

III-529

超微粒子セメントの浸透性に関する注入実験

日本綜合防水(株) 正会員 所 武彦
 同上 正会員 〇高橋 則雄
 (株)小野田 開発研究所 正会員 松井 悟
 同上 上林 真幸

1. はじめに

耐久性に優れてはいるが、浸透性に難があるとされるセメント懸濁液グラウトも、超微粒子セメントの開発によって砂に対する浸透性が見直され施工実績も増えつつある。しかし、浸透の限界については不明な点が多い。本実験は、大型の角型モールドを用いて細砂による模擬地盤を作成し、多孔同時注入を行なった場合の地盤内の間隙水圧と土圧の変化から超微粒子セメント懸濁液の浸透性について調べたものである。

2. 実験方法

模擬地盤に用いた細砂(海砂)の物理特性を表-1に、超微粒子セメントの性状を表-2に示す。

表-1 細砂の物理特性

比重 Gs	相対密度 Dr	粒度分布(%)			均等係数 Uc
		2mm以上 レキ分	2~0.75mm 砂分	0.75mm未満 シルト分	
2.657	0.55	0.9	99.1	0	5.26

模擬地盤は、図-1に示すように角型モールド(鉄板厚 25mm)に1mピッチで注入外管を6本建て込みながら砂を圧密充填して作成した。また、模擬地盤の上層には厚さ 200mmの豆砂利による排水層を設け、その上に厚さ 700mmのカバーロックコンクリートを打設した。さらに、カバーロック上面より 11.6mの水頭差を設け、模擬地盤内を飽和状態とした。注入は二重管ダブルパッカー方式で、各注入孔共に3ステップに分けて行なうこととした。実験は、水に

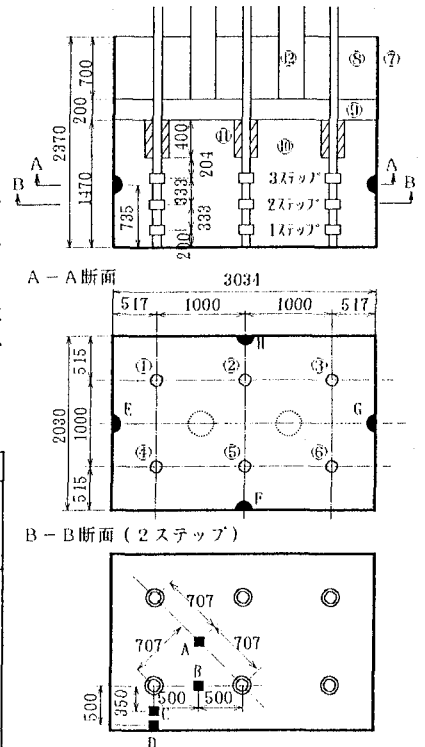
表-3 実験条件

NO.	注入材	吐出量	注入孔の組合せ
1	水	8ℓ/min	① ④ ⑤
2			② ③ ⑥
3			④ ⑤ ⑥
4		10ℓ/min	① ④ ⑥
5			② ③ ⑥
6			④ ⑤ ⑥
7			① ④
8			④ ⑥
9			③ ⑥
10			④
11	超微粒子セメント (W/C=250%)	8ℓ/min	① ④ ⑤ (交互に所定量注入) ② ③ ⑥

○内は注入孔NO.

表-2 超微粒子セメントの性状

比重	最大粒径	ブレン比表面積
3.0±0.1	10 μ	9150 cm ² /g



①~⑥ 注入孔(外管) ⑦ モールド(角型)
 ⑧ カバーロックコンクリート ⑨ 排水層(豆砂利)
 ⑩ 模擬地盤 ⑪ シール材
 ⑫ 排水パイプ(L=11.6m)
 ■ 間隙水圧計(A-D) (土圧計(E-H))

