



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。

令和 7 年 8 月 29 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土木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: <https://www.geoasia.jp>

会長メッセージ

今年 1 月に、浅岡が技術顧問をしているジオラボ中部で新年会をしたおりに、役員の皆様と地震と地盤力学について雑談する機会がありました。私の勤め先が「地震予知総合研究振興会」のこともあり、そのような話になったのでしょうか。

その折に、二つの事柄が共通に皆様の注意を引きました。それらは、

① 南海トラフ地震とか首都直下地震とかが最近話題だが、そのような地震は、本当に来るのか？来るとすればいつ頃に？

② 「降伏曲面（降伏関数）」の上（表面）を応力が変化する時は、つまり負荷時には、土は弾塑性変形をするが、降伏曲面の内部での応力変化は土に弾性変形しかもたらさないと、昔教わった。そうすると地震のような繰り返し載荷のときは、最初の大きな一撃こそ地盤は塑性変形しても、それ以降の小さな繰り返し載荷では地盤や土は弾性変形しかしないことになる。つまり地盤は地震では壊れないことになってしまう。どこがおかしいから、こんなことになるのか？

新年会のお酒の勢いで、上の①、②の回答など簡単と思って引き受けたのですが、2 月中旬に取り掛かって、土曜日曜を 6 回は使う羽目になり、結果は「地震と地盤力学」と題する、58 ページの少し長いエッセイ風の読み物になりました。

実は、今年 7 月の地盤工学会全国大会の前日に、大谷順先生が中心になって「浅岡研 OB 会」を開いていただきましたが、最初に短い講演を依頼されていて、この 58 ページの読み物をお配りしました。

「講演」そのものは、浅岡の助教授時代と教授時代の、教え子の先生方の活躍の思い出話だけに終始することになりましたが、しかしお話をされていて、1995 年の阪神淡路大震災以来、名大地盤研の土質力学はこの兵庫県南部地震が原点になっていることを、あらためて思うことになりました。それをごく手短かに書いて、今年の会長挨拶にしたいと思います。

阪神淡路の前年 1994 年 3 月に、浅岡・中野・野田で「限界状態近傍における粘土の水～土連成挙動」という S&F 論文を発表していました。Cam-clay model の解説論文のようなところもあり、著者ら 3 人は控えめに構えていたのですが、実はその逆で、この論文を通じて「Cam-clay model の本質は、日本では、まだほとんど知られていない」という戦慄の事実を知る羽目になりました。「限界状態」という言葉は



浅岡顕会長 近影

（下関にて）

critical state の日本語訳ですが、それ自体が間違っている。その先へはもういけないギリギリ限界の状態のように理解する学者ばかりという事態をみて、彼らは誰もカムクレイモデルを理解していないことが、分かってしまったのです。「限界状態」は日本語に訳すとすれば「臨界状態」が正解です。氷と水の臨界温度が摂氏 0 度、水と蒸気の臨界温度が摂氏 100 度のあの臨界です。1994 年は浅岡が教授になって 6 年目の年でしたが、「この戦慄の事実」のおかげで、3 人のうち少なくとも浅岡は、すでに学会の最前線にいるような気持にもなっていました。

そこに来たのが 1995 年 1 月の阪神淡路です。この地震で浅岡は、土質力学など本当は何も知らないことを、これでもかと言うほど徹底的に思い知らされることになった。他の教授や学者のことなど、もうどうでもよくなった。人と比べるなどと言うのは、もともと本当の学者のすることではありません。たとえ一研究室になっても、たとえ一人になっても、「土質力学を、地震の問題がみな解けるように、何とかしなければならない」と痛切に思いました。阪神淡路を目の当たりにして勇躍、面舵をいっぱい切って太平洋の荒波に船出したことが名大土質研の原点だと思っています。今年でもう 30 年になります。

「力のつり合い式の積分では本当は何も解けていない。すべからく運動方程式を基礎にしていなければならない」と野田自らがそう思って、それを完成させたのは野田先生です。彼がオランダのデルフト工科大学へ出張中のわずか 1 年で、研究室の解析コードを全部書き換えてきたのですが、その功績はもう揺るぎないものです。

