

VI-16 レジンモルタル自動覆工の小断面シールド

N T T 東京支社 正会員 竹 本 厚 正
 N T T 東京支社 鈴木 修 一
 N T T 筑波センタ 正会員 松 崎 和 美

1. は じ め に

NTTでは、小口径管（内径1200mm）の非開削工法として、長距離曲線施工を実現させるため、昭和53年から自動現場打設ライニング方式（以下M-2工法と略す）の開発を進め、昭和61年に栃木県小山市の公道下において施工を行い、この結果を踏まえ、適用土質の拡大および施工能率の向上を図るため、掘削、ライニング、システムの改善を行い、今回、東京都庁の移転が予定されている新宿副都心（新宿区西新宿）で施工を完了した。以下に、本工事における主にライニング打設の施工結果について紹介する。

2. ライニング打設機構の概要

ライニングシステムの概要は図-1のとおりである。

打設制御で最も重要な制御は、レジンモルタルに硬化液を必要量混合させることである。硬化液制御のアルゴリズムは図-2に示すとおり一定時間内に打設されたレジン重量を坑内運搬車から光ネットワークを通して、マシン側シーケンサに送信し、マシン側シーケンサで硬化液量を調整して混入させる。また、打設量の管理方法は図-3に示すとおりライニング打設口付近に比抵抗センサと温度センサを取付け、レジンモルタルの打設レベルを検知することにより行う。

3. 小山市工事から今回への主なライニング機構改良点

表-1 ライニング改良点

目 的	小山市工事問題点	新宿区工事改良点
ライニングの成形性向上	・センサ取付位置低い ・抵抗センサ精度が悪く打設量不安定	・最上部に設置 ・地下水との制御抵抗値 300KΩ→30 KΩ
日進長の向上	・一打設長50cmは口進長に限界 ・内型枠からレジン漏れ	・一打設長70cm ・レジン漏れ防止ゴムの設置により弾性を期待

4. ライニング打設の評価・検討

4-1 ライニングの成形性及び強度

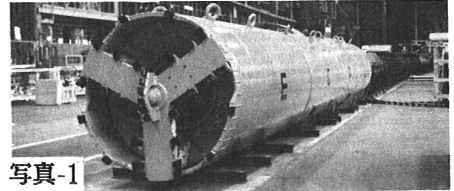


写真-1

シールド機全景（E：掘削、C：制御部、P：パワーユニット部、L：ライニング部）

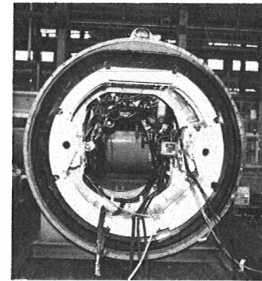


写真-2 ライニング部背面

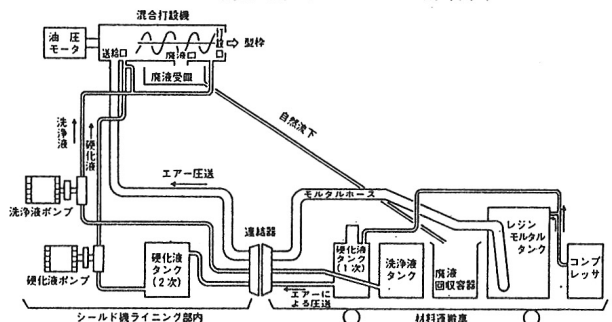


図-1 ライニングシステム概要

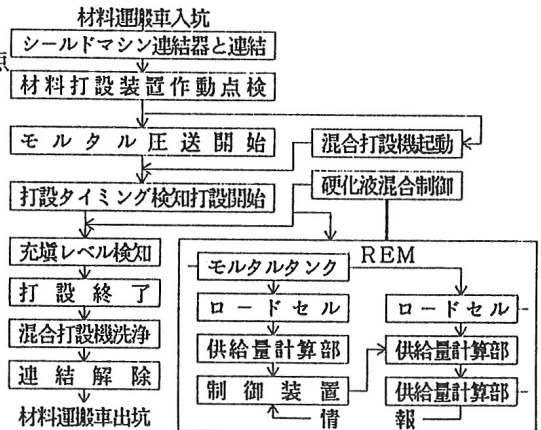


図-2 制御アルゴリズム

ライニング出来高の測定は、非破壊で行い図-4の結果が得られ、平均出来高は13.5cmで、リング強度に要求される必要厚は確保されていた。比抵抗センサは安定した動きを示し、制御抵抗値は30 k Ω で地下水との差異を確認できることが明らかとなった。

