

標準的な強震動レシビに基づく東北地方太平洋沖巨大地震の強震動の再現

○諸井孝文¹⁾・広谷 淳²⁾・石川和也³⁾・水谷浩之⁴⁾・引間和人⁵⁾・川里 健⁶⁾・生玉真也⁷⁾・釜田正毅⁸⁾

1)正会員 (株)小堀鑛二研究所,東京都港区赤坂6-5-30,moroi@kobori-takken.co.jp,

2)正会員 東北電力(株),仙台市青葉区本町1-7-1,hirotani.kiyoshi.nv@tohoku-epco.co.jp, 3)同,ishikawa.kazuya.yp@tohoku-epco.co.jp,

4)正会員 東京電力(株),東京都千代田区幸町1-1-3,mizutani.hiroki@tepcoco.jp, 5)正会員 同,hikima.kazuhito@tepcoco.jp,

6)正会員 日本原子力発電(株),東京都千代田区神田美土代町1-1,takeshi-kawasato@japoco.jp, 7)同,shinya-ikutama@japoco.jp,

8)正会員 鹿島建設(株),東京都港区赤坂 6-5-11,kamata-masaki@kajima.com

1. はじめに

震源の特性化手続きに始まるいわゆる強震動予測レシビ¹⁾は、これまで地震の発生様式を問わず様々なタイプの地震の地震動評価に十分な効果を発揮してきた。その一方で2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震というわが国観測史上最大規模の地震が発生し、強震動レシビの考え方がこの規模の地震にまで適用可能かどうかの検討が必要とされている。そこでここでは一昨年と同規模のプレート間巨大地震を想定し、地震前の先験情報に基づく標準的な強震動レシビを用いた震源のモデル化を行うことで、女川、福島第一、東海第二の各原子力発電所における露頭岩盤上の強震動の再現を統計的グリーン関数法により試みる。

2. 震源のモデル化

想定プレート間巨大地震の震源モデルは入倉²⁾に準じ、次のように設定した。

① 基本的な前提条件としてモーメントマグニチュードを $M_w=9.0$ とする。断層面積は $M_w=M_0$ とみなすことで、佐藤³⁾より $S=100,000\text{km}^2$ が導かれる。平均応力降下量は円形クラック式より $\Delta\sigma=3.08\text{MPa}$ と計算される。なお内閣府⁴⁾は国内外8個のプレート間巨大地震の平均応力降下量を整理しているが、その平均±標準偏差は 3.1MPa とされており、ここで設定した $\Delta\sigma=3.08\text{MPa}$ とほぼ同じ値である。

② 強震動生成域 (SMGA) の面積 S_a は当該地域に生じた過去の地震における短周期レベルAの励起特性を有するように、前述の平均応力降下量を前提として断層面積比で $S_a/S=0.125$ とする。

③ SMGAの個数と位置は、入倉²⁾などにならい、当該地域に過去発生した $M7\sim8$ の地震の震源域への対応を考慮して設定する。具体的には東北地方の海溝型地震の発生領域の区分け⁵⁾に基づき5個のSMGAを設定し、過去の地震の震源域相当の場所に配置する。

④ その他、SMGAのすべり量、地震モーメントおよび応力降下量、背景領域の微視的パラメータ等は標準的な強震動レシビに従うこととする。

このようにして設定した想定地震の震源モデルを図1と表1に示す。またSMGAの面積を定めた宮城県沖、福島県沖、茨城県沖の中小地震の M_0-A 関係を図2に示す。同図にはSMGA面積比 S_a/S を変えた場合の

SMGA単体の M_0-A 関係を重ねているが、 $S_a/S=0.125$ の M_0-A 関係はこれら3地域で発生する中小地震のほぼ中間的な値を示すことがわかる。一方、中小地震の M_0-A 関係をより詳細に見ると、茨城県沖の地震に比べて宮城県沖の地震の短周期レベルは大きめの傾向が認められる。

