

第2回浦安市液状化対策技術検討調査委員会議事録

■ 開催日時 平成23年9月12日（月）午前9時30分～午後12時50分

■ 開催場所 土木学会 講堂

■ 出席者

（委員）

石原研而委員（委員長）、新井洋委員、規矩大義委員、小西康彦委員、佐々木哲也委員、塚本良道委員、東畑郁生委員、時松孝次委員、中井正一委員、姫野賢治委員、松下克也委員、安田進委員、横田敏宏委員

（オブザーバー）

千葉県県土整備部技術管理課長、千葉県企業庁地域整備部建設課長、千葉県水道局技術部給水課長、京葉ガス導管部導管工事センター所長、東京電力千葉支店京葉支社副支社長、NTT 東日本設備部アクセスサービス部門エリア長、独立行政法人都市再生機構技術調査室コスト管理・都市環境チームリーダー、浦安市理事

（事務局）

公益社団法人土木学会、公益社団法人地盤工学会、社団法人日本建築学会

■ 資料

資料2-1 浦安市液状化対策技術検討調査委員会委員名簿

資料2-2 第1回浦安市液状化対策技術検討調査委員会議事録

資料2-3 第1回委員会における指摘事項と対応について

資料2-4-1 地盤特性の把握・液状化の要因分析

資料2-4-2 公共土木施設の被害・液状化対策

資料2-4-3 建築物の被害・液状化対策

■ 議題

- 1) 地盤特性の把握・液状化の要因分析
- 2) 公共土木施設の被害・液状化対策
- 3) 建築物の被害・液状化対策

■ 議事の概要

- 1) 地盤特性の把握・液状化の要因分析

地盤特性の把握及び液状化の要因分析について、資料2-4-1に基づき説明し、委員より質疑を受けた。概要は以下のとおり。

（事務局説明）

地盤WGの担当であるI-1からI-6のうち、I-1～I-5についての検討状況を報告する。

【I-1】浦安市域および周辺の地盤特性の整理

浦安市の所有する既存ボーリングデータや新規ボーリング調査、民間ボーリングデータなどを用い浦安市域および周辺の地盤特性の整理を行っている。ボーリングデータは、調査深度や試験の実施状況の違いが分かるよう整理した。また、地震後のマンホール天端の標高を基に地表面標高を設定している。地域ごとの標高は、おおむね元町 TP0～2m、中町 TP2～3m、新町は TP3m 以上となっている。これらを基に平成 8 年の工学的基盤上面標高コンターの修正をかけたものや地下水位、As 層上面（浚渫土下面）、Ac 層上面、Ac 層下面の標高コンター及び地盤データベース項目を示した。新規ボーリングにより得られたデータの追加に合わせ修正していく予定である。

さらに、Bs 層、Fs 層、As1 層各々について N1-FC 関係、FC-Ip 関係、CC-Ip 関係、FC-CC 関係及び N1、FC、CC の頻度分布を整理した。これらより Fs 層の N1-FC 関係が、他の層に比べて同じ N1 に対して FC が小さい傾向があり、液状化強度特性としては他の層よりも小さい傾向が伺える。

また、Fs 層の N1 値が他の層に比べて小さい傾向があることや Fs 層の細粒分含有率の平均値は大きいものの、ばらつきが大きいことも特徴である。

【I-2】地盤改良実施済エリアの改良工法の概要と液状化被害の状況

地盤改良工法として、サンドコンパクション工法、サンドドレーン工法（圧密対策）、グラベルドレーン工法が実施されている箇所がある。

【I-3】区域別の液状化被害の程度と要因分析（元町、中町、新町）

マンション基礎杭の抜け上がり量と、戸建住宅の罹災データでの全壊、大規模半壊、一部損壊、無被害をコンターで示したものに、航空写真から囲じょう堤（中仕切り堤）とポンプ吐き出し口位置を推測し示した。地盤改良域は被害が少ないことなどがわかる。

【I-4】液状化危険度マップの作成

液状化危険度マップの作成に際して、余震の影響に関する入船中学校、日の出中学校の防犯ビデオの状況を示した。本震によって液状化が生じ沈静化するが、その後、余震によって激しく液状化している状況がわかる。

