

ねじりモーメントが作用するRC橋脚の耐震性能確認実験

小坂寛己¹・前川宏一²・小笠原政文¹・津野和宏¹・市川衡¹・福田暁³

¹正会員 首都高速道路公団 工務部 (〒100 東京都千代田区霞が関1-4-1)

²正会員 工学博士 東京大学 教授 (〒113 東京都文京区本郷7-3-1)

³正会員 (株) 千代田コンサルタント 事業本部 (〒102 東京都千代田区飯田橋3-3-7)

1. はじめに

ねじりが作用する橋脚の耐震性能については、未解明なところが多く、逆L型橋脚のような地震時にねじりを受け易い橋脚の耐震性能の評価が難しい。

本実験では、常時偏心モーメントが作用する逆L型RC橋脚をモデルとした縮小供試体に、静的にねじり及び正負交番荷重を載荷し、耐震性能の確認を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験供試体

実験対象となる橋脚は、地震時ねじりモーメントの作用が大きいと思われる逆L型橋脚を想定し、常時に作用する荷重の偏心量をかなり大きなものとした。

実験供試体は、断面寸法を43.0cm×59.0cmとし、偏心荷重を考慮しない供試体(1体)、偏心荷重を考慮する供試体(2体)の計3体の実験を行った。

供試体の鉄筋寸法は、主鉄筋D10、帯鉄筋、中間鉄筋、中間拘束筋D6とした。

供試体の諸元を表-1に、供試体の一般図を図

-1に示す。

表-1 実験供試体の諸元

項 目	試 験 体
断面寸法(Bcm×Hcm=Ac cm ²)	43.0×59.0 =2537
上部工鉛直反力(tf)	14.301
発生軸力(柱基部)N(tf)	16.761
圧縮応力度(kgf/cm ²)	6.607
コンクリート設計基準強度(kg/cm ²)	300
かぶり「鉄筋中心」(mm)	30.0
粗骨材径(mm)	10
主鉄筋総断面積As(cm ²)	D10×48 =34.2384
軸方向鉄筋比ρ(%)=As/Ac	1.35
軸方向鉄筋断面積As(cm ²)	D6×3 =0.9501
横方向拘束筋体積比ρs=4·Ah/(s·d)(%)	
水平力載荷方向	=1.10
偏心曲げモーメント載荷方向	=1.54

3. 実験方法

(1) 実験ケース及び載荷荷重

実験ケースは、表-2に示す3ケースとした。

① ケース1 (No.1 供試体)

曲げモーメント、せん断力、軸力、ねじりモーメントを考慮する。

② ケース2 (No.2 供試体)

曲げモーメント、せん断力、軸力、偏心曲げモーメント、ねじりモーメントを考慮する。

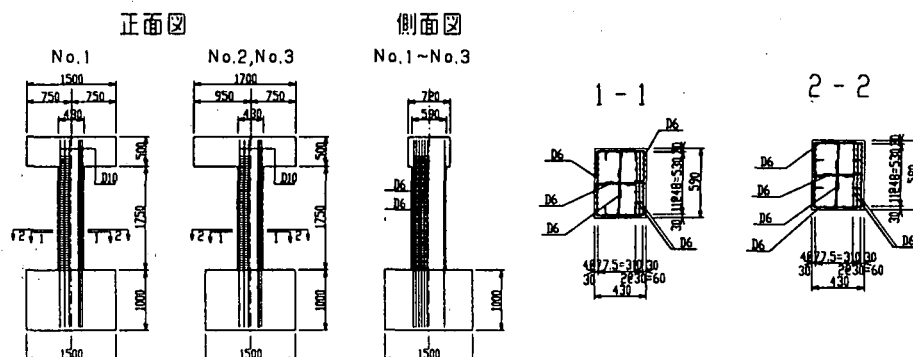


図-1 供試体一般図

③ ケース 3 (Na 3 供試体)

曲げモーメント、せん断力、軸力、偏心曲げモーメントを考慮する。

表-2 実験ケース概要

実験 No.	最大ねじりモーメント	载荷直角方向鉛直偏心荷重
Na 1	ねじりひびわれモーメント	なし
Na2	ねじり降伏モーメント	あり
Na3	ねじり無し	あり

