

大断面泥土圧シールドの長期掘進停止対応
(その2：地盤改良体再固化防止対策)

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

1. はじめに

外径 12.47m もの大断面シールド機を長期間（当初予定：約 12 か月間、実績：約 20 か月間）掘進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（地盤改良体の掘削物）の再固化防止対策などについて検討し、対策を実施した。本報文ではチャンバー内排泥の再固化防止対策について報告する。なお、工事概要については「その 1：地表面沈下対策、および胴締め対策」を参照されたい。

2. 仮掘進到達の状況

図-1 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攪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。

泥土圧シールドでセメント系の地盤改良体を掘削する場合、加泥材として加える水分と地盤改良体の掘削屑が混合された排泥を放置しておくとも再固化する現象が生じる。特に今回の場合、停止期間が長期におよぶため、再固化した排泥の強度が大きくなり、掘進再開時にカッターが回転しないというトラブルに見舞われることが予想された。

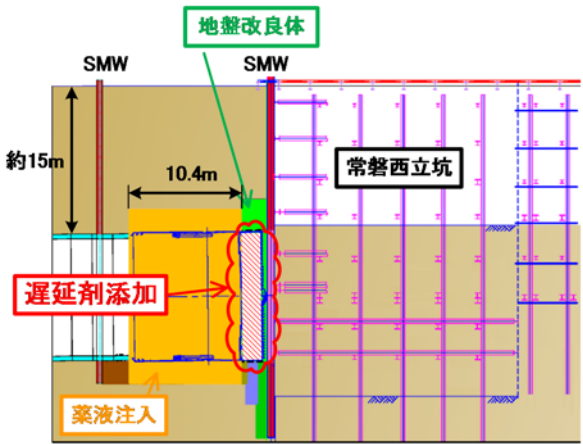


図-1 仮到達時の状態

この対策として、掘進停止時にチャンバー内の排泥（地盤改良体の掘削物）を充填材で置換する計画としたが、シールド機が前に進まない状態のカッター回転だけではチャンバー内全体を置換させることが難しいと考えられた。そこで、更なる対策として地盤改良体掘削時の加泥材に凝結遅延剤を添加し、チャンバー内に地盤改良体の排泥が残った場合の再固化抑制を図ることとした。しかし、このような長期間停止に対して凝結遅延剤をどの程度添加すれば効果があるのか知見が無いことから、凝結遅延剤の長期的な効果持続性の確認と、適切な添加量を把握することを目的として選定試験（室内配合試験）を実施した。

3. 凝結遅延剤の選定試験

凝結遅延剤は 2 材料を対象とした。主な性質を表-1 に示す。A はセメントの凝結遅延剤として市販されているもので、B は本現場で使用しているシールド裏込め材 A 液の安定剤である。

凝結遅延剤を混ぜ合わせる地盤改良体の掘削物は、実際の現場で地盤改良体施工時に発生した排泥を採取し、固化させたものを砕いて使用した。配合試験のケースを表-2 に示す。遅延剤の添加量は排泥に含まれる固化材量（排泥 1m³ あたり 257kg で、地盤改良施工時の固化材ミルク配合、注入量から算定）に対する添加率で定めた。

表-1 使用した凝結遅延剤の主な性質

名称	A	B
主な成分	グルコン酸ナトリウム	スクロース
性状	褐色透明液体	淡褐色透明液体
臭い	なし	微臭
pH	6～8	7.5
比重	1.17	1.27
主な用途	セメント凝結遅延	シールド裏込め材 A 液の安定剤

これを加泥材（今回は水を使用、注入率 40%とした）に溶解し、排泥と混合したものを容器（内径 45mm×深さ

キーワード：泥土圧式シールド、大断面、長期掘進停止、地盤改良体、再固化

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 042-489-6492

50mm) に詰めて供試体とした(写真-1)。固化の程度は小型のコーン貫入試験を実施し(写真-2)、その貫入抵抗値で判定した。

4. 試験結果

図-2 に貫入抵抗値と材齢の関係を示す。図中には凝結遅延剤を添加していないケースの結果(黒線)も示している。凝結遅延剤 A、B とともに材齢が進むに従って貫入抵抗値が増大していった。しかしながら、A(青線●)の方がB(赤線■)よりも増大の程度が小さいことが確認できた。

