

気泡セメントモルタルの力学的特性

小野田セメント(株)  
九州産業大学工学部  
太洋技術開発(株)

正員 ○古 谷 俊 明  
正員 山 内 豊 聡  
正員 浜 田 英 治

1. はじめに

気泡コンクリートは従来、主として軽量建築材料として研究され、実用化もされている。今回報告している気泡セメントモルタル(Foamed Cement Mortar:以下FCM, 砂は配合していないがモルタルと称することにする)は、気泡率を80~90%まで高めて乾燥単位体積重量を $0.2 \sim 0.4 \text{ gf/cm}^3$ としたもので、軽量盛土材料等の土木材料として開発されたものである。図-1にコンクリート材料と土質盛土材料の、単位体積重量 $\gamma_t$ と一軸圧縮強度 $q_u$ の関係を示しているが、FCMの $q_u$ は良質の土質材料にほぼ等しく、 $\gamma_t$ は火山灰などの軽量土質盛土材よりも低い領域に位置する。このことから、FCMは軽量盛土材として有効に利用できそうである。本研究はFCMの力学的特性を明らかにし、盛土材料としての適用性を考察するために一軸圧縮試験、高サイクルの繰返し一軸圧縮試験を行なったものである。

2. 一軸圧縮試験

今回一軸圧縮試験に用いたFCMは早強セメント、水及び気泡剤を配合したもので、気泡率(間隙率  $n$ )=85~95%のものを準備し、養生期間は約2ヵ月とっている。それらの乾燥単位体積重量はほぼ $0.2 \sim 0.3 \text{ gf/cm}^3$ で透水係数は $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{ cm/s}$ となった。使用した供試体は、型枠から取り出したFCMブロックを直径5 cm、高さ10 cmの円柱形に成形したものとした。図-2に間隙比 $e$ の異なる供試体の $\sigma_a - \epsilon_a$ 曲線を示す( $n=87.2 \sim 92.2\%$ )。当然のことながら間隙の少ないものほど圧縮強度が高く、初期の剛性も高い傾向を示しているが、特徴的なことは、最初の降伏で強度をある程度失うがその後も残留強度を維持しているということである。これは供試体が全体的に破壊するのではなく局部的に破壊していくためであり、このことは圧縮中の供試体の観察からも認められた。図-3に $e$ と $q_u$ の関係を示しているが、気泡の分布状態が異なるためか強度にややばらつきが見られるものの、 $\gamma_t=0.3 \text{ gf/cm}^3$ で概ね $q_u=6 \sim 8 \text{ kgf/cm}^2$ が得られている。図-4は含水比 $w$ と $q_u$ の関係である( $n=87.2 \sim 89.6\%$ )。この図からわかる様にFCMは水浸させて含水比を上げると $q_u$

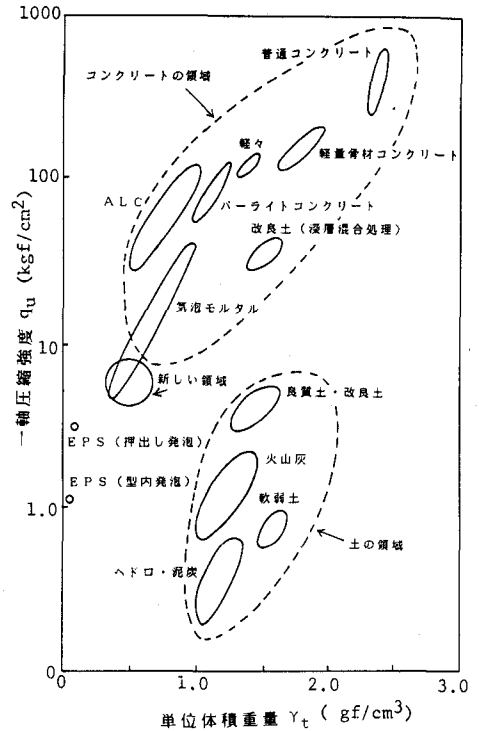


図-1 コンクリート材料と盛土材料の単位体積重量と一軸圧縮強度の関係

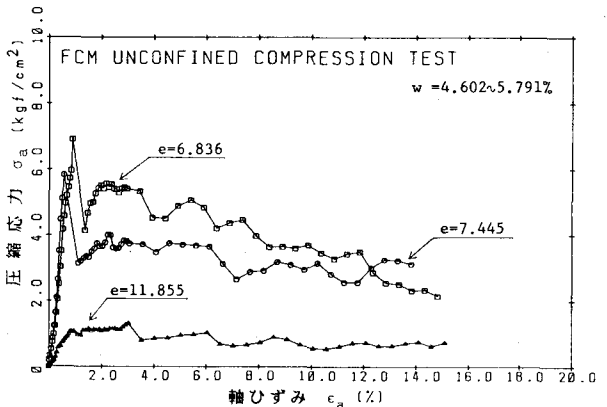


図-2 一軸圧縮試験の応力~ひずみ曲線

つきが見られるものの、 $\gamma_t=0.3 \text{ gf/cm}^3$ で概ね $q_u=6 \sim 8 \text{ kgf/cm}^2$ が得られている。図-4は含水比 $w$ と $q_u$ の関係である( $n=87.2 \sim 89.6\%$ )。この図からわかる様にFCMは水浸させて含水比を上げると $q_u$

