

III-8 セメントを添加した砂礫材料の密度とせん断強度および変形性

建設省土木研究所 正会員 小川直樹 正会員 豊田光雄 正会員 佐藤小次郎 中村昭

1. はじめに

筆者らは、砂礫材料にセメントを添加し強度増加および流水に対して抵抗性のある盛立材料の開発を目指している。

本報文は、セメントを添加した砂礫材料の三軸圧縮試験および大型圧縮試験から得られる力学特性のうち締め密度に着目し、1) 密度とせん断強度の関係、2) 密度と変形性の関係について実験的検討を行った結果を報告する。

2. 試験概要

試験に用いた材料は砂礫材料（表乾比重 $G_b=2.62$ 、吸水率 $Q=1.6\%$ ）にセメント（高炉セメントB種）を添加したものである。試験は表-1に示すように、三軸圧縮試験と大型圧縮試験を行った。両試験では図-1に示すように最大径37.5mmの材料を用いた。三軸圧縮試験は、粒度が異なる場合（密度の大きさは異なる）と同一粒度で密度を変えた場合について1.95～2.35t/m³の密度範囲で側圧1.5Kgf/cm²の圧密排水試験（せん断速度0.05%/min）を行った。大型圧縮試験は2.06～2.18t/m³の密度範囲で鉛直圧 $\sigma_v=1\sim 12$ Kgf/cm²を与えて試験を行った。本試験では気乾状態と飽和状態という試験状態の比較も行った。

表-1 試験条件

項 目	三軸圧縮試験	大型圧縮試験
供試体寸法	$\phi 20 \times h 40$ cm	$\phi 30 \times h 20$ cm
粒 度	最大径37.5mm S/A=10, 30, 50% Uc= 3, 21, 28	最大径37.5mm S/A=30% Uc=21
単位セメント量	40, 60Kg/m ³	40, 60Kg/m ³
密 度	1.96～2.35t/m ³	2.06～2.18t/m ³
試料状態	気乾	気乾、飽和
側圧 σ_3 鉛直圧 σ_v	1.5Kgf/cm ²	1, 2, 4, 8, 12Kgf/cm ²
養生日数	7日	7日

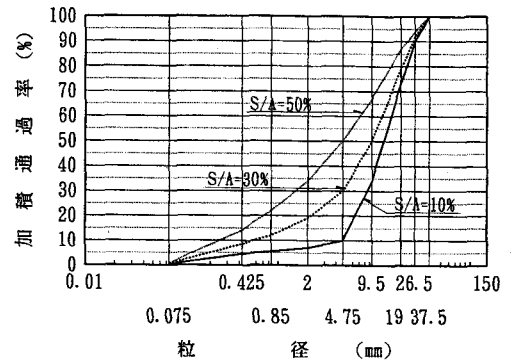


図-1 粒度分布

3. 試験結果および考察

3.1 密度とせん断強度

粗粒材料において密度とせん断強度は密接な関係にあることが一般的に言われている。砂礫材料にセメントを添加した材料について同様の傾向があるか実験的検討を行った。

図-2は粒度が異なる場合の応力～ひずみ曲線の比較である。粒度に応じて乾燥密度の大きさは $U_c=3$ ($\rho_d=1.956$)、 $U_c=21$ ($\rho_d=2.167$)、 $U_c=28$ ($\rho_d=2.358$)とそれぞれ異なる。均等係数が大きいほど応力～ひずみ曲線においてピーク強度を明確に生じる曲線となっている。しかし、軸ひずみが約10%を超えるとどの粒度でも同じ主応力差となっている。

図-3は単位セメント量40Kg/m³の条件の同一粒度

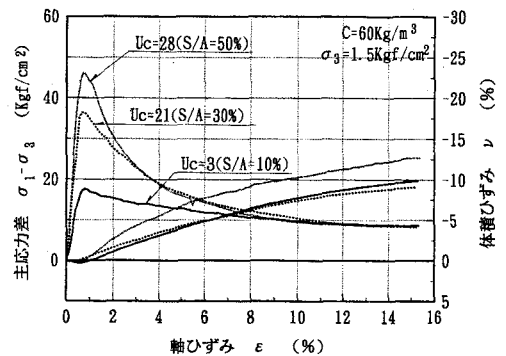


図-2 応力～ひずみ曲線（粒度別）

で密度を変えた場合（ゆるづめ $\rho_a=2.22$ 、中間 $\rho_a=2.11 \sim 2.17$ 、密づめ $\rho_a=2.07$ ）の応力～ひずみ曲線である。図-2の場合と同様に密度が大きくなればピーク強度が明確な応力～ひずみ曲線が得られ、軸ひずみが約10%を超えると密度の大小によらず同じ大きさの主応力差が得られる。

