

# 31. 管被幕工法の施工報告

(株)奥村組 吉川重弘

## 1. まえがき

現在築造されている下水道管渠および電話電気等の管路や洞道地下鉄等のトンネルは、削削工法、推進工法並びにシールド工法にて施工されているが、どの工法で施工されても、工法の特長性、管材の老朽化、地盤沈下などにより、特に継手部に隙間が生じて、そこから地下水が浸入することは避けられないのが現状である。下水道の場合、浸入水によって終末処理場における処理水量が増え、その費用が高額にのびることが問題とされており、既設埋設管の検査や補修に多額の費用を費しているのが実情である。また、下水道以外の管路等においても、供用目的により差異は有るが、浸入水に対する対策には多額の費用を費している。

これらの諸問題を解決すべく、(株)奥村組、東亜プラウト工業(株)、三井東圧化学(株)、石川島播磨重工業(株)、奥村機械製作(株)の5社は、昭和57年より共同開発に着手していた下水道管渠における地下水の流入あるいは汚水の漏出を防ぐため、不透水性の膜で被覆した管を布設する「管被膜工法」の開発について日本下水道事業団の指導を受け、このたび推進工法の技術開発に成功した。

当工法の施工性、膜の強度および耐久性に関する基礎実験を終えた後、今年2月、玉石混じりの礫地盤において礫破砕式泥水加圧推進工法により、ヒューム管内径φ1100mm 延長124mの試験施工を実施したところ膜の損傷もなく、圧入推力も、礫地盤における従来工法による泥水加圧推進の推力に比べ約4分の1で施工出来た。

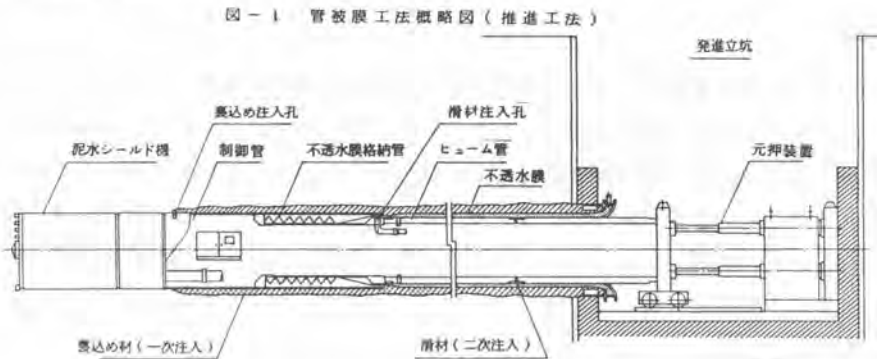
ここに、当工法の概要と試験施工による結果を発表する。

## 2. 工法の概要

推進工法により、ヒューム管(被膜管)を地中に布設するもので次の施工順序で行う。(図-1参照)

- i 発進立坑に泥水シールド機を据付けて発進し、地中に推進する
- ii 泥水シールド機の後部に制御管を接続し、推進させる
- iii 制御管に膜格納管を接続し、推進させる
- iv 膜格納管後端部の外側にある、不透水膜端部と坑口リングに取り付け、さらにエントランスパツキンを取り付ける
- v 膜格納管後部にヒューム管を接続し、発進させる
- vi 管の推進に合わせて、泥水シールド機の後方から裏込め材(一次注入)をヒューム管と不透水膜の間に滑材(二次注入)を注入する

- Vii ヒューム管の接続および推進。注入機の注入作業をくり返して所定区間の被膜管の布設を行う。
- Viii 布設後、二次注入機を所定強度の発現する充填機（三次注入）に置き換えて施工を完了する。なお推進中は泥水圧、一次注入圧、二次注入圧のバランスをとりながら施工し、注入圧力や注入量によって施工管理を行う。



