

J R 東日本東京工事事務所 正会員 栗山道夫

同 上 " ○藤沢 一

J R 東日本コンサルタンツ(株) " 高橋良輝

1. まえがき

最近のソイルセメント柱列壁工法に対するニーズとして、従来同工法で用いられてきた施工機械では施工することができない地下、橋桁下、構造物内部等の狭あいでも空頭制限のある場所での施工が増えてきている（以下では 上記したような箇所での施工を「路下式施工」と呼ぶ）。このような路下式施工においては従来の施工状況と異なり、掘削・混合、芯材の建込み、芯材の継ぎ足し等に時間を要するため、ソイルセメントの固化に遅延性をもたせる必要が生じてきている。

本研究は、以下のような背景に基づき、路下式でのソイルセメント柱列壁工法の施工を可能とするための遅延性安定材スラリーの材料、及び配合に関する試験結果を報告するものである。

2. 試験内容

試験は4種類の材料の遅延性安定材スラリーとしての適用性を検討するために、表1に示す配合条件で供試体を作成し、初期せん断強さ（10分～8時間）、長期一軸圧縮強さ（1～28日）を調べ、配合と強度特性の関係を検討した。試験に用いた試料土は表2に示す2試料である。

3. 試験結果

3. 1 セメントの種類と強さの関係

図1に配合がセメント添加量250kg/m³、水添加量400kg/m³で粘性土の場合の初期せん断強さ、および長期一軸圧縮強さと経過時間の関係を示す。初期せん断強さと経過時間の関係を見ると遅延性の効果がよく表われているのはネオセラメント#800、ベリット系遅延性セメント、普通ポルトランドセメント+ボゾリスNo. 89（添加率3%）である。長期一軸圧縮強さを見ると、B種高炉セメント、ネオセラメント#800が長期の強度増大の効果がよく表われている。全体的に見ると、初期（混練直後から数時間）において遅延性の効果があり、長期（混練後1日から28日）において強度増大の効果の両方の特性を持っているのは、ネオセラメント#800であると考えられる。

3. 2 配合と強さの関係

図2に配合試験結果の数量化I類分析結果を示す。分析は、せん断強さ、一軸圧縮強さを目的変数、これを説明する要因変数として、土の種類、セメントの種類、セメント添加量、水添加量、随伴変数として材令を考えた。

土の種類におけるカテゴリーウェイトはせん断強さ、一軸圧縮強さとも砂質土の方がマイナスのカテゴリーウェイトになっている。今回の試験に用いた砂質土の試料は表2に示すように土質分類においてはSPuに分類される非常に粒径の揃った砂であり、

表1 配合試験条件

試料土		粘性土、砂質土		
安定材スラリーの材料	セメントの種類	普通ポルトランドセメント B種高炉セメント ネオセラメント#800 ベリット系遅延性セメント 普通ポルトランドセメント+ボゾリスNo. 89 （添加率3%）		
		量産ベリット250メッシュ		
配合（土1m ³ 当たり）	セメント	200,	250,	300kg
	ベリット	20,	25,	30kg
試験	水	400,	500,	600kg
	初期せん断強さ（10min, 1h, 3h, 8h）	（材令） 10min, 1h, 3h, 8h		
	一軸圧縮強さ	（材令） 1day, 7day, 28day		

表2 試料土の土質試験結果

	粘性土	砂質土
礫 (%)	0.0	0.0
砂 (%)	4.0	95.6
シルト (%)	53.0	3.1
粘土 (%)	42.0	1.3
均等係数	—	1.8
曲率係数	—	1.0
液性限界	44.7	—
塑性限界	23.9	—
塑性指数	20.9	—
土質分類	CL	SPu

95%以上が砂分である。このような特異な試料であったため現地施工とは異なる砂質土の方が強度が小さく出る結果となったと考えられる。

セメントの種類では、遅硬性（せん断強さに対してマイナスのカテゴリーウェイト）と強度増加（一軸圧縮強さに対してプラスのカテゴリーウェイト）の両方の特性を持っているのはネオセラメント#800である。数量化I類分析のカテゴリーウェイトは、図1のグラフの特徴をよく裏付けている。

