

I-510

一倍強震計数値化データに含まれる誤差の検討

茨城大学工学部 正 員 ○井上涼介
 学生員 篠原哲也
 前田建設(株) 高橋 浩

1. はじめに 筆者らは1984年度以来、茨城大学工学部において、やや長周期帯域の地震動特性の解析のため、大地震による気象庁一倍変位強震計記録の数値化データベースの作成に取り組んで来たが、その数は現在10地震($M_J=6.7\sim 7.9$) 361成分に達している。本研究では、簡単なシミュレーション(砂田・高橋1987)と気象庁87型デジタル加速度強震計による同時観測記録との比較により、本データベースに含まれる誤差を検討したので、以下に概要を報告する。

2. 小振幅波形に含まれる読み取り誤差の検討 Trifunac(1970, 1977)にならって、簡単なシミュレーションにより本節表題の検討を行った。すなわち、プロッターで原記象と同じ太さの直線を引き、それを一倍強震計の記録とみなして記録長400, 500, 600, 700, 800秒の各区間に対し4人が4回ずつ計16回読み取り、計器特性の補正を施して地動加速度を求め、速度応答スペクトル S_v を計算した。 S_v は同強震計の計器定数に応じ、上下、水平の両成分に対して求めた。もし、読み取り誤差 e —すなわちカーソルの波形中心線からのズレとデジタイザーの分解能に起因する誤差の和—が恒等的に0であれば、その S_v も周期によらず0であるから、このスペクトルを以下「ノイズ・スペクトル」と呼ぶことにする。図3に上下成分に対するノイズスペクトルの一例を示す(その値は記録長にほぼ正比例し、水平成分に対するそれは上下成分と同程度である)。図中、4本の線は2種類の減衰定数 $h(0.1, 2\%)$ に対する16成分のスペクトルの平均値 μ と「平均値+標準偏差」 $\mu+\sigma$ を示している。次に、このノイズが実際の応答スペクトル上でどの程度の割合を示すか、1988年6月12日の十勝沖地震・余震($M_J=7.2$; 図1参照)における7観測点14成分の小振幅記録(記録紙上での最大片振幅の絶対値 $Y_{max}=0.88\sim 2.33\text{mm}$; 本解析では便宜上 Y_{max} で振幅レベルを代表させる)について検討してみた。図4に札幌のUD成分(図2)に対する S_v (①, ②; 信号とノイズの混じった与波形に対する h が0.1%と2%の S_v)とノイズスペクトル(⑦~⑩; 記録長に応じ予め求めておいたものを補間した値)、及び①, ②に対する⑦~⑩の割合(③~⑥; 以下「NS比」と呼ぶ)を示す。この例では、NS比の最大値は $\mu+\sigma$ のノイズスペクトルに対し約40%に達している。図5に対象とした14成分に対する Y_{max} とNS比の最大値の関係を示す。図中、白丸、黒丸は μ 、 $\mu+\sigma$ のノイズスペクトルに対応している。本図より、 Y_{max} が約2mm以下になると $\mu+\sigma$ のノイズレベルに対するNS比が約30%以上になることがわかる。

