

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

岐阜大学 正会員 古本吉倫
 岐阜大学大学院 学生員 久世益充
 岐阜大学 正会員 能島暢呂
 岐阜大学 国際会員 杉戸真太
 名古屋工業大学 国際会員 谷口仁士

1. はじめに

中央防災会議¹⁾がまとめた想定東海地震、想定東南海地震の震源域から予測される被害域は、静岡県を含む東海地方において広範囲に及ぶと考えられる。地盤工学会中部支部「中部総合地震防災システム研究委員会」は、平成13年9月に開催されたシンポジウム²⁾において、東海・東南海地震に対する注意を喚起するとともに、これまで各県ごとに行われてきた地震被害想定³⁾のあり方を見直し、自治体の枠や県境を越えた防災体制の整備の必要性についての提言⁴⁾をまとめている。

本報告では、東海地方における各県から地盤データベースの提供を受け、これまで自治体ごとに取りまとめられてきた情報を統合するとともに、これらを広域における詳細な震度予測を行うための資料として活用することを検討した。

なお、本報告は地盤工学会中部支部における上記研究委員会の検討課題の一部として行われているものである。

2. 東海4県の地震被害想定におけるこれまでの地盤データベース

2.1 地盤データの種類と地震被害想定の流れ

これまで、各県や自治体における地震被害想定では、個々に様々な形式や精度で地盤データベースがまとめられてきた。しかし、地震という自然現象の及ぶ範囲の予測を、自治体ごとに区分けすることには本来意味がない。地震動が局所的な地盤特性に大きく依存することから、地盤データベースの整備状況が震度予測システムの信頼性に大きく影響する。

地盤データベースが取扱うべき内容は元来多岐にわたるが、地震被害想定のために必要なデータは、

大別して地表情報と地下情報から成り、表1のようにまとめられる。さらに、これらの他に、過去の地震による被災データなども取扱う場合がある。

表1 地盤データベースの内容

地表情報 (平面)	地形、表層地質、水文学的情報、 土地利用情報
地下情報 (深さ)	ボーリング柱状図、現位置試験結果、 土質試験結果、地下水位

これらの地盤データは概ね図1のような手順に従って、工学的基盤面での地震動分布の予測結果から地表面における地震動強度分布図(震度分布図)を作成することに使用される。さらに詳細な土質試験データ等を活用することにより、液状化危険度などの各種ハザードマップが作成される。

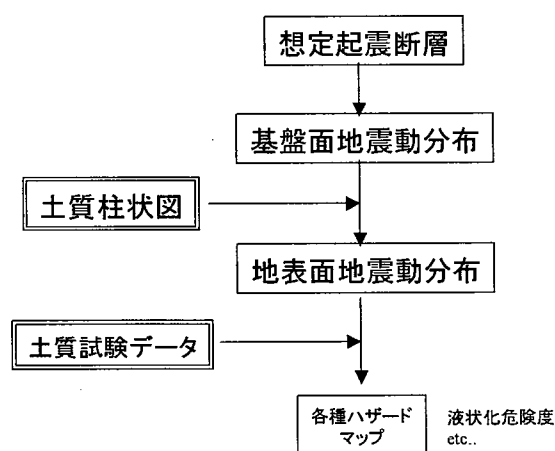


図1. 地盤データベースの地震防災への利用

2.2 標準地域メッシュによる地盤データの統計

地震被害想定に用いる地盤データベースでは、位置情報を統計に用いる標準地域メッシュ及び標準地域メッシュコード⁴⁾(JIS X0410)に基づいて整理

する場合が多い。これは、表2にまとめたように一定の経度および緯度間隔に基づいて区画する方法で、国土院の国土数値情報や総務省統計局の地域メッシュ統計などにも用いられている。表2のうち、第3次地域区画（基準地域メッシュ）と基準メッシュをさらに4分割した2分の1地域メッシュが多用されている。これらは、慣例によりそれぞれ1kmメッシュ、500mメッシュと呼ばれることも多いが、高緯度域になるほどメッシュの形状が湾曲していくため、四辺の正確な長さを表しているわけではない。

