

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 7 月 22 日（金） 午後 3 時～午後 5 時 20 分

■ 開催場所 文化会館 中会議室

■ 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、菅野高弘委員、塚本良道委員、東畑郁生委員、時松孝次委員、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 1-1 席次表

資料 1-2 会議次第

資料 1-3 調査の内容とスキーム

資料 1-4 東日本大震災への対応

資料 1-5 調査体制とスケジュール

資料 1-6-1 地盤ワーキンググループ資料

資料 1-6-2 公共土木施設の被害状況

資料 1-6-3 公共公益施設の被害状況

■ 議題

- 1) 浦安市域及び周辺の地盤特性の整理（Ⅰ－１）
- 2) 公共土木施設の被害状況（Ⅱ－１）
- 3) 戸建住宅、集合住宅、小中学校等公共公益施設の被害状況（Ⅲ－１）
- 4) 土質調査計画（Ⅰ－６）

■ 議事の概要

松崎浦安市長及び石原委員長より挨拶。浦安市より資料 1-3 の調査の内容とスキーム及び資料 1-4 の東日本大震災への対応、事務局より資料 1-5 の調査体制とスケジュールについて説明が行われた後、委員長の進行により、議事が進められた。

1) 浦安市域及び周辺の地盤特性の整理（Ⅰ－１）

埋立事業の経緯及び浦安市の地盤特性について説明し、委員より質疑を受けた。

概要は以下のとおり

(事務局)

浦安市は住宅地・遊園地用地・鉄鋼流通基地用地の 3 つの造成を主目的として昭和 37 年 7 月に漁業権の一部を放棄し、現在中町と呼ばれている区域 (A,B,C 地区) の埋め立てを第一期事業として昭和 40 年から昭和 50 年にかけて実施された。新町と呼ばれる区域 (D,E,F 地区) の埋め立てを第二期事業として昭和 47 年から昭和 56 年にかけて実施された。当時の写真から排砂管によって浚渫土砂が送られている状況が確認できる。

昭和 23 年から平成 15 年にかけての浦安市の航空写真によって埋め立て履歴が確認できる。昭和 23 年は埋め立て前の状態で、元町地区が確認できる。昭和 42 年から昭和 50 年では中町地区の埋め立て状況、昭和 50 年から平成 15 年は新町地区の埋め立て状況が確認できる。

浦安市の所有する既存の地質調査報告書にあるボーリング調査位置、ボーリングの深さおよび土質試験の実施状況を示す。また、工学的基盤面の上面標高の等高線より、元町は TP-20~-30m と浅いが、沖側では深くなっている。旧江戸川とほぼ平行にオリエンタルランドの下に TP-70~-80m の埋没谷が刻まれている。他は波蝕台となっていて谷が刻まれている。

既往地質調査データの整理は地表面の地震動増幅特性、液状化判定、液状化対策を目的とする。収集するデータとしては地質名 (地質記号)、地層境界標高、標準貫入試験 (中心深度、N 値)、湿潤密度、粒度 (礫分、砂分、シルト分、粘土分、10% 粒径 D10、20% 粒径 D20、50% 粒径 D50)、塑性指数 I_p 、液状化強度 RL20、動的変形特性、PS 検層とする。(土質試験結果一覧表に示される赤枠のデータ)

浦安市の中心部を通るラインの断面図から、工学的基盤の起伏が大きいことが特徴である。今回の地震で液状化したと思われる層は、地表面から -7~-9 m 付近まで堆積している浚渫埋立層 Fs 層であるので、その直下の沖積砂層 As 層を含めた土を液状化判定の対象とする。地質層序は第四紀以降の地質年代と記号を対応させて示す。

元町には浚渫した埋立土がなく、陸上盛土層の下が直接沖積層となっている。上部有楽町層相当 As1 層は N 値が 10 以下で、その下に軟弱な沖積粘性土が堆積している。

