

境水道大橋で観測された鳥取県西部地震記録の分析

(その3) 地震応答解析

日本道路公団試験研究所 正会員 稲垣 大浩 正会員 福島 勇治
 鹿島技術研究所 正会員 大保 直人 正会員 清田 芳治

1. はじめに

本報では、(その1)で設定された地震動波形と(その2)で設定された地盤モデルを用いて、地表で観測された加速度波形の再現を目的とした等価線形解析と有効応力解析結果、さらに既往の液状化判定、等価線形解析結果を用いた液状化判定結果および有効応力解析結果から地震観測地点の液状化発生の可能性について報告する。

2. 解析条件

入力地震動は(その1)で方位補正した EW 成分の地中加速度波形を用い、等価線形解析(SHAKE)および有効応力解析(DYNFLOW)ともに GL-65m の位置に固定条件で入力した。また、解析用地盤モデル、動的変形特性、および液状化強度は、それぞれ(その2)の値を用いている。なお、有効応力解析においては透過振動数を考慮して、液状化対象土層である GL-1.2m~GL-12.7m の各土層を3分割して解析を行った。

3. 解析結果

図1には、地表での観測波形および等価線形解析で得られた加速度波形を示す。図2には、最大加速度・せん断ひずみ・せん断応力・減衰定数・剛性低下率の深度方向分布をそれぞれ示す。図より、最大加速度値はほぼ一致しているが、ピーク発生前の3~7秒で地盤の剛性低下が発生し、短周期成分が減衰するため比較的周期の長い成分が卓越した波形になっている。このため、ピーク発生前後で観測波形との一致度が悪いが、以降の波形形状は良く似ている。また、図2で GL-12.7~GL-43.5m の粘性土層でせん断ひずみは 0.5~0.7%の値を示し、剛性低下率 G/G_0 は 0.25 以下の値になっており、この層

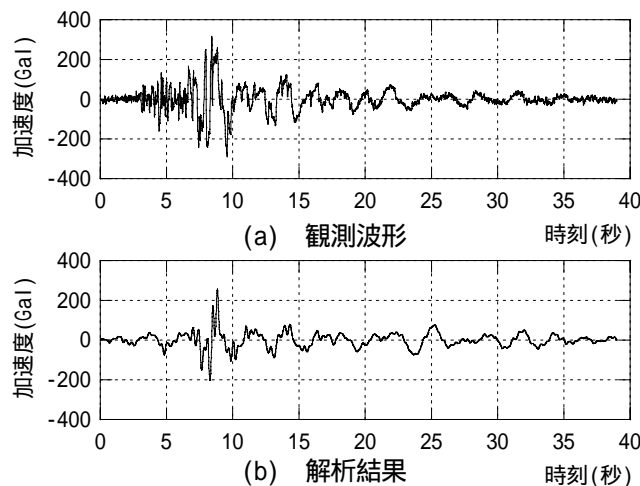


図1 等価線形解析で得られた地表の加速度波形の比較

で加速度応答が低下する傾向が見られる。

図3には、有効応力解析で得られた地表の加速度波形と観測波形の比較を示す。解析結果は全時刻歴領域において観測波形とよく対応しているが、等価線形解析より短周期成分が卓越している。

図4には、液状化

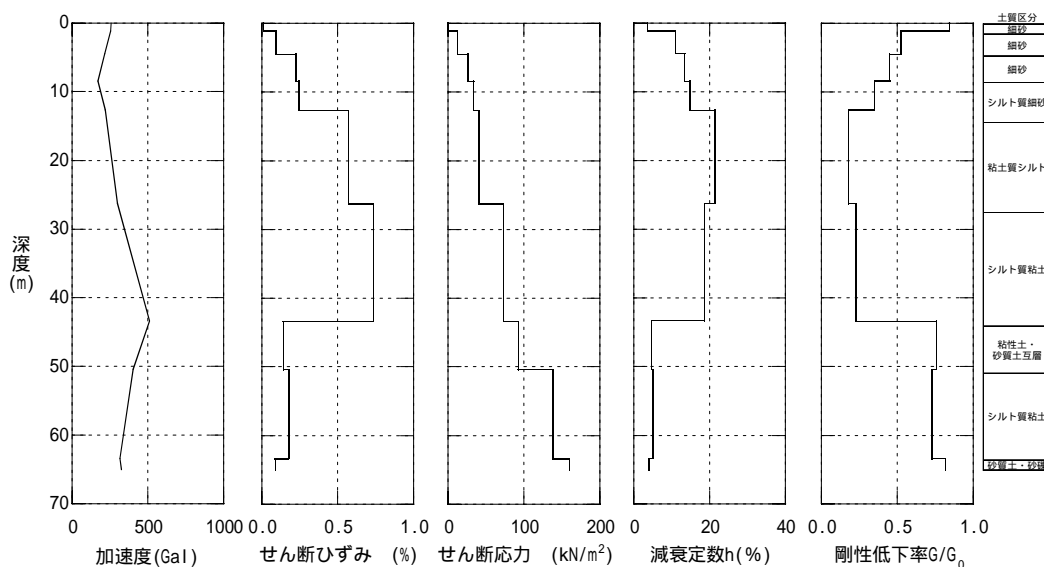


図2 等価線形解析で得られた結果

キーワード：鳥取県西部地震，地震記録，全応力，有効応力，液状化

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL.0424-89-7296 FAX.0424-89-7116

対象土層の3深度における過剰間隙水圧比の解析区間20秒までの時刻歴波形を示す．液化化対象土層の過剰間隙水圧比はいずれも概ね0.5以下であり，完全液化化には至っていない．