表2 標準メッシュ一覧

名称	メッシュサイズ (経度×緯度)	メッシュサイズ (km)	コード桁数
第1次地域区画	1° × 40′	約80km × 80km	4
第2次地域区画	7′ 30″ × 5′	約10km × 10km	6
第3次地域区画 (基準地域メッシュ)	45″ × 30″	約1km × 1km	8
2分の1地域メッシュ	22.5″ × 15″	約500m × 500m	9
4分の1地域メッシュ	11.25″ × 7.5″	約250m × 250m	10
8分の1地域メッシュ	5.625″ × 3.75″	約125m × 125m	11

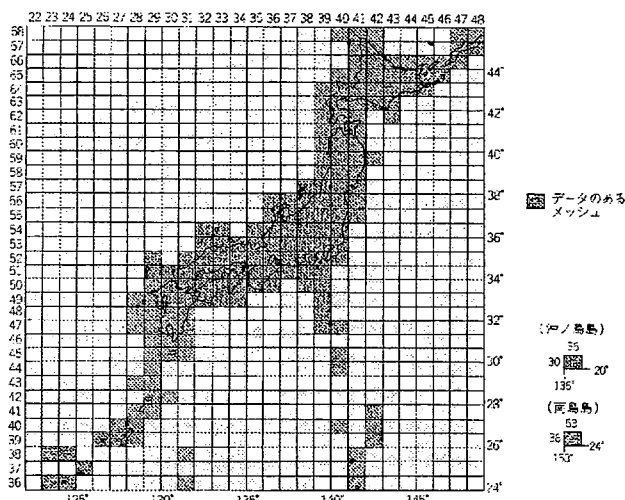


図2 第1次地域区画 (JIS X0410)

各県における地盤データベースでは、県域内におけるボーリングデータを参考にいくつかのモデル柱状図を作成し、個々のメッシュに対して各メッシュ内を代表すると思われるモデル柱状図をそれぞれ割り当てていく作業が行われている。岐阜県を例にと

り、図3に各メッシュに対するモデル柱状図の割り当てる概念図を示す。図4はこのような方法で実際に作成されている地盤モデルである。

表3には、各県においてこれまでの被害想定に用いられたメッシュサイズとメッシュ数、モデル柱状図の数を示す。愛知県、岐阜県、静岡県においては、2分の1地域メッシュ（約500m四方）が採用されているのに対し、三重県では基準地域メッシュ（約1km四方）で地盤モデルを整理しており、ひとつ当たりの面積比は約4倍である。また、割り当てられたモデル柱状図の数も最多（316本）の愛知県から最少（10本）の三重県まで大きくばらついていることがわかる。

表3 東海4県における地盤モデル数^{5),6),7),8)}

	メッシュサイズ	メッシュ数	モデル柱状図数
愛知県	約500m×500m	20345	316
岐阜県	約500m×500m	41461	49
三重県	約1000m×1000m	6015	10
静岡県	約500m×500m	30272	13

3. 地盤の軟弱さ指標 S_n による地盤分類の再評価

ここでは、地表近くの地盤の軟弱さが地震動の増幅率にどのような影響を与えるかに着目する。

愛知県、岐阜県、静岡県についてはメッシュサイズが同じでありながらモデル柱状図数が大きく異なる。これらの違いはモデル化の細分化の程度の違いと捉えられるが、メッシュごとに割り当てられた柱状図データは深さ方向にも値をもつ、いわばベクトル値であるため、このままではこれらの違いを把握することが難しい。また、三重県では他県より4倍広いメッシュでデータをまとめられているが、地盤の軟弱さの局所性がそれほど顕著でないならば、このような分類でも十分な精度をもつ可能性がある。

そこで、地盤の軟弱さを表す指標として用いられている S_n 値⁹⁾により、地盤データベースを整理することにした。

S_n 値は、地表から約20m以浅程度の地盤の軟弱さを表し、モデル柱状図に示されるN値により次式によって計算することができる。

$$S_n = 0.264 \int_0^{d_s} \exp\{-0.04N(x)\} \exp\{-0.14x\} dx - 0.885 \quad (1)$$

