

III-44

液状化に伴う地盤の流動の3次元挙動に関する研究

東北学院大学工学部 学生会員 ○大場 陽光
 東北学院大学工学部 学生会員 長岡 卓哉
 東北学院大学工学部 正会員 吉田 望

1 はじめに

1995年兵庫県南部地震では神戸市周辺の多くの埋立地で岸壁・護岸のはらみだしとそれに伴い背後地盤の水平変位（いわゆる流動）が発生し、これに伴って多くの構造物被害が発生し、その後、多くの設計指針でこのような被害に対する設計が取り入れられるようになった。

このようなケースでは液状化に伴う流動の解析は、護岸の変位とそれに伴う背後地盤の移動であるからメカニズムとしては分かり易く、そのためか、ほとんどのケースで二次元解析が行われ、三次元挙動の検討はほとんど行われていない。しかし、地形によっては三次元的な挙動が影響することも考えられる。そこで、本論では、三次元的な挙動が現れそうな地点を選んで、二次元解析と三次元解析を比較した結果を報告する。

2 解析対象

1995年兵庫県南部地震で流動が発生した西宮浜埋立地を解析する。ここでは、阪神高速が西宮港大橋に隣接する部分で落橋するなどの被害もあった。三次元解析の解析範囲は図1に①～⑦で示した点を結ぶ7辺形の部分である。図には、地震前後の航空写真から求めた護岸の変位¹⁾なども示されているが、護岸の変位はおおよそ1mのオーダーであった。なお、二次元解析では図のA-AおよびB-B断面を解析する。A-A断面、B-B断面は水平方向に400、680mの長さである

3 解析法

解析は、地盤の流動の簡易予測手法ALID (Analysis for Liquefaction-induced Deformation)²⁾を用いる。この手法は流動時の土の剛性は液状化後の載荷の量によって異なるが、 F_L の関数として表されることを利用した簡易解析であり、地震前後の剛性を用いた二つの自重解析、または、地盤の剛性を地震前から流動時に変化させることによって生じる拘束力を解放することで求める方法である。なお、二次元解析に

はALID(Win³)を三次元解析にはDIANA⁴⁾を用いるが前者は応力解放、後者は二度の自重解析で流動量を求めている。また、ALID/Winでは非排水二相系の式を解いているのに対してDIANAでは有効応力のみを勘案した全応力の式を用いている。

4 解析条件

図2に柱状図を示す。GL-25mまでを解析範囲とする。海底部でも地盤構造は同じとしたが、海底部の層厚は17.5mであった。また、マウンドの単位体積重量は、20kN/m³とする。モデルの境界は鉛直口

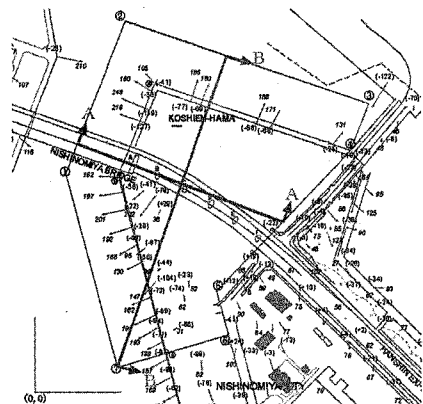


図1 西宮浜の解析対象地域

Depth m	Soil type	N value 20 40	ϕ deg.	c kPa	V_s m/s
0			29.6	0	115
5			31.6	0	153
10					
15			0	25	100
20			38.5	0	231
25			45.8	0	291

