



公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

JAEE NEWSLETTER

第 33 号

公益社団法人 日本地震工学会
〒108-0014 東京都港区芝 5-26-20 建築会館 4F
TEL 03-5730-2831
FAX 03-5730-2830
Website: <https://www.jaee.gr.jp/jp/>

編集 日本地震工学会 情報コミュニケーション委員会
委員長 多幾山 法子
委員 上田 遼 篠原 崇之 松田 頼征 田中 裕人 巽 信彦 宮津 裕次 中村 亮太 久保 智弘

2022 年 8 月 31 日 発行

CONTENTS

■ SPECIAL TOPICS 2

特集／各賞の受賞者から

論文賞——2016 年熊本地震により阿蘇カルデラで発生した帯状陥没のメカニズム

(掲載巻号 : Vol. 21, No. 1, 2021 年 2 月)

安田 進 (東京電機大学)、大保 直人 ((公財) 地震予知総合研究振興会)、島田 政信 (東京電機大学)、
千葉 達朗 (アジア航測株)、永瀬 英生 (九州工業大学)、村上 哲 (福岡大学)、
先名 重樹 (防災科学技術研究所)、北田 奈緒子 ((一財) 地域地盤環境研究所)、石川 敬祐 (東京電機大学)

論文賞——機械学習を用いた日本全国の液化化危険度の推定

(掲載巻号 : Vol. 21, No. 2, 2021 年 5 月)

桑原 光平 (東京工業大学 (現 : 損害保険料率算出機構))、松岡 昌志 (東京工業大学)

功績賞——日本地震工学会功績賞を受賞して

久保 哲夫 (東京大学・名誉教授)

功績賞——功績賞を受賞して

吉田 望 (東北学院大学名誉教授)

功労賞——功労賞を受賞して

徳光 亮一 (大成建設)

論文奨励賞——機械学習を用いた日本全国の地盤の平均 S 波速度分布の予測

(掲載巻号 : Vol. 21, No. 5, 2021 年 11 月)

桑原 光平 (東京工業大学 (現 : 損害保険料率算出機構))

論文奨励賞——論文奨励賞を受賞して

(掲載巻号 : Vol. 21, No. 5, 2021 年 11 月)

長嶋 史明 (京都大学)

■ EVENT REPORT 9

第10回社員総会開催報告

■ JAEE COMMUNICATION 10

「連載コラム」 鯨おやじのおせっかい.....武村 雅之 (名古屋大学 減災連携研究センター)

Quick inspection of U-shaped steel dampers based on shape change caused by cyclic loading.

鄭 皓文 (ZHENG haowen) (東京工業大学 環境・社会理工学院)

■ JAEE CALENDAR 13

■ 会誌刊行案内、編集後記 14

SPECIAL TOPICS

■特集／各賞の受賞者から

今号の JAEE Newsletter では、功績賞・功労賞・論文賞・論文奨励賞の受賞者の方々から業績・研究をご紹介します。例年であれば、オンラインでの総会の後、各賞の贈呈式と記念講演が行われますが、今年は新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け延期となりました。贈呈式と記念講演は、日本地震工学会・大会— 2022 にて開催予定です。

【論文賞】

2016 年熊本地震により阿蘇カルデラで発生した帯状陥没のメカニズム

(掲載巻号：Vol.21, No.1, 2021 年 2 月)

安田 進（東京電機大学）、大保 直人（（公財）地震予知総合研究振興会）、島田 政信（東京電機大学）、
千葉 達朗（アジア航測株）、永瀬 英生（九州工業大学）、村上 哲（福岡大学）、
先名 重樹（防災科学技術研究所）、北田 奈緒子（（一財）地域地盤環境研究所）、石川 敬祐（東京電機大学）

この度は栄誉ある日本地震工学会論文賞をいただき、誠に光栄に存じます。本論文の査読や本賞の選考に関わられた皆様などに深く御礼申し上げます。本論文は 2016 年熊本地震により阿蘇カルデラ内で発生した特異な帯状陥没に関して、発生のメカニズムを明らかにしたものです。

地震時には斜面崩壊や液状化だけでなく、まだ認識されていない地盤災害が時々発生してきています。この帯状陥没もそれでした。幅数十m、長さ数十m～数百mの特異な陥没がカルデラ内の広い範囲で無数に発生し、住宅や農地などに深刻な被害を与えました。著者達は国内外の地盤災害を長年調査してきていますが、それでも初めての経験でした。科研費の補助を受けて地震工学・地盤工学・リモートセンシング学・地質学・火山学の研究者が共同し、阿蘇市や住民の方々の協力も得て 3 年間研究を行いました。研究にあたって、①合成開口レーダによる地表面変位の測定から始めて、②住民へのヒアリング、③既往地盤調査資料の収集をまず行いました。そして家屋の被害が甚大であった狩尾地区を選び、④ボーリング・標準貫入試験・PS 検層・コア観察、⑤表面波探査、⑥微動アレイ観測、⑦反射法探査、⑧各種土質試験、といった詳細な地盤調査や土質試験を行いました。これらをもとに⑨土層断面を推定し、⑩地震応答解析および残留変形解析を行いました。詳細な地盤調査が行えなかった他の被災地区では、微動アレイ観測を密に行うことで土層断面の推定をし、全被災地区での地震応答解析および残留変形解析を行いました。以上の結果、約 9000 年前に存在したカルデラ湖に堆積していた湖成層が地震時に軟化し、湖の底面に沿って回りこむ変形が生じ、湖の縁付近で線状につながる局所的な陥没が生じたことが明らかになりました。

火山地帯の地下構造は複雑なため特異な地盤災害が発生する可能性があります。今後も、火山地帯を含め、各地の地震時地盤災害の防止・軽減に寄与できる研究を進めていきたいと考えています。



