事は昭和39年度から昭和42年度までに分割して実施したが、この頃から通行者の安全と交通の確保のために、工事現場の周囲を防護柵で囲ったり、幅の狭い道路では管を1本ずつ、掘さく土を縦方向においたトラック上に直取りをしながら布設することになった。

このようなことはわれわれには初めてのことであったが、しみじみとメカ形の鑄鉄管にしておいて良かったと思った。1工程毎に管路の両端にせんをしておいて、また、水道メーターを介して水道水を注入して水圧検査をした。

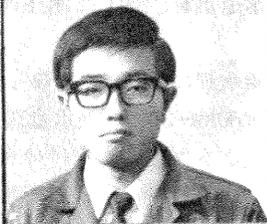
その後、私は給水課に移ることになったが、中継ポンプ場には60kw・300φ・揚水量10m³/分・揚程20mの斜流ポンプ2台が据付けられ、昭和45年10月から待望の下水処理が開始されて、この下水圧送管もその役目を果たし始めたわけであるが、今のところ一度の事故もなく順調に経過している。

寄稿〈3〉



帯広市水道部工務課
建設係長

城地 明



帯広市水道部工務課

田守宏範

タイトンジョイント管 を使用して

—帯広市水道部—

1. はじめに

近年、地下水の汚濁、渇水期における地下水位の低下および枯渇は、地域の工業化、河川の汚れが進むにつれてはなはだしくなり、それと同時に生活水準の高度化および下水道の普及は必然的に水需要の増加を促して、生活用水、一部産業用水は上水道への依存を高めている。

こうした状況の中で給水人口、給水量、普及率等水道諸量は、二次曲線あるいは指数曲線的増加を示すものさえあり、これらに付随する諸問題は広く水道経営に覆い被さるものである。そうした諸問題の中で、事業量急増の主因となる給水区域内未配管地区の人口増加、あるいは地下水の飲料不適などによる給水要請に対処する一方策として、配水管布設の事業量を増すことにより解決できるものも

ある。しかし、これも延長のみを重視偏重するのではなく、設計、施工、監督各業務の質を低下させることなく、路線の将来性、性格、維持管理などを十分に検討した上での対策であり、設計でなければならぬことは論をまたない。

当市水道部が、配水管材に関して前述の諸点をふまえて、一部路線において試験的にタイトンジョイント形鑄鉄管（以下タイトン管という）を採用したのは、主として次の事項に着目したからである。

すなわち

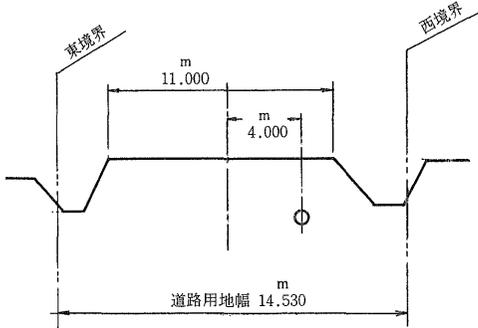
1. 配管コストおよび資材が安い。
2. 継手の構造が簡単で漏水の因となる要素が少ない。
3. 施工能率が良い。

の三点であるが、以下この三点について、設計、施工および試験の各サイドから感じたことで文を進めたい。

なお、タイトン管を採用した路線の設計、施工条件は次の通り。

1. 管種 モルタルライニング ダクタイル管第1種
2. 管径 $\phi 100\text{mm}$
3. 延長 1,660m

図-1



4. 土質 粘性土
5. 地下水位 -1.2~1.5m
6. 埋設位置〈図-1〉（この路線は将来帯広市の都市計画街路中級幹線となる）
7. 付属構造物 河川横断1カ所

2. 設計

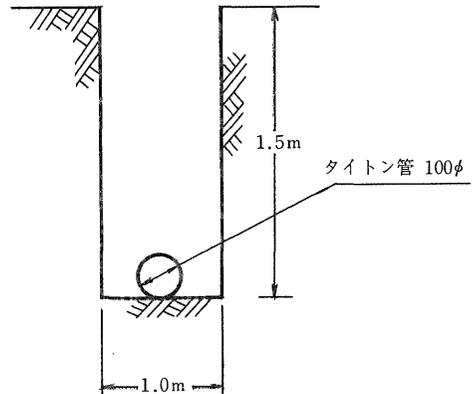
設計に際して考慮したことは布設歩掛である。タイトン管は、メカニカル形管に比べると資材そのものも安い、継手の構造あるいは継手掘の少ないことなどで布設歩掛も当然低くなるべきであり、そうかといって一概に塩化ビニール管、石綿管並に落すこともできないからである。なぜならば、接合のタイプはソケット形であっても、管の重量が大きく異なるからである。

今回当市では、タイトン管の布設歩掛は、おおむね石綿管に準じた。しかし厳密には、まだ十分に検討を加えなければならず、この意味において、タイトン管布設の適正な歩掛は铸铁管側（重量側）から算出する取扱い歩掛と石綿管、塩化ビニール管側から算出する配管歩掛の接点になると考える。

3. 施工

施工は、設計断面（図-2）を機械で掘削し、人力で床を一様に均した後、地上でゴム輪をセットした管を逐次下して接合していく方法を進めた。配管側の1サイクルを管の清掃からゴム輪の挿入、吊込接合までとすると標準サイクルタイムは約7分で、土工側のサ

図-2



イクルタイムに比べてかなり早く配管側に余裕が生じるが、この余裕に上質の施工精度を期待する。

布設工程を順に追ってみると、まず管端の清掃だが、これは継手の構造上重要な作業であり、施工精度に占める割合は大きい。

夏場の工事であったことから、タールに砂、小石などが附着しやすいので、十分注意しこれを取除いた。また、ゴム輪ヒール部とかみ合う受口部にタール溜り（コブ）のあることがあるが、これも念のため取除いた。

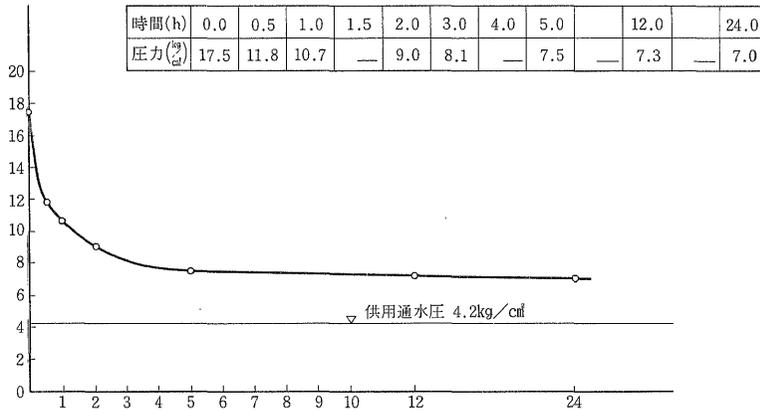
ゴム輪の挿入には問題はない。管の接合も小径管であったため重量も少なく取扱いも楽であり、接合も難なく行なえる。メカニカル形管布設のサイクルタイムに比してタイトン管のそれは、ここで大きく縮まる。

この行程で注意を要することは、ゴム輪のまくれであり、ジャッキ、ホークなどの小道具を使用している限りにおいて、この恐れは少ないが、掘削機のバケットなどによる衝撃的な挿入は、まくれの恐れが少なくなく避けるべきである。

4. 水圧試験

全延長1,660m中起点より500m布設したところで、管の蛇行を防ぐために管体胴締め程度の埋戻し（継手部を除く）を行ない、水圧試験を実施した。水圧試験は、両端を仕切弁で閉鎖して試圧17.5kg/cm²を負荷した後、放置して圧力降下の様子をみたが、その結果は図

図一3 時間—圧力曲線



一3の通りである。

このグラフにおいて、初期圧力低下がはなはだしいのは、管末仕切弁が不完全であったためである。以後圧力降下が緩慢になり、24時間放置した後7.0kg/cm²以上の圧力を保っていた。この路線の使用に供した時の通水圧は、約4.2kg/cm²である。全延長についても同じ方法で試験を行なったが、24時間後の圧力は、ほぼ同程度の値を示し、十分使用に耐えることを証明した。

試験水圧は、各市ともまちまちのようである。水道規格仕切弁の試圧が350mm以下では、胴水圧で12.5kg/cm²、弁座で10kg/cm²なので、弁類と共に布設した通常管路において10kg/cm²以上の試験は無意味であると思われるが、今回は17.5kg/cm²を採用した。

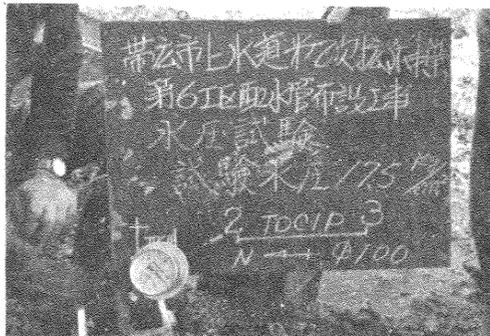
5. むすび

工事を終えてふり返ってみると、採用に当

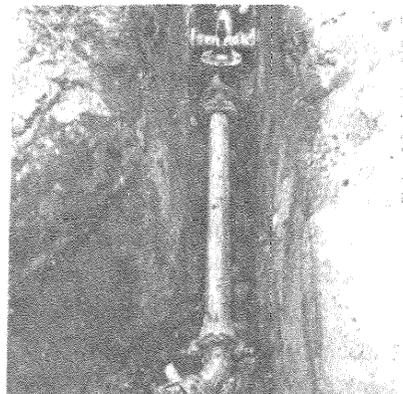
って期待していた事項は、ほぼ叶えられたようである。とりわけ工事費が同径のメカニカル形に比して、約10%程低くなることは労働賃金、資材費が年々上昇している折、それに伴う工事費の上昇率をやわらげるものであり、また施工能率の良さは、事業量の増加に対処する一つの対策を与えた。

タイトン形異形管については、発注と納期の時間的都合でやや不自由をしたが、需要を考えれば無理なく、メカニカル形との互換性に救われた。

今後、需要が伸びたならば、こういった問題は消えると思われるし、水道界の情勢として設計、施工を問わず、省力化・合理化・能率化が望まれている昨今、そう願いたいと思う次第である。

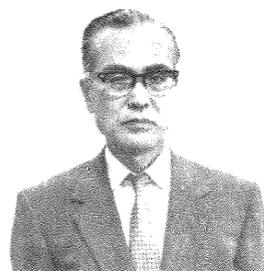


写真一 水圧試験



写真二 仕切弁取付部

寄稿〈4〉



東京都下水道局建設監

本郷文男

铸铁管と下水道

まえがき

最近、水質公害が大都市周辺にかぎらず、全国津々浦々で問題視されているが、これは、従来の国の政策が産業第一主義でこれに付随して発生する産業排水の処理に目をつぶり、また、都市の機能を近代化するために必要な社会資本の投入が、なおざりにされたためである。

国もようやく事態の深刻化に重い腰をあげ、水質公害対策の極め手として、総額2兆6000億円にのぼる第三次下水道整備5カ年計画(昭和46年度～50年度)を昭和46年8月に閣議決定した。

この計画では、市町村の公共下水道事業はもとより都道府県が事業主体となる流域下水道事業の投資額が第二次5カ年計画(昭和42年度～46年度)に比べて激増している。

従来、都市の生活環境改善向上を主目的としてきた下水道事業に対して、さらに、水質環境基準の達成という水質保全目的であたえられ、下水道事業の重要性が一段と重くなった。

公共下水道については、おおむね昭和60年

度までに全市街地を整備することを目途とし、昭和45年度末における普及率約22.8%を昭和50年度末において約38%まで高めようとするものである。

また、流域下水道については、広域的に整備すべき地域について重点的に事業の推進を計るものとしている。

なお、現在施行中の12流域下水道については、ほぼ5カ年間に完成させようとするものである。

ちなみに、第二次下水道整備5カ年計画(昭和42年度～46年度)の事業費総額は9300億円である。

1. 東京都の下水道

第三次下水道整備5カ年計画によると、東京都区部では総額約5,400億円をもって

- (1) 荒川水域、東京城南水域、多摩川水域の暫定基準を達成する。
- (2) このため5カ年間に12,300ヘクタール下水道普及を図り、普及率を66%にする。(昭和45年度末43%)

また、流域下水道関係では総額500億円

をもって、野川幹線ほか6幹線と処理場5カ所の整備を図るものである。

現在、東京都において検討中の昭和47年度～49年度の中期計画では、事業量を大幅に増加して、昭和53年度完成を目途に下水道の整備促進を図ることとし、区部における普及率を昭和49年度末までに64%に引き上げるため、主要施設を精力的に建設するとともに、多摩川流域下水道関係では、野川、調布および北多摩1号幹線を昭和47年度末までにおおむね完成させ、おそくとも昭和50年度末までには主要施設の整備を終わらせ、昭和55年度末までには、流域下水道を完成させることを目標としている。

昭和47年度の下水道建設費は、区部で約930億円という大型になる見込である。

東京都における下水道計画は、①河川の汚濁防止、②低地帯の氾濫対策、③環境衛生の向上を3本の柱とし、今後1兆円を越す事業費をもって区部全域53,458ヘクタールに公共下水道を昭和53年度末までに整備し、完成の暁には管渠延長約1,000万m、ポンプ所73カ所、終末処理場9カ所により各種排水を完全に排除処理することとしている。

また、多摩川流域下水道については、26,070ヘクタールの地域を対象とする幹線約86km、ポンプ所3カ所、終末処理場4カ所を建設し、関係市町村の施工する公共下水道の整備と相まって、多摩川の浄化を図ることとしている。

なお、これと平行して、荒川右岸および八王子市、町田市にまたがる秋川溪谷ぞいにも、流域下水道を整備する考えである。

2. 下水管渠用の材料

管渠を構成すべき材料としては、製品豊富にして価格の低廉なもの、製作の簡便なもの、強度の大なるもの、表面の平滑なもの、耐久性、耐食性に富み、破損または摩滅の憂いのないもの、布設の容易なもの、清掃、維持補修

の便利なものなどのいろいろな条件を具備していなければならない。

これに対応する材料として、陶管、遠心力鉄筋コンクリート管が主として用いられており、大口径のものとしては、鉄筋コンクリート渠が用いられる。

3. 下水道における 圧力送水方式の採用

下水道は地表に降った雨水、家庭・工場から排出される汚水をできるだけ速やかに遠方に輸送するものであるから、水圧のない自然流下方式を原則としているが、いろいろの事情から汚水を圧送する場合は逐次増えてきている。

東京都において大規模に汚水を圧送した事例をあげると

(1) 町屋ポンプ所(荒川区)～三河島処理場

延長	450m
水量	94,000m ³ /日
管種	ヒューム管
管径	900mm

(2) 砂町ポンプ所(江東区)～砂町処理場

延長	1,650m
水量	330,000m ³ /日
管種	ダクタイル鑄鉄管
管径	2,000mm

(3) 湯島ポンプ所(文京区)～三河島処理場

延長	5,500mのうち上流部2,700m
水量	230,000m ³ /日
管種	ダクタイル鑄鉄管
管径	2,000mm

(4) 銭瓶幹線、銭瓶ポンプ所(千代田区)～芝浦処理場

延長	6,800mのうち上流部4,700m
水量	432,000m ³ /日
管種	モルタルライニング鋼管
管径	1,800mm

などがある。

また、下水処理場で発生する汚泥を他の処理場へ圧送して、一カ所で処理することがしばしば行なわれる。東京都においても三河島処理場から砂町処理場、落合処理場から小台処理場へと、それぞれ10,000m、15,000mを内径350mmの鑄鉄管で送泥している。

以上の例でわかるように、いったんポンプ所に集めた汚水を次のポンプ所あるいは処理場へ圧送して、送水の途中では地元の下水を収容しない方法が、今後既設区域の汚水量増加に伴っての下水道改造計画の中で検討されるであろう。

また、現在ほとんど下水道の普及されていない荒川以東地区では、いわゆるデルタ地帯で、地盤の起伏が少ないため、一つの処理系統を数個所のポンプ排水区域に分割し、いったんそれぞれのポンプ所に集水した後、汚水を次のポンプ所、さらに処理場まで圧送するという方法も検討されるであろう。

かかる部分に使用される圧送管類には、ダクタイル鑄鉄管、鋼管、ヒューム管、硬質塩

ビ管、さらにはガラス繊維管などが考えられるが、下水道管である以上、その要求される性質は前述のとおりであるので、全体の総合的な評価の上で、いずれかが採用されることになるであろう。

なお、このほか下水道におけるダクタイル鑄鉄管の主要な使用個所としては、処理場、ポンプ所などがあげられる。区部の処理場9カ所の計画処理能力は、531万 m^3 /日であるが、昭和45年度末では272万 m^3 /日にすぎず、また、ポンプ所70カ所のうち稼動しているのは48カ所にすぎない。

前述のとおり昭和53年度末までには、下水道の100%達成を予定しているので、これから数年の間、処理場、ポンプ所工事は大規模なものとなることが予想され、必然的に上述のダクタイル鑄鉄管をはじめとした圧送管類の使用の伸びも考えられる。さらには、三次処理施設の建設もおそくとも昭和50年代早々には一部着手せざるをえない客観情勢にある。

寄稿〈5〉



岐阜県開発局
水道事業課 課長補佐
平工典司

岐阜県の広域水道

1. はじめに

昭和40年ごろからここ数年のうちに、全国で実施もしくは計画されている広域水道は、実に半数以上の県にゆきわたり、実によくもまあこれだけ普及したものだと思心するものである。広域水道の看板をあげた厚生省すら、当初このような見通しはおそらくしなかったものと思われる。この点、厚生省当局の強い指導と水道関係者の熱心な努力の賜である。

しかしながら、現在の広域水道の地理的範囲、事業主体、とくに事業利態がこのままの状態ではいかかという問題についてはいささか疑問を感じない訳ではない。この問題については、先般、生活環境審議会の中間答申が出されており、これらの問題について逐次説明されていくこととなるが、従来各市町村水道から広域水道への転換期である現段階では、ある程度止むを得ないものであろう。これらの問題を解決していくためには、現行水道法の改正、さらに強い国の指導と財政援助を期するものである。

2. 水道の現況

岐阜県における水道は、昭和46年3月末現在で上水道35施設、簡易水道422施設、専用

水道103施設併せて560施設を数え、この給水人口は1,294千人で、県人口に対し74%の普及率を占めており、全国普及率の81%に対し各都道府県中第24位で、ほぼ中位を占めている。これらの水道は、最近の都市部およびその周辺における急激な人口増育等の発展、および生活文化の向上などによる給水量の増加に対して、給水区域の拡張あるいは増補改良を行ない、施設の整備拡充をはかっている。

3. 将来計画

最近の都市部およびその周辺における人口の急激な増加、生活文化の向上および経済の伸長に伴う水の需要が大きな問題となっており、この増大する水需要に対していかに対処するか、すなわち水をどこに求めてどういう形態で運営したら最も適切であるかという問題が論議されており、とにかく水道は行政界を越えても経済的に成り立つ範囲内で、できるだけ大きな一つの水道としてまとまるべきであるという、いわゆる広域水道が推奨されるようになってきて、国においても積極的に認可などをとおして、しかるべき指導を行なうと共に37年度から新たに水質源開発調査を設け、42年からは水道界待望の水道水質開

