

# 推進施工の摩擦低減効果に関する基礎的研究

日大生産工（院）○荻原 怜

日大生産工 山本 高義

日大生産工 河合 糺茲

## 1. はじめに

近年、日本の大都市における下水道はおよそ 100% 普及している。従来の工法である開削工法は、都市地域を整備するには騒音や振動といった環境問題、交通渋滞の発生などから適切ではない。このような問題から開削工法に代わるものとして推進工法が支持され始めている。当初は推進距離、推進管径、土質条件等の制約から短区間で比較的良好地盤の道路、軌道の横断などの特殊条件下に限定されていた。都市施設の整備が進むにつれて推進工法は長距離化、曲線化、各種土質条件への適用拡大がなされたが、摩擦抵抗、推進応力の発生等によって管に悪影響を及ぼすといった問題が発生するようになった。

本研究では推進時に生じる摩擦抵抗を減少させる手段として、既往の研究結果<sup>(1)</sup>より熱収縮フィルム巻き付け時に発生する段差に着目し、管に溝を施し滑材と併用することによって推進管の歪み変化を比較し摩擦抵抗の減少効果を調べると共に、今後の推進工法における基礎資料提供を目的としている。

## 2. 供試体

供試管は JSWAS A-6 で規定されている鉄筋コンクリート管  $\phi 200\text{mm} \times \text{L}2000\text{mm}$  を試験設備の関係から  $\phi 200\text{mm} \times \text{L}920\text{mm}$  に長さを調整して試験に供した。管側面に施された溝は図-1 に示すように幅 5mm 深さ 2.5mm でピッチ 565mm、285mm、150mm の 3 種類とし、歪みゲージは図-2 に示すように推進方向左右対称の計 6ヶ所に貼付し試験を行った。

また推進施工時に発生する管と地盤との摩擦を低減させる目的で、滑材注入は必要不可欠なものとなっている。本実験で使用した滑材は、表-1 のようなものを表-2 のメーカー規準に従いハンドミキサーで練り混ぜ、滑材拡散は図-3 に示すように供試管周を 4 等分した 4ヶ所に  $\phi 2\text{mm}$  のビニール管を固定し、高さ 2.5m のヘッド自然圧によって行った。

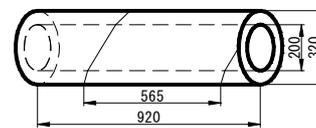
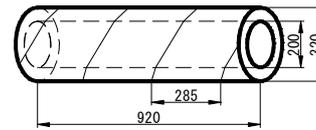
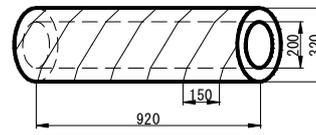


図-1 溝の施し方

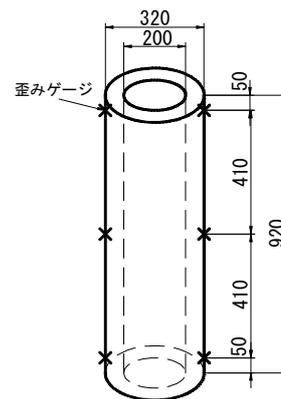


図-2 歪みゲージ貼付位置

表-1 滑材の性質

外観	灰色粉末
真比重	2.35
PH	9.3

表-2 滑材配合量

	粉末状 滑材	水
配合量	15kg	194L
練上量	200L	

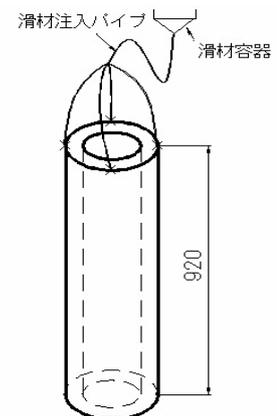


図-3 滑材拡散方法

## 3. 試験方法

推進荷重は写真1に示すように山砂を  $\phi 800\text{mm} \times \text{L}1300\text{mm}$  の鉄筋コンクリート管中に満載し道路路床を構築した。道路路床の CBR 値は関東ローンを想定して 15 前後になるように締め固めた。



写真-1 推進荷重状況

推進荷重は供試管を毎分 20mm の速さで鉄筋コンクリート管中の道路路床に 500mm まで垂直推進させた。コンクリート歪みおよび推進荷重の計測は推進距離 20mm 毎に行った。

推進条件は、滑材を用いた標準鉄筋コンクリート管裸体推進試験、ピッチ 565mm、285mm、150mm の溝を施した 3 種類に滑材を用いた鉄筋コンクリート管推進試験の計 4 種とした。