写真 1 狩尾地区で発生した帯状陥没

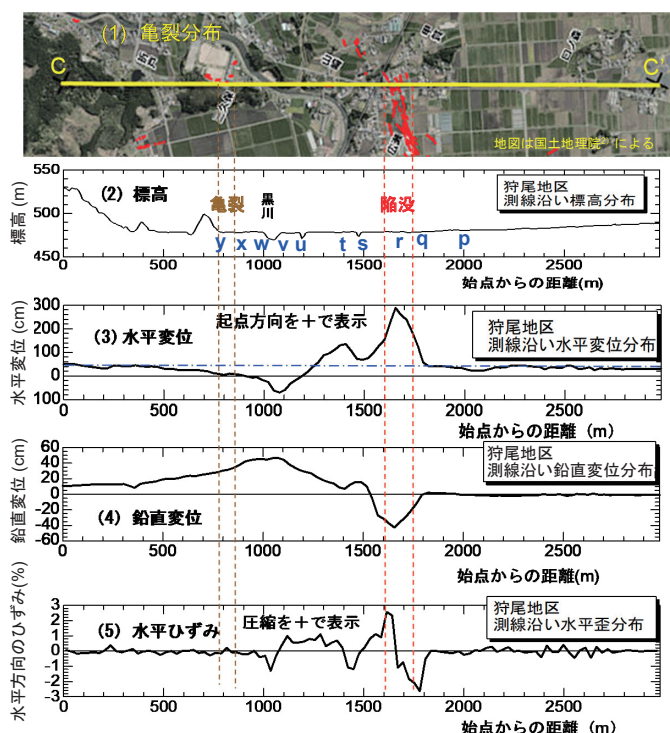


図 1 狩尾地区を通る測線での変位・ひずみ分布

SPECIAL TOPICS

【論文賞】

機械学習を用いた日本全国の液状化危険度の推定

(掲載巻号: Vol. 21, No.2, 2021 年 5 月)

桑原 光平 (東京工業大学 (現: 損害保険料率算出機構))、松岡 昌志 (東京工業大学)

このたび、2021 年度日本地震工学会論文賞を賜りましたこと、大変光栄に存じます。本論文の共著者である松岡昌志先生 (東京工業大学 教授) をはじめ、ご指導・ご助言をいただきました篠原崇之氏 (株式会社パスコ)、Haoyi Xiu 氏 (東京工業大学 学生)、本論文の改善のため有益なご助言をくださりました査読者の方々、本賞の選考にあたられた方々など、多くの関係者皆様に厚く御礼申し上げます。

本論文は、過去の液状化履歴や地形情報を用いて、日本全国の液状化危険度を評価したものです。日本全国のような広域を対象とした液状化評価の先行研究は存在しますが、それらよりも多くの液状化履歴 (1891 年から 2016 年に発生した 41 地震) と、近年注目を浴びている機械学習手法を用いたことで、従来よりも精度良く液状化危険度を評価する予測モデルを構築した点が新しい点となります。

本研究では、従来よりも多くの液状化履歴を用いていますが、それでもデータ数は約 18000 です。一方で、非液状化履歴のデータ数は約 1.15 億となり、使用するデータを液状化地点周辺 (30km 四方) に選定しても約 420 万です。このようなデータの不均衡性は予測モデルの構築に悪影響を及ぼし、多数側に依存した予測モデルを構築してしまいます。液状化と非液状化が 1:1 の比率のデータを用いて予測モデルを構築することが望ましいですが、その場合は少数側のデータの選定が恣意的なものにならざるを得ません。

そこで本研究では、予測モデルを複数作成し、それらの予測モデルの予測結果を平均化するアンサンブル法を用いることとしました。各予測モデルの構築において、液状化データは全ての予測モデルで共通のものを使用し、非液状化データは各予測モデルで別々のものを液状化データと同数サンプリングすることで、各予測モデル構築時のデータの比率は 1:1 となるように設定しました。なお、非液状化データのサンプリングでは、山地や丘陵といった液状化がしにくい地形や、地震動の揺れが小さく液状化が起こりにくい地震ばかりを抽出しないよう制限を設けました。このようなデータを用いて予測モデルを構築すると、台地等の液状化がしにくい地形であっても、山地や丘陵以外であるため液状化すると評価したり、山地であっても震度 7 のため液状化すると評価してしまうモデルが構築されるおそれがあるからです。

表 1 に先行研究の一つである Matsuoka et al. (2015) と本研究の液状化評価の精度を示しています。なお、予測モデルの構築に使用していない評価用のデータ (液状化: 約 3600、非液状化: 約 83 万) を用いて分類性能を比較しています。

Accuracy, Precision, Recall のいずれの評価指標においても、本研究の方が高いことが明らかになりました。また、図 1 に内閣府 (2012) で検討された東南海・南海地震 (南海トラフ) における PL 法による液状化危険度と、本研究の予測モデルによる同地震の液状化危険度を示しています。図 1 を見ると、内閣府の液状化危険度と本研究で示した液状化危険度の傾向は調和的となっています。

本研究で作成した予測モデルは安全側を重視しているため、液状化を過剰に評価する傾向にあります。このような評価は、地盤調査すべき箇所的大幅な増加につながり兼ねなくコストの観点からは必ずしも望ましいことではありません。更なる液状化評価精度の向上のため、引き続き研究を進めて参りたく存じます。

表 1 先行研究と本研究の評価精度

Matsuoka et al. (2015)				This study		
Threshold	0.0005			0.61		
N_{All} (N_{Liq})	Accuracy	Precision	Recall	Accuracy	Precision	Recall
836,203 (3,622)	0.639	0.011	0.903	0.951	0.076	0.914

Accuracy: 全体の正解率, Precision: 予測した液状化の正解率, Recall: 実際の液状化の抽出率

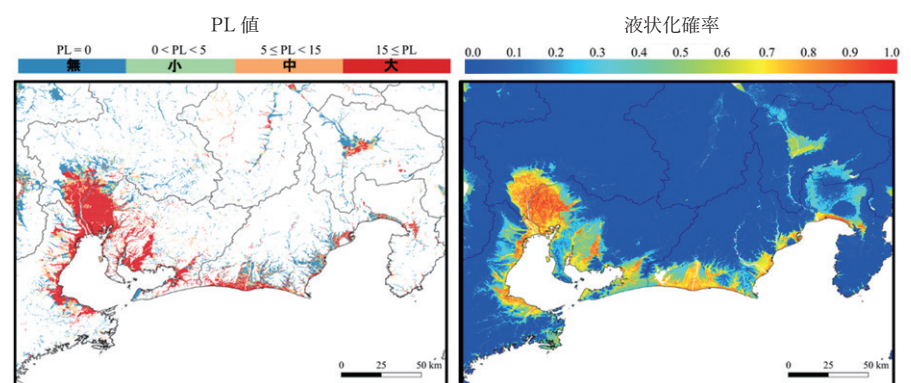


図 1 東南海・南海地震における濃尾・静岡平野周辺周の液状化危険度 (左: 内閣府、右: 本研究)

