

## 地下鉄直上での大規模掘削工事におけるリバウンド対策

首都高速道路公団 正会員  
(株)熊谷組 正会員

川田 成彦、角田 浩、國井 一史  
中出 剛、岩波 基

### 1. はじめに

首都高速中央環状新宿線 SJ43 工区（2・3）トンネル工事は、延長232m、幅約35m×深さ28.6～35mの大規模掘削工事である（図-1,2）。

掘削床付け直下には3～5mの離れで都営地下鉄大江戸線シールドトンネルが存在し、掘削工事に伴うリバウンドによる地下鉄への影響が懸念された。本稿では、掘削に伴うリバウンドによる地下鉄への影響検討結果と対策工について報告する。

### 2. 近接構造物

近接する地下鉄は外径5.4mのシールドトンネルであり、ダクトイルセグメントが用いられている。図-1,2に示すように、北行き線及び南行き線の2本のトンネルが掘削縦断方向に対してほぼ平行に建設されている。掘削による影響に対しては、トンネル構造物自体の健全性確保とともに営業線での列車走行性確保が必要となるため、軌道の鉛直変位量の管理値として一次管理値（3.5mm/10m）、二次管理値（5mm/10m）の2つの値を設定し、施工することとなった。

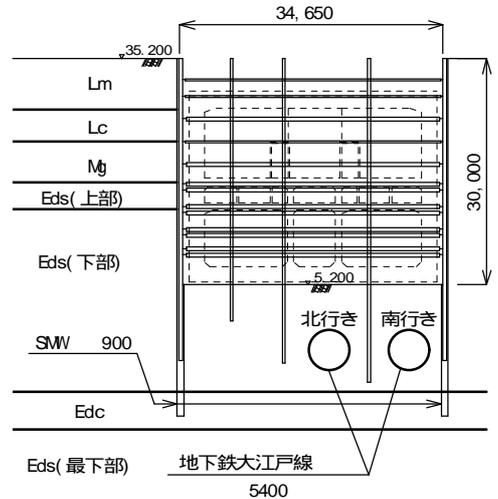


図 - 1 断面図

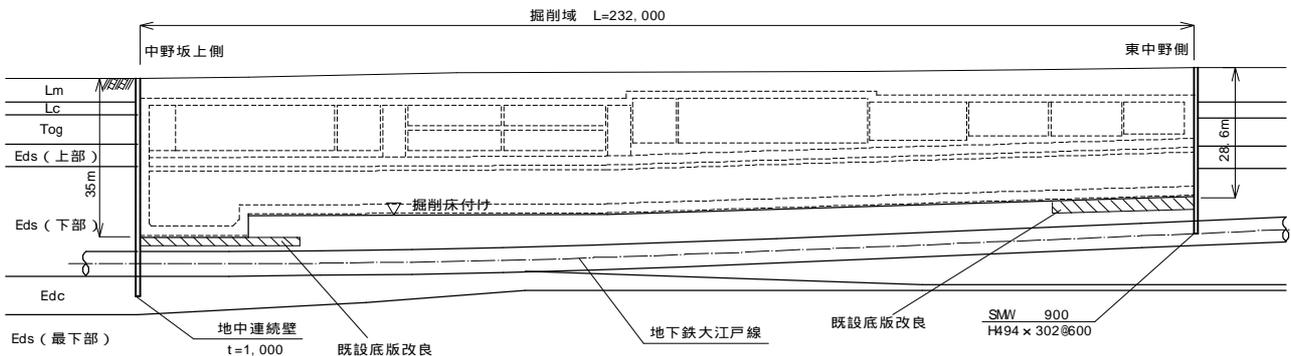


図 - 2 縦断図

### 3. 事前検討

リバウンド量の推定は2次元弾性FEM解析により行なったが、まず掘削幅の小さい横断面掘削解析により最大リバウンド量を求め、それを元に縦断掘削解析結果を補正することで掘削面の3次元的な拘束効果を考慮することとした。また、リバウンド量を精度良く推定するには地盤特性として特に変形係数の設定が重要となるが、ここでは隣接工区において既に実施されていたリバウンド計測結果<sup>1)</sup>をもとに逆解析を行ない、解析に用いる変形係数を孔内水平載荷試験で得られた変形係数の6倍と設定した（表-1）。

表 - 1 リバウンド層の変形係数

地層	変形係数 (kN/m <sup>2</sup> )	
	E <sub>p</sub>	E
Eds(下部)	90000	540000
Edc	60000	360000
Eds(最下部)	75000	450000

\* E<sub>p</sub> : 孔内水平載荷試験による変形係数  
E : 逆解析で得られた変形係数

予測解析の結果、図-4に示すように地下鉄トンネルの最大リバウンド量は約30mmと推定された。地下鉄への影響としては、掘削端部における10m間相対変位量が中野坂上側で6.7mm、東中野側で5.3mmといずれ

キーワード リバウンド, 近接施工, 地盤改良

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-6-2 TEL : 03-5320-1665 FAX : 03-5320-1658

も二次管理値である 5mm/10m を越える結果となったため、変位を抑えるためのリバウンド対策について検討を行なった。なお、地下鉄トンネル覆工については、リバウンドによる構造的な問題が生じないことを確認している。

