

神戸大学大学院 学生員○山口 充
神戸市 坂井逸作
日本道路公団 徳田尚器
神戸大学工学部 正会員 鶴ヶ崎和博
神戸大学工学部 正会員 軽部大蔵

1. はじめに これまで相似粒度に調整した2種類の粗粒材料の三軸CD試験を行い、その強度特性について研究してきたが、低側圧域において小粒径試料の方がダイレイタンシーの差異により強度が大きくなることが明らかとなった。その原因の一つとして、小粒径試料に多く含まれる扁平粒子の存在により、骨格構造に違いがあるものと推測した。今回は、この扁平粒子を除去した小粒径試料を用いて三軸CD試験を行い、粒子形状がせん断強度に及ぼす影響について検討を行った。

2. 試験方法 流紋岩質のクラッシャーランをふるい分けて、相似比3:1の大粒径試料・小粒径試料に粒度調整した。供試体は、高さ20cm・直径10cmとした。表-1に、今回使用した試料名と初期間隙比を示す。各試料とも目標乾燥密度を1.51g/cm³に設定したが、MA・MCシリーズは若干密詰め傾向となっている。軸圧縮は0.3~0.5%/min.のひずみ制御とし、両面排水条件とした。

3. 粒子形状 小粒径試料に含まれる扁平粒子の存在をZinggの分類法¹⁾に従って確認した。試料の中から任意に100個を選択し、粒子の長径(a)・中間径(b)・短径(c)を写真およびノギスで直接測定し、(短径)/(中間径)比(c/b)、(中間径)/(長径)比(b/a)を各粒子について算出した。図-1,2に、大粒径試料・小粒径試料の粒子形状分布を示す。横軸のc/bの値により粒子の扁平度が示されることから、その境界値をc/b=0.4と仮定すると小粒径試料には扁平度合いの大きな板状の粒子が比較的多く含まれていることが分かる。また別の方法として、図-3,4に示すような仮想粒径加積曲線を用いて扁平粒子の存在を確認した。この図は、試料をNo.1, No.2それぞれ50個ずつに分け、縦軸に中間径を小さい順

表-1 試験名と初期間隙比

試料	試験名	側圧	e ₀
大 粒 径	MA05	0.5	0.666
	MA10	1.0	0.623
	MA18	1.8	0.599
	MA30	3.0	0.588
	MA50	5.0	0.617
	WB05	0.5	0.667
小 粒 径	WB10	1.0	0.687
	WB18	1.8	0.682
	WB22	2.2	0.675
	WB30	3.0	0.657
	WB45	4.5	0.674
	WB50	5.0	0.716
扁平 除去	MC05	0.5	0.647
	MC10	1.0	0.638
	MC18	1.8	0.628
	MC30	3.0	0.633
	MC50	5.0	0.642

[単位] 側圧: kgf/cm²

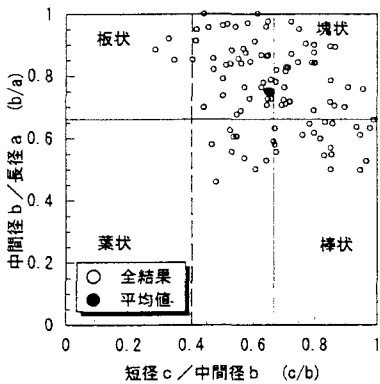


図-1 大粒径試料の形状分布

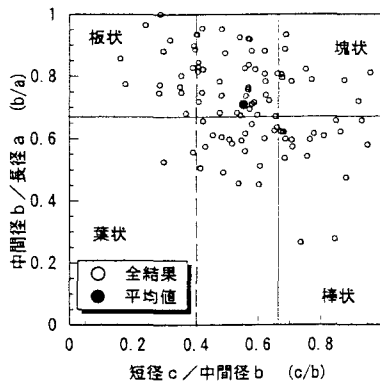


図-2 小粒径試料の形状分布

に並べた昇順を、横軸に粒径を取ったものである。扁平粒子は中間径 b が格子ふるいの対角に沿って通過するものと予想し、通常の粒度曲線に $\sqrt{2}$ をかけたものを示してある。図-4の小粒径試料は $\times\sqrt{2}$ ラインに漸近していることから、図-3の大粒径試料と比較して扁平粒子が多く含まれていることが分かる。そこで扁平粒子を除去するために、図-5に示す「簾ふるい」を作成した。このふるいは鉄製の枠に鋼棒を並べて固定するもので、鋼棒にテープを巻くことによってふるい間隔を変えることができる。上記の通り扁平粒子は通常の格子ふるいの対角に沿って通過するものとし、かつ扁平度の境界値 $c/b=0.4$ として、ふるい目間隔を (通常ふるい目) $\times\sqrt{2} \times 0.4$ に設定して扁平粒子を除去した。

