

VI-101

軟弱地盤における土圧式推進施工に伴う地盤沈下に関する一考察

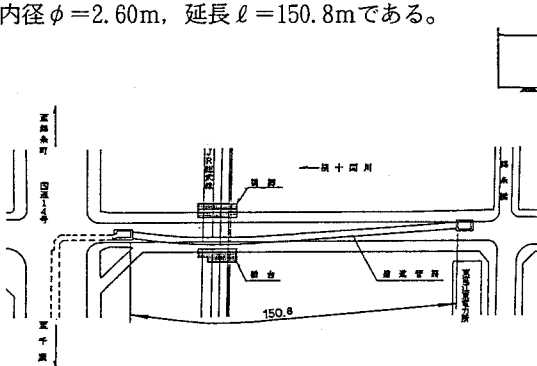
東京電力(株) 正会員 ○江村 和明
東京電力(株) 岡崎 憲治
(株)奥村組 正会員 池田 延宏

1. はじめに

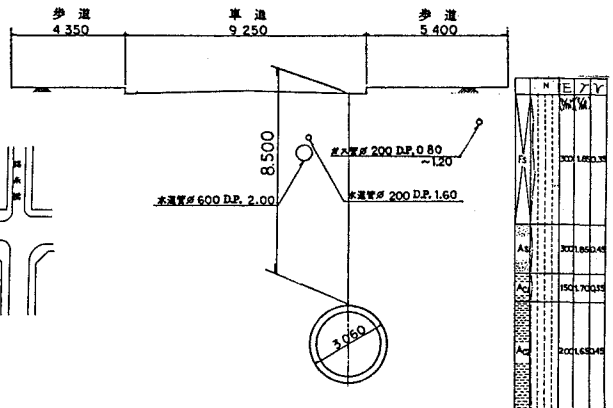
推進工法でトンネルを施工する場合、程度の差はあるものの地盤沈下は避けられない問題であり、特に都市における軟弱地盤の場合、その沈下量の予測は、工事を進める上で重要なものである。本報文は、推進トンネル施工時に地表面の計測を行い、沈下の現象を分析するとともに、今後の地盤沈下予測の前提条件を設定するのに一助となる考察を得たので、それについて述べるものである。

2. 工事概要

当工事は、軟弱な沖積粘性土層（有楽町層，N値＝1～2）中を、土圧式推進工法にてトンネルを建設するもので（図－1，図－2参照），シールド外径 $\phi=3.06\text{m}$ ，推進管（ヒューム管2種）外径 $\phi=3.04\text{m}$ ，内径 $\phi=2.60\text{m}$ ，延長 $\ell=150.8\text{m}$ である。



図－1 平面図

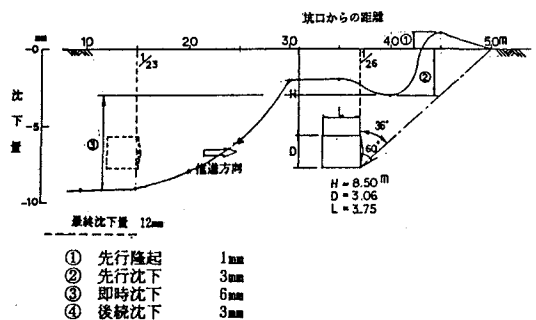


図－2 断面図

3. 計測結果と分析

シールド機通過時における推進方向の地表面の変位状況は、図－3のとおりである。これによると、切羽前方約8mの地点で1mmの先行隆起があり、また、切羽前面では3mmの先行沈下がみられた。しかし、シールド機通過中は直上で、3mmの沈下が2mmに回復している。これは、推力による一時的な隆起と思われる。シールド機通過後、3日目で6mmの即時沈下が発生しその後、圧密沈下に起因すると思われる後続沈下が3mmあり、最終沈下量は12mmとなった。

