

VI-223

シールドメカニカルドッキング（DKT）工法の開発研究
ー充填材注入による止水性能についてー

鹿 島 土木技術本部 正会員 吉 村 宗 男 颯田共志一 正会員○上 木 泰 裕
技術研究所 正会員 田 中 益 弘

1. はじめに

長距離シールドトンネル工事における地中接合法として、機械的に接合するメカニカルドッキング（DKT：Direct docKing Tunnel）工法を開発し、利用の拡大と性能向上に努めている。

開発したメカニカルドッキング工法は、カッターディスク貫入型直接接合法で、図-1に示すように片方のシールド機のカッターディスクを後退させ、そこへもう一方のシールド機のカッターディスクを貫入し、スキンプレート内部とカッターディスクの外縁をチューブシールで密着を図り、止水するものである。

止水機構の基本は上述したとおりであるが、止水をより確実にするために二次止水として接合部の僅かな隙間に充填材を注入することとしている。

この報文は、充填材注入による二次止水の止水効果について示すものである。

2. 止水機構

図-2にチューブシールの形状とシール機構を示す。チューブシールは、受入型シールド機から加圧して膨らませ密着を図るものであるが、土砂などにより密着が十分でなかった場合の止水を確実にするため、浸透性の高い充填材を注入する機構としている。

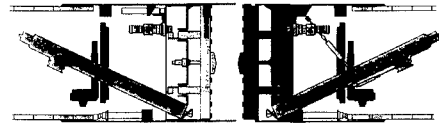
なお、充填材の注入口及び排出口は写真-1に示す貫入型カッターディスクに取り付けられている。

3. 充填材の性状

二次止水の充填材は、土砂への浸透性が高く、流動性が高く、硬化時間が長かつ注入しやすく、しかも安全性の高い水溶性ウレタン系薬液を用いた。

実験室で行った性状試験によれば、この水溶性ウレタン系薬液は水と容易に溶解反応してゲル体を形成し、図-3に示

①. 受入型シールド機サイドオーバーカッター収納、カッターディスク後退



②. 貫入型シールド機を受入型シールド機に貫入、チューブシール拡張

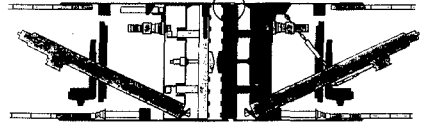


図-1 接合状況

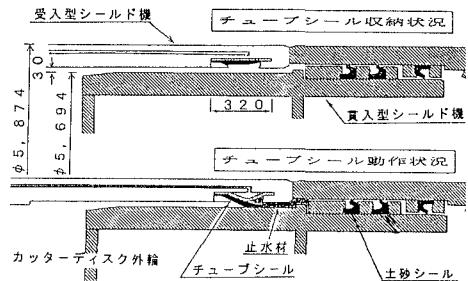


図-2 チューブシールの形状とシール機構

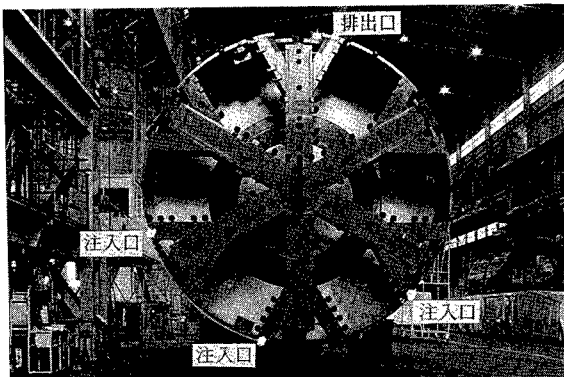


写真-1 充填材の注入口及び排出口

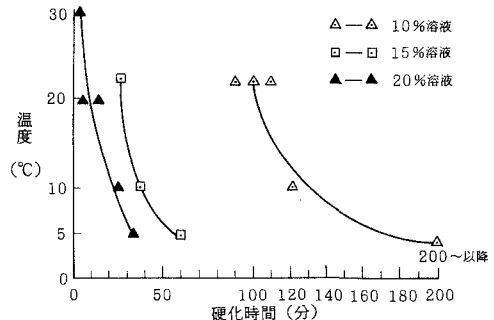


図-3 ウレタン系水溶液の温度と硬化時間

表－1 充填材の注入条件

項 目	条 件	条 件 の 設 定
注入圧力	地盤及びスキンプレートに変状をきたさない圧力	3 kgf/cm ² 以上とし、再注入時に最大6 kgf/cm ²
注 入 量	注入部の容積に十分見合った量	注入容積の1.5倍
注入速度	充填材の性状変化をきたさないこと、施工能率及び経済性に見合った速度	10ℓ/min程度
注入管理	注入は周辺に悪影響をおよぼさず、確実に実施するための注入管理	注入圧力と単位時間当たりの注入量の管理
注入位置	充填材で確実に置換できる位置に注入口を設置	注入口をカッターディスク下部に設置

すように、温度によって硬化時間の異なることが認められた。

実施工で1ショット方式により一般のグラウトポンプで注入出来るためには、30分程度の流動性を有し、注入後出来るだけ早く硬化する必要がある。このため、粘度400cPの薬液を15～20%水溶液として+5℃以下にすることとした。

4. 充填材の注入による止水性能の確認実験

(1) モデル規模実験

実証実験の接合状態を模擬した1/4モデル装置（写真－2参照）を用いて、以下の実験を行った。なお、シールが完全作動し密着した場合は漏水しないことが認められている。

- 1) シールが全く作動しなかった場合を考えて、シールを作動させないで、過去の実験結果をもとに選定した表－1に示す注入条件で充填材を注入し、充填性及び止水性の確認を行った。
- 2) シールは作動したが土砂が噛んでいる場合を考えて、あらかじめ接合部に土砂を残してシールを作動させ、充填材を注入し、充填性及び漏水の確認を行った。

写真－3は3 kgf/cm²の水圧下で注入し、1日養生後にモデルを解体して充填性を確認しているものである。その結果、形成されたゲル体の性状は弾力性があり、充填状態も満足できるものであった。また、2)の注入後の止水状況は5 kgf/cm²の外水圧のもとでの漏水量は15cc/minであった。

(2) 実機による実証実験

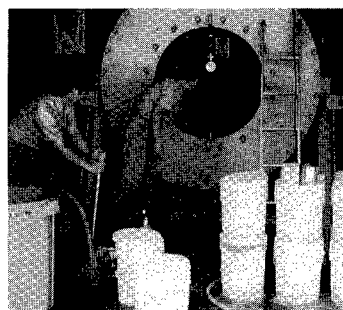
模擬の受入型シールド機を到達立坑に固定した接合実験で、シール作動後、写真－4に示すように充填材を注入し止水性能を確認した。すなわち、3 kgf/cm²の外水圧のもとで一次止水であるシール作動後の漏水は約2.5ℓ/minであったが、注入後は3cc/minに減少した。

なお、注入に際しては隙間容積約200ℓに対し、水で+5℃以下に冷やした約300ℓの溶液をグラウトポンプで注入した。

5. むすび

今回のモデル実験及び実機による実証実験から、一次止水であるチューブシール作動後、接合部の隙間にウレタン系薬液を充填することでより高い止水機構となることが確認された。

なお、この開発は川崎重工業㈱との共同で行ったものである。



写真－2 充填材注入状況（モデル）



写真－3 充填性の確認状況（モデル）



写真－4 充填材注入状況（実機）