

4章 宅地の液状化危険度マップの作成

4-1. 基本方針

『液状化による宅地の被害リスク』とは、“液状化によって宅地地盤が被害を受ける可能性はどの程度あるのか”、また、“液状化が発生した場合に戸建て住宅がどの程度の被害を受けるのか”といった、宅地の液状化被害を具体的にイメージするための情報を指す。本手引きでは、ボーリング調査結果等の地盤情報を用いて行う「宅地の液状化被害の可能性判定」、及び「戸建て住宅のめり込み沈下や傾斜の簡易評価」について、それぞれの方法を示す。

【解説】

宅地の液状化被害を具体的にイメージし、円滑なリスクコミュニケーションを図るためには、“液状化によって宅地地盤が被害を受ける可能性はどの程度あるのか”、また、“液状化が発生した場合に戸建て住宅がどの程度の被害を受けるのか”といった情報が必要となる。特に、行政区域の大半が埋立地や干拓地等で構成される市区町村では、『地域の液状化発生傾向図』の結果が一樣となるため、『液状化による宅地の被害リスク』に関する情報が重要となる。本手引きでは、具体的な液状化被害をイメージするための情報として、「宅地の液状化被害の可能性判定」及び「戸建て住宅のめり込み沈下や傾斜の簡易評価」の検討方法を示す。

宅地の液状化被害の可能性は、地盤情報に基づき、液状化によって宅地の液状化被害が発生する可能性を示すものであり、国土交通省による技術指針^{※1}に準拠した方法により判定し、その判定結果を『宅地の液状化危険度マップ』としてとりまとめる。この『宅地の液状化危険度マップ』は250mメッシュでの表示を標準とし、ボーリング調査結果等の地盤情報が得られないメッシュについては空白表示とする。

一方、「戸建て住宅のめり込み沈下や傾斜の簡易評価」は、宅地地盤が液状化することにより生じる戸建て住宅のめり込み沈下量や傾斜量を概算する手法である。戸建て住宅の液状化被害は、宅地地盤の情報に加え、建物荷重など個別の条件により異なるため、本手法を用いた検討は、住民及び事業者が所有する宅地地盤の情報や建物情報などの個別条件で実施することを想定している。つまり、『地域の液状化発生傾向図』や『宅地の液状化危険度マップ』により、液状化による宅地の被害リスクを認識した住民及び事業者が地盤調査等を実施すれば、本手法を用いて、液状化により生じる戸建て住宅の被害程度を推定することができる。このとき、地盤調査には通常の戸建て住宅の建築で実施されることの多い、安価なスクリーウエイト貫入試験^{※2}等を利用することができるため、住民や事業者の負担は大きくないと考えられる。また、行政としても住民及び事業者と宅地液状化に関するリスクコミュニケーションを図るうえで、液状化による戸建て住宅の被害程度の推定結果は有益な情報となる。

【※1 参考資料】

国土交通省都市局
都市安全課：宅地の
液状化被害可能性
判定に係る技術指
針・同解説（案）（平
成25年4月）

【詳細資料編 2-2】

戸建て住宅のめり
込み沈下や傾斜の
簡易評価方法

【※2 参考情報】

スクリーウエイト
貫入試験とは、旧
スウェーデン式サ
ウンディング試験
のこと（令和2年10
月26日にJIS改正）

4-2. 対象とする地震動の強さ

『液状化による宅地の被害リスク』の検討・評価に用いる地震動は、中地震程度の地震動（地表面最大加速度： $\alpha=200\text{gal}$ 、マグニチュード： $M=7.5$ ）を標準とする。

【解説】

『液状化による宅地の被害リスク』の検討・評価にあたっては、戸建て住宅等の供用期間中に発生する可能性の高い地震動レベルや、2011年の東北地方太平洋沖地震での液状化被害の実態（震度5弱～5強程度から液状化被害が発生）を踏まえ、対象とする地震動は、震度5程度の中地震を標準とする^{※3}。なお、中地震程度の地震動条件は、地表面最大加速度： $\alpha=200\text{gal}$ 、マグニチュード： $M=7.5$ とする。

