

III-56 パイプルーフ施工に伴う地盤挙動の考察

関電工(株) 正会員 ○平山 昌男
 関電工(株) 吉田 圭介
 関電工(株) 山室 重樹
 東京電力(株) 正会員 新津 強

1. はじめに

我国の電力需要は、近年の産業・文化の発展に伴い益々増加する傾向にある。これらに対応するため各電力会社では、電力の安定供給を目的として電源設備・電力流通設備等の拡充に努めている。今回その一貫として、平成2年4月～4年9月にかけて、典型的な都市部過密地域である東京西部の池袋地区で総延長約600mの地中送電線管路を建設した。

この工事では、函型推進工法を始めとし各種工法を採用したが、その中で、地中内切掘げによるマンホール構築の補助工法として、パイプルーフ工法を採用した。

当該工法は、施工実績が多いにもかかわらず、構造力学上の特性、施工に伴う周辺地盤の挙動等が、あまり明らかにされていない。

従って、今回各種の現場計測を実施し、実計測値に応じた2次元弾性FEM解析に当たっての諸条件を考察したので、以下にその概要を述べる。

2. 解析概要

当該工事箇所は、図-1に示す通りトンネル直上にある既設重要構造物への対応として土被り4m、径φ350のパイプルーフを幅2.9m、高さ3.65m、長さ6.75mの規模で門型状に施工し、その下部を地中で切掘げ、マンホールを構築した。

このパイプルーフトンネル工法の施工では、地中鉛直変位、地中水平変位、パイプルーフ材の変位・応力及び支保工材の応力等の計測を実施した。

その計測結果から、トンネル側方の地盤に3.8mm及びパイプルーフ材にも最大14.3mmの隆起が確認された。

この特徴的な地盤挙動を検証する目的で、事後解析(逆解析)を実施した。

解析は、以下の手順で行った。

(1) 予備解析

- ・パイプルーフ材の隆起現象の原因検証
- ・縦断面のFEM解析を行うための横断面の拘束率の決定

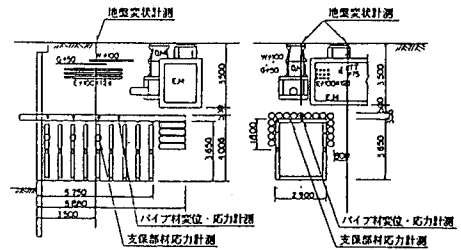


図-1 パイプルーフトンネル形状

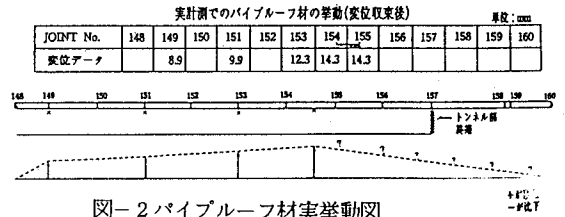


図-2 パイプルーフ材実挙動図

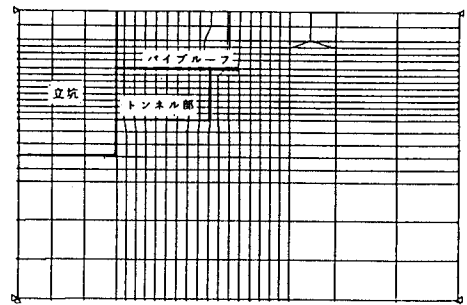


図-3 縦断面解析モデル図

(2) 本解析

- 掘削による応力解放率・地盤の変形係数の再検討等により、実計測値に合致した解析諸条件の絞り込み

なお、解析に用いた地盤物性値はGL-6.738mを境として、上層がN値7程度のロームで $\gamma=1.232\text{tf/m}^3$ 、 $E=262.55\text{tf/m}^2$ 、 $\nu=0.4$ 、下層がN値10程度の砂質粘土で $\gamma=1.699\text{tf/m}^3$ 、 $E=1060.5\text{tf/m}^2$ 、 $\nu=0.4$ であった。

3. 解析結果

(1) 予備解析

- パイプルーフ材の隆起現象は、トンネル側方地盤3.8mm隆起のデータに基づき計算したところ、トンネル底盤で14.7mmのリバウンドの発生する。

このことから、パイプルーフ材の最大隆起量14.3mm及び支保工側部材の最大軸方向応力 251kgf/cm^2 等の実計測値について納得できた。

- トンネル横断方向について掘削幅を2.9mと6.75m（トンネル長相当）として2次元弾性FEM解析を行い、各々のリバウンド量から $\alpha = (B=2.9\text{mのリバウンド量}/B=6.75\text{mのリバウンド量}) = 0.5$ の拘束率を得た。

(2) 本解析

- 予備解析結果を用いて、実計測値に合致した解析諸条件の絞り込みを行った結果、逐次掘削による応力解放率を100%（見かけ上50%）とした条件に加えて、図-4、5に示す通り解析上の各施工区分毎に変形係数Eを50%に低減する排水影響領域を設定する方法を採れば、図-6に示す通りパイプルーフ材の挙動が近似するだけでなく、パイプルーフ直上での地中鉛直変位についても実計測値との差が0.8～2.2mmとなり、実計測値に最も近似する結果を得た。

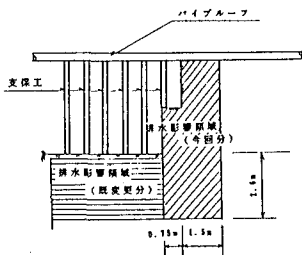


図-4 排水影響領域図（1施工区分）

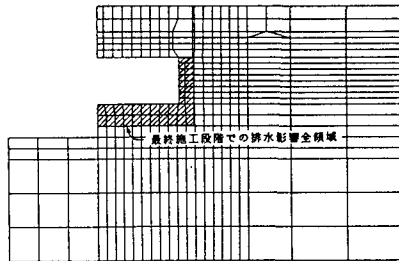


図-5 排水影響領域図（最終施工段階）

4. 考察

変形係数Eを低減する領域を設定したことは、施工時に常時立坑及びトンネル部より排水した実績や切羽周辺部の土の緩みを考慮すれば、妥当な手法と考える。

5. まとめ

今回の一連の現場計測及び事後解析等の結果、当該現場の地盤に最も合致する2次元弾性FEM解析にあたっての条件を見いだすことができた。

これらが、今後実施されるであろう同種の工事において、計画・設計等の参考になれば幸いと考える。

なお、今回の解析を実施するにあたって、特にに詳細なご指導を戴いた東京都立大学の山本名誉教授に深甚なる感謝の意を表すものである。

材料変更、排水領域E×0.5応力解放50%でのパイプルーフ材の挙動(施工区分9)															
JOINT No.	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	単位: mm	
実測データ	6.44	6.97	8.30	9.73	10.84	11.40	11.24	10.34	8.75	6.61	3.14	2.84	0.88		

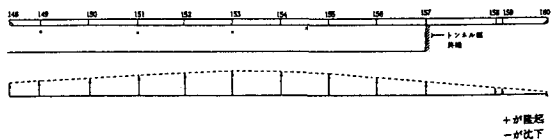


図-6 パイプルーフ材解析結果挙動図