

III-A 411 近接施工に伴うシールドトンネルの計測・監視について

東京電力 正会員 高橋 晃
 東京電力 正会員 新津 強
 東電設計 正会員 河村 隆
 東電設計 正会員 小室 真一

1. はじめに

近接施工に伴う既設シールドトンネル(以後“トンネル”と略す)横断面の計測管理では、内空変位を計測するのが一般的である。

筆者らは『楕円近似法¹⁾』により、互いに直交しない任意の2直径の増分変位を計測する事により、トンネル横断面の変形状態と、発生している増分断面力を推定する手法を提案していた。

今回、この手法を用いて、大規模掘削工事箇所に近接するトンネルに対して、掘削工事に伴う挙動を計測・監視したので、その結果について中間報告するものである。

2. 工事および計測概要

工事箇所の状況は図-1に示す通りで、開削規模は、幅16.6m×長さ163.4m×深さ30mで、土止めは泥水固化壁(厚さ; 1.3m)が採用されている。

近接するトンネルは、外径; 3.6m、R.Cセグメント(2次覆工無し)、土被り7.4mで、土止め壁との最小水平離隔距離は3.2mである。

開削工事では10次掘削で床付けとなるが、トンネル位置(GL-9.2m)での土止め壁最大変位量は、5次掘削時に開削側へ6mm、この影響を受けてトンネルも0.8mm程度横長に潰れるものと予測していた。

トンネルの内空(直径)変位測定では、トンネル内にケーブル、立金物等の障害物があるため、直接、直径変位を計ることができないことから、マイクロクリーブメータ(東京測器研究所製; KH-5A)と角度計(ローリーエンコーダ; 富士計測器製作所製; AD-19B)を図-2に示すように組み合わせて、2辺夾角を測定し、余弦定理より算出した。