4. 結果と考察 図-6は、破壊時のせん断抵抗係数 (M)・ダイレイタンスー補正された破壊時のせん断抵抗係数 (M_r)と有効側圧の関係を示したものである。ここで $M \cdot M_r$ は、それぞれ [1], [2] 式により定義され、 D は破壊時のダイレイタンスー係数とする。

$$M = \frac{q}{p} = \frac{6 \sin \phi_d}{3 - \sin \phi_d} \quad \dots \dots [1]$$

$$M_r = M + D \quad \dots \dots [2]$$

図によれば、 M_r の値は粒径によらずほぼ同一の傾向を示しているが、 M は既往の研究²⁾ の通り MB シリーズの方が低側圧域において大きくなっている。しかし、扁平粒子を除去した小粒径試料による MC シリーズでは M の値が大粒径試料 (MA) と類似したものとなった。これは、粒子形状が近づいたためにダイレイタンスー特性が近づいた結果と考えられる。また表-1から、MA シリーズと MC シリーズは全体的に密詰め状態となっているにもかかわらず M の値が小さいことを考慮すると、粒子形状が粗粒材料のせん断強度を決定する際の一つの要因であることが分かる。以上、「簾ふるい」を用いることにより完全ではないが粒子形状をそろえると、粒径の差による強度の違いを小さくできることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 土質工学会編：粗粒材料の変形と強度、1985
- 2) 平野他：粗粒材料のせん断強度に及ぼすダイレイタンスーと粒子破碎の影響、第29回土質工学研究発表会発表論文集、pp. 501~502、1994

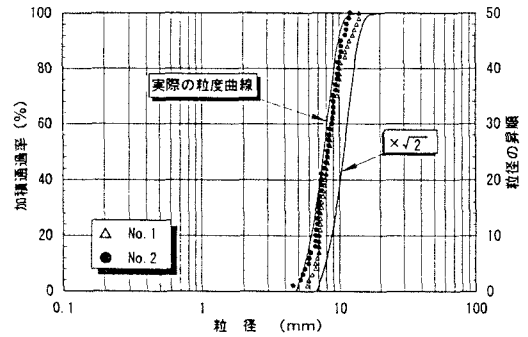


図-3 大粒径試料の仮想粒径加積曲線

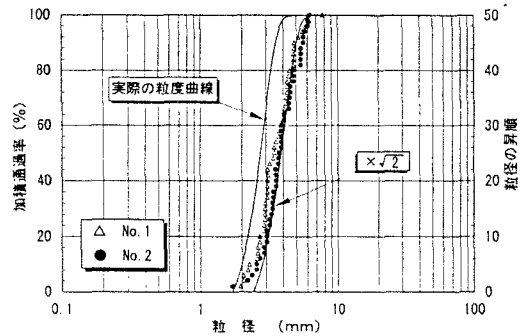


図-4 小粒径試料の仮想粒径加積曲線

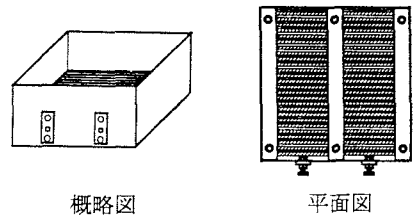


図-5 「簾ふるい」

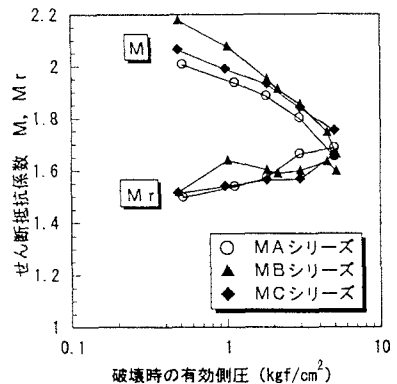


図-6 σ_{3f}' と M, M_r の関係