

多面土圧計における計測土圧の補正について

名古屋大学工学部 正員 市原松平
 名古屋大学工学部 正員 桑山 忠

1. まえがき

土圧計によって計測された応力には、剛性の異なるものを土中に挿入したことによって生じた誤差応力が含まれていることは良く知られている。Tsitovitchらは土の一軸圧縮状態を仮定し、誤差応力の算定式を示した。さらに、この算定式は松沢²⁾によって、実験的にその妥当性が確かめられてきた。しかし、この算定式は土圧計のみを考えたものであり、フレームに組込まれた多面土圧計には適用しがたい。一方、フィルダムなどの土構造物には多面土圧計が多く埋設され、土構造物の安全管理に利用されている。このため、多面土圧計の計測誤差応力を明らかにすることは、計測応力によって土構造物の安全性を評価するとき、重要となる。この報告は、多面土圧計での計測誤差応力算定の第一歩として、Tsitovitchらと同様の仮定をみこなって誤差応力を検討し、この検討にもとづく若干の実験結果を示したものである。

2. 多面土圧計の計測誤差応力

図-1は多面土圧計と円盤とし、土圧計に作用する誤差応力を示したものである。誤差応力はフレームと土との剛性の差によって生ずるもの(p_{e1})と計測面の円板がたわむことによって生ずるもの(p_{e2})の合計であるとした。 p_{e1} についてはTsitovitchらの式がそのまま適用できる。

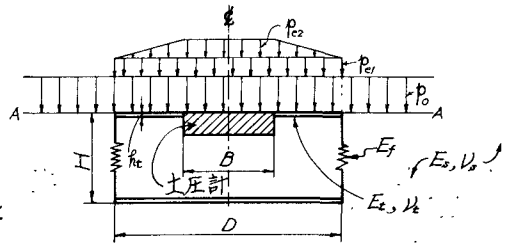


図-1 フレームおよび土圧計に作用する誤差応力

$$\frac{p_{e1}}{p_0} = \frac{1 - \frac{E_s}{E_f}}{\frac{\pi}{4}(1-\nu_s^2)\frac{D}{H} + \frac{E_s}{E_f}} \quad (1)$$

ここで p_0, p_{e1} : 土の垂直応力とフレームに作用する誤差応力

H, D : フレームの外径と高さ

ν_s, E_s, E_f : 土のポアソン比, 土とフレームの変形係数

いま、円板にとりつけられた土圧計は剛なものと考え、土圧計周縁の変位と同径固定の円板より求め、この変位が土を弾性体と考えたときの円形剛板の沈下と等しくする応力が誤差応力 p_{e2} と仮定する。

$$\text{土圧計周縁の変位;} S_d = \frac{3(1-\nu_s^2)\left\{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2\right\}}{16 E_s h_s^3} (p_0 + p_{e1} + p_{e2}) \quad \text{ここで}$$

p_{e2} : 円板変位による誤差応力

B : 土圧計の外径

h_s : 円板の厚さ

E_s : 円板の弾性係数

ν_s : 円板のポアソン比

$$\text{弾性体上の円形剛板の沈下;} S_s = \frac{\pi}{4}(1-\nu_s^2) \cdot \frac{B}{E_s} p_{e2}$$

p_{e2} の作用方向を考えて S_d と S_s を等しくおくと、 $S_d + S_s = 0$ となり、式(2)が求められる。

$$\frac{p_{e2}}{p_0 + p_{e1} + p_{e2}} = - \frac{3(1-\nu_2^2)(D^2-B^2)}{64\pi(1-\nu_2^2)B \cdot E_2} \cdot \frac{E_2}{E_1} \quad (2)$$

式(1), (2)の右辺をそれぞれ A_1 , A_2 とおくと誤差応力 p_{e2} は式(3)のようになり計測応力から真の垂直応力が求まる。

$$\frac{p_{e2}}{p_0} = \frac{(1+A_1)A_2}{1-A_2} \quad (3)$$

3. 検定土槽による実験

図-2 はモデル化した多面土圧計を示しており、表-1 のような3種のフレームを作成し誤差応力を調べた。フレームには一軸方向に変形しうるように合成ゴム板がはさまれている。実験には内径78cm、高さ65cmの土槽を用い、4.7b mmフルイを通過する矢作川砂を用いた。図-3 は土とフレームの変形係数を示したものである。図示した土の変形係数は土槽表面の沈下より算定したものである。

