

座屈抑制エレメントを用いた鉄筋コンクリート橋脚の配筋合理化技術の開発（その2）

-正負交番載荷実験による耐震性能の検証-

戸田建設 正会員 ○村井和彦 前田建設工業 正会員 原 夏生
 戸田建設 正会員 請川 誠 前田建設工業 正会員 三島徹也
 前田建設工業 正会員 松林 卓

1. はじめに 座屈抑制エレメントを用いた鉄筋コンクリート橋脚配筋合理化技術の概念と機能、および基本構造については、前報¹⁾で紹介したとおりである。本報では、その続報として、同エレメントを設置した大型鉄筋コンクリート橋脚供試体の正負交番載荷実験を実施し、その耐震性能を検証した結果について報告する。

2. 実験条件 実験供試体は、図-1に示すように、□1200mm×1200mm、フーチング基部から載荷点までの高さh=4800mmである。今回は、貫通中間帯鉄筋を配筋した既往実験供試体²⁾を基準供試体とし、これと同諸元の主鉄筋、帯鉄筋に加え座屈抑制エレメント(以下エレメントと称する)を設置した4供試体を対象とした。

このうちNo1供試体は、帯鉄筋と同径のアークスタッド溶接可能異形棒鋼を途中定着体として用い、基準供試体(M-3)の貫通中間帯鉄筋と同じく1面当り2列のエレメントを配置したものである。ここで定着長は、道路橋示方書IV下部工編³⁾に規定されている基本定着長算定式より定めた。またNo2供試体は、帯鉄筋と同径の頭付きスタッドを定着体として用いた。その定着長は、定着体が保有する帯鉄筋拘束機能を最大限発揮させるため、定着体の引張降伏力がコンクリートのコーン破壊耐力以下となるよう定めた。その他の条件は、No1供試体と同じである。これに対してNo3供試体は、基準供試体の貫通中間帯鉄筋よりも細径の頭付きスタッドを定着体として用いる一方で、帯鉄筋拘束力が基準供試体と同等以上となるよう、エレメントを1面当り5列配置した。さらにNo4供試体は、中間貫通帯鉄筋を省略するとせん断先行破壊となる基準供試体(M-4)に、破壊モードが曲げ破壊先行となるよう貫通中間帯鉄筋を1本配筋し、さらにNo3供試体と同じエレメントを4列配置したものである。なお、No3、4供試体の定着長は、No2供試体と同じ考え方に基づいた。各供試体と基準供試体の諸元を表-1に整理する。

載荷は独立行政法人土木研究所の部材耐震強度実験施設にて行った。載荷パターンは降伏変位を基準としその整数倍を繰返し回数3回の変位制御にて載荷した。載荷速度は30mm/sec、作用軸力は1412kNである。

3. 変形性能と損傷状況 No1~No4供試体における損傷状況を写真-1に、水平変位—水平荷重の履歴を図-2にそれぞれ示す。図には、各供試体に対する基準供試体の結果も併記している。さらに図-3は、各載荷stepの第1 cycleにおける水平変位—水平荷重の包絡線を示したものである。これらより、No1、2供試体は、基準供試体(M-3)に対し耐力は若干劣るものの、変形性能は概ね同じであることがわかる。また両供試体とも、最終損傷時に至っても定着体の破断は認められるものの、引抜けは認められない。なお、No1供試体では5 δ_y 載荷時に、帯鉄筋を片持状態で拘束していたエレメントの平板がはずれたが、No2供試体においては、載荷前

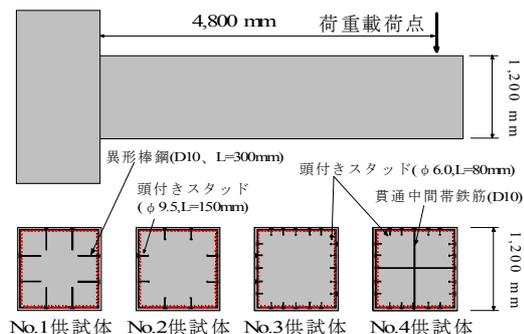


図-1 供試体の形状寸法

表-1 供試体諸元

No.	主鉄筋	帯鉄筋	コンクリート 圧縮強度	エレメントの定着体(貫通鉄筋も含む)				
				種類	径	降伏点強度	列数	定着長*
No.1	SD295	SD295	34.7N/mm ²	異形棒鋼	D10	386.7N/mm ²	2	290mm
No.2	88-D16	D10	37.8N/mm ²	頭付き	φ9.5	452.1N/mm ²	2	133mm
No.3					φ6.0			
No.4	88-D19	@75mm	28.7N/mm ²	スタッド	φ6.0	507.3N/mm ²	5	65mm
					φ6.0			
M-3	88-D16	D10	39.5N/mm ²	貫通鉄筋	D10	377.1N/mm ²	1	貫通
M-4	88-D19	@75mm	33.5N/mm ²	貫通鉄筋	D10	336.0N/mm ²	2	貫通

*異形棒鋼は主鉄筋芯—先端まで、頭付きスタッドは主鉄筋芯—首下までと定着

キーワード 座屈抑制エレメント、正負交番載荷実験、変形性能、損傷状態、エネルギー吸収性能

連絡先 〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 新八重洲ビル 戸田建設(株)本社土木工事技術部 TEL03-3535-6308



(a)No. 1 供試体 (8 δ y) (b)No. 2 供試体 (8 δ y) (c)No. 3 供試体 (8 δ y) (d)No. 4 供試体 (8 δ y)