浦安市周辺で観測された記録を示す。K-NET 浦安（CHB008）、東京都港湾局夢の島（No. 4）、などのものが得られている。このうち、夢の島（No. 4）の工学的基盤における観測データがある、これを用いて再現解析を行う予定である。応答解析は、ONDA（周波数依存の等価線形化法）を適用して実施する計画である。高洲小学校、東小学校の再現をまず行い、町丁目ポリゴン重心位置での地盤モデルを用いて地震応答解析、液状化の判定を行う。液状化マップの作成は、PL 法および H1/H2 法を考えている。工学的基盤面の変化や浚渫土の厚さの変化、被害の分布状況などに配慮し、町丁目ポリゴンを設定する。

想定地震は、首都圏直下型地震の一つである東京湾北部地震（M7.3）や海溝型地震として東海・東南海・南海地震（三連動 M8.7）が考えられる。

【I-5】液状化対策工法の体系的整理

土木構造物に対する体系的な整理例を示している。4 例だけを示しているが、今後、データを整理していきたい。

<質疑応答>

(委員)

資料 p. 1-1-4 に示された地下水位コンターに関連し、被害の状況と関連しているか？ また、資料 p. 1-3-1 において、杭の抜け上がり量と罹災データが同じ凡例で描かれているが、再度説明してほしい。

(事務局)

1 点目(資料 p. 1-1-4)については既存調査結果をまとめたものであり、調査内容も様々であり、地下水位の精度としては粗いものと考えている。今回の調査結果が出てくれば、地下水位の精度が高まるものと考えている。

2 点目(資料 p. 1-3-1)については、杭の抜け上がり量の分布だけでは限られた資料となり、一方で戸建て住宅の情報だけでは個人情報保護の観点から避けるべきである。同図は、これらの情報をあわせて整理することを考えたものである。

(委員)

資料 p. 1-2-1 には、地盤改良工法と施工範囲が示されている。道路に関して、幹線道路については、鉦さいなどを盛っていたとの情報もあるが、サンドコンパクションパイル工法などは打設されていなかったのか？

(事務局)

そうである。

(委員)

想定する地震について、資料 (p. 1-4-14) を拝見すると、いきなり三連動地震という気がする。関東大震災でも液状化被害があったようであるが、相模トラフの地震は想定しないのか？

(浦安市)

相模トラフの地震については資料が十分整理されておらず、断層モデルを構築して地震時刻歴波形を作成するとなると時間も費用もかかる。良いお考えあれば、ご指導いただきたい。

(委員)

例えば、他機関で地震動を推定したものを拝借すれば、時間も労力も節約できる。

(委員)

東京都も地域防災計画として想定地震等のデータは持っているはずであるので参考にすればよいのでは。(東京都地域防災計画の震災編では「東京湾北部地震 M7.3」と「多摩直下地震 M7.3」の直下地震のみを対象としている。)

(委員)

千葉県地震被害想定の際の状況を踏まえて補足すると、関東地震タイプは再現確率が 200~300 年と言われており、90 年経過しているとして 100~200 年後ということになり、切迫性を考えて外した。アスペリティも、中央防災会議のものではなく、千葉県側に被害が大きくなるモデルを特別に設定している。

(委員)

東京における大地震と言えば、1923 年の関東大震災になる。(東京湾北部地震と) どちらが厳しい条件となるのか？

(委員)

直下型の東京湾北部地震の方が厳しい条件である。それに30年の発生確率が70%と切迫性も高い。

(委員)

継続時間も長いのか？ また、東京湾北部地震はL2に相当するのか？

(委員)

マグニチュード、断層の大きさを設定しているが、M8のものより短いはずである。
L2に相当すると考えている。

(浦安市)

L1をどう設定するかが課題である。これまで、その観点でまとめたことがない。より大きな液状化を引き起こすエリア、それほどでもないエリアに分けて整理すべきと考えている。

(委員)

今回の地震は、L1だったのか、L2だったのか？

(浦安市)

発生機構からいうとL2となるが、浦安で観測された加速度や震度でいうとL1を少し超えるくらいと考えている。こういった地震動をどう考えるか、土木施設WGの方でも議論させていただきたい。

(委員)

1987年の千葉県東方沖地震では、液状化は確認されていたが、液状化による被害はほとんど無かった。

(浦安市)