载荷荷重は、下記のように設定した。

① 鉛直荷重 (軸力)

実橋脚の柱付け根の発生圧縮応力度と同様になるように、鉛直荷重を 15.0t (ただし、Na 1 供試体は、通常の橋脚の死荷重応力度となるように 25.0t とした。) とした。

② 偏心曲げモーメント

偏心距離は、主鉄筋の応力度が死荷重載荷状態で $1,200\text{kgf/cm}^2$ となるように、70cm とした。

③ 水平荷重

Na 1 供試体は、主鉄筋の降伏時の変位を $1\delta y$ として、Na 2、Na 3 供試体は、道路橋示方書の地震時保有水平耐力法における降伏変位 (δy) を $1\delta y$ として、変位制御により载荷した。

④ ねじりモーメント

Na 1 供試体は、ひびわれ発生ねじりモーメント (3 次元骨組の時刻歴応答解析による発生ねじりモーメント程度)、Na 2 供試体は、Na 1 供試体よりもかなり大きなねじりモーメントを考慮して、降伏ねじりモーメントを载荷した。

载荷ステップと制御方法を図-2 に示す。

(2) 载荷装置

鉛直荷重は、供試体上部の梁より油圧ジャッキにより载荷した。拘束の影響がないようにジャッキ上部にガイドレールをセットした。

水平方向は、反力壁に 2 基の油圧ジャッキを取り付け、水平荷重、ねじりモーメントの载荷を行った。上下方向、橋軸直角方向の拘束を解くため、ジャッキの両端にユニバーサルジョイント (Na 1 供試体は、それぞれ、水平、鉛直の 1 方向のみの自由のジョイント) をセットした。载荷装置を図-3 に示す。

