

超大型シールド工事用セグメントの開発試験 2

ー軸力導入の SRC セグメント継手曲げ試験ー

日本 RC セグメント工業会 正会員 岩田 和実 正会員 長岡 省吾
正会員 本田 和之 正会員 秋田谷 聡
正会員 橋本 博英 正会員 森 孝臣

1. はじめに

日本 RC セグメント工業会では、1994 年より大断面・超大型シールド工事用セグメントとして、鉄骨鉄筋コンクリート構造(以下 SRC と呼ぶ)に着目し、各種の試験を行い開発を進めている。第 54 回年次学術講演会では、SRC の特徴である継手部と主構造(鉄骨部)の接合方法として、新たに“T”型非接触接合を考案し、継手の引抜試験を行い、その結果を報告した。本編では、開発の一環としてこの“T”型非接触接合の継手(水平ウェッジコネクター)を用いて行った、軸力導入継手曲げ試験のうち、継手曲げ剛性、継手金物の挙動ならびに最終破壊状況について報告する。

表-1 試験ケース一覧

2. 試験ケースならびに試験方法

2.1 試験ケース

試験ケースは、土被り約 40m の内水圧が作用する地下河川トンネルを仮定し、「内水圧が作用するトンネル覆工構造設計の手引き」：(財)先端建設技術センター編(以下手引きと呼ぶ)において推奨されている設計条件に従い、平均剛性一様リングー地盤ばねモデル($\eta=0.8$ 、 $\zeta=0.25$)を用いて試設計を行い決定した。試験ケースの一覧を表-1 に示す。

試験ケース	土被り		地下水位		内水圧	M (kNm)	N (kN)
	大	小	大	小			
CASE-1	○		○			310	4136
CASE-2	○			○		348	3305
CASE-3	○			○	○	337	863
CASE-4		○		○	○	271	105
CASE-5	○			○	●	359	37
CASE-6		○		○	●	250	-712
CASE-7	破壊					破壊	0

注) 表中で軸力は圧縮が正とする。●は異常時を示す。

2.2 供試体形状

供試体は、前記の試設計の結果をもとに、桁高 0.4m、幅 1.5m、長さ 2.5m の平板型供試体とした。

2.3 試験方法

試験は図-1 に示す載荷装置を用い、水平方向に軸圧縮および軸引張力が、鉛直方向に 2 点集中荷重が作用することにより行った。また計測にあたっては、供試体および治具の重量により発生するモーメントを補正し、計測値の取り込みを行った。

3. 継手曲げ剛性

図-2 にモーメント～回転角の関係を、表-2 に各試験ケースの設計モーメントにおける回転ばね定数を示す。なお回転ばね定数の算出にあたっては、前試験ケースの残留目開きを 0 に補正している。表-2 から本継手の回転ばね定数は、軸力が卓越する状況(CASE-1,2)で $100 \sim 70 \times 10^4 \text{ kNm/rad}$ 、その他の状況(CASE-3~7)で $8 \sim 5 \times 10^4 \text{ kNm/rad}$ 程度であり、前記の「手引き」において設

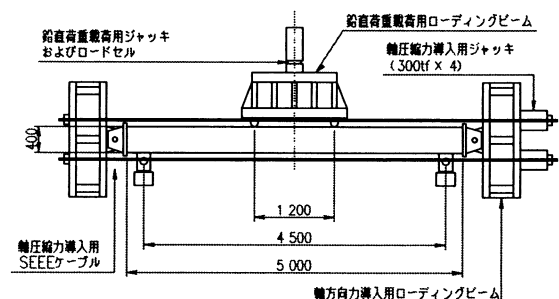


図-1 載荷装置および載荷方法

キーワード：SRC セグメント 水平ウェッジコネクター 二次覆工省略 内面平滑 “T” 型非接触接合
連絡先：〒108-0014 東京都港区芝 4-2-3 Tel 03-5232-1412 Fax 03-5232-2571

計時の回転ばね定数を決定するための
“無次元化した継手曲げ剛性” (K_{θ}^*) は、
ほぼ 1.0 である。

4. 継手金物の挙動

図-3 にモーメント～継手(M)金物のひずみの関係を示す。図-3に見られるように CASE-1,2 では、継手部に発生する曲げモーメントに対して圧縮軸力が大きく、設計上も全断面圧縮状態となることから、M 金物のひずみに初期締結ひずみからの増加は見られない。また CASE-3～5 では、全断面圧縮ではないものの、圧縮軸力が作用していることから、継手部の発生モーメントが小さいうちはひずみ増加が見られず、圧縮軸力がキャンセルされた時点から M 金物のひずみが増加している。一方、引張軸力および軸力が作用していない CASE-6,7 においては、載荷初期段階より M 金物のひずみが増加しており、CASE-7 の抵抗曲げモーメント： $M_r=310\text{kNm}$ 付近では、およそ 1300μ (270N/mm^2)、 $M=400\text{kNm}$ 付近で M 金物の降伏ひずみである約 1500μ を示している。

