

# 観測震度情報を利用した長野県域における震度分布の即時推定

国立長野高専 環境都市工学科 学生会員 青沼 賢士郎  
 国立長野高専 環境都市工学科 正会員 古本 吉倫  
 岐阜大学 流域圏科学研究センター 正会員 杉戸 真太

## 1. はじめに

2007年7月16日に発生した新潟県中越沖地震では、新潟県内（長岡市小国町法坂、柏崎市西山町池浦、刈羽村割町新田）と長野県内（飯綱町芋川）の各観測地点で最大震度6強を観測した。震源に近い新潟県内の柏崎市を中心とする地域では、建物の全壊が数千件を超えるなど多くの被害をもたらされた。一方、長野県内では震度6強を観測した飯綱町地域内においても強震域は限定的であり、県全体としては震度の大きさに比較して、被害は軽微なものに留まっている<sup>[1]</sup>。

このように、地震発生の数分後までに気象庁より発表される震度速報は、地震計設置点の震度を迅速に伝えることができるが、それ以外の地点における震度を伝えることができない。

地震発生直後に、詳細な地震動分布を知ることができれば、その被害の全体像を容易に把握する手がかりになる。これまで、地震発生直後の迅速な被害把握を実現するため、岐阜県域を対象とした詳細震度分布推定と各地の被害推定システムが検討されてきた。<sup>[2],[3]</sup>

本研究では、これらの研究結果を長野県域における震度分布の即時推定に適用し、震度情報ネットワークシステムの震度情報を活用しながら、地震計設置点以外での震度分布を迅速に推定する方法について検討する。

## 2. 各機関による震度観測網

兵庫県南部地震以降、気象庁震度階が計測震度に基づくものに改められたのを契機に、H7年度からH8年度にかけて消防庁により震度情報ネットワークの整備が行われた。気象庁<sup>[5]</sup>、防災科学技術研究所<sup>[6],[7]</sup>、地方自治体における既存の施設を利用しつつ、計測

震度計が市町村に新規に設置され、現在では各自治体に1個以上の計測震度の計測点が置かれている<sup>[4]</sup>。表1は、各機関による観測点の数と得られる情報、発表までにかかる時間を表している。図1は、愛知、三重、岐阜、静岡の東海圏に、山梨、長野を加えた6県の観測点の分布図である。これらの観測網により、計測震度については、地震発生直後の数分間で震度情報が得られる。

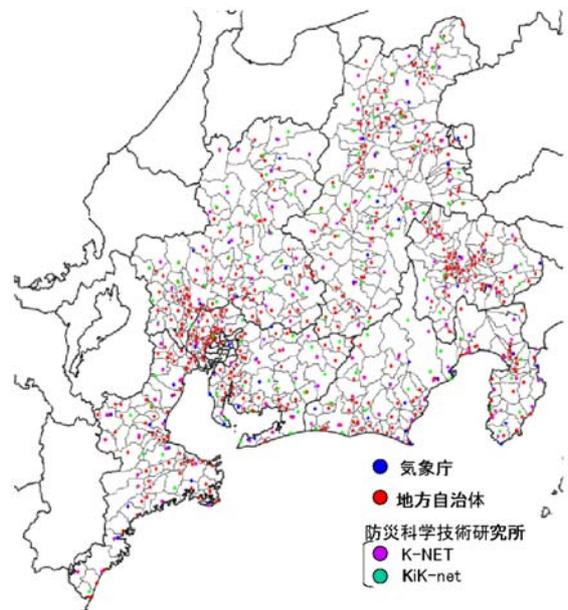


図1 各機関における観測点分布図（一部）<sup>[2]</sup>

## 3. メッシュ地盤データベース

地震動は表層地盤において増幅するため、せん断波速度 $V_s=400\sim 600\text{m/sec}$ 以上のいわゆる工学的基盤以浅の堆積地盤の地盤をボーリングデータ等に基づき、精度よくモデル化しておくことは、地域や自治体など面的な広がりをもった領域に対する震度分布を推定する際に重要である。

表1 各機関による観測情報(2006年2月10日現在)<sup>[2]</sup>

機関	得られる情報	発表される時間	観測点数 (全国)	観測点数 (中部6県)
K-NET	地表面波形	数時間	1034	124
KiK-net	地表面、基盤波形	数時間	675	120
地方自治体	計測震度	数分～数十分	2786	476
気象庁	計測震度、震源情報	数分～数十分	765	73

表 2 は、中部 6 県におけるメッシュ数と地盤モデル柱状図個数を示す。いずれも、阪神・大震災以降に各県によって行われた地震被害推定調査に基づいている。

表 2 メッシュ地盤データベース<sup>[8]</sup>

県名	メッシュサイズ	メッシュ数	地盤種別数
愛知	500m×500m	20,345	316
岐阜	500m×500m	41,461	49
三重	1km×1km	6,015	10
静岡	500m×500m	30,272	13
長野	500m×500m	53,174	647
山梨	500m×500m	17,491	9