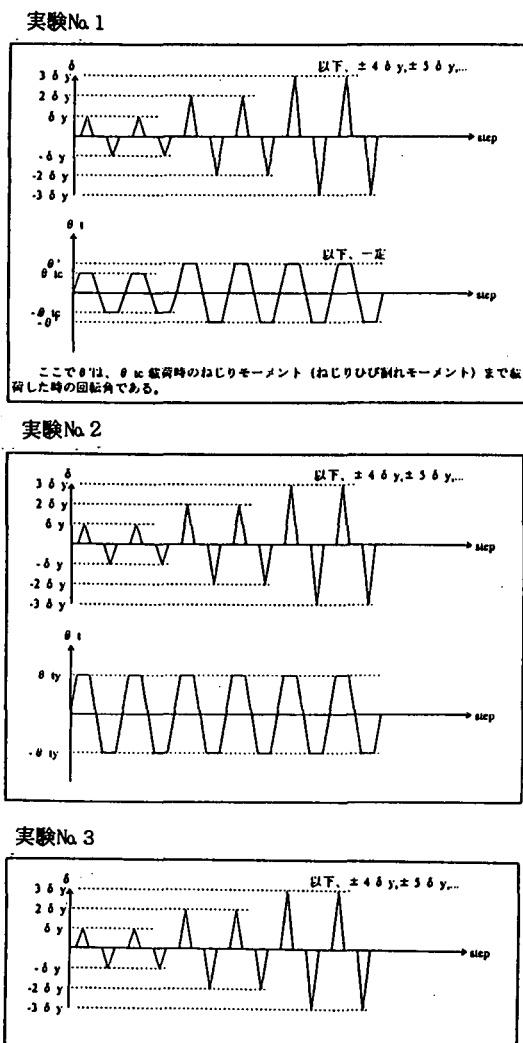


図-2 载荷ステップ

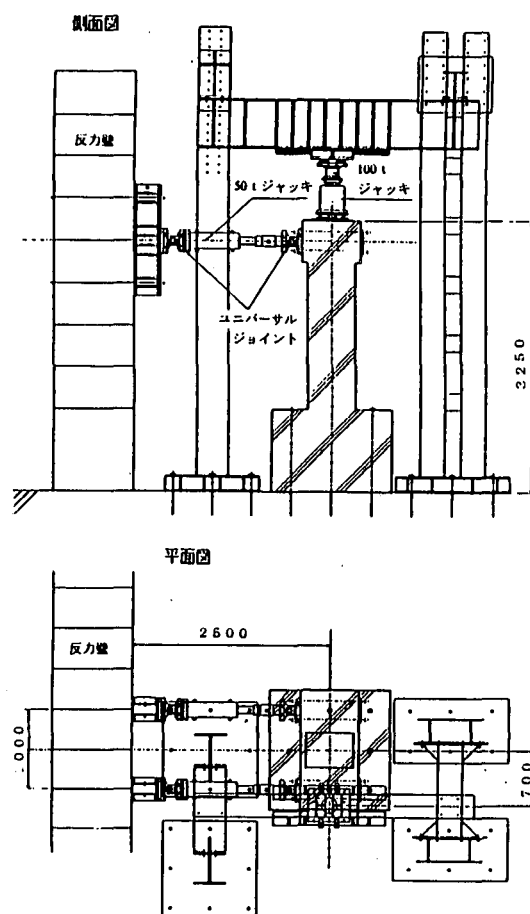


図-3 载荷装置

(3) 材料試験結果

供試体使用材料の材料試験結果を表-3に示す。

表-3 材料試験結果

		NO. 1	NO. 2	NO. 3
コンクリート	圧縮強度 (kgf/cm ²)	351	355	377
	弾性係数 (×10 ⁵ kgf/cm ²)	2.73	2.37	2.58
	引張強度 (kgf/cm ²)	28.1	31.1	34.0
	ポアソン比	0.161	0.189	0.164
D	引張強度 (kgf/cm ²)	5725	5635	
	弾性係数 (×10 ⁶ kgf/cm ²)	1.91	—	
D	引張強度 (kgf/cm ²)	5357	5088	
	弾性係数 (×10 ⁶ kgf/cm ²)	1.87	1.96	

4. 実験結果

(1) 曲げモーメント載荷方向の変形性能

各供試体の曲げモーメント載荷方向の載荷荷重—脚頂変位曲線 (P— δ 曲線) を図-4に、スケルトンカーブを図-5に示す。

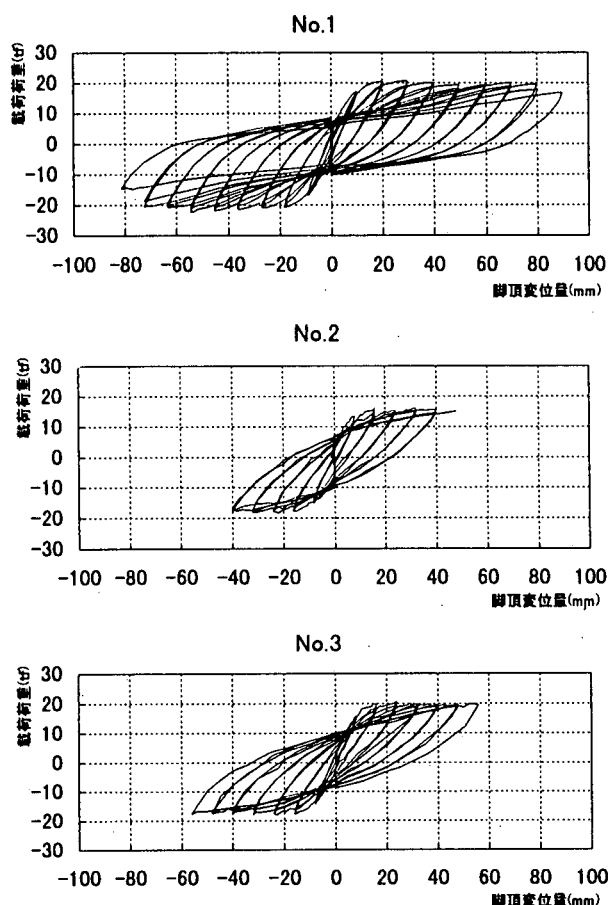


図-4 P— δ 曲線

ねじりひび割れを発生させたNa 1 供試体では、 $9\delta y$ の載荷まで良好な変形性能を有しており、道路橋示方書の地震時保有水平耐力法と比較して十分なじん性があった。

偏心軸力、ねじり降伏モーメント及び曲げモーメントを載荷したNa 2 供試体、偏心軸力及び曲げモーメントを載荷したNa 3 供試体においても、載荷装置の限界まで載荷したが、ぜい性的な破壊は見られず、良好な変形性能を有していた。