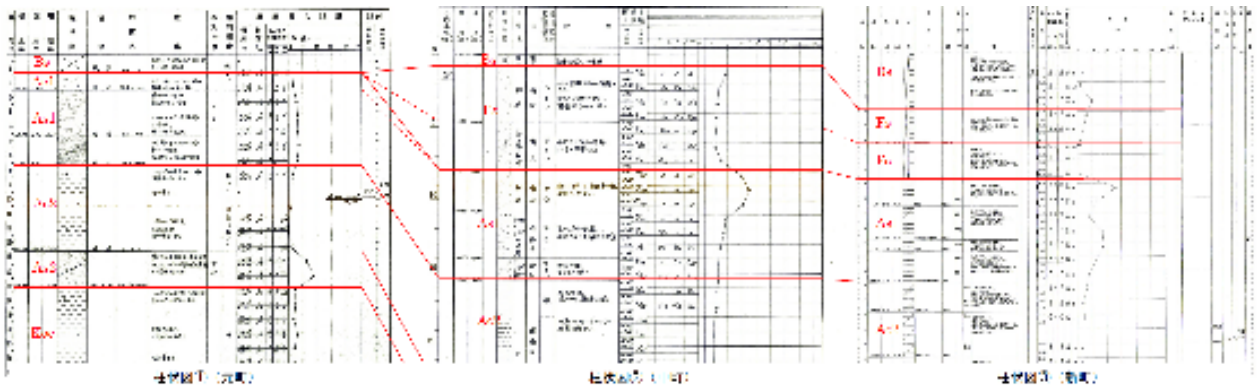
中町は沖積層の上に浚渫した埋立土 Fs 層が分布している。As1 層は上載荷重の増加によって N 値が大きくなっている傾向がうかがえる。浚渫埋立土および陸上盛土はかなり N 値が小さい。

新町は中町と同様に埋立土が N 値 10~20 前後の沖積砂質土 As1 層の上に堆積している。埋立土は細粒分が多いのが特徴となっており、その上に盛土層 Bs が堆積している。

液状化判定は道路橋示方書、建築基礎構造設計指針、港湾の施設の技術上の基準の 3 つの方法を考えている。判定法は FL 法および限界 N 値法である。既往地盤データの整理結果を受けて液状化判定対象を抽出し、判定を行っていく計画である。

東小学校に設置されている防災科研の強震ネット地震計 (CHB008 KNET 浦安) の地震波形は最大でも 160Gal 以下となっている。また、深さ 20m までの PS 検層

も公開されている。



(第1回委員会資料 1-6-1 p6 より)

<質疑応答>

(委員)

既存の資料を整理する上で、埋立の覆土工事の施工写真も有用な資料となると思う。その写真を探して整理することが可能であればお願いしたい。

護岸や中仕切り堤がどこにあったのかという情報があれば、土質との関係および被害が集中した箇所との位置関係の対応をみるのが可能となるのでお願いしたい。

(事務局)

さらなる情報の収集に努める。

(委員)

既存の土質データとして、千葉の地質環境インフォメーションセンターのホームページで取得できる情報は使うのか。

(浦安市)

使用させていただけるものは、使用したい。その他、浦安市が所有する地質調査資料を基本に検討を進める。

(委員)

地盤ワーキンググループ(以下、地盤WG)には能力の高い方、ボランティア的に手伝いたいという方もいる。検討結果については地盤WGの責任でとりまとめを行っていくので、地震応答解析や実験などの実施に当たって必要となるデータを提供いただきたい。

(事務局)

地盤WGが検討に必要なとするデータは提供する。

(委員)

N値とF_c(細粒分含有率)の関係は土質ごと特徴があると考えられる。埋立土、沖積砂などの土質ごとにN値とF_cの関係をまとめてはどうか。

(事務局)

浚渫土、沖積砂、盛土など、土質ごとに分けて整理を行う予定である。

(委員)

浦安市の地盤条件はこの委員会で整理されると思うが、将来、個別に研究者が研究を進める際にも浦安市のデータが使用できるようお願いしたい。

(浦安市)

個人情報の取扱いに配慮しながら協力したい。

2) 公共土木施設の被害状況(Ⅱ-1)

公共土木施設に関する被害状況について説明し、委員より質疑を受けた。概要は以下のとおり。

(事務局)

