

綾瀬川、芝川流域は、首都圏のベッドタウンとして急速に進んだ宅地開発や中小工場の進出にともなう工業排水ならびに生活廃水の排出量増大により水質汚濁が深刻化し、現在行政や市民が一体となり、流域全体で水質改善に取り組む「清流ルネッサンス21」という河川浄化活動が進められている。

こうしたことから建設省は、公団との共同事業として導水管敷設により荒川の水を両河川に送水して河川浄化を目指している。

4. 地下鉄道トンネル内への導水管敷設方法の検討

地下鉄内への導水管敷設工法について種々検討を行なった結果、日本鉄道建設公団・(株)熊谷組の共同により導水管敷設装置の開発を行い、以下に開発に当たった条件等を記載する。

(1) 施工条件等検討事項

- ① 導水管はダクタイル鋳鉄管で、標準タイプが(直径:1.2m、長さ:6m、重さ:約3.3t/本)重量物である。
- ② トンネルインバート部への敷設のため、仮軌道枕木を挟んでの上下作業となる事から労働安全衛生法を満足し、かつトンネル掘進との平行作業においても工程に支障をきたさない作業とすること。

(2) 導水管敷設方法の検討

前述の施工条件の検討項目を踏まえ以下の2ケースについて比較検討を行った。

Case-1: シールド掘進に使用している仮軌道枕木(HI-300×300×7,500)を利用したホイストによる導水管運搬・設置。

Case-2: 導水管運搬・敷設機械の開発。

(a) Case-1について

- ・ 作業手順は、仮軌道枕木下にホイスト走行用Iビーム桁を固定し、4点吊りホイストにより管移動、敷設の一連作業を行う工法である。人力作業が主となりトンネル掘進用資材運搬等との上下作業となる事から安全確保上問題が多い。
- ・ 当該設備の場合は走行用Iビーム桁及びホイストのクレーン装置からなり掘進及びインバートの打設に伴う装置移動毎に労働基準監督署の検査が必要となる。
- ・ 導水管敷設においては、主に人力作業によるため管据付許容精度(許容値:上下左右30mm)以内への据付作業が困難である。また作業の手順によっては、仮軌道枕木上を走行する資材運搬車の走行等も制限せざるを得なく、掘進停止等全体工程への悪影響も懸念される。

(b) Case-2について

- ・ 作業手順は、仮置された導水管を同装置が把持しインバート下部に取付けたレール上を移動、据付を行う工法であり大半が機械施工となり仮軌道用枕木も使用しないため上下作業となっ

ても作業に対する安全性は確保される。

- ・ 導水管敷設装置は建設機械となり労働基準監督署の検査は不要となる。
- ・ 導水管敷設装置は、油圧シリンダーによるため施工の精度が確保しやすく、単独の走行レールにより作業を行うのでトンネル掘進への影響は生じない。

以上の検討結果より、施工精度が確保でき、作業効率が良く、工程管理を確実にできることを踏まえて Case-2 の導水管敷設装置を採用する事とした。

5. 導水管敷設装置の概要

導水管敷設装置の開発にあたっては、それぞれの工区における設計条件及び作業条件を勘案し以下のとおり設定した。表-1 に導水管敷設装置の仕様、図-2 に導水管敷設装置構造概要を示す。

表-1 導水管敷設装置の仕様

項目	内容	
ハンドリング容量	4.0t(2.0t/ハンドル)	
走行速度	高速：10m/分、微速：1.2m/分	
走行電動機	0.75kW×4(ブレーキ付モータ)	
把持装置	昇降速度	1m/分(max)
	昇降ストローク	450mm(D:100mm, D:330mm)
	水平ストローク	300mm
	シリンダストローク	350mm
	ロックシリンダストローク	30mm
油圧ユニット	3.7kW	
逸走防止装置	レールクランプ(油圧解除方式)	
安全	タッチセンサ	非常停止用
	非常停止スイッチ	プッシュロックリターンリセット方式
	回転灯	プザー付き赤色回転灯
電源供給	ケーブルリール25m巻	
電源	200V, 50Hz	

(1) 管体条件

- ・ 導水管総重量：4,000kg/本 (付属品を含む)
- ・ 導水管形状： $\phi=1,246\text{mm}$ 、 $L=6,325\text{mm}$

(2) 敷設環境条件

- ・ トンネル形状：最小曲線半径 $R=225\text{m}$ 、最急勾配 34/1,000、トンネル内径 8,440~8,700mm
- ・ 敷設装置走行距離：20m
- ・ 作業空間：セグメント内径最下点~枕木下
 - 平板型 2,145~2,423mm
 - 中子型 2,015~2,293mm
- ・ 導水管敷設高さ：セグメント中心~導水管中心
 - 平板型、中子型 3,397mm

(3) 機械構造

(a) 走行装置

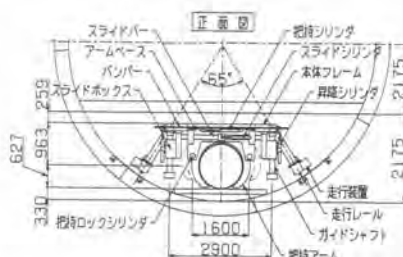
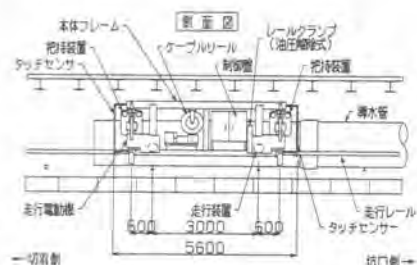


