熊本市液状化対策技術検討委員会＜第15回＞

１．日時および場所

２０２２年7月１４日（木）　午前１０時００分～午前１１時３０分

熊本市民会館シアーズホーム夢ホール　（熊本県熊本市中央区桜町１－３）

２．主催

熊本市（担当課：都市建設局都市政策部震災対策課）

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　竹内裕希子委員
平澤良輔委員（藪本氏代理出席）

（２）事務局（熊本市）＜震災対策課＞上村課長　蓑毛主査　安部主査　後藤主査
開主任技師　川﨑主任技師　白坂主任技師
遠藤主任技師

（３）オブザーバー（熊本県）＜建築課＞　西村審議員、西嶋参事
（九州地方整備局）＜都市整備課＞　小川係長

４．議事次第

（１）開会

（２）会長挨拶

（３）議事

【近見地区】

議題１　④地区の地下水位等の観測状況について

議題２　①地区の地下水位低下開始について

議題３　②・⑧地区の観測機器配置計画について

（４）その他

（５）閉会

５．議事の概要

議題１　④地区の地下水位等の観測状況について

○１年間の経過観測を行ってきた。効果判定は判定フローで行ってきた。今回が最終判定となる。

○液状化被害抑制目標は判定図のAランク、B1ランク、液状化被害軽減目標はB2ランクとした。

○水位低下は一部を除き目標水位を満足していた。地盤沈下は代表宅地の傾斜が最大で0.9/1000、沈下量は最大で9ｍｍだった。水質変化は本事業による水質変化はなかった。排水量は定常時70m3/dayで安定していた。

○北東部のS4-2、S4-6の２地点を除く地点では大雨時期以外は目標水位を満足していた。北東部のS4-2、S4-6の２地点も定常時で目標水位まで10ｃｍ程度になっていた。

○標高についても同様にS4-2、S4-6が他地点より水位が高い傾向となっていた。

○区域外の地下水位は事業による水位低下の影響は見受けられなかった。

○広域の地下水位変化は地下水位低下による広域地下水への影響は見受けられなかった。

○目標水位GL-3.0mより上回っているTP=3.5mの範囲は④地区全体の10％程度であり、面的には目標を上回っていた。

○PLとDcyは水位低下前はＣランクだったが、S4-2、S4-6を除いてB1～B2ランクに改善された。S4-2、S4-6も水位低下前に比べるとPLで12、Dcyで３～4cm程度の対策効果が発揮された。

○宅地の沈下観測は、最大傾斜角は0.9/1000であり基準値の3/1000以下だった。

○沈下鋲観測は区域内の地表面沈下量は最大9ｍｍであり目安値の30ｍｍ以下だった。沈下傾向も確認できていない。

○区域外の沈下鋲観測は、区域外の地表面沈下量は±2ｍｍ内の変動であり沈下傾向は確認できていない。

○層別沈下計観測は、揚水開始以来地盤の圧縮量は全層で9.16㎜で、2021年11月以降、沈下傾向は確認できていない。

○双曲線法による沈下予測経過観察時のモニタリング結果を用いて双曲線法により層別沈下計の圧縮量予測を行った結果、全層における残留圧縮量は約10ｍｍ、圧密度は91～93％だった。残留圧縮量は約1ｍｍとなり、圧縮はほとんど収束していると考えられる。

○水質観測は、事業実施による値の変化は見受けられていない。

○排水量は降雨によって変化しているが、定常時で約70m3/dayとなり安定している。

○効果判定は、PLとDcyは水位低下前はＣランクだったが、S4-2、S4-6を除いてB1～B2ランクに改善された。S4-2、S4-6も水位低下前に比べるとPLで12、Dcyで３～4cm程度の対策効果が発揮された。

○S4-2、S4-6を除く箇所では水位低下、地盤沈下、水質変化などすべての項目で目標を満足し、事業効果は発揮された。S4-2、S4-6ではＢランク手前ではあるがＣランクに留まっている。

○S4-2、S4-6以外の箇所の観測は終了する。③地区の水位低下が今後開始され、S4-2、S4-6の地下水位が改善される見通しがあるので観測孔S4-2、S4-6を当面の間存置し、観測を継続する。

議題１に対する主な質疑応答

○永瀬委員

S4-2とS4-6がCランクのところにあるが、最終判断としていいのか。S4-2とS4-6地点の地下水位が3メートルまで下がっていないので、単独井戸をその辺に設ける等の追加工事は検討しているか。