道路の被害状況について、国・県など、各管理者から提供された情報を示す。また、災害査定資料などをもとに被害の程度を区別した。市道の主な被害状況は、ひび割れや段差の他、橋梁との取付部で土工側に沈下が見られる。また、幹線道路の空洞調査の結果、一部に空洞が認められた。その他、マンホールの浮上や街路灯等の道路付属施設では傾斜沈下が生じている。特異な被害状況として、車道の損壊に比べ、歩道側が著しく盛り上がり大きく損壊している箇所が認められた。

橋梁の被害は、埋立地側に集中しており、支承部の損傷、高欄・地覆・伸縮装置・目地・タイルなど、残留変位が生じた箇所で損傷が生じている。また、落橋防止構造が作動するところまで残留変位が生じたものも見受けられた。橋台が部分的に破損している箇所があった。

下水道(汚水)の被害は中町地区にある程度集中している傾向がある。管路については、TVカメラ調査の結果から、管のたるみや蛇行、破損、クラック、変形あるいは継ぎ手のズレ、脱却などが確認された他、これらに伴う管路への土砂の流入が確認された。また人孔では、浮き上がりの他、組立式人孔の側壁のズレや管口の破損及びこれらに伴う土砂の流入も確認されている。

下水道(雨水)の被害状況は、現在、災害査定資料等の取りまとめ中であるが、概ね汚水と類似しているようである。

上水道の被災箇所の情報はまだ集まっていない。漏水箇所の大小で表記している。今後、収集整理して示す予定である。

ガスの被害状況は、継ぎ手の抜け出しやゆるみといった低圧管の被害が目立つ結果となっている。やはり中町地区に分布が多い。

電気通信設備についても被害は埋立地に集中しており、電柱では傾斜や沈下、地中設備では、さや管やハンドホールの損壊などが見られる。

河川・海岸の護岸は千葉県の管理である。日の出護岸、境川護岸、見明川護岸が被災しているが、傾斜・はらみだし、護岸背後の沈下・傾斜が生じている。

公園も埋立地を中心に被害が生じている。道路と同様に舗装の沈下や横移動による段差、たわみ、亀裂、フェンスや境界ブロック、擁壁などが損傷している。また、側溝や集水枡の損壊、照明灯や電気施設の傾斜や沈下などがあった。また、耐震性貯水槽などの防災施設では、浮上により機能を喪失してしまった例があった。

<質疑応答>

(委員)

今回の地震では道路の動きなどが特徴と考えられる。幹線道路は被災していないが、路盤材に鉋さいを使用した例もあるようだ。浦安市以外の場所でも路地が多く被災している傾向があることから舗装構造が大きく影響しているのではないかと考えられる。道路の構造により被害状況の違いがどうなっているかといった観点でまとめていただきたい。

(事務局)

構造と被害の状況という点を意識しながらまとめる。

(委員)

橋梁被害の中には京葉線高架の被害なども含まれているのか？被害がなかったものも対象に、どの程度の基礎であったかを含めて整理をしておいたほうがよいと考えられる。

(浦安市)

橋梁の被害の中には鉄道は含まれていない。被害はなかったと聞いてはいるが確認して整理したい。

(委員)

雨水はすべて表面排水か？

(浦安市)

雨水施設は表面排水と管路施設があり、汚水と雨水は完全分流方式である。雨水管についても若干被害が出ている。今回には間に合っていないが、次回に示す予定である。

(委員)

道路の評価の仕方、今後対策を考えるためには機能面での評価が必要と考える。すぐ通れたのか応急復旧で通れたのかなど必要とした復旧の程度や車道と歩道の別など分けて整理したほうがよい。

(事務局)

そのように整理する。

(委員)

資料 1-3 に示される 3 つ目の目的（市民生活に混乱が生じないために必要とされる社会基盤施設の性能を満たすための液状化対策の検討）に関連して、被害がまったく起こらないようにすることは財政的にも現実的ではない。市民生活に混乱が生じないための社会基盤の性能として何が必要となるか、つまり、これは起こってもらっては困るという被害、この程度であれば仕方がない、すぐに直せばよい、また余裕のできたときに直せばよいという被害とに分類することが必要である。浦安市としての考え方を打ち出すことが必要である。