4．液化化判定

今回の地震において境水道大橋付近で多くの液化化の発生が認められている．ここでは、各種地盤調査、応答解析結果から地表地震計が設置されている地点での液化化発生について検討した．表1には、道路橋示方書・同解説に従い、現位置における標準貫入試験のN値と、室内試験で得られた細粒分含有率 F_c を用いた液化化判定結果を示す．なお、地盤種別は種、地震動タイプは、地域別補正係数 C_z は0.85として判定した．表より、判定対象土層である深度GL-6.55mにおける F_l 値は1.60であり、液化化発生の可能性が低い結果となった．これは、細粒分含有率が大きいのが一因である．次に、等価線形解析で得られた最大せん断応力 σ_{max} と、室内試験で得られた液化化強度 R_l を用いた液化化判定結果を表2に示す．なお、表2中の有効せん断応力 σ_{eff} は、入力波がタイプの地震動であるため最大せん断応力 σ_{max} に0.7を乗じた値で定義した．また、液化化強度 R_l は繰返し回数 $N_c=20$ における応力振幅比である．表2より、液化化判定の対象となる3土層とも F_l が1.0より大きく、液化化の可能性が低い結果となった．

5．まとめ

境水道大橋で観測された地中地震観測記録を用いて地表観測記録の再現解析および液化化評価を実施するために、観測記録の分析、地盤調査を行った．等価線形解析と有効応力解析による再現解析では、等価線形解析は最大加速度は一致しているが、ピーク加速度前の波形の一致度が良くなかった．一方、有効応力解析では短周期成分が多く含まれるが、全時刻歴領域において観測波形とよく対応していることが分かった．また、既往の液化化判定と等価線形解析結果を用いた液化化判定および有効応力解析結果を用いて液化化可能性を判定した結果、液化化対象土層は細粒分含有率が大きいため、いずれの判定法でも完全液化化には至らない結果となった．なお、地中地震計が設置された付近では、液化化が発生した可能性があり、今後詳細な検討を進める予定である．

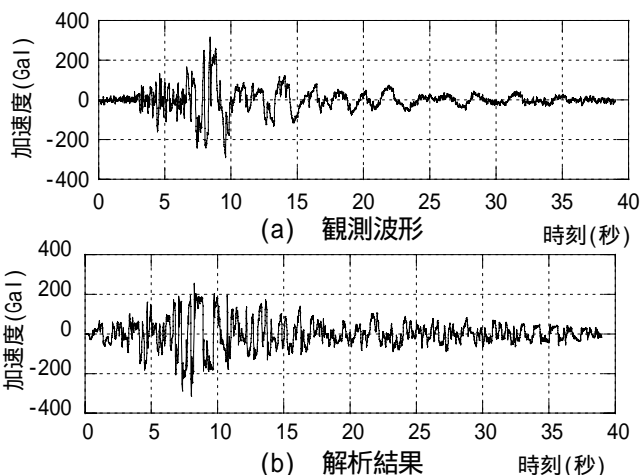


図3 有効応力解析で得られた地表の加速度波形の比較

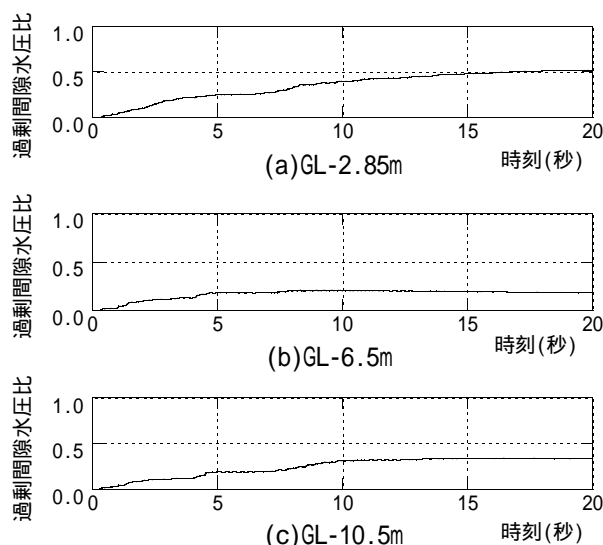


図4 過剰間隙水圧比の時刻歴波形

表1 道路橋示方書・同解説に従った液化化判定

土質名	深度 GL-m	N値	細粒分含有率 F_c (%)	塑性指数 I_p	10%粒径 D_{10} (mm)	平均粒径 D_{50} (mm)	上載圧(kN/m ²)		d	R	L	F_l R/L
							v	v'				
砂質土	2.35	8	38.9	-	0.0234	0.1243	40.1	28.3	-	-	-	対象外
砂質土	6.55	15	33.6	-	0.0305	0.1414	111.8	58.8	0.90	1.63	1.02	1.60
砂質土	12.20	5	48.3	-	0.0200	0.0795	209.3	100.9	-	-	-	対象外

<参考文献>

- 1) 稲垣 他：境水道大橋で観測された鳥取県西部地震記録の分析(その1)観測記録の分析，土木学会平成14年度全国大会，投稿中
- 2) 稲垣 他：境水道大橋で観測された鳥取県西部地震記録の分析(その2)地盤の評価，土木学会平成14年度全国大会，投稿中

表2 等価線形解析結果を用いた液化化判定

深度 GL-m	液化化強度 R_l (kN/m ²)	最大せん断応力 σ_{max} (kN/m ²)	有効せん断応力 σ_{eff} (kN/m ²)	F_l R_l / σ_{eff}
2.85	25.48	12.45	8.72	2.92
6.50	47.04	25.58	17.93	2.62
10.50	28.42	34.40	24.11	1.18