

入力地震動の違いによる液状化地盤上の橋台の応答変位に関する一考察

九州大学大学院 学生会員 ○柿永 恭佑 九州大学大学院 正会員 梶田 幸秀  
 五洋建設株式会社 正会員 宇野 州彦 関東学院大学 正会員 北原 武嗣

1. 目的

1964年新潟地震以降、地盤の液状化が地震災害と関連付けられて考えられるようになった。2011年東北地方太平洋沖地震でも液状化による構造物被害が確認されており、未だその対策は十分とはいえない。橋台においても液状化に起因して橋軸方向の移動による支承の変形・破損や背面地盤の沈下に伴った段差の発生などが報告されている。しかしその具体的なメカニズムの解明や定量的な指標の提示はなされていない。本研究では液状化地盤上にある橋台の応答や地盤変状の基礎的な知見を得るために、いくつかの入力波を用いて地盤についてその層厚や深度を変化させた解析を行い、橋台変位量および背面地盤沈下量との相関を得ることを目的とした。

2. 解析内容

解析モデルは液状化層厚、液状化層深度(橋台底面からの深さ)を変化させた。case1model1における解析メッシュ図を図-1に、検討ケースを表-1に、case1model1における各土層の設定値を表-2に示す。S1, W1, P1, P2, C1は液状化パラメータである。またモデル地盤の固有周期は0.47秒である。N値が2であるLayer3を液状化層とする。またcase2における液状化層深度はLayer3の層厚を一定にしたままLayer3を下方に移動させることで変化した。解析は有限要素法に基づく2次元有効応力解析プログラムFLIP<sup>1)</sup>を用いて行った。要素の定義は、橋台とフーチング上の土を線形平面要素、杭を線形はり要素、土質を多重せん断メカニズムに基づいた有効応力モデル<sup>2)</sup>でモデル化した。境界条件は側方と底面に粘性境界を与えている。入力波は東北地方太平洋沖地震における3地点[FKS001(福島県相馬市), MYG004(宮城県築館町), TCG006(栃木県小川町)]の地表面観測波を工学的基盤へ引き戻し波を作成して用いた。それぞれの引き

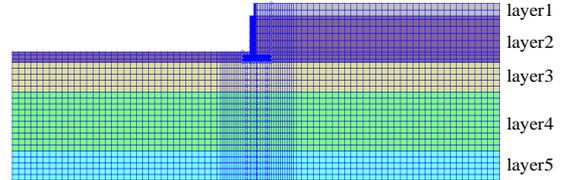


図-1 解析メッシュ図(case1model1)

表-1 検討ケース

	case1							case2						
model番号	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
液状化層厚(m)	5	6	7	8	9	10	11	5						
液状化層深度(m)	0							0	1	2	3	4	5	6

表-2 土層設定値(case1model1)

土層	D	N	$\rho_t$	$\sigma_{ma}$	$G_{ma}$	$\Phi_r$	$\Phi_p$	液状化パラメータ					
	層厚	N値	密度	基準平均有効拘束圧	基準初期せん断剛性	せん断抵抗角	変相角	S1	W1	P1	P2	C1	
	(m)	-	( $t/m^3$ )	(kPa)	(kPa)	( $^\circ$ )	( $^\circ$ )	-	-	-	-	-	
Layer1	2.1	5	1.8	14	42202	39	-	-	-	-	-	-	-
Layer2	7.9	10	1.8	80	67613	39	-	-	-	-	-	-	-
Layer3	5	2	2	151	22632	37	28	0.005	3.476	0.5	1.123	1.6	-
Layer4	10	10	2	206	67613	38	-	-	-	-	-	-	-
Layer5	5	20	2	261	108326	39	-	-	-	-	-	-	-

