

東京都建築物液状化対策検討委員会

検討報告「中間のまとめ」

平成24年5月21日

東京都建築物液状化対策検討委員会

はじめに

昨年3月に発生した東日本大震災は、我が国で観測史上初となるマグニチュード9.0を記録し、想定外の大きさによる大津波により、東北地方から関東地方に至る東日本の太平洋岸全体にわたり、壊滅的な被害をもたらしました。

また、その大津波に襲われた東京電力福島第一原子力発電所では電源設備が破壊されたことなどにより、放射性物質が広範囲に拡散するなど、未曾有の大惨事となりました。

液状化に関しては、震源から遠く離れた都内において、臨海部だけではなく内陸部でも発生し、区部東部の5区で建築物が傾くなどの被害が生じました。

こうしたことを踏まえ、木造住宅などの建築物を対象とした液状化対策を検討するため、昨年7月、地盤工学などの専門家などから構成される「東京都建築物液状化対策検討委員会」が設置されました。

また、昨年11月、今後の東京の防災対策の方向性と具体的な取組を示すことを目的として、東京都により「東京都防災対応指針」が策定されました。この指針では、液状化対策として、「インフラ施設等の被害防止」とともに、「液状化に係る情報提供」が位置づけられています。

液状化による建物被害に備えていくためには、建て主や建物所有者が建築物における敷地の地盤の状況を把握し、液状化の発生の可能性や建築物への影響などについて、設計者などの専門家と相談しながら、適切な対策を検討していくことが必要です。

このような考えのもと、東京都建築物液状化対策検討委員会では、東日本大震災において液状化により建物被害が生じた地区を対象に地盤調査を実施し、地盤特性を把握するなどの検討を進め、このたび、これまでの検討内容を「中間のまとめ」として取りまとめました。

今後は、都民の皆様が的確な判断の下に液状化対策を講じていくことができるよう、東京都が取り組む必要がある対策について更に検討を進めてまいります。

目 次

1	液状化対策の基本的な考え方	1
2	東日本大震災での液状化による建物被害	3
3	東日本大震災で液状化により建物被害が発生した地区における地盤調査等	6
	(1) 地盤調査の実施	6
	(2) 建物被害が発生した地点における地盤特性等の把握及び建物被害が発生していない地点との比較	7
	(3) 液状化判定の結果と液状化発生の有無との関係	14
	(4) 液状化判定におけるスウェーデン式サウンディング試験の有用性	17
4	地盤調査データを活用した情報提供	20
5	アドバイザーの育成など相談体制の整備	21
6	今後の検討内容	22

参考資料

液状化に関する被害想定	26
用語の解説	27
東京都建築物液状化対策検討委員会委員名簿	34
東京都建築物液状化対策検討委員会設置要綱	35
東京都建築物液状化対策検討委員会の議事経過	37

1 液状化対策の基本的な考え方

① 東京都防災対応指針における対応策

東京都は、昨年3月の東日本大震災を踏まえ、同年11月、今後の東京の防災対策の方向性と具体的な取組を示すため、「東京都防災対応指針」を策定しました。この指針では、東日本大震災の教訓として、「未曾有の大震災に対応するためには、自助・共助・公助それぞれの取組の強化はもとより、それを担う個々の主体の連携や施策の相互補完など、東京の総力を結集した防災対策の構築が必要」としています。

同指針では、図1-1に示すとおり液状化対策が位置づけられています。

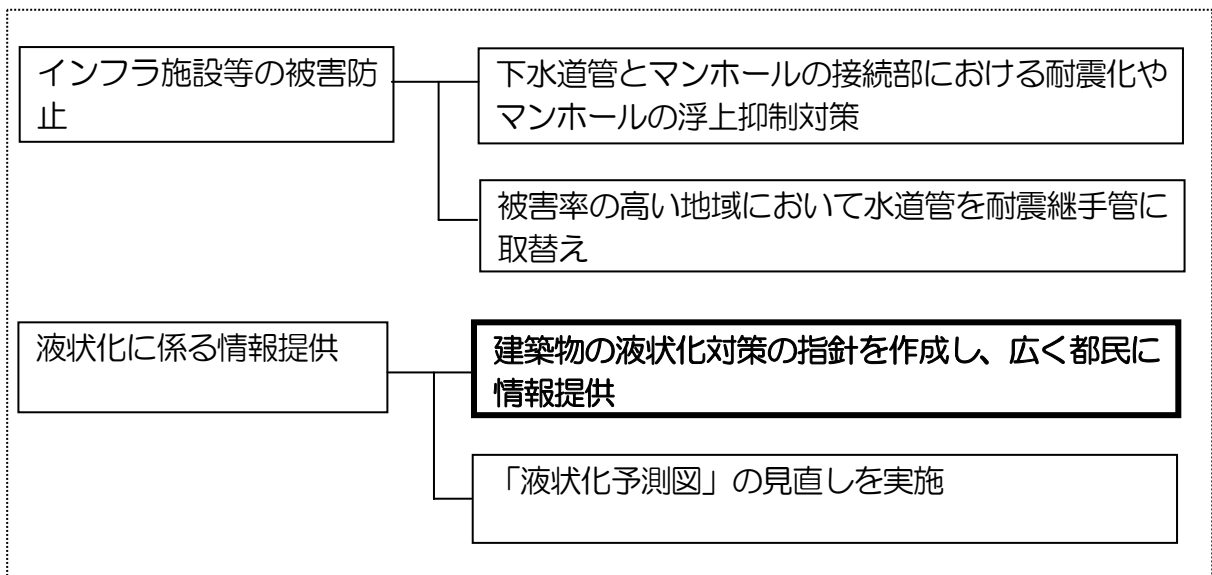


図1-1 東京都防災対応指針における主な対応策

東京都建築物液状化対策検討委員会（以下「本委員会」といいます。）では、東日本大震災における建物などの被害の状況や、「東京都防災対応指針」で示された東京都の液状化対策などを踏まえて、木造住宅などの建築物を対象とした液状化対策について、専門的な観点から検討を進めています。

② 液状化対策の基本的な考え方

地震によって発生した液状化により住宅などの建築物が被害を受けると、建物内での生活が困難となり、地盤への対策や建築物の補修が必要となるなど、大きな影響を受けることとなります。

地盤の液状化による建物被害に備えていくためには、建て主や建物所有者が、敷地の地盤の状況を把握し、液状化の発生の可能性や建築物への影響などについて、設計者などの専門家と相談しながら適切な対策を検討していくことが必要です。

このため、東京都が区市などの関係団体と連携し、建て主、建物所有者、設計者などに対して、地盤の状況を把握するための調査方法や液状化対策工法、既存の地盤調査データなどについて、広く情報を提供していくとともに、安心して相談できる環境を整備していくことが重要です。

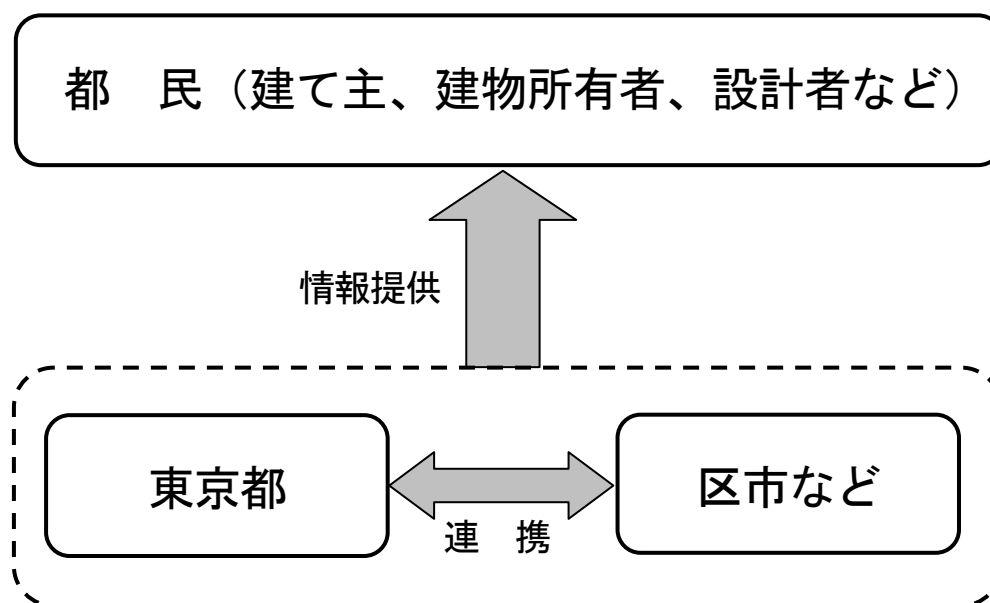


図1-2 液状化対策の基本的な考え方

2 東日本大震災での液状化による建物被害

① 広範囲で発生した液状化

東日本大震災は、観測史上初となるマグニチュード 9.0 を記録し、大きな被害をもたらしました。被災地である東北地方はもとより、関東地方の広範な地域において、公共施設や道路、住宅などで液状化による被害が生じました。

関東地方では、千葉県浦安市において市内の約 85% の広い範囲で液状化が発生し、戸建住宅など小規模建築物約 3,700 棟が半壊以上（1/100 以上の傾斜が生じた建築物など）の被害を受けるなど、甚大な被害が生じました。