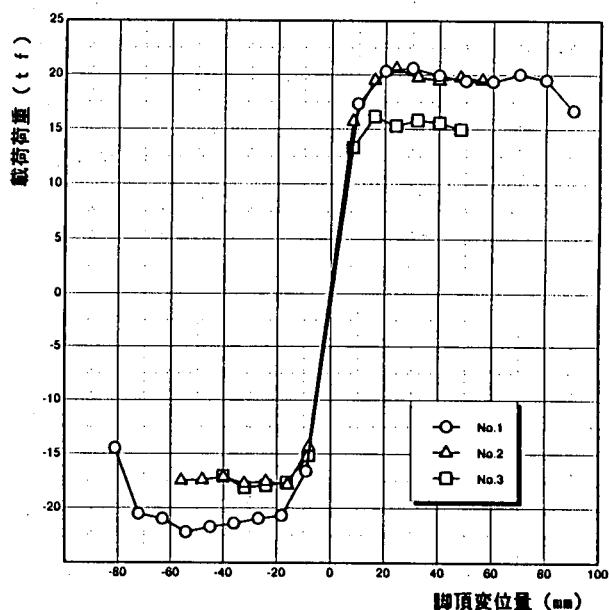


図-5 スケルトンカーブ

(2) 変形性状

Na 2、Na 3 供試体の偏心方向変位の変化を図-6に示す。

Na 2、Na 3 供試体ともに偏心方向に大きな変形を生じており、実験終了時（載荷装置の限界による）の曲げモーメント載荷方向の載荷（変形量）は、それぞれ $6\delta y$ 、 $7\delta y$ であった。