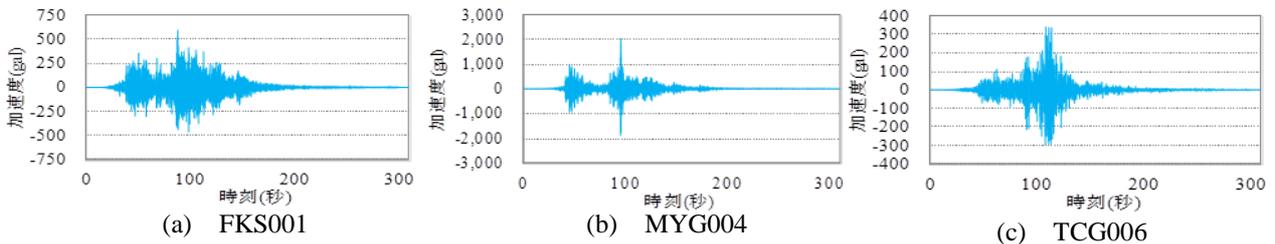


図-2 入力波の加速度時刻歴

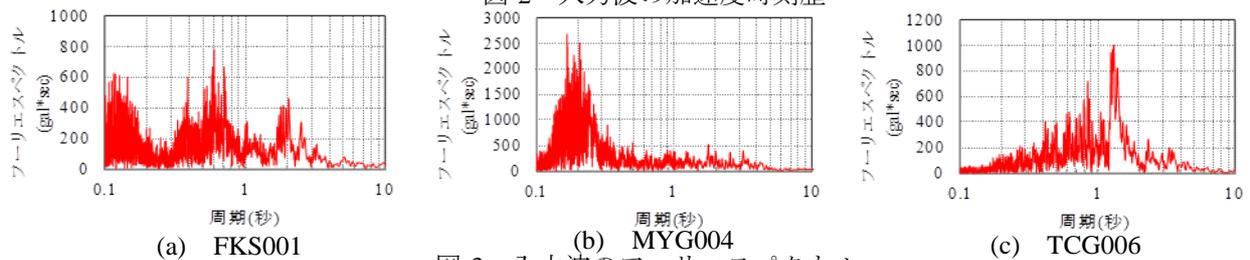


図-3 入力波のフーリエスペクトル

キーワード：液状化、橋台、入力地震動、有効応力解析

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 W2 1101 電話&FAX：092-802-3374

