

III-418 二工程方式小口径推進工法における推進抵抗

住友金属工業(株) 正員 和泉 有祐
住友金属工業(株) 正員 笠井 隆司

1. はじめに

ガス導管分野では、非開削工法である推進工法の低コスト化に対するニーズが高まっている。当社では、小松製作所(株)と共同で、従来の二重管方式に代わり、鋼管を本管として圧入する鋼管直押し推進工法を、ヒューム管に実績の高いアイアンモール工法¹⁾をベースにして開発し、実用化試験を実施した。今回、推進抵抗に対し摩擦力と先端抵抗力とを用いた力学モデルを構築し、本実験によりその妥当性を検証したので報告する。

2. 推進抵抗の力学モデル

本工法は、パイロット管推進後、本管をパイロット管に追従させながら圧入する二工程方式を採用している。パイロット管および本管推進時の推進抵抗は管軸方向に作用し、図1および次に示す力学モデルで表わされる。

＜パイロット管推進時＞

$F_a(x) = \int_0^x f_p(x) \cdot dx + F_e$ (1)

$F_p(L) = F_a(x)$ (2)

＜本管推進時＞

$F_a(x) = \int_0^x f(x) \cdot dx$
 $f(x) = \begin{cases} f_p(x) & (0 \leq x \leq L-l) \\ f_m(x) & (L-l \leq x \leq L) \end{cases}$ (3)

$F_p(L) = F_a(L)$ (4)

ただし、 x ：先端からの距離 (m)
 l ：推進距離 (m)、 L ：全推進距離 (3.5 m)、 $F_p(L)$ ：推進力 (t)、 F_e ：先端抵抗力 (t)、 $F_a(x)$ ：軸力 (t)、 $f(x)$ ：単位長さ摩擦 (t/m)、 f_p 、 f_m ：パイロット管および本管の f (t/m)
 f_p 、 f_m が一定であると仮定すると、(1)～(4)式より推進力 $F_p(L)$ は次式で表わされる。

＜パイロット管推進時＞ $F_p(L) = f_p \cdot L + F_e$ (5)

＜本管推進時＞ $F_p(L) = f_p \cdot L + (f_m - f_p) \cdot l$ (6)

3. 推進実験

3.1 実験内容

住金鋼管工事(株)京都事務所構内において、直押し用鋼管としてレジコンクリート鋼管(外径356mm)と硬質保護層付PEL鋼管(外径334mm)を、土被り2.7m(砂質シルト、N値5、地下水位1m)で各3.5m推進した。推進時、パイロット管(外径336mm、図2)および本管の内面、各8ヶ所(上下左右)に貼付した歪ゲージにより軸力分布を求め、推進力は推進ジャッキの入・出側圧力から求めて

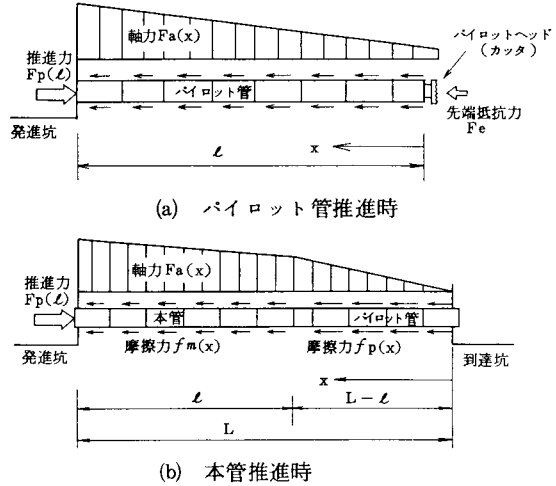


図1 推進抵抗の力学モデル

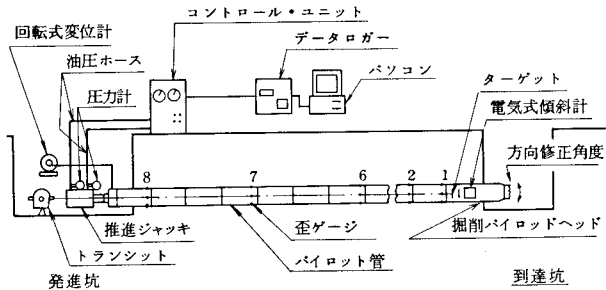


図2 計測概要(パイロット管推進時)

