

GEOASIA Bulletin No.7

第7号

ALL SOILS ALL STATES ALL ROUND

GEO-ANALYSIS INTEGRATION



砂から中間土や粘土までを対象に、動的か静的かを問わず、地盤の変形と破壊を求めます。

平成 25 年 8 月 23 日 発行

編集：一般社団法人 GEOASIA 研究会事務局

〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻地盤工学講座内

TEL: 052-789-3834 FAX: 052-789-3836 E-mail: office@geoasia.jp URL: http://www.geoasia.jp

会長メッセージ

今回のメッセージは、嬉しいニュースが続きます。**GEOASIA** 研究会会員で名古屋大学地盤工学講座出身(15 期生)の難波喬司氏は、昨年に、国交省九州地方整備局副局長から、同省大臣官房技術総括審議官として霞ヶ関に戻ってこられました。難波会員については、九州地整の前の、関東地方整備局港湾空港部長の当時、まさにそのときに彼の前で、私たちは羽田 D 滑走路新設計のための **GEOASIA** による基礎計算の内容を披露できる機会を得たことがあります。D ランについてはその後も、3.11 による「変状」とその後の経年変化の解析を既に終え、実務上はほとんど無被害であったことを一部公表しています。公平な技術評価を推進し、より優秀な技術を探索する難波喬司会員に、当研究会は今後とも強く応えてゆかねばなりません。このニュースの続きは来年も必ず何かお伝えできるものと思っています。



嬉しいニュースの 2 番目は、同じく **GEOASIA** 研究会会員の田代むつみ氏 (名古屋大学) が、「平成 25 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞」を受賞したことです。受賞対象業績は「長期大沈下をする軟弱地盤の簡易判定と将来予測に関する研究」で、これは、平成 23 年度の地盤工学会研究奨励賞の業績を掲げての地盤工学会末岡徹会長による推薦が奏功したものです。地盤工学で業績をなす者は、経験主義を超えて実は科学者であることをあらためて知らしめたのだと、とても嬉しく思いました。これに関して一つだけエピソードを述べたいと思います。6 月にさる試験盛土について将来予測の計算のコンテストのようなものがありました。田代会員は、いつものようにこの試験盛土のこれまでの施工過程を計算機の中で実現させながら、試験工事中に得られたすべての実測値が一貫して矛盾なく再現できるよう当該多層系地盤の初期条件と地盤物性値その他を逆解析的に定めて、将来予測をしました。結果は新しいマクロエレメント法の威力も借りて、見事に説得的なものでしたが、出席の一人のコンサルタントエンジニアから次のような一種「独り言」がありました。「自分もこれまでの観測ないし計測結果を忠実に再現できるよう、万全を期して準備の後、将来予測をすべき」と論文に書いたのだが、査読で『論理に飛躍がある』と言われた。なぜだかよく分からない」というものでした。逆解析による予測には落とし穴があって、土に無理に自白を迫ってはなりません。土は弾性体ではないのに弾性体と決め付けて、土に「お前の弾性係数はこれだろう」と無理に自白させても、将来予測に役に立つはずがありません。自白の無理強いではなくて、土自らが自ずと語り始めるような、素直な科学的なモデルと算法が、逆解析の前提として事前によく準備されていることが必要です。**GEOASIA** がもし地盤から最も信頼されているとすれば、理由は実はこの点にあります。

最近、名古屋港ポートアイランド護岸の耐震性照査に関する中部地方整備局からの発注業務に際し、特記仕様書の中に、地盤総合解析プログラム **GEOASIA** の使用を求める一文が入るなど、わが研究会に対する社会的な要請はますます高まっています。その一方で若手技術者、**GEOASIA Master** の養成などは必ずしも順調とはいえません。**GEOASIA** の教科書の出版を来年度こそと準備中ですが、一言で表せば「**GEOASIA** の高度化 (研究)」と「**GEOASIA** の普及 (教育と実務)」の両立をめぐる研究会はまだまだ苦しんでいます。「粘土がわからなければ、砂もわからない」と同じく、実際には「研究なくして普及はないし、普及なくして研究もない」というのが正しいのでしょうか。会員諸氏の一層のご熱心な取り組みを期待しながら今年度のご挨拶といたします。