また、埼玉県久喜市や茨城県潮来市などの内陸部においても液状化が発生し、多くの住宅が傾くなどの被害が生じました。

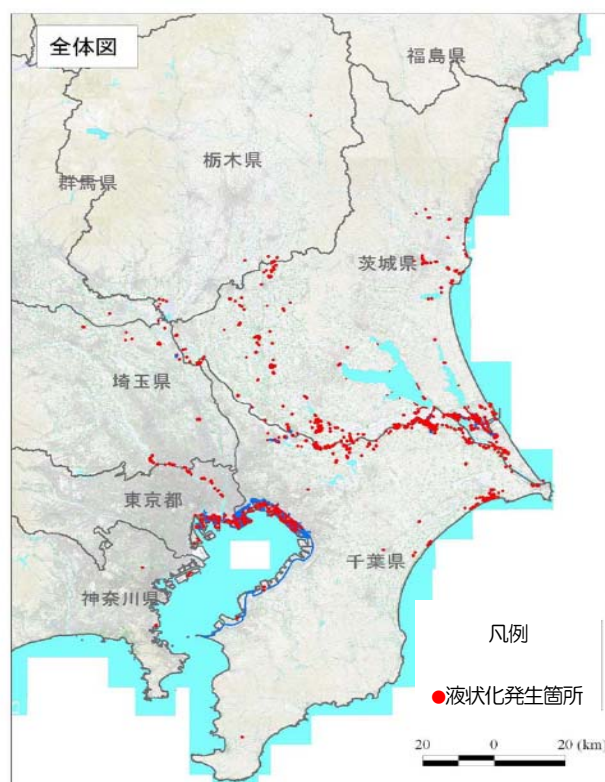


図 2-1 関東地方の液状化発生箇所の分布（全体図）

（出典：「東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明報告書」（平成 23 年 8 月、国土交通省関東地方整備局・公益社団法人地盤工学会）

② 都内における建物被害の状況

都内では、江東区、葛飾区、江戸川区など9区において液状化現象が確認され、うち5区で建物被害が発生しました。東日本大震災は、東京から約500キロメートル離れた東北地方の太平洋沖で発生した地震がもたらした災害でしたが、臨海部の埋立地だけではなく、荒川沿いや江戸川沿いの、かつて湿地や水田を埋め立てた内陸部でも建物被害が発生しました。

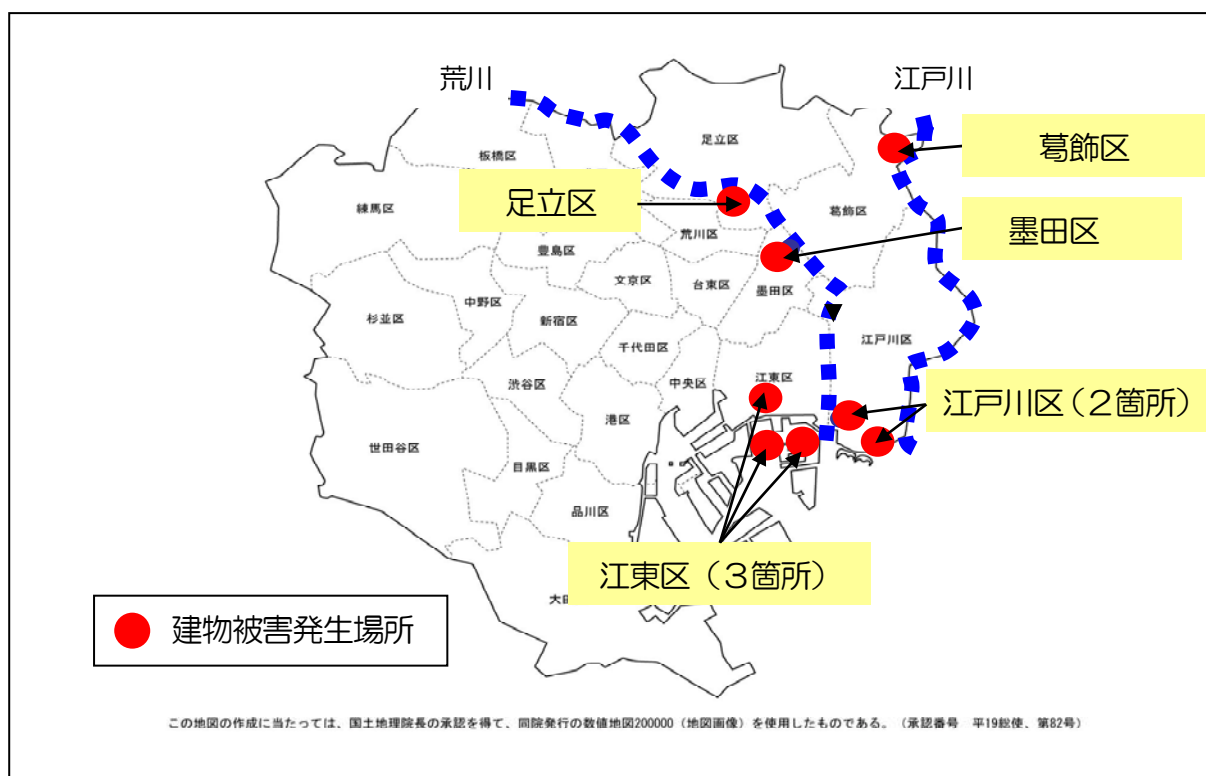


図2-2 液状化による建物被害発生場所（平成23年6月、各区からの報告による）

建築物には傾きが発生し、また、建築物の基礎や土間には亀裂などが生じました。被害が生じた建築物は、いずれも杭基礎を用いずに建築物を直接地盤に支持させる直接基礎のもので、被害の程度は一部損壊、半壊及び大規模半壊（被害の程度については、27 ページからの「用語の解説」を参照）でした。表2-1にその概要を示します。

表 2-1 建築物の被害状況

区名	建築物の被害状況
江東区	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄骨造2階建てなどで、建築物の傾きが発生 ・土間に沈下や亀裂損傷が発生
	<ul style="list-style-type: none"> ・木造3階建てで、建築物の傾きが発生
足立区	<ul style="list-style-type: none"> ・木造2階建てで、建築物の傾きが発生
葛飾区	<ul style="list-style-type: none"> ・木造2階建てなどで、建築物の傾きが発生 ・土間に亀裂損傷が発生、建築物の基礎に亀裂が発生
江戸川区	<ul style="list-style-type: none"> ・木造2階建てなどで、建築物の傾きが発生 ・鉄骨造平屋建てで、基礎が沈下
墨田区	<ul style="list-style-type: none"> ・木造2階建てなどで、建築物の傾きが発生

3 東日本大震災で液状化により建物被害が発生した地区における地盤調査等

(1) 地盤調査の実施

液状化による建物被害に備えていくためには、どのような地盤で液状化が発生しやすいのか、地盤の特性を把握することが重要です。このため、本委員会では、東日本大震災で液状化による建物被害が発生した8地区（臨海部5地区及び内陸部3地区）について、東京都が行った地盤調査の結果に基づき、以下の事項に着目して検討を行いました。

- ・ 建物被害が発生した地点における地盤特性等の把握及び建物被害が発生していない地点との比較
- ・ 液状化判定の結果及び液状化発生の有無との関係

また、木造住宅など小規模建築物の敷地において、地盤の状況を調査した上で、液状化の可能性を把握していく場合を想定し、スウェーデン式サウンディング試験を活用した液状化の判定方法についても検討を行いました。

