

# 宅地液状化に関する地盤状態と建物被害の関係

(東日本大震災の液状化被害地区における実態調査)

平成 26 年 1 月

国土技術政策総合研究所 都市研究部 都市計画研究室

東日本大震災による液状化被害の調査データを用いて、国総研が開発した「宅地の液状化被害可能性判定計算シート」(以下、計算シートという。)に基づき被害判定を行ったところ、計算シートの判定結果が実際の液状化被害と整合し、液状化被害の可能性を評価できることが確認された。

実際に液状化による住宅の大規模半壊以上の被害があった地点は、計算シートの判定では全て顕著な被害の可能性が高いとされ、取りこぼしはなかった。また、年代効果(400~500年経過した沖積層は、液状化しにくい。)を考慮することによって、判定結果の一致度がさらに高くなることが確認された。

## ○調査データ

### (1) 地盤データ

ボーリング調査と室内土質試験のデータについては、東日本大震災の液状化により戸建て住宅に被害のあった5地区(図1)の中から、地震前にボーリング調査が行われていて、かつ罹災証明の調査により直上の建物被害程度の明確な場所における地盤データを選定した。室内土質試験の地震前のデータがない場合のみ、地震後に実施した室内土質試験値を用いた。



図1 検討地区の選定箇所

### (2) 建物被害データ

建物被害データのサンプル数は、全地区合計で46箇所である。各地区ともボーリングデータの直上の建物被害の罹災証明を入手し、被害程度(全壊・大規模半壊・半壊・一部損壊・被害なし)を分類することができたものをサンプルとして抽出した。このうち潮来市日の出地区については、地震前のボーリングデータが一部損壊・被害なしの場所にしかなかったため除いた。

罹災証明の住家被害認定基準は、表1に示す通りである。(詳細については、内閣府の東日本大震災の液状化被害に対応して発せられた「地盤に係る住家被害認定の調査・判定方法」(平成25年5月2日)と「災害に係る住家の被害認定基準運用指針」(平成25年6月)の改定基準を参照。)

表 1 罹災証明の住家被害認定基準

判定	四隅の柱の傾斜の平均	潜り込み量
半壊	1/100 以上, 1/60 未満	基礎の天端下 25cm まで
大規模半壊	1/60 以上, 1/20 未満	床まで
全壊	1/20 以上	床上 1m まで

液状化により人命が奪われる被害は稀ではあるが、財産や健康に大きな被害をもたらす。建物の傾きと健康被害に何する調査例を参考資料 2 に示す。

### ○液状化判定対象層

判定対象層は、「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」（以下、指針という。）に準じて地表面から 20m 程度以浅の沖積層、埋立層、盛土層とし、細粒分含有率 35%以下の層及び 35%を越える層でも粘土分含有率が 10%以下または塑性指数 15 以下の層とした。想定する地盤面の深さは、判定対象宅地の地表面からの深さとするが、ボーリング調査時の地表面標高と盛土工事等によって判定対象宅地の地表面標高が異なる場合には、ボーリング調査時の地表面からの深さによる各層の液状化強度比をそのまま用いた。

### ○計算条件

想定地震動（表 2）は、M9.0 とし、地表面最大加速度は、各地区の観測値を用いた。

表 2 想定する地震動

宅地被害地区	地震前のボーリング箇所	加速度 (gal)					マグニチュード (M) 注2)
		出典	3成分	NS方向	EW方向	適用注1)	
神栖市掘割地区	10	kik-net神栖市溝口 (余震) 注3)	337.9	328.2	270.0	340	M9.0 (M7.6)
我孫子市布佐東部地区	23	電力中央研究所 (我孫子)	—	203.9	199.8	200	M9.0
千葉市磯部美浜地区	11	気象庁美浜区真砂 (本震)	276.5	190.8	207.9	200	M9.0
習志野市香澄地区	4	気象庁習志野市鷺沼 (本震)	245.7	226.4	202.5	200	M9.0

注1)：各液状化検討委員会で決定された検討箇所近傍の地表面における地震観測記録を適用した。

注2)：kik-net神栖市溝口 (余震) のマグニチュード (M) は7.6であるが、神栖市液状化検討委員会で決定された長時間地震動であることからM9.0を適用した。

注3)：電力中央研究所(我孫子)における観測波形を用いて、布佐東部地区の代表的な地盤構成に対して次元地震応答解析 (SHAKE) を実施した結果である。

### ○年代効果

指針では、400～500 年経過した沖積層には、FL 値（液状化抵抗率）に補正係数 1.4 を乗じた「年代効果」の設定が認められている。今回は「年代効果」を考慮した場合としない場合とで計算結果の違いを比較した。

○指針の判定基準

指針の判定図や数値は、表 3 及び図 2～3 に示す通りである。(詳細は、参考資料 3 参照)