一方、各々の市区町村では地域防災計画等を策定する際、各地域で発生が想定される地震や地震動を設定している。本手引きでは、『液状化による宅地の被害リスク』の評価に際し、中地震程度の地震動を標準とするが、地域防災計画等において各地域で設定している地震動を用いて評価することを妨げるものではない。このため、上記の中地震程度の地震動条件を対象とした『液状化による宅地の被害リスク』を検討・評価したうえで、さらに、中地震程度の地震動を上回る地震動を対象とした検討・評価を行うこともできるが、その場合には検討条件等を慎重に設定する必要がある。

【※3 参考資料】

国土交通省都市局
都市安全課：宅地の
液状化被害可能性
判定に係る技術指
針・同解説（案）（平
成25年4月）

4-3. 資料の収集

『液状化による宅地の被害リスク』の検討・評価にあたっては、ボーリング調査結果等から得られる地盤情報が必要となるため、都道府県や市区町村が保有しているデータの他、国や各機関が公開しているデータを含め、できるだけ多くのデータを収集し活用する。

【解説】

各都道府県では「地震被害想定調査」を実施し、想定する地震に対する震度分布図や、液状化指標値（ P_L 値）等を用いた液状化危険度分布図を公表している。そのため、『液状化による宅地の被害リスク』の検討・評価にあたっては、都道府県が作成・管理している地盤データを活用することが可能と考えられる。なお、地盤データの作成方法や管理方法は都道府県により条件等が異なるため、詳細内容や活用是非については、それぞれの都道府県へ問合せを行って頂きたい。

また、都道府県が保有する地盤データのみでは、『液状化による宅地の被害リスク』の検討・評価を行ううえで不足する場合もあるため、市区町村が保有している地盤データのほか、様々な機関がウェブ等で公開している地盤情報データなどを収集し活用する。表-4.1 及び表-4.2 に、参照可能な地盤情報データベースの例を示す。

表-4.1 主な地盤情報データベース（全国・地域別の例）

【全国的なデータ】			
データベース名	作成主体	内容	参考URL等
国土地盤情報検索サイト Kunijiban	国土交通省、国立研究開発法人 土木研究所、国立研究開発法人 港湾空港技術研究所	国土交通省管内のボーリング柱状図、土質試験結果一覧表、土性図等	http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/
ジオ・ステーション (Geo-Station)	国立研究開発法人 防災科学技術研究所	防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、土木研究所のほか9つの自治体が公開しているデータ (Kunijibanのデータを含む)	https://www.geo-stn.bosai.go.jp/index.html
全国電子地盤図 (ジオステーション内で公表)	公益社団法人 地盤工学会	地域の地盤情報を活用して作成された250mメッシュの表層地盤モデル。33地区のデータが公開されている(2019年2月現在)	https://www.jiban.or.jp/?page_id=432
【地域別のデータ】			
データベース名	作成主体	内容	参考URL等
北海道地盤情報データベース	地盤工学会北海道支部	北海道 有償(CD-ROM)	http://jgs-hokkaido.org/pastweb/hokkaido.html
みちのくGIDAS とうほく地盤情報システム	みちのくGIDAS運営協議会	東北地方	https://www.michinoku-gidas.jp/
ほくりく地盤情報システム	北陸地盤情報活用協議会	北陸地方 (有償・会員制)	https://www.hokuriku-jiban.info/
地盤情報データベース	地盤工学会関東支部	関東地方 (有償「新・関東の地盤」付録DVD)	http://jibankantou.jp/
関西圏地盤情報データベース	関西圏地盤情報ネットワーク	近畿地方 (有償・会員制)	http://www.kg-net2005.jp/
四国地盤情報データベース	四国地方整備局四国技術事務所	四国地方 (有償 CD-ROM)	http://www.skr.mlit.go.jp/yongi/ ※詳細については直接問合せください。
九州地盤共有データベース	地盤工学会九州支部	九州地方 (有償 CD-ROM)	http://jgskyushu.jp/xoops/