SPECIAL TOPICS

【功績賞】

日本地震工学会功績賞を受賞して

久保 哲夫（東京大学・名誉教授）

この度、「鉄筋コンクリート造建築物の耐震構造工学および都市構造物の地震時脆弱性評価を中心とした幅広い研究・教育に対する貢献」を理由として功績賞授与のご推挙をいただいたことは大変に荣誉とするところです。理由とされる業績は私個人によるものではなく、研究生活をよちよちと始めた時からの諸先生、学兄ならびにその後に歩みをともにした方々に拠るところが大きい。

私の研究分野は建築構造である。卒業研究は鉄筋コンクリート（R/C）構造を選んだ。大学院進学後は、先ず地震動に関心を持った。研究室ではR/C構造と振動の二つの課題を中心として研究が進められており、情報交換の場として研究会が折々に開催されていた。当然ながら当初は‘ちんぷんかんぷん’であったが、建築構造に対していろいろなアプローチがあることを会得した。

大きな転機は1995年阪神淡路大震災である。地震発生の翌日に被災地に入った。目にしたせん断破壊は講義や研究室の実験時に教えられた破壊とは様相を大きく異にし、自然事象の大きさを強く認識する基となった。被災地域を足で歩くことに努め、地下構造物の損壊、液状化現象、耐震関係規定の改正前後の建物の損傷状況、普及段階にあった免震構造建築物などをまわった。

阪神淡路大震災に対して地震防災研究基盤整備が国の施策に取りあげられ、地震防災フロンティア研究センター（Earthq. Disaster Mitigation Res. Ctr.）が1998年1月に設置された。同センターで、強震動の入力過程、基礎構造・上部構造物の応答と破壊機構、都市構造物の損傷・被害を一連事象として捉える「破壊・脆弱性評価チーム」を担当することになり、地震、地盤、土木・建築構造物応答を習得したスタッフを集めて研究を進めることになった。センター設置の諮問には“アジア太平洋地域を中心とした国際研究交流の拠点とすること”が記されており、科学技術振興調整費交付を得て、APEC地域との共同研究を進めた。

想いとして残るのは今いわれている Diversity である。チームとしての都市構造物損傷アセスメントにおける地震学、地盤工学、土木・建築構造工学の交流であり、センターとしての異学問分野の交流である。同じ分野、同じ組織の研究者との交流は“心地よい”が、他分野、他組織との交流はままだ“居心地の悪さ”を感じるものである。他の分野・組織との交流は、自身の課題整理と課題解決の手掛かりを得る貴重な機会であろう。

日本地震工学会との第一のつながりは発足時（2001年1月）の理事（学術担当）就任である。先ず手を付けたのは学術雑誌の発刊であった。表紙のデザイン選定を経ての12月の論文集第一号の発刊は感慨深いものであった。第二は、2010年6月の第11代会長就任である。一年を務め、翌2011年6月の総会に向けての準備に掛かっていた折に、2011年東日本大震災が発災した。

災害という社会課題を取り扱うには学際集団としての日本地震工学会は有効な組織である。例えば被災者住宅の設置は、政治・経済学、人文・社会学、理学、工学や看護・ケア等の統合課題である。私の専門分野としてきたR/C造建物の崩壊形制御などはそれぞれに各分野で扱えばよい。次の時代を担う皆さま方への言葉として残したい。

SPECIAL TOPICS

【功績賞】

功績賞を受賞して

吉田 望（東北学院大学名誉教授）

このたび、「液状化地盤の非線形解析技術に関する研究・教育と研究成果の応用による同分野の発展に対する貢献」により功績賞をいただける事になりました。せっかくの機会ですので、これまでの研究内容などを紹介させていただきます。

京都大学では学部、防災研究所における修士、博士、研修員時代を通し一貫して鉄骨構造（繰返し軸力を受ける筋かいの挙動）の研究をしていた私が、今のフィールドに変わったのは、就職した佐藤工業の業務で、原子力発電所の炉心冷却用の水路の途中にある沈砂池で、周辺の岩砕が液状化し、それが沈砂池に流れ込み、炉心に水を供給できなくなる可能性を検討することでした。自力では無理と思い石原先生の所に相談に行ったところ、東畑先生が作った YUSAYUSA というプログラムを紹介していただきました。原子力発電所の設計も一段落すると、中央技術研究所内に地盤耐震特別研究室を作っていただき、再び研究に戻りました。YUSAYUSA の中を見て石原先生と議論したり、1983 年日本海中部地震の際に被害調査に同行させていただき、被害の解析のお手伝いをしているうちに、石原先生から、海外に勉強にいきませんか、と言われ、University of British Columbia の Finn 先生の所に行くことになりました。



吉田 望 先生

Finn 先生の所では、TARA-2 というプログラムの改良や解析の議論が主でした。当時、コンピュータはまだ非力で、夕方にデータを入れ、翌朝に博士課程の学生が結果を整理し、午後に議論し、必要なら再計算する作業の繰返しでした。英語力が未熟なためか、言いたいことがわかってもらえないことも多く、ほぼ毎日、夜にメモを作り、翌日 Finn 先生に渡すという事を繰り返しました。バグを修正し、透水などいくつか新しい機能をつけ、プログラムは TARA-3 にバージョンアップしました。

