

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 ○正員 鈴木修造

〃 〃 浪谷芳文

〃 〃 木瀬幸男

1. まえがき

電電公社では、小断面シールド工法において、セグメントに代わるレジンモルタルを使用したトンネルライニングの現場打設方法を検討中である。レジンモルタルは図-1に示すように、セメントコンクリートに比べて早期強度が得られるだけでなく、添加剤の量により硬化に至る時間を5～60分程度の範囲で調節できる利点があり、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現場打ち山留材料として、極めて有利な早強性材料である。

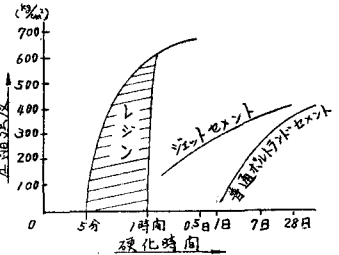


図-1. レジンとセメントの比較

このレジンモルタルは、山留材料としてのみならずシールド推進の反力をも受けるため、所要強度を發揮後型枠を外す必要がある。そのためレジンモルタルの早期強度を推定・確認する必要がある。また完全自動化を目的としているため、遠隔操作が可能な強度推定方法ということと超音波測定法に着目し、レジンモルタルの超音波特性について実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 材料と実験方法

レジンモルタルの素材料と配合は表-1に示すようなものであり、実験項目としては、モルタル打設後の経過時間と超音波伝播速度、温度、曲げ引張強度の各変化を測定した。曲げ引張試験は、 $4\text{cm} \times 4\text{cm} \times 16\text{cm}$ の供試体を作成し、コンクリートの曲げ試験方法で行った。温度測定は、前述の供試体のレジンモルタル内に熱電対を入れ、経時的な変化を自記記録計で記録した。また超音波伝播速度の測定は、前述供試体の両端に超音波送受信子をセットし(図-2)、経時的な伝播速度の変化を記録した。なお各測定試料は、同一攪拌試料である。

表-1. ライニング材料

分類	素材料	配合
結合材(R)	不飽和ポリエステル樹脂	R:(G+F)
骨材(G)	砂	= 1:4
微粒充填剤(F)	炭酸カルシウム	
硬化剤	メチルエチルケトンパーオキシド(MEKPO)	3 PAR
硬化促進剤	オクテン酸コバルト(OC)	2 PAR
硬化促進補助剤	メチルメタクリレート(MMA)	0.3 PAR
重合禁止剤	パーベンゾキノリン(PBQ)	0.03 PAR

3. 実験結果と考察

レジンモルタル打設後の時間-曲げ引張強度、時間-伝播速度、時間-温度の関係を、それぞれ図-3, 4, 5に示す。また図-3, 4から曲げ引張強度-伝播速度の関係を求めると図-6のようになる。ここで、レジンモルタルと硬化剤との攪拌開始時をもって経過時間の最初とした。図-3によると、曲げ引張強度は経過時間30分程度までは急激に増加し、その後はゆるやかなカーブで増加している。同じく図-4で、超音波の伝播速度も30分程度までは急激に増加し、その後はゆるやかなカーブで増加している。以上の傾向および図-5の温度変化からも、この材料は

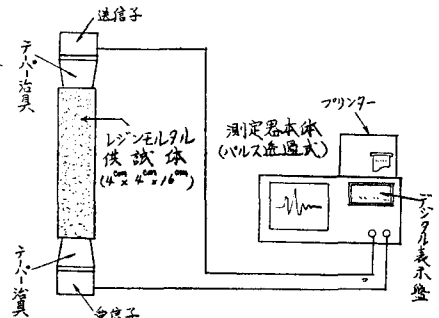


図-2. 超音波測定方法

経過時間30分程度では重合反応が完了するものと考えられる。図-6では、曲げ引張強度と超音波伝播速度の関係が、かなり明確に出ており、伝播速度に対し引張強度は約30%のバラツキがあるが、強度も推定する上では問題ないと考えられる。コンクリートの超音波伝播速度と曲げ強度の関係とを比較すると、コンクリートとレジンモルタルの動弾性係数、ポアソン比、密度の違いにより伝播速度と曲げ強度の値は異なるが、よく似た傾向を示しており、レジンモルタルにおいてもコンクリートと同様、超音波伝播速度による強度推定は可能であろう。