表-4.2 主な地盤情報データベース（都道府県・市町村別の例）

【都道府県・市町村】	作成主体	データベース名	内容	参考URL等
	栃木県県土整備部 技術管理課	とちぎ地図情報公開システム	栃木県の土木工事の際に行った 地質調査の結果	https://www.sonicweb-asp.jp/tochigi_pref/
	栃木県県土整備部 建築課	栃木県 地質調査資料	栃木県の公共建築物の建設の際に行った 地質調査の結果	http://www.pref.tochigi.lg.jp/h10/town/jyuutaku/kenchiku/kouji/tishitu.html
	(公財)群馬県 建設技術センター	群馬県ボーリングMap	群馬県	http://www2.gunma-kengi.or.jp/boring/
	埼玉県環境科学 国際センター	地図で見る埼玉の環境 Atlas Eco Saitama	埼玉県	https://www.pref.saitama.lg.jp/a0501/gis/atlaseco.html
	茨城県土木部	(ジオ・ステーションで公表)	茨城県	http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html
	水戸市	(ジオ・ステーションで公表)	水戸市	http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html
	千葉県総務部 情報システム課	ちば情報マップ	千葉県	https://www.pref.chiba.lg.jp/wit/chishitsu/chishitsudb.html
	東京都建設局土木技術支 援・人材育成センター	東京の地盤(GIS版)	東京都	http://doboku.metro.tokyo.jp/start/03-jyuhou/geo-web/00-index.html
	足立区政策経営部 情報システム課	あだち地図情報提供サービス	東京都足立区	https://www.sonicweb-asp.jp/adachi/map?theme=th_6
	新宿区都市計画部 建築指導課	新宿区地盤情報閲覧システム	東京都新宿区	http://www.city.shinjuku.lg.jp/seikatsu/ShinjukuBoring/Default.html
	中央区都市整備部 建築課	中央区地盤情報システム	東京都中央区	https://jiban.city.chuo.lg.jp/chuojiban/
	世田谷区 建築審査課	『世田谷区地盤図』の閲覧・写し	東京都世田谷区	https://www.city.setagaya.lg.jp/mokuji/sumai/002/002/006/d00038443.html
	豊島区都市整備部 建築課	豊島区地図情報システム	東京都豊島区	https://www.city.toshima.lg.jp/319/1904151117.html
	(財)神奈川県 都市整備技術センター	かながわ地質情報MAP	神奈川県	http://www.kanagawa-boring.jp/
	横浜市環境創造局政策調整 部環境科学研究所	横浜市地行政地図情報提供システム 「地盤View」	横浜市	http://www.city.yokohama.lg.jp/
	川崎市環境局環境対策部 環境対策課	ガイドマップかわさき (地質図集)	川崎市	http://kawasaki.geocloud.jp/webgis/?p=0&bt=0&mp=38-2
	(公)岐阜県建設研究 センター	県域統合型GISぎふ (ボーリングデータマップ)	岐阜県	http://www.gis.pref.gifu.jp/
	静岡県交通基盤部 建設技術企画課	静岡県統合基盤地理情報システム (静岡地質情報マップ)	静岡県	http://www.gis.pref.shizuoka.jp/
	鈴鹿市都市整備部 都市計画課 他	鈴鹿市シティサイト (土地情報)	鈴鹿市	http://www.city.suzuka.lg.jp/city/chiri/index.html
	滋賀県土木交通部	(ジオ・ステーションで公表)	滋賀県	http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html
	神戸JBANKUN 運営委員会	神戸JBANKUN	神戸市(有償)	http://www.strata.jp/KobeJibankun/
	島根県土質技術 研究センター	しまね地盤情報配信サービス	島根県(有償)	http://www.shimane.geonavi.net/shimane/top.jsp
	岡山県土木部 技術管理課	おかやま全県統合型GIS	岡山県	http://www.gis.pref.okayama.jp/map/top/index.asp
	徳島県県土整備部 建設管理課	徳島県地盤情報検索サイト Awajiban	徳島県	https://e-awajiban.pref.tokushima.lg.jp/
	高知地盤情報利用 連絡会	こうち地盤情報公開サイト	高知市等	https://publicweb.ngic.or.jp/etc/kochi/index.html
	長崎県土木部	(ジオ・ステーションで公表)	長崎県	http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html
	(公財)鹿児島県 建設技術センター	かごしま地盤情報閲覧システム	鹿児島県	http://www.kago-kengi.or.jp/map/geoMapKiyaku.php

