

熊本市液状化対策技術検討委員会 <第1回>

1. 日時及び場所

平成29年6月27日(火) 午後3時～午後5時30分
熊本市市役所別館(自転車駐輪場)8階会議室

2. 主催

熊本市(担当課:都市建設局都市政策部震災宅地対策課)

3. 出席者

(1) 委員

北園芳人会長 市川勉副会長 永瀬英生委員 村上哲委員 友清衣利子委員

(2) 国土交通省都市局都市安全課

松下企画専門官

(3) 熊本県

<建築課>

上妻課長、尾上政策監、原井審議員、小松主幹

(4) 事務局

○熊本市

<熊本市長>

大西一史

<都市建設局>

田中技監 小路総括審議員

<震災宅地対策課>

上野課長 山部副課長 上村技術主幹 久保田技術参事 米野主任技師 須納瀬主任技師 安達技師

○千代田コンサルタント

梶田 宗川 内田 和田

4. 議事次第

(1) 開会

(2) 委嘱状交付

(3) 挨拶(熊本市)

(4) 熊本市液状化対策技術検討委員会について

(5) 宅地液状化防止事業の実態と課題(国土交通省 松下企画専門官)

(6) 議事

①熊本市の液状化被害の状況

②事業候補地区の選定について

③近見地区の調査報告

(7) その他

(8) 閉会

5. 宅地液状化防止事業の実態と課題について(国土交通省 松下企画専門官)

○行政から見た液状化対策ニーズの違い

○液状化対策の経緯

○平成23年東日本大震災時の液状化被害

○宅地耐震化推進事業(宅地液状化防止事業)

○液状化被害を受けた宅地の復旧について

○東日本復興交付金事業における液状化対策事業の実施状況

○住宅復旧に要する費用・事前の液状化対策で負担可能な費用

○時間経過等による課題の違い

○課題等のまとめ

- ・「液状化対策」のニーズが人により様々であり、行政や住民がワーキング等で互いの理解の違いをわかり合うことが重要。
- ・宅地耐震化推進事業(宅地液状化防止事業)は、実施できない場合があり得る技術的に難しい事業であり、液状化対策としては、様々な方策を組み合わせる視点が重要。

6. 議事の概要

①熊本市の液状化被害状況

○熊本市内の液状化発生箇所・熊本地震発生による公共施設の被害状況

○白川沿岸に現れた液状化の帯

○液状化被害箇所(推定)

○熊本市の液状化被害の状況まとめ

- ・白川沿岸部で液状化による帯状の被害が発生。また、内陸部でも多くの液状化被害が発生。
- ・基礎調査結果から、熊本市の液状化と見られる被害戸数は約2,900戸と推定。

②事業候補地区の選定について

○防災・減災への対応

災害に迅速に対応し、被害を最小限に止めるためには、市民自らが常日頃の防災意識を高めるとともに、地域の方々の連携やお互いを助け合う地域防災力の強化が特に重要である。

○液状化被害への対応

自助及び共助での対応を基本とし、公共施設の復旧は公助で対応を進める。

公共施設と宅地との一体的な液状化対策が可能な箇所は、宅地液状化防止事業として実現性を検討。

○宅地液状化防止事業候補地区

公共施設と宅地との一体的な液状化対策が可能な地区を、宅地液状化防止事業候補地区とする。

【①、②に対する質疑応答】

(永瀬委員)

- ・下水道の被害箇所と液状化被害箇所とで一致しているところとしていないところがあるが、整理しているか。

(事務局)

- ・下水道の被害箇所において、液状化ではなく地震の影響によるものであると聞いている。

(永瀬委員)

- ・青色の噴砂プロット箇所ですべて実際に被害が見られたのか。

(事務局)

- ・今後整理する。

(村上委員)

- ・液状化被害を受けた宅地に漏れがないか確認が必要である。

(事務局)

- ・今後整理する。

(市川副会長)

- ・事業候補地区の選定について、広範囲に液状化している地区に限られているようだが、被害が集中していないところについての補助は別にあるのか。対象外となる可能性が高いのか。

(事務局)

- ・今回推定した約 2,900 戸は、復興基金による支援の対象となると考えている。その約 2,900 戸の中から国庫補助事業の要件を満たす地区を選定していくこととしている。

