

機関番号：14301

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20310105

研究課題名 (和文) 極大地震動の生成メカニズムの解明に基づく強震動予測手法の高度化

研究課題名 (英文) Establishment of strong ground motion prediction methodology based on generation of extreme strong motions

研究代表者

岩田知孝 (IWATA TOMOTAKA)

京都大学・防災研究所・教授

研究者番号：80211762

研究成果の概要 (和文)：全国展開されている強震観測網で得られている極大地震動記録を分析し、2007年能登半島地震時の穴水、2008年岩手宮城地震時の一関西の強震動に対して、震源およびサイト特性の寄与を見積もった。強震時の表層地盤の非線形応答や大加速度を生じる原因解明を行った。詳細な震源モデルを推定する方法を提案するとともに、過去の震源モデルの特性分析により、強震動予測のための震源モデル設定について、応力降下量の深さ依存性についての知見を得た。

研究成果の概要 (英文)：Effect of source and site on generation of extreme ground motions are studied. The area with higher stress drop or higher slip velocity on the source fault and rupture propagation controlled near-source strong ground motions. Non-linear site response affected extreme ground motion generation at the Anamizu station during the 2007 Noto-Hanto earthquake and the Ichinoseki-Nishi station during the 2008 Iwate-Miyagi earthquake. Depth dependence of stress drop on SMGA are found and it could be an useful parameter of the source model for prediction of strong ground motions.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	7,800,000	2,340,000	10,140,000
2009年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2010年度	2,700,000	810,000	3,510,000
年度			
年度			
総計	15,000,000	4,500,000	19,500,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・自然災害科学

キーワード：極大地震動、2008年岩手・宮城地震、震源モデリング、震源インバージョン、最大加速度

1. 研究開始当初の背景

2004年新潟中越地震の震源域での震度7の揺れの観測や2007年能登半島沖地震時の穴水、同年新潟中越沖地震での柏崎刈羽での強震動は、最大速度や最大加速度の距離減衰式を大きく上回っていた。これらの内陸地殻内地震で発生した極大地震動や、堆積盆地で生じる継続時間の長い地震動の生成メカニズ

ムを把握することは、強震動予測の高度化には必要不可欠であることから、本計画を提案した。

2. 研究の目的

本研究においては、震源域等で観測された極大地震動の生成メカニズムを把握することを目的とする。このため、震源モデル化手法

の高度化に関する研究を行う。また、2003年十勝沖地震時に指摘された、大規模堆積盆地で生じる長周期地震動の生成メカニズムを把握する。それらをもとに、強震動予測の高度化に必要なパラメータや予測手法の改良を行う。

3. 研究の方法

(1) 全国展開されている強震観測記録で、距離減衰式等で予測される最大加速度、最大速度を大きく上回る観測点記録を抽出し、その生成に震源、伝播経路、サイト特性がどのように寄与しているかを解析する。

(2) 震源のモデル化においては、震源モデリングの広帯域化と複雑な破壊断層面形状の評価を含むモデル化を導入する。

(3) 伝播経路やサイト特性評価は、中小地震記録のデータを用いることによって行い、本震時との相違点を分析することによって、極大地震動の生成メカニズムを解明する。

(4) これらを踏まえて、強震動予測の高度化に必要なパラメータの推定を行う。

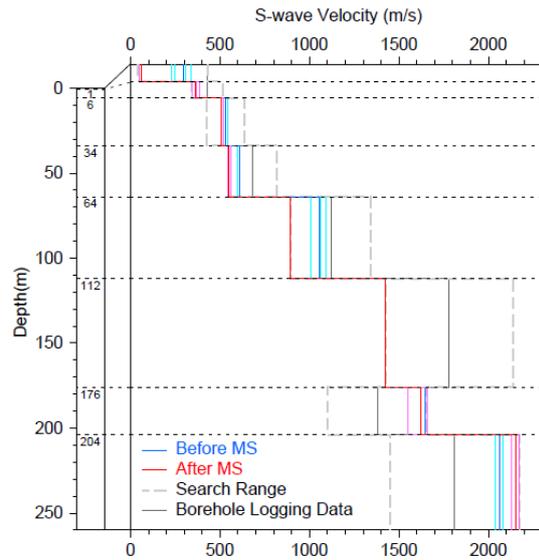
4. 研究成果

(1) 2008年岩手・宮城内陸地震時のKiK-net一関西の記録と2007年能登半島地震時のK-NET穴水における記録、2007年新潟中越沖地震時の柏崎刈羽の記録に着目して研究を開始した。一関西の記録に対しては、本震時の強震動の前後のイベント記録を収集し、地中・地表記録の比較を行った。地表/地中の伝達関数が本震前、本震時、本震後によって異なること、P波部分、S波部分に関わらずその伝達関数は上下動がP波の、水平動がS波の伝達関数に対応していることが示された。また、本震時には非線形応答が見られており、表層付近のみかけの速度が低下していることが推定された。本震後の伝達関数はP波、S波ともに本震前のそれらと異なっており、強震による物性の変化を示唆している。

