

名古屋市における上下水道施設の更新事業への取組み

Waterworks and Sewerage Renewal Efforts in Nagoya City

英 比 勝 正 (えいび かつまさ)

名古屋市上下水道局 技術本部長

1. はじめに

名古屋市の水道は大正3年に給水を開始し、その後市域の拡大とともに整備を進め、現在では給水普及率ほぼ100%・給水人口は231万人に達している。

また下水道においては、大正元年に供用を開始して以来整備に努め、現在の人口普及率は98.4%に達している。

これまで90年以上にわたり名古屋市の発展を支えてきた上下水道事業ではあるが、市の多くの施設は日本経済が飛躍的に成長を遂げた昭和30年代から昭和40年代にかけて造られてきたものであるために、今後更新の時期を迎える施設が急増してくる。このため当局においては、長期的な視点に立ち、適正な維持管理により施設の延命化を図るとともに計画的かつ効率的な更新事業を実施していく予定をしている。ここでは当局が取組んでいる更新事業のうち四つの特徴的な事例について報告する。

2. 水道施設の更新事例

2.1 非開削工法による荒子幹線の改良

(1) 荒子幹線の概要

荒子幹線は、本市の南西部地域への送・配水を担う全長14.3 kmの配水幹線である。この配水幹線は昭和30年代に布設され、口径1350ミリから2000ミリのダクタイル鋳鉄管が採用されているが、管路の継手に鉛を詰めて接合する「印籠（いんろう）継手」が使用されているため漏水の危険性が高いと考えている。また、布設されている地域は軟弱地盤であることから、東海、東南海地震発生時には甚大な被害も予想され、管路の更新と耐震化が急務となっている。

(2) 工法検討

荒子幹線の布設路線は狭い生活道路であり、沿線の家屋が道路境界まで建ち並んでいる。また、布設当時とは道路の交通状況や地下埋設物、架空線など、周辺環境が大きく様変わりしており、従来のように工事区間のすべてを開削で布設替することが非常に困難である。このため、以下の条件を設定し工法の検討を行った。

- ① 沿線家屋や道路交通への影響をできる限り少なくできる工法であること。
- ② 水量不足や水圧低下を発生させない内径が確保できること。
- ③ 低コストで環境への負荷を低減できる工法であること。

この結果、特に開削が困難な区間において、既設管の中に新しい管を挿入するPIP（pipe in pipe）工法を採用することとした。PIP工法は更新する管路に数箇所の挿入ピットを設置して施工するため、ピット部以外は非開削で施工することが可能であり、既設管も有効利用することができるので市街地においてはメリットが多いが、新しく挿入する管が既設管の内径よりも小さくなるというデメリットもある。

PIP工法においては、一般的にあらかじめパイプ状に成形された普通鋼管やダクタイル鋳鉄管を挿入するため、挿入管と既設管との間に隙間を確保する必要があり、さらに、既設管に曲管があれば曲管部を通過できる口径以下にする必要がある。しかし、巻込鋼管を使用する場合には鋼板をロール条に巻き込んだ状態で既設管内に挿入した後、既設管内でパイプ状に拡張し、管の縦軸方向のシーム部を溶接して製管するため、既設管との隙間を最小限にすることができ、既設管に近い内径を確保することが可能となる（図—1）。

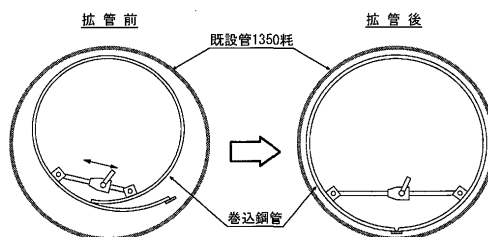
このような検討から、今回は既設管口径1350ミリに1250ミリの巻込鋼管を挿入することとした。

