

I - B 430

地表面観測記録に基づく液状化判定手法の提案（その2）

神戸大学大学院 学生会員 尾崎 竜三
 神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎

1. はじめに

筆者らは文献 1) において兵庫県南部地震時に得られた地表面観測記録より観測地点での液状化発生の有無を把握する手法について検討した。本稿では地表面での加速度記録および液状化層での過剰間隙水圧を解析によって算定し、提案した手法の適用性について検討した。

2. 有効応力液状化解析および地震応答解析

2.1 解析条件

今回の検討では、地盤モデルを作成し、解析によって地表面加速度を算定する。対象とした地盤は 1964 年新潟地震の際の昭和大橋付近の地盤であり、その柱状図、地盤条件などを図-1 に示す。また図-1

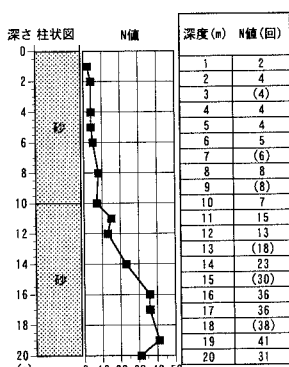


図-1 解析対象地盤

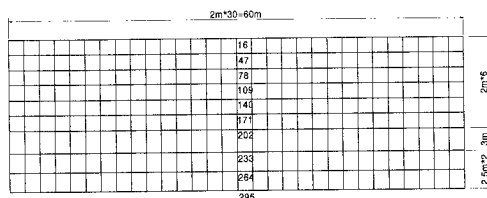


図-2 解析モデル
表-1 解析ケース

case	地下水位地表面	有効応力液状化解析
case1	地下水位 GL-4m	有効応力液状化解析
case3	全層非液状化層	非線形の応答解析 (H.H.D.に従う)
case4	全層非液状化層	線形の応答解析

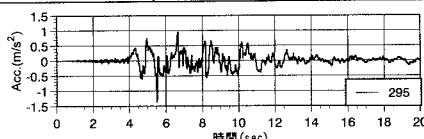


図-3 入力地震動

をもとに作成した FEM の解析モデルを図-2 に示す。本検討では、最下層 2 層は非液状化層とする。それより上部の層の条件を変えて表-1 に示す 4 ケースの検討を行った。case1, 2 は有効応力液状化解析であり、case3 は非線形地震応答解析、case4 は線形地震応答解析である。入力地震波は兵庫県南部地震時にポートアイランド GL-32m で得られた NS 成分の加速度振幅を 0.25 倍して用いることとした (図-3)。

2.2 解析結果

地表面 (図-2 の節点 16) での加速度波形を図-4 に示す。図-4 より過剰間隙水圧の発生を考慮した case1, 2 では case3, 4 に比べて応答波形に長周期化が見られる。振幅については線形解析である case4 が最

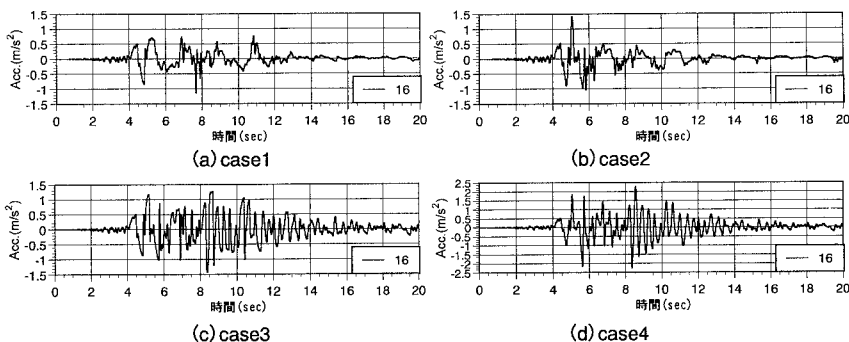


図-4 各ケースの地表面加速度

も大きくなる。また過剰間隙水圧の発生を考慮した case1, 2 について節点 78 における過剰間隙水圧比 (= 過剰間隙水圧/初期有効応力) の時刻歴を図-5 に示す。本図より 4.5 秒付近から過剰間隙水圧が急激に上昇し始め、6 秒付近まででほぼ頭打ちになることが知られる。また地下水位が地表面にある case1 では GL-4m に設定されている case2 より初期有効応力が小さいためにほぼ完全液状化に達している (case1 ではその上下

キーワード 液状化判定, Arias Intensity, フィルタ波, 強震動

〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1, 電話: 078-803-1056, FAX: 078-803-1050

