

I - B151

地震観測記録における記録上の問題点

防衛大学校 正会員 大野友則 学生員 上林勝敏
学生員○津田和彦 正会員 藤掛一典

1 はじめに

兵庫県南部地震による地震動は、水平成分 800gal 前後、上下成分 500gal 程度が最大であることが報告されている。ところが、平成6年のアメリカのノースリッジ地震では 2G を超える大きな地震応答を記録した建物でも被害を生じていない。したがって、加速度の大きさだけでは今回の地震が異常だったとは言えないという指摘¹⁾がある。一方では、今回の地震においては、衝撃的地震動が見逃されているのではないかという指摘²⁾もある。しかしながら、兵庫県南部地震で記録・報告された観測記録³⁾のどれを調べても、衝撃的と呼べる極めて高周波（短周期）成分の波の存在を確認することはできない。これに対し著者らは、兵庫県南部地震に関して次の疑問点を持っている。すなわち、(1)衝撃的地震動と呼べる極めて短周期成分の地震動は存在しなかったのかどうか、(2)地震観測記録計が短周期成分の振動を記録できたのかどうか、ということである。

2 地震観測記録計により記録された地震動の特性

(1) 地震観測記録計の構成と性能・諸元

地震観測記録計は、図1に示すように、地震計と呼ばれるセンサー部、観測装置（A/D変換器、増幅器、フィルター等）および記録計から構成されている。現在、気象庁の観測所で用いられている大地震観測用の地震計は、87型電磁地震計と呼ばれるセンサーである。その、性能・諸元を、表1に示す。地震計で計測されたアナログ信号は、観測装置においてデジタル化された後フィルター処理される。地震波を検出するセンサーには DC～400Hz の帯域をカバーするサーボ型加速度計が使用されているが、観測装置で 0.01～10Hz の帯域パスフィルターで処理され、デジタル信号として記録される。

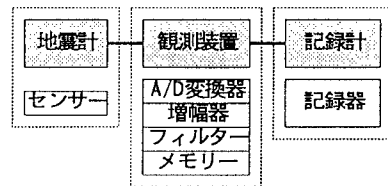


図1 地震観測記録計の構成

表1 87型地震計の性能・諸元

名 称	センサー	周波数特性	観測範囲
87型電磁地震計	サーボ型加速度計	DC～400Hz	1G (980gal)

(2) 神戸海洋気象台で記録された地震動の特性

図2に、上述の87型電磁式強震計により記録された上下成分の加速度記録のパワー・スペクトルを示している。図から、10Hz以上（0.1秒以下）の高周波（短周期）成分の波がほとんど見られないことがわかる。これは、地震観測装置の処理部で、0.01～10Hz のバンドパス・フィルターが適用されているためであり、当然ながら 0.1秒以下の短周期成分の地震動の存在は確認できない。

3 衝撃加振実験による加速度記録の波形特性

サンプリング間隔およびフィルター処理の相違による加速度記録波形の変化を調べるために、衝撃加振実験を行った。用いた加速度計を、表2に示す。なお、地震計による記録上の精度を検証・確認するために、一般に用いられている衝撃専用加速度計を用いて、同一現象を同時に記録している。

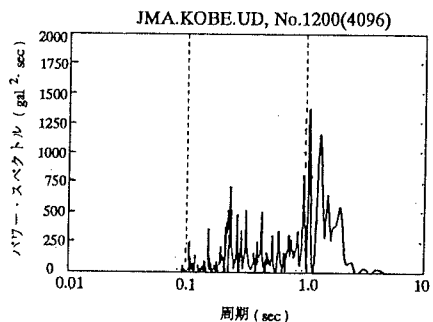


図2 地震加速度（上下成分）のパワースペクトルの例

キーワード：地震観測記録、衝撃的地震動、フィルター処理、サンプリング間隔

連絡先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校土木工学科 Tel.(0468)41-3803/Fax.(0468)41-5913

a. 実験方法：加振実験には、厚さ 10mm、長さ 100cm の鋼板の 75cm 部分を H 鋼フレームに固定した鋼板製片持梁（1 次固有周期：計算値 0.0115s）を用いた。その先端から 5cm の位置に、地震計と加速度計の 2 つのセンサーを並列して設置した。地震計および加速度計は、いずれも鋼板にボルトで固定した。地震計の測定値範囲内である最大加速度 5G 以内の衝撃振動を与えるように、センサーの近傍に衝撃力を作用させた。実験では、フィルター周波数 f ($= 0, 10, 50, 100\text{Hz}$) とサンプリング間隔 Δt ($= 10\mu\text{s}, 1\text{ms}, 10\text{ms}, 0.01\text{s}$) をパラメータとして、16 ケースの加振実験を行い波形を記録した。

