

小型土圧計の試作に関する実験的検討

鳥取大学 正会員 勝見泰而

鳥取大学 正会員 清水正喜

鳥取大学 学会員○手嶋俊樹

1. 緒 言

地盤内応力を測定する方法の一つとして、従来、小型サイコロ状の各面の異方向にひずみ計を貼付したものを地盤内に埋設し、ひずみ量を測定することにより地盤内応力を測定しようとする研究を行ったことがある¹⁾。しかし、実験結果に規則性はあまり見られず良い結果は得られなかった。そこで今回、従来の試作土圧計を改良し、さらに基礎理論に検討を加え、模型砂地盤における応力測定実験を行ったので、それらの結果について報告する。

2. 試作土圧計の理論的背景

試作土圧計（以下、サイコロと称す）に貼ったひずみ計の長さ方向に働く応力を検定応力と考えると、図-1に示す6つの検定応力が存在することにより、それぞれのひずみ計のひずみ量を $\epsilon_1 \sim \epsilon_6$ とすると、

$$\begin{aligned}\epsilon_1 &= a_{11}P_1 + a_{12}P_2 + \dots + a_{16}P_6 \\ \epsilon_2 &= a_{21}P_1 + a_{22}P_2 + \dots + a_{26}P_6 \\ &\vdots \\ \epsilon_6 &= a_{61}P_1 + a_{62}P_2 + \dots + a_{66}P_6\end{aligned}\quad (1)$$

が成り立ち、これを $\epsilon = AP \dots (1)'$ と表わす。

また、 $P_1 \sim P_6$ はその方向性より6つの応力成分 ($\sigma_x, \sigma_y, \dots, \tau_{xy}$) へ変換することが可能であり、これを

$\sigma = BP \dots (2)$ と表わすと、式(1)', (2)より $\sigma = BA^{-1}\epsilon = C\epsilon \dots (3)$ となる。

また、式(3)により求めた各応力成分を固有方程式に代入して、その固有値及び固有ベクトルを求めれば、主応力 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ の大きさと方向を算出できる。なお、式(1)'におけるAの決定方法は、検定実験より $a_{ij} = \epsilon_{ij}/P_j$ ($i, j = 1, 2, \dots, 6$) から求める方法と、新たに近似法として以下のような方法を行って両者を比較して決定した。すなわちPの検定を行えば、他の5つの応力は、その方向性によりPに係数K, Lを掛けたものとして考える。ここで、 $K = K = \sigma_H / \sigma_V$ (ただし、 σ_H は水平応力、 σ_V は垂直応力を示す) より求め、Lは応力測定実験を行い、影響値 $I\sigma_L$ を求め、勝見の提案する理論計算値²⁾と比較して決定した。

3. 実験概要

小型土圧計の試作：一軸圧縮試験により砂の弾性係数に近い値を有する製品を選び、これを15×15×15mmにカットし、表面を処理して図-2に示す方向にひずみ計を貼り、この上にひずみ計破損防止のためシールド剤を塗った。

検定実験：砂地盤内に上記のサイコロを側壁の影響を避けるため表層近くに埋設し、これに並列して市販の土圧計(BE2KC型、共和電業K・K製)を鉛直方向の検定応力として用いるため埋設した。さらに、この地盤に生ずる基礎底面直下の応力分布

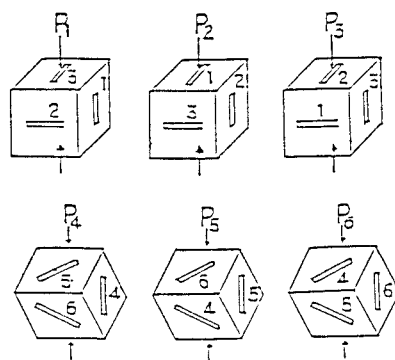


図-1 検定応力

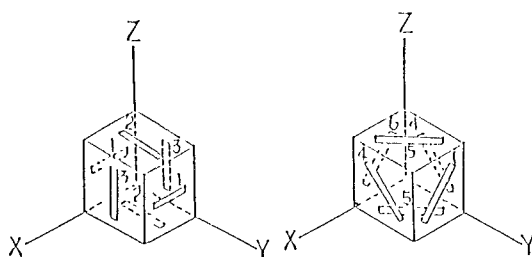


図-2 試作土圧計

をできるだけ等分布に近づけるために厚さ1.5cm、直径18cmの鉄板を介して鉛直方向荷重を作用させた。

応力測定実験：上記の鉄板を取り除き、直径10cmの基礎により荷重を作用させ、基礎中心より半径 $R=1, 4, 8\text{cm}$ 、深さ $Z=5, 10, 15\text{cm}$ の位置にサイコロを埋設し応力測定を行った。なお地盤試料として用いた砂は、比重2.65、均等係数2.14なる鳥取砂丘砂を自然乾燥させたものを用い、単位体積重量 1.70gf/cm^3 となるように各層2cmごとに詰めたものを用いた。

