

三井建設(株)技術研究所 正員 福田 誠
山本三千昭

1. まえがき

近年、軟弱地盤あるいは掘削残土等の不良土の土性改善に各種土質改良材を使った化学的安定処理工法が増えてきた。現在、市販されている土質改良材は数多く、ほとんどのセメントメーカーが様々な用途別に数種類の製品を用意している。建設工事において化学的安定処理が必要となった場合、最も経済的に所要の効果をえられる土質改良材の選定が重要となる。しかし、同じ土質に対して同様な処理方法で数多くの土質改良材の効果を比較した例が少ないことおよび改良材が土質の有する物理・化学的性質の影響を受けるため対象土質により有効な製品が異なることなどから、選定は経験的な知識から幾つかの改良材に絞り、配合試験を行って決定するのが現状である。従って、各種改良材の代表的な土質に対する有効性のある程度位置づけしておくことも必要である。今回、4種類の土質を対象に安定処理を行う計画があり、各々の土質ごとに各種土質改良材の有効性を比較できたので、その概要を報告する。

2. 使用材料および試験方法

2-1 試料土

試料土は、粘性土1種類および有機質土3種類である。粘性土は東京都の建設工事残土でGL-5m付近から採取した沖積粘土質シルトである。有機質土Aは千葉県の上水田跡の表層から採取した有機質粘土であり、Bは神奈川県建設工事残土でGL-8m付近から採取した有機質粘土である。有機質土Cは茨城県の沼野泥炭地の表層から採取した泥炭である。これらの土は強度試験のバラツキを少なくするため調製して試料土とした。表-1に調製した試料土の土性を示した。

2-2 土質改良材

改良材は、セメントメーカーを主体に11社から粘性土用および有機質土用合わせて24種類を準備し、これらの他に当社の開発した改良材(以下Mと表わす)、普通および早強ポルトランドセメントも使用した。これらは、Mを除くと全てセメント系改良材である。表-2にMおよびポルトランドセメントを除いた改良材の化学組成を示した。

2-3 試料土の調製

採取土は、貝ガラ、木片、粗大土粒子および草根を取り除くため2mm標準網ふるいで裏ごしして試料土とした。試料土は、純水を使って表-1に示す含水比になる様に調整した。これらの含水比は採取時の状態に近いものである。また、試料土は土性のバラツキを少なくするため攪拌機を使って十分に練り返しを行なった。

2-4 配合試験

供試体の作製および強度試験方法は、J S F T 3 1-8 1 Tに準じて行ったが、改良材は粉末で添加し、添加量は水セメ

資料土	含水比 (%)	比重	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	有機物含有率 (%)		P H
					重クロム酸法	強酸処理法	
A	250	2.189	242	125	54.6	30.8	6.65
B	170	2.338	155	94	38.4	24.3	5.62
C	900	1.626	—	—	(169)	83.8	5.75
粘性土	70	2.674	54.9	31.3	—	5.6	7.70

表-1 調製試料土の土性

No	化 学 成 分 (%)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	loss	Insol		
1	10.7	R ₂ O ₃ = 6.4	57.6	1.0	12.5					
2	25.4	R ₂ O ₃ = 11.9	56.4	2.5	2.3					
3	16.1	8.0	2.4	00.1	0.9	12.1	0.3	0.1		
4										
5	16	6	1	50	1	24		0.4		
6										
7	22.0	6.7	2.5	58.1	2.2	5.2	1.7	0.2		
8	20.1	6.0	2.5	63.3	1.9	4.4	1.0	0.2		
9	20.0	6.6	2.7	60.3	2.0	0.2	1.2	0.4		
10	18.8	6.4	2.2	57.2	1.6	7.8	4.6	0.7		
11	20.6	10.1	1.4	49.1	2.8	10.2	5.5	0.5		
12	22.5	10.6	1.3	47.0	3.2	9.9	4.4	0.5		
13	26.5	9.0	2.3	54.0	4.0	1.7	0.8	0.8		
14	22.5	7.8	1.6	53.0	3.5	9.5	0.8	0.5		
15	17.3	5.1	2.5	59.3	1.0	13.3	0.7	0.1		
16	18.9	4.6	2.5	63.4	1.0	8.1	0.7	0.1		
17	18.0	10.5	1.9	50.0	0.8	17.7	0.9	0.4		
18	19.8	5.0	3.1	61.6	1.2	7.6	1.2			
19	23.7	10.6	1.7	51.1	3.6	6.7	0.6	1.3		
20	18.5	4.5	2.8	61.5	1.2	7.0	3.0	0.1		
21	19.8	5.9	1.8	54.2	2.4	11.9	2.3	0.1		
22	18.9	6.5	2.7	58.7	0.9	10.1	2.7	0.3		
23	17.3	4.3	2.5	57.0		11.1				
24	22.0	5.0	2.5	63.0	1.8	2.2	3.0	0.5		