※ここに示した以外にも、地方自治体や民間企業が独自に作成しているデータベースもある

これまで、液状化危険度の検討・評価にあたっては、深度 20m 程度以上の地盤情報を活用することが望ましいとされてきた。しかし、2011 年東北地方太平洋沖地震の調査結果から、表層付近に存在する液状化層が戸建て住宅の液状化被害に大きな影響を与えることが報告された。そのため、深度 20m 程度以上の地盤情報に加え、下水道施設等の設計で実施されたボーリング調査結果、スクリーウエイト貫入試験^{※4}、建築確認申請時の地盤データ等、深度 10m 程度の地盤情報も収集し、『液状化による宅地の被害リスク』の検討・評価に活用することが望ましい。深度 10m 程度の地盤情報を用いた「液状化による宅地の被害リスクの検討・評価事例」については、「詳細資料編 2-1 宅地の液状化被害の可能性判定」を参照されたい。

【※4 参考情報】

スクリーウエイト貫入試験とは、旧スウェーデン式サウンディング試験のこと(令和 2 年 10 月 26 日に JIS 改正)

[詳細資料編 2-1]

宅地の液状化被害の可能性判定

4-4. 宅地の液状化被害の可能性判定及び宅地の液状化危険度マップの作成

本判定は、ボーリング調査結果等の地盤情報から対象地点の非液状化層厚 (H_1)、地表変位量 (D_{cy} 値)、液状化指標値 (P_L 値) を求め、宅地の液状化被害の可能性を判定するものであり、“液状化によって宅地地盤が被害を受ける可能性はどの程度あるのか”を把握するための情報となる。本判定に係る各種の検討・評価は、『国土交通省都市局都市安全課：宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説（案）、平成 25 年 4 月』に従うものとする。

【解説】

宅地の液状化被害の可能性判定は、収集した地盤情報から各層の液状化に対する安全率 (F_L) を算定し、これを基に算定される非液状化層厚 (H_1)、地表変位量 (D_{cy} 値)、液状化指標値 (P_L 値) から図-4.1 及び表-4.3 に示す判定図・判定表を使用し、液状化被害の可能性を 5 区分 3 段階で判定するものである。判定に必要な各パラメータの設定方法や、判定における留意事項等については、『国土交通省都市局都市安全課：宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説（案）、平成 25 年 4 月』※5を参照されたい。なお、液状化安全率 (F_L) の算定にあたっては、最新版の「建築基礎構造設計指針」及び「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」の液状化判定手法に従うこととし、対象地域の液状化に対するニーズや地域特性に応じ、最適と思われる判定手法を利用されたい。ただし、判定に用いた手法については、宅地の液状化危険度マップ等に明示することが必要となる。

宅地の液状化被害の可能性判定結果は『宅地の液状化危険度マップ』としてとりまとめる。この『宅地の液状化危険度マップ』は、250m メッシュでの表示を標準とし、地盤情報が得られないメッシュについては空白表示とする。

[詳細資料編 2-1]
宅地の液状化被害の可能性判定

【※5 参考資料】
国土交通省都市局都市安全課：宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説（案）（平成 25 年 4 月）

