

低剛性土圧計の三軸空気圧較正法の開発

守谷商会 正会員 宮下 秀樹
 守谷商会 中村 三昭
 信州大学 曹 西

1. はじめに

筆者らは、合成ゴムと金属板の積層板を本体構造とした剛性が小さい土圧計（以下、低剛性土圧計という）を開発している¹⁾。積層ゴムの剛性は、被測定物である土の剛性と同程度であることから、土圧測定上の合理性を有する²⁾。しかし、低剛性土圧計の出力は、受圧面に作用する土圧と、土圧計側面に作用する側圧の影響を同時に受ける。今回、側圧の影響を補償する方法を確立するために、三軸空気圧較正装置を製作し、三軸的なキャリブレーションを行い、検定土槽で計測した砂圧出力に適応した結果を示す。

2. 試作した低剛性土圧計の概要

低剛性土圧計は、図-1のように2重リング構造から成っている。内側リングは、外径120mm、内径40mm、厚さ0.2mmのアルミ板を積層中心におき、その上下に厚さ10mmのクロロプレンゴムを積層した。アルミ板内部空洞に架した直交する帯板の軸ひずみを、ゲージ長2mm、抵抗値120Ω、線膨張係数 23×10^{-6} の2軸直交箔ゲージで検知した。外側リングは、外径180mm、内径140mmのアルミ板を中心に、厚さ5mmのクロロプレンゴム2枚を積層して、上下よりステンレス製のフランジを接着した。仕上がり寸法は、外径D=180mm、高さL=35mm、アスペクト比1/5となっている。

3. 三軸空気圧較正装置の概要

図-2の三軸空気圧較正装置は、土圧計の受圧面に対して垂直方向からの圧力 p_1 と、独立可変に調節可能な側圧 p_3 を同時にかけることができる較正装置である。その構造は、土圧計の側面に p_3 を载荷する一次圧力室と、その内部にあって p_1 を土圧計の受圧面に载荷する二次圧力室で構成されている。一次圧力室の内部には、伸縮自在の薄ゴム引布製の瓶状部材からなる二次圧力室が収納されている。二次圧力室の底面は平面になるように形成され、土圧計の上フランジを押し p_1 を载荷することができる。

