

III-397 自動現場ライニング工法による小断面シールドトンネルの施工

NTT関東設備建設総合センタ土木部 ○正会員 豊川一男
 NTT筑波技術開発センタ土木技術部門 正会員 近藤章司
 日本通信建設株式会社 土木本部 斎藤達夫

1. はじめに

近年、交通量の増大及び都市機能の高度化に伴い、一般公道下の地下設備は、開削工法による施工が増々困難になってきている。そこでNTTでは、昭和50年からライニング材として早強性レジンモルタルを現場打設し、これを反力壁としてシールド機械を推進させる自動現場ライニング工法（以下M-2工法と略す）の開発を進めてきた。開発にあたっては、ライニング材料の基礎検討から始め、モデル実験、二度に亘る試験工事を社内にて実施し、長距離・曲線施工の安全性、信頼性、施工性等の実用性が確認できたため、栃木県小山市の市街地において本工法を用いた小断面シールドトンネルを施工し、今春掘進を完了した。

以下に本工法の概要及び現場における施工結果について紹介する。

2. システムの概要

M-2システムの構成は、掘削部、制御部、パワーユニット部、ライニング部からなるシールド機、掘削土及びライニング材料を運搬する坑内運搬車、システムを集中制御する集中制御装置及び操作卓、レジンモルタルを練る材料プラントで構成されている。図-1にシステム概要を示す。

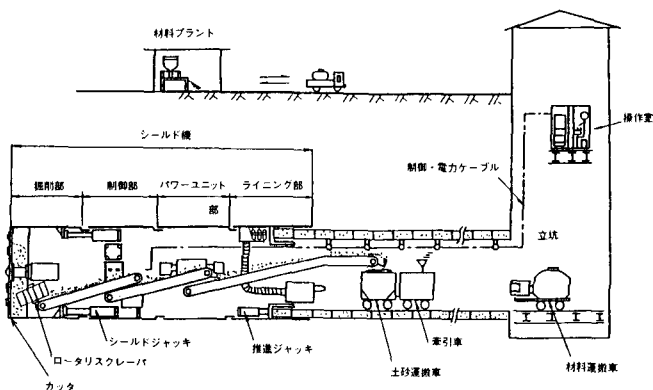


図-1 M-2工法のシステム概要図

3. 施工概要

M-2工法を初めて導入する現場は小山市中心街の家屋密集地であり、旧国道4号線沿いの交通量の多い地域である。

3.1 工事概要

- (1) 工事名 昭和60年度小山局管路新設工事
- (2) 工事場所 栃木県小山市城山町2丁目地先
- (3) 工期 自昭和60年3月19日
至昭和61年4月15日
- (4) ライニング内法 1200mm（壁厚100mm）
- (5) 掘進長 170m
- (6) 曲線半径 200m
- (7) 土被り 発進G.L.-3.8m 到達G.L.-2.5m 勾配 1%

図-2に現場の概要図を示す。

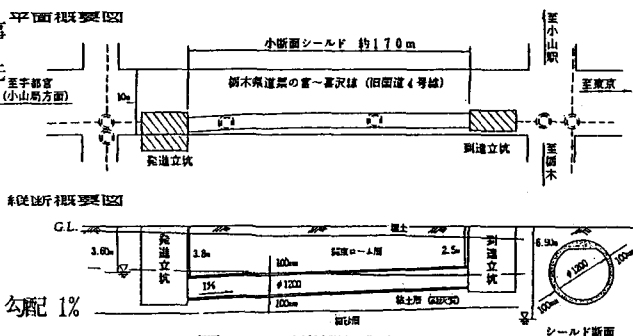


図-2 現場概要図

3.2 土質概要

本現場の土質は、栃木県中部から南部にかけて細長く分布する宝木台地に該当し、地表面付近は火山灰起源の多孔質な関東ローム（鹿沼土）が分布しており、地盤沈下防止を特に配慮する必要がある。