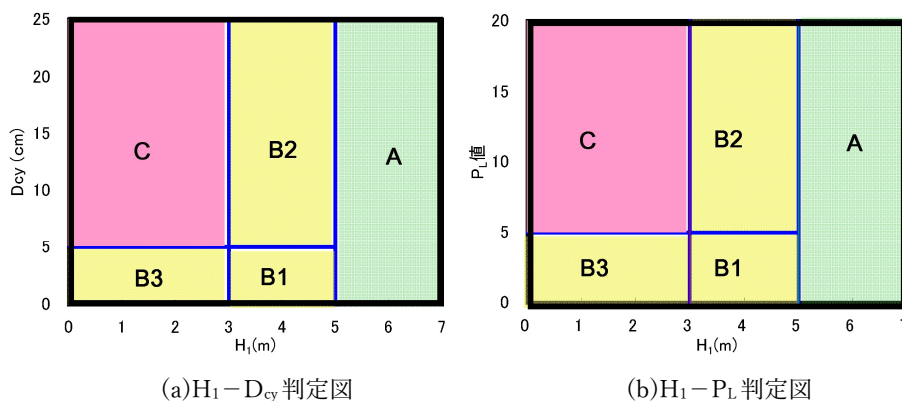


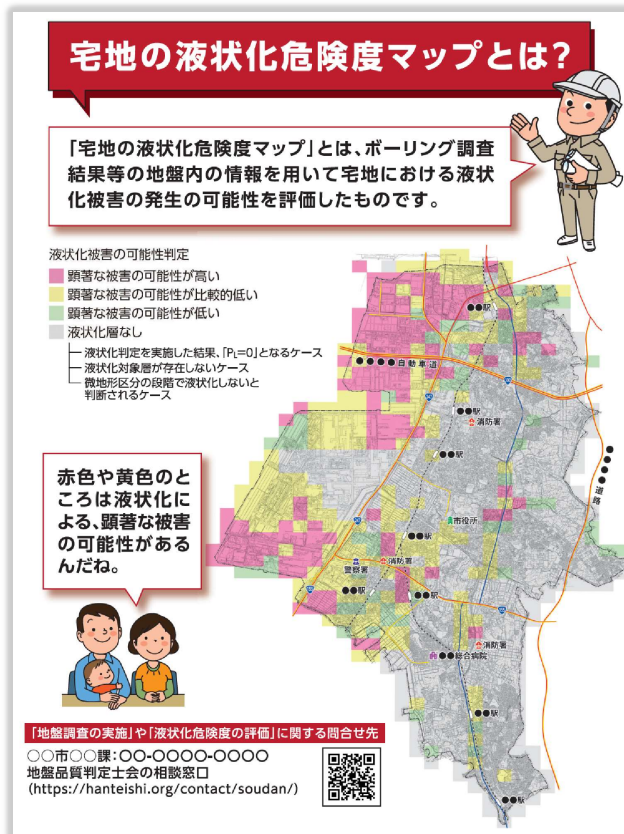
図-4.1 H_1 値、 D_{cy} 値、 P_L 値による判定図

表-4.3(a) $H_1 - D_{cy}$ 判定図の数値表

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

表-4.3(b) $H_1 - P_L$ 判定図の数値表

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



[詳細資料編 4-5]
液状化ハザードマップの作成

図-4.2 住宅地の液状化危険度マップの作成例 (A市)

4-5. 戸建て住宅のめり込み沈下や傾斜の簡易評価

「戸建て住宅のめり込み沈下や傾斜の簡易評価」は、建物荷重が作用している地盤が液状化した時の“戸建て住宅のめり込み沈下量の概算値”を簡易的に評価するものであり、“液状化が発生した場合に戸建て住宅がどの程度の被害を受けるのか”を、具体的にイメージするための情報となる。

【解説】

戸建て住宅のめり込み沈下や傾斜の簡易評価は、地盤を弾性体とみなし、建物荷重が作用している地盤が液状化した時の弾性沈下量を算定^{※6}し、この弾性沈下量を“戸建て住宅のめり込み沈下量の概算値”として簡易的に評価するものである（図-4.3）。また、地震時及び常時において一般に、沈下量自体が大きいほど傾斜量は大きくなり、2011年東北地方太平洋沖地震の際の住宅の液状化被害調査^{※7}から、平均めり込み沈下量と傾斜量の関係が示されている（図-4.4）。図-4.4を用いることで、めり込み沈下量から戸建て住宅の傾斜量の概算値を推定できる。