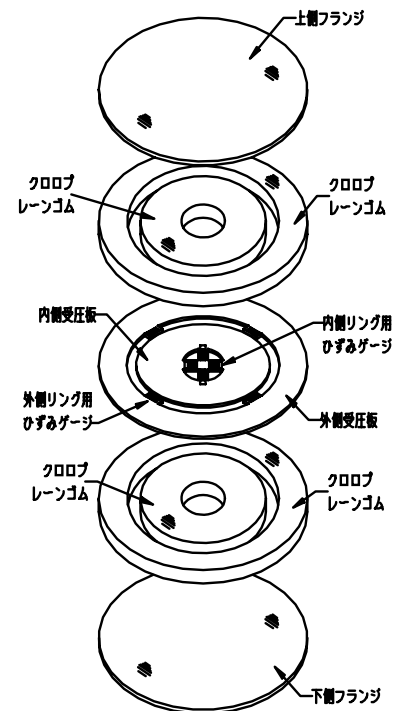


図-1 低剛性土圧計の概念図

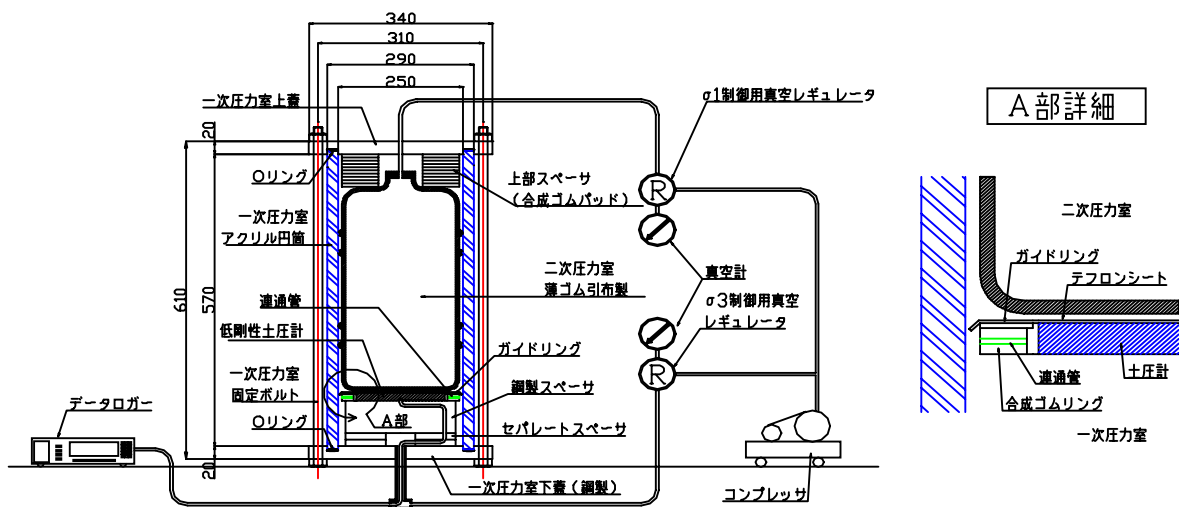


図-2 三軸空気圧較正装置

キーワード 低剛性土圧計, 三軸空気圧較正, 積層板, 砂圧検定

連絡先 〒380-8533 長野県長野市南千歳 878 番地 (株)守谷商会 技術研究室 TEL 026-223-8192

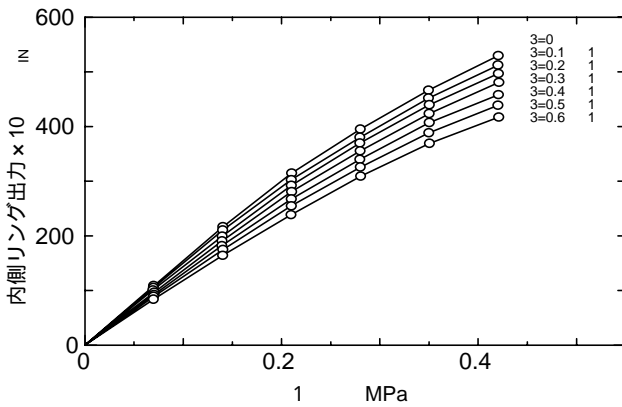


図 - 3 载荷荷重と内側リング出力の関係

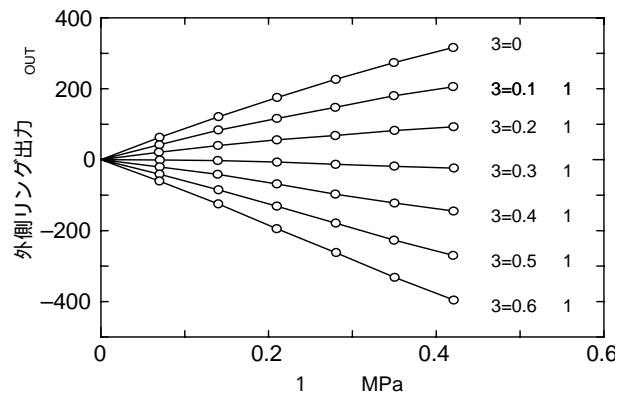


図 - 4 载荷荷重と外側リング出力の関係

4. 結果と考察

三軸空気圧較正試験は、 $1_{max}=0.42MPa$ を6ステップに分割し载荷した。各ステップにおいて、 1 の0~60%に相当する 3 を6段階に分けて载荷した。各荷重の保持時間は5分間とした。このときの低剛性土圧計の内側及び外側リングの出力を、図-3及び4に示す。内外のリングの出力はともに 3 の増加により暫減する。この内外リングの出力を独立変数とし、载荷圧力を従属変数として重回帰分析した結果を三軸較正式とした。

