

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北部埋立地における液状化－流動化現象解明調査結果 船橋市日の出町・市川市行徳： その3. シミュレーション結果

風岡 修 荻津 達 八武崎寿史 香川 淳 吉田 剛 加藤晶子

1 はじめに

本稿では、本年報の同題名の報告のその1において報告されたオールコアボーリングによって明らかになった調査地点の地質構成やこの際に行われたP-S検層の結果と既存の地質データを基に、千葉市美浜区稲毛海岸の本センター敷地内に設置された地中地震計により得られた太平洋沖地震の地震波形記録を利用し地震動シミュレーションを行い、沖積層中での地震の揺れの増幅の状況を再現した結果を述べる。

2 シミュレーション方法

地震動シミュレーションそのものは、もともと基本的な考え方であるSHAKEをパソコンでおこなうことができる構造計画研究所による「K-SHAKE」を使用した。また、シミュレーションに必用なデータの地質構成とS波速度は、本報告のその1の図3・4に示す調査地点ごとの地質構成とS波速度による。下総層群以深の地層のS波速度や密度は、産業技術総合研究所での船橋市～千葉市でのオールコアボーリング¹⁾²⁾³⁾、千葉県総務部での地震探査結果⁴⁾による。これらをまとめて、各調査地点の地質モデルを表1・2のように作成した。太平洋沖地震の地中での波形データは、千葉市美浜区稲毛海岸の本センターの深度34mの下総層群内に設置された地中地震計により得られたもの(図1)である。この波形を沖積層の基底より入射し、地中での各層内での揺れの状況を計算し、地震動の増幅状況を推定した⁵⁾。

3 シミュレーション結果と地中での地震動の増幅の状況

市川市行徳における地表での揺れの計算結果を図2に示す。最大加速度は約230cm/s/sと沖積層の基底から約3倍に、最大速度は約44cm/sと沖積層の基底か

表1 市川市行徳における地震動シミュレーションのための地質モデル

市川市行徳の地質モデル						
地層番号	基底深度	層厚	地層区分	密度g/cm ³	S波速度m/sec	減衰定数%
1	1	1	盛土層	1.40	130	2
2	3	2	埋立泥層	1.20	100	3
3	4	1	埋立砂層	1.50	140	2
4	5	1	埋立泥層	1.20	100	3
5	6	1	埋立砂層	1.60	140	2
6	9	3	沖積砂質シルト層	1.70	280	1
7	13	4	沖積上部砂層	1.75	190	1
8	26	13	沖積中部泥層	1.45	135	1.5
9	31	5	沖積中部砂層	1.75	195	1
10	41	10	沖積下部泥層	1.60	175	1
11	42	1	沖積最下部砂層	1.80	300	1
12	85	43	下総層群清川層	1.90	315	0
13	170	85	下総層群上部	1.95	420	0
14	450	280	下総層群下部	1.95	580	0
15	1050	600	上総層群上部	1.95	900	0
16	1700	650	上総層群下部	2.00	1150	0
17	2500	800	三浦層群	2.20	1300	0
基盤	-	-	先新第三系	2.70	2600	0

表2 船橋市日の出における地震動シミュレーションのための地質モデル

船橋市日の出の地質モデル						
地層番号	基底深度	層厚	地層区分	密度g/cm ³	S波速度m/sec	減衰定数%
1	0.5	0.5	盛土層	1.40	140	2
2	1	0.5	埋立泥層	1.20	100	3
3	3.5	2.5	埋立砂層	1.60	140	2
4	7	3.5	沖積砂質シルト層	1.70	90	2
5	9	2	沖積上部泥層	1.45	90	2
6	16	7	沖積中部砂層	1.75	230	1
7	26	10	沖積中部砂泥互層	1.65	150	1.5
8	31	5	沖積下部泥層	1.60	150	1.5
9	36	5	沖積最下部砂層	1.80	150	0.5
10	85	49	下総層群清川層	1.90	430	0
11	170	85	下総層群上部	1.95	420	0
12	400	230	下総層群下部	1.95	580	0
13	1300	900	上総層群上部	1.95	900	0
14	2200	900	上総層群下部	2.00	1150	0
15	2500	300	三浦層群	2.20	1300	0
基盤	-	-	先新第三系	2.70	2600	0