4. 対策工

リバウンド抑制対策工として、逆打ち工法、分割施工法、地盤改良工法等について経済性や信頼性の比較検討を行ない、地盤改良工法を選定した。本対策工は、原地盤を改良することで変形係数を増大させ、掘削除荷に伴うリバウンド量を抑制するものである。ここでは、相対変形量が管理値を越える掘削端部のみを改良することとした<sup>2)</sup>。

地盤改良効果の定量的な評価については事前解析と同様の手法で検討を行なった。ここで地盤改良部の変形特性は、掘削により生ずるひずみが 0.025% と微小レベルであることから、通常の一軸・三軸試験で得られる大きなひずみレベルの変形係数では、実挙動における変形係数を過小評価すると考

えた。このため、実施工に用いるものと同様の改良体における LDT 試験<sup>3),4)</sup>の結果より変形係数を  $E_{LDT} = 2300000(kN/m^2)$  と設定した。解析上は、改良体と原地盤の複合地盤として改良部の変形特性を評価し、これを反映させた縦断解析により改良効果を評価するとともに、必要な改良範囲を求めた(図-5)。なお掘削開始に際しては、実際に施工した地盤改良部分からも供試体を採取して LDT 試験を行ない、設定した変形係数を満足することを確認している。

5. おわりに

本工事は現在、地下鉄トンネルの変位、地盤変位、間隙水圧等について計測管理を行ないながら掘削工事を施工中である。今後、掘削に伴って得られるこれらのデータに基づいて、本工事における対策工の効果について評価を行なう予定である。

参考文献

- 1)田嶋,川田,深山,山地,黒川：大規模開削に伴うリバウンドによる地下鉄シールドの挙動 第11回トンネル工学研究発表会 2001.11
- 2)木下,斎藤,今西,山内他：開削下面下の通信トンネル変状抑制対策 第33回地盤工学研究発表会 1998.7
- 3)内田,塩井,橋本,龍岡：東京湾横断道路におけるセメント改良固化土 土と基礎 1993.8
- 4)(社)地盤工学会：土質試験の方法と解説 - 第一回改訂版 - 2000.3

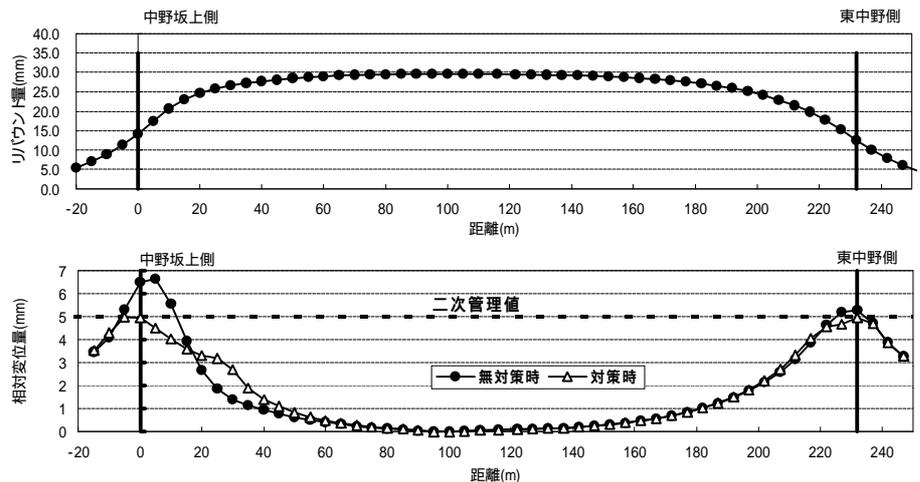


図 - 4 地下鉄リバウンド量解析結果

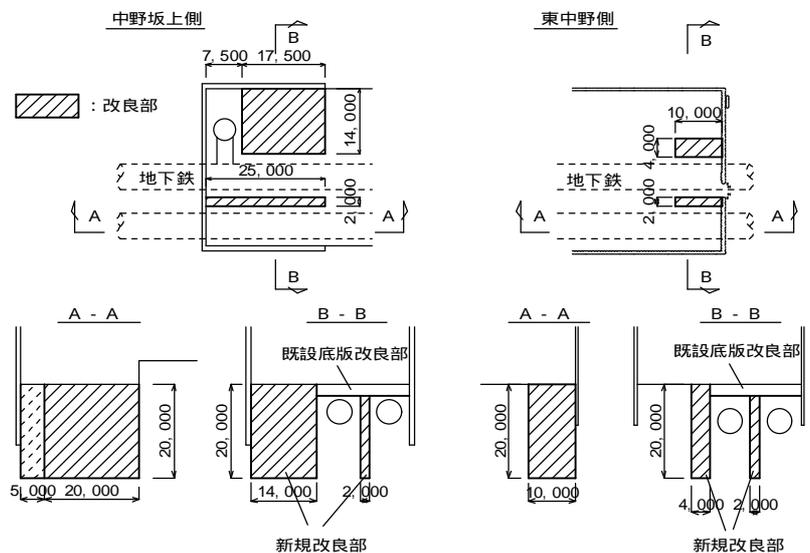


図 - 5 地盤改良配置図