

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 ○正員 町 清二

" " " 山川喜弘

" " " 鈴木修造

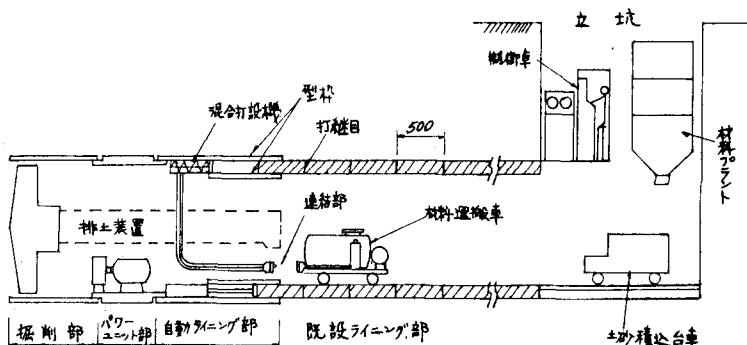
1. まえがき

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トンネルライニング材として有望である。当工法においては、一掘進が50cmであり、各掘進毎にレジンモルタルを打設するので50cm毎に打継目が出る。

このレジンモルタルの現場打設の可能性を追求するために、4×4×16cmの供試体を使って打継目の曲げ強度試験を行った。また、湧水のある地盤で施工する場合、型枠内に水が浸入することが考えられるので、シランカップリング剤で骨材処理をした場合の打継目強度を検討した。

2. レジンモルタル自動ライニングシステムの概要

立坑内ではあらかじめ混合されたレジンモルタルは材料運搬車に積み、トンネル内に搬入される。レジンモルタルは連絡部を通し混合打設機に送り込まれ、ここで硬化剤と混合され型枠内に連続打設されライニングを形成する。ライニング硬化後シールド機は、これに反力を取り脱型動作と掘進を同時に行う。その概要を図-1に示す。



3. 試験

レジンモルタルの曲げ強度試験

には4×4×16cmの供試体を用

図-1 レジンモルタル自動ライニングシステム

いた。その素材料及び配合は表-1に示すとおりである。

表-1 ライニング材料

分類	素材料	配合
結合剤(R)	不飽和ポリエステル樹脂	R:(G+F) =1:4
骨材(G)	川砂	
微細充填剤(F)	炭酸カルシウム	G:F=7:3
硬化剤	メチルエチルケトンパーオキサイド(MEKPO)	3 phr
硬化促進剤	オクテン酸コバルト(OCO)	2 phr
硬化促進補助剤	N,N-ジメチルアニリン(DMA)	0.3 phr
重合禁止剤	パラベンゾキノン	0.05 phr

phr: parts per hundred resin 樹脂100に対する
添加量(重量比)

供試体は、打継目のあるもの、及び打継目のないものを大気中、水中、泥水中で成型・養生した。なお、養生時間は24時間とした。

3-1. 供試体の成型 レジンモルタルのライニング成型は振動・締固めを行わない「注型法」によっているので供試体の成型に当たってもレジンモルタルを流し込むだけとした。水中及び泥水中における供試体の成型は、木槽に型枠を浸けレジンモルタルを流し込み、約30分後に型枠からとり出して水中養生する。また打継目のある供試体は、図-2に示すようにシリコンゴムを使って型枠の半分ずつ2回に分けて打設した。

シラン処理は、ガラス繊維の表面処理に広く用いられているシランカップリング剤の1%溶液を作り、その中

に骨材を浸した後、自然乾燥及び炉乾燥により絶乾状態とする。

3-2.試験方法 曲げ強度を求める試験は、図-3に示すようにスパン長120cmの3等分点曲げ試験法によった。

4. 試験結果及び考察

試験は、気温、水温ともに19~22℃の範囲で行ったが、その結果を表-2、図-4に示す。これらから次の事が判った。

(1)大気中で打設した場合の曲げ強度は、打継目の

有無に關係しない。また、供試体が打継目以外で破断していることを考えると、大気中、すなわち打継目に水の介在なしに打設すれば、打継目は本体と同等以上の強度を有すると考えられる。