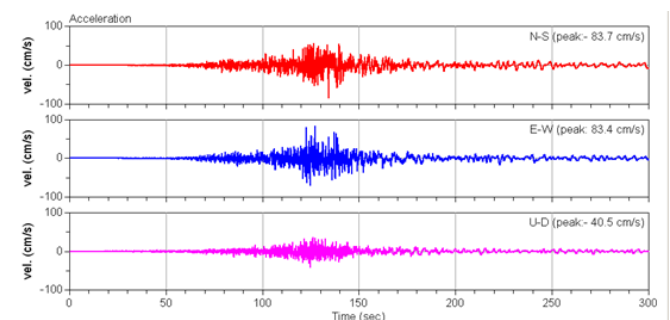


図1 千葉市美浜区稲毛海岸での下総層群内の地震動波形。

ら約 1.5 倍に増幅しており、揺れの強さは計測震度 5.6 (6 弱) の強い揺れと計算された。

揺れが強かった方向であるトランスバース成分 (地震波が伝わってくる方向と直行方向) の速度の地中における地震動の増幅状況を図 3 に示す。これによると、地震動は沖積層の中でも、沖積層中上部の軟弱な泥層部分で大きく増幅していることが算出された。

船橋市日の出における地表での揺れの計算結果を図 4 に示す。最大加速度は約 165cm/s/s と沖積層の基底から約 2 倍に、最大速度は約 41cm/s と沖積層の基底から約 1.4 倍に増幅しており、揺れの強さは計測震度 5.4 (5 強) の強い揺れと計算された。

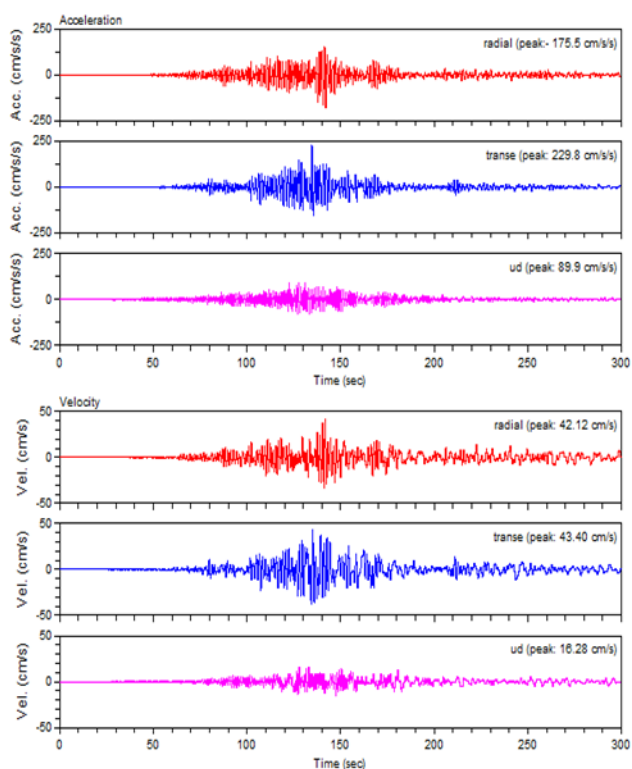


図 2 市川市行徳におけるシミュレーション結果による地表面での揺れかた。

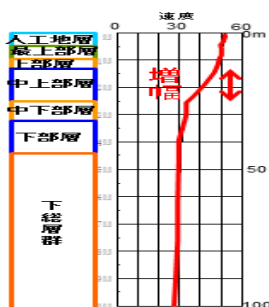


図 3 市川市行徳におけるトランスバース成分の速度の揺れの増幅状況。

揺れが強かった方向であるトランスバース成分の速度の地中における地震動の増幅状況を図 5 に示す。これによると、地震動は沖積層の中でも、最上部の砂質シルトで大きく増幅していることが算出された。

4 まとめ

太平洋沖地震時に多量の噴砂・噴水とともに地盤の沈下が見られた市川市行徳と船橋市日の出 2 丁目において沖積層よりも下位の下総層群までのオールコアボーリングを行い地質構成を明らかにし、P-S 検層により各層の S 波速度を調べ、その結果をもとに地震動シミュレーションを行った結果、沖積層において地震動

