

名古屋大学工学部	正員	松沢 宏
中部工業大学	〃	市原松平
名古屋大学工学部	〃	森 富雄

1. まえがき

室内実験用の土圧計には、小型であること、小さな圧力に対して安定した確実な作動を示すことが要求される。このために室内実験用の小型土圧計の開発には、現場用の計器の開発以上に数多くの難しさがある。

筆者らは、かねてより弱圧用の小型土圧計の開発を行なってきたが、ここでは、新たに試作した2種類の計器の砂中における作動特性について報告する。

2. 小型土中土圧計

試作した土圧計Aの断面図を図-1に示し、土圧計Bの断面図を図-2に示す。土圧計A、Bを6個づつ試作した。

これら2つの型の土圧計は、最大計測圧力が 1 kg/cm^2 のダイヤフレイム型・間接作動型のものであるが、ひずみの検出には、土圧計Aでは半導体ひずみ計を、土圧計Bでは、箔ひずみ計を用いている。 1 kg/cm^2 の圧力に対して、土圧計Aでは、ゲージからの出力が 90 mV 程度であり、土圧計Bでは、受圧板の変位を極小にするためにその出力を $600 \mu\text{st}$ 前後に押えている。なお、これらの計器の受圧板中央の変位量 δ と受圧板の有効径 B との比 δ/B の公称値は、土圧計Aで、 $\delta/B = 0.35 \times 10^{-4}$ 、土圧計Bで、 $\delta/B = 0.44 \times 10^{-3}$ である。これら土圧計の水圧検定を行なった結果、直線性がよく、加圧・減圧によるヒステリシスループのないことが確認された。

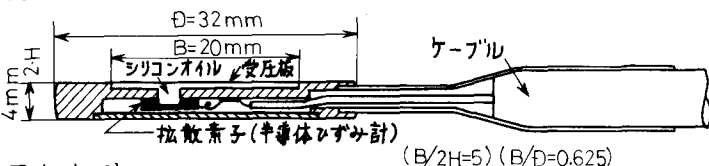


図-1 土圧計A

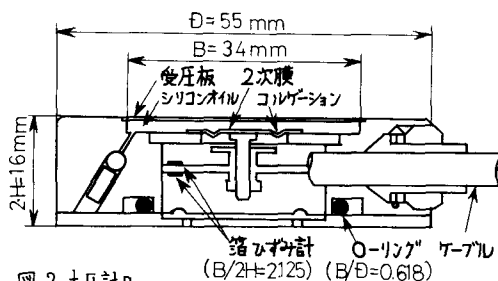


図-2 土圧計B

3. 検定土槽ならびに実験に使用した砂

土圧計の検定には、内径 58 cm 、深さ 47.5 cm の軟鋼製の土槽を使用した。また実験に用いた砂は、気乾燥の豊浦標準砂である。この砂は、比重 $G_s = 2.647$ 、最大粒径 $D_{\text{max}} = 0.3 \text{ mm}$ 、有効径 $D_{50} = 0.16 \text{ mm}$ である。

4. 砂圧検定

計器の据え付けに際しては、中詰め砂を土槽内に土槽底面から約 32 cm の高さまで流し込んだのち、土槽の中心軸上で計器の受圧板を上向きにして水平に据え付けた。この状態で計器のゼロ点の調整を行ない、1回の検定が終わるまでゼロ点の調整をしなかった。計器を据え付けたのち、土圧計の受圧板の土かぶり(Z)が、 $5 \sim 10 \text{ cm}$ になるように中詰め砂を流し込み、棒状バイブレーターを使用して中詰め砂を締め固めて、そのてんば面を水平にならした。以上のように据え付けた土圧計に対して、中詰め砂のてんば面上にビニールシートを通して空気圧を最大 1 kg/cm^2 まで徐々に加圧し（加圧の速さ： $0.1 \text{ kg/cm}^2/\text{分}$ ）、載荷圧力 0.2 kg/cm^2 ごとに指示計の読みを取り、同様に減圧して、各圧力の読みを取った。1回の検定に対して、この加圧・減圧は、5回連続（ $N = 1 \sim 5$ ）して行なった。なお、 Z は、検定終了後、中詰め砂のてんばから受圧板までの深さを計測した値を採用した。

5. 土圧計Aと土圧計Bの作動特性

図-3に土圧計A、図-4に土圧計Bの砂圧検定線の1例を示す。土圧計A、Bはともに、同一圧力の水圧よ

りも大きな圧力を計測しており、空気圧 $p_a = 1 \text{ kg/cm}^2$ 作用時の応力集中係数 p_m/p_0 の値は、図中に示すとおりである。ここに、 p_m は計測した圧力であり、 p_0 は加えた圧力 ($p_a + p_a \times \alpha$) である。また、載荷時と除荷時の検定線は重ならず図のような特性が得られた。繰り返し載荷回数 $N = 1$ において、土圧計 A、B とともに載荷時

