



2015.1.16, 第2号

はじめに

<新年の御挨拶>

新年明けましておめでとうございます。

皆様のおかげで、昨年12月の2014年LIQCAによる液状化解析プログラムセミナーも多数の参加を得て無事開催することができました。厚く御礼申し上げます。今年は法人設立3年目を迎える年ですが、兵庫県南部地震から20年目にあたります。南海トラフでの巨大地震が想定されています。防災・減災対策の一助になるべく課題に取り組んでゆきますので、皆様、今年もよろしくお祈りします。2015年が皆様にとって良い年になるよう祈念致しまして、私の新年の挨拶とさせていただきます。

2015年1月

一般社団法人 LIQCA 液状化地盤研究所
代表理事 岡 二三生

LIQCA 液状化地盤研究所について

現在正会員が15名、賛助会員が2名、このうち理事6名、監事1名で構成されています。ほぼ月1回の研究会を行い、最新の情報を取り入れた解析プログラムの開発、より使いやすいプログラム作成を行っております。詳しくは <http://liqca.org> を御覧ください。

平成26年度 LIQCA 液状化地盤研究所の活動と今後の予定

平成26年度は2014年12月2日にLIQCA液状化解析プログラムのセミナーを東京、中央大学駿河台記念館610号室にて実施しました。90名が参加し、26

年度のユーザーとなっています。また、今年も春には、平成26年度の追加セミナーを予定しております。

平成26年度のセミナーでは、LIQCA 2D14・LIQCA 3D14（2014年公開版）資料を理論編、実践編、マニュアル編の3編とし、2冊の資料を用いました。マニュアル編では、計算途中でのメッセージやエラーメッセージの表をさらに拡充し、計算実行を容易にしています。

2014年度版では2次元ジョイント要素の拡充を行い、Goodman型のジョイント要素のみでなく、節点ばね型ジョイントも導入しました。

平成26年には、5月に2013年版の追加セミナーを、また10月には初級者用講習会を実施しました。実習を含む講習会であり、プログラムの使い方をマスターするのに役立ったかと思われます。平成27年度もこれらの開催を予定しています。

ホームページについて

LIQCA液状化地盤研究所のHOME PAGEでのLIQCA情報のページでセミナーでの追加資料やプログラムの保守情報を掲載しています。この閲覧ではパスワードが必要です。

<http://liqca.org>



2014年LIQCAによる液状化解析セミナーでの受講風景



京都国際会議場の14thIACMAG会場入り口



14thIACMAGでの当研究所の展示ブース風景

関連国際会議

2014年9月22-25日に京都国立国際会館で14th IACMAG, 第14回の International Conference of the International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics の会議が開催されました。この会議は、アリゾナ大学の Desai 教授がはじめた地盤工学での計算力学や数値解析の研究を発表する国際会議で、Int. Association of Computer Methods and Advances in Geomechanics が主催でしたが、453名の多数の参加者を得て開催されました。当研究所としては会議中展示を行いました。LIQCAを使った発表も沢山ありました。

会議の論文集は、CRC Press, Taylor & Francis group から、Computer Methods and Recent Advances in Geomechanics, Oka, Murakami, Uzuoka, Kimoto editors, 2014 として出版されています。

今年は、ASCE Engineering Mechanics Institute Conf., 16-19 June, 2014 が Stanford Univ. で開催され、Mini-symposium として MS 02: Dr. Masao Satake Memorial Symposium on Granular Mechanics が予定されています。

また、11月に国際地盤工学会第15回アジア地域会議が平成27年11月9日～13日、福岡市で開催されます

(<http://www.15arc.org/index.html>)

