

III-170

密詰め砂の平面ひずみ圧縮試験におけるせん断層内・外の変形特性

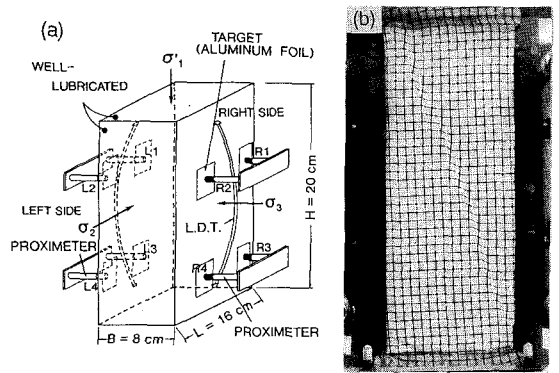
東京大学大学院生 学生会員 吉田 輝
東京大学生産技術研究所 正会員 龍岡文夫

法政大学大学院生 中村 慎一郎
中部電力㈱（元東京大学大学院生） 亀谷泰久

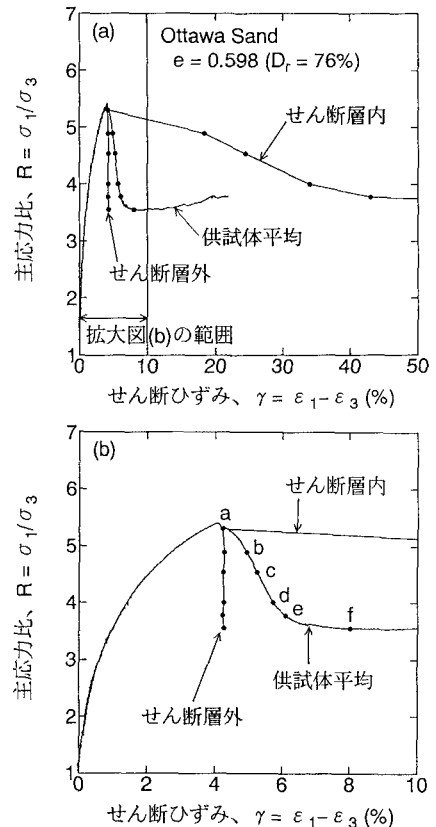
はじめに： 平面ひずみ圧縮試験に限らず、密な砂質土を用いた要素試験においてせん断層が発生すると、供試体全体の変形の一様性が失われ、供試体全体で平均したひずみ増分には客観性がなくなる。すなわち、せん断層内部では残留状態に到るまでの間に著しくせん断ひずみが増加して体積が膨張するのに対し、その他の部分では除荷状態となって体積収縮を生じていると考えられる。本報告では、せん断層内・外の変形をそれぞれ別に定量的に求めた。

平面ひずみ圧縮試験： オタワ砂（ $D_{50}=0.182\text{mm}$ ， $U_c=1.70$ ， $e_{max}=0.864$ ， $e_{min}=0.515$ ）の空中落下法で作製した乾燥供試体（図①a）を、排気状態、拘束圧一定（ 0.8 kgf/cm^2 ）、軸ひずみ速度一定（ $0.125\%/分$ ）でせん断した。片方の拘束板は透明なアクリル製であり、これを通して σ_2 面のメンブレンに印刷された5mm方眼（図①b）を、せん断中順次写真撮影して、方眼線の交点（格子点）の位置を精度0.03mmで読みとることにより供試体の変形量を計算した。また σ_3 面で片側4個ずつ、計8個の非接触変位計によって σ_3 方向の変形を直接測定した。

せん断ひずみ・体積の変化： 図②は、供試体平均の応力とせん断ひずみとの関係である。「せん断層内」のせん断ひずみは、せん断層における横ずれ量¹⁾をせん断層の厚さで割って求めた。せん断層の厚さの測定には図①bの写真（図②でのf点）を用い、格子線が最も急激に曲がっている点を連ねて2本の平行線を引き、その間隔をせん断層の厚さとした。せん断層の厚さは3.7mmで、 D_{50} の20倍であった。「せん断層外」は、明らかにせん断層の外側にある領域（図③）の平均の、写真から求めたせん断ひずみであり、ほぼ応力がピークとなったa点以降、せん断ひずみはほとんど変化していない。「供試体平均」は前二者とは異なり、外部変位計による軸方向圧縮量と非接触変位計から求めた側方変形量から計