$$1_{(3)} = 0.000822 \cdot IN - 0.000135 \cdot OUT$$

$$3_{(3)} = 0.000229 \cdot IN - 0.000389 \cdot OUT$$

また、 $3=0$ の時の内側リング出力結果より、一軸較正式として次式を求めた。

$$1_{(1)} = (4.138e-7) \cdot (IN)^2 + (5.628e-4) \cdot IN$$

砂圧検定装置は、過去に実施された検定土槽実験報告³⁾を参考にして直径75cm、深さ45cmを製作し、土槽の中心に土圧計を設置して载荷圧力に対する出力特性を確認した。図-5に土圧計の出力を、図-6に出力の較正結果を示す。内側リングの出力は、側圧 3 の影響を受けおり一軸較正值では小さめの計測値となる。それに対し、三軸較正值は側圧 3 による出力の低減を補償していると言える。図-7に、検定砂の初期間隙比と計測砂圧との相関を、市販のダイヤフラム型土圧計の出力も加えて示す。三軸較正值は、ダイヤフラム型のものと同様な出力特性を示した。

5. 終わりに

現在の土圧計の主流はダイヤフラム型であるが、その誤差論は、ピストン型土圧計モデルに対する弾性理論解で述べられる場合が多い。低剛性土圧計は、ピストン型モデルに近い構造を有しており、既往の誤差論の整合性確認を今後の課題とするとともに、出力のヒステリシス挙動の分析と改善を進めて行く予定である。

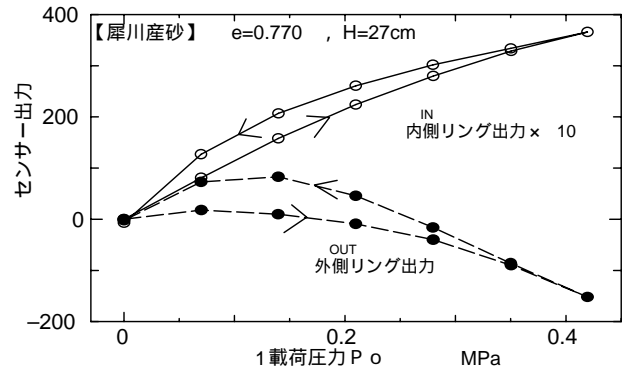


図 - 5 砂圧検定土槽の载荷圧力と出力の関係

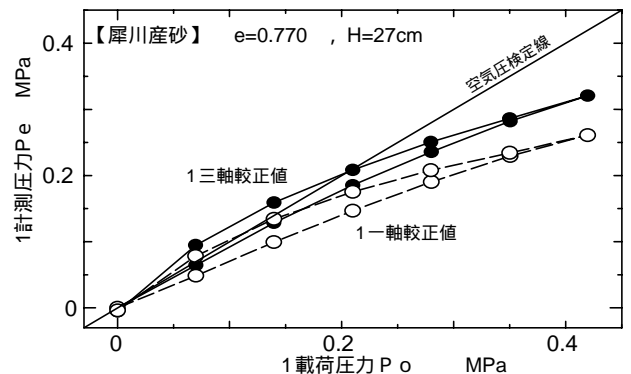


図 - 6 較正後の砂圧検定結果の関係

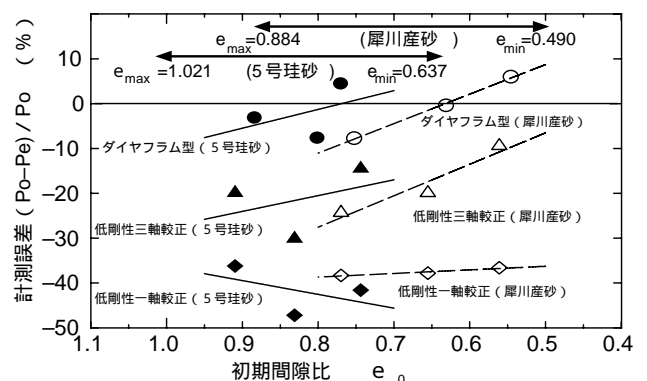


図 - 7 初期間隙比と較正後の砂圧の関係

参考文献

- 1) 宮下秀樹：荷重計，圧力センサー（特許第 3001577号），1999.11
- 2) 宮下秀樹，中村三昭，曹西：低剛性土圧計の砂圧計測特性，第38回地盤工学研究発表会講演集，2003.7
- 3) 松沢広，石井恒久：土中土圧計四種の動作に関する研究，土木学会論文報告集第203号，pp.29-43, 1972.7