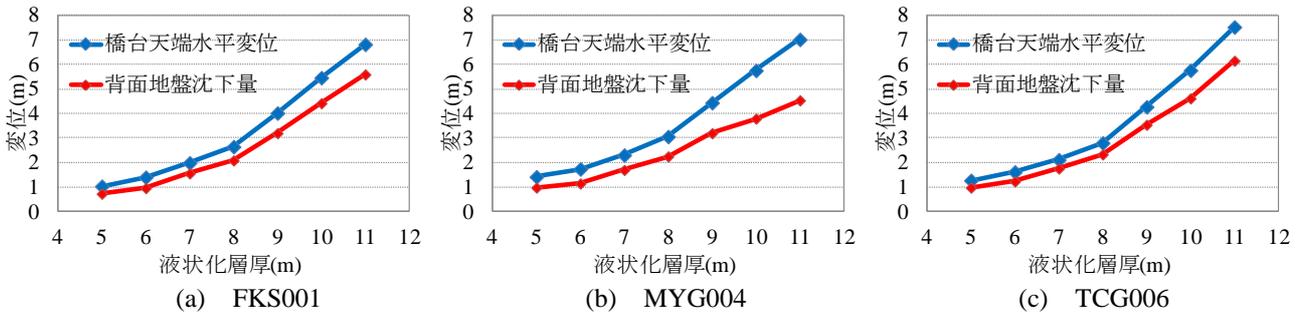


図-4 液状化層厚と応答変位の関係

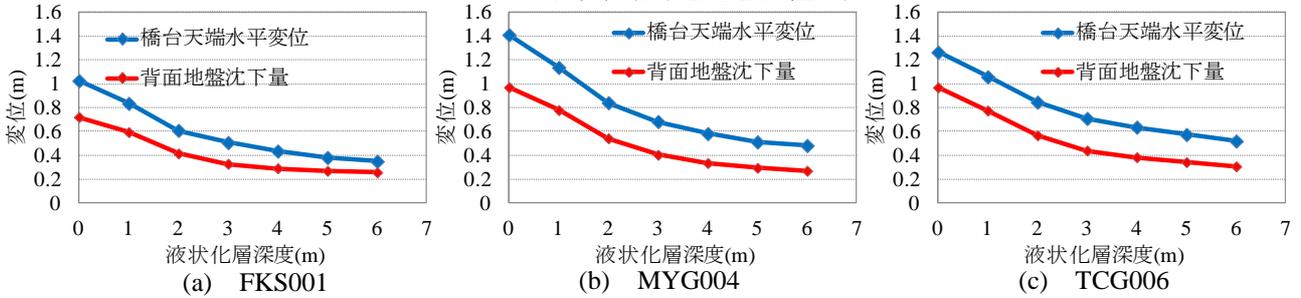


図-5 液状化深度と応答変位の関係

戻し波の加速度時刻歴とフーリエスペクトルを図-2, 図-3 にそれぞれ示す。

### 3. 解析結果

図-4 に case1 における橋台天端の水平変位と橋台背面地盤沈下量を、図-5 に case2 における結果を示す。図-4 より液状化層が厚くなるに依り二次曲線的に橋台の天端水平変位と背面地盤沈下量が増加した。図-5 より液状化層が深いところにあるほど変位は概ね線形的に小さくなることが分かる。また入力加速度による影響として液状化層厚が薄いときには最大加速度の大きい MYG004 で、液状化層厚が厚いときには長周期成分が卓越した TCG006 でそれぞれ橋台水平変位が最大となった。また液状化層深度が浅いときに比べて、液状化層深度が深いときは入力加速度による変位量の差が小さくなった。MYG004 の波を入力したときの case1model1 での橋台周辺を図-6 に示す。橋台が前面側に倒れこんでいることが確認できた。

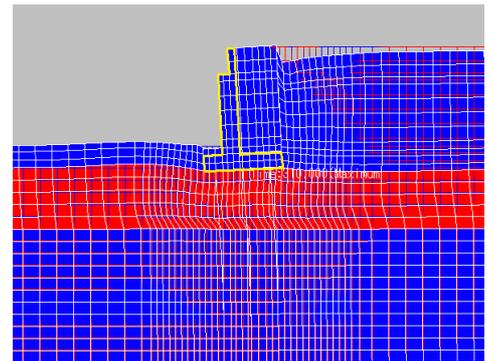


図-6 MYG004(case1model1)の変位図

### 4. 結論

液状化層がある地盤での橋台や地盤の変位量は、液状化層が厚くなると二次曲線的に変位量も大きくなり、液状化層が深いところにあると変位量は概ね線形的に小さくなることが分かった。つまり液状化層が厚く、浅い場所にある地盤ほど橋台などの構造物への被害が大きくなると考えられる。変位量への入力地震動による影響を見ると、液状化層厚が小さいときは加速度の大きさによる影響が、液状化層厚が大きいときは地震波に含まれる長周期成分の影響がそれぞれ大きくなると考えられる。液状化層深度が深いときには地震波の特徴による変位量への影響が小さくなることが分かった。

### 参考文献

- 1) Susumu IAI, Yasuo MATSUNAGA and Tomohiro KAMEOKA: ANALYSIS OF UNDRAINED CYCLIC BEHAVIOR OF SAND UNDER ANISOTROPIC CONSOLIDATION, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.32, No.2, pp.16-20, 1992.
- 2) Towhata, I. and Ishihara, K.: Modelling Soil Behavior under Principal Stress Axes Rotation, Proc. of 5th International Conf. on Num. Methods in Geomechanics, Nagoya, Vol.1, pp. 523-530, 1985.