の節点などもほぼ完全液状化に達している)。以下より本節で得られた地表面加速度に提案手法を適用して液状化の発生について検討する。

3. 液状化判定

前章で得られた地表面加速度より算定した

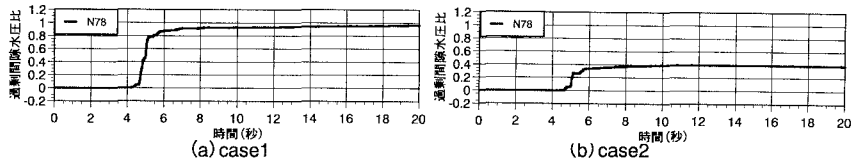


図-5 過剰間隙水圧比の時刻歴

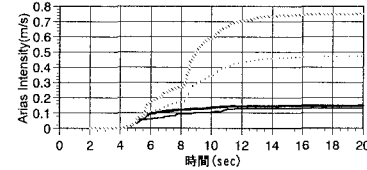


図-6 Arias Intensity の時刻歴

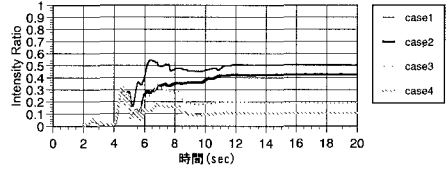


図-7 Intensity 比の時刻歴

Arias Intensity³⁾および遮断振動数1Hzのフィルタ波(LPF)より得た Arias Intensity と地表面波の Arias Intensity との比の時刻歴について図-6, 図-7にそれぞれ示す。図-6より地表面波の Arias Intensity は液状化を考慮していないために振幅の減衰が見られない case4, case3, 液状化の程度の低い case2, 液状化の程度が大きい case1 の順番に小さくなっていくことが知られる。また図-7に示す Intensity 比については Arias Intensity とは逆の順番になっていることが分かる。また両者に共通してみられる特徴として図-5 に示した過剰間隙水圧比が上昇していない 4.5 秒程度まではどの case についてもほとんど同様な挙動を示しているが、過剰間隙水圧が発生しはじめるとそれぞれ異なる挙動を示すようになる。前回の提案によれば Intensity 比が 0.6 程度で液状化、非液状化の境界があると提案したが、case1 に関してはそれよりは若干下回る結果となった。

また前回の検討で得た Intensity 比と平均 N 値, P_L 値, 最大加速度値との関係図の上に今回の検討で得た結果をプロットしたものを図-8 から図-10 に示す。これらの図より Intensity 比と P_L 値, 最大加速度値との関係については、ほぼ完全液状化である case1 で液状化解析結果と合致しない。また平均 N 値との関係も液状化の可能性ありの領域にとどまっていることが知られる。この原因の 1 つには今回の検討に用いた液状化解析プログラムが過剰間隙水圧を発生させやすいモデルであったことが考えられる。そのために低い加速度でも液状化が発生し、地盤の剛性が低下することで、地表面での加速度振幅がさらに減衰したと考えられる。

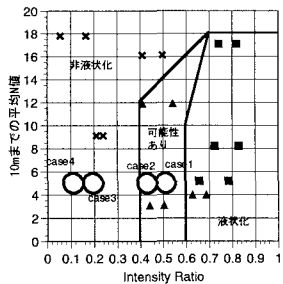


図-8 Intensity 比と平均 N 値の関係

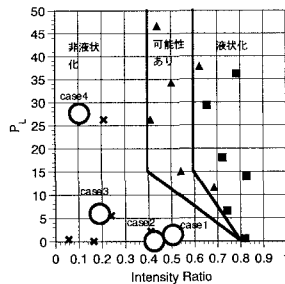


図-9 Intensity 比と P_L 値の関係

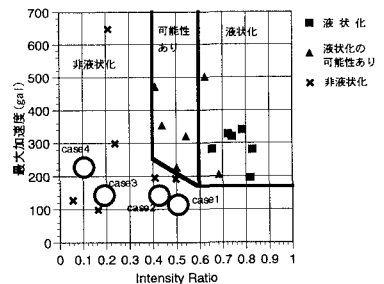


図-10 Intensity 比と最大加速度値の関係

4. まとめ

今回の検討では地表面加速度を解析によって算定し、液状化を発生させた場合、させない場合についての Intensity 比の挙動を調べ、前回検討した手法の適用性について検討した。結果としておおむね良好な結果を得たと考えられるが、用いた解析プログラムが過剰間隙水圧を発生させやすいものだったことにより、前回提案した領域分けに収まらない結果となった。今後はデータを収集することにより Intensity 比と地盤情報との関係を詳細なものにし、解析を用いたケーススタディを行う必要がある。

参考文献：1) 高田至郎, 尾崎竜三：地表面観測記録にもとづく液状化判定手法の提案, 平成 10 年度関西支部年次学術講演概要投稿中

2) Kayen R. E. and Mitchell J. K. :Assessment of liquefaction potential during earthquakes by arias intensity, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Eng., ASCE, pp.1162-1174, 1997.12.