

深層混合処理工法における結合材について

愛知工業大学 正会員 内藤 幸雄

" " 森野 奎二

" " ○布谷 一夫

1. まえがき

深層混合処理工法による地盤改良では、全面改良よりも、壁状あるいは格子状改良等の方が経済的である。壁状あるいは格子状改良等の場合には、施工継ぎ手に高い信頼性をもたせる必要がある。そのためには、改良地盤の初期強度の発現が遅い結合材を用いることが望ましい。

本研究は、粘性土の含水比、結合材混合量、練り混ぜ水等を変化させ、深層混合処理工法用として開発された、水砕系結合材を用いた場合の、強度発現状態について検討したものである。

2. 実験概要

本実験における使用材料及び配合を表1に示す。使用材料のうち水砕・石こう系セメント、水砕・ベリット系セメントは深層混合処理工法用に開発されたものであり、粘性土は、横浜港大黒埠頭付近の深さ20mより採取したものである。練り混ぜ水は真水（水道水）と海水を用いた。海水は愛知県常滑港内より採取したものである。結合材混合量は、実際に現場でよく用いられている 160 kg/m^3 を中心に

表1 使用材料及び配合

使用材料	結合材	普通ポルトランドセメント 水砕・石こう系セメント 水砕・ベリット系セメント
	粘性土	横浜港内の海低粘性土
	練り混ぜ水	真水、海水
配合	結合材混合量	130, 160, 200 (kg/m^3)
	粘性土含水比	70, 90, 110 (%)
	W/C	0.6

$130, 160, 200 \text{ kg/m}^3$ の3種類とし、粘性土の含水比は、自然含水比に近い90%を中心に70, 90, 110%の3種類とした。セメントスラリーの水量は、 $W/C=0.6$ の一定とした。また、供試体の養生温度は、現場における実測値（運輸省測定）に基づき、普通ポルトランドセメントを用いた場合50℃、水砕・石こう系セメントを用いた場合40℃、水砕・ベリット系セメントを用いた場合30℃とした。供試体の脱型は、普通ポルトランドセメントを用いた場合は打ち込みの翌日、その他の結合材を用いた場合は3日後とし、脱型までは湿空中、脱型後は水中養生とした。供試体寸法は、 $\phi 5 \times 10 \text{ cm}$ とした。粘性土の物理的性質を表2に、結合材の物理的性質を表3に示す。

表2 粘性土の物理的性質

自然含水比 (%)		90.5
単位体積重量(g/cm^3)		1.49
比重		2.66
粒度特性	砂分 (%)	6.7
	シルト分 (%)	39.3
	粘土分 (%)	54.0
ベアブルック限界	L.L. (%)	82.6
	P.L. (%)	39.3
	P.I.	43.3

表3 セメントの物理試験結果

結 合 材	比重	比表面積 (cm ² /g)	フロー 値	凝 結			安定性	強 さ 試 験									
				水量 %	始発時分	終結時分		曲げ強さ (kgf/cm ²)					圧縮強さ (kgf/cm ²)				
								1日	3日	7日	28日	91日	1日	3日	7日	28日	91日
普通ポルトランドセメント	3.16	3180	246	27.8	2-30	4-48	良	22	39	61	80	72	60	137	239	410	449
水砕石・ベリット	2.95	4080	261	26.8	4-39	7-04	良	1.9	15	27	62	66	3.5	42	89	191	343
水砕・石こうセメント	3.00	4320	260	30.0	4-19	6-15	良	8.6	15	32	72	86	17	40	98	218	311

3. 結果および考察

図1に各結合材を 160 kg/m^3 混合した場合の粘性土混合物の強度発現状態を示す。図1より

水砕・石こう系セメントおよび水砕・ベリット系セメントを用いた場合、材令3日までの強度が、普通ポルトランドセメントを用いた場合に比べて、極めて小さいことがわかる。また、水砕・石こう系セメントを用いた場合、材令3日から28日にかけての伸びが、水砕・ベリット系セメントを用いた場合には、材令7日から91日にかけての伸びが大きい。これは、それぞれのセメントは量的には自硬性のない水砕を主体としており、水砕が硬化するために必要な $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を確保するのに時間を要するのが主因であると思われる。また、普通ポルトランドセメントを用いた場合、粘性土の含水比の低下とともに強度は増加する。しかし、その他の結合材を用いた場合、含水比が90%から70%へ低下すると、強度も低下する。これは、含水比70%の粘性土では、90%の場合より $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を吸着する量が増加するので、相対的に水砕を硬化させるに必要な $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が不足するためと考えられる。

図2に、結合材混合量の相違による粘性土混合物の強度発現状態を示す。水砕・石こう系および水砕・ベリット系セメントを用いた場合、結合材混合量の相違による強度発現状態は著しく異なり、130 kg/m^3 混合の場合は、160、200 kg/m^3 に比べてかなり小さい。これも前述と同様、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の不足によるものであろう。

従って、含有粘土量の多少により、それぞれに必要な、結合材混合量が決定されるものと考えられる。

また、練り混ぜ水を、真水・海水と変化した場合の混合物の強度発現状態を図3に示す。これによれば、練り混ぜ水の相違による差異は、ほとんどないと言える。

4. まとめ

深層混合処理工法用として開発された結合材について、粘性土の含水比、結合材の混合量、練り混ぜ水を変化させて、その混合物の強度発現について検討した。

- (1) 混合物の強度は、結合材の遊離 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が粘土に吸着されるため、粘土の含有量、結合材の混合量の相違により、大きく影響された。
- (2) 新結合材を用いた場合、初期材令における混合物の強度は、普通ポルトランドセメントを用いた場合に比べて、著しく低いことが明らかとなった。
- (3) 練り混ぜ水の相違(真水・海水)による影響はほとんどないと言える。

尚、本研究は運輸省第二港湾建設局京浜工事事務所の協力によるもので、ここに謹んで謝意を表します。

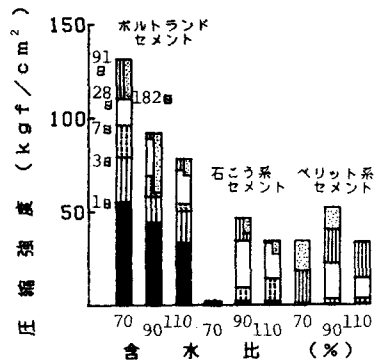


図1 含水比と圧縮強度の関係

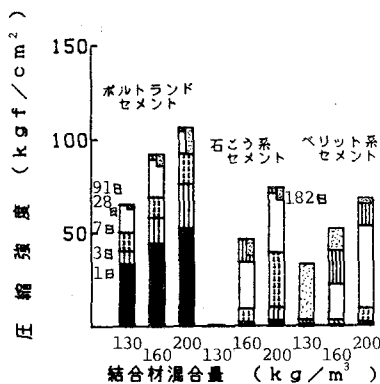


図2 混合量と圧縮強度の関係

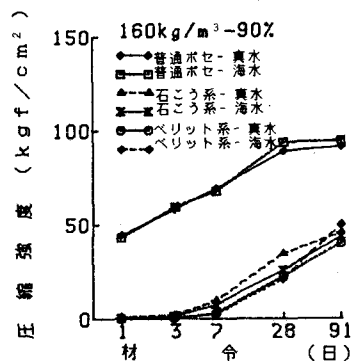


図3 材令と圧縮強度の関係