

いわて防災学教室

災害から学び、災害に備える



計測震度の求め方

岩手大学理工学部システム創成工学科准教授

山本 英和

平成28年4月に発生した熊本地震では、最大震度7の揺れが28時間以内に連続して報告される観測史上例のない地震でした。最大加速度も熊本県益城町で1580Galを記録しています。980Galが重力加速度に相当するので重力加速度よりも大きな値が観測されたことがわかります。過去の大きな地震ではどうでしょう。平成23年東北地方太平洋沖地震で観測された最大震度は宮城県大崎市の震度7、最大加速度は2933Galでした。平成20年岩手・宮城内陸地震では、最大震度6強、最大加速度4022Galが記録され、この値は観測された最大加速度としては世界一です。

ここで一つ不思議なことに気がつきます。震度は揺れを表すはずなので加速度と比例すると考えてしまいそうですが、必ずしも対応していないことです。一般的に、ニュートンの運動の第二法則に基づけば、加速度と力は比例します。加速度が大きければ地震の時にかかる力も大きいです。よって被害が大きくなりそうですが、必ずしもそうでないことが今までの研究からわかっています。

計測震度は、1995年まで体感等を基準に算定されていた方法を改訂し、観測した地震波形に基づいて客観的に算定するように導入されました。若干難しいですが、観測された地震動加速度記録から計測震度を計算する手順を以下に示します。

- ①水平動2成分上下動1成分の加速度記録3成分をそれぞれフーリエ変換する。
- ②地震波の周期の影響を補正するフィルターをかける。
- ③逆フーリエ変換を行い時刻歴の波形に戻す。
- ④得られた3成分の波形をベクトル合成する。
- ⑤ベクトル波形の絶対値がある値a以上となる時間の合計を計算したとき、これがちょうど0.3秒になるようなaを求める。
- ⑥⑤で求めたaを、 $I=2 \times \log(a) + 0.94$ の関係式により計測震度Iを計算する。計算されたIの少数第3

位を四捨五入し少数第2位を切り捨てたものを計測震度とする。

②の操作が重要なポイントです。計測震度が使用される前までは、気象庁はいわゆる体感震度を使用していました。明治、大正、昭和の地震ではすべて体感震度で揺れの状況が記録されています。いくら機械のほうが、客観性がある、速報性がある、多数点設置可能であるなどのメリットがあったとしても、明治以来、大地震に見舞われている我が国では震度観測の記録の継続性も重要です。そこで従来の体感震度に近い値になるようなフィルター操作が施されているのです。具体的には、低周波および高周波を低減する操作、周期1から2秒程度が敏感に反応するような操作、が施されています。過去の日本の建物被害は旧式の木造家屋被害が多かったことを反映しているのでしょうか。

⑤の操作は、震度には、大きな振幅がある程度継続する時間が重要であることを示しています。たとえば、非常に大きな加速度でも一瞬しか構造物に作用しなければ破壊は起きません。構造物が破壊するにそれなりの継続時間が必要だからです。これは地震時の最大加速度が、予想されている以上に地震被害と相関があまり無いことにも対応します。たとえば最大加速度が小さくても構造物に地震力が作用する時間が長い場合は被害が大きくなることもあります。

阪神淡路大震災のときは計測震度が導入されておらず、地震後の調査により震度7と算定されましたが、地震時に観測された最大加速度は神戸海洋気象台の南北成分で818Galでした。重力加速度よりも小さい値でしたが、このときの地震の揺れの周期は1秒程度が卓越していたため建物の被害が拡大したと考えられています。

参考：気象庁ホームページ：計測震度の算出方法
http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/kaisetsu/calc_sindo.htm