

E-Defense を活用した大型橋梁耐震実験計画の概要

独立行政法人 防災科学技術研究所 正会員 ○梶原 浩一
独立行政法人 防災科学技術研究所 正会員 右近 大道
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

1989 年米国ロムプリータ地震, 1994 米国ノースリッジ地震, 1995 年兵庫県南部地震では, 橋梁に甚大な被害が発生し, 交通系ライフラインの機能が大きく損なれた. 日米両国とも被害の多くは, 橋脚, 特に鉄筋コンクリート製橋脚 (RC 橋脚) で発生した. 今日まで, RC 橋脚の耐震性の検証のために, 正負交番載荷実験や振動台加振実験が日米両国で多数行われてきた. しかし, これらの実験では実験装置の制約から, 小型模型による検討に留まっており, 実大規模の橋脚を用いた破壊現象の解明が求められてきたところである. また, 上部構造の被害では, 桁間衝突や落橋防止構造等が複雑に影響した, いわゆる進行性破壊が発生しており, これらの解明も重要な課題である. しかし, 現象が複雑であり, 従来の小型模型による検討や解析では十分な検討が行えない状況にあり, より規模を拡大した実験研究の実施が求められている.

これらの課題を背景とし, ここで述べる「橋梁の耐震実験研究」では, RC 橋脚の耐震性を対象とし, 防災科学技術研究所の E-Defense を活用した実大を含む実験の実施を目指すこととした. 研究の推進では, 米国の「The Gorge Brown Jr. Network for Earthquake Engineering Simulation」(NEES)の研究施設群との相互連携の体制を整え, 目的として, RC 橋脚の破壊特性の解明, 耐震性能の検証を行うとともに, データの蓄積・公開を目指す. これらのデータは, 今後の橋梁の耐震性向上に貢献する多くの実験研究の参考になるデータ, いわゆる原器データとなることを期待している. 本報告では, 2006 年度までに進めた大型橋梁耐震実験の準備研究について述べる.

2. 研究の背景

橋梁耐震実験研究を推進する背景には, 2004 年 2 月に日本で開催された「日米安全・安心な社会に資する科学技術に関するワークショップ」がある. この会合で, 文部科学省及び米国科学財団 (NSF) は, 日米の地震研究に関する協力についてその推進を合意した. この合意に基づき, 2005 年度からの日米共同研究の準備及び E-Defense を利用した日米共同研究の具体的な実施に結びつけることとした.

同時期に, 米国では, 米国科学財団 (NSF) の主導による NEES と呼ばれるプロジェクトの中で, 全米の 15 の研究拠点にそれぞれ最先端の耐震工学実験施設を建設した. これらは, 2004 年 9 月に完成し, 施設をネットワークで結んだ研究プロジェクトが進行されている. 現段階では, NEES 側が E-Defense 実験への参画を目指し, 米国の予算確保の調整をしており, E-Defense を活用した実験計画については, 日本側が主導で進めている状況にある.

表-2 研究目的と内容

3. 橋梁耐震実験研究の目的と概要

3-1. 研究目的

研究の目的と内容を表-2 にまとめて示す.

3-2. 実験の種類

橋梁耐震実験では, RC 橋脚に着目した 2 つの実験の種類を設定し実施する (表-3). 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実験 (C1 実験と呼称), もう一つは橋

研究目的	内容
現象解明	従来, 実験装置の制約から十分な検討が出来なかった破壊現象や複雑な地震応答の解明を図る.
耐震性能検証	現在の耐震補強法や耐震設計法によって補強・新設された橋梁の耐震性・耐震余裕度を検証する.
新技術開発	耐震性の向上技術を開発する.

キーワード 橋梁耐震実験, RC 橋脚震動台実験, E-Defense, NEES

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 0794-85-8944

梁のシステムとしての進行性破壊特性並びに新耐震技術の開発を目指した橋梁システム実験(C2 実験と呼称)である。2007 年度、2008 年度においては C1 実験を実施し、2009 年度に C2 実験を実施する予定である。

表-3 実験の種類

実験種類	内容
コンポーネント実験 (C1 実験)	世界最大の RC 橋脚模型を用いた振動台実験から、橋脚の破壊特性や耐震性能を明らかにする。
橋梁システム実験 (C2 実験)	桁、橋脚、支承、ジョイント、落橋防止構造等、橋梁全体系モデルを用いて橋梁の複雑な地震応答や破壊特性を明らかにする。

C1 実験は震動台上に 2 径間橋梁模型を構築して実施する。試験橋脚の RC 橋脚は実物大とし、相似律を設定せずに、実験データがブレイクスルーできるものとする。一方、C2 実験は、震動台上に多径間橋梁模型を構築し、伸縮装置、支承、落橋防止装置、ダンパー等に注目した実験である。震動台上に実物大の多径間橋梁模型の設置は不可能であることから、模型橋梁の設計に当っては、相似律を設定することになる。

表-4 E-Defense を用いた実験計画 (暫定案)

年度	実験種類
2007 年度	1970 年代に建設された RC 橋脚 (基部曲げ破壊タイプ) (1 体)
2008 年度	1970 年代に建設された RC 橋脚 (主鉄筋段落とし部せん断破壊タイプ) (1 体) 1970 年代に建設された RC 橋脚の耐震補強 (鋼板巻き立て工法、カーボンファイバーシート巻き立て工法) (2 体) 現在建設されている RC 橋脚の耐震性の検証と耐震余裕度の検討 (2 体)
2009 年度	橋梁システムの逐次破壊メカニズム解明 ・ 積層ゴム支承で支持された橋梁系のシステム加震実験。桁間衝突、ジョイントの損傷、落橋防止構造の稼働変位、支承の損傷等の複雑な動的相互作用の解明 ・ ダンパーの活用技術の検証 高性能橋脚、落橋防止構造、高性能支承の開発

4. まとめ

E-Defense が 2005 年 3 月に無事完成し、その滞りない稼働の経過より、これまで出来なかった具体的な実験イメージを持った活用提案が可能となり、それらは、省庁間や機関の垣根を超えた連携で受け入れられる方向に推移しつつある。今後、海外との連携においても幅広い有効活用が見込めると考える。

特に RC 橋脚の耐震性については、その構造体の機能が、地震後の救助・復旧に平面的・広範囲に波及することから、過去の事例、現状の構造体、未来に向けた各種提案の実験検証・検討が重要であることは言うまでもない。防災科学技術研究所としては、E-Defense での実験研究、日米の共同研究の展開も含め、その進捗を見据えつつ継続的に進めるべき最も重要な課題と考え、本テーマを推進している。



図-1 C1 実験の加振条件

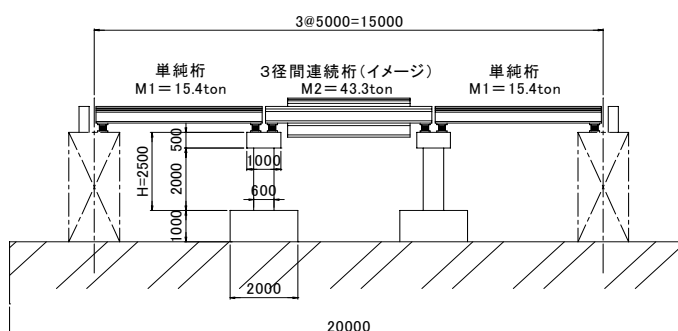


図-2 C2 実験の加振条件

参考文献

1) 梶原浩一・右近大道・川島一彦：E-Defense を用いた大型橋梁実験の目的と概要，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，pp23-28，2007. 2