

VI-233

大口径推進工における推進力算定式に関する一考察

東京電力（株）武蔵野工務所

川崎 敏

同 上

正会員 入澤堅次

清水建設（株）土木東京支店

正会員 米澤賢蔵

同 上

正会員 岩田 敏

1. はじめに

近年、地中線工事は交通事情、沿道対策等により推進工法のトンネル工事が増加しているが、設計時の推進力が施工時の推進力を大きく上回ることが多いのが実状である。

しかし、推進工法における大口径工事の推進力算定式の妥当性について検討を行ったものがほとんどない。今回、大口径推進工法（ $\phi 2200$ ）において推進力の計測を行い、推進力算定式の妥当性の検討を行ったので、その内容を報告する。

工事概要を表-1に示す。本掘進区間の土質は、シルト質砂～砂で、地下水位は平均でGL-5.0mである。

2. 解析及び計測の概要

推進力算定式の妥当性の検討を図-1の解析フローに従って行っ推進力算定式は、下水道協会式・下水道協会修正式・提案式（南野氏）等多数あり、また施工方法等により異なる。本工事では泥土加圧推進工法のため、下水道協会式を土圧式工法に変更したものを設計推進力に採用した。現場の条件を踏まえた設計推進力を以下の①式に示す。

$$F = 147 + 15.9 \times L \quad \text{①式}$$

元押しジャッキ部に油圧ジャッキ用圧力変換器（6個）を設置して、推進力を計測した。

3. 解析の結果

(1) 初期抵抗力（ F_0 ）

初期抵抗力（ F_0 ）を求めるため、8本目までは滑材を使用しなかった。図-2に示すように推進力と推進延長に関する滑材未使用時のデータの回帰分析を行った。回帰直線の式は、②式のようになる。

$$F = 266 + 9.38L \quad \text{②式}$$

(2) 滑材注入の効果

滑材使用時の計測データを回帰分析し、求められた回帰直線の式を③式に示す。

$$F = 424 + 3.57L \quad \text{③式}$$

滑材未使用時と使用時の回帰式の傾きの差が滑材による低減で46%（有意水準の95%上限回帰式より）となった。

表-1 推進工事概要

工 法	泥土加圧推進工法
管 径	$\phi 2200$ mm
推進延長	222.4 m
土 被 り	発進側 12.3 m 到達側 11.1 m

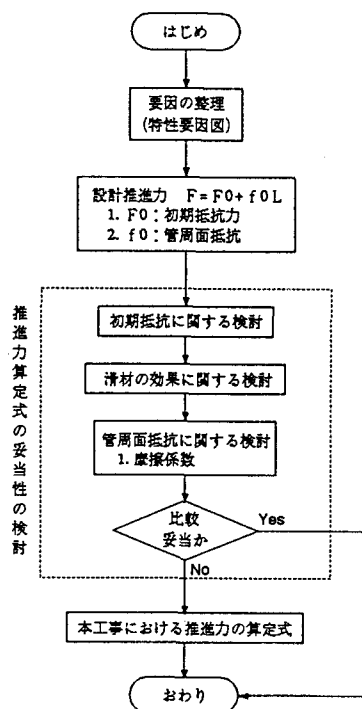


図-1 解析フロー図

滑材の効果は、一般的に30%程度あるといわれているが、滑材の効果は予想以上であり効果が大きいことが判った。これは、施工上次の対策を行ったことが影響していると考えられる。

- ・滑材が回りやすいように注入孔の位置を90°づつずらして配置した。
- ・2種類の滑材で試験施工を行い、土質に適合する滑材を選定した。

(3) 摩擦係数(μ')の算出

摩擦係数(μ')は、滑材未使用時の回帰式の勾配と設計推進力算定式($\beta=1.0$)の勾配より算定すると $\mu'=0.172$ となる。設計時の摩擦係数の約0.5倍となっている。

(4) 推進初期の元押し力

油圧ジャッキ荷重の経時変化を調べるため手動計測を2カ所行った。図-3より、腰切り後約5分以内の元押し力が推進力の最大値でありこの値と10分以降経過した時の一定値と比較すると約15%(35tの差)大きな値となった。他の推進力のデータは、この一定値を採取しているため、推進力の最大値は、このデータの値を15%増しする必要がある。

(5) 本工事における推進力の算定式

本工事における推進力算定式を、④式、⑤式に示す。図-4に設計および計測による推進力の比較図を示す。

また、推進初期の元押し力が約15%程度大きな値となることを考慮する。

・滑材未使用時

$$F = 1.15 \times (266 + 9.38L) \\ = 306 + 10.79L \quad \text{——— ④式}$$

・滑材使用時 (L: 滑材未使用時の推進延長)

$$F = 1.15 \times [266 + 9.38 \times \{L_0 + 0.46 \times (L - L_0)\}] \\ = 306 + 10.79 \times \{L_0 + 0.46 \times (L - L_0)\} \quad \text{——— ⑤式}$$

4. まとめ

以上のように今回の推進力の計測結果から、設計推進力と計測による推進力の妥当性の検討を行った。その結果、設計時の推進力に対して今回の算定式での推進力は、約50%低減された値となった。

今回の算定式は同一条件下工事において採用可能と思われるが、今後より多くの工事の計測事例を積み重ねそれらを定量的に解析して一般式を提案する必要がある。

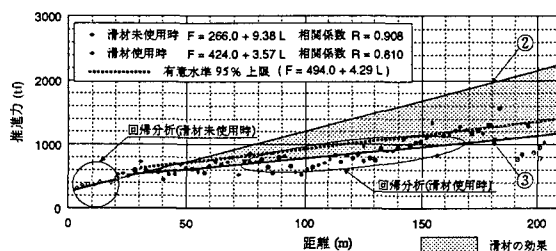


図-2 推進力図

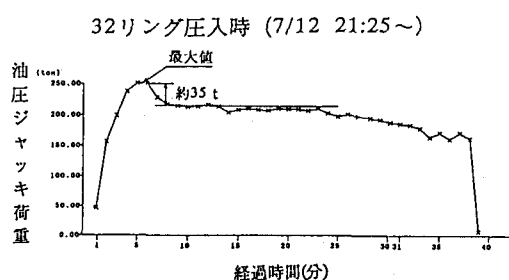


図-3 油圧ジャッキ荷重図

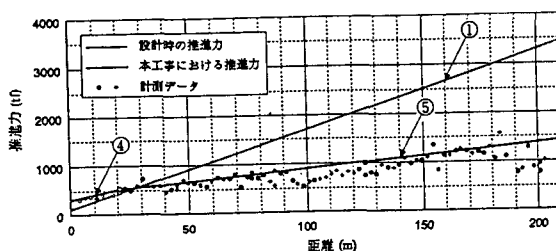


図-4 推進力の比較図