

2011年東北地方太平洋沖地震時の液状化－流動化現象がみられた東京湾岸埋立地における液状化－流動化層準：浦安市入船での調査結果

風岡 修 香川 淳 荻津 達 吉田 剛

1 目的と調査方法

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震 (Mj.9.0) (以下「太平洋沖地震」と略す) とその余震の際に、東京湾岸埋立地では局所的な液状化－流動化現象により、数十mの広がりを持った噴砂の集中域が斑状にみられた。そしてこの噴砂の集中域では数cm～数十cmの地盤の沈下を伴っていた¹⁾。

今回は噴砂とともに沈下が確認された浦安市入船 U-13 水準点の近傍を調査地とした (図1)。U-13の近傍には沈下のみられない10mの深さの基礎をもつ U-12B 足長水準点が併設されている。両者の沈下量の差から、太平洋沖地震の液状化－流動化に伴い地表から深度10mの間の地層の収縮量が139mmと測定された²⁾。この現象がみられた場所でオールコアボーリングを行い、人工地層・沖積層上部を対象に、地層構造を乱さないように地層を採取し、対象の地層において液状化－流動化した層準を特定した。以下に結果を述べる。

2 調査地の地質構成の概要と液状化－流動化による被害状況

調査地周辺は、1965～1975年の第1期、1972～1980年の第2期に埋立・造成されており、浦安市入船のこの場所は第2期の埋立地である。

太平洋沖地震の際、調査地の周辺では多量の噴砂・噴水がみられた。調査地周辺では地表面の変形が著しいAタイプの中にあるもののCタイプとの境付近のため (図1)²⁾ 沈下量は約14cmである。また、足長水準点の U-12B は抜け上がっている (図2)。ボーリングは、水準点に影響を与えないように4.9m離れた北緯35度38分48秒、東経139度55分3秒、標高2.2mで行った。なお、オールコア試料が得られたのは、地表面より深度約17mまでである。

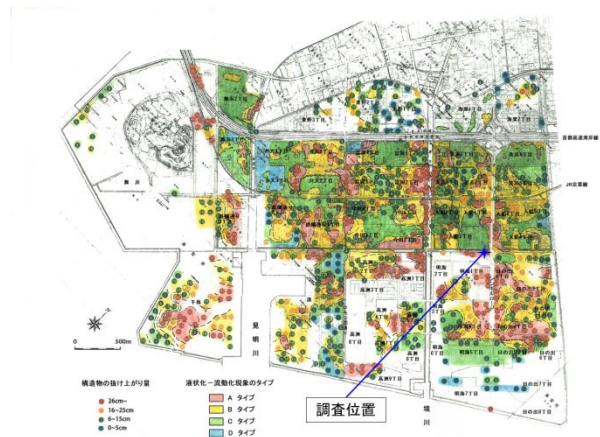


図1 調査地と周囲の太平洋沖地震時の液状化－流動化現象のタイプの分布状況²⁾。タイプ区分については、表1を参照。



図2 ボーリング地点付近の水準点の状況。U-13は通常の水準点で、基礎の深さは約1m。U-12Bは基礎の深さが10mある水準点のため丸い柱が抜け上がっている。

表1 東京湾岸埋立地でみられた液状化－流動化現象のタイプ区分と地表面の変形³⁾

タイプ名	液状化－流動化現象の地表面での被害の現れ方
Aタイプ	多量の噴砂がみられる。道路は大きく波打ち鉛直方向に30cm以上の凹凸や段差がみられる。道路わきのU字溝は波打っていたり破損したりしている。戸建て住宅などの低層の構造物は傾いたり沈み込んだりしている。電柱や塀は大きく傾いたり数十cm以上沈み込んだりしている。
Bタイプ	噴砂がみられる。道路は波打ち波打ち鉛直方向に10～20cm程度の凹凸や段差がみられる。道路わきのU字溝の一部は破損している。戸建て住宅などの低層の構造物は少し傾いたり沈み込んだりしている。電柱や塀は傾いたり10～20cm程度沈み込んだりしている。
Cタイプ	噴砂がみられる。道路は数cm程度のわずかな波打ちや亀裂がみられる。電柱には沈降や傾きはみられない。ごくまれにレンガ塀などが少し傾いていることがある。
Dタイプ	噴砂はみられない。道路は亀裂や凹凸などはみられない。電柱・塀は沈み込みや傾きはみられない。家は沈み込みや傾きなどはみられない。