発等施設整備費をかちとり、この実現を期しつつ水道整備5カ年計画の達成を目論んでいる。

岐阜県においても、おそまきながらこれら水道界の動きに呼応して、38年ごろから関係市町村の協力を得て広域統合水道の部分的な策定を行なってきた。40年から第1次総合開発計画の策定が始められ、この広域統合水道計画をとり入れ、42年に成案を得たものであるが、46年からこの手直しである第2次総合開発計画が進められており、この広域統合水道計画を県下全般にわたって盛り込んだものである。すなわち、この広域統合水道計画とは、県下を木曾川水系の東濃、木曾川右岸および岐阜中流地域、長良川水系の岐阜市を中心とする西濃第1地域および揖斐川水系の大垣市を中心とする西濃第2地域の5ブロックに分け、それぞれの河川水に依存するものとし、その他の地域については必要に応じて逐次計画を広げていく予定である。

また、この5ブロックはそれぞれ木曾、長良および揖斐の三大水系の沿線にあり、東濃地域を除く4つのブロックは水需要の差こそあれ地形的にはほぼ連たんした地域であり、近い将来において統合すべきであると考えられる。ブロックごとの概要は図-1のとおりである。

(1) 東濃地域

この地域は、県下で最も水質水量に問題の多いところであり、本県では唯一の事業着工を見ている地域である。この地域は、水源を世紀の大事業といわれた愛知用水の牧尾ダムと木曾川の支流阿木川に現在建設省が計画中の阿木川ダムに求め、本地域の5市1町に浄水を供給しようとするもので、その概要は、

給水対象	5市1町
給水人口	33万人
給水量	16万 m^3
目標年次	昭和60年
総事業費	160億円
工期	昭和46年～50年

(2) 木曾川右岸地域

この地域は、東濃地域に引き続いて県下で

2番目の県営水道を予定しており、比較的まとまりのある小規模な地域である。水源は現在水資源公団が計画している木曾川総合事業の岩屋ダムに依存することとし、昭和47年度から工事に一部着手の予定である。その概要は、

給水対象	1市2町3村
給水人口	9万人
給水量	4万 m^3
目標年次	昭和60年
総事業費	33億円
工期	昭和47年～50年

(3) 岐阜中流地域

この地域は、木曾川右岸地域と同様、水源を木曾川総合事業の岩屋ダムに依存し、各務ヶ原市内の濃尾第1頭首工地点から取水をする予定である。現在、需要案調査・施設計画を実施しており、その概要は、

給水対象	2市4町
給水人口	36万人
給水量	15万 m^3 (うち本事業分10万 m^3)
目標年次	昭和60年
総事業費	49億円

(4) 西濃第2地域

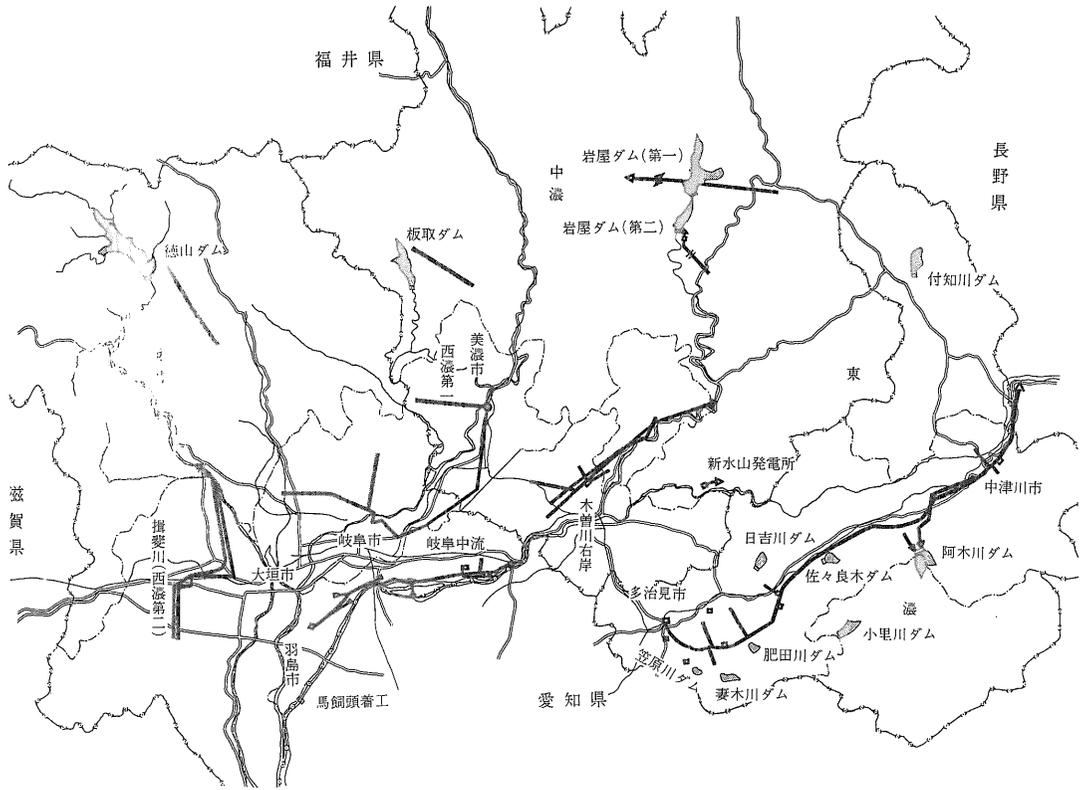
この地域は、建設省において計画されている徳山ダム(多目的)を水源とする広域水道で、現在は厚生、通産両省において上工水それぞれの需要量調査および施設4画調査を実施されており、本県でもこれに併せて調査計画を進めてその概要は、

給水対象	1市5郡
給水人口	36万人
給水量	15万 m^3 (うち本事業分12万 m^3)
目標年次	昭和60年
総事業費	161億円

(5) 西濃第1地域

この地域は、県都岐阜市を擁する地域であり、規模の上では比較的大きく、現在水源には割合恵まれているので、この構想の実現には幾多の問題点がある将来の水需要に対処して、建設省が計画している長良川上流の多目的ダムに依存するよう水源の獲得を考えている。

図一 岐阜県広域水道計画図



徳山ダム 提 高 154.0m
 貯水量 { 総量 600,000千㎡
 有効 250,000 ♪
 水 没 422戸
 最大発電力 600,000kw

板取ダム 提 高 105.0m
 貯水量 { 総量 117,000千㎡
 有効 109,700 ♪
 水 没 312戸

佐々良木ダム 提 高 79.0m
 貯水量 { 総量 48,000千㎡
 有効 44,000 ♪
 水 没 80戸

小里川ダム 提 高 94.2m
 貯水量 { 総量 21,400千㎡
 有効 20,500 ♪
 水 没 138戸

岩屋ダム(第1) 提 高 128m
 貯水量 { 総量 173,500千㎡
 有効 150,000 ♪
 最大発電力 286,000kw

岩屋ダム(第2) 提 高 41.5m
 貯水量 { 総量 8,700千㎡
 有効 6,100 ♪
 水 没 31戸
 最大発電力 66,000kw

阿木川ダム 提 高 100m
 貯水量 { 総量 48,000千㎡
 有効 44,000 ♪
 水 没 26戸

新丸山発電所 貯水量 { 総量 41,740千㎡
 有効 17,330 ♪
 最大発電力 63,000kw

4. 東濃上水道用水供給事業

岐阜県東濃地域（中津川市、恵那市、瑞浪市、土岐市、多治見市および笠原町5市1町）は、岐阜県の東南部にあつて、国鉄中央本線に沿つて古くから陶磁器製造をその主産業として発達してきたところであり、各市町それぞれに木曾川支流および土岐川とその支流な

どに水源を求めて、水道事業を経営してきた。しかしながら、潜在的に地域内水源が乏しく、加えるに近時産業の発展と人口増加に伴つて、上水道水源の開発は困難となり、特に土岐川は本地域の主要産業である陶磁器の原料製造工場から排出される陶廢土により高度に白濁し、さらに地域の都市化による家庭汚

水の流入は河水を異常に汚染して、各市水道の浄化機能に重大な支障を与え、遂に一昨年秋ごろより渇水期には断水等の給水不能の非常事態すら生ずるに至った。この事態に対処するため、各市町は昭和39年に東濃水道建設期成同盟を結成し、広域水道建設を目指すこととなった。

岐阜県は、昭和38年以来東濃地域の将来利水について調査、検討を重ねてきたが、国鉄中央線の複線電化の完成、中央高速自動車道の建設と相伴って急速に発展しつつある特性等も考慮するとともに、地元住民の切実な要

望に応じるよう、県営として東濃用水道建設を決定するに至った。当該計画の基本的条件である水源についても、地域の水源事情、事業規模等各般にわたって詳細検討したが、木曾川上流の牧尾ダムと木曾川支流阿木川で建設省が実施計画中の阿木川多目的ダムに水源を求め、取水口を木曾川筋の関西電力山口ダムとし、昭和60年を目標とし、給水人口約33万人に1日最大157,925 m^3 を岐阜県が初めて行なう県営上水道用水供給事業として、昭和46年度から総事業費約160億円で施工しようとするものである。

(1) 計画給水量

表一 各市町村別1日最大給水量(単位 $\text{m}^3/\text{日}$)

年度	中津川市	恵那市	瑞浪市	土岐市	多治見市	笠原町	計
昭 50	—	—	7,000	9,760	24,250	—	(0.51) 41,010
51	15,000	8,535	15,840	22,900	35,520	6,096	(1.34) 103,891
55	24,500	11,305	19,200	32,800	38,400	6,958	(1.71) 133,163
60	30,000	14,175	22,500	39,400	44,000	7,850	(2.1) 157,925

注 ()内は取水必要水量 m^3/S 。

上表中の昭和50年度給水量41,010 m^3/D は、下流3市の暫定給水分である。

表二 各市町別昭和60年度目標計画

項目	中津川市	恵那市	瑞浪市	土岐市	多治見市	笠原町	計
計画給水人口	60,000人	42,000	45,000	78,800	88,000	15,700	329,500
1日1人最大給水量	500 ℓ	500	500	500	500	500	
計画供給水量	30,000 m^3/D	14,175	22,500	39,400	44,000	7,850	157,925

恵那市は別に自己給水6,825 m^3/D がある。

(2) 水道施設の概要

本計画は、取水口を長野県西筑摩郡山口村地先木曾川にある関西電力山口ダムに設け、毎秒約2.1 m^3 を取水し、約13kmを導水して中津川浄水場を設け、一括浄水のうえ5市1町に送水するものである。送水は、主として自然圧で約50kmの幹線を布設し、途中水圧を調整するための減圧水槽を設けると共に必要に応じて再滅菌を行なう。幹線からの各市町受水地点は16カ所とし、うち15地地点に延約40kmの支管で給水する。5市1町のうち特に水

源汚濁のはなはだしい瑞浪、土岐、多治見の下流部3市は、中津川浄水場からの本給水をうけるまでの間、取水施設を暫定的に瑞浪市土岐町市原頭首工(土岐町)に設け、毎秒0.51 m^3 を取水し沈砂滅菌のうえ、各市の現有浄水施設に送水する。

このため、本事業は下流部工事に昭和46年度から先行し、47年度にこれを完成させて、48年度には一部給水を開始、上流部工事は47年度から着手、50年度完了を予定し、51年から全部給水を行なう計画である。

表-3 水道施設一覧表

施設名	種別	数量
1. 取水施設 1) 山口取水施設 2) 市原ヶ(暫定)	計画取水水位 取水ゲート(電動) 取水ポンプ 送水ポンプ	E.L 357,000m 2.5m×2.0m 2門 φ350×65kw×2台 φ250×240kw×5台
2. 導水施設	導水トンネル 管	L≒13km φ2000 L=6,290m φ1650 L=6,295m
3. 浄水施設	沈砂池 薬品混和池 フロック形成池 薬品沈澱池 急速ろ過池 浄水池 管理本館	敷池面積 62,000㎡ 4.0m×25.0m×3.2m 2池 3.7m×10.5m×3.5m 1池 有効容量 5,368㎡ 4池 14.9m×47.0m×4.0m 8池 ろ過速度 120m/D 8池 25.0m×40.0m×3.7m 4池 地下1階、地上2階 1棟
4. 送水施設 1) 送水本管 2) 送水支管	送水トンネル 管 管 管 増圧ポンプ設備	L≒90km φ2000 L=2,350m φ1650~800 L=47,680m φ600~150 L=39,870m 6カ所

表-4 事業実施工程計画表

事業区分	事業内容	施行年度
1. 上流部事業 (山口取水点~瑞浪市土岐町まで)	1. 取水施設 Q=2.03m ³ /s 2. 導水施設 L ₂ =12.6km 3. 浄水施設 A=62,000㎡ 4. 送水施設 L=46.6km	昭47~昭50 昭和51年4月 本給水開始予定
2. 下流部事業 (瑞浪市市原取水点より下流)	1. 取水施設(暫定) Q=0.51m ³ /s 2. 送水施設 L=43.3km	昭46~昭47 昭和48年4月 一部給水開始予定

5. 本事業の特性

水道施設のフローシートについては、ごく一般的なシステムを採用しているが、ただ導水管および送水管路については、与えられた自然条件を最高度に利用する自然流下方式を採用した。しかし、本地域が山間部に連なる帯状の都市形態をなしているため、標高の差が著しく、極端に高圧(静水頭15kg/cm²)の所があり、一方では3カ所のトンネルを掘る必要があり、同時にまた3カ所の減圧槽を設けなければならないという極めて不利な施設形態となった。

このため、管種、管厚の決定については随分苦労したものである。まず管種としては、一般的に採用されているダクタイル鑄鉄管と鋼管を採用することとし、それぞれについて

同一条件における管厚計算を行なったところ、ダクタイル鑄鉄管については2種管、鋼管については普通圧管で耐え得る結果を得た。ただこの計算式の中で、鋼管は外圧のみを計算対象とし基礎支持角90°としているのに対し、ダクタイル管は内外圧を加算し支持角を60°という、鋼管に比し苛酷な条件となっているので、ダクタイル管については支持角を60°と90°双方について行なったところ、同上の結論を得た。

この結論を基に資材費、労務費を含めた経済性、安全性および施行性等を勘案し、両者を併用することとし、これにより現在工事を進めているが、今後さらに両者について突込んだ検討をしていきたいと考えている。



新規格紹介

JWWA G 105およびG 106 規格改正について

I まえがき

わが国における水道用鑄鉄管規格は、大正3年10月に上水協議会(日本水道協会の前身)において制定した水道用鑄鉄管仕様書標準をメートル法の実施にともない、管の呼び径などをミリ呼称に改めて整理した大正14年10月の上水協議会制定による水道用鑄鉄管規格が最初である。

その後、日本水道協会において水道用高級鑄鉄管規格(昭和8年10月)、水道用砂型遠心力鑄鉄管規格(昭和17年6月)、水道用遠心力金型鑄鉄管規格(昭和25年10月)の制定が順次に行なわれてきた。

これらの規格について、JIS(日本工業規格)化の動きが起きたので、その内容に関して改廃・整理を行ない、昭和29年7月に開催された日本工業標準調査会の審議においてつぎの4件のJISが制定され今日に至っている。

JIS G 5521(水道用立型鑄鉄直管)

JIS G 5522(水道用遠心力砂型鑄鉄管)

JIS G 5523(水道用遠心力金型鑄鉄管)

JIS G 5524(水道用鑄鉄異形管)

さて、昭和35年5月三島徳七・東京大学名誉教授を専門委員長として発足した水道用ダクタイル鑄鉄管規格専門委員会は、水道用ダ

日本水道協会

クタイトル鑄鉄管規格を制定すべく種々調査、研究を行ない規格原案を作成した。本案について、昭和36年9月に開催された第13回上水工務常設調査委員会において慎重審議の結果、つぎの2件のJWWA(日本水道協会規格)制定を正式に決定した。

JWWA G 105(水道用遠心力ダクタイトル鑄鉄管)

JWWA G 106(水道用ダクタイトル鑄鉄異形管)

水道界の多年にわたる期待を荷って誕生した水道用ダクタイトル鑄鉄管は、その持てる強靱な材質が従来の鑄鉄管に比較して高く評価され、使用実績は非常に進展をみせている状況にある。

この規格による管接合部の形状は、昭和34年10月に耐震的配慮から制定された水道用メカニカルジョイント鑄鉄管規格の形式によるA形、大阪市をはじめその他の都市において種々の立地条件を考慮して使用されていたB形、従来から水道用鑄鉄管のJISに規定してあるソケット形式をC形とした3種類が規定してあった。

しかし、最近の各都市町村の水道事業者による管使用状況によれば、B形ならびにC形はほとんど採用されず、管接合部がA形形式のものにおいても中口径管以下に使用されている実状にあり、これ以上の呼び径の管についてはA形の優れた可撓性・施工性などをそのまま保有し、より高い耐外圧性能を有するK形接手が多く用いられている趨勢にある。

そこで過般、日本鑄鉄管協会よりこの種K形の規格化を中心とする規格改正について要望が提出されたので、本会ではその内容をじゅうぶん調査の上、工務常設調査委員会に諮り、昭和44年11月より規格改正専門委員会5回および小委員会3回、ならびに立会試験なども行なって調査・研究・詮議を行ない規格改正案を作成、昭和46年8月6日開催の第48回工務常設調査委員会へ提案し、種々審議の結果、規格改正を決定したので、ここにその改正点を記述して規格運用面での参考に供したい。

なお、本規格制定以来すでに十年余りを経過し、その間数次に及ぶ規格改正を行なっているので、規格制定以来前回の規格改正までの動きの概要について掲げることは、今回の規格改正点と対比できることから意義多きことと思ひ、第Ⅱ項でその変遷を列記したい。

Ⅱ 規格制定以来前回までの規格改正経過について

1. 規格制定(昭和36年9月16日)

◆JWWA G 105◆

(1) 適用範囲

水道に使用するダクタイトル鑄鉄管について規定した。

(2) 種類

試験水圧によって表-1の3種類に区分し、管の使用に当っては、使用静水頭・衝撃水圧・埋設深さなどによって管種を選定することとした。

表-1

種類	試験水圧 kg/cm ²
1種管	2.5
2種管	1.8
3種管	1.2

(3) 製造方法

黒鉛を球状化させるための適当な処理を行なった溶湯を、回転中の鑄型に注入してから遠心力を応用して鑄造し、鑄型から取り出したのち730℃以上で適当時間焼なましを施す。

(4) 品質

管の内外周、両端面、内外面などについては、従来の鑄鉄管規格に準じた規定とした。また、材質組織として黒鉛が球状化しており、材料の強さなどについてはつぎのとおりとした。