UBC から佐藤工業に戻った後、専門を変更し、地盤工学を続けるのは自然な流れでした。とはいっても、予算が多くあるわけでもありませんでしたので、解析、それも実用的なものを目指しました。最初の論文は減衰特性を完全に満たす手法の提案で、石原先生が前半は書きたいということで、後半のみ私の文章ですが、ほとんど訂正されなかったことで、英語に少し自信が出来ました。その後も、逐次積分非線形法で繰返しせん断特性を完全に満たすモデル、また、実務でよく使われる SHAKE の問題点を指摘し、改良法を提案するなど、全応力解析に関しては精度向上に貢献してきたと思っています。液状化は挙動が複雑で、実験を整理して実験式を作ったり、挙動を整理するなどが主な内容で、まだ、自信を持って解析に使えるモデルを作れていません。職場は、佐藤工業から応用地質、東北学院大学、関東学院大学と変わりましたが、研究に対しては一貫性を持ってきました。友人のすすめもあり、一般の技術者用に、地盤の地震応答解析（鹿島出版会）、Seismic response analysis（Springer）、液状化現象（森北出版）を出版し、現在、液状化の英語の本を執筆中です。また、毎年、土木学会と地盤工学会で地震応答解析、液状化解析の講習会をしています。

プログラムの公開も積極的に行ってきました。最初は、改良した YUSAYUSA を公開しましたが、当時、無償でプログラムを公開するなど、あり得なかったことで、驚かれ、また、感謝されました。その後も、自分で作ったプログラムは、常に最新版を公開してきました（<https://www.kiso.co.jp/yoshida/>）。

地盤のことをまったく知らなかった私がここまで出来たのは、上に挙げた方以外に多くの友人に助けていただいたからです。改めて御礼申し上げます。

SPECIAL TOPICS

【功労賞】

功労賞を受賞して

徳光亮一（大成建設）

このたびは日本地震工学会功労賞を賜りましたこと、厚くお礼申し上げます。2019年度から2年間の総務理事の活動を評価いただいたと認識しております。学会の運営活動にはこれまで全く縁がなかったこともあり、理事のお話をいただきました当初は戸惑いと不安を抱きながらのスタートでしたが、中埜会長、小松事務局長、戸田事務局員（当時）をはじめ、理事・監事並びに会員の皆様のご支援をいただき、至らぬ点も多かったとは思いますが何とか任期を全うすることができました。

在任中の半分以上の期間はコロナの影響により、対面式の会合が制限され、理事会・イベントのほとんどがオンライン形式で行うことを余儀なくされました。また残念ながら17WCEE、ESGシンポジウム等の目玉となるイベントが軒並み延期となりました。このような状況の中、学会各賞の表彰式を本会では初めてオンライン形式にて企画し、試行錯誤しながらも年次大会および社員総会にて無事に執り行うことができました。また在任中に本会は創立20周年の節目を迎え、秋山委員長（当時）のもと、記念事業の運営にも携わり、貴重な経験をさせていただきました。

現在は将来像検討WGの委員として、また2023年の秋に予定されている第16回地震工学シンポジウムの総務・会場部会の委員として活動させていただいております。今後も引き続き本会の発展に微力ながら貢献できればと思いますので、よろしくお願い申し上げます。

【功労賞】

第17回世界地震工学会議（17WCEE）の開催成功に対する貢献が認められ、17WCEE組織委員会および運営委員会が受賞いたしました。

組織委員会は、目黒公郎組織委員会委員長、中埜良昭組織委員会副委員長、今村文彦組織委員会副委員長を中心として編成されており、運営委員会が会議の実務を担いました。

第17回世界地震工学会議（17WCEE）は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響により約1年延期されましたが、2021年9月27日～10月2日（拡大会議期間～12月24日まで）に開催されました。本会議の成功は、組織委員会および運営委員会の貢献によって支えられました。詳細な受賞理由については学会ホームページをご確認ください。

SPECIAL TOPICS

【論文奨励賞】

機械学習を用いた日本全国の地盤の平均 S 波速度分布の予測

(掲載巻号 : Vol. 21, No. 5, 2021 年 11 月)

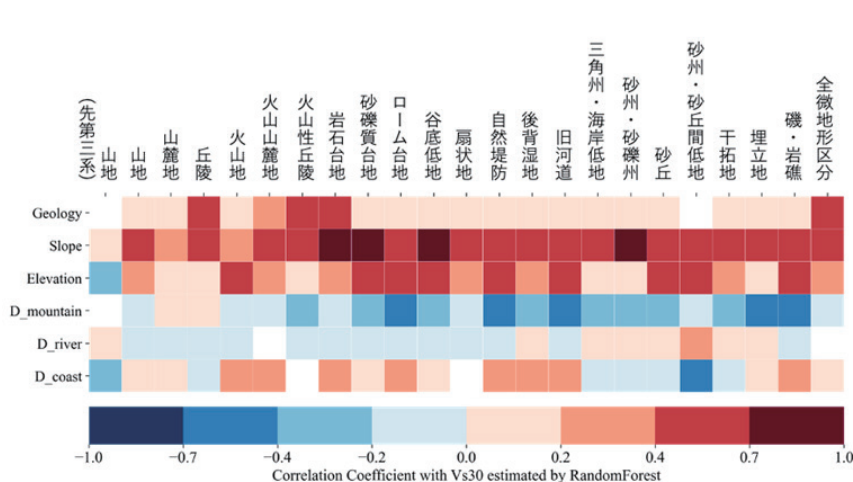
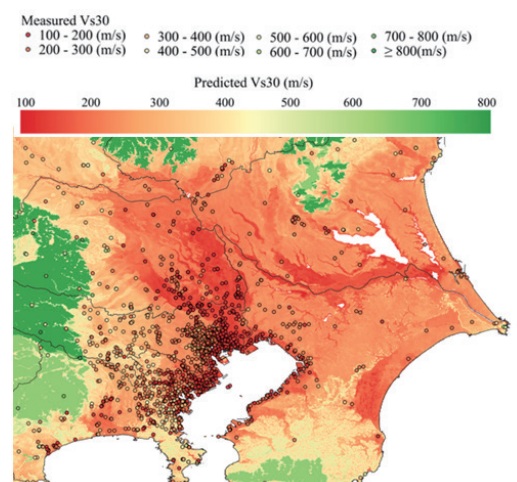
桑原 光平 (東京工業大学 (現 : 損害保険料率算出機構))

このたび、2021 年度日本地震工学会論文奨励賞を賜りましたこと、大変光栄に存じます。本論文の共著者である松岡昌志先生 (東京工業大学 教授)、翠川三郎先生 (東京工業大学 名誉教授)、先行的に本研究を進めてくださった高宮奎志朗氏に厚く御礼申し上げます。また、ご指導・ご助言をいただきました篠原崇之氏 (株式会社パスコ)、Haoyi Xiu 氏 (東京工業大学 学生)、本論文の改善のため有益なご助言をくださりました査読者の方々、本賞の選考にあたられた方々など、多くの関係者皆様に対しても厚く御礼申し上げます。