(公財)地震予知総合研究振興会副首席主任研究員 名古屋大学名誉教授 浅岡 顕

水～土連成の有限要素解析に、簡易にパーチカルドレーンの効果を取り入れる方法として、関口らによって開発されたマクロエレメント法があります。土からドレーンへの間隙水の流出に相当する機能を各要素に持たせることで、ドレーン一本一本とその周辺地盤を細かくメッシュ分割することなく、パーチカルドレーンを打設した効果を計算に取り入れることができる工学的に見て有用な手法です。ただし、この手法では、各要素においてドレーンの中へ流れ込んだ水がドレーンを通じて地表へ流れ出ることなく、空間のどこかへ消失してしまいます（換言するならば、下の水が上の水を飛び越えて地表に出てしまいます）。この取り扱い、ドレーンの通水機能に比べてドレーンへの間隙水の流入量が少ない場合には、問題となりませんが、どのような状況でも各要素にばらばらに圧縮を生じさせるため、例えばウェルレジスタンスが無視できないような状況下において実際よりも過剰な速さでの圧密沈下を予測するなどの不具合を引き起こします。

このようなマクロエレメント法の非現実的な側面を解消すべく、従来のマクロエレメント法に改良を加えました。マクロエレメント法では、各要素において、間隙水圧とドレーンの水圧の差に応じて、毎時ドレーンの中へ流れ込む水量が決まります。ドレーンの水圧は、従来法では解析者が与える解析条件ではありますが、提案する手法では未知数として扱い、解析の結果決まる値としました。また、場に増えた未知数を補う方程式として、新たにドレーンの連続式を連立させて解くシステムを構築しました。この方法により、ドレーンの通水能力が不十分な場合には、従来法に比べ、ドレーンの水圧が高まり、各要素の圧縮が抑えられ、圧密沈下に遅れが発生する、つまり、原理に沿ってウェルレジスタンスが発生することになります。また、この改良は、ドレーンへ流入した水はあくまでもドレーンを通じて地表へ出るという自然な形での機能の拡張となっています。

ここでは少し、上記提案手法を用いた解析結果について紹介したいと思います。図1と2は粘土層の間に砂礫層が介在するような地盤に対し、真空圧密工法を適用した場合の解析結果を示しています。Case 1は従来のマクロエレメント法、Case 2と3は提案するマクロエレメント法で解析した結果です。また、Case 1と2は単にドレーンが砂礫層を貫通した条件になっていますが、Case 3では砂礫層に当たる部分のドレーンにシール材を巻く事前処理を施した場合を想定した条件になっています。Case 1の従来法では砂礫層があるにも関わらず、地盤の深部まで十分に減圧の効果が発揮されてしまっているのに対し、Case 2の提案法では砂礫層から水を吸い込む影響でドレーンの水圧が低下しなくなり、結果として地盤深部では十分な減圧の効果が発揮されていないことが分かります。図1より、この影響が地表面沈下の差となって表れていることも分かります。また、Case 3（提案法でドレーンにシールを巻いた場合）では、地盤深部まで減圧の効果が伝わり、Case 2に比べて沈下量が大きくなっていることが分かります。このように、提案法では、真空圧密工法における砂礫層の影響や、その対策としてのシールの効果などが、原理に即した自然な形で現れます。

現在、今回提案した手法も取り入れて、敦賀のピート地盤の圧密沈下解析に鋭意取り組んでおります。動的問題か静的問題かを問わないというのが **GEOASIA** の一つの特徴ではありますが、地盤および土構造物の地震応答解析に加えて、軟弱地盤の圧密沈下解析における実績等についてもご理解頂けると幸いです。