「構成式の研究ばかりやっても、土質力学の全体は見えない」、浅岡は酔っぱらってよくそんなことを言い続けていたのですが、阪神淡路の後少しトーンが変わってきて、「構成式ばかり研究してきたと言っても、彼らには、その目的が何だったかはよく語れていなかった。だから今、我々が使う構成式は何もないのだ。阪神淡路を見ればもう目的は明らかだ。我々で新しいのを作らなければならない」という風になりました。野田君などは、なんかだまされたみたいな顔をして、「構成式も、結局はみな自分らでやるのか」とキョトンとしていました。実際、砂から粘土まで我々が使う構成式は、みな研究室自前のものですが、研究室全員の努力の集積の結果です。

浅岡は 2003 年にシンガポールのアジア会議で「砂と粘土はどう違うか」についてキーノートレクチャーをしましたが、考えてみれば土質力学の論文のタイトルとして「砂と粘土はどう違うか」などというのは、これ以上人を食ったタイトルはありません。しかし研究室一丸のおかげで、これを仕上げることができました。心から感謝しています。

2011 年 3 月 11 日には、東北地方太平洋沖大地震が起きました。モーメントマグニチュード 9.0 なんていう地震は、本当にあるのかというほどの大地震ですが、この時は、阪神淡路の時とは違って、冷静に受け止めることができました。浦安の液状化などでも、研究室は素早い対応を見せて、浅岡は振興会で恥をかかずに済みました。山田正太郎先生の「複合負荷面」の構成式もほとんど出来上がっていたころではなかったかと思います。そして長周期地震動による地盤災害、粘土地盤の遅れ破壊、砂地盤の（再）液状化の話など、ほとんどすべてが名大の「独占的研究」になっています。

浅岡は先月白内障の手術を受けて、両眼視力が 1.2 を上回るようになって、今までのようにすりガラス越しに見えていたのと比べると、とても澄んで明るく、クッキリとよく見えるようになっていました。それを伝えたら野田先生から返事があって「そのよくなった目で見たら、今の我々の研究は、どのように見えていますか？」と言ってきました。返事はまだしていませんが、今年の下関の地盤工学会での発表論文 17 編にすべて目を通して、心から驚いています。この 17 編に岐阜大学と東北大学のものを合わ

せると、大変なことになります。どれもみな一流以上のものでした。こういった中身をもう少し詳しく書いて、すぐ返事しておけばよかったと悔やんでいます。

白内障というのは、水晶体がだんだんとすりガラスのように曇ってきて、視力が落ちることらしいですが、これは目医者が水晶体を透明なプラスチックレンズに置き換えて、完治させることができる。問題は心の白内障です。知らず知らず、長い時間をかけて、心の中にすりガラスを作っていないかどうか、これは自分自身でなければ、知ることも直すこともできない。浅岡の、すぐに慢心して、浅岡に関係のないよその研究室のことなんか、まったく興味がないとしてしまう、この悪い癖は、長年かけて自分で作ってきた心のすりガラスのせいでしょう。早く直さなければならぬと反省しきりです。

(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

令和6年度活動報告

(1) 長期沈下予測の事後評価 ～予測後18年間の観測データより～

高速道路用盛土の载荷に伴う軟弱粘土地盤の長期沈下に対し、供用後4年(2006年)時点で実施した長期沈下予測の精度を、その後18年間の実測データから事後評価した。乱れに鋭敏で構造高位な粘土では、サンプリング後の不攪乱試料は原位置粘土よりも圧縮性が低下し、沈下を小さく見積もる可能性が高い。このため、この種の粘土であることを室内試験から事前判定し、原位置粘土の初期状態を推定した上で沈下予測を行う必要がある。一連の手法は2015年に改訂されたNEXCO3社の設計要領から導入され基準化されており、今回その精緻性があらためて実証された。

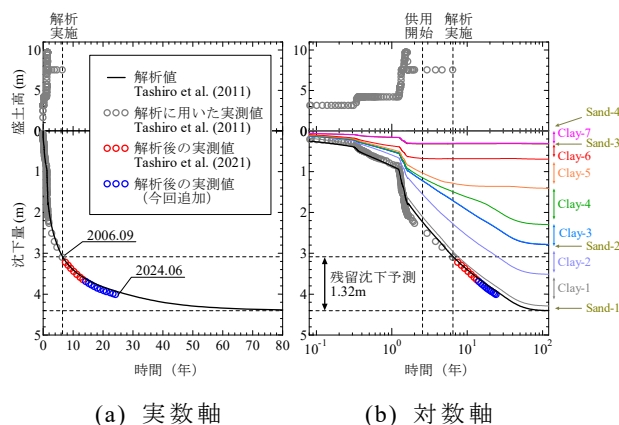


図1 長期沈下予測の事後評価

(2) 傾斜地盤上に造成された既設泥岩高盛土への対策工法の検討

泥岩で造成された盛土は、1993年から2004年までに被災した盛土材の中で、1件あたりの被災土量が最も多く、災害規模が大きいことが示されている。近い将来起こるとされている南海トラフ巨大地震に備えるためにも、既設盛土への耐震対策は喫緊の課題である。そこで、地盤調査結果をもとに供用中の泥岩高盛土をモデル化し、巨大地震への対策工法について検討した。