（次ページ以降で、調査内容や結果などを記載）

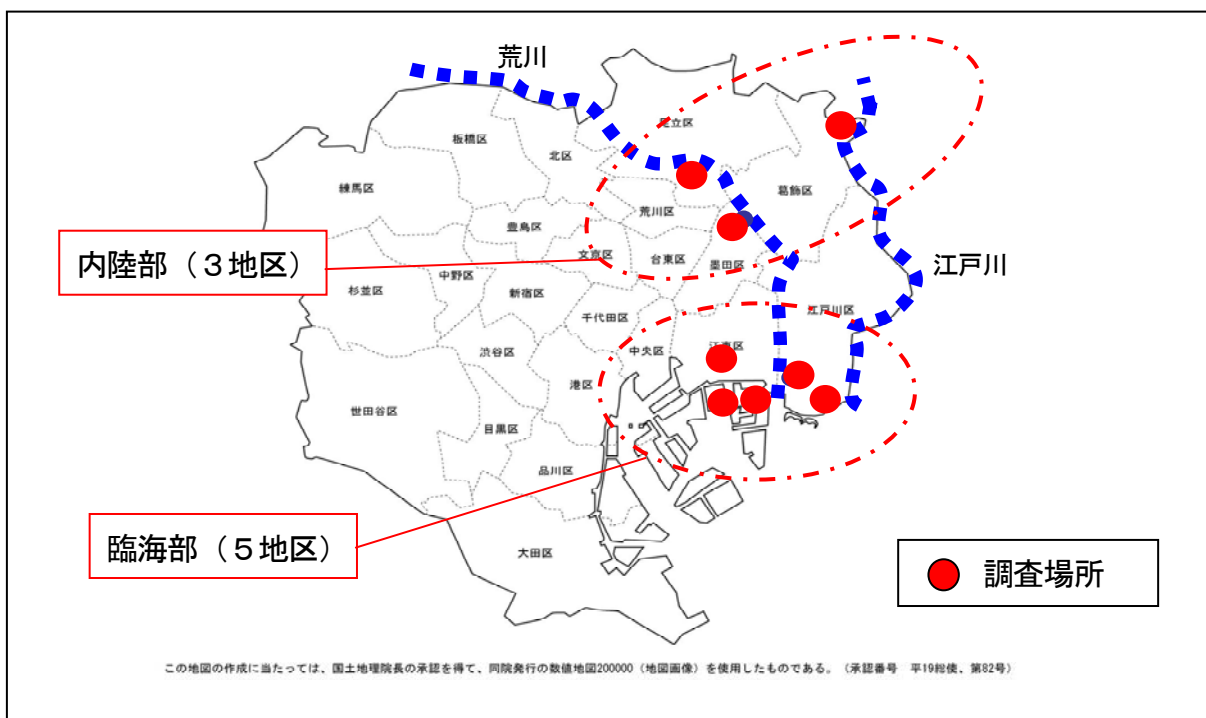


図3-1 地盤調査の場所

(2) 建物被害が発生した地点における地盤特性等の把握及び建物被害が発生していない地点との比較

① 調査内容

東日本大震災で液状化により建物被害が発生した地区（図3-1に示す8地区。内訳は、臨海部5地区及び内陸部3地区）において、液状化が発生した敷地や道路などでボーリング調査（標準貫入試験。図3-2参照）を行い、その調査地点の地盤特性を把握しました。具体的には、調査地点における標準貫入試験により、表3-1に示すN値及び地下水位を測定するとともに、調査時に採取した土を用いて土質に関する試験を実施し、表3-2に示す粒径分布や細粒分含有率を求めた上で、FL値を算出しました。

表3-1 現場調査

N値	地盤の硬さ・強さを表す数値 N値が大きいほど強固な地盤、N値が小さいと軟弱な地盤 N値を求める試験を標準貫入試験（JIS A 1219）という。
地下水位	地表面を基準として測った地下水までの深さ

表3-2 室内試験

粒径分布	土は土粒子と呼ばれる様々な大きさ（粒径）の鉱物で構成される。土に含まれる土粒子を粒径毎に重量比率を分布として表したものの。
細粒分含有率	土粒子のうち特に粒径が小さいものの重量比率
FL値※1	地層が液状化するかどうかを判定する指標 1.0以下だと液状化する可能性があるとは判断される。

※ 「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会編集・発行）に基づき算出

次に、調査地点の付近に位置し、建物被害が発生していない地点における既存の地盤調査データから表3-1及び表3-2に示す項目の値からFL値などを算出し、建物被害が発生した地点と発生していない地点との比較を行い、建物被害発生の有無と土地の履歴（地歴）や地盤特性との関係を把握しました。

なお、ボーリング調査（標準貫入試験）の地点を含む液状化により建物被害が発生した一定の区域を「地区」と定義します（図3-3参照）。

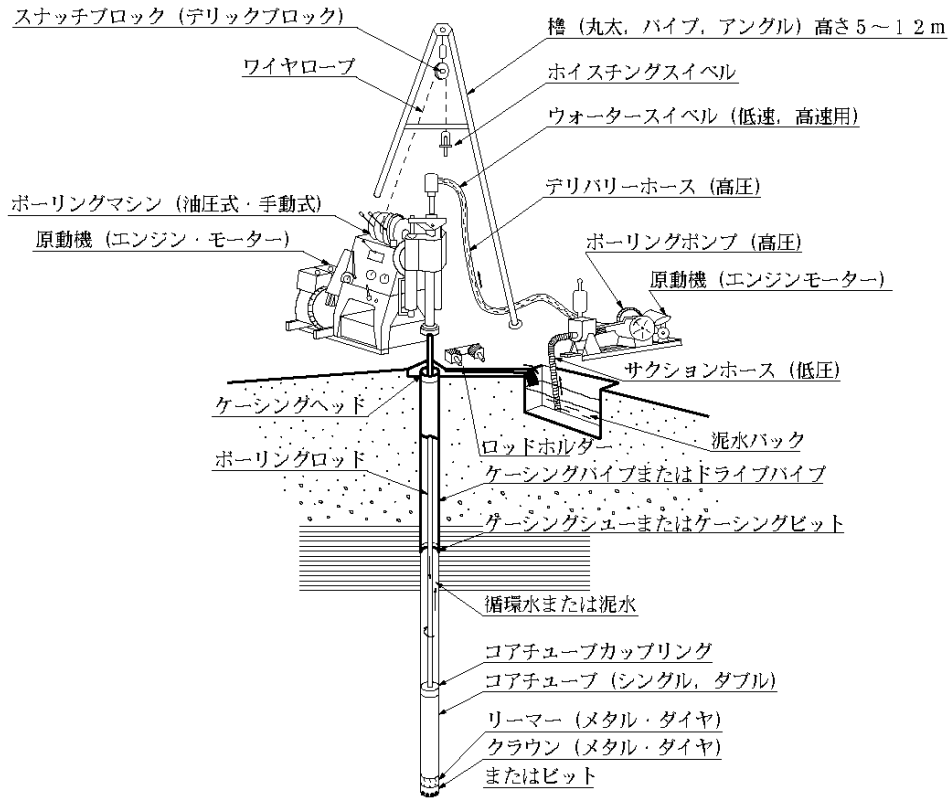


図3-2 ボーリング調査（標準貫入試験）

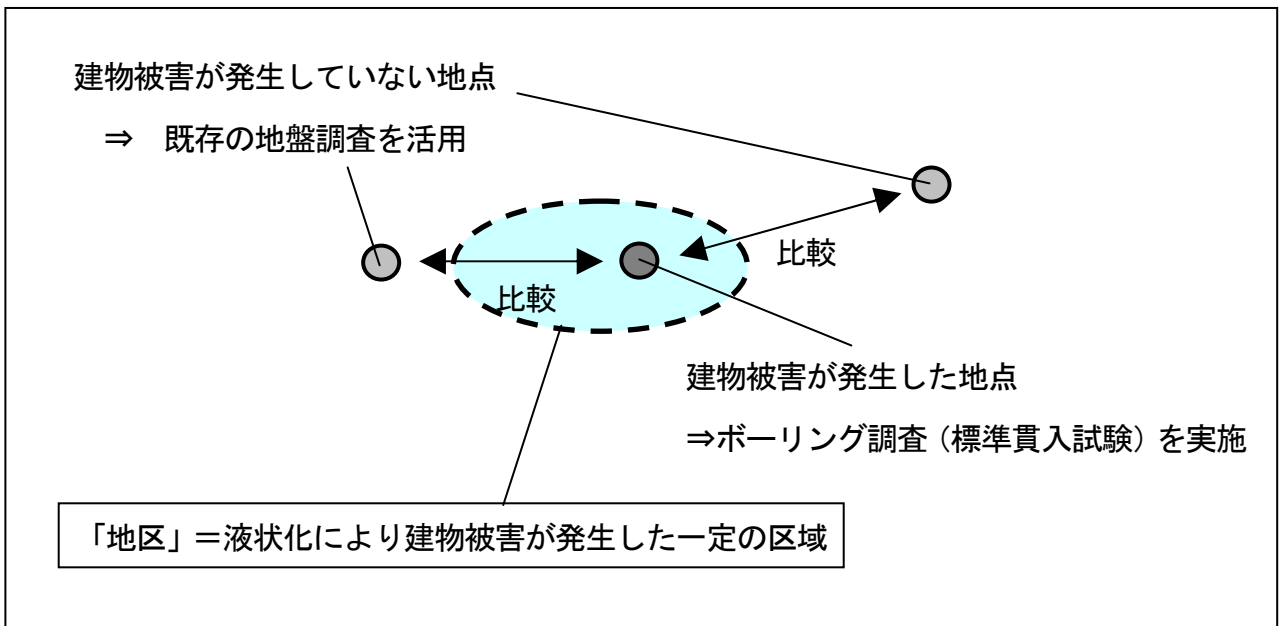


図3-3 「地区」や建物被害が発生した地点などの概念図

② 臨海部における調査結果

◆土地の履歴

- ・ 5地区（江東区内で液状化により建物被害が発生した3地区及び江戸川区内で液状化により建物被害が発生した2地区）とも、昭和30年代以降に海を埋め立てた比較的新しい埋立地である。
- ・ 江戸川区内で液状化により建物被害が発生した2地区の付近に位置する建物被害が発生していない地点は、それぞれ明治時代に海を埋め立てた埋立地である。
- ・ 江東区内で液状化により建物被害が発生した3地区における建物被害が発生した地点と、その付近に位置する建物被害が発生していない地点とでは、埋め立て年代に差は見られない。

◆地盤特性

- ・ 建物被害が発生した地点における「埋め立て地・盛土」の厚さは6～11m程度であり、内陸部の3地区よりも厚い。
- ・ 建物被害が発生した地点における「埋め立て地・盛土」では砂質土が多く、建物被害が発生していない地点では粘性土が多い。
- ・ 建物被害が発生した地点における「埋め立て地・盛土」の砂層のN値は比較的小さい値となっている。
- ・ 建物被害が発生した地点において、地下水位よりも下の「埋め立て地・盛土」及び有楽町層上部の砂質土層のFL値は、ほぼ1.0以下である。

