

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20760373

研究課題名(和文) 長周期構造物のための海溝型巨大地震の地震動予測に関する研究

研究課題名(英文) Strong ground motion prediction of long-period structures during great subduction earthquakes

研究代表者

川辺 秀憲 (KAWABE HIDENORI)

京都大学・原子炉実験所・助教

研究者番号：00346066

研究成果の概要(和文)：本研究では、長周期構造物に影響をおよぼす周期帯の地震動(主に周期1秒程度から20秒程度の帯域)を対象として、大阪平野及び濃尾平野における海溝型巨大地震(東南海・南海地震)の強震動評価を行った。次に、強震動予測の高度化のために、地下構造の3次元的な影響のより詳細な評価を目指して、2007年新潟県中越沖地震の地震動シミュレーション及び、大阪平野における仮想震源による地震動シミュレーション及び上町断層帯の地震の強震動予測を実施し、地下構造の影響についての検討を行った。

研究成果の概要(英文)：In this study, I show results of the prediction of future Tonankai and Nankai earthquakes. Our target period is from 1.0 to 20.0s ground motions that affect the damage of high-rise buildings. Next I performed 3D ground motion simulation of the 2007 Niigataken Chuetsu-oki earthquake and 3D ground motion simulation of Osaka basin using virtual source model to estimate the influence of 3D underground structure.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	2,400,000	720,000	3,120,000

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：長周期構造物、長周期地震動、強震動予測、差分法、統計的グリーン関数法

1. 研究開始当初の背景

今世紀前半での発生が危惧されている東南海・南海地震時には、大都市圏に多数存在する高層建築物や長大橋梁など長周期構造物がはじめて海溝型巨大地震による長周期強震動を経験することとなる。これら長周期構造物は都市の市民生活、社会経済活動を支える社会資本であり、東南海・南海地震など海溝型巨大地震時の長周期構造物構造物の被害の把握は災害対応戦略の策定に必要不可欠なことである。地震調査推進本部によっ

て、マグニチュード8クラスの海溝型巨大地震である東南海地震・南海地震の2007年1月1日時点での今後30年以内の発生確率がそれぞれ60～70%程度・50%程度と発表されており、大阪平野や濃尾平野など大規模堆積盆地においてこれらの地震時の強震動の予測を精度よく行うことが急務である。長周期構造物に被害を及ぼす地震動とは、長周期構造物の固有周期付近の周期帯の振幅の大きい地震動であり、さらに、その周期帯の地震動の継続時間が長い場合には被害は拡大

する。よって、地震動予測の際に、地震動の卓越周期及び継続時間を精度よく評価することが必要である。

本課題申請時点での強震動シミュレーションでは、地下構造調査が詳細に行われている地域など条件が整った場合の成功例を除けば、平野毎に異なる卓越周期などの強震動の特性を十分な精度で再現できているとは言いがたかった。また、強震動の予測手法としては、理論的手法である差分法や有限要素法などの評価法が確立されているものの、その計算に必要な条件となる地下構造モデルの精度は観測地震記録を十分に説明できるレベルに至っていなかった。

2. 研究の目的

本研究では、「研究開始当初の背景」で述べた問題点を解決するために、大阪平野や濃尾平野など大規模堆積盆地における海溝型巨大地震時の強震動予測の高精度化を研究目的としている。尚、本研究では長周期構造物を固有周期1秒以上の構造物とし、対象とする強震動とは長周期構造物に影響をおよぼす周期帯の地震動（主に周期1秒程度から20秒程度の帯域）とする。

地下構造モデルの精度には限界があり、地震動の短周期成分まで差分法など理論的手法により計算することは困難であるため、本研究では、長周期地震動を三次元差分法で、短周期地震動を統計的グリーン関数法で解析を行うこととし、以下の研究項目を実施する。

