

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 ○町 清二  
〃 東海電気通信局 〃 鈴木 修造

1. はじめに

電電公社では小断面シールド工法におけるトンネルライニング施工法として、レジンモルタルの現場打設を検討中である。レジンモルタルはセメントコンクリートに比べ早期強度が得られるばかりでなく、添加剤の量を変えることにより硬化時間を5〜60分程度の範囲で調整できる利点があり、完全自動化による高速施工を目的とする小断面シールド工法のライニング材として有望である。

今回の実験は、実物大地上実験装置を使ってレジンモルタルの混合打設及び脱型を行い、現場打設における問題点の把握とその対策を検討するために行ったものである。

2. 混合打設及び脱型の方法

地上実験装置は、レジンモルタル(以下モルタル)と硬化液を混合する混合打設機(図-1)及びモルタルを充填し硬化後にこれに反力をして脱型することによりライニングを成型する型枠装置(図-2)とで構成されている。表-1の配合で混合攪拌されたモルタルを混合槽に圧送し、混合スクリューによって硬化液を混合する。スクリューは同時にモルタルを型枠装置へ押し出し約5分間でライニングリング(50cm)を充填する。充填が終了するとモルタル、硬化液の送給を停止し、界面活性剤を溶かした温水を混合槽に噴出しスクリューの回転により残留したモルタルを洗い流す。型枠装置に充填されたモルタルは5〜10分で硬化を始めるので、打設終了後20〜25分に収縮ジャッキにより内型枠を締め硬化したモルタルを内型枠からはく離させる。打設終了後30分に脱型ジャッキを伸ばし、型枠装置を前方にスライドさせることにより脱型する。

3. 実験方法

実験は2. で述べた方法によりモルタルを硬化させ、硬化発熱温度、収縮ジャッキ力、脱型力及びモルタル粘度、スクリュートルクを測定した。また、ライニングの曲げ強度は組立型枠(写真-1)にモルタルを打設して内径120cmのリングを成型し、図-3のように1点載荷試験により、4×4×16cm供試体の曲げ強度は図-4のように3等分点曲げ試験法により求めた。硬化発熱温度は熱電対を型枠装置内に設置し測定した。収縮ジャッキ力及び脱型力は圧力変換器により油圧を測定しジャッキ力を求めた。モルタル粘度は回転粘度計により、また、スクリュートルクはトルク変換器により測定した。

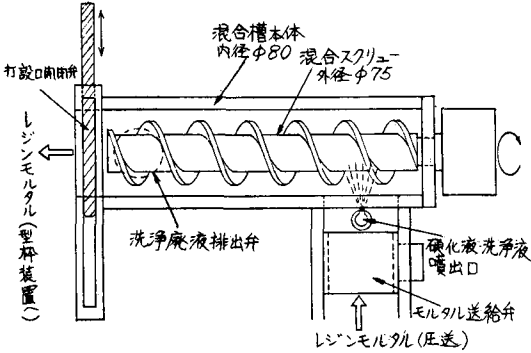


図-1 混合打設機

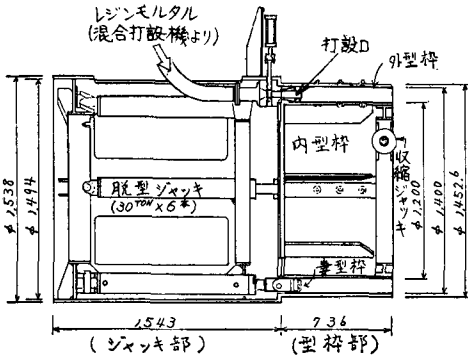


図-2 型枠装置

表-1 材料と配合

| 材 料              | 配 合              |
|------------------|------------------|
| 結合材(不飽和ポリエステル)   | 20%              |
| 増量材(川砂, 炭酸カルシウム) | 80%              |
| 硬化促進剤(OCa)       | 2 phr.           |
| 硬化促進補助剤(DMA)     | 0.1 ~ 0.5 phr.   |
| 重合禁止剤(PBQ)       | 0.05 ~ 0.07 phr. |
| 硬化液(MEKPO)       | 2.6 ~ 4.2 phr.   |

#### 4. 試験結果及び考察

試験結果は図-5～7及び表-2に、脱型後のライニングを写真-2に示す。これから次のように考える。

(1) 図-5は材令とライニング曲げ強度の関係を表わしている。ライニング曲げ強度は7.5 MPa(30分後)、1.5 MPa(1日後)以上出ており、強度的にはライニング材料としてレジンモルタルを使用できるとの見通しが得られた。また、供試体の曲げ強度とライニング強度は必ずしも一致しなかった。