本論文は、従来よりも多くのデータを用いて日本全国を対象に深さ 30 m までの平均 S 波速度 (V_{s30}) を予測したものです。本論文では 2 段階で V_{s30} を予測しており、1 段階目では深さ 30 m 未満の PS 検層データから V_{s30} を予測し、日本全国の予測に使用可能なデータを増やしました。2 段階目では、 V_{s30} の予測に寄与すると考えられる地形に関する 10 個の説明変数を用意し、その全ての組み合わせ (1,023 通り) で予測モデルを構築し、日本全国の V_{s30} を予測しました。両予測において、機械学習手法を用いることで、先行研究よりも高精度に予測できることを確認しました。また、作成した予測モデルを分析し、得られた結果の解釈について検討しました。

結果的に、日本全国の V_{s30} の予測では、「微地形区分、表層地質、傾斜角、標高、山地からの距離、河川からの距離、海岸からの距離」の説明変数を用いたランダムフォレストによる予測が最も高精度となることがわかりました。図 1 に各説明変数と予測値の相関係数を示します。図 1 は、微地形区分を横軸に、その他の特徴量を縦軸にしてグリッドを作成し、グリッドの色によって、予測した V_{s30} との相関関係を示しています。山地 (先第三系) を除いて、傾斜角と標高の特徴量は、全ての微地形区分において正の相関が見られます。標高が高く傾斜が大きい地形では堆積物の粒径が大きく硬い地盤であることが考えられるため矛盾していません。学習データを分析したところ、山地 (先第三系) の微地形区分では、標高と測定した V_{s30} で負の相関が見られました。この理由については明確ではありませんが、実際には谷底低地や山麓地等であっても緯度・経度による機械的なデータの統合により山地 (先第三系) と判断されている可能性等が考えられます。これを踏まえ、本論文では、そのような微地形区分においては先行研究の結果を代用して日本全国の V_{s30} マップを作成しました。

今回採用した機械学習手法では回帰分析のように説明変数と予測結果の因果関係を一見して判断することはできません。今回のケースのように、真値と予測値で誤差は小さいものの、意図した予測を行っていない可能性があります。今後は解像度の高い情報を用いてデータセットを作成することでデータの結びつきの改善を図り、より詳細な V_{s30} の予測を目指したいと思います。

図 1 各微地形区分における予測した V_{s30} と説明変数との相関係数図 2 本研究で予測した V_{s30}

SPECIAL TOPICS

【論文奨励賞】

論文奨励賞を受賞して

(掲載巻号: Vol. 21, No. 5, 2021 年 11 月)

長嶋 史明 (京都大学)

この度は 2021 年度日本地震工学会論文奨励賞を賜り誠にありがとうございます。本論文は図 1 に示すような過去に世界各地で発生した多数の内陸地殻内地震の震源インバージョン結果を用いて、震源パラメーター間の関係について整理し、震源パラメーターの関係式であるスケーリング則について既往の式を再評価したものです。本論文を執筆するに際し共著者や学会等で議論していただいた方々、細やかな査読をしていただいた査読者に対して御礼申し上げます。また、本論文文中で使用した震源モデルのインバージョンに携わった研究者の方々や、それらを取集し統一規格のもと公開する SRCMOD を整備した Martin Mai 氏らのご尽力にも御礼申し上げます。

前述の通り、本論文は SRCMOD に収集されている世界の内陸地殻内地震の震源インバージョン結果を用いて、地震モーメント (M_0) や断層サイズ (長さ L 、幅 W 、面積 S)、平均すべり量 (D) の関係であるスケーリングについて再評価したものです。まず、Somerville et al. (1999) のクライテリアで震源インバージョン結果のトリミングを行い、矩形断層を仮定しつつすべり量が小さく地震動に寄与しない領域を除去しました。トリミングした震源インバージョン結果のデータセットを用いて、断層幅の頭打ちを考慮したスケーリング則 (Hanks and Bakun (2008) や地震調査研究推進本部の 3 ステージモデル) あるいは自己相似則を仮定したスケーリング則 (Leonard (2014) や Thingbaijam et al. (2017)) との図上での比較を行い、それぞれのスケーリング則とデータセットとの整合性について検討しました。また、インバージョンに強震記録を用いたかどうかで場合分けをしたデータセットとスケーリング則との対数残差による整合性の評価も行いました。今回収集したデータセットは M_0 が 10^{16} Nm から 10^{21} Nm までの幅広い範囲をカバーしており、データセットのスケーリングにはばらつきが見られるものの、3 ステージモデルやその他のスケーリング則はデータセットと整合的であることが分かりました。ただし図 2 の M_0 - S スケーリングにおいて 3 ステージモデルの第 3 ステージ相当 ($M_0 > 1.8 \times 10^{20}$ Nm) では、特に 3 ステージモデルはデータセットとよく一致し、Hanks and Bakun は過小評価となりました。既往研究では地殻内地震の地震発生層厚さに起因する深さ約 20 km での断層幅の頭打ちが提案されており、本研究では断層の傾斜角等を考慮するとほとんどの震源インバージョン結果は深さ 20–25 km よりも浅くなり、既往研究と対応する断層幅の頭打ちが見られました。

Somerville et al. (1999) に基づきすべり量の大きい領域をアスペリティとして抽出し、アスペリティの総面積 (S_a) やアスペリティ内の平均すべり量 (D_a) についてもスケーリングを評価しました。アスペリティ総面積 S_a と断層面積 S の比 S_a/S は平均 0.235 となり、既往研究で示されている 0.22 や 0.215 と同程度の面積比が得られました。図 3 のように M_0 - S のスケーリング則を既往研究の S_a/S に基づき 0.22 倍したものをを用いて M_0 - S_a スケーリングを評価したところ、 M_0 - S_a は M_0 - S スケーリング則の 0.22 倍とよく対応し、平均的なアスペリティ総面積は断層面積の 0.22 倍と仮定できることが分かりました。第 3 ステージ相当では 3 ステージモデルとの整合性が高い結果となりました。

