

埋立地における液状化-流動化

—地震動と間隙水圧の関係—

荻津 達 風岡 修 加藤晶子 香川 淳 吉田 剛 八武崎寿史 亀山 瞬¹⁾

(1 : 千葉県環境生活部水質保全課)

1 はじめに

地震やそれによって引き起こされる地層の液状化は人々の暮らしや環境に深刻な影響を及ぼす。2011 年の東北地方太平洋沖地震では、千葉市美浜区は液状化により大きな被害を受けた。地震発生直後に当研究室が実施した被害状況調査の結果、千葉市美浜区では被害が帯状に分布している事が明らかになった¹⁾。この被害分布の成因を鍵とした液状化メカニズムの解明を目的とし、被害の集中した地点（高洲観測点）及び被害が確認されなかった地点（真砂観測点）に地中地震計及び間隙水圧計を設置し観測を行っている。

液状化は地震の揺れにより地下の間隙水圧が上昇することで引き起こされると考えられている。このため、被害分布が何に支配されているかを考える上で、両観測点での①地震による揺れ方と、②揺れによる間隙水圧変化について比較することが重要である。

本報告では 2 観測点の埋立層における地震の揺れによる間隙水圧変化について現在までの観測結果についてとりまとめて報告する。

2 設置場所及び装置の概要

既報²⁾ のとおり、千葉市美浜区の液状化被害の集中した地点及び被害の確認されなかった地点においてオールコアボーリングを実施し、地震計及び間隙水圧計を設置した。地中地震計を更新統、沖積層及び埋立層に、間隙水圧計を沖積層及び埋立層に設置し、観測を継続している。概要を図 1 に示す。

オールコアボーリングの結果から被害の集中した地点（高洲観測点）では被害が確認されなかった真砂観測点に比べ沖積層及び埋立層の層厚が 2 倍程度であることがわかっている。

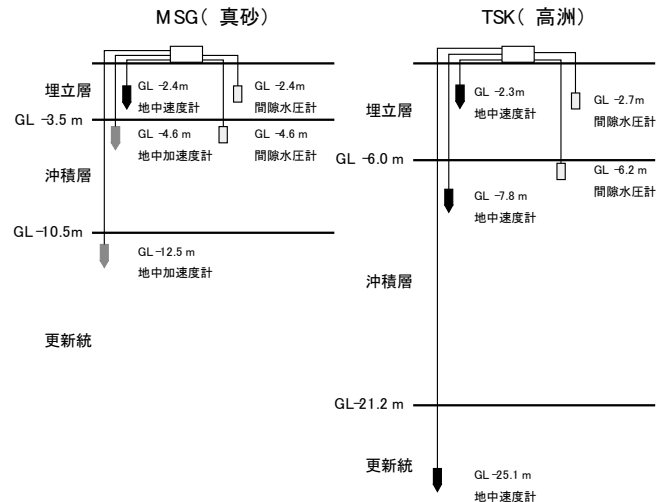


図 1 観測地点及び観測装置概要

3 観測結果

高洲観測点は 2014 年 2 月、真砂観測点は 2015 年 2 月から観測を開始した。本報告では両地点の 2017 年 3 月までに得られたデータについてとりまとめ検討した。

3・1 地震動と間隙水圧上昇量

地震動による間隙水圧の変化は、S 波の到達後数秒以内に間隙水圧の波形のベースラインが急上昇し、その後徐々に低下する変化³⁾が認められている²⁾。このような間隙水圧の変化は、埋立層で観測期間内に高洲観測点で 11 回、真砂観測点で 5 回の地震で確認された。この間隙水圧変化が見られた地震は最大加速度が 10gal 以上のものであったことから、本報告ではこれらのデータに加え、間隙水圧変化が確認されなかった最大加速度が 10gal 以上となる地震についても含めて、地震の揺れと間隙水圧の変化量の関係について検討した。

図 2 に地震による埋立層の間隙水圧上昇量と地震の最大加速度、最大速度、計測震度の関係を示す。図中

に示された数値は高洲観測点及び真砂観測点の相関係数である。概ね地震の揺れの強さを示すパラメータが増加するほど、間隙水圧の上昇量が増える相関関係が見られた。しかし、真砂観測点においては最大速度と間隙水圧上昇量の間は相関が見られなかった

地震動のどのような周波数成分が間隙水圧上昇量に関係しているかを検討するため、周波数ごとのフーリエ振幅と間隙水圧変化量の関係を調べた。縦軸にフーリエ振幅と間隙水圧上昇量の相関係数を取り、横軸に周波数をとったものを図3に示す。この図から高洲観測点では1.5から4Hzまでの間の周波数にピークをもち、フーリエ振幅と間隙水圧上昇量がよい相関関係を示すのに対して、真砂観測点では全体的に相関が弱いことがわかった。