(浦安市)

この技術検討委員会の他、別途、復興計画を策定するための委員会でも復興という観点で市民の声を受け止めながら議論し、また、技術検討委員会の中でも技術的な対応と経費などを検討していただき、最終的なとりまとめをしていきたい。

(委員)

国道や県道は技術検討委員会での検討対象とするのか？

(浦安市)

被害の状況に関しては整理するが、直接的には対象としない。

(委員)

埋設管については相当被害を受けていて、被害の状況を把握することが難しいと考えるが、カメラによる調査はどの程度の割合で行ったのか、状況を含め説明をお願いしたい。

(浦安市)

管路内のカメラ調査は、高圧洗浄車及びバキューム車にて噴砂を除去しながら、汚水管のほぼ全線で実施した。その結果、宅内からの噴砂が取付管を通じ本管へ流入したことが本管閉塞の原因の1つとして挙げられる。また、宅内の管路の閉塞や大口径の本管ではゆるみやたるみが生じていたなど、いくつかの被害パターンに分類される。

(委員)

電柱の根入れはどの程度であったか？

(オブザーバー)

規定により全長の1/6なので、全長15mの電柱の場合、根入れ長は2.5mとなっている。

3) 戸建住宅、集合住宅、小中学校等公共公益施設の被害状況(Ⅲ-1)

建築物に関する被害状況について説明し、委員より質疑を受けた。概要は以下のとおり。

(事務局)

浦安市内の戸建住宅の傾斜をプロットすると、約1,600棟が1/60以上、約3,600棟が1/100以上となっている。同じ地区の中でも被害家屋の分布が帯状や塊など一様ではない。集合住宅については調査中である。

小中学校等教育施設では、被害状況の分布図より、おおむね埋立地の液状化による被害であることが確認できる。小中学校の校舎は3階建のRC造またはS造が多く、工学的基盤まで杭を打っている。液状化による校舎周辺の地盤沈下によって、校舎との境に段差が生じているものが非常に多い。校舎直下の液状化対策を行っているものでは段差が見られないなどの特徴がある。また、校舎と同一の敷地内には体育館があり、S造の2階建てが多く、8m程度の摩擦杭基礎となっている。建物直下は液状化対策されたものとされていないものがある。さらに、幼稚園もRC造の2

階建てであり、摩擦杭基礎である。

被害状況は、校庭・園庭への噴砂や液状化に伴う地盤沈下による建物と周辺との段差、建物や外構、設備等の損壊などが認められた。地盤改良の有無や杭の種類、特に、摩擦杭の場合は杭の長さや液状化の範囲により被害の状況が異なっているのではないかと考えられる。

市役所庁舎等の公益施設（主要 47 施設）についても同様であるが、構造や階数との関係など、これから整理する予定である。

老人クラブは 1 階の木造または S 造なので、直接基礎ではないかと考えられるが、大きな被害は生じていない。今後整理する予定である。

自治会集会所は 52 棟が 1 階建て木造あるいは S 造、9 棟が 2 階建て S 造あるいは RC 造である。傾斜角が大きいのは埋立地にある木造 1 階建てであり液状化の影響と考えられる。

