

## III-99

## 応力経路の異なる排水せん断試験の変形特性について

東急建設(株) 技術研究所 正員 益子 孝次  
正員 大河内保彦

## 1. はじめに

近年、有限要素法などを用いて変形問題の解析を行なうことは一般的になってきている。しかし、入力データを得る方法はまだ確立しているとは言いがたい。

今回、解析に用いる入力データとしてヤング率とポアソン比に注目し、その応力経路依存性を調べる三軸試験を実施したので報告する。

## 2. 試料及び試験方法

試料は、埼玉県草加市より採取した  $G_s=2.764$   $e_{max}=1.09$   $e_{min}=0.655$   $D_{50}=0.26mm$  最大粒径  $0.84mm$   $0.074mm$ 以下3% 自然含水比30%程度の沖積層の砂を用いた。

供試体作製方法は、気乾試料をロートから自由落下させる空中落下法を用い、自然状態の間隙比を合わせるために落下高さを25cmとした。供試体寸法は直径約7.5cm 高さ約15cmである。

実験装置はマイクロコンピュータ制御の全自動三軸装置を用いた。この装置システム図を図1に示す。供試体作製後、炭酸ガスと脱気水によって供試体を飽和した。バックプレッシャーを  $1.0kgf/cm^2$  加え、 $1.0kgf/cm^2$  まで等方圧密した後、10種類の応力経路について排水せん断を行なった。応力経路を図2に示す。なおせん断は応力制御で行なった。

## 3. 試験結果及び考察

表2は、試験結果を一覧表にしたものである。 $e_i$ は、圧密前の間隙比を表わし、平均で  $e_i=0.87$   $D_r=51\%$ であった。ヤング率とポアソン比は弾性体と仮定して、せん断初期の部分から求めた。なお、メンブレンペネトレーションの補正は行っていない。

ヤング率は、圧縮側では大きなバラツキはなく  $E_i=200\sim 250kgf/cm^2$  の値が得られた。伸張側では、側圧一定の方が軸圧一定よりヤング率は2倍ほど大きな値を示し、 $E_i=600kgf/cm^2$  であった。ポアソン比は、圧縮側では  $\nu=0.135\sim 0.494$  とバラツキが大きい。応力経路の似かよっている1と5、2と4はほぼ同じ値を示した。これに対し、伸張側では平均主応力が減衰する場合が大きいような傾向はあるが、これについてはメンブレンペネトレーションの影響がかなりあると考える。

図3は、試験結果より得られたヤング率をもとに計算した各応力経路のせん断剛性率の大きさを示したもので、せん断剛性率もヤング率と同様な傾向を示した。

図4は、破壊時の応力状態を示したものである。図4の破壊線より内部摩擦角  $\phi'$  を求めると圧縮側で  $\phi'=40^\circ$  伸張側で  $\phi'=38^\circ$  という結果となり、強度の異方性は小さい試料ということが言えよう。

以上の試験結果から三軸試験より得られるヤング率とポアソン比についても、応力経路を変えたとかなりの差があることがわかった。

試験結果の例として、図5に側圧一定及び軸圧一定試験の主応力差と軸ひずみの関係で示した。

## 4. まとめ

- 1) ヤング率は、圧縮側ではほぼ一定であるが、伸張側では応力経路の影響が見られた。
- 2) ポアソン比は、平均主応力が減衰する応力経路をとった場合が大きくなる傾向が見られた。
- 3) 内部摩擦角については、圧縮側で  $\phi'=40^\circ$  伸張側で  $\phi'=38^\circ$  であり、比較的強度の異方性は小さい試料といえよう。

表1 試験の種類

| Test No. | 試験方法                                                 |
|----------|------------------------------------------------------|
| 圧縮試験     | (1) 側圧一定試験                                           |
|          | (2) 軸圧一定試験                                           |
|          | (3) 平均主応力一定試験                                        |
|          | (4) 変化応力比一定試験 $\Delta\sigma_1'/\Delta\sigma_3'=2.0$  |
|          | (5) 変化応力比一定試験 $\Delta\sigma_1'/\Delta\sigma_3'=0.4$  |
| 伸張試験     | (6) 側圧一定試験                                           |
|          | (7) 軸圧一定試験                                           |
|          | (8) 平均主応力一定試験                                        |
|          | (9) 変化応力比一定試験 $\Delta\sigma_1'/\Delta\sigma_3'=2.0$  |
|          | (10) 変化応力比一定試験 $\Delta\sigma_1'/\Delta\sigma_3'=0.4$ |