以上の手順、条件で推進荷重試験を行いそれぞれの条件から得られた、コンクリート歪み  $\varepsilon$  ( $\mu\text{m}$ ) から、コンクリート応力  $\sigma$  ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) を算出し、推進距離  $L$  (mm)、推進荷重  $P$  (t) との関係について検討する。

#### 4. 試験結果

各推進条件における推進距離と推進荷重の関係を図-4に示す。推進管滑動時での推進荷重は 4.0~5.9t と急激な推進荷重の増加が認められた。これは推進初期時の滑動において鉄筋コンクリート管と土の間の動摩擦係数より静止摩擦係数のほうが大となるためである。推進管滑動後の推進荷重は推進距離にほぼ比例して、徐々に推進荷重が増加している。

また、コンクリート応力と推進距離の関係を図-5示した。コンクリート応力は推進管滑動時で急激に増加し、その値は  $0.76\sim 1.04\text{N}/\text{mm}^2$  となった。推進管滑動後は推進距離に比例し徐々に増加し、溝なし、ピッチ 150mm、ピッチ 285mm、ピッチ 565mm の順に小さくなる傾向が認められた。推進距離 390mm でのコンクリート応力はピッチ 565mm が  $2.62\text{N}/\text{mm}^2$ 、標準供試管の場合は  $6.45\text{N}/\text{mm}^2$  であり、約 59%減少した。さらに、近似直線式の勾配を比較すると標準供試管が  $0.0124$  ( $\theta=0.71^\circ$ ) でピッチ 565mm では  $0.0041$  ( $\theta=0.23^\circ$ ) と約 67%減少した。また、ピッチ 285mm、ピッチ 150mm でも溝をなしと比較した場合それぞれ約 48%、34%の減少が認められた。これらは鉄筋コンクリート管に溝を施したことで、管と土の接地面積をピッチごとの距離で切ることができ摩擦減少につながったと推測される。また、コンクリート応力と推進距離の近似式を、モール・クーロン破壊規準における破壊包絡線の土のせん断強さとせん断応力の関係に等しいと置き換えて考えることができる。

推進距離 300mm 以後のコンクリート応力の急激な上昇の原因として、管へ土を敷き詰めた荷重試験装置の土の締め固め範囲(高さ)に限度があるためと推

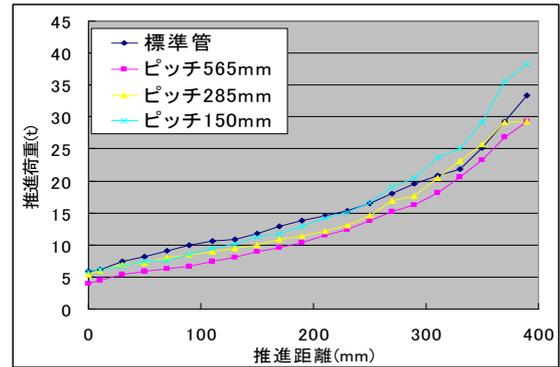


図-4 推進荷重と推進距離の関係

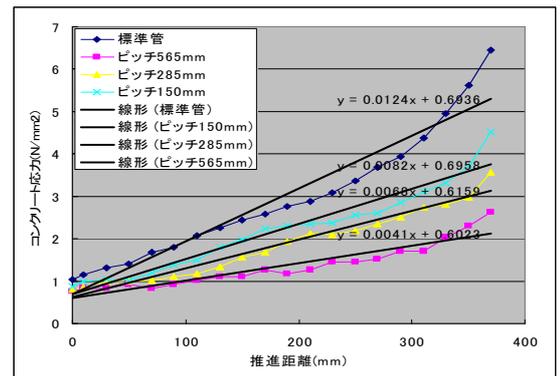


図-5 コンクリート応力と推進距離の関係

測される。したがって図-5の近似式をクーロンの破壊線理論に照らし合わせて考察した場合、推進距離が伸びても比較的有効であると思われる。

今回の試験では鉄筋コンクリート管において溝を施したものと滑材を併用した結果、推進時の摩擦低減効果が確認された。それにより他の材質の推進管においても同様の結果が得られることが推察される。本試験で得られたデータが基礎資料として貢献することを望み、今後の研究成果に大きな期待をよせる。

#### 5. まとめ

- 1) 推進供試管に溝を施すことと同時に、滑材を併用することにより、推進時における摩擦抵抗を軽減することが出来る。
- 2) 摩擦低減により推進時における推進力が減少し、長距離推進が可能となる。このことより経済性が増す。

#### 参考文献

- (1) 河合糺茲、藤田昌慶、渡辺剛司、熱収縮フィルムを用いた推進施工の摩擦低減効果に関する基礎的研究、日本大学生産工学部土木工学科平成十五年卒業研究概要集、(2004)、pp. 267-270