図2 柱状図と地盤の特性

ーラーとする。

ケーソンは、コンクリートとしてモデル化し、単位体積重量は 25kN/m^3 、力学特性は道路橋示方書に示される標準的な値を用いる。

流動時の力学特性を決定するパラメータである F_L は道路橋示方書により算定する。

5 解析結果と考察

図3にA-A断面、B-B断面の流動後のケーソンの周辺の変位を拡大して示す。B-B断面では両側にケーソンが二つあるが、形状が対称であることから、左右で全く対称形の変形をしているので、片側のみの変形を示している。図4に地表の変位分布を示すが、背後地盤の変位は直線的に減少している。ケーソン位置で大きくなっているのはケーソンそのものの変位でここにギャップがあるのはケーソンと背後地盤の間にジョイント要素を配置し、鉛直方向には自由に動けるようにしているからである。また、両断面の水平変位はほとんど同じであった。

三次元解析では要素数が6万以上あるため、この要素で個別に剛性低下率を設定するのが困難であったので、一律、 $1/2000$ とした。図5には三次元解析の変形を示す。二次元解析と異なり、ケーソンは全体的に平行に変形しているが、これは、解析法の違いによるものと考えられる。

三次元解析と比較するため、二次元解析でもこれと同じ剛性を用いた解析を行った。ケーソンの水平変位は二次元解析で 0.404m 、三次元解析では、 0.413m で、ほぼ同じであった。

6 結論

液状化に伴う流動に関する二次元解析と三次元解析を行った。その結果、ケーソンの動きで見ると多次元の効果は見られず、護岸からの距離で変位が決まるという結論が得られた。

参考文献

- 1) 濱田政則, 磯山龍二, 若松加寿江 (1995) : 1995年兵庫県南部地震 液状化, 地盤変異及び地盤条件, 地震予知総合研究振興会, 194pp.
- 2) 安田進, 吉田望, 安達健司, 規矩大義, 五瀬伸吾, 増田民夫 (1999) : 液状化に伴う流動の簡易評価法, 土木学会論文集, No. 638/III-49, pp. 71-89
- 3) ALID 研究会 (2003) : 二次元液状化流動解析プログラム ALID/Win
- 4) DIANA 8.1 Basic course, 2005

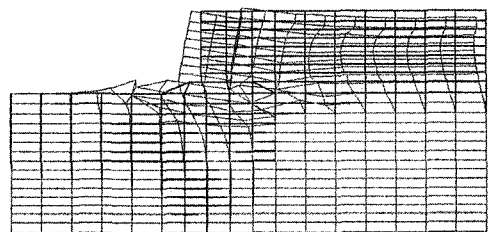
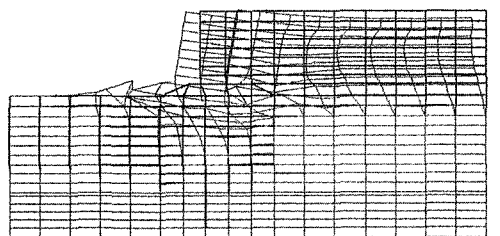


図3 流動後の変形 (上 A-A 断面, 下 B-B 断面)

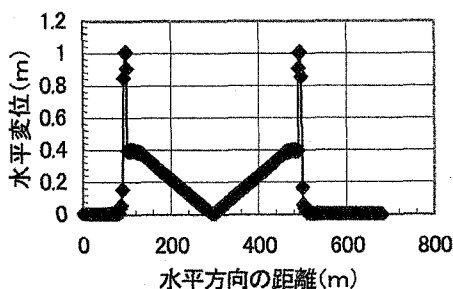


図4 B-B 断面の流動後の地表面変位

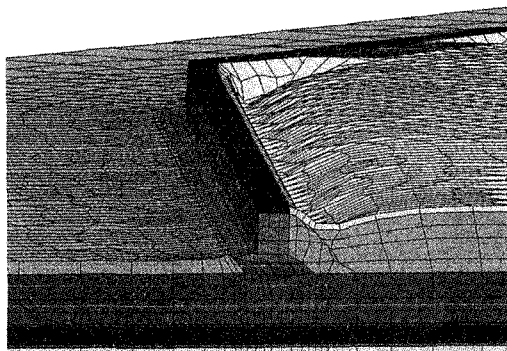


図5 液状化流動解析の変形図 (ケーソン拡大図)