

埋立地における地震時の地震動増幅と間隙水圧変化

—埋立層での液状化-流動化メカニズム解明調査—

荻津 達 酒井 豊¹⁾ 加藤 晶子 風岡 修 香川 淳 吉田 剛 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

強震時には埋立層を中心に液状化-流動化が発生し、人間社会に深刻な被害を及ぼす。特に千葉県の湾岸地区一带では 2011 年の東北地方太平洋沖地震により深刻な被害を受けた。被害防止や環境保全の観点から、その発生メカニズムの解明は不可欠である。地質環境研究室による千葉市美浜区における液状化-流動化の被害分布調査の結果、被害は一体で一様に分布しているのではなく、数本の帯状に集中する分布が確認された(図1)。「この分布が何に支配されているか?」を明らかにすることは、液状化-流動化の発生メカニズムの解明の鍵となり、液状化による被害予測や地質環境への影響予測に結びつくと考えられる。

地震動による間隙水圧の上昇が液状化の発生の重要な一因であることが知られており、多くの研究がなされている^{1), 2)}。しかし、液状化発生の条件にはこれ以外の様々な要素(地震動、地質構造、間隙水圧・地下水位)があり、それらが相互作用し複雑に絡み合っていると考えられる。

液状化の分布を説明する支配的なパラメータを明らかにするためには、液状化が発生した地点と液状化が確認できなかった地点の2箇所以上で、地質構造を把握した上で、それぞれの地層での間隙水圧・地下水位と地震動を高精度で把握する必要がある。

このため、千葉県環境研究センター地質環境研究室では、2013年度及び2014年度に千葉市美浜区内の2地点に地震計及び間隙水圧計からなる地中型地震液状化観測装置を設置し観測を行っている。

本報告では設置した装置の概要及び最近得られた地震動の増幅と間隙水圧の変化についてのデータの予察的な報告を行う。

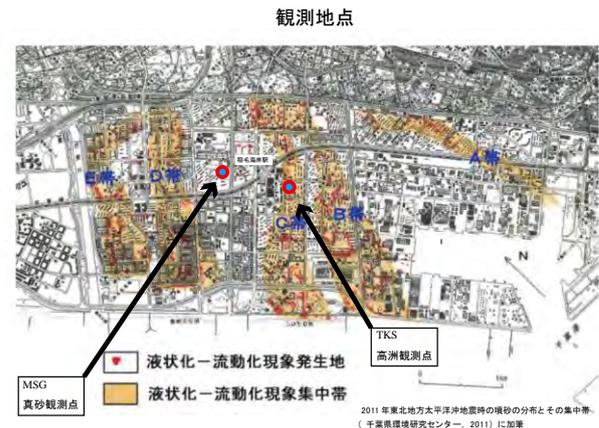


図1 液状化の帯状分布と観測地点

2 観測地点概要

高洲観測点の地質構造はオールコアボーリングの結果から、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った。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。

真砂観測点の地質構造はオールコアボーリングの結果から、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った。地中型加速度計をGL-12.5m及びGL-4.6mに、地中型加速度計をGL-2.4mの埋立層に、間隙水圧計を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。詳細は図2のとおりである。

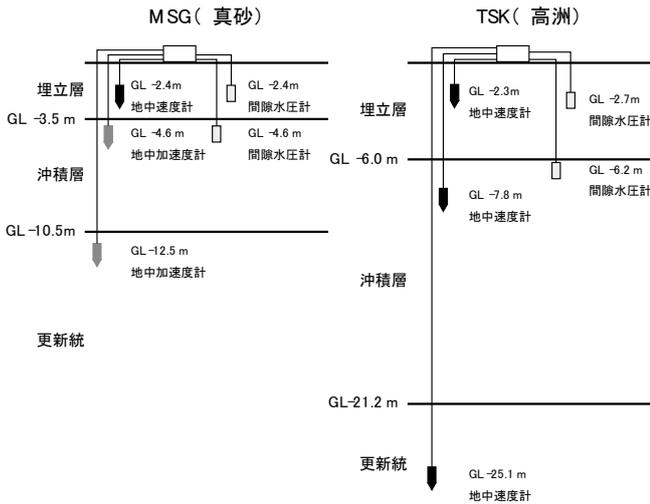


図2 観測地点概要

3 観測結果

高洲観測点は2014年2月、真砂観測点は2015年2月に観測を開始した。これまでの観測結果の1例として2015年5月30日20時24分(JST)頃、小笠原諸島西方を震源して発生した地震について、地震動の増幅と間隙水圧の変化について報告する。