#### 4. 地表から基盤への計測震度の変換係数

堆積地盤内の地震動増幅率は、変換係数  $\beta$ <sup>[9],[10]</sup> により、簡易に推定できる。すなわち、式(1)により地表の計測震度  $I_s$  より計算される地表の実効加速度  $A_{es}$  と同様に基盤の計測震度  $I_r$  より計算される基盤の実効加速度を  $A_{er}$  とすると、式(2)により、地表と基盤の実効加速度を相互に変換できる係数が変換係数  $\beta$  である<sup>[9]</sup>。

$$I_s = 2 \log_{10} A_{es} + 0.7 \quad \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

$$A_{es} = \beta \cdot A_{er} \quad \dots \dots \dots \text{式(2)}$$

なお、 $\beta$  は式(3)のように入力強度に依存して決まる関数値であり、地盤の軟弱さ指標  $S_n$  と基盤までの地盤深さ  $dp$  により、式(4)により計算できる。

$$\beta = 10^{\gamma_0} \cdot A_{er}^{\gamma_1} \quad (\gamma_1 \leq 0),$$

$$\beta = 10^{\gamma_0} \quad (\gamma_1 > 0) \quad \dots \dots \dots \text{式(3)}$$

$$\gamma_0 = 0.265 + 0.097 S_n - 0.073 \log_{10} dp,$$

$$\gamma_1 = -0.047 - 0.004 S_n + 0.023 \log_{10} dp \quad \dots \text{式(4)}$$

また、 $S_n$  は式(5)のように、 $N$  値の深さ方向の積分値により求められる<sup>[10]</sup>。

$$S_n = 0.264 \int_0^{ds} e^{-0.04N(x)-0.14x} dx - 0.885 \quad \dots \text{式(5)}$$

#### 5. 即時震度推定の流れ

地震発生後数分以内に震度情報ネットワークにより得られる観測震度情報から、県域や県内の市町村レベルの震度分布を短時間（数分単位）推定する方法について検討する(図 2)。

速報値によって得られる震度情報は、各市町村において 1, 2 地点に限られるため、それ以外の地点の震度は地域メッシュ地盤モデルによる地盤増幅率を勘案して推定する。これには、工学的基盤から地表面への地震動の変換係数<sup>[9],[10]</sup>が有効である。観測記録を工学的基盤相当に変換した後、距離補間を行い、再び地表に引き戻して震度分布を行う<sup>[2]</sup>。なお、

これらの計算プロセスは、新たに開発したGISシステム内で行うため、震度分布図は数値地図データと重ね合わせて出力される。

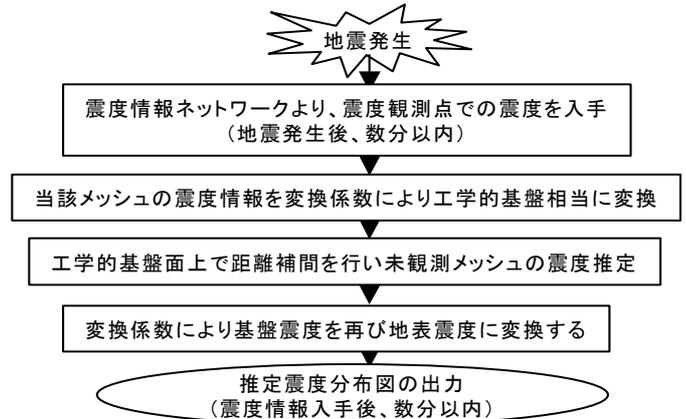


図 2 即時震度推定の流れ

#### 6. まとめと今後の課題

震度情報ネットワークにより地震発生後数分で得られる震度情報から、予め調査しておくことにより得られる地域メッシュ地盤データベースと変換係数による基盤震度推定法により、地域震度分布を短時間で得られる手法について検討した。長野県は県内や隣接県に多くの活断層を抱えているため、震源位置の違いによって、特徴的な震度分布が得られる可能性がある。

##### 【参考文献】

[1] 信濃毎日新聞 2007. 11. 1 (長野県環境保全研究所による住民アンケート震度の結果より)

[2] 熊田裕香: 東海地域を対象とした地震分布の即時推定, 岐阜大学卒業論文, 2005. 3

[3] 濱本剛紀: 震度情報ネットワークシステムを利用した即時詳細震度分布推定について, 岐阜大学大学院修士論文, 2004. 3

[4] 日本地震学会 HP: 日本の強震観測の最新情報 第 5 回 震度情報ネットワークの整備, <http://www.soc.nii.ac.jp/ssj/publications/SAISIN/saisin05.html>

[5] 気象庁 HP: <http://www.jma.go.jp/>

[6] K-NET HP: <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>

[7] KiK-net HP: <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>

[8] 古本吉倫, 久世益充, 能島暢呂, 杉戸真太, 谷口仁士: 東海地方における強地震動推定のための広域地盤メッシュデータの統合, 第 14 回地盤工学シンポジウム, 地盤工学会中部支部, pp. 29-32, 2002. 8.

[9] Y. Furumoto, M. Sugito and K. Yashiro: A Simple Conversion Factor of Seismic Intensities from Engineering-Rock Surface to Soil Surface, 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, BC Canada, paper No. 686 (on CD-ROM), 2004.

[10] 杉戸真太, 亀田弘行, 後藤尚男, 廣瀬憲嗣: 工学的基盤と沖・洪積地盤面の地震動の変換係数, 京都大学防災研究所年報, 第 29 号, B-2, 1986. 4.