図2は対策前後の盛土を示す。盛土の耐震対策として、のり尻部にセメント改良を実施し、さらに押え盛土を実施した。図3に海溝型地震動を入力した後のせん断ひずみ分布を示す。未対策の盛土はのり

尻部を中心に 100%程度のせん断ひずみが発生し、およそ天端がおおよそ 4m 程度沈下した。一方、対策した場合、盛土の変形が抑制されていることがわかる。盛土の天端は 1m 程度沈下しているものの、短時間で機能を回復することが可能な程度の変形となった。

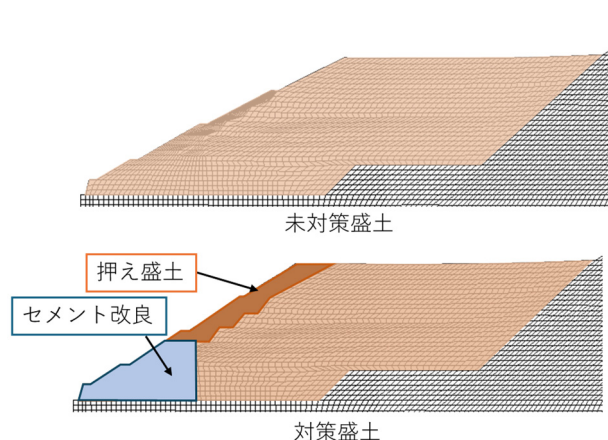


図 2 未対策盛土と対策盛土の概要

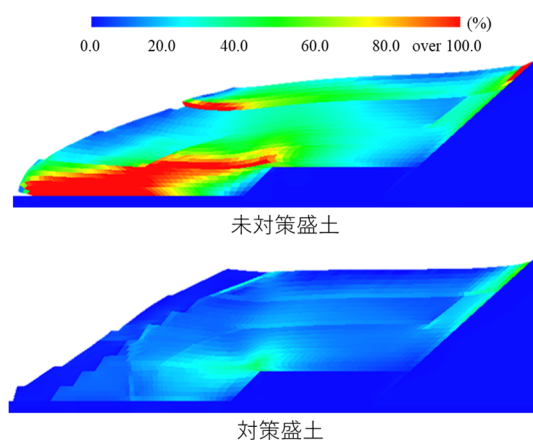


図 3 地震直後におけるせん断ひずみ分布

(3) 海底地盤の波浪外力の継続作用下における液状化と圧密の再現解析

波浪外力により海底地盤が液状化、洗堀を起こし、防波・防潮堤を含む周辺海洋構造物の不安定化を引き起こしたとされる事例が報告されている。これに対し海底地盤の波浪外力作用下での力学挙動メカニズムを把握することが有効な工学的対策を提案する上で重要である。本研究では、GEOASIA が波浪外力作用下の海底地盤の弾塑性挙動を表現できるかを確かめるため、図 4 に示す解析モデルを用いた数値解析結果と宮本ら（2002）が実施した 30G 遠心模型実験の結果の比較を行った。これにより、同数値解析手法は図 5 のように、波浪外力継続作用下における海底地盤の過剰間隙水圧の蓄積に伴う液状化から消散に伴う圧密（Solidification）といった一連の弾塑性挙動を表現できることを確認した（Validation）。さらに、上記数値解析結果を調査することで、限界状態線下側での塑性圧縮が短時間で非排水的に生じることが海底地盤の液状化を引き起こしたこと、またこの塑性圧縮が波浪外力の継続作用により絶えず発生することで圧密の進行が遅れ、収束時に大きな圧縮量となることを突き止めた。