臨海部において建物被害が発生した地点における地盤の概念図を図3-4に、建物被害が発生した地点の地盤の柱状図の一例を図3-5に、それぞれ示します。



図3-4 臨海部の建物被害が発生した地点における地盤の概念図

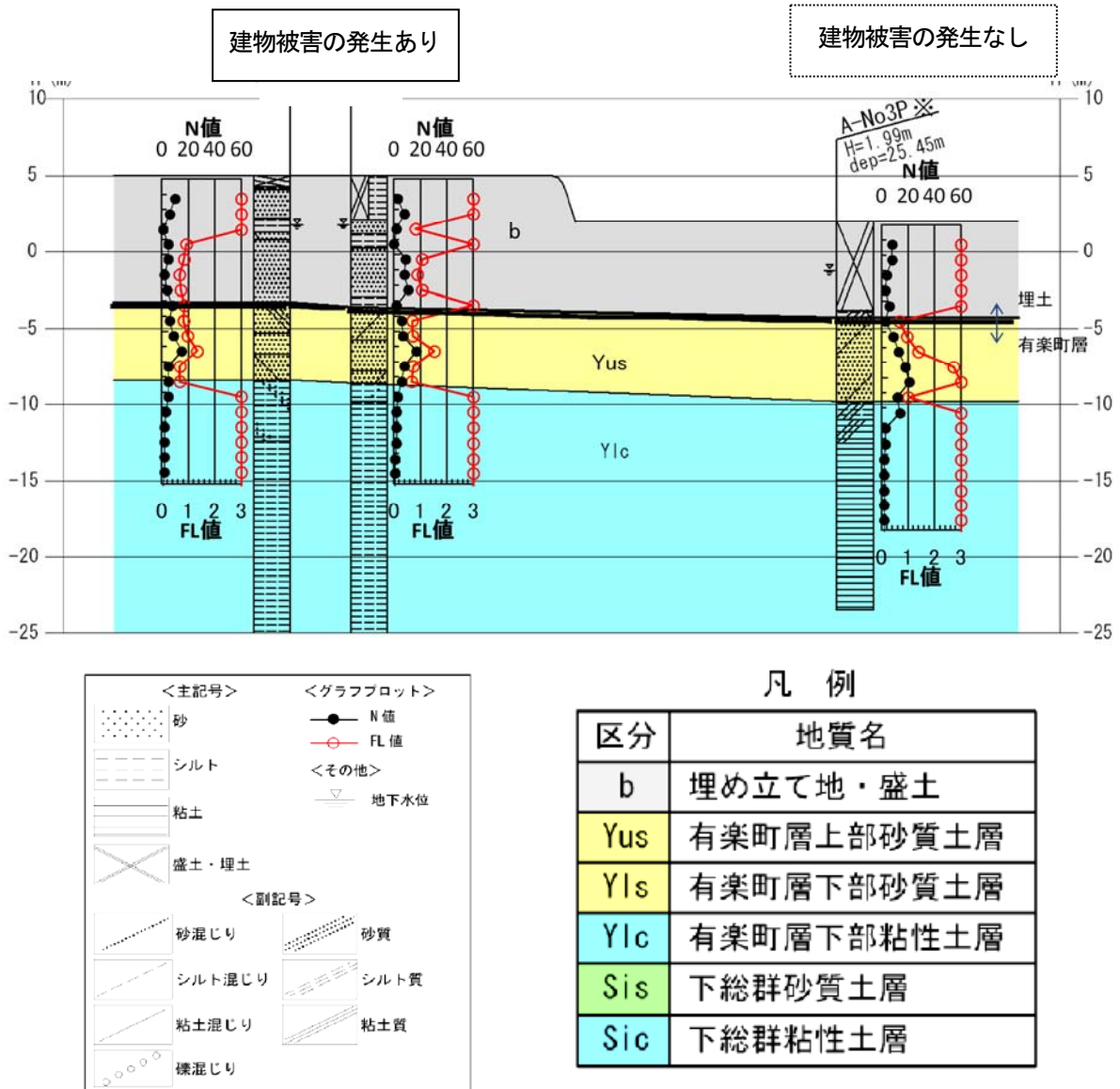


図3-5 臨海部の建物被害が発生した地点における地盤の柱状図(例)

③ 内陸部における調査結果

◆土地の履歴

- ・ 葛飾区内の液状化により建物被害が発生した地区は、昭和30年代以降に溜池を埋め立てた場所とほぼ一致した。
- ・ 墨田区及び足立区の建物被害が発生した地点と建物被害が発生していない地点は、それぞれ湿地や水田を埋め立てた場所に位置しており、両者に差は認められない。

◆地盤特性

- ・ 建物被害が発生した地点における「埋め立て地・盛土」の厚さは2～3m程度。臨海部の5地区よりも薄い。
- ・ 「埋め立て地・盛土」について、墨田区及び足立区の地区では、建物被害が発生した地点では砂質土が多く、建物被害が発生していない地点では粘性土が多い。また、葛飾区の地区では、建物被害が発生した地点は、建物被害が発生していない地点よりも「埋め立て地・盛土」の層厚が厚い。
- ・ 建物被害が発生した地点において、地下水位よりも下の「埋め立て地・盛土」及び有楽町層上部の砂質土層のF L値はほぼ1.0以下である。

内陸部において建物被害が発生した地点における地盤の概念図を図3-6に、建物被害が発生した地点の地盤の柱状図の一例を図3-7に、それぞれ示します。



図3-6 内陸部の建物被害が発生した地点における地盤の概念図

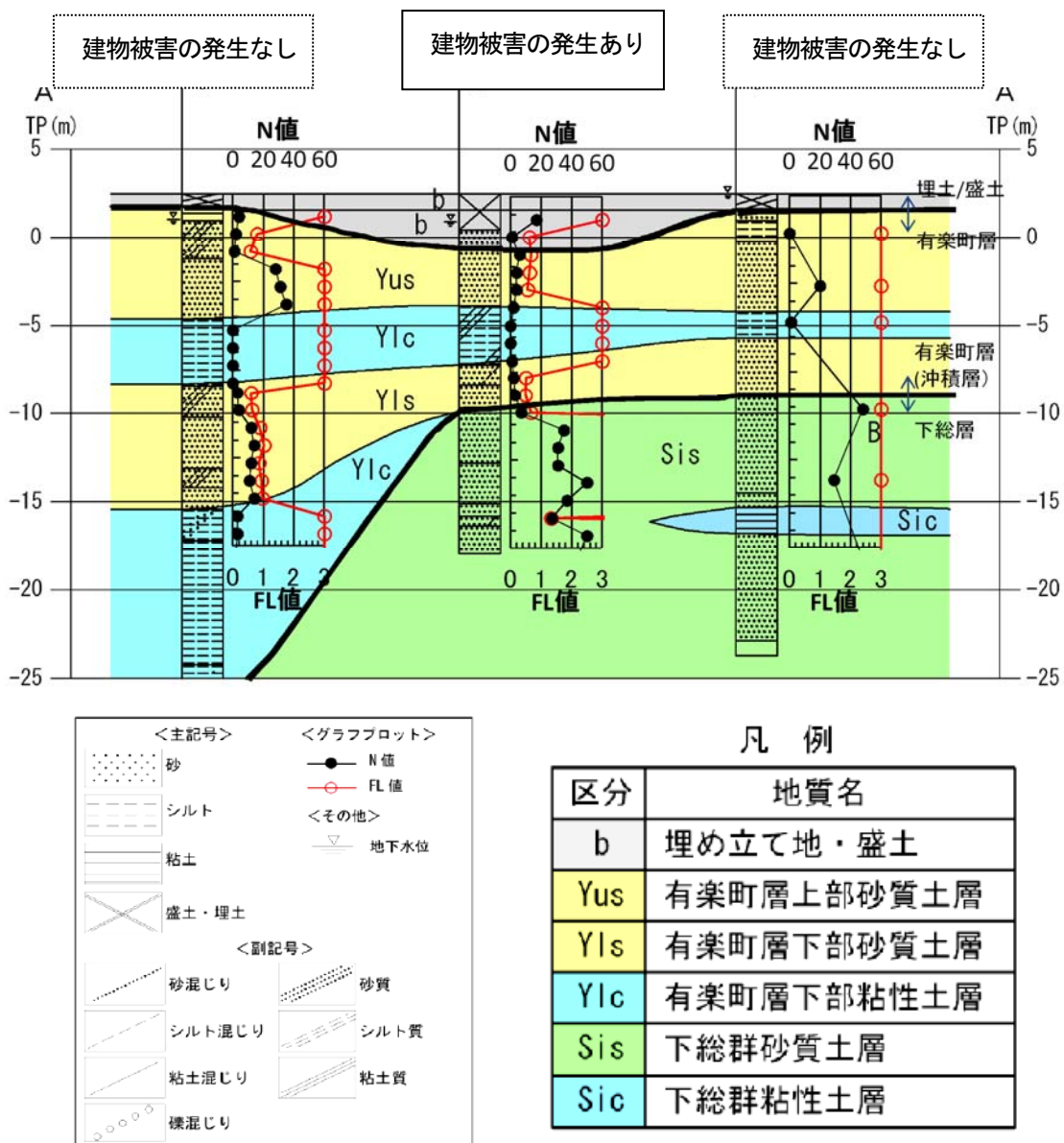


図3-7 内陸部の建物被害が発生した地点における地盤の柱状図 (例)