写真-1 橋脚基部における各供試体の最終損傷状況

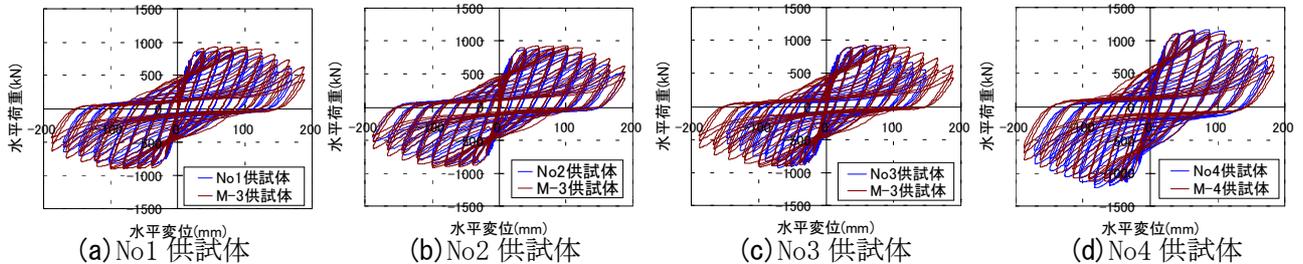


図-2 各供試体の水平変位—水平荷重の履歴

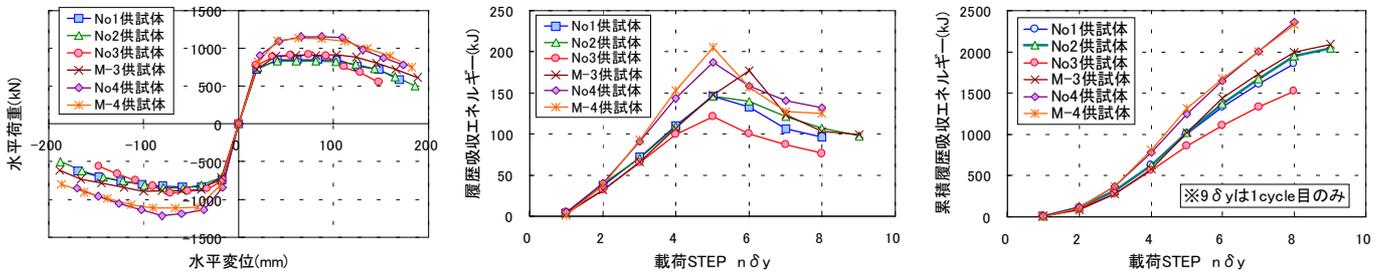


図-3 水平変位—水平荷重包絡線 図-4 履歴吸収エネルギー(1cycle目) 図-5 累積履歴吸収エネルギー

にこの点を是正している。これが変形性能に及ぼす影響は、顕著には認められない。一方No3 供試体は、5 δ y までは基準供試体と概ね同じ変形性能を有しているが、その後の耐力低下は基準供試体(M-3)より顕著となっている。耐力低下が始まる時点は、エレメント定着体の引抜けが始まる時点と一致しているため、この現象は定着長不足が要因であると考えられる。また No4 供試体は、基準供試体と概ね同じ変形性能を有している。これは、最も大きくはらみ出す帯鉄筋の中央部を中間帯鉄筋が拘束しており、両側に設置したエレメント定着体の引抜けが生じにくくなっているためと考えられる。但し、耐力の低下はNo3 供試体同様、定着体の引抜けと対応している。なおこの効果は、貫通の如何を問わず、十分な長さの定着体を設置すれば期待できると考える。

総じて、座屈抑制エレメントは、定着体の破断や引抜けが生じない範囲では、十分な主鉄筋座屈抑制効果があることが確認できた。

4. エネルギー吸収性能 図-4 および図-5 は各供試体の履歴吸収エネルギーと累積履歴吸収エネルギーを基準供試体と比較して示した。これらより、エネルギー吸収性能は変形性能の傾向と対応し、No1、2、4 供試体は基準供試体と同等のエネルギー吸収性能があるが、No3 供試体は耐力低下と対応した性能劣化が確認できる。

5. 結論 今回実施した正負交番荷重実験より、座屈抑制エレメントを設置した鉄筋コンクリート橋脚は、定着体の定着長を十分とると貫通中間帯鉄筋を設置した場合と概ね同等の変形性能およびエネルギー吸収性能が期待できるとの結果を得た。今後は実験データを詳細に分析し、構造細目や設計法を検討していきたい。

謝辞: 本研究は、(独)土木研究所、(財)土木研究センター、民間5社が参加した「高じん性鉄筋コンクリート構造の配筋合理化技術に関する共同研究」の1課題として実施したものである。貴重なご意見を賜った共同研究担当者各位に記して謝意を表す。

参考文献: 1) 原厚生・村井和彦・松林卓・請川誠・三島徹也：座屈抑制エレメントを用いた鉄筋コンクリート橋脚の配筋合理化技術の開発（その1）—座屈抑制エレメントの概念—、土木学会第58回年次学術講演会講演概要集、V部門、2004.9 2) 建設省土木研究所：鉄筋コンクリート橋脚の塑性変形性能に関する実験的研究（その1）大型模型による塑性変形性能の検討、土木研究所資料第3739号、平成12年8月 3) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説IV下部構造編、平成14年3月