

ゲル化特性を持つ超微粒子懸濁型注入材基本試験

岡部土木㈱ 正会員 木内和夫
 岡部土木㈱ 正会員 〇高橋義孝
 旭電化工業㈱ 正会員 名越 崇

1. はじめに

従来、トンネル先受け工の注入材としては発泡ウレタン等が一般的に用いられてきている。発泡ウレタンはその接着性や膨張による圧密という優れた面があるものの、有機系であることから使用に際して環境面への配慮が必要であった。そこで筆者らは発泡ウレタン等に変わる無機系の超微粒子懸濁型注入材を開発、その適応性を検討してきた。今回試験レベルで、浸透性・固結体の形成状況等により、トンネル先受け工注入材としての基本性能を確認した。

2. 試験概要

試験は、図-1 に示す通気孔を設けた鋼管製治具に対象砂を10cm 毎に 4.5kg のランマーを 45cm の高さから 15 回落下させる方法により締固めを行い、注入管により注入を行った。試験砂は、

試験砂と超微粒子懸濁型注入材の粒径加積曲線を図-2、図-3 に示す。珪砂 7 号により超微粒子懸濁型注入材とセメントミルクとの比較を行った。使用した薬液は完全な無機系であり、地盤への高浸透性、限定注入、高強度という性能の確保を目標とした。配合は表-1 の通りで、浸透性と強度を確保し、シリカ水溶液のゲル化により限定注入とブリージング防止を可能にしている。注入は、1.5 ショットで、注入速度 9ℓ/min, 注入量 3ℓ とした。注入圧は、3Mpa 以下であった。また水平状態での注入により固結体の生成状況の確認も行った。

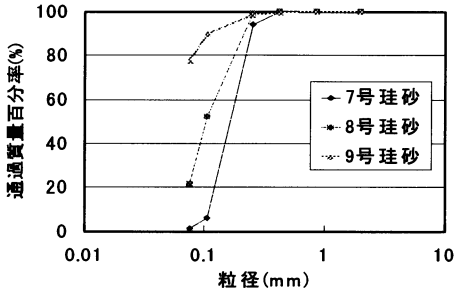


図-2 試験砂の粒径加積曲線

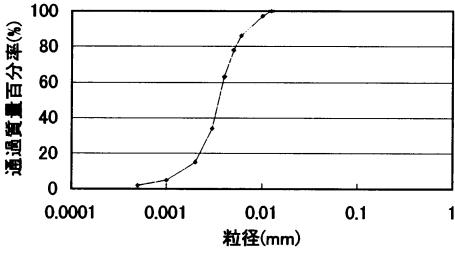


図-3 注入材の粒径加積曲線

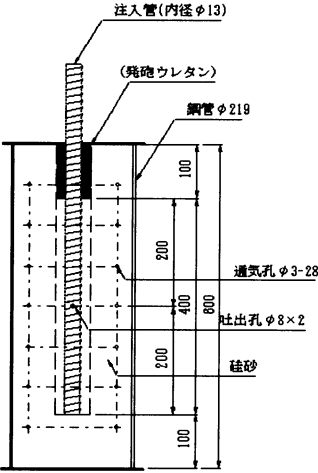


図-1 試験装置

表-1 注入材の特性

項目		配合
A 液	超微粒子水硬性粉末	100g
	水	165cc
B 液	ゲル化用シリカ水溶液	100cc
	水	100cc
ゲルタイム (at20℃)		1 ~ 2 min
qu(MN/m ² .1 day)		2.9

表-2 セメントミルクの配合

早強ホルトランドセメント	
W / C	50%
混和剤	NL4000 2%

キーワード：トンネル 注入材 超微粒子 浸透 ゲル化

連絡先：〒130-0002 東京都墨田区業平 3-14-4 TEL 03-3624-5116 FAX 03-3624-5189

3. 試験結果

試験装置への注入後3日間養生後、固結体の体積を測定し、注入量に対する体積比較を行った。図-4より珪砂7号において超微粒子注入材はセメントミルクの4倍の固結体体積である。珪砂7号では注入量に対し2.8倍の体積比、珪砂8号では注入量に対し1.8倍の体積比となり、珪砂9号では所定の注入量が不可能であった。また珪砂7号の水平注入に対しては、垂直注入と同等の固結体が形成された。

