

締固め工法による改良地盤上のタンクの沈下量に関する簡易解析

東京電機大学 学生会員 ○丹羽 俊輔
東京電機大学 正会員 安田 進

1.はじめに

1995年の兵庫県南部地震において、神戸のポートアイランドでは未改良の埋立て地盤の液状化により直接基礎のタンクなどが不等沈下などの被害を受けた。しかし、ロッドコンパクション工法などで地盤改良された地盤では、液状化による噴砂等は見られず、沈下もほとんど生じなかった。

そこで本研究では、ポートアイランドの梱包団地の地層構成を仮定し、そこにタンクが設置してあることを仮定して、最近筆者らが開発している残留変形解析方法“ALID”¹⁾(Analysis for Liquefaction Induced Deformation)を用いて、沈下量の解析を行った。そして、レベル2地震動を対象として、締固めがタンクの沈下量を軽減する効果について検討を行った。

2.解析条件および解析方法

解析には、神戸ポートアイランドの梱包団地における、まさ土の埋立て地盤の地層構成を仮定した。解析断面は、深さ16m、水平方向60mの水平成層地盤に、高さ12m、幅10mの直接基礎のタンクを設置したモデルとした。地層構成は、地下水位面を深さ3mとして、これより浅い部分を剛性低下要素とした。また、未改良部分の深度3~8mをB1層とし、深度8~16mをB2層とした。さらに、改良部の深度3~8mをB1層、8~11mをB2層、11~16mをB3層とした。このモデルに対して、地盤条件は未改良地盤、全面改良地盤、直下改良地盤、タンクから外側10mまでの幅をもたせて改良した部分改良地盤の4ケースの条件を設定して解析を行った。また、基礎下では液状化し難い事を考慮した解析方法²⁾として、タンクの自重による地盤内の応力の変化をタンク直下のみで考慮したものと、タンク下から45°方向に広げたものの2ケースとした。

地盤のヤング率は道路橋示方書³⁾に示される、 $E=28N$ より求め、液状化層のせん断剛性低下率は、安田らにより提案された図-1¹⁾を用いて求めた。その際、必要となる F_L の値のうち液状化強度比 R には試験結果を用いた。未改良部分の R はB1層0.15、B2層0.20とした。改良部分の R はB1層0.42、B2層0.30、B3層0.35とした。そして L については、簡易的に求めるため、道路橋示方書³⁾に示される L を求める式(式1)を用いて求めた。

$$L = (1 - 0.015 \cdot Z) A_{\max} \cdot \sigma_v / g / \sigma_v' \quad \dots (式1)$$

ここで、地表面最大加速度 $A_{\max}$ はレベル2地震動を想定して400galとした。 σ_v はタンクの荷重が加わっていない場合の水平地盤として求めた値であり、 σ_v' は工程2の初期応力解析のFEMモデルより得られるタンク荷重を考慮した値を用いて計算を行った。また、未改良地盤の非液状化層のせん断剛性低下率は1/40とし⁴⁾、改良地盤の地下水位上の低下率は1/10とした。細粒分含有率は調査結果から5.8%とした。

3.解析結果

ALID/winを用いて解析を行った結果、求められたタンクの沈下量を表-1に示す。まず、未改良地盤(Case1)の変形図を見ると、地盤が液状化することで、タンクが自重により沈下し、水平方向に土が移動していることがわかる。また、外側の地表面は多少なりとも盛り上がるといった結果になった。

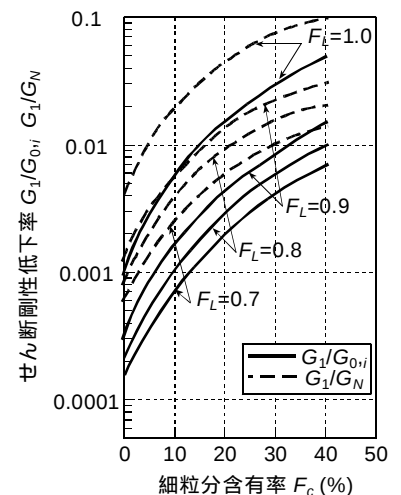


図-1 せん断剛性低下率と F_L 、細粒分含有率の関係

キーワード：液状化，解析，改良地盤，レベル2地震

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL:049-296-2911(2748) FAX:049-296-6501

次に、全面改良地盤(Case3)では、図-5 に示すようにほとんどの部分で $F_L > 1$ となり、沈下量は小さくなった。

最後に、タンクの直下を地盤改良したモデル(Case5)では、タンク周辺地盤は未改良のため、未改良地盤と同様に液状化し、大きく沈下した。これに対し、タンク直下は地盤改良してあるため、タンクの沈下量は小さくなった。また、部分改良地盤のケースでも同様の結果となった。

