



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

JAEЕ NEWSLETTER

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 山口 亮
副委員長 久保 智弘
委員 近藤 伸也 新藤 淳 高浜 勉 多幾山法子 千葉 一樹 三浦 弘之

第 19 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: <http://www.jae.e.gr.jp/>

2017年12月28日発行

CONTENTS

■ SPECIAL TOPICS2

特集／誘発地震の科学的検証

- ① 歴史地震にみる連鎖地震の存在——中央構造線上で連鎖して発生した地震の過去事例
都司 嘉宣 (深田地質研究所)
- ② 解析的アプローチによる誘発地震の評価——連鎖する地震活動をどのように確率として評価するか
遠田 晋次 (東北大学災害科学国際研究所 教授)
- ③ 人的活動により誘発される地震の存在——地熱発電開発と誘発地震
高橋 浩晃 (北海道大学 地震火山研究観測センター 教授)

■ EVENT REPORT6

日本地震工学会・大会－2017 開催報告 秋山 充良 (大会実行委員会委員長)

Report on JAEЕ Annual Meeting and International Symposium on Earthquake Engineering 2017
- International Session -

Weiwei Lin (Waseda University), Ji Dang (Saitama University),
and Shuichi Fujikura (Utsunomiya University)

日本地震工学会「強震動評価のための表層地盤モデル化手法講習会」(2017年11月1日)
東 貞成 (強震動評価のための表層地盤モデル化手法研究委員会・委員長 電力中央研究所研究参事)

■ JAEЕ COMMUNICATION9

「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)

■ JAEЕ CALENDAR 11

第 15 回日本地震工学シンポジウム (15JEES) のご案内

■ 会誌刊行案内、編集後記 12

SPECIAL TOPICS

■特集／誘発地震の科学的検証

2016年熊本地震や2011年東北地方太平洋沖地震などの巨大地震の裏では、誘発されるかのごとく発生している地震の存在が確認されています。また地下構造への人為的な介入が要因となり、誘発されている地震の存在も確認されています。そこで今号では、誘発地震を題材として特集を組みました。歴史地震・解析的検証・人的活動の影響の3つの視点から、深田地質研究所の都司嘉宣先生、東北大学の遠田晋次先生、北海道大学の高橋浩晃先生よりご寄稿を頂きました。

①歴史地震にみる連鎖地震の存在

中央構造線上で連鎖して発生した地震の過去事例

都司 嘉宣 (深田地質研究所)

2016年4月に発生した熊本地震は、4月16日の深夜の1時25分にマグニチュードM7.3の本震が起きた。この地震は熊本県を横切る布田川(ふたがわ)断層の横ずれによって起きた地震であるが、この地震には2個の著しい前震を伴っていた。本震の約28時間前の14日21時26分に布田川断層から南に分岐した日奈久(ひなぐ)断層上でM6.5の第1の前震が、約25時間前の15日0時03分には同じ布田川断層上でM6.4の第2の前震が起きていた。布田川断層は、中央構造線を構成する断層系の最西端部を占める活断層である、ということができる。中央構造線というのは長野県諏訪湖付近から天竜川に平行に南下し、西に転じて伊勢湾、紀伊半島、四国北部を通過し、別府湾から大分県に上陸して九州を北東・南西方向に斜めに横断する大断層系である。16日1時25分の本震の後も、中央構造線を構成する断層群を東進するように地震の発生が続いた。すなわち、本震発生の約1時間半後の3時3分と約2時間半後の3時56分に阿蘇カルデラ内でそれぞれM5.9、M5.8の顕著地震が発生した。阿蘇カルデラの部分は地表には明確な断層線は見えていないが、阿蘇カルデラの地下に中央構造線を構成する断層線が伏在していて、この伏在した断層線上に起きたものと推定することができる。さらに本震の約6時間後の7時16分で大分県でM5.4の地震が生じた。ここは、別府湾内を走る別府断層系と内陸部の万年山(はねやま)断層系の結節点にあっている。結局、14日の第一前震から約34時間経過するうちに6個の顕著地震が連鎖的に中央構造線を構成する断層上に起きたことがわかる。しかも地震の震央は順序よく西から東に向かって進行したように見える(図1)。