整理すると、千葉県東方沖地震をL1（浦安では震度4、一部で液状化あり）、東京湾北部地震をL2（震度6強）と想定するので良い。しかし、プレート境界型の関東地震へのコメントは必要であると考えます。

(委員)

解析で検討するのは東京湾北部地震として、場所を選定して、相模トラフで発生するプレート境界型の地震動に関しても浦安市内全域では無くても、JGSの地盤WGのボランティアで、例えば10地点程度検証してみるという方法もある。

(委員)

表記や図面について、お願いしたい。まず、資料P.1-1-6に示された図面で、「B」層は「Bs層」に統一してはどうか。また、地層により同じFCでもN値が異なるのも理解できた。ただ、総括の表は良いとして、個々について拡大した図にも整理していただきたい。さらに、せん断波伝播速度 V_s とN値との関係について、同じN値でも古い層は V_s が大きくなるのかなど、検討してほしい。なお、今回は間に合わなかったとのことであったが、浚渫土砂の土質試験は大変重要となると考えている。

(浦安市)

了解した。

(委員)

施工時に、ポンプ船を入れるのに As 層を一部はいでいるようなことがあると、本来の評価と浚渫土砂層厚が変わってくる。施工後の過程で、埋土が極端に厚くなっていないかをチェックしてほしい。

(浦安市)

関連する情報があれば、整理してご回答したい。

(委員)

資料 p. 1-1-1 に示されたボーリング地点を拝見すると、今川地区などでデータが少ないようである。

(浦安市)

ご指摘いただいたエリアは戸建て住宅のエリアとなっており、これ以上の既存データの収集は難しいと考えている。

(委員)

資料 p. 1-4-11 によると、 V_s は N 値から推定されるようであるが、この方法では誤差が 50%程度含まれる。この場合、 V_s の値をふって、ばらつきを抑えた上で震動評価してほしい。また、夢の島の観測波形を基に地震応答解析をしようとしているが、入力は“E+F”と 2E “のどちらを考えているのか？

(事務局)

“E+F”で行うこととしている。

(委員)

観測地点が異なることから、“2E”で行うべきではないか？

(委員)

ご指摘は承知しているが、プログラム ONDA では 2E のひき戻し計算はできない。また、今回の件では不確実で推定していることも多く、この差異はそれに埋もれてしまうとも考えられる。

(委員)

非線形性が強いことから、一定の減衰を与える SHAKE を用いるのはよくない。周波数依存を考慮でき、2E のひき戻し計算が出来る FDEL が良いのではないか。FDEL のプログラムは一般公開されている。

(委員)

公開されたプログラムがあるということなので、それで検討したい。(FDEL と同じ周波数依存減衰定数手法となる DYNEQ でひき戻し計算を行う。)

2) 公共土木施設の被害・液状化対策

地盤特性の把握及び液状化の要因分析について、資料 2-4-2 に基づき説明し、委員より質疑を受けた。概要は以下のとおり。

(事務局説明)

【Ⅱ-1 公共土木施設の被害状況の整理分析】

施設の概要、被害の概要、損傷パターン、供用制限の状況、応急復旧工事、今後の課題の項目で総括表にまとめた。

国道、県道、市道（幹線）、市道（一般）の総延長 240km のうち、200km 程度が市道（一般）である。路盤までの舗装構造もあわせて示すが、車道が 90cm に対して歩道が 20cm である。

市の災害査定資料を基に、車道、歩道、生活道路の被災箇所を着色、代表的な被災パターンに分類し、併せて写真を示している。車道では噴砂の量が多く、路面変状、せり上がり、クラック、沈下・陥没などが生じ、場所によって電柱や標識などの傾斜もあった。歩道も損傷パターンは同じであるが、車道に比べて損傷が著しいことが特徴で、また、隆起が多く見られた。生活道路も同様であったが、今川旧護岸沿いなどの道路では変状が大きかった。

地震が発生した後の時系列的な状況を整理して示した。被害状況把握のためにパトロールを行い、危険箇所を確認した場合、カラーコーン等で通行規制を行った。その後、噴出土砂の撤去運搬を行い、車道・歩道部の舗装工などの復旧工事を実施した。幹線 6 号で 14 日間、幹線 9 号で 5 日間、今川旧護岸沿いの市道第 6-77 号線で 21 日間の工事期間となっている。