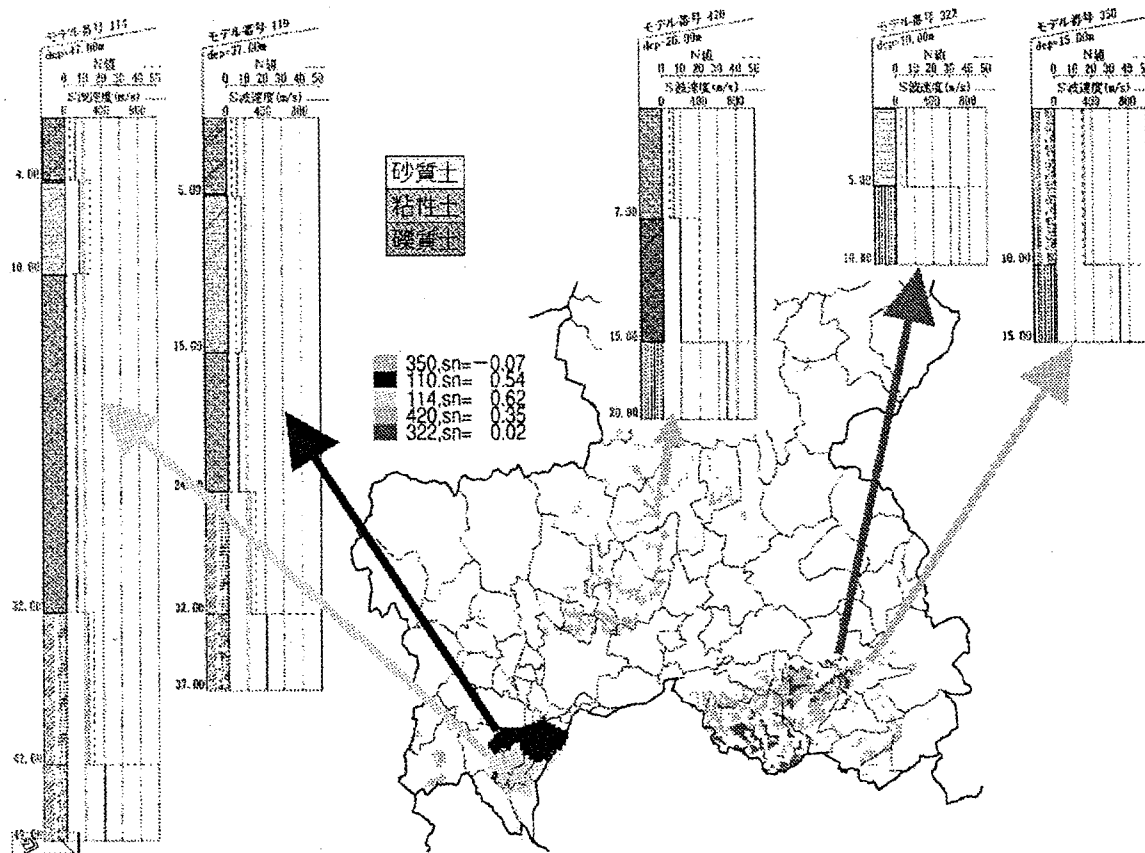


図3 モデル柱状図の割り当て

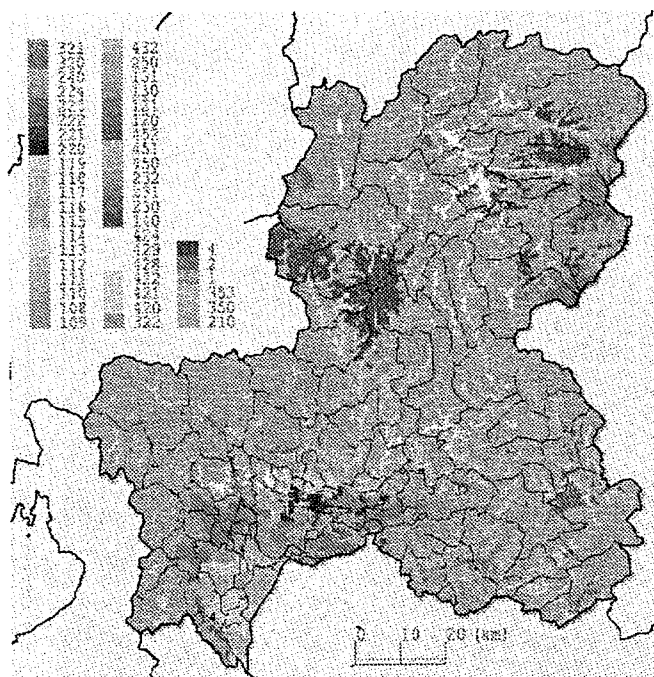


図4 モデル化された地盤図の例

ここに、 $N(x)$:深さ x (m) における N 値, ds : 地盤資料の深さを表す. 式(1)により $N(x) \equiv 0$ の超軟弱地盤で $S_n=1.0$, $N(x) \equiv 19$ 程度で $S_n=0.0$, それより堅固な地盤では S_n は負の値となる. なお, S_n 値と地震動

の増幅率との関係は, 古本ら¹⁰⁾により調べられている. すなわち, 基盤 ($V_s=400\sim 500$ m/sec相当) の震度を I_r , 地表の震度を I_s とし, 地震動増幅率に相当する β_{ae} を次式で定義するとき,

$$I_s = I_r + 2 \cdot \log(\beta_{ae}) \quad (2)$$

β_{ae} は, 次式にて与えられ,

$$\beta_{ae} = 10^{A_{0e} + A_{1e} \cdot \log A_e} \quad (3)$$

ここに,

$$\begin{aligned} A_{0e} &= 0.11e^{2.09 \cdot S_n} & A_e & \text{基盤での実効加速度} \\ A_{1e} &= 0.0 \quad (S_n < 0.34) \\ A_{1e} &= 0.12 - 0.35S_n \quad (S_n \geq 0.34) \end{aligned} \quad (4)$$

となり, S_n が大きいほど増幅率は大きくなる.

図5は, 各県におけるモデル柱状図を用いて, メッシュごとの S_n 値に換算し, 色の濃淡により S_n の分布を示した図である. 黒い部分は軟弱な地盤, 反対に色の薄い部分は比較的堅固な地盤の分布を示し, 沿岸部と特に木曾川流域において地震動の増幅率が大きいことがわかる.

メッシュの大きさの違いやモデル柱状図の細分化方法の違いにより, 県ごとに大きな違いがあることが予想されたが, S_n に関してこれらの情報を整理する限り, 県境においても際立った不整合は見ら

