

E-Defense を活用した橋梁コンポーネント実験計画

独立行政法人 防災科学技術研究所 正会員 ○右近 大道

独立行政法人 防災科学技術研究所 正会員 梶原 浩一

東京工業大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 フェロー 川島 一彦

1. 概要

E-Defense を活用した大型橋梁耐震実験では、大きく分けて 2 つのタイプの震動台実験を予定している。1 つは、RC 橋脚の破壊特性に着目した橋梁コンポーネント実験 (C1 実験) であり、もう 1 つは橋梁システムとしての進行性破壊や耐震性向上を目指した橋梁システム実験 (C2 実験) である。2005 年度より、本実験計画の検討を開始し、C1 実験の内容がほぼ確定したのでここに報告する。C1 実験は RC 橋脚の震動台実験としては世界最大規模であり、実物大の試験橋脚を用いることから実験結果を直接的に評価できる利点がある。

C2 実験については、検討中であり、計画が確定した段階で報告する予定である。

2. 橋梁コンポーネント実験の目的

鉄筋コンクリート橋脚 (RC 橋脚) の地震時保有水平耐力については、正負交番載荷実験、振動台実験などが行なわれ、その特性については既に明らかにされている。しかし、それらの実験での供試体の多くは、実験装置の制約等から縮小模型を用いた実験であり、より規模を拡大した実験研究が求められている。

E-Defense で実施する C1 実験は、実物大の RC 橋脚を用いた震動台実験であり、相似律や寸法効果の影響を受けないデータを取得できる。

本研究においては、2007 年～2008 年の 2 年間に表-1 に示す実験を実施し、兵庫県南部地震での損傷の再現、現象解明、1970 年代に建設された RC 橋脚 (旧基準) の補強効果の確認、現在の基準に従った RC 橋脚の耐震性の確認、耐震余裕度の検証を目的としている。

3. RC 橋脚 (試験橋脚) 及び実験装置

E-Defense の震動台 (15m×20m) 上に、2 径間橋梁模型を設置する (図-1)。試験橋脚はフーチング幅 7m×長さ 7m×高さ 1.8m、橋脚の直径は旧基準 ϕ 1.8m、現在の基準 ϕ 2.0m、橋脚高さ 7.5m、橋脚基部の死荷重による軸圧縮応力は 1~1.2 MPa である (図-2)。端部は RC 製架台上に鋼管を用いた構造である。桁は 5 主桁構造であり、桁上に上部構造質量に相当する鋼製マスを設置する。上部構造質量は桁質量 : 210kN と鋼製マス : 1440kN を合わせて 1650kN (1 桁当り) を基本としている。鋼製マスは橋軸直角方向に加振した場合でもできるだけ試験橋脚に慣性力が作用するように試験橋脚側に寄せて設置する。試験橋脚の変形により桁に過大な変位が生じた場合には、桁を端部支持台に衝突させて桁の落下を防止する。また、試験橋脚の回りに設置する中央架台は、試験橋脚がせん断破壊し、桁が落下した場合にこれを防護する装置であり、試験橋脚の変形測定用の変位計

表-1 C1 実験全体ケース(暫定案)

年度	供試体	試験橋脚の特性
2007	07-01	1970年代に建設されたRC橋脚(基部曲げ破壊タイプ)
2008	07-02	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)
	08-01	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
	08-02	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
	08-03	現在建設されているRC橋脚1:耐震性の確認
	08-04	現在建設されているRC橋脚2:耐震性余裕度の検証

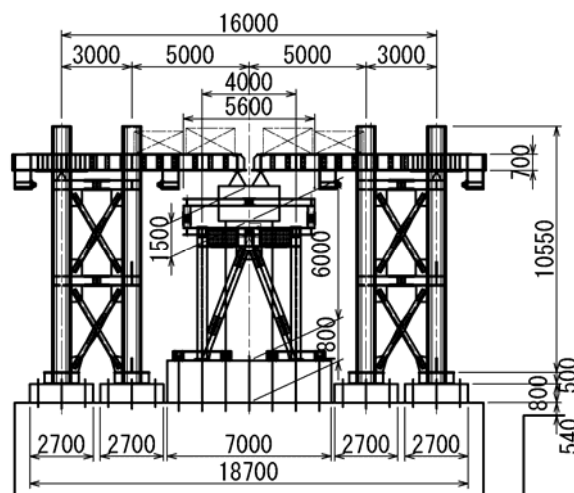


図-1 C1 実験の加振条件

キーワード 橋梁耐震実験, RC 橋脚震動台実験, 三次元加振, E-Defense

連絡先 〒673-0515 兵庫県三木市志染町三津田西亀屋 1501-21 (独) 防災科学技術研究所 TEL 0794-85-8963

固定治具を兼ねている。支承条件は、試験橋脚上は橋軸、橋軸直角、鉛直各方向固定、各軸回り可動で、水平 2 軸回りの許容回転角は 7 度である。端部支持台上は橋軸方向可動、直角方向固定、橋軸方向の可動範囲は±1000mm である。なお、試験橋脚の変形は橋軸方向 1000mm、直角方向 800mm 以内を想定している。