次に、陥没発生箇所と発生時期を示す。鉄鋼通り、美浜、今川地区に多い傾向がある。8 月であっても収束していない状況である。空洞調査を実施した結果、257 箇所の異常箇所が検知されている。今後、詳細調査を実施していく計画である。

橋梁については、第 1 回委員会で報告したように、境川わかしお歩道橋の斜路と橋台の基礎杭の長さが異なっており、これが原因で境界部に損傷が生じたものと考えられる。また、通行制限は境川わかしお歩道橋、新浦安駅前広場側デッキの一部、浦安 IC 歩道橋の 3 箇所であった。いずれにしても被害は軽微であった。

汚水については、総延長のうち幹線は 1 割程度であり管路の大半は枝線である。復旧は 4 月 15 日までかかっている。初動から順次緊急点検を実施し、土砂流入などにより使用できない地域の住民に対し使用制限の周知を行うとともに、清掃作業を実施し制限解除に向け応急復旧に取り組んだ。その後も清掃作業を続け、3 月 25 日からは TV カメラ調査を実施するなど順次使用制限を解除していった。道路に多量の土砂が堆積したためマンホールの位置が特定できなかったことや、土砂の流入が広範囲にわたり、清掃に時間を要したことが要因として挙げられる。一部を除き、管路などの補修を行わない状態で使用制限を解除できたことから、土砂の流入が支配的であったことが伺える。舞浜、弁天、今川、美浜、入船の戸建地区でマンホール被害、管路被害が生じている。管路は 14~20%、マンホールで 12~14% の被害率である。損傷パターンは、たるみ・蛇行、土砂の流入、破損、継ぎ手のズレ、マンホールでは躯体ズレ、浮上、土砂流入などである。

土砂の流入は、被災した管路の 60% で発生している。たるみが損傷パターンとしては多い。マンホールについても被災総数の約 6 割に土砂流入が発生している。浮上は被災総数のうち 1/5 程度なので多くない。浅いマンホールでは沈下しているものが多く、浮上は深度にあまり依存していない。10~20cm 程度の浮上量のものが多かった。

管径は、 $\phi 200$ または $\phi 250$ 、土かぶりは 1~2m の数が多いが、被災率としては高くはない。土かぶり 5~8m のところで被災率が高いものがあるが、この点については精査が必要である。

次に、雨水についてであるが、144km の管路延長のうち 7 割が枝線である。被害は中町に集中しており、新町は軽微であった。ほとんどの管がヒューム管である。土砂流入が多い。

管径は $\phi 500$ が多い。土かぶりは 2m までに限定して被害が生じている。深い位置の管路は被害がない。雨水は、汚水に対して被害が軽微であったが、雨水管が車道の下に敷設されていることが多いためではないかと考えられる。

公園については、平成 22 年で 122 の公園があり、そのうち、避難所に指定されているものは 17 ある。災害査定に上げた施設は 30 である。噴砂はあったものの一時避難、集合場所としての機能は確保できた。復旧にあたり噴出土砂の仮置き場として機能した。また、公園内に設置されていた耐震性貯水槽は、浮上し機能しなかった。

海岸や河川の護岸については、千葉県からのデータ提供である。護岸の被災箇所、護岸構造および防潮ラインを示す。GPS（東京大学 小長井研究室提供）による地震前後の比較から、海側への水平変位や沈下あるいは盛り上がりなどが確認できる。日の出護岸はサンドコンパクションによる改良復旧を行う計画とのことである。

上水道については、千葉県水道局からのデータ提供である。中町、新町を中心に漏水被害が生じ、4 月 6 日で供給停止が解除された。漏水箇所の 9 割が中町であった。被害は継手ズレ抜け出しおよび管破損であった。本管はダクタイル鋳鉄管が大半を占めているが、耐震管は被災していない。

ガスについては、京葉ガスからのデータ提供である。供給所から導管を通じてガバナ、各家庭に供給されているが、低圧導管が最も延長が長く 274km ある。3 月 30 日に供給停止が解除された。

ガスの被害は低圧管の継ぎ手部損傷により損傷箇所から土砂が流入したことで供給に支障を生じた。ポリエチレン管などの耐震管の被害はなかった。

電気については、東京電力からのデータ提供である。3 月 11 日において、数十分～数時間停電があった。地震後も 5 月 9 日、7 月 19 日にケーブル事故が生じて最大 1 時間程度の停電が発生している。電気施設の被害は電柱の傾斜・沈下が多く、施設が多い中町に集中している。その他、地中ケーブル破損、マンホール浸水などが生じている。

