

III-399

新八丁掘駅の設計施工について

日本鉄道建設公団 東京支社 正会員 石渡 徳久
日本鉄道建設公団 東京支社 正会員 須賀 武
日本鉄道建設公団 東京支社 正会員 森藤 真治

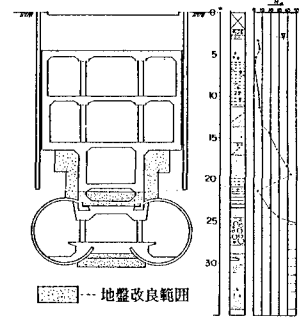
1. まえがき

京葉都心新八丁掘駅は、道路下約30mに位置する地下駅であり、構造形式は図-1のようになっている。当駅の施工方法は開削部とシールド部の施工を先行して行い、その後並列シールド間の切り抜き、開削部とシールド部を結ぶ連結部の施工をするものである。また、切り抜きの施工は工期短縮を計るためシールド内部より行うが、その際、並列シールド上部・下部を地盤改良することにより地盤の安定化を計った。本報告は、この施工方法に対する安全性について解析したもので、その結果について述べるものである。

2. 地形・地質

地表面は標高3mであり、TP-3m付近までは粘性土、砂質土からなる軟弱な沖積層が分布し、その下部は粘性土、砂礫、砂質土からなる洪積層により構成されている。地下水は不透水層の洪積粘性土を境にして上部と下部に分けられ、トンネルは下部の洪積層の東京礫層及び江戸川砂層を通過する。上部地下水位はTP-2m、下部被圧地地下水頭はシールド下端で17mとなっている。

図-1 断面及び地質



3. 解析の概要

解析にあたり次に示す2通りの解析手法を用いた。

- (1) 主要工程に対する解析（A解析） 上部開削〜く体構築までの工程を9ステップに分けて追っていき、各施工段階における地盤の挙動・構造部材の応力変形をFEM（弾性）により計算した。解析条件として
- ①シールドトンネル掘削時の地山応力の開放は、地山応力と泥水圧の差の35%を解放荷重として与える。
 - ②セグメント設置時に上記①で与えた解放荷重と地山応力の差分を荷重として作用させる。
 - ③シールド間上半掘削時の地山応力は長手方向への応力分散を考慮し、地山応力の1/3を解放させる。
 - ④シールド間上段切梁、山留材、仮柱設置時に③で与えた解放荷重の残り分2/3の荷重を作用させる。

(2) シールド間の切抜きに対する解析（B解析） 上記（1）において、シールド間の切抜き時の施工が最も不確定な要素が多いと思われる為、この作業に着目し、さらに詳細な施工法に沿った解析を行うことにより各部の安全性について検討した。解析はFEM（非線形）を採用し9ステップに分割した。解析条件は

図-2 解析ステップ

	STEP-1	STEP-2	STEP-3	STEP-4	STEP-5	STEP-6	STEP-7	STEP-8	STEP-9
A	上部一次掘削 地盤改良 土留ぐい設置	シールド掘進	セグメント設置	上部二次掘削	インバート・柱・桁構築 裏形防止工設置 く体下床版構築 シールド間上半掘削	シールド間上段切梁、 山留材、仮柱設置	シールド間上床版構築 --- 仮柱撤去 --- セグメント撤去 --- 下床版掘削	シールド間下段切梁設置 --- 下床版掘削	シールド間下床版構築 く体B2階側壁構築 連結部掘削、切梁設置
解 析									
B	シールド掘進完了時	シールド間上半掘削 インバート・柱・桁構築 裏形防止工設置	シールド間上段切梁、 山留材設置	シールド間上半下段掘削 仮柱設置	シールド間上部セグメント撤去 タイロッド設置	シールド間上床版構築 仮柱撤去	シールド間下半上段掘削 タイロッド、 下部セグメント撤去	シールド間下半下段掘削 --- 下段切梁設置	シールド間下床版構築 裏形防止工撤去
解 析									

①「破壊接近度による表現」により応力・ひずみ関係の非線形を考慮する。

②時間効果の取り扱いとして、切羽進行に伴う挙動を考慮するものとし、掘削時には地山応力の $1/3$ を、また残り $2/3$ は切羽進行（経過日数）に伴い解放させる。（土自体のクリープは考慮しない）

