

臨海大井町駅新設に伴う地中掘削工事(解析結果と動態観測結果の比較)

日本鉄道建設公団	正会員	○高橋 浩一
日本鉄道建設公団	正会員	深沢 成年
東京大学	正会員	龍岡 文夫
(株)NOM	正会員	大河内保彦

1 はじめに

臨海大井町駅で計画されているシールドトンネルのセグメントを一部開放し、地中掘削により立坑と接合する工事は今までにあまり事例がない。安全施工を期するために二次元、三次元の弾性 FEM 解析を行い、セグメントの開放と掘削によるトンネルセグメント、支保部材に生じる変形、応力や、周辺地盤の土圧の変化などについて事前解析を行い、管理値の設定などを行ってきた。実施工は慎重な動態観測を行いながら実施し、結果をフィードバックすることで、さらなる安全施工を図ってきた。

本報告では、事前解析結果と動態観測結果を比較したので、その結果について報告する。

2 動態観測の概要

動態観測箇所の断面図を図 1 に示す。当該地盤は、地表からローム層、N 値 50 以上の武蔵野礫層が続き、その下に東京粘土層、N 値 50 以上東京礫層が続いている。下り線シールドは東京粘土層に、上り線シールドは東京礫層に位置している。

動態観測は、地中接合の開削により生じる地盤変位や土圧、支保部材に生じる荷重などを対象に行い、シールドトンネル近傍を重点的に行った。計測項目を表 1 に示す。

3 動態観測結果と解析結果の比較

事前解析では N 値と PS 検層による変形係数を用いて、二次元弾性 FEM と三次元弾性 FEM を行っている。解析ケースを表 2 に示す。動態観測結果との比較は全ケースについて行った。

3-1 シールドトンネルの変形

下り線シールドトンネルの変形を図 2 に示す。動態観測結果、解析結果ともシールドトンネルが沈下し、地中接合部側に押し出されるような挙動を示しており、傾向的に一致している。

図 3 に上り線シールドトンネルの変形を示す。解析結果ではトンネルが浮き上がる傾向を示しているのに対して、動態観測結果では

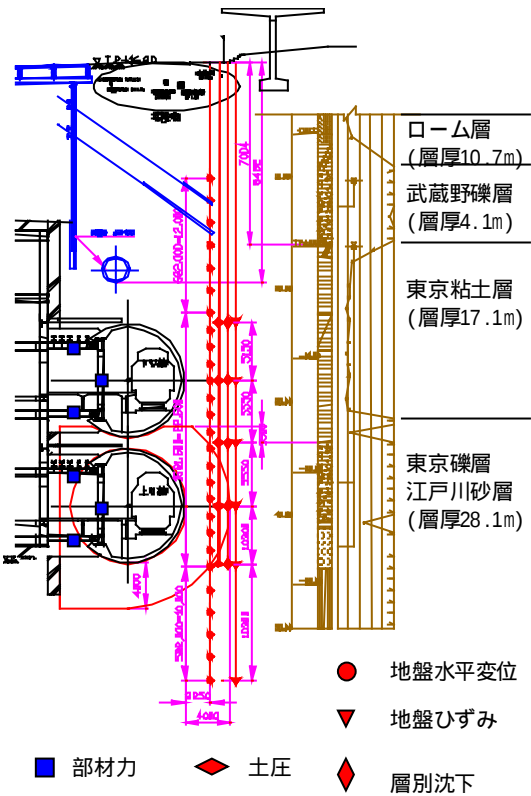


図 1 動態観測箇所

表 1 動態観測項目

計測項目	計測方法
土圧	土圧計
地盤ひずみ	土中ひずみ計
地盤の水平変位	多段式傾斜計
地盤の沈下	沈下計
セグメントの部材力	ひずみゲージ
セグメントの変位	トータルステーション
内部支柱の部材力	ひずみゲージ
横梁の部材力	ひずみゲージ

表 2 解析ケース

解析ケース	解析方法	変形係数
CASE1	二次元 FEM	N 値より
CASE2	二次元 FEM	PS 検層より
CASE3	三次元 FEM	N 値より
CASE4	三次元 FEM	PS 検層より

キーワード：シールドトンネル、立坑、FEM、掘削、動態観測

連絡先：〒100-0014 千代田区永田町 2-14-2 日本鉄道建設公団計画部調査課 高橋浩一 TEL03-3506-1838 FAX03-3506-1894

トンネルにほとんど変形が生じていない。

トンネルの変形量に関しては、PS 検層での変形係数による二次元解析と、N 値での変形係数による三次元解析が動態観測結果と近い結果となっている。

3-2．部材力

地中接合部の中央に位置する支柱の軸力を図4に示す。解析結果についてみると、入力パラメータ、解析方法により結果の数値に2～3倍程度の差が生じている。解析結果と動態観測結果を比較すると、下り線、上り線ともCASE3のN値による変形係数を用いた三次元解析結果が動態観測結果に最も近くかつ安全側の値となっている。トンネル近傍の地盤ひずみ計測の結果によると、地中接合完了後の地盤ひずみは 10^{-3} オーダーと考えられた。このひずみレベルはN値から算定した変形係数のひずみレベルと近いと考えられるため、動態観測結果と解析結果が近くなったと推測される。