以上の検討から、できるだけ少ないばらつきで評価するなら 3 ステージモデルを、広いマグニチュード範囲を簡便に表現したいなら Leonard のスケーリング則を用いることが妥当であると結論付けました。本研究結果が今後の地震工学や強震動予測の研究の一助となれば幸いです。

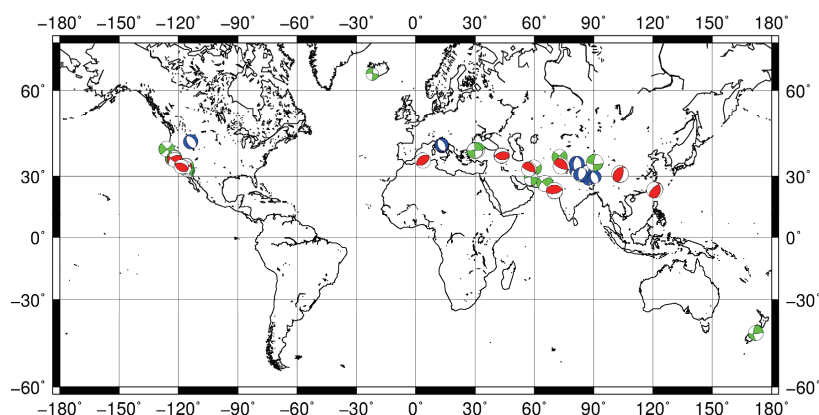


図 1 本論文で使用した海外の内陸地殻内地震の震央分布図 (緑・青・赤色はそれぞれ横ずれ・正断層・逆断層地震を表す)

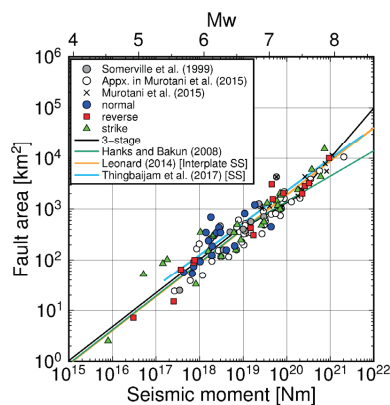


図 2 地震モーメントと断層面積の関係

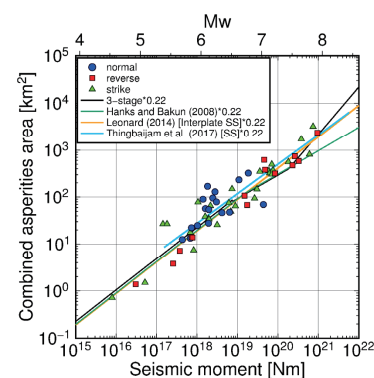


図 3 地震モーメントとアスペリティ総面積の関係

JAE COMMUNICATION

連載コラム 鯨おやじのおせうかい

連載コラム、「鯨おやじのおせうかい」。武村雅之先生（名古屋大学）の連載コラム第 28 号をお届けします。

その 28 溜屋忠兵衛

江戸時代のはじまりから 400 年余り、その間に江戸・東京は 3 度の大地震に見舞われている。旧暦、元禄 16 年 11 月 23 日（1703 年 12 月 31 日）の元禄地震、安政 2 年 10 月 2 日（1855 年 11 月 11 日）の安政江戸地震、そして大正 12(1923) 年 9 月 1 日の関東地震である。そのうち、安政江戸地震は関東地震について大きな被害を出した地震である。

このため慰霊碑も多く、翌年安政 3 年の暴風雨（江戸台風）によるものを含めると 23 区内に 10 基が確認できる。練馬区高野台の真言宗長命寺には徳川幕府が安政 4 年の 3 回忌に建立した「大施餓鬼塔」がある。この供養碑は、当初は台東区蔵前 3 丁目の蔵前神社（当時は蔵前八幡神社）に建立されたが、明治政府による神仏分離令の影響を受けて明治 3（1870）年に現在の長命寺に移されたものである。一方、台東区竜泉 1 丁目の浄土宗大恩寺には新吉原での遊女を中心に 685 名もの犠牲者に対する供養碑や葛飾区堀切 3 丁目の日蓮宗妙源寺には歌舞伎役者の 11 代目森田勘彌の妻が犠牲者のために建立した石造題目塔がある。この寺は、もとは本所馬場町（現在の墨田区東駒形 1 丁目）にあったが、関東大震災後に現在地に移転した。また、町方商人によるものとしては、墨田区両国 2 丁目の浄土宗回向院の六地藏や、墨田区太平 1 丁目の日蓮宗法恩寺、同区向島の真言宗多聞寺などにある。

図 1 に墨田区墨田 5 丁目の真言宗多聞寺の墓地にある安政江戸地震の 13 回忌の供養塔を示す。私は、この供養塔で興味深い店があることを知った。店の名前は溜屋。現在は溜屋近藤商店（株）という葬儀屋さんである。屋号は溜忠（ためちゅう）といい、東京都足立区千住で 300 年も続く老舗で、創業は宝永 3（1706）年という。

供養塔には、竿石の正面に地藏立像の線刻があり、右側面に法要を取り行った権律師快勢の記、右側面に死を悼む和歌が書かれ、台座には 3 面にわたってこの供養塔を建てるのに協力した人々の住所と名前とが、石工を含めて 36 名記載されている。建立年が慶応 3（1867）卯年 5 月下旬であることも記載されている。ちょうど明治維新前夜である。住所は、当地（隅田村）、梅若地内、千住、下谷、市ヶ谷、高田、八丁堀、亀有など地元を中心に広い範囲にわたっている。その中で、台座右面に千住 4 丁目の溜屋忠兵衛の名があり、家族と見られる男子 3 名、女子 1 名、計 4 名の名を連ねている。溜屋は安政江戸地震の時にはすでに創業 150 年であったとは驚きである。

さっそく、安政江戸地震のときはもとより、大正の関東大震災のときなど、大量の犠牲者が出た際に、葬儀屋さんがどのような対応をしてきたかが知りたくて、現在は足立区千住 5 丁目にある溜屋近藤商店（株）を訪ねた。現在の社長の 10 代目である近藤温思（あつし）氏と、叔父で 7 代目の三男に当たる近藤明氏にお話を伺った。図 2 は昭和初期の溜屋の店先における写真である。

