

## 振動レベルによる震度階の評価

山口大学工学部 正会員 国松 直 山口大学工学部 正会員 三浦房紀  
 東京工業大学 正会員 翠川三郎 山口大学大学院○学生員 内田治文  
 山口大学工学部 正会員 中川浩二

### 1. はじめに

従来より、地震動の強さを表す尺度として震度が用いられ、気象庁震度階では7段階で評価されている。震度は地震動によって生じた人体感覚や周囲の物体・建物などへの影響の程度のみから決定されるため、その評価は観測者の主観に大きく影響されると考えられる。そのような観点から、震度を客観的に評価することを目的として各種の物理量との関係についての研究が数多く行われてきた<sup>1)</sup>。また、最近では震度観測の計測化が気象庁において検討されている<sup>2)</sup>。

本研究は震度の低い範囲において震度を決定する大きな因子が人体感覚である<sup>1)</sup>ということから、公害振動の分野で用いられている人体の感覚を加味した振動レベルによる震度階の評価について検討を行ったものである。

### 2. 振動レベルの定義と計測装置の特性

振動レベルは公害振動を評価するために振動の周波数成分と継続時間に対する人体感覚を考慮している。JIS C 1510 (振動レベル計) では振動レベル (VL) を次式のようにデシベルで定義している。

$$VL = 20 \cdot \log_{10} (A/A_0) \quad (\text{dB}) \quad (1)$$

ここに、 $A_0$ は基準の振動加速度であり、 $A_0 = 10^{-5} \text{ m/s}^2$ である。また、 $A$ は周波数に対する人体感覚補正 (図-1) を行ったあとの加速度実効値である。次に、衝撃正弦振動の継続時間と人体が感じる振動の大きさとの間には実験的に図-2に示すような関係があるとされている<sup>3)</sup>。

JIS Z 8735 (振動レベル測定方法) にはJIS C 1510で定められた振動レベル計を用いて、その指示値により振動レベルを測定することが規定されている。振動レベル計は図-1、図-2の人体感覚を考慮した補正回路が組み込まれている。周波数補正回路には鉛直、水平方向に対する2回路がある。また継続時間に対しては振動レベル計の指示特性の時定数を0.63秒に規定することにより図-2の特性を考慮している。以下ではJIS規格を満足する振動レベル計の特性をデジタル的にシミュレートしたプログラム<sup>4)</sup>を用いて、地震動加速度記録から振動レベルを算出した。

### 3. 使用した地震動記録

使用した地震加速度記録は水戸地方気象台においてデジタル式強震計 (SAMTAC-17S) で記録された49組 (上下動成分、水平2成分 (S-N, W-E方向) である。地震計の周波数特性は0.1から30Hzまで一定であり、計器補正は行っていない。サンプリング周波数は0.005秒である。加速度記録に対応する震度は気象台発表のものであり、

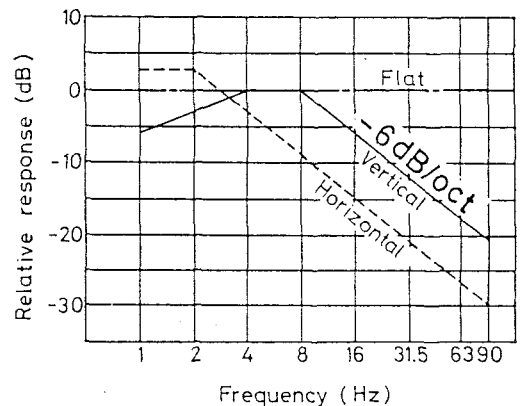


図-1 相対レスポンスと周波数の関係

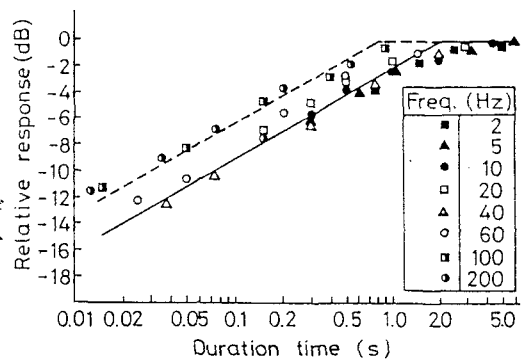


図-2 正弦振動の継続時間とレベル差の関係

震度0から4に対してそれぞれ14、12、10、2、2個である。

4. 振動レベルと震度の関係

震度を決定する要因として地震動の上下動成分、水平成分のどちらが支配的であるかは明確ではない。図-2から地震動の卓越周波数が約3Hzより低ければ人体は水平動に対して敏感となるといえる。図-3は上下動加速度記録による振動レベルと震度階の関係であり、図-4、5は水平成分による関係である。これらの回帰式(図中実線)は次式のように求められる。