表-2 土質改良材の種類と化学組成

ント比W/Cで表わすことにした。試験は、まず改良材を粘性土用と有機質土用に分け、土質ごとに同一添加量のもとで全ての改良材の強度特性を比較し、次に強度が上位のもの数種類について添加量を変化させて目標強度 ($q_u = 2 \sim 5 \text{ kgf/cm}^2$ 、材令7日) が得られる改良材の添加量を比較する方法で行なった。ポルトランドセメントおよびMは、強度にかかわらず全ての試験を行なった。また、処理土のPHの経時変化をJSF-T7T-1968に準じて測定した。強度比較を行ったときの改良材の添加量を表-3に示した。

3. 試験結果

図-1 は、各土質ごとの同一添加量における普通ポルトランドセメント (以下N・P・Cと表わす) の q_u を1とした場合の各改良材の強度比と材令の関係を示した。強度比は、粘性土と有機質土を比較すると有機質土の方が大きく、特にCにおいて著しい。強度比の経時の変化は初期において大きいものが多い。また、粘性土ではN・P・Cの強度に達しないものも見られる。

表-4は、材令7日で $q_u = 5 \text{ kgf/cm}^2$ の改良強度を得るために必要な試料土1t当たりの材料費を試算した場合の経済的な順位およびN・P・Cに対する各改良材の材料費の比率 (%) を一例として示した。ただし、改良材およびN・P・Cの価格は東京地区の公表価格 (「建設物価」2月号より) である。その結果、経済性を考慮すると有機物含有量の少ない土質ではN・P・Cが最も有効であるが、多い土質では改良材が有効である。

図-2は、改良材の化学成分の内CaOとSO₃の含有量と材令7日以後の強度が上位の3種類をプロットしたものである。この図より、改良材は粘性土の場合CaOが63%程度のもの、有機質土の場合CaOが55%以下でSO₃が6%以上のものが高強度となっている。

この図より、改良材は粘性土の場合CaOが63%程度のもの、有機質土の場合CaOが55%以下でSO₃が6%以上のものが高強度となっている。

4. おわりに

今回、調製した試料土ではあるが、改良材の有効性を経済面も含めてある程度把握することができたと考える。また、有機物含有量の比較的多い ($L_i = 25 \%$) 有機質土であってもN・P・Cが有効な土質のあることを知見できた。一方、有機質土の腐植含有量および処理土のPHの経時の変化等も測定しているので機会があれば更に検討を加えて報告したい。

最後に、この実験に多大のご協力を賜りました埼玉大学工学部建設基礎工学科風間秀彦先生および土質研究室の皆様へ深く感謝致します。

参考文献：喜田大三、他「汚泥の処理処分に関する研究 (第6報)」、第15回土質工学研究発表会

土質	粘性土	有機質土		
		A	B	C
水セメント比	1000	300	300	200
W/C (%)				

表-3 改良材の添加量

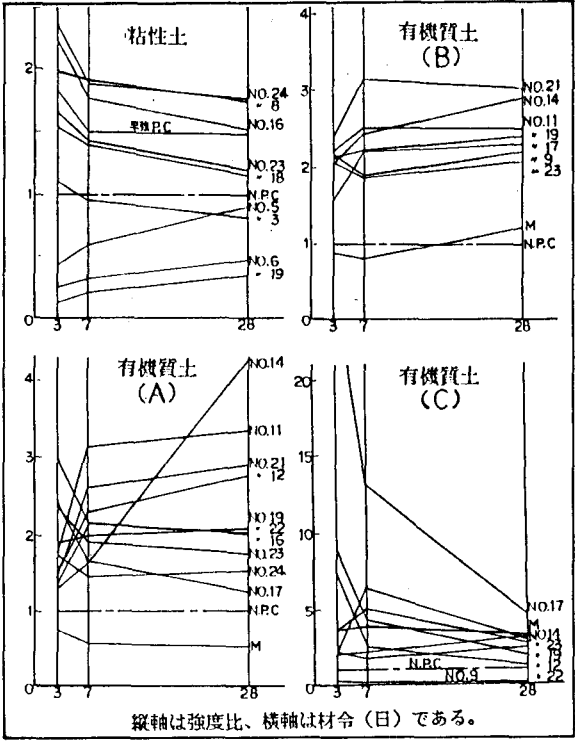


図-1 強度比と材令の関係

土質	順 位			
	1	2	3	4
粘性土	N・P・C (100)	NO. 16 (120)	NO. 23 (127)	NO. 18 (131)
有機質土	A NO. 11 (78)	NO. 16 (87)	NO. 23 (99)	N・P・C (100)
	B N・P・C (100)	NO. 21 (130)	M (130)	NO. 11 (148)
	C M	NO. 23	NO. 17	NO. 19

() 内はN・P・Cに対する材料費の比率 (%)

表-4 経済的な改良材の順位

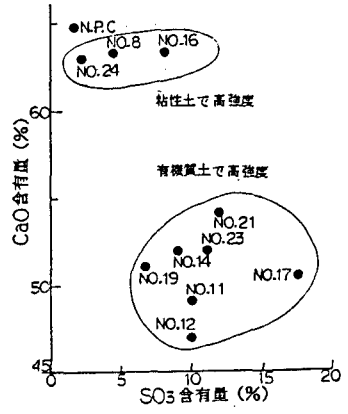


図-2 改良材の組成と強度