

福岡大学工学部 正員 吉 田 信 夫
 松 田 有 弘
 学生員 ○ 柏 原 憲 幸
 陶 山 明

1 まえがき

本報文は直交配列を用いて、将来の安定処理土の Composite Design の変数として取上げべき因子を決めるために従来おこなってきた直交配列による一連の実験のまとめのものとである。今回は一軸圧縮強度、乾燥密度の変動に關しての解析について報告する。

本実験では真砂土の安定処理におけるセメント、含水比、養生期間、養生温度、突固め層数、の5因子の主効果と交互作用とを検討したものである。したがって要因の因子は上記の5因子とし、これまでの実験結果を参考に含水比の水準を4水準、他の因子を2水準とした。

2 試料

図-1 粒径加積曲線

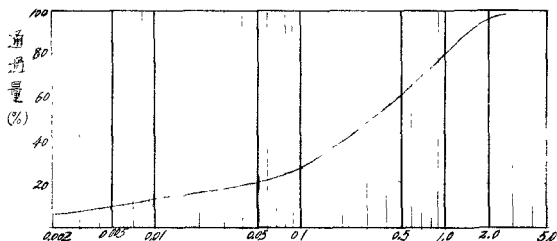
安定処理の試料として下記の試料を用いた。

2-1 真砂土

福岡市香椎産の真砂土でその粒径加積曲線を図-1に、物理的指数を表-1に示す

表-1 真砂土の物理的指数

2000μ以下の土粒子の比重	2.714
液性限界	39.05%
塑性限界	30.71%
D ₆₀ (μ)	0.480
D ₃₀ (μ)	0.0058
均等係数	82.76



2-2 セメント

セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。

3 実験計画

3-1 因子と水準

本実験ではこれまでの実験の結果を参考にしてセメント、含水比、養生期間、養生温度、突固め層数の水準をつきのように定めた。

セメント (10%, 14%) 含水比 (18%, 22%, 26%, 30%) 養生温度 (20℃, 30℃)
 養生期間 (1日, 7日)

3-2 直交表への割り付け

H₂₁₆を用いてセメント、含水比、養生温度、養生期間、突固め層数の主効果とセメントと含水比、セメントと養生温度、セメントと養生期間との交互作用を検出できるように列番を表-2のよう割り付けをおこなった。

3-3 試験方法

安定処理土の試験は土質試験法の“締固めて作る安定処理土の一軸圧縮試験法JIS原案”に準拠

しておこなった。

締固め後の供試体にビニール袋 パラス
ンワフスで被覆し、その上にビニール袋で
三重に被覆した。その後所定の養生温度で
水中養生を行ない養生期間終了後 電動圧
縮試験機による破壊を行ない、一軸圧縮強
度 乾燥密度のデータをえた。

4 変動の解析

試験からえられた一軸圧縮強度 S_c 乾燥
密度 ρ_d を表-2 に併記する。この結果から
因子の平方和、因子間の交互作用の平方和
を求め 誤差の平方和 誤差の自由度から
誤差分散の推定値を算出し、F 検定、寄与
率 P、信頼限界 R の試算をおこなった。そ
の結果は表-3 に示す。

4-1 F 検定

$$F_a = \{S_a/d_a\} / \{S_e/d_{fe}\}$$

S_a : 因子 A の分散

d_a : 因子 A の自由度

S_e : プールした誤差の分散

d_{fe} : プールした誤差の自由度

4-2 寄与率

$$P = \{[S_a - (d_a) \times S_e/d_{fe}] / S_e\} \times 100$$

S_e : 誤差の分散

d_{fe} : 誤差の自由度

S_e : 全体の分散

表-3 F 検定 寄与率 信頼限界

※ 5% の危険率で有意
※※ 1% の危険率で有意

因子	一軸圧縮強度						乾燥密度					
	S_c	d_{fe}	$V = S_c/d_{fe}$	F'	P	R	S_c	d_{fe}	$V = S_c/d_{fe}$	F'	P	R
セメント	95814732	1	95814732	12.56 ^{※※}	920%	±688	4865	1	4865	1308 ^{※※}	574%	±15
含水比	503738237	3	167912746	22.00 ^{※※}	50.19%	±973	68491	3	22830	6137 ^{※※}	8611%	±21
養生温度	18831260	1	18831260				827	1	827			
養生期間	282172804	1	282172804	36.98 ^{※※}	28.66%	±688	588	1	588			
実固の層数	15058280	1	15058280				473	1	473			
セメント・含水比	20918513	3	6972838				1463	3	488			
セメント・養生温度	7868025	1	7868025				1173	1	1173	315	102%	±21
セメント・養生期間	5168802	1	5168802				68	1	68			
(誤差)	8465407	3	2821802				298	3	99			
(誤差')	76310287	10	7631029				3717	10	372			

5 実験結果

(1) 含水比の主効果 (図-1)

S_e は水準2で最大になり、 rd は2で最大を生じ S_e-W , $rd-W$ は相似である

(2) セメントの主効果 (図-2)

S_e は水準2の方が大である。 rd についてと同様である。また相似の関係がみとめられる。

(3) 養生期間の主効果 (図-3)

S_e は水準2が大であり、 rd は水準2が小となった。したがって S_e と rd とは相似にならない。これは rd が有意でないからである。しかし信頼区間がかさなっているのでその勾配が逆になることと考えられる。