二次元解析ではつま壁の拘束効果などがなく、変位を過大評価する傾向があるため、三次元より大き目の軸力が得られたと考えられる。しかし、安全側であるため、簡易的な検討方法としては適用可能であろう。以上のように、弾性解析では特に変形係数の設定が重要であるため、想定される歪レベルを考慮して決定することが重要と考えられる。

地中接合部の中央付近に位置する下り線横梁の軸力を図5に、上り線横梁の軸力を図6に示す。下り線、上り線とも、上部横梁は動態観測結果よりも解析結果の方が大きくなる傾向があり、下部横梁では解析結果よりも動態観測結果の方が大きくなる傾向がある。特に下り線では、下部横梁軸力の解析結果がかなり危険側となるため、今後の検討が必要である。

4．まとめ

臨海副都心線大井町駅での地中接合工事に伴い、二次元弾性 FEM と三次元弾性 FEM による事前解析、及び施工中の動態観測も行った。解析結果と動態観測結果の比較を行った結果、以下のことがわかった。

- 1) トンネルの変形は PS 検層の変形係数による二次元解析と N 値の変形係数での三次元解析が動態観測結果と近くなった。
- 2) 支柱、及び横梁の部材力は N 値による変形係数での三次元解析結果が動態観測結果と近い結果となった。
- 3) ひずみレベルを考慮して変形係数を決定することにより、解析による予測精度が高められる可能性がある。

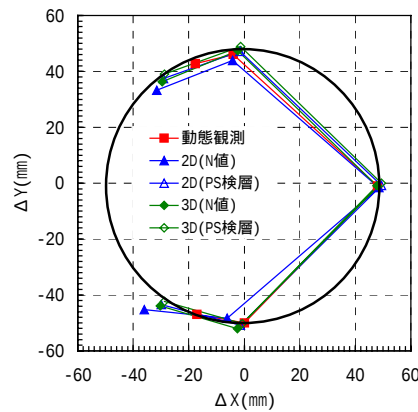


図2 下り線シールドの変形

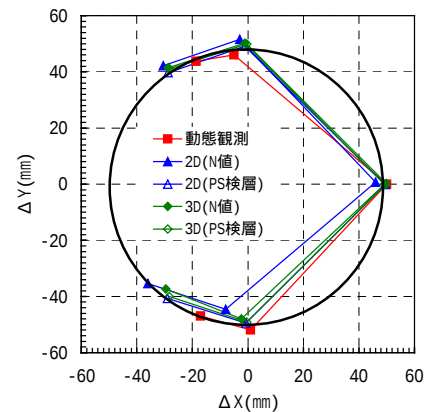


図3 上り線シールドの変形

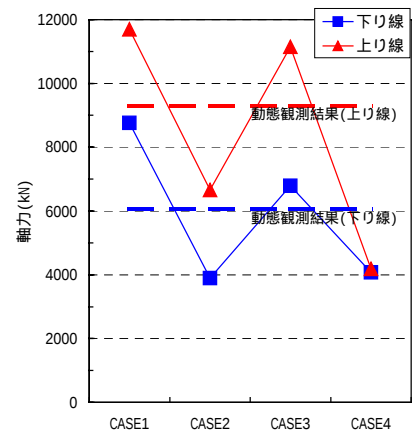


図4 支柱に生じる軸力

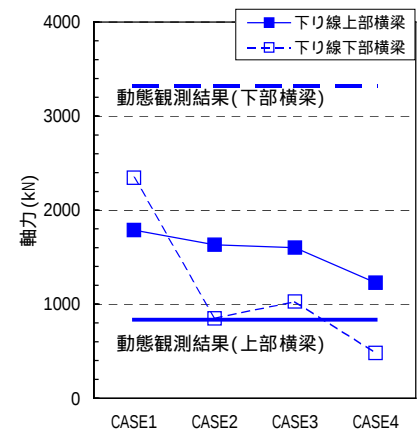


図5 下り線横梁に生じる軸力

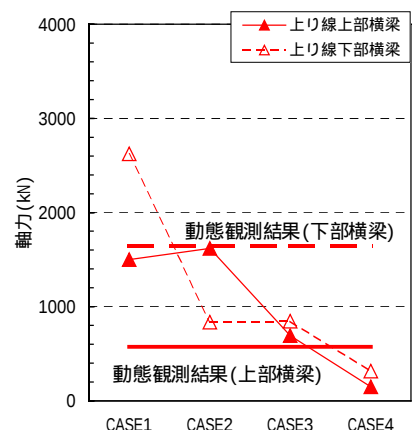


図6 上り線横梁に生じる軸力