

横浜市高密度強震計ネットワーク記録を用いた震度増幅度推定式の提案

金沢大学工学部		○岩端 一貴
金沢大学大学院	正会員	西川 隼人
金沢大学工学部	正会員	宮島 昌克
金沢大学工学部	フェロー	北浦 勝

1. はじめに

震度を予測することは、初期被害把握や地域防災計画の立案などに有効であると考えられる。これまでの震度予測には距離減衰式を基本とするものが多い。しかし、これらの方法は地盤特性を的確に考慮しているものは少ないと考えられる。そこで任意地点の固有の地盤特性を考慮することにより予測精度を高めるとともに、簡便に震度を予測する手法が必要である。本研究では工学的基盤から地表面の震度の増幅度（以下、震度増幅度）について検討し、地盤情報から震度増幅度を推定する式を提案する。また、本研究で得られた推定式を用いて、石川県内の強震観測点の震度増幅度を評価する。

2. 観測記録を用いた震度増幅度の評価

本研究では、横浜市高密度強震計ネットワークにおいて得られた観測記録を用いて震度増幅度の解析を行った。対象となる観測点は横浜市内 150 観測点のうち深さ 30m までの地盤データを有する観測点 53 箇所である。これを図-1 に示す。対象地震は表-1 に示す 4 つの地震であり、関東地方に発生した地震である。同一の地震でも各観測点までの震源距離はそれぞれ違うため伝播経路特性が異なる。そこで鶴来ら¹⁾の方法で観測波形を補正した上で計測震度を算出する。

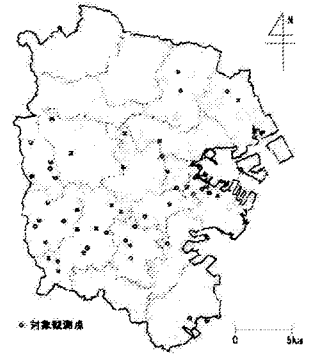


図-1 対象観測点（横浜市）

まず、各観測点の伝播経路特性を次の式（1）により求める。

$$T(f) = \frac{1}{X} \exp \frac{-\pi f X}{Q(f) \beta} \quad (1) \quad Q(f) = 100 f^{0.65} \quad (2)$$

ここで、 f ：周波数(Hz)、 X ：震源距離(km)、 $Q(f)$ ： Q 値、 β ：地震基盤の S 波速度(km/s)、である。 Q 値は関東地方の平均値である式（2）を用いた²⁾。 β は 3km/s 以上と定義されており、ここでは 3.3km/s とした。次に観測点のうち工学的基盤が露頭している観測点を基準点とし、基準点の伝播経路特性 $T(f)_{ref}$ と各観測点の伝播経路特性 $T(f)_{tar}$ の比 α を式（3）により求める。

$$\alpha = T(f)_{ref} / T(f)_{tar} \quad (3)$$

各観測点での観測波形のフーリエ変換値に α を乗じ、これを逆変換することにより伝播経路特性を補正した波形を得て、この地点の計測震度 I_{tar} を求める。この計測震度 I_{tar} と基準点における観測記録の計測震度 I_{ref} の比を取る。これを震度増幅度 F_I とする。

$$F_I = I_{tar} / I_{ref} \quad (4)$$

表-1 対象地震

No.	発震時	震源位置	震源深さ (km)	M
1	1999.09.13 07:56	千葉県中部	77	5.0
2	2000.04.10 06:30	茨城県西部	55	4.6
3	2000.06.03 17:54	千葉県東方沖	48	6.0
4	2000.07.21 03:39	茨城県東方沖	49	6.0

