

# 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：習志野市臨海埋立地での調査結果

風岡 修 小島隆宏 伊藤直人 香川 淳 荻津 達 吉田 剛

## 1 目的

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（以下「太平洋沖地震」という。）とその余震の際、東京湾岸埋立地の北部では直径百～数百mの規模で、斑状に液状化－流動化に伴う地盤の沈下が多数発生した<sup>1)</sup>。令和2年度は、埋立地外周の護岸に沿う舗装道路の内陸側に隣接した堤体状の遊歩道とこの周囲において1m程度の沈下と隆起がみられ（図1・図2a-2c）、この部分についての地質調査を行った。以下にその結果を述べる。なお、以下の記述の一部は小島・風岡<sup>2)</sup>を抜粋したものである。

## 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

調査地の習志野市の臨海埋立地は、京葉測量㈱が撮影した航空写真によれば1974～1976年に埋立てられた場所である。その後護岸沿いに幅約6mの舗装道路と隣接して比高1～3mの堤体状の遊歩道が作られた。1987年千葉県東方沖地震では液状化－流動化被害はみられていないが、太平洋沖地震とその余震時に



図1 調査地の位置図



図2a 調査地の地表変形。護岸沿いの舗装道路の一部が盛り上がっている。



図2b 調査地の地表変形。護岸沿いの舗装道路の盛り上がり部分の脇の堤体は波打ち沈下してい



図2c 調査地の地表変形。堤体上の道路は地すべりのように法面の反対側がより多く沈下した。

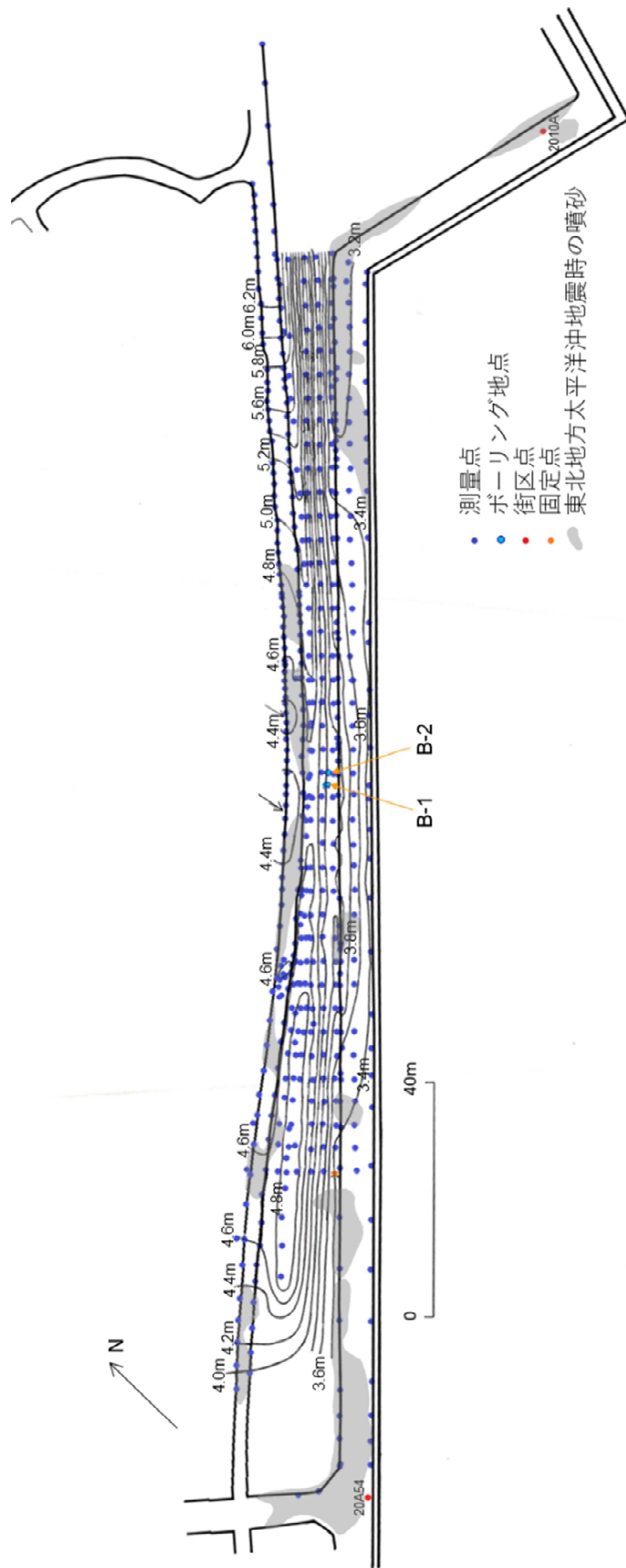


図3 調査地の地表変形状況。等量線図の数字は標高(小島・風岡<sup>2)</sup>を加筆修正)。

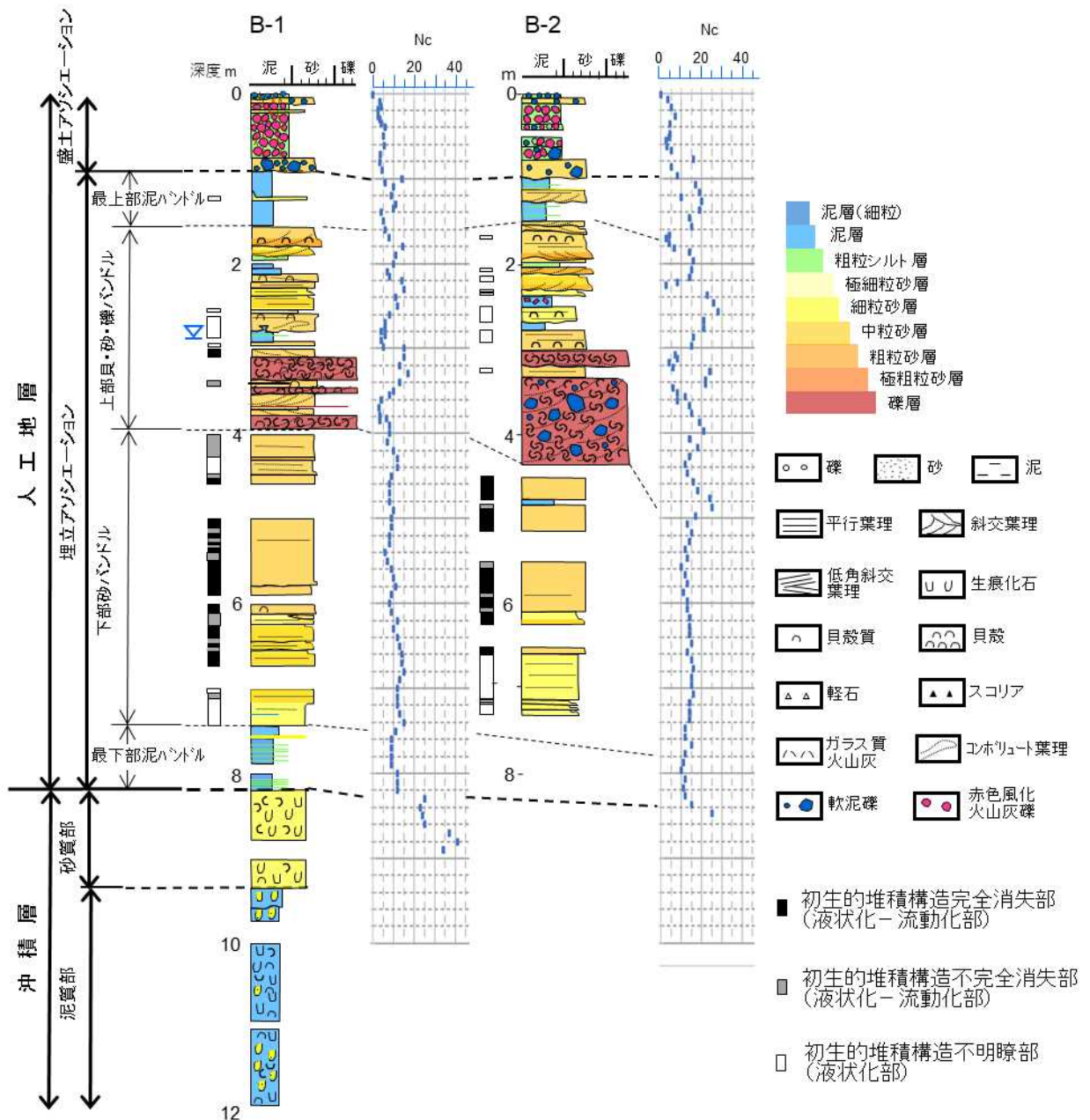


図4 地質柱状図と地層区分及び液状化—流動化部分。B-1とB-2はオールコアボーリング地点で、堤体の延びの方向に2m離れている。Ncは、簡易貫入試験の値。簡易貫入試験は、ボーリング地点の約1m脇で行っている。人工地層は横方向への変化が大きいため、地層のつながりは水平とはなっていない(小島・風岡<sup>2)</sup>を加筆修正)。

