大断面泥土圧シールドの長期掘進停止対応
（その１：地表面沈下対策、および胴締め対策）

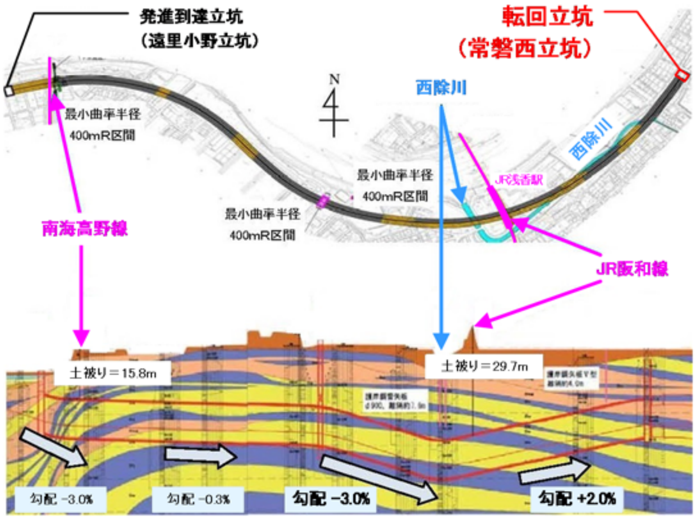
鹿 島 建 設(株)　正会員　○紀伊吉隆、正会員　小原隆志、正会員　吉迫和生
阪神高速道路(株)　　　　渡辺真介

１．はじめに

阪神高速道路 大和川線シールドトンネル工事は、片道約 2km×2 本 (＝約 4km)、セグメント外径 12.23m、第 2 種 1 級の本線道路トンネルである。2012(H.24)年 3 月に往路の東向きシールド掘進を開始し、2013(H.25)年 11 月に転回立坑である常磐西立坑手前に仮到達した。シールド機は常磐西立坑で転回した後、復路西行きを掘進するが、立坑構築工程の関係で長期間（当初予定：約 12 か月間、実績：約 20 か月間）に及ぶ掘進停止を余儀なくされた。外径 12.47m もの大断面シールド機をこれほど長期間停止した後に再掘進した事例はないことから、停止期間中の地表面沈下や再掘進時の胴締め、チャンバー内排泥（地盤改良体の切削物）の再固化防止対策などについて検討し、対策を実施した。本報文では地表面沈下対策、および再掘進開始時の胴締め対策について報告する。

２．工事概要

本工事は、阪神高速道路大和川線のうち堺市堺区遠里小野町 4 丁（遠里小野立坑）から同市北区常磐町 1 丁（常磐立坑）までの工区、延長約 2km、掘進延長約 4km を泥土圧シールド工法で施工するものである。シールド路線の特徴として、南海高野線、最深部となる西除川、JR 阪和線と交差した後、西除川の直下を約 500m 掘進することが挙げられる。平面線形は、大和川と併進するため直線区間が少なく、工事延長の 90%以上が曲線区間であり、縦断勾配は西除川横断部をコントロールポイントとし、−3.0%～＋2.0%と変化する (図−1)。



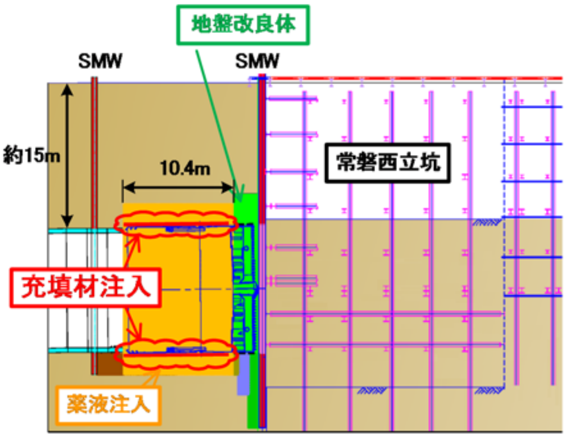
図−1　路線概要図（上：平面、下：縦断）

３．仮掘進到達の状況

図−2 に転回立坑である常磐西立坑における仮到達状況を示す。シールド機は到達防護の薬液注入および高圧噴射撹拌による地盤改良区間を掘進し、立坑側の SMW 壁の手前で停止した。

シールド機は外径より 25mm 大きい範囲の地山をオーバーカットしてボイドが発生するため、長期停止中に周辺地山の緩みとそれに伴う地表面沈下の発生が懸念された。この対策としてボイド部への充填材注入を行うこととした。充填材には、注入後長期にわたり体積変化が少なく、かつ、再発進時の付着や摩擦抵抗が少ない、安定性に優れた材料が求められた。

