

VI-77

軟弱地盤、小土被りシールドの地表面沈下に関する施工結果

ハザマ 土木本部 都市土木統括部 正会員 粥川幸司

日本鉄道建設公団 東京支社 足立鉄道建設所 正会員 町田茂一 倉川哲志

間・鴻池・大本特定建設工事共同企業体 正会員 加賀谷弘 池上徹

1. はじめに

常磐新線は、都内の秋葉原を起点とし、埼玉県八潮市、千葉県流山市を経て、茨城県つくば市に至る延長58kmの都市高速鉄道線である¹⁾。弘道トンネル工事は、日本鉄道建設公団が計画、施工中の常磐新線のうち、東京都足立区西綾瀬3丁目から足立区青井3丁目に至る約1kmを、泥水式シールド工法で施工するものである。本工事は軟弱地盤での大口径シールド工事であり、なおかつ土被りが小さく、ほぼ全線にわたり民地下を通過することが特徴である(写真-1)。本報では、発進部付近での掘進に伴う地表面沈下と施工結果について述べる。

2. 工事概要

本工事は、外径10.6mの泥水式シールドで延長1043mを掘進するもので、土被りは7.3～22.3m、最小曲線半径は590m、トンネル勾配は-33～+33‰となっている。使用するセグメントは鉄道工事で初めての拡張セグメント(幅1.5mRC平板型、厚さ40cm、等8分割、軸方向挿入型、インサート式高剛性継手)である²⁾。

図-1に本工事付近の地質縦断面図を示す。地層構成は上位より、盛土層、有楽町層、七号地層、東京層等となっている。掘進対象地盤は、有楽町層および七号地層の沖積粘性土層であり、N値3以下、 $C_u = 3\text{tf/m}^2$ と非常に軟弱である。

3. 施工計画、および沈下予測解析と沈下計測の実施

本工事の発進は、新素材コンクリートを利用した直接発進となっている。また、土被りが7.3m(0.7D、D:トンネル外径10.6m)と非常に小さく、発進立坑より約15m先で民地下に入る。このため、特に地表面の沈下が懸念された。そこで、先ず、掘進に際しての切羽泥水圧の管理値を次のように設定した。

泥水圧上限値

→ $A_{c,u}$ 層におけるブロー圧 $=1.97\text{kgf/cm}^2$

泥水圧目標値

→主働土圧+変動圧 $=1.75\text{kgf/cm}^2$

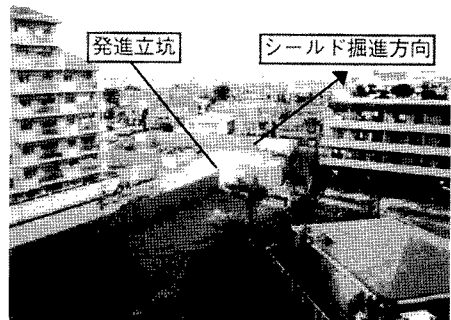


写真-1 シールド発進部周辺状況

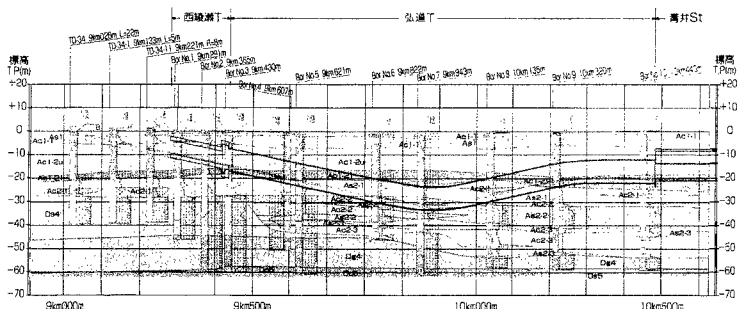


図-1 地質縦断面図

地層名	層相	記号
盛土	粘性土(砂質・礫混り)	B
有楽町層	シルト(砂混り～砂質)	Ac1-1
	細砂(シルト混り～シルト質)	As1
	シルト(粘土質)	Ac1-2u
	シルト(砂混り～砂質)	Ac1-2l
七号地層	シルト(砂質)	Ac2-1
	細砂(シルト混り～シルト質)	As2-1
	シルト(粘土混り～粘土質)(砂質～砂混り)	Ac2-2
	細砂(シルト混り～礫混り)	As2-2
	シルト～細砂(砂質・粘土質・互層)	Ac2-3
	細～中砂(シルト混り～シルト質)	As2-3
東京層	細～粗砂(シルト混り・礫混り)	Ds4
東京礫層	砂礫～礫混り砂(シルト混り)	Dg4
江戸川層	砂質シルト～粘土(シルト質)	Dc5
	細砂(シルト混り～シルト質)	Ds5

軟弱地盤、小土被り、大口径、地表面沈下、掘進管理

日本鉄道建設公団 東京支社 足立鉄道建設所 (東京都足立区西綾瀬 2-12-10 TEL 03-3880-9151)