図-1 模擬地盤

注入量は、模擬地盤の間隙率を40%、充てん率90%、ロス率10%とし、次式より算出した。

$$Q = V \times n \times \alpha \times (1 + \beta)$$

$$= 9.054 \times 1000 \times 0.4 \times 0.9 \times (1 + 0.1)$$

$$= 3585 \text{ l}$$

1ステップ当りの注入量 = 3585 ÷ 6 ÷ 3 = 200 l

Q ; 注入量 (l)
 V ; 注入対象土量 (m³)
 n ; 間隙率
 α ; 充てん率 β ; ロス率

3. 実験結果

水による注入では、10 l/min×3孔の場合でも間隙水圧、土圧共注入管の至近距離においてわずかに上昇しただけで、ほとんど変化は見られなかった。一方、超微粒子セメントの場合、1ステップ目では間隙水圧、土圧共に変化はほとんど見られず、2ステップ目(間隙水圧計設置位置)の至近距離において間隙水圧(35cm離れ最大0.04kgf/cm²)、土圧(50cm離れ最大0.06kgf/cm²)共に上昇する傾向が見られ、注入位置からの間隙水圧計、土圧計の埋込距離に対応していることが判った。3ステップ目においても2ステップ目と同様の傾向を示したが、注入の終盤では間隙水圧、土圧共に全体的に上昇しているのが見られ、地盤間隙中にグラウトがほぼ充満していることを窺わせた。ただし、2ステップ目、3ステップ目の圧力上昇分については、グラウトと水との比重差によるものが約0.01kgf/cm²含まれていると

表-4 間隙水圧と土圧の変化

注入ステップ	注入孔No	注入量 (l/本)	注入圧 (kgf/cm ²)	圧力測定値 (kgf/cm ²)									
				間 隙 水 圧				土 圧					
				A	B	C	D	E	F	G	H		
1	①④⑥	0	—	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80	2.7-3.1	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		160	2.8-3.3	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	②③⑤	0	—	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80	2.3-2.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		160	2.2-2.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
2	①④⑥	0	—	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80	1.7-2.4	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
		160	1.7-2.4	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	0.00	0.01	0.00	0.01
	②③⑤	0	—	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
		80	1.7-2.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.05
		160	1.7-2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.06
3	①④⑥	0	—	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80	1.7-2.4	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.08	0.00	0.01	0.01
		160	1.7-2.5	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.08	0.00	0.01	0.00	0.01
	②③⑤	0	—	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
		80	1.7-2.6	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
		160	1.9-2.7	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02
②③⑤	0	—	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	
	80	1.7-2.6	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	
	160	1.9-2.7	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	
②③⑤	0	—	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	
	80	1.7-2.6	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	
	160	1.9-2.7	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	
②③⑤	0	—	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	
	80	1.7-2.6	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	
	160	1.9-2.7	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	
②③⑤	0	—	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	
	80	1.7-2.6	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	
	160	1.9-2.7	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	
②③⑤	0	—	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	
	80	1.7-2.6	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	
	160	1.9-2.7	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	

考えられる。表-4に超微粒子セメント懸濁液注入時の間隙水圧、土圧の変化を示す。また、注入10日後にコアサンプリングによって固結状況を調べた結果、比較的浸透しにくいと考えられたモールドのコーナーにおいても良く浸透固結していることが確認された。しかし、固結体の強度(材令2週)は、各注入孔の周囲40~50cm離れまでは20~30kgf/cm²と比較的高く、かつバラツキも少なかった反面、モールド側壁部分で注入孔間の接点付近では2~7kgf/cm²と小さく、かつバラツキも大きかった。

4. まとめ

- ①水による注入では、間隙水圧、土圧共にほとんど変化が見られなかったのに対し、超微粒子セメントの場合は、わずかではあるが注入の進行と共に上昇する傾向が見られた。
 - ②超微粒子セメントの3孔同時注入(注入孔ピッチ1m)の場合でも間隙水圧、土圧共、2孔間の中心と遠距離との間に大きな差は無く、同時注入による特別な圧力上昇は見られなかった。
 - ③超微粒子セメントは、今回のような比較的細かい砂に対しても特段の間隙水圧や土圧の上昇もおこさず良く浸透し、注入孔を中心に半径40~50cm程度まではほぼ均一な固結性状が得られることが判った。
- <参考文献>

- 1) 森, 他: 懸濁型薬液の均一地盤における注入状況, 土木学会第44回年次学術講演集(1989,10)
- 2) 松井, 他: 細かい砂地盤に対する超微粒子セメントの浸透性に関する注入実験, 第26回土質工学研究発表会(1991,7)