

I - B424 組合せ震度の提案とその定式化について

山口大学工学部 正 員 清野純史

山口大学工学部 学生員○藤江恵悟

山口大学工学部 正 員 太田 裕

1.はじめに

現行の計測震度は、体感や周辺の被害状況との相関が大きくなるようにその諸元が決定されているため、ある周波数帯域(特に短周期)を強調するような情報となっている。必然的に、対応する周期範囲も限定されている。すなわち、対象とする構造物の周期範囲が広がるにつれて、従来の様な短周期に対応する1つの特性量に必要な情報全てを集約することに限界が現れてくる。ここでは、計測震度を中・長周期の構造物にも対応させるために、その算定法を大きく変えることなく拡張する方法論(組合せ震度)を展開し、その適用について検討を行う。

2.計測震度の概要

計測震度とは震度を客観的に観測するため、体感を考慮した計算で求める震度である。しかし、地震動の現象を単一の物理量で代表させるには、対象とする周期帯域があまりにも広がっているため、ここで述べる「組合せ震度」の必要性が求められる。

計測震度の算出方法は、3成分の加速度記録をそれぞれフーリエ変換して、3種類のフィルター処理を行い、逆フーリエ変換する。そして、それら各成分の加速度波形をベクトル合成し、継続時間 0.3_{sec} を考慮した振幅 a_0 を決定する。その a_0 を用いて、以下の式により計測震度を計算している。

$$I = 2 \log(a_0) + K \quad (1)$$

3.組合せ震度の提案

短周期震度は、式(1)で算出する。中周期は各成分の加速度記録を積分し速度波形を求め、それをフーリエ変換してスペクトルの計算を行う。そして、フィルター処理においてカットされたスペクトルを逆変換し、回帰式 $y = a \log x + b$ を求めるための処理を行う。長周期に関しては、フィルター処理された速度波形をさらに積分した変位波形を用いて行い、中周期と同じ作業を行う。フィルター処理については周期対応フィルターは通さず、漸化式デジタルフィルター²⁾によるハイカット、ローカットのみを行っている。ハイカットの臨界周波数は15(Hz)と20(Hz)、ローカットの臨界周波数は0.04(Hz)と0.05(Hz)とした。

まず、村松³⁾の短・中・長周期の区分境界値 0.8_{sec} と 6.3_{sec} を用い、短周期領域の $8_{\text{gal}} \sim 25_{\text{gal}}$ (震度3), $25_{\text{gal}} \sim 80_{\text{gal}}$ (震度4), $80_{\text{gal}} \sim 250_{\text{gal}}$ (震度5), $250_{\text{gal}} \sim 400_{\text{gal}}$ (震度6), $400_{\text{gal}} \sim$ (震度7)に対応させながら速度上限値スペクトル³⁾を求めた。さらに、この形状と応答スペクトルとの対応関係³⁾をもとに震度ごとの倍率を決定し、ターゲットとする速度応答スペクトルを決定した。スペクトルフィッティングによって得られた合成波を積分して速度波形、変位波形を求め、継続時間(0.3_{sec} :短周期と整合をとるため)を考慮した中周期振幅 v_0 、長周期振幅 d_0 を決定し、回帰式を求めた。それらを以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{短周期震度: } I_a &= 2.00 \log a_0 + 0.94 \\ \text{中周期震度: } I_v &= 1.91 \log v_0 + 2.50 \\ \text{長周期震度: } I_d &= 1.94 \log d_0 + 3.20 \end{aligned} \quad (2)$$

4.組み合わせ震度の適用

図1に兵庫県南部地震の際の12の観測地の組合せ震度の算出結果を示す。これを見ると、短周期震度に見られる各地点相互のばらつきが中・長周期震度になるにつれてなめらかになっている。また、各周期における逆転現象が見られる。この現象は、同じ震度6が観測された釧路沖地震、三陸はるか沖地震、兵庫県南部計測震度、組合せ震度、漸化フィルター、兵庫県南部地震、振幅方位分布

