

III-285 液状化解析における非排水条件仮定の有効性

佐藤工業（株） 正会員 吉田 望、辻野 修一

1 はじめに 地盤の液状化解析では、地震の継続時間が短いので非排水条件を仮定して解析されることが多い。ところで、1次元の液状化解析を非排水条件で行った結果では、ある層が液状化するとその層より上の層の加速度が小さくなり、液状化しにくくなることが報告されている（例えば文献1）。すなわち、軟弱な地盤の下部で液状化が生じたとすれば、それより上の層は軟弱であっても液状化しない（するとしても液状化時刻はかなり遅れる）ことになる。これに対し、例えば簡易液状化判定法などでは上の方の軟弱な地盤の方が液状化しやすくなるのが普通であり、両者では液状化層の深さ方向の分布に大きな差がでる。本報告では非排水と排水の両条件下で液状化解析を行い、その差異を検討する。

2 解析条件 解析には2次元有効応力解析プログラムTARA-3²⁾を用いた。解析の対象としたのは新潟市川岸町の想定地盤¹⁾（図-1）で、解析条件等も文献1に従い、解析に用いたモデルパラメータ等も原則として文献1の2.2節と同じである。解析は3つのケースについて行った。Case-1は非排水条件を仮定したもの、Case-2、Case-3は排水条件であるが、地下水位面であるGL-2m位置の境界条件が異なり、Case-2は上層にある透水係数の小さい層を考慮し非排水境界とし、Case-3は排水境界としている。

3 解析結果および考察 図-2に最大応答加速度、図-3に過剰間隙水圧の鉛直方向分布、図-4に過剰間隙水圧比時刻歴を、それぞれ地表近くの部分だけ示す。図で実線、点線、破線はそれぞれCase-1、2、3の結果である。図-4でみると非排水条件下では第4層が液状化するが、同じ材料の層である第3層は液状化しない。排水条件下のCase-2では第4層で発生した間隙水圧は上下の層に流れ、液状化時刻が遅れている。また、第3層は上方への間隙水圧の消散がないので液状化するが、その時刻はCase-1で第4層が液状化した時刻より遅い。Case-3では上方への間隙水圧の消散が大きく、液状化には到らない。境界条件の影響の大きい第3、4層を除き、排水条件の二つの応答はよく似ており、いずれも非排水条件時の応答と異なる。この様な違いは図-3でも見ることができる。図-3では排水条件で計算を行ったCase-2、Case-3の応答は表層部を除けばよく一致しており、また、その値は非排水条件の計算結果の平均的な値となっている。次に加速度についてみると、前にも述べたように、非排水条件下の解析ではある層が液状化するとその層より上の加速度は非常に小さくなるので、ここで計算を行った例のように液状化発生時刻よりあとで大きい地震入力があると最大加速度は液状化層を境に大きく異なることになる。この結果は本解析のみならず、文献1に示されている解析に共通している。しかし、排水条件で解析を行った場合には先にみたように液状化の発生時刻が遅れたり、液状化しなかったりで、このため最大加速度はより大きくなる。川岸町の地震記録では液状化後約160galの最大加速度が記録されている¹⁾が、図-2に見られるように、排水条件を仮定することによりこの様な現象も説明できると考えられる。最後に図-5は地震終了後の間隙水圧の消散過程の計算であるが（Case-1は地下水位面の境界を非排水（鎖線）、排水（実線）の2通り）、Case-1では非排水から排水条件に条件を変えたので最初の数秒で大きな間隙水圧の変化が起きている。しかし、その後は急速に排水条件における計算結果に近づいていく。

4 まとめ 排水、非排水の両条件下で液状化解析を行い結果を比較した。その結果特に境界に近いところや、液状化層の周辺で非排水条件での計算と排水条件での計算に大きな違いが生じることがわかった。すなわち、砂の透水係数は液状化を生じさせる程度には小さいが、数十秒の地震継続期間を非排水条件と仮定できるほどには小さくないと考えられる。なお、本研究は地盤変状と地中構造物の地震被害に関する研究委員会の研究活動の一つとして行ったものである。

参考文献 1) 土質工学会、地盤と土構造物の地震時の挙動に関するシンポジウム、I、地盤と土構造物の地震時挙動に関する研究委員会報告、平成元年1月

2) Finn, W.D.L., M. Yogendrakumar, N. Yoshida and H. Yoshida: TARA-3: A Program for Nonlinear Static and Dynamic Effective Stress Analysis, Soil Dynamics Group, University of British Columbia, Vancouver, Canada

深さ m	層 番号	土 質	S波 速度 m/s	密度 t/m ³	N 値	透 水 係 数 cm/s
0	1	表土				
1	2					
2	3		110	1.8	3	0.0001
3.5	4	中		1.9		
5	5					
6.5	6		150	1.9	8	0.02
8	7	砂				
10	8		185	1.9	11	
12	9	中細砂				
14	10					0.01
17	11					
20	12		230	2.1	30	
24	13	微				
28	14					
34	15					
40	16	細				0.005
46	17					
52	18		270	2.2	30	
58	19	砂				
64	20					
70			350	2.3		