○事務局

CランクをB1、B2まで改善する目標を置きながらこのままCランクにあるというのは、全体としては改善しているもののよくないと考えており、S4-2、S4-6の観測については今後も継続していくこととしている。

また、将来的には、隣接工区の③地区が④地区を覆うように矢板をして地下水位低下を開始することで、今後は地下水の流入量が減ってくることが予想される。追加工事はその状況を見て考えたいと思うが、この地区は利用できる公共用地がないので、その場合は私有地を利用するようなことが想定される。その辺を総合的に勘案して、まずは隣接工事による影響を期待したいと考えている。

○永瀬委員

地下水位GLマイナス3メートル以下が理想的だが、3メートルは安全面のぎりぎりのラインだから、これよりもより地下水位を下げるという考え方はないのか。

○事務局

地下水位低下において、ポンプの位置には余裕を持っているので、3メートルを目標としながらも今回のように若干足りないときには、下限水位を下げることで対応していきたいと考えている。

〇永瀬委員

12ページの解析は各点における地盤のデータに基づいてやっていると考えてよろしいか。

〇事務局

1点のデータを地下水位がそれぞれ下がったときにどのように改善するかということで、1本の柱状図で計算をしている。

〇永瀬委員

1点のデータのみで精度は足りるのか。

〇事務局

④地区の広さについては1点で問題ないと考えている。他地区については④地区よりも広域になるので1点では当然足りないと考えている。そのため、その地区の地層の特性等を考えながらボーリング、計算するポイントを考えていく。

〇村上委員

10ページの広域水位変化のグラフの中のW-1が2022年２月～３月に急激に水位が下がっているが、この要因は何か。

〇事務局

原因ははっきりしないが、この前後は安定した状態であるのが判るので問題なかったと考えている。

〇村上委員

沈下鋲については事業が完了するまで継続して観測した方がよいのではないか。

〇事務局

今後も継続して観測していきたいと考えている。

○友清委員

沈下鋲は今ある観測点全てで継続されるのか。また、観測の間隔はどのように考えているのか。

○事務局

当面、現状通り全ての観測点で１回/月で実施していく。

○市川委員

多量の雨が降った際は、区域内の地下水位が大きく変化しているが、区域の中には雨が浸透する場所があるのか。また、雨が降った際に地下水位が敏感に変化するということは、遮水壁の効果が十分でない可能性も考えられるのでは。

○事務局

④地区は、広い範囲で砂利舗装が多く工事ヤードとして使用されているため、雨水が多く浸透しているものと考えている。

○市川委員

隣接する③地区との間に遮水矢板が設置されているのに③地区の水位低下の影響で④地区の水位が下がると考えているのか。

○事務局

地下水は③④地区の北側から南に向かって流れている。③地区は④地区の北側に位置しているので③地区の工事が完了し地下水位を下げると、下層から④地区に流入する地下水も減少するものと考える。

○市川委員

もしそれが駄目だったらどうするのか。一番手っ取り早い方法として、ここに5メートルの縦井戸を入れて、水をポンプアップすれば簡単に下がるのではないかと思われる。

○事務局

経過観察をして、その結果で対応の仕方を考えたい。

議題２　①地区の地下水位低下開始について

○地下水位低下を開始し、水位、沈下、水質を観測対象としてモニタリングを実施する。

○事業効果確認の確認項目は、水位低下及び地盤沈下、水質変化、排水量、想定していた効果が得られない場合の対応策である。

○観測機器は、自記水位計を1箇所追加し合計18箇所(既設孔含む)、層別沈下計１箇所、沈下鋲23点、排水ポンプ（マンホールポンプ）１箇所、排水ポンプ（単独井戸）５箇所である。

○宅地の傾斜を観測するために、代表家屋を8箇所選定した。

○水位観測孔の深さは7ｍ(1箇所のみ7.5m)の深さに設置した。

○①地区は地区内の地盤面の標高差が大きく、白川に近い地区北西部が地盤の標高が高く、地盤面からの地下水位が低い。

○目標水位は、現況GL-1.0m～GL-2.0mから低下させ、GL-3.0mとする。

○地下水位低下は目標水位までを3段階に分けて実施し、１段階当り75日かけて0.5ｍ～1.0ｍずつ低下させる。

○マンホールポンプ１箇所、単独井戸5箇所の合計6箇所のポンプによって排水し、地下水位を低下させる。

○マンホールポンプは、ポンプの起動・停止水位を設定し、水位により管理する。水位の設定は最小始動間隔６分を満足できる水位とする。

○マンホールポンプの設定水位は、3段階を3分割し合計9段階でポンプの起動・停止水位を設定する。

○単独井戸は、水位とタイマーによりポンプの起動と停止を管理する。

○単独井戸1-2以外は、起動・停止水位を標高で揃えることで、それぞれの単独井戸での地下水位の下がりやすさ等の特徴を捉えて、その後の段階ごとのポンプの起動・停止水位の設定に反映していく予定とする。