今回曲げ強度と超音波伝播速度について実験を行ったが、レジンモルタルの圧縮強度については、これまでの所内実験結果から所要早期強度が十分に得られていたため、曲げ引張の早期強度も把握する必要があり、曲げ引張強度が所要強度を満足しておれば、当然圧縮強度も所要強度を満足していると判断したためである。

4. あとがき

今回の実験で、超音波伝播速度の測定によりレジンモルタルの曲げ引張強度の推定の可能性を確認することができたが、小断面シェルト機械内への実装上の問題として、測定端子の取付け位置による測定方法(対向法、並列法)、レジンモルタル型枠部材による超音波測定への影響等を引き続き検討してゆく予定である。

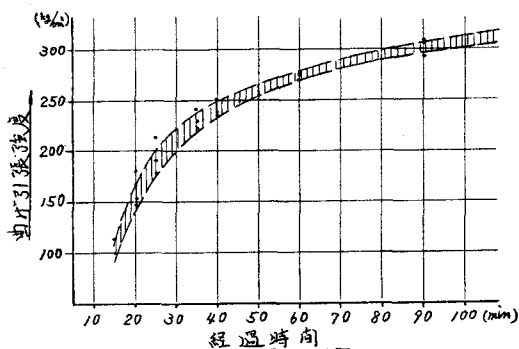


図-3. 経過時間—曲げ引張強度

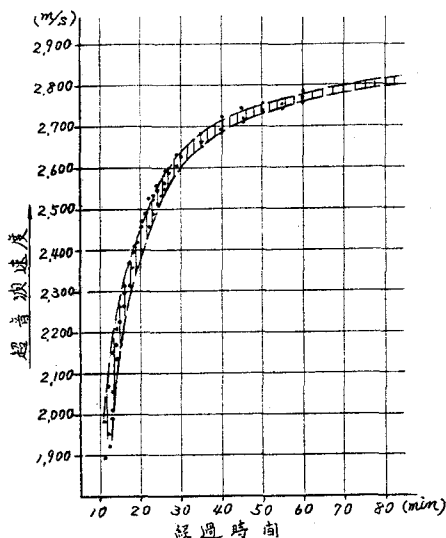


図-4. 経過時間—超音波伝播速度

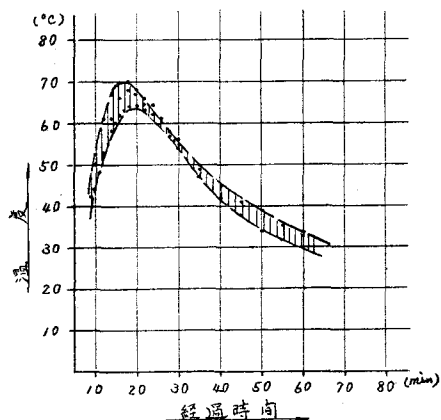


図-5 経過時間—温度

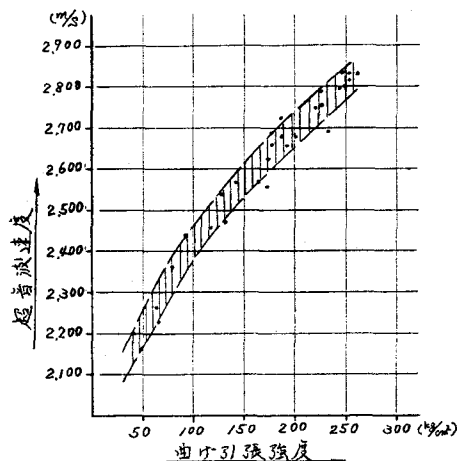


図-6. 曲げ引張強度—超音波伝播速度