

計測震度階と振動レベル（感覚補正振動加速度レベル）の関係

徳島大学大学院 学生員○樋口 裕介

徳島大学工学部 正会員 澤田 勉

徳島大学工学部 正会員 三神 厚

1. はじめに

地震による被害と密接な関係を持つ震度階の基準は、国によって異なる。現在、日本で使用されているのは計測震度であるが、最近起きた高震度の地震による被害は、以前の気象庁震度における同震度の基準に比べて比較的小さいものであった。このことなどから、近年、震度と実被害の不整合性を指摘する声が出てきている。本研究では、環境振動工学で用いられている振動の強さを表す振動レベル（感覚補正振動加速度レベル）を用いて、この計測震度の問題が顕著に表れている 3 つの地震記録（兵庫県南部地震（1995）、鳥取県西部地震（2000）および芸予地震（2001））の解析を行い、計測震度の再評価をするとともに、この問題について検討を加えることを目的とした。

2. 解析

上述の 3 つの地震それぞれについて、観測点ごとの加速度記録から、計測震度¹⁾と振動レベル²⁾の算出を行う。このとき得られるのは、鉛直成分、水平成分およびそれらを合成した計測震度と振動レベルである。振動レベルについては、さらに周波数帯（中心周波数 0.25Hz, 0.5Hz, 1Hz, 2Hz, 4Hz, 8Hz, 16Hz, 32Hz）ごとの振動レベル（バンドレベル）とその振動全体の振動レベル（オーバーオール振動レベル）が得られる。この得られた計測震度と振動レベルを用いて、比較検討を行う。

本研究で解析に用いた地震記録は、次の 3 種類である。

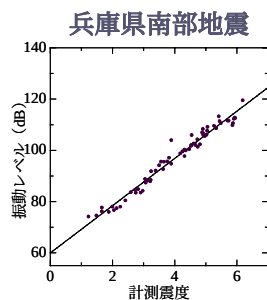
- (1) 兵庫県南部地震（1995 年）：強震動アレー観測データベース³⁾収録の鉛直アレー記録（67 地点）
- (2) 鳥取県西部地震（2000 年）：K-Net よりダウンロードした強震記録（232 地点）⁴⁾
- (3) 芸予地震（2001 年）：K-Net よりダウンロードした強震記録（222 地点）⁴⁾

3. 解析結果および考察

計測震度とオーバーオール振動レベルの関係を、地震ごとに鉛直成分、水平成分およびそれらの合成時について調べた。これらを代表して、図 1 に成分合成時の両者の関係を示す。図の下にあるのは、それぞれの回帰式と相関係数である。ここで、 L は振動レベル、 I は計測震度を表す。なお、図 2 には全地震データから求めた両者の関係を示している。これらの図からわかるように、計測震度と振動レベルの関係には、地震による明確な差は見られない。そこで、さらに詳細な比較を行うため、バンドレベル（0.5Hz と 8.0Hz）と計測震度の関係を調べ、図 3 に示す。これらの図より、兵庫県南部地震が建物被害との関係が深い中周期帯で振動レベルが大きくなっていること、鳥取県西部地震や芸予地震が人体によく感じられる短周期帯で振動レベルが大きくなっていることなど、それぞれの地震により差が現れていることがわかる。この地震による差の妥当性を確認する意味で、図 4 のような振動スペクトル図を作成した。この際、各地震記録の中から、震央距離、地盤種別がほぼ類似した地点の記録を選び出し解析に用いた。これらの図にも、上述した地震の差が表れているのが確認できる。特に被害の大きかった兵庫県南部地震において、中心周波数 1Hz 以下のスペクトル振幅が他の地震のスペクトル振幅より大きくなっていることも確認できる。以上のように、計測震度では表現されていなかった地震の差を、振動レベル（バンドレベル）を用いることによって表現することが出来た。このような地震ごとの被害の違いは、組合せ震度⁵⁾によっても表現できるが、ここでは、従来より用いられている振動レベルによりそれを確認することができた。

