

大阪大学工学部 正員 伊藤 富雄
大阪大学大学院 学生員 金子 俊夫

(1) まえがき ブラインド式シールド工法を採用するときの推進抵抗力を地表面に盛り上りを生じないための限界抵抗力の算定公式について、前回は塑性理論による結果について報告したが、今回は、流動理論を用いた公式を、模型実験により検証を行なった結果について報告する。

(2) 推進抵抗力 推進抵抗力 P は、シールドの周面摩擦力 P_f と先端抵抗力 P_a との和として、次式で表わされる。

$$P = P_f + P_a \quad \text{---- ①}$$

(i) 周面摩擦力 P_f シールド外周面に作用する力は、軟弱土中から杭を引抜くときに、杭周面に作用する摩擦力と同じであると考えられるので、ここに提案した次式²⁾を採用する。

$$U_0 = \frac{P_f}{2\pi L \mu_p} \left(\ln \frac{P_f}{2\pi L c_g R_1} + \frac{2\pi L c_g R_1}{P_f} - 1 \right) \quad \text{---- ②}$$

ここに U_0 : シールドの推進速度, μ_p : 塑性粘度, c_g : 粘性土の降伏応力, L, R_1 : 図-1 参照

(ii) 先端抵抗力 P_a この力は、粘土の流動による粘性抵抗力³⁾と静土土圧 P_0 の和と考えられるので、先端抵抗力 P_a として、次式を提案する。

$$P_a = P_0 + P_v = \pi \cos \alpha \left\{ a(D_1^2 - D_2^2) / 4 \sin \alpha + 2\sqrt{2b} / \sin \alpha (D_1^2 - D_2^2) - 4\sqrt{c} \sin \alpha (D_1^{-1} - D_2^{-1}) - 2c / 5\sqrt{b} (\sqrt{2a \sin \alpha})^5 (D_1^{-5/2} - D_2^{-5/2}) \right\} + \gamma H_0 \times \pi (D_1^2 - D_2^2) / 4 \quad \text{---- ③}$$

ここに $a = \frac{\pi \alpha c_g}{180}$, $b = \frac{\pi \alpha R_1^2 \mu_p c_g U_0}{180(1 - \cos \alpha)}$, $c = \left\{ \frac{R_1 \mu_p U_0}{2(1 - \cos \alpha)} \right\}^2$, H_0 : シールド中心の土の深さ

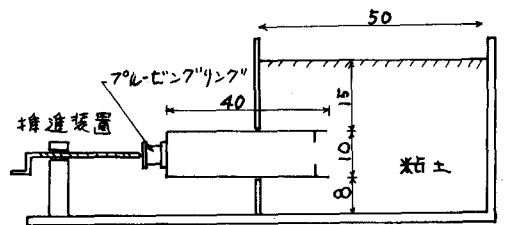
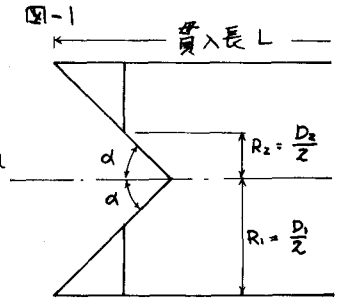
γ : 土の単位体積重量, D_1, D_2, α : 図-1 参照

(iii) 限界抵抗力 P_c この力は、地盤が無限でなく地表面という境界が、存在するために限界が存在するので、次式で表わされる。

$$P_c = (\gamma H_0 + 4c) \times \pi D_1^2 / 4 \quad \text{---- ④}$$

ここに c : 粘着力

(3) 実験装置, その他 実験装置は図-2の如くで、シールドの模型は外径 $D_1 = 10\text{cm}$, $\alpha = 45^\circ$ とし開口比を 49, 25, 16, 9, 4% の5種に変化させ、推進速度は毎分 10mm とする。試験用土は、 $L/L = 57\%$, $R/L = 29\%$, 粒子比重 = 2.68 で、含水比は、82.5, 91.0, 94.5, 97.0% の4種である。なお図-2のシールド模型を半分に割ったような半断面の装置により、粘土の流動、変形状態を観察した。その結果の一部



を、写真-1, 2に示す。

(4) 実験結果と計算結果との比較

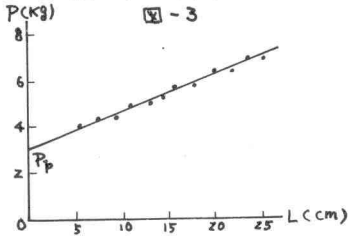


表-1

含水比(%)	82.5	91.0	94.5	97.0
τ_g (g/cm ²)	5.44	4.29	3.88	3.62
M_p (g-%/cm ²)	41.7	18.2	12.9	10.0

表-2

含水比(%)	82.5	91.0	94.5	97.0	
P_c	実験値	0.174	0.130	0.122	0.116
(kg/cm)	理論値	0.212	0.160	0.141	0.130

貫入長Lと推進抵抗力Pとを測定して、プロットすれば、図-3のよくなる連続的な関係にあり、勾配から P/L 、交差からPが求められる。 τ_g と M_p は、パイロメーターの実験によると表-1の通りである。実験的に求めた P/L と式②より計算した P/L とを比較すると、表-2に示すように大差のないことがわかる。つまり P/L を πD_2 で割り粘着力 k を求め、式③に代入して得られる P_p の理論値を図-4にみる曲線を示し、また実験による P_p をプロットする。一方 P_c の計算値は図-4の直線を示す。この図に於いて、 $D_2=0$ cm、すなわち完全ブラインドシールドでは、式③により得られる先端抵抗力が、式④による限界抵抗力と殆ど等しくなっていることがわかる。

この図-4を見ればわかるように、理論値と実験値は大体において合うようである。用口比が49%程度に大になると、実験値が理論値より大となっているのは、流入した粘土のために生ずるシールド内壁との粘着によるためと思われる。また用口比が4%程度小になると、実験値はほぼ P_c に等しくなり、地表面が盛り上がるようになる。

参考文献

- 1) 伊藤・高本：ブラインドシールドの推進抵抗力について、才2回土木学会年次講演会概要(1968)
- 2) 松井・竹本：ネガティブフリクションの計算法に関する一試案、土木学会関西支部年次講演会概要(1967)
- 3) 伊藤・松井・高本：ブラインドシールドの推進力の算定と実験、同上(1968)

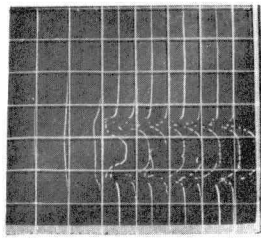


写真-1, 鉛直白線の変形
L=25cm, D₂=6cm, α=45°, ω=90.9%

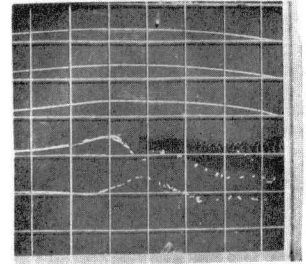


写真-2, 水平白線の変形
L=25cm, D₂=3cm, α=45°, ω=90.3%

