

Ⅲ-A11

砂の応力・ひずみ関係に及ぼすひずみ速度変化の影響

中部電力（元東京大学大学院）正会員 松下 政史

博報堂（元東京大学） 馬殿 邦男

東京大学大学院 学生員 石原 雅規

東京大学 正会員 龍岡 文夫

1. はじめに

平面ひずみ圧縮試験では、砂の応力ひずみ関係は、ひずみ速度を不連続的に変化させた場合、応力が一時的に変化し、応力変化量は変化する前後の軸ひずみ速度の比の対数にほぼ比例している¹⁾。今回、さらに軸ひずみ速度を不連続的に 1000 倍まで変化させた三軸圧縮試験²⁾を行い、上記の確認をした。

2. 試験方法及び試料

平面ひずみ排水圧縮試験では、フランス Hostun 砂を用いた。空中落下法で供試体(高さ 20cm×奥行き 16cm×幅 (σ'_3 方向)8cm)を作成した。ほぼ K_0 条件である応力比 $R(=\sigma'_v/\sigma'_h)=3$ で軸ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_0=0.0125\%/min$ で (σ'_v, σ'_h)=(12,4)kgf/cm² まで異方圧密した。三軸排水圧縮試験では、豊浦砂を用いた。空中落下法で供試体(高さ 15cm×直径 7.5cm)を作成し、飽和化後、 $\sigma'_h=400kPa$ まで等方圧密した。両試験とも圧密後軸圧縮し、载荷中一定の軸ひずみ速度を不連続的に 1000 倍まで変化させた。軸ひずみは、LDT を用いて局所的に測定し、平面ひずみ圧縮試験では、側方ひずみを非接触変位計により測定した。

3. 試験結果及び考察

図 1 に、一定の軸ひずみ速度を不連続的に増加させた場合の軸ひずみの時刻歴の例を示す。図 2 に、気乾砂を用いた平面ひずみ圧縮試験での、一定の軸ひずみ速度を不連続的に 10,100,1000 倍変化させた時の応力比とせん断ひずみの関係を示す。軸ひずみ速度変化が大きいほど、応力変化が大きい。三軸圧縮試験においても全く同じ挙動を示した(図 3)。このことから、軸ひずみを変化させた際の応力変化は、中間主応力、砂の種類、間隙水の有無によらないことが分かる。

軸ひずみを微分して得た軸ひずみ速度が図 1 の中段図の点線である。ノイズの影響を除去するために平滑化し(実線)、これを微分したものが下段図である。軸ひずみ加速度は非常に小さく、慣性力による応力変化は無視出来ることが分かる。軸ひずみ加速度と応力変化の關係に着目したいが、正確に軸ひずみ加速度の値が求められないので以下、軸ひずみ速度比($\dot{\epsilon}_s/\dot{\epsilon}_0$)に着目する。

図 4 に、軸ひずみ速度を変化させた全平面ひずみ圧縮試験の結果から求めた、軸ひずみ速度を変化させた際の応力比の増加量 ΔR と変化の前後の軸ひずみ速度の比の關係を示す。 ΔR は軸ひずみ速度比の対数にほぼ比例している。若干直線關係でないのは、間隙比、バッチの違いの他に、同じ軸ひずみ速度変化を与えても応力比 R が大きいほど、 ΔR が大きいためであると考えられる。同様の三軸圧縮試験のまとめを図 5 に示す。平面ひずみ圧縮試験の場合と同様の傾向を示している。

そこで、 ΔR の応力(R)依存性をなくすため、軸ひずみ速度を急変させた際の応力比 R で除した。図 6 に平面ひずみ圧縮試験結果の、

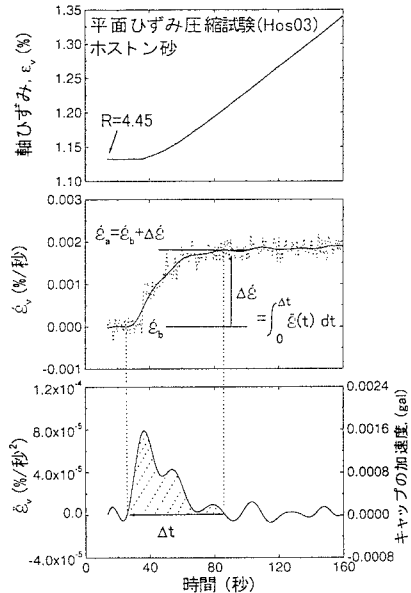


図 1 軸ひずみの時刻歴

キーワード; 砂 応力・ひずみ関係 ひずみ速度 ひずみ加速度

連絡先; 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL 03-3812-2111(6124) FAX 03-5689-7268

