

平成20年8月21日 発行

編集：GEOASIA 研究会事務局 TEL:052-789-3833 & 052-201-7850 E-mail:geosia@soil.civil.nagoya-u.ac.jp

会長メッセージ

昨年(2007年)夏に **GEOASIA Bulletin** の創刊号を出してから一年が経ち、第2号の発行となりました。この間に、会員諸氏のご協力のおかげで研究会活動も活発に持続し、あとにご紹介するような多くの研究成果を挙げることができました。いずれも、地盤解析ツール **GEOASIA** でしか解決できない問題に挑んだ結果の成果であり、研究と解析に携わられた会員諸氏は、大きな満足を得ておられるものと確信しています。

砂から粘土まで、中間土や人工処理土を含め、あらゆる土を対象に(**ALL SOILS**)、変形から破壊まで(**ALL STATES**)、静的と動的とを問わず(**ALL ROUND**)、地盤と土構造物に何が起こるかの時刻歴解析を行なうというのが、**GEOASIA** の目的ですが、この一年はこれを紹介する絶好の機会にも恵まれました。ひとつは、学会会議での「第57回理論応用力学講演会」で私自身が特別講演する機会を得たことです。この講演会の主催は日本学会会議で、共催として土木学会や日本建築学会のほか、航空宇宙、機械、流体、数学など工学物理系が中心の多くの学会が参画しております。幸い今年度は地盤工学会が幹事学会ということで、学会を代表して私に講演の機会が与えられたものです。内容は三つ(地盤材料の構成式、水土連成の有限変形解析、応用事例)にわけて一時間お話ししてきました。

「粘土の圧密圧縮は計算できても砂の締め固め圧縮は計算できない」などというのは、もう過去のことだとも申し上げてきました。もう一つの **GEOASIA** 紹介の機会が、広島での地盤工学会年次大会での野田利弘当研究会理事の講演です。これは野田利弘・山田正太郎氏らの *Soils and Foundations* 誌上の支持力に関する論文が地盤工学会論文賞を得たために、その内容紹介の機会が与えられたものです。支持力問題は一般に進行性破壊の問題で、既往の剛塑性極限解析では間に合わないというのが論文の趣旨ですが、軟弱地盤上の盛土が地震を受けて崩れてゆく様子の計算の動画は参会者の目を釘付けにしていました。

構成式の一層の精緻化、3次元計算の実用化や計算時間の短縮、**Pre-Post Processor** の充実など、基礎研究の課題はまだ多く残っています。**GEOASIA MASTER** を目指しての教育プログラムの充実も大変大きな課題です。今年度は(株)不動テトラの竹内秀克氏が **GEOASIA MASTER** 第2号を認定されますが、国内外を含め早く30号くらいまでは出てくれないと、**GEOASIA** が本来持つ社会的国際的責任は果たせません。来年こそ数名の **GEOASIA MASTER** を輩出する予定で中野・野田理事以下、皆が努力しておりますが、今後とも会員諸氏のご協力とご支援を切にお願いいたします。研究会会長のご挨拶といたします。

名古屋大学大学院教授 浅岡 顕



GEOASIA による受賞論文(平成19年度地盤工学会論文賞)のご紹介

GEOASIA を用いた解析結果を掲載した *Soils and Foundations* 論文(Noda T., Asaoka A. and Yamada S.(2007): Some bearing capacity characteristics of a structured naturally deposited clay soil (骨格構造の発達した自然堆積粘土地盤の支持力特性), Vol.47, No.2, pp.285-301.) が平成19年度地盤工学会論文賞を受賞しましたので、この論文の概略をご紹介します。

この論文は古典的な支持力問題に対し、最新の弾塑性構成式(SYS Cam-clay model)を用いた水～土連成有限変形解析(**GEOASIA**)により挑んだものです。地盤全域が完全塑性化したときの力の釣り合いと塑性流れ場だけを「一気に」求める剛塑性解析などとは異なり、この研究においては、基礎部の変位制御荷時に変形に伴って絵に描いたような明瞭な円弧滑り線が発現するとともに、荷重が低下(荷重軟化)する現象が再現されました。変形と破壊を別の事象と見るのではなく、破壊を変形の延長線上に位置付け、変形解析の中で破壊を表現しようとする多くの研究者にとって、古典的な支

