

# 「2003 年十勝沖地震の余震記録を用いた苫小牧近傍における 長周期地震動特性の簡単なパラメータによる予測法の検討」

茨城大学工学部 学生員 ○後藤佳希  
茨城大学工学部 正会員 井上涼介

## 1. はじめに

2003 年十勝沖地震 (M8.0) では、苫小牧の大型石油タンク (1 次固有周期約 7~8 秒) に長周期地震動 (勇払平野内で成長した表面波) による顕著なスロッシングが発生し、タンク浮屋根に甚大な被害が生じた。他方最近では、海溝型巨大地震による盆地内地点の長周期地震動を 3 次元差分法でシミュレーションすることも多く行われているが、震源から対象地点までの震源過程と伝播経路の膨大なパラメータが関与しており、スロッシング応答解析を簡便に行うなどの工学的な目的には必ずしも適さない。ここでは、座間<sup>1)</sup>、片岡ら<sup>2)</sup>などのように長周期地震動特性を  $M$ 、 $\Delta$ 、盆地の (伝播経路別の) (半) 経験的揺れやすさ、などの簡単なパラメータにより予測する方法について、同地震の余震群による苫小牧近傍での K-NET—高密度、広帯域、高ダイナミックレンジの観測点網 (NIED) —による記録を用いて検討する。

本解析に関連した既往の研究として、座間 (1990~) による JMA 一倍変位強震計記録を用いた一連の労作では、気象各官署の下に存在する盆地の「(伝播経路別の) 揺れやすさ」を半経験的に求めているが、文献 1) によれば、気象庁苫小牧観測点における北海道南東沖の震源地区分 (同文献の ZONE-2 ; 図-3 南東の四角い枠内) で起こった M5~8 の地震に対する揺れやすさは、周期数秒以上の帯域で 1 弱 (図-5) と求まっており、上述の 2003 年十勝沖地震本震の苫小牧近傍における長周期地震動特性とは異なる。この原因の一つとして、一倍変位強震計の精度の低さが考えられる (図-2 に一倍変位強震計と K-NET 強震計のダイナミックレンジを示す)。ただ、気象庁苫小牧観測点は K-NET 苫小牧観測点の西方約 5km に存在し、同本震で卓越した EW 成分の弱減衰の SV を比べても、周期 7~8 秒の帯域で前者 (95 型震度計による) は後者の 7~8 割であることから、苫小牧といっても観測点間の地域差も考えられるが、こ

こでは簡便のため K-NET の記録を用いて、同地点の揺れやすさなどを検討する。

## 2. 地震動データ

本解析に使用した地震は、2003 年 9 月~2005 年 2 月までの期間の  $M=4.0$  以上の余震の K-NET による記録で、このうち文献 1) と比較するためと次節 3. の解析結果などから ZONE-2<sup>1)</sup> に発生し苫小牧で記録が得られた  $M=5.0\sim 7.1$  の 12 余震を選び、同観測点の揺れやすさを求めるのに使用した (図-3)。ただ、同図から分かるように、 $M$  が 5 程度の余震は北海道南部の内陸部で起こっており、本震震源域 (海溝部) に起こっている余震の  $M$  は約 6 以上となっている。

## 3. ノイズレベルの検討

K-NET による波形の長周期成分には、他のデジタル観測網の波形と同様にノイズが存在すると考えられ、解析にマグニチュードの小さい地震を使用するには注意が必要であると思われる。そこで、K-NET の苫小牧観測点におけるノイズレベルのオーダーを把握するために簡単な検討を行った。

同余震による K-NET 苫小牧観測点の加速度記録において、記録開始から P 波到達までが比較的長い (約 12 秒 ; 余震記録全長の約 1/10) 4 地震 ( $M=4.5\sim 5.0$  の 4 余震) の P 波到達までの部分 (以下、ノイズ波形)

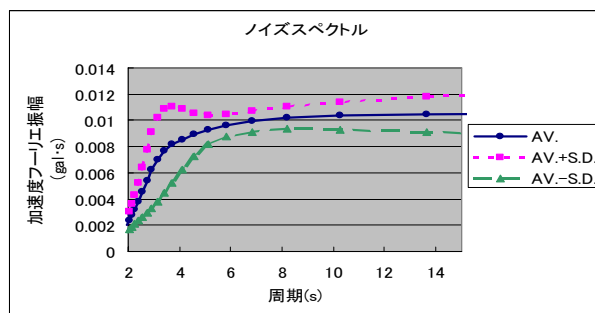


図-1 ノイズ波形スペクトル (青線は平均値)

キーワード 十勝沖地震 余震 長周期地震動 K-NET

連絡先 〒316-0036 茨城県日立市中成沢町 4-12-1

TEL: 0294-38-5167 E-mail: [inoue@mx.ibaraki.ac.jp](mailto:inoue@mx.ibaraki.ac.jp)

を切り取ってフーリエ振幅スペクトルを求めた。

図-1に長周期帯域におけるノイズ波形スペクトルを示す。平均値(青線)は周期数秒以上の帯域で  $0.01 \text{ gal} \cdot \text{s}$  くらいで、10 倍して余震記録全長に対する値に換算すると  $0.1 \text{ gal} \cdot \text{s}$  位であるが、同観測点の場合、M が約 5.5 以下になると周期数秒以上の帯域でフーリエ振幅スペクトルがこのレベルと同程度になる。