表 2 地震計・加速度計等の性能

地震計	周波数範囲：0.5～2kHz 測定範囲：5G
衝撃専用 加速度計	周波数範囲：1～7kHz 測定範囲：250G
ローパス フィルター	減衰特性：12dB/octave

b. 計測結果：図 3 に、計測された波形に対して、サンプリング間隔の相違による最大加速度値の比較を示す。同一の事象を記録した波形でも、サンプリング間隔が大きくなるにつれて最大値が減少していくことがわかる。図 4 は、フィルターの適用による波形形状の変化を調べたものである。フィルターを適用しない場合 ($f=0$) に対して、フィルターのカットオフ周波数を $f=100\text{Hz}$ にすると、波形が滑らかに（平滑化）なるとともに、振幅が小さくなることわかる。図 5 は、フィルターを適用しないで得られた加速度記録に、 $f=700, 500, 200, 100, 50\text{Hz}$ でローパスフィルター処理した波形の最大加速度値を示したものである。フィルターを適用しない場合の記録の最大加速度値 4.46G (4371gal) に対し、 $f=100\text{Hz}$ では 0.65G (637gal)，50Hz では 0.31G (304gal) である。すなわち、地震計で記録されたアナログ信号が、デジタル化とフィルター処理により、まったく異なった波形となってしまうのである。つまり、100Hz のフィルターで処理された記録の最大加速度値が 637gal であつたとしても、実際には 4371gal の最大値を有する短周期成分の波（700Hz 以上）が存在した可能性があるということである。

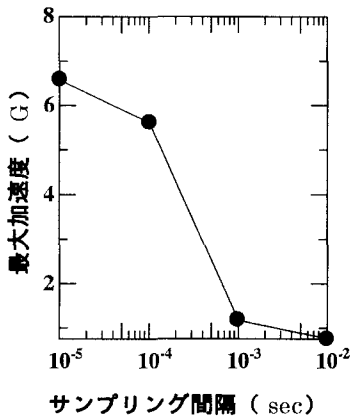


図 3 サンプリング間隔の相違による最大加速度値の変化

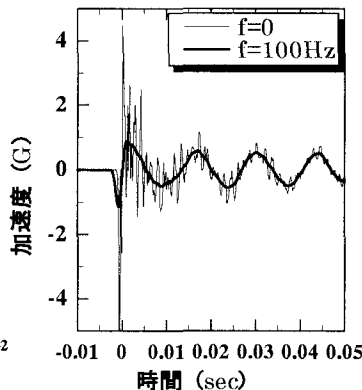


図 4 フィルター適応による波形の変化

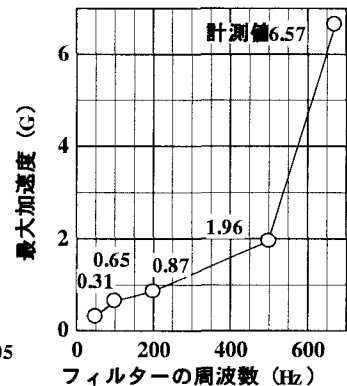


図 5 フィルター処理による同一記録波形における最大加速度値の変化

4 結言

以上の結果から、記録された加速度波形には、計測・処理上の問題があることは明らかである。つまり、ある周波数でフィルター処理されたデータには、その周波数以上の高周波（短周期）成分の波は当然存在しないのである。したがって、報告された地震加速度記録からは、“兵庫県南部地震には衝撃的な極めて短周期成分の地震動は存在しなかった”とは断言できない。

<参考文献>

- 1) 長 尚：阪神・淡路大震災考，阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集，pp.799～806，1996 年 1 月
- 2) 泉 博充：見逃されている衝撃的地震，土木学会誌，Vol.80，p.38，1995.
- 3) 関西地震観測研究協議会：平成 7 年兵庫県南部地震記録.