表 3 判定図の数値表

判定結果	H <sub>1</sub> の範囲	D <sub>cy</sub> の範囲	P <sub>L</sub> 値の範囲	液状化被害の可能性
C	3m 以下	5cm 以上	5 以上	顕著な被害の可能性が高い
B3		5cm 未満	5 未満	
B2	3mを超え、5m以下	5cm 以上	5 以上	顕著な被害の可能性が比較的低い
B1		5cm 未満	5 未満	
A	5m を超える	—	—	顕著な被害の可能性が低い

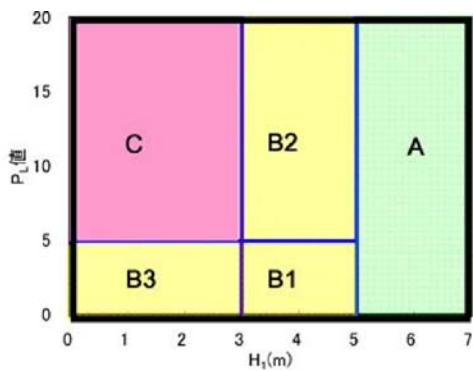


図 2 指針の H1-D<sub>cy</sub> 判定図

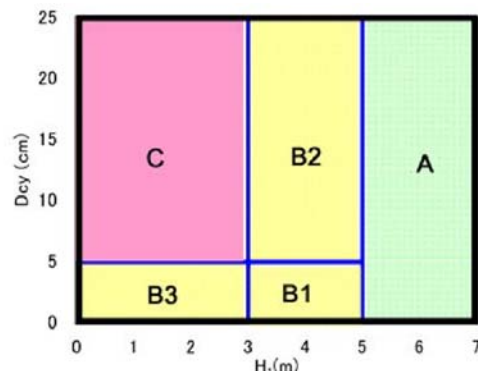


図 3 指針の H1-P<sub>L</sub> 判定図

(H<sub>1</sub> : 非液状化層厚、D<sub>cy</sub> 値 : 地表変位量、P<sub>L</sub> 値 : 液状化指数)

○計算結果

建築基礎構造設計指針に基づく計算法（建築 H1-D<sub>cy</sub> 法、建築 H1-P<sub>L</sub> 法）から地表面変位量 (D<sub>cy</sub>)、及び液状化指数 (P<sub>L</sub> 値) を求めた結果を図 4～7 の判定図に示す。また、図にプロットした各点の地盤条件と計算結果を整理したものを参考資料 1 に示す。

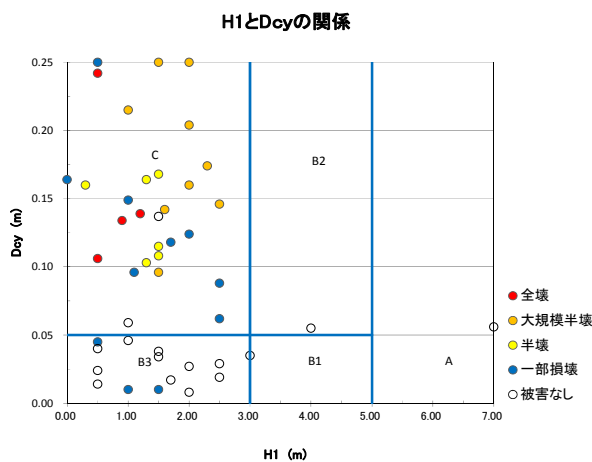


図 4 建築 H1-D<sub>cy</sub> 法 (年代効果を考慮しない)

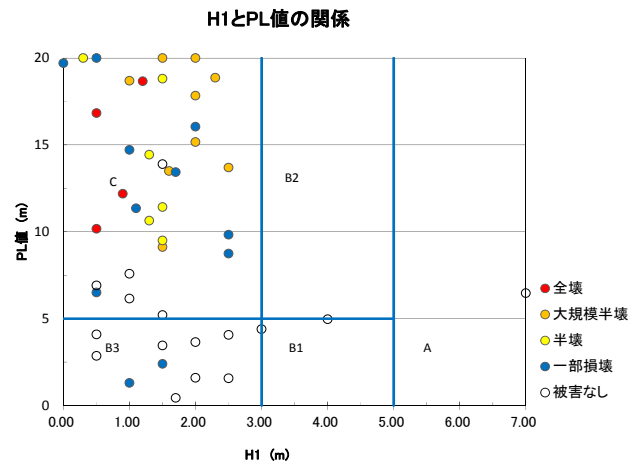


図 5 建築 H1-P<sub>L</sub> 法 (年代効果を考慮しない)