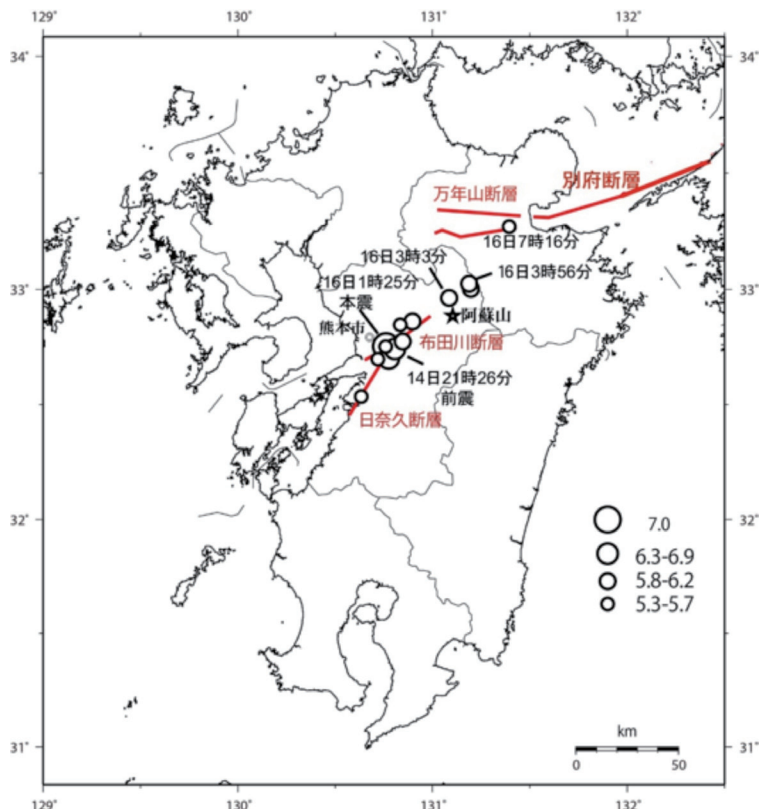


図1 2016年4月16日の熊本地震と、その前後に起きた顕著地震

このように、1つの断層系上で、短い時間間隔で連鎖的に複数の地震が起きたという例は過去にも存在するのだろうか?存在する。しかも同じ中央構造線上で起きた事例として存在するのである。

江戸時代の始まる直前の慶長元年閏7月9日(1596年9月1日)に別府湾付近を震源とする慶長豊後地震が起きた。内陸の湯布院で地震による斜面崩壊によって集落が壊滅している。別府湾に津波を生じ、大分市の沖合にあった瓜生島が海底に没したとされる。この地震の4日後の同月13日(西暦日付は9月5日)に、近畿地方中央部に「慶長伏見地震」が起きた。京都では天竜寺・大覚寺・教王護国寺などの寺院が倒壊し、豊臣秀吉の建てた伏見城が大破した。この地震によって、和歌山、淡路島の先山、讃岐

SPECIAL TOPICS

一宮にも被害を生じているので、この地震も中央構造線を構成する断層系の活動による地震とみられる。伏見地震は豊後地震のわずか4日後の地震であることから、この両者は、同一断層系に生じた連鎖地震と見なすことができるであろう。

奈良時代の霊亀元年5月25日（ユリウス暦715年6月30日）に遠江国（静岡県西部）に地震があり、山間部で天竜川の閉塞が起きて新湖を生じ、数十日後に決壊して下流の平野部に大洪水を生じたことが『続日本紀』に記録されている。このとき生じた新湖の発生による枯れた樹木の痕跡が長野県最南部を流れる遠山川流域の飯田市南信濃和田付近で見つかっているため、震央はこの付近と考えられる。遠山川は中央構造線の谷筋を流れる川である。その翌日5月26日、今度は三河国（愛知県東部）を震源とする地震が起き、正倉47棟が破壊し、民家が転倒した。中央構造線はまた三河国を縦貫している。南信濃和田付近を震源とする地震で三河国の平野部で家屋倒壊の被害を生じるとは考えにくいので、この1日違いに記録された2個の地震は同一地震ではなく、明白に別の地震である。そうしてこの両地震とも中央構造線上の隣接地点で連鎖的に起きた地震とみられるのである。図2に、中央構造線上に連鎖的に起きた2組、4個の地震のおよその震源域を示した。1つの断層系上に一連の地震が次々に発生するのは、案外普遍的に起きることと考えられる。

