

Ⅲ-B121 シールド掘進に伴う既設洞道の縦断方向の影響予測に関する一手法

東京電力㈱ 正会員 ○石川利明 花見和則 笠井靖浩
 ㈱間 組 西尾誠高

1. はじめに

シールド掘進による既設埋設物の変位予測のうち、シールド横断方向については2次元FEM解析が一般的に行われており、実用上の定量的な評価も可能と考えられている。

一方、シールド縦断方向に関しては、地盤の変状分布等が定性的に把握されているが、既設埋設物の変位予測方法についてはあまり報告されていない。そこで、今回上下2段で施工されるシールドトンネル工事により、既設地中送電用洞道が縦断方向に近接することから、先行する下段シールドの掘進に伴う既設洞道の計測データを分析し、上段シールドの掘進による既設洞道の変位予測およびその影響検討を試みた。

本報告は、これら一連の検討に基づき、シールド掘進に伴う既設洞道の縦断方向の影響予測に関する一手法を提案するものである。

2. 地下鉄駅舎と洞道の交差状況

駅舎工事は、地下に重要埋設物が輻輳しているため、図-1に示すように両端部の立坑を開削工法で構築し、その間をシールド工法で構築する。シールド機は、左右にφ6560、上下にφ1720の回転カッターを有する4心円泥水式シールド機（幅13m、高さ7m）を用い、土被り27mと36mの位置を上下2段で約118m区間掘進される。既設洞道（φ4100mm、φ3350mm

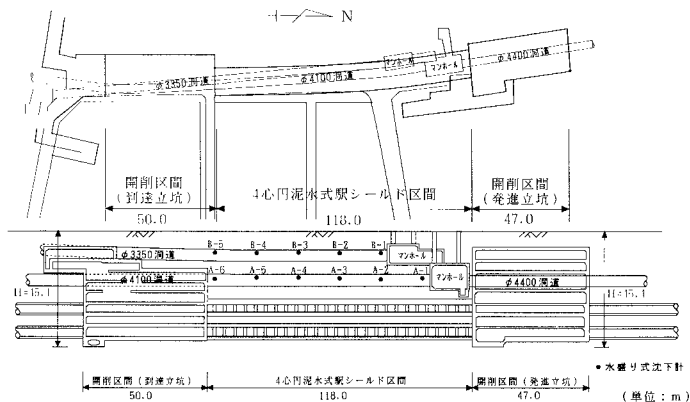


図-1 地下鉄駅舎平面・縦断図

洞道）は、シールド掘進区間全線にわたりシールド掘進位置の直上に位置し、それぞれの離隔は、上段シールドとφ4100洞道が7m、φ3350洞道が19m、下段シールドとφ4100洞道が16m、φ3350洞道が29mである。また、既設洞道内には水盛り式沈下計を約20m間隔で設置し、洞道縦断方向の変位計測を行っている。なお、シールド掘進位置および洞道位置の地盤は洪積の砂質系地盤で、現在下段シールドの掘進が完了している。

3. 下段シールド掘進による既設洞道の変位分布

φ4100洞道の各沈下計のデータをシールドテール位置と変位量の関係で整理すると図-2となり、各計測点とも概ね同一の変位分布を示す。また、図-3に示すように洞道の沈下はシールドのテールボイドに起因して発生すると仮定しテール前方および後方の影響範囲Lを読みとると約40m（影響角度 $\alpha=25^\circ$ ）となる。

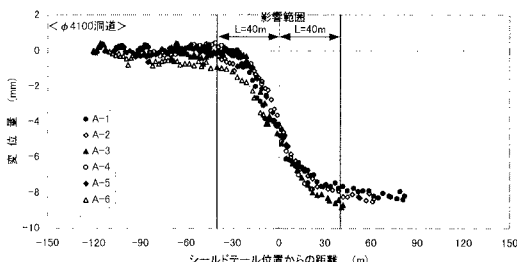


図-2 シールドテール位置と変位量の関係（φ4100洞道）

キーワード：シールドトンネル、近接施工、影響予測

東京都港区浜松町2丁目3番36号・TEL03-3437-8828・FAX03-3437-8829

なお、既往の研究¹⁾で示されているように、地盤の変位が受動すべり面内（影響角度 $\alpha = \pi/2 - \phi/2$ ）で生じると想定した場合、地盤の内部摩擦角 ϕ は 40° となり、ほぼ妥当な値が得られた。