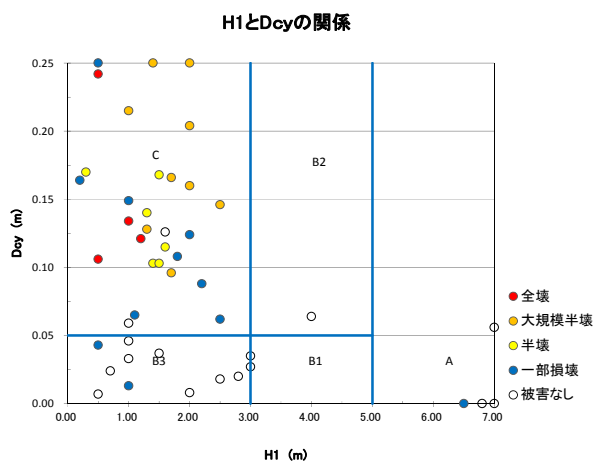


図6 建築 H1-D<sub>cy</sub> 法（年代効果を考慮する）

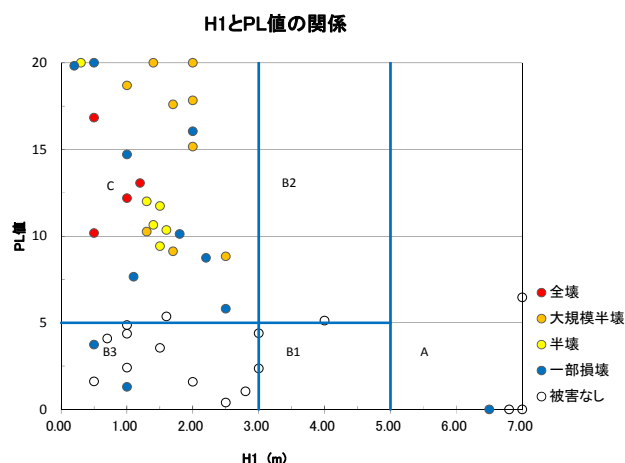


図7 建築 H1-PL 法（年代効果を考慮する）

図4の建築 H1-D<sub>cy</sub> 法「年代効果を考慮しない」による判定の結果を見ると、被害が大きい地点は「顕著な液状化の可能性が高い」と判定されており、被害の程度と D<sub>cy</sub> 値が相対的に整合していると見てとれるが、「被害なし」の点も一部含まれている。また、図5の建築 H1-PL 法「年代効果を考慮しない」による判定でも、被害が大きい地点は、「顕著な液状化の可能性が高い」と判定されており被害の程度と PL 値が相対的に整合している傾向が見てとれるが、「被害なし」の点が一部含まれている。

図6、7では、指針に従い400年以上経過した沖積層については、「年代効果を考慮する」とし、建築基礎構造設計指針の液状化強度比の値を1.4倍して F<sub>L</sub> 値を算出した。「年代効果を考慮する」ことで、「顕著な液状化の可能性が高い」のエリアに含まれていた「被害なし」の点に改善が見られた。

なお、指針では M7.5、200gal の中地震を対象に考えられているのに対して、今回の計算ではそれよりも大きな M9.0 のデータを用いている点が異なるので注意が必要である。

## ○まとめ

液状化強度に対する地盤生成年代の影響「年代効果」を与えない場合でも、被害が大きい地点の取りこぼしはなかった。また、年代効果を考慮することにより判定結果と東日本大震災の宅地の液状化被害分布の一致度がさらに高くなることが確認された。これにより、国総研が開発した計算シートを用いて、建築 H1-D<sub>cy</sub> 法、建築 H1-PL 法のどちらの方法も ABC の3つのゾーンで区分される液状化被害の可能性を評価できることが確認された。

