

### III-382 軽量盛土材としての気泡セメント 模型地盤の静的載荷実験

九州産業大学 工学部 学生員 ○小林 重吉

九州産業大学 工学部 正 員 山内 豊聡

九州産業大学 工学部 正 員 白地 哲也

#### 1. はじめに

気泡セメント (foamed cement :FCと略称) は、単位体積重量が締固めた土の約1/10であり、気泡率は  $n=80\%$  以上というように軽量化を向上させたものである。その軽量性はもとより、現場での一体打設が可能であり、流動性に優れ、土とのなじみがよい無機質な材料である点が長所である。FCの用途としては、従来は凍上防止の断熱材や流動性のよいことから空隙充填材などに利用されていたが、最近では軟弱地盤の沈下対策、擁壁の土圧軽減対策として盛土材に使用されている。FCを軽量盛土材として利用する場合、上載荷重による鉛直沈下や変形特性を明らかにする必要がある。本報ではFC模型地盤の静的な載荷実験を行い、盛土材としての適性を検討した。

#### 2. 実験方法

実験装置を図-1に示す。FCは厚さ40 cmで2回に分けて打設した。載荷板(直径20 cm, 厚さ5 cm, 重量12.2 kgf)は模型地盤の中央に設置し、油圧式の荷重装置で載荷を行った。載荷方式は、荷重制御の多サイクル方式とした。応力条件は図-2に示すようなパターンで載荷と除荷を行い、各サイクルの荷重強度を、それぞれ  $P=3.0, 4.0, 6.0 \text{ kgf/cm}^2$  とした。また、地盤表面と載荷板とのなじみをよくするため、予備載荷 ( $P_0=0.5 \text{ kgf/cm}^2$ ) を行った。

沈下量が1%以下になった時に、次のステップに移行した。なお、1ステップの増加載荷重強度は  $\Delta P=1.0 \text{ kgf/cm}^2$  であり、総載荷時間は約650分であった。載荷重はロードセルで計測を用い、鉛直変位は、載荷板上にダイヤルゲージを4個セットし、目読するとともにペンレコーダーにより自動計測を行い、その平均値を採った。測定値への室内温度の影響は少ないと考えられるため、温度補正は行っていない。

#### 3. 結果と検討

##### 3-1 FC模型地盤の一軸圧縮試験

模型地盤から10本程度試料を採取し、一軸圧縮試験を行った。その試験結果の平均値を表-1に示す。FC模型地盤の単位体積重量  $\gamma_t=0.36 \sim 0.44 \text{ gf/cm}^3$ 、一軸圧縮強度  $q_u=5.3 \sim 9.7 \text{ kgf/cm}^2$ 、弾性係数  $E=600 \sim 1200 \text{ kgf/cm}^2$ 、間隙比  $e=5.8 \sim 7.0$ 、含水比  $w=15 \sim 21\%$  の範囲にあった。一軸圧縮強度は、盛土材として十分な強度を有し、また模型土槽内において、多少のばらつきはあるものの打設は

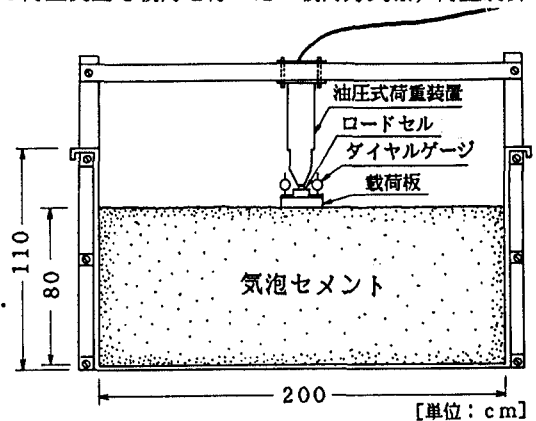


図-1 模型土槽図

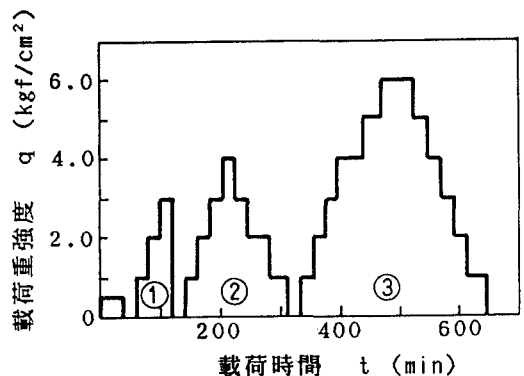


図-2 載荷重強度と載荷時間

ほぼ均一に行われたことが分かる。

### 3-2 載荷時間と鉛直変位

載荷時間と鉛直変位の関係を図-3に示す。図において○印は載荷時を、●印は除荷時を表している。図よりFC地盤の鉛直変位は、各ステップとも同様な変化傾向を示していることが分かる。また、一旦載荷されると、除荷後でも元の状態には回復しないことが分かる。沈下終了までの載荷時間は、載荷重強度 $p=3.0, 4.0, 6.0 \text{ kgf/cm}^2$ で、それぞれ60分、200分、340分となり、載荷重強度に伴い増加する傾向にある。

