

既存耐震実験施設の有機的連携による防災技術向上策の開発
Improvement of Disaster Mitigation Technology by Functional
Cooperation of Existing Seismic Test Facilities

高橋 良和 (TAKAHASHI YOSHIKAZU)
京都大学・防災研究所・准教授



研究の概要

本研究では、「大型実験プロジェクトと中小型実験プロジェクトの有機的連携」と「既存実験施設を活用した効率的な防災技術向上策の開発」の2つの課題を対象とした耐震実験研究の再構築を目的とし、土木構造の動的挙動の把握のための研究を実施する。

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学 ・ 構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：地震工学，耐震構造，地盤と構造物

1. 研究開始当初の背景

構造物の耐震設計の背景となる、動的応答特性の基礎データは、まず実験的手法により求められることになるが、静的実験に比べて動の実験は装置や試験体の制約が多く、定量的評価するための十分な数のデータが得られているとは言えないのが現状である。ただし、土木構造分野においても従来実施されていた静的実験を中心とする体系から、動的挙動・応答を再現しようとする高度な実験体系へと展開してきており、世界最大の振動台E-ディフェンスが稼働を始めたこと、また地理的分散実験が現実的な実験手法の選択肢となりつつある現在、改めて土木構造の動的挙動を知るための実験的研究を再構築する時期に来ていると考える。

2. 研究の目的

本研究は、既存実験施設を有機的に連携し、「構造物全体の崩壊過程を見極める」、「崩壊過程の動的挙動予測精度を上げる」防災技術向上策を構築することを目的としている。

3. 研究の方法

本研究では、大きく分けて①構造物の動的応答特性の定量的評価、②共通構造システムの動的応答特性の把握、③構造物の内部破壊挙動の把握、の3つのテーマについて研究を行う。

4. これまでの成果

①構造物の動的応答特性の定量的評価

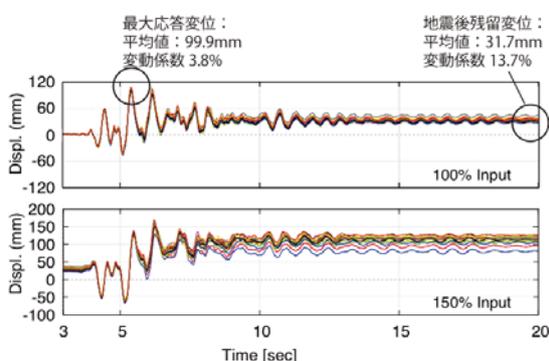
構造物動的応答特性には不確実性が存在する。従来では材料強度特性のばらつきを用いた数値解析により、応答の不確実性が間接的に評価されてきたが、本テーマでは、代表的な構造物としてRC橋脚を対象とし、応答の不確実性を評価しうるデータを計測するため、縮小RC橋脚模型16体の一斉加振実験を中心とした一連の研究を実施した。

一般に振動台の制御は、試験体の応答による相互作用の影響を受ける。その制御は試験体为非線形挙動を示すほど困難となるため、複数回の振動台実験による比較研究は困難となる。そこで本研究では、同一設計、同時製作の16体の試験体を、世界最大三次元震動台E-ディフェンスの1つのテーブル(20×15m)上に設置し、一斉加振することにより、同一動の入力を保証した動的応答特性の基



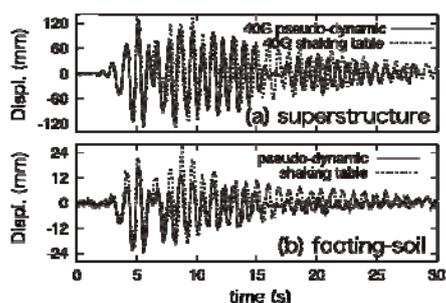
礎データの収集を行った。比較研究の前提条件である動的入力の一貫性を担保しつつ、線形応答から非線形応答に至る地震応答特性の不確定性を評価しうるデータを得ることができた。

大きく非線形応答した実験（100% Input）において、耐震設計指標である変位応答の最大値および残留変位に着目すると、最大応答値および残留変位の変動係数がそれぞれ3.8%、13.7%であった。入力地震の変動係数2.5%、構造物ばらつきの目安である固有周期の変動係数4.8%であること、また非線形動的応答結果であることを考えると、最大応答変位のばらつきは極めて小さいものといえる。一方、残留変位の変動係数が最大応答値の約4倍程度の値であることは、残留変位を用いた検討における不確定性の議論の基礎データとなる。



②共通構造システムの動的応答評価

本テーマでは、上部構造・基礎・地盤からなる構造システムを共通構造システムとし、その動的応答を様々な実験規模や異なる手法の組み合わせにより、評価することを目的としている。平成22年度以降実施する1G場の大型震動実験、大型遠心力載荷実験に対し、中小型実験施設を活用するための方法論の構築に関する研究を進め、基礎・地盤が実験モデルとして遠心場で静的載荷し、上部構造を数値モデルとして構造システムをモデル化した、遠心場ハイブリッドシミュレーション（擬似動的載荷実験）を実施した。ハイブリッド実験を地盤系研究で用いられる遠心力載荷装置において実施するのは世界でも初めての試みである。制約はあるものの、静



的載荷実験にも関わらず遠心場振動台実験結果と同等の結果を得ることができた。

③構造物の内部破壊挙動の把握

RC構造のような複合材料の破壊は、骨材とセメントとの界面や内部欠陥（気泡）などから発生すると考えられる。本テーマでは、構造物の内部破壊状況を可視化し、また内部構成情報を抽出することによりマイクロモデルの作成、解析を可能とすることを目的とし、一軸圧縮試験後のコンクリート試験体をX線CT装置により撮影し、その骨材を数値処理により抽出することを試みた。その結果を試験体作成前に実施したふるい分け試験結果と比較し、複数の断面画像から得られる骨材分布の平均線が実験結果とほぼ一致することを確認した。

5. 今後の計画

共通構造システムの動的応答評価について、大型振動台を用いたシステム一体大型模型の震動実験、大型遠心力載荷装置を用いたシステム一体小型模型の震動実験、及び遠心力載荷装置を用いた基礎・地盤の超小型模型と上部構造中型模型による分散マルチスケールハイブリッド実験を実施し、既存実験施設の有機的連携による防災技術向上策について研究を進めていく。

6. これまでの発表論文等

- (1) 高橋良和・小寺雅子, 動的相互作用問題への遠心力場ハイブリッド実験手法の適用性, 土木学会構造工学論文集, Vol. 56A, 334-341, 2010.
- (2) 若木伸也・高橋良和・澤田純男, X線CT法を用いたコンクリート円柱供試体の内部構成情報の抽出, 土木学会地震工学論文集, Vol. 30, 399-405, 2009.
- (3) 高橋良和・井本佳秀・綿島崇倫, アンボンド芯材を活用したRC橋脚の動的応答特性, 第30回土木学会地震工学研究発表会論文集, Paper No. 3-0033, 2009.
- (4) 佐藤芳樹・高橋良和・後藤浩之, 横拘束コンクリート供試体の一軸圧縮挙動に関する一考察, 第30回土木学会地震工学研究発表会論文集, Paper No. 3-0010, 2009.
- (5) Y. Takahashi, H. Iemura, S.A. Mahin, and G.L. Fenves, International Distributed Hybrid Simulation of 2-Span Continuous Bridge, Proceedings of 14th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No. S17-03-002, 2008.

ホームページ等

<http://www.catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~yos/>