

日本電信電話公社 建設技術開発室 正員○橋本芳雄
 同上 福元隆明
 日本電信電話公社 岩井好之

1. はじめに

近年、環境保全の観点から開削によらない埋設工法の必要性が社会的に高まっており、各種の推進工法が開発されている。これらの推進に使用する管の設計条件は、一般に土圧でなく推進力により決定される場合が多く、推進力の低減が工事の経済化のために重要となっている。

ここに紹介する推進機構は、φ400～φ500mm程度の機械的制約のある小口径推進において、横方向の振動と減摩剤を利用することにより先端推進抵抗を減少させることを特徴とする推進方式で、以下その装置概要、推進実験結果及び振動、給水の効果等について述べる。

2. 装置及び実験概要

推進工法に、従来から杭打工法等に利用されてきた振動、給水技術を応用するにあたり、

①推進力の低減と同時に地表面の振動、沈下をおさえるため、地盤を乱す(液状化)範囲を必要最少限にとどめる

②推進工法においては先端の推進装置を回収することができる、理想的な振動機構、形状を選択することができる。ことを配慮して、図-1に示すような推進ヘッド機構を検討したところ、その力学的モデルから図-2に示す最適状態の存在することが判明した。

$$Ma\omega^2 + F = m(r-a)\omega^2$$

$$\therefore a = r(1 - F/mr\omega^2) \cdot m / (M+m) \quad \text{-----(1)}$$

$$Fa\omega = T\omega$$

$$\therefore T = F(1 - F/mr\omega^2) \cdot mr / (M+m) \quad \text{-----(2)}$$

この装置を用いて、表-1の条件で図-3に示す推進実験を行った。

N値	10～15
深さ	2.50m
均等係数	3.08
e _{max}	1.25
e _{min}	0.60

表-1 実験条件

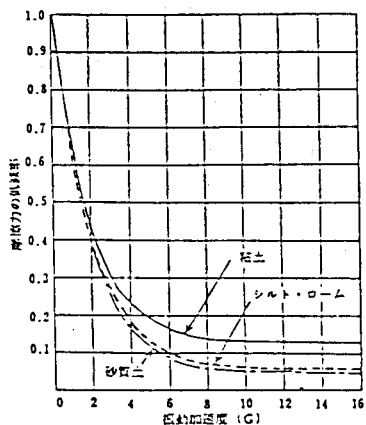
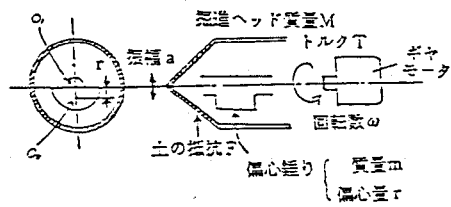
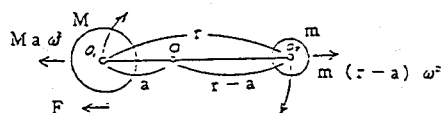


図-1 側力加速度と土の側力力の低減率との関係



(i) 推進ヘッド部



(ii) 推進ヘッド部に作用する力

図-1 推進ヘッド部のモデル

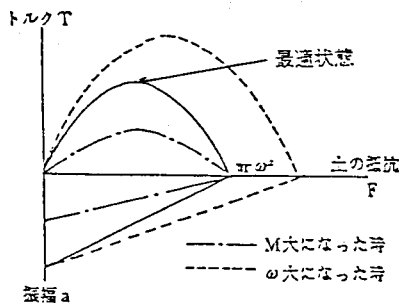


図-2 土の抵抗による振幅、トルクの変化

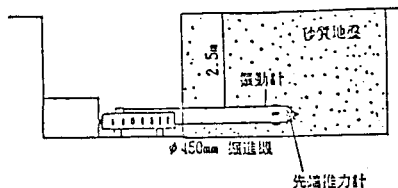


図-3 推進実験概要

3. 実験結果及び振動、給水効果に関する考察

振動を利用した杭打工法では、その機能を向上させるため

- ①振動振幅を弾性変形量以上とする ($A_0 \approx \sqrt{0.8 N + 1}$)
- ②振動加速度を大きくし、土の摩擦力を低減させる (図-4)¹⁰
- ③杭打機の重量を大きくし、圧入力をアップする。