3. 震度増幅度推定式の提案

本研究では地盤情報のうち平均 S 波速度に着目し、得られた震度増幅度との関係を検討した。平均 S 波速度を地表からの層厚が 5m から 30m まで 5m おきに求め、それぞれ平均 S 波速度と震度増幅度に関して回帰分析を行った。図-2 に層厚と相関係数の関係を示す。図より、表層 15m の平均 S 波速度と震度増幅度との相関が最も高く、相関係数は 0.69 となった。表層 15m の平均 S 波速度と震度増幅度の関係を図-3 に示す。この関係について回帰直線を求めると図の実線に示す次の式が得られる。

$$\log F_I = 0.73 - 0.28 \log(V_{s15}) \quad (5)$$

ここで F_I は震度増幅度、 V_{s15} は表層 15m の平均 S 波速度であり単位は m/s である。式 (5) を震度増幅度推定式として提案する。

4. 石川県での震度増幅度の推定

提案した震度増幅度推定式を用いて、石川県内の観測点での震度増幅度の推定を試みた。石川県の観測点のうち、速度構造が調べられている K-NET 観測点 14 箇所、KiK-net 観測点 6 箇所について検討を行う。それぞれの観測点において表層 15m の平均 S 波速度を算出し、震度増幅度推定式より震度増幅度を導いた。石川県の震度増幅度分布を図-4 に示す。図より各観測点固有の地盤特性を考慮した震度増幅度を求めることができた。

5. おわりに

表層 15m の平均 S 波速度により精度よく震度増幅度を評価できることが明らかになった。提案した震度増幅度推定式と距離減衰式を組み合わせることによって、各観測点の震度を予測することができる。

謝辞

横浜市高密度強震計ネットワークの観測記録と各観測点の地盤情報、(独)防災科学技術研究所の強震ネットワーク (K-NET)、基盤強震ネットワーク (KiK-net) の各観測点の地盤情報を利用させて頂きました。

参考文献

- 1) 鶴来雅人, 澤田純男, 宮島昌克, 北浦 勝: サイト増幅スペクトルに基づく震度増加量の推定法, 土木学会論文集, No.738, pp.191-205, 2003.
- 2) 山中浩明, 中丸明子, 栗田勝実, 瀬尾和大: 表層の地盤特性を拘束条件にした S 波スペクトルのインバージョンによるサイト特性の評価, 地震, 第 2 輯, 第 51 巻, pp.193-202, 1998.

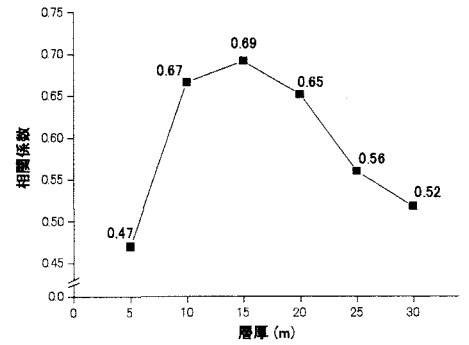


図-2 層厚別の平均 S 波速度と震度増幅度との相関係数

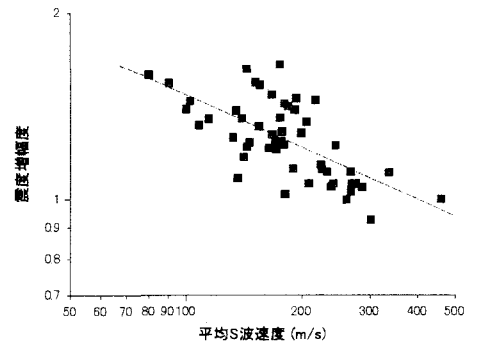


図-3 表層 15m の平均 S 波速度と震度増幅度との関係

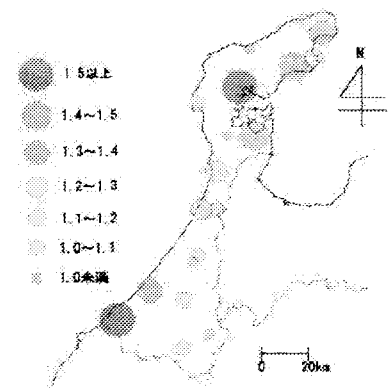


図-4 石川県の震度増幅度分布