

III-799

セメント混合改良土の時間依存型強度特性に関する考察

法政大学 草深 守人，牟田 親弘
谷岡 昭寛，高井 大輔

表-1 配合表（5本制作可能）

試料質量	セメント添加率	セメント量	水セメント比	加水量
2000(g)	2.5(%)	50(g)	690(%)	345(g)
2000	5.0	100	340	340
2000	7.5	150	220	330
2000	10.0	200	155	310
2000	12.5	250	130	325

表-2 試験条件（CD試験）

飽和	脱気槽で3時間以上
圧密時間	2 min
載荷速度	0.25 mm/min
側圧	5, 10, 15 kgf/cm ²
供試体寸法	φ5 cm×10 cm

1. 前書き

現在、ウォーターフロント開発・海上空港・都市近接型の新電源立地計画等では、今世紀末頃までにスーパー堤防・人工地盤の造成・海上人工島の建設が実現する可能性が高いとされている。これらの人工島等のように大規模な人工地盤をセメント改良土によって構築する際、改良土の強度発現時間を適切に評価し施工行程や工期の適正化を図ることが改良地盤の品質を確保する上で重要である。そのためには、改良地盤の力学的な境界値問題を数値解析的に扱い、施工行程における改良地盤内の応力状態等を正しく把握することが必要となる。そこで本研究では、これらの利用条件のうち、これまでほとんど研究されていなかった3軸応力状態下における改良土の力学的強度特性に絞って、強度発現と養生日数及びセメント添加率との関係を詳細に把握し、破壊条件式を導くことを目的とした。

2. 試料及び実験方法

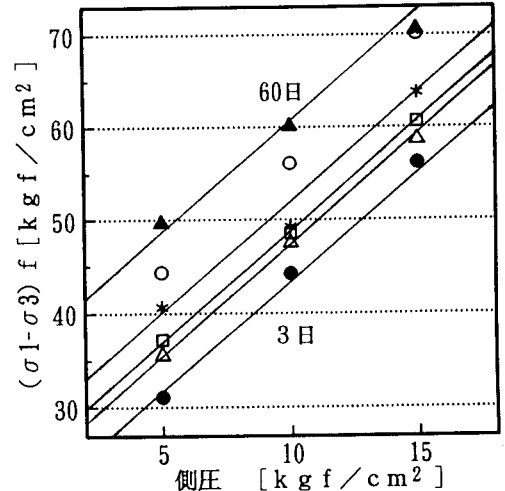
本研究に用いた試料土は試料の均一性を重視するために豊浦産標準砂とし、固結材は普通ポルトランドセメントを用いた。また、添加率によって決まる材料定数を明らかにするために、試料土の乾燥質量に対するセメントの添加率を5種類（2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5%）とした。供試体の作製方法は、所定の配合（表-1）で混練りした材料を鋼製のモールド（φ5cm×10cm）に5層に分けて一層当たり30回、直径2.5cmのタンパー（10kgf）を用いて充填するものとし、その後20℃の恒温槽で所定の材令（3, 5, 7, 14, 28, 60日）になるまで水中養生を行った。試験は、中圧三軸圧縮試験機を使用し、表-2の試験条件下で圧密排水試験（CD試験）を実施した。

3. 結果と考察

図-1で示される「側圧と偏差応力の関係」と図-2図-3より以下のことが分かった。

①モール・クーロンの破壊規準式（1）で表される m_0 は土の摩擦成分（図-1の直線の勾配）を意味しており、 m_0 は養生日数が増大しても一定で、かつセメント添加率 α とは無関係で一定となる。

$$(\sigma_1 - \sigma_3) = f_0 + m_0 \sigma_3 \quad \dots (1)$$

図-1 側圧と $(\sigma_1 - \sigma_3)f$ の関係（添加率 10.0%）図-2 セメント添加率 α とせん断抵抗角の関係

②式（1）で表される f_0 は土の粘着成分（一軸圧縮状態における偏差応力。図-1の縦軸切片）で養生日数の増大にともなって規則的に増大し、セメント添加率 α によって増大する割合は異なる。

以上の考察より、改良土の強度発現と、養生日数及びセメント添加率との関係を時間依存型の破壊基準として式（2）で表されるであろうことが示唆された。

$$(\sigma_1 - \sigma_3) = f_0 + m_0 \sigma_3$$

$$= A + B \log t + m_0 \sigma_3 \quad \dots (2)$$

f_0 : 一軸圧縮強度 ($\sigma_3 = 0$ 時の偏差応力)

t : 養生日数 (材令: day)

