

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23560661

研究課題名(和文) 最新信号処理技術に基づく準即時・高精度地震動分布評価法の開発と被害推定への適用

研究課題名(英文) development of quasi real-time strong-motion distribution estimation method and its application to damage estimation

研究代表者

大野 晋(OHNO, SUSUMU)

東北大学・災害科学国際研究所・准教授

研究者番号：40361141

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、地震直後の建物の被害推定の高精度化をめざして、準即時地震動スペクトル分布の高精度補間法を開発し、建物モデルを介してその影響の評価を行った。東北地方太平洋沖地震の仙台市を対象に、本手法により推定した地震動分布を適用したところ、建物モデルの復元力特性や地盤-構造物相互作用効果を適切に考慮することにより、比較的良く実被害分布が説明できることを確認した。

研究成果の概要(英文)：This study developed an evaluation method of strong-motion distribution for rapid and precise building damage estimation when an earthquake occurs. The applicability of the method is checked by comparing estimated and real damage distribution in Sendai city during the 2011 Tohoku earthquake. It is confirmed that the strong-motion distribution estimated by the developed method can explain the real damage distribution relatively well, with appropriate use of nonlinear response characteristics of buildings and soil-structure interaction effects.

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：地震防災 強震動 東北地方太平洋沖地震

1. 研究開始当初の背景

地震直後の被害推定には現在震度分布が主に用いられており、構造物・室内被害に大きな影響を及ぼす地震動の卓越周期や卓越方向は全く考慮されていない。また、被害推定に必要な空間分解能に対して観測密度は未だ不足しており、単なる観測値の空間補間では精度に限界がある。

2. 研究の目的

本研究は、地震直後の被害推定の高精度化をめざし、準即時地震動スペクトル分布の高精度補間法を開発し、建物モデルを介してその影響の評価を行うことを目的としている。

3. 研究の方法

(1) 観測記録の方向性の検討

強震動の方向性について、実記録を用いて、周期特性および地震による相違について検討する。

(2) 理論地震動データベース作成

既往の3次元地下構造モデルと複数の震源モデルを用いて、理論地震動を計算し、データベースを作成する。

(3) 地震動分布推定手法の開発

地震動分布の推定手法を開発する。その際、応答スペクトル分布の推定とともに、地震動波形分布の推定手法についても検討する。

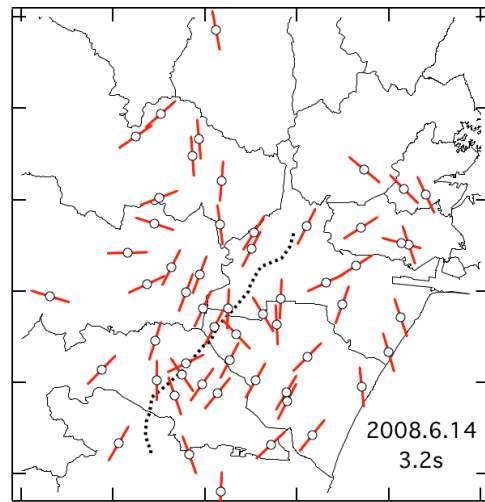
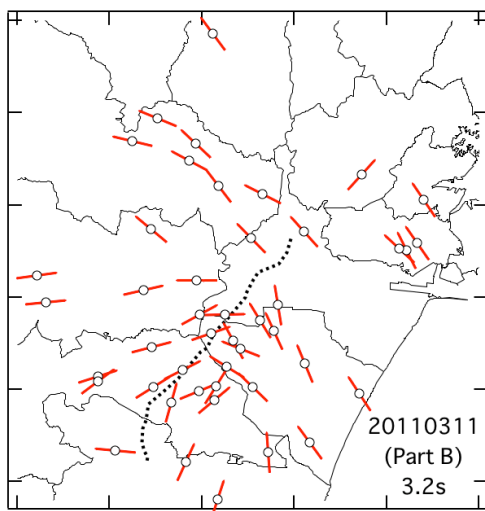
(4) 建物被害推定に与える影響の検討