3. 87型強震計による同時観測記録との比較 2. は1986年度に行ったシミュレーションであるが、昨年12月から気象庁の87型デジタル強震計のデータが一般に公開されるようになったので、今回、1989年11月2日三陸はるか沖地震($M_J=7.1$; 図1参照)を例にとり、とりあえず盛岡、新潟、札幌の3観測点の水平6成分(図1, 8)について、一倍強震計の同時観測記録との波形、スペクトル等を比較することにより、表題の検討を行った。同地震は2. の余震と震源位置、規模ともにほぼ同じで(図1)、同一観測点の記録波形もよく似ている(例えば図2と図8a; 他の観測点も同様)。このことは両地震の同帯域における震源過程と波の伝播過程が似ていることを示しているが、この点については別の論文で取り扱う。図7に、両強震計の周期別記録範囲を示す。ここで、一倍の最小記録振幅を約0.3mmと仮定してある。両地震計の波形を比較するため、前処理として87型の記録を図6に示すフィルター(一倍の記録を補正する際に使用しているOrmsbyフィルター)に通した。以下87型と書けば、このフィルターの通過波形を指すものとする。図9に両地震計による波形の比較例を示す。最大加速度の振幅比(一倍/87型)は3観測点水平6成分に対し0.846~1.30の間に収まっており、両波形も一般に良い相関を示していた。次に図10a~cに、両地震計による3観測点のNS成分に対する応答スペクトル(実線が87型、点線が一倍)、また図11a~cにそれらの比(一倍/87型)を、それぞれ示す(EW成分も似たような傾向を示した)。図10から、両地震計によるスペクトルの形状は良く対応していること、図11から減衰定数の大きいほうが一般に比の変動が小さいことが、それぞれわかる。短周期成分が重畳して見かけの線の太さが太い盛岡の波形(図8b)に対するスペクトル比が周期2秒付近を除きほぼ 1 ± 0.2 以内に収まっていること(図11a)、盛岡より波形の振幅が大きい新潟の比が盛岡よりばらつくこと(同b)、などはやや意外であった。札幌の比が周期約10秒以上で1.5以上と特に大きい点(同c)は、主として記録上で振幅レベルが小さいこと(図8a)と、長周期成分が卓越していること(同図, 図10c)に関連があると思われる。

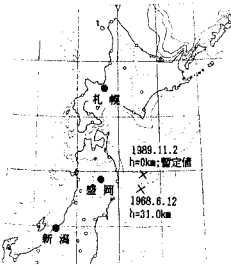


図1. 震源と観測点

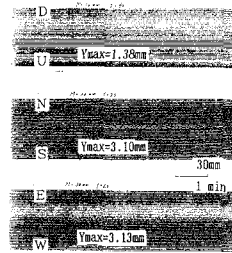


図2. 札幌の記録
(1989年十勝沖地震)

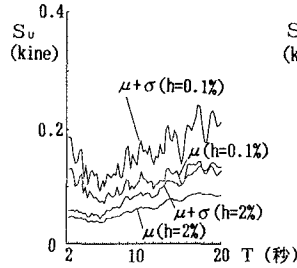


図3. ノイズスペクトル
(記録長400秒, 上下成分)

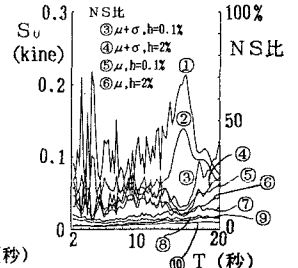


図4. 小振幅波形に対するNS比
(札幌, UD成分, 記録長557秒)

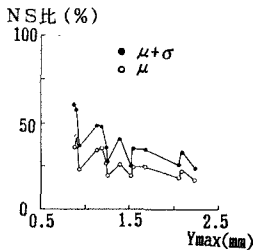


図5. 最大片振幅(絶対値)
とNS比の最大値の関係

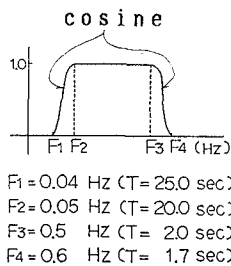


図6. 数値フィルターの諸元

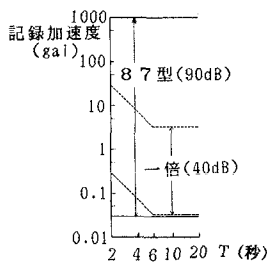
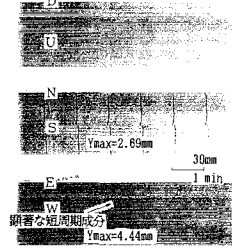
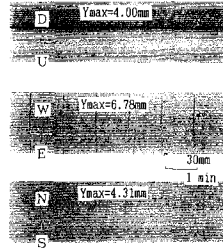