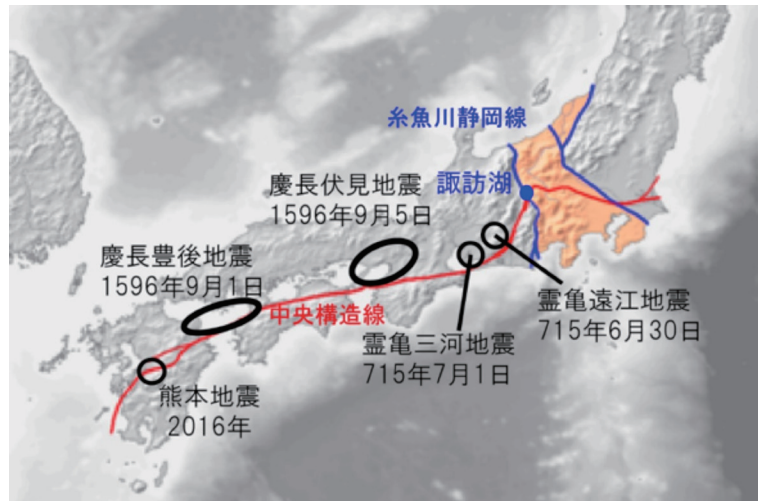


図2 中央構造線上におきた連鎖地震

②解析的アプローチによる誘発地震の評価

連鎖する地震活動をどのように確率として評価するか

遠田 晋次（東北大学災害科学国際研究所 教授）

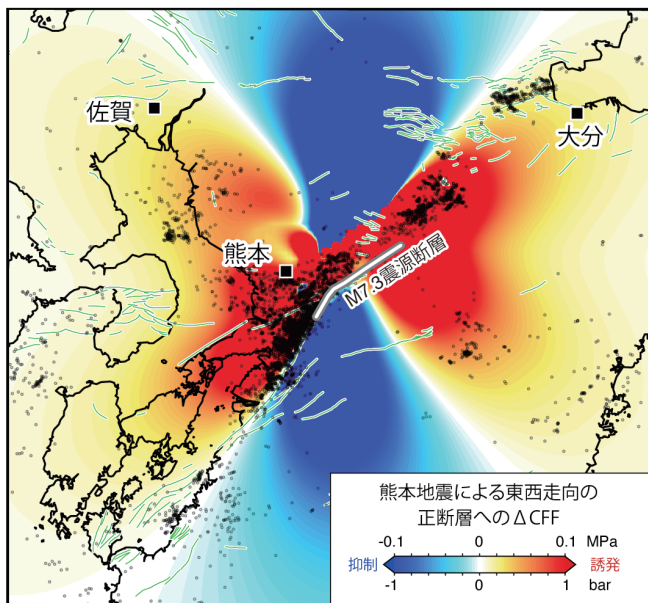


図1 平成28年4月16日熊本地震M7.3（本震）による正断層への Δ CFF分布。カラーは ± 1 barで飽和させていることに注意。緑線は活断層。黒ドットは本震後の余震を示す。

平成28年4月に発生した一連の熊本地震では、14日に熊本県益城町で震度7を記録するM6.5の地震が発生し、28時間後の16日にM7.3の地震が発生した。気象庁は14日のM6.5を「前震」、16日のM7.3を「本震」としたが、M7.3はM6.5の余震域で発生したのであって、余震の1つとして28時間後に誘発されたとする見方もできる。同様の例は、2002年に米国アラスカ州を横断するデナリ断層帯で発生したデナリ断層地震（10月23日M6.7の後に11月3日M7.9）などが挙げられる。このような地震続発現象は、同一断層上ではなく、震源からやや離れた場所でも起こる（例えば、1997年鹿児島県北西部地震。3月26日にM6.6、5月13日にM6.4）。さらに、震源断層周辺に大きく広がる余震の例は枚挙に暇がない（これをオフフォルト余震ともいう）。オフフォルト余震の極端な例が、2011年東北地方太平洋沖地震直後に発生した秋田沖や長野県北部、静岡県西部、福島県浜通りなどでの一連のM6-7級の誘発地震であろう。

このような大地震による広域地震誘発現象や周辺活断層への影響評価に、半無限弾性体でのクーロン応力変化（ Δ CFF）

SPECIAL TOPICS

が用いられる。今では、気象庁も委員会資料等に Δ CFFマップを示すなど、ルーチン化が進んでいる。 Δ CFFマップでは、震源周辺を応力増加域と減少域として2分することができ、その後の余震発生分布を予測するのに役立つ(図1)。実際には、影響を受ける断層(レシーバ断層)の走向・傾斜・すべり角などの詳細な情報が必要であるが、大地震によってどの程度動きが促進されるか抑制されるか、大まかに理解可能である。

しかし、 Δ CFFによる単純な線形モデルでは、わずか0.1bar (10kPa)程度の応力変化に反応する地震発生の鋭敏性が説明できない。また、オフフォルト余震活動にもみられる時間減衰が説明できない。そこで、応力—地震応答の非線形性を説明するために用いられるのがディートリックの摩擦則である(UC Riverside, Jim Dieterich 教授による)。この摩擦則では、大断層の断層面全体を考えるのではなく、大地震のずれはじめとなる震源核を評価対象とする。また、地震活動を震源核の集団として数式化している。震源核では通常からごく僅かなすべりが進行していて、それが突然の応力変化によって加速され、非線形的に地震発生が早まる(遅れる)というものである。微小応力変化に対する地震発生の鋭敏性と、オフフォルト余震にも大森則が適用できることを物理的に説明した。

このモデルを確率評価に適用すると、大地震発生後の周辺地域の活断層での地震発生確率は図2のようになる。すなわち、大地震発生直後に近傍活断層の誘発確率が最大になり、その後大森則にしたがって減衰する(熊本地震のように大地震発生直後に連鎖的な誘発大地震が発生しやすい理由)。ポイントは地震活動の応力鋭敏性を決めるパラメータと、影響の継続時間を決めるパラメータである。特に後者がユニークで、影響継続時間はその地域の剪断歪み速度に反比例するというものだ。すなわち、歪速度の遅い日本列島内陸などでは影響継続時間は数10年かかり、プレート境界周辺ではわずか数ヵ月~数年といわれている。これは内陸大地震の余震継続時間が長いことから実感できる。また、東北沖地震後の震源域で余震活動が急速に衰えたのに対して、福島県浜通り・茨城県北部の地震活動が依然として活発な理由も説明できる。

