

III-515 直接せん断試験における応力の非一様分布

東急建設土木技術部 正会員 ○岡本 正広
武蔵工業大学大学院 学生会員 小林 司

1. はじめに

直接せん断試験においては、せん断の進行に伴って不可避免的にいわゆるロッキングが生じ、供試体の応力・ひずみ分布は不均一になる。その状況を図1に模式的に示す。¹⁾ 本研究では、この応力の不均一性が実際の程度生じているのかを定量的に把握するために、供試体上部のキャップに小型の2方向ロードセル²⁾を取り付けて、せん断に伴う供試体のせん断力・鉛直力の分布を測定した。

2. 試験機の概要

2.1 直接せん断試験機

本試験機は、ロッキング防止構造として供試体に鉛直応力を伝えるピストンロッドを直径10cmとかなり太くし(供試体直径の1/3)、市販の軸受けが使用できる最大のものとした。ただし、重量を軽くするために中空構造とした。また、これとは別に3本のガイドロッドも設けているので、ロッキング防止構造としては極めて強固なものとなっている。³⁾ 詳細については参考文献を参照されたい。

2.2 2方向ロードセル

2方向ロードセルは本試験機のキャップ内に5ヶ所設置した。2方向ロードセルは谷²⁾の方法にしたがって設計・製作した。検定は当初せん断力・鉛直力とも死荷重を加えて行ったが、鉛直力はせん断中に荷重の方向が反転する可能性があることから、この影響を把握するために、今回新たに図2.1に示すような検定用モールドを製作して行った。モールド内には脱気水を満たした。図2.2には2方向ロードセルの取り付け位置を示す。

3. 実験方法

実験に用いた砂は、豊浦標準砂($G_s=2.64$, $e_{max}=0.997$, $e_{min}=0.605$)で、供試体の形状は直径30cm、高さ10および15cmの中実供試体である。メンブレンはラテックス製0.4mm厚のものをを用いた。供試体は空中落下法で作製した。拘束圧 $\sigma_c'=0.3\text{kgf/cm}^2$ のときに二酸化炭素で置換し、脱気水を循環させた後、背圧 $\sigma_{BP}=2.0\text{kgf/cm}^2$ をかけて飽和化をはかった。B値は全て $B\geq 0.96$ とし、圧密時間は3時間とした。せん断は圧密後0.1%/minのひずみ制御で行った。

4. 実験結果および考察

図4.1には、典型的な試験結果例として供試体高さが $H=10$ および15cmで、有効拘束圧 $\sigma_c'=0.5\text{kgf/cm}^2$ の場合のせん断力および鉛直力分布を示す。また、図4.2には三軸セルの外側で測定したせん断力・鉛直力で各々の位置の2方向ロードセルで測定した値を除いて正規化した値を示す。これらの図より、直接せん断試験においてはせん断ひずみの進行に伴い、かなり大きな応力の不均一が生じていることが分かる。せん断ひずみが15%程度になると、三軸セルの外側で測定した値と比較すると、せん断力では0.2~2.2倍程度、また鉛直力については0.05~3.7倍程度の範囲がある。図4.3は供試体中心のロードセルNo.5で測定したせん断力・鉛直力でせん断方向のロードセルNo.2, No.4で測定した値を除いて正規化した値を示す。同図より、供試体高さが高いとせん断力、鉛直力共に応力の不均一性が著しい。

5. まとめ

直接せん断試験機のキャップ内に小型の2方向ロードセルを埋込んで供試体内の代表的な位置で応力分布を測定した結果、以下のことが分かった。

- ① 直接せん断試験においては、せん断の進行に伴い供試体を傾けようとするモーメントが作用するために、かなり強固なロッキング防止構造を施しても供試体内の応力分布はかなり不均一になる。
- ② その傾向は供試体高さが高い方が大きく、供試体中心位置での値と比較するとせん断力で0.2~2.2倍程度、また鉛直力では0.05~6.0倍程度の応力の不均一が生じる。

【参考文献】

- 1) 徳江俊秀, 他: 単純せん断試験機の供試体変形・破壊に関する基礎的研究, 第24回土質工学発表会, pp. 517~518, 1989
- 2) 谷康弘: 切削加工の分野で使用されるロードセルについて, 生産研究, vol. 34, No. 6, 1982
- 3) 岡本正広, 他: 各種の大型せん断試験機による砂の液化化強度, 第24回土質工学発表会, pp. 93~94, 1989