A, B : セメント添加率 (%) によって決定される材料定数

m_0 : 破壊包絡線の勾配

また、破壊条件式（2）の材料定数は以下のように決定することができた。

$$m_0 = 2.36 \quad (\text{図-2})$$

$$\log A = 0.117\alpha \quad (\text{図-4})$$

$$\log B = 0.109\alpha \quad (\text{図-5})$$

α : セメント添加率

$$[\{ (\text{セメント質量}) / (\text{試料土の乾燥質量}) \} \times 100]$$

上記で提案する材料定数の評価式を用いて、式（2）の破壊規準に従って予測される改良土のせん断強度を実験値と比較した。その結果、図-6に示すように上記の予測式が十分な精度を有することを明らかにできた。

さらに式（2）は、3次元応力場での破壊規準として次式のように表される。

$$F(\sigma, t, \alpha) = \frac{A + B \cdot \log t}{2\sqrt{1+m_0}}$$

$$+ (p - q \frac{m_0}{2+m_0}) \frac{m_0}{2\sqrt{1+m_0}} = 0 \quad \dots (3)$$

上式のように、セメント混合改良土の破壊規準が応力・時間・セメント添加率の関数で表すことができた。ただし、 p および q は応力の不変量であり下式で定義される。

$$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}, \quad q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad \dots (4)$$

4. 参考文献

1) 牟田 親弘、他3名

: セメント混合改良土の力学的性質

土木学会第47回年次学術講演会 平成4年9月

2) A.E.Z. Wissa, C.C. Ladd and T.W. Lambe

: Effective Stress Strength Parameters of Stabilized Soils, Proceedings of the Fourh International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, vol.1

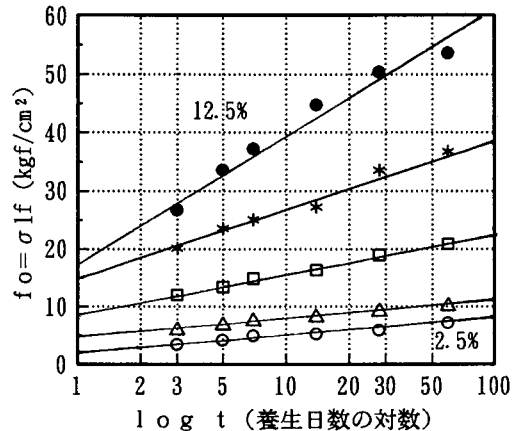


図-3 養生日数と $\sigma_3 = 0$ 時の f_0 の関係

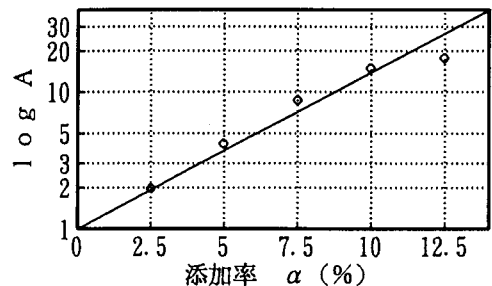


図-4 添加率と材料定数Aの関係

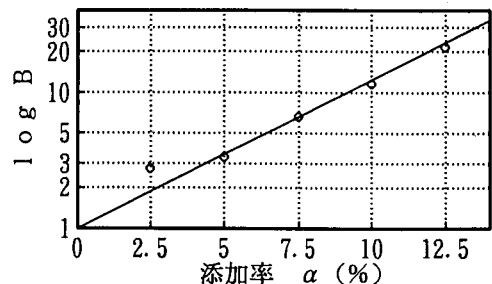


図-5 添加率と材料定数Bの関係

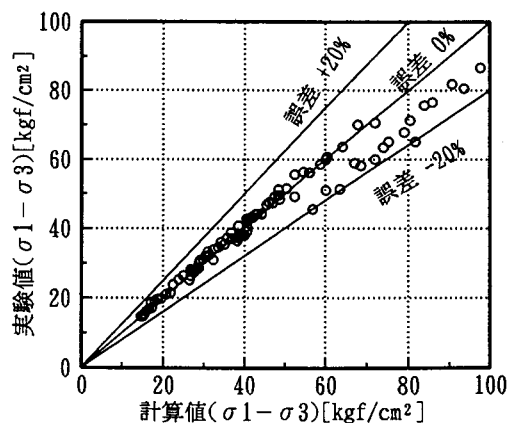


図-6 計算値と実験値