

5 表層地盤の液状化計算手法

1 液状化可能性の評価手法

液状化可能性の評価については、「東海地震に関する専門調査会」と同様に、「道路橋示方書・同解説（1996年12月発行）」に準じる手法を採用した。すなわち、表層部での地震動計算結果から地中のせん断応力を求め、液状化対象層ごとに液状化に対する抵抗率（FL）を求め、地層全体の液状化可能性指数（PL）を評価するものである。

ただし、地震時せん断応力比（L）については、東海地震では等価線形計算（SHAKE）により各層のせん断応力を直接求めているが、今回は非線形を考慮した実験式による地震動増幅を用いていることより、地表震度の値から換算してLの値を求めた。

（1）対象となる土層

今回の検討では、地震動の計算で作成した柱状モデルをそのまま液状化計算に用いた。液状化の対象となる土層は、地表面から20m以内の深さに存在する埋土層（B層）および沖積砂質土層（As層）の2種類とした。

（2）計算手法

計算手法の流れを図5.1.1に示す。

1) FL法による各層の液状化抵抗率の算出

液状化に対する抵抗率（FL値）下記の方法で算出する。

$$F_L = R/L$$

ここに、R：地盤の動的せん断強度比

L：地震時せん断の応力比

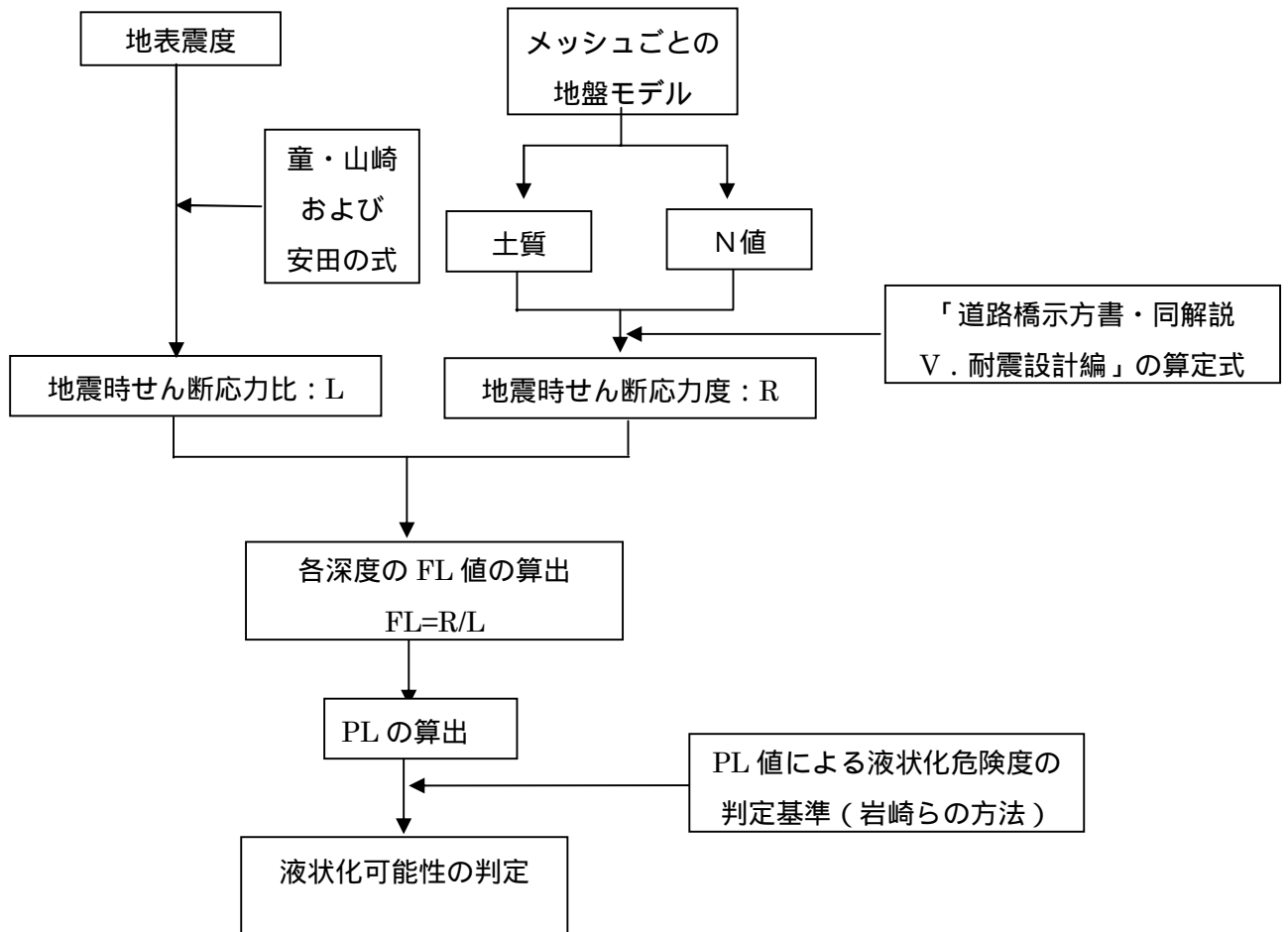


図 5.1.1 液状化判定の流れ

地震時せん断応力比：L

- 1) 地表震度より、童・山崎（1996）による計測震度と SI 値との関係（式）を用いて SI 値を求める。

$$SI = 10^{-1.16+0.50 \cdot I} \quad \dots$$

- 2) SI 値と有効上載圧 σ_v' より、安田ら（1993）によるせん断応力比と SI 値の関係（式）を用いて、表層 20m までの地震時せん断応力比（L）の分布を求める。

$$L = 0.01 \cdot SI / (\sigma_v')^{0.1} \quad \dots$$

地盤の動的せん断強度比：R

$$R = c_w R_L$$

$$R_L = 0.0882\sqrt{N_a/1.7} \quad (N_a < 14)$$

$$= 0.0882\sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} \quad (N_a \geq 14)$$

ここで、

$$N_a = c_1 \cdot N_1 + c_2$$

$$N_1 = 1.7 \cdot N / (\sigma_v' + 0.7)$$

$$c_1 = 1 \quad (0\% \leq FC < 10\%)$$

$$= (FC + 40)/50 \quad (10\% \leq FC < 60\%)$$

$$= FC/20 - 1 \quad (60\% \leq FC)$$