(2) 図-6は型枠装置に打設した場合の硬化温度である。これから最高硬化温度は平均65℃であり、80℃以上にはならないと思われる。

(3) 表-2は収縮ジャッキと最大脱型力を示すものである。この表から収縮ジャッキは10 TONあれば十分と考える。また脱型ジャッキは型枠装置と地山との摩擦を考えると30 TON×6本では不足と思われるが、これ以上のジャッキを使うことは実装上困難である。最大脱型力は型枠とモルタルがはく離する瞬間に表われ、その後の脱型力(脱型時の脱型力)は最大脱型力の半程度に減少する。最大脱型力が高い原因は、型枠が鉄製のためモルタルとの付着力及び摩擦力が大きいからである。これを考慮し、型枠の表面に付着力、摩擦力ともに小さな材料を使用すべく検討中である。

(4) 図-7はモルタル粘度とスクリュートルクの関係である。図からモルタル粘度とトルクは直線関係にあると考えるが、粘度は材料分離、送給性等を考慮して300～600 poiseにする予定なので、スクリュートを回すモータは5馬力程度のトルクがあれば十分であると考えらる。

#### 5. まとめ

今回の実験により、レジンモルタルをライニング材料として使用できる見通しが得られたが、型枠装置に問題が残っていることが明確になった。今後はこの点の改良を進めていく。

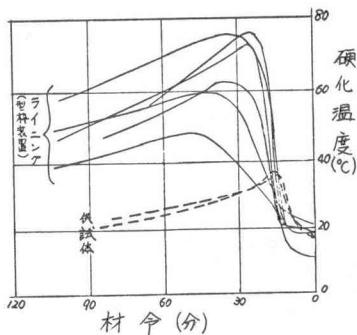


図-6 材令と硬化温度

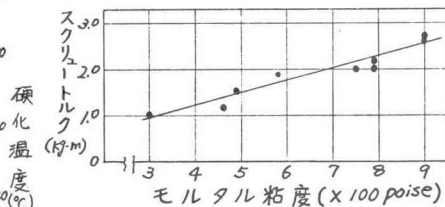


図-7 粘度とトルクの関係

表-2 収縮ジャッキと脱型力(TON)

| 実験番号    | 1  | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
|---------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 収縮ジャッキ  | —  | —  | 3.5 | 2.7 | 1.3 | 4.9 | 4.6 | 4.4 | 4.6 |
| 最大脱型力   | 50 | 50 | 83  | 72  | 169 | 161 | 67  | 112 | 168 |
| 脱型時の脱型力 | 15 | —  | 35  | 30  | 50  | 43  | 24  | 23  | 42  |

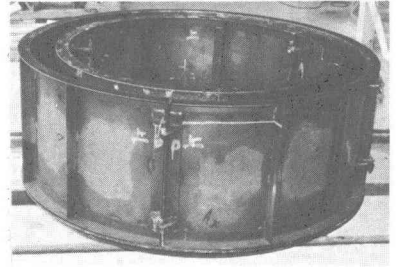


写真-1 組立型枠

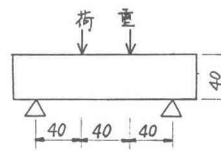


図-4 3等分点曲げ試験

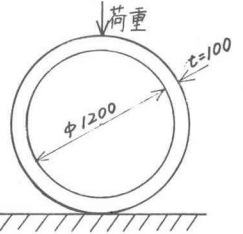


図-3 ライニング試験

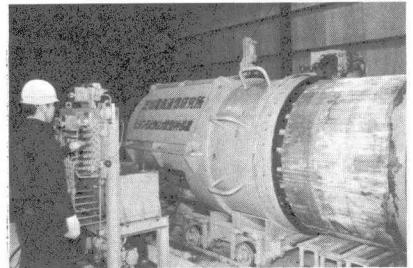


写真-2 成型されたライニング

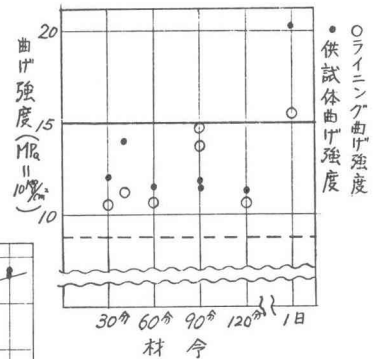


図-5 ライニングと供試体の曲げ強度