

シールド洞道二次覆工の評価手法の研究

シールド洞道の二次覆工の役割

Research Concerning Evaluation Procedure of the stiffness of Shield Tunnel's Secondary Lining Contribution of Secondary Lining of Shield Tunnel to Load Bearing

(土木建築部 計画課)

シールド工法において、現状では覆工体を構成する二次覆工コンクリートの補強効果は明らかにされていない。しかし、今後都市部の過密化に伴い負荷する荷重も増加する事が予想されるため、二次覆工の効果を考慮した設計が望まれる。この様な背景から、二次覆工を含めたシールドトンネルの断面方向の挙動を力学的に評価することを目的に、実験・解析を行ったものである。

(Civil & Architectural Engineering Department, Planning Section)

The reinforcement effect of the secondary concrete lining in the shield construction process has not yet been clarified. Increasing loads on underground transmission line in over-crowded urban areas makes it necessary, however, to take into account the stiffness of the secondary lining in the design. This experimental and analytical research was conducted, with this background, to elucidate the mechanical behavior for the cross section of shield tunnels with a secondary lining.

1 研究の必要性

シールド工法においては、従来トンネルに作用する荷重は全て一次覆工（セグメントリング）にて受け持つように設計され、二次覆工コンクリートに期待していた効果は、主に止水や防錆とされてきた。

しかし、工事費の7%近くを占める二次覆工コンクリートにも荷重の負担が出来る事が確認できれば経済的な設計とすることが出来る。

そこで、二次覆工コンクリートの力学的な特性を把握する必要がある。

2 実験の概要

実験は実際の挙動を確認するため、実規模の模型を用い載荷実験を行った。(第1図)

セグメントリングには鋼製と鉄筋コンクリート製（RC製）を用い、二次覆工コンクリートは、無筋と鉄筋を組み込んだものから6つの模型を製作し、実験に使用した。(第2図)

実験では、リングの変形や鉄筋・コンクリートのひずみを測り、全体の構造体としての剛性などを把握する。(第1表)

3 実験結果

鋼製やRC製共にセグメントのみの場合の曲げ剛性やセグメント継手部の回転バネ定数は、実験値と解析値が非常に一致している結果が得られた。(第3図)

二次覆工コンクリートを施したケースではセグメントのみの場合に対し、明らかに高い強度を示している。(第2表)

ひずみ分布については、一次・二次両覆工間において、概ね連続性を示していることから、両覆工構造は合成構造に極めて近いと言える。これは、RC製平板型セグメントの一般的評価である重ね構造とは異なる結果を示している。(第4図)

4 今後の課題

今回の実験では、二次覆工による効果や鋼製とRCセグメントの差異などについてデータが得られ、これらに基づく構造解析モデルも提案できた。

今後は、より合理的かつ普遍的な評価手法を確立するため、特にRCセグメントと二次覆工との一体化の評価などについて検討する必要がある。

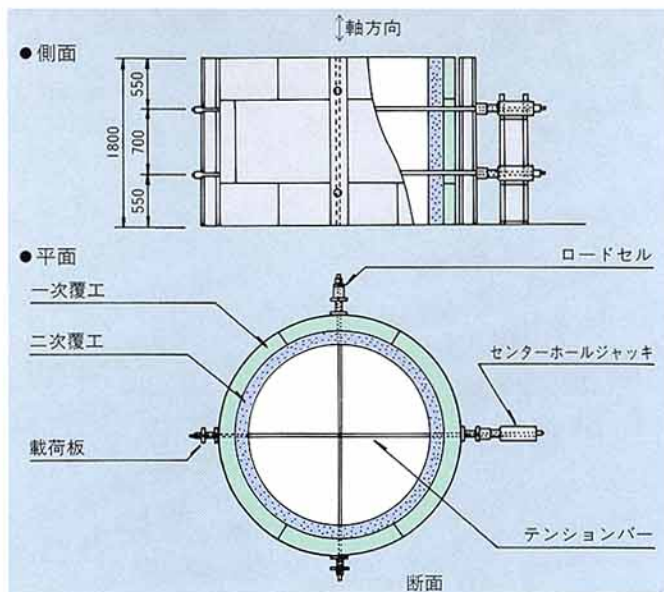
第1表 実験項目

一次覆工種別	鋼製セグメント		
	無し	無筋コンクリート	鉄筋コンクリート
二次覆工種別	無し	無し	無し
記号	S-1	S-2	S-3
測定項目	リング変形 主桁ひずみ	リング変形 主桁ひずみ コンクリートひずみ (二次覆工)	リング変形 主桁ひずみ 主鉄筋ひずみ (二次覆工) コンクリートひずみ

