

E-ディフェンスを用いたダメージフリー橋脚を目指す震動実験

(独) 防災科学技術研究所 フェロー ○中山 学
 (独) 防災科学技術研究所 正会員 梶原 浩一
 東京工業大学 フェロー 川島 一彦

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震ではRC橋脚に甚大な被害が発生した。橋梁は都市部の交通インフラを構成する重要な構造物であり、地震直後からの交通手段の確保、被災地への支援および復興にも欠かせない。

本実験は、現設計で考慮されている地震動強度以上の地震動が発生しても道路のサービス水準の低下を極力防止し、ダメージフリーの橋脚の実現に向けた次世代型橋脚のプロトタイプの実用化を目指した。

2. 実験内容

(独) 防災科研 兵庫耐震工学研究センターにおける耐震橋梁耐震実験研究では2007年度から加振実験を行ってきた(表-1)。表-1 既往実験一覧表

年度	試験体	試験橋脚の特性
2007	C1-1	1970年代に建設されたRC橋脚 (基部曲げ破壊タイプ、段落し無し)
2008	C1-2	1970年代に建設されたRC橋脚 (主鉄筋段落し部せん断破壊タイプ)
	C1-5	現在建設されているRC橋脚 (基部曲げ破壊タイプ、段落し無し)
2009	C1-6	将来を見据えたRC橋脚 (基部曲げ破壊タイプ、段落し無し)

既往の加振実験の結果、被りコンクリートの剥落やコアコンクリートの圧壊により、橋脚の耐力の低下が著しいことが分かった。

したがって、2009年度では、現行基準で想定されている地震動以上の巨大地震発生によって、被りコンクリートが剥落して高架橋としての機能が十分に果たせず、利用者への利便性が滞ることがないように、「現行の設計基準によるRC橋脚の耐震性を更に上回る次世代型の高耐震RC橋脚の開発」を目指して計画した。

すなわち、被害が発生しやすい橋脚基部部分での粘り強さを増すために、通常コンクリートに代えてモルタルの中にポリプロピレン繊維を入れた「高じん性繊維補強モルタル」を採用した実物大の現在の技術基準により設計されたRC橋脚試験体を対象とした加振実験を実施し、その耐力照査を目的として実験を行った。

今回の実験では、事前に以下のような3候補とする1/4の模型による予備実験を実施し、各試験体の保有性能の把握に努めた。

候補1: 高耐震RC橋脚作成のために、高強度鉄筋(引張強度685N/mm²程度)、高強度コンクリート(28日強度で60MPa程度)を用いた場合

候補2: 候補1の条件で、橋脚基部に鋼繊維補強コンクリートを使用した場合

候補3: 候補1の条件で、橋脚基部に高じん性繊維補強セメント複合材料を使用した場合

載荷実験の結果、**候補3**が最も保有性能が優れていたため、予備実験をモデルとした数値解析結果と予備実験結果との比較によって、数値解析の再現性の検討を行い、実大試験体を決定した。

そこで、施工費用および施工性を考慮して図-1に示すような高耐震RC橋脚試験体を決定した。

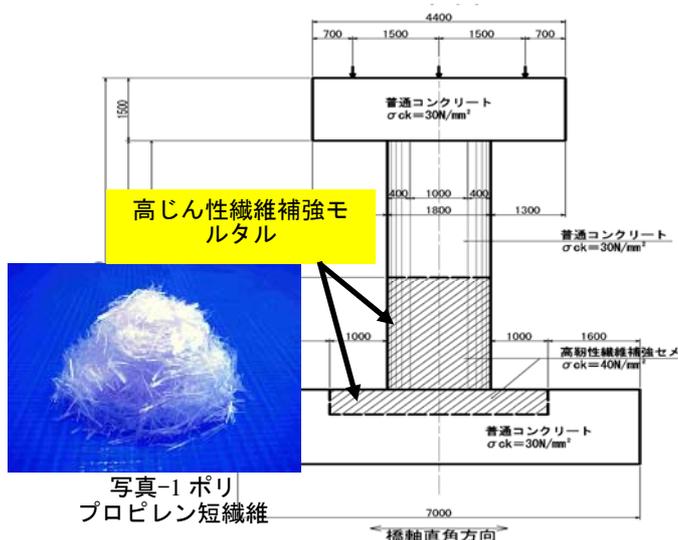


図-1 高耐震RC橋脚試験体 単位:mm

試験体は実物大であり、柱部は角部を面取り(R=400mm)した矩形断面(1辺1.8m)、高さは7.5m、基礎部(底部)は縦7m×横7m×高さ1.8m、全体重量は約310tである。

