

わが国の長周期地震動スペクトルの簡易予測法に関する検討

茨城大学 正会員 ○井上 涼介
 茨城県庁 中川 拓也
 松尾工務店 三塚 雅人

1. 目的と概要

大型石油タンクなどの耐震設計に必要な長周期帯域 (以下 4~11s) における弱減衰の擬似速度応答スペクトル (以下, PSV (h=0.5%)) を簡易式により簡便に精度良く推定する方法について検討した. 日本およびその周辺で起こった 1997~2010 年までの 75 地震 (6 弱 $M_j \leq 8$; 図 1) について, 内 72 地震の KiK-net 地下観測点で硬い地点での 3114 記録 (工藤ら (2008) に従い, 同地表観測点同時記録とのフーリエ振幅スペクトル比 2 倍以下, $V_s \geq 2000\text{m/s}$ の 2 条件を満たすもののみ) を用いて, まず回帰分析により距離減衰の「基準式」と K-苫小牧観測点など KiK, K-net 地表観測点の「揺れやすさ (基準式からの偏差)」を求め, 規模として M_j (気象庁) と M_w (F-net による) のどちらが良いか, 震源深さの影響, 基準式からの偏差としての K, KiK 地表観測点の揺れやすさ, 伝播経路による基準式や揺れやすさの差, などを検討し, ついで表面波の放射特性の影響などについて調べた.

2. 地震タイプ別と基準式として用いる回帰モデル

震; 平均深さは 37.8km), 深いプレート内地震 (同約 60km 以深; 7 地震; 平均深さは 120km), の 3 タイプに分け, 回帰モデルとしてはマグニチュードの決定式と同様の点震源を仮定した表 1 の各式を用いた (断層面が有限なことによる影響も検討したが, ここでは割愛する). 各回帰式の係数は, Boore (1993) らの「一段階最尤法」によって求めた.

表 1 点震源を仮定したときの各回帰モデル

モデル1: $\log Y = aM + d \log X + c$
モデル2: $\log Y = aM - 0.5 \log \Delta + b\Delta + c$
モデル3: $\log Y = aM - \log X + bX + c$
モデル4: $\log Y = aM + bX + c + d \log X$
モデル5: $\log Y = aM + b\Delta + c + d \log \Delta$
a, b, c, d : 回帰係数 Y : スペクトル振幅
M : マグニチュード X : 震源距離
Δ : 震央距離

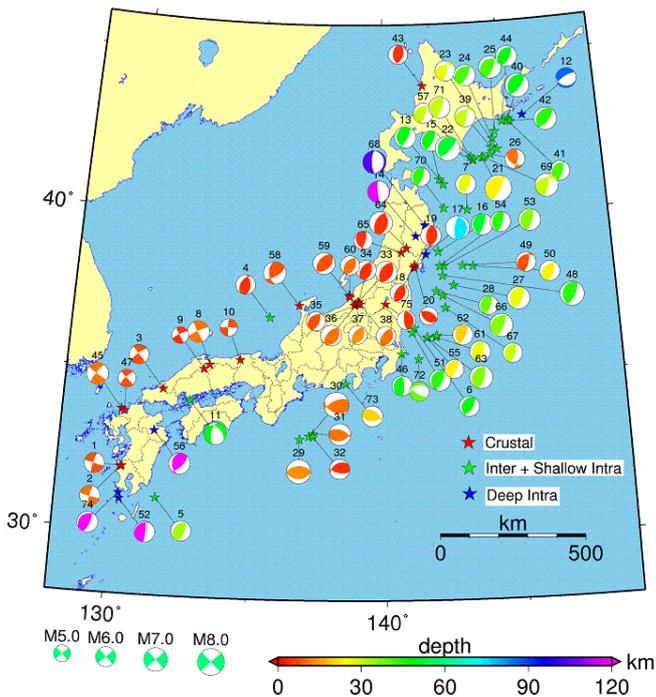


図 1 使用した 75 地震と F-net によるメカニズム解

地震タイプとして, 地殻内(24 地震; 内 KiK のみは 21 地震; 後者の平均深さは 11.4km), 海溝型(プレート間地震と浅いプレート内地震; 深さ約 60km 以浅; 44 地