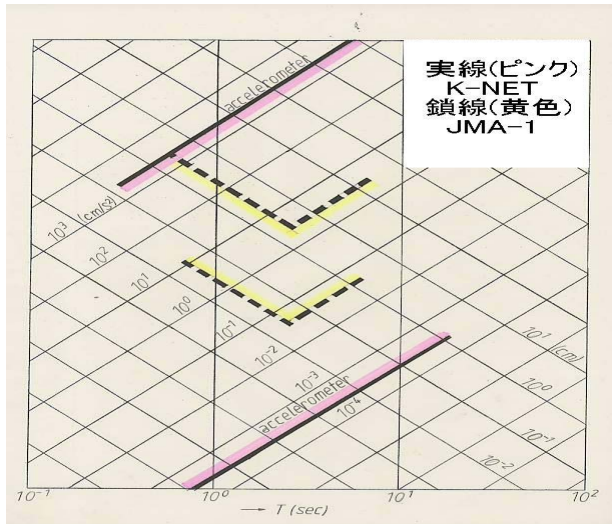


図-2 地震計の特性図

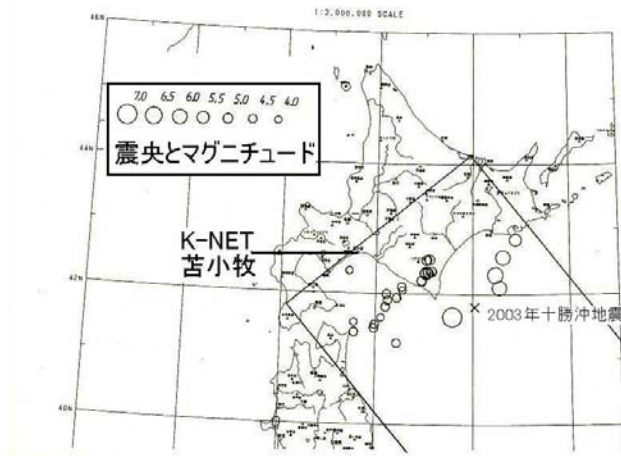


図-3 解析に用いた余震の震央

#### 4. 苦小牧の揺れやすさ

座間<sup>1)</sup>に倣い、以下の2式により平行成層構造上の表面波による地動加速度のフーリエスペクトル振幅  $F_c$  ( $\text{gal} \cdot \text{s}$ ) に対する、K-NET 苦小牧の観測スペクトル振幅  $F_o$  の比として、同地点の揺れやすさを求めた。

$$F_c = 4.8 \cdot 10^{0.5M-2} \exp(-\alpha(T) \cdot \Delta) / \Delta^{0.5} \quad (T \leq T_c)$$

$$F_c = 4.8 \cdot 10^{0.5M-2} \exp(\alpha(T) \cdot \Delta) / \Delta^{0.5} \cdot (T \Delta T)^2 \quad (T > T_c)$$

ここで、減衰項に関連した  $\alpha(T)$  を周期によらず 0.001 としたが<sup>1)</sup>、コーナー周期  $T_c(\text{s})$  については、

K-net による同地点の余震波形から求めた  $F_o$  (水平2成分を自乗和平方根合成した) に「 $\omega$  自乗モデル」を当てはめて  $T_c$  を求め、M に対する回帰式を新たに求めた(図-4の青線; 同赤線は太田ら(1975)<sup>1)</sup>; 同黄線は座間(1999)が1)の次の論文で求めなおしたもの)。

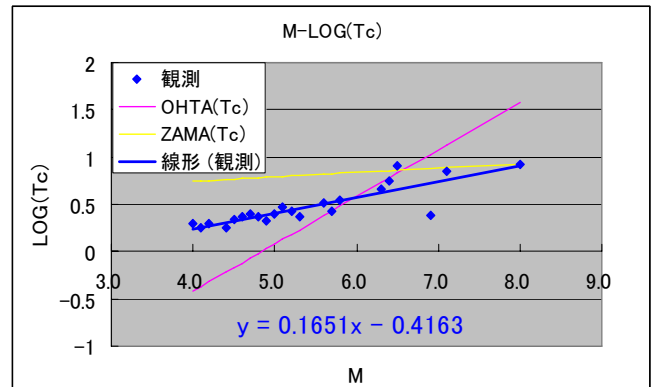


図-4 M と  $\text{LOG}_{10}(T_c)$  の経験的關係式

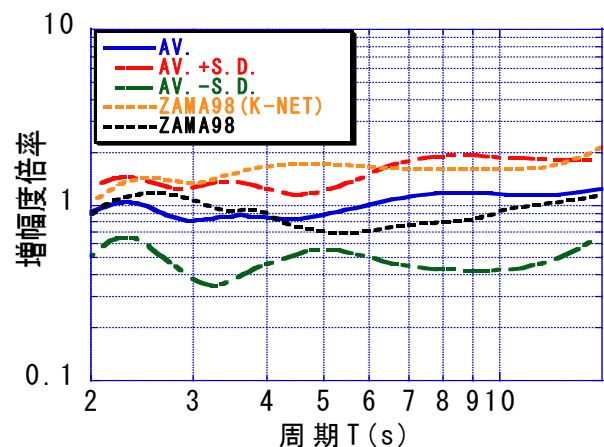


図-5 K-net 苦小牧の揺れやすさ (ZONE-2)

図-5に苦小牧の揺れやすさを示す。余震のK-NET記録による青線(平均値)は黒線(座間<sup>1)</sup>; JMA一倍)より若干大きくなっている(注: 橙線は座間<sup>1)</sup>による太田らの  $M-T_c$ <sup>1)</sup>—図-4の赤線—を用いて求めたもの)が、観測点間の差など他の要因も考慮しなければならない。M 別に増幅度を見ると、M>約6の余震による増幅度が大きく、M5程度のものは平均値を引き下げている。他の解析結果も含め、より詳しくは発表時に示す。

#### 謝辞:

本研究には K-NET による記録を使わせていただいた。

#### 参考文献:

- 1) 座間信作 (1998): 消防研究所報告。
- 2) 片岡ほか (2006): 広帯域ンボジウム2論文集。