### 3-3 載荷重強度と鉛直変位

載荷重強度と鉛直変位の関係を図-4に示す。図より最終的な鉛直変位は、載荷重強度 $P_1=3.0 \text{ kgf/cm}^2$ で $w_z=0.38 \text{ mm}$ 、 $P_2=4.0 \text{ kgf/cm}^2$ で $w_z=0.59 \text{ mm}$ 、 $P_3=6.0 \text{ kgf/cm}^2$ で $w_z=1.03 \text{ mm}$ となり、非常に小さいことが分かる。また、除荷後の回復量は、それぞれ0.12 mm、0.21 mm、0.35 mmとなり、載荷前への回復率は30%程度であり、回復量も少ないことが分かる。FC地盤は塑性的な性質を示し、載荷重強度の増加に伴う鉛直変位の累積が認められる。

### 4. まとめ

本実験によりFC地盤は、載荷重の増加に伴い、鉛直変位は累積し、回復量は小さく、塑性的な性質を示すことが分かった。しかし、載荷重強度が $6.0 \text{ kgf/cm}^2$ 時、鉛直変位が $1.03 \text{ mm}$ であることを考慮すれば、盛土材としての十分な強度が期待できるものと思われる。FCはピーク強度に達しても、一定の残留強度を維持する利点があるが、今後、交通振動や地震等による外力の影響や、降雨や地下水による飽和条件時の強度変化などの諸問題について検討する必要がある。（謝辞） 本実験を行うにあたり協力を頂いた九州産業大学工学部土木工学科山内研究室の卒業研究生、技術指導を頂いた大洋技術開発（株）の浜田英治氏、またFCを提供して頂いた小野田セメント（株）FM開拓チームリーダーの古谷俊明氏に、深く感謝の意を表します。（参考文献）（1）山内、藤木、白地、浜田：気泡セメントの力学的特性、第24回土質工学研究発表会、1989年6月、（2）古谷俊明；軽量盛土材としての気泡モルタル、土と基礎、1989年2月、（3）山内、浜田；軽量盛土材としての気泡セメントの力学的特性と降伏基準に関する一考察、土木学会論文集第40

6号/III-11、1989年6月

表-1 FC模型地盤の一軸圧縮試験結果

|        |              |                        |
|--------|--------------|------------------------|
| 一軸圧縮強さ | $q_u$        | $7.1 \text{ kgf/cm}^2$ |
| 単位体積重量 | $\gamma_t$   | $0.40 \text{ gf/cm}^3$ |
| 降伏ひずみ  | $\epsilon_y$ | 1.5 %                  |
| 弾性係数   | E            | $904 \text{ kgf/cm}^2$ |
| 間隙比    | e            | 6.27                   |
| 含水比    | w            | 17.9 %                 |
| 気泡率    | a            | 80.2 %                 |

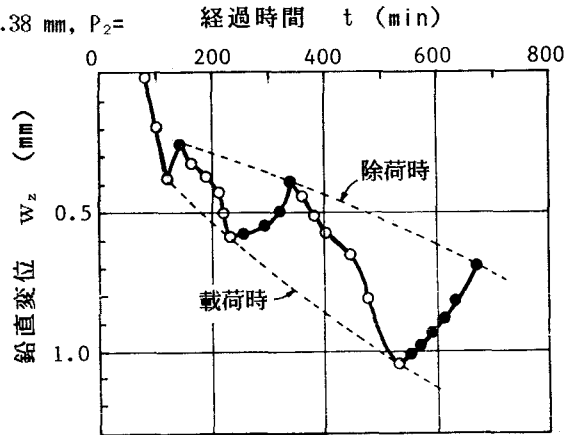


図-3 鉛直変位と経過時間

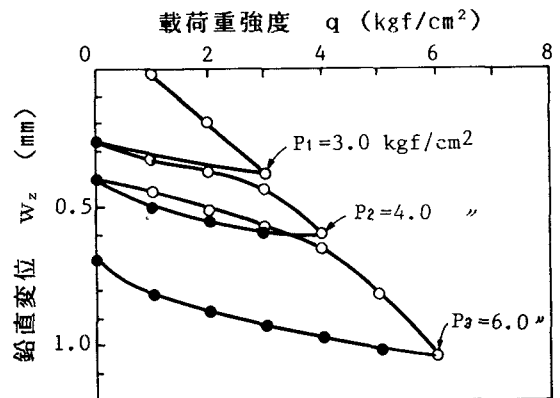


図-4 鉛直変位と載荷重強度