- (1) 理論的手法に用いる地下構造モデルの観測地震記録を用いた改良を行い、理論的手法による強震動予測の高精度化を図る。
- (2) 大阪平野や濃尾平野など大規模堆積盆地において、震源の位置の違い（地震波の到来方向の違い）により堆積盆地内の長周期地震動の卓越周期などの特性の違いについて検討し、発生確率の高い地震について、その地震時の盆地内の強震動特性の把握を試みる。
- (3) 観測記録から周波数に依存したエンベロープと地下構造の関係を明らかにし、統計的グリーン関数法の高精度化として周波数に依存したエンベロープを導入する。
- (3) 上記の成果を用いて想定東南海地震・想定南海地震時の大阪平野内及び濃尾平野の強震動予測を行う。

3. 研究の方法

まず、大規模堆積盆地における既存の地下構造探査および地下構造モデルに関する情報の収集を行う。また、既存の観測地震記録の収集を行い、観測地点の盆地内での位置、震源の規模・方向・深さの違いによる地震動特性の違いを明らかにする。

次に、3次元有限差分法により長周期地震

動のシミュレーションを行い地下構造モデルの高精度化を図る。高精度化の際には、『地震動の卓越周期』、『周期ごとの地震動の継続時間』を評価指標として、シミュレーション波形と観測波形を比較評価し、地下構造モデルのフォワードモデリングを行う。

また、やや短周期地震動予測の高精度化のために、観測記録から周波数に依存したエンベロープと地下構造の関係を明らかにし、周波数に依存したエンベロープを統計的グリーン関数に導入する。最終年度には3次元有限差分法及び統計的グリーン関数法を用いた地震動シミュレーションにより、将来発生が危惧される海溝型巨大地震について強震動予測を行い、大阪平野や濃尾平野など大規模堆積盆地における地震動の特性を把握する。

最後に、大阪平野を対象として、やや短周期（0.5～1秒）の地震動も考慮した仮想震源による地震動評価を行い、長周期地震動評価では考慮していない表層地盤の影響も考慮した堆積盆地内の地震動の伝播特性を評価し、周期1秒以上を対象とした解析では見えてこない地震動の伝播特性について検討を行う。

4. 研究成果

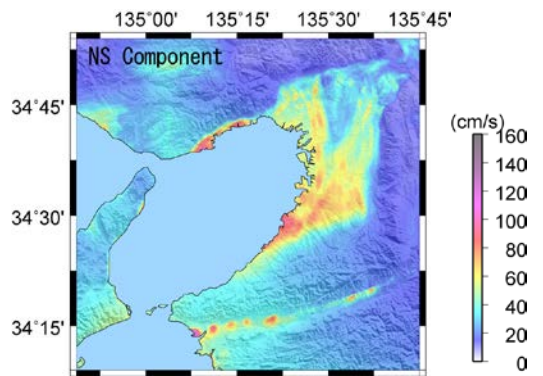
本研究では、(1)大阪平野及び濃尾平野を対象とした東南海・南海地震の強震動評価を行い、盆地内の地震動特性の把握、(2)新潟県中越沖地震の地震動シミュレーションによる地震動への地下構造の3次元的影響の評価、(3)統計的グリーン関数法の高精度化、及び(4)大阪平野を対象としたやや短周期（0.5～1秒）も含めた地震動の伝播特性の評価を行った。以下にその概要をまとめる。

(1) 東南海・南海地震の強震動予測

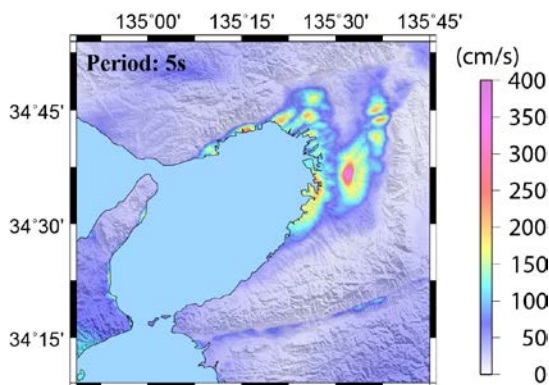
大阪平野及び濃尾平野について、観測地震記録の収集を行い、観測地点の盆地内での位置、震源の規模・方向・深さの違いによる地震動特性の違いについて分析・検討を行った後、地下構造探査や既存の地下構造モデル等の情報のから地下構造モデルを構築した。

