# 市街地液状化対策事業で対象とする「地盤の性能目標」（案）

「市街地液状化対策事業」で対象とする液状化に対する地盤の性能目標については、事業を実施する事業主体において検討、設定することとされていることから、本市における同性能目標について、浦安市において以下のような案を検討している。

なお、以下の記載内容は、市街地液状化対策事業の対象事業範囲の施設に限定するものである。

## １．3.11 東北地方太平洋沖地震による浦安市の液状化被害

・H23.3.11 に発生した東北地方太平洋沖地震（M9.0）では、浦安市において震度 5 強（浦安市猫実：地表面加速度：約 160gal）を観測。その 30 分後に、浦安市における震度 5 弱の最大余震（M7.7）を観測した。

・浦安市では、市域の 86%にわたる、昭和 40 年代以降に埋め立てた中町地域、新町地域のほぼ全域で液状化現象が発生した。

・特に、戸建住宅地区においては、建築物の沈下・傾斜、大量の土砂噴出のほか、下水道については管路および接続部の損傷や土砂流入による管路閉塞、道路については舗装面の大きな変状や路床の空洞発生など、東京湾岸地域の埋立地の中でも最も著しい被害が発生した。

## ２．市街地液状化対策事業における目標性能の設定

### (1) 目標性能の設定の考え方

・政府の平成 23 年度第３次補正予算で新たに創設された「市街地液状化対策事業」は、道路、公園、下水道、河川、水路などの公共施設と宅地（公共施設の用に供するもの以外の土地）との一体的な液状化対策により、大地震時等による地盤の液状化による公共施設の被害を抑制するため行うもので、公共施設側は公費負担で、隣接宅地は原則所有者の費用負担で一体的に対策を実施する仕組みである。

・浦安市において想定される事業対象区域は、著しい液状化被害が生じた戸建住宅等が建ち並ぶ一連の街区で、道路、下水道、雨水排水管などの公共施設に加え、上水道・ガス管などの地下埋設物、電気・通信などの配電柱が設置された公益施設の用地（以下、**「公共用地」**）とこれに隣接した宅地（一つのブロックは、主として、区割りされた土地に２列に建ち並ぶ２階建家屋、共同住宅など形成される用地、以下**「宅地」**）で構成される。

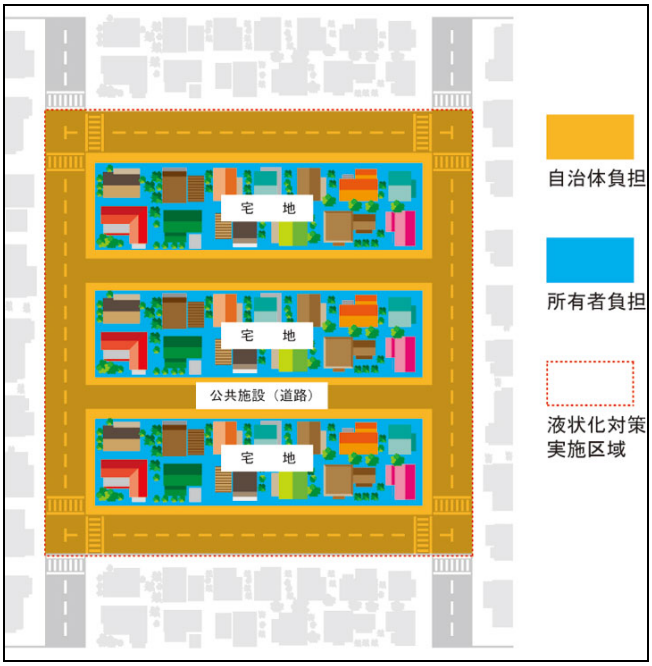


**図１　市街地液状化対策事業の対象街区のイメージ**

・地震発生時に、これらの公共施設や民間建築物が保有すべき耐震性能は、各法令、技術基準、指針等により規定されているが、市街地液状化対策事業は、大地震時等による地盤の液状化による公共施設と宅地の被害を抑制することを目的としていることから、各公共施設および建築物を支える地盤に着目して、公共用地および宅地に共通する目標性能として、液状化に対して地盤が保有すべき性能を設定することとする。