③近見地区の調査報告

1) 近見地区の被害状況

- 明治 35 年の地形図に液状化した範囲を重ねると、旧鹿児島街道沿いで水路と並行している。
- 公共施設の被害状況と液状化による噴砂箇所を重ねた場合、液状化して噴砂のあるところでの被害が集中している。
- 基礎調査結果、傾斜角 5/1,000 未満と 5/1,000～9/1,000 が全体の 1/3、それよりも傾きの大きい家屋が 2/3 を占め、非常に傾きが大きかった。

2) 地質状況

- 国土地理院の土地条件図に、画割りした調査範囲を重ねると、今回、液状化被害があった区域が自然堤防上であることがわかる。
- 熊本の地盤図より、今回の調査範囲は下部で堅い砂礫層（託麻砂礫層）、その上に砂層（島原海湾層）、連続した粘土層、その上に砂層、表面に粘土層が分布する。

3) 調査結果

- ボーリング調査は、被害のあった箇所 5 カ所、被害の少なかった箇所を 2 カ所、日吉小学校で水位観測孔 1 箇所、また、地区を代表して耐震設計上の基盤面まで掘ったボーリングが 1 カ所（日吉小学校）行った。
- 今回実施したボーリングのデータより、基盤層は堅い砂礫層（託麻砂礫層）、上部に連続性の良い粘性土層（As2 層）、その上部に砂層（As2 層と As1 層）が分布する。As2 層は海成層、As1 層は陸成層である。
- 調査地区の東西方向の断面では、表面に As1 層が分布する部分が自然堤防。Ac1 層の分布域が後背湿地と判断。As1 層の分布箇所ですべて液状化被害があり、Ac1 層の分布箇所ですべて被害が少ない。
- As1 層の平均 N 値=9、As2 層の平均 N 値=11
- As1 層の細粒分含有量は Fc=10%未満、As2 層で Fc=20%程度

- As1 層の透水係数は、「 $k=E-05$ (m/s)」オーダー、As2 層では「 $k=E-05$ (m/s)～ $E-06$ (m/s)」オーダー
- 粘性土の圧密試験結果より、有効土被り圧と比較した場合「 $P_c > \sigma'_z$ 」となり過圧密粘土である。
- 表面波探査結果、各測線共に 3 層に区分され粘性土の分布区間では低速土層も確認されている。

4) 再液状化の検討

- 地震応答解析結果より、近見地区での地表面加速度は「前震：270gal」「本震：260gal」と想定。
- 液状化被害状況と再液状化の判定結果を照らし合わせた場合、As2 層は液状化しないと判定した方が被害状況と整合するため、今回、As2 層は液状化しない地層と評価した。
- 被害あり箇所での再液状化判定結果、「顕著な被害の可能性が高い」と判定され対策工が必要となる。
- 震災前後の N 値の分布比較では、増加傾向が認められず再液状化の可能性はある。

5) 液状化対策工法について

- ガイダンス並びに「公共施設・宅地一体型対策工法」の施工実績より、「地下水位低下工法（排水管方式及び汲み上げ井戸方式）」「格子状地中壁工法」「側方流動対策工法」の 4 工法が挙げられる。
- 地下水位低下工法では、粘性土層の圧密沈下、対策区域外からの地下水流入を防ぐ止水壁の設置等が課題点として挙げられ、実証実験を実施して確認が必要。
- 格子状地中壁工法では、区画整理されていない街区、道路が狭く小型機械での施工、他地区の検討実績より区画幅が広い等が課題点として挙げられ、適用が難しい。
- 液状化対策の目標値の方針は下記を想定。
 - ・公共施設：非液状化層 $H_1 \geq 3.0m$ 、判定区分：A、B1、B2 区分
 - ・宅地部：非液状化層 $H_1 \geq 2.5m$ 、判定区分：A、B1、B2、B3 区分、数値目標： $P_L < 5$

- 地下水位低下による判定結果、GL-2.5mまでの水位低下ではわずかにC区分が残るが、GL-3.0mまでの水位低下で効果があらわれる。
- GL-1.0m から GL-3.0m まで水位低下を行った場合、沈下量=5.3～7.1cm、うち、粘性土層の圧密沈下量=2.0～4.6cm となる。
- As1 層と As2 層では層境に不透水層がないため同一帯水層と評価されるが、As1 層の地下水位観測結果より、降雨に敏感に反応するため As1 層は自由地下水の可能性が高い。
- 公共用地での実証実験サイトでは、現状適した箇所が見つかっていないため、別な候補地をさらに探していく必要がある。