次に、大阪平野及び濃尾平野を対象として、東南海・南海地震の強震動予測を行い、盆地内の地震動特性（図1）を把握した。

この強震動予測は堆積盆地内の長周期構造の被害予測に用いられ、盆地内の被害の定量的な把握（予測）に寄与している。



(1) 大阪平野の最大速度分布（南海地震、南北成分）



(2) 大阪平野の疑似速度応答スペクトル分布（南海地震、東西成分、周期5秒、減衰5%）
図1 強震動予測結果の一例

(2) 2007年新潟県中越沖地震の地震動シミュレーション

地下構造の3次元的な影響のより詳細な評価を目指して、新潟県の柏崎・刈羽地域を対象とした2007年新潟県中越沖地震の地震動シミュレーションを実施し、海側から到達する地震動の陸域での成長過程や、地下構造の影響についての検討を行った。検討の結果、柏崎刈羽原子力発電所内における観測波形（速度最大振幅など）の違いなど、周期1秒以上の観測地震動を良く再現でき、地下構造の3次元的な変化が観測地点ごとの波形の違いに反映されていることを認めた。

(3) 統計的グリーン関数法の高精度化

やや短周期地震動の予測の高精度化のために、観測記録を用いて統計的グリーン関数法の計算に周期に依存したエンベロープを取り入れる事を試みた。この手法により、地震動の短周期成分は早く減衰し、長周期成分の継続時間が長くなるという現象を再現できるようになった。

(4) 大阪平野を対象としたやや短周期（0.5～1秒）も含めた地震動の伝播特性の評価

大阪平野の北部地域を対象として、仮想震

源による地震動評価を行った。一般に堆積盆地内では、震源からダイレクトに到達する直達波の他に、地表付近を伝播する表面波も励起されるが、評価の結果、短周期地震動による表面波の励起には表層地盤（S波速度200m/s程度）から地震基盤（S波速度3000m/s程度）までの地盤構造の不整形性が影響することが分かった。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計3件）

①川辺秀憲、釜江克宏、2007年新潟県中越沖地震（Mj6.8）の震源のモデル化および3次元地震動シミュレーション、第13回日本地震工学シンポジウム論文集、2010、pp.1899-1906（査読あり）

②Kawabe, H., K. Kamae, and K. Irikura: Damage prediction of long-period structures during great subduction earthquakes - Part 1: Long-period ground motion prediction in the Osaka basin for future Nankai Earthquakes -, 14th World Conference on Earthquake Engineering, 2008. Paper ID:S10-030（査読なし）

③Nakagawa, Y., K. Irikura, K. Kamae, H. Kawabe: Damage prediction of long-period structures during great subduction earthquakes - Part2: Damage prediction of high-rise buildings in the Osaka basin for future Nankai earthquakes -, 14th World Conference on Earthquake Engineering, 2008. Paper ID:S10-032（査読なし）

〔学会発表〕（計4件）

①上林宏敏、川辺秀憲、内田治:不整形地盤に起因する短周期地震動の空間変動、第38回地盤震動シンポジウム、2010年12月3日、建築会館ホール

②川辺秀憲、釜江克宏:2007年新潟県中越沖地震（Mj6.8）の3次元地震動シミュレーション、地球惑星科学関連学会2009年合同大会予稿集、S152-008、2009年5月18日、幕張メッセ

③川辺秀憲、釜江克宏:上町断層帯の地震を想定した強震動予測、シンポジウム「上町断層帯による想定地震動に対する建物の耐震設計を考える」、日本建築学会近畿支部耐震構造部会、pp.17-24、2009年1月8日、建設交流館

④川辺秀憲、釜江克宏:2007年新潟県中越沖地震（Mj6.8）の震源のモデル化と3次元地震動シミュレーション、地球惑星科学関連

学会 2008 年合同大会予稿集, S146-017,
2008 年 5 月 27 日, 幕張メッセ

〔図書〕(計 0 件)

該当なし

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

該当なし

○取得状況 (計 0 件)

該当なし

〔その他〕

ホームページ等

該当なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川辺 秀憲 (KAWABE HIDENORI)

京都大学・原子炉実験所・助教

研究者番号: **00346066**

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし