

ソイルセメントコラムの支持力機構に関するモデル実験

佐賀大学 ○学 川口 誠二 学 永池 誠一

” 正 三浦 哲彦

(株) テノックス 正 日比野 信一

1. 背景 地盤改良にソイルセメントコラム工法を用いた事例が最近多く見受けられる。直接荷重試験を行ってコラムの支持力を調査したところ、周辺地盤強度から推定される支持力よりもかなり大きい値を実測した。また、施工されたソイルセメントコラムの強度発現には、地盤中温度も関与していると考えられる。本報告は、これらの要因を調べるためにコラム強度に及ぼす養生時間・温度積の影響について供試体実験を行い、またモデルコラムと周辺粘土との相互作用について検討したものである。

2. 実験概要 2.1. コラム強度と養生時間・温度積の関係

乱した状態の有明粘土($W=96\sim98\%$)に、セメント系固化材を $W/C=80\%$ で所定量配合し、ソイルミキサーにより10分間攪拌した。これを直径5cm、高さ10cmのプラスチックモールドを用いて成形し、各々5℃、20℃、30℃で水中養生させ、所定材令経過後に一軸圧縮強度試験を行った。固化材の配合量は200、250及び300 kg/m^3 であった。

2.2. コラム周辺地盤の挙動

2.1と同じ粘土を図-1の容器に約5cm入れ0.1 kgf/cm^2 の荷重を載せて約1週間圧密を行った後、マーカー(チョーク粉)を置いた。この操作を3回繰り返して模型地盤を作成した。この地盤中心から直径3cm、深さ6cmの粘土をサンプラーにより抜き出しセメント系固化材を250 kg/m^3 配合した粘土を孔に充填して、図-1に示すようなモデル地盤を作製した。コラムに対する鉛直荷重試験は、土質工学会基準A-多サイクル方式に基づいて行い、試験後、装置を解体してマーカーの挙動及びコラム周辺の含水比を測定した。

3. 実験結果及び考察 3.1 コラム強度

図-2は、強度と養生時間・温度積 M との関係を示したものである。いずれの配合量においても養生日数28日の範囲では、 M が増加するに従って直線的に一軸圧縮強度 q_u も増加する傾向にある。地盤の温度は場所によって異なるが、有明粘土地盤のように平均20℃という高い温度を有する場所では、地盤に施工したソイルセメントコラムの強度発現も早くなる。

3.2. コラム周辺地盤の挙動

荷重試験で得られた荷重-沈下曲線を図-3に示す。初期部分と降伏後の2本の直線の接線交点により極限荷重を10 kgf と推定した。また、コラム頭部を2cm沈下させて完全に降伏させた場合のコラムと地盤との相対変位をマーカーの挙動により観察した。図-4に示すように、コラム周辺での滑り面は、コラム表面からおよそ2.5mm離れた位置(図中点線表示)に発生していることがわかった。

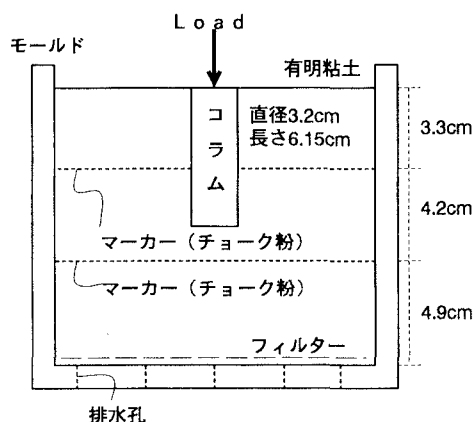


図-1. 模型地盤

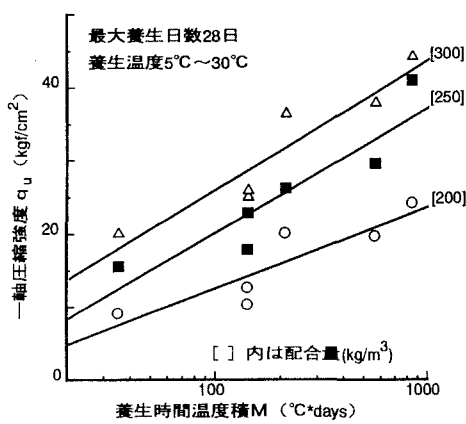


図-2. q_u と M の関係

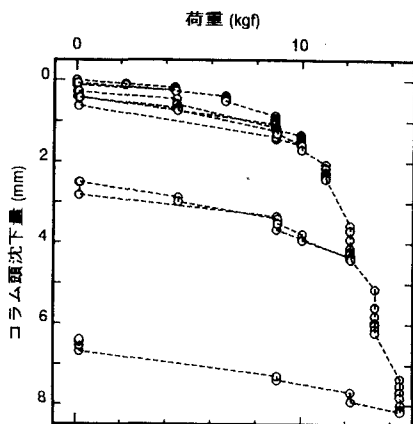


図-3. 載荷試験結果 (荷重-沈下曲線)

