

多連形泥土圧（DOTシールド工法）による曲線（ $R=200\text{m}$ ）施工

名古屋市交通局技術本部建設部 工事課長： 河村 忠
 清水建設㈱：正会員 尾畑 喜代和
 西川 泰 司
 高木 律

1. はじめに

名古屋市では、従来放射方向の路線を中心に地下鉄の整備を進めてきた。

現在、建設を進めている地下鉄4号線は、営業中の路線と一体となって効率的で質の高い環状線をめざすものである。今回の4号線では、複心円土圧式（気泡）シールド工法が7工区に採用された。以下に当工区での急曲線（ $R=200\text{m}$ ）施工事例についてその概要を報告する。

2. 工事概要

工事名：高速度鉄道第4号線名古屋大学南工区土木工事

施工場所：名古屋市千種区高峯町2番～昭和区山手通3丁目地内

工期：平成11年2月10日～平成14年6月9日

工事内容：複心円土圧式（気泡）シールド工法「DOT工法」、 $\Phi 6,520\text{mm} \times 11,120\text{mm}$ 、掘削延長876.5m、最小曲線半径200m、最大縦断勾配+31‰、セグメント仕上り内径： $\Phi 5,700\text{mm} \times 10,300\text{mm}$ （セグメント厚300mm）、コンクリートセグメント567リング、ダクタイルセグメント184リング。コンクリートセグメント部二次覆工省略。

本工事は、名古屋市高速度鉄道第4号線のうち、ずい道構造物延長876.5mをDOT工法にて新設するものである。当工事の特徴としては、1.土被りが発進部で21.3m、中間部で31.1m、到達部11.5m。

2.通過部の地山は発進より2/3がシルト混じり粗砂N値30程度、1/3がN値50以上の砂礫層で礫質はチャートを主体に花崗岩質のくさり礫を含む。3.発進してすぐ民地下（縦断方向延長約90m区間マンションに近接）を通る。4.到達部付近では半径200mの急曲線施工により中部電力洞道下（最小離隔3.8m）を通過し、曲線到達すること等が挙げられる。

3. DOTシールド機の特徴

当DOTシールド機（写真-1）の大きな装備特徴は次のとおりである。

- ①気泡工法を用いた複心円土圧式シールド。
- ②中折れ装置装備。（中折れ角度 1.3° ）
- ③姿勢制御用装置としてローリング修正装置、可動ソリ装置、余掘装置装備。
- ④柱セグメント組立専用門型エレクター装備。（図-1）
- ⑤チャート礫掘削対策用としてカッタビット高低差配置、シエルビット（先行切削）の効率的な配置。

4. 掘進管理計画

急曲線掘進管理計画は、次のとおりとした。

キーワード：多連型シールド，DOT，姿勢制御，曲線施工

連絡先：〒460-8580 名古屋市中区錦1丁目3-7 TEL 052-211-6936 FAX 052-201-7635

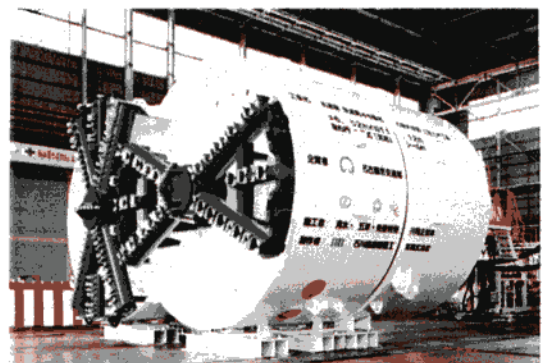


写真-1 複心円土圧式（気泡）シールド機

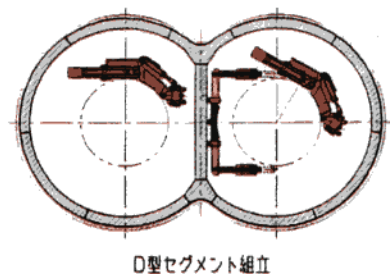


図-1 柱組立専用門型エレクター

- ① セグメント組立 : 異型セグメントと普通セグメント割合 $T : S = 3 : 1$ 、テーパー量76mm（両テーパー）、セグメント幅=1.0m。
- ② マシン数値 : 中折角: $0^{\circ} \sim 1.3^{\circ}$ (Max)、余掘量: 0~24mm、切羽土圧: 0.20~0.25Mpa、ジャッキスピード: 25~30mm/min、ジャッキ総推力: 68,646 kN、カットトルク: 4,892 kN・m（常用）「トルク係数=1.8」。
- ③ 水平・垂直偏差 : ± 50 mm（一次管理値 ± 25 mm、二次管理値 ± 40 mm）。