(3) 施工状況

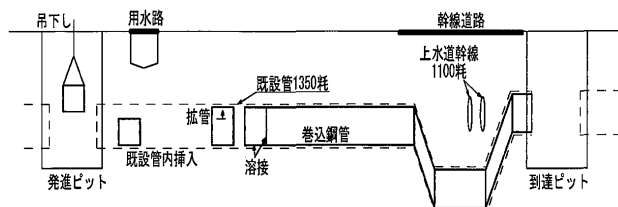
今回の荒子幹線改良工事の概要は次のとおりである。

- 工事期間 H19年3月12日～H20年3月31日
- 改良管 PIP部 SP1250ミリ 延長：104 m
ピット2.65×8.0 m 2箇所
開削部 ダクタイル鋳鉄管1350ミリ
延長：91 m

開削では施工困難な区間にPIP工法を採用したことによって、交差する用水路や沿線の家屋に大きな影響を与えることなく施工することが可能となったが、その一方で、挿入ピット周辺では作業が集中するため、広報を密に行いピット周辺住民の協力を得ながら工事を進めることが必要になっている。施工状況を写真—1から写真



図—1 巻込鋼管拡張図

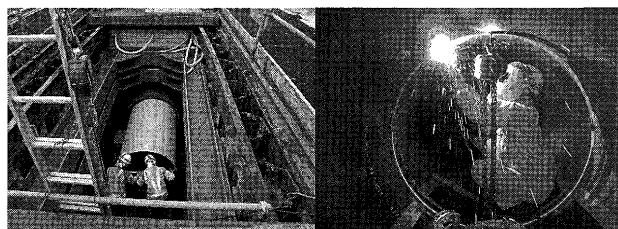


図—2 荒子幹線改良工事縦断面図



写真—1 鋼管挿入ピット

写真—2 巻込鋼管



写真—3 鋼管挿入

写真—4 鋼管溶接

—4に示す。

2.2 大治浄水場の液状化対策

(1) 大治浄水場の概要

大治浄水場は昭和21年3月に給水開始した施設で、日量約54万 m^3 （全市の4割弱）の給水能力を有している。当浄水場は老朽化が進んでいるため段階的に施設の更新を進めているが、その他にも、当施設地盤はGL-25.0m付近までN値の低い砂質層とシルト層で形成されているため、液状化対策が重要となっている。

(2) 工法検討

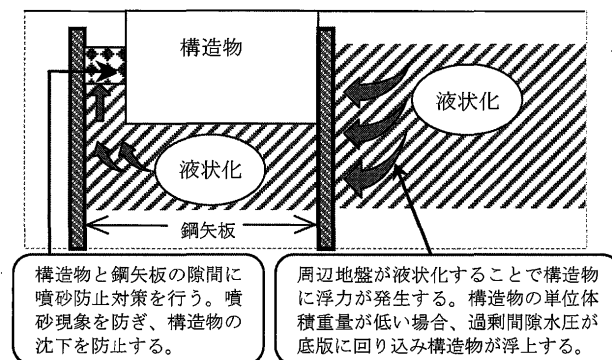
今回対象とした施設は、ボーリング地質調査をもとに液状化の判定をし、浮上がり安全率が1.1未満となった急速ろ過池と未ろ水開渠である。これらの施設に対しては、以下のように液状化対策を検討した。

液状化対策には大きく分けて二つの対策がある。一つは地盤の改良もしくは締固めにより液状化そのものを起こさないようにする対策、もう一つは液状化が起きても施設への影響を減少させる対策である。前者には地盤改良工法やサンドコンパクションパイル工法などがあり、後者には連続地中壁工法やグラベルドレーン工法などがある。ここでは現場条件から施工性を考慮し連続地中壁工法を検討することとした。

連続地中壁工法は、構造物の周囲を囲うように連続壁を設けることによって、周辺の液状化地盤が有効上載圧の小さい構造物直下へ回り込むことを防止し、構造物の浮上がりを抑止する工法である³⁾。具体的な工法としては鋼矢板による締切工法と深層混合処理による締切工法

表—1 連続地中壁工法の特徴

鋼矢板	深層混合処理に比べて安価 躯体との隙間に噴砂防止対策が必要 埋設物のある箇所には打設できない
深層混合処理 (高圧噴射攪拌工)	工事費が高価 躯体に直接ラップさせることができる 産廃処分が必要



