

Ⅲ - B 396

粗粒材の三軸試験における供試体寸法の影響（その2）

(株) フジタ 技術研究所 正会員 ○望月美登志・ 齊藤 悦郎  
横浜国立大学 正会員 プラダン・テージ

1. はじめに

ロックフィルダムや重要構造物の捨石マウンド基礎、造成高盛土などを設計する場合、実際の構造物の強度を正確に把握するため粗粒材料の物理特性や力学特性を適切な試験により求める必要がある。しかしながら、粗粒材料においては粒子径が大きいため、原位置材料をそのまま要素試験に用いることは困難で、材料のモデル化に関しては、多くの研究<sup>1)2)</sup>が行われてきた。その中でも原位置に近い状況で試験が行える超大型三軸試験の果たしてきた役割大きく、本報告においては、これまで行われてきた超大型および大型三軸試験の結果から供試体の寸法が粗粒材の強度特性に及ぼす影響とその要因について検討を行うものである。

2. 試験方法

ここで使用した試験装置は、直径D=120cm,高さH=240cmの超大型三軸試験装置とD=30cm,H=60cmの大型三軸試験装置である。取り扱っている材料は、上記装置により試験を行った各種レキ材で、対象構造物の種類別にまとめている。試験方法の詳細については、参考文献<sup>3)</sup>等を参照してほしい。

3. 試験結果

これまでの研究成果<sup>3)</sup>より、各種粗粒材料に対して共通した特徴として、図-1に示されるように大型試験から得られる $\phi_0$  ( $\phi_0 = \sin^{-1}((R_t/1)/(R_t+1))$ ;  $R_t = (\sigma_1/\sigma_3)_t$ )が超大型三軸試験で得られる $\phi_0$ よりやや大きくなること、その傾向は、拘束圧が大きくなるほどはっきりしてくることがわかった。そこで強度パラメータ $\phi_0$ に及ぼす寸法効果の原因を検討するために図-2および図-3に TypeA および TypeB の拘束圧と破砕率B (Marsalの破砕率: 圧密、せん断時 : (%)) の関係を調べてみた。ここで TypeA は、粒子強度が大きく破砕が少ない、大規模重要構造物に用いられる材料で均等係数  $U_c=5\sim 20$  程度、TypeB は A に比べやや破砕が大きく、原材料の粒径がそろっているもの ( $U_c=1\sim 3$  程度) である。同図より TypeA、TypeB ともに超大型では、低い拘束圧の領域からかなりの破砕が発生していること、超大型、大型ともに拘束圧の上昇に伴い破砕が進行するが、その増加割合は、超大型の方がかなり大きいことがわかる。図-4は、TypeA 材の中から大型、超大型の試験結果が直接比較可能と判断される条件 (同一相対密度、相似粒度) のものについて破砕率Bと内部摩擦角 $\phi_0$ の関係を表わした結果であるが、破砕率Bが小さくなるほど $\phi_0$ が大きくなり、また試験時における破