(イ)引張強さ：38kg/mm²以上、伸び3%以上

(ロ)ブリネル硬さ：230以下

(ハ)へん平試験：割れなどの欠点のないこと

(ニ)水圧試験：表-1の水圧値に耐えること

(5) 形状・寸法・重量および許容差

A形・B形・C形の呼び径200mm以上について、その各部寸法ならびに許容差の規定をした。なお、ダクタイル鑄鉄の比重は7.15として重量を算定した。

(6) 試験

黒鉛の球状化を調べる顕微鏡試験、引張試験、かたさ試験、へん平試験、水平試験などの各試験方法について規定した。

(7) 検査

外観、形状、寸法、重量、顕微鏡試験、引張試験、かたさ試験、へん平試験、水圧試験についての検査方法・試料採取方法・再検査などについて規定した。

(8) 表示

ダクタイル鑄鉄を意味するD、水の字、メーカーの略号、製造年ならびに管種の記号は高さ2mm以上に鑄出する。なお、金型管には打刻することとした。

(9) 塗装

従来の鑄鉄管に準じたタールの加熱焼付塗装または注文者の承認した塗料の常温塗装について規定した。

(10) モルタルライニング

管の内面へさび止めのためにモルタルライニングを施す場合には、JIS A 5314（水道用鑄鉄管モルタルライニング方法）に準ずることとした。

◆JWWA G 106◆

(1) 適用範囲

水道に使用するダクタイル鑄鉄異形管について規定した。

(2) 種類

JWWA G 105に対するもの1種類とした。

(3) 製造方法

JWWA G 105と同様な処理を行なった溶湯を、砂型で鑄造し、取り出した管は必要に応じて730℃以上で、適当時間焼なましを施す。

(4) 品質

JIS G 105に準じた品質規定をしたが、材料の引張強さ・伸びおよび管の水圧試験については、表-2 および表-3のとおりとした。

表-2

引張強さ (kg/mm ²)	伸び(%)	適用規格
40以上	12以上	JIS G 5502のFCD 40
45以上	5以上	JIS G 5502のFCD 45

表-3

呼び径 (mm)	試験水圧 (kg/cm ²)
450以下	2 0
500~900	1 5
1000以上	1 2

(5) 形状・寸法・重量および許容差

A形・B形・C形およびフランジ形についてそれぞれ規定した。

(6) 試験

品質をチェックする各試験方法について規定した。

(7) 検査

試験結果についての検査判定方法・試料採取方法・再検査などについて規定した。

(8) 表示

管の外側の一定の場所へD、水の字、メーカーの略号、刻印座、製造年、呼び径、角度などを高さ3mm以上に鑄出する。

(9) 塗装

JWWA G 105に準じて、加熱焼付塗装または常温塗装のいずれかを行なうよう規定した。

以上2規格制定に際しては、押輪・ボルトおよびナット・ゴム輪について、規格と同等の扱いで付属書または付図として、つぎのとおり掲げた。

付属書1：水道用ダクタイル鑄鉄管用押輪

付属書2：水道用ダクタイル鑄鉄管用ボルトおよびナット

付図：継手用ゴム輪

2. 第1回規格改正（昭和40年3月29日）

水道用ダクタイル鑄鉄管規格制定時には、最小呼び径は200mmまでを規定していたけれど、小口径管についての需要増加のため、検討の結果、呼び径75、100および150mmの3種

類を追加したとともに、規格の1部を改正した。

◆JWWA G 105◆

(イ)材料の引張強さは、従来3個の試験片の平均値について規定していたが、品質の向上に伴い、3個のうちいずれも38kg/mm²、伸び3%以上と改めた。

(ロ)引張試験片およびへん平試験の供試管の長さは、他の規格を参考にして改めた。

(ハ)へん平試験の圧縮量について、実験の結果から管の呼び径100mm以下は呼び径の1/6、150~250mmまでは呼び径の1/8と改めた。

(ニ)モルタルライニングを施した場合の管中央部の許容差は、実測にあたっては正確な測定が困難なことから、この規定を削除した。

(ホ)A形とC形へ呼び径75、100および150mmを追加規定した。その管厚については、種々検討した結果、1種管は分水せんの取り付けを考慮して7.5mmとし、3種管は6.0mmとした。この結果、2種管の呼び径350mm未満は1種管と同じ管厚となるのでこれを削除した。

◆JWWA G 106◆

(イ)引張試験片を製作するYブロックは、JIS G 5502(球状黒鉛鑄鉄品)のA号であることを明確にした。

(ロ)呼び径75、100および150mmの各種異形管を追加した。なお、これらの管厚については鑄造上の技術的問題などを考慮に入れて検討の結果、呼び径75と100mmは8.5mm、呼び径150mmは9.0mmと決めた。

(ハ)受さし片落管にあった呼び径125mm関係については、直管にもないことからこれを削除した。

付属書1

抗折試験を追加するとともにFC20の場合の再試験についても追加規定した。

付属書2

ボルト・ナットの材料は、主として球状黒鉛鑄鉄品とし、つづいて黒心可鍛鑄鉄品という考えに改めた。

付属書3：水道用ダクタイル鑄鉄管継手用

ゴム輪

従来、ゴム輪については付図として扱っていたが、不都合な点が多いので、付属書として標記のように改め、適用範囲から表示に至るまで規格様式に内容を整理した。

3. 第2回規格改正(昭和42年10月5日)

水道用ダクタイル鑄鉄管の品質向上と英・仏・独など諸外国における試験水圧値は、かなり高い水準にあることから、これに準拠した内容に改正して国際規格制定の動きに対応できるようにした。

◆JWWA G 105◆

(イ)試験水圧値については、じゅうぶん検討の結果、表-4のとおり改めた。

表-4

呼び径(mm)	試験水圧(kg/cm ²)		
	1種管	2種管	3種管
300以下	60	—	50
350~600	50	45	40
700~1000	40	40	35
1100以上	30	30	30

備考 管の使用に当っては、使用静水頭、衝撃水圧および埋設深さなどを考慮して付表1のとおり管種を選定しなければならない。

(ロ)モルタルライニングについては、JIS A 5314に準ずることになっていたが、このほど制定されたJWWA A 107(水道用遠心力ダクタイル鑄鉄管モルタルライニング)によることとした。

◆JWWA G 106◆

(イ)異形管の試験水圧値は、表-5のとおりとした。

表-5

呼び径(mm)	試験水圧(kg/cm ²)
300以下	30
350~600	25
700~1000	20
1100以上	15

付属書2

(イ)ボルト・ナットのねじは、従来よりウィットねじを用いていたけれど、昭和43年4月からこれがすべてメートルねじに改正されたのを機会に、ここでメートルねじに改めた。

なお、メートルねじを採用することにより、ボルトの直径が細くなるものについては強度の高いJIS G 5704(パーライト可鍛鉄品)を使用できるようにした。

(ロ)メートルねじによるボルト・ナットの採用により、ボルトの試験荷重を表-6のとおり改めた。

表-6

ボルトの呼び	試験荷重(kg)
M16	4200
M20	6600
M24	9500
M30	15200

付属書3

先般、JIS K 6353(水道用ゴム)へ溶解試験の項を追加したので、従来、衛生試験として扱っていたゴムの溶解試験に関する事項を整理した。

なお、今回の規格改正に際しては、規格文中の文字・用語および規格の構成などについて、最近の様式に準じて改めた。

III 今回の規格改正点について

まえがきにおいても詳述したとおり、今回の水道用ダクタイル鋳鉄管の規格改正の要旨は、従来のB形およびC形を廃止し新たにK形を採用したことにより、併せて1部の改正も行なっているのでその点含めて記すこととする。

◆JWWA G 105◆

(イ)管は、呼び径と試験水圧によって3種類に区分していたが、種類の項でこのような表現は適切ではないとの考えで改めることとし、ここでは、管の種類として1種管・2種管・3種管の3種類があることを明記して、試験水圧値については、水圧試験の項へ移項した。

(ロ)管は、鋳型から取り出したのち、730℃以

上で適当時間焼なましを施すこととなっていたけれど、最近の鋳造技術の進歩向上を勘案の結果、鋳放しのままでも所定の品質が得られるものについては、焼なましを行なわなくてもよいこととした。

(ハ)呼び径と接合部形状との関係については、種々な角度から慎重に検討した結果、つぎのとおりとした。

A形：呼び径 75～500mm

K形：呼び径 400～1500mm

呼び径400・450・500mmの3種については、現在の需要状況から重複することは避けられなかった。(JWWA G 106も同様)

(ニ)引張試験とへん平試験は、従来、それぞれ別個に試験片を採取して試験を行っていたが、立会試験などによって実状調査の結果、へん平試験を終わった試験片から引張試験片を作成して、引張試験が実施できるように改めた。

(ホ)へん平試験、引張試験およびかたさ試験を行なうための供試管を採取する一組の管の数は、従来のへん平試験の数と揃えて表-7のとおりとした。

表-7

呼び径 (mm)	一組の数 (本)
75～250	200
300～600	100
700～900	60
1000～1200	40
1350・1500	30

(ヘ)新たに追加規定したK形管には、Kの記号を明示することとした。(JWWA G 106も同様)

◆JWWA G 106◆

(イ)異形管の鋳造に際しては、型持ち(ケレン)を使用できないこととなっていたが、最近のケレンの品種改良と異形管の多量生産に役立つことなどから、注文者の承認を得た場合は、中子を支える型持ちを使用することができるようになった。

(ロ)管種ならびに呼び径の範囲については、

使用実績を中心に種々検討を行なった結果、22種585個に整理した。

(イ)どろ吐き管の枝部寸法(I)が、ボルト使用上不都合な場合があったので、これを従来より長くするなど使用上の便を考慮して異形管の1部の寸法を改めた。

(ニ)重量計算は、全数について見直しを行なった。

(ホ)引張強さは、従来、2個の試験片について試験を行ない、その平均値を求めていたが、品質の向上に伴い、2個とも規格値以上であるように改めた。

(ヘ)90°フランジ曲管、ふた、せんおよびらっぱ口を新たに規定した。

(ト)管種の名称の1部を表-8のとおり改称した。

表-8

旧 名 称	新 名 称
仕切弁副管 乙	仕切弁副管 A1号
〃 丙	〃 A2号
〃 丁1号	〃 B
短 管 甲	短 管 1号
〃 乙	〃 2号
〃 丙	フランジ短管

付属書1

(イ)従来、鑄鉄製の押輪についても規定していたが、今回はダクタイル製のみとした。

(ロ)押輪の厚さについては、種々検討の結果、K形用として従来から使用されているものを規定した。

(ハ)押輪のボルト穴を鑄放しであける場合、穴径の許容差は別途考慮した。

付属書2

機械試験および塗装面の試験は、従来、製

品500本またはそのは数を一組として試料を採取してから検査を行っていたが、最近のボルト・ナットの生産力の増加、品質の向上などを考慮して、一組の単位を1,000本と改めた。

付属書3

K形用ゴム輪の丸部と角部の品質について新たに規定するとともに、丸部と角部は、完全に一体となるよう加硫成型するものとした。

なお、今回の規格改正にあたっては、つぎの3点についてもじゅうぶん検討したが、結論を得ず、さらに研究を続けることとなった。

(イ)直管の顕微鏡試験については、1とりべの最後の湯で鑄造した管についてのみ検査を行なうようにという業界側の提案があり、立会試験を実施して検討を行なったが、従来どおりとした。

(ロ)異形管の短尺化について業界側から提案があり、曲管類に焦点をしばって検討したが、従来どおりとした。

(ハ)弁類との接続上、10kg/cm²用のフランジについて規定したらどうかとの提案もあったが、一応、このような場合は、水道用として新たに考慮せずにJIS B 2212(10kg/cm²鉄・鋼フランジの基本寸法)によることとした。

IV おわりに

以上、今回の規格改正を機会に水道用ダクタイル鑄鉄管の歩みについても述べてみたが、本規格の制定ならびに数次にわたる規格改正に際し、専門委員会・工務常設調査委員会の委員長および委員各位ならびに関係者には、そのつど格別なるご尽力を賜っており、ここに深甚なる謝意を表する次第である。

●その時／私はこうした

臭い水騒動

半谷真武

福島市水道事業管理者



◆臭い水がでる◆

当福島市の上水道給水人口は約16万人。そのうち8割強は旧福島上水道。大正末期からの水道で、給水人口約13万3千人。

この福島上水道は、主要水源を阿武隈川の表流水に求め、大正14年福島市水道創設以来のものである。もともと阿武隈川は、国の一級河川であり、栃木県と福島県境の白河市の奥に源を發し、郡山、福島(以上福島県)、角田(宮城県)の三盆地を経て、宮城県荒浜の太平洋に注いでいる。その延長約196km(49里)、福島市までで約160km(40里)の長河である。

水道創設当時は、まことに清冽な水で、筆者が旧制中学生の頃は、市民と共にここで泳ぎ、ここで釣りを楽しんできたものである。その阿武隈も、日と共に、月が進むにつれて、白河市のパルプ工場汚染、須賀川、郡山、二本松各市の都市汚染のため、郡山市や二本松市は、いちはやく阿武隈川からの取水を中止してしまった。その後、引き続き阿武隈川に水源を求めているのは、福島市、角田市、岩沼市、互理町であった。

こうした実情と背景の中で、当市は昭和45年からの6拡事業の着手に迫られた。44年11月厚生省に認可申請、45年2月に認可を得、約20億の6拡事業を50年までの6カ年継続で開始し、目下その真最中である。ところが、6拡初年度にあたる45年7月26日頃「水道の水が臭い」との苦情が市民から出はじめた。まさに青天の霹靂で肝を冷やしてしまった。

◆原因とその対策◆

一大狼狽しつつも、日水協だ、県衛生研究所だ、水質関係メーカーだ、と連絡調査に懸

命。結局、全国的にこの種の“臭い水”が発生していることは判明したものの、応急対策としては、各方面の指導を仰ぎつつ、原水に前塩素を注入して殺藻に専念した。このことはアンモニア、有機物の分解に役立った。その後降雨もあり、水位も30cmに上昇したので、9月3日頃から“臭い”が消えたという経過。

公害というべき“臭い水”の原因は、高温(従って高水温)と降雨がないための流量不足で、工場排水、し尿処理場排水、都市下水などの流入により河川が栄養化し、その上河川の流れが極端に遅くなり、平常の数倍に及ぶ生物の発生をみ、そのため異臭、異味の原因となる生物(藻類)が異常に発生した結果であった。つまり、春からの異常温水と日本一が5日間も続いた異常高温が元凶であった。

なお、当市浄水場(取水)から5km~10km上流にある東北電力KKのダムの存在が“臭い水”発生最悪の条件になったものだった。

46年の夏は、6拡の進行とらみ合わせ、暫定対策を立て、新薬注室を利用し、活性炭処理を準備し、8月3日から月末まで、1日平均約66袋、20ppm注入を行なった。活性炭に要した経費約350万円。46年は前年に比べ降雨量もあり、温度も比較的に上がらなかったのも助かった。

47年度以降は、恒久対策として粒状層ろ過法による脱臭施設を計画、設計は46年7月にできあがり、約2億5千万円で昨年9月に着工、47年5月完成は間違いない。もう大丈夫だ。高い水だが、臭い水とはこれでおさらばできると思う。

◆水質保全に苦慮◆

●その時／私はこうした

阿武隈川の水質汚濁が進行するだろうことは、6 抃計画に際しての最大の苦慮事であった。厚生省の国川課長も心配されていた。当時、公害問題は、まだ世間なり国会で、今日のようにやかましく論じられなかった。

しかし、当市としては、阿武隈川水域一般概況(県企画開発部)、阿武隈川水域の水質汚濁調査結果(県厚生部)、公害対策資料(県厚生部)、阿武隈川(上流)の水質調査(東北地方建設局工事事務所)など、国、県から必要資料の提供を受け、万全を期した次第であった。

さらに筆者は、将来を懸念するあまり昭和45年1月、6 抃事認可に先だって福島県を中心に「阿武隈川汚濁防止連絡協議会」を結成

し、関係当局、関係者と共に起ち上がり、同年2月には企画庁、厚生省、通産省、建設省、東北地方建設局、県、市等に阿武隈川の汚濁川の汚濁防止について一大陳情戦も行なっている。

今日でこそ、国や県、市をあげて「水質汚濁防止法」が公布施行され、東北地方建設局、福島・宮城両県、関係市で「阿武隈川水系水質汚濁対策連絡協議会」も結成され、積極的に活動を開始し、当市取水所上流約2kmには国で水質自動監視器機を設置(2500万円)し、47年4月から水質測定に入るようになった。ありがたいことで、大いに期待してやまない。

まずは“臭い水”騒動の一席――。

苦 難 の 道

杉野裕三

青森市公営企業管理者



終戦直後市役所に奉職し戦災復興を振り出しに、26年余り仕事の変わるたびに身を切られるような難事業にばかり直面し切り抜けてきた感じがする。

昭和20年7月20日夜、終戦間近い青森上空にB 29 200機来襲し、一夜にして全市が廃墟と化した。終戦と同時に何より先に着手しなければならないことは、戦災復興であった。

時すでに武装解除の元軍人が続々と帰郷し、廃墟の中に「インフレ」時代となり、手の施しようもない混乱状態であったことは、青森だけでなく日本国中同様であった。

戦災復興と復員の第一線課長として、まず第一に着手したのは民生の安定と街の復興、さらに学校の再建であった。物資の極度に欠乏した時代に容易な仕事ではなかったが、今立派に復興が整い、高層建築の建ち並ぶ市街地を屋上から展望して感無量なるものがあり、

涙を押える感情がこみ上げてくる。

10年程して赤字経営の市営バスの責任者を拝命したが、これまた赤字に苦しむ経営であり、在任3年間に2回バス料金値上げを行なった。日本経済の立直りが順調に進行中といえども、交通企業の経営状態は想像にあまるものであり、バス料金の値上げは世論の批判を一手に浴び、悲壮な決意で値上げを断行、経営の立直しに努力したものである。

その後も経済民生の仕事に変わったが、38年市民病院事務局長を命ぜられ、今度は病院再建の仕事をするようになった。当時市民病院は、現在のデラックスな病院に程遠く、旧東青病院を買収した戦後の粗末な木造建築で、廊下は歩行の度に上下に揺れ、医療器具も不足な状態であり、加えて医師の確保も容易ではなかった。当然、病院の再建を引受けることになった。現在地より南方に移転すること

に決し、まず土地買収交渉から始め、新築に奔走した当時は回想し、これまた感無量にたえない。その後、財政を担当したが、事情あって病院の仕事も兼務することになり、何時までも後始末から抜け切れなかったものである。

これで、消防以外は全部市の行政を渡り歩いたことになるが、1年前から公営企業管理者を命ぜられ、就任間もない夏頃から、水道料金の改定を手がけることになった。

現行料金は40年4月改定したもので、当時4カ年の財政計画であったものを2年有余延長し、現在に至っている。その間、第2期拡張事業の7年計画をさらに3年間延長する計画変更をし、給水の需要に応じて手直しをしたが、天は無情にも43年5月、震度5の十勝沖地震に見舞われ、水道施設は全滅に近い状態となり、市のほとんどが5日位断水した。まず応急復旧して辛うじて給水を始めたが、本格的復旧には大分手間どった次第である。創設以来60余年経過した施設も、この機会に一新して生れ変わった姿になった。

このため、財政事情は極度に悪化し、今回料金改定に踏み切った次第であるが、財政立直しのため41%値上げの財政計画となった次第

である。今回は、市民の各種代表者29人で構成する水道料金懇談会を設け、各方面の意見を聞くこと7回目にして、市長に意見書を答申する運びとなったが、今度は舞台を変えて議会に提出することとなる。12月議会には、事情あって提出できなかったが、近く臨時議会で了解を得ることになった。