図—3 概略図

があり、以下のような特徴がある（表—1）。

両工法を比較検討した結果、費用対効果の面から鋼矢板による締切工法を採用することとした。なお地下埋設物等現場条件により鋼矢板が打設できない箇所については、高圧噴射攪拌工を用いて地中壁に連続性をもたせることにした。今回採用した工法の概略を図—3に示す。

(3) 施工状況

工事概要は以下のとおりである。

急速ろ過池	SPⅢ型10.5 m	延長：141.0 m
	高圧噴射攪拌工：7本（改良厚8.0 m）	
未ろ水開渠	SPⅣ型11.0 m	延長：69.0 m
	高圧噴射攪拌工：21本（改良厚8.0 m）	
工 期	H17年12月12日～H18年7月31日	

鋼矢板打設は、打込みによる構造物への影響を考慮し油圧圧入工法を採用した。

噴砂防止対策については、図—4および写真—5に示すように噴砂防止コンクリートを設置した。これは過剰間隙水圧による鋼矢板にかかる負担を軽減させることを目的としている。

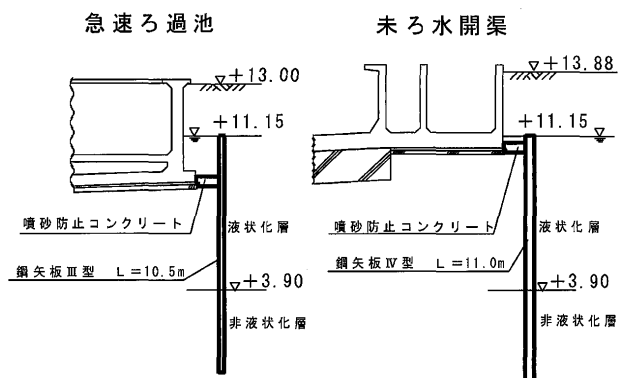
3. 下水道施設の更新事例

3.1 更生工法による笈瀬川幹線の改築

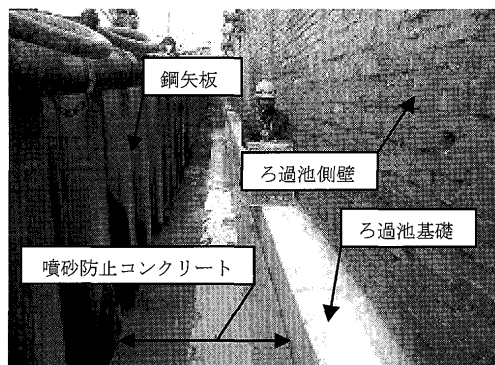
(1) 笈瀬川幹線の概要

笈瀬川幹線は、名古屋市西区児玉二丁目付近から露橋下水処理場まで布設されている幹線管きよである。昭和3年から昭和6年（一部分は昭和50年）にかけて建設され、建設から約80年近く経過しているため、当局が実施した管きよの本管調査において老朽化の著しい部分が発見されている。また、当幹線は、新幹線、JR線、名鉄線、近鉄線およびバス路線や名古屋駅西側の繁華街の地下を通過していることから、早急な改築更新が必要と

報 告



図—4 急速ろ過池および末ろ水開渠施工断面図



写真—5 噴砂防止コンクリート（急速ろ過池）

なっている。

(2) 工法検討

管きょの改築においては、可能であれば敷設替が望ましいが、幹線の敷設替は支障移設費も含め莫大な工事費が必要になるとともに、流下している下水の切り廻しなど周囲に与える影響も大きい。

このため、笈瀬川幹線については、更生工法での施工が可能であるか検討することとした。

更生工法の選定においては、流下能力の確保、更生後の部材耐荷力、流下水中での施工が可能かどうか等が条件として挙げられる。

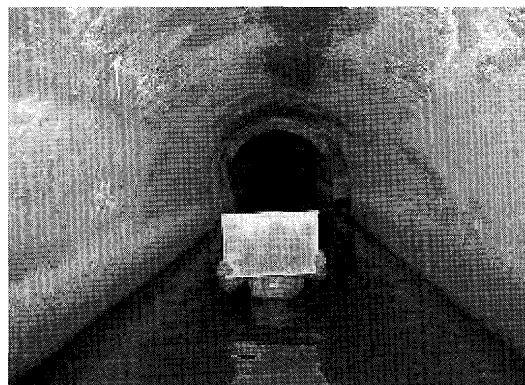
更生工法の種別としては、一時的に下水を止めなければ施工できない自立管工法と、下水を流下させながら施工可能である複合管工法が挙げられるが、管きょの規模や流下する下水の量から、複合管工法を選定することとした。