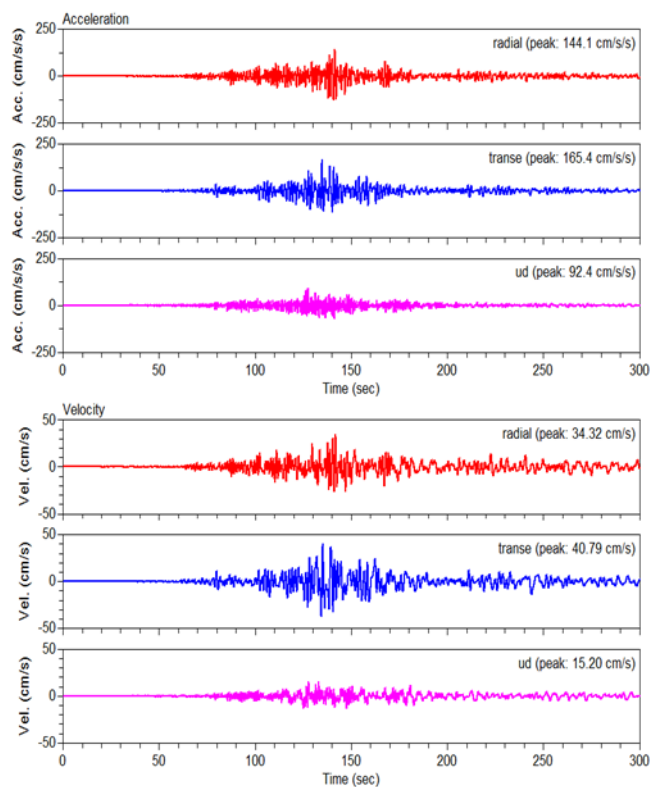


図 4 市川市行徳におけるシミュレーション結果による地表面での揺れかた。

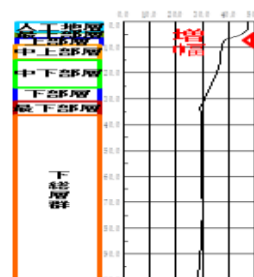


図 5 船橋市日の出におけるトランスバース成分の速度の揺れの増幅状況。

が大きく増幅していることが推定された。中でも、沖積層上部の軟弱な泥層ないし砂質シルト層の部分で特に地震動の増幅が大きくなっていることが推定された。今後は、今回のオールコアボーリング地点周辺の既存の建築地盤ボーリングデータから沖積層の地質構造を推定することにより、沖積層中の軟弱な泥層の連続性を明らかにし、地震動予測の精度向上や地下水の過剰揚水に伴う地盤の沈下のポテンシャルの把握につなげていきたい。また、同じ埋立地でも沖積層が厚い部分で地震動が強くなるため、人工地層の液状化―流動化とこれに伴う地盤の沈下の予測精度向上も検討していきたい。

引用文献：

1 中澤 努・長 郁夫・納谷友規・小松原純子・宮地良典：首都圏の基準ボーリング調査及び常時微動測定。巨大地震による複合的地質災害に関する調査・研究報告書。地質調査総合センター速報 No.66, 207-228

(2014)。

2 宮地良典・小松原純子・中島 礼：千葉県北西部の沖積層基準ボーリング調査。地質調査総合センター速報 No.68, 平成 26 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 61-71 (2015)。

3 宮地良典・小松原純子・中島 礼：千葉県北西部の沖積層基準ボーリング調査（平成 27 年度掘削試料とその対比）。地質調査総合センター速報 No.71, 平成 27 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告, 79-90 (2016)。

4 千葉県総務部消防地震防災課：千葉県地下構造調査の結果。22p (2005)。

5 風岡 修・宇澤政晃・檜山知代・荻津 達・八武崎寿史・香川 淳・吉田 剛・加藤晶子・本田恵理・小倉孝之：東京湾北部の埋立地における人工地層～沖積層の層序と 2011 年東北地方太平洋沖地震時の液状化―流動化現象：船橋市日の出町・市川市行徳での調査から。第 26 回環境地質学シンポジウム論文集, 35-38 (2016)。