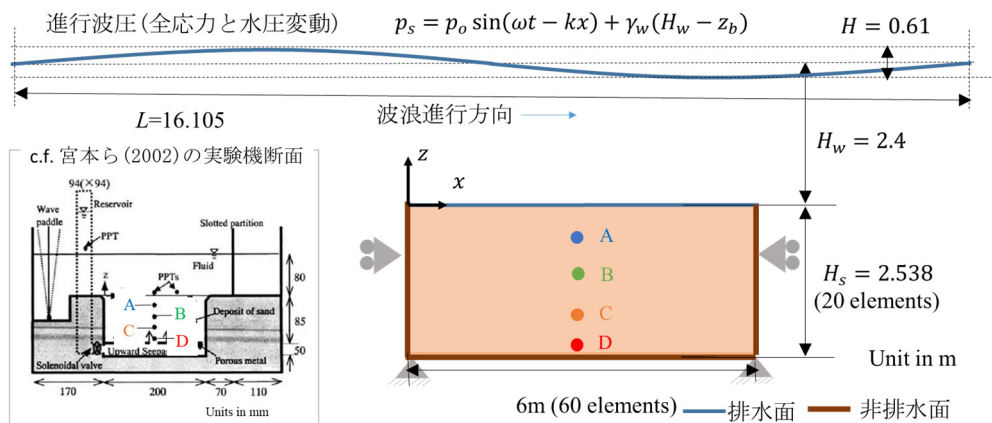
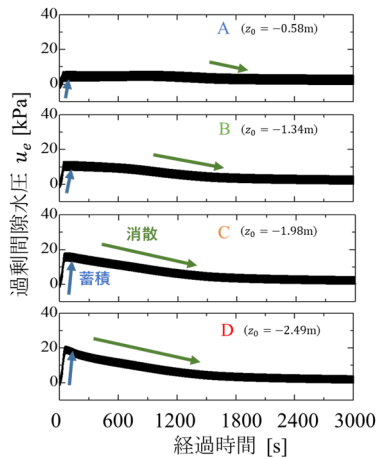
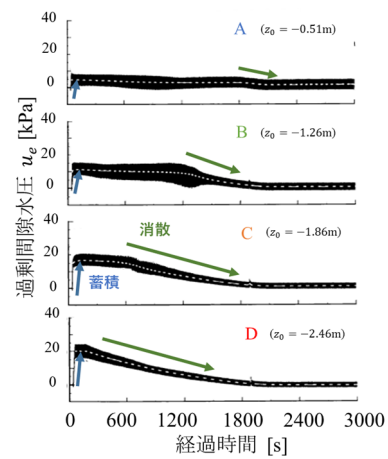


図 4 宮本ら(2002)の実験機断面と解析モデル



(a) GEOASIA による解析



(b) 宮本らによる実験(2002)

図 5 異なる深さ*ごとの過剰間隙水圧時刻歴 *図 4 に示す点 A-D

(4) 非一様な法線応力分布が作用する単純せん断場におけるすべり伝播解析

地盤変形解析における境界条件は、変位既知の Dirichlet 境界条件と荷重既知の Neumann 境界条件を二者択一で設定するのに対し、構造物と地盤の相互作用問題における接触面ではすべり状態(荷重既知)と固着状態(変位既知)を遷移する摩擦現象を呈する。そこで本研究では上下負荷面摩擦モデル(地盤力学に立脚した弾塑性摩擦構成則)で摩擦現象を記述した動的微小変形弾性解析を用いて、非一様な法線応力分布が作用する単純せん断場におけるすべり挙動について議論を行った。図 6 に示す有限要素メッシュの底面において摩擦を考慮し、三角形の法線応力分布(図 7)と解析対象に接する母材に水平速度を与えて、その後の応答を調べた。その結果、図 8 のように法線応力分布に由来してすべり量・すべりの発生頻度の違いが表れ、有効土被り圧の大きな深部ほど地震の発生頻度が減少する地震学の観測事実に符合する結果が得られた。また、低拘束圧領域でのすべりは局所的であるのに対して、高拘束圧領域でのすべりは、周辺領域がその摩擦力低下量を受け持てないことで、接触面全域にすべりが伝播する様子が解かれた。