一方、掘進に伴う地盤変状の主要因は、テールボイド発生によることが広く知られている。そこで、裏込め注入は、同時注入として注入圧、注入率を以下のように設定した。

注入圧 → 切羽泥水圧 + 1kgf/cm^2

注入率 → 150%

掘進では、切羽泥水圧、裏込め注入圧、量を適正に管理すると同時に、図-2に示す地表面測点において沈下測量を随時行い、掘進に伴う地表面の沈下状況を把握することとした。

一方で、設定された切羽泥水圧、裏込め注入圧をもとに、中山らの方法³⁾を用いて2次元FEM解析を実施した。ここでは、応力解放に関わる補正係数に35%を用いた。これは、今回の条件において応力解放率で約5～10%に相当するものである。その結果、地表面沈下は約12mmと予測された。

4. 地表面沈下に関する施工結果

図-3に泥水圧、裏込め注入圧、注入率に関する1リング毎の掘進実績を、図-4に測点D-3での地表面沈下を、横軸を掘進距離として表した。

まず、切羽泥水圧に関しては目標管理値 1.75kgf/cm^2 に対して、ほぼ $1.8 \sim 1.9\text{kgf/cm}^2$ と若干押し気味に掘進した。また、裏込めに関しては、注入圧はほぼ 3kgf/cm^2 前後としたが、注入率は160%と多めにを行った。一方、測点D-3の沈下に関しては、シールド機の接近に対して先行隆起（または沈下）現象はほとんど認められなかった。しかしながら、テールボイドの影響範囲にさしかかった頃から沈下を生じ始め、約8～9mm程度の値を示した。その後はほとんど沈下の増分もなく推移している。

事前の解析による沈下予測値は約12mmであったが、実際はそれより若干小さくなった。この理由として、まず、切羽泥水圧管理を目標管理値とブロー上限値の間で管理して掘進したことが考えられる。また、裏込め注入に関し、注入圧を適正に保ち、なおかつテールボイドを早期に埋めるべく大きめの注入量を確保したことが沈下を抑制したものと考えられる。なお、後続沈下に関しては、シールド通過後、約1.5ヶ月経過した現在では、ほとんど発生していない。

5. まとめ

本報では、軟弱地盤、小土被り、大口径シールド施工において、切羽、裏込め等の適切な掘進管理を行うことにより、地表面沈下を極力抑制した事例を示した。本工事では、今後、建築物基礎等との近接施工を控えており、その施工結果についても報告する予定である。

参考文献

- 1) 西野ほか：1都3県を結ぶ通勤新線 常磐新線 秋葉原・つくば間、トンネルと地下、pp.17～21、1994.8
- 2) 鈴木ほか：常磐新線の工事費縮減に向けて - セグメント幅の拡大化の検討、トンネルと地下、pp.41～45、1998.6
- 3) 中山ほか：泥水式シールド掘進に伴う硬質地盤の変形解析について、土木学会論文集第397号、pp.133～141、1988

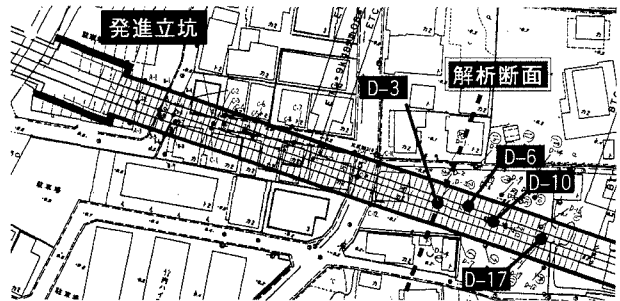


図-2 路線平面図および地表面沈下測点

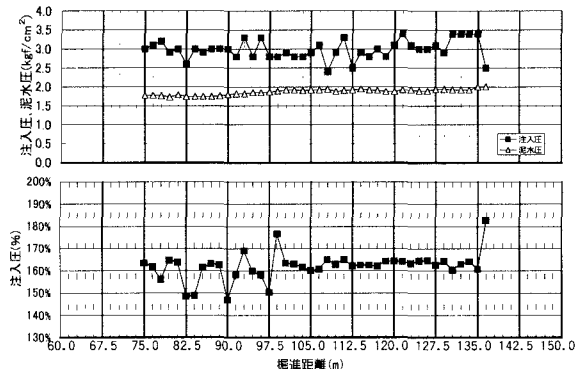


図-3 泥水圧、裏込め注入圧、率に関する掘進実績

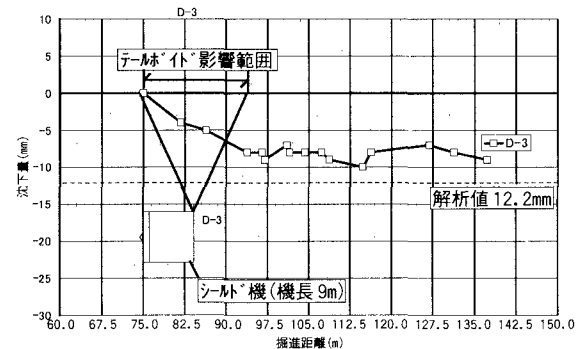


図-4 地表面沈下計測結果