は、この遊歩道の堤体の一部において最大で約1m沈下し、この脇の舗装道路の一部が約0.8mマウンド状に隆起した(図2・図3)。

オールコアボーリングは堤体が最も沈下した付近の法面下部(北緯35度39分31秒, 東経140度0分27秒, 標高4.09m)において深度12mまで行った。これに補足して、簡易貫入試験(斜面調査用簡易貫入試験)を深度約9mまで行い、人工地層から沖積層上部までの地層を調べた。図4にボーリングコアを観察しまとめた柱状図を、図5・図6にコアの剥ぎ取り標本を示し、調査結果の概要を以下に述べる。



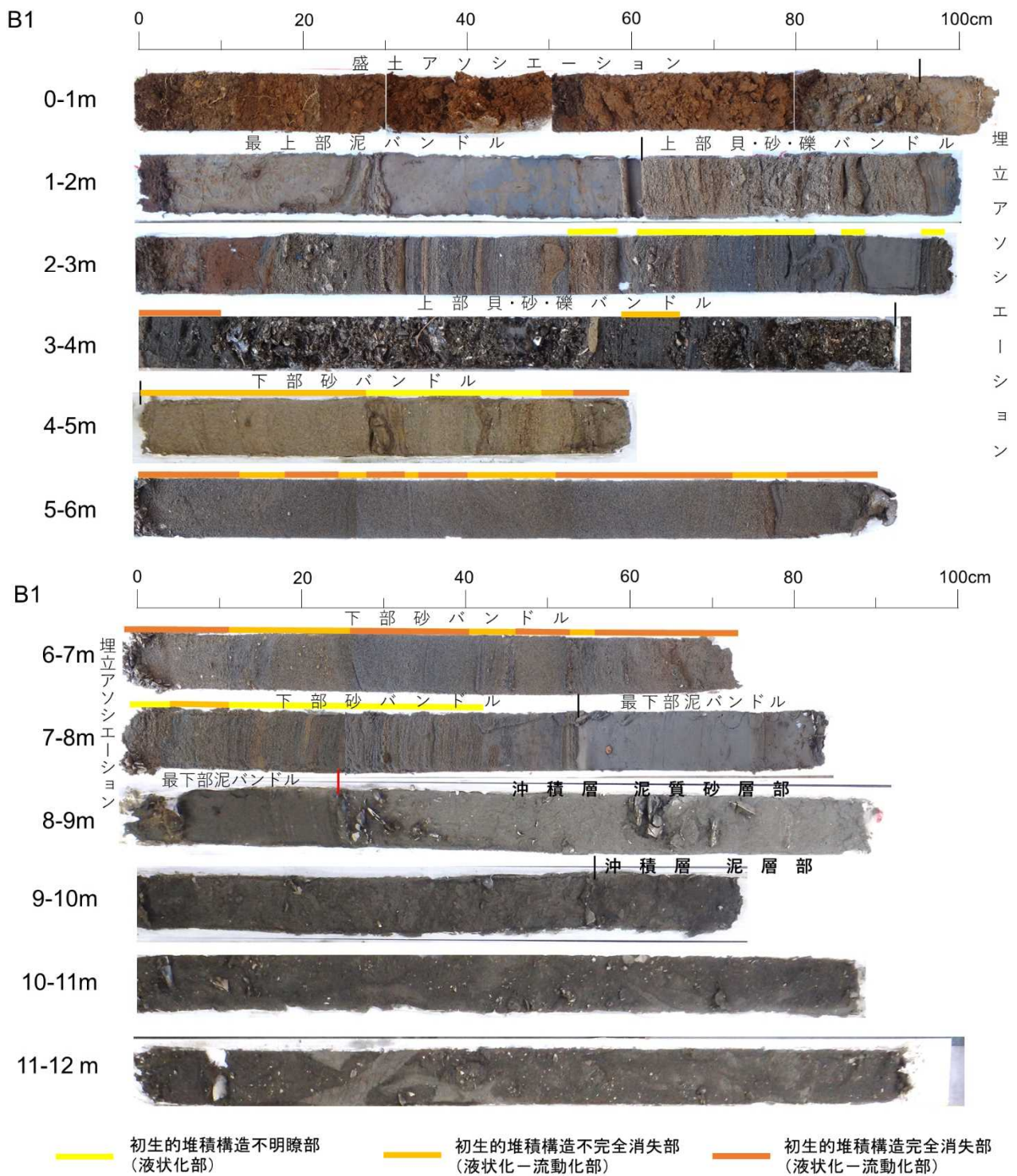


図5 B1のオールコアボーリングの写真と液状化-流動化部分

### 3 調査地の地質構成

深度8.17m(標高-4.08m)に人自不整合があり、これより上位は人工地層、下位は沖積層である。なお、図4の柱状図の脇に示した葉理などの初生的堆積構造の状態のうち、初生的堆積構造が不明瞭な部分は液状化部分、初生的堆積構造が完全ないし不完全消失した部分は液状化しさらに流動化した部分と判定される<sup>3)4)</sup>。

