トンネル先受け注入工法「シリカハード工法」

Grouting material for tunnel forepiling

シリカハード工法は，密な砂質土や粘性土から礫質土まで対応できる経済的な高浸透性の注入材を用いるトンネル先受け工法です。 地山変化に対応して，溶液型と懸濁型のタイプを併用させることができます。

背　景
Background

最近，山岳トンネル工法が都市部の土砂地山に適用される事例が多くなっています。また山岳部でもより地質・地形条件の悪い箇所でのトンネル施工事例が多くなってきています。このような背景から，地山のゆるみ防止や切羽安定を目的として，鋼管と注入による地山改良で地山を補強するトンネル先受工が数多く用いられてきました。しかし，先受けが施工されるような自立性の低い土砂地山では高浸透性が必要であり，また掘削を伴うことから早期強度も要求されます。さらにトンネルでは地山状況が絶えず変化し，浅い土被りのため環境影響が問題視されるといったことなどから，地山に適した注入材料を選択し，状況に応じて使い分けることが重要です。

概　要
Outline

シリカハード工法は，注入材料として「溶液型」と「懸濁型」の２つを提供しています。いずれのタイプも高浸透性と早期強度を有しているので，先受けなどに代表される掘削を伴う工事に最適です。また，両タイプともにA液とB液を1.5ショットで注入しますが，A液は共通であるため，地山の急激な変化にも最小の労力で注入材の変更を行うことができ，コスト及び工期短縮に貢献することができます。

「溶液型」は，ウレタン系材料でも注入困難な，均質で密な砂質地山への注入に最適です。

「懸濁型」は，亀裂や割れ目を伴った地山，礫や粘土の混じった砂泥互層地山，砂質土主体の複雑な地山への注入に適しています。

特　徴
Characteristics

「高浸透性」 両タイプともに20mPa･s以下の低粘度を示します。特に「溶液型」は常に10mPa･s以下を示すため，密な砂質地盤にも浸透し，限定改良することができます。

「早期の強度発現」 両タイプともに１日でサンドゲル強度1.0N/mm^{2}以上を発現させることができます。特に「懸濁型」は１日でホモゲル強度が0.5N/mm^{2}以上発現するので，掘削時の切羽や天端の小崩落防止に最適です。

「環境への影響軽減」 主剤に特殊水ガラスを用いているので，ウレタン系材料に比べて環境負荷を軽減させることができます。

「コストダウン」 懸濁系注入材であることから，セメント系材料と同等のコストで提供でき，ウレタン系材料と比較してコストダウンが図れます。

注入材料
Grout material

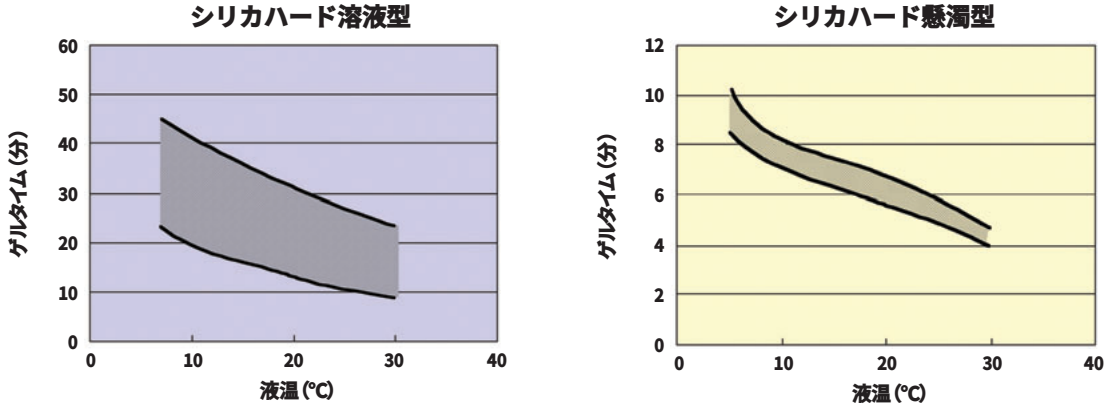
標準配合及び混合後の物性
Standard mix proportion and some properties

