

2011年東北地方太平洋沖地震による液状化-流動化現象：東京湾岸埋立地・浦安地区 Liquefaction-Fluidization phenomena in the 2011 Tohoku Earthquake : Tokyo bay re-claimed land in Urayasu area

香川 淳^{1*}, 風岡 修¹, 古野 邦雄¹, 楠田 隆¹, 吉田 剛¹, 酒井 豊¹, 加藤 晶子¹, 山本 真理¹

KAGAWA, Atsushi^{1*}, KAZAOKA, Osamu¹, FURUNO, Kunio¹, KUSUDA, Takashi¹, YOSHIDA, Takeshi¹, SAKAI, Yutaka¹, KATO, Akiko¹, Mari Yamamoto¹

¹ 千葉県地質環境研究室

¹ Research Institute of Environmental Geology, Chiba

はじめに：2011年東北地方太平洋沖地震では、関東地方でも顕著な液状化-流動化現象が認められ、特に東京湾岸埋立地や利根川流域、九十九里平野北部で甚大な被害が発生した。液状化発生地域では、多量の噴砂と地下水の噴出、地表の変形や不等沈下、陥没、側方変位、地盤沈下と抜け上がり現象、埋設物の浮上等により大きな被害を生じた。ここでは東京湾岸埋立地・浦安地区における液状化-流動化現象の調査結果について報告する。

足長水準点による地層収縮量調査：千葉県では、埋立地における浅層部分の地層収縮量を監視するために、深度10m程度の基礎杭上に設置した特殊水準点（足長水準点）U-12Bと地表に設置した通常的水準点U-13をセットにした観測点を浦安市入船に設け、毎年一級水準測量を実施している。この結果、1973年1月から2011年1月の期間にU-12Bで-253mm、U-13で-835mmの変動量が観測された。この差から、本地点における深度約10mの地層収縮量が38年間で582mmに達していたことがわかっている。さらに地震後の5月13日に両水準点を測量したところ、比高差が721mmに増加していた。つまり地震をはさんだ5ヶ月間で深度約10mの浅層部が139mm地層収縮したことになる。周辺では大量の噴砂が認められていることから、液状化現象に伴い約14cmに達する地盤沈下が発生したものと推定される。

構造物の「抜け上がり」量実測調査：液状化現象に伴う地盤沈下が発生した地域では、基礎を有する構造物には地表に対して相対的な「抜け上がり」現象が認められた。液状化-流動化が発生した深度・基礎杭の種類や深度によって「抜け上がり」量は異なるが、液状化現象に伴う地盤沈下量の目安になると考えられることから実測調査を行った。この結果、液状化現象の著しい地域では沈下量も大きく、被害程度と調和的な成果が得られた。一方、連続する埋立地であっても内陸側では沈下量・液状化程度ともに軽微な例が多く見られ、さらに自然地層（沖積層）からなる旧市街では、一部を除き液状化現象は認められなかった。これらのことから埋立地において一様に液状化が生じたわけではなく、地域差が大きいことが定量的に確かめられた。浦安市において沈下が特に顕著だったのは、新浦安駅から明海・日の出にかけてのシンボルロード沿い、高洲の北端と中央・南端部、今川の旧護岸および境川沿い、富岡の境川沿いと西端部、弁天の中央部、舞浜周辺、鉄鋼通り、千鳥の中南部等であった。一方、埋立地にもかかわらず海楽、東野、美浜、富岡の中央部、日の出-明海南西部、港南部等では沈下は軽微だった。

被害集中域と埋立層・軟弱層との関係：構造物の「抜け上がり」量実測調査結果と浦安市が実施した航空レーザ測量結果と比較すると、沈下の大きな地域はおおむね一致するが、調和しない区域も認められる。また、沈下量については航空レーザ測量の方がかなり大きめの値となっている。また、実測調査結果と浦安市が作成した工学的基盤標高図を比較すると、沈下の大きな地域と工学的基盤の深い地域がかなり調和的に見えるが、工学的基盤が浅くても沈下量の大きな区域が認められる。

浦安市千鳥地区では、中心部で激しい液状化現象を生じ100cmに達する沈下が認められる一方、埋め立て周縁部では沈下量が数?10cmと明瞭な液状化程度の差が認められる。埋め立て造成中の1977年の航空写真には、千鳥中心部付近に幾何学的な形状の水深大の部分が認められ（浚渫溝と推定）、ポーリング柱状データにも深度7.15?10.20mに泥層が確認できる。この浚渫溝と沈下域がほぼ一致することから、こうした埋立時期・埋立材の違いが液状化程度に反映しているものと推定される。

まとめ：足長水準点の測量により、液状化-流動化現象に伴う浅層部の地層収縮が確認された。構造物の「抜け上がり」量実測値は各種測量による沈下量と調和的であり、迅速な液状化程度の把握に有効であることが示された。液状化の程度は軟弱な地層の分布、人工地層の層厚や層相と相関が高いことが明らかになった。今後、さらに人工地層の液状化層準の特定や地下水位との関連を詳細に調査していく必要がある。

キーワード: 液状化-流動化現象, 東京湾岸埋立地, 地盤沈下, 抜け上がり現象, 水準測量, 足長水準点

Keywords: Liquefaction-Fluidization Phenomena, Tokyo bay reclaimed land, land subsidence, upward displacement, leveling, piled bench mark