

III-47 RCセグメントの継手のモデル化について

東京電力(株) 正会員 岡留 孝一
 同上 正会員 川村 祥二
 同上 正会員 秋葉 芳明

1. はじめに

セグメントを設計する際に、現実のセグメントリングの挙動に近い状態を表現し得る方法として、はり-ばねモデル法がある。この方法はセグメントをはり部材に、セグメント継手を回転ばね、リング継手をせん断ばねに置換するものであり、ばねの評価を的確に行えば、セグメントのより合理的な設計が可能となる。本報告では、はり-ばねモデルのうちリング間の継手を剛とみなした村上・小泉モデルに基づき、当社が使用するセグメントの回転ばねを評価するための新しいモデルを提案し、その解析結果と継手曲げ試験結果の比較を行った。

2. 解析

図-1は当社が最近、現場で採用しているコンクリートセグメントの構造である。このセグメントは、継手部がセグメント単体と一体となっており、厚いという特徴がある。村上・小泉モデルで対象としているセグメントとは、明らかに仕様が異なるため、そのままモデルを適用できない。そこで、継手部を図-2に示すようなせん断変形を考慮した水平ばりと鉛直ばりに置換する。このはりのモデル化は正曲げ、負曲げでそれぞれ図-3のようになり、鉛直ばりは曲げの状態によって境界条件が異なったものとする。ボルト位置でのばね定数を水平ばりが K_h 、鉛直ばりが K_v とすると、曲げ合成 D 、せん断剛性 G 、せん断有効断面積 A_s を用いて次式で表される。

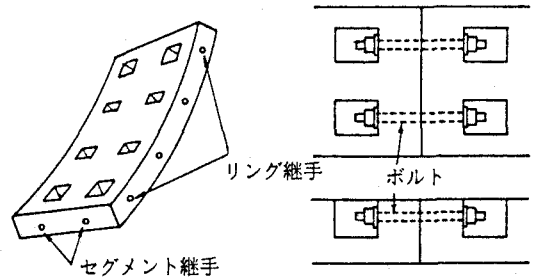


図-1 コンクリートセグメントの構造

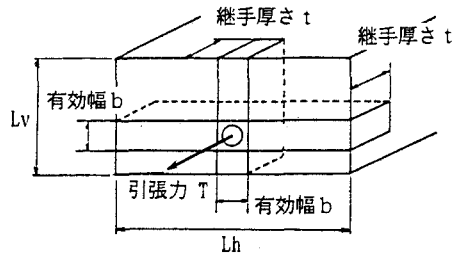


図-2 継手部のモデル化

$$\frac{1}{K_h} = \frac{\left(1 + \frac{48 D}{G A_s L_h^2}\right) L_h^3}{192 D}$$

(正曲げ)

$$\frac{1}{K_v} = \frac{\left(4 + \frac{12 D}{G A_s L_v^2}\right) L_v^3}{12 D}$$

(負曲げ)

$$\frac{1}{K_v} = \frac{\left(1 + \frac{12 D}{G A_s A^2}\right) A^4 + \left(4 + \frac{12 D}{G A_s A^2}\right) A^3 B}{12 D (A+B)}$$

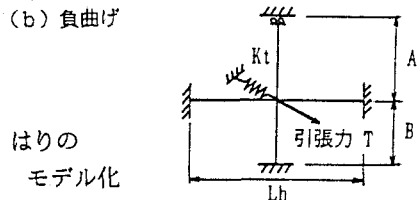
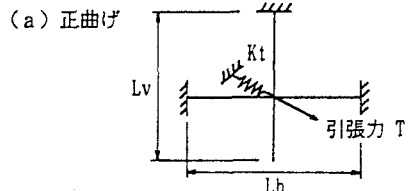