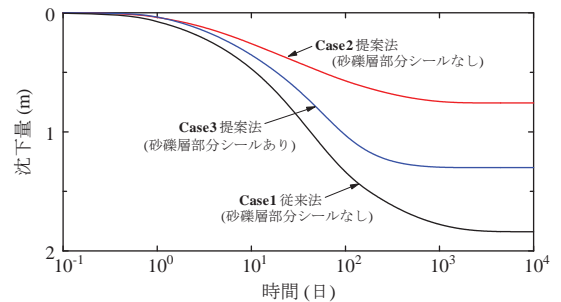


図1 時間～沈下関係

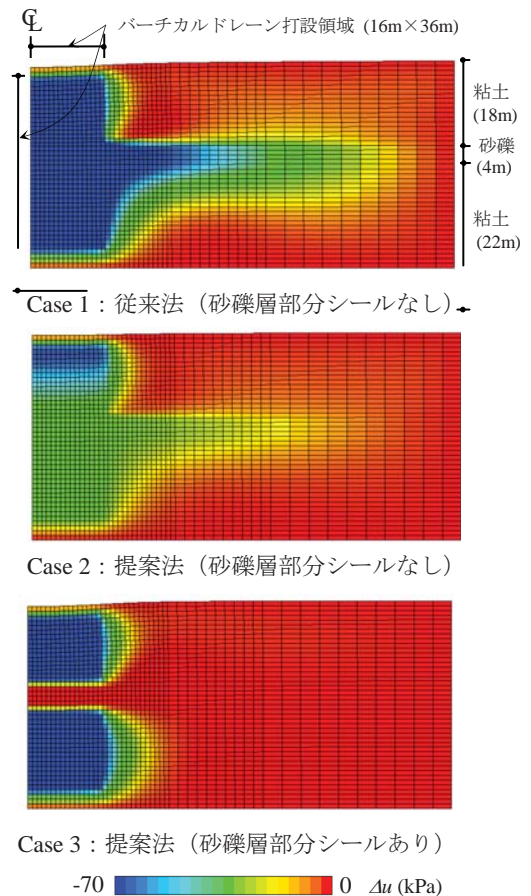


図2 間隙水圧変化分布

平成24年度の活動報告

① N値の小さい軟弱な砂と粘土の互層地盤上に築造された河川堤防に対する耐震性評価

右岸・左岸の堤防で被害形態は異なり、右岸は As1 層の液状化に伴い地震中～地震後にかけての沈下が発生。左岸は Ac2 層に挿入された矢板が Ac1, As1 層の側方流動を支えきれずに、河床隆起に伴う河積の縮小に繋がる危険性を指摘した。

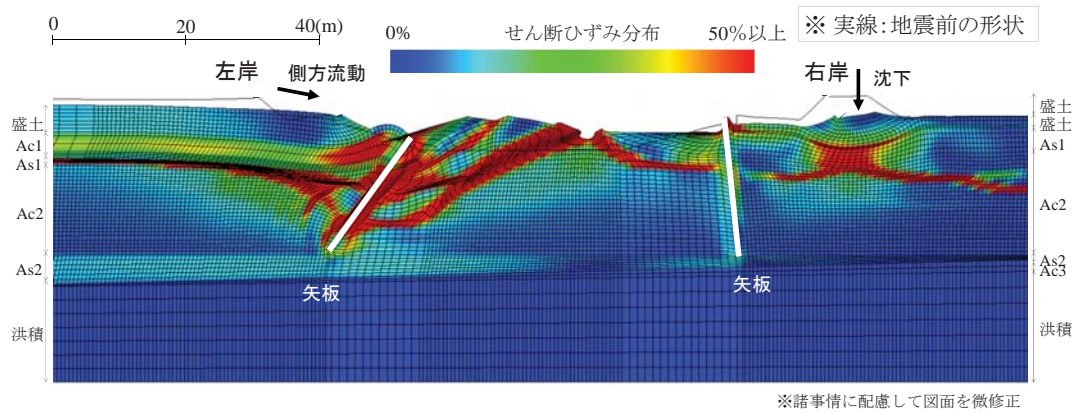


図3 地震時の多重滑りを伴う河川堤防の崩壊

② 砂質粘土層および軟弱粘土層を有する岸壁構造物の地震応答解析

岸壁の背後地盤が、細粒分質砂層やN値ゼロの砂質粘土層を有する岸壁構造物の地震応答解析を実施。地震動によって液状化した細粒分質砂層および軟弱な砂質粘土層が弱部となり、盛土荷重によって岸壁が海側へ押し出されるような地盤変状を生じる。また、岸壁構造物の耐震改良法について検討し、盛土法尻を密な砂に置換することで、変形が7割程度抑えられることなどを示した。

