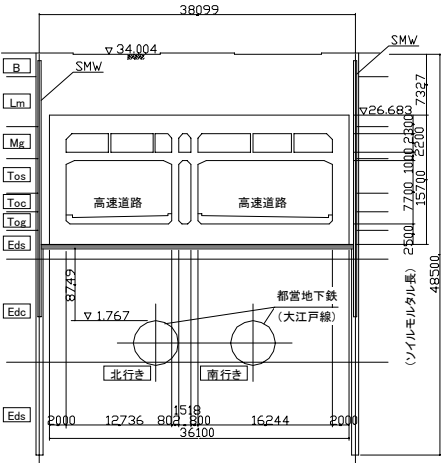


都市内大規模開削工事におけるリバウンド計測

首都高速道路公団 正会員○渡邊 健司・正会員 田嶋 仁志
同 上 正会員 川田 成彦
住友建設(株) 正会員 山地 斉・正会員 黒川 敏広

1. はじめに

首都高速中央環状新宿線におけるトンネル工事は、主要幹線道路直下に地下高速道路を建設するものである。このうち本稿で述べる開削トンネル工区の規模は、深さ約25m、幅約38m、延長約81mと大規模であり、工区直下には営業中の都営地下鉄大江戸線のシールドトンネル（以下地下鉄トンネル）が2本存在する（図－1）。掘削の進捗に伴い、地盤のリバウンド変形による地下鉄トンネルへの影響が懸念された。本稿は掘削時における地下鉄軌条の鉛直変位計測と、計測結果を用いた次掘削段階の軌条変位予測解析について報告する。なお、地下鉄トンネルの覆工への影響については事前に検討済みである。



図－1 標準断面図

2. 地質概要

工事箇所は武蔵野台地の東端に位置し、堆積する土層全てが洪積層となっている。

床付け地盤の江戸川砂層（Eds）はN値が50程度であり、その下位にある江戸川粘土層（Edc）の中に地下鉄トンネルが存在する。

表－1に設計地盤定数を示す。

3. 計測概要

本工事では、地下鉄トンネル内に設置した水盛式沈下計により170m区間の地下鉄軌条の変位を計測した。沈下計は10m間隔で18箇所設置し、地下鉄トンネルが駅舎に接合する位置（測点1）を不動点とした（図－2）。

掘削が深度GL-11.5mまで進捗した時点で、地下鉄トンネル内に軌条が敷設された。この時点での計測値を以降の掘削における軌条変位の初期値とした。掘削ステップと深度の関係を表－2に示す。

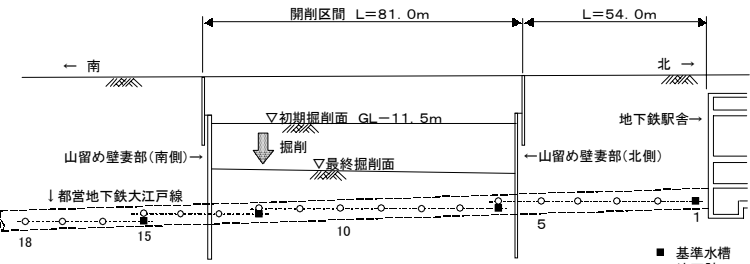
一般に鉄道近接施工における軌条変位は最大変位ではなく測点間の相対変位で規定されている。本工事では10m間隔の測点間相対変位を計測により管理した。

表－1 設計地盤定数

層名	N値	単位体積重量 γ (kN/m^3)	内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	粘着力 C (kN/m^2)	変形係数 E (kN/m^2)	ポアソン比 ν
Lm ローム	2	14	0	70	10,000	0.45
Mg 礫	50	20	40	0	40,000	0.30
Tos 砂質土	50	19	35	0	15,000	0.30
Toc 粘性土	4	17	0	60	15,000	0.45
Tog 礫	50	19	40	0	40,000	0.30
Eds 砂質土	50	19	40	0	40,000	0.30
Edc 粘性土	50	18	0	200	70,000	0.35
Eds 砂質土	50	19	40	0	40,000	0.30

表－2 掘削ステップと深度の関係

掘削ステップ	掘削深度 (GL- m)		備考
	初台側	交差点側	
初期状態	11.5	11.5	—
4次掘削完了	12.0	13.5	—
5次掘削完了	15.0	16.5	—
6次掘削完了	18.0	20.0	—
(揚水開始後)	(18.0)	(20.0)	揚水量0.8m ³ /分
7次掘削完了	21.5	22.5	〃
最終床付け完了	23.5	25.2	〃



図－2 地下鉄トンネル内の沈下計配置図

キーワード：開削トンネル、リバウンド、シールドトンネル、近接施工

〒160-0023 東京都新宿区西新宿6-6-2 首都高速道路公団 TEL 03-5320-1665 FAX 03-5320-1658
〒160-8577 東京都新宿区荒木町13-4 住友建設(株) TEL 03-3225-5133 FAX 03-3225-5317