持力問題はしばしば格好の解析ターゲットとされてきました。しかしそのほとんどは、例えば構成式の操作的な軟化、不連続な変形を許容する要素の導入、勾配論の利用など、局所化や荷重軟化を再現するための特殊な専用の道具を用いたものであったように見受けられます。この論文でも同様に支持力問題を解析対象として選びましたが、この論文の解析が既往のこれらと大いに異なるところは、この論文自身が支持力問題を解くための特殊な専用ツールないし専用理論を必要としていない点です。すなわちこの論文では、ごく一般的な弾塑性理論に基づく自然堆積土の構成式 (SYS Cam-clay model) を搭載した、ごく一般的な有限変形理論に基づく水～土骨格連成の変形解析 (**GEOASIA**) が、進行性破壊に伴う変形の局所化や荷重軟化など、支持力問題に対しても期せずして解を出しているのです。この点がこの論文の第一の特徴です。

またこの論文では、今まで定見のなかった支持力問題に関する地盤工学的課題の多くについて、例えば、初期条件を変化させるだけで、土の状態、すなわち骨格構造 (構造・過圧密・異方性) の発達程度が、極限荷重や破壊形態にどのように影響を与えるのかを論じています。もう少し詳しく言えば、①変形の局所化や荷重軟化現象は、実験室で再構成された練返し粘土ではなく自然堆積粘土のような高位構造を有する地盤で生じること、②異方性が発達した地盤ではその影響は、破壊領域の狭小化を伴って顕著に現れること、③地盤が初期不整を有する場合には、構造が発達している地盤ほど非対称な変形が生じやすく、大きな荷重低下を引き起こしやすいこと、④水～土連成の枠組みでは荷重速度を変えるだけで支持力問題における部分排水効果が自然に得られること、⑤構造が発達した地盤では間隙水のやり取りを許すようなある荷重速度において、せん断帯上で排水軟化域 (“コンパクションバンド”) と吸水軟化域 (“スウェリングバンド”) が混在して現れること、などを解析的に示しました。このような一連の知見を得られたことは、この論文の第二の特徴です。

なお、図 2 に対する動画をご覧になりたい場合は地盤工学会 HP(<http://www.jiban.or.jp/topic/prize/2007/noda.pdf>) を参照して下さい。