3. 解析結果

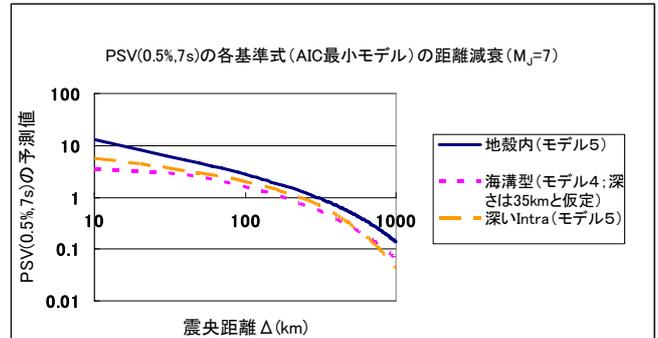


図 2 (a) 各タイプ別基準式の距離減衰 ($M=M_j=7$)

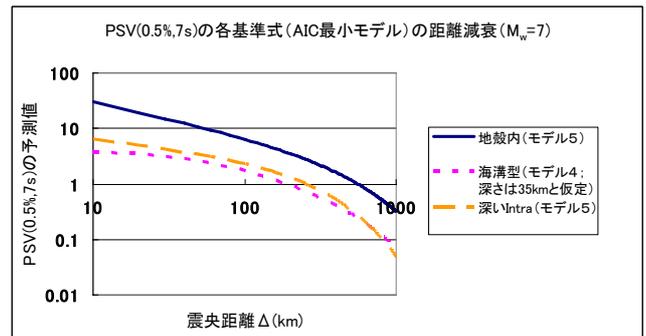


図 2 (b) 各タイプ別基準式の距離減衰 ($M=M_w=7$)

例えば図2 (a), (b)の比較から分かるように、地殻内地震では、規模として M_w を用いるより、震源深さの影響が入っている M_j を用いた方が、回帰式の(AICや標準誤差は減少し)同じMの値に対するPSVの予測値も大幅に減少する。

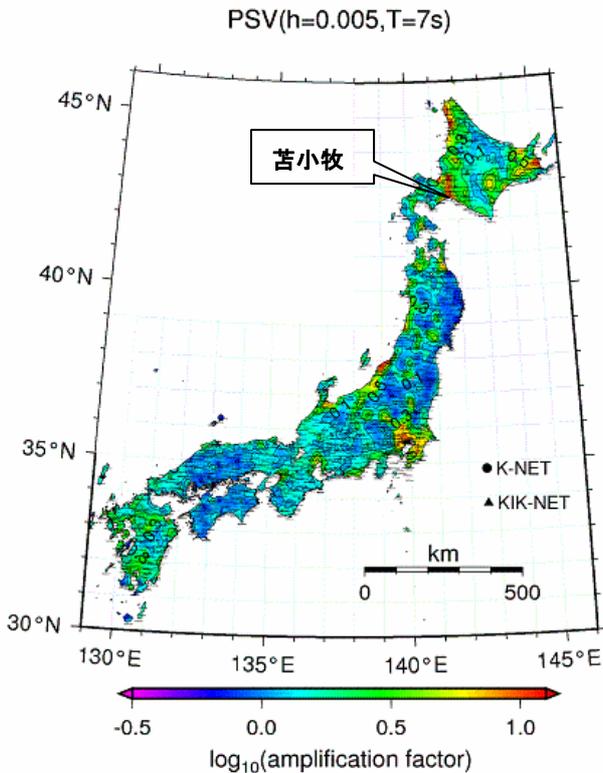


図3 地表各地点での揺れやすさ (T=7s ; 各地震の基準式からの偏差の平均)