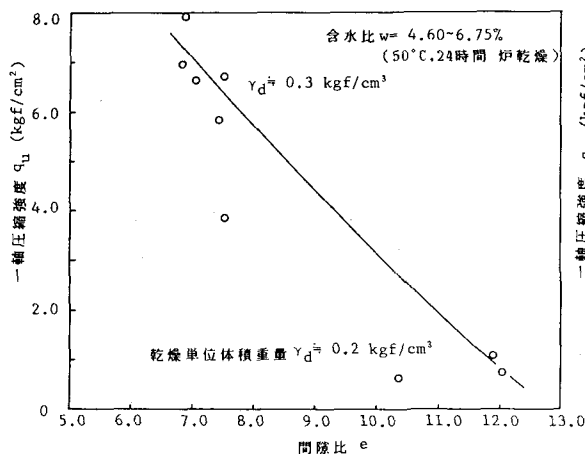


図-3 間隙比と一軸圧縮強度の関係

は約50%低下しているが、盛土としての強度は十分である。一旦水浸した後の強度は30日間では低下していないが、長期間の水浸の影響についてはさらに検討が必要であろう。

### 3. 繰返し一軸圧縮試験

上記一軸圧縮試験に用いた供試体と同じ形状で  $n \approx 88\%$ 、水浸3日の条件で、繰返し一軸圧縮試験を行なった。結果は図-5に示すが、図中に示すように圧縮応力は初期

値  $\sigma_0 = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ 、圧縮幅  $\Delta\sigma =$

$\pm 0.2 \text{ kgf/cm}^2$  と  $\sigma_0 = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\Delta\sigma = \pm 0.5 \text{ kgf/cm}^2$  の2通りについて行った。載荷は5Hzで100,000回まで連続させた。図-5は繰返し載荷回数  $N$  と載荷時の軸ひずみ  $\varepsilon_a$  の関係を示しているが、この図から明らかに、載荷時  $0.7 \text{ kgf/cm}^2$  の応力レベルでは、 $N$  の増加に対して  $\varepsilon_a$  はほとんど変化していないことがわかる。載荷時  $1.5 \text{ kgf/cm}^2$  の応力レベルでは  $N=200$  回付近で  $\varepsilon_a$  は急増し、降伏状態となっている。しかしながら道路の通常の路盤直下では鉛直応力が  $0.5 \text{ kgf/cm}^2$  以下であることを考えれば、要素試験からだが、その応力レベルでは湿潤状態でも累積変位は生じないことが一応確認されたことになる。

### 4. まとめ

FCMは道路盛土等の軽量盛土材量として十分利用し得ることがわかった。今後は、模型実験や現場実験で変形・強度特性や応力の拡散特性等についてさらに実験を重ねる必要がある。また、FCMの材料特性は配合によって多様に変化し、今回のFCMはその一配合に過ぎない。現場の目的に応じた配合方法の確立も今後の課題である。

(謝辞) 図-5の実験を行なうに当り御協力頂いた基礎地盤コンサルタンツ(株)、山田眞一氏に感謝の意を表します。

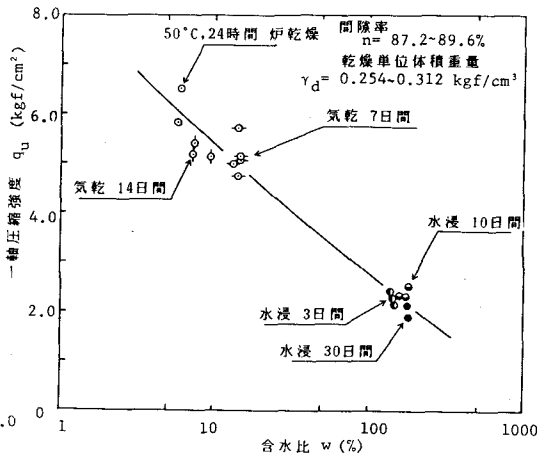


図-4 含水比と一軸圧縮強度の関係

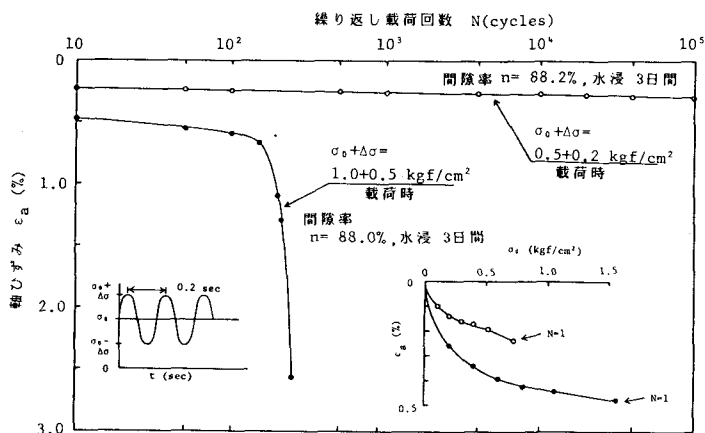


図-5 繰返し載荷回数と軸ひずみ