コラム

液状化層のモデル化

一般社団法人 LIQCA 液状化地盤研究所理事
徳島大学教授
渦岡良介

1. はじめに

液状化解析において最も重要なのは液状化する可能性のある土層のモデル化で

ある。簡易法では、深度 1m 毎の N 値と細粒分含有率 F_c などを用いて経験的に液状化強度を算出する。一方、有効応力解析を用いた詳細法では、対象土層から採取した不かく乱試料の非排水繰返し三軸試験から得られる液状化強度をもとに構成モデルの材料パラメータを設定する。簡易判定では、深度 1m 毎の液状化強度が得られる反面、経験式の精度が課題となる。一方、詳細法では液状化特性などの力学特性が得られる反面、不かく乱試料の品質や不均質性の評価が課題となる。ここでは、土層の一深度で採取した試料の繰返し三軸試験から得られた液状化強度を用いた解析（レイヤーベースモデリング）と深度 1m 毎で経験的に得られる液状化強度を用いた解析（ポイントベースモデリング）を比較した事例¹⁾を紹介し、液状化層のモデル化について考える。

2. 解析条件

解析対象地点は徳島平野の吉野川河口付近である。N 値および F_c の深度分布と土層構成を示した有限要素モデルを図 1 に示す。地表から深度 10m 程は沖積砂質土層 (A2s) であり、その N 値は 10 以下で F_c は土層下部でやや大きくなっている。その下には層厚 25m 程度の沖積粘性土層 (A3c) があり、深度 45m で洪積砂礫層 (工学的基盤) がある。解析には LIQCA3D13²⁾を用い、A2s 層は繰返し弾塑性モデル、A3c 層以深は R-O モデルを適用した。地下水位は地表面とし、同一深度の節点は水平二方向を等変位とした。Dg 層を粘性基盤として図 2 に示す南海トラフを震源とする地震動 (陸側)³⁾を水平二方向に入力した。A2s 層については以下の 2 ケースのモデル化を用いた。

1) ケース 1 (レイヤーベースモデリング)

各土層で用いた材料パラメータを表 1 に示す。表に示す通り A2s 層で一つの材料パラメータを用いる。PS 検層から得られた S 波速度、深度 7-8m で採取した不かく乱試料の繰返し三軸試験から得られた液

状化強度などから要素シミュレーションにより材料パラメータを設定したものであり、通常の詳細法と同様の方法によるものである。

2) ケース 2 (ポイントベースモデリング)

A2s 層で用いた材料パラメータを表 2 に示す。N 値と F_c が得られている深度 1m 毎に材料パラメータを設定した。A2s 以外の土層の材料パラメータは表 1 と同様である。道路橋示方書の方法を用いて N 値から S 波速度、N 値と F_c から液状化強度を算定した。ここで、経験式の精度が問題となるが、徳島平野の数地点において経験式と室内試験による液状化強度を比較したところ、両者は概ね整合していることを確認している⁴⁾。また、経験式では得られない液状化特性 (せん断ひずみの発達傾向) については、A2s 層の不かく乱試料を用いた既往の繰返し三軸試験を整理して得られた図 3 の関係⁴⁾を用いた。図 3 は繰返し回数と両振幅ひずみの関係を示したものであり、A2s 層の F_c 35% 以下のケースである。このような関係があれば、経験式ではあるが要素シミュレーションによって材料パラメータを設定することができる。

3. 解析結果

両ケースについて地表面応答加速度の時刻歴を図 4 に、A2s 層の有効応力減少比の時刻歴を図 5 に示す。ケース 1 では約 20 秒後に A2s 層の全ての深度で有効応力減少比が 1 に達し液状化に至っており、このとき地表面加速度の減少がみられる。ケース 2 でも約 20 秒後に有効応力減少比がほぼ 1 に達しているが、その後はサイクリックモビリティを示し、約 50 秒後には一定となっている。また、深度 5m 以浅ではケース 2 の方が有効応力減少比の上昇が遅く、深度 6m 以深では逆にケース 1 の方が有効応力減少比の上昇が遅くなっている。地震後の過剰間隙水圧消散過程では、ケース 1 では約 55 時間で、ケース 2 では約 4 時間で有効応力が回復している。地表面鉛直変位の時刻歴を図 6 に示す。ケース 1 では約 80cm、ケース 2 では約 40cm の沈下量が発生している。

