

大断面矩形シールドの掘進実績と評価

京都市交通局

岡崎 弘

鹿島・奥村・大豊・吉村・岡野特定共同企業体

正会員 菅 一也

同上

正会員

溝田正志

古賀亮一

杉山弘士

1. はじめに

京都市における高速鉄道東西線（六地蔵北工区）では、世界初となる複線大断面矩形シールド工法が採用された。特徴は、断面の規模が過去最大であることと、扁平率（短径／長径）が2／3であり最も扁平な部類に入ることである。さらに、全線砂礫地盤中を760m掘進すること、中柱の無い渡り線部と中柱の有る一般線路部の構造の異なる覆工が連続することも大きな特徴である。シールドは2002年2月19日から掘進を開始し、同年11月28日に到達した。本報文では施工の実績を要約すると共に、その評価結果を報告する。

2. 工事の概要

工事区間の土質は、地表から埋土層、沖積粘性土層、N値10～30程度の沖積の砂礫層、それ以深はN値20～50の洪積の砂礫層である。シールドトンネルは土被り8.2～14.4mで沖積砂礫層～洪積砂礫層中に位置する。地下水位はGL-3.0～-6.0mに分布する。シールド工法は泥土圧式で、掘削機構には揺動カタ方式¹⁾を採用した。覆工構造は、渡り線部（一層一径間）に桁高500mmのサンドイッチ型合成セグメントを、一般線路部（一層二径間）に桁高350mmのダクタイル（DC）セグメントを採用¹⁾した。

3. 施工実績

3.1. シールド掘進実績

掘進実績を図-1に示す。初期掘進区間（合成セグメント）で1.72リング／稼動日、本掘進区間（DCセグメント）で4.26リング／稼動日となった。本掘進区間での実掘削時間は50～70分、セグメント組立時間は60～80分であった。土圧をやや高めで維持したこと、基地面積が1,100m²でありこの規模にしては狭小で、残土搬出や資機材搬入に制約を受けた結果、日進5リング（6.0m）が上限であった。

3.2. 切羽土圧管理実績

切羽土圧の管理は、チャンバ内6箇所に装備した土圧計の上部1～2箇所を使用して行った。管理値は、上限を水圧+主働土圧+変動幅（50kPa）、下限を水圧以上とした。実績を図-1に示す。オーバカット伸縮に伴うチャンバ容積変動の影響を土圧変動抑制装置²⁾にて緩和させた結果、変動幅は±20kPa以内に納まり、同装置の効果が確認できた。

3.3. 加泥実績

加泥材は、カタへの負荷軽減も考慮しプラグ系の注入材「アルカゲル」を使用した。排土性状は地山の影響を受けたもののスランプ2～11cmと比較的安定していた。排土性状は地山の影響を受けたもののスラン

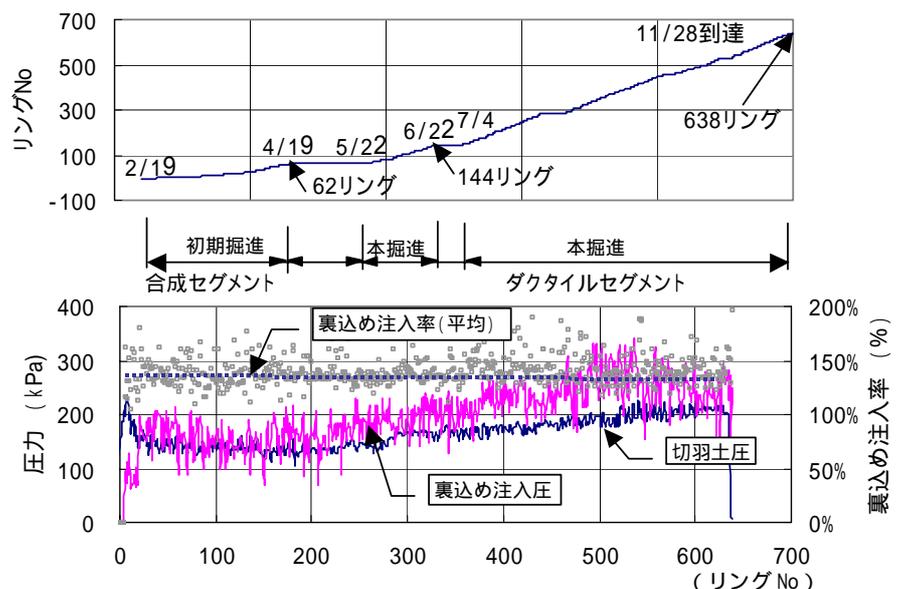


図-1 シールドの掘進実績

プ 2~11 cm と比較的安定していた。カッタートルクは装備トルクの 80% 以内に納まったことと、到達後の切羽内への土砂の付着が少なかったことから、加泥による攪拌混練効果は所期の性能を発揮していたと考えられる。

3.4. 裏込め注入実績

裏込め注入では、圧力と充填量の管理を行った。合成セグメント区間では圧の残留が覆工に及ぼす影響を考え、注入圧の上限を全土圧+50kPa、下限を水圧以上に、DC 区間では上限を全土圧+100kPa とした。実績の注入率は、140% であり想定値を 10% 程度上回った（図 - 1）。