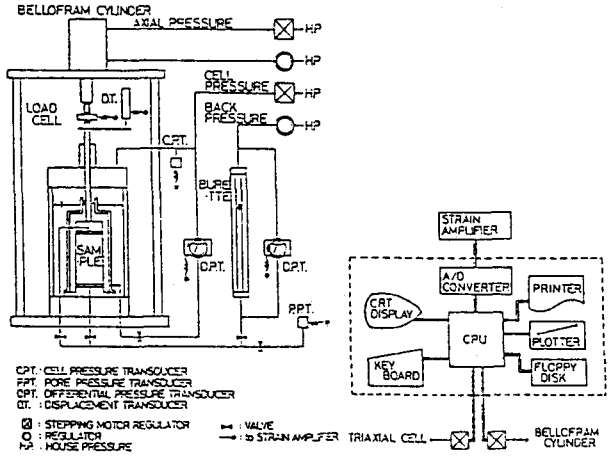


図1 システム図

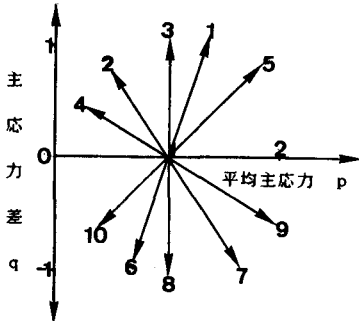


図2 概略応力経路

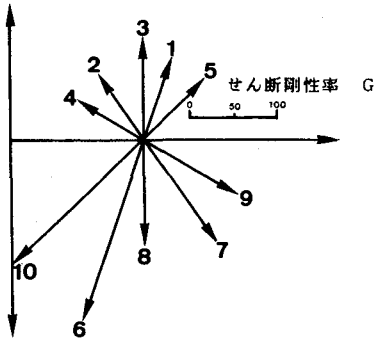


図3 せん断剛性率の大きさ

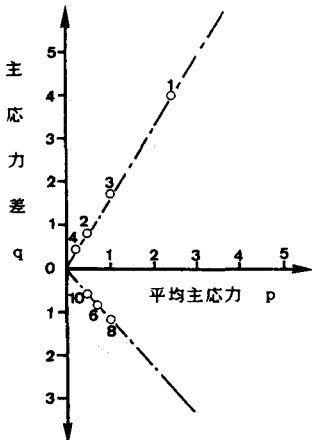


図4 破壊時の応力状態

表2 試験結果一覧表

| TestNo | 初期間隙比 $e_1$ | ヤング率 $E$ , (kgf/cm <sup>2</sup> ) | ポアソン比 $\nu$ | せん断剛性率 (kgf/cm <sup>2</sup> ) |
|--------|-------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|
| (1)    | 0.884       | 216                               | 0.135       | 95                            |
| (2)    | 0.898       | 246                               | 0.494       | 82                            |
| (3)    | 0.866       |                                   |             | 114                           |
| (4)    | 0.878       | 215                               | 0.377       | 78                            |
| (5)    | 0.909       | 214                               | 0.138       | 94                            |
| (6)    | 0.844       | 613                               | 0.462       | 210                           |
| (7)    | 0.874       | 297                               | 0.076       | 138                           |
| (8)    | 0.858       |                                   |             | 113                           |
| (9)    | 0.864       | 283                               | 0.205       | 117                           |
| (10)   | 0.833       | 507                               | 0.263       | 201                           |

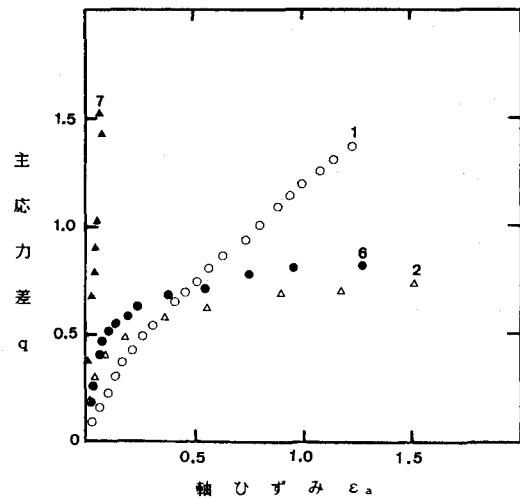


図5 側圧一定及び軸圧一定試験結果