・特に、建築物から下水処理施設に至る汚水排水機能に着目すると、宅地内の建築物から、宅地所有者が管理する宅内配管、宅内汚水桝、取付管を経て、浦安市が管理する公共汚水桝、公共取付管、公共汚水管・マンホールへと汚水が流下する。公共用地と宅地の液状化に対する目標性能が異なる場合、液状化による地盤変形量がその境界上で異なるため、結果として外部から汚水管への土砂流入が発生し、今般の東北地方太平洋沖地震と同様、下水施設の機能が大きく損なわれる恐れがある。このため、公共用地および宅地について共通の目標性能を設定することが望まれる。

| 宅地（民地） | 境　界 | 公共用地 |
|---|---|---|
| 建物 → 宅内配管 → 宅内汚水桝 → | 取付管 | → 公共汚水桝 → 取付管 → 汚水管 → マンホール |

☆　☆　☆　☆　☆　☆

注）☆の箇所で管のはずれ等が生じ、土砂流入が起きる可能性が高い。

浦安市においては、一部の公共汚水桝が宅地に設置されているケースもある。

**図２　下水道系統への土砂流入発生位置（推定）**

## (2) 公共施設・建築物の耐震目標性能

### ①公共施設

・道路、下水道、上水道などの公共・公益施設は、地震時の目標性能を満足するよう、それぞれの施設でその特性に応じた液状化対策をすることとなっている。各施設の地震に対する目標性能として、それぞれの施設の重要度、地震の規模に応じ、また構造特性や過去の被災実態を踏まえて、その性能照査方法とともに、**表-1～3（別紙）**の通り、各基準・指針等において個別に定められている。

・想定地震動については、施設の供用期間中に発生する可能性が高い（1～2 回程度発生する）地震動を**レベル１**（震度 5 強相当）、大規模なプレート境界地震や直下型地震のように最大規模の強さを有する地震動を**レベル２**（震度 6 強相当）と設定されている。

・施設の重要度については、被害が発生した場合の影響度を考慮して、重要なものについては、より高い耐震性能を有することとしているが、街区内の施設については、表-2 のとおりとされており、レベル 1 地震動に対しては損傷の影響が軽微であって、一定の機能を保持することを求めている。一方、レベル 2 地震動については、施設の損傷が生じることを前提に、速やかな復旧を行うこととされている。

**表－4　街区内の主な公共・公益施設の耐震目標性能**

| 施　設 | レベル１地震動 | レベル２地震動 |
|---|---|---|
| 道　路<br><br>街区内の平面道路 | ・道路橋（重要度が標準的なもの）については、軽微な修復で対応できる被害程度の性能とされているが、平面部については規定されていないため、浦安市については、地域防災計画で指定されている緊急輸送路を除く平面道路については原則、復旧対応 | ・道路橋（重要度が標準的なもの）については、落橋に対する安全性を確保する性能とされているが、平面部については左に同じ |
| 下水道<br>重要な幹線等以外の「その他の管路」 | ・設計流下能力の確保<br>（管渠の抜け出しを防ぎ、管渠断面が使用限界状態で発生応力が許容応力度以内） | ・特に規定はなく、原則、復旧対応 |
| 上水道<br>取水・浄水・導水施設、重要な配水施設など重要なもの以外の施設 | ・地震によって生じる損傷が軽微で、施設の修復が少なく、機能に重大な影響を及ぼさない性能 | ・地震によって断水の影響ができるだけ少なくするとともに、速やかな復旧ができるよう配慮 |

・上記の耐震性能目標を踏まえ、街区内の公共・公益施設の液状化に対する目標性能として、耐震性能と同様、レベル１地震動による液状化現象によって、「施設の修復が少なく、機能に重大な影響を及ぼさない性能」とし、レベル２地震動では復旧対応とすることが適切であり、公共用地の液状化に対する性能も、原則として、これを満足するように設定する。

②建築物

・建築物の基礎構造に関する要求性能は、建築基準法施行令 38 条で「建築物の基礎は、建築物に作用する荷重及び外力を安全に地盤に伝え、かつ、地盤の沈下又は変形に対して構造耐力上安全なものとしなければならない。」と規定されているところである。また、基礎構造の設計における性能照査方法としては、地盤の許容応力度や改良地盤の許容応力度、杭基礎とする場合には杭の許容支持力の検証を行うこととされている。