セメント添加量については、初期せん断強さではカテゴリーウェイトはほとんど差がなく、値そのものも小さく、セメント添加量の大小の影響は小さいと考えられる。長期一軸圧縮強さでは、セメント添加量が増えるに従い、カテゴリーウェイトは増加し、長期一軸圧縮強さとセメント添加量は正の相関を示している。

水添加量については、初期せん断強さ、長期一軸圧縮強さとも水添加量の増加に従いカテゴリーウェイトは減少し、水添加量と強度は負の相関を示している。材令の同帰係数は初期せん断強さでは28.55、長期一軸圧縮強さは0.499である。他のカテゴリーウェイトと比べると相対的にかなり大きな値であり、材令が強度に及ぼす影響は相当大きいと言える。

4. まとめ

今回の試験において遅硬性安定材スラリーの材料および配合について得られた結果を次に述べる。

- ① ネオセラメント#800が遅硬性安定材スラリーとしての可能性が最も高い。
- ② 初期せん断強さにはセメント添加量の差による影響はほとんどなく、長期一軸圧縮強さはセメント添加量の増加に従い強度が大きくなる。
- ③ 初期せん断強さおよび長期一軸圧縮強さに対しては、水添加量が増大するに従い強度は小さくなる。
- ④ 初期せん断強さは数時間経過で2オーダー程増大する。即ち、強度にしめる要因の影響として材令が最も大きい。

5. あとがき

今回の分析では強度特性に大きく影響するであろう養生温度と水和反応速度を左右する鉱物組成率を考慮することが出来なかった。今後は上記の点、及び現場の施工性も考慮しながら、最適な遅硬性安定材スラリーの材料及び配合の検討を進めたいと考えている。なお、本試験に際して御協力を頂いた竹中技術研究所斉藤聰、白井克己両氏に厚く感謝の意を表します。

【参考文献】

前原昭一郎：プレキャスト地下連続壁工法の設計と施工（その6）、土木施工、Vol.25, No.10, 1984.6

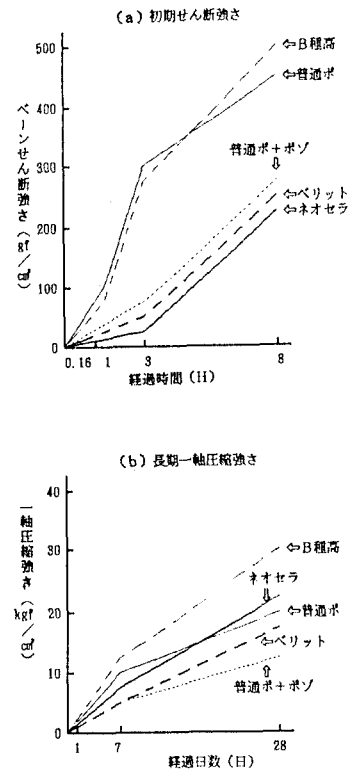


図1 せん断強さ、一軸圧縮強さと経過時間の関係（セメント250kg/m³、水400kg/m³、試料土粘性土）

目的変数	せん断強さ (kgf/cm ²)						一軸圧縮強さ (kgf/cm ²)						
	セグメント						セグメント						
要因	セグメント	セグメント						セグメント					
		-30	-20	-10	0	10	20	30	-2	-1	0	1	2
土の種類	砂質土	[Bar]						[Bar]					
	粘性土	[Bar]						[Bar]					
セグメントの種類	普通セグメント	[Bar]						[Bar]					
	B種高	[Bar]						[Bar]					
	3セグメント	[Bar]						[Bar]					
	4セグメント	[Bar]						[Bar]					
セグメントの添加量 (kg/m ³)	200kg	[Bar]						[Bar]					
	250	[Bar]						[Bar]					
	300	[Bar]						[Bar]					
水の添加量 (kg/m ³)	400kg	[Bar]						[Bar]					
	500	[Bar]						[Bar]					
	600	[Bar]						[Bar]					
定数項		-11.47						1.17					
材令の同帰係数		28.55						0.499					
重相関係数		0.863						0.873					

図2 数量化I類分析結果