電話については、NTT 東日本からのデータ提供である。電気施設と同様に電柱の沈下・傾斜による被害が支配的で、やはり施設の多い中町に集中していた。集合住宅の引き込みケーブルなどの被害もあった。

【Ⅱ-2 今回の地震の評価、施設別技術基準で設定している地震レベルの整理】

東北地方太平洋沖地震の規模は M9.0 で国内観測史上最大であり、500km×200km の震源域で破壊開始から破壊が終わるまでにかかる時間が長かったため、観測記録の継続時間が長かった。また、余震活動が著しく活発であるなどの特徴を有している。

一方、土木施設の耐震設計にかかわる基準類での想定地震と比較すると、レベル 1 よりも若干大きな地震動であった。各基準ではレベル 1、レベル 2 地震動を設定し、重要度に応じた性能を満足するように設計する方針をとっているが、振動によって生じる構造物の損傷状態や施設全体の安全性、供用性、復旧性を対象としており、地震によって引き起こされる液状化現象とこれに伴う地盤変状による構造物の損傷状態や施設の保有すべき性能という観点では整理されていない。

浦安市の今後の公共土木施設の整備に当たり、レベル 1 地震動、レベル 2 地震動の設定と求める性能、地震後の地盤調査結果に基づく液状化判定手法の妥当性を議論いただき、今後の復旧・復興における液状化対策にあたっての技術的な検討方針を取りまとめていきたい。

<質疑応答>

(委員)

継続時間が非常に長かった、大きな余震が続けて発生したというのが今回の地震の特徴であり、それがどういう影響を与えたかということに着目して被害状況をみていくことが重要である。つまり、液状化した後に大きく揺すられる、また、地下水位が上昇して弱くなった状態に余震が来てさらなる被害が生じるということが起こったものと考えられる。

p2-4-2-10 の【路面変状】③写真と p2-4-2-13 の【隆起】にある写真は同じ写真であるが、表現が変わっている。両者正しいが、今回の特徴は何かということ considering 用語を統一してほしい。

P2-4-2-10 の地図上⑤の付近の歩道のせり上がりが厳しい箇所があった。また、p2-4-2-9 平面図上の「⑨」、「②の土砂噴出」と記述されている付近で被害の著しい箇所があったので追加していただけるとありがたい。

P2-4-2-23 の污水施設の「たるみ」と「蛇行」はメカニズムが異なる可能性があるので分けられるのであれば分けたほうがよい。また、マンホールの「破損」と「ズレ」についても同様である。

一方、p2-4-2-36 の雨水施設では被害があまりでていない。このあたりの根拠について言及が必要と思われる。

(委員)

中町と新町のライフラインの被害に違いがある。地盤改良の差かと思っていたがそうではなさそう。N 値と F_c の関係でも大きく異なっているわけではないように思う。埋め立ての年代の違いだけではなく、何か工夫がされているのかなどについて調べる必要があると思う。

(委員)

P2-4-27 の污水マンホールの損傷と p2-4-36 の雨水のマンホールの損傷に違いが出ているが、雨水管と污水管の被害の差は何か。

(浦安市)

分析を加える必要があるが、激しく液状化した箇所とそうでない箇所が、平面的に分布していて差があるためではないかと考えられる。地盤 WG で説明があったように、ポンプ浚渫の際、濡筋だった箇所は浚渫砂の厚さが厚く、その場所がたまたま戸建の住宅エリアだったというところがある。結果として下水道などの被害が宅地に集中したことが考えられる。また、戸建宅地と集合住宅の下水施設の規格の違いについては調べてみる必要がある。

埋設深度は規格に応じて異なるが、雨水管は基本的に浅いところに入っていて、污水管は浅いところと深いところに入っている。被害の率からすると、液状化を起こしたであろう浚渫砂（中町新町で異なるが、地表から 5~6m の厚さ）に埋まっている管の被害が多い。マンホールの浮上も対応しており、浅い箇所のマンホールは下の地盤が沈下しているので逆に沈下を起こしている。