④ まとめ

臨海部及び内陸部とも、土地の履歴や地盤調査結果により得られたデータから総合的に判断すると、地下水位よりも下の「埋め立て地・盛土」の地層で液状化が発生した可能性があります。

また、その下に位置する有楽町層上部の砂質土層のFL値がほぼ1.0以下であることから、この層も液状化が発生した可能性は否定できません。

液状化の発生の可能性を判断するために実施する地盤調査の深さについては、こうしたことを踏まえて決める必要があります。

臨海部、内陸部とも液状化により建物被害が発生した地点は、臨海部の埋立地だけでなく、かつて湿地や水田を埋め立てた内陸部の場所でした。こうしたことから、建て主や建物所有者が対策を検討していくために、土地の履歴や地盤の特性を把握していくことが重要です。しかし、建物被害が発生した地点と、建物被害が発生していない地点において、土地の履歴による差が認められない場所もありました。

(3) 液状化判定の結果と液状化発生の有無との関係

① 調査内容

以下の3つの事項と液状化発生の有無との関係について、それぞれ把握しました。

- ・FL法による液状化判定の結果
- ・PL法（27ページからの「用語の解説」を参照）による液状化危険度の結果
- ・液状化に伴う予測地盤変位量の略算値（ D_{cy} ：27ページからの「用語の解説」を参照）の結果

② 調査結果

FL法による液状化判定の結果と液状化発生の有無との関係は、表3-3のとおりです。

表3-3 FL法による液状化判定の結果と液状化発生の有無との関係

		液状化発生の有無		合計
		有 ^{※2}	無 ^{※3}	
判定結果	$FL \leq 1$ ^{※1}	12 ^{※4}	25	37
	$FL > 1$	0	3	3
合計		12	28	40

※1 1地点において、一つの深さのFL値が1.0以下の場合、「 $FL \leq 1$ 」としている。

※2 東日本大震災により建物被害が発生した地点及び「東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態説明報告書」（平成23年8月、国土交通省関東地方整備局・公益社団法人地盤工学会）による液状化発生推定範囲内の地点

※3 上記※2以外の地点

※4 液状化による建物被害が発生した8地点+液状化した場所の既存ボーリングデータ4地点

参考として、国土交通省の「液状化対策技術検討会議」が平成23年8月に公表した関東地方における液状化が発生した箇所についての調査結果の抜粋を表3-4に示します。

表3-4 東日本大震災での実態と判定結果の比較

		被害実態		合計
		液状化発生箇所※1	非液状化箇所※2	
判定 結果	液状化 (FL ≤ 1)	53	35	88
	非液状化 (FL > 1)	0	24	24
合計		53	59	112

(平成23年8月31日、国土交通省のホームページ「液状化対策技術検討会議」における検討について、【資料2】「液状化対策技術検討会議」検討概要、液状化判定法 (FL 法) の検証) を参考)

※1 現地調査により砂や水が噴出したことが確認された場所及び航空写真等により液状化の発生範囲の広がりを補完して推定した場所

※2 液状化発生箇所以外の箇所

PL法による液状化危険度の結果と液状化発生の有無との関係は、表3-5のとおりです。

表3-5 PL法による液状化危険度の結果と液状化発生の有無との関係

		液状化の危険度 ※1	液状化発生の有無		合計
			有※2	無※3	
判定 結果 (PL法)	PL ≤ 5	低い	0	10	10
	5 < PL ≤ 15	高い	9	17	26
	PL > 15	極めて高い	3	0	3
合計			12	27※4	39

※1 「建築構造設計指針2010」(東京都建築構造行政連絡会・監修、社団法人東京都建築士事務所協会・発行)

※2 東日本大震災により建物被害が発生した地点及び「東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明報告書」(平成23年8月、国土交通省関東地方整備局・公益社団法人地盤工学会) による液状化発生推定範囲内の地点

※3 上記※2以外の地点

※4 1地点は、地盤調査の実施後に埋め立てられ、地盤高が変更されたため、算出していない

液状化に伴う予測地盤変位量の略算値(Dcy)の結果と液状化発生の有無との関係は、表3-6のとおりです。

表3-6 液状化に伴う予測地盤変位量の略算値(Dcy)の結果と液状化発生の有無との関係

		液状化の危険度 ^{※1}	液状化発生の有無		合計
			有 ^{※2}	無 ^{※3}	
地盤変位量の略算値 Dcy (cm)	Dcy=0	なし	0	3	3
	Dcy≤5	軽微	0	7	7
	5<Dcy≤10	小	5	12	17
	10<Dcy≤20	中	7	5	12
合計			12	27 ^{※4}	39

※1 「建築構造設計指針2010」(東京都建築構造行政連絡会・監修、社団法人東京都建築士事務所協会・発行)

※2 東日本大震災により建物被害が発生した地点及び「東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明報告書」(平成23年8月、国土交通省関東地方整備局・公益社団法人地盤工学会)による液状化発生推定範囲内の地点

※3 上記※2以外の地点

※4 1地点は、地盤調査の実施後に埋め立てられ、地盤高が変更されたため、算出していない。

③ まとめ

本委員会が実施したFL法による液状化判定の結果は、以下のとおりでした。

- ・液状化の発生した地点は、すべてFL値が1.0以下であった。
- ・FL値が1.0を超えた地点では、液状化現象が見られなかった。

なお、国土交通省の液状化対策技術検討会議の調査結果においてもほぼ同様の結果が得られています。

また、本委員会が実施したPL値及び液状化に伴う予測地盤変位量の略算値(Dcy)の調査結果は、以下のとおりでした。

- ・液状化発生した地点のPL値は、全て5を超えていた。
- ・液状化発生した地点のDcyは、全て5を超えていた。

(4) 液状化判定におけるスウェーデン式サウンディング試験の有用性

① 調査内容

木造住宅など小規模建築物を対象とした地盤の調査方法として、スウェーデン式サウンディング試験（以下「SWS試験」とします。）が多く用いられています。このSWS試験について、液状化の判定を行うための地盤調査方法として有用性があるかどうかを確認するため、SWS試験と土質試験とを併用して得られた液状化の判定結果と、ボーリング調査による液状化の判定結果とを比較しました。

具体的には、「(2) 建物被害が発生した地点における地盤特性等の把握及び建物被害が発生していない地点との比較」でボーリング調査（標準貫入試験）を実施した8地区においてSWS試験を実施し、表3-7に示す換算N値と地下水位を調査しました。

次に、SWS試験の試験孔（SWS試験を行ったことにより生じた穴）を活用して採取した土を用いて土質に関する試験を行い、表3-8に示す粒径分布及び細粒分含有率を求めた上で、FL値を算出しました。それらの各項目について、ボーリング調査（標準貫入試験）の結果と比較しました。

今回のSWS試験は、以下の手順で行いました。

- ・作業性や試験結果への影響を考慮して、試験実施点においてあらかじめ地表面の舗装や硬質層を除去した。
- ・SWS試験後、図3-8に示す試料採取器をSWS孔に挿入して試料を採取した。測定深度は、事前調査やSWS試験の結果に基づいて決定した。
- ・試料採取後、地下水位を測定するために、試験開始時の着水位と試験終了時の地下水位との平均的な水位を採用した。

表3-7 現場調査

換算N値	スウェーデン式サウンディング試験（JIS A 1221）から得られた貫入抵抗（荷重、回転数）を用いて換算したN値
地下水位	地表面を基準として測った地下水までの深さ

表 3-8 室内試験

粒径分布	土は土粒子と呼ばれる様々な大きさ（粒径）の鉱物で構成される。土に含まれる土粒子を粒径毎に重量比率を分布として表したものの。
細粒分含有率	土粒子のうち特に粒径が小さいものの重量比率
FL 値※	地層が液状化するかどうかを判定する指標 1.0 以下だと液状化する可能性があるとは判断される。

※ 「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会編集・発行）に基づき算出

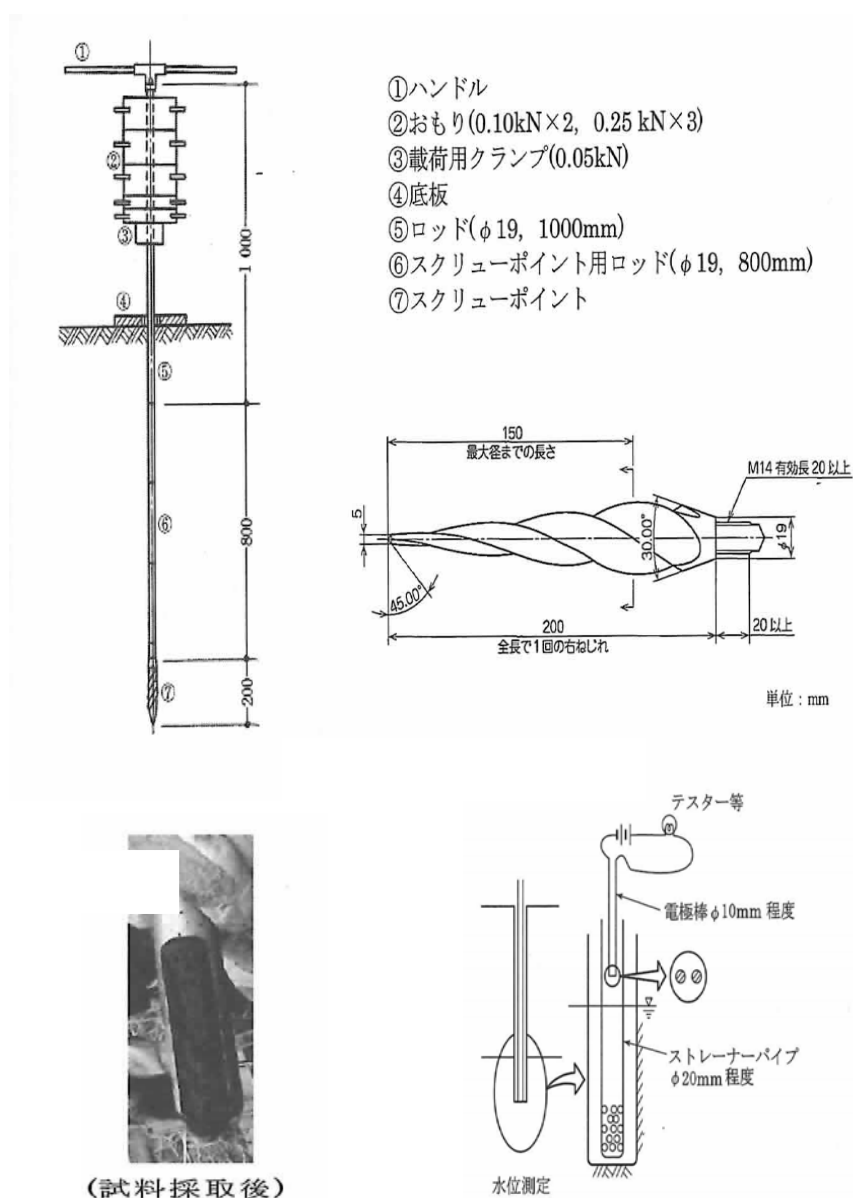


図 3-8 SWS 試験（試験装置、試料採取器、地下水測定方法の事例）

② 調査結果

- ・ 地下水位は、ボーリング調査で測定した地下水位とおおむね一致した。
- ・ 細粒分含有率について、2地区ではボーリング調査時に求めた細粒分含有率より20%程度多くなっていたが、その他の地区ではおおむね同様となった。
- ・ 1地区を除き、砂層の粒径は、ボーリング調査により採取した土の粒径とおおむね同様となった。

また、砂層の換算N値及びFL値は、ボーリング調査による砂層のそれらの値とおおむね同様となった。

- ・ 上記1地区では、SWS試験の孔を活用して一定の間隔（深さ）ごとに土を採取する際、別の深さの土と混濁した可能性がある。

③ まとめ

SWS試験と土質試験を併用して得られた液状化の判定結果は、ボーリング調査による液状化の判定結果と比較すると、木造住宅など小規模建築物の調査の方法として一定の有用性が認められました。

SWS試験は、本来、液状化判定を行うことを前提としていないことから、試験孔を活用した土を採取し、判定を行うに当たっては、以下の事項などについて留意する必要があります。

- ・ SWS試験の実施に当たり、作業性や試験結果への影響を考慮して、試験実施点においてあらかじめ地表面の舗装や硬質層を除去してから測定する。
- ・ 孔壁が崩れることによる地層の混濁を避けるため、試験孔を活用した土の採取に当たっては、慎重に行う。
- ・ 地下水位の測定に当たっては、水位測定器を用いて、精度良く行う。

4 地盤調査データを活用した情報提供

国や東京都などは、地形や地盤に関する情報を、インターネットなどで既に公開しています。

また、東京都などの行政機関や公益法人などは、公共工事などを行う際に作成した地盤調査データなど、多くの地盤に関する情報を有しています。さらに、建築基準法に基づき構造計算が必要な建築物については、支持地盤の種別や位置を明示するため、建築場所における地盤調査データを建築確認申請図書の一部として添付している場合が多いことから、建築確認事務を行う都や区市には、設計図書の一部として、それらの資料が保存されています。

これらの地盤調査データは、建て主、建物所有者、設計者などが、敷地の地盤の状況を把握するための基礎資料として活用していくことが重要です。このため、こうした地盤調査データを都民が容易に閲覧できるようにしていくべきです（図4-1参照）。

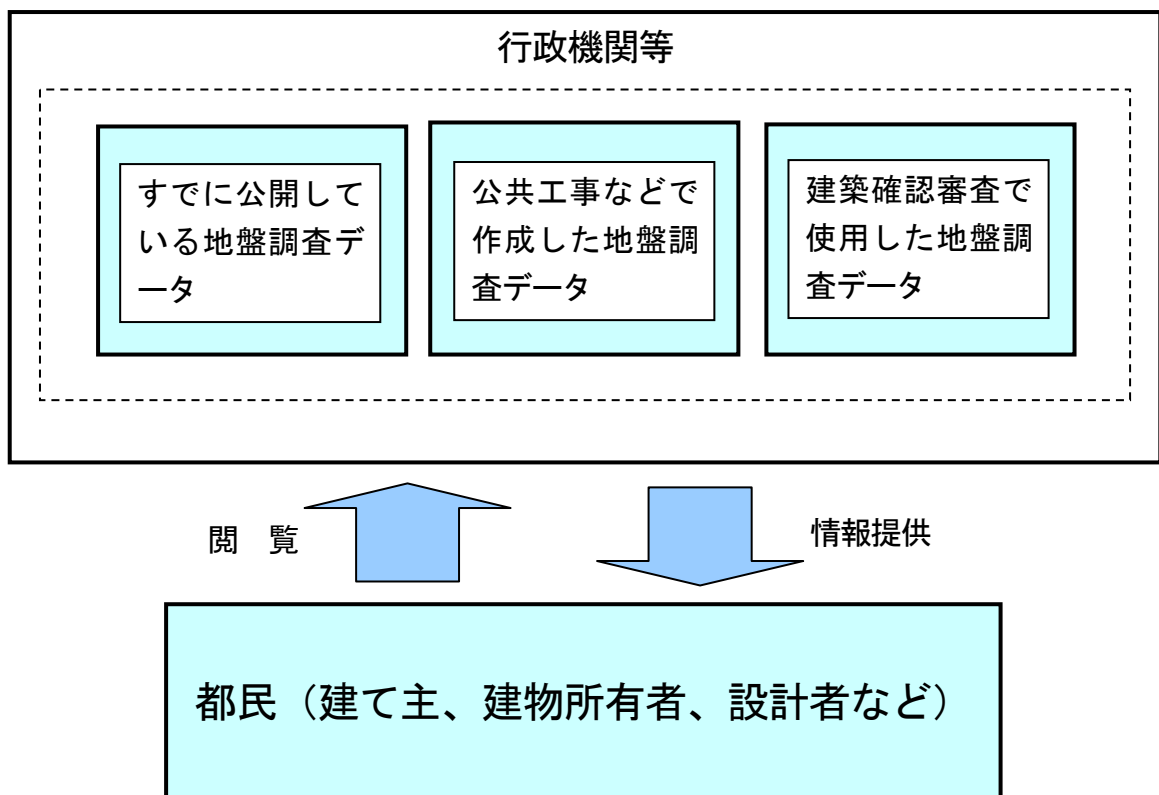


図4-1 地盤調査データの閲覧のイメージ

5 アドバイザーの育成など相談体制の整備

住宅など建築物の建て主や建物所有者が、液状化による建物被害に備えていくためには、必要な情報を収集した上で、地盤調査などを実施することにより敷地における地盤の状況を把握し、建物の基礎構造や地盤への対策を検討していく必要があります。具体的には、建て主や建物所有者が専門的な知識を有している建築士である設計者などと様々な面から相談し、対策などを検討していくことになります。

建て主や建物所有者による液状化対策などの検討を支援するためには、安心して液状化対策について相談できる環境を整えていくことが必要です（図5-1参照）。

例えば、地盤の状況の把握や対策工法など液状化対策を行う上で必要な知識を有するアドバイザーを育成し、活用することが考えられます。

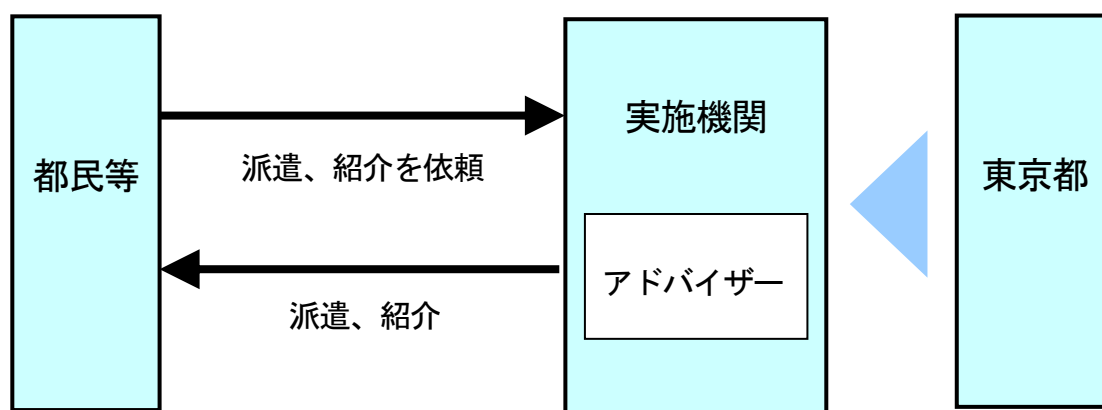


図5-1 相談体制のイメージ

6 今後の検討内容

① 東京都が都民に情報提供すべき事項

東京都は「建築物における液状化対策の指針（仮称）」を作成し、建て主、建物所有者、設計者などに対して、区市と連携し、地盤調査の実施方法や対策工法などについて、広く情報提供していくとしています。

