

Ⅲ - B118

軸力作用下での二次覆工省略型ダクトイルセグメントの実物大継手曲げ試験結果報告

（株）コタ 正会員 佐藤 宏志 正会員 渡辺崇志
建設省 正会員 望月美知秋 正会員 高屋敷光男
鹿児島建設 正会員 中川雅由 正会員 齋藤 宗

1. はじめに

外郭放水路第3工区トンネルは内水圧を受ける地下河川であり、シールドトンネルの設計においては、設計荷重の設定と継手の扱いが重要な要素である。そこで、本試験により、当該工事で使用するセグメント継手の回転バネ定数を圧縮軸力および引張り軸力を作用した状態で確認すること、継手曲げ耐力および継手構造の安全性の確認を実験的に検討することとした。

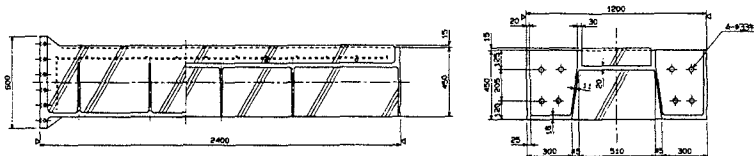


図-1 実験供試体の基本寸法

2. 実験概要

2.1 実験供試体

今回の試験では、「地下河川シールド覆工に関する技術開発検討報告書（実物大継手試験）」における試験体の基本形状および基本寸法の考え方に従い、平板型の実験供試体を用いることにした。平板型の実験供試体では、図-1に示すように、継手構造を含む等曲げモーメント区間における断面力（軸力および曲げモーメント）に関して、設計上セグメント継手断面の条件を再現している。すなわち、等曲げ区間が試験区間となる。

2.2 実験装置

実験装置図を図-2に示す。軸力導入装置は軸圧縮および軸引張の両方を載荷できるものとする。また、鉛直荷重の載荷にともない軸力が変動するので、逐次軸力が一定になるよう制御する。

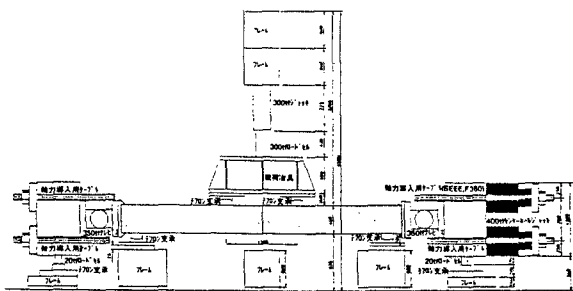


図-2 実験装置（側面図）

表-1 計測項目

計測項目	点数
曲げ荷重	1
フルム軸力	4
圧縮軸力	4
引張軸力	2
伸縮量	1
変位量	4
目開き量	14
SG たわみ	8
支点鉛直変位	4
支点水平変位	4
FL 鉛直変位	4
FL 水平変位	4
SG 歪み	8
おしつぶ歪み	16

2.3 計測概要

設計項目、計測位置をそれぞれ表-1、図-3に示す。継手の目開き量については、継手の回転バネ定数を評価するに当たって重量な計測項目になるため、実験供試体の軸方向にできるだけ測定点を多くとることとした。

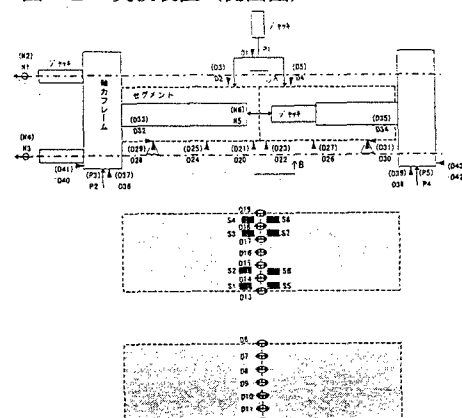


図-3 計測位置

キーワード：内水圧、シールドトンネル、回転バネ定数、ダクトイル、耐力

〒103 東京都中央区日本橋室町3-1-3

TEL 03-3245-3561

FAX 03-3245-3565

3. 実験結果概要

3.1 載荷順序

載荷順序を図一4に軸力と曲げモーメントの関係で示す。各モーメント値の位置付けを図中に併記する。

3.2 回転バネ定数

図一5に曲げモーメントと継手回転角の関係を示す。回転バネ定数は、曲げモーメントと継手回転角の関係において、各実験ケースにおける曲げモーメントゼロの時点点を基準として割線勾配として求めた。各実験ケースで得られた回転バネ定数を表一2に示す。

