

埋立地における液状化-流動化

—地震動と間隙水圧の観測報告—

荻津 達 酒井 豊¹⁾ 風岡 修 加藤晶子 香川 淳 吉田 剛 八武崎寿史 亀山 瞬²⁾

(1: 元千葉県環境研究センター 2: 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-流動化は人々の暮らしや環境に深刻な影響を及ぼす。東北地方太平洋沖地震では千葉市美浜区は液状化-流動化により大きな被害を受けた。地震発生直後から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⁾。この帯状分布の成因を鍵として液状化-流動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)に地震計及び間隙水圧計を設置し観測を行っている。本発表では2観測点の概要と、現在までに得られたデータから帯状の被害分布が①地震動の増幅による揺れの違い、②揺れに対する間隙水圧の変化の違い、どちらに起因するかについて予察的な報告を行う。

2 設置場所及び装置の概要

両観測点の概要は以下の通りである。高洲観測点はGL-50.0m~GL-21.2mは褐色を呈する細砂と中粒砂の互層からなる更新統、GL-21.2m~GL-6.0mは暗灰色を呈する粗粒シルトと粗砂の互層からなる沖積層、GL-6.0m~地表まではオリーブ灰を呈するシルトと細砂の互層からなる埋立層である。地中型速度計をGL-25.1m、GL-7.8m及びGL-2.3mに、間隙水圧計はGL-6.2m及びGL-2.7mの沖積層と埋立層中の砂層に設置した。真砂観測点は、GL-35.0m~GL-10.5mは褐色を呈する細砂と中粒砂の互層からなる更新統、GL-10.5m~GL-3.5mは暗灰色を呈する粗粒シルトと細砂の互層からなる沖積層、GL-3.5m~地表まではオリーブ灰を呈するシルトと中粒砂の互層で貝殻層を含む埋立層である。地中型速度計をGL-12.5m及びGL-4.6mに、地中型速度計をGL-2.4mの埋立層に、

間隙水圧計はGL-4.6m及びGL-2.4mの沖積層と埋立層中の砂層に設置した。高洲観測点の沖積層基底は真砂観測点に比べて2倍程度深いことが確認された²⁾。

3 観測結果

高洲観測点は平成26年2月、真砂観測点は平成27年2月から観測を開始した。本研究では平成28年5月までに得られたデータを取りまとめた。対象とした地震は102回で、震源や規模は図1の通りである。作図にはGMT³⁾を使用した。

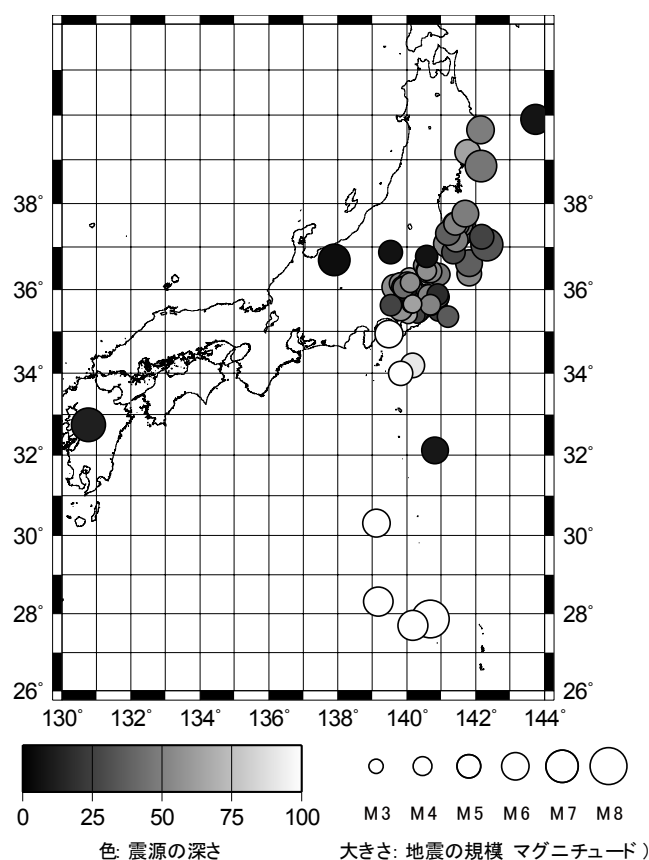


図1 対象とした地震の震源と規模

3・1 地震動の増幅

両地点ともすべての地震において地震動が更新統から埋立層に伝わるにつれ最大加速度の増加が確認された。図2に両地点における更新統と埋立層での最大加速度の関係を示す。高洲観測点では埋立層の最大加速度が更新統と比べ2~5倍程度であるのに対して、真砂観測点では1~2倍程度であった。

