



2014.7.10, 創刊号

はじめに

一般社団法人 LIQCA 液状化地盤研究所は 2014 年 7 月 10 日をもちまして設立 1 周年を迎えました。これも会員、ユーザーはじめ皆様のおかげと感謝申し上げます。

ご存知のように、地盤の液状化については、新潟地震以降、本格的な研究が始まり、コンピュータの急速な発展とともに、数値シミュレーション手法が発展してきました。特に、1995 年の兵庫県南部地震以降は基本的な解析ツールとして定着してきました。一方、2011 年の東日本大震災では広域で液状化が発生し、大きな被害をもたらしています。

これまで、有効応力に基づいた液状化解析プログラム LIQCA (Computer Program for Liquefaction Analysis) を開発し、2002 年から、公開のための説明会を開催し、その普及に努めてまいりました。LIQCA プログラムも 2 次元から 3 次元、地盤と構造物との相互作用など発展してきております。また、研究では、有限変形解析、不飽和地盤の解析など急速に発展していますが、その実用化、実装化には、一層の努力が必要です。

このような状況に鑑み、このたび、液状化解析手法 LIQCA 開発グループで協議し、地盤の液状化、変形破壊について調査研究に基づいた解析手法の高度化を進め、液状化に関する解析・研究・防災の科学技術の向上と発展に努めるとともに、その成果を公開・普及するため、液状化解析手法 LIQCA 開発グループを発展させ一般社団法人「LIQCA 液状化地盤研究所」を 2013 年 7 月 10 日に設立し、今年で 7 月で 1 周年となりました。液状化をはじめ、地盤の解析プログラムの開発、技術支援、助言活動を行っております。会員は液状化の研究と解析手法の開発、普及に当たっています。技術者の方には、開催しますセミナーに参加してユーザーとなっていただき、液状化解析手法を実用にご供され、液状化による災害が減じられますようお願い申し上げます。

設立一周年を迎えられましたことを、改めて厚く御礼申し上げますとともに、今後ともよろしくお願い申し上げます。

LIQCA 液状化地盤研究所の事業

当研究所の事業は以下の 5 つです。

- 1) 地盤の液状化の予測法、解析法に関する調査研究
- 2) 液状化解析プログラム LIQCA シリーズの研究開発と普及
- 3) 地盤災害、地盤防災に関する調査研究
- 4) 液状化に関する出版、受託及び支援
- 5) その他研究所の目的を達成するために必要な事業

LIQCA 液状化地盤研究所の構成

現在正会員が 13 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 25 年度 LIQCA 液状化地盤研究所の活動と今後の予定

平成 25 年度は 2103 年 11 月 13 日に LIQCA 液状化解析プログラムのセミナーを京都にて実施しました。89 名が参加し、25 年度のユーザーとなっています。また、5 月 16 日には、平成 25 年度の追加セミナーを 16 名の参加で実施しております。

平成 25 年度のセミナーでは、LIQCA 2D 13・LIQCA 3D 13（2013 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、エラーメッセージを表にしてエラーの原因追及を容易にしています。

内容的には、応力比と平均有効応力の変化に対する移動硬化則を統一した拡張弾塑性構成式の導入、不飽和地盤解析法の試験的な導入を行っています。

平成 26 年度は 12 月に東京での開催を予定しています。

初級者用講習会を 1 月に実施しました。参加者は 15 名でしたが、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 26 年度は 10 月開催を予定しています。



2013 年度 LIQCA 液状化解析プログラムセミナー風景



2013 年度 LIQCA 液状化解析プログラムセミナー風景

関連国際会議

2014 年 9 月 22-25 日に京都国立国際会議場で開催される 14th ICIACMAG, 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す。

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 が主催するものです。日本では 2 回目で 1 回目は 1985 年に名古屋で開催されております。当研究所のメンバーとしては、岡、

渦岡、木元、八嶋、加藤の5名が実行委員長、secretary、実行委員会委員として運営に当たっています。当研究所としては会議中展示を行う予定です。LIQCAを使った発表もあります。参加登録をお願いします。詳しくは：

<http://www.14iacmag.org> を御覧ください。

コラム

東日本大震災時の液状化による住宅被害について¹⁾

代表理事 岡 二三生

2011年3月11日14時46分に発生した平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震は、東京湾岸では埋め立て地を中心に、42kmに及ぶ広域に液状化現象を発噴砂の発生、地盤の不同沈下による建物傾斜、ライフラインの利用停止などが発生し、生活に大きな影響を与えた。千葉県などに多くの液状化現象による被害をもたらした。特に昼間であったため、ビデオや写真での記録も多い。私も千葉にいる長男から15時28分に電話で連絡を受けたが、同時に映像も送ってもらい見ることができた。右下の写真は住宅地の道路での液状化である。

