

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月10日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21360270

研究課題名（和文）

設計用入力地震動作成のための強震動予測手法の適用と検証

研究課題名（英文）

Benchmark Tests of Strong Ground Motion Prediction Methods

研究代表者

久田 嘉章 (HISADA YOSHIAKI)

工学院大学・建築学部・教授

研究者番号：70218709

研究成果の概要（和文）：

本研究は、代表的な強震動計算手法である3手法、①理論的手法（波数積分法、離散化波数法、薄層法）、②数値計算手法（3次元差分法、3次元有限要素法）、③統計的手法（統計的グリーン関数法、統計的震源モデル法）、それぞれに関して、第一線で活躍する強震動研究者・実務者が参加し、各自の持つ計算コードにより同一の条件で得られる結果の比較検討を行った。その結果、3手法とも実用的にはほぼ同等の結果を得たが、地盤や震源のモデル化などに注意を要し、特に数値解析手法では、地盤モデルの離散化の過程で、要素サイズや層境界でのモデル化や物性値での与え方の差異などで、後続波形が著しく異なる結果を得ることを確認した。さらに得られた強震動予測結果のばらつきが建物の応答特性に与える影響を検討するため、建物の弾塑性解析も実施した。ばらつきの程度や、その指標値に関する検討も行った。ベンチマークテストは、単純なモデルから関東平野を対象とした実地震までを、3年間6ステップで実施し、その成果を公表した。

研究成果の概要（英文）：

We have carried out benchmark tests for strong ground motion prediction methods through 6 steps in 3 years, by using three representative methods; 1. Theoretical methods (the wavenumber integration, discrete wavenumber, and thin-layer methods), 2. Numerical methods (the 3-D finite difference, and finite element methods), and, 3. Empirical methods (the empirical Green's function methods), and made those results open to public use.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|------|------------|-----------|------------|
| 21年度 | 4,000,000 | 1,200,000 | 5,200,000 |
| 22年度 | 4,100,000 | 1,230,000 | 5,330,000 |
| 23年度 | 4,600,000 | 1,380,000 | 5,980,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 12,700,000 | 3,810,000 | 16,510,000 |

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学、建築構造・材料

キーワード：強震動地震学、設計用入力地震動

1. 研究開始当初の背景

近年、強震観測網が充実したことによって建築基準法の定める地震動レベルを凌駕す

る強震記録が数多く観測され、それによる建物・ライフライン施設などに特有な被害例が報告されている。強震動は震源や伝播、地

盤の諸特性に大きな影響を受けるため、想定すべき地震動はサイトごとに大きく異なる。従って全国一律の標準地震動を設定するだけでは十分な耐震対策とは言えず、想定すべき大地震が特定されている場合、震源からサイトまでの強震動特性を考慮した設計用入力地震動を評価する必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、近年、急速に進歩した強震動予測手法による計算コード（ソフトウェア）を、精度・ばらつきの検証と様々な震源・地盤タイプ別の計算実例、およびマニュアル・解説とともに一般公開し、構造設計の実務者が設計用入力地震動の作成に容易に使用可能とすることである。このため、代表的な強震動計算手法である3手法、①理論的手法（波数積分法、離散化波数法、薄層法）、②数値計算手法（3次元差分法、3次元有限要素法）、③統計的手法（統計的グリーン関数法、統計的震源モデル法）、それぞれに関して、第一線で活躍する強震動研究者・実務者が参加し、各自の持つ計算コードにより同一の条件で得られる結果の比較検討を行い、計算コードの整備を行なうベンチマークテストを、3年間6ステップで実施し、その成果を公表することである。

3. 研究の方法

本研究では第1線で活躍する多数の強震動研究者・実務者が参加し、まず、①計算コードの整備とマニュアル化、および同一条件化での単純な震源・地盤モデルによるベンチマークテストを実施し、コードの整備とチェックを行う（初年度：ステップ1・2）。次に、②より複雑な震源・地盤条件でのブラインドレディクションを実施し、レシピ・ガイドラインの適用性と課題の抽出を行なう（2年度：ステップ3・4）。最後に、③実際の震源・地盤モデルとして関東平野を対象に、ステップ5（中規模地震）とステップ6（1923年関東地震）のベンチマークテストを実施し、得られた結果・データを公開する。

4. 研究成果

対象とした3手法（①理論的手法、②数値計算手法、③統計的手法）では、3手法とも実用的にはほぼ同等の結果を得たが、地盤や震源のモデル化などに注意を要し、特に数値解析手法では、地盤モデルの離散化の過程で、要素サイズや層境界でのモデル化や物性値での与え方の差異などで、後続波形が著しく異なる結果を得ることを確認した。さらに得られた強震動予測結果のばらつきが建物の応答特性に与える影響を検討するため、建物の弾塑性解析も実施した。ばらつきの程度や、その指標値に関する検討も行った。得られた

