

III-5 シールド洞道二次覆工の評価手法に関する実験について（その1）

中部電力株式会社 正員 塩谷清司 ○奥田康三
日本シールドエンジニアリング株式会社 正員 田家 学 斉藤正幸

1. はじめに

シールド工法においてセグメントリングと共にトンネル覆工体を構成する二次覆工コンクリートの力学的な補強効果は、その合理的な評価手法が確立されていないため、一般的に設計では構造部材として評価されていない。しかしながら、今後都市部の過密化に伴い設計時に考慮できない負荷荷重の増加や、施工時には作用しないが完成後荷重の増加が予想される場合など、将来的な増加荷重に対しては一次覆工と二次覆工を合わせた覆工構造として設計することが経済的にも望ましいと考えられる。

本実験は、このような背景から、二次覆工を含めたシールド洞道覆工体の横断面方向の挙動を力学的に評価することを目的として、実物大の模型セグメントリングに関して載荷実験を行ったものである。

2. 実験概要

実験は、表-1に示すように、一次覆工に鋼製セグメントとRCセグメントを用い、それぞれに対して、二次覆工無し、無筋コンクリートおよび鉄筋コンクリート二次覆工を施した供試体について計6ケースの載荷を行ったものである。これらの実験は、一次覆工の種類（鋼製、RCセグメント）および二次覆工の種類（無し、無筋、鉄筋コンクリート）の違いによる挙動の差を把握できるように考慮してある。

実験に使用したセグメントは、表-2、3に示すように、鋼製セグメント、RCセグメント共に外径2500mm、桁高150mmで、Kセグメントは除いて、Aセグメントのみでリングを構成している。

また、二次覆工は表-2、3に示すように、内径1800mm、覆工厚200mmで、実験場においてセグメントリング組立て設置完了後に打設している。

載荷方法は、図-1に示すように、PC鋼棒を使用しての4点集中載荷としている。これは、セグメントリングの変形に伴って生じる地盤反力をモデル化した反力が、載荷線直交方向に生じるように考慮したものである。

実験に際しての測定項目は、全ケースに共通な載荷重と反力の他に、各実験毎に表-1に示す通りの項目について測定を実施している。

一次覆工種別	鋼製セグメント		
二次覆工種別	無し	無筋コンクリート	鉄筋コンクリート
記 号	S-1	S-2	S-3
測定項目	リング変形	リング変形	リング変形
	主 桁 ひ ず み	主 桁 ひ ず み	主 桁 ひ ず み
測定項目	コンクリートひずみ (二次覆工)	主 鉄 筋 ひ ず み	主 鉄 筋 ひ ず み
		コンクリートひずみ (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		
二次覆工種別	無し	無筋コンクリート	鉄筋コンクリート
記 号	C-1	C-2	C-3
測定項目	リング変形	リング変形	リング変形
	主 鉄 筋 ひ ず み	主 鉄 筋 ひ ず み	主 鉄 筋 ひ ず み
測定項目	コンクリートひずみ	コンクリートひずみ (一次覆工)	コンクリートひずみ (一次、二次覆工)
		コンクリートひずみ (一次、二次覆工)	コンクリートひずみ (一次、二次覆工)

表-1 実験ケースおよび測定項目

	項 目	
	外 径	2500.0 mm
一 次 覆 工	桁 高	150.0 mm
	主 桁 厚	16.0 mm
	スキャレト厚	3.2 mm
	リング継手間隔	15.0 °
	分 割	6 等分割
二 次 覆 工	内 径	1800.0 mm
	覆 工 厚	200.0 mm
	鉄 筋	D13φ10 複鉄筋
	コンクリート強度	230kg/cm ² 早強コンクリート

表-2 供試体諸元（鋼製）

	項 目	
	外 径	2500.0 mm
一 次 覆 工	桁 高	150.0 mm
	コンクリート強度	580kg/cm ² 材令28日
	リング継手間隔	15.0 °
	分 割	6 等分割
	内 径	1800.0 mm
二 次 覆 工	覆 工 厚	200.0 mm
	鉄 筋	D13φ10 複鉄筋
	コンクリート強度	230kg/cm ² 早強コンクリート

