

中部電力 株式会社 正会員 西野 健三
日本シールドエンジニアリング 株式会社 正会員 加藤 教吉

1. まえがき

シールドトンネルでの主要覆工部材であるセグメントの設計においては、荷重設定および構造モデル化に関し不明りょうな点が多い。そこで現場におけるセグメントの実挙動を把握し、より合理的な設計を進めることを目的として、現場計測を実施したので、その結果を報告する。報告は、主として、トンネル横断面について行い、作用荷重および発生応力の変化を示すとともに、計測値に対し、これらを説明する構造解析モデルを用いて、計算値と比較検討する。

2. 計測の概要と結果

〔計測概要〕 本計測を行ったシールド工事は、泥水加圧式シールド機により施工したものであり一次覆工には R C セグメントを使用した。セグメントの概要と計測断面の地質状況、および計測項目の概要を表一、図一に示す。計測内容としては、土圧、水圧計測（第1リング）、鉄筋応力度計測（第2、3リング）、ボルト応力度計測、および地中内変状計測（層別沈下計）を行った。

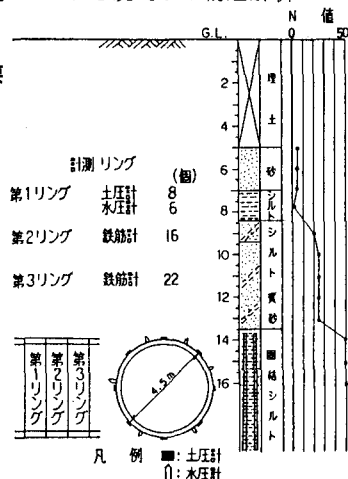
〔土圧、水圧計測〕 セグメント組み立て直後から二次覆工直前までの約6ヶ月間の土圧計の変化を図二に示す。土圧の変化は組み立て後、裏込め注入の影響を受けつつ1日後まで急激な増加が生じている。その後1ヶ月程ではほぼ安定した状態になり、約6ヶ月後に至るまでゆるやかな減少傾向を示している。図三には、裏込め注入中と組み立て約4ヶ月後の土圧分布を示す。4ヶ月後の計測値は設計荷重に比べ小さいものの、一時的ではあるが施工時のピーク荷重がめだっている。

水圧計測の結果を図四に示す。設置後約4ヶ月後の結果は、ほぼ静水圧分布を示している。なお、水圧計は、セグメント組み立て後20日目に、セグメント裏込め注入孔より設置した。

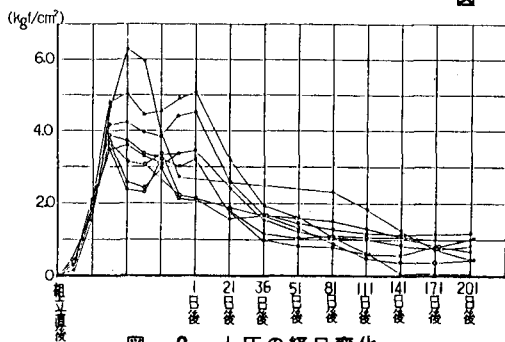
〔鉄筋応力度計測〕 鉄筋応力度の経日変化を図五に示す。裏込め時における土圧計の変化との対応が注目される。鉄筋応力度の分布を図六、七、八に示す。図六、七は、

表一 セグメント概要

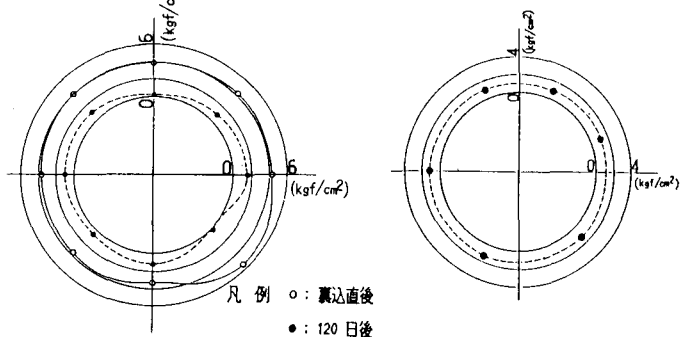
セグメント外径	Do: 4500mm
" 内径	Ri: 4100mm
" 図心半径	Rc: 2150mm
" 厚さ	h: 200mm
" 幅	B: 1000mm
継手角	$\alpha: 14^{\circ}30'$
分割数	: 6個



図一 計測概要



図二 土圧の経日変化



図三 土圧分布

図四 水圧分布

組み立約5ヶ月後の値であるが、2リングとも圧縮軸力成分が卓越しており、ほとんど曲げ応力成分が発生していない。これに対し、図-8は裏込め時の値であるが、全体に圧縮方向にあるものの、裏込め注入時の偏圧荷重による見られる曲げ応力が発生している。なお、図-8は、裏込め注入を第3リング自体において行った時のものである。