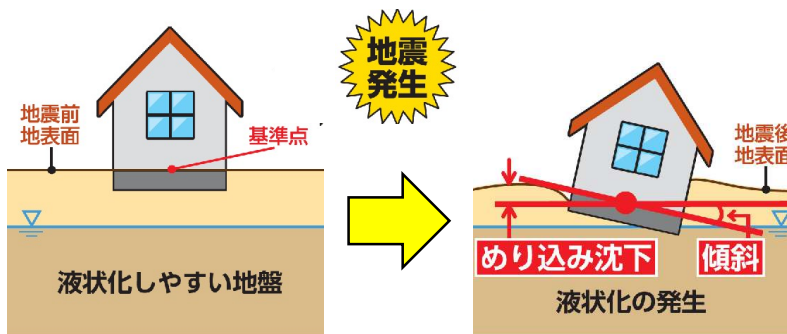


図-4.3 液状化による戸建て住宅の被害イメージ^{※8}

（「(公社)地盤工学会関東支部：液状化から戸建て住宅を守るための手引き」に一部加筆）

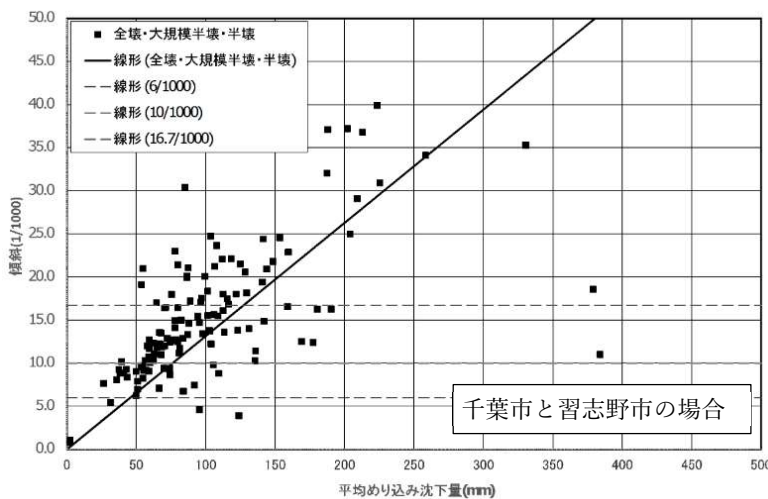


図-4.4 戸建て住宅のめり込み沈下量と傾斜量の関係^{※9}

【※6 参考資料】

日本建築学会：建築基礎構造設計指針（2019改定）

【※7 参考資料】

橋本, 安田, 山口 (2012): 東北地方太平洋沖地震による液状化被災地区における住宅の傾斜とめり込み沈下量の関係. 第47回地盤工学研究発表会(八戸), 2012年7月.

【※8 参考資料】

(公社)地盤工学会関東支部：造成宅地の耐震対策に関する研究委員会報告書「液状化から戸建て住宅を守るための手引き」(平成25年5月)

【※9 参考資料】

国土交通省都市局都市安全課：市街地液状化対策推進ガイドランス(令和元年6月)

戸建て住宅の液状化被害は、宅地地盤の情報に加え、建物荷重など個別の条件により異なるため、本手法を用いた評価は、住民及び事業者が各々の条件で実施することを想定している。例えば、『地域の液状化発生傾向図』や『宅地の液状化危険度マップ』により、住宅を使用、もしくは所有する住民及び事業者が、液状化による宅地の被害リスクを認識した場合（判定結果がC判定、もしくは、B3～B1判定となる）には、地盤調査等を実施すれば、本手法を用いて液状化による住宅の被害程度を推定することができる。さらに、地盤調査結果は液状化対策の検討時にも活用できる。また、行政としても住民及び事業者と宅地液状化に関するリスクコミュニケーションを図るうえで、液状化による戸建て住宅の被害程度の推定結果は有益な情報となる。さらに、この「戸建て住宅のめり込み沈下量や傾斜量」を、内閣府公表の被害認定フロー（図-4.5）に適用することで、液状化による戸建て住宅の被害程度も推定可能となる。

なお、「戸建て住宅のめり込み沈下や傾斜の簡易評価」は、液状化被害の概算を目的としたものであり、実務レベルにおける液状化対策の計画や具体的な設計に活用できる精度は確保されていないことに留意されたい。以下、戸建て住宅のめり込み沈下量の算定方法の概要を示す。詳細な検討・評価方法については、「詳細資料編 2-2 戸建て住宅のめり込み沈下や傾斜の簡易評価方法」を参照されたい。

[詳細資料編 2-2]
戸建て住宅のめり
込み沈下や傾斜の
簡易評価方法

<戸建て住宅のめり込み沈下や傾斜の算定方法の概要>

- ① 住宅条件（荷重、基礎の短辺長さ・長辺長さ）を設定する。
- ② 収集した地盤情報に基づき、検討対象とする住宅直下の地盤状況や地盤特性を設定し、各層の液状化に対する安全率（ F_L 値）を算定する。
- ③ ②で算定した F_L 値から、液状化対象層ごとの剛性低下率を求め、「日本建築学会：建築基礎構造設計指針(2019 改訂)」の『スタインブレナーの近似解』により、めり込み沈下量を算定する。
- ④ 過去の地震から得られた『めり込み沈下と傾斜の関係図（図-4.4）』などを参照し、予測される傾斜量を算定する。
- ⑤ 図-4.5 に示す被害認定フローに従い、めり込み沈下量や傾斜量から戸建て住宅の被害程度を推定する。

