

経験式に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震の長周期地震動の予測

清水建設(株)技術研究所 正会員 ○佐藤 智美

1. 目的

2011 年東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) では、広範囲で大きな地震動が観測された。本研究では、筆者ら(佐藤・他 2010)が作成している減定数 5%の加速度応答スペクトルと群遅延時間の平均値・分散の経験式を用いて、この地震の長周期を含む周期 0.1~10 秒の広帯域地震動を予測し、観測地震動との比較から経験式の有効性について検討する。

2. 手法及びデータ

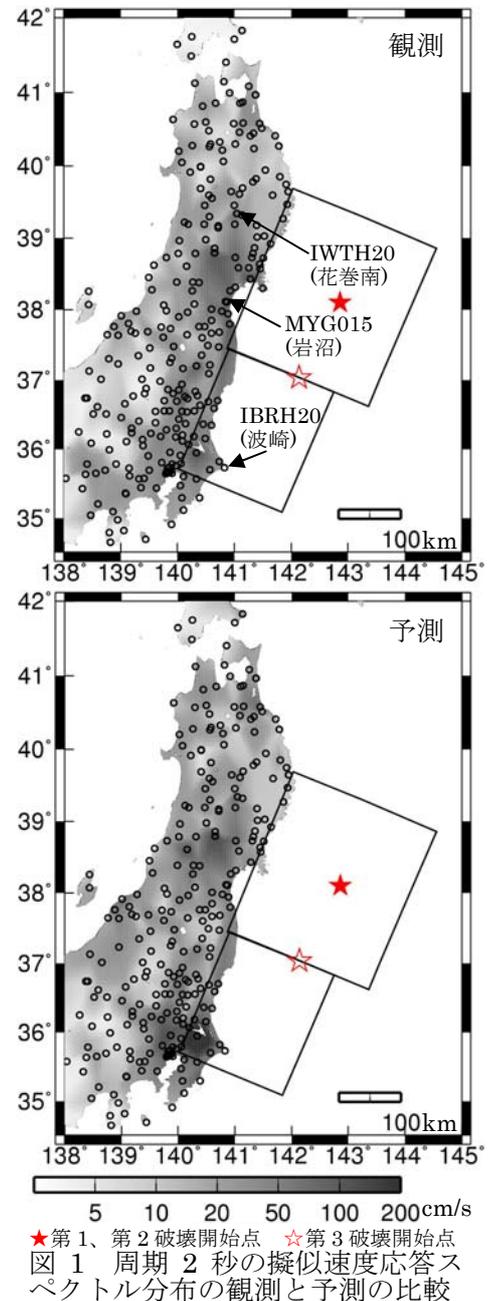
佐藤・他(2010)の経験式では、加速度応答スペクトルは Mw と断層最短距離、群遅延時間の平均値・分散は地震モーメント M_0 と震源距離(破壊開始点からの距離)がパラメータとなっている。このパラメータは、遠地実体波を用いた気象庁(2011)の震源インバージョン結果に準拠して、図 1 の断層面を仮定して設定した。この気象庁の震源モデルでは、震源(第 1 破壊開始点)付近で 2 回大きなすべりがあり、その後、南側で大きなすべりがあったと推定されている。そこで、3つの断層の運動と考えて経験式に基づき水平成分の時刻歴波形を作成し、これを、破壊時間差を考慮して足し合わせることで地震動を予測した。気象庁の震源時間関数を元に、全体の M_0 (3.98×10^{29} dyne・cm) を、1:3:1 に振り分けるとともに、第 2 断層、第 3 断層の破壊開始時間は、第 1 断層の破壊の 40 秒後、100 秒後とした。断層面は、第 1 断層 (Mw8.5)、第 2 断層 (Mw8.9) は北側の同じ面とし、第 3 断層 (Mw8.5) は南側の面とした。

予測地点は、図 1 に○で示した地震直後に公開された K-NET, KiK-net 観測点である。佐藤・他(2010)では、これらの観測点のほとんどで、加速度応答スペクトルの地盤増幅率、群遅延時間の平均値・分散のサイト係数が求められているため、観測点固有の地震動特性を考慮した予測が可能である。しかし、経験式のデータセットは Mw8.2 が最大であるため予測は外挿であり、震源距離 400km 以上の地点も外挿となる。

3. 予測結果とその考察

図 1 には、周期 2 秒の減定数 5%の擬似速度応答スペクトル pSv の観測と予測の比較を示す。両者はほぼ対応している。しかし、周期 5 秒程度以上では、予測の方が観測よりやや大きい傾向がみられており、特に東京都内などの関東平野の中心部ではこの傾向が顕著であった。図 2 には、図 1 に観測点名を示した 3 地点の地表での速度波形(周期 0.1~10 秒のフィルター波)と pSv の観測と予測の比較を示す。両者は類似している。

関東平野で予測の方が観測よりやや大きい原因として、2つの理由が考えられる。ひとつは、気象庁の近地強震波形を用いた結果等、多くの震源インバージョン結果では南側のすべり量が小さいものが多いことから、今回設定の南側の断層面の大きさや Mw が大きかった可能性がある。もうひとつは、佐藤・他(2010)による関東平野の観測点の地盤増幅率が、付加体の影響で長周期の卓越が大きかった 2004 年紀伊半島沖地震とその前



2011 年東北地方太平洋沖地震, 長周期地震動, 経験式, 予測, 時刻歴波形, 継続時間

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3 丁目 4-17 清水建設(株)技術研究所 TEL03-3820-6529

