

III-510 セメント混合改良土の力学的性質

法政大学工学部 正会員 ○ 牟田親弘
 法政大学工学部 正会員 草深守人
 大和ハウス㈱ 前川厚二
 興亜開発㈱ 松本 基

1. はじめに

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に、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と考える。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、施工過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、セメント改良土の破壊規準を材令と配合条件との関係で明らかにする事を目的とした。

2. 試料及び実験方法

固結材として普通ポルトランドセメントを使用し、固結材の添加率を 5%、10%の2種類とした。

実験に使用した砂は、鬼怒川産の川砂であり、最大粒径を $2000\mu\text{m}$ 以下とした。物理試験結果を表-1に示す。供試体は、試料土をモールド（ $\phi 5\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ ）に5層に分けて投入し、フロー試験用突き棒（直径 2 cm 、長さ 20 cm 、質量 500 g ）で各層25回突き固める事により作製した。水セメント比 w/c の決定は、突き固め時に試料表面に水が浮きでそうな状態になる w/c を採用するものとし、セメント添加率5%の時 250%、10%の時 110%とした。なお、添加率 5%の場合に限り、水セメント比の影響を調べるため $w/c=250\%$ 、110%の両方を採用するものとした。配合表を表-2に示す。

改良土の材令（養生日数）と強度発現の関係を詳しく調べ一つの法則を導くため、試験を材令 3、5、7、14、28、60日で実施する事とし、また、養生方法は水中養生とした。

三軸圧縮試験に関しては、圧密排水試験（CD試験）を実施した。載荷速度は、 $0.25\%/min$ とし、側圧は σ_3 は 5、10、15 kgf/cm^2 とした。

なお、供試体を完全飽和状態にするため所定の材令に達する一日前に、真空脱気槽内の脱気水中に供試体を入れ、供試体内から気泡が出なくなるまで（最低3時間以上）脱気を行った。

3. 結果及び考察

側圧 σ_3 とせん断強度の最大値（ $\sigma_1 - \sigma_3$ ） r の関係を示すと、図-1、図-2、図-3のようになる。図のように側圧 σ_3 とせん断強度（ $\sigma_1 - \sigma_3$ ） r は、直線関係にあり、かつ養生日数の異なるこれらの直線は平行関係（ $ma=\text{一定}$ ）にある。この直線式は次式のように表される。

表-1

最大粒径 mm	2. 0 0 0
6 0 %粒径 mm	0. 4 8 8
3 0 %粒径 mm	0. 2 2 0
1 0 %粒径 mm	0. 0 8 7
均等係数 U c	5. 6 1
曲率係数 U c	1. 1 4
土粒子の比重 G s	2. 7 4 5

表-2

配合No	固結材の添加率（%）	水セメント比（%）
①	1 0. 0	1 1 0
②	5. 0	1 1 0
③	5. 0	2 5 0

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

これより、せん断抵抗角 ϕ_d と粘着力 c_d は次式のように表される。

$$\sin \phi_d = m_0 / (2 + m_0) \quad (2)$$

$$c_d = f_0 / (2 \sqrt{1 + m_0}) \quad (3)$$

図-2、図-3から分かるように、セメント添加率が小さい場合は、 m_0 も f_0 も水セメント比 w/c の影響をほとんど受けないことが明らかとなった。

次に、材令と強度発現の関係を調べるために、養生日数 t と $\sigma_3=0$ の時のせん断強度 f_0 (一軸状態)の関係を図-4のように $f_0 - \log t$ 図にプロットした。この図から、セメント添加率と養生日数の対数は直線関係を示し、かつセメント添加率の増加に伴ってその勾配も増加する事が明らかとなった。

すなわち、 $f_0 - \log t$ 関係はセメント添加率によって決まる材料定数 A 、 B を導入する事により次式のように書ける。

$$f_0 = A + B \cdot \log t \quad (4)$$

以上の考察から、セメント改良土の時間依存形の破壊規準は式(4)を式(1)に代入する事により次式で表す事ができる。

$$(\sigma_1 - \sigma_3)_t = A + B \cdot \log t + m_0 \sigma_3 \quad (5)$$

なお、材料定数 A 、 B の具体的な例としてセメント添加率を10%とした場合の式(5)は次式のように与えられた。

$$(\sigma_1 - \sigma_3)_t = (4.4 + 35 \log t) + 3.34 \sigma_3 \quad (6)$$

4. あとがき

本研究により、これまでほとんど議論されなかったセメント改良土の破壊規準を配合と材料との関係で定式化する事ができた。今後は、セメント添加率によって決まる材料定数 A 、 B の具体的な決定方法について実験を重ね明らかにして行くつもりである。

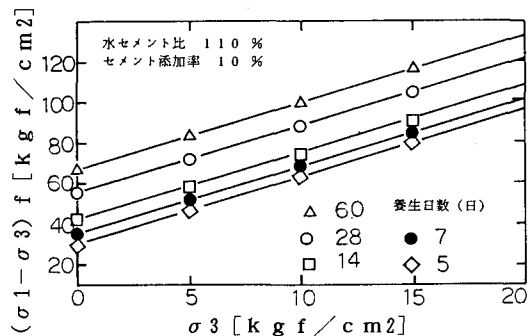


図-1 養生日数とせん断強度

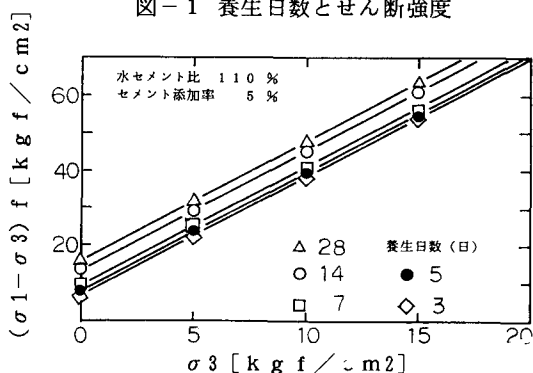


図-2 養生日数とせん断強度

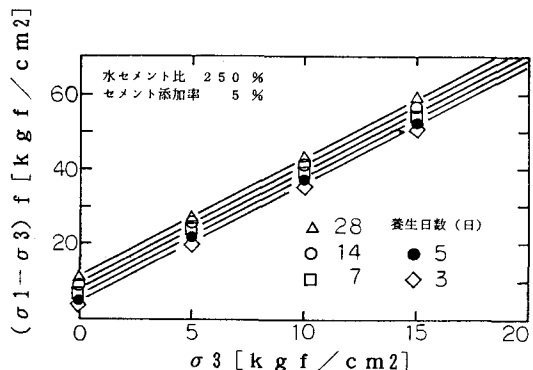


図-3 養生日数とせん断強度

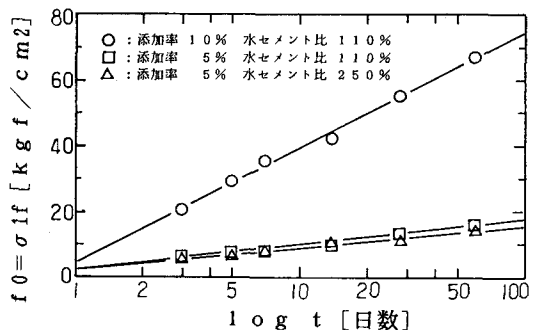


図-4 養生日数と $\sigma_3=0$ 時のせん断強度