3.3 施工結果

施工結果は、以下に示すとおりである。

(1) 自動掘削・方向制御

掘削に伴う地盤沈下は認められず、到達精度は水平方向右10mm、鉛直方向下80mmであり、目標精度 $\pm 200\text{mm}$ 以内を十分満足した。また、曲線部におけるジャッキの自動選択制御も良好に、機能し、平面半径200mを難なく施工した（図-3）。

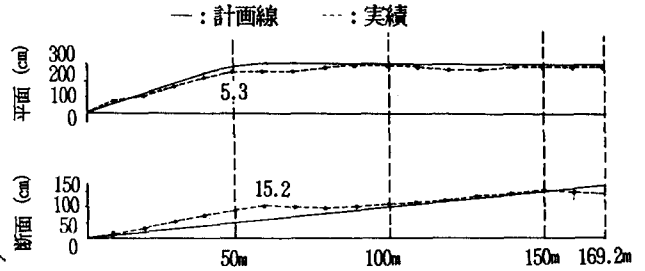


図-3 掘進軌跡

(2) 自動ライニング

ライニングの主工程である材料運搬車の連結、材料の送受制御、レジンモルタルと硬化液との混合比はコンピュータ制御による完全自動化が可能である。ライニングの成形性は、壁厚 $100\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 以内を確保し、仕上がりがり面も良好であった。現場打設したライニングをコア抜きし、強度試験を実施した結果、打設後二週間の平均一軸圧縮強度は $950\text{kg}/\text{cm}^2$ 、平均曲げ引張強度は $290\text{kg}/\text{cm}^2$ （所要曲げ強度 $150\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上）と試験工事結果と同等な結果であった。

（図-4）。ライニングクラウン部の厚みは、完全充填時 14.5cm に対し平均 13.4cm であった。強度的には十分であるものの、今後更に充填検知精度を上げ充填度を高める必要がある。

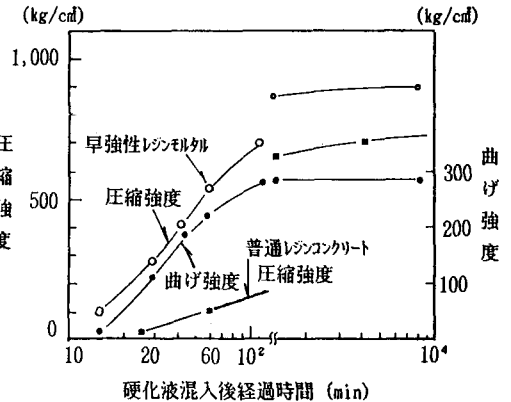


図-4 レジンモルタルの強度特性

(3) 裏込め注入

裏込め注入方式は、マシンの推進と同時に裏込めホースをトンネル内に繰り出し、同時注入が可能な立坑圧送方式とした。裏込め材は自硬性がなく且つ急結性の材料を選定した。注入の管理は、先端圧 $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 、注入量120%を上限とした定圧、定量管理で実施した。その結果、実注入量は110~120%となり、地盤沈下は初期推進区間においてトンネル中心線で3~5mm程度認められたものの、その他の区間での沈下は認められなかった。

(4) 耐震対策

本工事のトンネル土被りは、GL-2.5~3.8mと浅く、地震時の表面波の影響を受けやすいため、伸縮継手を約50mおきに設置し柔構造とした（図-5）。

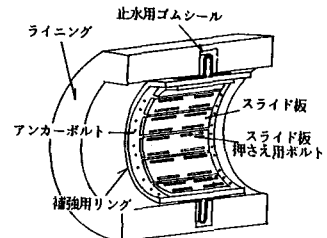


図-5 伸縮継手リング

4. おわりに

M-2工法は、土木分野のみならず機械、電気さらには化学の各技術の複合化により、高度にメカトロニクス化されており、また、高価なレジン材料を使用しているため、従来の工法と比較して若干割高になっている。また、自動化を目指したが故にシステムが複雑化し、このためトラブルも幾度か発生した。今後は、さらに施工能率の向上、信頼性の向上、低廉なライニング材料の開発、システムの簡素化を図っていく必要があるが、本工法はトンネル工事のメカトロ化の一つの形を実現したものであり、今後の小口径トンネル工事の効率化及び安全性に十分貢献していく技術であると確信する。