

地山保持機能を有する沈下抑止特殊充填材に関する検討

鹿島建設(株)

正会員

上本 勝広

正会員

吉迫 和生

フェロー

五十嵐 寛昌

住友大阪セメント(株)

正会員

青山 要

正会員

脇山 哲也

1. はじめに

シールド工法，推進工法などの各種工事では，地盤内に生じる余掘り部・オーバーカット部等の空隙に対して，地山の緩み・変形・崩壊を防止するために充填材を注入するが，工期短縮・コスト削減を目的とした技術開発に伴い，これらの充填材に高い性能が求められている．今回の報告では，これら数多くの性能を満足する地山保持機能を有する沈下抑止特殊充填材に関して報告する．

表-1 配合一覧表

配合	硬化材配合 W/C (%)	硬化材添加率 (%)
0	—	—
1-1	50	13.9
1-2	75	17.4
1-3	100	20.7
2-1	50	13.9
2-2	75	17.4
2-3	100	20.7

2. 沈下抑止特殊充填材に求められる性能

近年，シールド工法は非円形，超大断面，急曲線施工，部分拡幅など多様化しており，これらの施工に伴い生じる余掘り部・オーバーカット部へ注入する充填材に求められる性能を以下に示す．

- ①余掘り部へ確実に充填可能な流動性能
- ②硬化せず，地山の緩み・変形・崩壊を防止可能な地山保持性能
- ③充填後から長期間（2～3 ヶ月）充填時とほぼ同等の性状を保つ流動性保持性能
- ④固化時期，固化強度が任意に調整可能な固化性能

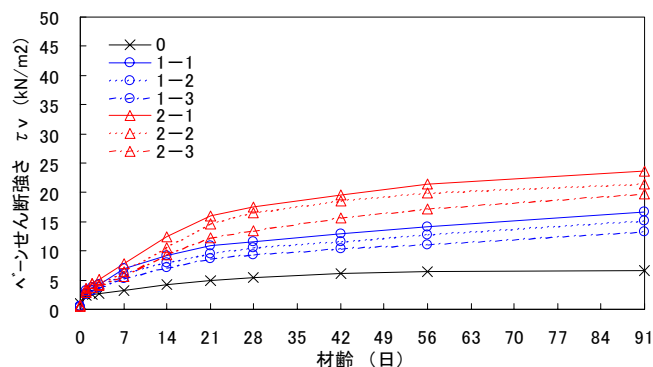


図-1 ベーンせん断強さの経時変化

3. 沈下抑止特殊充填材の概要

上記の性能を満足する沈下抑止特殊充填材としては，珪酸塩鉱物を主成分とし，材料の安定性を図るためのポリマーとせん断抵抗力の向上を目的として繊維（太さ 2 デニール，長さ 2～6mm）を混合したものに遅硬化性を有する特殊硬化材を添加した材料を開発した．本材料は，特殊硬化材の添加率を調整することで硬化前のせん断強さおよび固化後の発現強度の調整が可能である．また，本材料に添加した特殊硬化材は硬化促進剤を浸透させることで急速に強度発現する性能を有しており，硬化時期関しても任意に調整することが可能である．