5. 最終破壊状況

前項の“継手金物の挙動”で述べたように M 金物は、抵抗モーメントを超えた $M=400\text{kNm}$ 程度で降伏ひずみに達しており、最終破壊状況は、“引張鋼材の降伏後の圧縮側コンクリートの圧壊”という終局理論に則したものであった。また、最終破壊モーメントは $M_u'=652\text{kNm}$ であり、抵抗曲げモーメント： $M_r=310\text{kNm}$ および理論終局モーメント： $M_u=538\text{kNm}$ に対する安全率は、それぞれ 2.1 および 1.2 である。

6. まとめ

本継手曲げ試験により以下のことが確認できた。

- 1) 水平ウェッジコネクターを用いた継手の無次元化した曲げ剛性は、 $K_{\theta}^*=1.0$ である。
- 2) 水平ウェッジコネクターの締結部材である M 金物は、引張部材として有効に機能している。
- 3) 破壊モーメントは理論終局モーメントを上回っており、破壊状況も終局理論に則したものである。

今後は、本試験によってえられた知見を反映した設計を行い、早期の実用化を目指す予定である。

最後に本試験を行うにあたり、貴重なご助言・ご指導を頂いた山本稔東京都立大学名誉教授に謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 岩田他：超大型シールド工事用セグメントの開発, 土木学会第 54 回年次学術講演会, 1999, 9
- 2) 長岡他：超大型シールド工事用セグメントの開発実験, 土木学会第 51 回年次学術講演会, 1999, 9
- 3) 長岡：薄型化・高強度セグメント, 「トンネルと地下」セグメントの新技术(2), 1998 No.10 Vol29

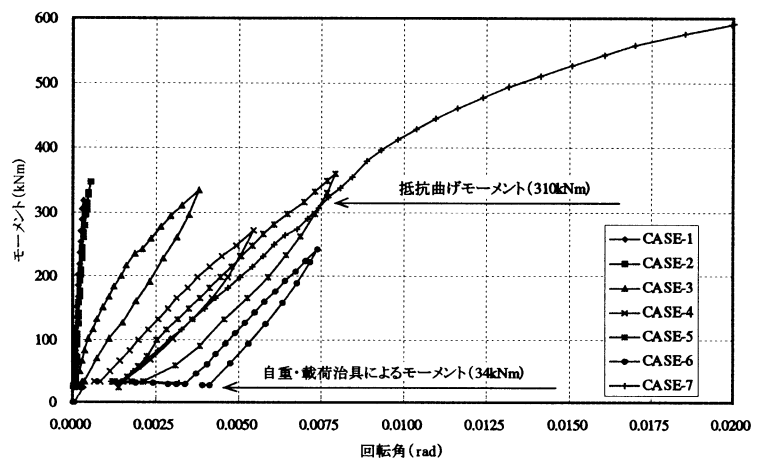


図-2 モーメント～回転角の関係

表-2 回転ばね定数の一覧 $\times 10^4 \text{kNm/rad}$

CASE-1	CASE-2	CASE-3	CASE-4	CASE-5	CASE-6	CASE-7
115.7	72.9	8.0	5.3	5.1	5.4	4.6

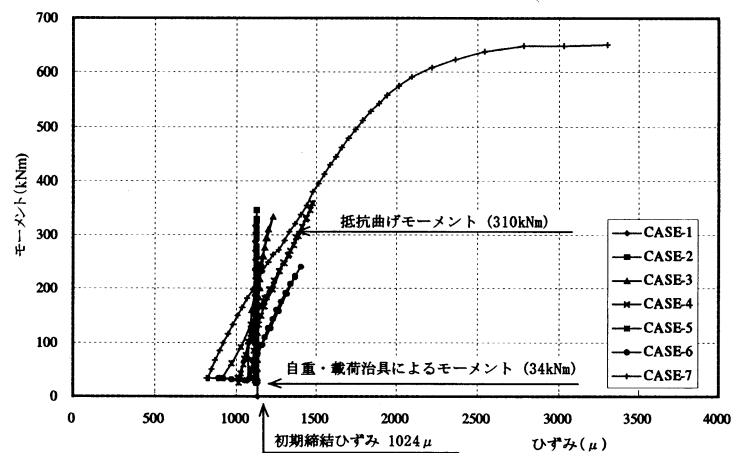


図-3 モーメント～M金物ひずみの関係