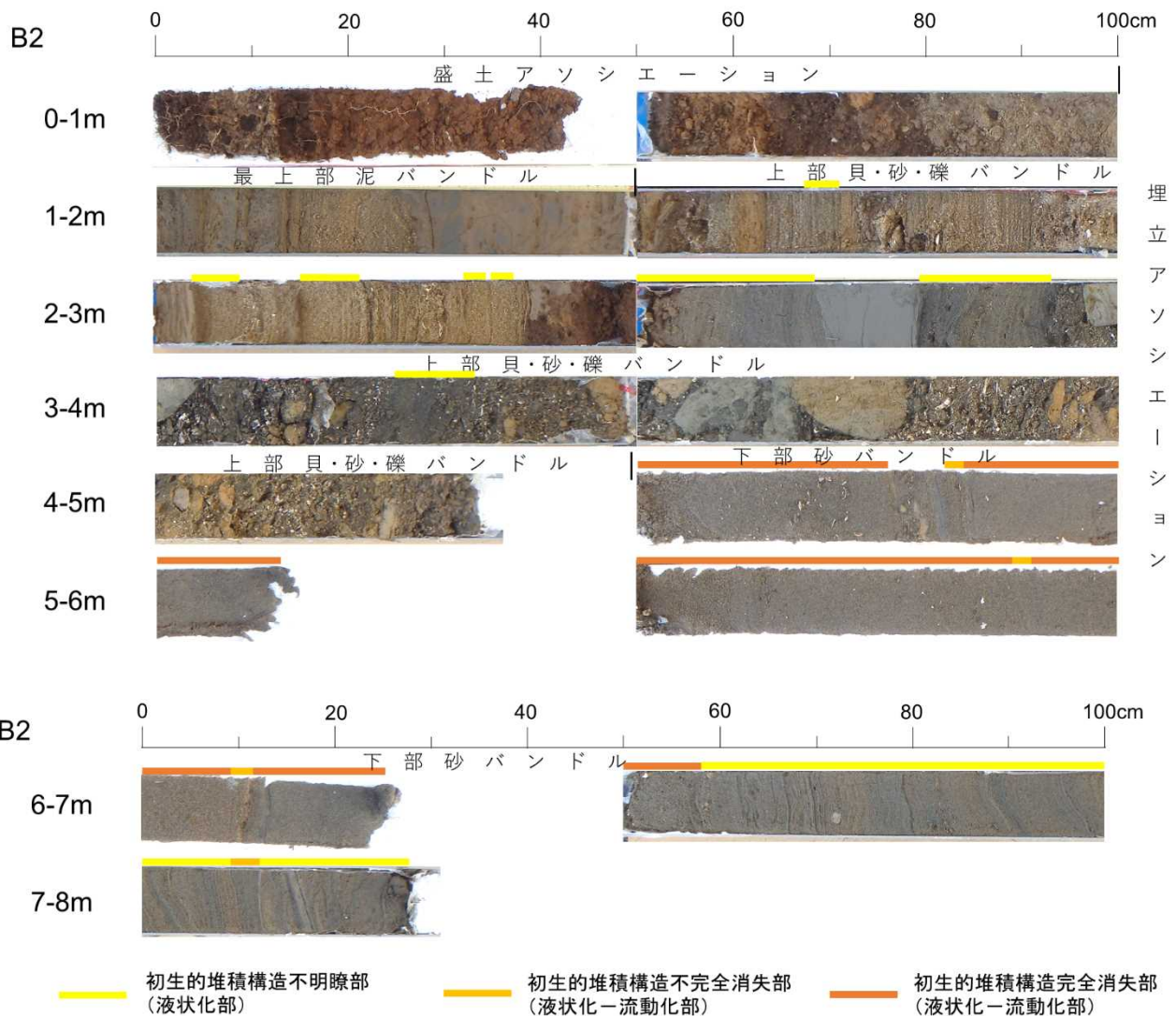


図6 B2のオールコアボーリングの写真と液状化-流動化部分

### 3・1 沖積層

沖積層は、深度9.34m（標高-5.25m）を境に上位が生物擾乱構造がみられ貝化石やシルト礫を含み、泥質分が少なく粒径の揃った灰色の細粒砂層、下位がサンドパイプ状の生痕化石や貝化石を含み生物擾乱構造が発達する暗オリーブ灰色の極細粒砂質シルト層である。沖積層の砂層は生痕化石や生物擾乱構造がみられることから液状化-流動化した痕跡はみられない。また簡易貫入試験値（以下簡易貫入試験値を「Nc=」と略す）は25~42と中位の硬さをなす。