それによれば、千住に初代忠兵衛が目薬などを扱う、万屋を構えたのが宝永 3（1706）年で、享保 13（1728）年の江戸の大洪水の時に、屋根に流れてきた「鳳凰」



図 1 真言宗多聞寺の墓地に立つ安政江戸地震の 13 回忌供養塔



図 2 昭和初期の溜屋の店先〔武村（2019）〕。
写真は溜屋近藤商店提供

JAEE COMMUNICATION

がひっかかったのをきっかけに「神仏にたずさわる事を…」と神仏具・棺を扱うようになったという。

「溜屋」という屋号もこのことから付けられた。それから長らく、雑貨屋のような商売をする一方で葬儀屋をやっていたが、大正時代から葬儀屋専業となった。戦前は地区の住民が協力して葬式を出したので、葬儀屋には、棺桶はもちろん、遺体を火葬場や墓地へ運ぶ蓮台など葬儀に必要なもの一切を造る職人や墓掘り人夫なども雇う大所帯だった。当然、役所からの依頼で溺死とか水死者の引き上げ、首吊りの後始末などもした。

残念ながら関東大震災の際の活動についての詳細は分らないとのことであったが、第二次世界大戦の時には、当時溜屋は足立区御用の行路死亡人処理担当であったので、憲兵の指示のもとで、空襲により亡くなった人々を都立公園に埋葬する作業も行ったとのことである。前回、東京都公園課長の井下清氏が、空襲で犠牲となった8万体の遺体を30カ所の都立公園に仮埋葬し、後日遺族に引き渡すという作業の陣頭指揮をとったと紹介したが、現場で重要な役割を果たした実動部隊は、憲兵隊と葬儀屋さんたちだったことがわかる。

平成23(2011)年の東日本大震災でも、全国の葬儀屋さんが現地へ救援に駆けつけたという話をよく聞く。関東大震災でも溜屋は現場の遺体処理で重要な役割を果たしたに違いない。江戸の昔からつづく、葬儀屋さんの活躍に感謝するとともに、我々一人一人の防災への努力によって、彼らの手を煩わせることがないようにしたいものである。

参考文献

武村雅之(2019)『東京都における関東大震災の慰霊碑・記念碑・遺構 その1 墨田区・江東区』、全162頁

JAEE COMMUNICATION

Quick inspection of U-shaped steel dampers based on shape change caused by cyclic loading.

鄭皓文 (ZHENG haowen) (東京工業大学 環境・社会理工学院)

Quick inspection methods of structural components based on visible damage, such as the concrete components' crack or the local buckling induced plastic deformation of steel column, is intuitive and easy to implement. Practical cumulative damage evaluation methods are essential for promoting the use of U-shaped steel dampers. This type of metallic energy dissipation device is widely applied in base-isolated structures' design practice in Japan owing to its excellent inelastic deformation capacity. The cumulative damage of a U-shaped steel damper is indicated to be highly correlated to the residual plastic deformation that initiates on its parallel arms (Figure 1) [1]. A series of dynamic loading tests are conducted in the present research to systematically investigate the deformation behavior of U-shaped steel dampers loaded under in-plane cyclic loading. The correlation between the dampers' deformation behavior and cumulative damage is indicated in Figure 2 by using the cumulative damage evaluation method proposed in previous research [2] as a tool to describe the fatigue behavior of U-shaped steel dampers. The residual plastic deformation tends to increase with the increment of cumulative damage. Additionally, the dampers loaded with relatively large deformation amplitude normally deform more severely. Furthermore, it is found that the deformation behavior of U-shaped steel dampers that defer in size can be precisely evaluated through peak-to-peak horizontal shear angle γ_t —the ratio of the specimens' deformation amplitude and original height. The dampers loaded with the same γ_t show similar residual plastic deformation-cumulative damage relationships, even though they are different in size. These findings reveal the possibility of establishing a cumulative damage evaluation approach for U-shaped steel dampers based on deformation behavior.

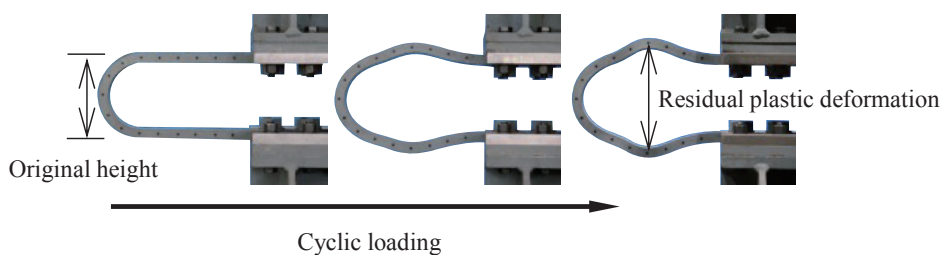


Figure 1 Deformation behavior of U-shaped steel damper

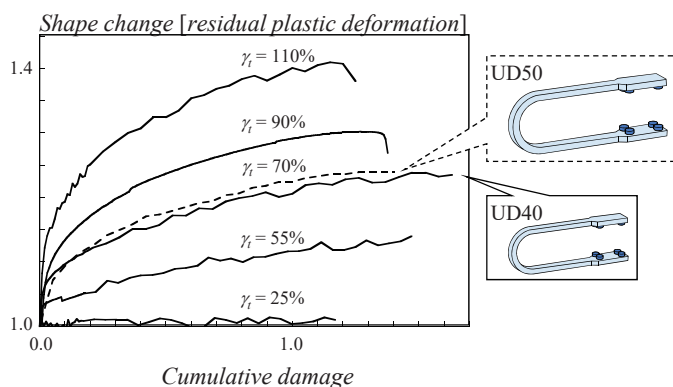


Figure 2 Residual plastic deformation-cumulative damage relation of U-shaped steel damper

Acknowledgment

I would like to thank my supervisor, Professor Kishiki Shoichi, for his guidance through each stage of the process. And I would also like to thank Tatsumi Nobuhiko sensei for his support in the dynamic loading test.