（委員・建築物ワーキング）

舞浜 3 丁目あたりでは、建物が道路と反対側に傾斜が出ている。道路が液状化しにくいことや裏側が深いことが原因として考えられる。富岡の交番は噴砂が多く沈下していた。今川地区では旧堤防直近は激しい液状化が生じている。街灯の傾斜があり、地下水位が 2m 程度で、街灯の基礎により傾斜などの被害に差が出た可能性もある。その他、地下駐車場の浮上あるいは地盤の沈下により車が出られなくなっているものがあつた。建物同士が近接するところでお辞儀するように傾斜する状況が認められた。例えば、RC 造 3 階建てと木造 2 階建てが隣接する箇所では、木造に比べ RC 造が重いこと著しい沈下が見受けられる。3 階か 4 階建ての杭基礎と 3 階建ての直接基礎の建築物が隣接する例では、杭基礎では道路が 30cm 沈下し段差が生じたが、直接基礎は、そこからさらに建築物が 30～35cm 沈下した。高洲でも戸建住宅に大きな沈下、傾斜が生じている区域がある。側方流動の影響を受けているものもあり、階段などから判断すると、当初から圧密沈下の影響を受け、さらに液状化による沈下が加わり、杭が露出するくらいの沈下となっているのではないかとと思われるものがある。日の出の付近も液状化が著しかった。既に撤去されているがコンビニが大量噴砂で沈下した。また、2 段式の駐車場では段差が生じ使用不能となった。2 週間で既に土盛りして車を出し、4 週間目では解体され、整地されていた。対応がかなり早かった。液状化対策がなされているホテルは何事もなかったが、被害がなかった街区と被害があつた街区で予想外の沈下が生じていることがある。

現在、相対的な変位を記録に残すために、3Dレーダースキャナーを用いて建物の傾斜や沈下の相互干渉をみるための技術開発を行っている。

校舎については段差の数値やライフラインが機能していたかなどについて次回までに示す予定である。

<質疑応答>

（委員）

摩擦杭という表現であるが、軽い建物は As1 層が支持層となり、重い建物は厚い粘性土層があるため工学的基盤面が支持層となるのではないかと。

(委員)

浦安市の地盤は、地表面近くに埋立土および沖積砂層から成る砂層があって、その下に厚い沖積粘性土層がある。大体の建物は上部の砂質土層を支持層として建てられていて、大きな建物については支持層を工学的基盤面にとっていると考えてよいのではと思われる。

(事務局)

設計としては先端支持ではないかもしれないが、誤解のないように整理したい。

(委員)

公益施設以外の状況はどうなっているのか？

(浦安市)

個別の建物が特定できる形で公表することは問題があるので、スライドで示した。ホテルのような民間の建物は協力いただけるものだけ整理したい。マンションは建築学会の他の小委員会が実施したアンケートをいただけることになっている。データの取扱いについては注意する。

公共公益施設は、同じような構造の建物が市内に散らばっているので、相対的な被害状況で評価ができる可能性があるので、整理したい。

(委員)

液状化などによって地表面が沈下して杭の頭（結合部）が露出し、そこに地震動によって慣性力が作用し杭頭が損傷することが考えられる。今回はこのような例はあったのか？

(事務局)

これは確かめないとわからない。阪神淡路大震災では、建物の傾斜沈下がなくても杭が地中で折れていた例もあったようだ。建築物WGで確認していきたい。

(委員)

浦安市の調査の結果はいろんなところに影響があるのではないか。名古屋など他の地域でも浦安と同じ地盤条件がある。基礎形式の異なる建物が混在する中で液状化が発生すると同じように杭が持たなくなる可能性も指摘されているようなので、この委員会での検討結果は他にも役立つと思われる。

(委員)

今回の地震では他の地域も含めて地下駐車場の浮上りはあまり見受けられなかった。液状化層厚があまり大きくなく、根入れからすれば浮上しにくい状況かもしれないが、浮上や沈下について、測量したほうがよいのではないか？

(浦安市)

学校施設等で測定可能な箇所のデータで確認したい。

(委員)

地震前後で高さが変わっていない点はあるのか？

(浦安市)

国土地理院の行徳の GPS 基準点は公開されており、これによって資料 1-4 の航空測量の結果を確認して示している。浦安市内の基準点は今後確認が必要と考えている。

(委員)

国土地理院関係では、現在、GPS 基準点だけが保証した形で公開されている。その他の基準点については、10 月末頃公開する予定と聞いている。

(委員)

埋立の履歴と帯状の被災箇所の関係などの整理をお願いしたい。

(委員)

中町の被害が大きかったことについては、新町に比べて中町に戸建住宅が多かったという建築物の形態の問題かもしれない。評価には注意が必要である。

(委員)

地盤 WG でまとめることになるかと思うが、資料の整理に当たっては、地盤の状況や各施設の被害状況など複合的に重ね合わせることができるよう、テンプレートの統一を図り整理することが望ましい。

(委員)