Case1とCase2を比べると、増加応力をタンク下のみ考慮した場合と、 45° 方向に考慮した場合とで、両者に大きな差は表れない結果となった。

4.まとめ

ALID/win を用いて、液状化に伴うタンクの沈下に関する解析を行った。その結果、改良の程度により沈下量は異なる結果となり、タンク周辺を部分的に地盤改良する事でタンクの沈下量を大幅に軽減出来る事がわかった。

なお、本研究は土木学会の“レベル2地震動による研究小委員会”の研究の委員会の一環として行ったものである。関係各位に感謝する次第である。

参考文献

- 1)安田進，吉田望，安達健司，規矩大義，五瀬伸吾，増田民夫：液状化に伴う流動の簡易評価法，土木学会論文集，No.638， -49， pp.71-89，1999.12.
- 2)出野智之，安田進，桜井裕一：液状化に伴う直接基礎の沈下量に関する簡易解析，土木学会第56回年次学術講演会， -A195， pp.390-391，2001.
- 3)日本道路協会編：道路橋示方書・同解説，耐震設計編，pp.91-93，1996.
- 4)安田進，安達健司，吉田望，規矩大義，出野智之，桜井裕一：液状化に伴う盛土および直接基礎の沈下に関するALIDの適用性，第13回地盤工学シンポジウム，2001.

表-1 解析結果

	地盤条件	タンクの荷重の考慮	間隙水圧消散を考慮しない沈下量(cm)	最終沈下量(cm)
Case1	未改良地盤	タンク下のみ	110.3	145.1
Case2	未改良地盤	タンク下より 45° 方向	110.3	145.0
Case3	改良地盤	タンク下のみ	4.4	6.0
Case4	改良地盤	タンク下より 45° 方向	4.4	6.2
Case5	タンク直下改良地盤	タンク下のみ	5.3	10.7
Case6	タンク直下改良地盤	タンク下より 45° 方向	5.6	11.6
Case7	部分改良地盤	タンク下のみ	4.6	6.5
Case8	部分改良地盤	タンクより 45° 方向	4.5	6.9

変形図

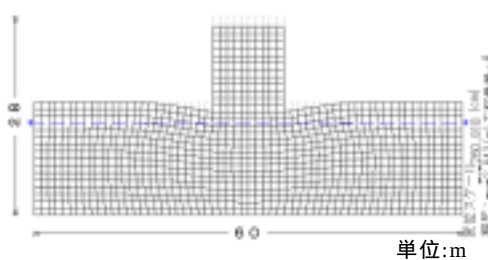


図-2 未改良地盤変形図

F_L 値 コンター図

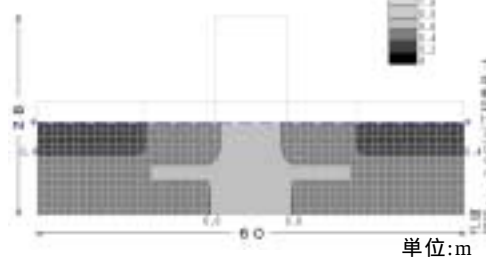


図-3 未改良地盤 F_L 値コンター図

変形図

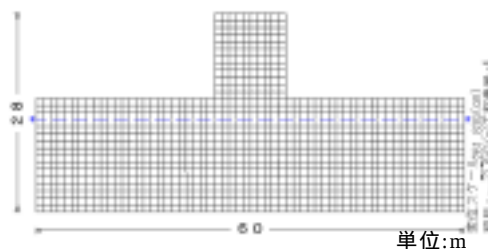


図-4 全面改良地盤変形図

F_L 値 コンター図

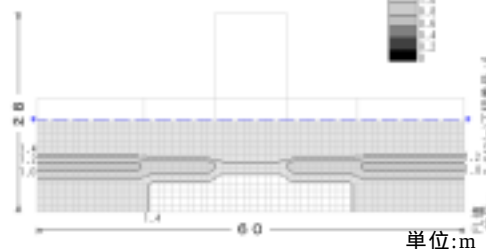


図-5 全面改良地盤 F_L 値コンター図

変形図

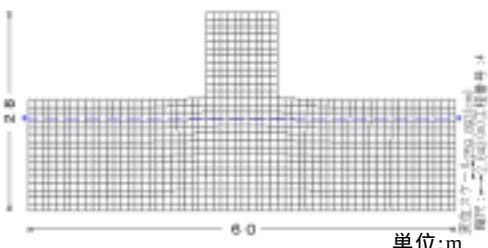


図-6 直下改良地盤変形図

F_L 値 コンター図

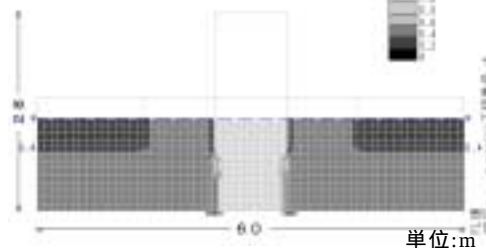


図-7 直下改良地盤 F_L 値コンター図