

# 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

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 白子川地下調節池工事作業所 正会員 新井 昌一  
 大成建設(株)東京支店 白子川地下調節池工事作業所 正会員 麻 泰宏  
 大成建設(株)土木設計部 正会員 ○岸山雄多佳

## 1. はじめに

コンクリート一体型鋼製セグメントのセグメント継手（鋼製ガイド式継手）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継手であることを検証するため行った実物大継手試験について報告する。

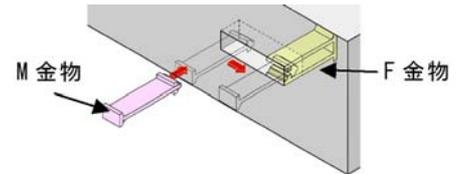
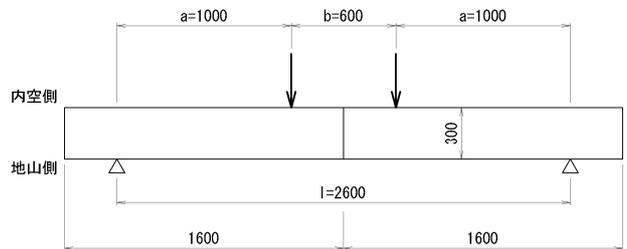


図-1 鋼製ガイド式継手

## 2. 試験の目的

本試験では、コンクリート一体型鋼製セグメントのセグメント継手（鋼製ガイド式継手）が内水圧に対応できることを検証するため、軸引張力作用下での継手曲げ試験により、引張ばね定数、回転ばね定数を確認した。



セグメント幅 : 1800mm (実大寸法)  
 セグメント厚さ : h=300mm (実大寸法)  
 セグメント長さ : L=1600mm (≥4×h) a≥2.5h  
 b≥2h  
 l≥7×h

図-2 供試体寸法

## 3. 試験体形状および寸法

試験供試体は、継手を有する実物大平板型セグメントピース 2 つを嵌合させ横置きした供試体を用いた（図-2, 3, 4 参照）。

## 4. 試験ケース

試験ケースは、内水圧に対応できることを検証するため、軸引張力作用時に特化したケースとした（表-1 参照）。また、実験荷重の選定においては、一定の軸引張力作用下において、継手に長期・短期の許容引張力を曲げ荷重により発生させるため、長期内水圧作用時の継手発生軸力を軸引張力とし、曲げ荷重荷重を行

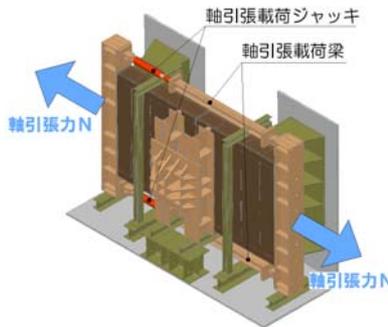


図-3 軸引張力荷重模式図

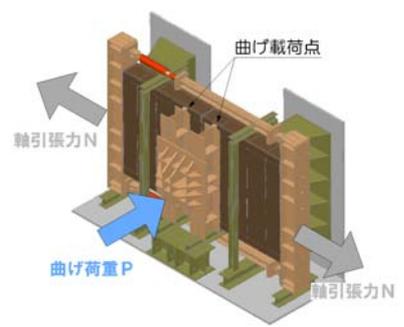


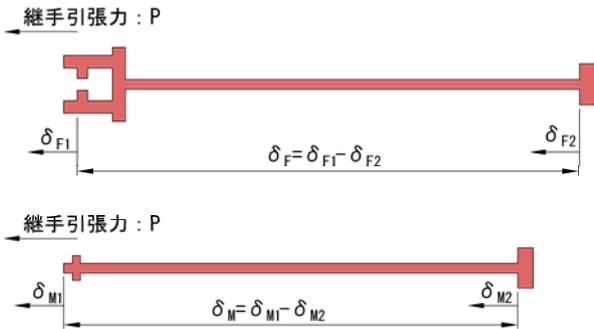
図-4 曲げ荷重荷重模式図

表-1 試験ケース

試験ケース	軸力 N kN/R	曲げ M kN・m/R	荷重荷重 P kN/R	継手引張力 T kN/個	備考
1-1	-253.5	0.0	0.0	125.5	長期内水圧作用時継手発生軸力
1-2	-253.5	25.7	51.4	211.1	継手長期設計引張力
2-1	-253.5	78.1	156.2	385.8	継手長期許容引張力
2-2	-253.5	159.7	319.4	657.8	継手短期許容引張力
3	-253.5	199.0	398.0	789.8	継手の降伏強度×1.2

った。ケース1～2は、弾性範囲内（継手鋼材の許容応力度以内）での荷重とし、ケース3では、継手鋼材の降伏強度×1.2までの荷重とした。

キーワード 内水圧, 嵌合, 合成セグメント, セグメント継手, 鋼製ガイド式継手, 実物大継手試験  
 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