4. 結果と考察

試作土圧計の地盤へのなじみという点に関しては、砂の弾性係数 1500kgf/cm^2 に近い値 1700kgf/cm^2 を有する製品が得られ従来の値 7000kgf/cm^2 と比べ改良された。また、従来、1つのサイコロで機能させた土圧計を図-2に示すように2つに分割させたことによりひずみ測定の精度は上がった。

P_4 、 P_5 、 P_6 検定における斜めに貼ったひずみ計のひずみが一定の傾向を示さなかった。これより、斜めに貼ったひずみ計が理論どおりの働きをしていない可能性があるとして推察される。

式(1)'における A の決定に際して、従来の方法では、応力測定実験結果に、引張力が生じたり、あまり規則性はみられなかったが、今回の方法では規則性はみられ、引張力も生じなかった。しかし、影響値 $I\sigma_z$ はあまり理論計算値に近い値とならず、近づけようとすると引張力が生じたり、規則性もなくなってしまう。そこで、 $K=0.27$ 、 $L=0.5$ の場合が最も良く、これを用いて以下の応力測定実験の計算を行った。

表-1~3、図-3に応力測定実験の結果を示す。なお、同図表中の R 、 Z 、 a 、 q はそれぞれ基礎中心からの距離、深さ、基礎の半径、上載荷重を示す。これらより、鉛直方向直応力、せん断応力及び主応力は、荷重の増加とともに増加し、基礎からの距離とともに減衰していく傾向がみられる。また、図-3より最大主応力 σ_1 はすべて載荷面方向を向いており、主応力の方向に直進性が認められる。なお、中間主応力 σ_2 は紙面を貫く方向を向き、今回、図には描いてない。

5. 結 語

土圧計の試作に関しては、応力測定実験の結果をみると、従来のものに比べ改良されたが、 A の決定や斜めに貼ったひずみ計の検討が不十分であり、今後これらの改良が問題となってくる。上記の小型土圧計はこれらの問題を解決できれば、十分土圧計の役目を果たすものと期待される。

参考文献

- 1) 勝見 雅：中間主応力に注目した円形剛基礎の支持力に関する研究，土木学会論文報告集、第252号
- 2) 勝見 雅：地表面に円形分布荷重が作用した場合の任意点における地盤内応力、土と基礎 25-5

表-1 鉛直方向直応力 σ_z

R/a Z/a	0.2	0.8	1.6	$q(\text{kgf/cm}^2)$
1.0	0.7563	0.6385	0.3560	$q=0.5$
	0.8573	0.7593	0.4161	$q=0.6$
	0.9946	0.8855	0.6692	$q=0.7$
2.0	0.6273	0.5940	0.2695	同上
	0.7706	0.6855	0.3501	
	0.9075	0.7487	0.4158	
3.0	0.6021	0.4008	0.2550	同上
	0.7280	0.5164	0.2883	
	0.8670	0.6314	0.3370	

表-2 せん断応力 τ_{rz}

R/a Z/a	0.2	0.8	1.6	$q(\text{kgf/cm}^2)$
1.0	0.1608	0.1560	0.0373	$q=0.5$
	0.1763	0.1845	0.0429	$q=0.6$
	0.1989	0.2144	0.0410	$q=0.7$
2.0	0.1644	0.1771	0.0593	同上
	0.2028	0.2070	0.0801	
	0.2398	0.2314	0.0969	
3.0	0.1483	0.1181	0.0554	同上
	0.1805	0.1529	0.0630	
	0.2153	0.1875	0.0733	

表-3 中間主応力 σ_2

R/a Z/a	0.2	0.8	1.6	$q(\text{kgf/cm}^2)$
1.0	0.3350	0.4199	0.2992	$q=0.5$
	0.3220	0.4944	0.3494	$q=0.6$
	0.3313	0.5717	0.3736	$q=0.7$
2.0	0.4311	0.4104	0.1893	同上
	0.5239	0.4603	0.2478	
	0.6137	0.4906	0.2962	
3.0	0.3640	0.3151	0.2128	同上
	0.4310	0.4081	0.2529	
	0.5097	0.4986	0.3004	

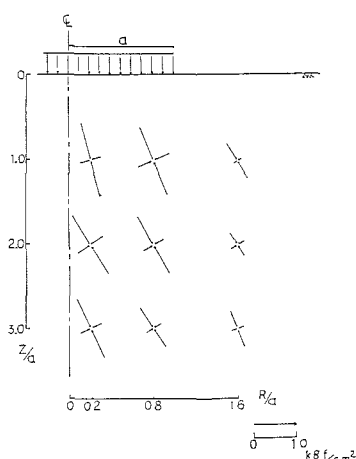


図-3 主応力 σ_1 、 σ_3 の方向と大きさ