表-3 供試体諸元（RC）

3. セグメントの各種定数

本実験では、セグメント単体の曲げ実験や継手の曲げ実験などによるセグメントの曲げ剛性、継手の曲げ剛性を実施せず、二次覆工無しの実験結果を骨組み構造解析することによってこれらの定数を把握している。

表-4に示す基礎的な数値演算によって求めた定数を用いて数値解析を行った結果、図-2、3に示す通り、実験結果を良く説明できたことからセグメント本体の曲げ剛性およびセグメント継手の回転ばね定数などの基本的な定数が確認できたといえる。

		曲げ剛性	回転ばね定数	
			正 曲 げ	負 曲 げ
			$\text{tf} \cdot \text{m/rad}$	$\text{tf} \cdot \text{m/rad}$
鋼製セグメント	900 幅	246.0	19.3	23.3
	450 幅	203.2	8.8	12.6
RCセグメント	900 幅	1062.3	105.8	27.1
	450 幅	531.2	52.9	13.5

表-4 セグメントの各定数

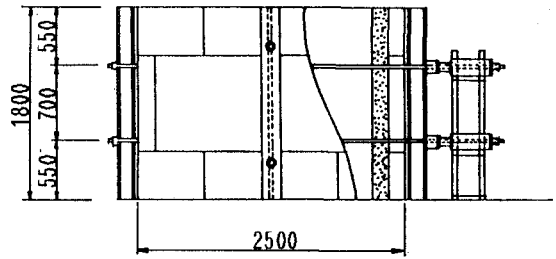


図-1 載荷状況概要図

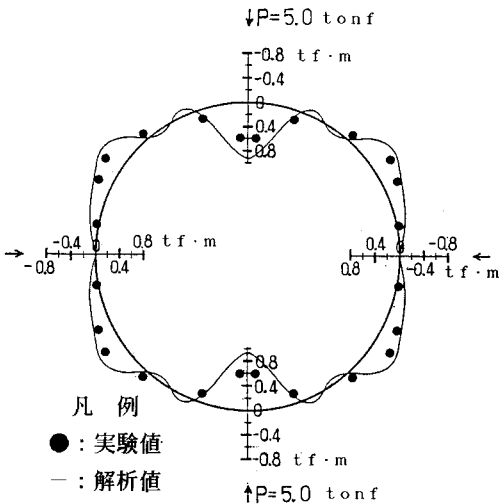


図-2 曲げモーメント分布（鋼製セグメント）

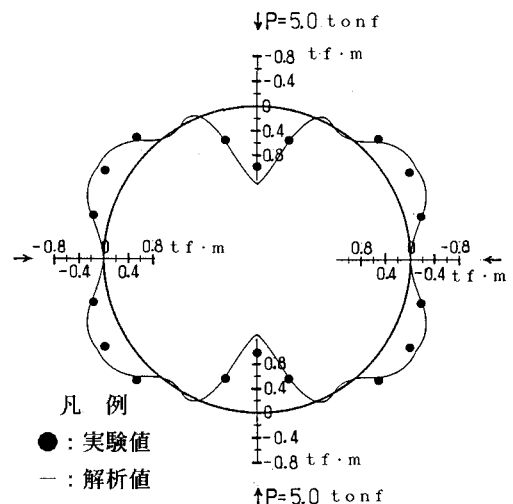


図-3 曲げモーメント分布（RCセグメント）

4. おわりに

本実験によって、シールド洞道二次覆工の挙動を把握するためセグメント本体の曲げ剛性およびセグメント継手の回転ばね定数についての具体的数値が得られた。今後、この実験結果を基に検討を進めていきたいと考えている。

参考文献 『シールド洞道二次覆工の評価手法に関する実験について（その2～3）』、土木学会第45回年次学術講演会概要集