図7. 両地震計の
ダイナミックレンジ

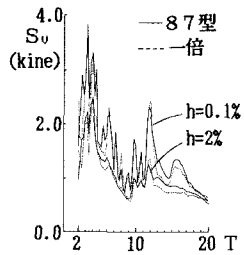


(a) 札幌

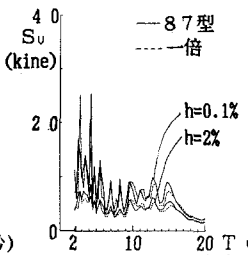


(b) 盛岡

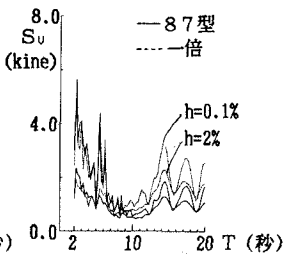
図8. (a)(b)1989年 三陸はるか沖地震の記録例(一倍)



(a) 盛岡, NS成分

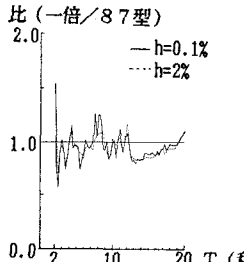


(b) 新潟, NS成分

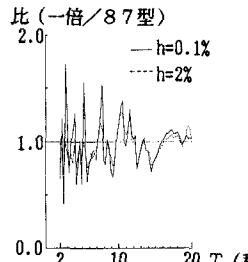


(c) 札幌, NS成分

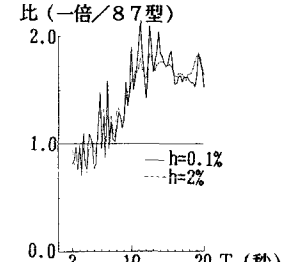
図9. 両地震計による波形
の比較(札幌, EW成分)



(a) 盛岡, NS成分

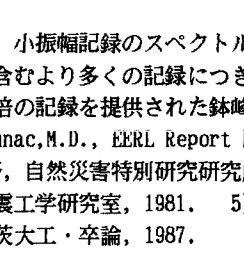


(b) 新潟, NS成分

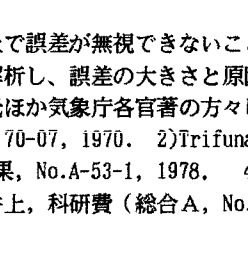


(c) 札幌, NS成分

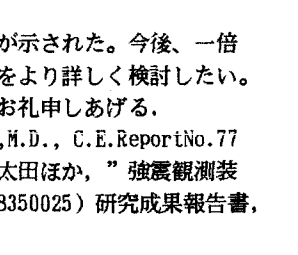
図10. (a)~(c)三陸はるか沖地震の速度応答スペクトル
(記録長200秒以上に対する値)



(a) 盛岡, NS成分



(b) 新潟, NS成分



(c) 札幌, NS成分

図11. (a)~(c) 三陸はるか沖地震のスペクトル比(一倍/87型)

4. 結論と今後の課題 小振幅記録のスペクトル上で誤差が無視できないことが示された。今後、一倍の大振幅振り切れ波形を含むより多くの記録につき解析し、誤差の大きさと原因をより詳しく検討したい。
〔謝辞〕 87型、及び一倍の記録を提供された鉢峰氏ほか気象庁各官署の方々にお礼申しあげる。
〔参考文献〕 1)Trifunac, M.D., EERL Report No.70-07, 1970. 2)Trifunac, M.D., C.E. Report No.77-04, USC, 1977. 3)伯野, 自然災害特別研究研究成果, No.A-53-1, 1978. 4)太田ほか, "強震観測装置の開発", 北大工・耐震工学研究室, 1981. 5)井上, 科研費(総合A, No.58350025)研究成果報告書, 1985. 6)砂田・高橋, 茨大工・卒論, 1987.