

はしがき

従来の構造物の耐震設計法は、一般に過去の被害記録に基づく「経験的方法」によって構築されている。そこで本研究では、震源域の地震動、長大構造物の地震応答など、過去の記録や経験の無い事項に対して「理論的方法」を援用し、従来の耐震設計法を補完することを目的として研究を進めた。特に、震源域では、振幅・位相特性の違う波があらゆる方向から伝播し、基礎を通じて構造物に入射されるため、震源から地盤・基礎・構造物系を一貫して捉えて構造物の非線形応答挙動を予測し、分析する手法を開発することに重点を置いて研究を進めた。対象構造物としては、重要社会基盤施設であり、震源域での地震時挙動についてあまりわかっていない長大橋を主な対象とした。また、津波と沿岸構造物との被害の関係など津波に対する工学的対策などの研究も多くは無いので、沿岸堤防による津波被害についての研究を進めた。研究成果をまとめると以下ようになる。

「震源から地盤・基礎・構造物系の応答挙動の全てが、応力・歪レベルで一貫して分析できるマイクロモデルを開発した。このようなモデルの開発によって、事前に与えられた地震動に対する基礎・構造物の応答挙動にのみに着目して、耐震設計や耐震診断を実施している現状から、震源特性や地震波伝播過程等に起因する入力地震動の不確定性および基礎・構造物系の応答に関する不確定性を統一的な手順により総合的に考慮し、最適な構造形式の選定・耐震設計・耐震診断を実施するという本来の地震時現象を再現した方法に移行できる展望が得られたものと考えられる。」

具体的研究成果の内容は以下のようなものである。

- (1) 震源から基礎・構造物応答に至る物理過程を部分解析法によって定式化し、基礎・構造物の非線形地震応答解析に必要な厳密な運動方程式と物理量を明らかにした。
- (2) 震源断層パラメータの平均値とばらつきが、断層面積と応力降下量の2つのパラメータの関数として与えられることを示し、評価式を提案した。
- (3) 地盤反力が全て応力・歪レベルのマイクロモデルによって構成される非線形地盤反力モデル（非線形ウインクラモデル）を提案し、ファイバー要素法を使った地盤と基礎の非線形動的相互作用モデルを開発した。
- (4) これらを統合し、震源から地盤・基礎・構造物系を一貫して捉えて構造物の非線形応答挙動を予測するためのモデルの特性を調べるために、震源断層を含む地盤・基礎・構造物系の地震応答解析例を示した。全体系の応答に影響する、震源断層特性、地震波伝播特性、地盤と基礎の非線形動的相互作用特性、基礎・上部構造物特性が、応力・歪レベルのマイクロモデルによって構成されるモデルを開発することができ、これらの不確定性と応答の関係が調べられる状況を実現した。

研究組織

- 研究代表者： 原田 隆典 (宮崎大学工学部教授)
研究分担者： 村上 啓介 (宮崎大学工学部准教授)
研究協力者： 野中 哲也 ((株)地震工学研究開発センター 社長 博士 (工学))
 王 宏沢 ((株)地震工学研究開発センター 取締役 博士 (工学))

交付決定額 (配分額)

平成 16 年度	240 万円
平成 17 年度	60 万円
平成 18 年度	60 万円
合計	360 万円

研究発表

(1) 学会誌等

- 1) 原田隆典, 小林正樹, 岡田洋輔, 王宏沢, 境界要素法に部分解析法を用いた不整形地盤系の効率的地震応答解析, 応用力学論文集, Vol. 7, pp. 833-839, 2004.
- 2) T. Nonaka, T. Harada, Yi. Zheng, H. Wang, Elaborate simulation and prediction of seismic behavior of a truss bridge, Proc. of the 13th World Conference on Earthquake Eng., CD-ROM, Paper No. 1, pp. 1-12, 2004.
- 3) K. Oho, T. Harada, T. Nonaka, 3-Dimensional response characteristics of continuous viaduct near a fault, Proc. of the 13th World Conference on Earthquake Eng., CD-ROM, Paper No. 367, pp. 1-15, 2004.
- 4) T. Harada, Y. Okada, K. Oho, M. Kobayashi, A subsystems method in simulation of earthquake ground motion using a direct 3-D boundary element method, Proc. of the 13th World Conference on Earthquake Eng., CD-ROM, Paper No. 8, pp. 1-11, 2004.
- 5) N. Yamashita, T. Harada, Study on characterization of nonlinear response of SDOF model considering large deformation by P-Delta effect, Proc. of the 13th World Conference on Earthquake Eng., CD-ROM, Paper No. 379, pp. 1-11, 2004.
- 6) 原田隆典, 王宏沢, 剛性マトリックスによる水平成層地盤の波動解析地震, 第 57 巻, 日本地震学会, pp. 387-392, 2005.
- 7) 王宏沢, 王宏沢, 原田隆典, 斉藤将司, K-net 観測点の記録を利用した近傍の未観測点の強震動推定法, 第 12 回日本地震工学シンポジウム論文集, 12 巻, pp. 434-437, 2006.
- 8) 原田隆典, 野中哲也, 馬越一也, 岩村真樹, 王宏沢, ファイバー要素による地盤と大型基礎の非線形相互作用モデル, 第 12 回日本地震工学シンポジウム論文集, 12 巻, pp. 646-649, 2006.
- 9) 山口俊郎, 村上啓介, 海岸を越流する津波の特性と津波防災機能の評価, 土木学会西部支部研究発表会, II-84, pp. 333-334, 2007.
- 10) 村上真章, 村上啓介, 護岸を越流する津波の挙動と被害軽減に関する解析的研究, 土木学会西部支部研究発表会, II-025, pp. 233-234, 2006.
- 11) 原敏彦, 山口俊郎, 村上啓介, 護岸を越流する段波津波の水理特性と浸水深及び浸水流速の制御について, 土木学会西部支部研究発表会, II-026, pp. 235-236, 2006.
- 12) 山口俊郎, 村上啓介, 村上真章, 護岸を越流する段波津波の水理特性に関する実験的研究, 土木学会西部支部研究発表会, CD-ROM, pp. 181-182, 2005.
- 13) 村上啓介, 村上真章, 山口俊郎, 護岸を越流する段波津波の水理特性に関する実験的研究, 自然災害西部地区部会報・論文集-29号, pp. 101-104, 2005.
- 14) K. Murakami, T. Yamaguchi, Mitigation of tsunami inundation disaster by raising a crown height of existing seawall, The 30th International Conference on Coastal Engineering, ICCE2006, 2006.