開発した手法を用いて、1質点系でモデル化した建物群について応答評価を行い、準即時建物被害評価に与える影響の検討を行う。

4. 研究成果

(1) 観測記録の方向性の検討

仙台市内の観測網の記録を用いて、近年の内陸地震及び海溝型地震(2011年東北地方太平洋沖地震及びその余震も含む)について、強震観測記録の周期帯域別卓越方位の検討を行った。



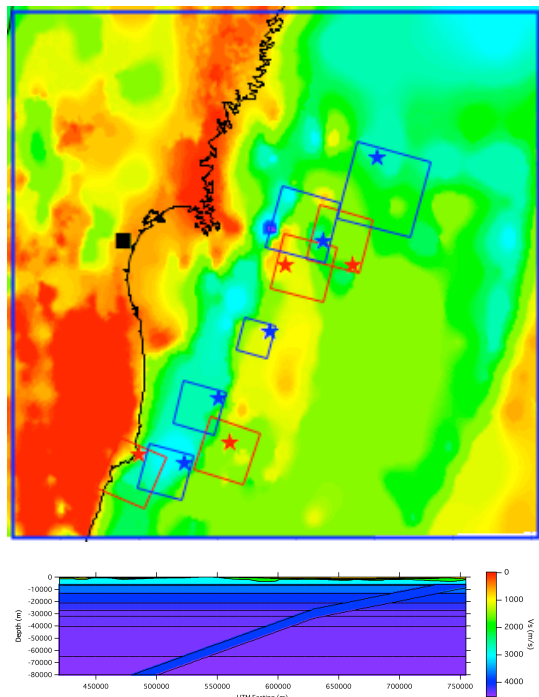
観測記録の卓越方位の検討

その結果、短周期についてはばらつきが大きく規則性は見られなかったが、長周期になると規則性が見られ、仙台市内南部では地震によらず概ね一方向に卓越するが、北部では地震に依存した卓越方向の変化が確認された。

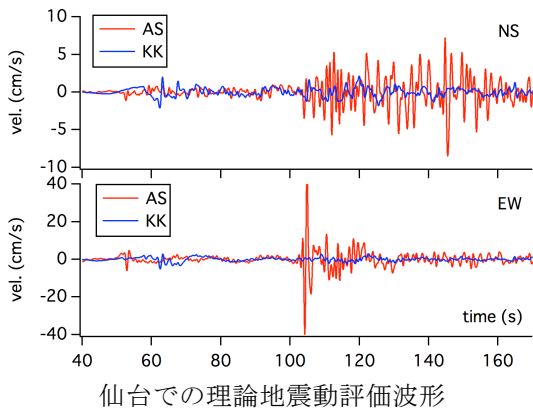
(2) 理論地震動データベース作成

仙台市を含む東北地方の3次元地下構造モデルと、複数の強震動生成域モデルを用いて3D-FDMによる理論地震動評価を行い、理論地震動評価データベースを作成した。

その結果、東北地方太平洋沖地震に対して周期1-10sを対象として推定された強震動生成域のモデルはまだ位置、破壊開始点などにばらつきが大きく、結果として仙台市でも非常にばらつきが大きい地震動が得られた。