これに関係して、圧縮応力に対しては通例の応力歪み関係式を仮定し、ひっぱり応力に関してはひずみを起こさない砂地盤に対応する物性モデルを仮定して一関西の伝達関数の再現を試みた。地表で確認された非対称の加速度記録はこういった物性地盤によって生じたものと考えられる。

一方、穴水においては、地表の記録からだけであるけれども本震時の非線形性が見られているが、本震直後にその特性は戻っていることがわかった。更に2007年中越沖地震の柏崎刈羽観測点において、前震-本震-余震系列での地表近くの伝達特性の震動強さ依存性について分析を行った。この地点においても、強震時に表層地盤で強い非線形応答が起きていた。

(2) 強震動の成因である震源特性について、



地殻内地震の既往震源モデルからアスペリティでの応力降下量を推定し、応力降下量の深さ依存性を示した。同じ地震規模においては地殻内地震より地震動の短周期レベルが大きく、最大加速度値が大きくなる傾向にあるスラブ内地震についての震源モデルを収集して、アスペリティモデルに基づくアスペリティの応力降下量を求め、地殻内地震のそれより大きいことを示した。また、震源での広帯域強震動生成メカニズムを調べるため、ウェーブレット係数を用いた新しい震源インバージョン手法を開発した。また、震源近傍域の強震動生成を見積もるのに重要な断層面形状も同時に推定する方法を提案した。

(3) 巨大地震発生時に大規模堆積盆地で生じる長周期地震動を定量的のために構築されている堆積盆地速度構造モデルを、波形インバージョンにより改訂する手法を提案した。これを大阪盆地に適用し、従来の地下速度構造モデルに比して卓越周期等の再現性の向上に寄与した。

(4) これまでの強震動予測のための震源モデル設定において、設定パラメータのバラツキを考慮した場合の震源モデルの設定方法と、それにもとづく予測強震動評価を行い、得られる地震動のバラツキとパラメータのバラツキとの関係を議論した。またこれを踏まえて、破壊様式や応力降下量設定についての更なる知見を与えることができるのであれば、予測強震動の精度や信頼度が向上することがわかった。

(5) 極大地震動生成メカニズムには震源およびサイト特性が主たる要因であることがわかった。長大構造物に影響が大きい長周期地震動に関連する深い地盤構造も含めて、モデル化と強震記録等の再現によるモデル高度化を進める必要がある。また、震源特性として、強震動予測のための震源モデルには応

力降下量の深さ依存性を導入することにより、より信頼度の高い予測が可能となると考えられる。

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 13 件)

1. 木村美帆・浅野公之・岩田知孝 (2010). KiK-net 一関西の水平動と上下動の地盤震動特性, 第 13 回日本地震工学シンポジウム論文集, 3137-3144.
2. Tobita, T., S. Iai, and T. Iwata (2010). Numerical Analysis of Near-Field Asymmetric Vertical Motion, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **100**, 1456-1469.
3. Suzuki, W. and T. Iwata (2009). Broadband seismic wave radiation process of the 2000 Western Tottori, Japan, earthquake revealed from wavelet domain inversion, *J. Geophys. Res.*, **114**, B08302, doi:10.1029/2008JB006130.
4. 木村美帆・浅野公之・岩田知孝 (2009). 鉛直地震計アレイデータを用いた強震動と弱震動の地盤震動特性の比較 - 柏崎刈羽原子力発電所構内における 2007 年新潟県中越沖地震とその前後の地震の記録を対象として-, 地震第 2 輯, **62**, 61-65.
5. 岩田知孝 (2009). 強震動予測のための特性化震源モデル, 地震第 2 輯, **61**, S425-S431.
6. 岩城麻子・岩田知孝・関口春子・浅野公之・吉見雅行・鈴木晴彦 (2009). 大分平野における想定南海地震による長周期地震動のシミュレーション, 地震第 2 輯, **61**, 161-173.
7. 浅野公之・岩田知孝・岩城麻子・栗山雅之・鈴木 亘 (2009). 地震および微動観測による石川県鳳珠郡穴水町における地盤震動特性, 地震第 2 輯, **62**, 121-135.
8. 岩田知孝・浅野公之・栗山雅之・岩城麻子 (2008). 2007 年能登半島地震の震源モデルと強震動, 京都大学防災研究所年報, **51A**, 121-127.
9. 岩田知孝・岩城麻子・関口春子・吉見雅行 (2008). 地域特性を反映した長周期地震動, 長周期地震動対策に関する公開研究集会, 日本建築学会構造委員会高機能社会耐震工学ワーキンググループ編, 1-52.
10. Asano, K. and T. Iwata (2008). Source modeling of recent large inland crustal earthquakes in Japan and source characterization for strong motion prediction, *Proc. 14 World Conf. Earthq. Eng.*, paper no. 03-01-0025.
11. Iwata, T., K. Asano, M. Kuriyama, and A. Iwaki (2008). Non-linear site response characteristics of K-NET ISK005 station and relation to the earthquake disaster during the

