

I-B172 鉄筋コンクリートラーメン橋脚の柱・梁接合部の変形性能に関する検討

建設省土木研究所 正会員 林 昌弘

建設省土木研究所 正会員 運上 茂樹

1. はじめに

平成8年の道路橋示方書V耐震設計編¹⁾では、RC一層ラーメン橋脚に対する地震時保有水平耐力の照査が規定され、ここではぜい性のせん断破壊に結びつきやすい柱・梁接合部に塑性ヒンジを生じさせないものとされている。しかしながら、繰返し荷重を受けたときの柱・梁接合部の破壊特性、耐力・変形性能に関しては未解明の点が多いのが現状である。本報告では、RCラーメン橋脚のT型柱・梁接合部の耐力、変形性能の検討を目的とした模型実験を行ったので、その結果を報告する。

2. RCラーメン橋脚の柱・梁接合部の正負交番載荷実験

実験は図-1に示すように、柱・梁接合部の模型供試体を横に寝かせた形で加振装置による繰返し載荷を行った。梁の端部は反力フレームにピンを介して固定し、柱の端部をピンを介して加振した。柱および梁ともに接合部中心からピンまでは2900mmである。載荷は変位制御で行い、梁と柱のどちらかの軸方向鉄筋が降伏したときの変位 δ_y を基準として、その整数倍で3回ずつ加振し順次変位を増加させた。CASE1,2では柱・梁の曲げ耐力を変化させるために軸方向鉄筋量を変化させた。またCASE3はCASE1の梁上面側鉄筋を下面側に折り曲げ定着を確保させる形とした。表-1に実験ケース、図-2にCASE1～3の配筋（各ケース共通）を、図-3に変化させたCASE3の配筋を示す。

実験結果について、図-4に各供試体の荷重-変位関係及び最終破壊状況を示す。ここで示している荷重と変位はそれぞれ図-1に示した加振装置が加振する方向の荷重と変位である。CASE1は $4\delta_y$ 載荷時に柱・梁接合部にせん断破壊による斜めひび割れが発生し、かぶりコンクリートのはらみ出しが始まった。そして $5\delta_y$ 載荷時にこの斜めひび割れが進展するとともに梁上面側のコンクリートが剥落、梁軸方向鉄筋の付着が切れたために正側の耐力が大きく低下した。CASE2は、加振する変位の増加とともに梁の付け根部分に損傷が生じたが、柱・梁接合部には若干のひび割れが生じただけで、最終的に $8\delta_y$ 載荷時に梁付け根部のかぶりコンクリートが大きく剥落し耐力が低下した。図-4によると、CASE2がCASE1に比較して大きい変位まで安定した履歴曲線を有しているのがわかる。また、CASE1では載荷に伴い梁上面に多数のひび割れが発生し軸方向鉄筋の付着力が低下したために耐力が急激に低下し履歴曲線が正負で異なる結果となっている。CASE3については、CASE1と同様に $3\delta_y$ で接合部にせん断破壊に伴う斜めひび割れが発生したが、梁の軸方向鉄筋の付着力が確保され続けたためひび割れ発生後も急激な耐力低下は見られなかった。また各供試体で履歴曲線が正側と負側で異なるが、これは正側では加振により軸力が加わるのに対し、負側では軸力が抜けるためである。

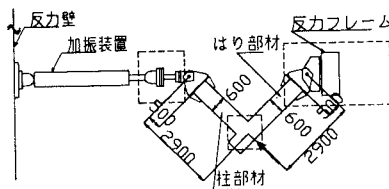


図-1 載荷実験状況

表-1 供試体実験ケース

供試体	CASE1	CASE2	CASE3
梁	軸方向鉄筋	16-D19	16-D19
	帯鉄筋	D6ctc150	D6ctc150
	軸方向鉄筋比	1.27%	0.88%
	横拘束筋体積比	0.47%	0.36%
柱	軸方向鉄筋	20-D19	20-D19
	帯鉄筋	D6ctc125	D6ctc125
	軸方向鉄筋比	1.59%	1.10%
	横拘束筋体積比	0.53%	0.45%

キーワード：耐震設計，動的載荷実験，ラーメン橋脚，柱・梁接合部

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 TEL0298-64-4966 FAX0298-64-4424

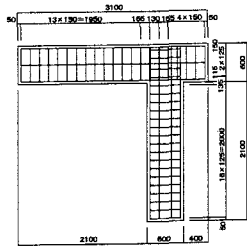


図-2 供試体配筋図

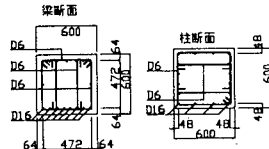


図-3 CASE3 梁上面軸方向鉄筋加工図

3. 柱・梁接合部の損傷判定

供試体の損傷モードと比較して、柱・梁接合部にせん断破壊が生じるかどうかの判定を行った。判定は、接合部に生じる引張主応力 P_t がコンクリートの引張強度 σ_c を越えるかどうか²⁾とした。判定結果を表-2に示す。この判定によると、CASE1,3 は $P_t/\sigma_c > 1.0$ となり接合部で破壊が生じ、CASE2 は $P_t/\sigma_c < 1.0$ より接合部に損傷は生じないと判定される。実験結果はCASE1 及び CASE3 は接合部で破壊が生じ、CASE2 は接合部で破壊は生じなかったので、概ね P_t/σ_c が1 を越えるかどうかで損傷モードの判定が可能であると考えられる。

表-2 判定結果

CASE	1	2	3
せん断応力度 V_j (kgf/cm ²)	27.5	21.1	27.8
鉛直方向応力度 f_v (kgf/cm ²)	5.6	4.3	5.7
引張主応力度 P_t (kgf/cm ²)	24.8	19.1	25.1
コンクリート引張強度 σ_c (kgf/cm ²)	22.9	22.4	22.4
P_t/σ_c	1.08	0.85	1.12
柱・梁接合部のせん断損傷	有	無	有

4. まとめ

- (1) RC ラーメン橋脚の柱・梁接合部の模型供試体に対して繰返し載荷実験を行った結果、梁の軸方向鉄筋の付着が切れることにより急激に耐力が低下した。しかし、梁の軸方向鉄筋の付着を確保した場合は、柱・梁接合部でせん断破壊しても必ずしも急激な耐力低下は生じなかった。
- (2) 柱・梁接合部にせん断破壊が生じるかどうかは、柱・梁接合部に生じる引張主応力度とコンクリートの引張強度を比較することで概ね判定可能と考えられる。

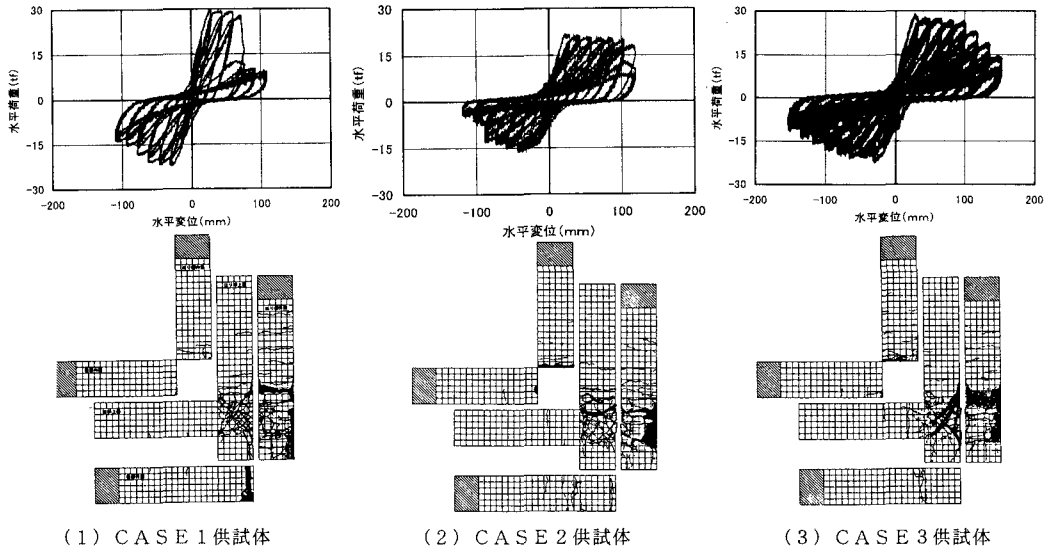


図-4 各供試体の荷重-変位曲線と最終破壊状況

参考文献：1) 道路橋示方書・同解説V耐震設計編（平成8年12月）（社）日本道路協会

2) 運上茂樹、寺山徹、林昌弘：柱・梁接合部の動的耐力・変形性能に関する繰返し載荷実験、第2回地震時保有耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシナジウム講演論文集 PP.197～200、平成10年12月