### 3. 管被膜推進工法の試験工事概要

#### (1) 工事概要

被膜管径：ヒューム管呼び径 1,100mm  
 試長：118m  
 土質：砂礫（礫率70%）土被り9~10m  
 地下水位：GL-3~4m

#### (2) 試験目的

- i 泥水推進工法における膜の被膜状態を確認する
- ii 管被膜工法の施工性、実用性を確認する

#### (3) 試験項目

- i 膜格納管からの送り出し状況
- ii 坑口パッキンおよび膜の取り付けの施工性
- iii 裏込め、滑材および充填機の注入状態
- iv 管内と坑口の滑材圧力の変化
- v ヒューム管圧入の推力変化

#### (4) 膜材

膜は不透水性および耐久性に優れた材料とし、円筒状のものを折り畳んで膜格納管に収納したものを使用した。膜厚は0.3mmとし、材質はポリ塩化ビニールとする。（物性値を表-1に示す）

(5) 膜の引出し状態の確認

- i 推進中は膜引出し検知装置により、経時的に、また、布設ヒューム管を7本間隔で注入孔から検知棒により被膜状態を確認する
- ii 二次注入圧の圧力保持状況により、膜の破損の有無を確認する
- iii 到達後、格納管から膜を取り出し、残量から被覆長さを確認する

(6) 注入材

裹込め材、滑材および充填材の注入は、一次注入、二次注入、三次注入と呼称し、内容は次のとおりである。

一次注入：仮管より裹込め材を注入し地山のゆるみを防止する

二次注入：膜とヒューム管の間に滑材を注入し、膜とヒューム管との密着を防止するとともに、摩擦抵抗を減少させ、膜の破損を防ぐ

三次注入：推進完了後、滑材と強度を発現する充填材と置き換え、地盤の沈下を防止する

一次、二次注入の注入方法は、シールド掘進速度に応じ、同時に注入を行う

(注入材の配合を表-2に示す)

表-1 膜の物性値

(試験方法はJIS規格による)

項目	単位	方向	数値	備考(試験法)
厚さ	μm	-	300	
膨張率	g/cm <sup>3</sup>	-	1.3	
引張強さ	kgf/cm <sup>2</sup>	MD	248	JIS K 6782
"	"	TD	227	"
伸び	%	MD	346	"
"	"	TD	360	"
引張強さ (ニルモンドルフ)	kgf	MD	8.0	JIS P 8116 常態
"	"	TD	3.5	"
引張強さ (直角度)	"	MD	2.2	JIS K 6782
"	"	TD	2.4	"
破断試験 (チューレン)	kgf/cm <sup>2</sup>	-	6.7	JIS P 8181
耐摩耗性	μl%	-	0.49	JIS P 8126 に準ず
耐熱温度	℃	-	65~90	変形を発生しない温度
耐寒温度	℃	-	-40	"
耐薬品性	液種	-	10	PH1.0に1週間
"	物アルカリ	-	9	PH1.2に1週間
土中・水中の耐久性	年	-	20年以上	

表-2 注入材の配合

① 裹込め材(一次注入材)

品名	ベントナイト	エクソサンド	ウラゴメル	セメント	水
量	125kg	300kg	2kg	50kg	-

1kg当り

② 滑材(二次注入材)

品名	ベントナイト	高吸水性樹脂	水
量	110kg	0.75kg	-

1kg当り

③ 充填材(三次注入材)

品名	ベントナイト	高吸水性樹脂	セメント	水
量	110kg	0.75kg	160kg	-

1kg当り

(7) 試験施工結果

1) 試験施工結果の要点を次にあげる。

- i 膜は全推進延長118mにわたり被膜されていた
- ii 発進坑口の特種タツキン類は、止水性・施工性ともに問題はなく良好であった
- iii 泥水推進工法の施工に対し、膜被膜による掘進速度、方向修正などに及ぼす影響はほとんどなかった
- iv 推進力は、最大133.9tであり、日本下水道協会式による算定推力の約4分の1であった
- v 施工精度は上下、左右とも±5cm以下の高精度であった。
- vi 礫地盤であったが、泥水の管理、一・二次注入の管理、掘削管理を十分に行うことで、膜の被覆を確実に行うことができた。

