

Ⅲ－49

大断面シールドによる駅直下施工時の計測管理

東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 正会員○小島 淳史
 東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 井上 崇
 東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 佐野 厚

1. はじめに

鉄道線路直下で、なおかつ軟弱地盤での大断面シールドの施工実績は少ない。本工事は、日本でも有数の大断面シールドトンネル工事（トンネル外径 12.2m）である。土盛りは、約 13.0m であり、当該地の地盤は、地下水位 GL-2.0m 程度と高く、地表付近においては腐植土層、その下位には軟弱な沖積層である砂質土と粘性土が互層に分布し、粘性土が主体の軟弱地盤を形成している。また、基盤層は線路下にかけて急激に低下し、標高約 -40m のおぼれ谷となっている。シールドは、軟弱地盤を施工することから、密閉型泥水式を採用した。上記の地質条件を考慮し、軌道への影響を最小限に抑えるため、軌道防護工としてパイプルーフ工（ $\phi=1.2\text{m}$, $L=70\text{m}$ ）を施工している。本報告では、駅直下施工時に実施した計測管理、特に新素材コンクリート区間掘進時の振動・騒音および軌道に関する計測管理について報告する。

2. 振動・騒音計測計画

シールド掘進にあたり、パイプルーフ発進立坑土留芯材がシールド掘進に支障するため、シールドのカッターで切削可能な新素材コンクリートを採用している（図-1）。過去の施工事例では、新素材コンクリート区間をシールドが通過する際、切削による振動が、上部の芯材（H 鋼）を伝わり、地表面で振動することが確認されている。そのため、新素材コンクリート区間をシールド機が通過する際の振動・騒音が懸念された。

また駅構内のエレベーター（ELV）には、地震感知用の安全装置（振動計）が設置されている。この安全装置は、振動計が 10gal（振動加速度レベル 80dB 相当）を感知すると ELV を停止させる装置である。シールド掘進に伴って発生する振動による構内の ELV の非常停止を防止するため、ホーム部に振動測定員を配置し、振動加速度レベルが 75dB を超えた場合は、掘進速度を下げることで対処することとした。参考として、表-1 に gal 値から振動加速度レベル（振動感覚を補正せず、レベル化した値）に変換した管理値を示す。

騒音に関しては、騒音規制法に基づき、特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準に準じた。測定箇所は、ホーム部とした。また騒音の大きさは、85dB を上限値とし管理を行った。この管理値を超える場合は、掘進速度を下げる計画とした。

3. 軌道計測計画

シールド機が線路下を横断することから、表-2 に示す管理基準値を定め、計測管理（軌道検測およびレベル測定）を実施した。

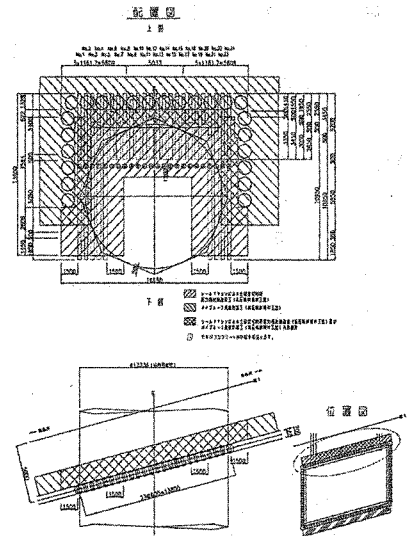


図-1 新素材コンクリート部材配置図

表-1 振動の管理基準値

	加速度 (gal)	振動加速度レベル (dB)
警戒値	8	78
工事中止値	10	80

表-2 軌道管理値

線路区分	設計速度 85km/h を超える線区 直線及び半径 600m を越える曲線				
	種別	軌間	水準	高低	通り平面性
整備	目標値	+6 -4	9	9	9
	基準値	+14	平面性に基づき整備	19	19
				18	

4. 計測結果

新素材コンクリート区間の掘進は、当初計画通り毎分2mmの掘進速度にて、掘進を開始した。掘進に伴う連壁直上付近に設置した振動計の値は30~40dBで、掘進開始前と同様の値を示していた(図-2)。またホームに設置した騒音計についても、掘進開始前と掘進開始後では同様の値を示していた(図-3)。