次に、 $\phi 4100$ 洞道の変位分布を一般化するため、変位量を各計測点の最大変位量で、テール位置からの距離を実測で求めた影響範囲で無次元化すると図-4の通りとなる。データにバラツキがあるため、変位分布が最大となるように3次曲線で近似すると(1)式に示す近似式を得る。なお、この式は下段シールドと離隔が異なる $\phi 3350$ 洞道の変位分布とも概ね一致する（図-5）。

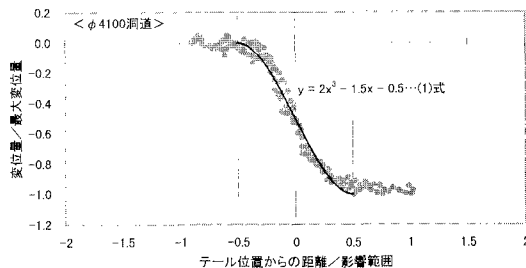


図-4 実績データと近似式の関係（ $\phi 4100$ 洞道）

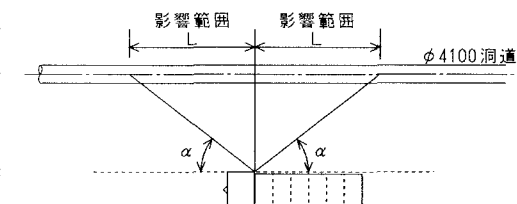


図-3 シールドテールによる洞道影響概念図

データにバラツキがあるため、変位分布が最大となるように3次曲線で近似すると(1)式に示す近似式を得る。なお、この式は下段シールドと離隔が異なる $\phi 3350$ 洞道の変位分布とも概ね一致する（図-5）。

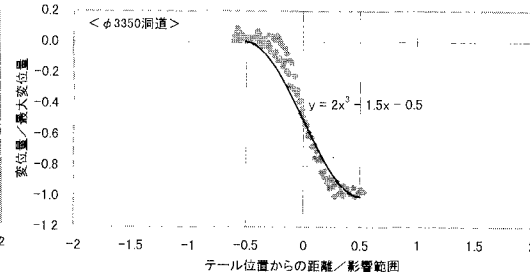


図-5 実績データと近似式の関係（ $\phi 3350$ 洞道）

4. 上段シールド掘進による既設洞道の縦断方向の変位予測および影響検討

上段シールド掘進時の洞道の影響範囲は、下段シールド掘進時の影響角度を用いて算出し、最大変位量は、下段シールド掘進時の実測値とFEM解析値の比率より予測する。これらを近似式(1)に入力することにより、上段シールド掘進時の $\phi 4100$ 洞道の変位分布を推定できる。次に、洞道を一樣剛性の梁、地盤をバネとした弾性床上の梁バネモデルに洞道の変位量に相当する荷重を上部から与え断面力の算出を行う。

以上より求めた $\phi 4100$ 洞道の変位予測分布を図-6に、洞道応力度照査の結果を表-1に示す。

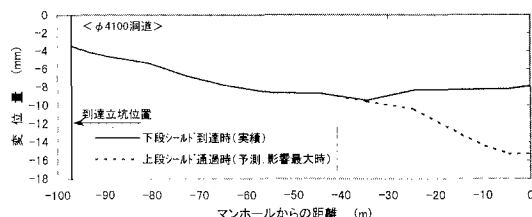


図-6 上段シールド掘進時の変位分布（ $\phi 4100$ 洞道）

表-1 洞道応力度照査結果

	$\phi 4100$ 洞道 (N/mm^2)
コンクリートの曲げ圧縮応力度	1 (18)
ホールの曲げ引張応力度	49 (176)
ホールのせん断応力度	7 (78)

※()内は許容応力度

今回の結果から、今後更に地盤毎の計測データの蓄積を行うことにより、次の手順により既設洞道の縦断方向の影響予測が可能とみられる。

- ①地盤毎に「変位量/最大変位量」と「テール位置からの距離/影響範囲」の関係を求め、変位分布の近似式（例えば3次曲線）を求める。
- ②シールド横断方向の2次元FEM解析を行う。
- ③FEM解析値を最大変位量と仮定し必要な深さでの「変位量とテール位置からの距離の関係」を求める。
- ④上記で得られた変位分布を既設洞道への強制変位として与え、応力度を算出する。

今後は上段シールド掘進後の計測データの分析を進め、今回の手法の妥当性を評価していきたい。

<参考文献>

- 1) 宮川、久保、町田、水谷、坪井：シールド掘進による地盤変状の実用予測手法の提案，土木学会論文集 No. 528/VI-29, 115-129 1995. 12