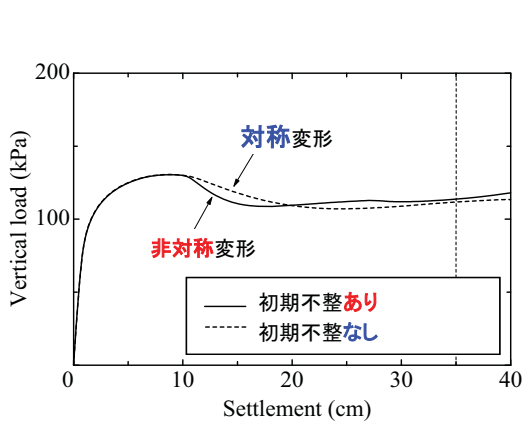


図 1 基礎の沈下量～荷重関係

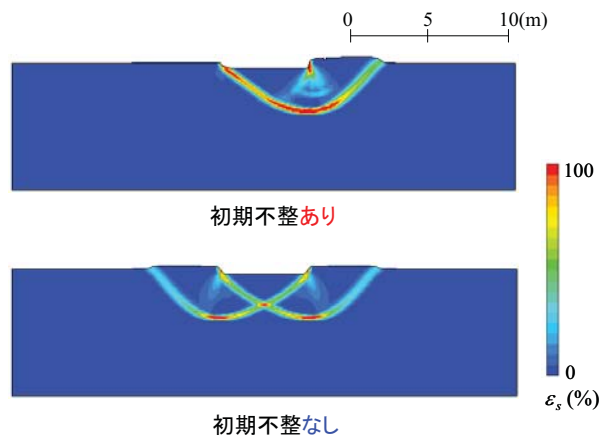


図 2 地盤の初期不整の有無による円弧滑り形状の違い

平成 19 年度の活動報告

① 遠心力荷重模型実験による地盤～盛土連成系挙動の解析

40 場の遠心力荷重模型実験を用いた盛土と粘性土／砂質土地盤の地震中・地震後挙動の定量的検証とともに、地盤を超軟弱粘土地盤に変更してその地震時挙動解析を実施。地震中は盛土にも地盤にも被害がほとんど見られないが、地震終了後約 8 時間してから盛土を貫く円弧状滑り (右側) が地盤に発生し、さらに遅れてもう一つの円弧滑り (左側) が発生。

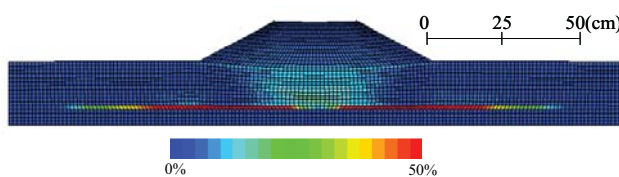


図 3 地震終了直後のせん断ひずみ分布
(解析は 1/40 スケールで実施)

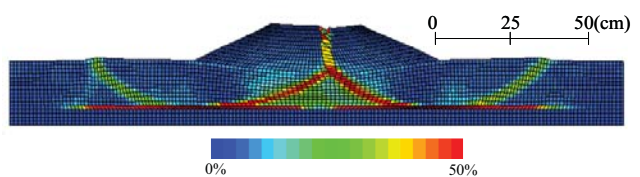


図 4 地震発生から約 8 時間後のせん断ひずみ分布
(解析は 1/40 スケールで実施)

② 平成19年能登半島地震における盛土崩壊の解析

能登半島地震は、土構造物に甚大な被害を与え、特に傾斜地盤上の盛土の崩壊が数多く発生した。水平地盤の盛土と傾斜地盤上の盛土の地震時挙動を比較解析。地震動の大きさの違いなどに応じて、地震中の崩壊や地震後の遅れ破壊挙動に違いが現れる。