現在地震調査研究推進本部から、トレンチ調査などの地形・地質データに基づいて主要活断層の30年確率が発表されている。しかし、これらの発生確率をより現実的な中短期的な予測につなげるためにも、観測される地殻変動や周辺の地震の影響を加味した時間依存的(time-dependent)な評価が必要となろう。

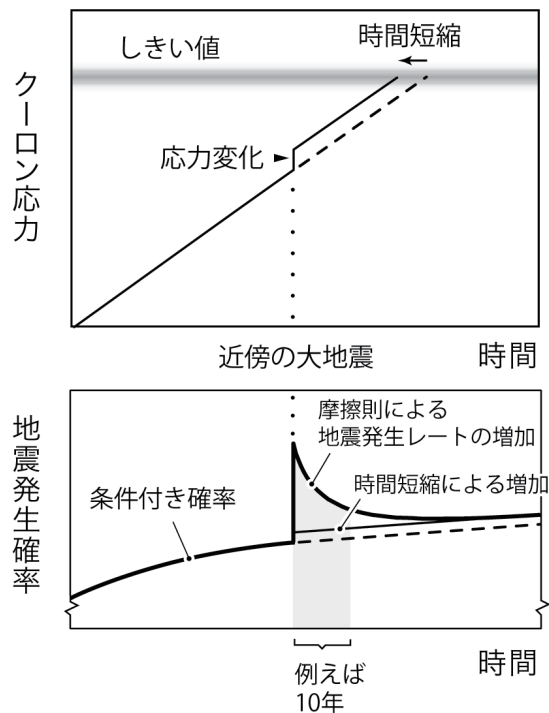


図2 クーロン応力変化による地震発生確率の変化。上) ある活断層面上での応力蓄積過程と近傍大地震による応力増加。下) 対応する地震発生確率の時間変化。近傍地震による応力ステップに対応して確率が急上昇し、その後時間をかけて減衰する。

③人的活動により誘発される地震の存在

地熱発電開発と誘発地震

高橋 浩晃 (北海道大学 地震火山研究観測センター 教授)

近年、地熱開発やCO₂地中貯留(CCS)など地下利用の取り組みが盛んに行われている。国は、2011年東北地方太平洋沖地震以降の電力政策の見直しの中で、地熱発電をベースロード電源の一部として位置づけた。平成27年度の長期エネルギー需給見通し(エネルギーミックス)では、地熱発電の設備容量を2030年度までに現在の約3倍とすることが目標とされており、全国で開発が進められている。

地熱発電では、地下1000~3000m程度の井戸を複数本掘削し、発電タービンを回す蒸気を生産するとともに、利用済みの熱水を地下へ戻す。井戸の透水性が低い場合には、加圧流体を注入し透水性の改善が図られることがある。つまり、水圧破碎が行われる。

SPECIAL TOPICS

特に、EGS（Engineered Geothermal System）と呼ばれる高温岩体発電・涵養地熱系*では、積極的に水圧破碎を行って、新規地熱貯留層の創出や既存貯留層の拡大・強化を図る。

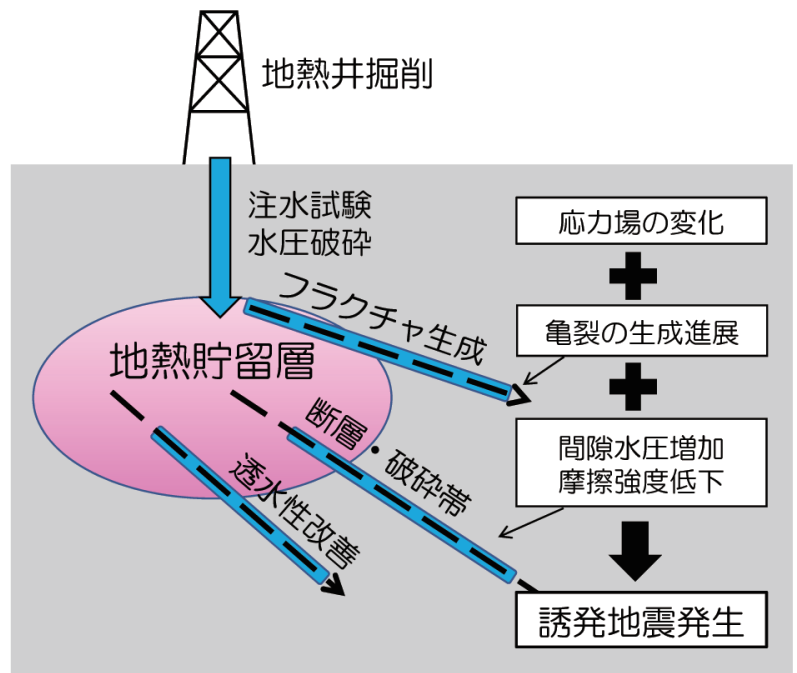
流体が人工的に地下に注入されると、地震が誘発されることがある。自然地震活動が低調だったアメリカ中東部では、2000年ころから廃水などの地下注入が原因と見られる地震数の増加が続いていて、M4～5クラスの有感地震も多く発生するようになった。地熱開発関係では、スイス・バーゼルのM3.4の有感地震をはじめ、特にEGSでの有感地震発生が世界中で報告されている。誘発地震のメカニズムとして、流体の汲み上げや注入による応力場の変化、水圧破碎による新たな亀裂の成長、加圧流体が既存断層の間隙水圧を増加させ、断層面の摩擦強度が低下し地震発生を促進する考えなどが提唱されている。