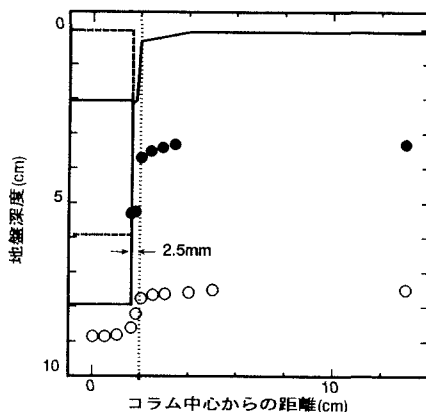


図-4. 載荷試験に伴う周辺地盤挙動

つまりソイルセメントコラムの周辺地盤には、コラムと共に挙動する領域が存在することが確認された。この領域は固化材の溶出並びにコラムの吸水作用により固化された領域であると考えられる。図-5にコラム周辺地盤の含水比分布を示しているが、コラム近傍での含水比の低下が著しい。

3.3. 載荷試験による支持力の算定

模型地盤の非排水せん断強度 C_u を用いて次式によりソイルセメントコラムの支持力を試算した：先端支持力(場所打ち杭の式 $R_p = 10 \cdot C_u \cdot A_c$ (kgf))；周面支持力(テルツァーの式 $R_f = C_u \cdot L \cdot \phi$ (kgf))；ここに A_c ：コラム先端断面積(cm^2)， L ：土中コラム長(cm)， ϕ ：コラム周長(cm)。算定に際して、滑り面は固化領域 $\Delta r(h) = 2.5\text{mm}$ と周辺粘土の間で生じるものとし、先端部には固化領域 $\Delta r(v)$ が生じていると考えた。算定結果を表-1に示す。滑り面がコラム周面に働くと考えた場合(a)は実測値と算定値の差は大きい。これに対して固化領域 $\Delta r(h)$ を考慮した場合(b)には算定値は実測値に近い値となる。先端部の固化領域を $\Delta r(v) = 4\Delta r(h) = 10.0\text{mm}$ (d)と大きくとってもコラムの支持力算定値に大きな違いは生じない。

4. 結論 1)ソイルセメントコラムの初期強度(28日まで)は養生時間温度積と比例関係にある。有明粘土地盤のように地中温度が 20°C を有する場所ではコラム初期強度に及ぼす地盤温度の影響を無視できない。2)ソイルセメントコラムの近傍地盤には固化領域が存在し、特に周面部の領域が支持力に及ぼす影響は大きい。

参考文献 1. 榎並他(1985)；ソイルセメントコラムの原位置温度測定及び養生温度の強度に及ぼす影響，第20回土質工学研究発表会 2. 榎並他(1987)；ソイルセメントコラムの鉛直支持力，第22回土質工学研究発表会

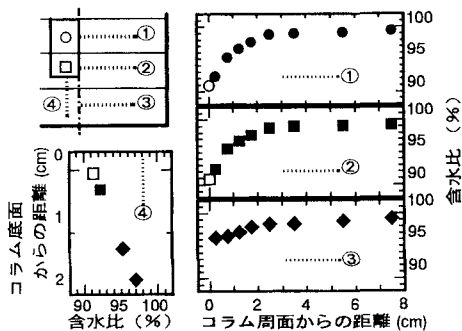


図-5. コラム周辺地盤の含水比分布

表-1. 支持力試算結果

実測値	10.0kgf
算定値(a) $\Delta r(h) = \Delta r(v) = 0$	$R = 7.8\text{kgf}$
(b) $\Delta r(h) = 2.5\text{mm}$, $\Delta r(v) = 0$	$R = 9.8\text{kgf}$
(c) $\Delta r(h) = \Delta r(v) = 2.5\text{mm}$	$R = 10.0\text{kgf}$
(d) $\Delta r(h) = 2.5\text{mm}$, $\Delta r(v) = 4\Delta r(h) = 10.0\text{mm}$	$R = 10.4\text{kgf}$