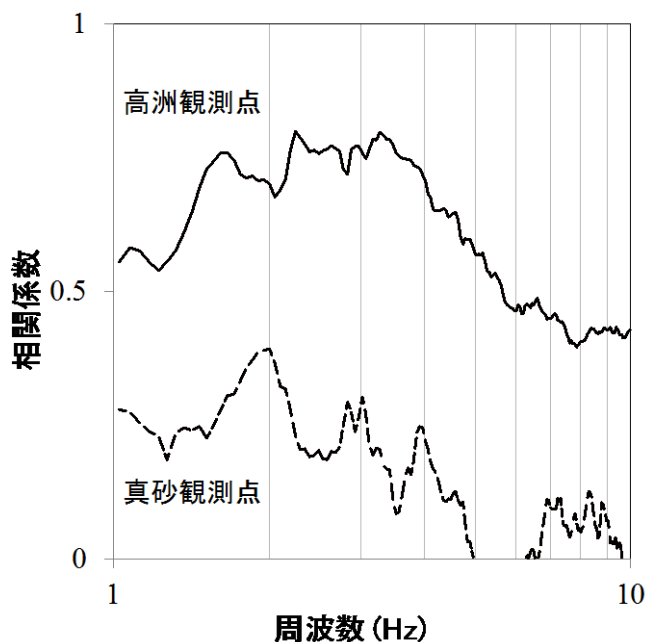


図3 周波数毎のフーリエ振幅と間隙水圧の相関係数

4 考察とまとめ

以上の観測から、現時点では高洲観測点と真砂観測点で間隙水圧上昇量と最大加速度、最大速度、計測震度の関係は、以前の報告と同じく両地点で明瞭な差は確認できなかった

しかし、揺れの周波数成分と間隙水圧との関係は両地点で明瞭に異なった傾向を示している。本報告では様々な地震の揺れに関するパラメータと間隙水圧上昇量との関係を相関係数で評価しているが、本来はモデル化しモデルの当てはまりの良さで検討することが必要である。今後、観測を継続すると共に地震動と間隙水圧上昇についてその関係を明らかにし、液状化メカニズムの解明につなげる必要である。

5 引用文献

- 1) 千葉県環境研究センター：東日本大震災液状化報告書(2011)
- 2) 荻津 達, 酒井 豊, 風岡 修, 加藤晶子, 香川 淳, 吉田 剛, 八武崎寿史, 亀山 瞬：埋立地における液状化・流動化・地震動と間隙水圧の観測から－ 千葉県環境研究センター年報(2016)
- 3) 井合 進, 倉田 栄一郎：ゆるい砂地盤における地震時の間隙水圧の観測と解析. 港湾技研資料, 718, 1～18(1991)

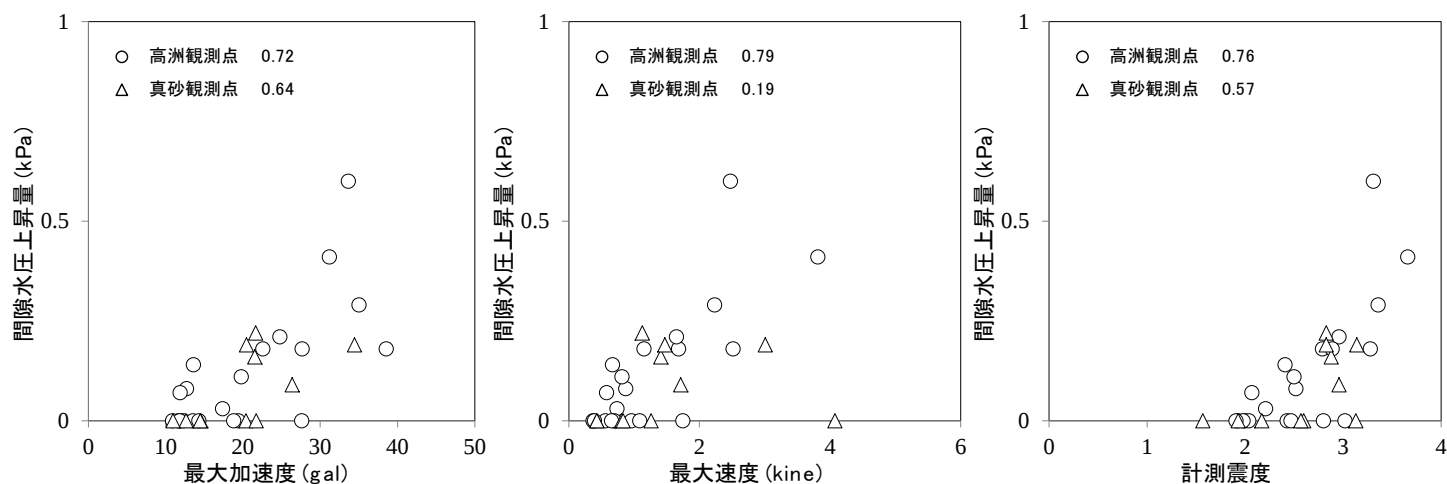


図2 間隙水圧上昇量と地震の揺れの強さ