水道事業にとって料金値上げは一大難関であり、全国の各都市すべてこの試練を経て改定するわけであるが、何分公共料金の値上げの反響は大きく、世論の批判を一手に浴びている状態である。目下、この重大な難関を切りひらくため全力を傾注している次第で、本年1月中旬に議決願い、4月から新料金を施行する予定である。

さらに交通事業についても、県内バス料金は続々と値上げの動きが急速に高まり、近く赤字経営の当市営バスも値上げをせざるを得ない状態にある。

こうして戦後の歩みを振り返ってみると、私の行手には必ず重大な難事業が手を広げており、その都度、局面打開に努力したつもりであるが、要は、何事も正面から取り組み、恐れることなく誠心事に当れば必ず解決の道がひらけ結着を付け得るものと確信している。

天 職

本田利男
大東市水道局長



敗戦は、水道事業にとっても初めて味わった苦しい歴史であった。本市の水道の前身住道上水株式会社の水道も、その例外ではなかった。私が復員した昭和21年夏頃の水道は水質も悪く、その上時間給水で、時には1日中出ないこともあった。戦争中不足に馴れ、敗戦後食糧の買出しに明け暮れていた人々も、水の不足には困って不平が出始め、銭湯の表

にも「断水のため本日休業」というはり紙の出る日が次第に多くなってきた。私は昭和14年に住道上水を辞め、再び水道の仕事をすると考えていなかったのも、無関心に、唯1本しかない井戸のポンプを懸命に修理している姿を想像して「御苦労さん」と心の中で繰り返していた。

昭和22年の初め、市町村長の公選が近づい

●その時／私はこうした

て事前工作が行われ始めた頃、「水道対策町民大会」と称する集会が開かれるようになったが、首長や議員出馬に野心を持つ連中の運動と読める節が多分に感じられ、純真な郷土愛に燃えて水道を建設した住道上水の創設当時を思い、心中悲哀を感じたのである。

選挙の結果は、昭和29年まで2期勤めた中谷さんが他の2候補を離して当選したが、選挙スローガンの中に「水道問題の解決」という一項があり、それをどのように説明したのか知らないが、水道問題が当面町の政治問題の焦点になった。従って、町長の水道問題解決への仕事は住道上水側と交渉することであったが、住道上水側も創設者の吉田社長を初め、中心的な人は戦争中に全部亡くなって、元住道町長をしていた方が社長をしていたが、資金を初めとする復旧方法の決め手を見出すことは極めて難しい状況であった。

その上、大阪市から溢れてくる人口の増加と共に事態はますます悪化し、夏から秋にかけて「水道対策町民大会」がたびたび開かれ、私の友人の町会議員が私を引き出しにきて、相談に預ることになったのが、私が今日まで前後30年間水道事業に従事することになるきっかけになった。

現在大東市の川口市長が、当時住道町議会議長で府会議員だったので、友人の議員と私が川口府議に会って「復旧と拡張をやらねばならないが、住道上水に国の融資はできないか」というと、川口府議は「いくら程かかるか」ということで、それに対して私なりに答えたら、「町で借りて会社へ貸すようにすればよい」とアッサリ引受け、その後中谷町長を中心に会社側との交渉が続いたが、結局「昭和24年5月1日を以って住道町営に移管する」ということになってしまった。

その間、私は「水道事業のような仕事は、電力ガス同様制肘の多い公営企業体は避けるべきで、住道上水株式会社のような形式を今

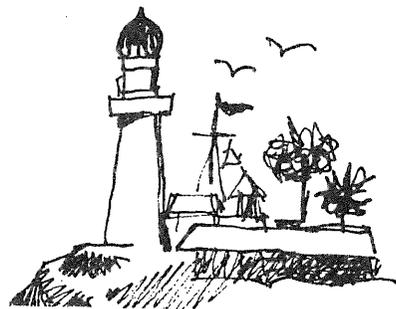
後さらに拡大していくべきであること」を主張したが、府の助言で「融資の条件で公営に移管した方がスムーズに行く」というアドバイスもあり、大勢は町営移管論であった。

昭和24年5月1日、住道町営水道として再出発することに決まり、一安心した時、「町営水道の主任者としてやってほしい」という思いもかけぬ話が出たのである。自分の意に反した方向に決まったので、私も少からず不満であったし、自分の希望を捨ててまでいったん逃げた水道に帰る気は全くなかったのであるが、町長初め議員の再三の依頼で「では水の出るまで」ということで再出発した水道屋の生活であったが、引受けることになり、天職とはこのようなものであると今では感謝している次第である。

住道町嘱託から、水道課長を引受ける時、町長さんに、

- 水道事業に政治的圧力を及ぼさない事
- 水道事業管理の全権を委任し、特に人事について干渉しない事
- 料金決定については政治的圧力を避けるよう努力してほしい。

というような意味の条件を了承してもらい、事実上、今日の管理者制度のような行き方ができたことは、幸いであった。



随筆

- カンカン虫のハギシリ
川口芳男
- 「土佐きん」との奇縁
藤井与一
- 水滴日記
上沼利三
- 思いつくまま
瀧本武文
- 水と共に25年
山名 隆
- ハルピン時代の思い出
小坂正次
- 随 想
殿谷重弘
- 古い鑄鉄管
諏藤 猛
- 海外技術協力に思う
田辺 弘

カンカン虫の ハギシリ



川口芳男
奈良市水道局主幹

大正一桁生まれのわれわれが、何かの会合などで集まるとき、何かの拍子で必ず出る言葉に「今の若い人達は」という言葉がある。われわれも中学生時代に、祖父母からやはり「今の若い者は」という言葉をときどき頂戴したことを覚えている。

「今の若い人達は」という言葉の意味は何であろうか？ それは大人の若者に対するさげすみの気持か、人生経験の未熟さに対するあわれみの感情か、はたまた、時代の進歩について行けない年寄りどもの自嘲の声か。

昨年12月に奈良市水道局の取水塔の約1000m位上流に、他町村のし尿処理場が建設され、この排水のため木津川の流水が取水塔付近で、どんな影響が出るのかの調査を某大学の衛生学教室に依頼したことがある。調査当日、予定の時刻に予定の場所に、服装はまちまち、髪形も今様のもので、われわれの学生時代とは天地雲壤の開きを感じる。

さて、教官の指示で調査が始まった。師走の冷たい川の水もなんのその、靴を脱ぎズボンを端折って勇敢に川の中へザンプ、ザンプと水の中に入り、自分の与えられた仕事に余念がない。岸から学生諸君の仕事ぶりをつぶさに見ていると、突然、中の一人が余りに仕事に夢中になったせいか、河の中に何かのはずみでザブンと落ちたではないか。年頃の子を持つ親の常として、この寒空に風邪でも引

いたらと心配になる。学生は濡れた衣類を脱ぎ、手早く友達の上衣とズボン借りて素肌これに着込み、また何もなかったように仕事を続行している。

こんな姿を見て、ふと私は、昭和18年頃の支那大陸における渡河作戦の頃を思い出した。私もその頃は25才位で、ふんどし一つになって馬のたずなを取って、オーラ、オーラといながら死物狂いで寒い河の中を渡ったことを思い出した。この学生も私と同じ年頃で、姿や形は若干変わっているが、人間的な内容には一つも変わりがないということ、あらためて知らされたような思いがする。

次に、やはり同じく昨年の12月中旬頃の話であるが、私は役所の仕事を終え、京阪電車の京橋駅のベンチに腰を掛けて電車を待っていた。私の座っていた左側に、ちょうど年の恰好60才位で、頭がゴマ塩交りの御仁が座って新聞を読んでいた。この人の左側がもう一つ空席になっていた。そこへ50才位の、一見どこかの会社の課長クラスの人品卑しからぬ恰幅のよい御仁が着席された。ここまでは、ありきたりの駅における一つのスナップ風景に過ぎないし、何んの変哲もない。

やがて、かの恰幅の御仁、やをら煙草を吹かし始めた。煙がゆらゆら揺いで隣の人の方へ流れて行く。60才位の御仁はよほど煙草の嫌いな人らしい。手にしていた新聞で煙が自分の方にこないように、扇子よろしく新聞紙をあおり出した。かの課長らしき御仁曰く「人が良い気持で一ブク吸っているのに不快だ、煙がいやなら立ちなさい」と。ゴマ塩氏曰く「立とうが立つまいが自由だ」と口論になった。やがて、課長らしき御仁は、私が見ているのに気が付いたのか、突然、口論をやめて立ち去った。

私は考えた。この二人の御仁の間に何か不足している。他人に対する思いやりという油が、不足しているのでは……。

私は、以上二つのささやかな事件を余り時間的な間隔を置かずに経験して、心に深く考えさせられたのは、「今の若い人達は」という言葉は、大人の独善的な何の科学的根拠もな

い、若い人達に対する大人の見下げた言葉以外の何物でもないことを痛感した次第である。今後、口が裂けても「今の若い人達は」という言葉は使わないようにしようと決心すると共に、若い人から「今の年寄り」といわれないように、大いに自戒しなければと思う。

「土佐きん」 との奇縁

藤井 与一

株式会社日本水道
コンサルタント
九州支所長



「水清ければ魚棲まず」と昔の人はいったが、生活体験から生まれた言葉だと思う。

しかし、山紫水明の日本の水も、高度成長政策による産業第一主義の結果、水が汚濁され、悪臭を放ち、あらゆる生物の生存をおびやかす状況が、国内に多くの問題を投げかけている。私は、昭和38年から40年にかけて、宮崎ででん粉工場排液の大きな被害を、水道の担当者として、いやというほど味わわされた一人である。

現在では、下水道はもちろん各河川の流域組合下水道等の計画が、国の大きな課題に取り上げられ、また環境庁が発足し、前向きの姿勢となり、10年前とは基本的に変わっていることを喜ぶものである。

この水質公害の非常時に、標題について書くことも一ぶくの清涼剤となるものとして、あえてこの一文を起草することにした。

私は物心のついた頃、関東州の旅順市旧市街で、よく伯母に背負われて隣近所に行き、近所の善意の人から可愛がられていたようである。そのうち、金魚のある店にせがんで連

れていってもらふことに無上の喜びを感じ、よくその生態に見入っていた。それが、私と金魚のそもそもの接触である。もちろん、可愛さ余って握りつぶし、着物を水びたしにするほどであったが、その店の方に私のわがままを許して、見過してくれたことを思い、心から感謝している。

次に、私には動物好きな伯父がいて、見たこともなかった大きい(15cm位)赤い琉金の一番を古びた白いバスに飼い、垂涎の思いをしたのが、小学生の3、4年の頃だっただろうか。とにかく、その大きさと美しさに心を奪われた。

徴兵検査前に、病縁によって旅順の中国人街の王さんという漢方医の門をたたき、薬石に親しむことになったが、その医者が無類の金魚気狂いで、陽当りのよい院子(庭)に径4尺もある陶器製金魚鉢を20鉢を並べた本格的な中国式の飼育の状況を見る機会を得て、その中国の金魚の奇抜さと種類の多いことに驚くと共に、青い留置きの水と餌となるミジンコの発生採集に異様なほどの努力を傾けているのを見て、大いに感じ入ったものだ。

満鉄調査部時代に、北支にたびたび出張する機会を得て、休日を利用しては天津地方の養魚場を訪ね、また北京の故宫博物館を拝観し、冬期などは帰りの船旅には古油岳に20匹位を買い求め、2回にわたって運搬し、大連で大きなガラス水槽に飼い楽しんでいたのである。しかしながら、今にして思えば当時のものは、単に飼育していたにすぎず、この地方産のものの中には蘭鑄に似たものもあったが、崩れていたように思う。その後、機会を得て大連で日本の蘭鑄、オランダ獅子頭などの貴重な出品に接する機会を得て、日本産のもの良さに心を打たれたが、入手の仕方を知らず、そのままとなった。

その後、終戦引き揚げとなり、昭和22年10月末に八戸市の水道に職を奉ずるに及び、街の金魚屋さんで発見したのが蘭鑄の黒仔で、そのうち5匹(1匹50円)をたんねんに選別して持ち帰って楽しんだが、容器と餌の関係でものにならなかった。その頃、小学校6年

の娘の友達のお父さんが、その地方での蘭鑄の同好者であり、訪問の機会を作り、一坪のコンクリート容器10面で、井戸水により飼育しておられるのを拝見し、その成育する様子を時折訪れて、その醜陋味に魅了させられるようになった。私のあまりの熱意に、ついに当才もの1匹を頂戴し、その整った姿と大きさに満悦することができ、贈り主の懇情を心より感謝した。

その後、昭和34年4月宮崎に職を転じ、わが家を新築することができ、病身の母への慰めを口実にし、半坪のコンクリート製の池一面を掘り、 $\frac{1}{4}$ 坪のコンクリート製水槽2面を置き、屋上の水道水の塩素抜きのためのコンクリート水槽をも整備し、私の年来の最少限の欲望をはたした。その頃から、本格的に蘭鑄を中心とした金魚に関する書籍を集め、全国的産地や金魚の歴史的な原産地、その種類飼育の方法、水に関する知識、生餌、人工餌、増殖法、ふ化、害敵、病気、治療法などを読み経験を積み、餌育のむずかしさをひしひし感じた。

どこへ旅行しても、金魚のことが頭の隅にあり、時間と機会を利用して国内の主要な産地、養魚場、金魚店、デパートの売場を訪ねる習慣が身につつき、遠隔地からビニールの袋で運ぶことが多くなり、次第に魚質も向上してきたのであった。書籍では、昭和38年頃より以降の本の写真はカラー版となり、金魚の色彩、姿が実物に近いものとなり、特に松井佳一農学博士のカラーブックには大いに心を打たれ、17世紀(江戸時代の初め)に原産地である中国より輸入されて、日本各地に普及され、あるいは作画的に交雑養殖されているうちに突然変異が起り、日本独特のものがすでに20種類余りも固定されていることを知り、その美しさは約400年にわたる先人の選別、淘汰の賜であることに深く敬意を払う一人であり、水中の生ける宝石とでも表現してよいと思われた。

その中でも、特に私の心を動かした高知市付近で飼育されている「土佐きん」の美しさ、尊さを知り、一度「土佐きん」に接したい、

入手したいとの衝動にかられた。たまたま、昭和43年10月末から11月にかけて岡山市で開かれた日本水道協会全国総会の視察コースの中に、高松—高知—松山コースがあるのを知るに及び、早速申込みをすると共に、協会の理事会でお顔見識りになっていた高知市の当時の局長・大野兎喜夫さんに、あらかじめ前記の私の意中をお伝えし、お願いしたところ心よく引受けてくださった。

岡山市での全国総会は幸いにも小春日和に恵まれ、開催地の水道市長・岡崎さんの名議長、司会振りよろしく、感銘深いものがあり、水道管理者の西田武さん（満州時代の若者仲間だった）、同市局員の方々、中国・四国地方支部の方々の準備、接待に出席会員大好評裡に閉会し、いよいよ待望の視察コースの朝となった。高松港に上陸、初めて四国の土を踏み、その風物に接し、陸路バスで観賞しながら夕方高知市の旅館に入った。直ちに高知市水道局に電話連絡したところ、大野局長さんのご配慮により、私の旅館に同局監理課主査寺尾さんが訪ねてこられることになっていることを知り、手の舞い脚の踏む所を知らず、夕食もそそくさと済ませたところに、寺尾さんがこられた。お話によると、近来「土佐きん」の飼育者は県内に3人と大変少なくなり、若い後継者が飼育技術のむずかしさのため皆無の有様で、天然記念物として申請中とか、従って高知市内の金魚屋さんでも売っていない。大野局長さんも安請合いをされたことを後悔されたほどで、同市の観光課長さんや同好者を尋ねて聞き出され、ようやく市内の飼育者である柳原病院の事務長・近森実氏に渡りをつけてくれていた。

寺尾さんのすすめにより、早速養魚の状態とその説明をうかがうため、近森さん宅を訪れた。すでに夜のとばりもおりていたが、物好きな私が宮崎より訪ねたこと、夜分の飼育場拝見の熱意と金魚に対する過去の魚歴などが会話の中心となり、二階テラスにある水槽群を懐中電燈を照し、毛布2枚の保温カバーを取り除き、浅いコンクリート流し台の水槽内に飼われた親魚、当才魚などを拝見するこ

とができた。大野局長さんや寺尾さん、蔭の力となってくださった方々のお蔭で、ようやく当才もの黒2匹、さらさ1匹、赤2匹の計5匹の逸品をお譲りいただくことができた。

近森さんは、高知と宮崎の気候風土がよく似て温暖であることに着目され、数少ない先人の遺産である「土佐きん」を宮崎で増殖してもらいたいとの意向を漏らされ、授精卵でしたら航空便で送るからともいってくださったが、ご好意を謝して辞去した。

翌早朝バスの出発、約1時間前にご指示の金魚屋さん宅に近森さん自身で届けてくださった「土佐きん」5匹を大きなビニール袋に入れ、馴れた水中におさめ酸素を注入して長い旅路に備え、旅館へ帰り高知市を出発、松山へ向かうことができた。

この「土佐きん」についての大野局長の要領を得えた名文は、雑誌“ウォーターライフ”に掲載され、一つの出来事として水道人の話題となり、土佐人気質を遺憾なく発揮されたことと、またとんだご迷惑、ご厄介をおかけしたことになってしまった。前記の事情を知らなかったとはいえ、あえてお願いしたことを今もって申し訳けないと心から恥かしく思っている。

さて、当時私は五十肩の苦痛の最中で、特にオーバーなどは自分で着用できない有様であったが、バスから松山—別府間の連絡船へ、また船からタクシー、列車への運搬の難行を突破し、無事宮崎のわが家の池に移し替えることができた喜びは何ともいえないものがあった。

その後、朝夕に他の金魚とは別池で飼い、水深も12~13cm程度とし、近森さんから直伝を受けた水温、水作りを保ち、楽しむほどに生き生きとし、この分なら来春には子が取れると大いに張り切っていた。

翌44年、私の停年退職の春、この種道楽の協力者である家内と共に家内の実家に約10日余りの旅行に出たのが失敗のもとであった。留守居を守る他家の若いお嬢さんには、平素金魚への知識も趣味もあり、よろしく託したのだが、水深が浅く緑藻の発生濃度が極端に

上り、細菌カビ類が発生していた。帰宅した時はひどい「尾ぐされ病」の重症状態で、その後の養生でようやくピンチを脱したのが3匹というさんざん有様だった。

その後、私は第二の人生を求め、(株)日本水道コンサルタントに入り、企業に挺身、福岡に単身赴任する身となり、「土佐きん」とは別れ別れの生活を余儀なくされた。月に一度平均帰宅するのが関の山で、その間家内にその飼育を託し、時折の通信による遠方操作飼育の状態となり、非常事態を招来して生き残りの3匹も遂に鬼籍に入った。1年足らずして、近森さんとの約束も、また大野局長さんや高知の方々のご厚情にそむく結果となり、申し訳けない知らせをする羽目となった。