参考資料1 各点の地盤状態と計算結果

参考資料2 液状化による家屋被害と健康障害の関係

参考資料3 宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針

各点の地盤状態と計算結果

番号	地区番号	罹災証明	地下水位 GL- (m)	M9.0 200gal(年代効果※を考慮しない)									M9.0 200gal(年代効果※を考慮する)									
				非液状化層 層厚H <sub>1</sub> (m)	液状化対象層 層厚H <sub>2</sub> (m)	N値			細粒分含有率(Fc)		塑性指数 Ip	地表変位		液状化指数		年代効果対象層の有無	非液状化層 層厚H <sub>1</sub> (m)	液状化層 層厚H <sub>2</sub> (m)	地表変位		液状化指数	
						最小	最大	平均	最小 (%)	最大 (%)		Dcy (cm)	判定	PL値	判定				Dcy (cm)	判定	PL値	判定
1	我孫子 1	全壊	0.9	0.5	3.5	2	8	4	0.2	31.0	-	24.2	C	16.8	C	×	0.5	3.5	24.2	C	16.8	C
2	2	全壊	1.1	1.0	2.5	1	5	3	2.0	8.0	-	13.4	C	12.2	C	×	1.0	2.5	13.4	C	12.2	C
3	3	全壊	0.8	0.5	2.5	1	2	2	4.0	32.5	-	10.6	C	10.2	C	×	0.5	2.5	10.6	C	10.2	C
4	4	大規模半壊	1.1	2.0	3.0	1	2	2	5.2	5.2	-	20.4	C	15.2	C	×	2.0	3.0	20.4	C	15.2	C
5	5	大規模半壊	2.5	2.5	5.0	2	6	4	9.0	19.2	-	14.6	C	13.7	C	○	2.5	4.5	14.6	C	8.8	C
6	6	大規模半壊	1.5	1.5	2.5	1	2	2	9.0	19.0	-	9.6	C	9.1	C	×	1.5	2.5	9.6	C	9.1	C
7	7	一部損壊	0.6	2.5	2.5	4	6	5	8.3	8.3	-	6.2	C	9.8	C	○	2.5	2.5	6.2	C	5.8	C
8	8	一部損壊	0.9	0.5	2.5	4	4	4	8.8	31.2	-	4.5	B3	6.5	C	○	0.5	2.5	4.3	B3	3.7	B3
9	9	一部損壊	0.9	1.5	1.5	7	8	7	8.0	8.0	-	1.4	B3	2.4	B3	○	7.0	0.0	0.0	A	0.0	A
10	10	一部損壊	0.9	1.0	3.5	1	5	3	7.3	8.8	-	14.9	C	14.7	C	×	1.0	3.5	14.9	C	14.7	C
11	11	一部損壊	1.1	1.0	0.5	2	2	2	12.0	12.0	-	1.0	B3	1.3	B3	○	1.0	0.5	1.3	B3	1.3	B3
12	12	被害なし	1.4	1.5	1.0	5	5	5	4.0	4.0	-	3.4	B3	3.5	B3	○	1.5	1.0	3.4	B3	1.3	B3
13	13	被害なし	1.1	1.0	2.0	2	4	3	12.0	24.5	-	4.6	B3	6.2	C	○	1.0	2.0	4.6	B3	4.4	B3
14	14	被害なし	1.3	1.0	2.5	1	3	2	19.1	30.3	-	5.9	C	7.6	C	○	1.0	2.5	5.9	C	4.9	B3
15	15	被害なし	2.9	4.0	2.0	1	2	2	26.5	26.5	-	5.5	B2	5.0	B1	○	4.0	2.0	5.5	B2	1.0	B1
16	16	被害なし	0.2	0.5	1.5	4	6	5	8.8	28.0	-	1.4	B3	2.9	B3	○	0.5	0.5	0.7	B3	1.6	B3
17	17	被害なし	1.6	2.0	1.5	3	5	4	12.0	19.0	-	2.7	B3	3.7	B3	○	2.5	1.0	1.8	B3	0.4	B3
18	18	被害なし	1.2	1.5	2.5	3	7	5	26.5	26.5	-	3.6	B3	5.2	C	○	3.0	1.0	2.0	B3	1.1	B3
19	19	被害なし	0.6	0.5	2.0	2	2	2	26.5	26.5	-	4.0	B3	6.7	C	○	1.0	1.5	3.3	B3	2.4	B3
20	20	被害なし	0.7	2.5	1.0	2	2	2	26.5	26.5	-	2.9	B3	4.1	B3	○	3.0	1.0	2.7	B3	2.4	B3
21	21	被害なし	2.8	2.5	1.5	2	4	3	26.5	26.5	-	1.9	B3	1.6	B3	○	7.0	0.0	0.0	A	0.0	A
22	千葉美浜 1	大規模半壊	0.5	2.0	6.5	1	5	3	9.4	18.2	-	17.4	C	18.9	C	○	2.0	5.5	16.6	C	17.6	C
23	2	大規模半壊	1.4	2.0	5.5	0	4	3	17.4	33.5	-	16.0	C	17.8	C	×	2.0	5.5	16.0	C	17.8	C
24	3	半壊	0.2	0.5	5.0	1	7	4	5.3	15.5	-	16.2	C	20.0	C	×	0.5	5.0	16.2	C	20.0	C
25	4	一部損壊	0.5	0.5	9.5	1	5	3	11.0	33.0	-	25.0	C	20.0	C	×	0.5	9.5	25.0	C	20.0	C
26	5	一部損壊	2.2	2.5	3.5	3	6	4	15.6	16.0	-	8.8	C	8.8	C	×	2.5	3.5	8.8	C	8.8	C
27	6	一部損壊	1.5	2.0	8.0	3	10	6	9.4	32.2	-	12.4	C	16.0	C	×	2.0	8.0	12.4	C	16.0	C
28	7	一部損壊	0.2	0.0	3.5	0	0	0	15.5	32.9	-	16.4	C	19.9	C	×	0.0	3.3	16.4	C	19.8	C
29	8	被害なし	0.5	2.0	1.0	6	6	6	21.3	21.3	-	0.8	B3	1.6	B3	×	2.0	1.0	0.8	B3	1.6	B3
30	9	被害なし	0.5	3.0	1.0	1	1	1	18.2	28.4	-	3.5	B3	4.4	B3	×	3.0	1.0	3.5	B3	4.4	B3
31	10	被害なし	0.5	7.0	5.0	6	12	10	16.0	16.0	-	5.6	A	6.5	A	×	7.0	5.0	5.6	A	6.5	A
32	11	被害なし	0.7	0.5	1.5	2	2	2	32.5	32.5	-	2.4	B3	4.1	B3	×	0.5	1.3	2.4	B3	4.1	B3
33	習志野 1	全壊	1.2	1.5	8.0	3	9	6	15.2	15.8	-	13.9	C	18.7	C	○	1.5	5.8	12.1	C	13.1	C
34	2	大規模半壊	1.5	1.5	7.5	3	11	6	15.2	15.8	-	13.7	C	13.5	C	○	1.5	5.5	12.8	C	10.3	C
35	3	半壊	1.6	1.5	4.5	1	4	3	15.2	15.8	-	11.5	C	11.4	C	○	1.5	4.5	11.5	C	10.4	C
36	4	被害なし	1.6	1.5	6.0	2	7	5	15.2	15.2	-	13.7	C	13.9	C	○	1.5	5.0	12.6	C	5.4	C
37	神栖 1	大規模半壊	1.4	2.0	6.0	0	4	2	5.0	9.0	-	25.0	C	20.0	C	×	2.0	6.0	25.0	C	20.0	C
38	2	大規模半壊	1.3	1.5	4.5	1	2	2	7.0	7.0	-	25.0	C	20.0	C	×	1.5	4.5	25.0	C	20.0	C
39	3	大規模半壊	1.0	1.0	4.0	1	2	2	5.0	7.0	-	21.5	C	18.7	C	×	1.0	4.0	21.5	C	18.7	C
40	4	半壊	1.2	1.5	5.5	1	5	3	20.0	34.0	-	16.8	C	18.8	C	○	1.5	5.5	16.8	C	11.7	C
41	5	半壊	1.3	1.5	3.5	1	6	4	5.0	23.0	-	16.4	C	14.4	C	○	1.5	2.5	14.0	C	12.0	C
42	6	半壊	1.3	1.5	2.5	5	6	6	5.0	5.0	-	10.3	C	10.6	C	×	1.5	2.5	10.3	C	10.6	C
43	7	半壊	1.5	1.5	3.0	5	5	5	5.0	5.0	-	10.3	C	9.4	C	×	1.5	2.5	10.3	C	9.4	C
44	8	一部損壊	1.6	1.5	6.0	3	11	7	5.0	19.0	-	11.8	C	13.4	C	○	1.5	4.5	10.8	C	10.1	C
45	9	一部損壊	1.1	1.0	7.0	6	7	7	4.0	8.0	-	9.6	C	11.4	C	○	1.0	3.0	6.5	C	7.7	C
46	10	被害なし	1.5	1.5	2.5	15	17	16	12.0	12.0	-	1.7	B3	0.4	B3	○	7.0	0.0	0.0	A	0.0	A