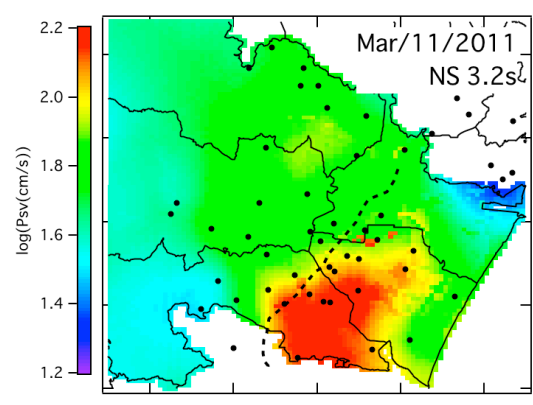
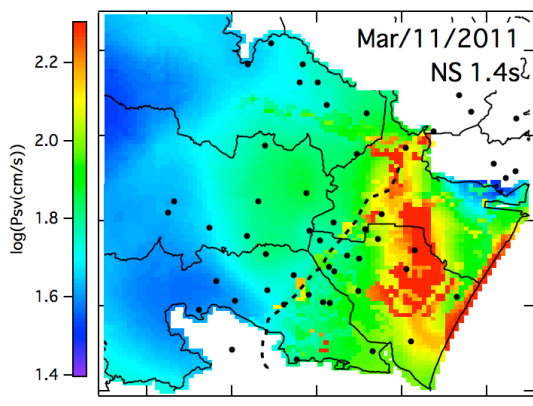
震源・地下構造モデル



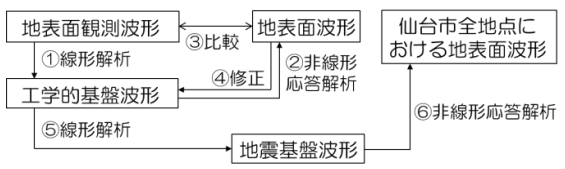
仙台での理論地震動評価波形

(3) 地震動分布推定手法の開発

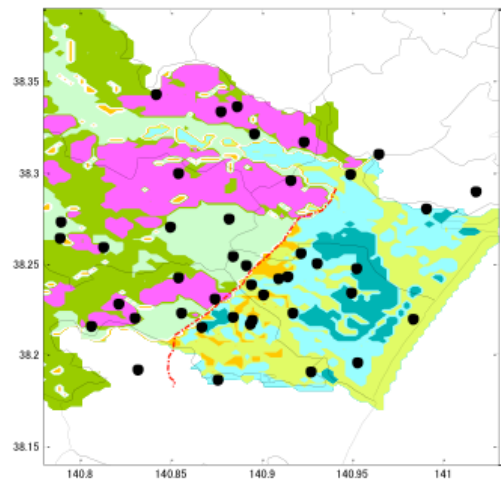
応答スペクトルの分布推定と同時に、地下構造モデルを用いて地表面での波形を 250m メッシュで推定した。



応答スペクトル分布



波形分布の推定フロー



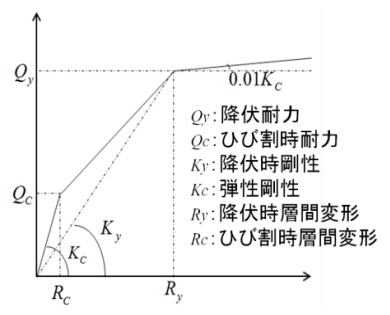
表層地質と観測点

(4) 建物被害推定に与える影響の検討

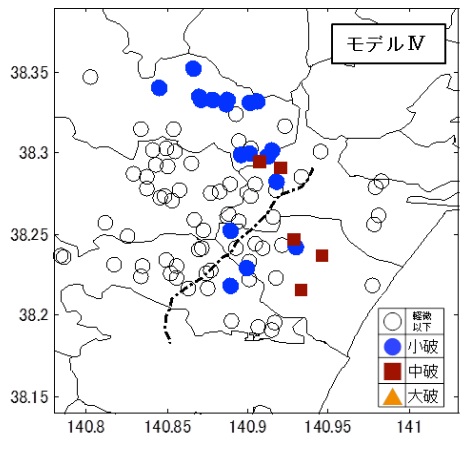
推定地震動分布を用いて、仙台市域を対象として、建物-相互作用系の複数のモデルを対象に時刻歴応答評価を実施し、東北地方太平洋沖地震の被害との比較検討を行うことで、建物のモデル化の影響（復元力特性の修正、相互作用の考慮）について検討した。