キーワード E-ディフェンス, ダメージフリー橋脚, 高じん性

連絡先 〒673-0515 兵庫県三木市志染町三津田西亀屋1501-21 中山 学 TEL:0794-85-8931

3. 実験結果

加振実験は、RC橋脚試験体を組み込んだ橋梁実験装置（写真-2、中央がRC橋脚試験体）を震動台上に設置し、1995年兵庫県南部地震の際にJR鷹取駅で観測された地震動記録に動的相互作用効果を考慮して修正した地震動（実地震レベル100%＝JR鷹取駅記録の振幅を80%に調整）を入力地震動として3次元加振を行った。

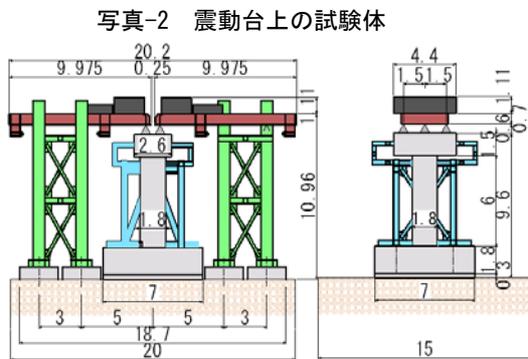


図-2 実験装置 (C1-6 実験) 一般図 単位: m

加振実験では、C1-5 実験体と同様、実地震レベル100%加振を2 回行なった結果、大きな損傷は生じなかった。 旧設計基準(C1-1) 現行設計基準(C1-5)



2回目(JR鷹取波100%加振終了時) 2回目(JR鷹取波100%加振終了時)
今回の加振実験(C1-6) 今回の加振実験(C1-6)増加後



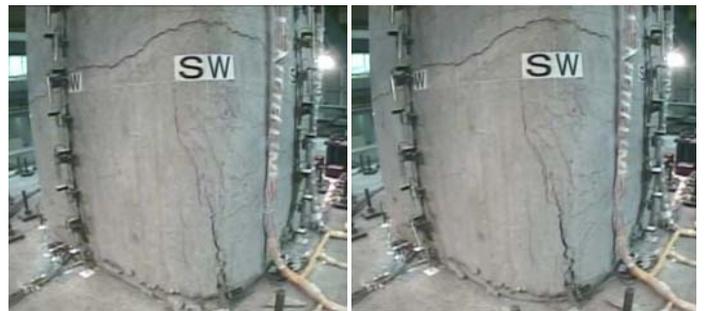
2回目(JR鷹取波100%加振終了時) 3回目(JR鷹取波100%加振終了時)
写真-3 既往実験結果との比較

その後、一度大きな地震動を受けた後のRC橋脚の最大耐力の検証を目的として、上部構造重量を21%増加しての加振を1 回、さらに入力地震動を125%にした加振を3 回行なったが、大きなひび割れが生じたものの、化学繊維を入れたモルタルの剥離はわずかであり、新素材を用いた橋脚は高い耐震性を有していることが確認できた。

表-2 加振条件と加振回数

支承条件	上部構造重量	入力レベル (対実地震レベル)				
		10%	20%	30%	40%	50%
免震	302 tf	10%	20%	30%	40%	50%
	302 tf	100%	100%			
固定	302 tf	100%	125%	125%	125%	
	370 tf	100%	125%	125%	125%	

今回の加振実験(C1-6)増加後 今回の加振実験(C1-6)増加後



2回目(JR鷹取波125%加振終了時) 3回目(JR鷹取波125%加振終了時)
写真-4 上部構造重量 増加後の加振結果

4. まとめ

巨大地震が襲来しても、被りコンクリートの剥落やコアコンクリートの圧壊により、高架橋としての機能が十分に果たせず、利用者への利便性が滞ることがないように「現行の設計基準による RC 橋脚の耐震性を更に上回る次世代型の高耐震 RC 橋脚の開発」という当初の目的は達せられた。すなわち、ダメージフリーの橋脚実現への序章となった。今後は実橋脚への実現に向けて、施工性や経済性などを踏まえた「より合理的な橋脚」に近づけたいと考えている。

謝辞 本プロジェクトを推進するにあたり、「橋梁耐震実験研究実行部会」の委員各位はじめ、数多くの方々のご協力を得た。深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 平田隆祥ら：高じん性繊維補強モルタルを用いた実規模橋脚基部の震動破壊形態の改善，2010 年度土木学会年次講演会
- 2) 中山学：橋梁耐震実験研究；特集E-ディフェンスによる地震防災への挑戦，防災科研ニュース“冬”，No. 170, 2010
- 3) Kazuhiko KAWASHIMA et al.: SEISMIC PERFORMANCE OF A FLEXURAL FAILURE TYPE REINFORCED CONCRETE BRIDGE COLUMN BASED ON E-DEFENSE EXACITATION, Journal of ASCE, A. Vol. 1. 65(2), 267-285, 2009