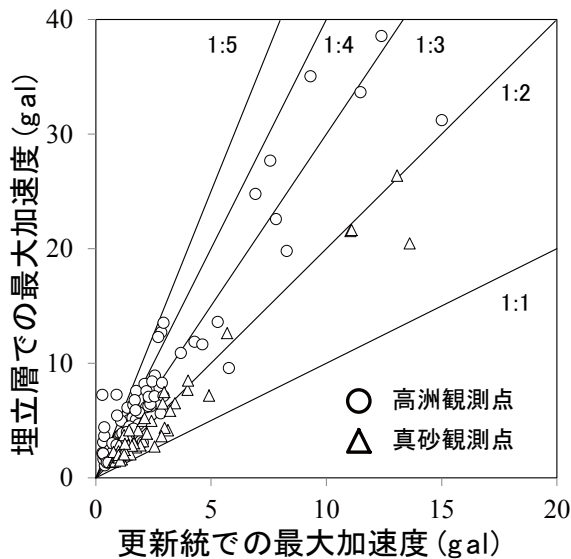
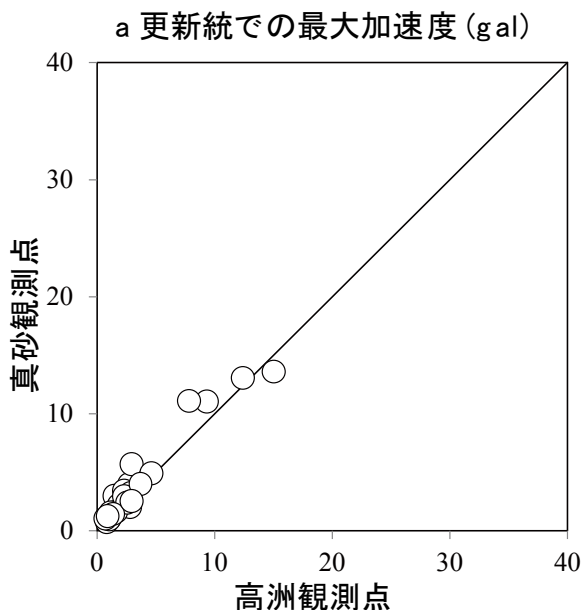


図2 更新統及び埋立層での最大加速度

両観測点の各層における最大加速度を比較したものを図3に示す。更新統では両地点の最大加速度は同程度であるのに対して(図3a)、埋立層で最大加速度はほぼ全ての地震で高洲観測点の方が大きかった(図3b)。



b 埋立層での最大加速度 (gal)

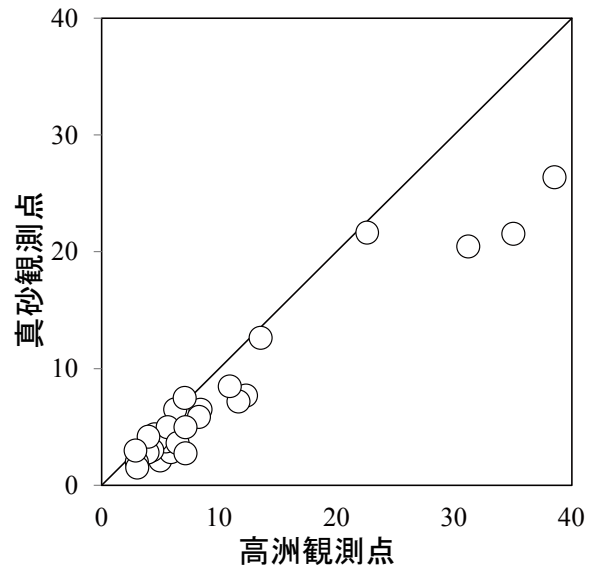


図3 両地点における埋立層(a)及び更新統(b)の最大加速度

3・2 地震動による間隙水圧変化

地震により、埋立層の間隙水圧が主要動の到達後数秒以内に急上昇する変化⁴⁾が、高洲観測点で11回、真砂観測点で4回確認された。図4に地震による埋立層の間隙水圧上昇量と地震動の最大加速度(a)、最大速度(b)、計測震度(c)の関係を示す。全てで横軸の値が増加するほど、間隙水圧の上昇量が増える傾向が見られた。今回の観測期間では十分な頻度の観測ができなかったが、現時点でのデータでは高洲観測点と真砂観測点で揺れに対する間隙水圧の変化の傾向に明瞭な違いがあるとは言えない。