4. 考 察

本試験に使用した注入材と珪砂のグラウトビリティー比(D_{15}/D_{85})を表-2、表-3に示す。グラウトビリティー比が24を上回ると懸濁注入材の浸透固結が可能という経験値がある。¹⁾

珪砂7号は、20であり、珪砂8号、9号のグラウトビリティー比は12.5以下である。しかし、注入試験結果はグラウトビリティー比から予想される経験値を上回る浸透固結と判断される。

表-2 グラウトビリティー比

項目	粒径(mm)	グラウトビリティー比
超微粒子注入材 D_{85}	0.006	—
7号珪砂 D_{15}	0.12	20
8号珪砂 D_{15}	0.075以下	12.5以下
9号珪砂 D_{15}	0.075以下	12.5以下

表-3 グラウトビリティー比

項目	粒径(mm)	グラウトビリティー比
早強セメント D_{85}	0.025 ²⁾	—
7号珪砂 D_{15}	0.12	4.8

5. まとめ

本試験結果より、ゲル化特性を持つ超微粒子注入材は、浸透性の高さ、及び良好な固結体が形成されることが確認された。また本グラウト材の特性より2~3分でゲル化が発現し流動性が停止し、1 dayで約3MN/m²の一軸圧縮強度が得られることより、トンネルの先受け工用の注入材としての有効性が確認できた。

謝辞 試験及びとりまとめにおいて東京都立大学名誉教授山本稔博士にご協力頂き、深謝の意を表します。

参考文献 1) 土質学会：薬液注入工法の調査、設計から施工まで

2) 島田、佐藤、多久：最先端技術の薬液注入工法

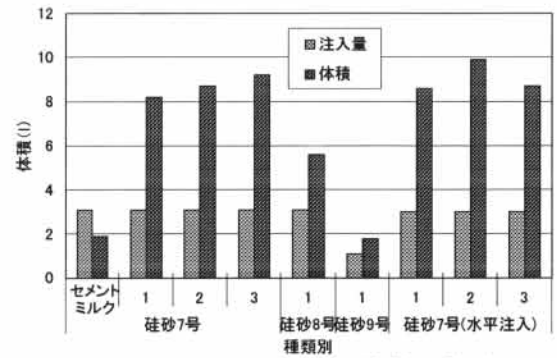


図-4 注入量と固結体の体積

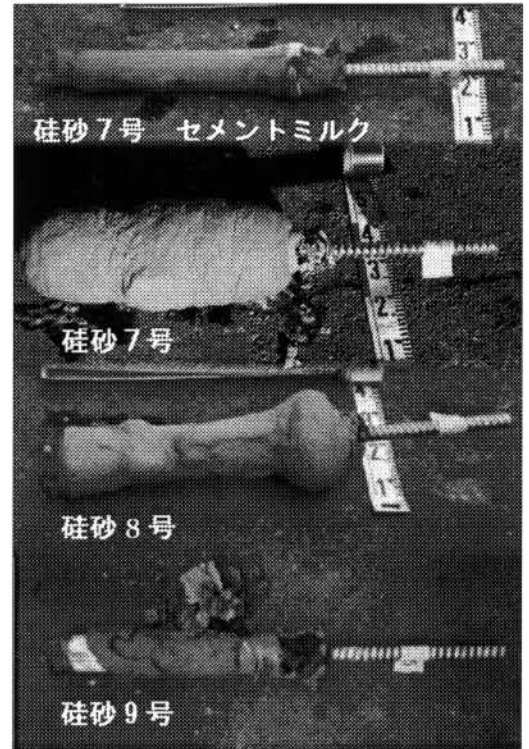


写真-1 固結体の状況



写真-2 水平注入による固結体