図-1 川岸町地盤想定図

（GL-2～14mの層で過剰間隙水圧発生）

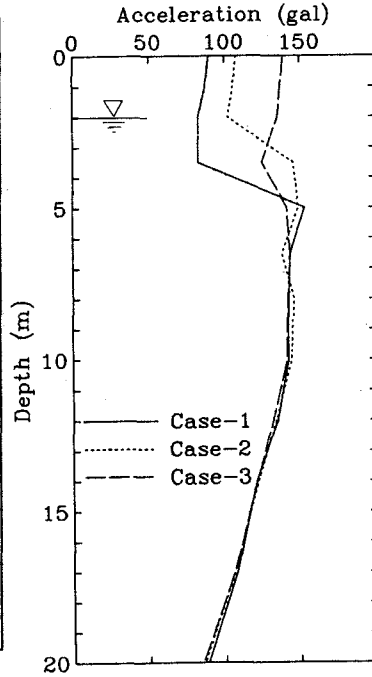


図-2 最大加速度分布

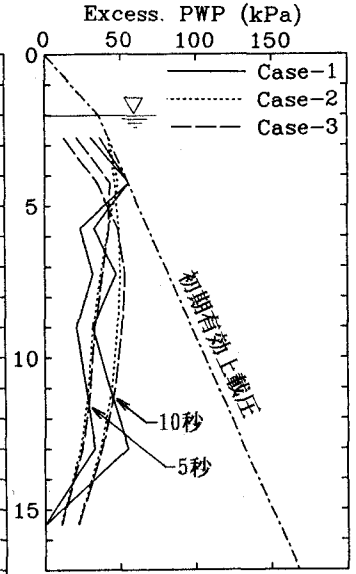


図-3 過剰間隙水圧分布

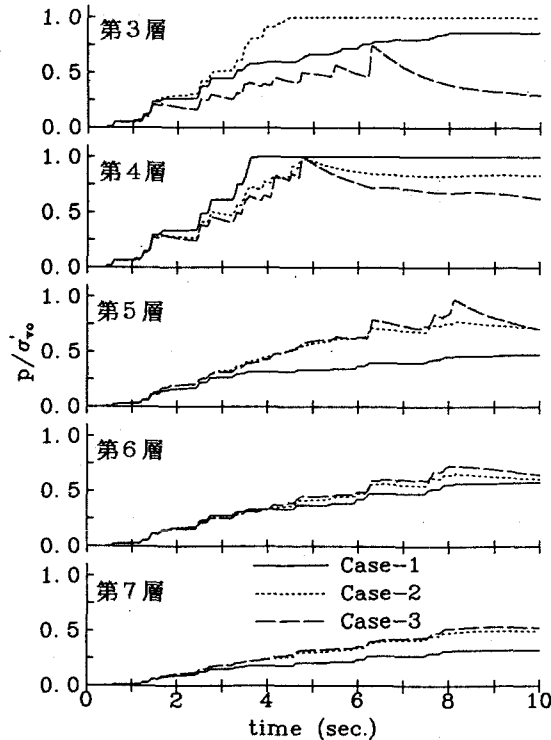


図-4 過剰間隙水圧比時刻歴

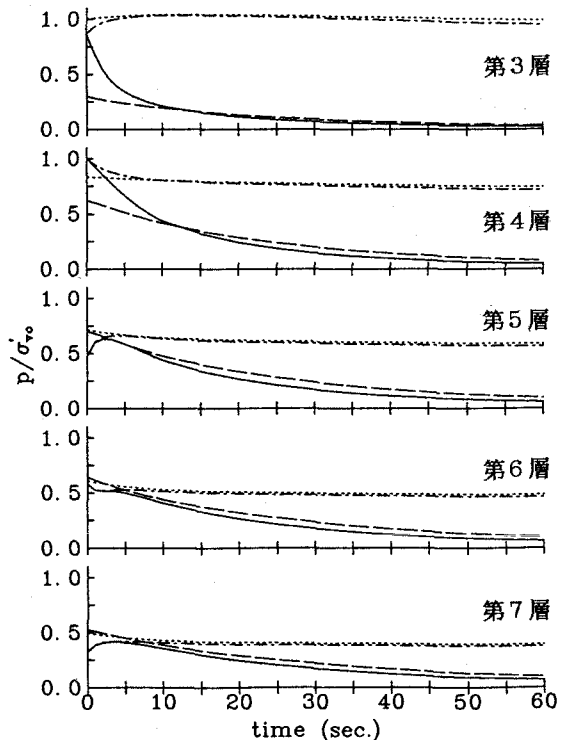


図-5 地震後の過剰間隙水圧の消散