図① 供試体：（a）概略図、（b）拘束板方向からの外観（平均せん断ひずみ $\gamma=8.0\%$ ）



図② 「主応力比（供試体平均）～せん断ひずみ」関係：（a）全体図、（b）拡大図

算したもので、せん断層の厚さと供試体寸法の比に依存するため、ピーク（a点）以降では客観的な量ではなくなっている。

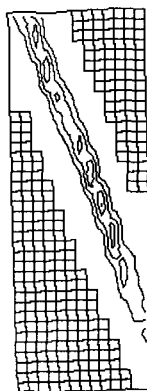
一方、図④は、図②のa→e間の体積変化の分布図である。大まかな傾向として、せん断層内では体積膨張、それ以外の部分では収縮となっている。図⑤においても、「せん断層外」（図③のメッシュ部分）では、a→c点間で収縮（横軸は収縮が正）が生じ、せん断開始時とほぼ同体積となったc点以降、体積変化は見られない（写真から測定）。これに対し「せん断層内」ではa点以降著しい体積膨張を見せている。「せん断層内」での体積ひずみは、それぞれの段階で写真から測定したせん断層の厚さの変化¹⁾から求めた。ここでも図②の場合と同様の理由で「供試体平均」（軸・側方変位から計算）の体積変化は客観性を欠く。

結論： せん断層発生後は、供試体全体で平均したひずみの量は客観性を失う。すなわち、ひずみはせん断層内でのみ増加し、せん断層外ではせん断ひずみの増加は見られず、体積は収縮する。せん断層外のこの変形は弾性変形ではない。弾性変形ならば、平均主応力 $(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)/3$ の減少にともなって膨張するはずだからである。

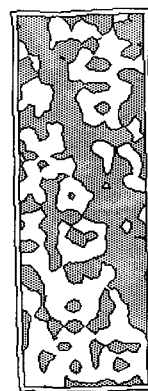
謝辞： 本稿をまとめるにあたり、東大生研・木幡行宏助手、佐藤剛司・鳥光道枝 両技官のご助力を得た。末筆ながらお礼申し上げます。

参考文献：

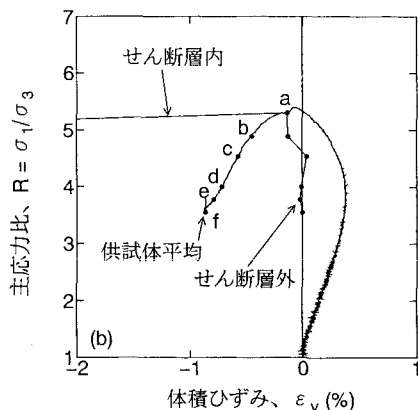
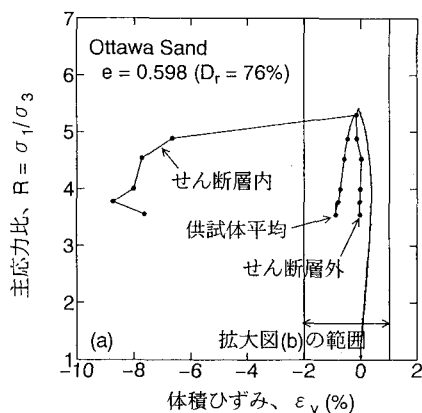
- 1) 吉田 輝・小宮隆之・朴 春植・龍岡文夫・木幡行宏 (1993)、各種粒状体の平面ひずみ圧縮試験の供試体におけるせん断層について、土木学会第48回年次学術講演会講演概要集、第3部、pp.30-31。



図③ 「せん断層の外側」のひずみの計算に用いた領域（格子のかかった部分）。等高線はせん断ひずみ $\varepsilon_1 - \varepsilon_3$ 、6%毎（a→eの増分）



図④ 膨張領域・収縮領域の分布（a→eの増分、黒：膨張、白：収縮）



図⑤ 「主応力比（供試体平均）～体積ひずみ」関係：（a）全体図、（b）拡大図