

III-203 早強性レジンモルタルを用いたトンネルライニアの地下打設実験結果

電電公社 正員 野 尻 吉 彦
 “ 正員 鶴 田 秀 典
 “ 正員 中 山 知 明

1.はじめに

電電公社では、シールド機に装備した型枠内に早強性レジンモルタルと現場打設しながら、内径 ϕ 1200mmのトンネルを築造する小断面シールド工法の開発を進めている。トンネルライニア材料となるレジンモルタルには、打設約30分後に作用するシールド推力に耐えられる早強性の他、水中・空気中での接着性、及び硬化時の収縮性が要求されるため、装置の検討に加え、材料の検討も合わせて行なってきた。この結果、実機大装置を用いての地上ライニア打設実験において、装置・材料とも実用性についての見通しが得られたので、引き続き一連のシールド機システムを試作し、地下において初めてのレジンモルタル現場打設による推進実験を行なった。本報告は、地下で打設したライニアの成形性・強度等について、調査した結果を記したものである。

2.ライニア打設装置

ライニア現場打設に用いる主な装置は、型枠装置と材料打設装置である。その概要は、図-1に示す通りである。材料打設装置は、立坑からシールド機までレジンモルタルと硬化剤とを運搬するためのタンクを搭載した台車と、両者を混合しこれを型枠装置内に流し込む混合打設機等より成る。一方、型枠装置は、二重円筒型の鉄板より成り、硬化したレジンモルタルとの剥離性を考慮して、内側に収縮可能な構造とするほか、表面にはフッ素樹脂をコーティングした。

3.ライニア材料とその特性

現場打設するレジンモルタルに要求される強度条件は表-1に示す通りである。またこの強度条件及び収縮性等他の条件を満足するように検討して得られたレジンモルタル配合は表-2に示す通りである。硬化剤を除くレジンモルタル材料の配合・混合は、立坑上のミキサーにより行なう。一方、硬化剤の配合・混合は、型枠装置への打設直前に混合打設機内で、速隔自動制御により行なう。このため、地下打設実験に当っては、硬化剤の配合比がレジンモルタルの収縮性・強度・色彩

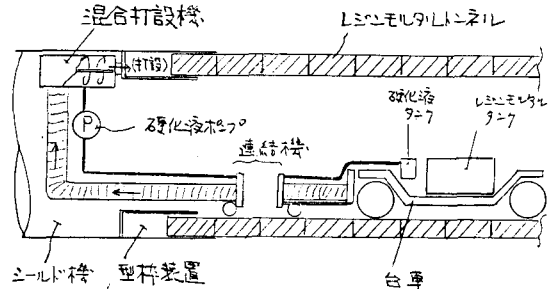


図-1 ライニング打設装置概要図

表-2 早強性レジンモルタル配合表(1リットル分)

種類	材 料	重量(kg)
結 合 材	不飽和ポリエステル樹脂	100
骨 材	シリカ 珪石 砂 炭酸カルシウム	400
石 硬 化 剤	メチルエチルトリニホオキサート	3.0
添 加 剤	硬化促進剤	1.5
	硬化促進補助剤	0.2
	重合禁止剤	0.03~0.05
	分離防止剤	0.5~1.0

表-1 レジンモルタル要求強度

項 目	要 求 強 度 (kg/cm ²)
圧 縮 強 度	打設後 30分 125以上
	" 45分 200以上
接 着 強 度	" 24時間 150以上
ライニング強度	" 45分 75以上
	" 24時間 150以上

に与える影響を調査した。その結果は、図-2に示す通りである。材料の圧縮強度は、硬化剤配合比の多い方が強く現われるが、低収縮性を考慮すると、硬化剤配合比は2~4 Phrの範囲がよい。この場合硬化したレジンモルタルは、白色を呈する。

4. 地下ライニング打設実験結果

現場打設するレジンモルタルは、材料的な特性を考慮して、硬化剤配合比が 3.0 ± 0.5 Phrとなるように制御した。現在までに200リンア（ノリンア50m）の地下打設を行い、約100mのレジンモルタルトンネルを成形した。打設条件は、地下水位以下で約30リンア、地下水位以上で約170リンアとなつた。成形したトンネルライニングについては、内側から観察される成形性及び、表面の色彩、模様と強度との関係を調査した。この結果次の事項が明らかとなった。

- (1) 地下水位以上、以下の打設条件の違いによる成形性の差は見られない。
 - (2) 黒色のライニングの一部には、天端部に軸方向のヘア状のフラックが見られる。これは、打設初期の高濃度の硬化剤を含んだレジンモルタルが一部残留したためである。また黒色、灰色のライニング表面には、縞状模様が見られる。
- 以上のライニング表面の調査結果に基づいて、ライニングの選定も行ない、その天端部から直径 $\phi 5$ cmのコアを採取して、ライニング内部の色彩と圧縮強度の調査を行なった。ライニングの色彩別、模様の有無別のコア圧縮強度を表-3に示す。コア採取調査により、更に次の事項が明らかになった。

- (3) ライニング表面は黒色又は灰色であるが、その内部は白色又はこれに近い色彩を呈しており、ライニング全体としておおよそ低収縮性が確保されているものと考えられる。
- (4) 黒色ライニングの天端に見られたヘア状フラックは、ライニング表面部分に限られたもので、内部にまで広がっていない。
- (5) 採取したコアの圧縮強度は、ライニングの色彩に拘わらず最低で960kgf/cm²、平均で表-3の値を示している。これは、図-2に示す実験室内で作成した直径 $\phi 5$ cm供試体の圧縮強度より大きく、強度的にも満足すべきライニングが成形されているものと考えられる。

5. おわりに

今回の地下ライニング打設実験は、本工法の研究開始以来初めてのものがあり、ライニング表面の色彩や模様の点検検討すべき課題は残されているものの、圧縮強度的には、ほぼ満足すべきものと判断している。今後は、今回の結果を基に装置の改造を行なうとともに、更に長距離の地下ライニング打設実験を実施して、ライニングの強度及び信頼性の調査を行ない、実用性の検討を進めていく予定である。

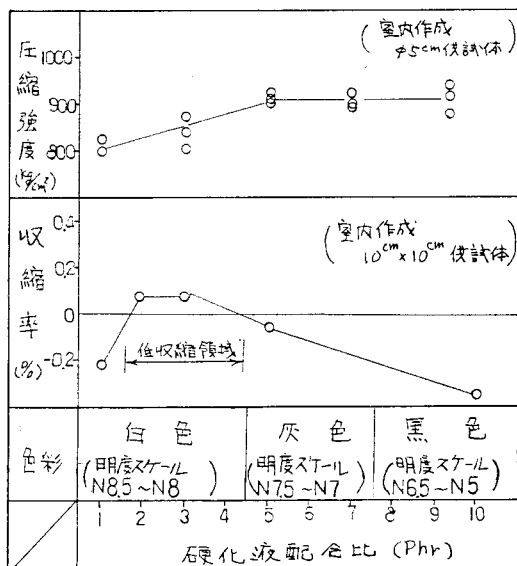


図-2 レジンモルタルに与える硬化剤配合比(Phr)の影響

(Phr; 樹脂に対する重量百分率)

表-3 ライニング色彩別のコア圧縮強度

色 彩	縞状模様	平均圧縮強度(kgf/cm ²)
白 色	無	1171
灰 色	有	1063
	無	1314
黒 色	有	1104
	無	1134