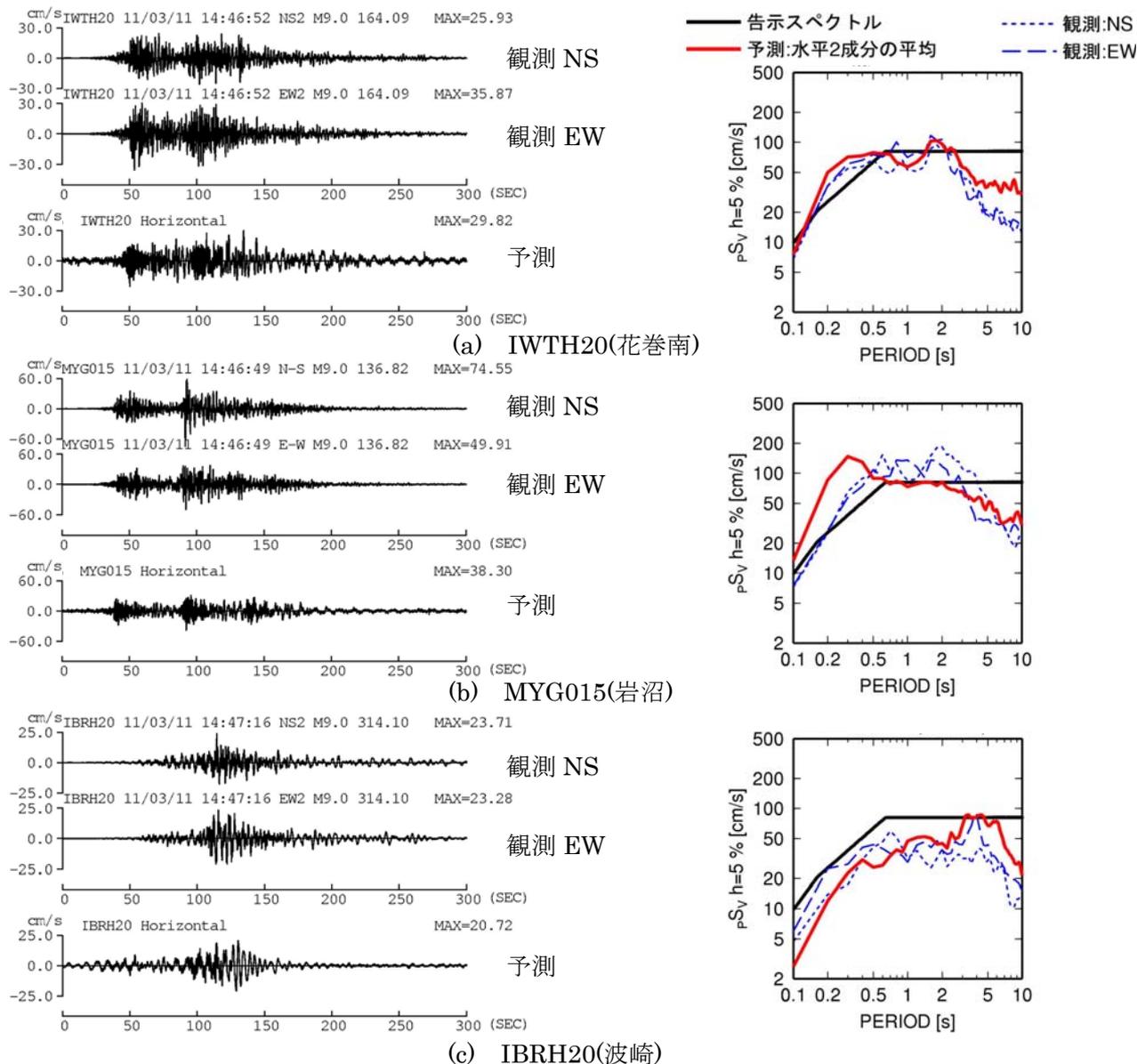


図 2 3 観測点での速度波形(周期 0.1~10 秒)と擬似速度応答スペクトルの観測と予測の比較

震・余震や 2004 年新潟県中越地震とその余震等を含めて算出されていることが考えられる。実際に、都内の観測点では今回の地震と 2005 年宮城県沖地震では、スペクトルや波形の形状が類似しているのに対して、2004 年 紀伊半島沖地震の記録は、周期 3 秒程度以上が相対的に大きく、継続時間が長い傾向がみられている。

4. まとめ

佐藤・他(2010)の減衰定数 5%の加速度応答スペクトルと群遅延時間の平均値・分散の経験式を用いて、2011 年東北地方太平洋沖地震の長周期を含む広帯域地震動の予測を行った。その結果、周期 5 秒程度以下では観測と予測はほぼ対応しており、外挿ではあるものの、経験式が適用可能であることが確認された。一方、周期 5 秒以上では、予測の方が大きい傾向があり、特に関東平野でその傾向が大きかった。今後、断層モデルの設定を改良するとともに、地盤増幅率を東北地方太平洋岸の海溝型地震のみで算出し直して検討を行う予定である。

謝辞: 本研究は、科学研究費補助金基盤研究(A)21241044 による研究成果である。本研究では、防災科学技術研究所の K-NET, KiK-net 観測点の記録を用いました。記して感謝致します。

参考文献

- ・ 佐藤智美, 大川出, 西川孝夫, 佐藤俊明, 関松太郎, 日本建築学会構造系論文集, 第 649 号, pp. 521-530, 2010.
- ・ 気象庁, 「平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震」について(第 28 報), <http://jma.go.jp/jma/press/1103/25b/kaisetsu201103251730.pdf>, 2011.