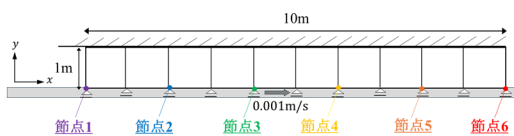


図 6 有限要素メッシュ

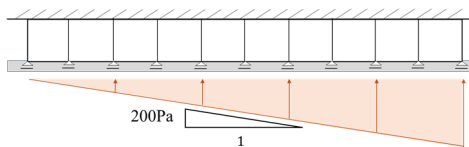


図 7 境界での法線応力分布

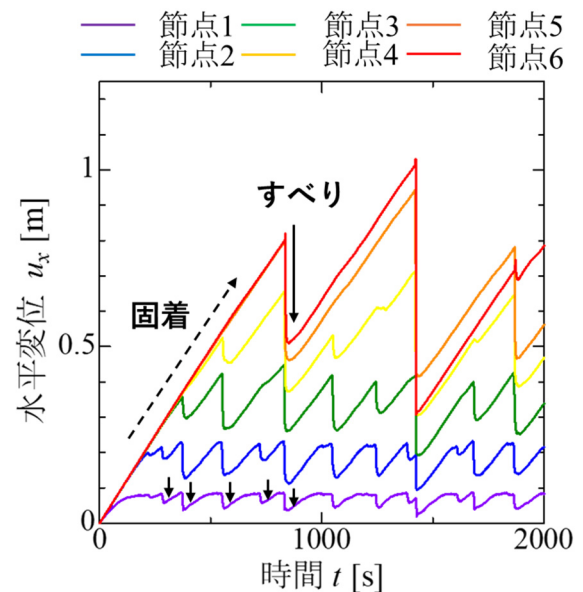


図 8 水平変位の時刻歴

(5) 盆地生成表面波の影響を考慮した河川堤防の耐震性再照査

国土の狭い日本では、洪水氾濫区域に人口や資産が集中しており、河川堤防などの浸水防護施設の健全性確保は、外水氾濫を防ぐ生命線である。しかし、現行の河川堤防の耐震性照査法には課題も存在し、その1つには、地層不整形性に起因する複雑な波動伝播の影響が十分には考慮されていない点が挙げられる。本研究では、地層不整形性に起因して励起される盆地生成表面波が河川堤防の地震時挙動に及ぼす影響を把握するために、表面波抽出のための広域なグローバルモデルと河川堤防周辺の詳細なローカルモデルを組み合わせた地震応答解析を実施した。図9はグローバルモデルによる地表面の速度応答を示す。入力地震動はKik-net益城で観測された2016年熊本地震の強震記録を用いた。不整形基端部で励起された表面波が次第に遠方へ伝播する様子を再現し、対象地点における表面波を抽出した。図10はローカルモデル側面から表面波を入力した場合としなかった場合の地震発生から100秒後のせん断ひずみ分布である。表面波を考慮すると、特に地表面付近や堤体内部の被害が甚大化する。本解析ケースにおいては、堤体天端における沈下量と水平変位量は表面波を考慮することで1.4倍増加し、河川堤防の詳細な耐震性能照査において、表面波を考慮することが重要であることを示唆した。

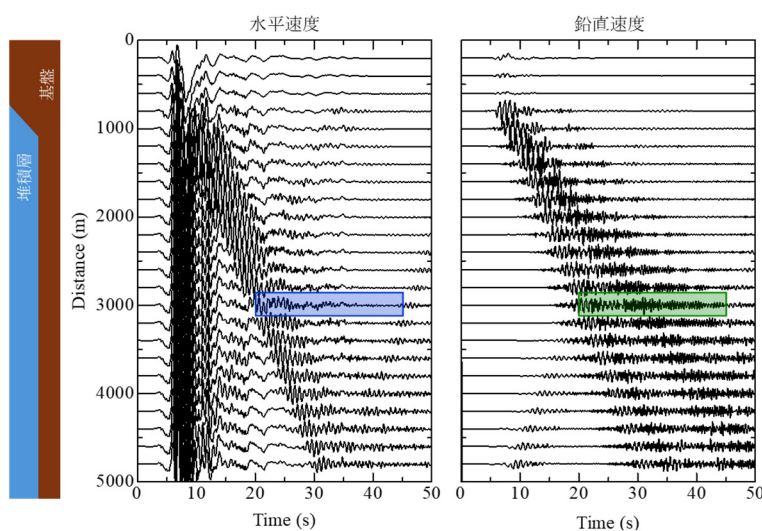


図9 表面波の抽出（グローバルモデル）

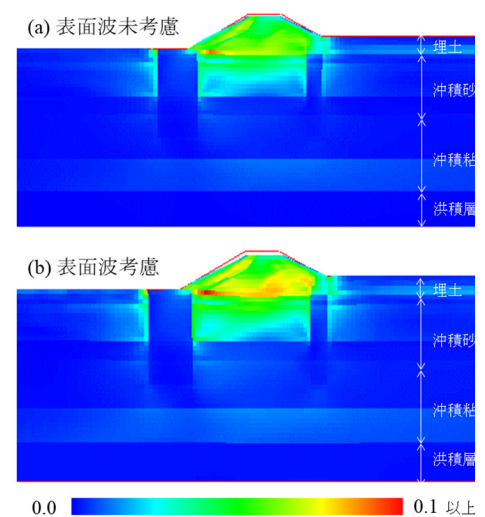


図10 せん断ひずみ分布
(ローカルモデル)

