

その他の被害想定を検討手法

1 液状化危険度の予測手法

1.1 前回の液状化危険度の予測手法

前回調査の液状化危険度の予測は、震度分布と土質状況を基に 500m メッシュごとの液状化指数 (PL) を求める手法 (平成 13 年度版の道路橋示方書の手法 (添付資料 1 参照)) により行われている。

1.2 東北地方太平洋沖地震と液状化予測手法の改良

平成 13 年度以降、道路橋示方書は平成 23 年度 (平成 24 年 2 月) に改定されているが、液状化危険度 (PL 値) の算出方法は変更していない。

一方、東北地方太平洋沖地震において浦安市などで液状化の被害が発生した千葉県では、災害の実態を調査し、液状化危険度の予測手法を検討し、液状化しやすさマップの作成手法を提示している^{注1}。

この手法では、東北地方太平洋沖地震の被害実態の調査結果を踏まえ、長継続時間地震 (破壊が時間差で発生した場合、継続時間の長い揺れが発生する地震) の場合の c_w (地震動特性による補正係数) を従来の 1.0 から 0.8 へ 2 割低下させている (液状化しやすくなると評価)。

注 1 東日本大震災千葉県調査検討専門委員会 (平成 24 年 4 月 25 日委員会資料)

1.3 今回調査の液状化予測手法

東北地方太平洋沖地震では、これまで一般的に用いられてきた道路橋示方書の R (動的せん断強度比) では再現できない液状化が発生した。広島県における南海トラフによる地震においても、東北地方太平洋沖地震と同様に、長継続時間地震として評価し、南海トラフ以外の地震については、通常の継続時間地震として評価する。

評価手法については、次のとおりとする。

1.3.1 南海トラフの地震の場合

破壊が時間差で発生した場合、長継続時間地震が発生することが考えられるため、道路橋示方書を基本に千葉県の設定 ($c_w=0.8$) により液状化危険度を評価する。

1.3.2 南海トラフ以外の地震の場合

直下型地震等において再現性が高く、通常の継続時間地震であると考えられることから、道路橋示方書の手法 ($c_w=1.0$) にしたがって液状化危険度を評価する。

2 土砂災害危険度の予測

2.1 予測手法

前回調査（平成 18 年度）では、各危険箇所の耐震ランク(a, b, c)とメッシュ震度から危険度ランク(A, B, C)を判定する中央防災会議（2006）の手法により土砂災害危険度を予測している（添付資料 2 参照）。

学術的には近年の直下型地震、東北地方太平洋沖地震等の研究はなされているものの、現状では、新たな土砂災害危険度の予測手法が整理されていないため、今回調査では、前回調査に引き続き中央防災会議（2006）の手法により土砂災害危険度を予測する。

2.2 対象とする現象・箇所

土砂災害危険度の予測の対象は、土砂災害危険箇所のうち、地震による発生危険性が高い急傾斜地崩壊危険箇所、地すべり危険箇所、山腹崩壊危険地区とし、土石流危険渓流については、地震により直接崩壊する危険性は低いため対象外とする。

2.2.1 急傾斜地崩壊危険箇所

県内の急傾斜地崩壊危険箇所のうち、保全人家（公共建物を含む）を有し、かつ対策工事の実施されていない箇所を対象とする。被害想定に使用するデータは、砂防課の「急傾斜地崩壊危険箇所調査」とする。

2.2.2 地すべり危険箇所

県内の地すべり危険箇所のうち、保全人家（公共建物を含む）を有する箇所を対象とする。被害想定に使用するデータは、砂防課の「地すべり危険箇所調査」、森林保全課の「山地災害危険地区調査」、農業基盤課の「地すべり等崩壊災害危険地調査」とする。

2.2.3 山腹崩壊危険地区

県内の山腹崩壊危険地区のうち、保全人家（公共建物を含む）を有し、かつ対策工事の実施されていない箇所を対象とする。被害想定に使用するデータは、森林保全課の「山地災害危険地区調査」とする。

添付資料 1

1 道路橋示方書の手法 (FL 値の算出)

道路橋示方書から抜粋編集及び摘要及び東日本大震災千葉県調査検討専門委員会（平成 24 年 4 月 25 日委員会資料）により加筆

対象とする地層は次の 3 つの条件にすべて該当するものとしている。

- ①地下水位が現地盤面から 10m 以内にあり、かつ現地盤面から 20m 以内の深さに存在する飽和土層
- ②細粒分含有率 FC が 35% 以下の土層、または FC が 35% をこえても塑性指数 I_{pp} が 15 以下の土層
- ③平均 (50%) 粒径 D_{50} が 10mm 以下で、かつ 10% 粒径 D_{10} が 1mm 以下である土層

地盤内の各深度における液状化に対する **抵抗率 FL 値** は、地層が有する動的せん断強度比 R と作用する地震時せん断応力比 L によって定義し、この値が 1.0 以下の土層については液状化するものとみなす。

$$FL = R / L$$

地震時せん断応力比 L は、地表最大加速度から次式で表される。

$$L = (\alpha / g) \cdot (\sigma_v / \sigma_v') \cdot \gamma d$$

ここに、 α : 地表最大加速度 (gal)

g : 重力加速度 (=980gal)