ライニング強度は、調整打設リングを用い強度試験をした。結果は表-2のとおり、圧縮曲げ・引張強度とも十分満足できる値を得た。また、リング破壊荷重は平均19.4tf/mであり、下水道推進工法用鉄筋コンクリート管一種の破壊荷重のほぼ2倍であった。

表-2 ライニング強度試験結果

圧縮強度	曲げ強度	引張強度
$\sigma_s = 1080.2 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_b = 425.5 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_t = 169.4 \text{ Kg/cm}^2$

4-2 日進長の向上（打設長）

打設長を50cmから70cmに変更しても、型枠内での材料の流動性及び打設能率には問題がなく、日進長の向上が明らかとなった。しかし、カーブ施工時の内型枠からのレジン漏れについては十分な効果が得られず、現在、既設ライニングに各型枠がフレキシブルに密着する型枠構造の検討を進めている。

4-3 打設制御

①混合制御

レジンモルタルに対する硬化液の混合比制御は、混合比が2.5 ～3.5PHRの範囲で行っている。図-6にレジンモルタル送給量と混合比の追従性を示す。全体的に混合制御は良好であるが、打設開始から4～5スポットは十分な制御が行われていない。原因は、材料の流動性が不安定なこと、材料運搬車の計量機構が不安定なためであり、現在改良を進めている。

（PHR：レジンモルタル内樹脂重量に対する硬化液重量百分率を示し、3 PHR が標準値）

②材料特性

材料フロー値と温度の相関関係は図-7に示すとおり、ある程度関係はみられるが、ばらつきが大きい。ため、打設精度向上のためにもフロー値管理は重要な要因となるため、今後温度以外の因子を調査し品質向上を図る必要がある。

5. まとめ

最近のシールド工法は、小断面化の傾向がみられ、狭隘な坑内での作業の安全性と効率化が課題となっているなか、本工法は時代にマッチした工法といえる。こうしたなかで、今後、本現場での課題となった内型枠の機能等を向上させ、更にM2の高機能化を進める必要がある。

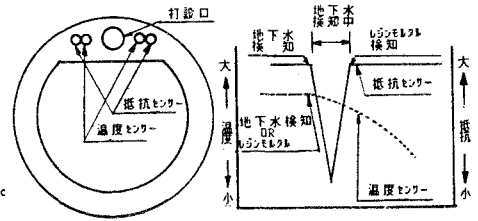


図-3 充填検知方式

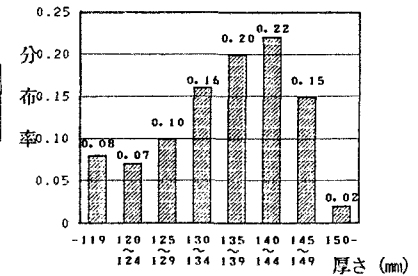


図-4 ライニング出来高分布図

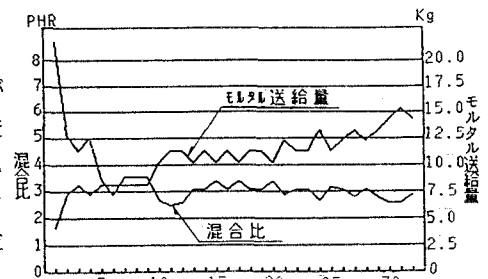


図-5 20秒間隔のモルタル送給量と混合比

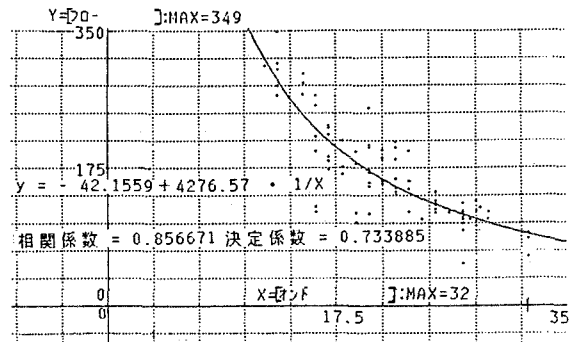


図-7 材料フロー値と材料温度との相関図