※年代効果を考慮する場合は、年代効果対象層(400~500年経過した沖積層)のFL値に補正係数1.4を乗じて用いる。

## 液状化による家屋被害と健康障害の関係

		(単位:戸)				
		半壊以上の被害(傾き1/100以上)				
			大規模半壊	半壊	一部損壊	軽微
体調不良になった 家族がいる		70	49	21	31	2
		(58%)	(64%)	(47%)	(22%)	(22%)
めまい 頭痛 不眠 吐き気 その他	めまい	23	19	4	4	0
	頭痛	62	45	17	18	2
	不眠	37	27	10	13	1
	吐き気	17	15	2	4	0
	その他	27	20	7	9	0
精神不安定になった 家族がいる		66	46	20	57	3
		(55%)	(61%)	(44%)	(40%)	(33%)
回答戸数		121	76	45	144	9

(資料) 明海大学齊藤広子教授調べ。

(参考) 罹災証明における住家被害認定の基準(地盤液状化)

	傾斜	潜り込み量
全壊	1/20以上	床上1mまで
大規模半壊	1/60以上1/20未満	床まで
半壊	1/100以上1/60未満	基礎の天端下25cmまで

## 宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針

### I. 総説

#### I.1 目的

本指針は、中地震発生時に懸念される地盤の液状化現象に対し、戸建て住宅地の液状化被害の可能性を判定することを目的としたもので、判定上の基本的な考え方や留意すべき点を整理したものである。