3. 強震動の再現性

標準的な強震動レシビに基づく想定プレート間巨大地震について、統計的グリーン関数法により評価した女川、福島第一、東海第二の各発電所の露頭岩盤上の強震動を、東北地方太平洋沖地震による観測記録 (はざとり液) と比較して図3に示す。

本検討は先験的な情報から設定した震源モデルによる一次近似的な強震動の再現であるが、地震動レベルの評価の点で観測記録をよく捉えており、海洋プレート間巨大地震に対する標準的な強震動レシビの有用性を十分に示す結果と言える。しかしながら加速度記録の経時特性は説明できておらず、その再現には先験情報のみでは不十分であり、東北地方太平洋沖地震の断層破壊伝播の解明等が必要と思われる。

次に、地震動レベルの観測記録との整合性を地点ごとに見ると、東海地点に比較して女川地点の解析結果はやや過小評価となっている。これは先に示した中小地震の M_0-A 関係に関する地域間のばらつきが標準的なモデルに考慮されておらず、結果的に宮城県沖SMGAの短周期レベルが過小評価となっている可能性が考えられる。

そこで1978年宮城県沖地震を参考に、宮城県沖SMGAの短周期レベルをかさ上げすることで、震源の地域性の影響を取り込んだ評価を行った。その結果は図4のとおりであり、地震動レベルの再現性が有意に高まっている。

4. まとめ

地震前の先験情報に基づく標準的な強震動レシビにより東北地方太平洋沖巨大地震の強震動の再現を行った。その結果、強震動レシビの合理性の確認とともに、震源の地域性の影響が示された。

参考文献 1) 入倉・三宅, 地学雑誌, 2001, 2) 入倉, 第40回地震震動シンポジウム, 2012, 3) 佐藤, 日本の地震断層パラメータ・ハンドブック, 1989, 4) 内閣府, 南海トラフの巨大地震モデル検討会, 2012, 5) 地震調査委員会, 日本の地震活動, 2009

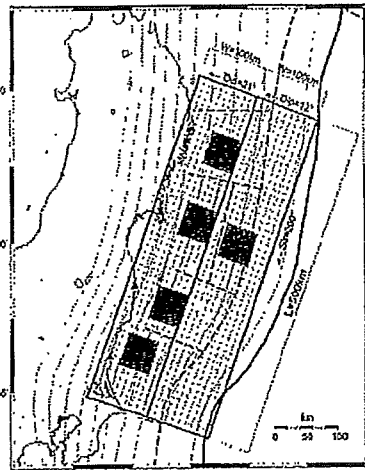


図1 震源モデル (背景の太線は日本海溝、破線は海溝型地震の発生領域、点線はJ-SHSの太平洋プレート上面等深線)

表1 断層パラメータ

	面積 S(km ²)	地震モーメント M ₀ (Nm)	平均すべり量 D(m)	断層長さ Δσ(MPa)	短周期レベル A(Nm/s ²)
断層全体	100,000	4.0E+22	8.5	3.08	2.97E+20
SMGA1個あたり	2,500	2.0E+21	17.1	24.6	1.33E+20
背景領域	87,500	3.0E+22	7.3	4.9	—