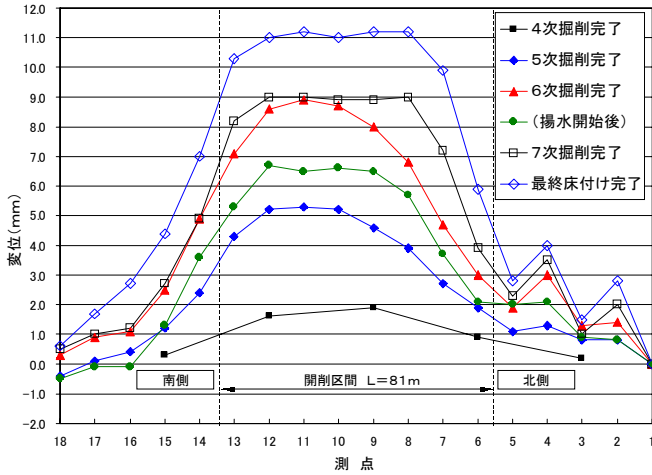


図-3 鉛直変位計測結果（北行き）

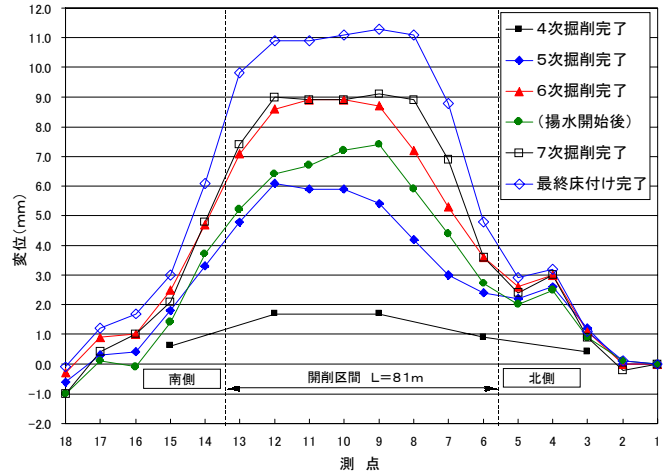


図-4 鉛直変位計測結果（南行き）

4. 計測結果

各掘削段階における地下鉄軌条の鉛直変位を図-3, 4に示す。掘削の進捗に伴い変位が増加している。ただし、6次掘削完了後、盤ぶくれ防止用に設置した6本のディープウェルを稼働させたところ変位が減少した。最終床付け完了時において、最も掘削が深い北側の山留め壁妻部付近（測点6～7間）で、最大相対変位が4.0mm/10mであった。

5. 予測解析概要

本工事では、4次掘削以降の各掘削段階毎に2次元弾性FEMによる逆解析（地下鉄トンネルの変位計測値と解析値のフィッティング）を行い、その結果を用いて次掘削段階の予測解析を実施した。モデル化はトンネル縦断方向とした（図-5）。

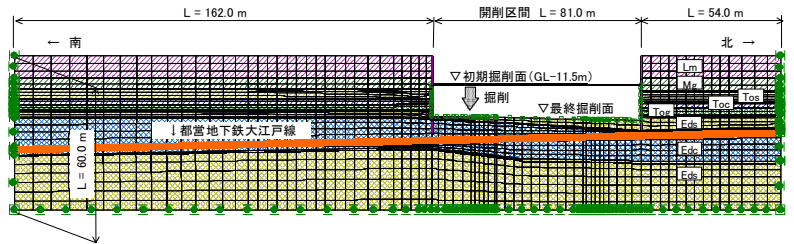


図-5 FEM解析モデル

逆解析では地下鉄トンネルのリバウンド変形に最も影響を与えると考えられる掘削底面下のEds層とEdc層の変形係数を再設定することで、変位のフィッティングを行った。Eds層とEdc層の変形係数を表-1に示された値の10倍に設定したところ、10m間の最大相対変位、初期状態からの最大変位とも計測値に概ね近似させることができた。なお、ディープウェルによる揚水後、計測値へのフィッティングの際は、FEM解析で求まる変位から6次掘削完了後において計測された揚水による変位減少量を差し引いている。図-6に最終床付け完了時における計測値と、変形係数を再設定したFEM解析結果を示す。

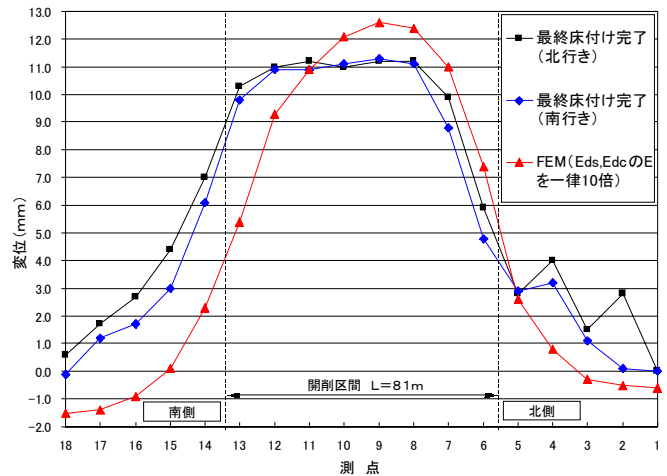


図-6 最終床付け完了時における結果比較

6. おわりに

開削工事直下における地下鉄軌条の変位計測と、2次元弾性FEMによる変位予測解析について報告した。トンネル縦断面モデルを用いた変位解析では、掘削底面下の地盤の変形係数を10倍程度に再設定することで、解析値と計測値を近似させることができた。今後はトンネル横断面モデルも含めた複合的な解析を行うことにより、計測値と整合できる解析手法を検討する予定である。

参考文献 石上佳有・田嶋仁志・安田郁雄：地下高速道路を大規模開削トンネルで建設する、土木施工、Vol.41、No.5、pp9-16、2000.4