本委員会では、2ページの「液状化対策の基本的な考え方」で述べたとおり、液状化による建物被害に備えていくためには、建て主や建物所有者が、敷地における地盤の状況を把握し、液状化の可能性や建築物への影響などについて、設計者などの専門家と相談しながら、適切な対策を検討していくことが必要であるとの視点に立ち、この指針に掲載すべきと考える以下の項目について、今後、更に検討を進めていきます。

◆液状化が発生する仕組み

- ・ 地震によって液状化が発生する仕組み

◆地盤調査方法の種類や特徴

- ・ 代表的な地盤調査方法における調査の具体的な方法、費用、特徴など
- ・ スウェーデン式サウンディング試験を用いた地盤調査の方法、特徴など
- ・ FL法など液状化の可能性についての判定方法

◆液状化対策の具体的事例と特徴

- ・ 新たに住宅を建てる場合の代表的な液状化対策工法
- ・ 既に住宅が存在する場合の代表的な液状化対策工法

◆地盤調査データを活用した情報提供の検討について

- ・ 行政機関等が所有する地盤調査データの提供の仕組み
- ・ 提供する地盤調査データの内容など

◆アドバイザーの育成など相談体制の整備

- ・ アドバイザーの育成方法など都民からの相談を受ける体制づくり

② 地盤調査データを活用した情報提供

東京都などの行政機関や公益法人などが公共工事などで作成したデータ、民間のデータを含む都や区市が建築確認審査で使用したデータなどを閲覧に供する地盤調査デー

タとして活用できるかどうかを検討していくことが必要です。その際は、情報提供による影響を考慮しつつ提供するデータの種類や範囲について考察することが求められます。

また、地盤調査データを提供する方法、提供媒体の管理・運用主体などについても検討していくことが必要です。

③ アドバイザーの育成など相談体制の整備

建築関係の団体などと連携し、アドバイザーなど技術者の育成方法、アドバイザーの派遣方法及びアドバイザー制度の実施機関など都民からの相談体制の整備について検討を進めていく必要があります。

④ その他の課題

◆建築確認審査時などにおける取組

建て主や設計者による液状化対策を促進するためには、地盤調査や必要な対策の実施などを促していくことが重要です。

液状化予測図などにより液状化の可能性があると判断される地域においては、東京都や都内で建築確認事務を行っている区市、指定確認検査機関が、建築確認審査などの機会を捉え、建築物の設計者などに対して、的確な対策を講じるよう促していくことが効果的と考えられます。

◆国など関係機関等との連携

行政機関等が所有する地盤調査データを活用した情報提供や、アドバイザーによる相談対応などの課題について、区市や建築関係の団体などと連携を図り、検討を進めていく必要があります。

また、液状化対策についての国や他県の動向を把握し、必要に応じて都の対策に役立てていくことも重要です。

参 考 资 料

液状化に関する被害想定

東京都は、平成18年度の被害想定を見直し、本年4月18日、新たに「首都直下地震等による東京の被害想定」を公表しました。

首都直下地震である東京湾北部地震（マグニチュード7.3）における全壊及び半壊を合わせた被害建物棟数は64,179棟です。平成18年の被害想定による建物被害棟数（計24,885棟、その内訳は全壊13,356棟、半壊11,529棟）と比較すると、全壊棟数は減少しましたが、半壊棟数が大幅に増加した結果、建物被害棟数は約2.6倍になりました。

被害想定における液状化による建物被害棟数 （棟）

想定地震	全壊	半壊	計
東京湾北部地震（マグニチュード7.3）	1,134	63,045	64,179
多摩直下地震（マグニチュード7.3）	817	45,428	46,245
元禄型関東地震（マグニチュード8.2）	661	36,731	37,392
立川断層帯地震（マグニチュード7.4）	20	1,096	1,116

東京湾北部地震における平成18年度想定と24年度想定との被害棟数の比較

東京湾北部地震（マグニチュード7.3）	全壊	半壊	計
①平成18年度の被害想定	13,356	11,529	24,885
②平成24年度の被害想定	1,134	63,045	64,179
①に対する②の比率	8.49%	5.47倍	2.58倍

用語の解説

【あ行】

一部損壊（いちぶそんかい）

半壊に至らない程度の住家の破損をいう。

埋め立て地・盛土（うめたてち・もりど）

沼、水田、湿地、谷、海岸などに土砂を埋めた土地を「埋め立て地」という。また、低い地盤や斜面に土砂を盛り上げた土地を「盛土」という。いずれも人工的に造られた地盤であり、有楽町層のように数千年以上かけて自然堆積した地盤とは性質が異なる。

液状化現象（えきじょうかげんしょう）

地下水位の高い砂質地盤が、地震の振動により液体状になる現象。このことにより比重の大きい構造物が沈下したり、傾いたりするとともに、下水道管などの比重の軽い構造物が浮き上がったりする現象。単に液状化（えきじょうか）ともいう。

FL値（えふえるち）

耐震設計上その地層が液状化するかどうかを判定する指標。FL \leq 1.0で液状化する可能性ありと判断される。通常は、深さ1m毎に判定を行う。

N値（えぬち）

質量63.5 \pm 0.5kgのドライブハンマー（通称、モンケン）を76 \pm 1cm自由落下させて、ボーリングロッド頭部に取り付けたノッキングブロックを打撃し、ボーリングロッド先端に取り付けた標準貫入試験用サンプラーを地盤に30cm打ち込むのに要する打撃回数（標準貫入試験（JIS A 1219））により求められる地盤の強度等を表す指標

【か行】

換算N値（かんざんえぬち）

スウェーデン式サウンディング試験で得られた結果を用いて次の式により算定したN値のこと。

- ・粘性土の場合は、 $N=3W_{sw}+0.050N_{sw}$
- ・砂質土の場合は、 $N=2W_{sw}+0.067N_{sw}$

W_{sw} ＝SWS試験で得られた貫入に必要な最低荷重

N_{sw} ＝所定の目盛りまで貫入させたときの半回転数から換算した貫入量
1mあたりの半回転数

関東地震（かんとうじしん）

相模トラフを震源とするプレート境界型地震（海溝型地震）であり、関東大地震（かんとうだいじしん）ともいう。200年以上の周期で繰り返し発生していると考えられている。同様のプレート間地震であると推定されるのは元禄16年（1703年）の元禄型関東地震（元禄大地震）と大正12年（1923年）の大正型関東地震（関東大震災）などである。

建築士（けんちくし）

建築物の設計及び工事監理を行う者。「建築士法」で定められた国家資格で、あらゆる建築物を扱うことができる1級建築士、建築物の規模や用途が限定された2級建築士、一定範囲の木造建築物のみを扱える木造建築士がある。

【さ行】

細粒分含有率（さいりゅうぶんがんゆうりつ）

土中にある粒子のうち、0.075mmふるいを通過した粒子の含有質量百分率をいい、 F_c で表す（JIS A 1223:2000）。地盤材料の工学的分類方法では、細粒土と粗粒土に分類するのに用いられる。また、N値から液状化の判定を行う場合の対象土層の条件及び砂質土の繰返し三軸強度比を求める際の係数や、盛土の品質管理を規定するための材料区分

にも使われる。

砂質土（さしつど）

粒径が0.075mm～2mmの土粒子を砂粒子と呼び、その砂粒子を主体とした土を指す。

指定確認検査機関（していかくにんけんさきかん）

建築基準法に基づき、建築確認や完了検査などを行う機関として国土交通大臣や都道府県知事から指定された機関である。建築確認の民間開放を目的に改正された建築基準法が平成11年5月1日に施行されたことにより制度化された。

地盤（じばん）

橋脚、建物等の構築物の基礎を支える地面のことを言う。

地盤調査（じばんちょうさ）

構造物などを建てる際に必要な地盤の性質の把握などを目的として、地盤を調査すること。ボーリング調査（標準貫入試験）やスウェーデン式サウンディング試験などがある。

地盤調査データ（じばんちょうさデータ）

地盤調査で得られた各種の地盤状況に関する数値情報

スウェーデン式サウンディング試験（すうえーでんしきさうんでいんぐしけん：SWS試験（JIS A 1221:2002））

北欧のスウェーデン国有鉄道が1917年頃に路盤の調査を目的として採用し、その後スカンジナビア諸国で広く普及した調査方法。我が国では、1954年頃、建設省（現国土交通省）が堤防の地盤調査として導入したのが始まり。