有感地震の発生による社会的関心の高まりもあり、欧米では誘発地震の研究や評価が盛んに行われている。世界中の誘発地震をコンパイルしたデータ

データベース「The human-induced earthquake database」なども発表されている。アメリカ地質調査所では、自然地震と誘発地震の双方を考慮したハザード評価を行って結果を公開している。最大マグニチュード予測は重要な要素だが、流体の注入総量や地震活動の統計パラメータを使った推定手法の提案も行われている。これら誘発地震研究の成果は、地殻流体と地震発生の関係が注目されている自然地震の研究や、火山活動のモニタリング研究にも大きなインパクトとなっている。

国の政策に基づき、石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）では、平成28年度に26件の地熱資源量調査の事業助成金を交付していて、今後も全国的に調査開発が進められると考えられる。地熱調査井の掘削では、事前に温泉法に基いた申請を都道府県知事に行う。しかし、掘削井へ流体が、いつ、どの程度の量、どのような圧力で注入されるかという、地震誘発の大きなファクターになる情報は公開される体制になっていない。また、地震のモニタリングも義務づけられていない。

地熱発電は、資源の少ない日本では重要な電源要素であり、今後も積極的に開発を進めることが望まれる。しかし、開発は地元住民との信頼関係の中で進めることが重要である。海外では、地熱開発に伴う数多くの有感地震の発生が報告され、その一部は開発の中止という事態に至っている。日本でも、開発の進展に伴い、有感の誘発地震が発生する可能性は十分に考えられる。有感の誘発地震発生に備え、地震のモニタリング体制を整備するとともに、関係データの公開に基づく科学的な評価や検証を行える仕組みを作ることが、地元からの理解を得つつ開発を進めるためには重要である。



図：地熱開発による誘発地震発生の概念図。地下への注水試験や水圧破碎が行われると、応力場の変化や、新たな亀裂の生成、断層の間隙水圧が増加し摩擦強度が下がるなどの原因により、地震の発生が促進される。

*涵養地熱系：自然状態では地熱発電に必要な熱や亀裂・流体などが不十分な場合に人工的に改善を図ること

EVENT REPORT

日本地震工学会・大会－2017 開催報告

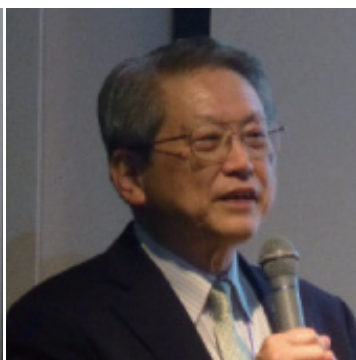
大会実行委員会委員長 秋山 充良

「日本地震工学会・大会－2017」は、土木・建築・地盤・機械・地震の各分野の研究者が横断的な討議を行うことを目的として開催している研究発表会であり、その第13回の大会が2017年11月13日・14日に東京大学生産技術研究所において開催されました。2日間の開催期間中の主な行事・セッションは、(1)開会式・3件の基調講演、(2)4つの横断セッションで計21名の方からの話題提供、(3)国際セッションでの7編の発表を含む163編の一般発表と、優秀発表賞の授与、(4)交流会、および(5)地震工学技術フェア、となります。ここでは、行事・セッションの内容を簡単にご紹介します。なお、英語発表の内容は、別に、「Report on JAEE Annual Meeting and International Symposium on Earthquake Engineering 2017- International Session -」をご覧ください。

日本地震工学会 福和伸夫会長による開会あいさつの後、これまで地震工学分野を長らくリードされてきました3名の先生、川島一彦先生（東京工業大学名誉教授）、濱田政則先生（アジア防災センター センター長）、和田章先生（東京工業大学名誉教授）より基調講演をして頂きました。川島先生は「地震工学研究は橋の耐震性向上に何をもたらしたか?」、濱田先生は「臨海コンビナートの強靱化と課題」、和田先生は「分からないことの多い地震動と構造物の鈍な耐震設計」の題目にて、大変な熱意をもって大所高所からの示唆に富む講演をしていただきました。