3・1 地震動増幅

図3に両観測点3深度の各地震計で得られた東西方向の加速度波形を示す。高洲観測点及び真砂観測点の両地点において、更新統の地震計における加速度の最大振幅に大きな差異は認められなかった。また両地点で浅部に行くにつれ最大振幅が大きくなる傾向がみられた。埋立層での最大振幅は更新統での最大振幅に対して高洲観測点で3倍程度、真砂観測点で1.7倍程度であり、高洲観測点の方が増幅の程度が大きかった。

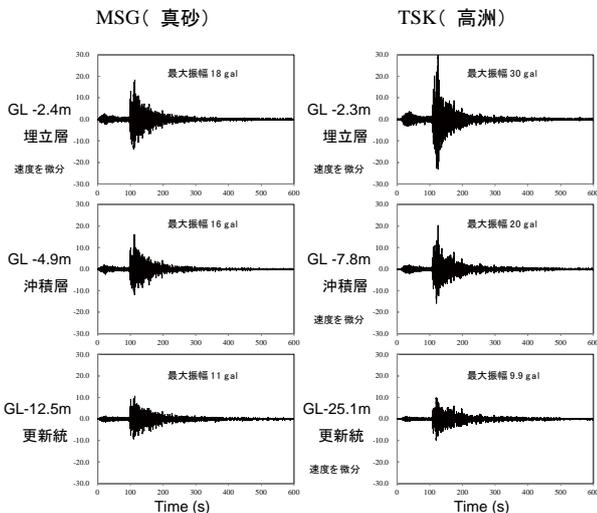


図3 深度毎の地震波形 (東西方向成分)

3・2 間隙水圧変化

地震動による間隙水圧の変化は図4のような振幅の中心が急激に上昇するベースラインの変化が知られている。高洲観測点においては埋立層でS波到達後、急速にベースラインが上昇する変化が見られていた。沖積層についてはそのような変化は見られなかった。真砂観測点においても埋立層で弱いベースライン上昇が確認されたが、高洲観測点程の明瞭な上昇見られなかった。沖積層の間隙水圧変化はノイズと同程度のため、明確な傾向は確認できないが、弱いベースライン上昇が見られた(図4)。

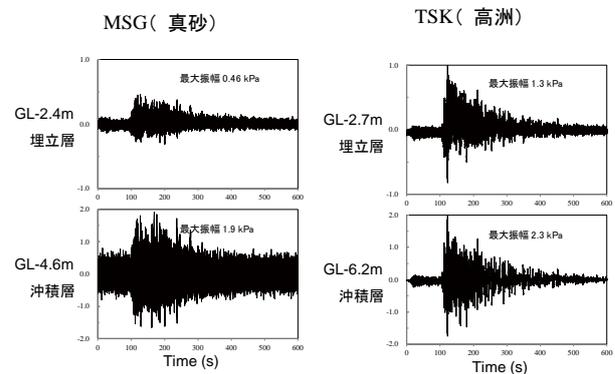


図4 地震動に伴う間隙水圧変化

4 まとめと今後の方針

浅部における地震動の増幅は沖積層の厚い高洲観測点で真砂観測点よりも大きかった。地震動による間隙水圧変化は高洲観測点及び真砂観測点の埋立層で確認され、高洲観測点における変化量が真砂観測点の変化よりも大きかった。今後も継続的に観測を続けるとともにその理論的解釈を目指す。

引用文献

- 1) HB Seed and KL Lee: Liquefaction of Saturated Sands During Cyclic Loading. J. Soil Mech. Found, ASCE, vol. 92 (1966).
- 2) A Wong and C Wang: Field relations between the spectral composition of ground motion and hydrological effects during the 1999 Chi-Chi earthquake. JGR, 112 (2007).
- 3) 千葉県環境研究センター: 平成23(2011)年東北地方太平洋沖地震時の房総半島における液状化・流動化現象 第7報. 千葉県ホームページ (2015).