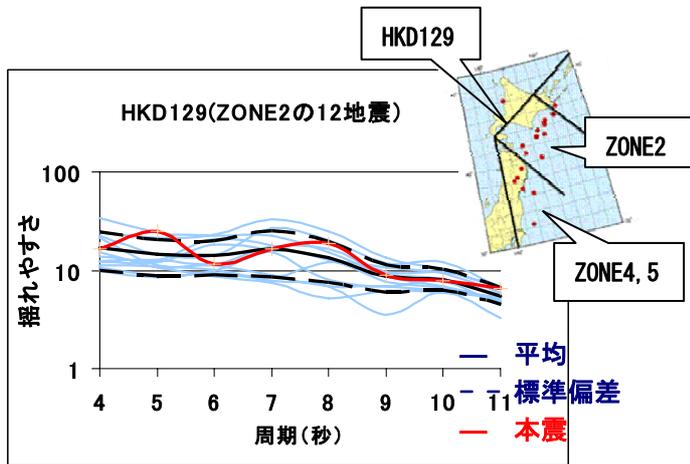


図4 K-net 苦小牧 (HKD129)における ZONE 2 (気象庁, 1990) の地震に対する揺れやすさ

図3より、全国レベルで見ても、2003年十勝沖本震(図1の21番; $M_j=8.0$)でタンク浮屋根に大きい被害が出たK-苦小牧(HKD129)付近を含む揺れやすい盆地

(偏差平均が数倍以上)の分布が分かる。

そのHKD129について、今回揺れやすさを求めた20地震の内、経路を気象庁(1990)によるZONE2の12地震だけに絞ると、揺れやすさの

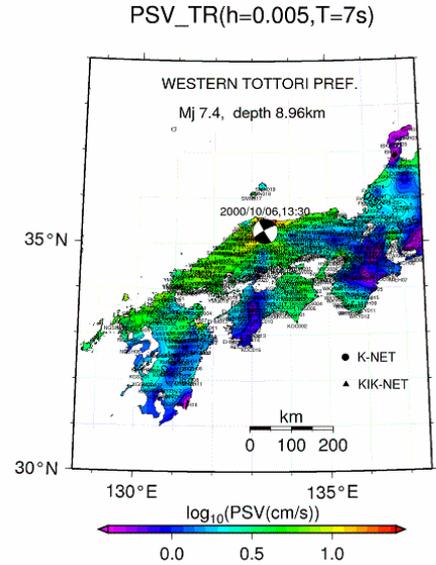


図5 鉛直横ずれ断層による放射特性の例(2000年鳥取県西部地震(M_j 7.4)における地震のTransverse成分に対するPSV(7s)の分布)

ばらつきはZONE4,5の地震を含めた場合、或いは工藤ら(2008)に比べて減る(図4)。

他方、図1の山陰から北九州にかけての浅い鉛直横ずれ断層による地震の各地点のPSV(例えば図5)のように、SH波とLove波(正規モード解;工藤, 1979)の放射特性の影響が強く見られる場合もある。また、縦ずれが卓越する東北太平洋沖地震に対しては、Radial,UD成分が平均値より大きい(Rayleigh波による)。(但し以上で、表面波などの放射特性より盆地による増幅効果の方が大きい)。

Mが8より大の震源域が超巨大な地震に対するスペクトル簡易予測法の開発は、今後の課題である。

謝辞 本解析にはK, KiK-netの記録(NIED)を使わせて頂いた。地図の作成に当たり、GMT(Wessel&Smith, 1998)を使用させて頂いた。震源要素はF-net CMT解(NIED)、気象庁sftpからの情報を使わせて頂いた。

キーワード 長周期地震動 距離減衰式 擬似速度応答スペクトル 基準式 揺れやすさ 放射特性

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学都市システム工学科 TEL 0294-38-5167