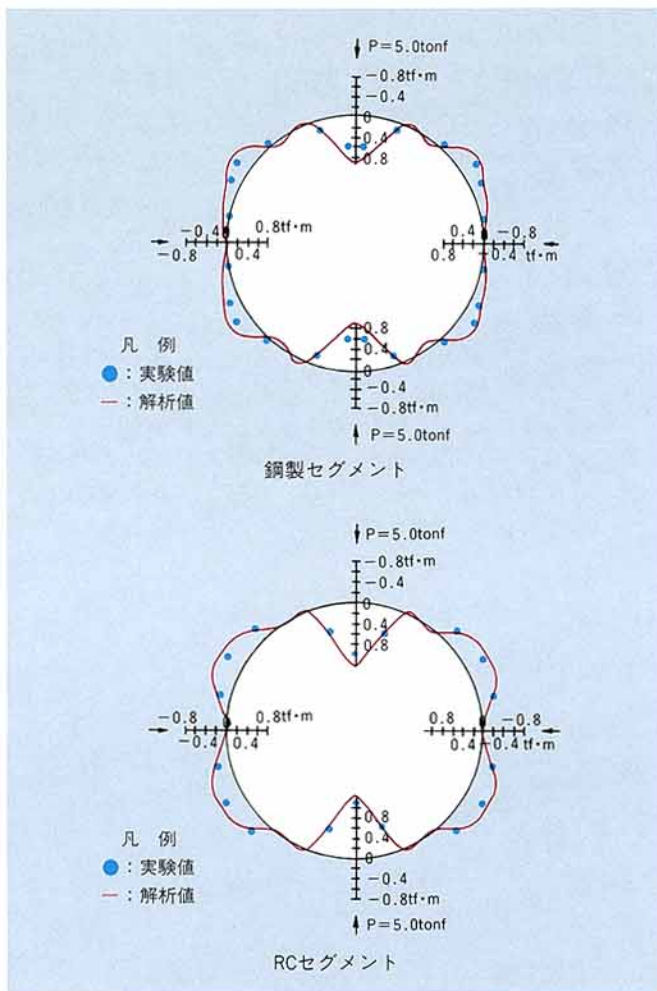
一次覆工種別	RCセグメント		
	無し	無筋コンクリート	鉄筋コンクリート
二次覆工種別	無し	無し	無し
記号	C-1	C-2	C-3
測定項目	リング変形 主鉄筋ひずみ コンクリートひずみ	リング変形 主鉄筋ひずみ (一次覆工) コンクリートひずみ (一次、二次覆工)	リング変形 主鉄筋ひずみ (一次、二次覆工) コンクリートひずみ (一次、二次覆工)



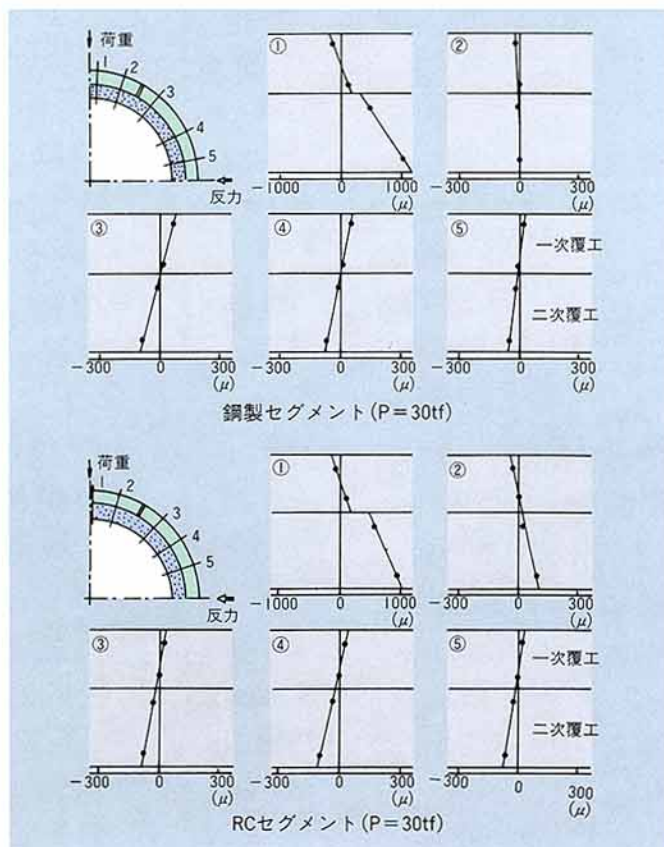
第1図 模型外観



第2図 模型構造



第3図 二次覆工無しの場合の曲げモーメント分布図



第4図 ひずみ分布図

第2表 実験結果

●鋼製セグメント

測定項目	実験種類	二次覆工有り		
		二次覆工無し	無筋コンクリート	鉄筋コンクリート
最大荷重		43t	100t	100t
最大直径変位		12.06mm	5.15mm	3.12mm
セグメント最大ひずみ		1528μ	1422μ	589μ
二次覆工最大ひずみ		—	622μ	鉄筋降状
セグメント最大ひずみ時荷重	670μ時	18t	45t	—
	1100μ時	33t	83t	—
二次覆工クラック発生荷重		—	9.5t	11.5t

●RCセグメント

測定項目	実験種類	二次覆工有り		
		二次覆工無し	無筋コンクリート	鉄筋コンクリート
最大荷重		70t	100t	100t
最大直径変位		23.20mm	6.60mm	4.84mm
セグメント最大ひずみ		鉄筋降状	鉄筋降状	鉄筋降状
二次覆工最大ひずみ		—	590μ	鉄筋降状
セグメント最大ひずみ時荷重	860μ時	14t	26t	52t
	1430μ時	17t	34t	60t
セグメントクラック発生荷重		17t	50t	9t
二次覆工クラック発生荷重		—	7t	34t