図-3 はりのモデル化

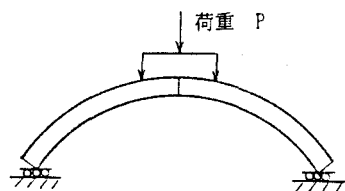
この曲げおよびせん断を考慮したばねとボルトならびに圧縮によるばね K_t を合成して、継手部のばね定数 K が求まる。

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_v + K_h} + \frac{1}{K_t}$$

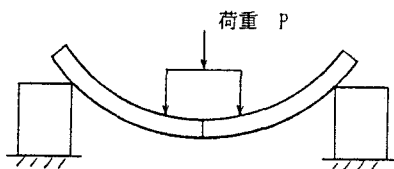
このばね定数 K から、ある荷重が作用したときのボルト位置での変位量、つまり目開き量が求まる。さらに荷重から曲げモーメント、目開き量から回転角がわかり、設計に使用する回転ばね定数が決定できる。

3. 試験結果と解析結果の比較

継手曲げ試験は、図-4に示すようにセグメント2ピースをボルトで連結した供試体に対して行う。荷重は継手部をはさんで2点に荷重を加えて行い、各荷重に対する継手部の目開き量を測定した。また、荷重の方向により正曲げと負曲げがあり、結果の比較は正曲げについては3つの現場、負曲げについては1つの現場でのセグメントに対して行う。それぞれのセグメントの諸元を表-1に、ボルト等の諸元を表-2に示す。継手に作用する曲げモーメントと目開き量から得られる回転角の関係を図-5に示す。この図より、継手部にせん断を考慮したモデルは、実用上継手の挙動を評価しうるといえる。



(a) 正曲げ試験



(b) 負曲げ試験

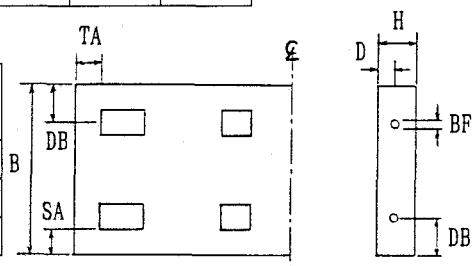
図-4 継手曲げ試験概要

表-1 セグメントの諸元

	B (cm)	H (cm)	TA (cm)	SA (cm)	BF (cm)	D (cm)	DB (cm)	継手数
①	120	22.5	20.0	19.0	1.65	8.0	22.5	3
②	100	20.0	16.0	17.5	1.45	8.0	23.0	2
③	100	42.5	23.0	21.0	2.10	14.5	28.0	3

表-2 ボルト・ワッシャー・ナットの諸元

	ボルト		ワッシャー (cm)		ナット
	呼び	軸長 (cm)	外半径	厚さ	厚 (cm)
①	M30	39.0	2.8	0.6	2.4
②	M24	37.6	3.0	0.9	1.9
③	M39	38.0	3.6	0.6	3.1



4. まとめ

当社のような継手形状をもつセグメントにおいて、せん断変形を考慮したモデル化は、セグメント継手の評価に有効な方法である。適切な継手の評価は、安全かつ経済的なセグメントの設計につながる。今後ともデータの蓄積を行い、モデルの確立を図る必要があると思われる。

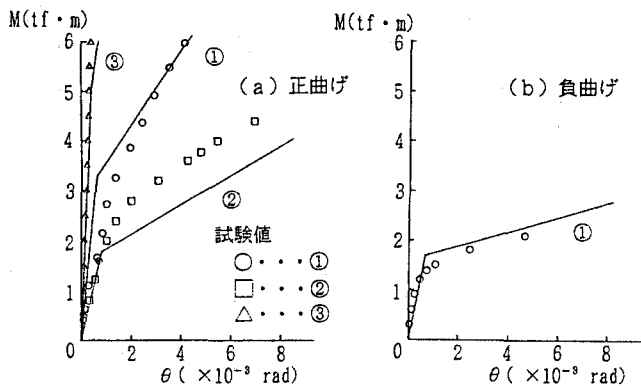


図-5 曲げモーメントと回転角の関係