

日本電信電話公社
同
日本電信電話公社

建設技術開発室
上

正員 橋本 芳雄
伊藤 進
正員 佐藤 修一

1. まえがき

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。しかしながら、直径100mm程度の小口径管の推進においては押管の剛性及び機構的制約等から方向制御を行うことが非常に困難であった。

ここに紹介する方向制御機構は、圧入式小口径推進機の先端に簡易な傾斜ヘッドを設けることにより方向制御を可能とするもので、以下推進機の装置概要、実験結果及び方向制御の特性について述べる。

2. 装置概要

本推進機の概要は図-1の①に示すとおりであり、その制御方法は先端ヘッドを上下又は左右に傾斜させジャッキ推進することにより行っている。平常推進する時は、図-1の①～③に示すように先端ヘッドの傾きはなく元押しジャッキと装置内の先端ジャッキを交互に作動させながら推進（以下復推進という）を行う。方向制御の必要な際は、図-1の④に示すように装置内の回転機構及び油圧ジャッキにより先端ヘッドを傾け、復推進により方向修正しながら推進する。

（図では上方向に傾斜する）

3. 方向制御に関する実験

3.1 実験結果

本機構を用いた推進機により、N値2～3程度の粘性地盤及びN値10～15程度の砂質地盤において推進実験を行った。制御の要因としては、先端ヘッドの傾斜角とヘッドの厚さなどが考えられ、実験結果は次のとおりである。

①図-2は、粘性地盤において、先端ヘッドの傾斜角が 5° と 10° の違いによる制御効果について比較したものである。横軸に推進長、縦軸に推進機のピッチング角を示している。同一地盤においては、傾斜角 10° の方が制御効果が大い。

②図-3～4は、先端ヘッドの傾斜角を 5° に固定し、ヘッドの厚さを変えて粘性地盤及び砂質地盤での制御効果の違いを比較したものである。横軸に推進長、縦軸に推進機のピッチング角を示している。粘性地盤において先端ヘッドの厚さを15mmと30mmとで比較した結果、1m当たりの平均ピッチング角は15mmの場合 $0.6^{\circ}/m$ 、30mmの場合 $0.72^{\circ}/m$ であった。また砂質地盤では、30mmの場合 $0.2^{\circ}/m$ 、45mmの場合 $0.27^{\circ}/m$ であった。このことから粘性地盤は砂質地盤に比べて制御効果が大きく、また先端ヘッドの厚い方が効果が大きいことがわかる。