調査方法は、先端に33mmのスクリーポイントを鉄棒（ロッド）に取り付け、500N、750N、1kNと荷重を掛けた時点で静止状態による沈み込み（自沈）が無ければロッドを回転させ、25cm貫入するのに半回転（180度）で何回、回転したかを測定する。貫入状況（自沈状況、回転量）で地盤の硬軟を判定し、支持力などを評価することに使用する。

全壊（ぜんかい）

内閣府による「災害の被害認定基準について」（平成13年6月28日付府政防第518号内閣府政策統括官（防災担当）通知）に規定される住家の被害認定の一つ。内容は、下表のとおり。

傾斜による判定（基礎と柱が一体的に傾く場合）	1/20 以上
住家の基礎などの地盤面下への潜り込み量による判定	潜り込みが床上 1メートルまで

【た行】

大規模半壊（だいきぼはんかい）

内閣府による「災害の被害認定基準について」（平成13年6月28日付府政防第518号内閣府政策統括官（防災担当）通知）に規定される住家の被害認定の一つ。内容は、下表のとおり。

傾斜による判定（基礎と柱が一体的に傾く場合）	不同沈下があり、かつ 1/60 以上 1/20 未満
住家の基礎などの地盤面下への潜り込み量による判定	潜り込みが床まで

地下水位（ちかすい）

地表面を基準として測った地下水までの深さ

柱状図（ちゅうじょうず）

ボーリング調査の際に採取される深さ方向の土のサンプルから作られる地層構成を表した図をいう。複数地点間での柱状図から断面図などを作成し、地質構造の推定を行うことに利用される。

沈下量（ちんかりょう）

地盤の地表が沈みこむ量を指す。地盤の沈下には広域的な地盤沈下や盛土や構造物などの荷重による沈下、振動（地震時の液状化などを含む。）による沈下などがある。

Dcy 値（でいーしーわいち）

液状化時に発生する地盤の水平変位量。液状化により生じる地盤の沈下量と同等。

Dcy (cm)	液状化の危険度
Dcy=0	ない
Dcy≤5	軽微
5<Dcy≤10	小さい
10<Dcy≤20	中くらい
20<Dcy≤40	大きい
40<Dcy	甚大

特定行政庁（とくていぎょうせいちょう）

建築主事を置く市町村の区域については当該市町村の長をいい、その他の市町村の区域については都道府県知事をいう。建築の確認申請、違反建築物に対する是正命令等の建築行政全般を司る行政機関。 建築基準法第2条第35号に規定されている。

【な行】

粘性土（ねんせいど）

0.075mm 以下の細かい土粒子を主体とする粘着性のある土の通称名をいう。

【は行】

半壊（はんかい）

内閣府による「災害の被害認定基準について」（平成13年6月28日付府政防第518号内閣府政策統括官（防災担当）通知）に規定される住家の被害認定の一つ。内容は、下表のとおり。

傾斜による判定（基礎と柱が一体的に傾く場合）	不同沈下があり、かつ1/100以上1/60未満
住家の基礎などの地盤面下への潜り込み量による判定	潜り込みが基礎の天端下25センチメートルまで

PL値（ぴーえるち）

液状化指数ともいう。各深度でのFL値を算出し、その値を深さ方向に重みをつけて足し合わせ、調査地点での液状化危険度を表す。

PL値	液状化の危険度
PL=0	極めて低い
PL≤5	低い
5<PL≤15	高い
PL>15	極めて高い

ボーリング調査（ぼーりんぐちょうさ）

地中に円筒状の穴を掘削し、地層構成や土質状況を調べる目的で行う作業を指す。

【ま行】

マグニチュード(まぐにちゅーど)

地震そのものの大きさ(規模)を表す。

マグニチュードの小さい地震でも震源からの距離が近いと地面は大きく揺れ、「震度」は大きくなる。マグニチュードの大きい地震でも震源からの距離が遠いと地面はあまり揺れなく、「震度」は小さくなる。マグニチュードが2 増えるとエネルギーは1000 倍になる。

【や行】

有楽町層(ゆうらくちょうそう)

東京の下町を作る沖積層(約1 万年前より新しい時代に堆積した)の上部で、主に粘土や砂から成る。氷河期に、海水面が大きく低下した時に谷が造られ、氷河期の終了に伴い海面が上昇した際にその谷を埋めるように堆積した地層を指す。日本各地の海岸平野に、有楽町層と同時期の堆積物が広く分布している。

【ら行】

粒径(りゅうけい)

土を構成する土の粒子の大きさをいう。

粒径分布(りゅうけいぶんぷ)

土は土粒子と呼ばれる様々な大きさ(粒径)の鉱物で構成されるが、その土に含まれる土粒子を粒径毎に重量比率を分布として表したものの。

東京都建築物液状化対策検討委員会委員名簿

	氏 名	所 属
学識者委員 【委員長】	二木 幹夫 (ふたき みきお)	一般財団法人ベターリビング つくば建築試験研究センター所長
学識者委員 【副委員長】	時松 孝次 (ときまつ こうじ)	東京工業大学 大学院理工学研究科教授
学識者委員	末政 直晃 (すえまさ なおあき)	東京都市大学 工学部教授
学識者委員	藤井 衛 (ふじい まもる)	東海大学 工学部教授
学識者委員	関口 徹 (せきぐち とおる)	千葉大学 大学院工学研究科助教
行政委員	水流 潤太郎 (つる じゅんたろう)	国土交通省 国土技術政策総合研究所副所長
行政委員	柳澤 永一 (やなぎさわ えいいち)	葛飾区都市整備部長
行政委員	砂川 俊雄 (すなかわ としお)	東京都都市整備局市街地建築部長

(平成24年4月1日現在)

東京都建築物液状化対策検討委員会設置要綱

23都市建指第230号

平成23年7月15日

都市整備局長決定

(設置)

第1 木造住宅を含む建築物を対象とした液状化対策の検討において、専門的知識を導入するため、「東京都建築物液状化対策検討委員会」（以下「委員会」という。）を設置する。

(所掌事項)

第2 委員会は、木造住宅を含む建築物を対象とした液状化対策について、専門的観点から検討を行い、その結果を都市整備局長に報告する。

(構成)

第3 委員会は、外部の専門的知識を有する者等のうちから、都市整備局長が委嘱する委員8名以内をもって構成する。

(委員の任期)

第4 委員の任期は、委嘱の日から平成25年3月29日までとする。

(委員長及び副委員長)

第5 委員会に委員長及び副委員長を置く。

- 2 委員長は、委員の互選により、副委員長は委員長の指名により定める。
- 3 委員長は、委員会を主宰し、会務を総理する。
- 4 副委員長は委員長を補佐し、委員長に事故のあるときは、その職務を代理する。

(委員会の運営)

第6 委員会は、委員長が召集する。

- 2 委員会は、委員の半数以上の出席がなければ委員会を開くことができない。
- 3 委員長は、必要に応じて委員会に有識者、業界関係者、関係職員等の出席を求め、意

見を聴くことができる。

4 委員会は、原則として公開で行うものとする。ただし、次の各号に該当するときは、委員会を非公開とすることができる。

(1) 委員会において取り扱う情報が、東京都情報公開条例（平成11年東京都条例第5号。以下「情報公開条例」という。）第7条各号に該当するとき。

(2) 委員会を公開することにより公正かつ円滑な審議が著しく阻害されるおそれがあると認められるとき。

5 委員長は、前項ただし書きに該当すると認めるとき又は委員からその旨の指摘があったときは、委員会に諮り、委員会の全部又は一部を非公開とすることができる。

6 委員会の会議録は、公開するものとする。ただし、委員会が非公開の場合を除く。

(欠席及び代理の出席)

第7 委員は、第6第1項の規定による召集を受けた場合において、やむを得ず出席できないときは、あらかじめ、その旨を事務局に申し出なければならない。

2 行政委員は、やむを得ない理由により出席できない場合には代理の者を出席させることができる。その場合には、あらかじめ、代理で出席する者の氏名を事務局に申し出なければならない。

(検討組織)

第8 委員会は、必要に応じて具体的な検討作業を行うための下部組織として、都及び区の職員からなるワーキンググループを設置することができる。

(事務局)

第9 委員会の事務は、都市整備局市街地建築部建築指導課において処理する。

(補足)

第10 この要綱に定めるもののほか、委員会の運営に関し必要な事項は、委員長が定める。

附則

この要綱は、平成23年7月27日から施行する。

東京都建築物液状化対策検討委員会の議事経過

区 分	開 催 期 日	議 事 内 容
第1回	平成23年7月27日	<ul style="list-style-type: none"> ○ 東日本大震災における液状化による都内の建物被害状況について ○ 液状化に係る建築基準法関係規定等
第2回	平成23年10月18日	<ul style="list-style-type: none"> ○ 建物の液状化被害の状況等について ○ 液状化被害が発生した地区における地盤調査の実施について
第3回	平成23年12月20日	<ul style="list-style-type: none"> ○ 地盤調査データを活用した情報提供について ○ 液状化対策を進めるための情報提供の仕組みについて
第4回	平成24年2月10日	<ul style="list-style-type: none"> ○ 液状化による建物被害が発生した地区における地盤調査結果と今後の課題 ○ 液状化対策における都の役割
第5回	平成24年4月20日	<ul style="list-style-type: none"> ○ 東日本大震災で液状化により建物被害が発生した地区における地盤調査等の結果について ○ 東京都建築物液状化対策検討委員会検討報告「中間のまとめ」案について