[1] Kishiki S, Zheng H, Ishida T, Tatsumi N, Watanabe A. Inspection of U-shaped steel dampers based on residual plastic deformation. *Engineering Structures* 245:112915.

doi: 10.1016/j.engstruct.2021.112915

[2] Ene D, Kishiki S, Yamada S, Jiao Y, Konishi Y, Terashima M, Kawamura N. Experimental study on the bidirectional inelastic deformation capacity of U-shaped steel dampers for seismic isolated buildings. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics* 2016;45(2):173–192.

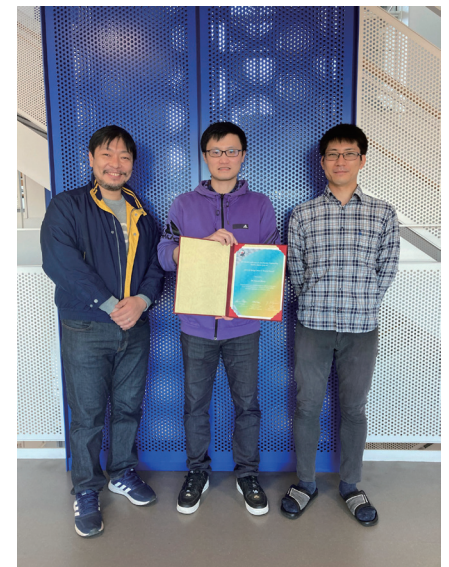


Photo 1 Prof. KISHIKI Shoichi (left); ZHENG haowen; Dr. TATSUMI Nobuhiko (right)

JAEE CALENDAR

日本地震工学会の行事等

○日本地震工学会・大会 -2022

日時：2022年12月15日（木）・16日（金）
場所：北海道大学（対面で実施予定）

○第16回日本地震工学シンポジウム（16JEES）

日時：2023年11月23日（木）～25日（土）
場所：パシフィコ横浜ノース（横浜市）
詳細：<https://confit.atlas.jp/guide/event/jees2023/top>

日本地震工学会が共催・後援・協賛する行事等

○Dynamics and Design Conference 2022（協賛）

主催：日本機械学会
日時：2022年9月5日（月）～8日（木）
場所：秋田県立大学 本荘キャンパス
詳細：<https://www.jsme.or.jp/event/22-9/>

○性能評価型耐震設計に用いるコンクリート構造物の非線形モデル研究委員会報告会（後援）

主催：（公社）日本コンクリート工学会
日時：2022年9月12日（月）
場所：オンライン開催
詳細：<https://www.jci-net.or.jp/j/events/symposium/20220912.html>

○第59回自然災害科学総合シンポジウム

主催：京都大学防災研究所自然災害研究協議会
日程：2022年9月26日（月）
13時00分～17時20分（終了予定）
場所：ハイブリッド開催
オンライン：Zoom
現地会場：京都大学防災研究所（宇治キャンパス）
連携研究棟 大セミナー室（301）
詳細：<https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/ndic/>

○第10回中部ライフガードTEC2022～防災・減災・危機管理展～（協賛）

主催：名古屋国際見本市委員会、（公財）名古屋産業振興公社
日時：2022年10月4日（火）・5日（水）
場所：ポートメッセなごや（名古屋市国際展示場）
詳細：<https://www.lifeguardtec.com/>

○先進建設・防災・減災技術フェア in 熊本2022（後援）

主催：先進建設・防災・減災技術フェア in 熊本2022開催委員会
日時：2022年11月9日（水）～10日（木）
場所：グランメッセ熊本
詳細：<https://www.s-kumamoto.jp/>

○日本機械学会第35回計算力学講演会（協賛）

主催：日本機械学会
日時：2022年11月16日（水）～18日（金）
場所：オンライン開催
詳細：<https://confit.atlas.jp/cmd2022>

○2022年度計算力学技術者（CAE技術者）資格認定事業（協賛）

主催：日本機械学会 計算力学技術者資格認定事業委員会
詳細：<https://www.jsme.or.jp/cee/>

会誌刊行案内、編集後記

日本地震工学会誌 No.47（2022 年 10 月末）が発行されます。

2022 年 3 月 16 日に発生した福島県沖の地震（M7.4, 最大震度 6 強）では、建築物や橋梁・高架橋、火力発電所、港湾施設などに被害が発生し、また電力需給ひっ迫警報が初めて発令されるなど、社会的にも大きな注目を集めました。そこで、2022 年 10 月末に刊行予定の日本地震工学会誌第 47 号の特集テーマは「2022 年 3 月福島県沖の地震と地震防災の課題（仮）」としました。本特集では、福島県沖の地震のメカニズム、今回観測された強震動の特徴、各種構造物の被害状況等について報告するとともに、近年の重要課題である BCP への対応や感染症下での避難などにも触れる予定です。

（会誌編集委員会 第 47 号幹事 入江 さやか／宮津 裕次）

編集後記

今号の JAEE Newsletter にご寄稿頂いた皆様方には、ご多忙の中ご執筆いただき厚く御礼申し上げます。

私は現在、日本地震工学会の情報コミュニケーション委員会と会誌編集委員会に所属していますが、JAEE Newsletter や日本地震工学会誌の編集作業に携わる中で、本学会の扱う領域の広さを改めて実感しています。また、特に一般の読者も対象とした JAEE Newsletter については、執筆者の方々のご自身の専門分野以外の人にも読みやすいように書かれていることに気が付きます。

異分野の人々と交流し、分野を横断した研究に取り組むことの重要性が叫ばれている昨今、肩の力を抜いて読むことができ、それでもって様々な分野の先端的な研究に触れることができる JAEE Newsletter は、益々その価値を高めているのではないのでしょうか。さらなる充実のために、読者の皆様からの忌憚のないご意見・ご要望をいただければ幸いです。

第33号編集担当 宮津 裕次



公益社団法人 **日本地震工学会**
Japan Association for Earthquake Engineering

〒108-0014 東京都港区芝 5-26-20 建築会館 4F
TEL 03-5730-2831
FAX 03-5730-2830
Website: <https://www.jaee.gr.jp/>

Copyright (C) 2022 Japan Association for Earthquake Engineering
All Rights Reserved.

＜本ニュースレターの内容を許可なく転載することを禁じます。＞