令和6年度の主な公表論文等（令和6年4月～令和7年3月）

学術論文など

【Soils and Foundations】

- 1) Soil-water-air coupled finite deformation analysis considering trapped air and continuous air phases, *Soils and Foundations*, Vol. 64, Issue 5, 101480, 2024.

【Computers and Geotechnics】

- 1) Prediction of huge earthquake-induced deformation of in-service embankments using crushed mudstone as a soil material with slaking and proposal of countermeasures, *Computers and Geotechnics*, Vol.177, 106855, 2025.

【Acta Geotechnica】

- 1) Efficient automatic estimation of soil constitutive model parameters via particle swarm optimization, *Acta Geotechnica*, Vol. 20 pp. 1001-1017, 2025.

【日本地震工学論文集】

- 1) 軟弱な砂・粘土互層地盤上に築造された河川堤防の地震被害に及ぼす地震動の周期特性および継続時間の影響, *日本地震工学論文集*, 25 巻, 5 号, p.5_78-5_91, 2025. doi.org/10.5610/jaee.25.5_78

国際会議

【8th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering】

- 1) Influence of the dominant period and duration of seismic motion on seismic damage of river levees, *Proceedings of 8th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering (8ICEGE)*, OS-27-06, 2024.

【3rd International Conference on Press-in Engineering 2024】

- 1) Deformation suppression effect of double steel sheet pile method for river levee on soft ground against mega earthquake, *Proceedings of the 3rd International Conference on Press-in Engineering 2024 (ICPE2024)*, C07, 2024.

国内発表

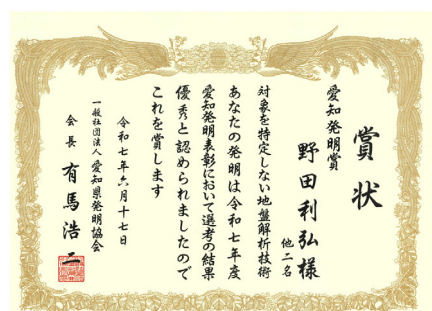
【日本地球惑星科学連合 2024 年大会 (2024 年 5 月)】1 編, 【第 28 回計算工学講演会(2024 年 6 月)】4 編, 【第 59 回地盤工学研究発表会 (2024 年 7 月)】12 編, 【第 36 回中部地盤工学シンポジウム (2024 年 8 月)】3 編, 【第 79 回土木学会年次学術講演会 (2024 年 9 月)】1 編, 【第 67 回理論応用力学講演会 (2024 年 9 月)】2 編, 【第 64 回地盤工学シンポジウム (2024 年 11 月)】1 編など

受賞のご報告

【「令和 7 年度愛知発明表彰」愛知発明賞 受賞】

一般社団法人愛知県発明協会は、令和 7 年度愛知発明表彰受賞者を発表し、名古屋大学の野田 利弘教授、浅岡 顯名誉教授、中野 正樹教授は、発明「対象を特定しない地盤解析技術」(特許 第 4441693 号)により「愛知発明賞」を授与されました。令和 7 年 6 月 17 日(火)には、名古屋商工会議所において表彰式が執り行われ、野田教授が出席しました。もちろん、この「対象を特定しない地盤解析技術」は、GEOASIA のコア技術そのものです。

なお、愛知発明表彰は、愛知県内において優秀な発明をされた方々を表彰し、当地域の発明奨励・振興を図ることを目的に、昭和 55 年度から実施されています。



編集後記

GEOASIA 研究会は、創立から 20 年目となります。構造物と地盤の接触問題については、これまでその解決に苦心してきたのですが、今回活動報告(4)紹介されているようにその問題もついに解決に向かいそうです。さらに強力な地盤解析ツールとなることが期待され、研究会のさらなる発展に尽力してまいりますので、会員の皆様におかれましては研究会活動へのご支援よろしくお願い申し上げます。(高稲)

