

日本電信電話株式会社 建設技術開発室 正員 近藤章司

日本電信電話株式会社 建設技術開発室 正員 〇小倉健弘

日本電信電話株式会社 建設技術開発室 山崎 聡

1. まえがき

シールド式とう道の2次覆工は漏水を伴う有害なひびわれが発生する場合があります、通信設備の保守上大きな問題となっている。このひびわれの主要原因は、型枠の脱型時から数週間のうちに発生し、円周方向に貫通していることから、コンクリートが硬化する過程での水和熱による温度収縮応力であり、使用材料や環境条件が付带的に影響していると考えられる。

このため、ひびわれの発生を抑える施工方法について検討した結果、2次覆工コンクリートに用いるセメント種別を現行に使用している早強ポルトランドセメント（以下早強セメントという）を普通ポルトランドセメント（以下普通セメントという）に変更することにより、ひびわれの低減が期待できるとともに、シールド径と覆工厚により、現行の1日1サイクルの施工方法でも安全に施工できるとの結論を得たのでここに報告する。

2. 実験概要

本検討では、基礎実験と実物実験の2つの実験を行った。

基礎実験は、図-1に示すとおり内径3.0Mのヒューム管をコンクリートセグメントと想定し、その内側に覆工厚15cmと20cmの2次覆工を打設してから恒温恒湿（20℃、90%RH）にて1日1サイクルに見合った養生を行った後、型枠を脱型した。この脱型時のひずみ量変化から自重応力を算定した。

尚、自重応力を最大に発生させるため、ヒューム管と2次覆工の間にビニールシートを張り付けた。

実物実験は、当開発室にあるシールドトンネル（仕上り内径2.95M）において、図-2に示すとおり早強セメントと普通セメントを用いて、1日1サイクルの施工で2次覆工を打設した。この時のひずみ量変化やコンクリート温度の測定から、型枠脱型時の安定性について算定した。

3. 実験結果及び考察

ひびわれの低減については図-3に示すとおり、早強セメントより普通セメントを使用したほうが、また夏期より冬期に打設したほうがひびわれをおさえられることが判る。

図-4は基礎実験における実験値と図-5に示す理論解析モデルの型枠脱型時の自重応力を比較したものである。実験値はほとんどが圧縮応力を示し、一部引張応力を示すが、最も近似的な解析方法はAモデルであった。

しかし、実物実験における自重応力は図-6のようにすべて圧縮応力を示し、基礎実験結果とも異なった。

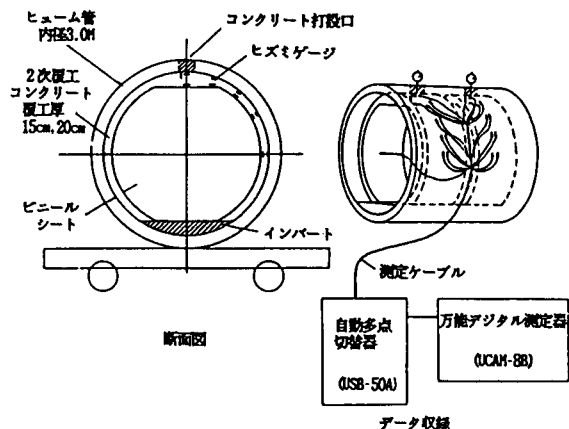


図-1 基礎実験概要

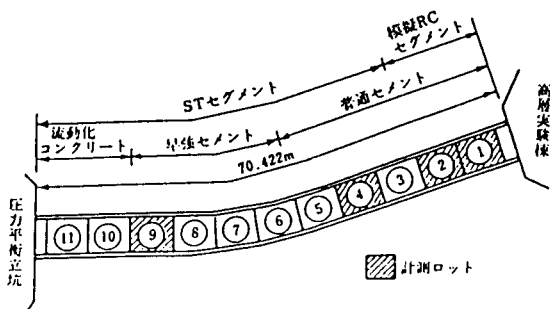


図-2 実物実験概要

この原因として、

- 1) 基礎実験では、セグメントと2次覆工の間にビニールシートを張り付着を無くしたが、実物実験では付着が大きかった。
- 2) セグメントにより変形が拘束され、アーチの支承が上昇することによりアーチ角が狭まり、軸力による圧縮応力が卓越した。