筆頭に記した「水清ければ魚棲まず」の諺と、水緑に過ぎても魚は棲めない事実を体験させられた次第であった。ことに「土佐きん」は他の金魚と違って青水を嫌うので、水替えをこまめにすることが秘訣である、と大野局長から2回にわたってお送りいただいた高知新聞の切り抜き2枚が徒に手許に残っており、空しさを一層かきたてている有様であった。

最近、日本水道新聞に発表されている東京都玉川浄水管理事務所長・小島貞男さんの講演「生態系からみた浄水プロセスと水質問題」を拝見した。地球上の生物の根元は太陽エネルギーであり、池または湖沼では、水中特に表面に近い表水層が25℃程度に達すると藻類が発生し、これをプランクトンやミジンコのような動物が食べて大きくなり、さらに小さな稚魚がそれを食べ大きくなる。その魚をまた人間や犬、猫が食べ物質の循環をする、いわゆる物質代謝現象を説明され、なおかつ藻類の $\frac{1}{10}$ しか動物プランクトンは生活ができない。魚もまた、プランクトンの $\frac{1}{10}$ を限度として棲むことを許され……と、自然界の法則を知ることができ、大変よいことを知り得た。

自然の法則を無視しては魚類は棲息できない。適度な水温変化の限界、水深の保持、適度な青水(汚り)、生餌、人工餌、水質、ことに酸素補給などいづれも適度を越すと、直ちに滅亡に追いやることになる。

私の恩師幸勉先生の書になる徳川家康の「家訓」を思い出す。すなわち「及ばざるは過ぎたるに勝る」。気長に水を作り、魚の生態の美しさや自然の美を愛する心が、日本の自然を守り抜く根元ではないだろうか。あらゆる公害対策に撤する要求は、今や政府はもちろんすべての政治家、技術屋、企業家、すべての国民一人一人に求められている。心に美しさを保ち得ない者、心掛けない者は自然の破壊者側に立つ者である。「憂うべきゴミ問題」の著者である東大の石橋教授も、国民一人一人と企業者、政治家、政府に訴えている。ぜひこの叫びに答えて、政府、企業、一般国民も協力し、住みよい日本を再建しようではありませんか。

終わりに、私のため「土佐きん」について絶大なご配慮を賜った高知市の当時の大野水道局長さんには、同市収入役にご栄進になったことをお慶び申し上げると共に、謝意と敬意を表わし、また寺尾主査さんをはじめ皆様のご協力をいただいた私の知らないの方々、ことにご分譲とご指導を賜った近森さんに対して深甚なる謝意と敬意を表わし、この稿の筆をおきたい。(昭和47年2月14日夜)

水滴日記

上 沼 利 三

三鷹市水道事業管理者



某月某日

春眠暁を覚えず、というが、土曜日の夜が日曜日の朝にうつり変わるその間際、窓が白らむ頃に、屋根の雀がいっせいに啼き始め

る。あ、雀が鳴きだした、と思いながら、眠るでも覚めるでもなくとうとうしていると、何時かその雀の声がぱたり絶えている。窓の空は明け切れぬままの、確かに暁と覚えながら醒めているともいい切れない。

起きるまでの小半時、そのまま推移する。庭の牡丹の芽に屈んでいると、鑄鉄管で何んだい、と子供が聞いている。掃除機を引っぱり歩いてた母親が鑄物の鉄管のことでしょう、と気のない返事をし、それきり絶えて応答がない。聞くも応えるも始めからとぼけて埒もない話だが日常とは概してこんなものだろう。一挙手一投足にいちいち理屈をつけては、身動きがとれない。何となく話かけられて応え、一日が無事に過ぎればそれでよいのだ。息を吸ってほっと吐きだす、それは心の窓の開け閉てなのだ。

水道もガスも、使っただけの料金を払えばこと足りる。鑄鉄管がどこに使われていると、知らなくても別に生活に支障がない、といわれればそれまでである。たしかに需要者と供給者をつなぐ情愛の絆は、時代とともに薄弱になってきている。

某月某日

半日勤めた土曜日の、残りの自由時間が半ばである。知り合いの鑄物工場をぶらりと訪ねて見る。

忙しそうにも見えないが、創業以来30年も続いたのであれば、結構、採算がとれているのだろう。金を溶かして火花を立てたり、砂を捏ねたりしているのは、昔ながらの町工場風景だが、捨ててあった金屎かなくそが珍しかったので、金屎に日冬眠天道虫たを翔たす、と一句ひねって見た。冬眠していた天道虫が、羽根を割ってふんわりと宙に翔ったなまめかしさよりも、無骨で凸凹な金屎の方に奇妙な愛着を覚えての作だったが、あとはいくら工夫しても、意識過剰になって佳品はできなかった。

俳句は夏炉冬扇、だというのが、人のかえり見ない滓のようなものに執着する文芸だという意味であろう。暖房に温くもる劇薬瓶戸棚、になると、温くもるものが人間や猫族

でなく、感情も動作も色彩もない劇薬瓶で、不気味な滑稽さに目をつけた作である。面白さとはつまらないところにあるものである。

某月某日

退勤時の巷の夕暮、定休日を利用して花見に行ってきたという知人の店主に出会った。役所でいま何をしているのか、と聞かれ、水商売です、と答えると、妙な顔をしている。上水道の水商売だよ、と繰り返すとそれがほんとの水商売だね、と納得し、満足そうであった。

水は水さ、と、水を十把一絡げに扱っては、水の本質は擱めない。水筒の水でも山清水、と利根川の水、では内質が違う。また山清水に佇む女、と鑄鉄管の水と女、では、さらに複雑なニュアンスの相違を見せてくる。甘美で短歌的な前者と硬質で俳句的な後者の相違ばかりではない。

古来、水は詩文や格言に、気が遠くなるほど雑多に引用されてきたが、要するに水は取り合わせによって、その内質まで変化するものである、との結論を出したかったのが私の本心だが、後日のこととしよう。そんな見かたは文章をなぐさむ者の目で、水を業とする者の目ではない、と主張する者があればそれは嘘である。

某月某日

電話があつて鉄管の錆が出てこまりますが、という。どこの鉄管かと聞くとおたくの、という。赤水が鉄管と関係ないし、その周辺に鉄の管がないと説明しても意味はない。要するに、心配のない水を安心して使えればよいので、赤水が体に害があるかないかを知りたいのが本旨であったようだ。

昨夜火事でもあつて、流速が変わったのかも知れない。消防署に電話を入れる。

色のついた水といえば、最近の清涼飲料水はそろって着色されている。飲んだ後で胃袋を裏返して洗滌したくなるような、あと味の悪いのもあり、手落ちがないのかと聞いて見たくなる。私たち子供の時分にはラムネとサイダー位のもので、快い透明であった。

透明で安心だということも習慣と信頼の問題で疑ぐればきりのない不信の日日である。浅間山荘の人質ではないが、自分で全く覚えのない何かの巻き添えにならないとも限らない。

何も彼も安心できないという思い過ごしもまた、現代病の一つなのかも知れない。

思いつくまま



瀧本 武文

徳山市水道事業管理者

水源というものは、地域的に大きな差のあることはいうまでもないことだが、それなら多い地域から少ない地域へ導水すればいいということは、子供でも知っているが、なかなかそれができないので、現在水道界の最大の課題となっている。

今回の水道整備5カ年計画の主文に「このまま推移すれば、近い将来深刻な水不足の招来は必至であり、国民の生活に重大な脅威を与える結果になる」とある通り、水は主食の米以上に生命の根源であるが、この大切な水源は、今や枯渇の寸前にあるというとき、消極的な国の施策に何やらあきたりない気持である。

水道の行政機構が弱少であるので、厚生省に水道部を設置、強化する運動も誠に結構であるが、80%以上の国民の生命をあずかっている水道の行政機構としては、この際思い切って水道庁か水道省ができてもしっかり決しておかしくはないと思う。

また、水源開発は、すべて国が行なうべきであって、しかも日本を縦断する水の国道を

布設して民生安定に資すべきである。補助も起債も結構であるが、少なくとも水源開発は国土の開発である以上、国が行なわずして誰ができるというのだろうか。

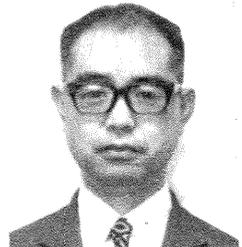
水道事業にもピンからキリある。私は、一日50万トン以上の給水を行なう事業体と、それ以下の事業体との格差の大きいことを今さら考えてあぜんたらざるを得ない。

例えば、東京都の給水量500万 m^3 /dayとして、有収率75%とすると漏水125万 m^3 /dayとなる。日本に125万 m^3 の水をコンスタントに配水できるダムがいくつあるだろう。私達10万 m^3 以下の給水をしている事業体にとっては、全く夢のような数字である。そうした大企業水道と、地方の中小企業水道における事業運営のあり方、すなわち財政面を主としての根本的な考え方に大きな格差があることは当然である。

従って、そうした内容の格差のある事業体が、日本水道協会という一つの土俵の上で、すべてについての統一見解を出そうというところにちょっと無理があるように思う。この際、協会としては、A、Bのランクに分けて話合う機会を設けるべきではないかと思うのだが、如何。

水と共に25年

— 駆出しの頃 —



山名 隆

株式会社日本水道
コンサルタント
北海道支所副所長

昭和21年9月卒業と同時に北海道庁に入った。当時は、今の知事を長官と呼び、人々は

毎日の生活に追われ、新時代に先駆けて労働問題が激しくなった頃である。北海道でもまず食糧増産である。私は開拓部の施設課に入って、終戦頃から盛んに入植した開拓者の住宅、学校等の施設を担当する係に配属された。

何が何だか分からないうちに2年程過ぎたが、その間、山奥の開拓地に何度か訪れたことがある。その頃から人間の生活に一番大事な水が、軽く扱われていることに疑問を感じた。

現在は1戸当り数百万円もかかる立派な営農用水道などが布設されているが、当時は「水」は打込めば出るものと決められ、出なければ近くの谷川へ行って汲んでくればよいとされていた。

戦後30年当時の入植者のうち何戸が残って頑張っているか詳かでないが、大半の人達が脱落している。その理由は多くあろうが、「水」もその一つであったと思う。

山奥で谷川までも降りて「水」を汲み、雪の中を数百メートルあるいはそれ以上も「水」を運ぶことの困難さは言葉にはつきし難く、後年簡易水道を担当するようになってから、これらの人々から直接その苦しさを訴えられた時のショックは忘れられないものがある。

昭和23年5月、先輩のIさんの推めで衛生部が変わった。「これからの道民の健康にとって最も大事なものは、上水道・下水道・汚物処理のサニタリーエンジニアリングである」というのが、すぐれた外科医師であったIさんの口癖であったが、昭和23年頃にこのような卓見を持っておられた人物がいたということは、特筆すべきであろう。

日本で始めて国立大学に「衛生工学科」を北大に創設できたのも、このIさんの卓見と情熱をこめた実行力によるところが大であった。私は、このIさんの信念ともいべき情熱にひかれて「土木屋」から「衛生屋」に変わった。このことが私の一生の運命を「水屋」にしたのである。

張り切って衛生に飛び込んだ私は、異質の世界の中でとまどうことが多かったが、席も定まらぬ五月の始めに、公衆衛生院の衛生工学科の再教育に送り込まれた。切符を買うの

に払暁から並び、大きなリュックを背負って2泊の夜行列車で36時間かかって上野に着いた時は、終戦後の混乱はまだ続き、浮浪児と闇屋の百鬼夜行の現実に直面し、田舎者の私がどうやって目的地の公衆衛生院立会川寮へたどりついたかは、今となっては記憶がない。

3カ月の講習は空腹と猛暑に悩まされたが、新しいカリキュラムによる勉学は楽しかった。その時の洞沢先生と柴田先生の情熱を傾けた講義には深く感銘を受けるものがあり、自分の一生は「水屋だ。よし、日本のサニタリーエンジニアリングの先駆者として頑張るぞ」と心に誓ったものである。このことは私だけではなかった。この25年間、私と同様にサニタリーエンジニアリングに一生を捧げてきた仲間が、その時の寮仲間の中に数多くいる。秋田のAさん、山形のSさん、宮城のHさんなど、現役またはOBとして健在であるし、同室で最も親しかったUさんが、私と同様民間入りし、今は一流水処理会社の中堅幹部として活躍している。

3カ月の講習で自信をつけ、「やったるで」とファイトを燃やして北海道へ帰ってきた私に、待ち構えていたように次から次へと、水道が原因ではないかと思われる「集団伝染病」が続発した。そのほとんどは炭砒地帯の専用水道における集団赤痢であったが、そのたびに、その調査と対策に忙殺された。特に当時は、占領軍が一切の権限をもってニラミをきかせていた時代であるから、頻繁に米民政部へ行き、状況を説明しなければならない。もとよりヒヤリングやスピーキングは全く駄目で、何とか通訳を介して、大わらわで事処理した。民政部の担当は、サーブという年の頃50を越えた男であったが、技術的には大したことはなく、もっぱらレポートとクロリネーションが中心であった。その折、彼のもっているWater & Sewage Worksを借りるのが楽しみであった。学術書も殆んどない時代であり、柴田先生の「工業廃水」を古本屋で見つけて、飛び上って喜んだ頃であるから、アメリカの新しい技術を直接知ることができたのは嬉しかった。

さらに、その雑誌のサービスとして、メーカーの広告があり、その説明カタログを、添付のハガキで申し込むと、直接どんだん色々なカタログを送ってくれるのが有難かった。拙い語学の力であったが、むさぼるように辞書と首っ引きで読んだことが、懐しく思いおこされる。

集団赤痢は、依然として続発した。このため、計画的にこれらの専用水道の維持管理の監視、指導をやったが、今では想像もできないことかも知れないが、水道の滅菌に必要な液体塩素を確保することは容易ではなかった。北海道ではソーダ工場は全くなく、山形、酒田や新潟方面からの供給に期待するのみである。天候が悪くシケが続くと、連絡船がストップする。そうすると、道内の各水道の手持ち塩素が底をついてくる。

クロリネーションを欠くとなると、何時赤痢が発生するか戦々恐々である。米側の方からも厳しい指示がある。あちこちに連絡し、ある時は旭川の国策パルプ工場の漂白用の塩素を廻して貰って、やっとなだこともあった。

その他、サーブ氏個人のエピソードなどもあったが割愛する。

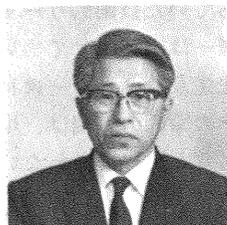
落ち着いて周りを見るようになったのは、昭和27年頃からであったと思うが、それが私の第2期時代ともいえるかも知れない。改めてまた書いて見たいと思う。

最近の中国の躍進ぶりを見るにつけ、長く中国の政府に留用技術者として、戦後約8年間勤務した私にとっては、誠に懐しい思い出である。終戦まで大連市役所土木課下水係に勤務していた私は、内地への引揚げが許可されず、22年4月大連在住の技術者達と共に、家族を伴ってソ連の船で朝鮮へ渡り、それより貨車でハルビン市へ送られた。ハルビンは戦前の満州国の経済の中心地であり、その昔、帝政ロシアが東方侵略の根拠地として創設した都市で、ロシア人をはじめ各種族が雑居する、人口約70万人の国際都市であった。ここには日本人民会があり、周辺から避難してきた開拓団員の家族等、約1,000人がみじめな生活をしながら引揚げを待っていた。

私は、ハルビン市政府建設局の下水道の専責エンジニア(技師)として勤務することになった。ここには、私達大連組を含めて、10人余りの日本人技術者がいた。当市の下水道は、満州建国以前から一部建設されており、合流式で、布設管渠等の延長も約160km、放流先はすべて松花江であるが、河畔に6カ所のポンプ排水所があり、それぞれ滞水池が併設されていた。ここで、河川の高水位時に排水ポンプ稼働の経済を計ると共に、晴天時には汚水の沈澱の役目を果たす重要な施設であるが、その中で一番規模の大きなのは、300m×500mの三角形の池であったのには驚いた。着任の5月早々、市内の下水道の実地調査に出たのであるが、ビルの日影にある歩道敷のマンホールの蓋がないので、孔をのぞいたら、破損蓋の上にまだ雪が一杯残っているのを見て、極寒地へきたものだとしみじみ感じた。

当地では零下30度を越えることも珍しくなく、日中零下10度位であれば、今日は暖かいといって話し合ったものである。東西に流れる松花江も、11月から4月中旬頃まで結氷する気候状況である。土壌の凍結深度も50cm以上あったので、冬期水道管の修繕は上部にモミガラ等を堆積し、鉄板で囲って一晩中燃やしてとかし、掘削した。冬は余り風がないのでよかった。管渠の布設工事等も5月はじめ頃より着工したが、掘削も最初30cm程全体的

ハルビン時代の思い出



小坂正次
長野市水道局長

に掘り、次に下層部へと掘り進んだ。下水管の凍結を防ぐため、十月ははじめよりマンホールの斜壁塊の下部に中蓋の板をはめ込み、その上に馬糞を厚さ30cm程かぶせて寒気の侵入を防ぎ、4月になるとこれを取除いた。また、暗渠等の吐口にはゲートがあるが、これを下方までさげた。滞水池の浚渫作業も凍結を利用して掘削したが、これ等の作業は年中行事であった。

満州国内の中共軍による解放も年と共に進み、26年頃より新規の建設事業も大々的に着工された。この年、市内の排水幹線の一部で、開渠部の延長約200mを暗渠に改修する工事を担当した。直営工事である。設計は矩形渠で2.4m×1.92mとした。しかし、地質が悪い上に地下水位が高く、微細砂を伴った湧水が出たので、掘削は難行した。それで当初の計画を変更し、3～4mの基礎杭を打込み、その上に角材を縦方向に敷並べた。地上で製作した底版部のブロック、U字形重量約1トン(縦方向の長さ55cm)を敷桁の上に並べた。この工法により水中掘削も順調に進み、側壁頂版は現場打で工事を進めて無事完成したのであるが、この開渠の両側には、壁に亀裂の入った赤レンガの古い一般民家が多数あった。杭打ちの振動による崩壊等の危険も多分にあるので、この対策に困ったのであるが、結局公安局(警察)より各戸に通達し、工事は重要な工事であるから杭打ちの期間中は立退くこと、万一の場合の責任は負わないとして工事は進めたが、幸い建物の崩落等の被害もなく、無事完成したのは何よりであった。

現在わが国の用地買収、補償等を思うと、全く考えられない事である。翌27年には郊外地域で下水道幹線の建設が大規模で建設されたが、十分な建設機械がないため、いわゆる人海戦術で補ったが、中国人の労務者達はよく働いた。戦後26年、中国の今日のめざましい発展もよくわかるような気がする。

随 想



殿 谷 重 弘

一宮市水道事業管理者

水道界の技術的リーダーシップは、戦前は事業体即ち当局が確保し、すべての面の中心として不動の姿勢を保っていたと思う。

戦後、無い無いづくしの中で戦後処理、復興にかかり、いささかながら水道らしくなってきた昭和27年に地方公営企業法ができた。そして、しばらくの間は企業会計への切替でまごつき、とどのつまりは水道全般を担当していた技術出身の永年一筋に勤続してきた水道課長が、経理系の台頭で工務部門だけを分担する工務課長に格下げされるという現象が全国的に普及し、当時の話題になった。

