

Ⅲ-13 ロードセルの試作およびそれを用いた砂の圧密試験

東京大学	大	学	院	学生員	○坂元	信
東京大学	大	学	院	学生員	後藤	聡
東京大学	生産技術研究所			正員	龍岡	文夫

1. まえがき

三軸試験を行つて正確な砂の応力～ひずみ関係を知る場合に、供試体にかかる軸力および軸変位を正確に測定することは必要不可欠である。そこで、三軸試験において供試体にかかる軸力を直接測定することのできるロードセルの試作及びそれを用いて行なつた、砂の低拘束圧下での圧密試験について報告する。

2. ロードセルの試作及び検定特性

従来のロードセルは、三軸セルの外部に位置しているため、供試体にかかる軸力を求める場合、ロードにかかる摩擦力を考慮せねばならない。また容量が大きいために微小な荷重の変化を捉えることが困難であり、低拘束圧下の試験には適さない。そこで低容量で感度の高いものが必要となった。

そこで、三軸セル内のキャップ上端面に固定できる小型ロードセルを設計、試作した。図1に示すように門型形状をしており、容量は荷重50 kgf (A)、20 kgf (B) の2種類である。受感部は、図中に示す位置に円孔を開け、この円孔による肉薄部分にひずみゲージ(ホリイミッド滑りひずみゲージ、ゲージ長 0.5 mm, 350 Ω)を貼りつけて、NO. 1~4 のひずみゲージにより4ゲージ法でブリッジを組み、鉛直荷重を検出するようにしてある。また、防水剤でコーティングし、耐圧耐水コードを用い、加圧水中で使用できるようにした。

検定は固定したロードセルの上に、ロード、載荷板を通して荷重を加えて行なった。

図2に示すように直線性があり、実際に使用できることが判明した。なお、図中のひずみ出力は4ゲージ法のブリッジ出力であり、各点のひずみの4倍となっている。

3. 低拘束圧下での砂の圧密試験

試作したロードセルを用いて低拘束圧下における砂の圧密試験を行なったので、以下報告する。実験システムは図3に示す通りである。試料は豊浦標準砂を用い、供試体の作成方法は空中落下法に

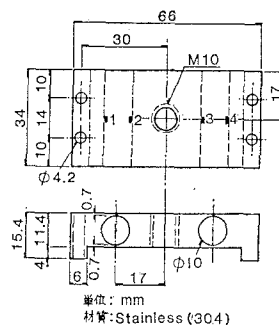


図1. ロードセル (B)

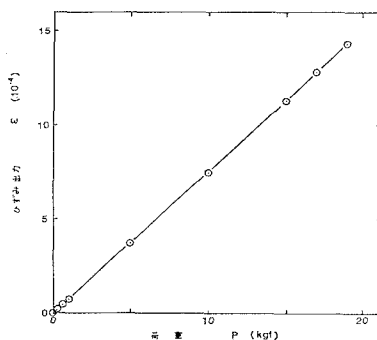


図2. ロードセルの検定特性

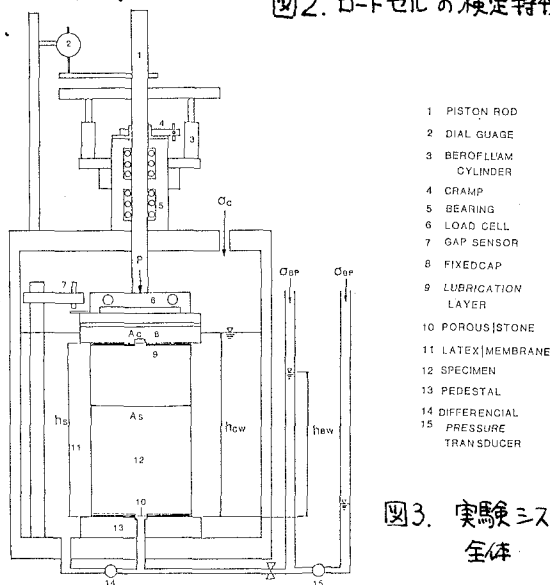


図3. 実験システム全体

よった。(落下高70 cm, $e_0 = 0.665$) 供試体寸法は直径7.5 cm, 高さ15 cmである。軸力の測定には前述のロードセルを用いた。軸変位の測定には非接触型変位計とダイヤルゲージを併用し、両者の測定結果を比べることとした。有効拘束圧、体積変化の測定にはそれぞれ図3に示すように差圧計を用いた。また、軸力の調節は、ピストラムシリンダーを用いることにより、軸力を連続的に変化できるようにした。供試体端面の条件は図に示すように一層系のLubrication層を設けた。