#### I.2 適用範囲

- (1) 本指針は、戸建て住宅等の宅地の液状化被害の可能性を判定する場合に適用する。
- (2) 本指針は、おおむね平坦な地形が続く場所に位置する戸建て住宅用の新規造成宅地および既存宅地を対象とする。
- (3) 本指針は、震度5程度の中地震を対象とする。

#### I.3 取扱い方針

- (1) 本指針の判定手法は、ボーリング調査結果に基づいて、宅地の液状化被害の可能性を比較的簡易に判定可能な方法として定めるものであり、個別には建物特性等によって被害発生状況が異なることから、宅地毎に被害の有無や程度を保証するものではない。
- (2) 宅地の所有者・開発者等は、液状化被害の可能性の判定結果を踏まえて、液状化対策の必要性の有無を判断するものとする。

### II. 調査・判定の手順

液状化被害可能性の判定は、以下の（I）～（III）の手順で行うものとする。

- (I) 一次判定：地形データ等の既存資料等により、二次判定の要否を判定
- (II) 二次判定：地盤調査結果に基づき、顕著な被害の可能性を3ランクで判定
- (III) 三次判定：必要に応じて詳細な調査・解析により、顕著な被害の可能性を3ランクで判定

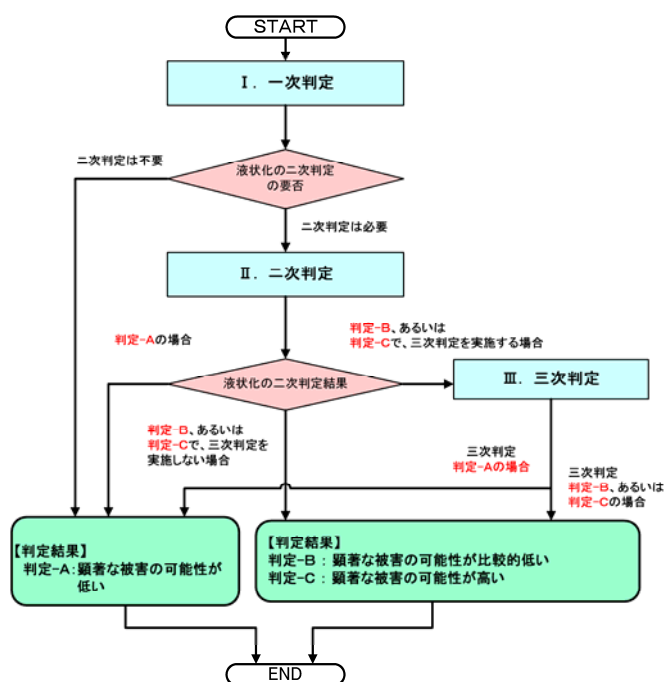


図. II.1 宅地液状化被害可能性の判定フロー

### Ⅲ. 一次判定

- (1) 一次判定は、既存資料及び現地調査に基づいて、二次判定の要否を判定するものとする。
- (2) 既存資料は、新・旧地形図、地盤データベース、液状化予測図等を対象とする。
- (3) 現地調査は、必要に応じて、現在の地形・地質条件、周辺環境条件等を把握するために行うものとする。
- (4) 既存資料及び現地調査によって、「顕著な被害の可能性が低い」ことが明らかな場合には、そのように判定し、それ以外の場合には、二次判定を行う。

### Ⅳ. 二次判定

#### Ⅳ.1 地盤調査

- (1) 地盤調査は、判定対象宅地の面積、形状、地形状況、地層の変化状況等の要因を十分に配慮して、ボーリング本数および土質試験を計画するものとする。  
判定対象宅地のごく近傍に(2)から(4)を満たす既存のボーリング調査結果がある場合は、これを活用することもできる。
- (2) 調査深度は、地表から深度 20m を基本とする。
- (3) 調査資料は、ボーリング調査による地層構成、地下水位、標準貫入試験値 (N 値)、室内土質試験による粒度特性 (細粒分含有率、粘土分含有率、塑性指数)、土の単位体積重量とする。
- (4) 各調査・試験は、日本工業規格 (J I S) および地盤工学会指針 (J G S) にしたがって行うこととする。

#### Ⅳ.2 二次判定

##### (1) 二次判定手法

二次判定は、ボーリング調査結果から、各層の液状化に対する安全率 ( $F_L$  値) を算定し、これを基に算定される非液状化層厚 ( $H_i$ ) と地表変位量 ( $D_{cy}$  値)、又は、液状化指標値 ( $P_L$  値) から(4)(i)の判定図等を使用して液状化被害の可能性を判定する。  
 $F_L$  値に基づく各数値の算定は「建築基礎構造設計指針 (日本建築学会 平成 13 年 10 月)」、  
[道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 (日本道路協会 平成 24 年 3 月)] 等を基本とする。