したがって、液状化の程度が地域によって異なることと、それに伴って発生した土木施設の被害状況が対応すると考えられるので、整理していきたい。委員の皆様でお気づきの点があったらアドバイスいただきたい。

(委員)

道路橋の取付け盛土の段差が小さかったのは何故か？一般に橋台背後に段差が生じて通行ができなくなることが多いが、浦安の場合、それほど大きくなかった理由は何か？

(委員)

大きな橋梁の図面をつけて、段差についての考察があるとありがたい。

(委員)

踏み掛け版の有無、路盤に鉋さいなどを使用していた事実の有無などを調べていただきたい。

本当に通れなかった箇所はどこだったのか、どういう原因だったのかを調べていただければと思う。埋設管の有無や舗装構造など。

(委員)

幹線道路の車道と歩道あるいは生活道路で被害の度合いが異なっているのは舗装構造の違いが大きいと考えられる。舗装構造と被害の大きさの違いについての評価を簡単でもよいので、まとめていただけると役に立つ情報となる。

(委員)

アスファルト舗装は路盤以下がしっかりしていれば表層の補修でも心配ないが、支えを失った空洞箇所は怖い。アスファルト舗装は、冬は温度が低く、かなり剛性があるのでしっかりしているが、温度が上がったりすると剛性が低くなる。4月以降に陥没が多いのはそのためと考える。

地震後、3月に習志野市と仙台の道路で空洞探査を行った会社が持っている機械は、どの位置にどのくらいの大きさの空洞が生じているかを正確に把握することができる。習志野市だけでも300箇所以上の空洞箇所があり、交通規制をかけて掘り起こして埋める工事を行っている。浦安でも正確に位置を特定して埋めてしまわないと、交通事故などの危険があり心配である。国道や県道の被害が生じていない箇所でも、将来損傷する可能性があるので注意が必要である。

(浦安市)

基本的に通行障害の支配的な要因となったのは地震直後に発生した噴砂であった。クラックや変状はあったが大きな障害はなかった。下水施設が土砂で使えなかったと同じように、道路も噴砂によって使えなかったということである。

歩道部分の損傷が大きかったが、これは車道部分と歩道部分の舗装構造の違いによるものと考えている。歩道と車道が併設されているので土砂が歩道に吹き上げて歩道の変状が大きくなったものと考えている。

なお、歩道でも大きく変形しているところとそうでないところがあった。大きく変形している箇所は後背地の土地利用がアスファルト舗装の駐車場であったり、コンクリート舗装の工場用地であったところが大きく変状している。歩道が周辺のエリアよりも弱い構造であればそこから土砂が噴出して大きく変状したのではないかと考えている。そういった観点で整理を行っていききたい。

空洞に関しては初めての経験であるので、空洞調査および空洞の発生状況などを詳細に取りまとめて、事後の対応として初動のマニュアル等の検討の際に整理をしたい。

3) 建築物の被害・液状化対策

資料2-4-3により建築WGの経過と今後の予定について説明し、委員より質疑を受けた。

1) 被害状況の把握

3Dレーザースキャナ調査および傾斜沈下量の計測調査を行った。例として舞浜、弁天、入船、高洲の傾斜角分布を示すが、地区によって傾斜被害の割合が異なっている。また、(p2-4-3-2)沈下が大きいところで傾斜が大きくなる傾向がある。3Dレーザースキャナの結果から、道路とは反対側に傾斜が発生し、多くの建物が隣接建物方向に傾斜していることがデータとして得られた。

教育施設公共施設（小学校 18、中学校 14、公共施設 47）の被害状況と基礎構造調査の結果を一覧にして示す。

小学校、中学校の校舎は 3 階建、屋内運動場は平屋建てであり、基礎構造が異なっている。校舎は 40～50m の支持杭で、一部地盤改良が施されている。地盤改良のあるものは基本的に段差は生じていない傾向である。段差が生じたものでインフラ被害（上下水道）が生じているが、地盤改良されていてもインフラ被害が生じているものがあり、個別の調査が必要である。

幼稚園は 2 階建て、8～10m 程度の杭で、地盤改良は実施されていない。段差が生じているものと生じていないものがある。段差が生じているものは、当初、摩擦杭で設計されていても液状化による沈下によって支持杭と同様の挙動を示したためではないかと考えられる。