【例：住宅基礎高：30cm、めり込み沈下量：20cm の場合】

・ $30\text{cm} - 20\text{cm} = 10\text{cm}$

・ 基礎の天端下 10cm までの部分が地盤面下に潜り込み ⇒ 半壊

<被害認定フロー（液状化等の地盤被害による被害）>

【第1次調査】

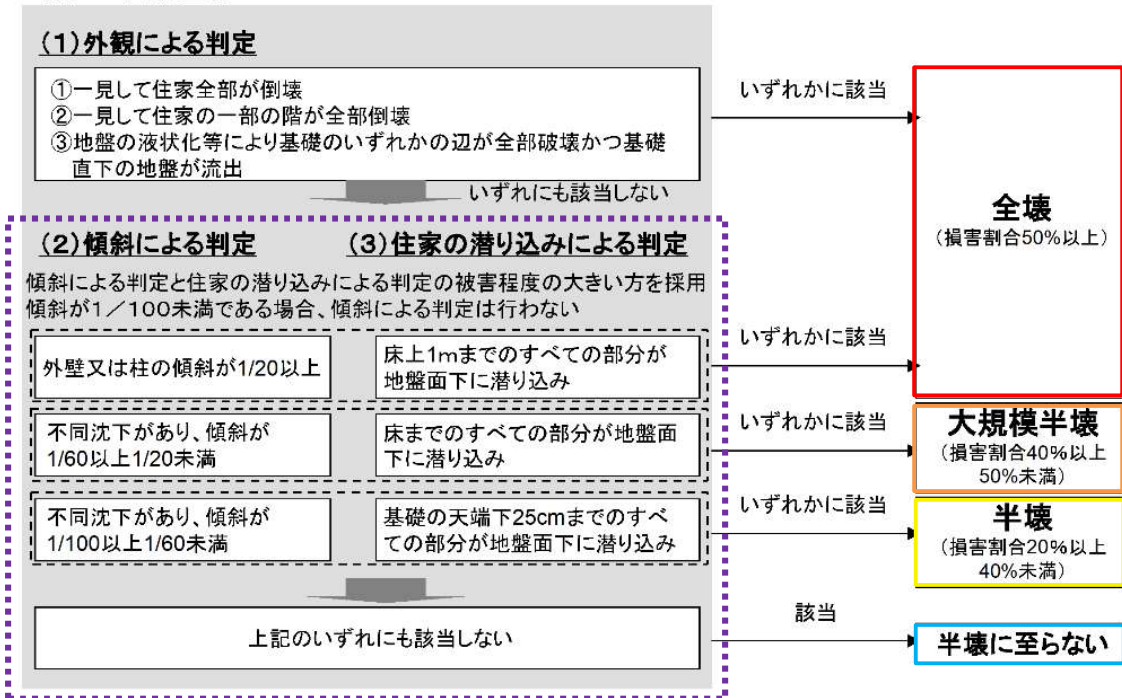


図-4.5 液状化等の地盤災害による被害認定フロー

(「内閣府（防災担当）：災害に係る住家の被害認定基準運用指針（平成30年3月）」に一部加筆)

【参考：2011年東北地方太平洋沖地震における戸建て住宅の被害】

表-4.4に、液状化被害が集中した千葉県我孫子市（都～布佐西地区）、茨城県潮来市（日の出地区）、千葉市美浜区（磯辺8丁目地区）、茨城県神栖市（堀割地区）における被災後の建物調査結果^{※10}より、本手引きに示す方法から算定した『めり込み沈下量』とその『被害程度（調査結果^{※10}を基に図-4.5に示す被害認定フローより判定）』の関係を整理したものを示す。この表より、液状化被害が集中した地区では、めり込み沈下量の値5cm及び7.5cmが1つの目安値となり、被害程度が変化すると推察される。

表-4.4 戸建て住宅のめり込み沈下量と被害程度の関係

めり込み沈下量	被害程度
5cm未満	半壊に至らない
5cm～7.5cm	半壊に至らない～半壊
7.5cm以上	半壊以上

↑ 小
↓ 大

【※10 参考資料】

橋本, 安田, 山口 (2012): 東北地方太平洋沖地震による液状化被災地区における住宅の傾斜とめり込み沈下量の関係. 第47回地盤工学研究発表会 (八戸), 2012年7月.