##### (2) 想定する地震動

本指針は、震度 5 程度の中地震を対象としており、液状化に対する安全率 ( $F_L$  値) の算定には、下記の数値を用いるものとする。

(i) 「建築基礎構造設計指針」を基本とする場合

- ・マグニチュード : 7.5
- ・想定最大加速度  $\alpha_{max}$  : 200 (gal)

(ii) 「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」を基本とする場合

- ・想定震度  $k_{hgl}$  : 0.20

なお、上記の地震動を上回る地震動を対象とする場合には、計算条件等を慎重に検討する必要がある。

##### (3) 想定する地盤面

判定対象宅地の地表面標高は、宅地の地盤面とする。

盛土工事等によってボーリング調査時の地表面標高と判定対象宅地の地盤面標高が異なる場合には、ボーリング調査時の各層の液状化強度比をそのまま用いるものとする。



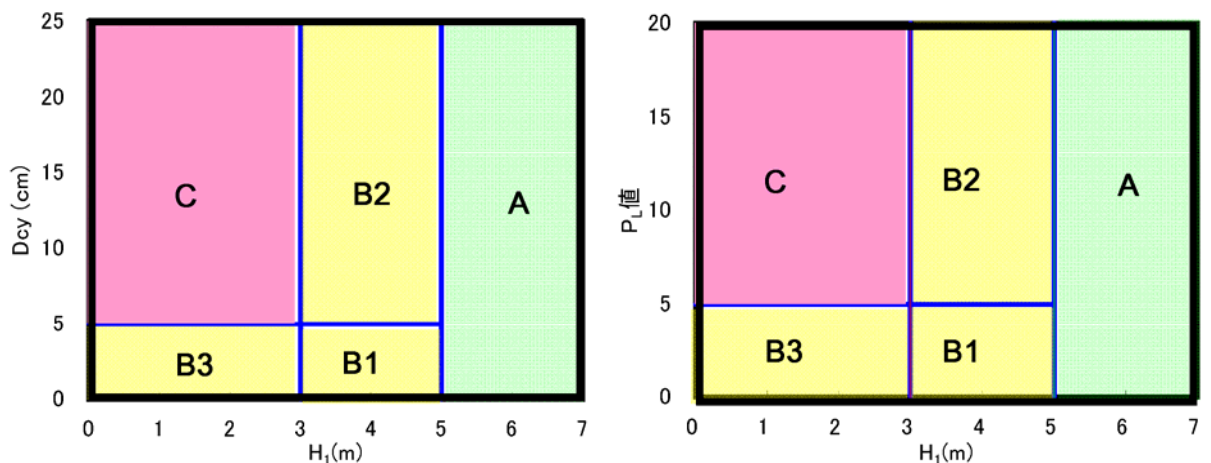
(4) ボーリング調査毎の判定

(i) 判定図

ボーリング調査毎の判定は、**図IV. 1**の判定図等、及び**表. IV. 1**判定図の数値表により、「A：顕著な被害の可能性が低い」、「B：顕著な被害の可能性が比較的低い」、「C：顕著な被害の可能性が高い」の3ランクで判定する。

判定は下記の建築 $H_1$ - $D_{cy}$ 法、建築 $H_1$ - $P_L$ 法、道示 $H_1$ - $P_L$ 法の内、いずれかの方法を選定して行うものとする。

- ・「建築 $H_1$ - $D_{cy}$ 法」：「建築基礎構造設計指針」を基本とし、非液状化層厚 ( $H_1$ ) と地表変位量 ( $D_{cy}$  値) の関係から判定する手法
- ・「建築 $H_1$ - $P_L$ 法」：「建築基礎構造設計指針」を基本とし、非液状化層厚 ( $H_1$ ) と液状化指標値 ( $P_L$  値) の関係から判定する手法
- ・「道示 $H_1$ - $P_L$ 法」：「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」を基本とし、非液状化層厚 ( $H_1$ ) と液状化指標値 ( $P_L$  値) の関係から判定する手法



(a)  $H_1$ ~ $D_{cy}$ 判定図

(B)  $H_1$ ~ $P_L$ 判定図

図. IV. 1  $H_1$  値、 $D_{cy}$  値、 $P_L$  値による判定図

表. IV. 1 判定図の数値表

判定結果	$H_1$ の範囲	$D_{cy}$ の範囲	$P_L$ 値の範囲	液状化被害の可能性
C	3m以下	5cm 以上	5 以上	顕著な被害の可能性が高い
B3		5cm 未満	5 未満	顕著な被害の可能性が比較的低い
B2	3mを超え、5m以下	5cm 以上	5 以上	
B1		5cm 未満	5 未満	
A	5mを超える	—	—	顕著な被害の可能性が低い