図-2 導水管敷設装置構造概要

走行区間の最急勾配が34/1,000であるため安全性を考慮して四輪駆動方式全ブレーキ付とした。また走行速度は、通常走行の高速と導水管接続時の微速の2速とした。

(b) 把持装置

把持装置は把持部、スライド部、昇降部から構成されている。

- ・ 把持部は、線路勾配、曲線箇所での敷設を考慮して2ヶ所で単独操作を可能とする構造とし、上下左右に導水管を傾ける必要性から把持部を完全拘束せずアーム上で支えるよう支持し、自由度を持った構造としかつ移動量も十分な余裕を確保する構造とした。
- また、昇降量はセグメント上に仮置した導水管を直接把持出来ること、搬送時の管受台等の障害物をクリアできる範囲の移動量を確保することとした。
- ・ 導水管把持後、落下防止のため機械的に把持アームをロックする機構とした。

(c) 本体構造

本体構造は防水シートに支障しないよう、走行レールスパンを出来るだけ広く確保する事としてトンネル掘進用の仮軌道枕木と敷設置のクリアランスを100mm以上とした。

(d) 安全装置

- ・ 装置休止時の逸走防止のため、自動油圧解除型レールクランプを搭載した。
- ・ 作業時の状況を知らせるため、ブザー付赤色回転等を装備した。
- ・ 緊急時に装置作動を停止させる非常ボタンとタッチセンサーを装備した。
- ・ 誤操作による管落下防止のため、管持ち上げ状態での把持開閉不能装置を装備した。

6. 導水管の施工

(1) 導水管敷設によるトンネルへの影響の検討

トンネル内への導水管敷設という新たな試みのため公団では、その安全性確認のため(財)鉄道総合技術研究所へ委託し以下の各項目についての確認を行った。

- ・ トンネル内における列車荷重によるインパルトコンクリート、導水管への影響
- ・ 導水管の内圧によるインパルトコンクリートへの影響
- ・ 地震時及び不同沈下時の導水管とトンネルとの相対変位の影響
- ・ 電食の影響
- ・ 導水管破断、列車脱線時の導水管の損傷等異常時への対応

(2) 施工概要

導水管敷設装置は、公団施工区間の桜町T(L=1,026m)・赤山T(L=2,252m)・戸塚T(L=1,936m)・および大門T(L=1,653m)の総延長6,867mで施工している。

今回は、上記1区のうち戸塚トンネルにおける施工の状況について報告する。

戸塚Tは赤羽岩淵駅から五つ目の川口戸塚駅終端部より発進しJR武蔵野線東川口駅へ至工区で複線シールドトンネルである。セグメント内径はφ=8.44m、φ=8.70mとなっている。

(3) 施工

導水管の施工は、セグメント等の資材と平行し予め坑内に搬送、仮置きされたものを敷設装置により所定の位置に設置する。

戸塚T工区の導水管は延長 1,936mにわたり敷設する。以下に実施工の状況を紹介する。

① 導水管のトンネル内投入・搬送

トンネル発進立坑上部のヤード上より橋型クレーンにてセグメント運搬台車に積込みバッテリーロコにて切羽まで搬送する。

② インバート部への仮置き

セグメント台車により搬送された導水管をセグメント吊り込み用ホイストにて仮置きする。

④ 管受け台設置他

導水管敷設位置の測量後、管受け台（H-100×100×2,000）を管両端より 1.5mの位置に固定する。また、導水管を所定の位置に設置する前に緩衝材を巻付ける。緩衝材は高弾性塩化ビニールシート（6.10m×4.75m×1.0mm）の弾性材と織布（ループ状起毛）の通水材を組合せた二重構造のものを溶着使用している。

⑤ 導水管敷設

インバート部へ仮置きされている導水管を敷設装置にて把持・移動しスライドシリンダーにより水平方向の調整、昇降シリンダーで高さ調整を行う。引続き既に敷設済みの導水管と芯合せをして挿入する。なお、導水管の据付け精度は、高低・蛇行ともに±30mmであるが実施工はそれ以下の高精度で据付けられている。写真-1に導水管敷設状況を示す。



写真-1 導水管敷設状況

⑥ 継ぎ手部の接合及び耐水圧試験

導水管継ぎ手部の接合は、セットボルトによりロックリングを締付け、導水管内部からゴム輪、割輪、押輪の順にセットする。継ぎ手部の水圧試験は、日本ダクタイル鉄管協会仕様の耐水圧 5 kg/cm²以上を目標に内側から専用テストバンドを継ぎ手にセットし確認を行う。

⑦ 緩衝材の巻付け及び検査

導水管設置前に仮置きされた緩衝材を管に巻付け縦断方向に自動式二重溶着機にて接合しその後緩衝材内に 0.5kg/cm^2 まで加圧し確認を行う。

⑧ 導水管の固定及び接合のモルタル充填

インバートコンクリートの打設時の浮力による浮き上り防止のためチェーンによりセグメントに固定する。また管内部は継手部のボルト防食及び流体摩擦軽減のためモルタル充填する。導水管敷設完了後インバートコンクリートを打設して終了する。

(4) 施工のまとめ

導水管敷設装置の開発は、完成期限が切迫している地下鉄工事の中でもシールドトンネルの施工サイクルを確実なものとし工程の確保を図っている。また、トンネル掘進との並行作業における安全性も十分確保されている。

現在、戸塚トンネルでは全長 1,948m の掘進を完了し、導水管は全延長に対して約 98% の進捗率で初期の当該機械の目的は十分に得られている。