引張ばね定数:  $k_j$  (FRAME解析モデル)

$$k_j = \frac{P}{\delta} \quad \delta = \delta_F + \delta_M$$

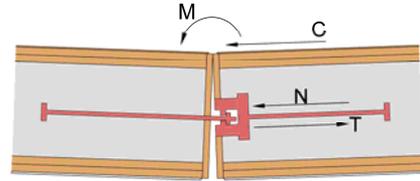
$k_j$ : 引張ばね定数 (kN/m)

$P$ : 継手引張力 (kN)

$\delta_F$ : 鋼製ガイド式継手F金物の伸び

$\delta_M$ : 鋼製ガイド式継手M金物の伸び

図-5 引張ばねの評価方法 (FRAME 解析モデル)



$$\frac{T}{k_j} = \frac{M}{k_\theta} \times d \quad \text{より}$$

$$T \cdot k_\theta = M \cdot d \cdot k_j$$

$$\frac{M}{2d} \cdot k_\theta = M \cdot d \cdot k_j \quad (\because T = \frac{M}{2d})$$

$$k_\theta = 2 \cdot k_j \cdot d^2$$

ここで,  $M$ : 継手部に発生する曲げモーメント (kN・m/rad)

$k_\theta$ : 回転ばね定数 (kN・m/rad)

$k_j$ : 継手金物 1組あたりの引張ばね定数 (kN/m)

$d$ : 主桁外縁から継手部材までの距離 (m)

※回転中心位置は, セグメント主桁外縁とする.

図-6 回転ばねの評価方法

### 5. 試験方法

最初に, 内水圧が作用することによって生じる軸引張力  $N$  を上下のジャッキによって作用させ (図-3 参照), 次に, 軸引張力を保ったまま継手部側面から曲げ荷重を載荷し, 曲げモーメントを作用させた (図-4 参照).

### 6. 事前解析

継手は, 軸引張力および曲げ荷重載荷時それぞれにおいて, 引張ばね (図-5 参照) および回転ばね (図-6 参照) として評価した.

### 7. 試験結果

曲げ荷重載荷時の継手位置における曲げモーメント-回転角関係を図-7 に示す. 回転ばね定数の実験値は, 第 1 勾配領域に関しては, 継手部の回転中心がセグメント断面外にあり事前解析値の 20%, 第 2 勾配領域に関しては, 回転中心が断面内であるが想定した主桁外縁とは異なったため, 事前解析値の 51% になったと推測される (図-7, 8, 9 参照). ここで, 第 2 勾配領域の状態 A (図-7 参照) に着目して, 計測結果より回転中心位置を算定した結果, セグメント断面内 (主桁外縁から 64mm の位置, 図-9 参照) であった. この条件で, 回転ばね定数を算定すると, 回転中心位置が主桁外縁とした事前解析と比較して,  $(150-64)^2/150^2=0.33=33\%$  となり, 実験で得られた回転ばね定数 (事前解析値に対して 51%) と良い相関性を示した.

### 8. まとめ

実物大継手試験により, 軸引張力作用下での継手の回転ばね定数が確認された. 本試験で得られた回転ばね定数を用いて, 次編に示す実構造系載荷実験の事前解析および覆工の構造設計を行い, 本覆工構造が内水圧に対応できることを確認した.

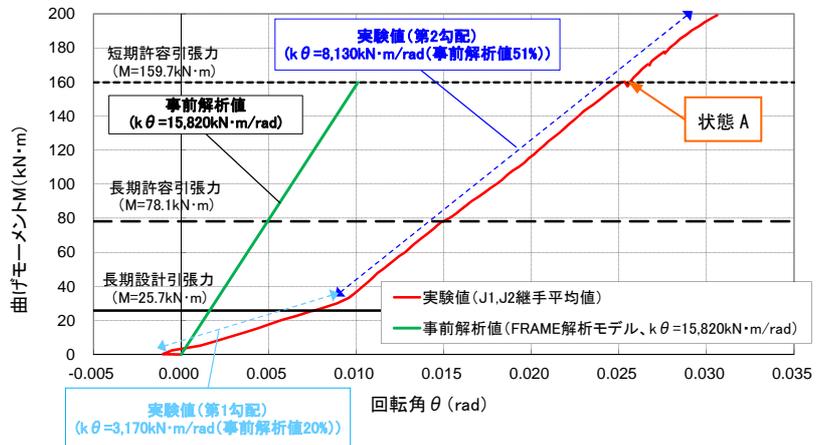


図-7 継手位置における曲げモーメント-回転角関係 (曲げ荷重載荷時)

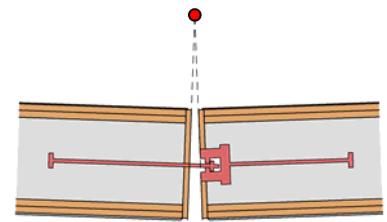


図-8 回転中心位置 (第 1 勾配領域)

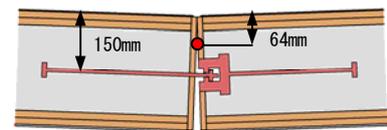


図-9 回転中心位置 (第 2 勾配領域, 図-7 の状態 A)