敗戦国とは考えられぬスピードで国民生活は向上し、生産力の強大化と共に人口の都市集中が甚だしく、別途工業用水道というニューフェイスが仲間入りしても、なおかつ年率20～30%アップのペースで新設拡張事業が続いた。それゆけ、それゆけと追いまわられて普及率も80%をオーバーするに至って、ヤレヤレと世の中を見渡してみたら、戦前当局が持っていた技術的リーダーシップとそのエネルギーは消え失せて当局側にはなく、一部学者先生及びメーカーに移ってしまっていた。

その原因の一端は、地方公営企業法の制定にありとまではいわないし、他にも色々と言明できようが、現実はそうになっている。

ついでながら、普及率が全国で80%を越え、都市ではほぼ100%になれば、水道事業は特定

市民だけの利用に供する事業でなく、特殊な僅かの市民以外全員が日夜利用する事業となり、公共性が益々重要視されてきて、事業体毎のそれぞれの企業性は納得力、説得力を失いつつあるのではないかと思う。水道法と地方公営企業法との関連が論議されるに至る日も、そう遠いことではないように思えるが、どうだろうか？

現在は外国技術の導入もあって、前述の通り当局側は技術的進歩を利用するだけで、技術開発力は皆無に等しく、また戦後の新興サンの一つであるコンサルタントも自らの独自の技術を以ってメーカー側をリードするだけの実力がなく、メーカーと施工業者の技術力を子供の積木遊びの様に組立てているに過ぎないのではないだろうか？しかもケースバイケースに従って各種メーカー等の技術を適格に判断する能力さえ完全であるとは思われないケースも時としてあるのではないだろうか？

当局もコンサルタントも、目前の企業性の困難さに押されて、技術向上開発の努力や投資は弱少で無に等しい。

一方、しかるべきメーカーは、資力と人材を投入して研究開発に努め、この道こそが将来の発展への道であることの認識に立って努力しているようである。

以上、見るところが正しいとするならば、今後ますますメーカーが技術的リーダーシップを維持し、より以上にそれをアピールするであろうことは明確であると判断しなければならぬ。

かくして、メーカー各社はそれぞれの特徴を表面に出し、特殊性を歌いあげて、特許の密度が濃くなってゆくとすれば、共通する部分はそれにつれてせばめられ、常識的な部分だけとなり、商品価値として表現する部分は各社独自の特許品化するのではなからうか。

現在すでにその傾向が表れているが、これ以上に特許品化してくると、従来工事として設計書、図面、仕様書により競争入札によっていたものまで、設計書を作ることをすら不可能となり、競争入札方式はとれなくなり、見積合せまたは随意契約方式にならざるを得な

いのではないかと思う。

当局は、この線に沿って最善の契約方式を検討しなければならぬ。全国各地に聞く塵埃焼却場建設契約にからむ風聞を水道界に持込んではならぬ。

自動車を購入する時、専門技術者がいて、設計書、図面、仕様書を作り、細部まで計算したり、部品の厚さ形状、寸法、重量、材質等を決めたり、検査したりするであろうか。工業の発達の姿は、各種多数の下請協力工場群からなる自動車産業、造船、石油化学工場また近くには住宅産業のごとくプラントメーカーの誕生となり、ユニット化した商品の形をとるのではないか。

業界もよろしく、合併、協同協力化によってグループ化、系列化して、段々と大きくセットしたもの、ユニット化したもの、プラント化したもので商売するようになり、年度別にその部分部分を納めて行く形になるべきではないか。

その都度設計して設計書、図面、仕様書を作り、材料、資材を調達し、労働力を集めて加工組立築造するような時間と労力と資金は一般土木建築部分に限り、水道独自の施設までやっておれなくなるのではないか。一つの施設造りに、当局、コンサルタント、メーカー、施工業者の4グループにそれぞれ技術者をかかえていることが永久にできるのか、また社会的に妥当なのかを想う。

メーカー方よ、その時の目玉商品は何か。そしてすでにお持ちになっていますか？

コンサルタント方よ、ペーパープランを組立てるだけでなく、各種メーカー、施工業者を組織化して、そのリーダーシップを握り、建設工務まで入り、メーカーからの調達、施工業者の指揮監督まで手を染めてこそ、現在および将来の社会の要請に応えることではないのかと思う。

何れにしても、将来はもちろん、今日でも各業界に対して当局側が切実に期待し、求めているのはアフターケヤーであり、アフターサービス付であることの認識を深めていただきたいし、商売の最大要件であることをお忘

れなきよう切望するものである。

各方面のプロジェクトチームの皆さんに一言申し上げる次第である。

古い鑄鉄管



諷藤 猛
函館市水道局長

函館市の赤川浄水場から函館山の中腹にある元町の配水池まで約9,000mにわたり、内径313mm(12.5インチ)と内径375mm(15.5インチ)の2本の鑄鉄製送水管が布設されている。インチサイズであることで相当に古い管であることを想像いただけると思うが、この鑄鉄管が、横浜について本邦2番目に創設された函館市上水道の送水管で、明治22年に布設されたものである。現在まで約80年間にわたり、送水管としての使命を果たしてきたものである。

しかし、寄る年波に勝てないのであろうか、強度、耐久力の低下が著しく、最近とみに破裂回数が多くなり、その維持管理が困難な事態となってきたので、47年度の予算で布設替を決めた。

わが国初期の鑄鉄管の生命の終えんに当たり、その誕生の苦しみ、秘話といったものを回顧することもまた水道管発達のため意義のないことないだろうと思ひ、あえて紹介したい。

われわれ水道技術者が管種を決める場合、工費、耐用年数、用途、地形、地質、水圧、外圧等あらゆる面から検討するが、今日のように管に対する知識も豊富であり、また必要なデータもそろっていても、時にはその決定

に迷う場合がしばしばある。

明治の初期、水道に対する知識や経験も少なく、まだ必要なデータもない時代においては、当事者はさぞ管種の決定に苦心されたことだろうと思う。またこのことは、残された記録からも明らかでもある。

創設水道の原設計は、北海道開拓使鉄道建築兼土木顧問の米人ジョセフ・クロフォードが明治12年に、続いて横浜市の水道を設計した英人ヘンリー・スペンサー・パーマが明治20年にそれぞれ手がけている。しかし実施設計と工事監督は平井晴二郎博士が行っており、このことは日本人による最初の水道として特筆に価するものである。

これら設計者が検討した管種は、鑄鉄管、アスファルト塗鍛鉄管、木管といったようなものであった。現代の技術者には、木管、土管というと、近代戦争に弓や種子島鉄砲を想像するようなこっけいさを感じるであろうが、当時の為政者や市民は真剣になって論議したものである。その頃の函館新聞に建議書として一読者の意見が載せられているが、当時の市民の考え方の一端を知ることができるので要点を紹介する。

「前畧、聞ク所ニヨレバ当区民ノ爲メ一大事業即チ飲料水ヲ赤川ヨリ上水セントノ議ハ既ニ業ニ議決ニナレリト、実ニ区民将来ノ幸福其ノ大ナル豈ニ筆紙ノ能ク尽ス所ナランカ、然レ共此事タル一大土工具ノ永久ヲ期スル爲メ舶載ノ鑄鉄管ヲ以テ伏樋ト為スト其レ又正貨ノ外出ヲ如何センヤ、使令内国製ノ鉄管ヲ用ユルモ亦十余万ノ金額ニ上ラン、然シテ鉄気水質ニ混浸鉄臭ヲ帯ヒルニ至ラン、飲水若シ臭気ヲ帯ヒル共健康上ニ於テモ害ナシト云フヘカラス、巨万ノ金ヲ費シ以テ臭気アラシメンヨリハ穿孔土尾管ヲ用フルノ堅且牢ニシテ水モ亦臭気ナキニ如カサルナリ、今土尾管厚サ二寸以上ナルトキハ其ノ土中ニ在リテ永久ナル事鉄管ノ腐蝕ヲ憂ルカ如キニアラス、実ニ便且利ト云ハサルヲ得ス。ソノ入費ノ如キモ鉄管ヲ用フル三分ノ一ニ止ラスシテ足ルヘシ、後畧」

土尾管とは今日の土管のことであろう。鉄

管と同日に論じているところは、前時代の専門知識のない一市民の話として笑って受けとれるが、ただ管の水質に及ぼす影響についての心配は、以来一世紀になんなんとする現代にも相通ずるものがあり、ただ笑って済まされないものがある。

設計者は、土管、木管について一応検討したが強度、耐久力、施工難といった点から鑄鉄管や鍛鉄管とは比較にならないと論じている。ただ最後まで容易に結論の出なかったのは、鑄鉄管にすべきか鍛鉄管にすべきかということだった。

鍛鉄管といっても、現代の技術者で知っている人は少ないと思う。私も当時の記録を読んで初めて知った次第で、水道管発達の歴史の一端をうかがい知り、興味深いものがあるので、簡単に紹介してみたい。

この管は、当時アメリカのカリフォルニア、ネバダ、オレゴンの三州で相当広範囲に使用されていたもので、主として鉱山、大水利事業に利用されていたらしく、水道用としてはあまり利用されていなかったようである。

構造は、約16分の1インチ(1.6mm)の鉄板を円筒形に加工し、リベットで接合したものを、アスファルトとコールタールの沸騰混合液に浸して塗装したもので、今日のアスファルトジュート巻鋼管の原型と考えられる。現在の鋼管にくらべ厚さが極めて薄く、かつリベット接合で、漏水もなく相当な水圧に耐えることができるものかどうか非常に疑問に思うが、最大径48インチ程度の管まで実用に供されていた事実があり、驚きに耐えない。

当時わが国では、鑄鉄管も鍛鉄管も生産しておらず、いずれも外国からの輸入にたよるざるを得なかったが、運賃を加えた輸入価格は、鍛鉄管の方が3割程度安かった。強度、耐久力において鍛鉄管より鑄鉄管の方がすぐれていることを当時の技術者は認めていたが、創設水道の総工費のうち送水管の工費が半分以上を占めているため、管種の決定いかにが総工費に大きく影響することもあって、設計者もその決定に非常に苦慮したらしく、クロホードは鍛鉄管を平井博士は鑄鉄管をそれぞ

れ区会に答申している。このことは当時の技術者がいかに管種の決定に迷ったかを物語るものであろう。鑄鉄管と鋼管の宿命的ライバル関係がわが国水道創設期時代からほう芽し、今日まで続いている訳だが、このライバル意識がまた両管種の進歩発達を刺激したことも一面考えられる。このことは、人間世界に照らし合わせても相通ずるものがあり、まことに興味深く、今後とも良い意味でのライバル意識を燃やしてもらいたいものだ。

明治20年頃、函館市は区制をとっていたが、水道創設は区として未曾有の一大事業であり、今日の市議会にかわる区議会では、この議案をめぐって長い間論争したもので、とくに管種をどれに決定するか甲論乙ばく、種々論議的となり容易に結論が出なかったことが伝えられている。

しかし「鉄瓶は鉄瓶師、鍋は鍋師のいう処」専門家の意見を聞き入れ、一時の出費を惜しんで悔を将来に残すまいとの意見が大勢を占め、最終答申どおり鑄鉄管採用となった。

今日、かえりみてその識見と先見の明にたいし敬意と讃辞をおしまないものである。

創設水道は、総工費23万5,000円で、明治21年6月に起工し、明治22年12月に竣工している。

工事に使用した資材のほとんどを英国から輸入している。鑄鉄直管、異形管、バルブ類の主要資材は当然と考えられるが、鉛、麻、つるはし、ショベル類の補助資材、工具類まで輸入にたよっているのは、これらの品々までまだ日本では生産していなかったものか、工事の慎重を期したためなのかかわからない。

ただこの間の事情を物語るものとして興味深いのは、陸揚された鉄管1本1本に水圧試験を行なっていることで、舶来万能時代にもかかわらず外国製品だからといって安易に信頼しない技術者の心構えにふれ、後世の技術者としてまた考えさせられるものがある。

試験水圧、方法、試験の結果どの程度の不合格品が出たかの記録が残っていれば、今日との比較ができ、非常に興味深く、かつ参考となるのだが、残念ながら見当らない。

総工事費23万5,000円のうち、輸入経費は16万7,000円で、残り6万7,000円で、仮設費、用地費、材料費（輸入品を除く）、人件費をまかなっているが、いかに明治時代とはいえ、施工費の占める割合の少ないのには驚かされる。

星移り月変りて80年後の今日、布設替えの設計施工にあたり、鑄鉄管にすべきか鋼管にすべきか結論が出ていない。歴史は繰り返すというが、80年前の悩みがまた今日の悩みであることに、何かの因縁を感じる。

海外技術協力 に思う

田 辺 弘

株式会社日本水道
コンサルタント
社長



発展途上国に対する先進国の経済、技術協力は、いわゆる南北間の経済格差をできるだけ縮め、ひいては世界の平和を達成しようというのが、その理念であることについては、いまさら言及するまでもないだろう。

筆者は私どものファームを創設以来、今日までの13年の間、この海外技術協力は、私どもコンサルタントに課せられた大きな責務であると受けとめ、微力ながら、しかもファーム創設間もない、経済的にかなり苦しいなかで、私なりに相当な努力を払ってきたつもりである。

当初は、外務省や通産省、海外技術協力事業団などの派遣でアフリカのガーナやナイジェリア、インドネシア、メキシコ、南米のパラガイ、フィリピン、中華民国の台北市、韓国などの水道や下水道の計画の調査や企画な

どに当たった。また、独力でもフィリピンのバギオ市の水道計画の調査などを行なった。

その間、英会話の必要に迫られて、本社、支所の別なく研修会を開催したり、夜学に通ったりして、英会話の力を少しでもつけるように努めた。しかし、私どもコンサルタントは、出張の機会が多いために集団研修は極めて困難であって、大した効果はあげられなかった。

そして、またたく間に8年の歳月が経過して、1968年にいたり、ようやく世界銀行の融資が内定していたパキスタンのラホール市（西パキスタンの首都で人口約200万余り）の上下水道事業の設計、工事監理の業務の受託に成功することができた。このプロジェクトは、大規模プロジェクト受託の最初のものであり、しかも受託が極めて困難であるといわれている世銀プロジェクトであるだけに、契約決定のときの感激はひとしおであった。

翌1968年には、引き続き韓国で蔚山（うるさん）工業地区と浦項製鉄所の工業用水道の基本計画などの委託をうけた。そして、昨1971年にいたり、インドネシアの首都ジャカルタ市（人口約500万）の水道整備事業、中華民国首都台北市の水道第3期計画、沖縄の広域水道計画を受託、現在その作業に取り組んでいる。

近年、ことに昨年から大規模プロジェクトを次々と受託できて、一見いかにもたんたんなる道を楽々と走っているように見えるかも知れない。しかしながら、事実は正反対で、極めて困難な道をあえぎあえぎ歩いているのが実態であるといわなければならない。

受託前の、場合によっては一兩年にも及ぶ無料の技術サービス、遂に受託にいたらなかった数多いプロジェクト、語学研修と語学手当、毎年海外に視察や留学に4、5名の派遣、英語の権威者やアメリカの大学出身者や外語大学出身者の招聘、国連、世銀、アジア銀に対する絶えざる接触、さらに世銀プロジェクトで要求される全く新しい調査項目の研修など、かぞえあげれば際限がない。

このような努力は、海外進出には好むと好

まざるにかかわらず、どうしても払わなければならない高価な代価であることを知らなければならない。現在の私どもの努力は、決して十分とは考えているものではなく、さらに苦しい努力を積み重ねなければならないと痛感しているのである。

数十年にも及ぶ長い歴史をもった欧米の一流コンサルタントに伍して、東南アジアや中近東で、あるいは遠く中南米やアフリカで活躍しておられるわが国の有力コンサルタントを思うとき、今日までに払われた努力と苦心は、到底筆舌につくせないものがあつたであろうとつくづく頭のさがる思いがする。

海外技術協力に当たって、われわれ日本のコンサルタントには、いろいろの弱点があることを指摘されている。そのうちでも、なんといっても国際語ともいべき英語に弱いことが致命的な弱点であるといわれている。

考えてみると、私どもは中学に入ってから大学を出るまでの10年余りの間、英語の勉強にはずいぶんと時間をさいたし、また苦しめられたものである。それなのに、実社会に出

てみて、身につけた英語力がほとんど役に立たないのは、いったいどうしたことだろう。本を読むことは、辞書を使えばある程度はなんとかなるものだが、英語で正しく書くとか英会話にいたっては、全く手も足も出ないというのが普通ではなからうか。

英語が現代においては、最も有力な国際語になっている実態と、今後国際化が従来にも増して急速に進むであろうことを考えるとき、従来の英語教育のあり方が、根本的に再検討されなければならないだろう。英語でしゃべりかつ書くことができるように、実用英語を身につけることが緊急の課題であろう。また、語学の勉強には年令が若いほど上達のはやいといわれている。幼稚園から英語の勉強を始めたら、かなりのところまでいけるのではなからうか。

いわずれにしても、わが国の教育制度の中での英語教育のあり方について、早急に、しかも真剣に再検討されなければならないと、つくづく思うのである。

誌|上
講|座

塗装およびライニング〈3〉

日本鑄鉄管協会技術専門委員会委員 長尾正三

9. 塗装の下地処理

塗装においては、その下地処理が塗装の耐久性と重要な関連をもっている。下地処理方法としては種々の方法が行われているが、これらを一覧表にして表-1に示す。これらの下地処理の程度に関する等級については公的なものはないが、表-1に示すような種別が一般に行われている。また、塗替えの場合の等級としても表-3、4に示す種別が行われて塗装業界では慣例的に行われている。

一般に鋼製構造物を重防食する場合には、表-2、3に示すA一級またはB一級程度の素地調整が必要とされるが、鑄鉄製品の場合は鑄物表面の鑄肌の耐食性および発生する錆の鑄鉄表面への密着性の良好なることなどを考慮に入れて、A二級、B二級程度の下地処理が行なわれる場合が多い。このような下地処理が行なわれた後は空気中の湿気の吸着、異物の付着、ひいては発錆にまで至るのを防ぐため、できるだけ速かに塗装（プライマーの塗布もこれに入る）し、鉄表面を外気との直接接触から遮断してやる必要がある。

10. 塗装厚および塗重ね

塗装の方法は前々号で説明した通り種々の方法があるが、一般の土木建築・造船などに

使用される大型鉄構造物の場合は主にエアレスプレーが採用されている。エアレス塗装によると一度にかなりの厚膜の塗装が行ない得る。

塗装が十分な防食能力を発揮するには、塗料の組成自体の性能が、かなりの重要性を占めることは否定できないが、それにもまして必要な条件は最低限以上の塗膜厚を持つことである。R.P.Pierceによると図-1に示す通り、塗膜厚が3 mil以下であると塗膜に早期欠陥の発生する確率がかなり高いのに対して5 mil以上の塗膜厚になるとその早期欠陥の発生する可能性は非常に低くなっている。この図から一般に長期間にわたって重防食の効果を発揮するためには100 μ 以上の塗膜厚が必要だという一般の基準は裏付けられているといえる。

図-1 膜厚と塗膜欠陥の早期発生との関係
(R. P. Pierce: Corrosion, 8[5]. 178 (1962))