最近の若松と先名(2013)の調査²⁾では、東北と関東の全13都県の計191市区町村に及んでいたこと、250m四方の区域では、液状化区域は東北で561区域、関東で9117区域の計9678区域となっている。特に震源から遠い浦安などの住宅地で液状化が発生し、宅地が甚大な被害を受けた。

戸建住宅では、傾斜、不同沈下や沈み込み、ライフラインの被害が発生。マンションなどの大規模な集合住宅では、建物の被害は軽微であったが、周辺の駐車場、上下水道などのライフラインが損傷した。戸建て住宅と集合住宅はともに、周辺の道路が液状化で損傷し、生活に支障が出た。

大規模な集合住宅の被害が軽微であったのは、杭基礎や地盤改良、砕石ドレーンなど有効な対策が取られていたためである。一方で、戸建住宅では建物傾斜および不同沈下による建物被害が大きかった。この

原因は、埋め立て地や緩い砂地盤の宅地で、最大加速度は比較的大きくなかったにも関わらず、地震動継続時間が長かったためである。

地震動は継続時間が長く、千葉県東京湾沿岸での地震動は最大加速度187gal程度だったが、継続時間は2分以上であった。液状化に影響の大きい50gal以上の継続時間も55.59秒(CHB009(K-NET千葉))と長いことが、液状化を助長した。また、29分後の最大加速度約76galの余震の影響も大きかった。震度は成田市で6弱、浦安市、千葉市美浜区で5強であり、阪神・淡路大震災では50gal以上が約22秒であったことを考えると長い。

液状化現象の発生地点としては、埋め立て地と三角州海岸低地で50%以上であり、これまでの傾向とそう変わらない。特に浦安など東京湾岸(千葉県)での埋め立て地で被害が大きかった。土地改変の年代区分をみると、1945~70年代、70~80年代に土地改変が行われたところで被害が多い。



道路での噴砂,千葉市美浜区磯部 15時44分,3.11.2011

被害の特徴

震災後調査が進むにつれて、液状化について以下のような点が指摘される。

- 1) 継続時間が長く、30分後に比較的強い余震が発生した。
- 2) 年代効果：古い埋立年代の地盤では液状化の程度が小さいか発生していない。

- 3) 細粒分(30-50%)が多く、場所によってシルトや粘性土の層厚が大きい。
- 4) 繰返し3軸試験から求められる液状化強度が比較的大きい。
- 5) 従来の方法によるFL値から求めたPL値が比較的小さく、浦安市などの液状化ではPL値の大小と被害の程度が一致しない場合がある。
- 6) 基礎地盤に粘性土ないしシルト質層が厚いところがあった。

4)、5)については、ここで詳しく述べることはできないが、継続時間の考慮、中空ねじり試験を実施して三軸試験との強度の差^{5) - 10)}を確認することが期待される。

再液状化については、発生が危惧される点である。過去に液状化が発生した地点では、再び液状化が発生する傾向が見られた。この理由は、液状化が発生した地点は、微地形上発生しやすい地点であること、液状化によって地盤の沈下による圧縮が発生するが、それによる密度の変化は地盤の深いところであり、表層は乱れもあるため、圧縮による地盤の強化は少ないことなどが考えられる。

住宅被害

今回、地盤被害による住家の被害認定の見直しは迅速に行われた。2011年5月2日の「地盤に係る住家被害認定の調査・判定方法について」によって、新たに被害の認定が決まった。特徴は、大規模半壊が傾斜によって判定されるようになったこと、潜り込みによっても被害認定が行われるようになったことである。床上1mは全壊である。

宅地の液状化に関する法制度はどのようになっているだろう。まず、宅地造成等規制法と都市計画法があるが、盛土の締固めなどの対策が義務付けられている。ただし、地盤の沈下や崩壊に対するものであり、液状化については完全なものではない。次に、公有水面埋立法では災害防止に十分な配慮をすることが明記されているが液状化に対する言及はない。住宅の最も重要な法である建築基準法では、施行令第38条で建築物基礎の安全性の確保が規定されており、93条(2001年改正)で液状化の検討が盛り込まれたが、木造2階建てなどの4号建築物では提出図書の省

略が認められており、大半の一戸建住宅には反映されない。さらに、国土交通省告示第 1113 号では、地盤の調査方法や支持力の決定法が示され、液状化の恐れのある地盤や軟弱な地盤に対する支持力の定め方が規定されているが、対策法などは明示されておらず不十分であった。

その後、平成 25 年 4 月 1 日付けで国土交通省都市局から都道府県知事等に対し、技術的助言として「宅地の液状化可能性判定に係る技術指針」が出されている。非液状化層厚 3m 以下で沈下が 5cm 以上、PL 値 5 以上を危険としているが、PL 値の取り扱いや沈下量の予測には今後の検討が必要である。