ことが有効とされている。ここで、③は推進の場合推進力の増大にあたるもので省略し、①及び②について考察する。

図-5は推進時における振幅aと先端推力F₀の関係である。一般の推進におけるF₀(t)は、およそ(3)式で推定され

$$F_0 = S \cdot q_r \text{ ----- (3)}$$

S : 刃口周長

q_r : 土質による定数

φ450 では7~20t程度必要であるのに比べ、本工法では3t前後で推進が可能であった。また、その振幅2a=2.5mmは上記A₀≈3には近い値となっていることがわかる。

図-6は振動加速度と先端推力の関係を示したものである。一般に飽和砂質土が液状化するのに必要なせん断力τ_{d1}と載荷状態σ_oとの応力比は、振動型波形の場合(4)式の範囲

$$\tau_{d1} / \sigma_o = 0.285 \sim 0.31 \text{ ----- (4)}$$

とされ、本推進における先端状況でも(5)式のとおり

$$\tau / \sigma_o = (F/A) / \sigma_o = 0.8 \sim 2.0 \text{ --- (5)}$$

土中の減衰等を考慮すれば、これに近い状態となっている。また、図-4の効果もG=6~13程度の範囲で得ていると思われる、振動と同時に利用している減衰剤の給水はこれら液状化、土の摩擦力低減を更に促進していると考えられる。

一方、液状化に必要な範囲を推定するため推進前の間ゲキ比e₁=0.8、推進後の間ゲキ比e₂=0.6と仮定すれば、図-7に示す(i)~(iii)の間ゲキ量の比較から、

$$D = d \sqrt{(1-x) \cdot (1+e_1) / (e_1 - e_2)} \text{ ----- (6)}$$

x ; 排土率 (スラリー化したもの)

となる。これを図示すると図-8のとおりであり、実験で測定された沈下量(図中○)から判断するとDを1.0程度とすることが適当と算定される。

4. おわりに

今回実験した砂質地盤のほか、今後各種地盤に関する推進メカニズムを検討してゆく予定である。

<参考文献>

- 石原研而：土質動力学の基礎 (鹿島出版会)
- 成山・志田：推進工学 (鹿島出版会)
- 樋野親俊：超高周波杭打機の研究開発 (建設機械, 83.7)

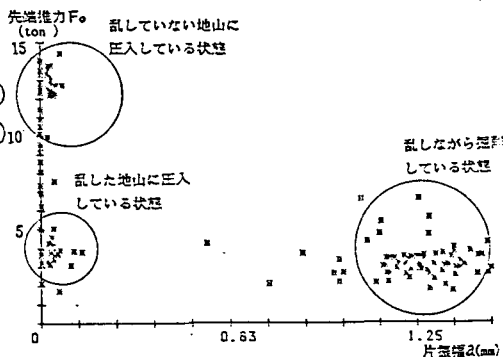


図-5 振幅と推力の関係

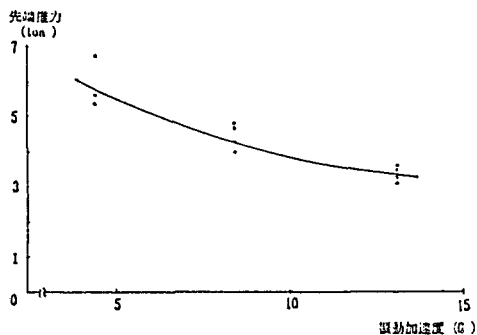


図-6 振動加速度と推力の関係

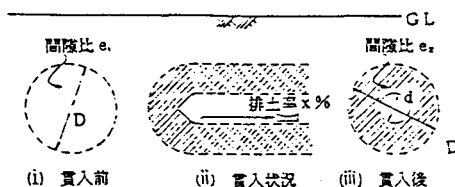


図-7 液状化を必要とする範囲

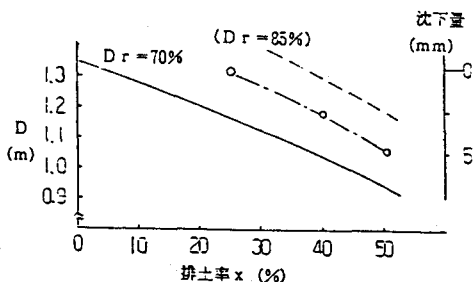


図-8 排土率と影響範囲・沈下量