結果は、日本建築学会の技術報告集に掲載され、日本地震学会、日本地震工学会などの関連学会やホームページで公表した。

5. 主な発表論文等

1. 久田嘉章, 永野正行, 野津 厚, 宮腰 研, 強震動予測手法に関するベンチマークテスト: 理論的手法の場合 (その1)、日本建築学会技術報告集、査読有り、第35号、pp.43-48 2011
2. 加藤研一, 久田嘉章, 川辺秀憲, 大野 晋, 野津 厚, 野畑有秀, 森川 淳, 山本 優, 強震動予測手法に関するベンチマークテスト: 統計的グリーン関数法の場合(その1)、日本建築学会技術報告集、査読有り、第35号、pp.49-54 2011
3. 吉村智昭, 永野正行, 久田嘉章, 青井 真, 早川 崇, Seekin Ozgur CITAK, 松島信一, 大西良広, 強震動予測手法に関するベンチマークテスト: 数値解析手法の場合 (その1)、日本建築学会技術報告集、査読有り、第35号、pp.67-72 2011
4. 久田嘉章, 永野正行, 野津厚, 宮腰研, 中川太郎, 浅野公之, 松本俊明, 強震動予測手法に関するベンチマークテスト: 理論的手法の場合 (その2)、日本建築学会技術報告集、査読有り、第38号、pp.57-66、2012
5. 加藤研一, 久田嘉章, 大野 晋, 野畑有秀, 森川 淳, 山本 優, 強震動予測手法に関するベンチマークテスト: 統計的グリーン関数法の場合 (その2)、日本建築学会技術報告集、査読有り、第38号、pp.67-72、2012
6. 吉村智昭, 永野正行, 久田嘉章, 青井 真, 早川 崇, S.O.Citak, 松島信一, 川辺秀憲, 上林宏敏, 強震動予測手法に関するベンチマークテスト: 数値解析手法の場合 (その2)、日本本建築学会技術報告集、査読有り、第38号、pp.95-100、2012

〔雑誌論文〕(計3件)

1. 久田嘉章, 第1回「強震動の地震防災・減災」、耐震の入口と出口の話、構造設計ポータル、SEINWEB、NTT DATA、2010年11月
2. 久田嘉章, 第2回「強震動計算法」、耐震の入口と出口の話、構造設計ポータル、SEINWEB、NTT DATA、2011年1月
3. 久田嘉章, 第3回「震源近傍の強震動」、耐震の入口と出口の話、構造設計ポータル、SEINWEB、NTT DATA、2011年3月

〔学会発表〕(計26件)

日本地球惑星連合大会、日本建築学会大会、日本地震学会、第13回日本地震工学シンポジウムなど

〔図書〕(計0件)

[産業財産権]
○出願状況 (計0件)

[その他]
ホームページ等
<http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/benchmark//index.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

久田嘉章 (HISADA YOSHIAKI)
工学院大学 建築学部 教授
研究者番号: 70218709 (32613)

(2) 研究分担者

青井 真 (AOI SHIN)
防災科学技術研究所 地震研究部 主任研究員
研究者番号: 80360379

永野正行 (NAGANO MASAYUKI)
東京理科大学 理工学部 教授
研究者番号: 60416865

川辺秀憲 (KAWABE HIDENORI)
京都大学 原子炉実験所 助教
研究者番号: 00346066

吉村智昭 (YOSHIMURA CHIAKI)
大阪大学 大学院工学研究科 准教授
研究者番号: 20374043

境 有紀 (SAKAI YUKI)
筑波大学 システム情報工学研究科 准教授
研究者番号: 10235129

(3) 連携研究者

加藤研一 (KATO KENICHI)
小堀鐸二研究所 統括部長
研究者番号: 30416862

野津 厚 (NOZU ATSUSHI)
独立行政法人港湾空港技術研究所 地盤・構造部 主任研究員
研究者番号: 60371770

大野 晋 (OHNO SUSUMU)
東北大学 工学(系)研究科(研究院) 准教授
研究者番号: 40534053

上林宏敏 (UEBAYASHI HIROTOSHI)
京都大学 原子炉実験所 准教授
研究者番号: 30300312

野畑有秀 (NOBATA ARIHIDE)
株式会社大林組技術研究所 研究所 上席研究員
研究者番号: 40534053

釜江克宏 (KAMAE KATSUHIRO)
京都大学 原子炉実験所 教授
研究者番号: 50161196

佐藤智美 (SATO TOSHIMI)
清水建設株式会社技術研究所 原子力施設技術センター 主任研究員
研究者番号: 00393562

藤本一雄 (FUJIMOTO KAZUO)
千葉科学大学 危機管理学部 講師
研究者番号: 00313362

岩田知孝 (IWATA TOMOTAKA)
京都大学 防災研究所 教授
研究者番号: 80211762

山中浩明 (YAMANAKA HIROAKI)
東京工業大学 総合理工学研究科(研究院) 准教授
研究者番号: 00212291

早川 崇 (HAYAKAWA TAKASHI)
清水建設株式会社技術研究所 研究員
研究者番号: 10393563

山本 優 (YAMAMOTO YU)
大成建設株式会社技術センター 建築技術研究所 防災研究室 研究員
研究者番号:

前田寿朗 (MAEDA TOSHIRO)
早稲田大学 理工学術院 教授
研究者番号: 80329086

池田 孝 (IKEDA TAKASHI)
小堀鐸二研究所
研究者番号: 80416875