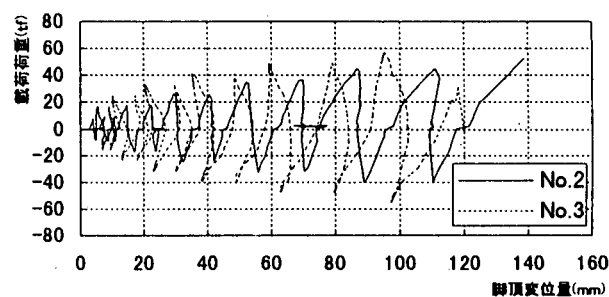


図-6 偏心方向変位

(3) ひびわれ状況

実験終了後のひびわれ状況を図-7に示す。

(4) 実験終了後の偏心方向耐力

実験終了後に偏心方向の耐力を確認するため、偏心方向の水平荷重のみによる載荷実験を行った。その結果を図-8に示す。

5. おわりに

本文は、ねじりモーメントの影響を受けるRC単柱橋脚の耐震性能についての実験結果を報告したものである。

今後は、本実験により得られたデータに基づいて、解析、検討を実施し、ねじりモーメントの影響について解明していきたいと考えている。

謝辞：最後に、本実験にあたり、多くの御助言をいただいた「首都高速道路の橋梁に関する調査研究コンクリート構造物分科会」の委員各位に深く感謝いたします。

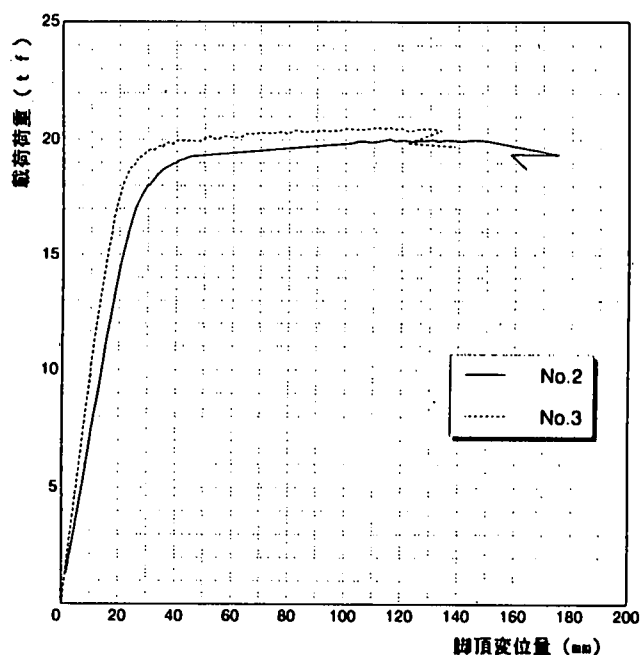


図-8 実験終了後の供試体の耐力

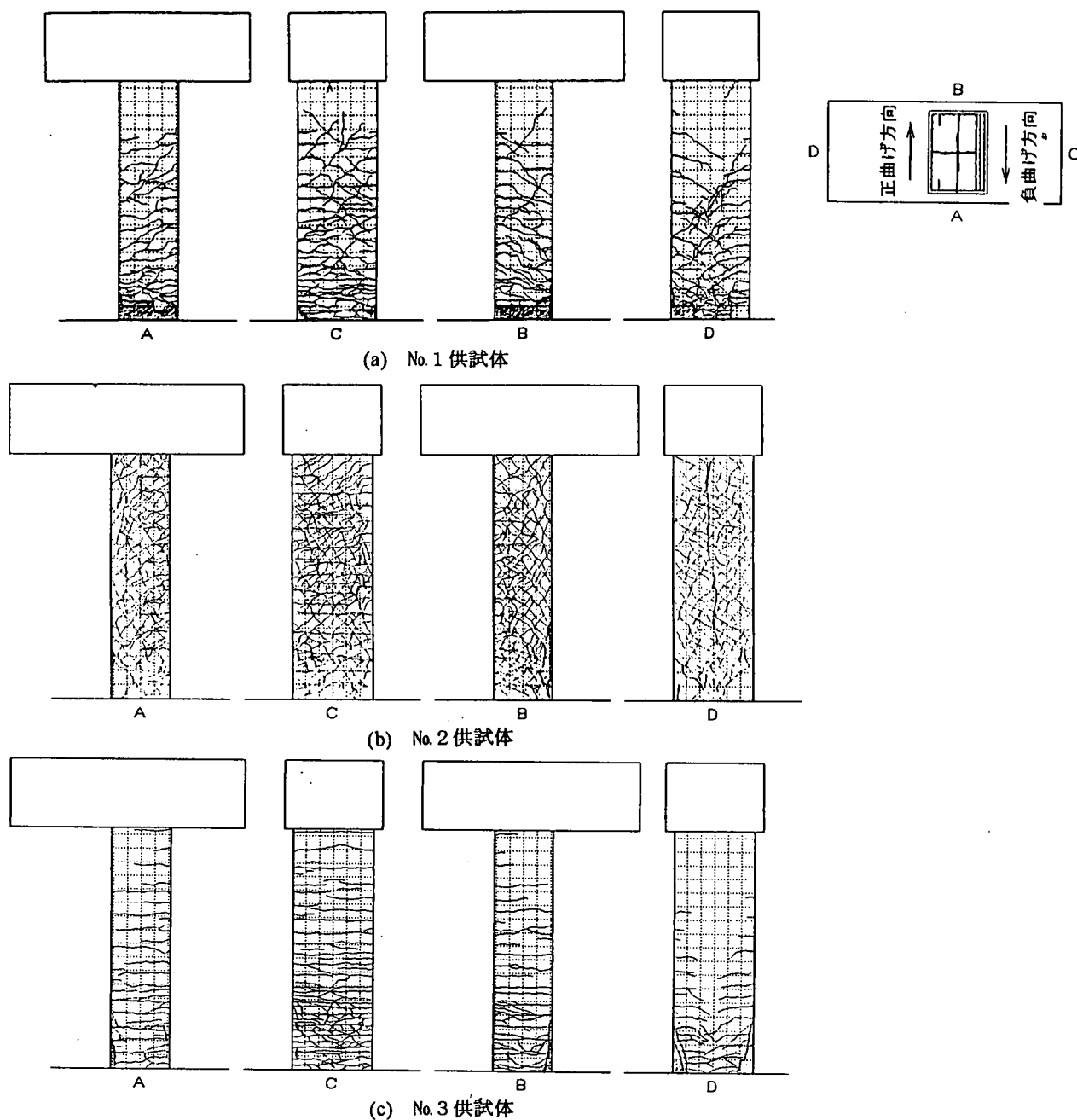


図-7 ひびわれ図