3.5. 覆工の変形

合成セグメントの変形は上下が-26mm、左右は若干広がる。DC セグメントは中柱と側壁との中央付近で上下が-10mm、左右は-3mm で予測値に近い値を示した（図 - 2）。また、形状保持が外れた後 3~4 リングで収束し、以後の変形は認められなかった。

3.6. 地盤変状

縦断方向の地盤変状を図 - 3 に示す。シールドセンター上方の地表面部が最も大きく、80 リング付近で 14mm、370 リング付近で 4mm の沈下であった。また、シールド通過時の沈下が全体の 70% を占めており、切羽土圧および裏込め注入による影響は小さかったと考えられる。横断方向の地盤変状を図 - 4 に示す。覆工の直上（道路部分）が一様に沈下し、側方では 5mm 以下と小さい。

4. おわりに

シールドは目標としていた 2002 年 11 月末無事到達した。施工面や地盤変状では円形シールドと大差はなかったが、合成セグメントの変形や土圧分布については矩形特有の現象³⁾が確認されている。本報文に引き続き、覆工への作用土圧と部材力との相関、覆工の相違に拠る周辺地盤への影響について報告する。

本研究は、京都市交通局建設技術委員会、同矩形シールド検討ワーキングのご指導を受けながら京都市、鹿島・奥村・大豊・吉村・岡野 JV、鹿島土木設計本部、中央復建コンサルタンツ、住友金属工業、クボタで実施したものである。

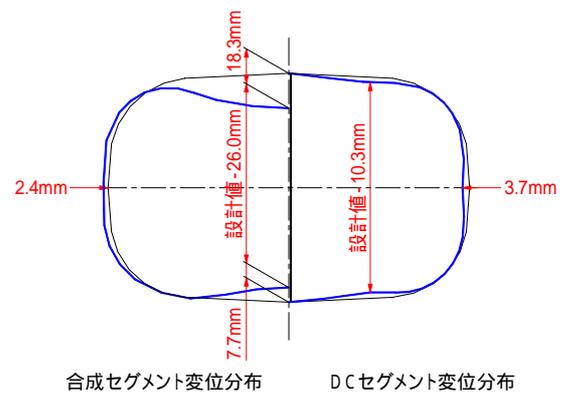


図 - 2 覆工の変形

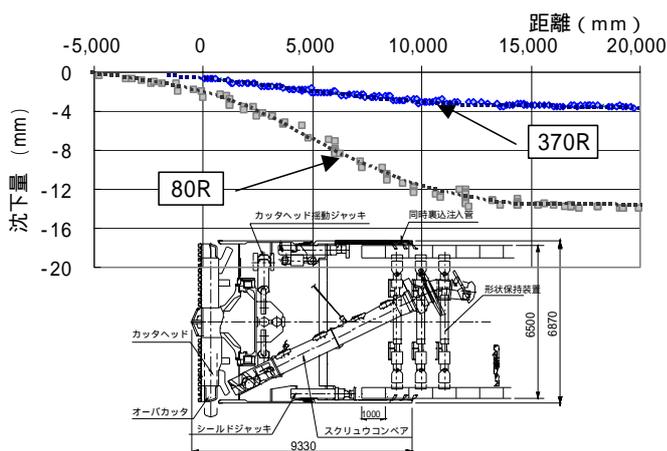


図 - 3 縦断方向の地盤変状（地表）

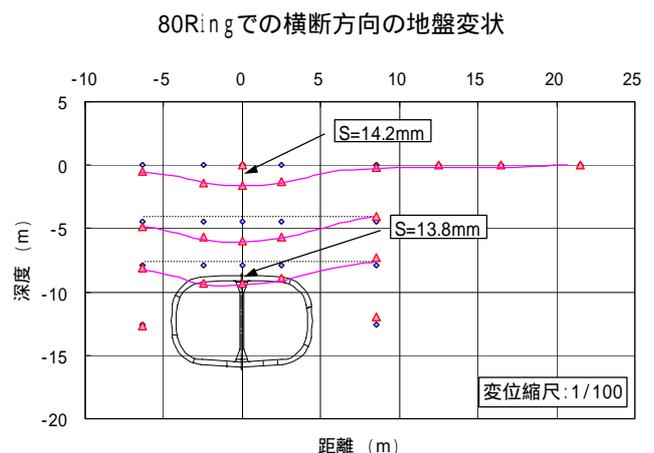


図 - 4 横断方向の地盤変状（80 リング）

参考文献

- 1) 中村浩他：大断面矩形シールドの実用化検討，第 11 回トンネル工学研究発表会，2001.11.29
- 2) 溝田正志他：揺動カッターで掘る地下鉄複線断面矩形シールドの計画と実績，土木建設技術シンポジウム 2003，2003.7
- 3) 久保田敏和他：大断面矩形トンネルのセグメントに作用する土圧の実測結果について，第 38 回地盤工学研究発表会