

大阪大学工学部 正員 ○伊藤 富雄
大阪大学大学院 学生員 高本 敏

1. はしごき

本文は、第21回年次学術講演会で報告した「シールドおよびセグメントに作用する土圧の一計算法」を、模型実験により検証した結果につき述べたものである。

2. 実験の装置と方法

図-1に示す円板上に、高さ55cm、直径10cmおよび50cmの2つの円筒を同心状に固定し、その中間に練り返し粘土をつめ、円筒形の供試体を作製する。ついで2つの円筒を取り除き、図のようにゴム製の空気圧入袋を挿入し、その外側に反力をとるため、高さ55cm、直径55cmの円筒を下板に固定する。さらに、土圧計を設置した円筒を供試体の中空部の中心に固定する。また、実際の場合、トンネルの周辺は平面ひずみ状態にあると考えられるので、この実験においても供試体の上下端を固定しておく。トンネル内面に生じるゆるみ量としては、0.5、1.0、1.5cmをとる。したがって、測定用円筒は、直径9、8、7cmの3種とする。内部圧力の測定には、超小型圧力変換器（径6mm、厚さ0.5mm）を使用し、それらを円筒中央の周囲に4個、円筒表面と一致するように取り付ける。

外圧は0.5気圧よりきわめて徐々に5気圧まで0.5気圧ずつ増しながら加える。そして外圧により供試体内の応力および変位、すなわち土圧計のよみが一定してからその読みを測定する。この場合、外圧として空気圧をかけ、その測定はマンメーターによる。

なお、供試体の強度は三軸圧縮試験により求める。

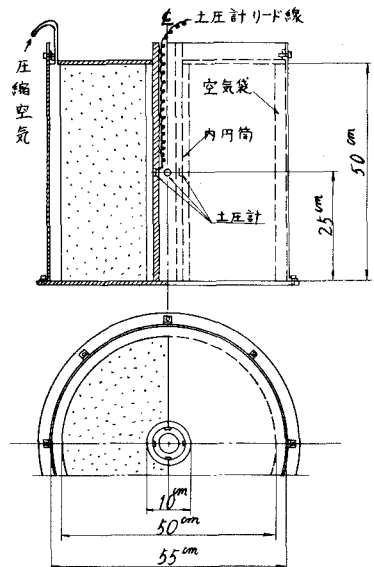
3. 実験の結果

供試体の諸量は、ヤング係数 $E = 9.15 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、粘着力 $c = 0.151 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、内部摩擦角 $\phi = 8'31''$ 、単位体積重量 $\gamma_s = 1.61 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$ 、含水比 $w = 65.9\%$ 、粘土比重 $G_s = 2.71$ である。これらの値より飽和度は99.6%となり理論式を導くために使用した飽和粘土としての仮定は、十分満足されている。また、前回の報告中にある土の常数 a_0 、 b_0 を c 、 ϕ より求めると、 $a_0 = 0.0023$ 、 $b_0 = 0.4264$ となる。

実験の結果および理論的計算値を示すと、図-2のようになる。ここに理論的計算値は前回報告の次式により求めたものである。

$$p_a = (p_b + \frac{5}{3}) \left(\frac{b}{a} \right)^2 - \frac{5}{3}$$

(図-1)



ただし、 P_0 : 弾塑性境界上の求心方向の圧力 $= (1 - 15 a_0/2) \gamma - b/\sqrt{e}$

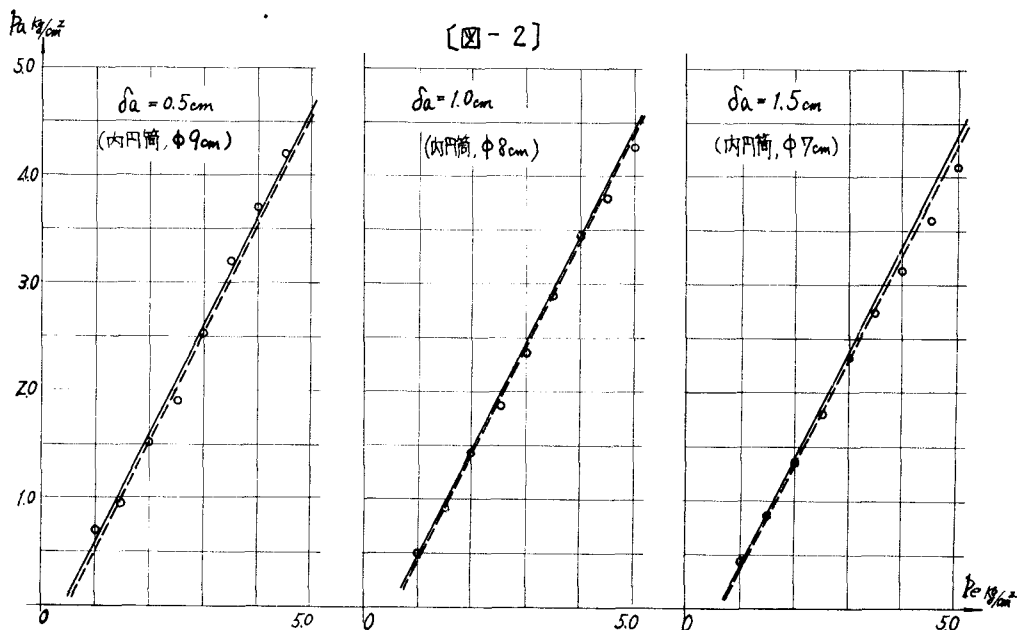
γ : トンネル中心より無限遠の点から作用する地山の圧力

b : 弾塑性境界の半径, $(b - \sqrt{b^2 - 2a\delta a + \delta a^2} = -3(P_0 - \gamma)b/2E$ により求まる.)

a : トンネル半径, δa : 地山のゆるみ量, f, γ, a_0, b_0 により決まる常数

図-2の横軸の P_0 はトンネルに作用する地山の圧力で、上記の解においては γ に対応し、この実験では空気圧に相当するものである。上記の計算値は図において実線で示しているが、これでは地山圧がトンネル中心より無限遠の点に作用するとしている。したがって空気圧が有限距離離れた境界に作用する本実験の厳密解とはいえない。そこで、伏試体の外周に P_0 が作用するいまの場合の理論式を考えると、上記、 γ のかわりに $(P_0 e^2 - P_0 b^2)/(e^2 - b^2)$ を用いればよい。ただし、 e : 円筒伏試体の外半径、この計算結果を図に破線で示す。

また、○印で示すのが、4個の土圧計の読みを平均をとった実験値である。



4. 結 び

図-2に示すように、上記、2つの理論式より計算した値および実験値は極めて近い値を示したので、前回報告した理論は実用性があるものと見られる。

終りに、この研究に対し戸井啓善(奥村組)、西山多見夫(佐藤工業)の両君の協力を得たことを付記して、感謝の意を表したい。

参考文献

伊藤雷雄: 「ラールドおよびセグメントに作用する土圧の一計算法」

土木学会, 第21回年次学術講演会