○8月中旬ごろから地下水位の低下を開始する。

議題２に対する主な質疑応答

○友清委員

5ページの観測頻度のところで、沈下鋲の観測頻度が完了後はなしということになっているが、沈下鋲の観測については、結果次第でほかのところも継続を考えていただきたい。

○竹内委員

この地区の場合、単独井戸（水位計？）の位置が、西側の白川沿いに集中をしているが、西側が全体的に水位が下がるということでいいのか。

○事務局

白川の水位の影響等も考えられるので、白川との関係を見ながら地下水位の低下を行っていこうと考えている。

○藪本代理委員

単独井戸の設置間隔、影響する範囲について教えていただきたい。

○事務局

地区全体の南北の方向の長さが330メートル程度ある中で、単独井戸は50メートル程度の間隔で設置している。また、設置位置については解析結果を基に、集水管だけで地下水位を下げられない部分に設置している。

○村上委員

次回、シミュレーション結果や予想水位図等の予測結果を示してもらえると分かりやすいと思われる。

○村上委員

白川に近いところに矢板を設置し、内側の地下水位を下げているが、白川が増水したら矢板の外側の地下水位が上がっていくため、水位差で矢板に影響がないかの確認が必要と思われる。具体的には、矢板の変位を計測すること、土圧、水圧増加による矢板の変位の安定性は大丈夫か、白川の増水によるボイリング等の問題はないかなど、もし事前設計時に照査をしていなければ、早急に実施したほうがよい。

○事務局

堤防への影響については、6ページの「白川」と書いた紫色の観測点のやや北側の堤防断面で、河川構造令に従って詳細設計前に検討し、安全性については問題ないことを確認している。

矢板の変位については、全て道路地下に埋設されているため、矢板そのものは見えない状態になっている。そのため、直接の計測は難しいが、矢板に変状があり地表面に影響が出る

とすれば、舗装面にひび割れ等が発生する可能性がある。その辺りを目視も含めて観察していきたい。

○永瀬委員

④地区と①地区の面積は随分違うが、面積に見合った観測点の個数を設置されているか。④地区と比較すると、観測機器の量が少ないように思われる。

○事務局

沈下鋲の設置間隔については、前回委員会で説明した⑥地区、⑦地区と同様の設置間隔を満足するよう設置している。

○永瀬委員

地区の地下水位の低下が完了した際、ポンプの位置から大分離れたところも含めて地区全体が目標水位のGLマイナス3メートルを満足しているという認識でよろしいか。

○事務局

自記水位計の設置位置については、基本的に、集水管や単独井戸の影響で水位が低下すると考えられる最縁部に設置することとしている。そのため、自記水位計の位置にてGLマイナス3メートルまで下がっていれば、周辺箇所も目標水位まで下がっていると判断する。

○永瀬委員

自記水位計と自記水位計の中間地点辺りは正確に測定できないと思われるが、どの様に考えるか。

○事務局

自記水位計と自記水位計との間の水位は直接測定できないが、両水位計とも水位が下がっていれば中間地点においても水位が下がっていると考える。

議題３　②・⑧地区の観測機器配置計画について

○観測機器配置を行い、「地下水位」、「沈下」、「水質」のモニタリングを行う。

○②地区の地下水位を計測する自記水位計は、新規観測孔１６箇所とマンホールポンプ内１箇所に設置し、配置間隔は他地区と同程度とする。

○②地区の地盤の沈下状況を計測する沈下鋲は、合計２２点設置し、配置間隔は他地区と同程度とする。

○⑧地区の地下水位を計測する自記水位計は、新規観測孔１１箇所とマンホールポンプ内２箇所に設置し、配置間隔は他地区と同程度とする。

○⑧地区の地盤の沈下状況を計測する沈下鋲は、合計２６点設置し、配置間隔は他地区と同程度とする。

○層別沈下計は、粘土層が介在する箇所に設置を検討する。

○集水管に近い宅地や粘土層が厚い箇所の宅地を代表宅地として、それらの建物の４隅に沈下鋲を設置し、建物に有害な傾斜の発生の有無を確認する。

○水質変化は、水質分析を年２回実施し確認する。

○排水量及び降雨量は、ポンプの制御装置のデータ及び気象庁のデータを基に整理を行う。

○水位観測孔の深さについては、②地区は７ｍ、⑧地区は５ｍとする。

○液状化対策施設及び観測機器の設置は１１月中に完了予定で、初期水位確認後、先行地区である④地区の実績を基に、１２月中旬ごろからの１３ヶ月間を地下水位低下期間とし、その後１２ヶ月間を季節変動観測期間とする。

