

白子川地下調節池工事（その5）への合成セグメントの適応について

(3)実構造系載荷実験

東京都第四建設事務所 工事第二課 太田 誠

東京都第四建設事務所 工事第二課 立澤 延泰

大成建設(株)東京支店 白子川調節池工事作業所 正会員 土橋 功

大成建設(株)土木設計部 正会員 ○山本 亮太

1. はじめに

コンクリート一体型鋼製セグメントは、道路トンネルや共同溝への採用実績はあるが、白子川地下調節池工事（その5）において、内水圧が作用するトンネルに初めて採用した．本稿では、内水圧に対応できるセグメントであることを検証するため行った実構造系載荷実験について報告する．

2. 実験の目的

本実験では、実構造を模擬した 3 リング平組供試体への載荷により、本セグメントが内水圧に対応できる覆工構造であることを確認した．

3. 実験体形状および寸法

実験供試体は、実構造（実物大）を 1/2 に縮小した形状・寸法とし、添接効果を表現するため、3 リングからなる供試体とした（表-1 参照）．

4. 実験ケース

実験ケースは表-2 に示すように、軸引張力が卓越してセグメント継手部に大きな断面力が生じる長期内水圧作用時（①白子川地下調節池完成時）および、短期内水圧作用時（②開削トンネル施工時）を選定した．

5. 事前解析

実験荷重および実験結果の予測値を算定するため、事前解析を行った．解析には、供試体の境界条件（下部リング下端の鉛直方向固定、上部リング上端自由）を忠実にモデル化するため、図-1 に示す三次元シェルばねモデルを用いた．

6. 実験方法

供試体に作用する内水圧荷重 P_w は、図-2 に示すようにセグメントリングの内側にドーナツ状のゴムチューブと、さらに内側に反力リングを設置し、ゴムチューブ内へ注水、加圧する方法で中央リングにのみ載荷した．

曲げ荷重 P は図-3 に示すように PC 鋼棒をタイロッドとして、 0° - 180°

方向に配置した載荷梁を用いて、中央リングにのみ集中荷重として載荷した．実験状況を写真-1 に示す．

表-1 供試体寸法

セグメント幅（中央リング）			900 mm	実物大の 1/2
セグメント厚さ			150 mm	
外径			5300 mm	
継手	セグメント継手		－	
	リング 継手	嵌合	－	
		ピン	M20	流通資材最少
分割数			7 分割	実構造と同じ

表-2 実験ケース一覧

実験ケース	内水圧荷重 P_w (kN/m/R)	曲げ荷重 P (kN)	断面力状態
1	44.6	0.0	—
2	44.6	57.4	長期内水圧作用時相当
3	180.0	0.0	短期内水圧作用時相当

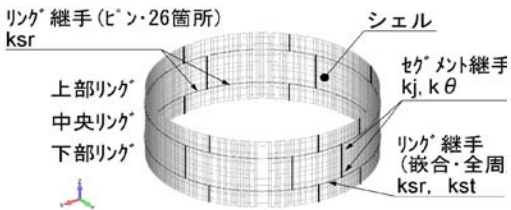


図-1 シェルばねモデル図

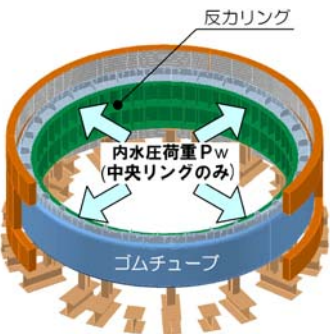


図-2 内水圧載荷模式図

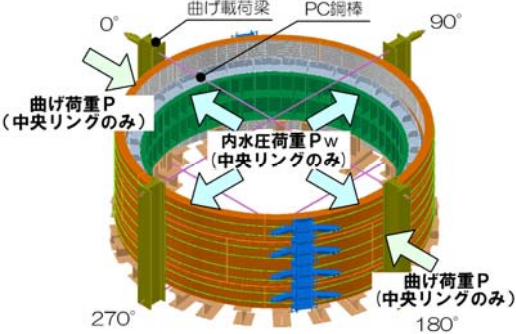


図-3 曲げ荷重載荷模式図

キーワード 内水圧，嵌合，合成セグメント，実構造系載荷実験

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社土木本部土木設計部 TEL 03-5381-5417

7. 実験結果

実験結果として直径変化量を図-4 に、セグメント継手鋼材のひずみ量を図-5 に示す。グラフにはリング継手を「ピン挿入型継手のみ」、「嵌合継手のみ」としてモデル化した解析結果も併記する。

(1) 直径変化量

内水圧荷重および曲げ荷重を載荷したケース 2 において、直径変化量は図-4 に示すように、「嵌合継手のみ」をモデル化した解析値と同様の傾向がみられた。これは、リング間に配置した嵌合継手がセグメント継手部の変形を拘束したためと考えられる。