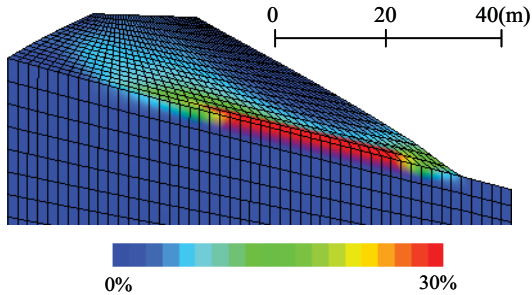


図5 地震発生から50秒後（終了直後）のせん断ひずみ分布
（解析幅は1kmで盛土部を拡大表示）

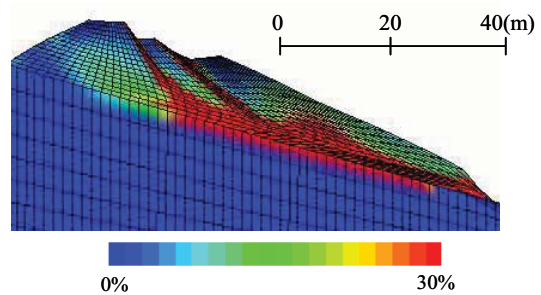


図6 地震発生から数日後のせん断ひずみ分布
（解析幅は1kmで盛土部を拡大表示）

③ サンドコンパクションパイル（SCP）改良地盤の地震中の応答解析

中間土未改良地盤とSCP打設による改良地盤の地震時挙動の比較解析。平面ひずみ解析ではあるが、改良地盤の有効性は明らか。図8の赤い部分が砂杭。

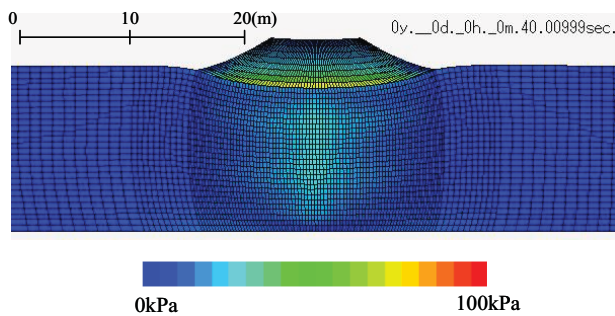


図7 地震終了直後の平均有効応力分布（未改良地盤）

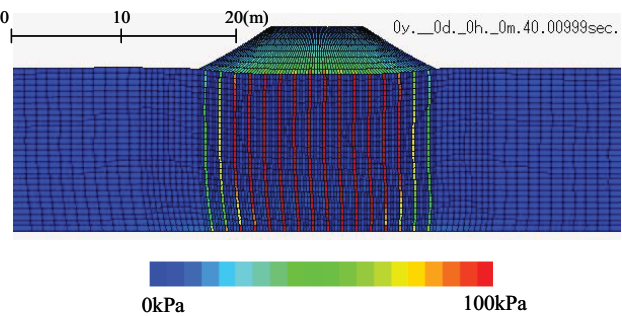


図8 地震終了直後の平均有効応力分布（SCP改良地盤）

④ フィルダムの地震時変形解析

比較的透水性が高い原地盤を残して建設されたフィルダムの地震時挙動の解析。原地盤部分で水圧が大きく発生。ダム堤体が湛水荷重により図の右方向に変形し、相対的に弱い原地盤にせん断ひずみの集中が発生。

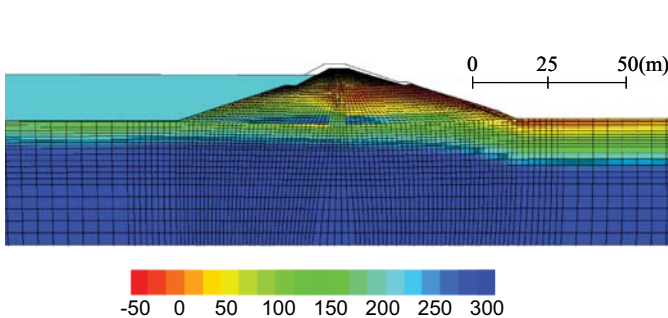


図9 地震終了直後の間隙水圧分布

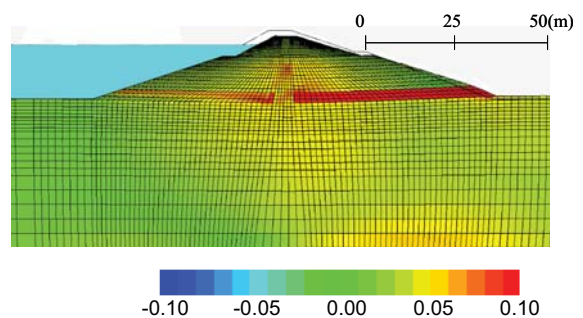


図10 地震直後のせん断ひずみ(τ_{xy})分布

⑤ 改良体を有する液状化地盤の3次元解析

四角に囲った改良体を離散的に配置した場合の砂質地盤の地震中・地震後挙動の3次元解析。改良体の配置部では、地震中の過剰間隙水圧の上昇抑制とその消散が早く、沈下抑制効果がある。

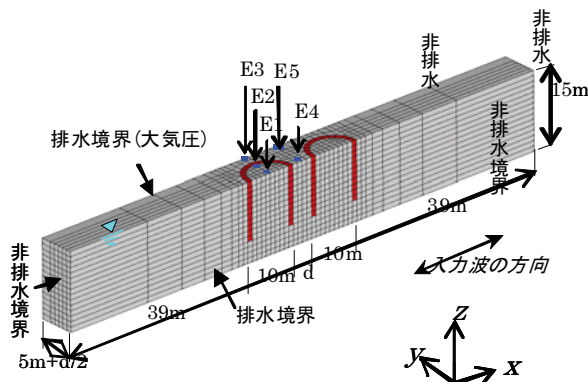


図11 解析に用いた3次元メッシュ

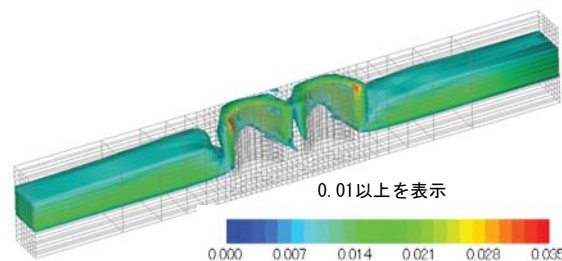


図12 地震荷重による圧密終了後のせん断ひずみ分布

平成19年度の主な公表論文等 (平成20年度前半分も含む)