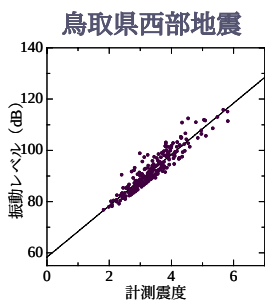
キーワード 計測震度、振動レベル

連絡先 徳島県徳島市南常三島 2 丁目 1 番地・088-656-9132



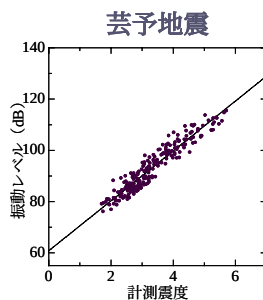
$$L = 9.222I + 59.965$$

$$|r| = 0.985$$



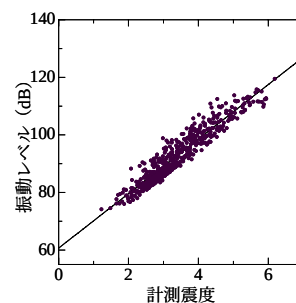
$$L = 10.016I + 58.335$$

$$|r| = 0.933$$



$$L = 9.736I + 60.824$$

$$|r| = 0.953$$



$$L = 9.478I + 60.653$$

$$|r| = 0.949$$

図1 各地震の計測震度と振動レベルの関係

図2 計測震度と振動レベルの関係

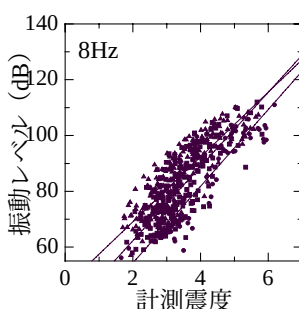
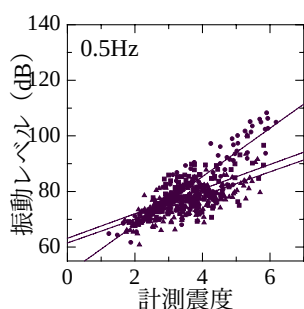


図3 バンドレベルと計測震度の関係

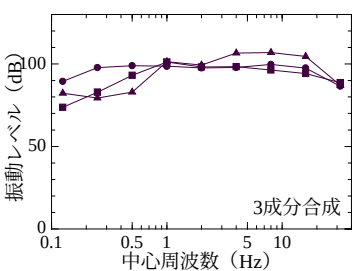
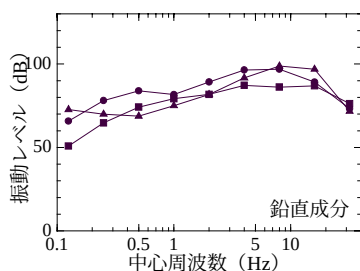
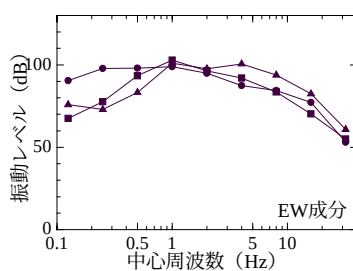
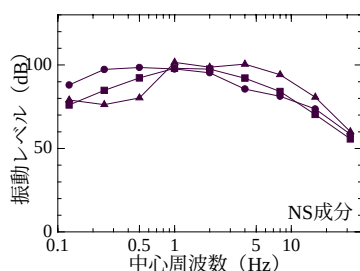


図4 振動スペクトル図

- 兵庫県南部地震
- 鳥取県西部地震
- ▲ 芸予地震

- 兵庫県南部地震
- 鳥取県西部地震
- ▲ 芸予地震

4. おわりに

本研究では、計測震度の再評価を行うに当たり、環境振動工学の振動レベルを導入し、両者の関係を検討した。その結果、オーバーオール振動レベルと計測震度の関係に線形関係があること、また、両者の関係には地震による顕著な差が無いことがわかった。しかし、バンドレベルの振動レベルを用いると、1Hz以下の成分において地震による差が明確に現れた。

参考文献

- 1) 気象庁：震度を知る－知識とその活用－，（株）ぎょうせい，1996
- 2) 中野：環境振動，技術書院，1996
- 3) 震災予防協会：強振動アレー観測データベース，№.3，1996
- 4) 防災科学技術研究所：K-net，<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>
- 5) 清野他：組合せ震度の提案・定式化とその応用について，土木学会論文集，№.612/I-46，pp.143-151，1999