議題３に対する主な質疑応答

○永瀬委員

④地区と比較すると、②地区において自記水位計16基、沈下鋲22点は少ないと思われる。

○事務局

事務局としては、この数で十分と考えているが、水位低下を開始していく中で追加の必要性があれば追加を検討していきたい。

○永瀬委員

水位計が砂層でなく粘土層にある場合、水位計は正確に観測できるのか。

○事務局

地下水位観測孔は全ストレーナーにしているため、粘性土の部分では地下水の流入はないと考えられるが、その上の砂層からは地下水の流入があるため、その砂層に地下水があれば、確かな水位が測れると考えている。しかし、深く設置してしまうと粘土層に入ってしまうため、そこは精度が落ちると思うが、今回の事業はあくまで一番上の3メートルまでの砂

層がターゲットのため、粘性土を貫かなければ正しい地区の水位を測れると考えている。

○市川委員

スケジュールについて、①地区が今年の7月中旬から観測を始め、今年度の3月末にはⅢ段階まで終わると計画している。そのような中で、隣の②地区が今年の12月から水位を低下させる計画としているが、隣接する地区どうしでの効果はどのように評価、計画を立てているのか。

○事務局

現在低下を行っている⑥地区、⑦地区がそのような状態になっており、これについては、各Ⅰ段階、Ⅱ段階、Ⅲ段階、さらにそれを3分割して9段階で地下水位下げているが、「ポンプの設定変更を重複させない」、「片方を変更したらその水位が定常となるまでいずれもポンプの設定変更を行わない」、「次の段階でもう片方を変更する」といった対応で進めており、①地区と②地区についてもそのような関係で進めていきたいと考えている。その間に不具合が発生すれば、ポンプの設定変更を行った地区の影響の可能性が大きいと考えられるため、そのような観察を見極めながらやっていきたい。

○市川委員

⑧地区は他地区と比べても砂層が薄く、地下水位を3メートル下げると砂層の下の粘土層から地下水を絞り出す様な状況で地盤沈下の発生も考えられるため、対応策を考える必要がある。

○事務局

⑧地区は粘性土が表層近くに卓越している範囲が非常に広いため、地下水位の低下量については、各段階の沈下鋲の沈下量といったところに注意しながら段階を進めていきたいと考えている。

○市川委員

今後はすべての地区で並行しながら地下水位低下を実施していくことになるが、特に隣り合わせる地区同士においては、スケジュールを綿密に考えて進めて欲しい。

○村上委員

今後のスケジュールについては、すべての地区の一覧表を作成してもらえると、より分かりやすくなると思われる。

水位が下がりにくい箇所、高くなりやすい箇所、GLマイナス3メートルを満足しづらい箇所等できちんと地下水位をモニタリングできているかを把握するため、予想される地下水位の分布図を解析した結果があれば次回示して欲しい。

○竹内委員

各地区のスケジュールを一元化させたほうが全体を見渡しやすく、議論しやすくなるのではないかと考える。また、地区毎に事業を完結させていくのか、もしくは①地区から⑧地区までの全体で事業を完結させていくのか、どの段階まで来たときに追加の策を検討するのか等スケジュールで検討しておく必要があると考えられるため情報の整理をお願いしたい。

○友清委員

②地区に関して区域外の観測機器の配置が少し少ない気がするため検討が必要と思われる。

○事務局

地区内外の自記水位計について、北西側は対になるものを1個ずつ、北東側については①地区の水位計を利用し、南側についても各内外に1個ずつ設けており現段階では満足していると考えているが、もう一度配置の見直しを行いたい。

○北園委員長

⑧地区の層別沈下計の位置について、7ページの地層断面図を見た場合、層別沈下計が砂層とその下の粘土層だけになってしまう可能性があり、Ac1－u層の沈下が観測できない恐れがあるため、もう一度その場所でいいか検討して欲しい。

○事務局

現在の層別沈下計の位置は公共用地に計画している。現地調査でより粘土層の厚い箇所で設置できる場所を見つけられればそちらを検討したい。