当該工事で使用する二次覆工省略型ダクティルセグメントの回転バネ定数は、軸力なしの場合が10000～9500tf・m/rad、設計引張り軸力作用時が9500～8500tf・m/radであった。これは、軸力なしの状態を想定して設定した設計用回転バネ定数（13000tf・m/rad）に対して1/3～3倍（±1オーダー）の範囲内¹⁾であり、設計に用いた数値の妥当性が確認できた。

表一2 実験結果一覧

試験ケース	軸力 (tf)	曲げモーメント (tf・m)	回転バネ定数 (tf・m/rad)		最大ひび割れ幅 (mm)	
			1回目	2回目	1回目	2回目
1	-588.1	40.79	540000	710000	0.04	0.04
2	0.0	38.85	9550	10150	0.25	0.30
4	65.0	25.83	8400	8800	0.25	0.30

注) 軸力は「引張り」を正の値とした

3.3 ひび割れ幅

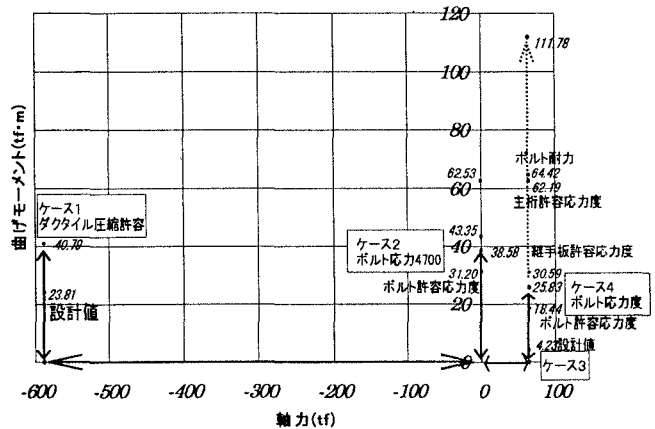
セグメント本体構造の許容ひび割れ幅は、すり減り代を考慮すると、 $0.005c=0.005 \times 65\text{mm}=0.325\text{mm}$ （設計上では0.25mm）である。各試験ケースで得られたひび割れ幅を表一2に示す。

実験により測定された最大ひび割れ幅はいずれもセグメント本体の許容ひび割れ幅よりも小さく、構造上問題となる有害なひび割れは確認されなかった。

3.4 安全性の確認

設計引張軸力（65.0tf）作用下で、継手構造の構造材が降伏応力度に達する時の終局モーメントは、設計計算上は62.53tf・mである。一方、ボルトの耐力は設計計算上64.42tf・mである。

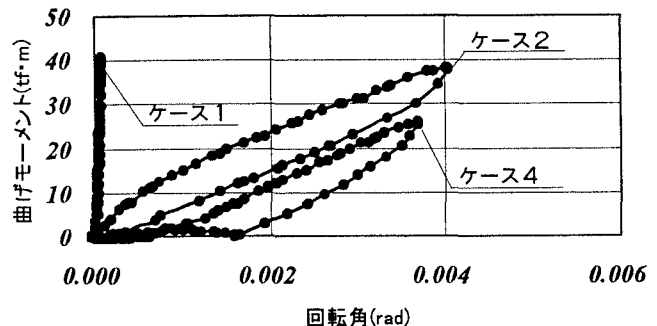
今回の載荷試験では、ボルトは同一ロットの引張り予備試験を行っており、破断相当の歪に達した時点（69tf・m＝ほぼ計算上の破断応力度に等しい値。また、構造上の安全率Fs=3.7相当の値）で試験を中止した。



図一4 載荷順序と各曲げモーメントの位置付け

4. おわりに

今回の試験では、引張り軸力作用下での当該セグメントの継手性能及び継手構造の安全性を確認することができた。今後は、本試験結果を参考にしてより合理的な設計にフィードバックしたいと考えている。



図一5 曲げモーメントと継手回転角の関係

【参考文献】

- 1) (財) 先端建設技術センター：地下河川シールド覆工に関する技術開発検討報告書（実大継手試験）