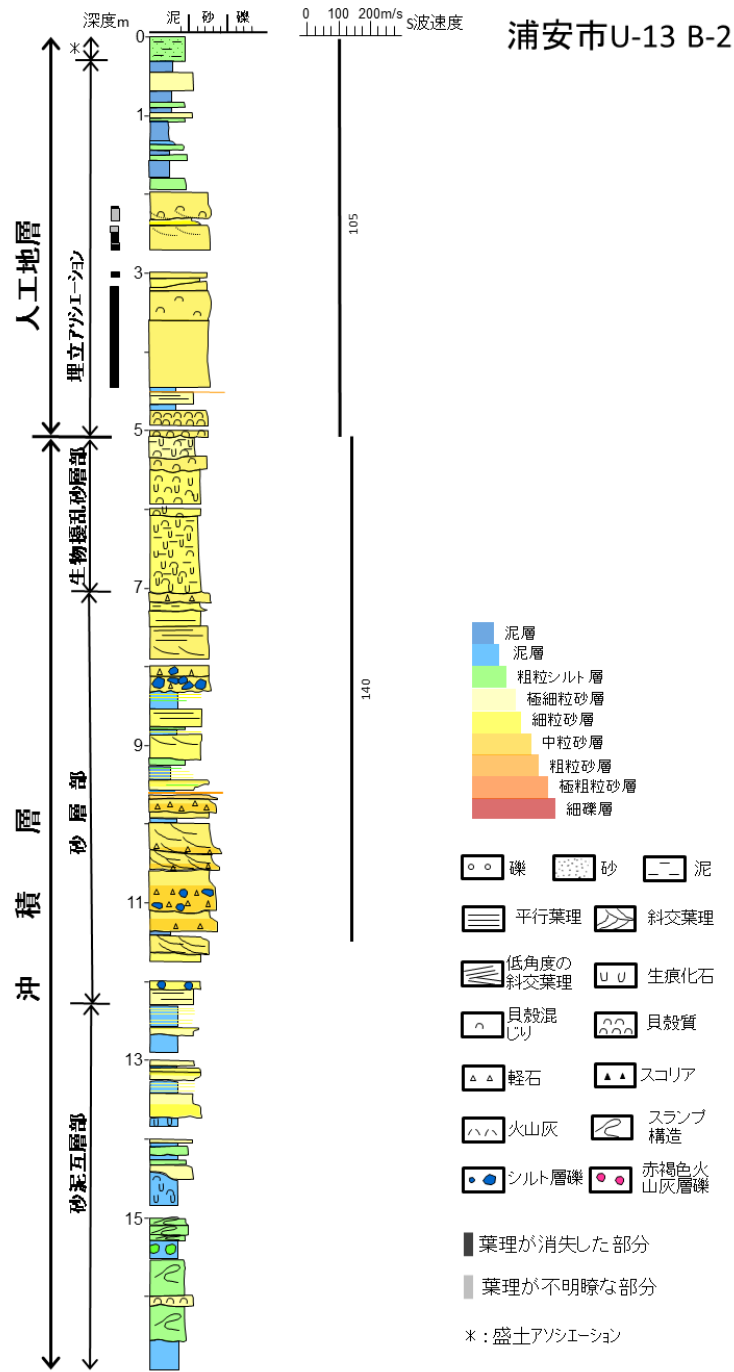


図3 浦安市入船でのボーリング地質柱状図

3 調査地の地層構成と検層結果

地層構成は下位より沖積層，人工地層の順で，人工地層基底の人自不整合面は深度 5.08m である (図 3)。以下に各層の特徴を述べる。

3・1 沖積層

標高-2.9m 以深に分布し，ややゆるい砂層や軟らかな泥層より構成される。下位より標高-10.1m 以深は砂層・シルト層の互層から構成される砂泥互層部，標高-10.1~-4.9m は泥層がまれに挟まれる砂層主体の砂層部，標高-4.9~-2.9m は生物擾乱構造が多数みられる泥質砂層より構成される生物擾乱砂層部より構成される。