現在、当局において施工を承認している工法は、SPR工法、ダンビー工法、パルテムフローリング工法、3Sセグメント工法の4工法である。

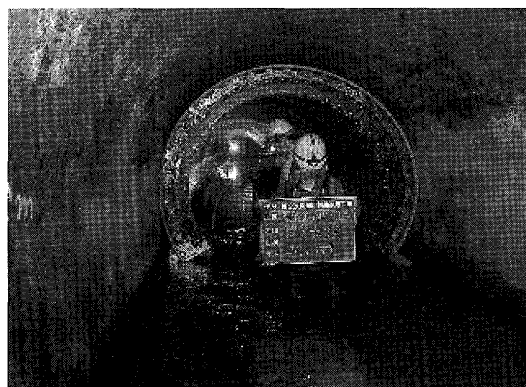
今回の更生工法実施予定路線の管きょ内水位は約30 cmから多いところで約70 cm程度と、工事実施には非常に厳しい条件下にあり、他系統の幹線に下水を切回すことも出来ない場所であるために、事前に上記4工法協会と、現地にて管きょの状況を確認し、施工可能かどうかの判断を行い、SPR工法を採用することとした。

(3) 施工状況

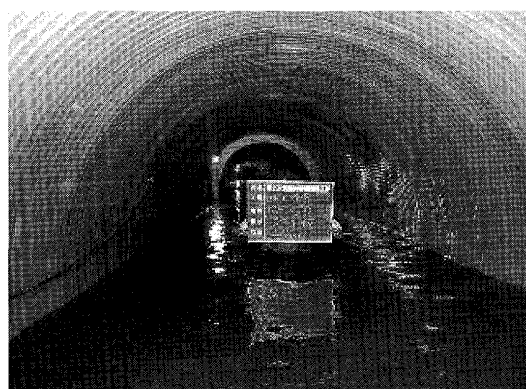
平成18年度は、馬蹄きょ2500ミリ×2500ミリ、延長310.2 mの更生工法を実施することとし、SPR工法で



写真—6 施工前（第2次笈瀬川幹線）



写真—7 施工中（第2次笈瀬川幹線）



写真—8 施工後（第2次笈瀬川幹線）

施工を行った。SPR工法は、プロファイル（硬質塩化ビニル製の帯状材料）をマンホールから既設管に送り込み、プロファイルを螺旋状に嵌合しながら製管し、既設管と表面部材との間に裏込材（モルタル）を注入し、既設管と更生管が一体化した複合管を形成する工法である。

工事概要は次のとおりである。施工中の状況を写真—6から写真—8に示す。

場 所 中村区椿町付近

実施規模 馬蹄きょ2500ミリ×2500ミリ 延長：310.2 m

工 期 H18年12月5日～H19年7月31日

平成19年度以降についても、引続き工事を行い、馬蹄きょ3640ミリ×3030ミリ～円形1200ミリの改築更新を行う予定である。

3.2 露橋下水処理場の全面改築

(1) 露橋下水処理場の概要

露橋下水処理場は、JR 名古屋駅の南方約1.5 km、中川運河の北支線と東支線に挟まれた名古屋都心近郊に位置している。当下水処理場は、中川運河開通直後の昭和8年から雨水ポンプ施設および沈殿分離（簡易処理）による下水処理施設の運転を開始し、その後、昭和11年に活性汚泥法（高級処理）による下水処理施設を完成させ現在に至っている。

稼動後70年余がたち施設の老朽化が顕著になってきたことから、平成15年度末に、汚水処理の運転を停止し、全面的な改築更新事業に着手した。

新下水処理場には、窒素、リンの除去を目的とした高度処理施設を導入するとともに、降雨時の汚れた雨水を処理するろ過技術等を導入する方向で施設設計を進めている。また、処理施設の大半を地下化することによって環境対策とともに、中川運河沿いの施設上部約1.2 haをまちづくりや都市環境の向上に役立てる空間として活用する予定である。

