

異形断面シールド工法

大成建設名古屋支店 正会員 押谷則夫

同 上

秋田政彦

同 上

井桜潤示

1. はじめに

従来、既設構造物が輻輳する場所をシールドが通過する場合、支障物を避け占用可能な位置に収めるために、深層化や路線の変更を迫られるケースが多く見られた。平成6年度302号小田井山田共同溝工事で採用された異形断面シールド工法は、これらの問題に対して建設省土木研究所、先端建設技術センター及び民間7社で共同開発された工法で、非円形シールドを可能とした。本工事ではトンネル占用幅の制約から、小判形に似た縦長断面での施工とした。本文では、本掘進以降の施工結果について報告する。

2. 施工結果

本掘進以降の掘進の平均実績を表-1に示す。なお、掘進実績ではリング No. 133~140, No. 149~155 及び到達付近にかけての特異値を示したが、これはシールド機改造、支障物撤去、地盤改良の影響によるものと考えられる。

(1) ジャッキ速度・推力・カッタトルク

図-1にジャッキ速度、シールド推力、カッタトルクの推移を示す。

シールド機改造後はジャッキ速度を徐々に上げ、No. 240 リング以降は25mm/minを維持した。

シールド推力は事前の推定値と同じレベルで、目標とした20,000kN以内をほぼ満足できた。

カッタトルクについては、平均値が推定の45%、最大値は装備能力の約75%であり、スイングカッタを張り出すたびに1,000~1,500kN・mの上下動を示した。

(2) スイングカッタ軌跡制御

図-2にスイングカッタの目標軌跡に対する偏差量を示す。シールド機改造直後は軌跡が一定せず、とくに No. 152~162 リングにかけては最大100mmを超す軌跡誤差もみられた。現象としては、伸び不足がスイングカッタを急速に張り出すコーナー部で、縮み不足は張り出し量が0となるスプリングラインで発生した。そこで、スイングジャッキの制御系統を再調整するとともに、カッタ先端の軌跡をより滑らかにした修正掘削パターンを導入したところ、伸び不足が最大15mm程度に低減され、大きな誤差は解消された。

表-1 掘進性能

項目	単位	管理・目標値	平均実績	概 要
掘進速度	mm/min	30	24.3	
推 力	kN	20,000	12,850 (最大: 23,600)	→推定値の109% →装備推力の48%
カッタトルク	kN・m	3,000~4,200	1,650 (最大: 3,530)	→推定値の45% →装備トルクの76% トルク係数: 0.44 (等積円換算)
ローリング	度	±0.3	-0.12~+0.15	
スイング軌跡誤差	mm	±10	-27~+39	標準偏差: 11~16
土 圧	MPa	0.12~0.15	0.12~0.15	
排 土 率	%	105~110	108	
裏 込 め 注 入 率	%	130	141	

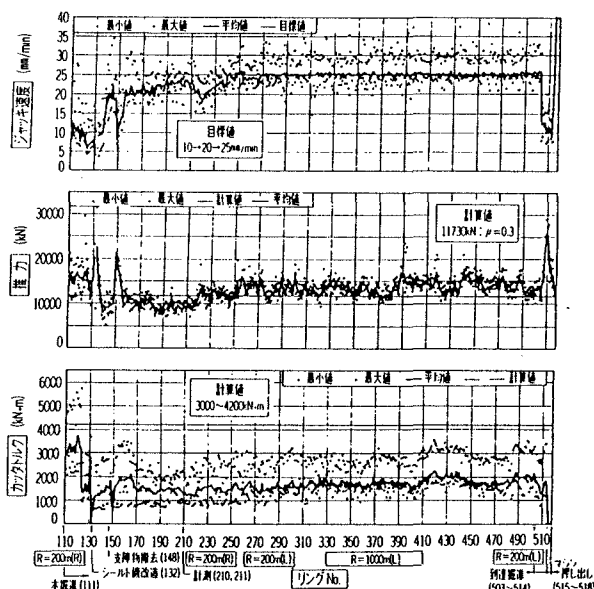


図-1 ジャッキ速度・推力・カッタトルク

また、曲線区間では、余堀り側での収束誤差を緩和したため誤差量が多少大きくなったが、実用上は問題ない範囲であった。

(3) ローリング

図-3 にシールド機のローリングデータを示す。

当初、施工性、最終出来形を考慮して ± 0.3 度の管理値を設定したが、実施工では ± 0.15 度以下となった。1 リング間の変動は、直線区間で ± 0.05 度程度、曲線区間では ± 0.1 度を越す場合もあった。