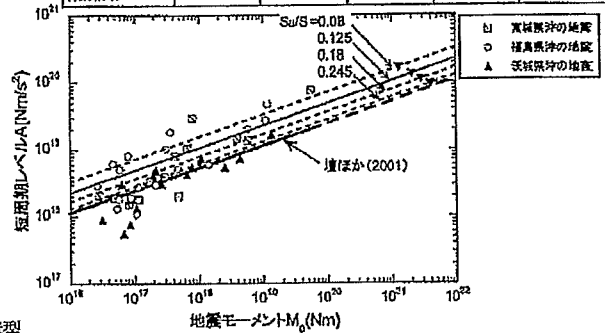


図2 当該3地域の中小地震とSMGAのM₀-A関係

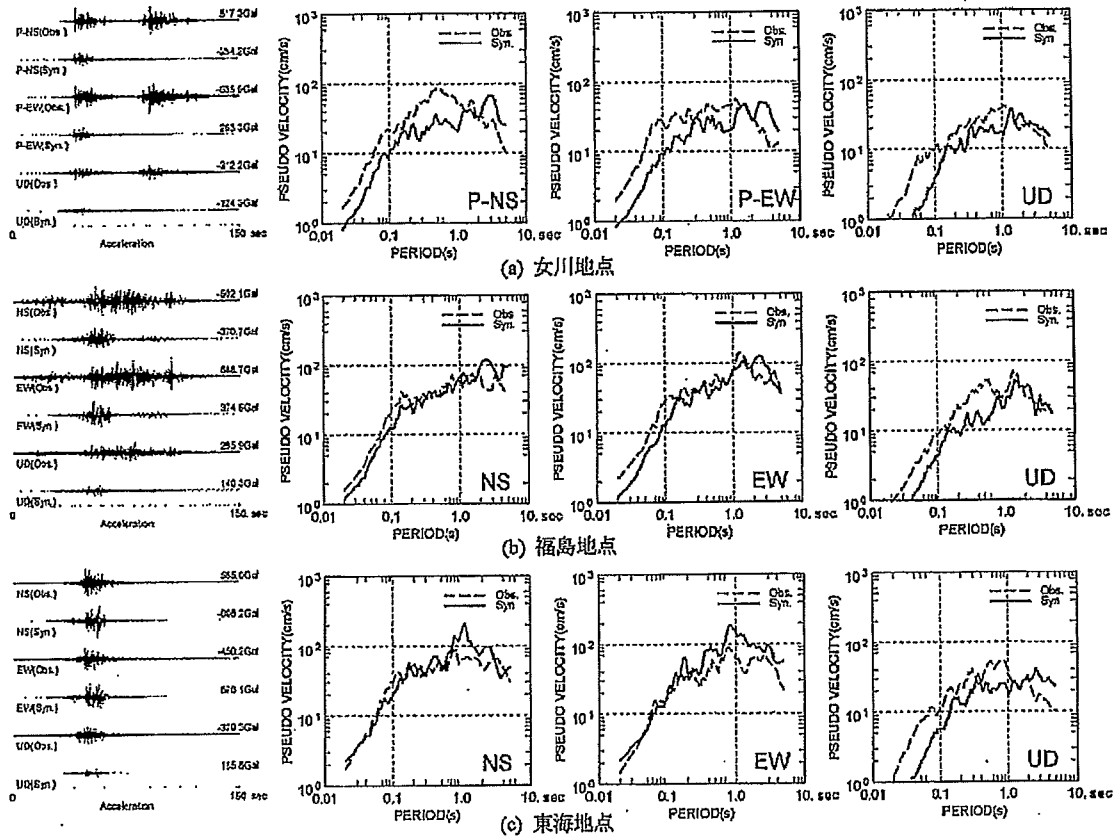


図3 標準的強震動レシビに基づく東北地方太平洋沖巨大地震の強震動(加速度波形とh=5%擬似速度応答スペクトル)

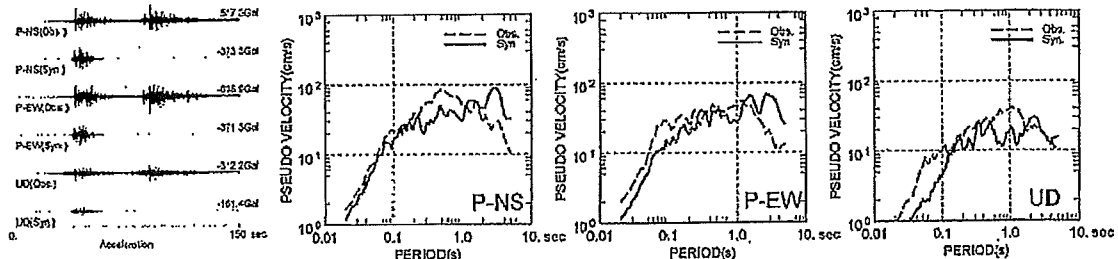


図4 震源の地域性を考慮した女川地点の強震動(短周期レベルを1.4倍)

※宮城県沖SMGAのみで評価