$$c_2 = 0 \quad (0\% \leq FC < 10\%)$$

$$= (FC - 10)/18 \quad (10\% \leq FC)$$

ここに、

R : 動的せん断強度比 (= 液状化強度比)
 c_w : 地震動特性による補正係数 (海溝型地震の場合、1.0)
 R_L : 繰り返し三軸強度比
 N : 標準貫入試験から得られる N 値
 N_1 : 有効上載圧 1 kgf/cm^2 相当に換算した N 値
 N_a : 粒度の影響を考慮した補正 N 値
 c_1, c_2 : 細粒分含有率による N 値の補正係数
 FC : 細粒分含有率 (%) (粒径 $75 \mu\text{m}$ 以下の土粒子の通過質量百分率)

2) PL法による各層の液状化抵抗率の算出

求められた各深度のFL値から、岩崎ら(1980)によるPL法によって評価を行った。図5.1.2に岩崎らのPL値の算定方法を示した。PL値による液状化危険度判定区分は以下の通りである。

PL > 15 : 液状化の可能性が大

5 < PL ≤ 15 : 液状化の可能性が中

項目	内容
定義式	$P_L = \int_0^{20} F \cdot W(Z) dz$ $F = \begin{cases} 1 - F_L & (F_L < 1.0) \\ 0 & (F_L \geq 1.0) \end{cases}$ $(P_L = \sum_{i=1}^n F \cdot W(Z) \Delta z) \quad W(Z) = 10 - 0.5Z$ <p>P_L : 流動化指数, $W(Z)$: 重み係数, Z : 深度 (m)</p>

P_L の算出例

右の例は F_L が連続的に求められないため、以下の式を

$$P_L = \int_0^{20} F \cdot W(Z) dz$$

次のように変形して求めたものである。

$$P_L = \sum_{i=1}^n F \cdot W(Z) \Delta z$$

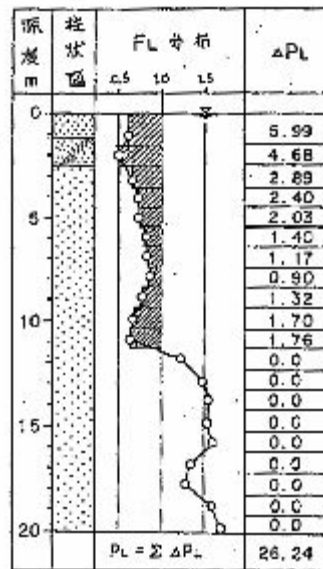


図 5.1.2 液状化指数 PL 値の算定方法

(3) 物性値の設定

物性値については、東海地震専門調査会で設定したものと同様にした。

1) 地下水位

地下水位については、一律 GL-1.0m とした。

2) N値

N 値については、柱状モデルの作成に用いたボーリング柱状図にある N 値を用いた。

3) 細粒分含有率FC

細粒分含有率は B 層、As 層ともに 20% とした。

< 参考文献 >

道路橋示方書・同解説 耐震設計編，1990,1996，社団法人 日本道路協会

安田進，吉川洋一，牛島和子，石川利明，1993，SI 値を用いた液状化予測手法；第 28 回
土質工学研究発表会，pp.1325-1328.