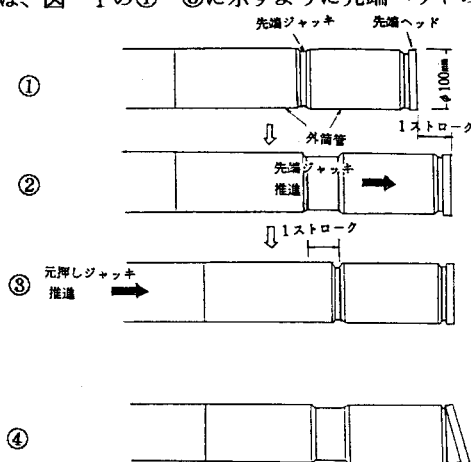


図-1 推進機の動作

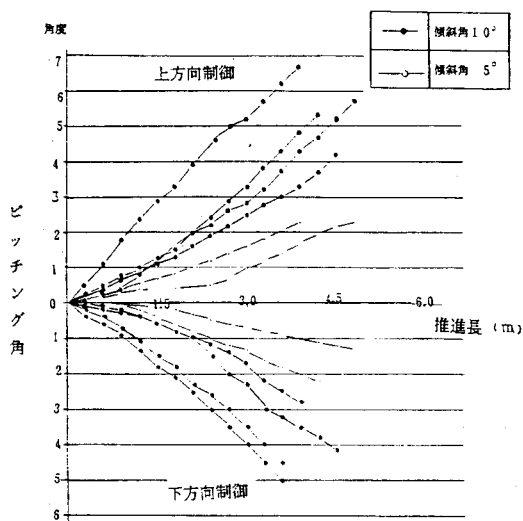


図-2 傾斜角の違いによる制御効果の比較

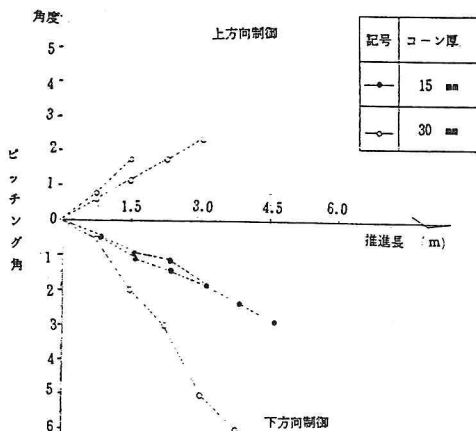


図-3 粘性土における制御効果

3.2 方向制御に関する考察

推進機先端に関する力学的モデルとしては、図-5 のような状況が考えられ、ここで先端を横方向に修正させる成分の合力 R は(1)式で表される。

$$R = S_x + P_{sx} - P_{fx} = F_o \cos \theta \mu + F_o \sin \theta \cos \theta - F_o \sin \theta \cos \theta \quad (1)$$

(F_o : 推力, θ : 傾斜角, μ : 管と土との摩擦係数)

ここで、 R は θ と μ に左右されるように考えられる。

しかし、(1)式は静的釣合い状態、又は傾斜角 θ が大きい場合には当てはまるが、今回の推進のような進行性破壊状態においては、ヘッド先端で図-6の(破線)に示すような応力球根が形成されており(写真-1)、傾斜角が 10° 程度以下の微小な範囲の場合、先端ヘッドが傾斜しても実線に示すような流線形の剛性域の一部分が剥落するのみで P_f の傾斜、摩擦係数 S は生じない。

このため、(1)式のうち1項及び3項は省略でき2項のみが卓越し、塑性域の土圧をうける受圧面積 A_s 及び傾斜角 θ に影響を受けるものと考えられる。

このため

- ①ヘッドの傾斜角 θ が $5^\circ \sim 10^\circ$ 程度の小さい領域では θ が大きくなると制御効果が大きくなる。
- ②ヘッドの厚さが大きくなると受圧面積 $A_s = D \times L$ (D : 直径, L : 受圧面の長さ) が大となり、制御効果が大きくなる。
- ③方向制御は、粘性地盤よりも砂質地盤の方が困難であるため、先端ヘッドの傾斜角を大きくするか又はヘッドの厚さを大きくする必要がある。

4. おわりに

今回の報告は、筑波学園都市の一隅で行ったものであり、今後各種の土質でその制御特性について考察していく予定である。

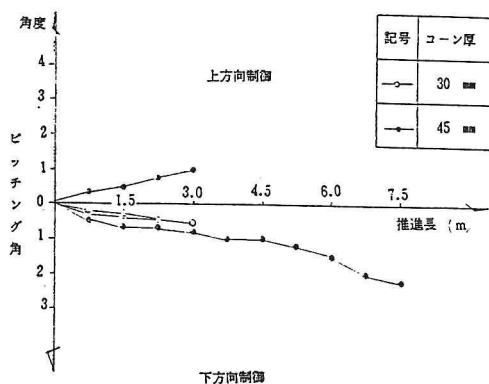


図-4 砂質土における制御効果

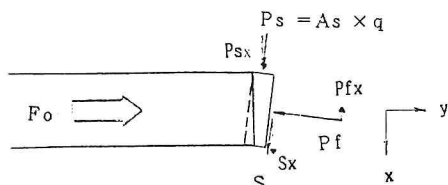


図-5 先端部のせん断応力

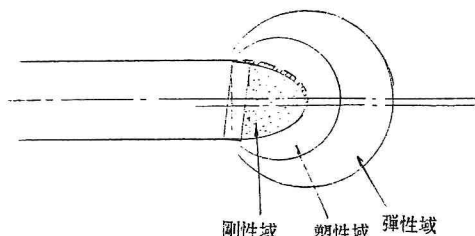


図-6 先端部の土砂の応力球根

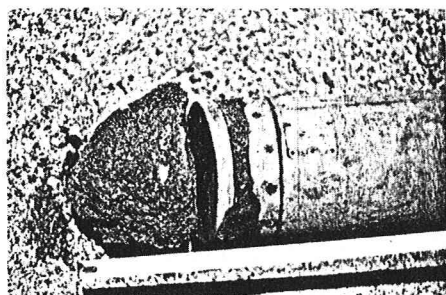


写真-1 先端部の土砂の付着状況