No.240 リング付近までは、カット回転方向(回転反力)による修正で制御可能であったが、それ以降は右方向(+方向)へ傾きやすくなり、シールド偏向ジャッキ、可動ソリなどを併用した。しかし、これらの効果はローリングの進行を防ぎ止めるまでであり、修正はあくまでカット回転反力に依るところが大きかった。

(4) 土圧・排土率・裏込め注入率

図-4 に切羽土圧、排土率および裏込め注入率の推移を示す。

管理土圧はシールド停止時の土水圧(p)を基準に、排土状況、排土率を考慮して「 $p+0.04$ MPa」に設定した。掘進中はおおむねこの範囲を維持したが、スイングカットが通過するたびに0.02MPaの上下動を、また掘進停止中に多少の変動を許す結果となった。

掘削土砂はスランプ20~23cmを目安とし、気泡材を23~25%、加泥材を4~5%注入した。

排土率については、掘削土砂の中に5~6%程度の気泡が残留していたため105~110%での管理となった。

裏込め注入は、周辺への影響を最小限とするためシールド機からの同時注入を基本に計画した。しかしセグメントのローリングに対して、セグメントの裏込め注入位置からの注入によって修正するしか方法がなく、このためセグメントグラウトホールからの同時注入を多用する結果となった。

3. おわりに

平成6年度小田井山田共同溝工事(掘削延長 $L=524$ m)の施工により、異形断面シールド技術は実証されたと見える。

現在、異形断面シールド工法による延伸工事(掘削延長 $L=972$ m)に着手しており、今後の掘進から得られる結果については、機会をみて報告をしたいと考えている。

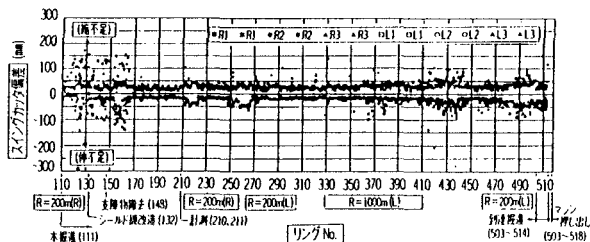


図-2 スイングカットの軌跡偏差

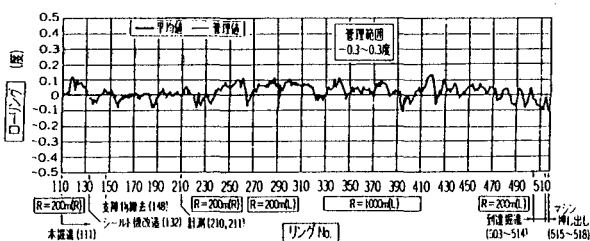


図-3 シールド機ローリングデータ

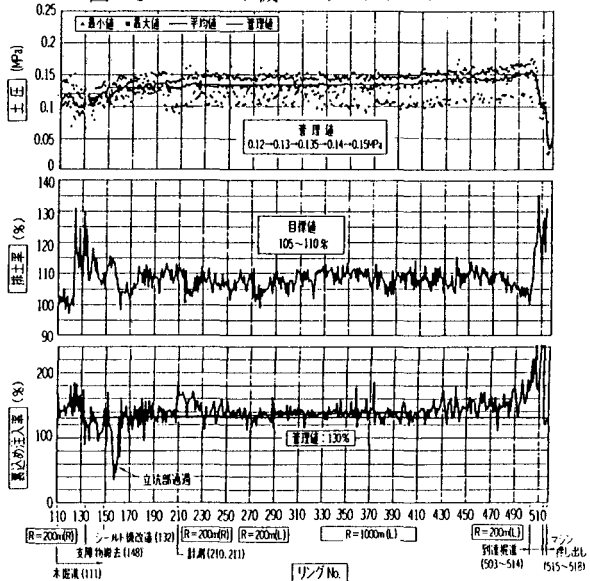


図-4 土圧・排土率・裏込め注入率