4. 解析結果およびまとめ

（1）切掘部上方地盤の応力状態 切掘部上方地盤の応力状態をみると、シールド間上半掘削時に大きな変化がみられ掘削により解放された応力が地盤改良部へ再配分され著しく増加している。この部分でトンネル全体の水平移動を押さええているものと考えられる。

（2）変形 シールド上方地盤の沈下は、表-1のとおりとなるが、地盤改良してあることもあり、その安定性にとくに問題はないと思われる。また、シールドトンネルの変位はすべて数mmと小さくシールド間切梁等の補強部及び、切り掘部上下面の地盤改良部のストラット効果により、特に問題のない範囲におさえられている。

（3）セグメントの応力 セグメントの応力で変化の大きいのは、切掘部に接した範囲となっている。また、セグメントの撤去により鋼管柱に大きな軸力が入るが、これはセグメントから鋼管柱へ荷重が移動したことを示している。両解析のセグメントに生じる応力は、図-3に示すようにほぼ同様の傾向を示しており、すべて許容値（引張 1920kgf/cm^2 圧縮 2280kgf/cm^2 ）以内の値となっている。

（4）地盤改良部 切り掘部の上・下部は地盤改良をすることとし、粘着力 $C=40\text{tf/m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi=30^\circ$ と仮定して解析したが、この部分はシールドトンネルの水平変位をおさえるストラット的な作用を果たす効果があるものと考えられる。図-4は各ステップ毎の τ - σ の関係を示したもので、その応力をみると上部地盤改良部に大きな応力が発生しているが、地盤改良した強度により塑性化することはない。

（5）仮設部材 トンネル内方変位防止用の切梁、トンネル内変形防止材は以上の検討結果により、ここに仮定した施工順序、方法で安全に施工可能と判断できると考えられる。

5. おわりに

今回の解析結果により、この施工方法について一応の安全性が確保できたと考えられるが、検討における仮定条件と実際との相違及び、実際の施工における不確定要素を考慮し、セグメント、仮設部材、地盤、地下水の挙動を計測により綿密に把握し、安全を確認しながら慎重に施工していきたいと考えている。

表-1 変位の状況

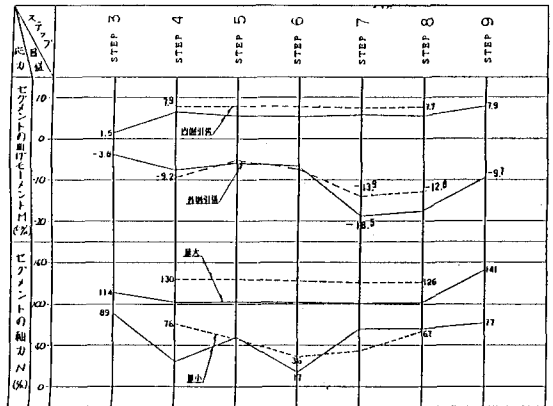
・シールド上方地盤の変位 (mm)

	A解析	B解析
上部ラダー面での最大沈下量	1.2	3
切掘部天端での最大沈下量	1.5	7

・シールドトンネルの変位 (mm)

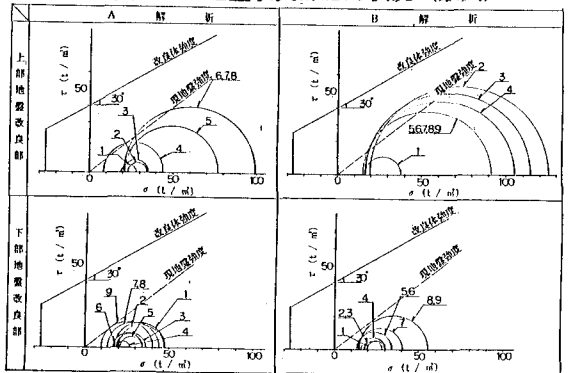
	A解析	B解析
水平方向	-0.3 ~ 2.4	0 ~ 2.7
鉛直方向	-2.9 ~ 0.9	-1.2 ~ 0.8

図-3 セグメントの軸力・曲げモーメント



ステップは、A解析のステップを示しB解析は各ステップの作業内容に合わせた。—— A解析
----- B解析

図-4 地盤改良部応力状況（最大）



番号はステップ番号を示す。

参考文献

- ・ロックボルト吹付コンクリートトンネル工法の設計に関する研究
1986年5月 土屋 敬
- ・シールドトンネル設計施工指針（案）
昭和58年8月改正
国鉄建設局・構造物設計事務所編