

シールドとう道天井部の空洞充填材について

NTTインフラネット(株) 正会員 ○本多 文夫

NTTインフラネット(株) 荒井 久男 椎名 久男

(株) 大東

江向 直美

1. 背景および目的

NTTの通信用シールドトンネルは一次覆工(鋼製セグメント)と二次覆工(無筋コンクリート)から構成されている。一次覆工は覆工構造の主体としてトンネルに作用する荷重に耐えるよう設計されている。二次覆工は一次覆工の防食、防水、セグメントの補強、蛇行修正等の役目を果たしている。

二次覆工コンクリート打設時のトンネル天井部にコンクリート未充填箇所が発生するケースがある。その空洞部に被圧した地下水が作用した場合、コンクリート亀裂・落下および異常出水等の危険性がある。

NTT東日本ではシールドとう道天井部からの異常出水を未然に防止するため空洞充填工事を実施している。本報告は空洞充填材確認実験結果を紹介するものであります。

2. 充填材の物性値

項目	単位	物性値
J 14漏斗流下値 (15分後)	秒	8 ± 2
(2時間後)	秒	12 以下
静置フロー値 (15分後)	mm	180~200
(2時間後)	mm	150以上
凝結時間	始発時間	時・分
	終結時間	時・分
圧縮強度	材齢 7 日	N/mm ²
	材齢 28 日	N/mm ²
(水中充填)	材齢 28 日	N/mm ²
配合 (20kg 当り / 袋)	水 / 材料 (%)	質量(kg)
	材料	練上り量 (kg/袋)
	18.5	20
	3.7	10.8
		1 m ³ 当 使用量
		約93袋

3. 確認実験

(1) セルフレベリング性

流動性モルタルの充填性を調べる有効な方法として、長靴型の試験装置を用いた流動性試験を実施した。

試験装置：長靴型試験装置、内法H400mm-W150mm-L890mm
全容量、40ℓ(首筋までの用量31ℓ)



写真1 長靴型試験装置

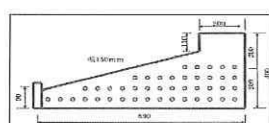


図-1 長靴型試験装置図

キーワード 補修、流動性モルタル、シールド、空洞充填

連絡先 〒112-0002 東京都文京区小石川1-18-3 TEL03-5800-9771

実験手順：①流動性モルタル練り混ぜ ②静置フロー値測定 ③試験装置への流し込み ④モルタル流動状況観察

実験結果

装置内挙動	試験装置内障害物の影響を受けず、44.3ℓ/分の充填速度でスムーズに試験装置に流れ込み、良好な流動性挙動を確認した。
流動性	流れ込み途中の流動性高さは均一であり、良好な流動性を確認した。
空気溜り	上部斜面に空気溜りは発生せず、良好な充填性を確認した。

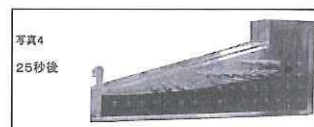


写真4 25秒後

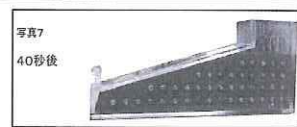


写真7 40秒後

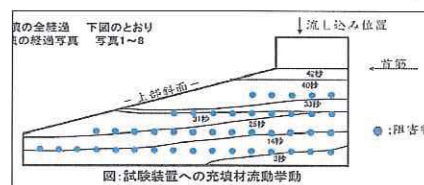


図-2 試験装置への充填材流動挙動

(2) 発熱実験

充填材施工時の硬化熱による充填材のひび割れ及び止水用シール材の劣化促進等を未然に防ぐため、充填材の施工性状の観察と施工時温度の測定試験を実施した。

試験装置：W500mm-L500mm-H400mm

実験手順：①試験型枠への充填材流し込み ②充填後モルタル温度測定 ③充填後モルタル状況観察

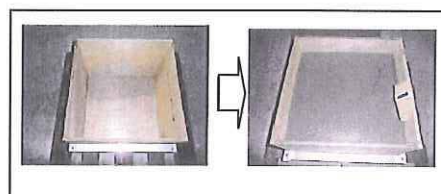


写真4 充填材流し込み



写真5 温度測定

実験結果

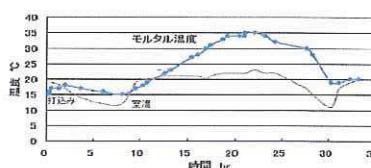


図-3 充填材温度測定



写真6 表面観察

温度測定	①施工直後：20℃ ② 1 6 時間後(最大値)：34℃ ③ 2 4 時間後：24℃
表面観察	①表面ひび割れ無し、空気だまり無し ②硬化時のひび割れ発生無し