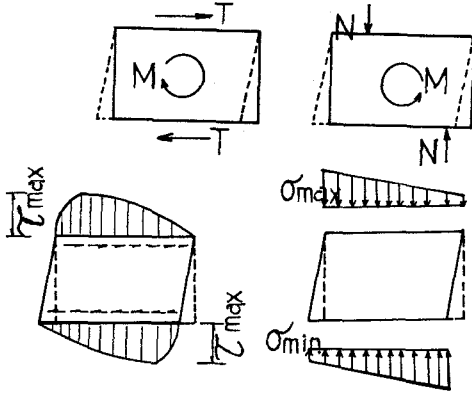


図1 単純せん断試験における供試体の応力状態

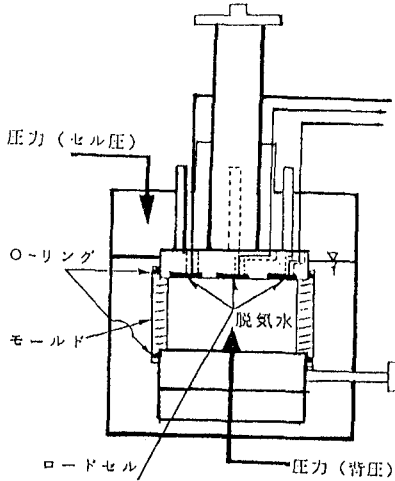


図2.1 二方向ロードセルの検定方法

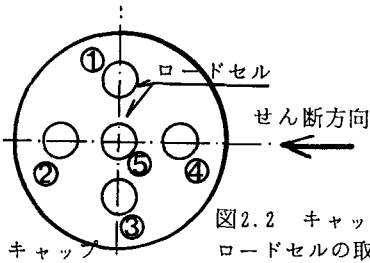


図2.2 キャップ埋込み型ロードセルの取り付け位置

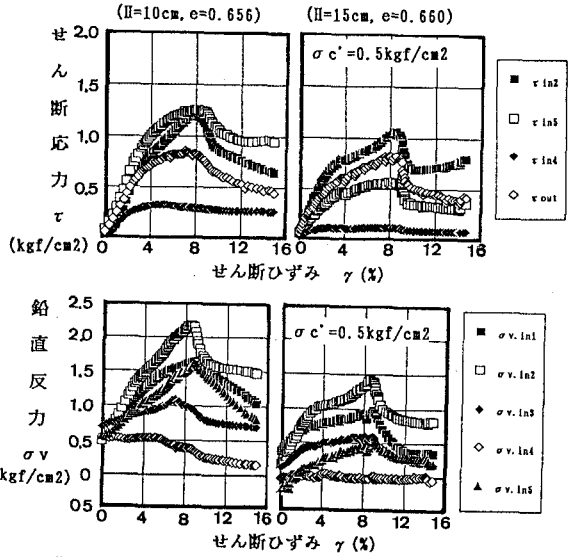


図4.1 典型的な試験結果例 ($\sigma' = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ の場合)

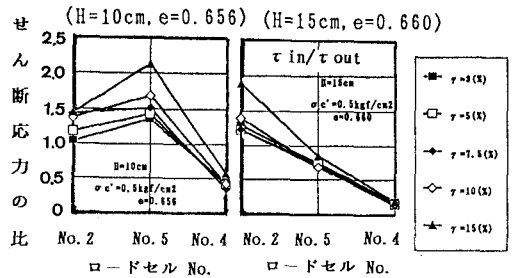


図4.2 三軸セルの外側で測定した値で正規化したせん断力・鉛直力分布

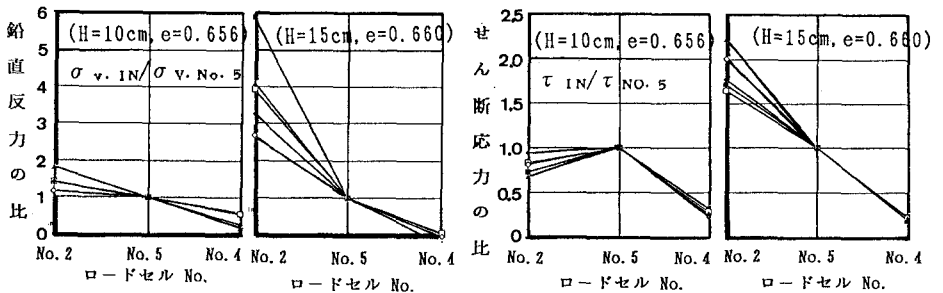


図4.3 供試体中心位置の測定値で正規化したせん断力・鉛直力分布