そこで、施工に先立って充填材の選定試験（室内試験）を実施した。



図−2　仮到達時の状態

４．シールド機外周ボイド充填材の選定試験

充填材の候補として、シールド急曲線部の余掘り充填などで実績のある「クレーショック」と「ボイドキーパ

キーワード：泥土圧式シールド、大断面、長期掘進停止、地表面沈下、胴締め
連絡先：〒590-0001　大阪府堺市堺区遠里小野町 4 丁 5-3　TEL 072-225-5130

ー」[1),2)]を選定し、圧縮性および付着性を比較する試験を実施した。それぞれの材料の概要を**表ー1** に示す。

(1) 圧縮性確認試験結果

圧縮試験容器に詰めた充填材に原位置での土被り圧（σ_v'＝300kN/m^2）を載荷して、圧縮量の経時変化を確認した。その結果を**図ー3** に示す。これよりクレーショックは徐々に圧縮が進行する一方、ボイドキーパーは長期的な体積変化が小さいことを確認した。

(2) 付着性確認試験結果

圧縮試験終了後（12 ヶ月後）に容器底面に敷いた鉄板と充填材の付着面の間でせん断試験を実施した。その結果を**図ー4** に示す。これよりボイドキーパーの方が鉄板への付着力が小さいことを確認した。

以上の結果から、ボイドキーパーの方が地盤沈下を抑止する抵抗力が高く、再発進時にもシールド機との付着抵抗が低くスムーズな発進ができると判断し、これを充填材として採用することとした。

５．施工実績

写真ー1 に現場での施工状況を示す。現場では掘進に合わせて充填材を注入した。事前の FEM 解析により、掘進停止期間中のシールド機直上地表面の沈下量は、無対策では最大 13.7mm と予測していたが、施工時の実測値は最大 7mm であり充填材の効果が発揮されたものと考える。

付着性確認試験結果から推定した再発進時の推力は約 117,000kN（シールド機装備総推力の約 82%）であったのに対し、実績値は約 64,500kN（同約 45%）と推定の約 55% であり、到達掘進を問題なく再開できた。また、縁切り時のジャッキストロークは 4～5mm 程度で推力もピークとなっており、試験での付着力～せん断変位関係のピークとほぼ同程度であった。

６．まとめ

大断面シールド機の長期間掘進停止に際し、適切な充填材を選定することで地表面沈下量を最小限に抑えることができた。また、再発進時にも過大な推力上昇を招くことなくスムーズに掘進再開することができた。

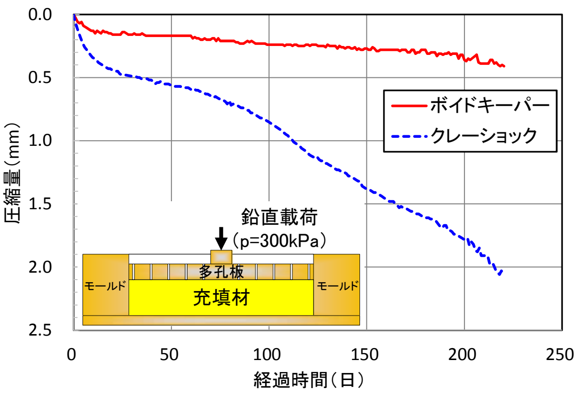
参考文献

1) 岡崎弘，福田昌弘，五十嵐寛昌，永谷英基：大断面矩形シールドトンネル施工時の沈下抑止対策，第 38 回地盤工学研究発表会，pp. 1687-1688，2003. 7

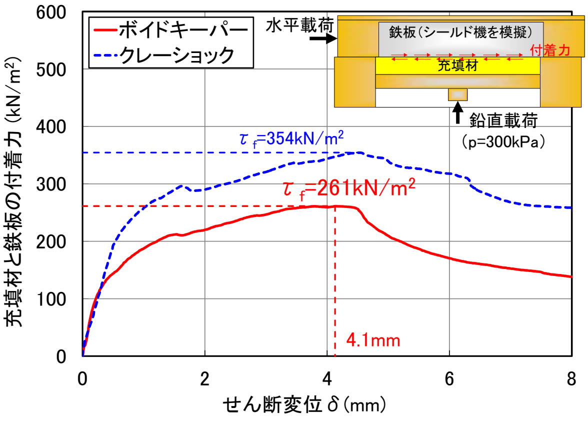
2) 田中啓之，栗林正明，瀬戸清，吉迫和生：沈下抑止特殊充填材のパイプルーフ推進工法用滑材への適用実績，土木学会大 62 回年次学術講演会，第VI部門，pp. 217-218，2007. 2

表ー1　比較検討したボイド充填材

名称	クレーショック	ボイドキーパー（非固化タイプ）
外観		
構成材料	クレーサンドに水ガラスを混入	珪酸塩鉱物を主成分にポリマーと繊維を混入
密度	1.3g/cm^3	1.1g/cm^3



図ー3　圧縮性確認試験結果



図ー4　付着性確認試験結果

写真ー1　現場でのボイドキーパー充填状況