

第Ⅲ部門 相似粒度に調整した粗粒材料の強度特性に及ぼす粒子形状の影響

神戸大学大学院 学生員○野並 賢 (株)鴻池組 正会員 山口 充
(株)クボタ 荻田 徹夫 東洋建設(株) 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：これまでに相似粒度に調整した2種類の粗粒材料を用いて三軸CD試験を行い、その強度特性について検討してきた¹⁾。その結果、密度を同一にしたにも拘わらず、粒径により異なった強度特性を示した。今回はその強度差の影響因子として粒子形状に着目した。具体的には両試料に混在する扁平粒子の割合を同じにして三軸CD試験を行い、強度特性及び破砕特性について検討した。

2.試験方法：試料は流紋岩質のクラッシャーランをふるい分けて粒度調整した。両試料とも $U_c=1.4$ であり、 D_{50} は大粒径（試料A）は7.5mm、小粒径（試料B）は2.7mmである。供試体は高さ20cm・直径10cmとし、目標乾燥密度を 1.51g/cm^3 に設定した。試験はひずみ制御方式（ひずみ速度約0.4%/min.）の側圧一定三軸CD試験である。また、試験終了後に粒子破砕量の評価のために再度粒度試験を行った。

3.粒子形状：試験前に試料から任意に100個ずつの粒子を取り出し、ノギスにより粒子の最大径a、中間径b、最小径cを測定した。図1(a),(b)にZinggの分類法²⁾に基づいて整理した結果を示す。横軸のc/bは粒子の扁平度を示すことから、その扁平境界を $c/b=0.4$ と仮定すると、小粒径試料の方が扁平粒子が多いことがわかる。そこで昨年度は、小粒径試料から扁平粒子を取り除いた試料を用いて三軸CD試験を行ったところ、それまで低側圧域では小粒径試料の方がせん断強度が大きくなっていたものが、両者は近づいた。今回は大粒径試料に小粒径試料と同じ割合だけ扁平粒子を混入して同じ粒子形状分布となるように試料を調整した。表1に試験名及び試料を示す。

表1 試験シリーズと試料

試験シリーズ	試料名
MAシリーズ	大粒径（扁平粒子少）
MBシリーズ	小粒径（扁平粒子多）
MCシリーズ	大粒径（扁平粒子多）
MDシリーズ	小粒径（扁平粒子少）

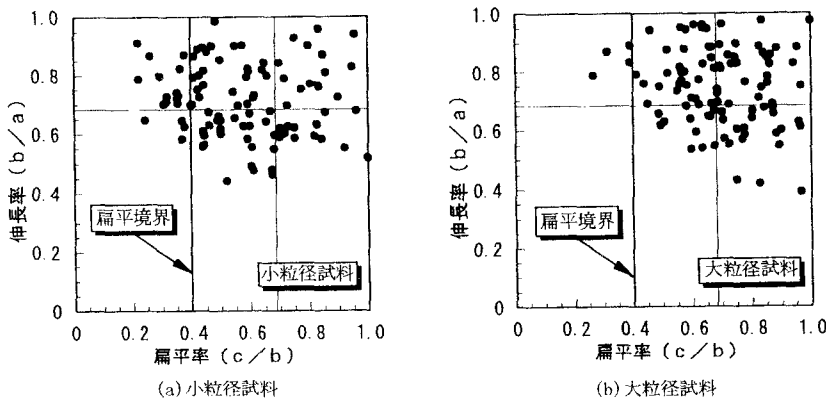


図1 粒子形状分布（Zinggの分類法）

4.結果および考察：①強度特性について：図2、図3に各試験シリーズの破壊状態を示す。これらは、破壊時の供試体のエネルギー釣合式（下式）より求めた値である。

$$M = M_f + D_f \dots\dots\dots (1)$$

ここで、Mは破壊時のせん断抵抗係数であり、 D_f はダイレイタンス係数、 M_f はダイレイタンス補正されたセ S.NONAMI, M.YAMAGUCHI, T.ASHIDA, K.TSURUGASAKI, D.KARUBE,