学術論文 【Soils and Foundations】①Ground improvement of intermediate reclaimed land by compaction through cavity expansion of sand piles (20年10月掲載予定) ②Soil-water coupled finite deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-clay model(現在投稿中)

国際会議 【3rd Sino-Japan Geotechnical Symposium (Chongqing, China, November 4-7, 2007)】 Seismic/post-seismic response of a natural soil in delayed settlement, pp.73-86. 【APCOM '07(Japan, Kyoto, December3-6, 2007)】 Soil-water coupled finite deformation analysis applied to bearing capacity problems of structured clayey soils, 論文番号:MS29-1-2. 【Earthquake Hazard and Mitigation (Guwahati, India, December 7-8, 2007)】 Effects of embankment rigidity on behavior of naturally deposited soils during/after earthquakes, pp.249-256. 【13th Asian Regional Conference on SMGE (Kolkata, India, December 10-14, 2007)】 ①Structural upgradation in clay and sand accompanying plastic swelling, pp.23-26. ②Soil classification for occurrence of in-situ delayed consolidation, pp.415-418. ③Liquefaction-induced consolidation settlement of soil after earthquake, pp.602-605.④Improvement of manmade island filled with intermediate soils by SCP method, pp.787-790. 【2nd US-Japan Workshop on Ground Improvement (Sacramento, California, May 16 and 17, 2008)】 Coseismic and postseismic deformations of reinforced/improved soil structure-ground systems

国内発表 【第62回土木学会年次学術講演会(広島, 19年9月)】3編 【第43回地盤工学会研究発表会(広島, 20年6月)】8編 【第57回理論応用力学学講演会(東京, 20年6月)】①粘土の圧密と砂の締固め/液状化 —構造概念を中心にして— (特別講演), pp.1-10, 他1編 ②粘土地盤～盛土系で発生する地震後遅れ破壊の水～土骨格連成解析 【第13回日本計算工学会(仙台, 20年5月)】間隙水の圧縮性を考慮した砂質地盤の地震時液状化/締固め挙動の計算, Vol.13, No.1, pp.227-230. 【TC34国内委員会シンポジウム「地盤力学における大変形の予測とシミュレーション法に関するシンポジウム」(京都, 19年10月)】①多段階試験盛土載荷に伴う軟弱地盤の進行性破壊の解析, pp.69-72. ②補強盛土～砂・粘土互層地盤系の地震中/地震後挙動の影響, pp.73-80.

平成20年度の主な活動予定

今年度の研究成果は、*Soils and Foundations* などの学術論文誌へ投稿とともに、地盤災害の減災のための予測及びシミュレーションに関する国際シンポジウム (IS-Kyoto, 21年5月)、地震地盤工学における性能設計に関する国際会議 (IS-Tokyo 2009, 21年6月)、4年に1度の第17回国際地盤工学会議 (エジプト, 21年10月) などの国際会議で発表予定です。

GEOASIA の高度化については、並列化による高速化を進めてゆきます。教育プログラムについては、**GEOASIA** のエンジン部分 (SYS Cam-clay model) とシャーシ部分 (水～土骨格連成計算) に関する会員向けの講習会を開催したいと考えています。ご案内しますので是非ご参加ください。広報活動については、本研究会のHPの立ち上げのみならず、企業展示ブースへの出典も視野に入れてゆきます。

編集後記

当研究会の会長の浅岡先生が地盤工学会の会長に就任されました。それに恥じないような活動をしていきたいと思えます。益々のご支援のほどよろしく申し上げます。また、英語版の Bulletin 創刊号も発行しました。是非ご覧ください。