福和伸夫会長



川島一彦先生



濱田政則先生



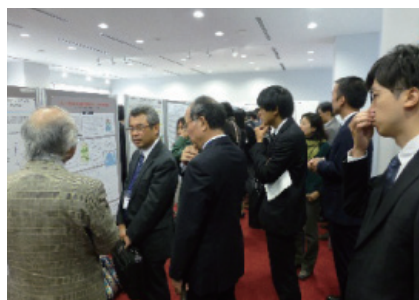
和田章先生

今回の年次大会では、4つの横断セッションA～Dを企画して頂きました。何れも時宜を得たテーマであり、各分野を代表する研究者から貴重な話題提供がなされました。何れの横断セッションにおいても、話題提供後には会場を交えた討議の時間が設けられ、登壇者を交えた熱心な議論が行われました。

- ・横断セッションA：コーディネータ 運上茂樹先生（東北大学）
「災害情報の提供と利活用による地震災害に対する予防力と対応力の強化 —SIPが目指す減災戦略—」
- ・横断セッションB：コーディネータ 高橋良和先生（京都大学）
「2016年熊本地震における振動制御技術の挙動と課題」
- ・横断セッションC：コーディネータ 山田博幸様（電力中央研究所）
「原子力安全確保における地震安全原則の必要性」
- ・横断セッションD：コーディネータ 堀高峰様（海洋研究開発機構）
「ハイパフォーマンス・コンピューティングによる地震・津波災害の統合的予測システムの構築」



横断セッションA・パネルディスカッション



ポスター発表の様子



交流会の様子

EVENT REPORT

2015年度より、年次大会の形式は変更となり、一つのホールを主会場として参加者が一堂に会し、ポスター発表による情報交換を行うようになりました。分野横断を図る日本地震工学会に相応しい発表形式と思い、2017年大会も国際セッションの英語による口頭発表を除き、ポスター発表としました。4つのセッションに分かれ、一つのセッションには約40件のポスターが示されました。何れのセッションも熱心な討議が発表者と参加者の間で行われておりました。発表者の中より優秀発表賞を8件選び、受賞者には、福和会長より賞状が授与されました。

初日の夕方には、恒例の交流会も開催いたしました。50名近くの方にご参加頂きました。はじめに福和会長より開会の言葉があり、運上茂樹先生による乾杯を経て、歓談となりました。途中には、柴田明德先生、和田章先生、家村浩和先生、中埜良昭先生、そして、幸左賢二先生からのご挨拶があり、最後は、次期実行委員会委員長である五十嵐晃先生に会を閉めて頂きました。大変に活気のある盛況な交流会となりました。

企業参加による「地震工学技術フェア」も例年通り開催され、13社の企業（ブース番号順に、(株)アーク情報システム、(株)勝島製作所、(株)大林組、(株)サンエス、(株)東陽テクニカ、清水建設(株)、配水用ポリエチレンパイプシステム協会、白山工業(株)、(株)不動テトラ、前田建設工業(株)、(株)ミットヨ、(株)システムアンドデータリサーチ、戸田建設(株))より先端の技術展示を行って頂きました。

最後に、大会にご参加くださいました皆様、また大会運営にご尽力いただきました大会実行委員会の委員の皆様、ならびに技術フェアにご出展いただきました企業の皆様に、深く感謝申し上げます。今回の年次大会が地震工学の発展に寄与するとともに、専門分野を超えた新たなネットワーク作りの一助となることを期待いたします。2018年は、第15回日本地震工学シンポジウムがあるため日本地震工学会・年次大会は開催されません。次回、第14回の年次大会は、2019年に京都にて開催となります。

謝辞：2017年の年次大会実行委員会の委員長になることが決まりました後、早稲田大学内の会議場を予約しようとしたところ、2017年秋は耐震補強工事のため全館閉鎖となることを知りました。中埜良昭先生にご相談し、東京大学生産研究所内のホールをご予約頂きました。中埜先生には、会場準備の色々な場面で大変なお力添えを頂きました。また、清田隆先生、および清田研究室秘書の吉林聡子様には、会場設営に多大なるご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

【第13回年次大会実行委員会】秋山充良（委員長、早稲田大学）、五十嵐晃（副委員長、京都大学防災研究所）、藤倉修一（幹事、宇都宮大学）、糸井達哉（東京大学）、清田隆（東京大学生産技術研究所）、楠浩一（東京大学地震研究所）、千葉一樹（東急建設）、党紀（埼玉大学）、松崎裕（東北大学）、三上貴仁（東京都市大学）、林偉偉（早稲田大学）

Report on JAEE Annual Meeting and International Symposium on Earthquake Engineering 2017 – International Session –

Weiwei Lin (Waseda University), Ji Dang (Saitama University), and Shuichi Fujikura (Utsunomiya University)

Introduction

The JAEE International Symposium on Earthquake Engineering was founded in 2012, aims to provide Japanese students, researchers, practitioners and foreign students with an opportunity to present their works in English. It is also a good opportunity to promote direct exchanges and communication between international communities on earthquake engineering and JAEE. In 2017, the International Symposium was organized as a part of JAEE Annual Meeting on November 14 at the University of Tokyo. One oral session and one poster session were organized on the same day. A total of 17 English papers, including 7 oral session papers and 10 poster session papers, were included in the conference proceedings.