図-3から得られるピーク強度時の主応力差と供試体密度の関係を調べたものを図-4に示す。単位セメント量 $40, 60 \text{ Kg/m}^3$ とも乾燥密度が大きくなれば主応力差も増加する傾向にある。密度に対する主応力差の増加率は単位セメント量が多いほど大きくなる。また、軸ひずみが15%程度（三軸圧縮試験の終了時）の主応力差は密度によらずほぼ一定である。

3. 2 密度と変形性

図-5はゆるづめ（ $\rho_a=2.06$ ）と密づめ（ $\rho_a=2.18$ ）状態における累計変位量と上載圧の関係を単位セメント量毎に、また、気乾と飽和に分けてプロットしたものである。なお、累計変位量は瞬時に沈下したあとのクリープ変位量が非常に小さいためほとんど瞬時沈下量の累計とした。図より次ぎのことが言える。

- ① $C=40 \text{ Kg/m}^3$ よりも $C=60 \text{ Kg/m}^3$ の方が剛性（ここでは任意荷重に対する累計変位量の関係を言い、累計変位量が少ないほど剛性は大きいと考える）は大きい。
- ② 密度が大きくなるにつれて剛性も高くなる。
- ③ 気乾と飽和の違いは少ない。

4. まとめ

セメントを添加した砂礫材料の密度とせん断強度および変形性について次のことが分かった。

- (1) 密度の違いによって応力～ひずみ曲線の形は異なり、密度が大きくなるとピーク強度が明確になってくる。また、単位セメント量が多いほど密度に対する主応力差の増加は大きい。
- (2) 密度が大きくなるにつれて気乾、飽和とも剛性は高まる。単位セメント量 40 Kg/m^3 と 60 Kg/m^3 の剛性の違いは少ないようである。

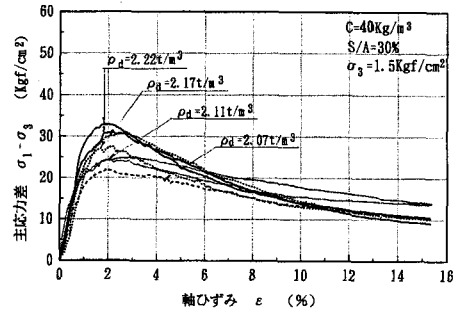


図-3 応力～ひずみ曲線（同一均等係数）

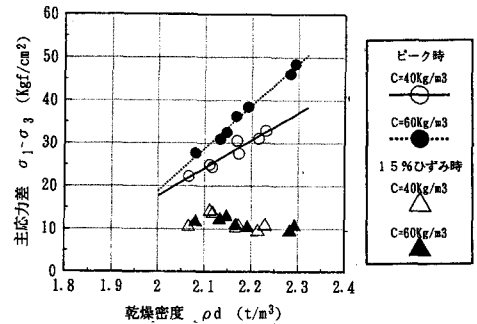
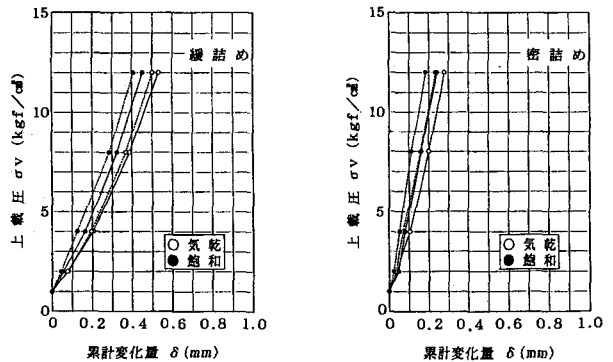
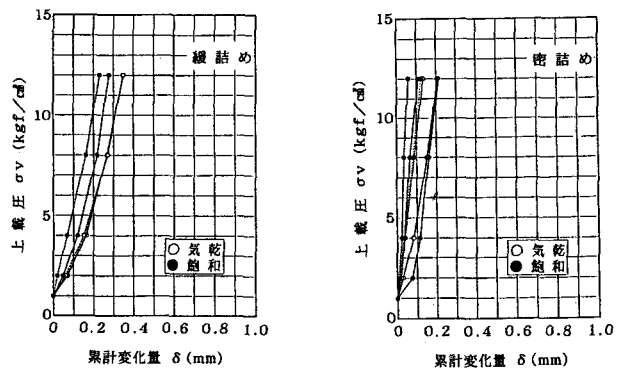


図-4 主応力差と供試体密度



(a) $C=40 \text{ Kg/m}^3$ の場合



(b) $C=60 \text{ Kg/m}^3$ の場合

図-5 累計変位量と上載圧