

Ⅲ-708

砂質土のセメント・フライアッシュ混合改良効果に関する考察

法政大学 学 谷岡 昭寛
法政大学 正 草深 守人

1. はじめに

深層混合処理工法による改良土のように、粘性土を母材とする改良土の特性についてはこれまでにかなり解明されているが、砂質土を母材としたセメント処理土の特性はあまり明らかにされていない。また、近年石炭火力発電所から発生する石炭灰（フライアッシュ）は廃棄物として処理されており、有効利用されることが叫ばれている。そこで本考察では、高拘束圧下における砂質土を母材とした改良土の力学的特性に絞って、強度発現と養生日数及びセメント添加率、フライアッシュ置換率との関係を把握し、フライアッシュを加えたことによる強度低減率を導くことを目的とした。

2. 試料及び実験方法

本研究で用いた試料土は豊浦産標準砂であり、固結材は普通ポルトランドセメントを用い、混和材としてフライアッシュを用いた。表(1)に示すようにセメント添加率は4種類とし、またフライアッシュの置換率(セメントの一部をフライアッシュに置き換えた割合)をR種類とした。ただし、セメント添加率12.5%についてのみ4種類で行った。供試体の作成は所定の配合で混練した材料を鋼製モールド(φ5×10cm)に5層に分けて1層当たり30回、直径2.5cmのタンパー(10kgf)で充填し、1日後モールドをはすし、水中養生を行った。試験は高圧三軸試験機を用い、表(2)に示されている条件で圧密排水試験(CD試験)を行った。

表(1) 供試体作製条件

セメント 添加率(%)	セメント量に対する フライアッシュ置換率(%)
7.5	10.0, 30.0
5.0	10.0, 30.0
12.5	10.0, 30.0
10.0	10.0, 20.0, 30.0, 40.0
養生日数(day)はすべて 5日, 10日, 20日, 50日	

3. 実験結果と考察

昨年度の研究で、砂質土を母材としたセメント混合改良土の破壊基準が材令とセメント添加率(α)との関係で式(1)のように提案することができた。

$$\begin{aligned}
 (\sigma_1 - \sigma_3) &= f_0 + m_0 \cdot \sigma_3 \\
 &= A + B \cdot \log t + m_0 \cdot \sigma_3
 \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 A, B, m_0 は次のように表される。

$$A = 10^{0.117\alpha} \quad (2)$$

$$B = 10^{0.109\alpha} \quad (3)$$

$$m_0 = 2.36 \quad (4)$$

また、式(5)のようにも表すことができる。

$$F_c(\sigma, t, \alpha) = \frac{A + B \cdot \log t}{2(1 + m_0)} + (p - q \cdot \sin \phi d) \tan \phi d = 0 \quad (5)$$

ただし、 p と q は次のようになる。

$$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (6)$$

$$q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad (7)$$

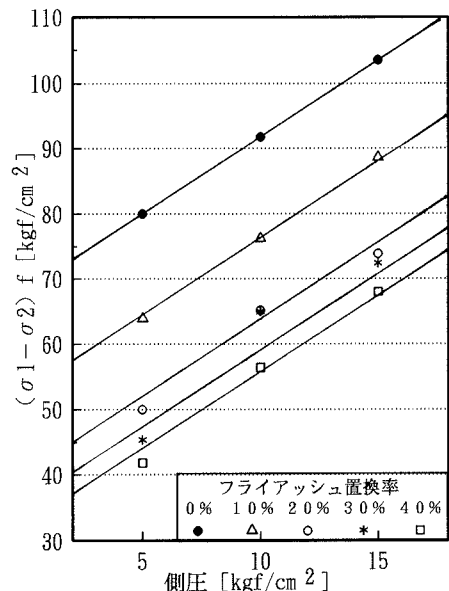


図-1 側圧と $(\sigma_1 - \sigma_3)$ の関係
添加率(12.5%) 養生日数(50日)