σ_v : 全上載圧 (kgf/cm²)

σ_v' : 有効上載圧 (kgf/cm²)

γd : 低減係数 (=1.0-0.015z、 z : 地表面からの深さ (m))

地層が有する動的せん断強度比 R は、地盤の繰返し三軸強度比 RL を用いて以下の補正式により求める。

$$R = C_w \cdot RL$$

地震動特性による補正係数 C_w は以下のように定められている。

(プレート境界型の大地震の場合)

$$C_w = 1.0$$

(内陸直下型地震の場合)

$$C_w = \begin{cases} 1.0 & (RL \leq 0.1) \\ 3.3RL + 0.67 & (0.1 < RL \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < RL) \end{cases}$$

(長継続時間地震の場合)

$$C_w = 0.8$$

太字部分：東日本大震災千葉県調査検討専門委員会（平成24年4月25日委員会資料）

繰返し三軸強度比 RL は、以下の式により算出する。

$$RL = \begin{cases} 0.0882\sqrt{Na/1.7} & (Na < 14) \\ 0.0882\sqrt{Na/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (Na - 14) \cdot 4.5 & (Na \geq 14) \end{cases}$$

粒度の影響を考慮した補正 N 値 (Na) は、次のように求める。

(砂質土の場合)

$$Na = C1 \cdot N1 + C2$$

$$N1 = 1.7 \cdot N / (\sigma v' + 0.7)$$

$$C1 = \begin{cases} 1.0 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 40) / 50 & (10\% \leq FC < 60\%) \\ FC / 20 - 1 & (60\% \leq FC) \end{cases}$$

$$C2 = \begin{cases} 0 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC - 10) / 18 & (10\% \leq FC) \end{cases}$$

(礫質土の場合)

$$Na = \{1 - 0.36 \cdot \log_{10}(D_{50}/2)\} \cdot N1$$

ここに、N : 標準貫入試験から得られる N 値

N1 : 有効上載圧 1kgf/cm² 相当に換算した N 値

C1、C2 : 細粒分含有率による N 値の補正係数

2 PL 値の算出方法

上記「1」の液状化抵抗率 (FL) は、ある深度における液状化の発生の可能性を評価するものであるため、地盤全体を評価する指標として液状化指数 PL を岩崎ら (1980) の手法により次のように求める。

$$PL = \int_{20}^0 (1 - FL) \cdot (10 - 0.5z) dz$$

(FL ≥ 1.0 の場合、FL = 1 とする)

添付資料 2

前回調査（平成 19 年 3 月）の土砂災害危険度評価の手法

1 急傾斜地崩壊危険箇所の評価手法

被害想定に使用するデータは「急傾斜地崩壊危険箇所調査」（平成 14 年度公表）のうち、位置、保全人家戸数、耐震ランク（a, b, c：素因としての危険度の高い順）、対策工の有無とする。対策工が概成及び施工中（既に概成と判断）のものを対策工有りとする。

耐震ランクは調査データに含まれないため、中央防災会議（2006）を基に、表のように地形地質状況をもとに点数付けし、その合計点数（基準要素点）に応じて耐震ランクを設定する。

表 1 耐震ランクの配点

大項目	小項目	点数
斜面の高さ	$50\text{m} \leq H$	10
	$30\text{m} \leq H < 50\text{m}$	8
	$10\text{m} \leq H < 30\text{m}$	7
	$H < 10\text{m}$	3
斜面勾配（ θ ）	$59^\circ \leq \theta$	7
	$30^\circ \text{ (} 45^\circ \text{)} \leq \theta < 59^\circ$	4
	$\theta < 30^\circ \text{ (} 45^\circ \text{)}$	1
オーバーハング	有	4
	無	0
斜面の地盤	亀裂が発達、開口しており、転石、浮石が点在する	10
	風化、亀裂が発達した岩である	6
	礫混じり土、砂質土	5
	粘性土	1
	風化、亀裂が発達していない岩である	0
表土の暑さ	0.5m 以上	3
	0.5m 未満	0
湧水	有	4 (2)
	無	0
落石・崩壊履歴	新しい崩壊地がある	5
	古い崩壊地がある	3
	崩壊値は認められない	0

※（ ）内の数値は中央防災会議（2006）で使用された値

表 2 耐震ランクの基準要素点

耐震ランク	基準要素点
a	24 点以上
b	14～23 点
c	13 点以下

注 基準要素点：箇所ごとに表 1 の点数を合計した点数

さらに、発生危険度は中央防災会議(2006)をもとに、表3を用いて危険箇所ごとの耐震ランクとメッシュ震度から判定する。

ただし、平成13年芸予地震の再現計算結果から判断してテーブルの一部を変更している。

表3 危険度ランク判定表

耐震ランク 震度	a	b	c
6強以上	A	A	B(A)
6弱	A	B(A)	B
5強	B(A)	B	C
5弱	B	C	C
4	C	C	C

※ () 内は中央防災会議(2006)で使用されたランク

表4 危険度別の崩壊確率

危険度ランクは相対的なランクであり、次のとおり分類される。

ランク	崩壊確率
A	発生する可能性が高い
B	発生する可能性がある
C	発生する可能性は低い