Oral Session

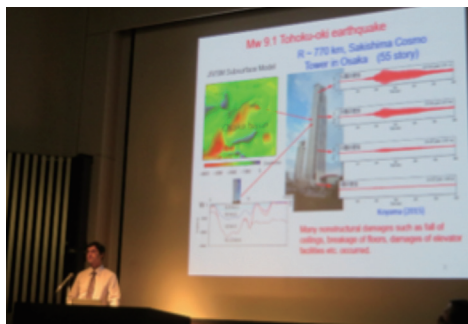
The oral session was conducted from 13:00 to 14:30, coordinated by Dr. Shuichi Fujikura (Utsunomiya University), Dr. Ji Dang (Saitama University), and Dr. Weiwei Lin (Waseda University). The first speaker, Dr. Yadab P. Dhakal (National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience) introduced the ground motion prediction equations of absolute velocity response spectra from the view point of earthquake early warning (EEW). The second presentation was given by



Participants of oral session

EVENT REPORT

Mr. Ashish Shrestha (Saitama University) about a case study and long-term test on Takamatsu Bridge. After that, two speakers from Kyoto University (Dr. Wei Wei and Mr. Xinhao He) presented their research on seismic response of highway bridges with rate-dependent rubber bearings and bidirectional Uplifting Slide Shoe (UPSS) bearings, respectively. Another three presentations were given by Mr. Hamood Alwashali (Tohoku University), Mr. Shubham Trivedi (The University of Tokyo), and Mr. Randy Tenderan (Tokyo Institute of Technology) on an experimental study of masonry infilled RC frames, the effect of bar buckling on ultimate drift capacity in reinforced concrete beams, and seismic performance of ductile steel moment resisting frames. All participants visibly enjoyed the international session, since active questions and discussions were held with presenters at the end of each presentation. The Excellent Presentation Award was conferred on Mr. Hamood Alwashali (Tohoku University), for the presentation entitled “Experimental Study of Masonry Infilled RC Frames Considering the Influence of Varying Frame and Masonry Strength”.



Presentations in oral session

Poster Session

Ten English posters were included in poster session-4 from 14:40 on November 14, 2017. Ten Japanese and foreign participants presented their recent research output in this session on various topics, including numerical analysis of buried pipeline, numerical simulation of centrifuge test on liquefiable saturated Toyoura sand, cyclic loading test of exposed column bases, experimental study on the spherical sliding bearing, modeling estimation of Lead Rubber Bearing (LRB), and preventative seismic strengthening of aged steel columns etc. Other conference participants showed great interests in those topics, and they warmly asked questions and discussed with the presenters.



Poster session

日本地震工学会「強震動評価のための表層地盤モデル化手法講習会」(2017年11月1日)

強震動評価のための表層地盤モデル化手法研究委員会・委員長 電力中央研究所研究参事 東 貞成

「強震動評価のための表層地盤モデル化手法研究委員会」(2014年度～2016年度)の最終報告会として、講習会を2017年11月1日に東京工業大学田町キャンパスにて以下のとおり実施しました。当日の参加者は94名と予想を上回る出席がありました。近年の被害地震における大加速度記録の要因解明には地盤構造のモデル化が重要であり、参加者は大変な関心を持って活発な質疑応答が行われました。詳細については日本地震工学会会誌で報告される予定ですので、そちらもあわせてご覧ください。

10:00～10:10 趣旨説明 東貞成(電力中央研究所・委員長)

10:10～11:10 強震動特性と表層地盤構造の関係

東貞成(電力中央研究所)

11:20～12:20 表層地盤モデル化手法－単点微動とアレー微動解析、表面波探査－ 松島信一(京都大学)

13:10～14:10 表層地盤モデル化手法－地震データを利用した地下構造の同定－ 池浦友則(鹿島建設)

14:20～15:20 表層地盤モデル化手法－PS検層と室内材料試験－ 金田一広(竹中工務店)

15:30～16:30 表層地盤モデルの強震動評価への活用と課題 川瀬博(京都大学)



講習会会場の様子

JAEE COMMUNICATION

連載コラム 鯨おやじのおせっかい

連載コラム、「鯨おやじのおせっかい。」武村雅之先生（名古屋大学）の連載コラム第 14 号をお届けします。

その 14 帝国ホテル

愛知県犬山市に博物館明治村があります。明治建築を保存展示する野外博物館として 1965（昭和 40）年 3 月 18 日に開村しました。明治村には 68 の構造物（電車や汽車も含む）があります。それらは大変貴重なもので、11 の建物は国の重要文化財に指定されています [博物館明治村 (2013)]。一方で、それらはいずれも震災や戦災、さらには開発という人災をくぐり抜けてきたいわば歴史の生き証人です。例えば、1923（大正 12）年の関東大震災当時すでに現存していたものばかりで、被災地にあったものはまさに震災の体験者と言えます。建築史の面からだけでなく、そのような見方も文化財としての価値を高めるのではないかと思います。今回紹介する帝国ホテル中央玄関は震災でどのような体験をしたのでしょうか？

