

名古屋大学 正会員 松沢 宏
日本道路公団 正会員 石井 恒久

1. まえがき

土中土圧計の応力集中による計測誤差を軽減するためには、計器をできるだけ扁平な形状にする必要がある。しかし、これも製作時の技術的な問題から限界がある。そこで今回は、計器の体積をできるだけ小さいにするために、土圧計測に専用の空間を取り除いた断面を持った計器を設計し、断面の形状が応力集中におよぼす影響を調べた。

2. 土圧計

設計した土圧計は、図-1に示すように、断面が皿型 (Type-I) のものと、円板型 (Type-II) のものである。いずれも最大計測圧力は 30 kg/cm^2 であり、一次膜に作用する土圧を内部の油を通して二次膜に伝達し、二次膜に生じる変みを油ひずみゲージで計測するといった、間接下動型・電気計測系の計器である。Type-II の計器は前回¹⁾の報告のうち、受圧板に補強板を取り付けてない計器である。表-1に各計器の D/δ , $d\delta/dp$, E_s の値を示す。 δ は最大圧力作用時における受圧板のたわみ量, $d\delta/dp$ は単位圧力作用時における受圧板中央のたわみに相当する。また, E_s は計器の圧力に応答する部分の変形係数であり、計器に対する圧縮試験によれば、 E_s の値は作用圧力によって変化する。

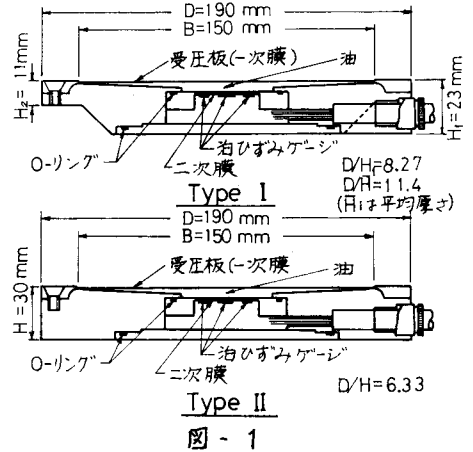


図-1

土圧計	D/δ	$d\delta/dp$ (cm/kg/cm^2)	$E_s (\text{kg/cm}^2)$		
			$p=10 \text{ kg/cm}^2$	$p=20 \text{ kg/cm}^2$	$p=30 \text{ kg/cm}^2$
Type-I	102000	0.44×10^{-4}	427.5	634.5	862.5
Type-II	48000	1.13×10^{-4}	455.9	754.7	1071.0

表-1

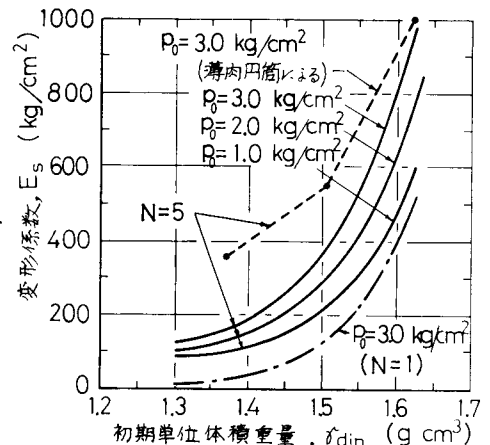
これらの計器の水圧ならびに土を通して加、減圧する検定は、内径 6 cm 、深さ 45 cm の土槽を用いて行った。土を通して行なった検定では、1回の計器据え付けに対して加減圧を5回繰り返した。なお、各計器とも水圧検定結果はきわめて良好であった。

3. 応力集中に関する Tsitovitch らの式²⁾

Tsitovitch らは土中土圧計の応力集中による計測誤差を見積るために次式を求めた。

$$\frac{p_e}{p_0} = \frac{\frac{B}{D} \cdot \frac{E_s}{E_s} - 1}{1 + \frac{\pi(1-\nu_s^2)}{4} \cdot \frac{B}{H} \cdot \frac{E_s}{E_s}}$$

ここに, p_e は土圧計の計測誤差, p_0 は正しい圧力, E_s と ν_s は土の変形係数とポアソン比である。



4. 使用した砂の E_s とは

前回と同様に、矢作川砂を用いた。この砂は内径 75^{mm} × 深さ 20^{mm} × 肉厚 0.2^{mm} の薄肉円筒にひずみゲージを貼り付けた装置内に詰め、土の圧縮試験から求めた。この値は $\rho = 1.3 \sim 1.6 \text{ g/cm}^3$ の間で $0.31 \sim 0.4$ 程度であった。 E_s の値はこの値を用いて、検定土槽の中詰り砂の沈下から決定した。¹⁾ 図-2 に土槽内の沈下から求めた変形係数と密度の関係を示す。比較のために、薄肉円筒内の砂の沈下から求めた E_s の値も示したが、小型試料による E_s の値は土槽の中詰り砂の沈下から求めたものより大きい値がえられた。