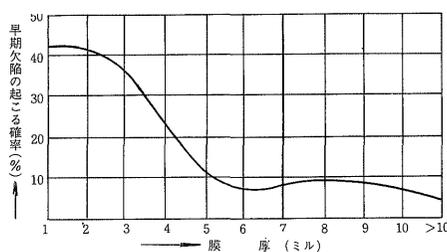


表-1 下地処理方法の種類

処理方法		長所	短所	短所に対する解決策	施工時間	素地の程度	
さ	サンドブラスト	乾式	ミルスケール、赤さび、よごれが完全にとれる。複雑な形状のものでも処理できる。	砂、ほこりの飛散が著しい。	周辺のものにカバーをする。ほかに影響の少ない時間、たとえば夜間に作業する。	任意なとき。	A
		湿式	ミルスケール、赤さび、よごれが完全にとれる。ほこりの飛散が少ない。複雑な形状のものでも処理できる。	水を使うので処理後赤さびが出やすい。乾式に比べて能率が低い。	使用する水の中に防せい剤を混入しておくかあるいは処理後ただちに防せい剤を塗付する。	任意なとき。	A'
	バキウムブラスト	ミルスケール、赤さび、よごれが完全にとれる。ほこりの飛散が少ない。	凹凸の多い部分および、かどの部分ではほこりの吸収が充分でない。	—	任意なとき。	A	
	ショットブラスト	ミルスケール、赤さび、よごれが完全にとれる。人手がかからない。衛生的で大量に処理できる。	プレート以外は処理できない。したがってさび落とし後長時間放置されるので赤さびが発生する結果になりやすい。	防せい剤、さび止め塗料などをただちに塗り、一時的さび止めを行なう。	単位鋼材中、曲面は施工できない。	A	
	フレームクリーナー	ミルスケール、有機質、よごれの除去が簡単である。処理直後塗装すれば温度が上がっているので乾燥が早い。	薄いミルスケールおよび赤さびは落ちにくい。	他の方法と併用すると非常に有効である。	任意なとき、主として塗装直前。	A'	
	チューブクリーナー	素材の状態に応じ、先端の器具を変え能率的に除せい(錆)できる。ほこりの発生が少ない。比較的手軽にだれでも扱える。	上記の方法より能率が悪い	作業中のさび落とし、運転中の素地調整など部分的施工に用いる。	塗装直前	B	
	ワイヤブラシ	凹凸の多い面を手軽に掃除できる。	除せいが完全にできない。ミルスケールは落ちにくい。	応急的用途または小部分の補修に用いる。	塗装直前	C	
	スクレーパーケレンのみ	付着力のよいさびやよごれを手軽にかき落とすことができる。	凹凸の多い面では有効ではない。大面積に実施困難である。	応急的用途または小部分の補修に用いる。	塗装直前	C	
	ハンマー	きわめて軽いさび、旧塗膜などの除去に適する。	大面積には実施困難である。やわらかいものは落ちない。	応急的用途または小部分の補修に用いる。	塗装直前	C	
	自然放置	ミルスケールが自然にとれる。鋼材面が安定し、孔食発生率が少ない。	長期間を要するため広い材料置場を必要とし、赤さびの発生も著しい。	—	—	C	
去	酸洗い	ミルスケール、さびが完全に除去できる。	処理後素材面を中性にする必要がある。巨大な鉄板は処置できない。	防せい剤、防せい塗料などをただちに塗り一時的な防せいを行なう。	単位鋼材中	A'	
	脱脂	溶剤洗い	簡単にふきとれる。	スラッジのようなものは除去しにくい。	合成洗剤入りの洗い溶剤もある。スラッジはスクレーパーでかき落とししてからふきとる。	塗装直前	—
の付与	防食性	りん酸や溶剤	上塗り塗料の付着性を増し防せい性も向上する。切断溶接作業に影響を与えない。	りん酸防食膜がもろく、小さい衝撃でもはがれやすい。	—	さび落とし直後	A~A'
	エッチングプライマー、ウォッシュプライマー	上塗り塗料の付着性を増し防せい性も向上する。柔軟性に富む。	温度の高いときは塗装できない。耐水性が充分でない(屋外暴露にやや弱い)。	耐候性の良い長期暴露形ウォッシュプライマーが使用され始めた。	さび落とし直後	(A)	

[注] A、最もよい。A'はAにつぐ。BよりC 効果が十分でない。

表-2 下地処理の等級(新設の場合)

種 別	程 度	方法および使用工具
A 一 級	黒皮、さび、油脂類その他の付着物を完全に除去し鉄素地を露出する。	サンドブラスト、ショットブラスト法、または化成皮膜処理法。 (鉄鋼メーカーの工場施工)
A 二 級	発錆をともしない連続緻密な黒皮は除去せず、その他の黒皮、さび、油脂、水分などを十分に除去する。	チューブクリーナー、ディスクサンダー、パワーブラシなどの機械ケレンおよび、スクレーパー、ワイヤーブラシなどを併用。
A 三 級	浮いて剝離し易い黒皮、浮さび、油脂類、水分などを除去する。	スクレーパー、ワイヤーブラシなど、主として手工具を使用する。

表-3 下地処理の等級(塗り直しの場合-1)

種 別	程 度	方法および使用工具
B 一 級	付着物はもちろんのこと、黒皮、さび、水分および旧塗膜も完全に除去し、全面的に鉄素地を露出し清掃する。さらに付着薬品のはなはだしい場合は、金属表面処理液を全面に塗付した後、蒸気洗浄その他の方法で清掃後乾燥させる。	付着物の除去は水洗、蒸気洗浄を行ない、チューブクリーナーなどの機械ケレンを主体とし、不可能な箇所はハンマー、スクレーパー、ワイヤーブラシなどで丁寧施工する。さらに金属表面処理液の使用。
B 二 級	付着物を丁寧に除去した後、ハクリ、発錆部は、その周辺も十分なケレンにより鉄素地を露出するまでさびを除去する。旧塗膜中素地によく密着している活膜部は、軽度のケレンのみで残してもよい。	チューブクリーナー、ディスクサンダーなどの機械ケレンを主とし、それにハンマー、スクレーパー、ワイヤーブラシなどの手ケレンを併用する。
B 三 級	付着物を除去した後、旧塗膜中素地によく密着している活膜部を残し、浮さび、死膜部分を除去し清掃する。	ハンマー、スクレーパー、ワイヤーブラシなどの手工具を主体に施工する。

表-4 下地処理の等級(塗り直しの場合-2)

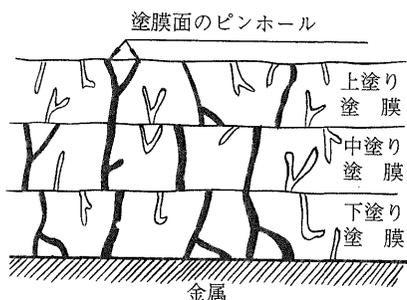
1種ケレン	塗膜、その他の付着物を完全に除去し、鉄肌が露出し、表面がピカピカになる程度
2種ケレン	塗膜、その他の付着物を完全に除去し、鉄肌の薄い黒皮よりの斑点は残してもよい程度
3種ケレン	塗膜の活膜部は残すが、それ以外のところは2種ケレンとする。
4種ケレン	鉄桁のケレンとして望ましくないもので、ハクリ、浮塗膜、浮錆を取除き、その他ワイヤーブラシで清掃する程度

一方、塗装の防食性能は同一膜厚ならば塗装回数が多い方が優れており、塗重ねの重要性が指摘される。この間の事情を図示すると図-2、3の通りである。すなわち、溶剤型の塗料を用いた場合には溶剤の揮散跡や、空気の巻込みなどによる微細なピンホールが発生することは不可避である。これは塗膜をいかに厚くしようとも解消できないものである。しかしながら、このような塗膜を2~3回と塗重ねることによって塗膜全体を貫通するピンホールをなくすることができる原理により防食性能がはるかに信頼性が高くなる。これ

は塗膜の電気絶縁性能の電解質溶液中での経時変化によって事実を確認できる。すなわち1回塗り、3回塗りそれぞれほぼ100 μ の乾燥塗膜厚になるように塗装した、タールエポキシ塗装の3%食塩水中での塗膜抵抗は1回塗りでは比較的短時間で低下する傾向を示すのに反し、2回塗り、3回塗り塗膜では長期間においてもあまり低下を示さず、2回塗りと3回塗りとの差はあまり大きくはない。

このことから見て塗装においては塗膜だけではなく、塗装回数が大きな役割りを占めるので留意する必要がある。また一方、塗膜を

図一 2 塗膜の塗り重ねによる
ピンホールの防止効果



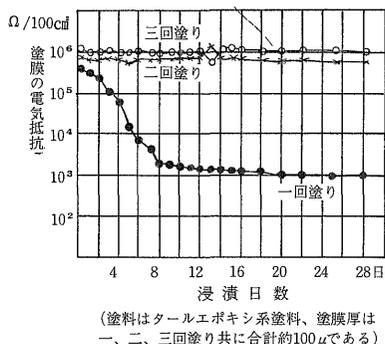
塗重ねる場合には同一の塗料を塗重ねる場合にはあまり問題はないが、下塗り塗料と仕上げ塗り塗料が異なる場合にはその塗料系が十分相溶性があり、塗装系として十分考慮されていることが必要であり、誤って塗装を行なうと層間剝離、硬化不能、色のニジミ、ブリージングなどの欠陥が発生するため慎重に配慮する必要がある。

11. 塗装時の塗料の調整

塗装に際しては、採用する塗装方法によって塗料を調整する必要がある。まず、最も重要な点は塗料の粘度調整であろう。エアレススプレー、刷毛塗り、エアースプレーの順で高い粘度の塗料でも塗装できる。この時に粘度を測定する器具として最も広く用いられるものに、フォードカップがある。これは一定のオリフィスを持ったカップに塗料を一様に満たし、その塗料が完全に流出してしまうまでの秒数で表わす粘度であるが、米国のフォード自動車(株)が塗装の品質管理を行なうために考案したために、この名がつけられている。

この方法は非常に簡便で、しかも再現性が良いため一般に工場塗装で広く用いられている。しかしながら、最近のタールエポキシ塗料のごとく、マスティック系の非常に高粘度の場合には、塗料がカップから流出するのに非常に時間を要したり、再現性が悪いため、塗料中で円筒などを回転させ、その時の抵抗で粘度を測定する回転粘度計が用いられる。

図一 3 塗膜の絶縁抵抗に及ぼす
塗り重ね回数の効果



このような粘度計を用いて塗料の粘度を所定の値になるように調整するのであるが、この時に用いられるのが希釈剤(シンナー)である。溶剤と希釈剤との差は、溶質(塗料の場合はビヒクルに用いられている樹脂または乾性油など)に対する溶解力の差によるものであり、次のごとくである。

溶剤とは、単独で溶質を溶解するものをいい、希釈剤とは溶質に対する溶解力はないが溶液(塗料)に加えてもある程度までは溶質の分離、析出、沈澱などを起こさないものをいい、中間的なものとして助溶剤といって、単独では溶質を溶解しないが、他の溶剤と併用すると溶解する能力のあるものがある。

今日のように塗料に用いられる樹脂が多数になってくると、すべての樹脂に対する溶解力が完全であるような溶剤はないため、特定の塗料に対するシンナーは、他の塗料に対してはシンナーの効果を発揮せず、逆に樹脂を析出せしめたり、分離さす逆効果を発揮する場合があるため、その塗料用に指定されたシンナー以外のものは使用しないように留意することが必要である(極端な場合には、シンナーの使用を誤ると溶解性が悪くなると共に逆に乾燥性も悪くなり、塗膜が硬化しない場合も起こってくる)。

塗料の調整の今一つの大きな分野として、二液型または多液型の塗料の配合がある。エ

ポキシ樹脂、ウレタン樹脂塗料などは、基材と硬化剤とが所定割合に完全に混合均一化されて初めて化学反応が完結するのであるから、秤などを用いて正確に配合し、十分に攪拌することが必要であり、目測や勘で配合したり、混合に労力をおしんではならない。

美観を目的とする塗装においては、塗料の調整のうちに調色が大きなウエイトを占める。この調色は、一定の見本色を見て与えられた色から、それぞれがどのような割合で混合されているかを調べ、これを攪拌混合して見本色の塗料を作り、これを塗布乾燥させ、見本色と比較し、色相、明度、彩度を合わせる作業をいうのであるが、これは非常な熟練を要し、現場における作業上の最大のネックの一つになっているが、最近では機械的に調色を

行なう方法が次第に出現してきつつある。

この調色の基礎となるのは、科学的な色彩の表現方法であるが、これに関してはマンセル表色表および日本塗料工業会の標準色が日本では広く用いられている。

12. 塗装の仕様規格

以上述べてきたように、塗装についてはその品質を左右する因子が非常に多く、所定の品質の塗装を得るためには細心の留意が必要であるが、その品質を確保するためのチェックポイントを一覧表にして示すと表-5のようになる。すなわち、塗料および塗装の仕様書として表-4の各項目をそれぞれ指定しておけばほぼ所望の品質が得られることになる。

実際の塗装の規格の例として、現在日本水

表-5 塗装の仕様、管理項目一覧表

下地処理	機械的処理	サンドブラスト、ショットブラスト、ワイヤーブラシ、グラインディング、サンドペーパー etc.	
	代学的処理	溶剤洗滌、エマルジョン系処理、酸洗滌、アルカリ洗滌、etc.	
	処理後塗装迄の処置	放置期間の制限、防塵処置、保管場所の制限	
塗料	塗料の種類	下塗り、中塗り、仕上げ塗り、品質性能規定	
	塗料の組成	顔料	種類、組み合わせ、濃度(PVC)
		樹脂	種類、グレード、組み合わせ
		溶剤	種類、組み合わせ
	保管	保管条件、保管期限(有効期間)	
希釈	専門シンナーの種類、希釈限度、適正粘度		
配合	配合比、混合方法、熟成方法、可使用時間		
塗装作業	塗装方法	エアースプレー、エアレスプレー、浸漬塗装、静電塗装、電着塗装、刷毛塗り	
	塗装条件	温度、湿度、粉塵、被塗物の温度、屋内、屋外 etc.	
	塗装厚 塗り重ね	膜厚の上限、下限、塗布量 塗り重ね回数、塗り重ねの期間(上限、下限)	
乾燥	常温乾燥、加熱乾燥、放射線乾燥 etc.		
	乾燥時間	指触乾燥、硬化乾燥、完全硬化	
	加熱乾燥	セッティングタイム、加熱速度、加熱温度、加熱時間、室内風速、加熱炉形式	
検査	外観検査、色彩検査、膜厚検査、絶縁検査(pin hole検査)、硬度検査 etc.		

道協会にて審議中のコールタールエポキシ系塗料塗装方法の規格を表-6に示す。

鋳鉄管の塗装についての規格は、鋳鉄管自体の耐食性が優れているため、鋼管の場合の

ように厳格な防食塗装に関する規格は決められていないが、参考までに日本、米国、英国などにおける鋳鉄管の塗装の規格をまとめて表-7に示す。

表-6 JWVA K 115 水道用タールエポキシ系塗料塗装方法の規格(案)

	規	定
下地処理	プラスト、グラインディング、ワイヤーブラッシング又は化学処理、下地処理を行った後の面は再び汚染されないように保護する。水分が付着した時は乾燥を十分行う。ショッププライマーにて下地面を保護出来る。	
塗料※	エポキシ樹脂、コールタール、膨潤炭、硬化剤、顔料を主成分とし、反応型の塗料で、塗膜中に硬化エポキシ樹脂30%以上含むこと。 有効期限内に使用すること。 所定混合割合に基材、硬化剤を混合し、十分に攪拌すること。 専用シンナーで、指定範囲内で希釈することが可能。 所定の可使時間以内に使用すること。	
塗装作業	機械塗り(トラフ式、フィードライン式、自動スプレー方式)、刷毛塗り、ハンドスプレー。塗り重ねは指定の塗装間隔で行う。被塗物を予熱する時は指定の温度迄加熱可能。塗装後、塗面に異物の付着、損傷のないよう保護する。 塗膜厚さ 0.3mm以上	
乾燥	特に規定なし、工事現場における塗装方法の項で、通水迄の塗膜の養生の項で、この養生期間は完全乾燥時間を考慮して決めるとしているのみ。	
検査	外観目視検査 異物の混入、塗りむら、ピンホール、塗りもれなく、均一な塗膜であること。 塗膜厚さ 電磁微厚計その他チェック 絶縁検査 1200~1500DC・Vのホリデーディテクターによる。 密着性検査 はつり試験でチェック	

※塗料としての性能規格

試験項目	規	定
容器の中での状態	かき混ぜた時堅いかたまりがなく一様になること。	
混合性	均等に混合すること。	
作業性	作業に支障のないこと。	
乾燥時間	塗膜厚さ 0.3mm	指触乾燥 7時間以内 硬化乾燥 48時間以内
	塗膜厚さ 0.15mm	指触乾燥 3時間以内 硬化乾燥 24時間以内
塗膜の外観	はけ目、流れが著しくなく、ワレを生じないこと。	
曲げ試験	きれつ発生迄の撓み	38mm以上
	38mm撓んだ時のはく離面積	はく離のないこと。
衝撃試験	直接衝撃によるはく離面積	3 cm ² 以下
	間接衝撃によるはく離面積	はく離がないこと。
低温高温繰り返し試験	きれつ、はくワレのないこと。	
密着性試験	はげないこと。	
塩水噴霧試験	さび、ふくれ、割れがないこと。	
溶解試験	付属書による。	

表一七 鑄鉄管の塗装方法の規格

	JWWA 鑄鉄管の塗装関係の規格 (JWWA G 104. G 105. G 106. G 108. G 109)	外国の規格の規定
下地処理	錆、スケール、塵埃、油などを十分に除去する	
塗料	1. 精製コールタールにボイル油、乾性油などを2%以上配合したもの。 2. 精製瀝青に樹脂塗料を加えた常温乾燥型塗料	DIN 28500 塗料は水溶性成分を含まないこと。 ASA. A21. 6~9 塗料はアスファルト又はコールタールベースであること。 BS 1211. 78, 2035 コールタールであること。
塗装方法および乾燥	1. 浸漬塗り：鑄鉄管を120~150℃に加熱し、約80~100℃に加温した塗料浴槽中に浸漬塗装し、大気中で乾燥さす。 2. 常温で(エアレススプレー、エアースプレー、刷毛塗りなど)塗装し、大気中で乾燥さす。	ASA. 塗膜厚は25μ以上のこと BS. 加熱浸漬塗り
検査	外観検査：アワ、フクレ、ハガレ、塗りだま、塗り残し、粘着のないこと、滑かなこと。 衛生検査：75mmφ 塗装管の内面に湛水して臭味、濁度、KMnO ₄ 消費量を検査。 耐熱性：寒暑によって異常の生じないこと。	ASA. 48hr 乾燥後、湛水に色、臭味を与えないこと。 BS 1.5hr 乾燥後、タール臭のないこと。湛水に味を与えないこと。63℃で垂下せず、0℃で脆くないこと。 DIN. 管を洗滌後、水に臭味色を与えないこと。