(2) 基礎と仮設の工法検討

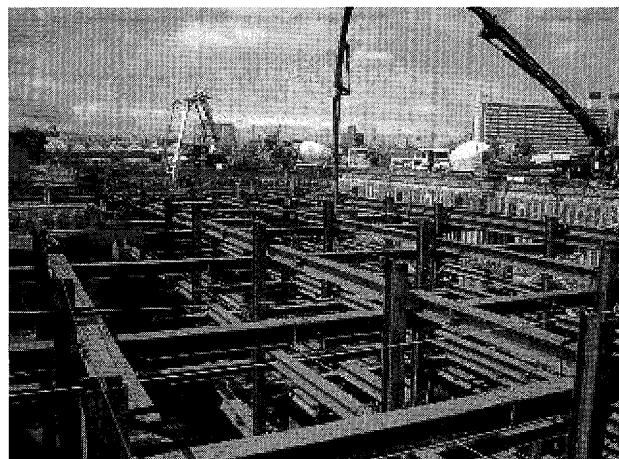
露橋下水処理場の設計においては、既存の土質調査資料（3箇所）に加えて、新たに8箇所、ボーリング調査を行い、処理施設ごとに近接する土質調査を基に設計を進めている。

ポンプ棟工事においては、ボーリング調査の結果、深度10 m程度以深は洪積地盤となっており、洪積砂質土層（D3Uc）は平均 N 値 = 13～32程度、洪積粘性土層（D3Us）は平均 N 値 = 32～35となっている。支持層の深度が5.0 m以上となる場合は杭基礎が優位となるが、本処理場は地下式の処理場であり、施設深度が20 m程度に及ぶため、この洪積層を支持層とした直接基礎を採用している。

掘削・土留め工法の選定にあたっては、掘削深度が20 m程度に及ぶこと、用地空間に余裕が無いこと、住宅地に隣接していること、地下水位が高いことを考慮して、切梁工法+土留め壁とし、土留め壁はソイルセメント地中連続壁とした。また掘削深度が深く、基本的には砂質土が主体となっているが、所々に粘性土が介在し、掘削時の盤ぶくれが懸念されることから、盤ぶくれに対する安全性の検討を行い、必要とする土留め壁長を48.0 mと算出した。

(3) 工事の状況

着手して間もない平成17年5月、工事現場内より不発弾が2発発見されたために、工事を2か月間中止して不発弾調査を実施するなど、その対応で工事が大幅に



写真—9 ポンプ棟の構築状況

遅れることとなった。

現在、ポンプ棟の築造工事を行っているが、支持地盤からは十分な支持力が得られ、ソイルセメント地中連続壁においては、芯材の傾きも少なく、工事は順調に進んでいる（写真—9）。

今後、進めていく水処理施設工事については、基礎に関してはポンプ棟と同様の直接基礎とし、掘削・土留め工法については広域な範囲で工事を進めていくために、地盤アンカー工法+外周土留め壁として施設設計を進めている。

4. おわりに

本稿においては名古屋市上下水道局の基幹施設の更新事例について報告してきた。

今後、上下水道局においては、更新すべき施設が急増し、維持管理業務も増加してくるものと考えられる。しかし、中部経済圏の基幹都市である名古屋市を支える上下水道の役割は重く、市民の生活や産業を支える重要なライフラインとして、非常時においても安定かつ確実に保全されていかなくてはならない。

このため、今後とも計画的かつ効率的に施設の更新に努めるとともに、確実な維持管理を行い、お客様の「信頼」に応えることができるよう、着実に上下水道事業を実施していきたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 日本水道鋼管協会：水道用鋼管のトンネル内配管設計基準。
- 2) 日本水道鋼管協会：水道用鋼管のトンネル内配管施工指針。
- 3) 建設省土木研究所耐震技術研究センター動土質研究室等：液状化対策工法設計・施工マニュアル（案）。

（原稿受理 2007.10.30）