4. 沈下抑止特殊充填材の物性

表-1 に示す硬化材配合，硬化材添加率を変えた 7 配合について硬化前の地山保持性能に大きく影響を及ぼす

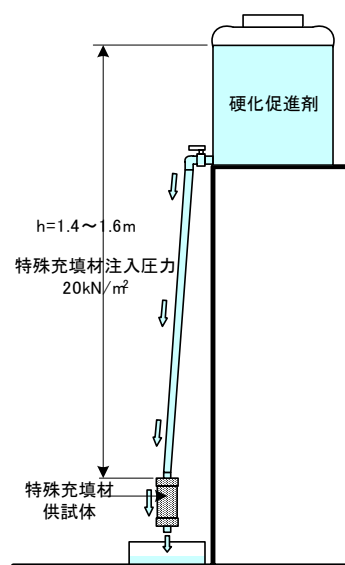


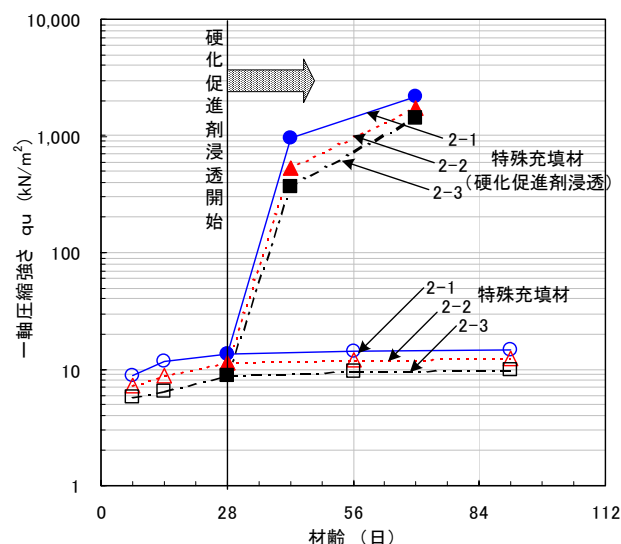
図-2 硬化促進剤の浸透試験装置と供試体断面

キーワード：充填材，シールド工法，非開削工法，大深度地下

連絡先：〒107-8388 東京都港区元赤坂 1-2-7 鹿島建設(株) 土木管理本部 技術部 TEL 03-5474-9159

せん断抵抗性を調べた。図-1 にベーンせん断試験により評価した試験結果を示す。ベーンせん断強さは硬化材配合、硬化材添加率によりポンプ圧送ができる範囲で調整可能であることが分かる。また、材齢 40 日以降はせん断強さが安定しており、固化せず地山保持効果を維持することが確認できる。

次に、固化性能の検討として、配合 2-1～2-3 に対して硬化促進剤の浸透試験を実施した。浸透試験は温度 20℃、湿度 80% で養生した材齢 28 日の供試体に対して図-2 に示す試験装置を用いて硬化促進剤を浸透させた。浸透開始から 42 日間経過した供試体の一軸圧縮試験結果を図-3 に示す。硬化促進剤浸透により大きな一軸圧縮強さが発現することが確認できる。



配合	一軸圧縮強さ q_u (kN/m ²)	
	浸透開始後 14 日	浸透開始後 42 日
2-1	996	2171
2-2	523	1717
2-3	362	1415

図-3 硬化促進剤浸透前後の一軸圧縮強さ

5. 沈下抑止特殊充填材の適用実績

これまでの沈下抑止特殊充填材の適用実績の一部を示す。

・大断面矩形シールドオーバーカット部への適用

京都市南東部の京都市高速鉄道東西線六地藏北工区（六地藏～石田間）は、大断面矩形シールド機により鉄道トンネルを構築する工事¹⁾であったが、姿勢制御のためのオーバーカット部が 1cm と大きく、シールド機通過により大きな沈下が確認されたため、シールド機前方より沈下抑止特殊充填材を注入し、沈下量を大幅に低減した。

・部分拡幅シールド工法（VASARA 工法）における拡幅余掘り部への適用

本工法は、同一断面で施工されるシールド工法において、任意の場所で地盤改良を伴わずに部分的にトンネル内空を拡幅するものであり^{2), 3)}、沈下抑止特殊充填材はコピーカッターや面版をスライドさせて掘削した余掘り部に充填され、拡幅時に回収されるまでの間、地盤の緩み・崩壊を防止することが求められる。2005 年に実証施工を実施し、余掘り部充填時には地表面沈下はなく、セグメント拡幅時にもスムーズに充填材回収が実施され、地山保持性能・流動性保持性能を発揮した。

・シールド急曲線部施工に伴う余掘り部への適用

公共下水道 山王北幹線築造工事は、仕上がり内径 $\Phi 2400$ mm の管渠をシールド工法にて構築する工事⁴⁾であるが、半径 30m の S 字急曲線部において大きな余掘りを行うため、沈下抑止特殊充填材を注入した。沈下抑止特殊充填材を注入した区間では、注入しなかった区間に比べて沈下量を大幅に低減した。

6. まとめ

室内試験ならびに現場適用実績より、提案する沈下抑止特殊充填材の流動性能、地山保持性能、流動性保持性能、固化性能を確認してきた。今後、施工実績を増やすとともに、さらに性能向上を図る予定である。

参考文献

- 1) 中村浩，久保田敏和，古川衛，中尾努：大断面矩形シールドで渡り線部と一般線路部を施工—京都市高速鉄道東西線（六地藏～醍醐間）六地藏北工区，トンネルと地下，第 33 巻 8 号，pp.27-33，2002.8
- 2) 杉山雅彦，浅野裕輔，真鍋智 他：「VASARA シールド工法」の開発（その 1～3）
～VASARA-S 工法の概要，VASARA-L 工法の概要，部分拡幅実証実験～ 土木学会第 58 回年次学術講演会，2003.9
- 3) 馬野浩二，吉迫和生，浅野裕輔 他：「VASARA シールド工法」による非開削地中拡幅実績（その 1～3）
- 4) 有坂 昇，森田一登，中園直志，大津祐一，吉迫和生，神尾正博：シールド急曲線部施工における地表面沈下抑止のための余掘り部充填工，地盤工学会研究発表会，2006(投稿中)