5. 結果と考察

Type-I の計器による土圧の計測値と中詰り砂の密度の関係を図-3 に示す。上載圧が $p_0 = 1.0, 2.0, 3.0 \text{ kg/cm}^2$ のそれぞれに対する計測値が示してある。図中の曲線は式(1)を用いて計算した計測土圧の計算値である。式中の E_s には上述した土槽の中詰り砂の沈下から求めた値を採用した。実際は式(1)の H に計器の平均高さ $\bar{H} (=1.67^{\text{cm}})$ を、また1点鎖線は計器の全高さ H_0 を代入して求めた計算値である。図-4 は Type-II の計器による土圧の計測値と密度の関係である。図中の計算線は実測値にかなりよく合致している。すなわち、式(1)は土中土圧計に生じた応力集中を定性的・定量的にかなりよくあらわしている。いま、図-4 における計算値と実測値の合致性からみると、図-3 における実測値は幾分ばらばらしているが、式(1)に $\bar{H}$ を代入して求めた計算値の方がより実測値に近い傾向を示しているといえることができる。

6. 結 語

以上を要約すると、

- (1) 計器の断面を皿型にすると、土圧計の厚さを小さくする効果がある、応力集中による計測誤差は小になる。
- (2) いかなる密度の土に対してでも、応力集中が生じない土圧計を作ることは困難である。応力集中には計器と周りの土との相対剛度 (E_p/E_s) が関係する。したがって安定した計測をする土圧計の応力集中は、例えば土の密度の変化に対してある法則にしたがって変化するようである。

<参考文献>

- (1) 市原、松沢、石井: "土中土圧計の応答特性", 土木学会第26回年次学術講演集, 第3部, 昭和44年10月, 仙台, p.301.
- (2) Tsytovich, N.A. and D.S. Baranov: "On the Accuracy of the Method for Direct Pressure Measurements in Soils," Proc. 5th Int. Conf. on SHFE, Vol. 3, 1961.

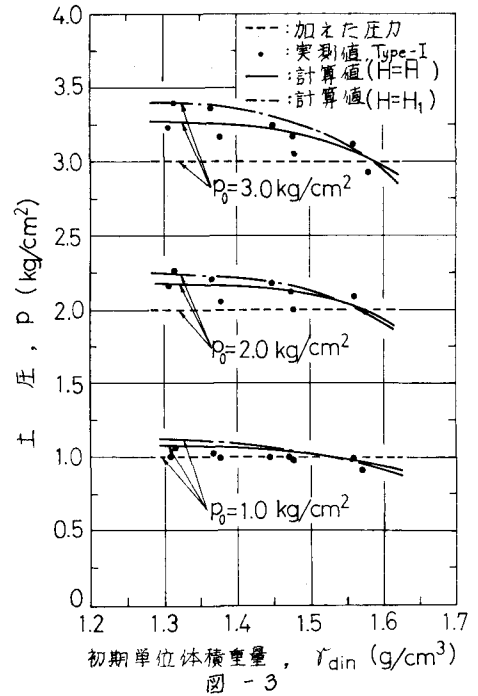


図-3

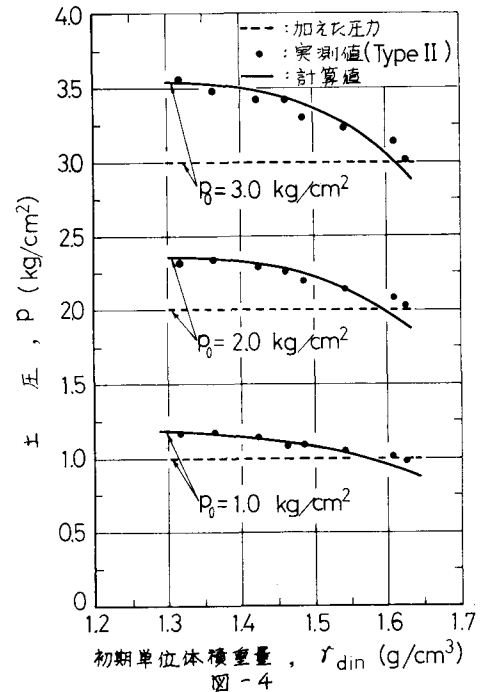


図-4