5. 施工実績

(1) 掘進準備

曲線施工に当り大きくは次の準備工を実施した。

- ① テールシールの保護の為、充填材の自動注入再チェック。
- ② 同時裏込注入の管洗浄（上下かもめ部）。
- ③ シールド機本体と後続台車のけん引装置ストローク調整。
- ④ スクリュコンベアの稼動部スライド調整。

(2) 掘進実績

実績数値は次のとおりである。

異型セグメントの割合 $T : S = 3 : 1$ 、テーパー量76mm

（両テーパー）。マシン計測数値: 中折角: $0^{\circ} \sim 1.15^{\circ}$ 、余掘量: 0~100mm、切羽土圧: 0.20~0.25Mpa、ジャッキスピード: 25~30mm/min、ジャッキ推力: 33,000~38,000（設計の約50%）kN、カットトルク: 2,500~3,500（設計の約60%）kN・m、ローリング: $-0.1 \sim +0.18^{\circ}$ （左~右下がり）。

- ① 線形管理 : 水平偏差は緩和曲線部ではマシン先端が設計ラインにのせるよう線形管理した。単曲線部ではマシン先端が設計ラインより曲りたい方向の内側（-）25mm狙いでシールド機の方管理を実施した。測量は昼勤、夜勤と交互に#1、#2のマシン・セグメント測量を行い比較し、マシン先端の方向及び水平・垂直偏差を管理した。掘進での中折れ角度と余掘量は概ね計画どおりに推移し、最大中折れ角度は 1.15° であった。最大余掘量は100mmであったが、これはローリング修正も併せて行った数値であり、曲線施工での必要余掘量は最大50mm程度であったと考える。

この結果、水平・垂直偏差は二次管理値以内にておさめることができた。

- ② 姿勢制御 : ジャッキストローク管理は基本的には単円形シールドに関する延長線上の技術で十分対応できるものであり、使用ジャッキは必要に応じて選択した。また、DOTシールドではローリングの管理が一番重要な課題であり一次管理値 $\pm 0.1^{\circ}$ 、二次管理値 $\pm 0.2^{\circ}$ で管理した。

曲線施工でのローリングは左曲線に沿って左下がり（-）側に進む傾向にあり、これを防止する目的で右下がり（+）側にて管理した。ローリング管理対は、ローリング修正装置（ジャッキ）、可動ソリ装置、余掘装置を採用したが、一番大きく効果を得たのはコピーでの余掘りにジャッキパターンを点対称で使用することであったと考える。ヨーイング、ピッチング対策には、天端部4本、

左側4~6本抜きでのジャッキパターン選択が多かった。また、ヨーイング・ローリング・ピッチングの3項目を同時に管理することには無理があり、各々を個別に重要性の高い項目から順序よく修正管理した。

- ③ 柱セグメント組立 : 柱セグメント組立時、柱セグメント組立専用門型エレクターの採用により、上下かもめセグメントとの干渉も無くまた、セグメント端部の欠け剥離発生も無い組立精度の高い一次覆工ができた。

6. おわりに

施工にあたっては、姿勢制御方法、セグメント組立時の品質確保など幾つかの困難を要した。これらを克服し、DOT（気泡）シールド工法での初めての急曲線(写真-3)施工到達は、ローリング姿勢制御を含め精度良く到達させることができた。最後に、今回の実績を踏まえ今後のDOTシールドの施工に反映したいと考える。



写真-2 柱セグメント組立状況



写真-3 曲線R=200m部施工全景