(2) セグメント継手鋼材のひずみ

a) 内水圧荷重のみ載荷したケース

セグメント継手鋼材のひずみは、図-5 に示すように内水圧荷重のみを載荷したケース 1,3 において、いずれも解析値を下回る結果となった。これは、解析上考慮していない嵌合継手同士の摩擦により、上下リングへ荷重伝達が行われたためと考えられる。

b) 内水圧および曲げ荷重を載荷したケース

ケース 1 において載荷した内水圧荷重に加えて、曲げ荷重を載荷したケース 2 では、セグメント継手鋼材のひずみに増加傾向がみられず、「嵌合継手のみ」をモデル化した解析値と同様の傾向がみられた。これは、曲げ荷重の載荷による継手部の変形を嵌合継手が拘束しているためと考えられる。

8. まとめ

実物大継手試験および実構造系載荷実験によって、本覆工の設計手法が安全側の評価であることと、本覆工構造が内水圧に対応できることを確認した。これにより、平成 23 年 7 月よりセグメントの製作を開始し、本年 3 月にはシールド掘進を開始した。

最後に、今回の実験を行うにあたりご指導いただいた早稲田大学小泉教授をはじめ、関係者の皆様に改めてお礼を申し上げます。

参考文献

- ・(財) 先端建設技術センター：地下河川（シールドトンネル）内水圧が作用するトンネル覆工構造設計の手引き，1999.3
- ・太田，立澤他：白子川地下調節池工事（その 5）への合成セグメントの適応について（1）設計概要，平成 24 年度第 67 回年次学術講演会，土木学会，2012
- ・太田，立澤他：白子川地下調節池工事（その 5）への合成セグメントの適応について（2）実物大継手試験，平成 24 年度第 67 回年次学術講演会，土木学会，2012

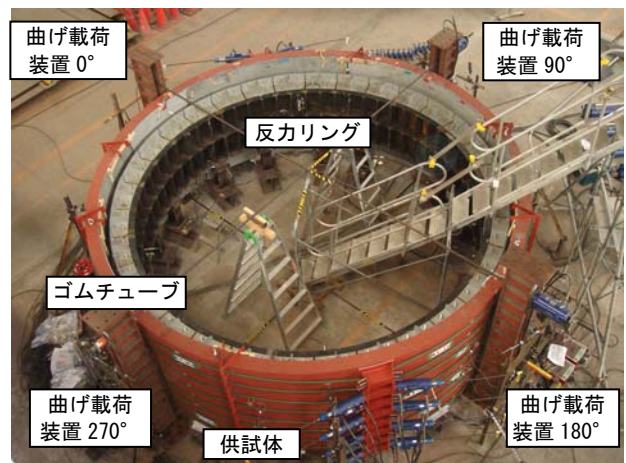


写真-1 曲げ荷重載荷模式図

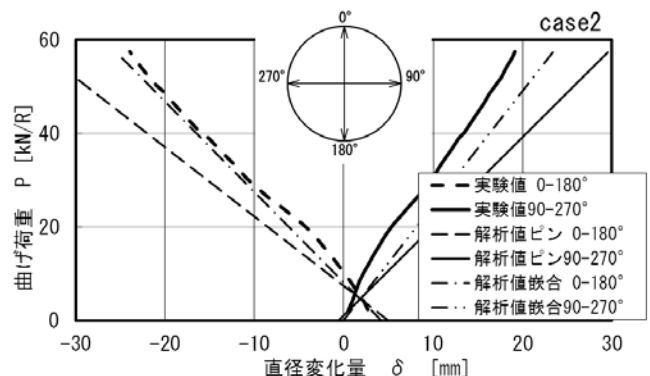
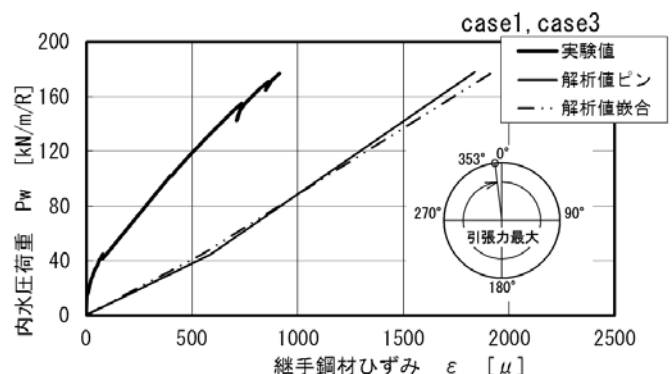
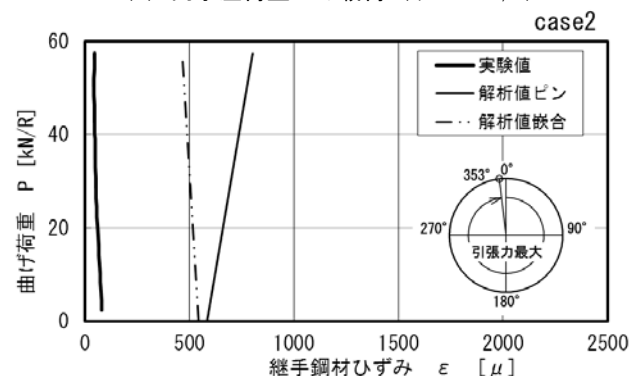


図-4 直径変化量（中央リング）



(a) 内水圧荷重のみ載荷（ケース 1, 3）



(b) 内水圧および曲げ荷重載荷（ケース 2）

図-5 セグメント継手鋼材ひずみ（中央リング）