セメントのみによる改良土の強度を F_C 、セメントの一部をフライアッシュで置換（置換率 R ）した場合の強度を F_R として、両者の比から強度低減率 κ を次式で定義する。

$$\kappa(R, t) = \frac{F_R}{F_C} \quad (8)$$

さらに、この強度低減率 κ は、改良材の添加率 α とは無関係に置換率 R と養生日数 t のみの関数であると仮定する。図(1)は、セメント添加率 12.5 % の場合 (50 日養生) の拘束圧とせん断強度の関係の一例を示したもので、この図から強度低減率 κ と置換率 R の関係は図(2) から式(9) に示すように近似することができる。

$$\kappa(R, t = 50\text{day}) = \frac{1}{10^{0.974R}} \quad (9)$$

図(3) は、フライアッシュ置換率が $R = 10\%$ と $R = 30\%$ の場合の強度差を養生日数との関係で示したものであり、強度差、すなわち強度の低下量は、養生日数と線形関係にあることがわかる。よって上記で定義した強度低減率 κ も養生日数 t と線形関係にあるものと考えることができる。さらに、供試体打設直後（養生日数 $t = 0$ ）の試料では、セメント粒子やフライアッシュ粒子の細粒分が砂粒子に添加されたことによる強度変化は生じるものの、添加材の水和反応による強度変化は、無視できるものと考えられる。従って、養生日数 $t = 0$ の強度低減率 κ は、式(10) のように仮定してよいものと考えられる。

$$\kappa(R, t = 0\text{day}) = 1.0 \quad (10)$$

したがって、強度低減率 κ が養生時間 t と線形関係にあるものと仮定することにより、式(9) と式(10) とから、強度低減率 κ は次式によって表すことができる。

$$\kappa(R, t) = 1.0 - \frac{1}{50}(1.0 - 10^{-0.974R})t \quad (11)$$

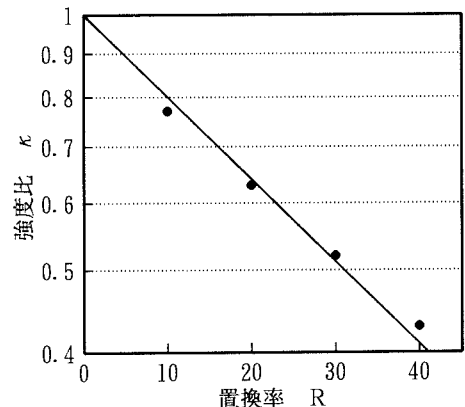
以上の考察は比較的少量のフライアッシュ添加に関するものであるが、産業廃棄物処理を考えると、より大量の石炭灰を使用した人工地盤材料としての検討が今後の重要課題である。

[参考文献]

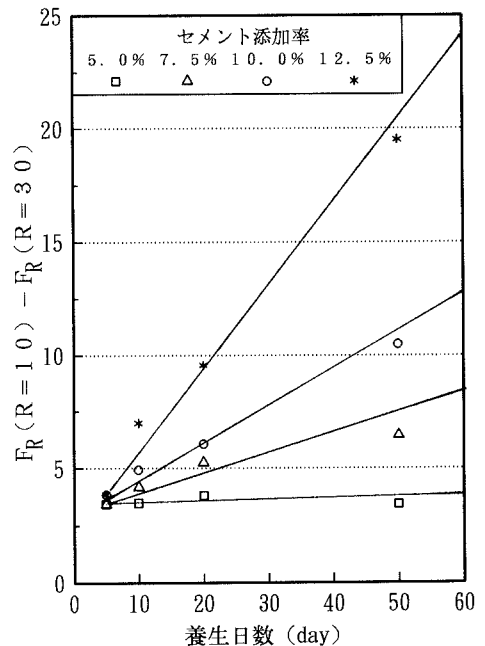
- 1) A.E.Z.Wissa, C.C.Ladd and T.W.Lambe: Effective Stress Strength Parameters of Stabilized Soils, Proceedings of the French International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, vol.1
- 2) 谷岡 昭寛、高井 大輔：セメント混合改良土の時間依存型強度特性に関する考察、土木学会第49回年次学術講演会概要集第3部、1994年
- 3) 善 功企、山崎 浩之、佐藤 泰：事前混合処理工法による処理土の強度・変形特性、港湾技術研究所報告第29回2号、1990年

表（2）試験条件

飽和	脱気槽で3時間以上
圧密条件	0.25 mm/min
側圧	5, 10, 15 kgf/cm ²
供試体	φ 5 cm × 10 cm



図－2 置換率 R と強度比 κ の関係



図－3 養生日数と強度差の関係