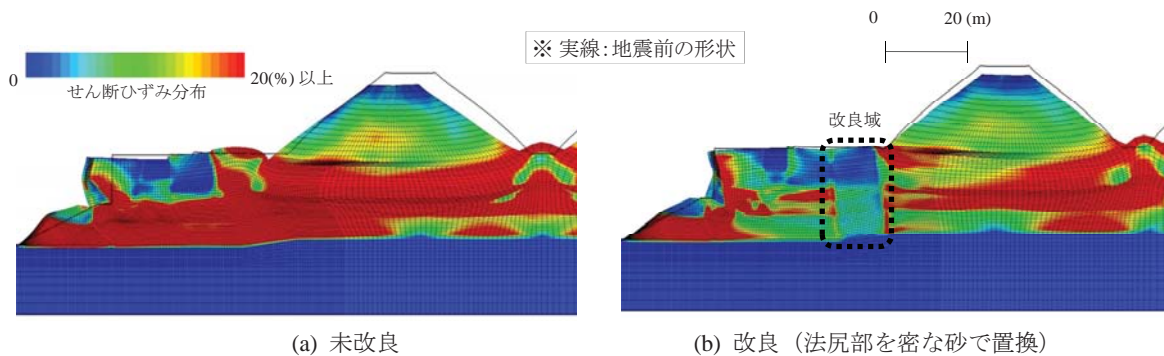


図4 砂質粘土層および軟弱粘土層を有する岸壁構造物の地盤変状と耐震改良効果 (護岸周辺部拡大)

③ 不飽和盛土築造に伴う「閉封飽和域」生成と水位上昇に伴う浸潤面上昇過程の計算

新たに静的・動的外力にも対応する空気～水～土骨格連成有限変形解析コードを開発。ほぼ飽和している粘性土地盤に不飽和シルト盛土を築造すると、粘性土地盤の圧密沈下に伴い不飽和盛土下部に「閉封飽和域」が形成される(左図)。引き続き左側の水位を上昇させると、盛土内の浸潤面が上昇する(右図)。今後は、このような不飽和土構造物や不飽和地盤における地震時・豪雨時などの変形/破壊メカニズムの解明や対策の検討などを実施してゆく予定。

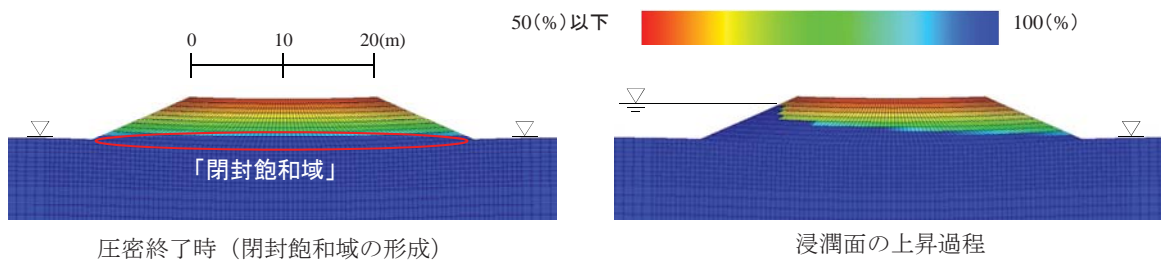


図5 飽和粘性土地盤上の不飽和盛土築造と水位上昇に伴う飽和度分布の推移

平成24年度の主な公表論文等（平成25年度前半分も含む）

学術論文【地盤工学ジャーナル】ゆるい砂地盤における砂圧入締固めによる周辺地盤への3次元影響評価解析, Vol.8, No.2, pp.239-249, 2013. 【土木学会論文集C】鉄道盛土における5つの地震時破壊形態の実験検証と合理的な耐震補強の提案, Vol.69, No.2, pp.174-185. 【土木学会論文集A2分冊(応用力学)特別号】①SPH法による地盤の掘削解析 Vol.69, 2013. (掲載決定) ②鉄道盛土の地震時破壊形態を考慮した耐震補強工法の検討 Vol.69, 2013.掲載決定)

