

(Ⅵ－29) 全自動現場打ちシールド工法の曲線施工性について

NTTアクセス網研究所 正会員 大竹 昌志
 同 上 ○正会員 桜田 孝喜
 株式会社 協和エクシオ 渡辺 孝男

1. はじめに

トンネル内径1.0m前後の小口径トンネルの建設は、作業従事者の入坑そのものが困難であるにも係わらず自動化を実現するためのマシン内空間が確保できないことから、シールド工法としての技術は、ほとんど確立されていない。そのため、ヒューム管推進工法が頻繁に使われてきたが、この工法は、元押し工法であるため推進距離に制約を受けてきた。そこで、NTTではセグメント組み立てに代わり、覆工材として早期強度が得られ、水中施工も可能なレジンモルタルを用いた、小断面シールド現場打ち自動ライニング工法「エースモール1200-M2工法」を開発した。本工法は、トンネル掘進から本体構築までを自動化し、小口径の長距離トンネルをワンマンコントロールで施工可能なシステムである。

本工法を用いて長距離曲線施工を行ったところ、施工精度は、計画線に対し最大蛇行量±35mm（管理基準値±50mm）と良好であり、また、ライニングの成形性は、仕上がり内径、覆工厚ともに管理基準値を十分に満足し、仕上がり面も良好であった。内径1.0m前後の小口径トンネルで、1km程度の長距離曲線施工が可能な全自動トンネル築造技術が確立できたと考える。

2. システム概要

本システムのシールドマシンは、図－1に示すとおり掘削部(E)、制御部(C)、動力部(P)、ライニング部(L)の4箇に分割されており、外径

1.5m、全長12mの長尺マシンである。この4分割されたシールドマシンには、掘削時に使用するシールドジャッキが掘削部に、推進ジャッキがライニング部に装備されており、これらを交互に作用させる複推進方式を採用している。

また、本工法はレジンモルタルの現場打設方式であり、各リング間の継手は、レジンモルタルの特徴である樹脂の接着力により必要強度を得ている。

3. 本マシンの曲線施工性

本マシンは、表－1に示すとおりR=80mに対応可能なように設計しており、内径1.2m程度のヒューム管推進工法に比べ急曲線施工が可能であり、また曲線の有無が推進長に影響を及ぼさない点においても優れている。

表－1 曲線施工性

	余掘り量	中折れ角			外型枠たわみ量
		E－C間	C－P間	P－L間	
R=80m所要値	17.1mm	2.35°	2.34°	2.29°	0.7mm
マシン能力	70.0mm	3.10°	3.00°	3.00°	2.0mm

しかし、長距離曲線施工を実施した結果、最も曲率半径の小さい急曲線区間の一部において、カーブ内側に若干のヘアクラックが発生した。ここでは、その原因をシールドマシンの挙動に着目し、影響解析を行った結果について報告する。

3.1 曲線区間におけるマシンの挙動

(1) 各筒間の掘進前後の折れ角の変動

R=100m区間の掘進データより、各筒間の折れ角の変動（掘進前後）および、掘削部ヨーイング角について、理論値との比較を図-2に示す。

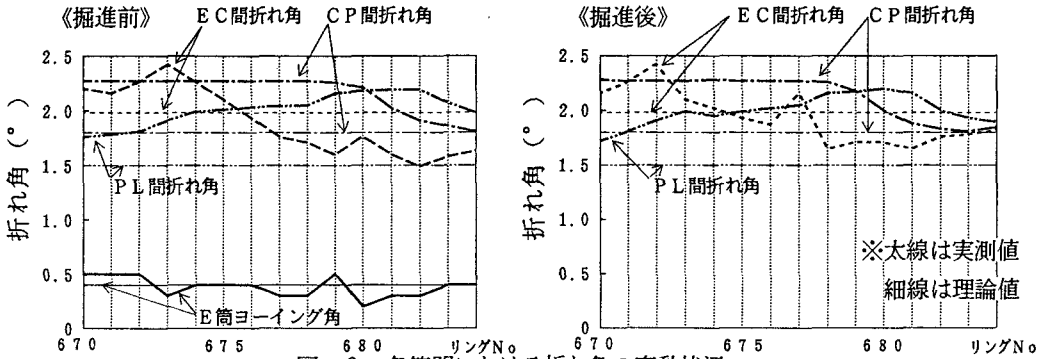


図-2 各筒間における折れ角の変動状況

各筒間の折れ角は計画線形に対し近い値を示しているものの、全般に計画線形以上の折れ角になることまた、掘進前後においても同様の傾向を示すことが判った。

(2) 掘進前後のマシン各筒の姿勢

掘進前後のマシン各筒の姿勢を図-3に示す。曲線区間では、1リング分シールドマシンが掘進することで、L筒後部で、8.3mm曲線外側に移動することが判った。従って、推進前のL筒内で打設されたライニングは、1リング分マシンが前進することにより、L筒がライニングを曲線外側方向に押しつけていることになる。

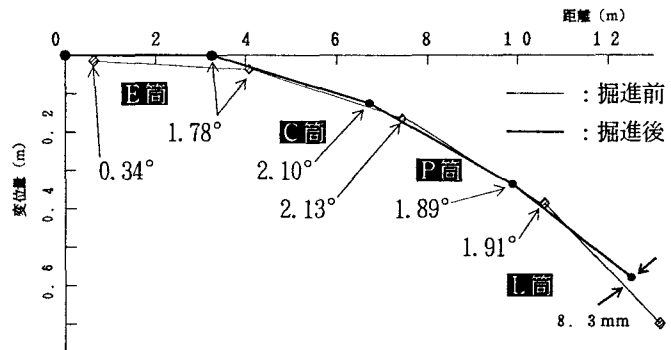


図-3 掘進前後のマシン姿勢

3.2 ライニングに与える影響の推定と対策案の検討

各筒の折れ角は計画線形に近い値を示しているものの、計画線形以上の折れ角となっていること、また1リング推進することで8.3mm曲線外側に移動することより、ライニング打ち継目にヘアクラックが発生したと推定される。この現象は、4筒からなるマシンの動きを制御できていないため発生するものと考えられる。しかし、掘進時の土質、オペレータのジャッキ制御方法等の条件によりマシンの挙動はその都度異なる。従って、長尺マシンの急曲線区間の挙動をさらに正確に把握することが必要であり、その結果に基づき、マシン各筒間の折れ角調整ジャッキの設置及び制御等の対策が必要と考えられる。

4. おわりに

4つの筒から構成される長尺マシンの曲線施工性は、R=80m対応の能力を有するものの、現場の土質その時の運転状況等の影響により常に良好な状態にあるとは言えない。NTTでは、この長尺マシンの曲線施工性をさらに向上させ、現場打ちの特徴を十分活かし、一様なライニングを常に構築可能なよう、今後も開発を進めていく予定である。

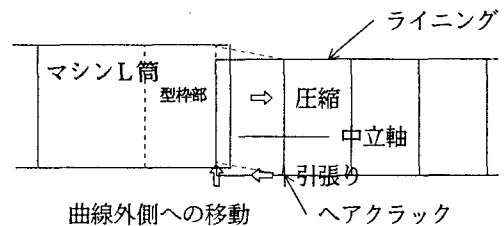


図-4 ライニングへ与える影響