図-2 セメントの主効果

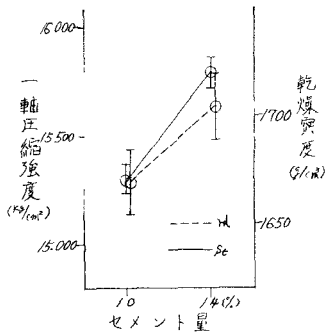


図-3 養生期間の主効果

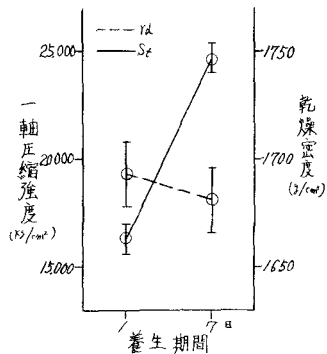


図-1 含水比の主効果

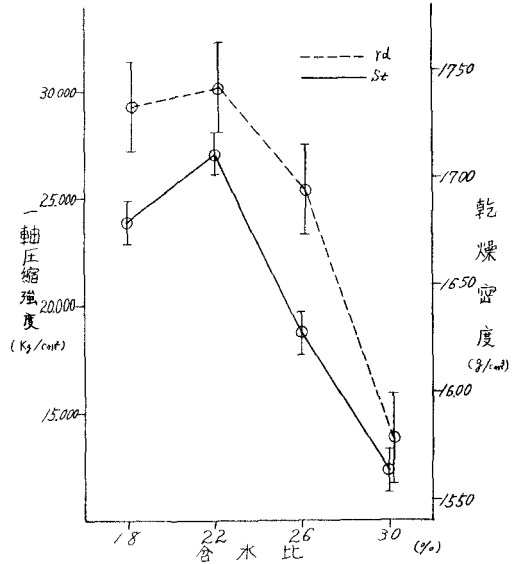


図-4 セメントと含水比の交互作用

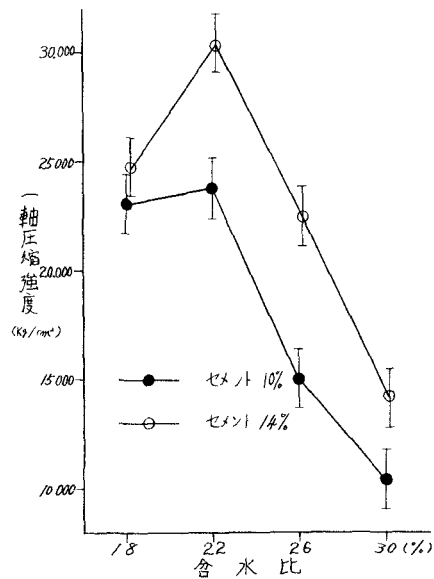


図-5 セメントと含水比の交互作用

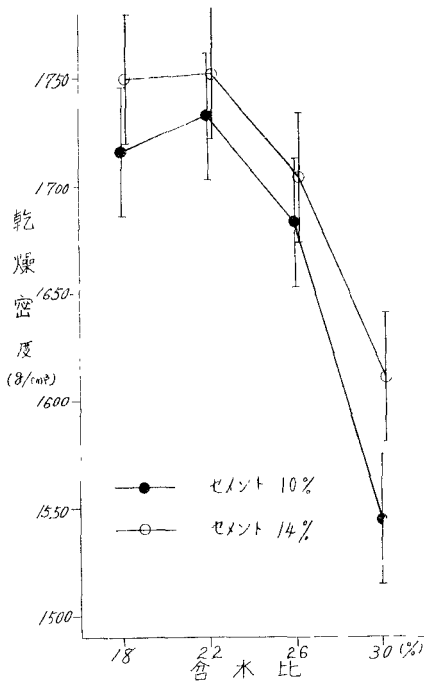
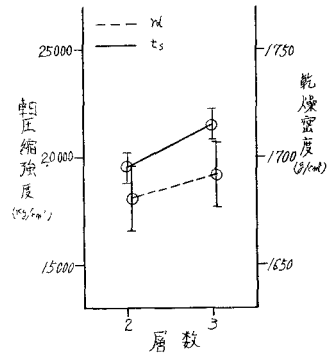


図-6 突固め層数の主効果



(4) セメントと含水比の交互作用 (図-5, 図-4)

t_s と t_d についてセメントと水との間には交互作用が存在しないので、セメントの水準1と2との間にはたいてい平行な関係がみとめられ、最適含水比が存在する。この最適含水比は含水比の主効果の最適含水比と一致する。図-1, 図-4, 図-5とは相似になる。

(5) 突固め層数の主効果 (図-6)

t_s と t_d は有意ではないが図-6で層数3の方が大なる傾向にある。しかし、この傾向は他のデータ(未発表)によると、層数2, 3, 5で減り出す場もあるので検討すべきものと考ええる。

6 結論

- 本実験の因子と水準の範囲内では有意な因子はセメント、含水比、養生期間でその特性については5-実験結果でのべた通りである。この他の因子と因子間の交互作用は存在しない。ゆえに本実験と同一因子、水準の実験をおこなう場合には、今回割りつけた因子間の交互作用は無視して、とりあげなかった因子もしくはそれらの因子間の交互作用を検出できるよう割りつけるべきである。しかしながら因子水準を変えることによって有意になるものもある。これは文献⁽¹²⁾に認められる。たか交互作用のF検定の値は小であるので、今後3変数の特性曲線をComposite Designで求める際にはセメント、含水比、養生期間を因子としてとりあげて実験を進めてもらってあろう。
- 今回の因子と水準の範囲内ではセメント水準2、含水比水準2、養生温度水準2、突固め層数水準2が最適であることが判明した。

7 参考文献

- 田口玄一 実験計画法 (上, 下) 丸善
- 吉田, 稲田, 沢井 安定処理土の要因解析について 第3回土質工学研究発表会 昭43年
- 吉田信夫 セメント安定処理の最適配合の試算について 土木学会 第24回年次学術講演会講演集 昭44年