

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 ○野 尻 吉 房
 正員 高 塚 外志夫
 技 術 局 正員 東 百 道

1. はじめに

電々公社では、湧水のある非自立性地盤中と長区間に亘り、推進することの出来る小断面シールド工法（ $\phi 1200\text{mm}$ ）の研究を進めている。この工法では、従来のヒューム管方式やセグメント方式のライニングに替り早強性レジンモルタルをシールド機の後部に装備した円形型枠装置内に打設してトンネルライニングを成形する方式を採用している。早強性レジンモルタルのトンネルライニング材として必要な早期強度については、 $6\text{cm} \times 6\text{cm} \times 24\text{cm}$ の供試体による曲げ試験等を通して、ほぼ実用に供し得る見通しを得ている。今回はさらにこれにおいて実物と同寸法の型枠を用いたトンネルのリングを成形し、その強度を測定してリングとしての実用性を検討したので、その結果を報告するものである。

2. 実験方法

トンネルライニングのリング強度を測定するため、実物大リング載荷試験とリング切り出し供試体曲げ試験を行った。

(1) 実物大リング載荷試験

試験試料となる実物大リングの成形は、モルタルミキサで練り上げたレジンのモルタルを、本工法のライニング現場打設のため新たに開発した材料打設装置に空圧送し、ここでレジン硬化剤とよく混合させた後、所定の送給量で $\phi 1200\text{mm}$ のリング型枠内に注入することにより行い、リング型枠の寸法等は、図-1及び写真-1に示す通りである。リング型枠内に打設したレジンモルタルは約45分で脱型し所定の時間放置した後図-2に示すような載荷試験を行ないリングとしての強度を測定した。なお試験したリングの打設条件・打設方法は表-1に示す通りである。

(2) リング切り出し供試体曲げ試験

供試体は前(1)項の実物大リング載荷試験に用いたリングから、円周を8等分する位置で、 $6\text{cm} \times 6\text{cm} \times 24\text{cm}$ の直方体ピースを切り出して作成した。なお供試体の切り出しは、円周方向及び長さ方向について行った。切り出した供試体は、JIS A 1106（コンクリートの曲げ強度試験方法）による曲げ試験を行ない、リング各部におけるレジンモルタルの曲げ強度の分布状況を調べた。

3. 実験結果と考察

(1) 実物大リング載荷試験

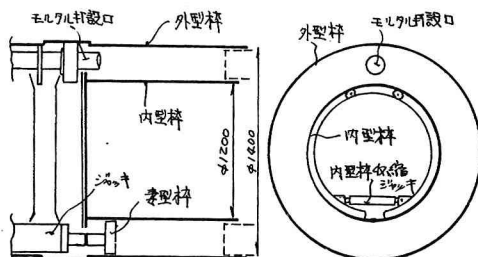


図-1 ライニング打設型枠装置 概要図

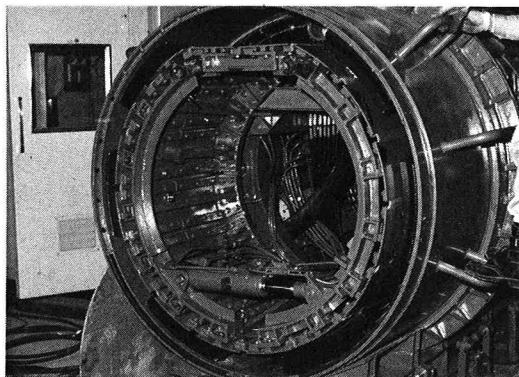


写真-1 ライニング打設型枠装置 写真

表-1 ライニングのリング打設条件

打設区間	打設条件	打設方法
空气中打設	打設時間 約5分	乾燥した型枠内にレジンモルタルを流し込む。
	硬化時間 30分以内	
水中打設	打設時間 約5分	水を満たした型枠内にレジンモルタルを流し込む。
	硬化時間 30分以内	

実物大リング載荷試験結果（リングひび割れ荷重とリング圧壊荷重）とヒューム管の規格外圧強さの値と共に表-2に示す。この表から、(i)リングの強度は、モルタル空気中打設時の値が、水中打設時の値とやや上回っていること、(ii)ヒューム管の場合と比較してひび割れ荷重と圧壊荷重とが著しく近接していることが判る。これは(i)については水中でモルタルを打設すると、中に水の粒を含むことがあるためと、(ii)についてはリングが無筋体であるためと考えられる。いずれにしてもレジンモルタルを使、たトンネルライニングは、ヒューム管と比較しても十分に強く、小断面シールド工法のライニングとして実用に供し得る見込みのあることが判った。

