



一般社団法人LIQCA液状化地盤研究所

LIQCA Liquefaction Geo-Research Institute (LIQCARI)



2024.3.20, 第 11 号

はじめに

<御挨拶>

日本及び世界において地球変動による自然災害が頻発し、その被害も年々甚大なものとなっています。自然災害による被害の主たるものは地震、台風と豪雨によるものです。インフラの老朽化が顕在化している現在、公共インフラから住宅までその強靱化は緊急の課題です。2024 年 1 月に能登半島地震が発生しその緊急性が再認識されてたところです。地震や豪雨災害の予測やその対策を行うため種々の方法が用いられてきましたが、各種の地盤の液状化予測・解析において数値シミュレーション手法が発展してきました。災害対策を含めたインフラの強靱化には、事前予測と事後評価が必要であり、科学的なツールによるより迅速で効率的な対策が望まれている状況です。本研究所では数値シミュレーション手法による地盤の液状化は解析手法を中心に、堤防の浸透問題も解析可能な解析法の開発と普及を行っています。これらが、国土の強靱化への取り組みに資することを願っております。今年もよろしくお願いいたします。

2024 年 3 月

一般社団法人 LIQCA 液状化地盤研究所 会長 岡 二三生

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 研究室気付

電話 & FAX 075-585-4445

e-mail office@liqca.org

LIQCA 液状化地盤研究所について

当社団法人は 2013 年 7 月に設立され今年で 9 年目です。現在正会員が 17 名(内法人 4 社)、賛助会員が 4 社、理事は 6 名、監事 2 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、ユーザーのためのサポート事業を行っております。詳しくは <http://liqca.org> を御覧ください。

昨年度のセミナーと活動

1. LIQCA 液状化プログラム普及事業

2023 年版では、浸透越流による堤防盛土の解析法の LIQCA 2D への導入、有限変形解析プログラムの動的配列版及び不飽和解析にモデルを増やした testsim を公開しました。

2023 年 11 月 30 日に Zoom により LIQCA 液状化プログラムセミナーを開催し、無事終了しました。資料は“LIQCA2D2.3・LIQCA3D2.3（2023 年公開版）資料”に対する説明とマニュアルです。資料、マニュアルには、越流データの入力方法、不飽和モデルの入力方法やモデルを増やすため修正・加筆しました。

2. 研究開発

本年も引き続き、解析法の高度化とわかりやすい資料の提供を目指してゆく予定です。

次回のセミナー開催について

2023 年度の LIQCA 液状化解析プログラム追加セミナーは 5 月に実施予定です。

ホームページについて

LIQCA 液状化地盤研究所の HOME PAGE でのユーザーのための LIQCA 情報のページでセミナーでの追加資料、正誤表やプログラムの保守情報を掲載しています。 <http://liqca.org>

関連国内国際会議・研究集会

1. 第 8 回国際地震地盤工学会議 The 8th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, が 2024 年 5 月 7 日（火）～10 日（金）に大阪国際会議場（グランキューブ大阪）で開催されます。 <https://confit.atlas.jp/icege8?lang=en>

2. 世界地震工学会議が 6 月 30-7 月 5 日までミラノで開催されます。18th World Conference on Earthquake Engineering, MILAN, JUNE 30 - JULY 5, 2024 :

<https://www.wcee2024.it/registration/>

3. 日本材料学会第 73 期通常総会・学術講演会は長崎市出島メッセで 2024 年 5 月 24 日（金）～26 日（日）に開催されます。

4. 第 59 回地盤工学会研究発表会は、2024 年 7 月 23（水）-26 日（金）に北海道旭川市で開催されます。

5. 土木学会 2024 年度第 79 回年次学術講演会 は 9 月 2 (月) -6 (金) 日まで東北大学川内キャンパスで開催されます。

広報 第 57 回地盤工学会研究発表会の技術展示へ Web ページで参加しています。

編集後記

春らしくなってきました。皆様ご健勝のこととおもいます。ニューズレター NO.11 号です。今年はお正月に能登半島地震が発生しました。平成 22-24 年に、のと里山街道（旧能登有料道路）を調査し、地震動による盛り土の解析をしました。解析対象の復旧強化区間では被害は少なかったと聞いて、盛り土の強靱化の必要性をあらためて感じています。コラムでは、内灘町での調査について記しました。研究所所員一同、被害にあわれた方にはお見舞い申し上げますとともに、早期に復旧されることを願っております。

コラム -報告-

内灘町の液状化被害について

LIQCA 液状化地盤研究所員

岡 二三生

2024 年 1 月 1 日 16:10 に発生した能登半島地震（気象庁 $M_j = 7.6$ ）は輪島市や珠洲市など石川県能登半島で甚大な被害をもたらしましたが、液状化被害も石川、福井、富山、新潟の 4 県にわたって発生しました。特に、震源から 180km の距離にある新潟でも発生しており、阪神大震災での震源からの距離 90km を超える広範囲で発生しています。震度 5 弱から 5 強の石川県河北郡内灘町の液状化は砂丘縁で発生した被害は特異なものでした。近隣の震源からの距離約 100km 近隣のかほく市 K-NET (ISK009) の観測では地震動は NS 成分で 250gal, また 50gal 以上の継続時間は約 50 秒でした。それぞれの所属機関で調査を行った研究所会員の報告、報道や学会などの報告をみると内灘での被害は砂地盤の側方流動によるものでした。地震発生から 2 か月以上たった 3 月 10 日に内灘へ調査に行きましたので、写真とともにここに報告します。

