



E-Defense Today

(Published by E-Defense, NIED, October 30, 2008, Vol.4 No. 3)

橋梁耐震実験研究 実大 RC 橋脚震動破壊実験(C1-2、C1-5 実験)

橋梁耐震実験研究では E-Defense を活用した耐震実験として、実大規模の鉄筋コンクリート (RC) 橋脚震動破壊実験を昨年 12 月の C1-1 実験に引き続いて 2008 年 8 月～10 月に C1-2 実験と C1-5 実験を実施しました。

表-1 C1, C2 実験 全体ケース (現状案)

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橋脚の耐震性能の確認
2009	C1-3	1970年代に建設されたRC橋脚を鋼板巻き立て工法で耐震補強
	C1-4	1970年代に建設されたRC橋脚をカーボンファイバー巻き立て工法で耐震補強
	C1-6	現在建設されているRC橋脚の耐震余裕度の検証
	C1-7	米国の設計基準に従ったRC橋脚
2010	C2	橋梁システム実験

橋梁耐震実験研究では、表-1 に示す RC 橋脚の破壊特性や耐震性能に着目した橋梁コンポーネント実験 (C1 実験：実大規模の RC 橋脚を用いた震動破壊実験) と橋梁のシステムとしての逐次破壊メカニズムの解明、新耐震技術の開発を目指した橋梁システム実験 (C2 実験) を計画しています。

今回の実験に用いた RC 橋脚試験体、C1-2 実験橋脚試験体は 1970 年代に建設されたもので橋脚柱部の軸方向鉄筋の高さ方向に 2 段の段落しを有するもので、破壊形態としては上部段落し部より下方にせん断破壊を想定したものです。C1-5 実験橋脚試験体は現在の技術基準に従ったもので、破壊形態としては橋脚基部での曲げ破壊を想定したものです。C1-5 実験橋脚試験体は現在の技術基準に準拠していることから、設計地震動入力レベルでは大きな損傷を生じないことから、実地震レベル 100% で 2 回の加振を行った後に、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% 増加しての加振を計画しました。

RC 橋脚試験体の形状寸法は、柱部は円形断面で C1-2 は直径 1.8m、C1-5 は直径 2.0m、他は共通で柱高さは 7.5 m、基礎部は縦 7m×横 7m×高さ 1.8m、全体重量は約 300 t～310 t です。

本実験では、RC 橋脚試験体を組み込んだ橋梁実験装置 (写真-1) を震動台上に構築して、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 次元加振を行いました。

その結果、フーチングには JR 鷹取駅記録と同等の最大加速度が入力され、C1-2 実験では上部構造からの慣性力により、橋脚は大きく揺れ、上部段落し部に曲げ破壊先行型のせん断破壊が発生しました (写真-2)。破壊の瞬間はかぶりコンクリートが一瞬にして爆発的に細かく砕けて落下しました。1995 年の兵庫県南部地震では RC 橋脚に大きな被害が発生 (写真-3) しましたが、地震で構造物がなぜ壊れるのか、どのように壊れるのか、どこまで壊れるのかの一部を再現できたのではないかと思います。



(a) C1-2 実験、C1-5 (1) 実験

(b) C1-5 (2)、(3) 実験

: 設計上部構造重量

: 上部構造重量の追加

写真-1 試験体全景 (中央灰色部：橋脚部試験体、上部赤色部：橋桁、桁上のグレー部：重量)



(a) 鉄筋コンクリート橋脚損傷全



(b) 橋脚上部段落し部 破壊部



写真-3：兵庫県南部地震による RC 橋脚のせん断破壊(参考資料)

写真-2 C1-2 実験 RC 橋脚損傷状況

C1-5 実験 (写真-4) では、実地震レベル 2 回の加振 (C1-5(1) 実験) では想定とおりに大きな損傷は発生せず、橋脚基部のかぶりコンクリートにクラックが発生する程度でした。最大耐力の検証を目的として上部構造重量を 21% 増加した実験ではまず、実地震レベル 100% 加振を行いました (C1-5(2) 実験)。C1-5(2) 実験でもまだ、十分耐力があること判断できたことから、入力地震動を実地震レベル 125% と増加して加振を行いました (C1-5(3) 実験 1 回目)。C1-5(3) 実験 1 回目の結果においても十分な耐力を保持していると判断できましたことから、さらに実地震レベル 125% の 2 回目の加振を行いました (C1-5(3) 実験 2 回目)。C1-5(3) 実験 2 回目では、かぶりコンクリートが全周に亘って大きく崩落し、2 段配筋の軸方向鉄筋の一部に座屈変形が生じましたが、鉄筋の破断や帯鉄筋のゆるみなどは生じてはいませんでした。このときの荷重変位曲線においてもまだ耐力を保持していると思われましたが、更なる加振では非常に大きな変形が生じるものと想定されることから、試験装置の安全性にも配慮して終了としました。

この一連の C1-5 実験において、現在の技術基準に従った RC 橋脚は設計で想定している耐力を有していると同時に、レベル 2 相当の大きな地震動を 2 回程度受けた後においても十分な耐力を有していることが分かりました。



(a) C1-5(1) 実験 1 回目



(b) C1-5(1) 実験 2 回目



(c) C1-5(2) 実験
(上部構造重量追加)



(d) C1-5(3) 実験
(入力地震動 25% 増加) 1 回目



(e) C1-5(3) 実験
(入力地震動 25% 増加) 2 回目

写真-4 C1-5 実験 鉄筋コンクリート橋脚の基部の損傷状況

(文責: 研究チーム 右近 大道、山田 真吾)

第 14 回世界地震工学会議報告

第 14 回世界地震工学会議が 2008 年 10 月 12 日～17 日まで中国北京の九華山荘（Jiuhua Spa & Resort）で開催され、世界各地から約 3000 名の研究者や技術者が集まり論文発表会場や展示場などで活発な意見交流が行われました。



写真 1：九華山荘



写真 2：開会式



写真 3 E-Defenseの展示会場

E-Defenseの展示会場

E-Defenseの展示会場は大変な盛況でした。(写真3) 用意したパンフレット(600部)と各種の破壊実験を収録したDVD(300部)は開催2日目には既になくなってしまいう状態でした。大振動台による実大規模の破壊実験は、世界の技術者や研究者には大変インパクトがあり、E-Defenseの存在を世界に大いにPRできたと確信しました。なお、配布されたDVDは技術者や一般の人たちへの啓蒙や学生への教材などに使用するとの由でありました。

(文責:企画室 関 松太郎)