下水道について、これまでの経験で塩ビ管は被害が多いが、ヒューム管の被害は少ないなどの例があり、管種・管径・材質で分けて整理するとよい。また、開削工法や推進工法のような非開削工法など、施工法の違いによって被害状況が異なるという知見もある。被害状況の違いなどが整理できればなお良い。

(委員)

4 号建築物などは基礎の仕様が不明な場合が多いが、被災の状況と基礎仕様の対比は重要であり、なるべく基礎仕様を収集することが望ましい。個人情報との関係で入手が難しい場合、例えば住宅生産団体連合会などをお願いして調べることも考えられる。

(浦安市)

中町・新町の最近の戸建住宅はほとんどがべた基礎で、布基礎は元町のごく一部の古い施設と考えられるが、可能であれば確認して整理したい。

(委員)

最近の建物では木造であっても常時の沈下防止のために小口径の杭基礎や地盤改良を行う場合もあるので、対策を考える上で有用と考える。

(委員)

地下水位の位置で液状化の判定が変化するので、現在の地下水位を調べることは重

要である。ボーリング情報の収集にあたっては注意が必要である。また、工学的基盤面の確認という点も重要で、このための調査も視野に入れるべきである。

4) 土質調査計画 (I-6)

<事務局説明>

浦安市では新規にボーリング調査を計画している。

標準 17m 深度 (7 本)、標準+サンプリング (15 本)、工学的基盤まで (1 本) の 3 種類に分けて計画した。

東大地震研の計測機器がある高洲小学校や K-NET の計測機器がある東小学校は、既存の土質調査データで支持層が確認でき PS 検層結果もあるので、地盤モデル構築が可能である。支持層を確認する目的で 1 本のみ工学的基盤までとした。千葉県でも調査の計画があるので調整していきたい。

標準貫入試験、シンウォールサンプリングで Fs 層、As1 層の不かく乱試料をサンプリングし、液状化試験、動的変形試験を実施する。舞浜 3 丁目では深部粘性土層についても動的変形試験を実施する。

既往データとして消防本部と新庁舎における工学的基盤までのボーリング柱状図、PS 検層、動的変形特性が得られており、これを活用する。なお、ボーリングの補完を目的としてコーン貫入試験を 50 点実施する予定である。

<質疑応答>

(委員)

今回、液状化した箇所と、しなかった箇所の違いは、新しい浚渫土ではなかったかと考えている。ほぼ同じ N 値であっても新しい方がせん断弾性係数 G_0 が小さく、古い方が G_0 が大きいと想像している。浚渫土と沖積砂質土の違いがわかるような調査があればよいと思われる。そういう観点では乱れが重要であり、トリプルがよいのではないか？

(委員)

地盤 WG においてシンウォールでお願いしたという経緯がある。作業員の腕が重要だが、反力をとれば N 値 10~15 でも乱さずにとれると考える。

PS 検層と動的変形試験の G_0 を比較して乱れの評価をすることも考えられる。また、猫実などでの開削工事があればブロックサンプリングができる。

(委員)

参考になるかどうかかわからないが、10 年以上前に高洲で As1 層の凍結サンプリングを実施した経緯があるので、使用権等確認したうえで利用できる可能性がある。

(委員)

土粒子の密度試験などはあまり意味がないので、それを割愛し、別の調査を行ったほうがよいのではないか？

(浦安市)

調査の実施にあたっては、ご指導いただいで進めていきたい。

(委員)

一般の人が住んでいる場所の地盤がどうなっているかと問われたときの情報の出し方を考えておく必要がある。メッシュが粗い状態(250m)では答えにならない可能性があり、建築確認資料が公開できれば、それを反映し精度を向上することが可能となる。この委員会では無理かもしれないが、将来は考えたほうがよい。

(浦安市)

公共施設は既に公開対象となっているが、マンションなどについては、現在、管理組合へ情報提供を依頼している。許可が出たものについてはこの委員会の検討作業のなかで使用していきたい。

(委員)

建築確認資料に示される地盤情報は個人の財産ではなく、地域や近隣の共有財産であるという価値観が必要と考える。

以上