2007 Noto-Hanto earthquake, central Japan, *Proc. 14 World Conf. Earthq. Eng.*, paper no. 01-1026.

12. Iwaki, A. and T. Iwata (2008). Long-period ground motion characteristics in Osaka basin, Japan, from strong motion records of large earthquakes, *Proc. 14 World Conf. Earthq. Eng.*, paper no. S10-053.
13. 栗山雅之・隈元 崇・関口春子・岩田知孝 (2008). 地震規模予測の考え方の違いが長大活断層で発生する地震の強震動予測結果にもたらす影響の評価 - 糸魚川 - 静岡構造線活断層帯北部・中部を震源断層として -, 自然災害科学, **27**, 45-67.

[学会発表] (計 9 件)

1. Tobita, T., S. Iai and T. Iwata, Numerical analysis of trampoline effect in extreme ground motion. Fifth International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, 24th May, 2010, the Marriott Mission Valley, San-Diego, USA.
2. Iwaki, A. and T. Iwata, Estimation of three-dimensional basin structure based on waveform modeling: a case study in the Osaka sedimentary basin, Western Pacific Geophysics Meeting 2010, S51A-028, 25th June 2010, 台北国際会議場.
3. 浅野公之・岩田知孝, 強震波形から震源断層形状と震源破壊過程を同時に推定する試み, 日本地球惑星科学連合 2010 年大会, SSS016-05, 2010 年 5 月 24 日, 千葉幕張メッセ国際会議場.
4. 栗山雅之・岩田知孝, 複数の活動セグメントが破壊する地震の震源モデル化手法の検討 - 濃尾地震を例として -, 京都大学防災研究所研究発表講演会, A16, 2009 年 2 月 25 日, 京都府民交流プラザ.
5. Asano, K. and T. Iwata, Kinematic Source Inversion using Strong Motion Data Considering Three-Dimensional Fault Geometry, AGU 2009 Fall Meeting, S31A-1688, 16th December 2009, Moscone Center, San-Francisco, USA.
6. Kimura, M., K. Asano, and T. Iwata, Amplification Characteristics during the Strong and Weak Ground Motions at the Iwth25 Station, Northeast Japan, AGU 2009 Fall Meeting, S43A-1957, 17th December 2009, Moscone Center, San-Francisco, USA.
7. Asano, K. and T. Iwata, Kinematic Source Rupture Process of the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake, a Mw6.9 thrust earthquake in northeast Japan, using Strong Motion Data, AGU 2008 Fall Meeting, S23B-1890, 16th December 2008, Moscone Center,

San-Francisco, USA.

8. Asano, K. and T. Iwata, Source Rupture Process of the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake by Strong Motion Data, 7th ASC General Assembly and SSJ 2008 Fall Meeting, A22-07, 25th November, 2008, つくば国際会議場.
9. 岩城麻子・岩田知孝・吉見雅行・関口春子, 大分平野における想定南海地震による長周期地震動のシミュレーション, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, S225-P007, 2008 年 5 月 27 日, 千葉幕張メッセ国際会議場.

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

<http://sms.dpri.kyoto-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩田 知孝 (IWATA TOMOTAKA)
京都大学・防災研究所・教授
研究者番号 : 8 0 2 1 1 7 6 2

(2) 研究分担者

浅野 公之 (ASANO KIMIYUKI)
京都大学・防災研究所・助教
研究者番号 : 8 0 4 5 2 3 2 4
飛田 哲男 (TOBITA TETSUO)
京都大学・防災研究所・助教
研究者番号 : 0 0 3 4 6 0 5 8
関口 春子 (SEKIGUCHI HARUKO)
京都大学・防災研究所・准教授

研究者番号 : 2 0 3 5 7 3 2 0

(3) 連携研究者 ()

研究者番号 :