このシステムにより、低拘束圧において砂の圧密試験を行なった結果を図4, 5, 6に示す。

図4は、供試体作製各段階における軸変位の変化を2種類の変位計で比較したものである。これを見ると両者は比較的一致している。CO₂通気時に供試体が著しく伸張したのはCO₂の圧力を受けて有効拘束圧が減少したため、と思われる。

図5は載荷・除荷を繰返して行なった圧密試験における $\sigma'_a \sim \sigma'_r$ を示したものである。

$$\sigma'_a = \frac{P}{A_s} + D.P. + \sigma'_c \frac{A_c - A_s - a}{A_s} - (h_{cw} - h_s) \gamma_w \cdot \frac{A_c}{A_s} + \frac{G_s - 1}{1 + e} \cdot \gamma_w \cdot \frac{h_s}{2}, \quad \sigma'_r = D.P.$$

図5を見ると σ'_a / σ'_r はかなり1に近い値であるといつて差し支えない。これは σ'_c の変化に合わせて軸荷重を精密に制御できたためである。これにより、試作したロードセルが効果的に作用しているといえる。

また、図6は上記の圧密試験の $\sigma'_r \sim \epsilon_a$ を示したものである。有効拘束圧を0.05 kg/cm²から1.0 kg/cm²まで変化させると、載荷・除荷を繰返すにつれて曲線が収束してくることがわかる。

以上から、今回試作したロードセルは精度の高い応力制御をしていく上で大変役に立つ、ということがわかった。
[謝辞] 本研究に用いたロードセルその他の部品は東大生研試作工場で作製した。試作工場の方々に感謝する。
[参考文献]

- 1) 谷: 切削加工の分野で用いられるロードセルについて 生産研究, Vol. 34, No. 6, 1982. 6.
- 2) 佐藤, 龍岡, 山田, 福島, 生原: 土質試験法の合理化について(その2), 第18回土質工学研究発表会1983. 6.
- 3) 佐藤, 龍岡, 生原, 山田: 二方向ロードセルの試作とその特性について, 第38回土木学会年次学術講演会, 1983. 9.

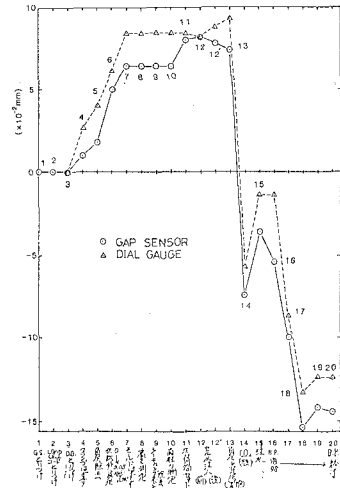


図4. 供試体作製時の軸変位

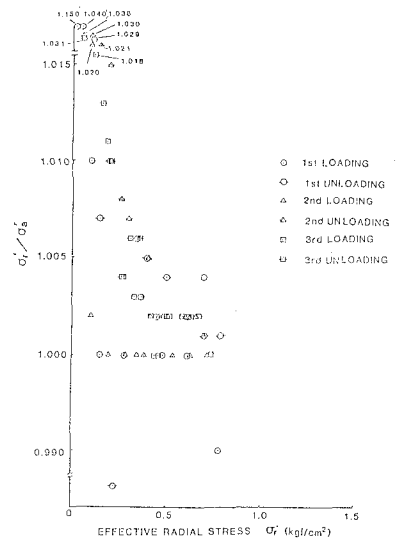


図5. 圧密時の $\sigma'_a \sim \sigma'_r$ の関係

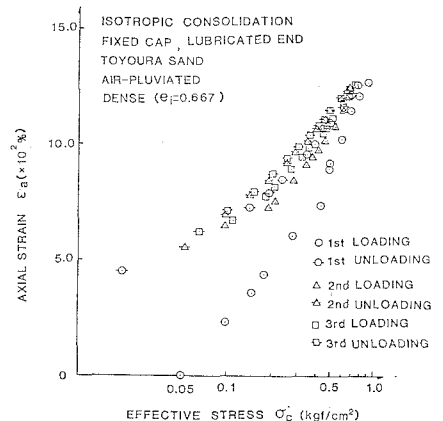


図6. 圧密時の $\sigma'_c \sim \epsilon_a$ の関係