砂泥互層部は、厚さ 0.25～0.5m で生痕がみられる軟らかなシルト層、厚さ 0.25～0.5m で未固結変形構造がみられる粗粒シルト層、厚さ 0.15～0.3m の細互層、厚さ 0.05～0.3m の泥質分をあまり含まない極細粒～細粒砂層から構成される。細互層は厚さ数 cm の泥質分を含まない極細粒砂とシルト層との細かな互層である。

砂層部はややゆるい細粒～中粒砂層を主体とし、薄い泥層を挟む。砂層は厚さ 5～60cm で、明瞭な葉理がみられる泥質分の少ない細粒～中粒砂から構成され、しばしば泥の礫や白色軽石を含む。泥層は厚さ 1～10cm で、しばしば植物片を混入する。また、大局的に深度 14m 付近より深度 10m 付近へと粗粒化し、さらに深度 10m 付近より深度 7m 付近へ細粒化している。

生物擾乱砂層部は泥質な細粒砂層を主体とする。厚さ 0.2～1.0m で貝化石混じりの極細粒砂～細粒砂層からなり、生痕が多数みられ、泥層をほとんど挟まない。

S 波速度は、砂層部と生物擾乱砂層部が約 140m/s である。

3・2 人工地層

調査地の埋立前は干潟であり、人工地層はこの干潟を埋め立ており、標高-2.9m 以浅が人工地層である。本調査地では、標高-2.9～-1.9m が埋立アソシエーション、標高 -1.9m 以浅が盛土アソシエーションである。

S 波速度は人工地層全体が約 105m/s である。

3・2・1 埋立アソシエーション

標高 0.2m（深度 2m）を境に中粒砂層主体の下部とシルト層主体の上部から構成される。

下部は泥質分をほとんど含まないゆるい中粒砂層を主体とし、葉理のほとんどは消失している。下端付近や上端付近には厚さ数 cm の泥層を挟む。基底には貝殻片質な細粒砂層が挟まれ明瞭な葉理がみられる。上端付近では、貝殻片混じりとなり葉理は不明瞭ながらみられる。

上部は、極軟らかなシルト層を主体とし、厚さ 24cm と 9cm の極細粒砂層を挟む。また、厚さ 6～15cm の粗粒シルト層を挟む。

なお、図 3 の柱状図の脇に示した葉理の状態のうち、葉理が不明瞭な部分は液状化部分、葉理が消失した部分が液状化しさらに流動化した部分と判定される⁴⁾。

3・2・2 盛土アソシエーション

標高 -1.9m 以浅に分布し、シルト礫を多く含む泥質細粒砂から構成され、土壌化が著しく、根を多く含む。

引用文献

- 1) 千葉県環境研究センター：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震における千葉県内の液状化－流動化被害（第 2 報）. 千葉県環境研究センター 調査研究報告 第 G-8 号, 2-1～2-69（2011）.
- 2) 千葉県環境研究センター：千葉県内の液状化－流動化現象とその被害の概要及び詳細分布調査結果（第 3 報）—浦安地区(1)—. 千葉県環境研究センター 調査研究報告 第 G-8 号, 3-1～3-26（2011）.
- 3) 千葉県環境研究センター：千葉県内の液状化－流動化現象とその被害の概要及び詳細分布調査結果（第 4 報）. 千葉県環境研究センター 調査研究報告 第 G-8 号, 4-1～4-69（2011）.
- 4) 風岡 修：液状化・流動化の地層断面 ③利根川下流低地. アーバンクボタ 40 号, 5-11（2003）.