

大阪大学工学部 正員 ○伊藤 富雄
大阪府土木部 正員 高本 敏

1. はしがき 本文は、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、地表面に盛り上りを生じないための限界抵抗力について、それらの算定公式を提案し、かつ模型実験によって各公式の検証を行なった結果につき述べたものである。

2. 推進抵抗力 推進抵抗力 P は、いうまでもなく、シールドの周面摩擦力 P_f と先端抵抗力 P_p との和として表わされる。すなわち

$$P = P_f + P_p \quad \dots \dots \dots (1)$$

3. 周面摩擦力 これは、杭を軟弱土中から引き抜くときにその周面に作用する摩擦力と同一と考えられるので、かかる場合の計算式としてすでに提案した次式¹⁾をここでも採用する。

$$v_0 = \frac{P_f}{2\pi L \mu_p} \left(\ln \frac{P_f}{2\pi L \tau_g R_1} + \frac{2\pi L \tau_g R_1}{P_f} - 1 \right) \quad \dots \quad (2)$$

ここに v_0 : シールドの推進速度, τ_g : 粘性土の降伏応力,

μ_p : 塑性粘度 L, R_1 : 図-1 参照

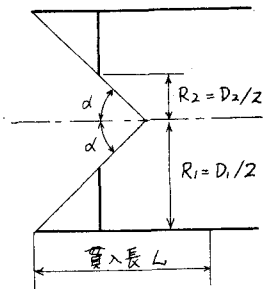


図-1

4. 先端抵抗力 後述のように、この抵抗力は推進速度 v_0 によって変化するもので、さきに提案したレオロジーによる計算式²⁾の方が、定性的には正しいと考えられる。しかし金属に対する塑性理論³⁾を軟弱粘土に適用したつぎの式は、理論的にあいまいさがあるとはいえ、少なくとも定量的にはよい結果を与えるようであるから、ここでは次式を採用する。

$$P_p = \frac{1}{2} \pi D_1^2 C \left\{ (2 + \cot \alpha) \ln \frac{D_1}{D_2} + \frac{\alpha}{3} \right\} \quad C: \text{粘着力}, D_1, D_2, \alpha: \text{図-1 参照} \quad (3)$$

ただし上式の右辺最後の項は、双口における剪断変形の影響を与えるものである。

5. 限界抵抗力 この力 P_c は、シールド中心の土かぶり高を h 、土の単位体積重量を γ とすれば、

$$P_c = \frac{\pi D_1^2}{4} (\gamma h + aC), \quad a: \text{係数(後述のように4とする)} \quad \dots \dots \dots (4)$$

6. 実験装置その他 実験装置は大要図-2のごとくで、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, 9%の3種に変化させ、推進速度は毎分1または10mmとする。試験用土はL.L.=72%, P.L.=31%, 粒子比重=2.65で、含水比 w は88.6, 80.0, 77.6%の3種とする。

7. 実験結果と計算結果との比較 貫入長 L と推進抵抗力 P とを測定してプロットすれば、例えば図

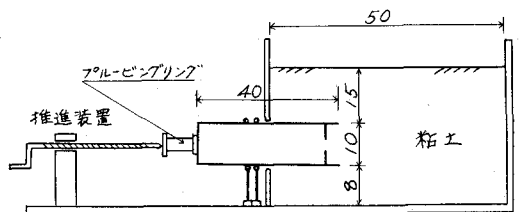


図-2 (単位 cm)

-3のようになり、 P と L

はほぼ直線的な関係にあり

、その直線の勾配から P_f/L

が、直線と縦軸との交点

から P_p が求められる。そ

でまず、かようにして実験

的に求めた P_f/L と式(2)

により計算したそれとを比

較すると、式(2)に含ま

る η と μ_p は、パイプフローの実験によれば表-

1の通りであるから、結果は表-2に示すよう

になり、実験値と理論値との間に大差のないこ

とがわかる。

つぎに上記の P_f/L を πD_1 で割って粘着力 C

を求め、それを式(3)に代入して得られる P_p の

理論値を図-4に見る曲線で示し、また実験に

よって求めた P_p を図中にプロットする。一方 P_c

の計算値は、式(4)の係数 α を4とすればよい

結果が得られるようであるから、そうして求め

た P_c とその実験値とを、合わせて図-4に記入

する。

上記のようにして描いた図-4を見ればわか

るように、式(3)および(4)による計算値は、

大体において実験値と合うようであり、式(4)

の係数 α は4とすればよいと思われる。ただし

この α は一般に6~8であるとされ、テルツァ

ギの公式を応用すれば $\alpha = 7.4$ となるものであ

る。また図-4を見ると、 $D_2/D_1 = 0.3$ すなわ

ち開口比が9%程度に小になれば、 P_p はほぼ P_c

に等しくなり、地表面が盛り上がる可能性の大

なことがわかる。

参考文献 1) 松井保・竹本雅俊：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

会関西支部年次学術講演会講演概要、昭42.11

2) 伊藤・松井・高本：グラインドシールドの推進力の算定と実験、同上、昭43.5

3) 例えば、益田・室田：工業塑性力学、養賢堂、184~189頁。

表-1

含水比(%)	86.8	80.0	77.6
η (g/cm ²)	5.84	8.51	9.73
μ_p (g·sec/cm ²)	67.6	53.7	27.4

表-2

含水比 (%)	86.8		80.0	77.6
貫入速度 (mm/min)	10	1	10	10
P _f /L 実験値	0.232	0.229	0.307	0.343
(kg/cm) 理論値	0.210	0.187	0.341	0.355

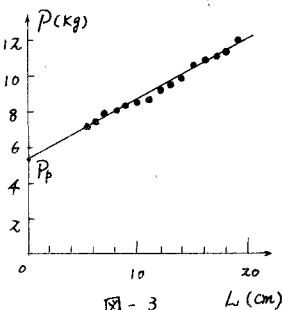


図-4