(2)打継目のない供試体を水中で成型した場合、大気中のものに比べ約10%の強度低下がある。この原因は、レジンモルタル打設時に供試体内にとり込まれた少量の空気や水の影響と考えられる。

(3)未処理骨材を使用して打継目のある供試体を水中、泥水中で成型した場合、約50%の強度低下がある。打継目と破断面が一致しており、この破断面に水が介在していることから、打継目に水がとり込まれたことが強度低下の原因となっていることが判った。

(4)泥水濃度が濃くなるにしたがって曲げ強度が低下する傾向にあるが、有意差は認められなかった。これは、今回の試験に使用した程度の濃度では、打継目に泥水の膜が出来ないからであると思われる。また、泥水の種類が強度に与える影響も考えられない。したがってトンネルライニングに関しては、泥水中での打設は、水中打設と同じ考え方でさしつかえない。

(5)シリコン処理骨材を使用すれば、打継目があっても90%程度の強度を発揮するので、実用上の強度としては十分に満足できるものである。また、早期強度においても、未処理骨材を使用した場合に比べ優れている。

5. あとがき

以上の結果より、小断面シールドを湧水のない地盤に適用する場合は、骨材処理をしなくても打継目強度は十分発揮されるが、湧水のある地盤に適用する場合は、骨材をシリコン処理すれば打継目による強度低下は実用上問題がないことが明確になった。

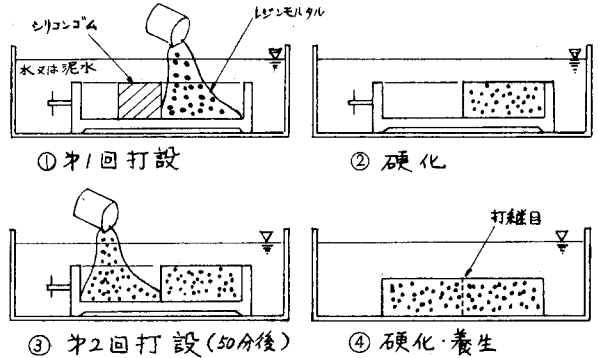


図-2 打継目のある供試体の成型

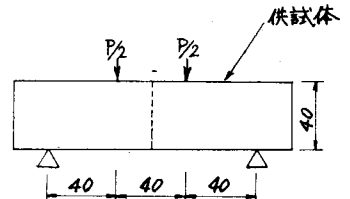


図-3 曲げ強度試験法

表-2 試験結果

骨 材 処 理	打 設 条 件	未 処 理		シリコン処理	
		曲げ強度 (kg/cm ²)		曲げ強度 (kg/cm ²)	
無	大 気 中	223		231	
	水 中	203		224	
有	大 気 中	219		—	
	水 中	119		206	
	泥水中(セメント0.05%)	126		171	
	“ (“ 0.1%)	127		202	
	“ (“ 0.2%)	117		202	
	“ (“ 0.4%)	115		195	
	“ (“ 0.5%)	115		—	
	“ (山砂 0.5%)	120		—	

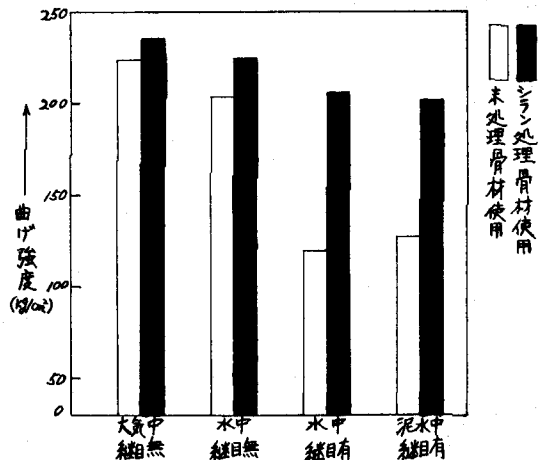


図-4 骨材処理の効果