国際会議【15th World Conference on Earthquake Engineering, 15ECEE (Portugal, Lisbon, September 2012)】An attempt to replicate the so-called “trampoline effect” in computational geomechanics. 【18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 18th ICSMGE (France, Paris, September 2013)】①Prediction of and countermeasures for embankment-related settlement in ultra-soft ground containing peat. ②Dependency of nonuniform ground surface liquefaction damage on organization and slope of deep strata. ③Interpretation of mechanical behavior of cement-treated dredged soil based on soil skeleton structure. ④Oscillation of Acceleration Accompanying Shear Band and Subsequent Time-Dependent Behavior in Overconsolidated Clay under Undrained Plane-Strain Conditions. ⑤Simulation of Delayed Failure in Naturally Deposited Clay Ground by Soil-water Coupled Finite Deformation Analysis Taking Inertial Forces into Consideration. ⑥Seismic stability assessment of a steel plate fabricated column constructed on liquefiable grounds with different soil-layer profiles. ⑦Interpretation of the Effect of Compaction on the Mechanical Behavior of Embankment Materials Based on the Soil Skeleton Structure Concept. ⑧Effect of Seismic Waves with Different Dominant Frequencies on the Delayed Failure Behavior of a Soil Structure-Ground System. 【3rd International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment, GEOMATE 2013 (Japan, Nagoya, November)】①Simulation and prediction of large-settlement in ultra-soft peat ground by deducing the in-situ initial conditions considering artesian pressure. ②Development of SPH method with an elasto-plastic constitutive model considering soil skeleton structure and its application to excavation problems. ③Seismic response analysis of geotechnical structures built of cement-treated dredged soil.

国内発表【第67回土木学会年次学術講演会(名古屋, 24年9月)】9編 【第62回理論応用力学講演会(東京, 25年3月)】1編 【第18回計算工学講演会】3編 【第49回地盤工学会研究発表会(八戸, 25年7月)】22編 【第25回中部地盤工学シンポジウム(名古屋, 25年8月)】1編

日本地球惑星科学連合 【2013年度連合大会(幕張, 25年5月)】①地表面載荷による地盤の破壊現象と破壊に伴う振動の発生に関する数値解析②東日本大震災で発生した広範な液状化被害に及ぼす本震-余震時間間隔の影響

地盤解析技術 GEOASIA による受賞のご報告

【平成24年度地盤工学会国際会議若手優秀論文賞】酒井崇之：Interpretation of the Effect of Compaction on the Mechanical Behavior of Embankment Materials Based on the Soil Skeleton Structure Concept, Sakai, T., Nakano, M. 【平成25年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞】田代むつみ：長期大沈下をする軟弱地盤の簡易判定と将来予測に関する研究

平成25年度の主な活動予定

平成25年度も引き続き調査・研究の受託、情報提供、技術指導、普及開発を進めていきます。研究成果は、国内外の地盤力学/工学、地震学の分野において発表・論文投稿を行う予定です。地盤工学会の東日本大震災対応調査研究委員会(「震災対応」委員会)地盤変状メカニズム研究委員会(委員長：浅岡顕)など、学会活動とも連携し、解析技術 **GEOASIA** によって得られる知見を用いて研究・調査活動を広く支援していきます。また、不飽和土や改良土など、より幅広い土への対応も目指した構成式の高度化にも努めてまいります。

平成25年度は総会に先立ち、第1回となる講習会を開催し、解析技術 **GEOASIA** に搭載された弾塑性構成モデル「SYSカムクレイモデル」について、会員の皆様に分かりやすく説明することを試みます。また、浅岡会長による地盤力学/工学のテキストの執筆活動も本格的に始動し、来年度の出版を目指しています。

編集後記

平成24年度は入会や受託研究などに関して、事務局に多くのお問い合わせを頂きました。解析技術 **GEOASIA** や研究会の活動について、興味をお持ちの方が着実に増えつつあるのを感じております。平成25年8月現在、個人会員73名、法人会員は32団体となり、また、今年の総会では新たに2名の **GEOASIA** Master が認定されました(合計13名)。平成25年度はHPの充実など広報活動にも力を入れ、解析技術 **GEOASIA** の普及を目指します。今後も会員の皆様におかれましては、研究会活動への益々のご支援をよろしくお願いいたします。