2) 切羽水圧と注入水の注入量の実績

切羽水圧と一次注入、二次注入圧・量を図-2に示す

3) 計画注入量と実施工注入量 (表-3を参照)

4) 管圧入力の推力

試験施工の施工長118mにおける推力は図-3に示すとおりである。

図-3に示す試験施工の管圧入推力と、日本下水道協会式による算定推力との比較を次に示す。

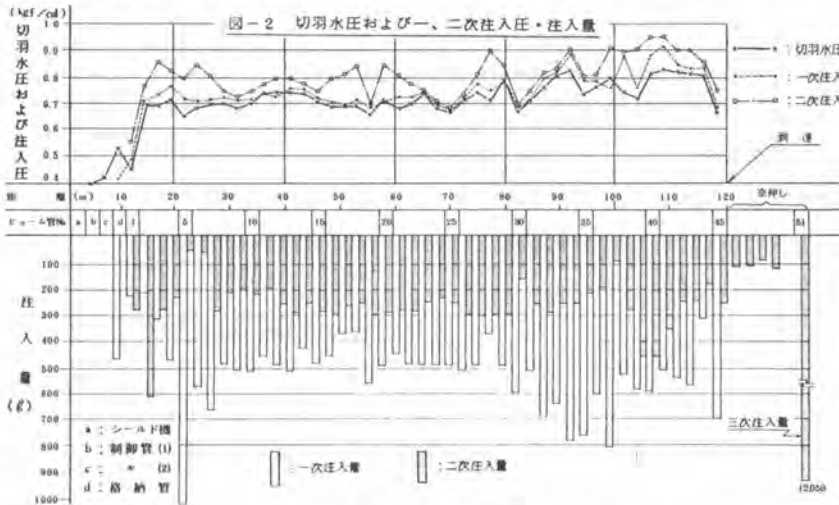
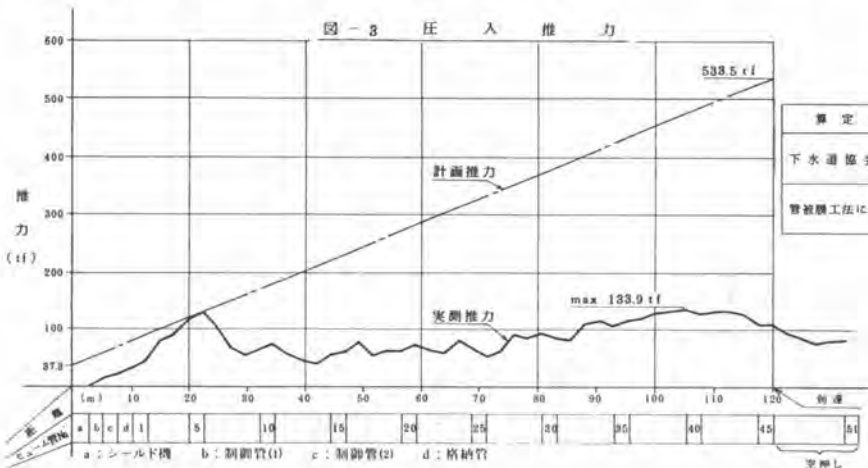


表-3 注入量の比較

	一次注入量 (m³)	二次注入量 (m³)	三次注入量 (m³)
計画注入量	25.96	9.91	11.975
実注入量	24.14	11.975	12.05
実施/計画 (%)	93	121	101



算定方法	推力 (tf)	比率
下水道協会 (株) 式	$F = 533.35$	1
管被膜工法における実測	$F' = 133.9$	0.251

4. あとがき

管被膜工法の推進工法での実用性は、今回の試験施工で実証されたが、今後も引き続き、礫地盤で実証施工を実施し推進力の減小関係、被膜機の強度、安全性を確認し当工法の技術指針を確立して行くことにしている。

また、開削工法、シールド工法における「管被膜」についても開発は進行し、開削工法は試験施工段階であり、シールド工法についても今年10月には開発を完了し実用段階に入れる予定である。

以上