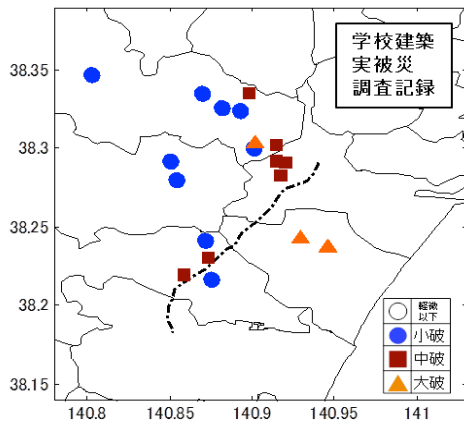
その結果、建物モデルの復元力特性の修正や相互作用を考慮すれば、本手法により推定した地震動分布で比較的良く被害が説明できることを示した。

なお、復元力特性の修正と相互作用の考慮では、どちらも損壊に影響するが、復元力特性の修正の方が影響が大きい結果となった。



建物被害推定に用いた復元力モデル





東北地方太平洋沖地震の建物被害推定結果 (上図) と被災調査記録 (下図)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① 三屋栄太・大野晋・源栄正人, 東北地方太平洋沖地震の記録を用いた仙台市における建物損傷評価に関する検討, 日本地震工学会・大会-2013 梗概集, 査読無, 2013 年, pp. 269-270
- ② Susumu Ohno, Eita Mitsuya, Satoru Koike, and Masato Motosaka, Site amplification characteristics of the 2011 Tohoku earthquake sequence in Sendai, Japan, and their interpretations by the irregular subsurface structures, Proc. of 11SEGJ, 2013 年, 査読有, Paper No. 163.
- ③ 大野晋, 三屋栄太, 源栄正人, 2011 年東北地方太平洋沖地震における仙台市域の地盤震動特性, 日本地震工学会論文集, 査読有, 12, 2012 年, 339-353.
- ④ Susumu Ohno, Masato Motosaka, Akihiro Shibayama, Kazuya Mitsuji, Strong-motion characteristics in Sendai city during the 2011 Tohoku earthquakes, Japan, 査読有, Proc. of 15WCEE, 2012 年, Paper No. 3631.
- ⑤ Susumu Ohno, Masato Motosaka, Kazuya Mitsuji and Akihiro Shibayama, Site Response Characteristics in Sendai City Estimated from Acceleration Records of the 2011 Tohoku Earthquake, Japan, Proc. of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, 査読無, 1, 2012 年, 395-405.
- ⑥ 大野晋, 2011 年東北地方太平洋沖地震で観測された強震動, 地盤震動シンポジウム, 査読無, 39, 2011 年, 13-20.

[学会発表] (計 5 件)

- ① 石塚博基, 大野晋, 小池悟, 野津厚, SPGA モデル及び擬似点震源モデルを用いた仙台市内における 2011 年東北地方太平洋沖地震の強震動シミュレーション, 東北地域

災害科学研究集会, 2014 年 1 月 8 日, 秋田

- ② 小池悟・三屋栄太・大野晋・源栄正人, 観測記録に基づく仙台市域の地盤震動特性に関する研究, 日本建築学会東北支部研究報告会, 2013 年 6 月 22 日, 盛岡
- ③ 大野晋, 仙台市内の地盤震動と地下構造の関係, 日本建築学会第 40 回地盤震動シンポジウム, 2012 年 11 月 06 日, 東京
- ④ 大野晋, 東北地方太平洋沖地震とその余震における強震動分布, 日本地震工学会大会, 2011 年 11 月 12 日, 東京
- ⑤ 大野晋, 東日本大震災における東北地方の強震動特性, 日本応用地質学会東北支部, 2011 年 7 月 22 日, 仙台

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大野 晋 (OHNO SUSUMU)

東北大学・災害科学国際研究所・准教授
研究者番号: 40361141

(2) 研究分担者

源栄 正人 (MOTOSAKA MASATO)

東北大学・災害科学国際研究所・教授
研究者番号: 90281708

柴山 明寛 (SHIBAYAMA AKIHIRO)

東北大学・災害科学国際研究所・准教授
研究者番号: 80455451