(2) リング切り出し供試体曲げ試験

リング切り出し供試体の曲げ試験結果を図-3及び図-4に示す。これらの図から、(i)リング各部のレジンモルタルの曲げ強度は、多少のバラツキはあるものの当初の目標値（ 150 kg/cm^2 ）よりも大きく、満足出来るものであること、(ii)リングの円周方向と長手方向との曲げ強度には明確な差は認められなことが判る。(i)の曲げ強度のバラツキはレジン硬化液の混合状態の不均一さやモルタルの回り具合の差に起因すると考えられるがなお検討が必要である。またリングの圧壊荷重からこの時のレジンモルタルの曲げ強度を算出してみると、切り出し供試体の値よりも小さいことが判った。これはリング各部に強度の小さな箇所がモザイク状に点在し、リングとしての圧壊耐力を低下させているためと考えられる。

4. 今後の進め方

長手間推進を目指す本工法では、早強性レジンモルタルによるトンネルライニングの可否が大きなポイントとなる。現在のところ、これについては一部不明な点もあるが、更に実験を重ね、豊富なデータに基づいた検討を行い、信頼の出来る工法として実用化を図ることとする。

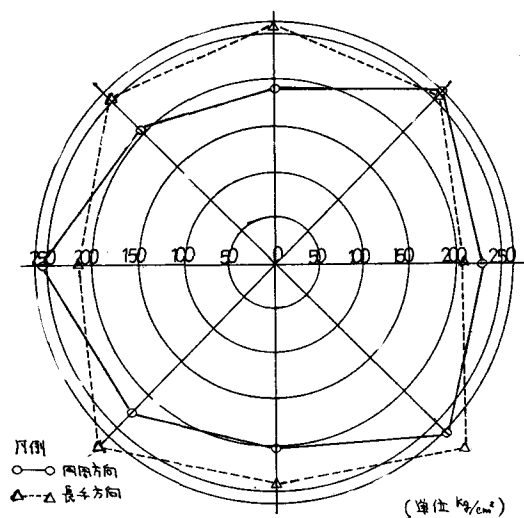


図-3 空気中打設リングのモルタル曲げ強度分布

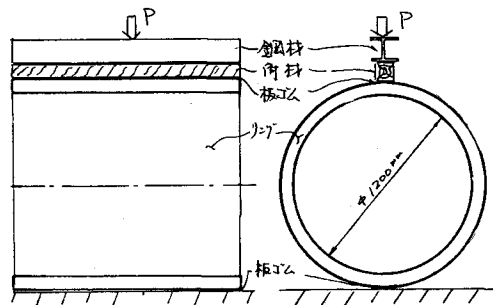


図-2 実物大リング載荷試験 概要図

表-2 実物大リング載荷試験 結果

項目	管種	ヒューム管(推定)	リング 空気中打設	リング 水中打設
リング ひび割れ荷重		4500 kg	11700 kg	12400 kg
リング 圧壊荷重		8800 kg	12300 kg	13100 kg

(注) データは数リングの平均値である。

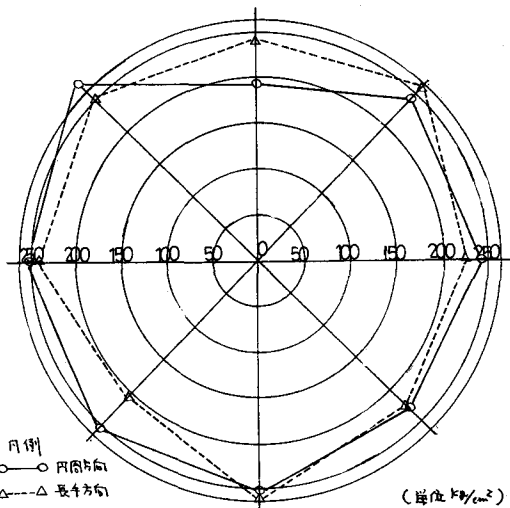


図-4 水中打設リングのモルタル曲げ強度分布