その他の公共建築物についても基本的には同様である。

民間マンションについては、35 程度の管理組合にボーリングデータ等の提供について協力していただいている。

2) 杭基礎の健全性評価

運動公園陸上競技場の建設中の杭（スタンド、写真判定棟）が最大で 50cm 程度水平変位している。フーチングが明らかに傾斜しているので損傷している可能性が高い。杭頭目視調査、IT 試験、孔内カメラ測定などを実施する計画である。損傷はないと考えているが、確認のため高洲小学校、入船南小学校を対象に杭頭目視調査、IT 試験、先端支持と摩擦杭基礎の相対沈下測定を行う計画である。

3) 建物被害・地盤沈下と液状化予測の関係

噴砂の粒径加積曲線から、細粒分含有率が比較的高い特徴がわかる。地盤 WG の整理結果が間に合わないので、細粒分含有率を 15%、25%、35% の 3 種類で建築基礎構造設計指針の方法による液状化判定を行った。地表面加速度値を 200Gal、M=9 の条件では概ね FL が 1 を下回った。また、沈下量の計算結果と実測結果の比較を示す。今後、粒度特性のあるデータに対して地盤沈下、建物被害との関係を含めて検討する予定である。

4) 小規模家屋の修復方法・液状化対策工法

傾斜した家屋の修復方法、新設家屋の対策方法に関するヒアリング・現地調査を含めて整理・検討中である。

5) 今後の調査検討項目

以下の項目について今後進めていきたい。

- ・戸建住宅、公共施設、マンション等の被害状況整理の継続（Ⅲ-1）
- ・戸建住宅の液状化対策の実績と地震時挙動（Ⅲ-1）
- ・杭基礎の健全度評価、対策（Ⅲ-1）
- ・今回の地震の評価、技術基準で設定している地震レベルの整理（Ⅲ-2）
- ・地盤データ N 値に基づく液状化予測（沈下量）と実被害の関係、
- ・想定地震に対する予測（Ⅲ-3）
- ・地盤データ CPT に基づく液状化予測と実被害の関係（Ⅲ-3）

- ・戸建住宅の沈下傾斜復旧方法、地盤改良対策の整理(Ⅲ-4)

<質疑応答>

(委員)

地盤データ CPT (コーン貫入試験) とあるが、現在、建物を建てる際に実施しているスウェーデン貫入試験との関係は確認しないのか? できれば現在行われている戸建住宅での調査方法と整合する形で評価されるのがよいと思われる。

(建築 WG)

WG 内で検討を行うかどうか議論したい。埋立層が 10m くらいあるので、10m 程度まで調査できなければ中途半端になってしまう可能性がある。

(委員)

粒度と液状化の関係 (p2-4-3-3) だが、細粒分が多い土が液状化を起こすと沈殿がなかなか進まないの、水に砂と細粒分が混ざった状態で一緒に外にでてきて、広い範囲に広がりやすいと考えられる。この点についても留意して評価していただければと思う。

(委員)

正確な情報ではないが、本震でちょっと噴出して、余震でどっと開いて噴出し、気がついたら沈下していたという住民の証言がある。どの時点で沈下が生じたのかわかってくるとよいのではないかと思う。余震がなければこれほどの被害が生じなかった可能性がある。

(浦安市)

どこまで調べられるかわからないが、入船中学校などの防犯ビデオの紹介で報告したように、本震で噴出がおさまりかけたときに余震が発生して激しく噴出している状況が確認されており、ご指摘の証言に一致している。ただし、場所による差はあるかもしれない。市として十分に把握している情報ではないが、時間が許す範囲で調べたい。

(委員)

戸建住宅は 22~23 年で建替えられるが、建替えられた住宅の方が、被害が少なかったということを知っている。建替前と建替後の違いはわかるのか?