### 3・2 人工地層

人工地層は、深度0.92m（標高3.17m）を境にこの上位が盛土アソシエーション、下位が埋立アソシエーションである。

#### 3・2・1 埋立アソシエーション

埋立アソシエーションは、シルト層主体の最下部泥バンドル、中粒砂層主体の下部砂バンドル、貝殻混じり中粒砂層や貝殻片密集層を主体とする上部貝・砂・礫バンドル、シルト層主体の最上部泥バンドルから構成される。

最下部泥バンドルは、深度8.17~7.44m（標高-4.08~-3.35m）にみられ、数mmの厚さの粗粒シルトの

ラミナをしばしば挟む暗オリーブ灰色のシルト層から構成される。硬さは  $N_c=9\sim 11$  とやわらかい。

下部砂バンドルは、深度 7.44～3.93m (標高-3.35～0.16m) にみられ、泥質分の少ない浅黄～灰黄色の中粒砂層を主体とし、基底付近には泥質分の少ない細粒砂層を挟む。下半部は葉理や層理が不明瞭となっている。上半部は頂部を除き葉理や層理は消失し塊状である。硬さは  $N_c=5\sim 15$  とゆるい。

上部貝・砂・礫バンドルは、深度 3.93～1.57m (標高 0.16～2.52m) にみられ、貝殻片混じりの浅黄～灰黄色の中粒砂層やシルト礫が混じる細礫～中礫大の貝殻片密集層から構成され、厚さ約 10cm のシルト層を数枚挟む。下半部の中粒砂層には葉理が不明瞭な部分がみられる。上半部の砂層の多くは葉理が明瞭である。硬さは  $N_c=3\sim 30$  とゆるい～中位である。地下水面は本層中の標高 1.1～1.2m である。

最上部泥バンドルは、深度 1.57～0.92m (標高 2.52～3.17m) にみられ、浅黄色のシルト層から構成され、厚さ 1～15cm の細粒～中粒砂層を挟むことがある。砂層中の葉理は明瞭である。硬さは 3～10 と軟らかい場合が多いが、上部では砂層を挟み脱水が進んでいるため 15～20 と中位となっている部分がある。

### 3・2・2 盛土アソシエーション

関東ローム層や黒ボク土壌層の亜角～亜円礫の密集層から構成され、硬さは  $N_c=2\sim 10$  とゆるいが、基底部の厚さ 20～40cm は  $N_c=20\sim 40$  と中位である。

## 4 液状化－流動化に関して

堤体状の遊歩道の法面下部での今回のオールコアボーリング結果から、標高-4.08m に自然地層と人工地層の境界である人自不整合面があり、この下位には厚さ 4m 以上の沖積層が、この上位には厚さ約 8m の人工地層が分布していることが明らかとなった。人工地層は、下位の約 7m は埋立アソシエーション、地表から深度約 1m までが盛土アソシエーションである。埋立アソシエーションは最下部泥バンドル、下部砂バンドル、上部貝・砂・礫バンドル、最上部泥バンドルから構成され、下部砂バンドルの大部分は葉理が不明瞭ないし消失していることから、この部分が液状化及び流動化したものと考えられる。中でも特に、下部砂バンドルの上部では葉理の大部分が消失していることから、この部分で液状化－流動化し、堤体の頂部が沈み、その部分の液状化した砂層が下部層内において側方へ流動し堤体に沿う道路部分を押し上げたものと推定される。

## 引用文献

- 1) 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によ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報告, G-8, 2-1～2-69 (2011)。
- 2) 小島隆宏・風岡 修, 印刷中, 東京湾岸埋立地における 2011 年東北地方太平洋沖地震時に液状化－流動化した部分：千葉県習志野市臨海埋立地での調査結果から。第 31 回社会地質学シンポジウム論文集。
- 3) 風岡 修・楠田 隆・香村一夫・楡井 久・佐藤賢司・原 雄・古野邦雄・香川 淳・森崎正昭, 1994, 液状化－流動化のメカニズムとその実態。日本地質学会第 101 年総会・討論会 講演要旨, 125-126。
- 4) 風岡 修, 2003, 液状化・流動化の地層断面。アーバンクボタ 40 号, 5-13。