シリカハード溶液型		シリカハード懸濁型
A　液		
シリカハード主剤　500ℓ（共 通）		
B　液		B　液
シリカハード溶液型　硬化剤：100ℓ シリカハード溶液型　調整剤：0～30ℓ 水　：370～400ℓ		シリカハード懸濁型　硬化剤：250.0kg シリカハード懸濁型　調整剤：10.0ℓ 分散剤　：粉体重量1% 水　：404ℓ
1日でサンドゲル 1.0N／mm^{2}以上	強　度	1日でホモゲル 0.5N／mm^{2}以上
密な細砂でも浸透	浸透性	高浸透性の急硬性セメント以上
8～45分 3分程度に調整も可	ゲルタイム	4～10分 30秒程度に調整も可

施工事例
Application to actual construction site

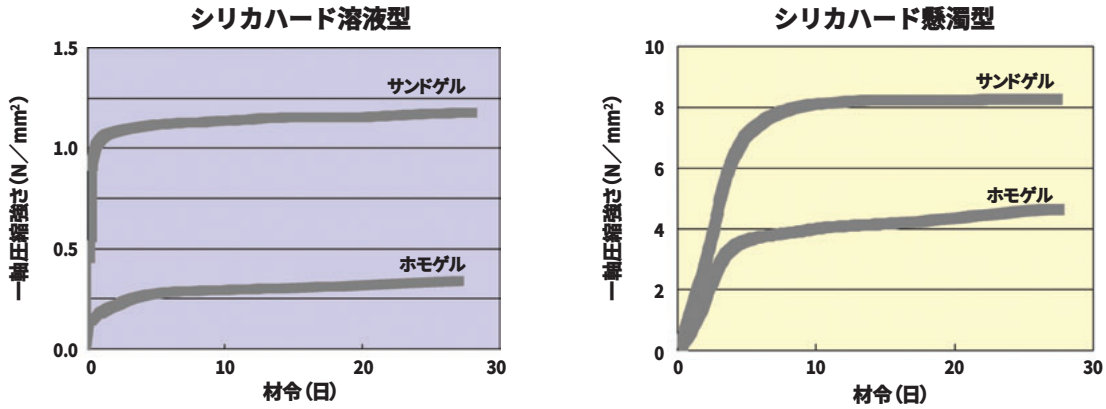
現場での注入状況
Grouting of Silica Hard in actual construction site

ゲルタイム
Gel time



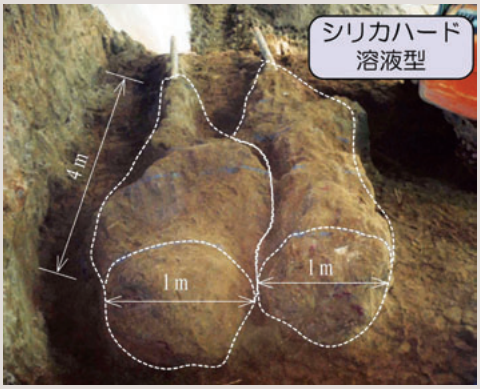
備考）ゲルタイム特性は標準配合のデータを示しているが，ニーズに応じてゲルを早めることも可能

強度特性
Strength



備考）強度特性は標準配合，20℃養生におけるデータであり，その傾向は配合，養生条件，対象地山等により変化する

現場注入試験
In-situ grouting test



ウレタンやセメント系注入材との比較試験の結果，シリカハード溶液型のみ均等注入が可能となり，棒状の均質な固化体が施工できた。

砂泥互層を対象とした現場注入実験
In-situ grouting test for gravel bed

土槽注入実験
Large-scale grouting test

（左）所定の注入量を完了し,目標改良径600mmを達成した。
（右）圧力上昇により注入中断した。また施工された固化体も一体化されず崩落した。

硅砂７号を対象とした土槽注入実験
Comparison with cement grout in grouting test

© 鹿島建設株式会社　2003年3月31日 禁無断転載