・また、建築物がその構造上保有すべき耐震目標性能については、建築基準関連法規における考え方を取りまとめると表５のようになる。

**表５　建築物の構造上の耐震目標性能**

| 地　震　力 | 耐震目標性能 | 備　考 |
|---|---|---|
| 中規模地震<br>（震度５強程度） | 建築物の存在期間中に数度遭遇することを考慮すべき稀に発生する地震動に対して、ほとんど損傷が生ずるおそれのないこと | 部材が地震動に対して、ほとんど損傷しないこと。 |
| 大規模地震<br>（震度６強～<br>７程度） | 建築物の存在期間中に１度は遭遇することを考慮すべき極めて稀に発生する地震動に対して、倒壊・崩壊するおそれのないこと。 | （人命が失われないように）部分的な損傷は生じるものの、倒壊などの大きな損傷を防ぐ。 |

（注）本表は国交省が作成した「建築基準法の耐震基準の概要」を参考として、浦安市が整理した。

・一方、国土交通省において、住宅地などの開発事業に伴う災害の発生を防止する観点から、開発事業に伴う崖崩れ、土砂の流出等による災害及び地盤の沈下等の障害を防止するために、切土、盛土、軟弱地盤対策等についての基本的な考え方や設計・施工上留意すべき点など、いわゆるガイドラインとなる事項として「宅地防災マニュアル」を取りまとめている。
その後、平成 7 年に発生した阪神・淡路大震災、平成 16 年の新潟県中越地震による宅地被害を踏まえ、平成 19 年 3 月に同マニュアルの改正を行うとともに、その趣旨及び内容の理解に資するために「宅地防災マニュアルの解説（第二次改訂版）」（編集：宅地防災研究会）」が取りまとめられている。

・同マニュアルおよび解説において、宅地の耐震性能については、地震の規模と耐震対策の基本目標が表４に示すように取りまとめられており、震度５程度の中地震に際しては宅地の機能に重大な支障が生じず、また、大地震に際しては人命及び宅地の存続に重大な影響を与えないこと、とされている。

なお、同マニュアルにおいても、地盤の液状化については、「地震時の液状化現象に悪影響が生じることを防止・軽減するため、液状化に対する検討を行い必要に応じて適切な対策を行うものとする。」とされているものの、液状化に関する具体的な目標性能は規定されていない。

**表６　宅地防災マニュアルにおける耐震対策の基本目標と考え方**

| 地　　震 | | 基本目標<br>（考え方） |
|---|---|---|
| 区　分 | 概　　要 | |
| 中地震 | 宅地を敷地とする建築物等の供用期間中に１～２度程度発生する確率を持つ一般的な地震。<br>一般に、震度５程度を想定。 | 宅地の機能に重大な支障が生じない。<br>（地震発生後、通常の維持・管理を上回る補強工事を必要としない。） |
| 大地震 | 発生確率は低いが直下型または海溝型巨大地震に起因するさらに高いレベルの地震。<br>一般に、震度 6～7 程度を想定。 | 人命及び宅地の存続に重大な影響を与えない。<br>（盛土や擁壁が崩壊しない。） |

・建築基準法、宅地防災マニュアルおよび同解説においても、建築物および宅地に求められる耐震性能は、総合すれば、「中地震に対して、軽微な損傷程度以内」、「大地震に対して、人命に重大な影響を与えないよう、大規模な損傷を防ぐ」ように設定されているものと考えられることから、宅地の液状化に対する性能も、原則として、これを満足するように設定する。

### (3) 市街地液状化対策事業対象区域における液状化に関する「地盤の性能目標」

・以上から、公共施設と宅地との一体的な液状化対策によって大地震時等による地盤の液状化による公共施設と宅地の被害を抑制する「市街地液状化対策推進事業」の目的に照らし、地震時に各施設が求められる性能も勘案しつつ、街区全体で整合の取れた対策を講ずることができるよう、本事業の対象とする公共用地、宅地の地盤の液状化に対する目標性能として、以下の通り定める。

・本市における市街地液状化対策事業における地盤の目標性能は、「マグニチュード(M)9.0、設計地表加速度（αmax)200gal の地震動に対して、細粒分の多い砂質土で構成される埋立層が原則として液状化しないこと」とする。

（理由）

①3.11 東北太平洋沖地震による浦安市（猫実地区）で観測された震動は、震度 5 強、地表面最大加速度が約 160gal と中規模地震（レベル 1 地震）相当であったが、震動継続時間が約 3 分と長く、これにより広範囲にわたり埋立層が液状化したこと。