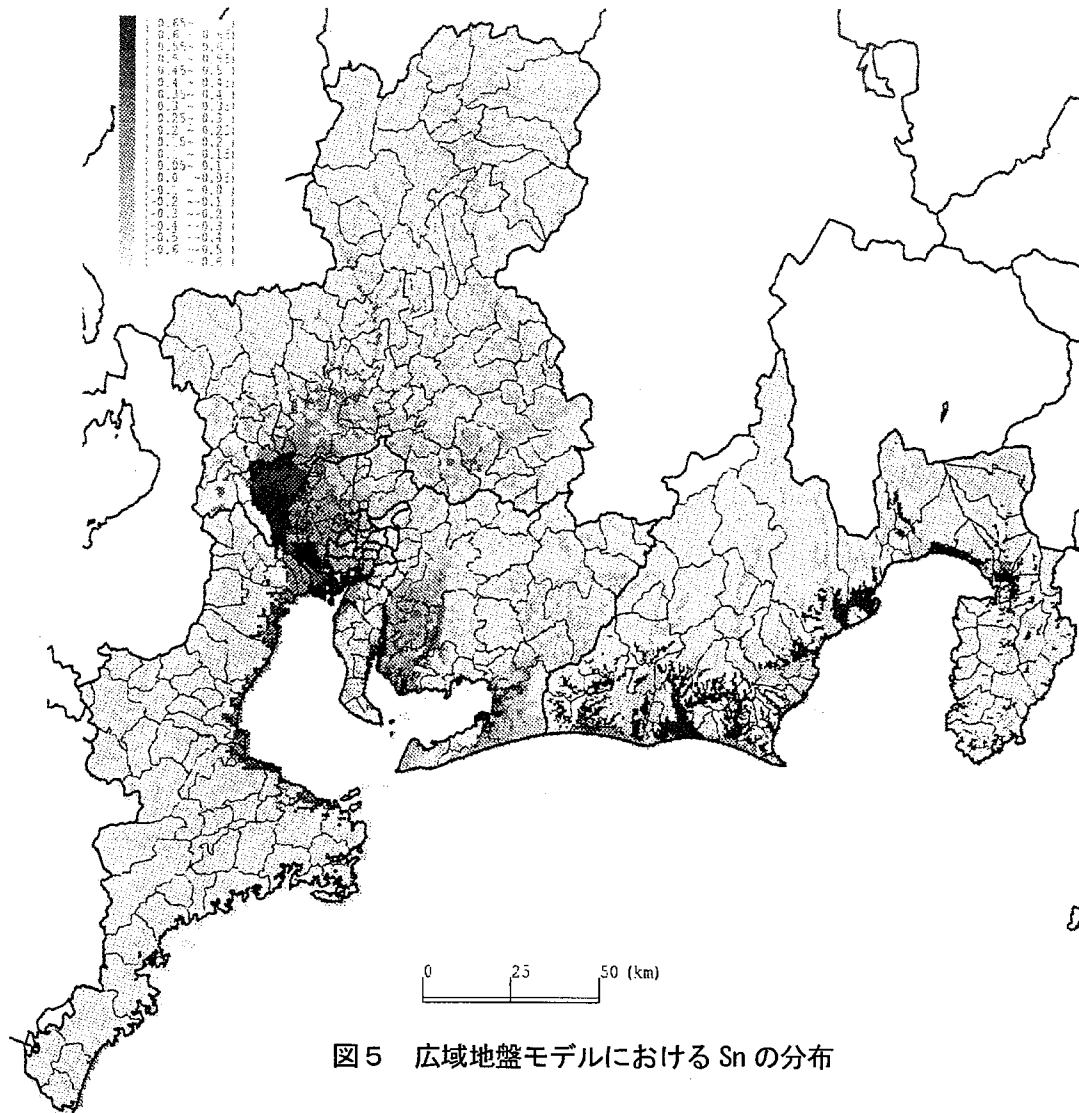


図5 広域地盤モデルにおける S_n の分布

れないことがわかった。

4. まとめ

広域における詳細な震度予測のために、これまで自治体ごとにまとめられてきた地盤データベースの統合を試みた。

これらの全体としての整合性を判断するために S_n 値を用いて、地盤の軟弱さを数値に置き換え、分布図を作成した。メッシュの大きさ、モデル柱状図の細分化数など自治体によって精度が大きく違うにもかかわらず、これらは本来自然地盤が持つべき連続性のある程度保っていることがわかった。

謝辞

本研究にて使用した地盤データは愛知県県民生活部、岐阜県地域県民部、三重県地域振興部、静岡県総務部から提供

を受けました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 中央防災会議・東海地震に関する専門調査会 HP
<http://www.bousai.go.jp/jisin/chubu/tokai/10/index.html>
- 2) 21世紀の中京圏総合地震防災システムシンポジウム HP
<http://www.cive.gifu-u.ac.jp/~chubu21/index.html>
- 3) 地盤工学会中部支部公開シンポジウム、「21世紀の中京圏総合地震防災システム」土と基礎, Vol. 50, No. 5, 2002
- 4) 秋山実:地理情報の処理, 山海堂, 1996.
- 5) 岐阜県地震被害想定調査報告書, 岐阜県, 1998
- 6) 愛知県直下型大地震対策調査研究報告書, 愛知県防災会議地震部会, 1996
- 7) 三重県域にかかる東海地震被害想定調査報告書, 三重県, 1992
- 8) 第3次地震被害想定結果, 静岡県, 2001
- 9) 杉戸真太, 亀田弘行:地震動予測における地盤条件の影響について, 土木学会第38回年次学術講演会, I-428, 1983.
- 10) 古本吉倫, 杉戸真太, 能島暢呂, 鈴木貴詞:地盤の変換係数による堆積地盤での計測震度の推定法, 第25回地震工学研究発表会 講演論文集, pp. 57-60, 1999. 7