いる。5～10 m推進ごとの各データはデータロガーを介してパソコンに収録、演算される。

3.2 結果と考察

(1) 摩擦力

第1回実験におけるパイロット管と本管の推進力と3.2 m推進時の軸力分布を図3, 4に示す(第2回実験結果は当日OHPで示す)。これをみると推進力、軸力ともに大略線形に変化しており、管と土との摩擦力はほぼ均一であることがわかる。

推進力と軸力分布を直線近似(図中一点鎖線)して求めた摩擦力を表1に示す。なお、添字pは推進力(

(5), (6)式), aは軸力((1), (3)式)から求めたことを示す。いずれも推進力から求めた摩擦力は軸力から求めた摩擦力よりも、推進ジャッキにおける油の移動による圧損相当分だけ大きい、ほぼ一致している。

第1回実験では、本管外径がパイロット管外径とほぼ等しいにもかかわらず、本管の摩擦力($f_{ma}=0.34$)はパイロット管の摩擦力($f_{pa}=0.47$)よりも約28%小さくなっており、パイロット管先進による本管の摩擦力低減効果の大きいことがわかる。

本管1.8 m推進時の軸力分布について、実験値と表1の摩擦力を用いた解析値とを比較して図5に示す。解析値は実験値とほぼ一致しており、(1)～(4)式で表わされる力学モデルの妥当性が確認された。

(2) 先端抵抗力

パイロット管推進時の先端抵抗力(表1, F_{ea})は、先端での掘削・排土の効果により、1.2 t, 1.0 tと極めて小さくなっている。

(3) 摩擦力の上昇

図3を細かくみると、推進休止後の再開時に推進力が上昇(1.3～1.9倍)し、1 m程度の推進で元に戻るがわかる。一方、推進再開前後の軸力分布(図6)を見ると、摩擦力が0.3 t/mから0.5 t/mに上昇しており、推進力の上昇率とほぼ一致している。すなわち推進を休止すると摩擦力も上昇するが、1 m程度推進すれば戻ると考えられる。

4. おわりに

推進抵抗の力学モデルを砂質シルトでの推進実験により推進力と軸力との両面から検証するとともに、摩擦力に関する二、三の知見を得た。今後は、各種地盤におけるデータ蓄積を図りたい。

参考文献

- 1) 小松製作所(株) アイアンモール工法 高精度小口径管推進工法

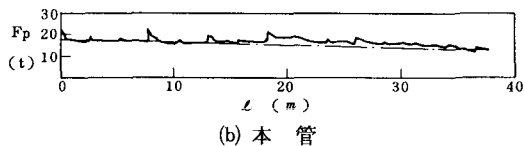
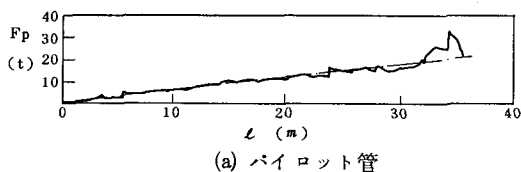


図3 推進力

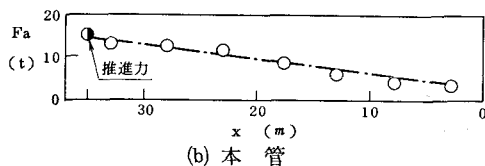
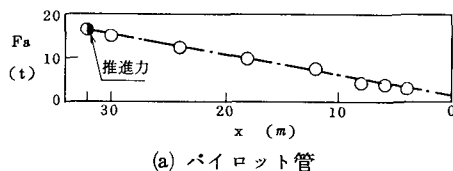


図4 3.2 m推進時の軸力分布

表1 摩擦力fと先端抵抗力Fe

項目 実験	パイロット管推進時				本管推進時			
	f_{pp} (t/m)	f_{pa} (t/m)	F_{ep} (t)	F_{ea} (t)	f_{pp} (t/m)	f_{mp} (t/m)	f_{pa} (t/m)	f_{ma} (t/m)
第1回	0.55	0.47	0.0	1.2	0.51	0.38	0.47	0.34
第2回	0.42	0.35	0.0	1.0	0.42	0.17	0.35	0.15

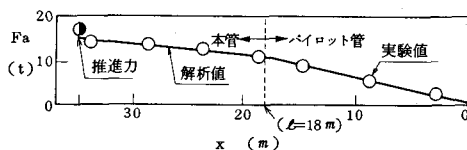


図5 本管1.8 m推進時の軸力分布

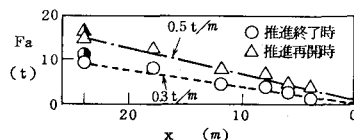


図6 軸力分布

(第1回, パイロット管)