②浦安市の液状化被害は周辺の東京湾岸地域の中で著しいものとなったころから、液状化に強い街づくりを目指す市街地液状化対策事業の達成目標として、公共用地・宅地ついて、少なくとも今回と同程度の地震に対して「地盤が液状化しない」とすることが望まれていること。

③今後発生することが懸念される東京湾北部地震など首都直下型地震などのレベル２地震については、不可逆的被害である人的被害を防止することが基本的な考え方であり、その発生頻度、液状化による人的被害への影響、所有者が負担する家屋・宅地の液状化対策費用などを勘案すると、レベル２地震を対象として街区全体の地盤が液状化しないことを目標とすることは、公共的な目標設定にはなじまないと考えられること。

・なお、別途、適切な方法により、レベル 2 地震動（M7.5、αmax：350gal 又は 500gal 程度を想定）における液状化の程度を確認することとする。
また、各宅地においては、その所有者が上記の目標を上回る性能を設定し、独自に対策を講ずることを妨げるものではない。

## ３．液状化に関する地盤の性能照査方法および照査項目と照査値

・本市の市街地液状化対策事業においては、地盤の目標性能は前述のとおり、事業対象区域の地盤に共通のものとして設定するが、液状化に関する地盤の性能照査方法および照査項目、照査の数値については、液状化に対する各施設の目標性能が満足することを検証することが容易になるよう、道路、下水道などを対象とした「公共用地」と戸建住宅等の小規模建築物を対象とした「宅地」に区分して、以下の通りとする。

### ① 公共用地

・道路、下水道などの公共施設（土木構造物）は、レベル１地震動に対して施設が損傷することなく、あるいは軽微な損傷があっても施設に求められる性能を発揮することが求められる。このため、公共用地は原則として液状化しないこと、または、液状化による地盤の変形量が一定程度以下であることが求められる。

・このため、想定地震（M9.0、αmax：200gal）に対して、建築基礎構造設計指針（平成 13 年、日本建築学会）に定める液状化判定法（ＦＬ法）に基づき、原則として埋立地盤が全層にわたり液状化しないこと(各深度における液状化に対する安全率 $F_l$ が、１以上であること)、また、沖積砂層を含む地盤の変形を考慮した地表変位Ｄcy が少ない（概ね 5～10cm 以内）であることとする。

・また、レベル 2 地震動に対する液状化の程度を想定するため、その指標として、沖積砂層を含む地盤の変形を考慮した地表変位Ｄcy を用いることとし、建築基礎構造設計指針に基づき、その数値を算定し、表-7 のとおり、評価を行うこととする。

**表-7　地表変位と液状化の程度の関係**

| 地表変位<br>Ｄcy（cm） | 液状化の<br>程度 |
|---|---|
| 0 | なし |
| ～ 05 | 軽微 |
| 05 ～ 10 | 小 |
| 10 ～ 20 | 中 |
| 20 ～ 40 | 大 |
| 40 ～ | 甚大 |

・このほかの照査方法として、適切な数値解析、模型実験等を行い、想定地震に対する地盤の性能照査値が上記の所定の値以内であることを確認することも可とする。

**② 宅　地**

・液状化に対する宅地の目標性能は、「中地震に対して、軽微な損傷程度以内」とした。

・液状化による家屋の沈下量や不同沈下量・傾斜を算定する手法は、現時点において十分に確立されておらず、その算定精度についても吟味する必要がある。
このため、建築基準法による基礎の構造設計は、地盤の許容応力度の計算により行っていることから、液状化による宅地の性能照査法として、住宅の基礎の種類に対応した短期（中地震）の地盤の許容応力度によることとし、これが地盤の液状化を抑制することによって、中地震時において確保されていることとする。

・詳細は、別紙「建築物（戸建て住宅など 4 号建築物）の液状化対策選定の基本的な考え方」のとおりとする。

## ４．その他

・市街地液状化対策事業の対象となる地盤の液状化に対する目標性能、性能照査方法等に基づき、地下水位低下工法、格子状改良工法、個別対策工法について検討を進めるが、その結果、液状化軽減効果、対策事業費、宅地所有者の費用負担等の観点から、必要に応じて地盤の目標性能を見直す。