(ii) 判定対象層

判定対象層は表. IV. 2 のとおりとする。

表. IV. 2 判定対象層

	地表面から20m程度以浅の沖積層・埋立土・盛土				
				平均粒径10mm以下で、かつ10%粒径が1mm以下の土層	
	細粒分含有率35%以下の層	細粒分含有率35%を超える層		細粒分含有率35%以下の層	細粒分含有率35%を超える層
		粘土分含有率が10%以下の層	塑性指数15以下の層		
「建築基礎構造設計指針」を基本とする場合	○	○	○	-----	
道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」を基本とする場合	-----			○	○

(iii) 液状化に対する安全率 (F<sub>L</sub>値)

液状化に対する安全率 (F<sub>L</sub>値) は、(ii) の判定対象層について、「建築基礎構造設計指針」又は「道路橋示方書・同解説 V. 耐震設計編」を基本とし、算定する。

ただし、沖積層で圧密時間が400～500年以上経過していることが明らかな場合には、地盤生成年代効果を考慮することができるものとする。

液状化に対する安全率 (F<sub>L</sub>値) に乗ずる地盤生成年代による補正係数は1.4を上限とする。

(vi) 非液状化層厚 (H<sub>1</sub>)

非液状化層厚は、地盤面から連続する表. IV. 3 の層とする。

表. IV. 3 非液状化層厚 (H<sub>1</sub>)

	地下水位より浅い層	地下水位より深い層				
		液状化の安全率 (F <sub>L</sub> 値) が1.0より大きい層	N値が2より大きい粘性土層 (埋立土・盛土)	細粒分含有率35%を超える層 (沖積層・埋立土・盛土)		平均粒径10mm以上で、または10%粒径が1mm以上の土層 (沖積層・埋立土・盛土)
				粘土分含有率が10%以上の層	塑性指数15以上の層	
「建築基礎構造設計指針」を基本とする場合	○	○	○	○	○	-----
道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」を基本とする場合	○	○	○	-----	○	○

(v) 地表変位量 (D<sub>cy</sub>値) の算定方法

地表変位量 (D<sub>cy</sub>値) は、「建築基礎構造設計指針」4.5節地盤の液状化、“2. 液状化に伴う地盤物性と地盤変形量の予測”を基本として算定し、判定対象層は(ii)、液状化に対する安全率 (F<sub>L</sub>値) は(iii)によるものとする。

#### (vi) 液状化指標値 (P<sub>L</sub>値)

液状化指標値 (P<sub>L</sub>値) は、下式により算定し、判定対象層は (ii)、液状化に対する安全率 (F<sub>L</sub>値) は (iii) によるものとする。

$$P_L = \sum F \cdot w(Z) \cdot \Delta Z$$

$$F = 1.0 - F_L \quad (F_L \leq 1.0 \text{ の場合}) \quad F = 0.0 \quad (F_L > 1.0 \text{ の場合})$$

ここで、F<sub>L</sub> : 液状化に対する安全率

w(Z) : 深さ方向の重み関数

$$\text{判定深度 20m} \quad w(Z) = 10.0 - 0.5 \cdot Z$$

Z : 地表面からの深さ(m)

ΔZ : ある深度のFLが分布すると想定される土層厚

#### (5) 宅地全体の判定

判定対象宅地全体の判定は、各ボーリング調査地点毎の判定結果に基づいて、原地形の状況や地層の変化状況等を考慮し、必要に応じて区域を区分して行うものとする。

### V. 三次判定

- (1) 三次判定は、二次判定結果に基づいて必要に応じて実施する。
- (2) 三次判定は、二次判定と同じ判定図等に基づいて行うことを基本とし、液状化対象層の液状化抵抗比あるいは動的せん断強度比は、繰返し非排水三軸試験を実施して求め、等価な繰返しせん断応力比あるいは地震時せん断応力比は、一次元地盤応答解析で算定することを基本とする。

---

#### 参考資料 液状化対策

- (1) 宅地の開発者、所有者あるいは購入者は、適切な調査結果に基づいて、地震に対する安全性と経済性を考慮して、各々の責任により液状化対策の実施の有無や工法等を選択することが望ましい。
- (2) 液状化対策の工法等は、対策効果、経済性、施工性、周辺環境への影響（騒音・振動および地盤変状）、建築建屋施工への影響等を総合的に勘案して選定することが望ましい。
- (3) 液状化対策を建屋建築後に実施する場合、施工空間上の制約や建物への影響を抑制する必要があるが工事費は割高となるので、建屋建築前に実施することが望ましい。また、宅地 1 区画毎よりも複数区画で実施する方が効率的であり工事費は割安となるので、ある程度まとまった施工規模で実施することが望ましい。