健康被害と住民の意識

液状化被害による健康被害については、50 年前の 1964 年の新潟地震以降本格的に始まった。特有のものとして、傾斜による視覚障害や平衡感覚障害でめまいや吐き気などが生じる。個人差はあるが、傾斜が 100 分の 1 以上で障害が起これと考えられ、昨年の傾斜による被害認定では、100 分の 1 で半壊と認定されることになった。

このように、宅地の液状化に対する法的な制度は十分ではなく、制度として安全が確保されてはいない。今回の液状化被害では、住民は法制度の改善を望んでおり、液状化被害を受けた住民から分譲販売した企業が提訴されるまでに至っている。では、住民の意識はどうであろうか？

震災後行われた住民へのアンケートやヒアリング結果^{3),4)}を見ると、この程度の地震では液状化被害は小さいとの期待があったと思われる。つまり、このくらいの地震では液状化による被害を受ける可能性は低いと考えていたことになる。このような規範的期待が裏切られると感じる場合、つまり公共的な規則への疑いを持つ場合は、同様な経験をした他の者との主観の共有へつながり、不満の蓄積となる場合も多い。その対応を見失わせることにもなる。さらに、それは政治や行政への不信、地域コミュニティの崩壊につながりかねない。

まとめると、東京湾岸を中心に液状化による住宅被害が多発した。この原因は、軟弱な地盤に継続時間の長い地震動が作用したこと、住民や行政にはともに、液状化についての知識はあったが、ここまでの被害を想定しておらず、対策が不十分であったことによると思われる。さらに、一戸建て住宅に対しては、建築基準法などの法制度が不十分であることに加え、経済的な対策方法が開発されてこなかったことも大きな原因であり、既設住宅の対策の選定は現在も難航している。今回の被害は、住民の規範的期待を裏切るものであるといえよう。つまり、住民が住宅はこの程度の地震では大丈夫だと思っていたことに対して、建築基準法など現在の法制度がその期待を裏切っているため、今後は、住民が対策法等のいくつかのメニューからそれぞれの実態にあった方法を選んでも大きな被害は受けられないような取り組みが必要であろう。従来に比較し、今回、国や自治体の対応は早かったが、対策の提示や支援制度等のさらなる改善が望まれる。また、多くの機関で被害調査や対策法に関する検討がなされ、その結果が公表されているが、宅地の液状化による住家の問題は基本的に個人の住宅に関するものであるため、住民の意識の把握にもっと力を入れるべきではないだろうか、この点は再考の余地が大きいと考えるがいかがでしょうか。

参考文献

- 1) 岡二三生、東日本大震災での住宅被害で考えたこと、(公財)ひょうご震災記念 21 世紀研究機構 阪神・淡路大震災記念 HAT コラム、ニュース 7 月、2012。このコラムに加筆修正したもので
- 2) 若松加寿江、先名重樹、東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)による液状化と過去の液状化履歴、地質と調査、138(4)、pp.6-11、2013。
- 3) 岡良、住宅地での液状化被害の住民意識に関する研究 千葉県市美浜区磯辺 8 丁目を対象として一、千葉大学修士論文、建築・都市科学専攻、2012。
- 4) 岡良、住宅地での液状化被害の住民意識に関する研究 千葉県市美浜区磯辺 8 丁目を対象として一、日本建築学会大会学術講演梗概集、No.7417、pp.913-914
- 5) 柴田徹、岡二三生(1982)液状化のメカニズム、土と基礎、昭和 56、9 月号、1981。
- 6) 安田進、土田肇、谷口栄一(1982)、液状化の予測(1)、土と基礎、12 月号、1981。
- 7) 平成 24 年 3 月浦安市液状化対策技術検討調査委員会、平成 23 年度浦安市液状化対策技術検討調査報告書第 II 編第 2 章、pp.43-59、2012。
- 8) Tatsuo, F., M. Silver, A. Phukunhaphan

and A. Anestis, Cyclic undrained strength of sand by simple shear test and triaxial test III, 生産研究、32(4)、pp.173-176、1980。

9) 龍岡文夫、振動三軸試験、地質と調査、4 号、pp.24-30、1980。

10) 岡 二三生、液状化の諸問題と大阪地域の液状化危険度、プロシーディングス、第 14 回比較防災ワークショップ、平成 25 年度第 4 回災害対応研究会公開シンポジウム、国難と都市災害：来たるべき国難にどのように備えるべきか II、平成 26 年 1 月 23 日、神戸国際会議場、京都大学防災研究所巨大災害研究センター、関西大学社会安全研究センター、pp.61-88、2014。

編集後記

昨年研究所が設立されてから 1 年がたった。ニューズレターの発行も考えていたが、あっという間に 1 年が過ぎ、遅くなってしまいました。社団法人を設立した年で運営に時間がかかったのが原因です。これからは定期的に出してゆくつもりです。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