4. 入力地震動

震動台の応答は、台上に設置した構造物の質量や地震動に対する応答特性（破壊特性）の影響を受ける。このため、試験橋脚の応答が弾性範囲内に留まる加振レベルで震動台の入力調整を行う。その後、無傷の試験橋脚に一気に塑性域までの損傷が生じるように大振幅で加振する。入力地震動としては兵庫県南部地震 JR 西日本鷹取駅記録を用いる。加震方向は 3 方向同時加震を予定している。

5. 橋梁コンポーネント実験計測計画

E-Defense の計測システムは震動台内部に A/D 変換器内蔵型の増幅器が設置されていて最大 896ch の計測が可能である。試験橋脚及び実験装置に設置した計測器は震動台側面のジャンクションボックスを介して増幅器に接続する。表-2 に本実験で予定している計測器ごとの成分数を示す。

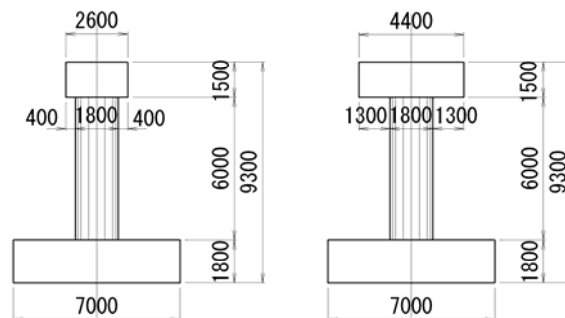


図-2 1970 年代の供試体（現在の基準では直径 φ2m）

表-2 計測成分

計測項目	供試体 07-01	供試体 07-02	備 考
加速度計	131成分	131成分	10G
速度計	6成分	6成分	200cm/s
変位計	112成分	72成分	
ひずみゲージ	256成分	368成分	
三分力計	24成分	24成分	桁慣性力
合計	529成分	601成分	

1) 震動台・フーチングの地震動（加速度、速度、変位）：震動台・フーチングの応答が実験後の解析を行なう場合の入力データとなる。なお、加速度計、速度計はサーボ型を用いる。

2) 上部構造（桁）の慣性力：本実験では、試験橋脚に作用する桁からの慣性力と慣性力による試験橋脚の変形量の計測が重要である。桁の橋軸方向の慣性力は試験橋脚に作用するが、橋軸直角方向の慣性力は端部橋脚でも分担する。このために固定支承下側に三分力計を設置し、試験橋脚に作用する桁の慣性力を計測する。同時に桁・マスに加速度計を設置し、加速度計記録と上部構造質量から慣性力を算定する。

3) 試験橋脚の変形：試験橋脚の変形が水平 2 方向であることから、変位計を多段に 2 方向に設置して測定する。変形量も 200mm 以上の大変位が予測されることから、ワイヤー巻取り型変位計を用いる。

4) その他の計測

- ・試験橋脚の曲率：基部に曲げ破壊が生じる試験橋脚では、基部に変位計を多段に設置して曲率測定を行う。
- ・試験橋脚の鉄筋ひずみ：試験橋脚内部の軸方向鉄筋、帯鉄筋にひずみゲージを設置し、鉄筋に生じるひずみを測定し、降伏耐力や鉄筋の座屈等を明らかにする。また、フーチング内部に設置した軸方向鉄筋のひずみ分布より、フーチングからの伸びだし量を算定する。
- ・映像撮影：E-Defense の映像収録システム（約 20 台のカメラ）を用いて、実験装置全体の挙動、試験橋脚の応答、試験橋脚表面に生じるクラック、鉄筋の座屈等の映像を収録する。

6. まとめ

E-Defense を用いて世界で初めての実大規模の RC 橋脚破壊実験を実施し、RC 橋脚の破壊過程を明らかにする予定である。このためには、破壊に至るプロセスを検証できるレベルの損傷が生じるまで加振する必要があるが、大きな損傷は桁の落下などの危険性もあり、落下防護装置等の設置が必要となる。一方、落下防護装置の設置は、映像システムでのデータ収録の障害となる。安全性とデータ収録を両立させながら、実験を実施する予定である。末尾に、橋梁耐震実験研究分科会及び実行部会の委員各位に対して、深く謝意を表します。

参考文献

1) 右近大道・梶原浩一・川島一彦：E-Defense を用いた大型橋梁実験における計測計画，第 10 回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp29-34，2007.2