(委員)

基本的に地盤改良しなければ同じである。地盤改良されている可能性があるのではないか。基礎剛性が上がっている可能性もある。

(委員)

20 年位前から戸建住宅もスウェーデン貫入試験を実施しているが、液状化対策を直接行ったという例は極めて少ないと思う。常時の沈下防止を目的とした深層混合処理や表層改良を実施することが多くなっており、全国ベースで着工物件の 4 割程度あるので、結果的に液状化に対して効果があった可能性も考えられる。

(委員)

建替えた住宅に対して、いつごろ建替えたか、地盤をどう処理されたかをヒアリングできればよいと思う。

(委員)

安全はお金で買うという観点で、工費の情報があるとよいのでは。

(建築 WG)

工費については調べている。ただし、例えばアンダーピニング工法で鋼管杭が打止まらない場合もあるので、工費には幅が生じる。また、戸建住宅が傾斜した状態で、次の地震にも備える対策をとることはなかなか難しいと考えられるので、とりあえず住むようにいかに安く建てるかという選択と、次の地震で被害を受けないように対策する選択に分けられる。

(東畑委員)

簡単に直せるという観点での整理があるとよいのでは。

(建築 WG)

そういった観点でも整理している。例えば、薬液注入タイプだと、注入孔は再度使える。また、初期の注入に対して2回目以降の注入は注入量が少なくてすむなどの特徴があり、コストが安くなる可能性がある。

(委員)

復旧工事の費用は関心を持っている方が多く、また、当委員会の報告書をまとめる段階で既に施工される方もいると思うので、どういう方法が使われているかを調査してはどうか。

(地盤 WG)

個人情報となるので公開は難しい。

(浦安市)

本日、詳細なデータは公表しなかった。浦安市の地盤に特定した資料ではなかったため誤解を与えてしまう可能性に配慮したためである。次回、示した上で市民の皆さんに公表したいと考えている。

(委員)

12月の終わりまでにかかなりの数、補修工事が終わっているとすると、次の地震では大丈夫か？という問いかけが予想される。補修工事がこれからという人に対しても、想定する地震動に関連した説明が重要である。

(浦安市)

補修済の戸建住宅は百数十棟程度であって、まだ、様子を見ている状況ではないかと考える。

(浦安市)

各工法種々得失があること、また、業者の腕に依存することがあるので、工法選定に当たっての得失や注意点を表の中で整理できたらよいと思う。

(委員)

宅地内の住宅の傾斜に対して、矢板などの対策が有効となる可能性など、建物の修復に加えて用地境界付近の対策などについてもコメントがあるとありがたい。

また、道路を隔てた隣接ブロックが無被害である状況などについて、コメントがあるとありがたい。

(浦安市)

新聞情報で、国の液状化対策に予算がつきそうだという記事があったが、習志野市の特区構想のように、個々のお宅の対策と、ある程度面的な対策をアドバイスいただけるとありがたい。

(浦安市)

過日、朝日新聞に第3次補正予算で国土交通省の方で、面的に公共の道路および隣接する宅地の

液状化対策を一体として実施する際に、国が支援するという制度を財務省の方に要求をするという報道があった。一体として対策を実施することでスケールメリットが働いて宅地の液状化対策も費用が安くなる可能性がある。

浦安市では、道路を含めて宅地の方まで市が液状化対策を実施するのか、対策の必要があるのか、コストとの関係を把握する必要がある。また、宅地の液状化対策を実施されるお宅はしかるべき費用を負担することになるが、液状化対策を別途実施される方や対策を実施されない方に差が生じてくる。液状化した場合、地盤の弱い箇所から砂が噴出するのでその箇所の沈下が大きくなるということになる。したがって、今後のことを考えると、エリア全体の合意形成を行った上で取り組まなければならないと考えている。

浦安の場合、地表から深いところまで液状化しているので、液状化対策がかなりの費用となると考えられる。したがって、この予算を適用することには慎重にならざるを得ないと考えている。

(委員)

尼崎の補修時に、道路の修理を主目的とした予算で、隣接宅地に地下水位低下工法を採用した例がある。

(浦安市)

浦安市では地下水のくみ上げによる沈下問題があり、直感的には難しい気がする。

(委員)

地下水位が低いと被害が少ないというデータが得られれば、若干の地下水位低下で効果があると評価できる可能性がある。

(委員)

今後、どうしたらよいかという方向性を示す時期に来ている。まったく無被害は現実的ではない。幹線道路や一般道において大型トラックが通れるとか 30km/hr だと通れるとか、また、ライフラインにおいても、どこまで受忍するのかを提示していかないといけない。

(浦安市)

今回のデータを整理したうえで WG のみなさんをご相談したい。

(委員)

耐震性能の評価や受忍の程度について考え方を提示していただくことはできないか。

以上