- 3) コンクリートのクリープ現象による応力緩和がなされ、内部応力が小さくなった。

等のことが考えられる。

以上の検討事項を考慮し、自重応力の解析方法はアーチ角を145°に狭めた両端固定の上半リングアーチにより算出した。

本実験より、1日1サイクルの施工にて普通セメントを用いた2次覆工を打設した場合、型枠脱型時の安定性は図-7に示すとおり、トンネルの仕上り内径3.95Mまでの安全性を確認した。

コンクリート強度は環境条件によって変化するが、コンクリートの打込温度と養生温度を管理して施工すれば、表-1に示す範囲で普通セメントを使用できる。

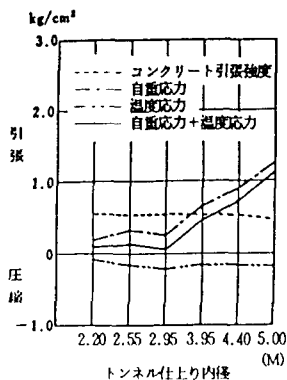


図-7 型枠脱型時の安定性

条 件	
セグメント	RC
セメント	普通
養生温度	10℃
湿度	90%
打込温度	10℃
計算位置	側内縁部

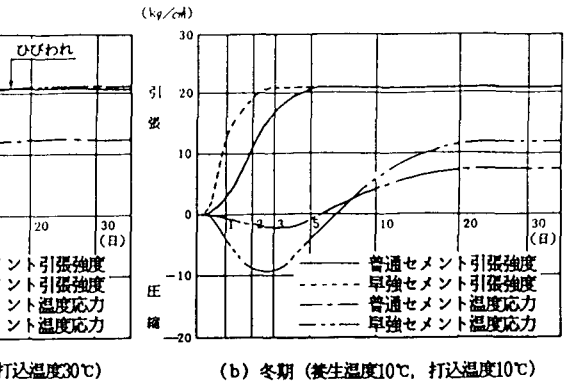


図-3 ひびわれの低減効果

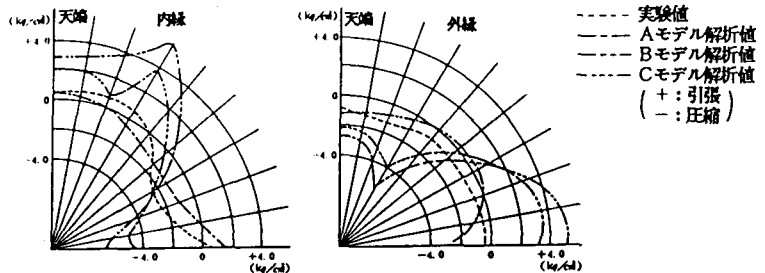


図-4 基礎実験における自重応力

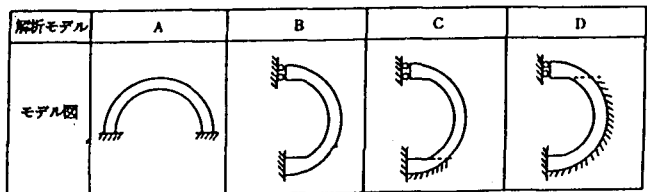


図-5 自重応力の理論解析モデル

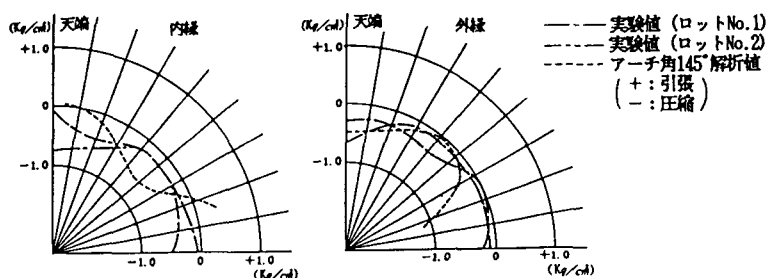


図-6 実物実験における自重応力

トンネル 内径 養生 温度 10℃ 15℃ 19℃ 20℃ 以上	(℃)		
	5.00M以下	5.00M以下	5.00M以下
10~14	4.40M以下	5.00M以下	5.00M以下
15~19	3.95M以下	4.40M以下	5.00M以下
20以上			

表-1 トンネル仕上り内径に対する普通セメント適用領域