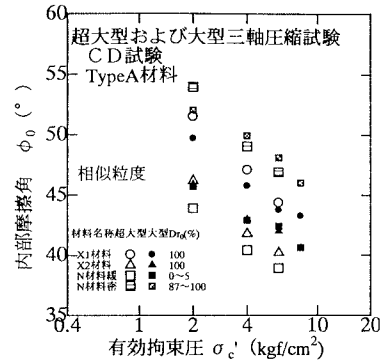


図-1 有効拘束圧 $\sigma'_c$ と内部摩擦角 $\phi_0$ の関係

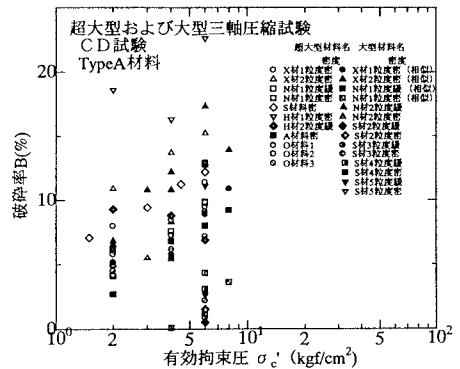


図-2 有効拘束圧 $\sigma'_c$ と破砕率Bの関係

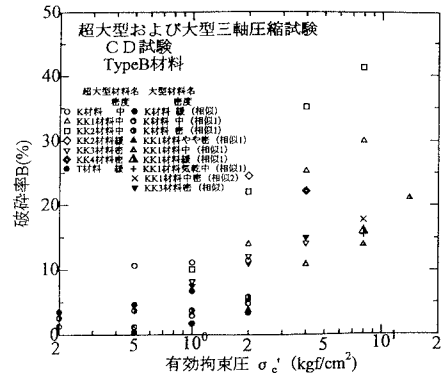


図-3 有効拘束圧 $\sigma'_c$ と破砕率Bの関係

キーワード: 三軸試験, 粗粒土, レキ, せん断強さ, ダイレクシオン, 寸法効果

連絡先: (株) フジタ 技術研究所 (〒224-0027, 横浜市都筑区大井町7 4, TEL045(591)3911, FAX045(592)6657

砕率Bの値は、大型の方が超大型の場合より小さくなっている。さらに破砕強度低下を強度と密度な関係を持つダイレータンスー傾向と破砕の関係を検討したものが図-5である（TypeA）。同図より破砕Bが大きくなるほどダイレータンスー比 $d\varepsilon_v/d\varepsilon_a$ が小さくなり、同一試験条件の大型、超大型試験の結果を比較した場合、超大型の方が破砕が大きいためダイレータンスー比が小さくなっていくようである。ただし、同一破砕での超大型と大型の一比を比較してみると、特に密な場合において、超大型のほうが大きなダイレータンスー傾向を発揮するようである。以上の結果から、各拘束圧における超大型および大型試験の粒子破砕量の違いがダイレータンスー傾向、内部摩擦角 $\phi_0$ の差となって現れ、試験体の寸法効果に影響を及ぼしているものと考察される。対象構造物が民間造成工事のように試験等に費用をかけられない材料（TypeC）の場合、粒子自体の強度もあり大きくなく、粒子破砕量の確認をすることはまれである。そこで破砕以外に拘束圧依存の傾向を調べる指標として次式で表記される $b$ （ $\tau_f = f(\sigma_N) = A\sigma_N^b$ ）を定義し、これを通常モール円から求められる内部摩擦角 $\phi$ と対比してみた（図-6）。 $b$ 値は、1で $\tau_f$ と $\sigma_N$ の直線関係を意味し、これが小さくなるほど拘束圧の影響が大きくなることを意味する。同図より $\phi$ が大きくなるほど $b$ 値は大きくなること、さらに大型試験の方が超大型の場合より $b$ 値が大きくなることがわかる。ここで TypeA 材料における破砕率Bと $b$ 値の関係を図-7に示してみる。平均破砕率Bと $b$ 値の間には、Bが大きくなるほど $b$ が小さくなるという関係が認められる。今後さらにBと $b$ 値の関係を調査していけば、 $b$ 値から試料の破砕傾向をある程度表現できるものと考えられる。

#### 4. 結論

大型及び超大型試験から得られる強度定数C、 $\phi$ を比較した場合、供試体寸法が増加することにより $\phi$ は減少するが、粘着成分Cは若干大きくなる傾向<sup>3)</sup>が認められた。これは、粒子破砕の影響から超大型試験では、大型試験に比べ $b$ 値が小さくなり、破壊包絡線が屈曲したためと考えられる。したがって粗粒材料を用いた大型要素試験を実施する際には、拘束圧範囲の設定に十分注意を払う必要がある。

#### 5. あとがき

粗粒材の強度特性に及ぼす供試体寸法の影響を考えていく上で、今後はさらに粒度分布（最大粒径）、拘束圧、供試体密度（相対密度）、飽和・不飽和、動的強度等についても検討を加えていくつもりである。

#### 参考文献

- 1) 今井・ブラダン他：粒状体のせん断特性に及ぼす寸法効果、土木学会第46回年次学術講演会 pp.444-445, 1991
- 2) 石井：粗粒材の室内試験における試験粒度の選定、土と基礎 Vol.33, No.6, pp.25-30, 1985
- 3) 望月・斎藤・ブラダン：粗粒材の三軸試験における供試体寸法の影響、第33回地盤工学研究発表会、1998

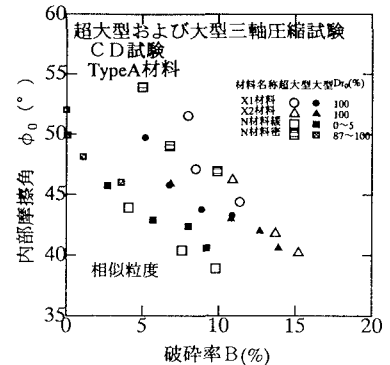


図-4 内部摩擦角 $\phi_0$ とbの関係

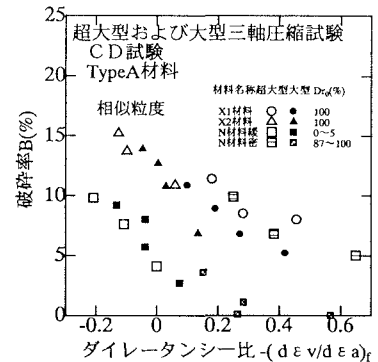


図-5 ダイレータンスー比と内部摩擦角 $\phi_0$ の関係

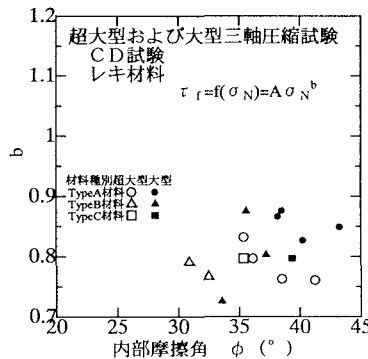


図-6 内部摩擦角 $\phi_0$ とbの関係

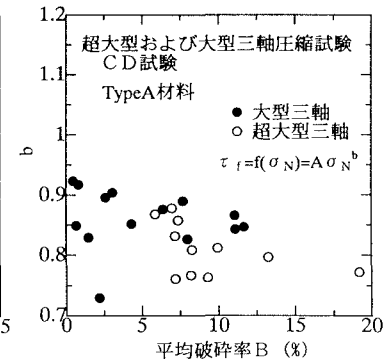


図-7 破砕率Bとbの関係