以上のようにポイントベースモデリングを用いたケース 2 の方がレイヤーベースモデリングを用いたケース 1 よりも液状化の程度は抑えられていることがわかる。これは表 1 および表 2 に示すようにケース 1 で A2s 層の代表値として用いた液状化強度 0.178 は A2s 層の中では小さ目の値であることに起因している。今回対象とした地点ではケース 1 が設計上安全側の結果となっているが、A2s 層の代表値すなわちサンプリング深度によっては異なる結果となる可能性がある。また、ケース 2 でも経験式の与え方によっては当然異なる結果となる。

4. おわりに

詳細な地盤調査がなされている徳島平野のある地点を対象として、土層の一深度で採取した試料の繰返し三軸試験から得られた液状化強度を用いた解析 (レイヤーベースモデリング) と深度 1m 毎で経験的に得られる液状化強度を用いた解析 (ポイントベースモデリング) を比較した事例を紹介し、液状化層のモデル化の違いが解析結果に与える影響を示した。前者は土層毎に平均的な物性値を用いる設計的なアプローチであり、その物性値の設定が重要となる。後者は原位置試験で得られた地盤の不均質性をそのままモデル化したものであるが、液状化特性は経験的に与えざるを得ない。原位置試験で室内試験に匹敵する力学特性が深度方向に連続的に得られれば、後者の方がより現実的な結果を与えると思われるが、現在そのような調査方法は開発されていない。ここで示したように特定地域の特定土層を対象とすれば経験式の精度向上が期待できることから、今後さらにデータの蓄積を図りたいと考えている。また、後者の方法については、その妥当性を検証することが難しく、地盤の不均質性の評価は地盤工学の重要な課題である。南海トラフの巨大地震を対象とする場合、地盤や構造物に実際どのような変状が発生するかを予測する必要があり、より現実的な予測手法の検討が必要になるとと思われる。

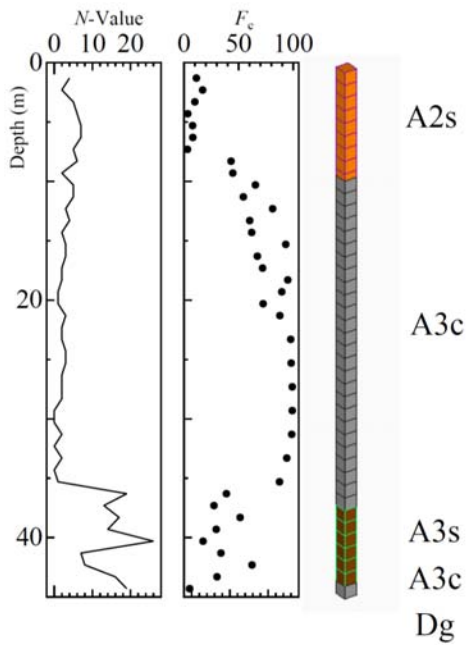


図1 解析対象土層モデル

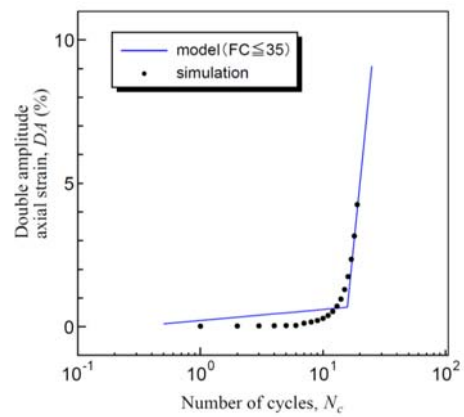


図3 ひずみ発達モデル

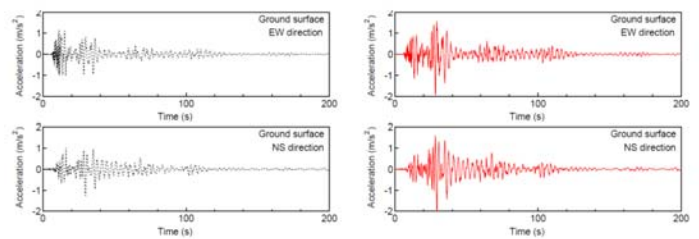


図4 地表面加速度の時刻歴 (左: ケース1, 右: ケース2)