タクシーで西荒屋小学校付近まで行き、そこから北鉄の内灘駅まで徒歩で調査しました。当日は、前日からの雪で付近はうっすら雪が覆っていましたが、天候は回復し徐々に太陽光がでてきました。県道 8 号線に沿っての電柱は傾き、沿道の住宅被害を目のあたりにしました（写真-1, -2）。住宅や県道側の擁壁は大きく傾き、駐車場の沈下や噴砂による地盤の盛り上がりが見られました。（写真-3）

噴砂は黒っぽい細砂から中砂で、砂の粒度としては、 D_{50} が豊浦砂よりやや大きい 0.3mm の値が報告されている（木元, 2024）。西荒屋小学校では、基礎が被害を受け（写真-4）、小学校の校庭から砂丘側では地割れが発生していました。さらに、8 号線から砂丘側への道路へ入ると砂丘側へ

大きく回転した家屋がみられました（写真-5）。地盤の側方流動で地盤流動が道路でせき止め得られたためだと思われます。さらに行くと、ビルが沈下していりのが見られました。宮坂付近で砂丘に登ると（写真-6）砂丘の東は急こう配で、切土されたことが実感されました。地盤工学会の調査（安田、石川）や日経コンストラクション2月号で、砂丘の東側は切土され埋め立てに用いられたことが示されていますが、切土によって地下水位も高くなり大規模な液状化を発生させる原因となったことがうかがえました。

内灘橋を越えて南下し、大布根地区に入ると電柱の傾斜がみられ、スーパーマーケットの駐車場など被害が発生しています。さらに南下すると内灘郵便局付近では家屋の沈下が見られ（写真-7）さらに南下すると鶴が丘のラーメン店やその周囲の住宅で液状化が発生していました（写真-8）。内灘橋以南の被害は水平砂地盤の典型的な液状化被害ですが、西荒屋などでは地形地質による側方流動が発生し、より大きな被害が発生したものと考えられます。



写真-1 県道8号線沿いの電柱や家屋



写真-2 県道8号線と162号線の西荒屋交差点での傾いた家屋



写真-3 傾いた擁壁と沈下したガレージ



写真-4 西荒屋小学校



写真-5 傾いた建屋



写真-6 内灘砂丘中腹からの風景



写真-7 内灘郵便局付近 建屋の沈下



写真-8 ラーメン店付近

側方流動量

側方流動の量ですが、国土地理院資料の向栗崎での砂層圧 17m を参考に、砂層厚を 17-20m とすると、側方流動量は濱田、若松の式 (1998) $\sqrt{H} \theta t$ から 2.47-4.02m と算定される。ここで傾斜 $\theta = 0.02-0.03$ 、液状化に有意な地震動 $t=30\text{sec}$ とした。

液状化の説明

報道では、「液状化は緩い砂地盤で地下水位が高いと地震動によって砂がバラバラになり液状化が発生する」などの説明が多いのですが、「飽和した緩い砂地盤は地震動（せん断力）によって圧縮されやすく（負のダイレイタンス）、そのため水圧が上昇し砂粒子間の力が失われ砂地盤がバラバラになり液状化する」など、もう少し水圧が上昇することの説明が求められると感じます。さらに、液状化時の説明の図も液状化後の再堆積では、液状化層の下部では密になるが上部では緩く再堆積することにも注意したいものです。

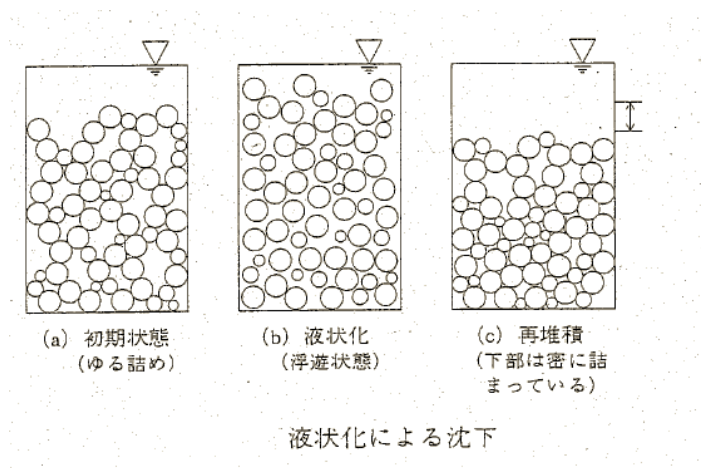


図-1 液状化による砂地盤の再堆積 (岡,2003)

【参考文献】

- 1) 京都大学防災研究所HP,2024.
https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/contents/disaster_report/files/20240101NotoEQ_GeohazardReport.pdf
上田恭平,渦岡 良介,Sanchitha JAYAKODY,田中宣多,令和6年能登半島地震現地調査報告（石川県・富山県の液状化被害）
- 2) 地盤工学会, 令和6年（2024年）能登半島地震 地震被害調査に関する情報, 平成6年能登半島地震の現地調査報告（東京電機大学 安田 進、石川敬祐）
- 3) 木元小百合, 大阪産業大学 建築・環境デザイン学部都市デザインコース調査報告,2024.
- 4) 日経コンストラクション, 側方流動で「街ごと液状化」、砂丘辺縁部や旧河道で甚大な被害2月号, 2024.
- 5) 日建設計,加藤亮輔,2024年1月30日石川県内灘町における液状化被害調査まとめ.
- 6) 岡 二三生,液状化の科学, 近未来社,2001年.
- 7) 濱田政則,若松和寿江,液状化による地盤の側方流動のメカニズム、地震時の地盤・土構造物の流動性と永久変形に関するシンポジウム発表論文集、地盤工学会,pp.3090-312,1998
- 8) 国土地理院資料, 土地条件図,金沢, <https://www1.gsi.go.jp/report/D001-A01-0072u>, 国土地理院D001-A01-0072u.pdf
- 9) 岡 二三生, 土質力学, 朝倉書店, 2003.