6) 今回の調査結果による課題点

- 液状化対象層の取扱いについて（As1 層、As2 層）
- As1 層と As2 層の同一帯水層について
- 対策効果の目標値の方針について
- 実証実験候補地について
- 現段階における対策可能区域について

7) 今後のスケジュール（案）

【③に対する質疑応答】

1) As1 層と As2 層の同一帯水層について

(市川副会長)

- ・As1 層と As2 層では透水係数が 1 オーダー違うため観測井のスクリーンを別々に設けて揚水試験を実施するのが良い。

(村上委員)

- ・過圧密だから大丈夫と言われるが、地下水を汲み上げたり、地下水位が変動する場合は繰返し圧密の問題があるため粘土層が厚い場合は検討する必要がある。
- ・周辺の井戸利用状況を調査する必要がある。

(友清委員)

- ・今回の地震時に井戸を利用した方が非常に多かったためきちんと調査すべき。

(市川副会長)

- ・熊本市は上下水道局と水保全課で地下水の継続観測を行っており、観測地点も相当数あることからそのデータを収集し、地下水位の状況をチェックする必要がある。

(事務局)

- ・データを入手し精査する。

2) 液状化対象層の取扱いについて

(永瀬委員)

- ・地震応答解析から得られた地表面加速度が小さい気がする。再度確認頂きたい。

(村上委員)

- ・As2層を除く根拠が薄い。一般的な判定方法を踏襲すべき。
- ・噴砂箇所や噴砂が起こっていない地域でも沈下している可能性があるため、広域的に沈下しているのか調べる必要がある。
- ・今回液状化対象となる地盤は自然地盤のため、サウンディングなどをサブ的に駆使しながら、もう少し密に地盤調査を行い表層の地盤構造を把握する必要がある。

(友清委員)

- ・実際に地表面加速度を観測している箇所もあるため、その結果を用いてシミュレーションできるのではないのか。

(松下企画専門官)

- ・熊本地震の場合は、液状化被害が自然の地盤で起きているという点が東日本大震災と異なっている。埋立地といった比較的確定しやすい区域内で事業を進めればいいというわけではない。そのため、自然地盤特有の事情として、地質が入り組んでいることを前提に調査や検討を進めていく必要がある。一方で、行政側の立場としては、必要な調査や検討が効率的に実施されることが望ましい。最終的に得る設計成果を意識しつつ、間接的な地質調査方法も適切に組み合わせることが必要。また、他の公共事業で取得したデータや民間で保有しているデータも活用することが望ましい。調査手順や調査方法の組み合わせ等について有識者から意見等を頂きながら進めていただきたい。

3) 対策目標値の方針

(永瀬委員)

- ・As2層が液状化しない、As1層が液状化するのはわかりやすいが、自然地盤はそんなにきっちり区分できないと想像する。

(北園会長)

- ・目標値について、As2層を液状化対象層と考えると変わるのか。

(永瀬委員)

- ・地表面加速度が上がった場合、As2層もある深度まで液状化するのではないかと思う。

(千代田コンサルタント)

- ・N値はAs1層もAs2層も変わらないので、液状化しないとは言い切れない。

(北園会長)

- ・As2層で振動三軸試験は実施しているのか。

(千代田コンサルタント)

- ・As2層では実施していない。As1層だけです。

(北園会長)

- ・では、As2層でも振動三軸試験を実施すべきではないのか。

(村上委員)

- ・今のところは、As2層を評価に入れておいて、あるいはAs2層を評価に入れない場合とどう違うかというのを把握した上で、何かクリティカルなエリアが出てきそうなときに振動三軸試験を実施するのがより実務的。

4) 対策工法について（実証実験も含む）

(村上委員)

- ・表層の地盤をきちんと把握した上で近見を代表する地点の選定が望ましい。
- ・適切な選定箇所がない場合、どこか提供してくれる区画があれば「試験施工＝本施工」と成り得るため有効ではないか。

(事務局)

- ・今後の課題として捉え、まずは公共施設を選定しながら進める。

(永瀬委員)

- ・地下水位低下工法は必ず沈下を伴うので試験施工をやられて沈下の具合を十分調査すべき。

(市川副会長)

- ・対策工法として地下水位低下工法を採用する場合、透水係数より評価すると大量の水が出てくる可能性があるため、処理施設をどうするか等検討しておく必要がある。

(友清委員)

- ・圧密沈下、特に不同沈下が怖い。近見地区は古い家屋が多いため上部構造も考慮して、対策を検討していく必要がある。

7. その他

次回検討委員会は9月頃に予定。

8. 閉会