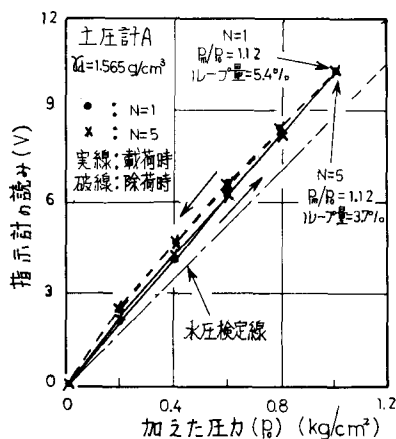


図-3

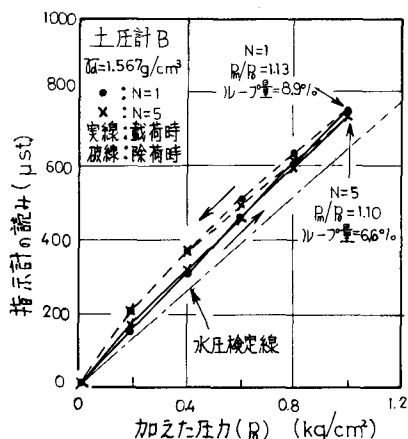


図-4

の非直線性は、1%程度であり、除荷時の非直線性は、土圧計Aで5%、土圧計Bで9%であった。また、このときのループ量は、土圧計Aで5.4%、土圧計Bで8.9%であった。

6. 中詰め砂の密度を変えた実験

図-5に、中詰め砂の初期単位体積重量 $\bar{\rho}_a$ と p_m/p_0 の関係を $N = 5$ について示す。これを見ると、 $\bar{\rho}_a = 1.40 \text{ g/cm}^3$ のゆるい砂では、土圧計Aで $p_m/p_0 = 1.16$ 、土圧計Bで $p_m/p_0 = 1.23$ を示し、 $\bar{\rho}_a = 1.57 \text{ g/cm}^3$ の密な砂では、土圧計A、Bともに $p_m/p_0 = 1.07$ を示している。 $\bar{\rho}_a = 1.48 \text{ g/cm}^3$ の中位の砂において、土圧計Aの p_m/p_0 の値が大きくばらついてはいるものの、土圧計A、Bともに、 $\bar{\rho}_a$ の増加とともに、 p_m/p_0 の値は減少する傾向にある。このことは、 $N = 1$ においても見られた。

次に、図-6に示す $\bar{\rho}_a$ とループ量の関係を見ると、土圧計Aのループ量は、ゆるい砂でほぼ2%、密な砂でほぼ3%を示し、 $\bar{\rho}_a$ の増加とともに、その値はわずかに大きくなっている。また、土圧計Bについて見ると、密な砂・ゆるい砂でのループ量は、ほぼ6.5%であるが、中位な砂では、それよりも2%程度小さな値を示している。なお、 $N = 1$ におけるループ量は、土圧計Bでは、 $N = 5$ よりも1~2.5%程度大きな値であったが、土圧計Aでは、 $N = 5$ におけるループ量と大差がなかった。

7. 結語

受圧板の許容変位量と変換器の出力との関連により、弱圧用小型土圧計の開発は困難である。変換器に半導体ひずみ計を使用したことで、出力をフルスケールまで使用可能な、小型で偏平な、 1 kg/cm^2 用の土中土圧計を試作することができた。この土圧計(土圧計A)は、箔ひずみ計を用いた土圧計Bよりも小型であるにもかかわらず、直線性、ループ量および応力集中係数において良い特性を示した。土圧計Aにおける2~3%のループ量については検討の余地があるが、この程度のループがあっても、模型実験には十分使用できる。土圧計Bでは出力を $1/4 \sim 1/10$ に押えたが、4~6.5%のループを生じた。このループ量をさらに小にする工夫が必要である。

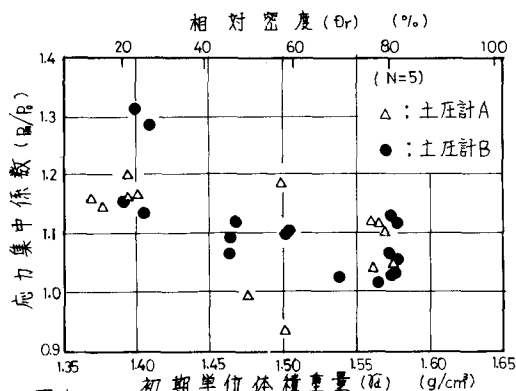


図-5

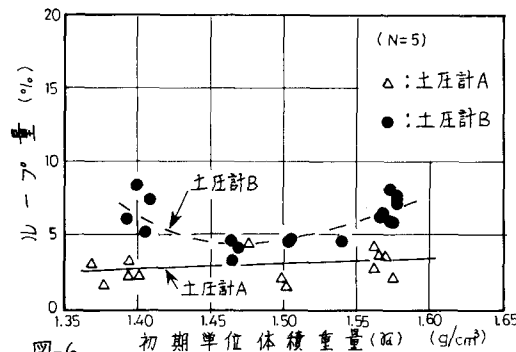


図-6