上下(U-D)  $I_{JMA}=0.11 \cdot VL-5.2$  (2-a)

水平(S-N)  $I_{JMA}=0.083 \cdot VL-3.1$  (2-b)

水平(W-E)  $I_{JMA}=0.083 \cdot VL-3.2$  (2-c)

図-3~5から震度階に対して上下動成分の振動レベルが水平成分より大きいことがわかる。これは今回使用した地震動記録の卓越周波数が約6Hzであるためと思われる。また、水平2成分は単に直交して設置されたものであり、水平動の最大方向を記録したものであることにもよる。ちなみに、今回使用した地震動の最大加速度は水平動が一般的に大きい。

図3~5中のモザイク状の線は河角によって提案された最大加速度と震度の関係<sup>5)</sup>から、その最大加速度を用いて図-1の相対レスポンスを0dB、継続時間を無限と仮定して振動レベルを算出した結果である。この結果は次式(図中点線)で表される。

河角  $I_{JMA}=0.10 \cdot VL-5.0$  (3)

式(3)は式(2)の上下動成分の結果に非常に近い結果であり興味深い。しかし、図-3からも判るように震度2に対する振動レベルは河角の範囲よりかなり下側にも存在する。今後、他地点での観測記録を含めたデータの蓄積を行い検討する予定である。

最後に、地震記録の提供を頂いた気象庁地震火山部に謝辞を表す次第である。

参考文献

- 1)たとえば、翠川・福岡:地震、第41巻、pp.223-233、1988.
- 2)気象庁火山部資料、1983.
- 3)産業公害防止協会:公害防止の技術と法規・振動編、1985.
- 4)国松・三浦・今村・中川:山口大学工学部研究報告、第39巻、第1号、pp.205-211、1988.
- 5)河角:地震、第15巻、pp.6-12、1943.

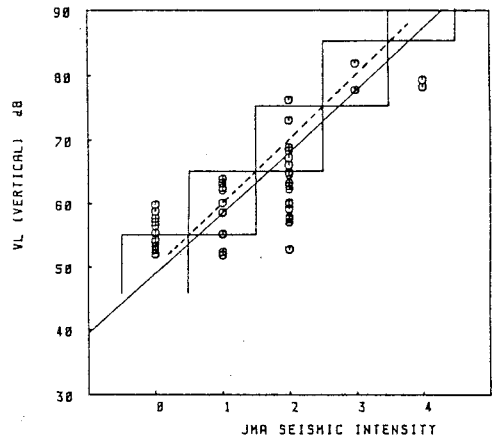


図-3 振動レベルと震度階の関係(上下動成分)

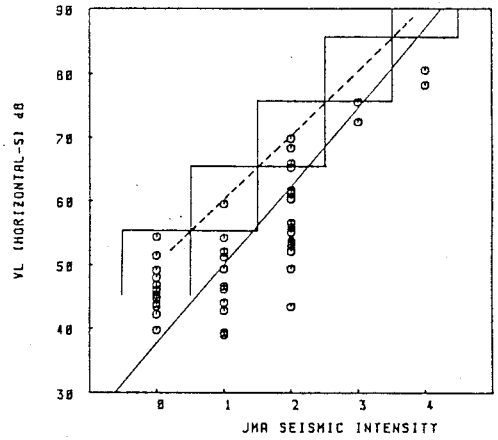


図-4 振動レベルと震度階の関係(水平S-N成分)

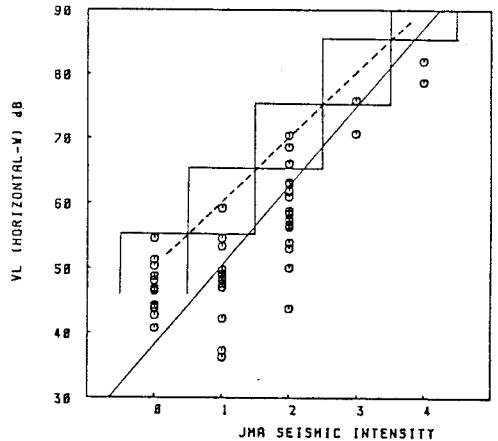


図-5 振動レベルと震度階の関係(水平W-E成分)