童華南，山崎文雄，1996，地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係；生産研究 48
巻 11 号，pp.31-34.

岩崎敏男，龍岡文夫，常田賢一，安田 進，1980，地震時地盤液状化の程度の予測につい
て，土と基礎，Vol.28, No.4, 23-29

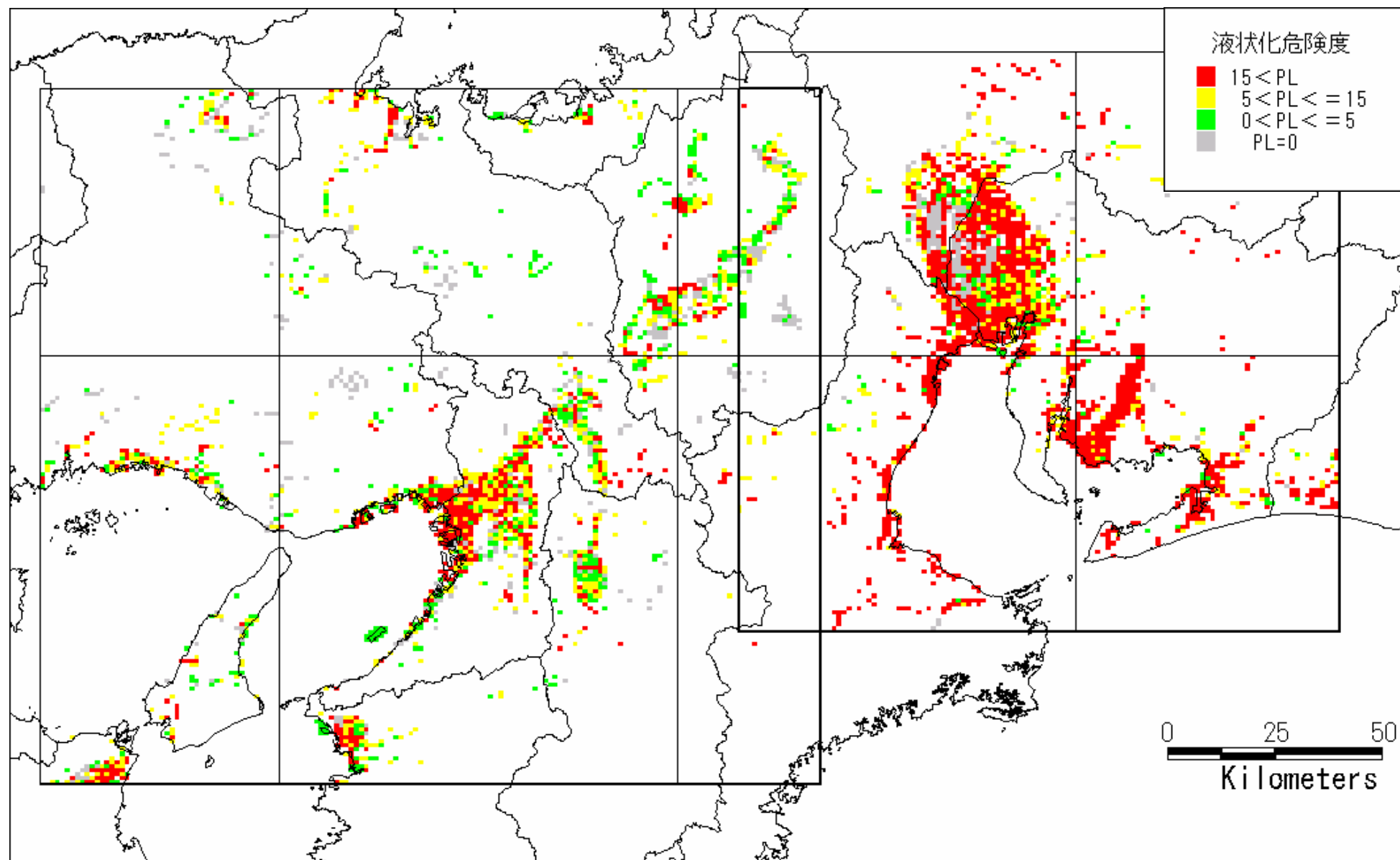


図 5.1.3 予防用対策対象地震による液状化危険度（最大値）