以上のように、塗装における仕上り検査は外観で判定される場合が多いが、塗膜の状態を表現するのに専門的な熟語が多く使用されるので、それらについて簡単に説明する。

流れ：塗料の粘度不適正、厚塗り

刷毛目：塗料粘度の不適正

ガン肌：スプレーガンと被塗物の距離関係が適正でないため生ずる塗膜面の荒れで、塗料のレベリング性能が悪いとそのままの状態乾燥する。

はじき：下地処理の不適正

艶むら：色むら

ピンホール、気泡：シンナー・溶剤の不適正、急激な乾燥、塗料粘度の不適正

にじみ(ブリード)：上塗り塗料の溶剤が下塗りの塗膜を溶解し、この色が上塗り塗膜中ににじみ出て本来の上塗り塗料の色調を発揮できないものをいう。

わ：上乾きが原因で表面のみが収縮してしわをつくる。厚塗り、急激な乾燥、上塗りと下塗りの不適合により起こる。

白化(ブラッシング)：塗膜から溶剤が急激に蒸発して塗膜の表面が急冷され、空気中の水分が凝結し塗面が荒れることをいう。高温高湿時の低沸点溶剤を使用したスプレー時に生ずる。

もどり：塗装後いつまでたっても塗膜が硬化しなかったり、いったん乾燥した塗膜がその後粘着性が生ずることをいい、油性系塗料の場合や、二液型塗料の硬化剤の混合不完全な時に起こりやすい。

白亜化(チョーキング)：塗料中のビヒクル(展色剤)が熱、紫外線、酸素、風雨などの影響で分解劣化し、表面層の顔料が露出し、表面に粉体状に付着したような状態になることをいう。

ふくれ(プリスター)：長期間塗膜が水中または高湿度下に保持された時などに塗膜が下地金属からはなれて浮き上がり、ふくれを生ずる。また、下地金属中の包含ガスが塗膜硬化後に発生する場合や、乾燥不十分な時に急激に加熱する

ことによって起こる場合もある。

ひび、亀裂(チェックング、クラッキング)：

塗膜が経時と共に成分の酸化重合がさらに進み、また塗膜中の可塑剤の揮散などで塗膜の柔軟性が失われ、塗膜の膨脹収縮が下地金属のそれと追従できなくなって膜面に亀裂を生ずる。亀裂が軽度で塗膜の表面層のみの場合をチェックングといい、塗膜全体に亀裂が通り下地金属に達したものをクラッキングといい、ついには塗膜の剝離に達する。

やけ：塗膜中の展色剤が重合の不適正のため黄褐色に着色することをいう。

変色：塗膜中の顔料、染料が外部の刺激によって変色するものである。

13. ライニング

ライニングとは、本講座の第1回目に説明したように、コーティング塗装の塗膜厚の厚いものを指しており、コーティング塗装との間に判然とした区別はないが、0.3mm以上程度の膜厚を有する防食被覆と考えてよい。ライニングを金属体表面に施工する方法としては、次のような方法が一般に採用されている。

1) シート貼付け法

ゴムのごとき可撓性のあるシートを接着剤を介して下地金属に貼り付け、ライニングする方法であり、ゴムライニングにおいては未加硫のゴムシートを、下地金属の表面に接着剤を塗布した上にローラーを使って、隙間の残らないように貼り付けていき、その後全体を加熱して、ゴムを加硫すると共に下地金属との間に接着力を強化せしめるものである。ゴムの材質としては、天然ゴムのほかにネオプレン、その他の合成ゴムの適当なものが利用でき、用途に応じた選択が可能である。

また、ライニングゴムの硬度としては、軟質ゴムおよび硬質エポナイトの2種があり、前者は耐摩耗性を要求する場合に使用され、後者は特に耐薬品性を要求する場合に用いられる。

シートを貼り付ける場合、生ゴムは非常に可塑性が高く、小さな力で容易に変形するため、複雑な形状のものでも容易にかつ確実にライニングができ、なおかつ加硫完了後も軟質ゴムの場合は初期変形における弾性係数が極端に低いため、ライニング面に残留応力が発生することはほとんどなく、信頼性は非常に高い。

2) ライナーはめ込み

硬質塩化ビニル、ポリエチレンのような硬質のシートであらかじめ所定の形状に成型したライナーを、ライニングする下地金属にはめ込んでライニングする方法であり、必ずしもライナーと下地金属とは接着して用いられるとはかぎっていない。そのため、温度変化がある場合には、ライナーと下地金属との熱膨脹率の差が大きいため、両者の接着が行なわれていない時には応力が均一に分布せず、一部に集中する可能性があるため、設計をうまくするよう留意しなければならない。

3) 加熱溶融ライニング

コールタールエナメル、アスファルト、熱可塑性樹脂のような加熱によって溶融流動化する樹脂を流し込んで塗布、ライニングし、冷却固化せしめて成膜させる方法である。

この方法でライニングする場合には、下地金属とライニングとが良く密着する必要があるため、そのためにプライマーを使用する。一般に樹脂は凝固収縮が大きく、熱膨脹係数も金属に比して大きいため、冷却硬化するまでに大きな応力がライニング面に発生する可能性があるため、樹脂に充填剤を加えたり種々の対策がとられている。

また、加熱溶融に際しては、その温度または保持時間などの熱履歴によって、樹脂が脆化などの劣化を生ずる傾向があるので留意することが必要である。

4) 無溶剤性反応型樹脂

によるライニング

エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ポリウ

レタン樹脂などの熱硬化性樹脂を使用前に硬化剤として混合し、コテ、ヘラ、高圧エアレススプレーガンなどで下地金属面にライニングして、常温または加熱して硬化せしめる方法であり、この際に補強剤としてガラスクロスやガラスチョップを用いてFRPとしてライニングする方法がとられることが多い。

この熱硬化型樹脂の場合も、硬化時の収縮が大きい場合には製品の密着性、耐久力に問題が生ずる場合があるので、それを補償する対策をうまく設計する必要がある。

5) 溶液ライニング

ライニングしようとする樹脂を溶剤に溶かして塗装し、これを何回もくり返して所定の厚みになるようにライニングする方法であるが、1回塗りであり厚く塗装できない場合には、塗重ねの回数が多くなりすぎたり、溶剤の揮散が完全に行ない得ないほど面倒であり、あまりライニングとしては用いられない。

6) ディスパージョンライニング

フッ素樹脂などの溶剤に溶けない樹脂のライニング方法として発達した方法で、樹脂粉末を水または有機溶剤中に分散させたディスパージョンをスプレーガンで下地金属の表面に塗装し、乾燥後に加熱して樹脂粉末を溶融成膜せしめライニングする方法であり、この操作を数回くり返す。テフロン、フッ化塩化エチレンなどのフッ化樹脂のライニング方法としては広く用いられている。

7) ゴルコーティング

塩化ビニルなどの樹脂粉末に多量の液状可塑剤を加えて、流動性のあるプラスティゾルとしたものを下地金属に浸漬塗り、スプレー塗りなどで塗装を行ない、そのものを加熱することにより樹脂中に可塑剤が溶け込み、可

塑化樹脂の連続皮膜が成膜され、ライニングする方法であるが、ゾル状にするため多量の可塑剤が必要とされ、従って樹脂自体の耐薬品性、機械的性能が十分に発揮されない欠点がある。

8) 粉体ライニング

ポリエチレン、塩化ビニル、エポキシ、ナイロンなどの粉体樹脂を下地金属に吹付け、加熱融着させる方法であるが、その方法としては、流動浸漬法、粉体溶射法、静電粉体塗装法、回転熔融法などが実用化されている。いずれの場合も、粉体を熔融成膜せしめる温度、保持時間などを厳密にコントロールしないと劣化する可能性があり、また樹脂の流動性が完全に期待できないため、空気巻き込みを避け得られない欠点がある。

9) 無機物モルタルライニング

セメントモルタル、耐酸モルタルのようなモルタルをコテ、ヘラによる塗布法、ある程度の流動性を持ったモルタルとして流込み、遠心力などでライニングする方法であり、いずれの場合でも流動性にするために用いた水は、モルタル自体の水和反応に利用されると共に、一部は蒸発逸散するため多孔性であることは避けられない。しかし、これらのライニングでは厚さが数mm以上の厚肉であるのが普通であり、上述のような有機物ライニングに比して、厚みによる信頼性が大きく寄与している。

このような方法でライニングが施こされるわけであるが、そのライニングの性質は、そこで使用される樹脂の性能と、ライニングの施工方法の両者がかみ合って発揮されるものであり、それぞれ用途に適した材料、施工方法を選択する必要があるといえる。

(完)

■ 技術相談室



〔問〕

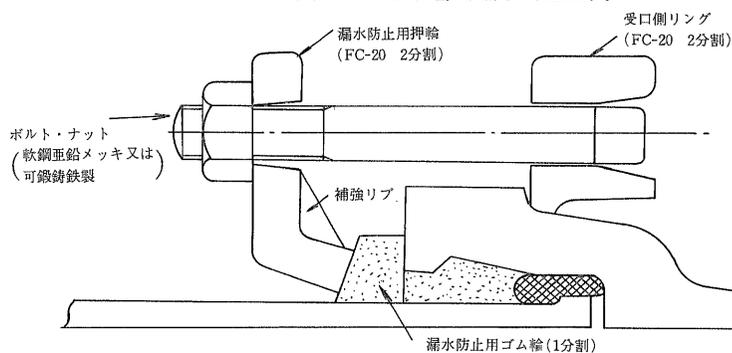
タイトン管の接手部漏水補修金具というものはあるのか？

〔答〕

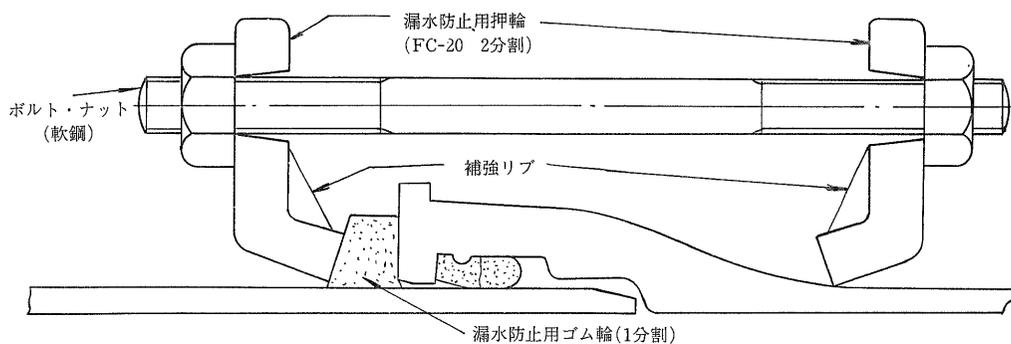
タイトン管は、漏水の確率が非常に小さいため、専用の漏水防止金具は現在のところ市販されていない。万一漏水した場合は市販されているC形(印籠形)管用漏水防止金具(図

一1)を流用することが可能である。しかし、C形管の受口外径はタイトン管の受口外径より大きいため、受口部に引っ掛けるリング(二つ割)が使用できない。従ってタイトン管に流用する場合には図一2に示すごとく金具の押輪を挿と受けに計2コ使用すると同時に、これらを締め付けるためのボルトをC形用のボルトより長くする必要がある。

図一1 C形管用漏水防止金具



図一2 タイトン管に漏水防止金具を取り付けた状態図



性能試験結果 (250φ)

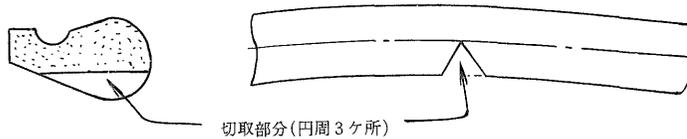
タイトン管のゴム輪の一部分(円周3カ所)を切り取り(注)充水しただけで接手部から漏

水する状態にして試験した結果、表のような性能であった。

性能試験結果

呼 び 径	試 験 項 目	試 験 結 果	
250φ	耐 水 圧 試 験	ゴム輪継目上側	
		水圧 18kg/cm ² で漏水	
	曲 げ 水 圧 試 験	ゴム輪継目上側	ゴム輪継目下側
		接手部の曲げ角度 7°	接手部の曲げ角度 7°
		水圧 10kg/cm ² で異常なし	水圧10kg/cm ² で異常なし

(注) 供試ゴム輪の切取部分は下図のごとくした。



以上のごとく性能は十分期待できるが、いまままでにこれを使用した例はない。

(回答者：日本鑄鉄管協会配管技術分科会 委員 酒井健次)

〔問〕

ダクタイル鑄鉄管のモルタルライニングについて、亀裂や剥離の心配はないだろうか。

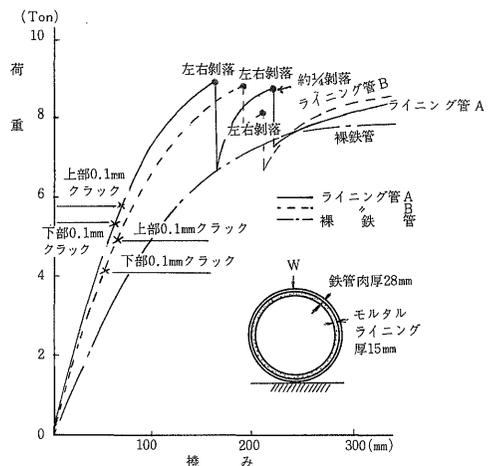
〔答〕

モルタルライニング ダクタイル管が地下に埋設された状態でライニングに亀裂が入ったり、モルタルが剥落するようなことはないだろうかという質問があるので、モルタルライニング管の安全性について説明する。

1. ライニング管のへん平試験

まず、ライニング管を輪切りにした状態で鉛直方向に荷重を加えたときのクラック発生時の荷重、撓み、およびモルタル剥落時の荷重、撓みを実験例でみていただきたい。

2,000φダクタイル管へん平試験

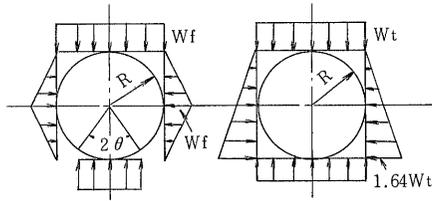


実験から0.1mmのクラックが発生するときの撓みはほぼ呼び径の3%前後で、そのクラ

ックが発達して鉄管と完全に剝離するときの
 撓みは、呼び径の約7%前後(約150mm)とい
 うことであって、モルタルのアーチ効果が極
 めて大きいことがわかっていただけると思う。

2. ダクト管の埋設下での撓み

埋設管に作用する土荷重、活荷重の分布を
 現在の日本鑄鉄管協会管厚式の条件で図示す
 ると、次のごとくである。



埋設土による荷重分布 トラック荷重による荷重分布

この場合、理論撓みは次式によって計算で
 ける。

- 1) 埋戻土による垂直撓み S_v : 垂直撓み

$$S_v = K \cdot \frac{W_f \cdot R^4}{E \cdot I}$$

Wt: 土圧
 R: 管半径
 E: 弾性係数

- 2) トラック荷重による撓み S'_v : 垂直撓み

$$S'_v = 0.03 \frac{W_t \cdot R^4}{E \cdot I}$$

I: 慣性モーメント
 K: 支持角 2θ によ
 って定ま
 る係数

Kの値

支持角 2θ	0°	60°	90°	120°	180°
係数 K	0.122	0.100	0.084	0.070	0.058

一方、各種の埋設実験によって、実際のライ
 ニング管の撓みを実測してみると、次の表
 のようになる。

表-1 土被り深さと管中央部撓みの実測結果

口径及び管厚 溝巾 mm 土被り深さ 撓み mm	700φ (T=13mm)		1500φ (T=19mm)	
	1.2 2.8※		2.05 5.0※	
	垂直撓み	水平撓み	垂直撓み	水平撓み
土被り 1m	0.90	-0.90	3.50	-3.15
〃 2m	1.75	-1.90	7.05	-6.70
〃 3m	3.50	-3.40	10.32	-9.40
〃 4m	4.30	-4.35	12.95	-11.50
土被り 4m+盛土 1m	4.85	-4.90	14.95	-13.60
〃 +盛土 2m	5.85	-5.40	16.50	-15.25

条件、基礎：平底溝、土質：マサ、搦固めなし

※溝がくずれていたため矢板抜前後で溝幅が異なる

表-2 大口径ダクト管埋設時の撓み実測結果

管径及び管厚	土質	基礎	土被り (m)	搦固め	モルタルライニング (mm)	管中央部垂直撓み (mm)
1600φ 25	関東 ローム		2.2	なし	15	3.02
			3.2	〃	〃	3.66
			3.4	〃	〃	4.82
〃	シルト	平底溝	2.1	〃	〃	4.59
1650φ 22.5	シルト	平底溝、管頂まで砂で置替え	2.1	〃	12	5.25
			3.2	〃	〃	9.05
1800φ 22.5	粘土	平底溝	2.5	あり	〃	10.40
	シルト	平底溝	4.0	〃	〃	14.86
2200φ 28	シルト	平底溝	2.0	なし	15	10.5
		管底搦固め	3.6	〃	15	16.4

表一、2からわかるように、実際の埋設下での管の撓みは、通常の埋設条件下ではたかだか呼び径の1%以内である。従って、埋設下でクラックが発生するとかモルタルが剥落することは、通常の見扱いは全然問題ではなく、十分に安全であるということが出来る。

3. 内外圧による実験例

1) 衝撃による剥離テスト

500φ×700mmのライニング管の中央部に30kgの重錘を1.5mの高さから落下せしめたところ、3回の落下で微小クラックおよび局所の浮き離れが発生した。しかし、これが剥落したのは68回目であった。

2) 肌離れのある管の加圧繰返しテスト

軸方向約230mm、円周方向約350mmの肌離れのある400φ×6mライニング管を用い、肌離れ部に1"分岐穿孔を5カ所行なったのち、両端を盲力カバーして毎日5kg/cm²水圧8時間1kg/cm²16時間の加圧繰返しを3カ月行なって調査したところ、ほとんど肌離れ部は拡大していなかった。

3) 真空(負圧)による歪の測定

300φ×150mm ℓ のライニング管で、肌離れ部にストレングージを貼付後、ライニング面にエポキシ樹脂を塗布して真空吸引試験を行な

ったが、密着不良部のライニング面に発生する歪は、最高 80×10^{-6} 程度であった。へん平試験でライニング面にヘアークラックの発生する歪が $260 \sim 680 \times 10^{-6}$ 位であることから負圧による影響はほとんど無視できる。

4. 保管中あるいは取扱時のクラックなどの影響について

たとえば、保管中に小さなクラックが入っているということを聞くが、これはたいていの場合、モルタル表面のいわゆるヘアークラックといわれるもので、ライニングのごく表面層のみに入るもので全然心配する必要はないといえる。

また、たとえば取扱いの際に管の衝突などで、万一軸方向に直線的なワレが入った場合も、周囲のライニングを小形ハンマーで叩いてみて、浮き、剥れ、欠けなどがなければ使用上、なんら支障はない。なぜなら、先のデータのように、クラックがあっても剥離する心配はなく、通水中にモルタルの癒着(水酸化カルシウムや炭酸カルシウムの晶出)現象などによって、クラックはふさがってしまうので、防食効果の上ではなんら懸念する必要はないといえる。

(回答者：日本鑄鉄管協会・品質向上分科会)
委員 坂本文彦)