図-4 は載荷圧力に対し、計測応力と式(1),(3)を用いて求めた計算応力 ($E_2=2,100,000 \text{ kg/cm}^2$, $\nu_2=0.3$, $\nu_2=0.38$) を示されている。図において、載荷圧力と応答圧力との間に $p=C \cdot p_0^n$ なる関係が認められるが、土槽の壁面摩擦、円板の変位の仮定などの影響と考えられるが実測値と計算値とでは0.2に差が見られる。

4. あとがき

土圧計には誤差応力が必ずともなうので、これを正しく評価することはより正しい土中の応力状態の把握には欠かせないものである。多面土圧計の誤差応力については今日まで研究されてこなかったが、ここで、誤差応力がかなり大きいことを示した。この実験は進行中であるので、他の実験結果については講演会で示す予定である。

なお、実験および評価式の検討では名古屋大学工学部植下協教授、松沢宏助教授に多くの助言をいただいた。さらに、この実験では、名古屋大学工学部4年生の赤尾、森の両君に協力していただいた。

〔参考文献〕1) Istovitch, Baranov: On the Accuracy of the Method for Pressure Measurements in Soil, Proc. 5th Int. Conf. on S.M.F.E, 1961.

2) 松沢, 石井: 土中土圧計四種の作動機構研究, 土木論文報告集, No. 203.

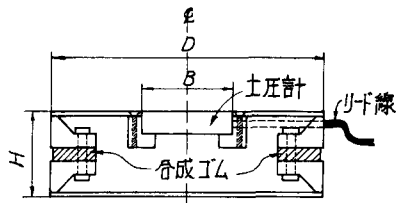


図-2 フレームに組込まれた土圧計

表-1 フレームの諸元

タイプ	D (mm)	B (mm)	B/D	H (mm)	p_{ht} (mm)
F-38	300	80	0.267	51.2	3
F-28	200	80	0.400		
F-35	300	190	0.633		

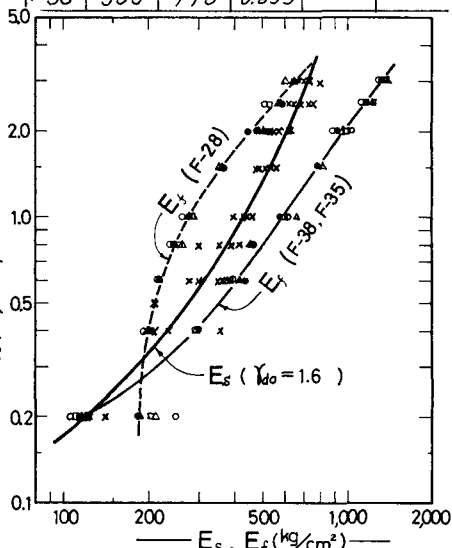


図-3 土およびフレームの変形係数

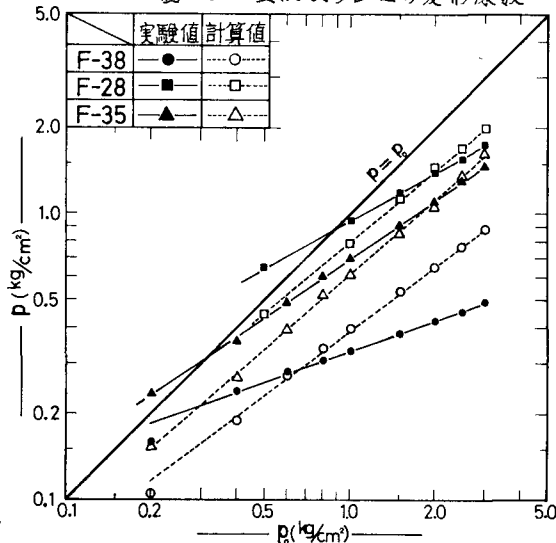


図-4 載荷圧力と実測圧力の関係