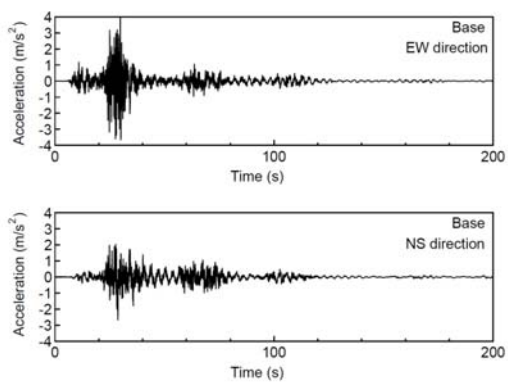


図2 入力地震動

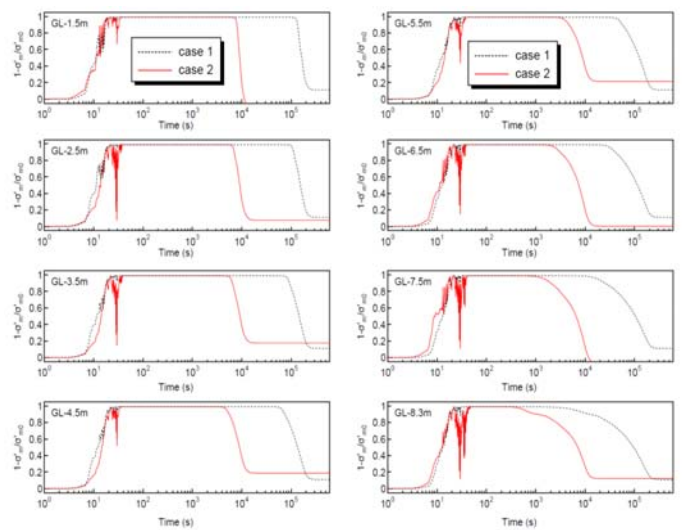


図5 A2s 層の有効応力減少比の時刻歴

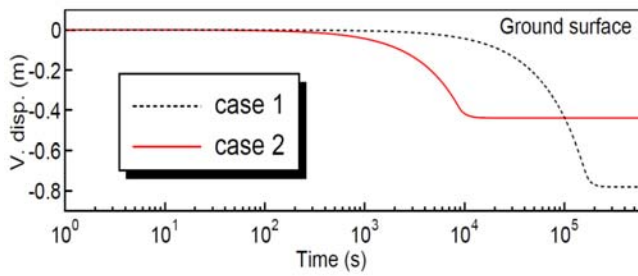


図6 地表面鉛直変位の時刻歴

参考文献

- 1) Yoshida, N., Uzuoka, R., Ishikawa, H.: Liquefaction potential of natural deposit during and after an earthquake by effective stress analysis, Geotechnics for Catastrophic Flooding Events, Iai (Ed), Kyoto, 471-476, 2014.
- 2) 一般社団法人 LIQCA 液状化地盤研究所：LIQCA2D13・LIQCA3D13（2013年公開版）資料：2013.
- 3) 内閣府南海トラフの巨大地震モデル検討会：工学的基盤における強震動(加速度)波形（陸側ケース）：2012.
- 4) 石川裕規, 渦岡良介, 吉田直央：徳島平野における沖積砂質土の液状化特性のモデル化, 第48回地盤工学研究発表会, pp.257-258, 2013.

編集後記

新年あけましておめでとうございます。ニューズレターNO.2です。夏の1号から秋を飛び越えて新年号となりました。第14回 Int. Conf. of Int. Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics の開催協力に時間をとられたのが原因です。今年は阪神大震災から20年のとしです。個人的に当時の資料を調べる機会がありましたが、覚えているつもりでも記憶が減退してきています。南海トラフの地震の襲来が想定されている折、再度見直さなければと思っているところです。

最後に、コラムを担当いただいた渦岡先生お忙しいところありがとうございました。研究所への皆様のご支援をお願いします。

LIQCA 液状化地盤研究所 住所連絡先

606-8226 京都市左京区田中飛鳥井町 138-1
防災研究協会第3研究室

電話&FAX 075-585-4445

e-mail office@liqca.org