上記測定の結果により、振動計等の値を確認しながら、掘進速度を最大毎分13mmまで上げ掘進を実施した結果、掘進に伴う振動加速度レベルの最大値は55dBとなった(図-2)。これは警戒値として設定している75dBに対して、十分に余裕のある結果となった。またホームにて調査を実施した結果でも、架線の揺れ等はなく、お客さまの不快となる振動・騒音は発生していなかった(図-3)。

今回、新素材コンクリート区間で振動が小さい理由としては、シールド機に対して連壁が斜めに配置されているため、カッターフェイスの一部分で新素材コンクリートを切削しており、カッターフェイス全断面で切削した場合と比較して振動が小さくなっているものと考えられる。

新素材コンクリートの切削性については、当該区間の掘進に伴い、新素材コンクリートの部材が排泥管を閉塞させるという問題が想定された。しかし、掘進の結果、ローヘッドから排出された新素材コンクリートの部材は、10cmほどの大きさに細かく切削されており、部材による排泥管の閉塞は生じなかった(図-4)。今回の施工のように新素材コンクリートの切削性が向上したことも、振動・騒音を低減させている要因の一つであると考えられる。

5. 軌道計測結果

線路下横断区間開始位置付近の軌道変位とシールド機先端位置の関係を図-5に示す。シールド中心直上の最大軌道沈下量は3mmとなり、事前に2次元FEM解析で求めた想定沈下量である5.94mm¹⁾よりも小さい値であった。シールド中心直上の軌道沈下量の変化は、掘進直後から沈下傾向を示し、シールド機通過後に上昇傾向を示している。この上昇傾向は同時裏込注入の影響と考えられるが、計測箇所からのシールド機先端までの距離が約30mを超えると収束する結果となった。

6. まとめ

当工事は、軟弱地盤における線路下横断区間で、しかも酷暑期に大断面シールドを通過させるという、極めてまれな工事であった。施工区間において、泥水の蓄発や大きな軌道沈下および路面沈下等を生じさせることなく、掘進を完了できた。今回の施工実績が、今後のトンネル工事の参考となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 北野雅幸他：駅構内直下を通過するシールドトンネルの軌道防護工，土木学会東北支部，平成15年3月

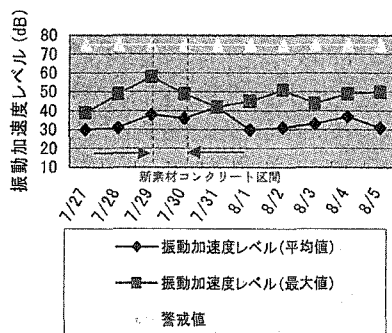


図-2 新素材コンクリート直上部におけるシールド機掘進時期と振動加速度レベルの関係

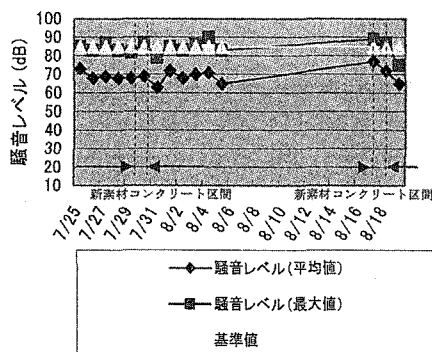


図-3 ホーム部におけるシールド機掘進時期と騒音レベルの関係



図-4 新素材コンクリート部材切削片

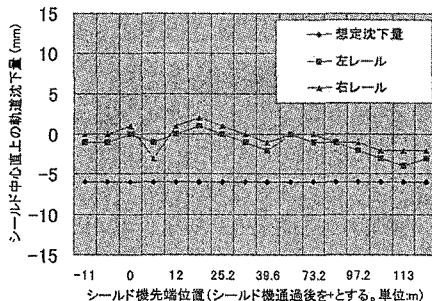


図-5 線路下横断区間開始位置付近のシールド機先端と軌道変位の関係