4 考察とまとめ

以上の観測から、高洲観測点と真砂観測点では更新統では同程度であっても地表面では高洲観測点において真砂観測点よりも最大加速度は大きい。また、同程度の揺れに対する間隙水圧の上昇量は両地点で明瞭な違いがあるとは言えない。現時点では千葉市美浜区に見られる帯状分布は、千葉県環境研究センター(2011)¹⁾、関口・中井(2011)⁵⁾、須貝・本多(2015)⁶⁾などで指摘されているように、地質構造による地震動の増幅による可能性があるが、今後さらなる検討と理論的解釈を行う予定である。

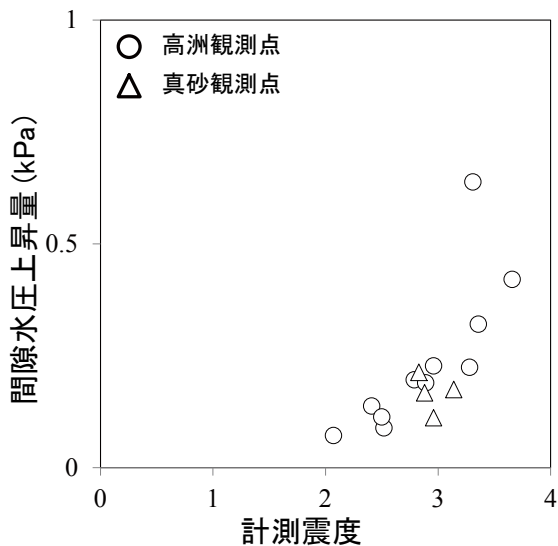
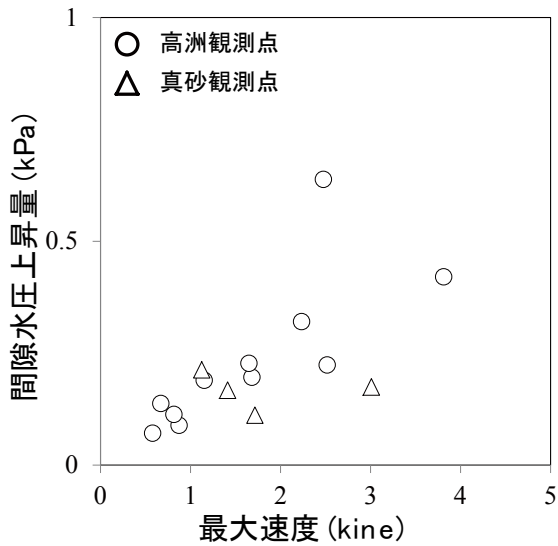
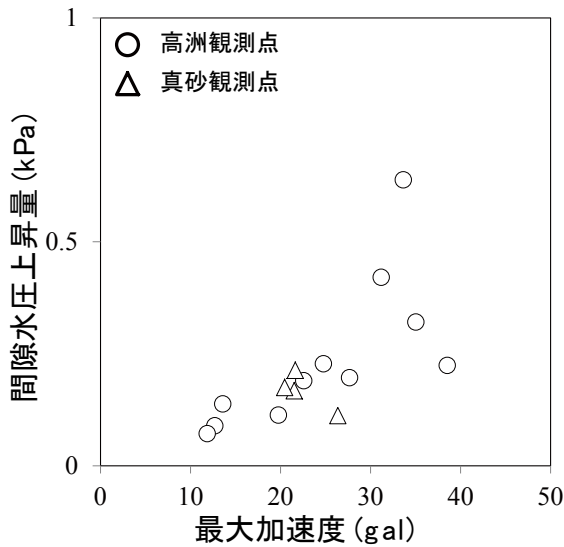


図4 間隙水圧上昇量と最大加速度 (a), 最大速度 (b) 及び計測震度 (c) の関係

5 引用文献

- 1) 千葉県環境研究センター：日本大震災液状化報告書. (2011).
- 2) 荻津 達, 酒井 豊, 風岡 修, 香川 淳, 加藤晶子, 吉田 剛, 亀山 瞬：浅部地質構造による地震動の増幅と間隙水圧変化. 日本地質学会第 122 年学術大会 (長野大会) 講演要旨集, (2015).
- 3) Wessel, P., W. H. F. Smith, R. Scharroo, J. F. Luis, and F. Wobbe, Generic Mapping Tools: Improved version released, EOS Trans. AGU, 94, 409-410 (2013).
- 4) 井合 進, 倉田 栄一：ゆるい砂地盤における地震時の間隙水圧の観測と解析. 港湾技研誌, 718, 1-18 (1991).
- 5) 関口 徹, 中井正一：千葉市美浜区の液状化被害に与えた表層地盤構造の影響. 日本地震工学会論文集 第 12 巻, 第 5 号, 21-35 (2012).
- 6) 須貝俊彦, 本多啓太：東日本大震災及び既往地震による液状化と沖積層分布. 地学雑誌, 124, 273-286 (2015).