3. 解析検討

長期荷重状態と裏込め注入時におけるセグメント発生応力を説明するために解析検討を行った^{1), 2)}。図-9, 10に、それぞれの解造解析モデルを示す。構造物のモデル化に際しては、両者とも現場における組み立て状況を考慮し、

2リング千鳥組モデルとした。各部材の諸定数の設定においては、すでに実施しているセグメント試験結果を参考にして、回転バネ係数 $K\theta = 3.0 \times 10^7 \text{ kgf} \cdot \text{cm} / \text{rad}$ 、せん断バネ係数 $K_s = 2.0 \times 10^4 \text{ kgf} / \text{cm}$ とした。また荷重の設定については、土圧の計測値、注入圧、地中変状計測結果、ならびに慣用設計法の荷重体系を参考にして定めた。地盤反力バネ定数は、長期において $k = 1.0 \text{ kgf} / \text{cm}$ 、裏込め時はその1/10程度とした。

解析値は、図-6, 7, 8に示すとおり、計測値を比較的良好に説明している。

4. まとめ

現場におけるセグメントの実挙動に対し、設定した解析モデルは、計測結果をある程度説明している。また、現行の設計法では、従荷重として取り扱われている施工時荷重の裏込め注入圧が、結果的に設計断面を左右する荷重となりうる事が示され、それに対する具体的な検討方法について

も、その妥当性が確認された。今後、さらに長期的な計測を続けるとともに、土質条件の異なった場合についても計測し、合理的なセグメント設計の確立へ向けて総合的な検討を進めていくつもりである。

参考文献

- 1) 西野、藍田、三浦；セグメントリングの合理的な設計に関する解析検討、第39回土木学会年次学術講演会概要集Ⅲ-244, 1984
- 2) 西野、近藤、吉田；RCセグメント継手部の構造モデル化に関する試験とその考察、構造工学論文集 vol 31A, 1985. 3
- 3) 村上、小泉；シールドセグメントリングの耐荷機構について、土木学会論文報告集第296号, 1978. 4

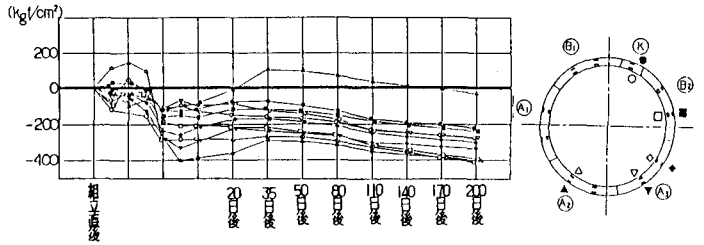


図-5 鉄筋応力度の経日変化

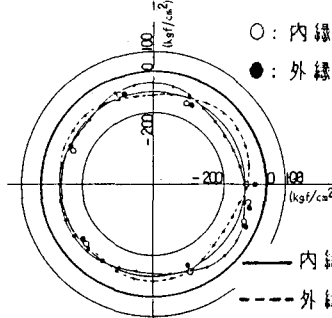


図-6 鉄筋応力度分布
(5ヶ月後, 第2リング)

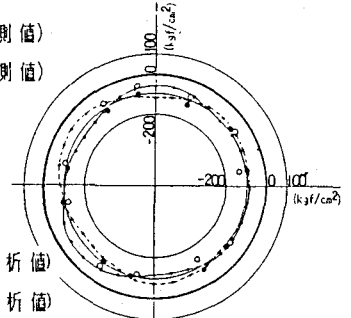


図-7 鉄筋応力度分布
(5ヶ月後, 第3リング)

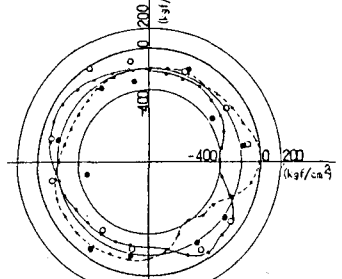


図-8 鉄筋応力度分布
(裏込め時, 第3リング)

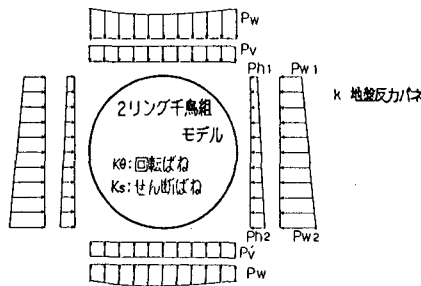


図-9 構造解析モデル(長期)

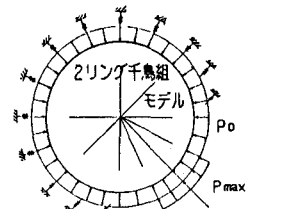


図-10 構造解析モデル
(裏込め時)