〒755 山口県宇部市常盤台 2557 TEL & FAX 0836-35-9484

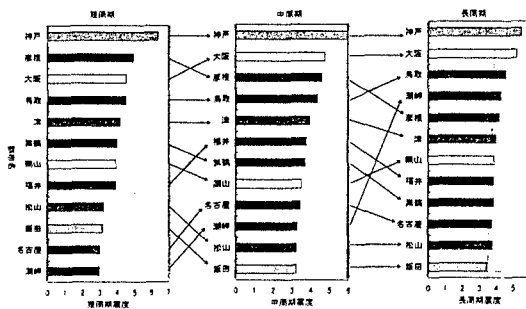
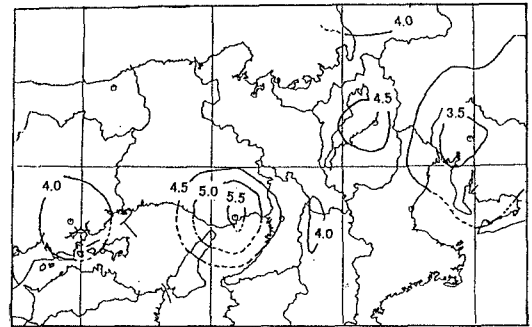
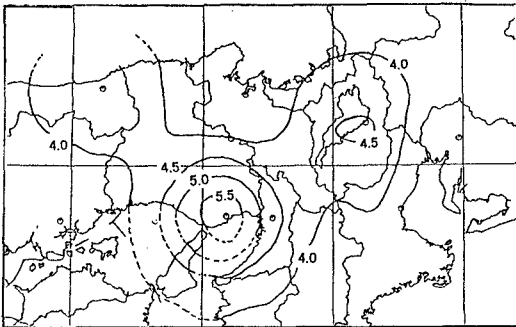


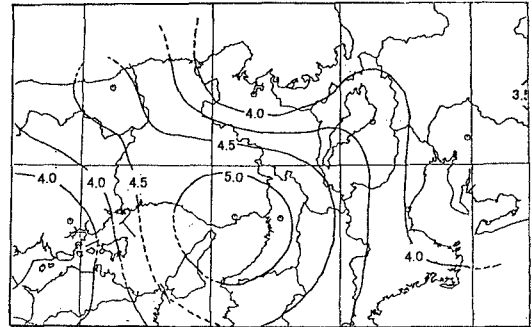
図1 各観測点ごとの組合せ震度の比較と変遷



(a)短周期震度



(b)中周期震度



(c)長周期震度

図2 短・中・長周期震度の空間分布

地震の算出結果にも見られた。これは周期が長くなるにつれてローカルなサイト特性が排除されるためである。

さらに、これら兵庫県南部地震の震度を空間分布として地図上に示したものが図2である。短周期ではその分布が円状になっているが、周期が長くなるにつれて象限状に移っていくように見える。すなわち、横ずれ断層から期待されるS波の振幅分布に近い形が現れており、震源のメカニズムの概略を捉えることもできそうである。

5.まとめ

本研究では、それぞれの周期に応じた震度である「組合せ震度」を提案した。これにより、対象とする構造物に応じた震度が提案できそうなこと、また、理学的な見地からの利用にある程度値することが示唆された。今後の課題は、この組合せ震度(中周期、長周期)とそれに対する被害との関係を確立することである。中周期は高層建物、ライフライン施設、長大構造物など、また長周期については、エレベータ障害や石油タンクのスロッシング等の被害などが考えられる。

参考文献

- 1) 気象庁監修：震度を知る－基礎知識とその活用－，ぎょうせい，平成8年9月30日
- 2) 斎藤正徳：漸化式デジタル・フィルターの自動設計，物理探鉱，第31巻第4号，昭和53年8月
- 3) 村松郁栄：既存震度階の適用限界吟味と改善への試み，文部省科学研究費自然災害特別研究計画研究発表(研究代表者：太田裕)，昭和62年3月