せん断抵抗係数である。これらの図より、依然として大、小粒径試料に強度差は存在するものの、低側圧域では扁平粒子の比較的少ないMA,MDシリーズはM、 D_f が近づいている。また扁平粒子の比較的多いMB,MCシリーズはMA,MDシリーズほどの傾向はみられないものの低側圧域でM、 D_f が近づいている。一方、これが高側圧域になると各粒径ともに粒子形状による強度差はなくなっている。ここで M_r は粒径および粒子形状に無関係に各シリーズともほぼ一致していることから、この差は D_f によるものと考えられる。これらのことより粒子形状は低側圧域においてダイレイタンス特性に影響を与え、結果的に強度特性に影響を与えることがわかる。

②破碎特性について：図4(a), (b)に各試料の破碎特性について示す。破碎量の定量化方法として処女粒度組成の最小粒径（大粒径は4.75mm、小粒径は1.70mm）に対する通過率として表される最小ふるい通過率³⁾を指標として用いた。図中の「換算最小ふるい通過率」とは、粒子破碎率が軸ひずみの関数で与えられる³⁾ことから、実測の破碎率を軸ひずみ20%時に換算して得られた値である。これらより扁平粒子が入っている割合が多いほど破碎量は多くなっていることがわかる。一方、図3の関係と比較すると、破碎性の違いはダイレイタンスにさほど影響していないようであり、したがって今回の側圧レベルでの強度差は破碎性とはあまり関係がないといえる。

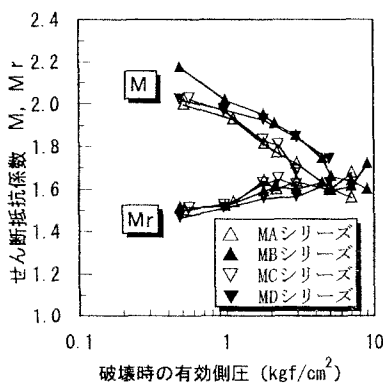


図2 破壊時の有効側圧とM, M_r の関係

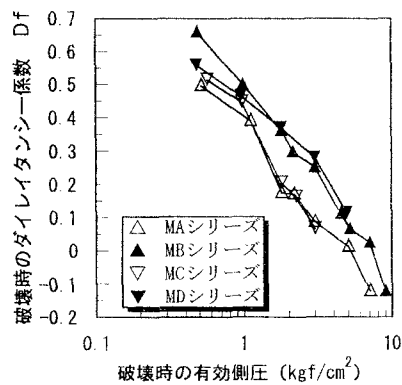
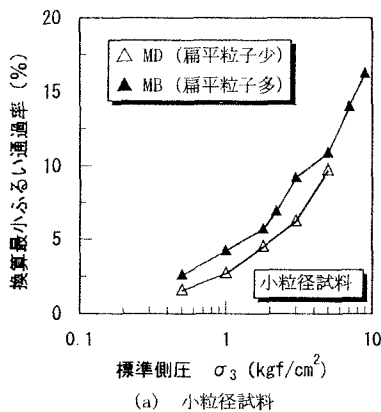
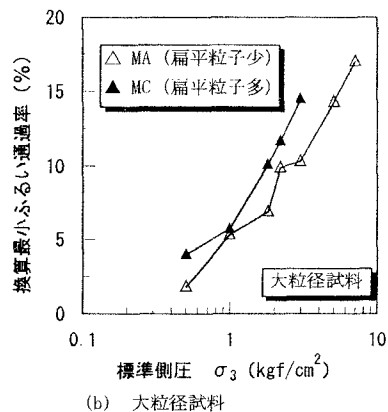


図3 破壊時の有効側圧と D_f の関係



(a) 小粒径試料



(b) 大粒径試料

図4 粒子破碎率に及ぼす粒子形状の影響

参考文献：1)例えば、山口他：粗粒材料のせん断強度に及ぼす粒子形状の影響，平成7年度土木学会関西支部年次学術講演会Ⅲ-27, 1995 2)地盤工学会編：粗粒材料の変形と強度，1985 3)鶴ヶ崎他：粗粒材料のせん断強度に及ぼす供試体形状の影響と粒子破碎特性について，第50回年次学術講演会講演概要集，第3部(A)，pp336～337, 1995