切羽前方の影響範囲は、シールド機の底部から仰角 36° となり、一般に言われる $60^\circ\sim 70^\circ$ より狭い範囲に収まっていた。



図－3 推進方向の地盤沈下図

推進方向に対して横断方向の地盤沈下状況は図-4に示すとおりである。沈下の影響範囲は、シールド機底部から $45^\circ + \phi/2$ （ここに $\phi = 0^\circ$ ）の範囲とほぼ合致している。また、RB. PECK の沈下曲線をあてはめると図中の — のようになり、計測値と比較的類似した傾向を示している。

4. 簡易手法とFEM解析

地盤沈下の実績値を追認するため、簡易手法（RB. Peck, Brigggs, L. Roza, Limonav, 森, 等）及びFEM解析を試みた。その結果、簡易手法による計算値は式の特徴によるバラツキが大きく、最小値で29mmと実測値を大きく上回る値となった。また、FEM解析では、推進工法の場合、一般的には切羽の応力開放を考慮せずに、テールボイドの発生に伴う応力開放のみによる沈下量予測を行うことが多い。しかし、今回の場合、沈下経緯と沈下量が、その計算値と整合しないため、切羽の応力開放を加味することとし、切羽の開放率を5～20％、地盤の性状を弾性とモール・クーロンの破壊基準に基づく弾塑性として、テールボイドのみを含んだ10ケースの計算を行った。計算条件と計算結果を表-1に示す。

5. 考察

今回のFEM解析においては、圧密を考慮していないため、計算値は即時沈下量に相当するものと考えられ、実測値の即時沈下量 9mmと計算値を比較した。その結果、計算値は、切羽の開放率が弾性計算では、10～15％程度、弾塑性計算では5～10％程度の場合、実測値と近似している。なお、地盤条件は、当地盤のような軟弱地盤では、シールド機周辺でかなりの部分が塑性化するため、弾塑性計算が妥当と思われる。また測定結果において、圧密に起因すると考えられる沈下量は、即時沈下量の30％程度となっている。

したがって、推進トンネル施工に伴う沈下量の予測値としては、テールボイドによる沈下量に、切羽の応力開放（計算条件：弾塑性、切羽の開放率 5～10％程度）を加えた値を即時沈下量とし、沖積粘性土地盤のように後続沈下が考えられる場合、これに後続沈下量（即時沈下量の30％程度）を加えた値を最終沈下量とするのが妥当と考えられる。

6. おわりに

地盤沈下の実データを検証する形で考察を行なったが、今回はデータが少なかったため、沈下予測手法は信頼性の点で充分とはいえないが、軟弱地盤の推進工法における沈下予測について、定性的なものは捉えることができたと思う。今後多くのデータを採集し、本考察の信頼度を高めたいと考える。

〔参考文献〕

- 1) 竹本 喬：シールド工法と土質，P75～80，土質工学会

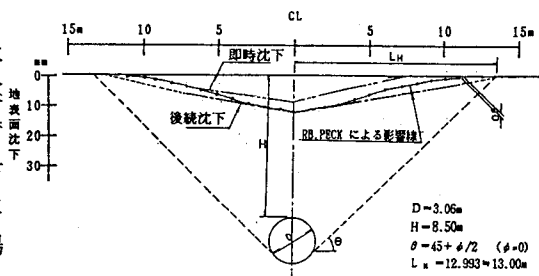


図-4 横断方向の地盤沈下図

表-1 FEM解析による沈下量計算値

計 算 条 件	沈 下 量 (mm)	
	弾 性 計 算	弾 塑 性 計 算
切羽開放率 20%	13.6 ※	27.2 ※
切羽開放率 15%	10.8 ※	18.1 ※
切羽開放率 10%	8.1 ※	11.7 ※
切羽開放率 5%	5.3 ※	7.1 ※
テールボイドのみ	2.5	3.5

(但し、※はテールボイドによる沈下量を含んでいる)