なお、計測データの信頼性を確保するため、3測線を計測している。

3. 計測結果

トンネル最大内空変位量とトンネル位置での土止め壁変位量計測結果を図-3に示す。

トンネルは3次掘削時から徐々に変形しはじめ、5次掘削時で最大1mmまで変形し、その後、10次掘削完了時までで一定であった。

同様に、トンネル位置における土止め壁変位量も

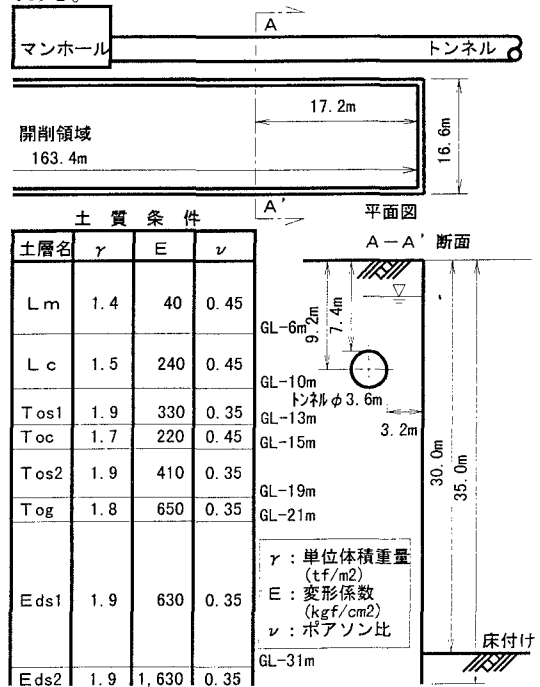


図-1 工事概要図

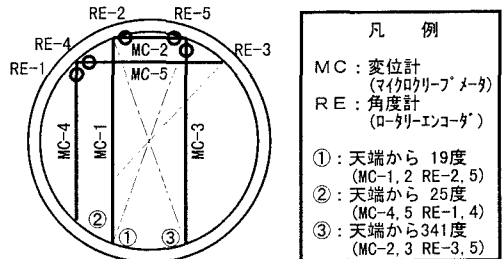


図-2 計器配置図

5次掘削時まで徐々に変形し、5次掘削時に最大10mm変形した後は、10次掘削完了まで一定であった。

トンネルおよび土止め壁変形分布の予測値と計測結果とを図-4に示す。トンネルの変形分布は、予測値と解析値とがほぼ一致していることが分かる。

4. 応力度管理

楕円近似法により、トンネル内空変位から、下式を用いてトンネル発生断面力を推定した。

$$\Delta \delta = a \cdot c \cdot \cos(2\theta + \theta_0) \quad \dots (1)$$

$$\Delta M = 3EI \Delta \delta / r^2 \quad \dots (2)$$

$$\Delta N = \alpha M + \beta \quad \dots (3)$$

ここで、 $\Delta \delta$ ：増分内空変位量

ΔM ：増分曲げモーメント

ΔN ：増分軸力

a：振幅

θ ：トンネル天端から時計回りに方向の角度

θ_0 ：初期の位相角

EI：はりの曲げ剛性

r：トンネルの半径

α, β ：FEMの解析結果から求めた係数

上式で求めた増分曲げモーメントと増分軸力にトンネル初期断面力（慣用計算法）とを足し合わせ、トンネル構成部材の応力度を算出した。各掘削段階の応力度を図-5に示す。

発生応力度は、許容応力度以下であるものの、予測値より若干大きな値を示した。これは、予測より土止め壁の変位が大きかったことから、トンネルの変形量も増大したためと考えられる。

5. まとめ

従来、トンネル横断面の計測では、内空変位量を管理している。今回、楕円近似法を用いて内空変位量からトンネル横断面の変形分布を推定し、部材の応力度を算定して許容応力度と比較する事により、トンネルの安全性を評価する事を試みた。

変形分布は予測とほぼ一致する結果が得られた。

応力度については増分応力度をコンクリート歪み計で測定しており、今後、検証する予定である。

（参考資料）

- 1) 楕円近似法：有泉他『近接施工に伴う既設シールドトンネル横断面の断面力推定に関する一手法』；土木学会第47回年次学術講演会 P.152、平成4年』

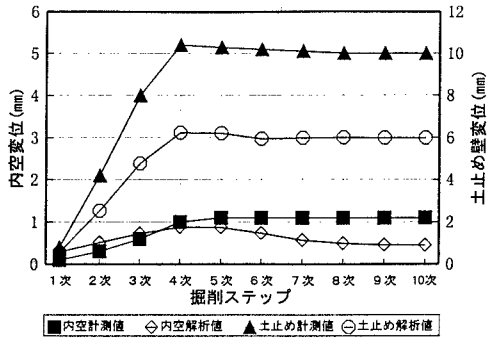


図-3 内空変位と土止め壁変位の計測結果
トンネルの変形 土止め壁変位

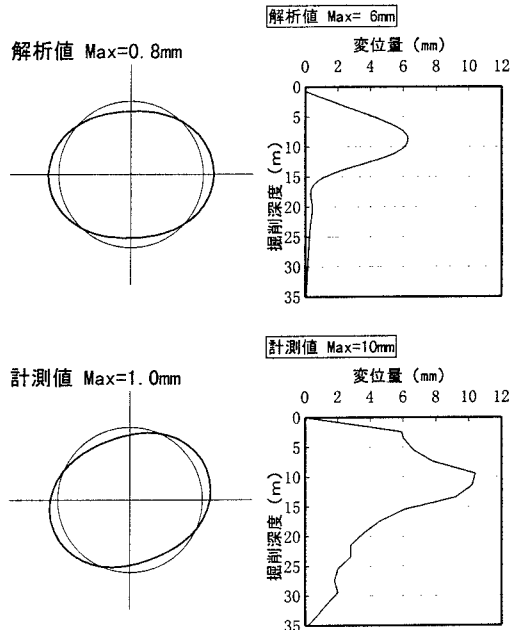


図-4 土止め壁の変位とトンネルの変形

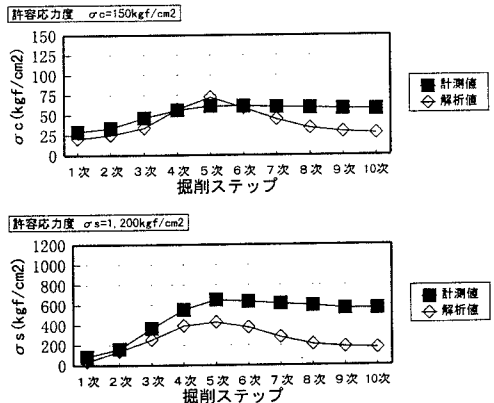


図-5 トンネルの発生応力度