図-3 は同じ結果を貫入抵抗値と凝結遅延剤添加率の関係として示したものである。添加率が高いほど貫入抵抗値が小さくなる傾向が見られる。材齢 4 ヶ月(破線)で比較すると添加率 5%以上の範囲で A の貫入抵抗値は B の貫入抵抗値の半分程度以下となっている。材齢 18 ヶ月で比較すると、添加率 10%以下の範囲では貫入抵抗値は $1.5 \sim 2 \text{ N/mm}^2$ 以上となって固化が進んでいることが確認できる。添加率 20%になると、B では固化が進んでいるが、A では 0.4 N/mm^2 程度に抑えられていることがわかる。

以上の結果から、地盤改良体掘削物の排泥の再固化防止には凝結遅延剤 A の方が効果があると判断し、これを排泥に含まれる固化材量に対して 20%の割合($51.4 \text{ g}/400 \text{ g} \div 12\%$ 濃度の溶液を注入率 40%)となるように注入しながら掘進することとした。

5. 施工結果

シールド機カッター部が地盤改良体に入るところから、所定の凝結遅延剤を注入しながら掘進を実施した。シールド機が常磐西立坑の土留め壁手前に仮到達した後、チャンバーおよびスクリー内の土砂置換を行い長期掘進停止に入った。停止中もメンテナンスのため定期的にカッター回転を実施したがトルク変化は確認されず、再発進もスムーズに施工できた。到達後、チャンバー内を確認したところ置換材の他に地盤改良体の掘削物も確認できたが、それらも固結した状態ではなく、凝結遅延剤の効果があったものと考えている。

6. まとめ

当工事でのシールド機の停止期間は、当初約 12 ヶ月を予定していたが、立坑構築工程の関係で最終的には約 20 ヶ月にもおよんだ。しかし、そのような状況においても凝結遅延剤の効果は維持され、トラブルに見舞われることなくスムーズに掘進再開できた。本報文が今後の類似工事の参考になれば幸いである。

表-2 配合試験ケース

	配合量(排泥 1 m^3 あたり)				
添加率(%)	0	2	5	10	20
添加量(g)	0	5.1	12.9	25.7	51.4

凝結遅延剤と水が合わせて 400 ミリリットルになるようにした。



写真-1 供試体の作製

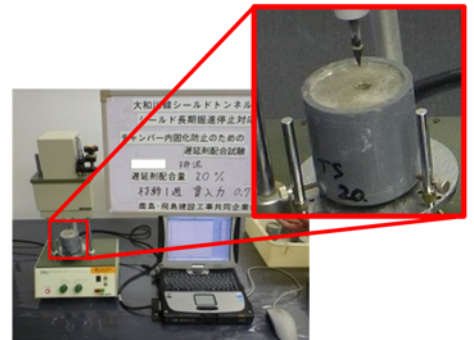


写真-2 小型コーン貫入試験

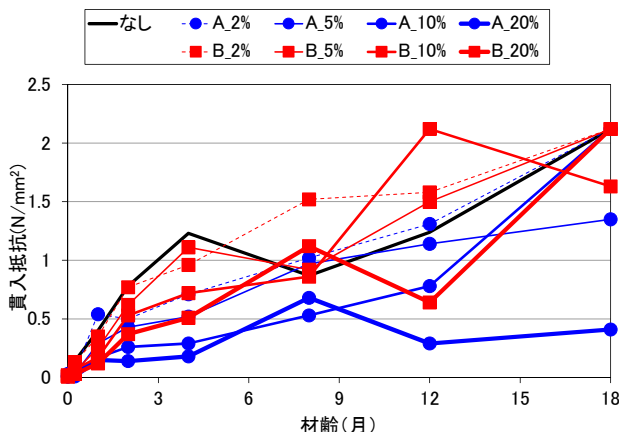


図-2 貫入抵抗と材齢の関係

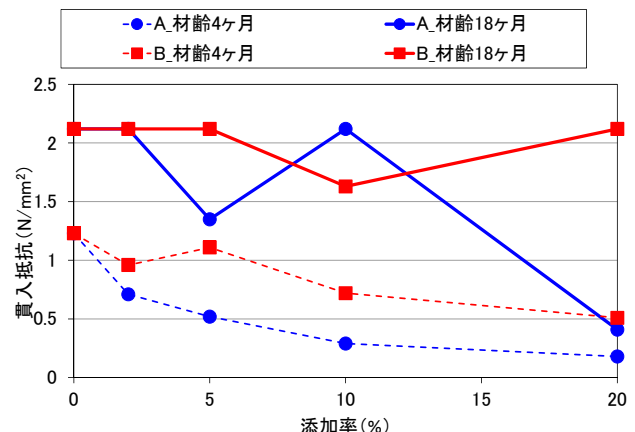


図-3 貫入抵抗と凝結遅延剤添加率の関係