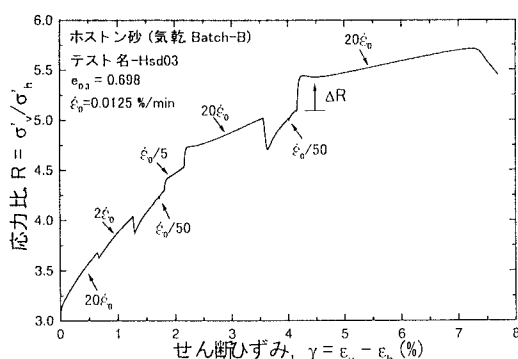


図2 平面ひずみ試験での $R \sim \gamma$ 関係

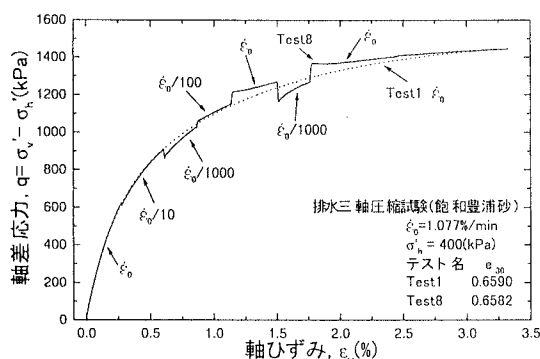


図3 三軸試験での $q \sim \epsilon_v$ 関係

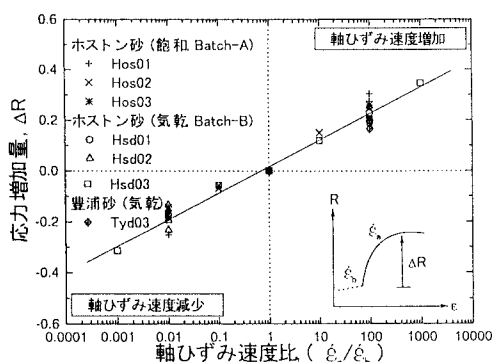


図4 平面ひずみ試験での $\Delta R \sim$ 軸ひずみ速度比関係

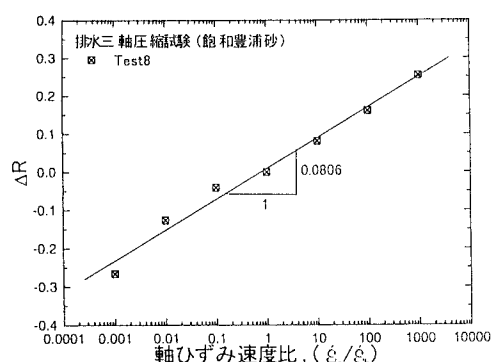


図5 三軸試験での $\Delta R \sim$ 軸ひずみ速度比関係

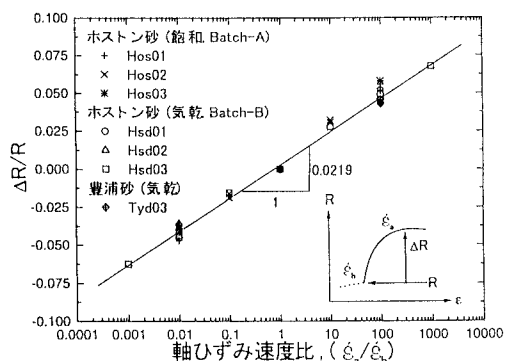


図6 平面ひずみ試験での $\Delta R/R \sim$ 軸ひずみ速度比関係

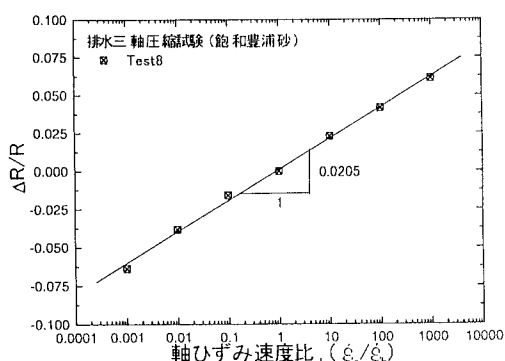


図7 三軸試験での $\Delta R/R \sim$ 軸ひずみ速度比関係

図7に三軸圧縮試験結果の、 $\Delta R/R$ と軸ひずみ速度比の関係を示す。両試験とも、直線性が改善された。

4. まとめ

軸ひずみを急変させた際の応力変化は、応力状態、砂の種類、間隙水の有無によらず、砂そのものの性質である。また、軸ひずみ速度を急変させた際の応力の変化率 $\Delta R/R (= \Delta \sigma / \sigma)$ は、変化する前後の軸ひずみ速度の比の対数にほぼ比例している。

参考文献

- 1) 松下政史、馬殿邦男、石原雅規、龍岡文夫、1999；砂の応力・ひずみ関係に及ぼすひずみ速度変化の影響、第34回地盤工学研究発表会
- 2) 馬殿邦男、松下政史、石原雅規、龍岡文夫、1999；三軸圧縮試験による砂の変形・強度特性の時間依存性の検討、第34回地盤工学研究発表会