(3) 充填材配管の引抜き実験

空洞充填工法では、充填完了後の配管引抜き跡のみずみちが漏水要因として懸念される。また、充填配管を硬化前に取り外した場合、充填材が勢い良く流れ出す。硬化後の取り外しでは、配管と固着し取り外し出来ない状態となるため、充填配管を充填材が適度な硬化時に取外す必要がある。このため、充填配管の適正な引抜き時間を確認した。

試験装置：700mm-300mm-436mm

配管1/2吋管(外径φ21.7mm-300mm)

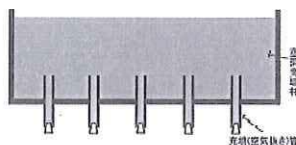


図-4 試験箱



写真-7 試験箱写真

実験手順：①充填材流し込み ②経過時間毎の配管引抜き可否・充填材流出状況観察

試験時間	試験結果	試験内容	試験結果	試験内容	試験結果
0分	×	充填材流し込み	充填材が配管から流れ出す。	充填材が配管から流れ出す。	充填材が配管から流れ出す。

図-5 60分後

試験時間	試験結果	試験内容	試験結果	試験内容	試験結果
120分(2h)	○	充填材が配管から流れ出す。	充填材が配管から流れ出す。	充填材が配管から流れ出す。	充填材が配管から流れ出す。

図-6 2時間後

試験時間	試験結果	試験内容	試験結果	試験内容	試験結果
240分(4h)	○	充填材が配管から流れ出す。	充填材が配管から流れ出す。	充填材が配管から流れ出す。	充填材が配管から流れ出す。

図-7 4時間後

実験結果：

充填材流し込み後1.5～2時間後の引抜きで充填材の流れ落ちは少量で、配管の引抜きに有効であることを確認した。

(4) 水中不分離試験性充填実験

空洞充填部での充填材の水中不分離性と充填性の確認実験を実施した。

実験装置：H300mm-L335mm-W125mm 水深235mm

水槽内を4層に分け最も左の層に充填材を投下し、

水槽内を充填材が流動して次の層へ流入し最後の4層目に試験体を取り出すモールドを配置した。この試験は高流動性モルタルが、地下水が存在する中で分離せずに地下水と置換し、空洞を充填できるかの機能を模擬した実験である。

実験方法

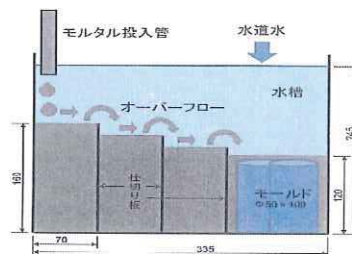


図-8 試験体図



写真-8 試験体写真



写真-9 モルタル流入



写真-10 モールド

実験結果：

水中自由落下打設	充填挙動、分離	モルタルを押し退けて充填。静水でのモルタル分離は無い。
	硬化、表面性状	引上げ直後に打ち継目を確認。1日後に硬化と打ち継目無しを確認。気泡も無く密な充填を確認した。
	硬化、断面性状	硬化モルタルをカットし、気泡も無く密な充填を確認した。
水中流動	圧縮強度(28日)	8.0 N/mm ² を確認
	モルタルの挙動	水槽底部から順次充填し、仕切り壁を十分な流動性を保ちながらオーバーフローし、順次水槽内を充填した。
	硬化、表面性状	1日後にモルタル硬化を確認し、側面の打ち継目模様、気泡も無く、密な充填を確認した。
	圧縮強度(28日)	8.0 N/mm ² を確認

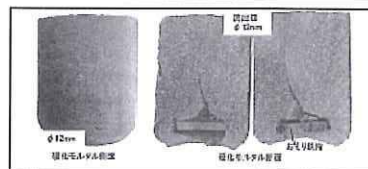


写真-11 脱型後

4. まとめ

シールドとう道天井空洞部に使用する空洞充填材はセルフレベリング性・発熱試験・充填配管引抜き時間・水中不分離性実験により、空洞充填材の優位性を確認した。

本実験結果をもとに、施工現場での安全・安心のに向けた取り組みを実施することとする。