建物は 20 世紀建築界の巨匠と謳われたアメリカの建築家フランク・ロイド・ライトによって設計され、4 年間の大工事の後に完成したレンガ型枠鉄筋コンクリート造とも言える複雑な構造をした 3 階建（地下 1 階）の大きな建物でした [博物館明治村 (2013)]。図 1 は現在明治村にある帝国ホテル中央玄関の全景です。



図 1 明治村 5 丁目 67 番地にある帝国ホテル中央玄関

しかしながら、震災による被害はエキスパンション部分に集中、このことが建物各部を致命的な損傷に至らしめるのを防いだようです [永田 (1926)]。これに加え、基礎が不完全であったことが、反って建物に地震力を伝えにくくし、倒壊を免れたと考えられるかもしれません。

建物は地震の翌日から罹災した各報道機関、各国の駐日大使館、主要企業団体の臨時事務所にあてられました。中でも米国からの援助を受ける窓口としての役割は大きかったようで、日本赤十字社は 9 月 18 日に米国救護団と本社の臨時救護部との連絡を保持するために、帝国ホテル内に臨時救護部出張所を設けました [日本赤十字社 (1925)]。

それによれば、駐日ウッズ米国大使は大震災の惨状に深く同情し、9 月 2 日に本国に無電を発し、早急な罹災救助の必要性を伝えました。それを受けて米国は上下を挙げて義捐金や救護材料等の寄付募集に努力し、政府はフィリピン副総督で陸軍少将のフランク・アール・マッコイ氏に対して、米国救援団長兼赤十字代表として日本に急行すべきむねを電命しました。同少将は直ちに運送船メリット号、メーグス号およびソム号三隻に大天幕病院（基本病院 1 式、撤回病院 2 組、野戦病院 13 組）の資材ならびにこれに属する医療器械、薬品、繃帯材料および食糧品など莫大な救護材料を満載し、さらにソム号には病院の建設経営に必要となる人員を搭乗させて急遽出帆の準備をさせ、自らは先だって幕僚のマンソン大佐以下を随えて 9 月 12 日に東京へ入り、帝国ホテル内で米国救護団の事務に従事したそうです。図 2 は米国の水兵が帝国ホテル前で救援物資の運搬をする様子です。

ライトが設計した帝国ホテル本館の建物は、その出発点で震災に遭い、それに辛くも耐えて、被災者救援に大きな役割を果たしたのです。考えようによっては華々しい船出となったと言えるかもしれません。ところがそこで受けた傷は終生癒えることはなかつ

JAEE COMMUNICATION

たようです。特に戦後7年が過ぎた1952(昭和27)年にアメリカ軍の接収が解けて、帝国ホテルの営業が再開されてからは、建物の耐久性に限界が見えてきたようです。

明石(2004)によれば、建物に入った亀裂は日を経るにしたがって大きくなる。さらに各所の不同沈下は継続的にすすみ、亀裂はますます大きくなって、補強の鉄骨も役に立たないほどになりました。陸屋根は防水を重ねても雨が降るたびに雨漏りし、大谷石は凍害で落下の危険性が出てきました。それらの危険性を営業のためには隠さざるを得ず、地震のあるごとに大雨が降るごとにホテルの当事者は神経をすり減らす毎日だったということです。

このためホテル側では、まずは1964(昭和39)年の東京オリンピックの際に建て替える

を目指しました。ところがライトの設計であるがゆえに、日本の建築界を中心に取り壊しには強い反対があつて断念せざるを得ませんでした。その後1967(昭和42)年になって、当時の帝国ホテルの犬丸社長は、1970(昭和45)年の大阪万博を目指して建て替える旨を発表しました。その際以下のように述べたということです[明石(2004)]。

「ライトの建てた建物が非常に老朽化してきたという理由で建て直しのことについては、ライトの建築を惜しむとか、いろいろ考え方はありましたが、私どもとしては宿泊者の生命財産を預かる以上、この旧館の状態では、十分自信をもってホテルを運営してゆくことはできない、ということから、改築に踏み切ったのです。」

当事者にとっては辛抱できるだけ辛抱した末の決断だったと思われる。それにもかかわらず反対論は依然強かったのですが、政府も仲介にはいり、一部を明治村に移すということで、取り壊すことに決着したのです。そして1967(昭和42)年12月より取り壊しが始まり、1970(昭和45)年には新本館が建てられました。これが現在の帝国ホテルの建物です。世のホテル経営者の皆さんに一言、あまりに有名な建築家に建物を設計していただくと、こんなことになるかもしれませんので注意してくださいね。一方、同時に明治村も一大決心を迫られました。明治村なのに明治時代でない建物を入れるということです(現在では3つの大正時代の建物があります)。



図2 米国の水兵が帝国ホテル前で救援物資の運搬をする様子(震災絵葉書より)



図3 帝国ホテル中央玄関内のロビーから見た喫茶室の様子

最後に、明治村の帝国ホテル中央玄関の2階に喫茶コーナーがあります(図3)。そのウエイトレスさんに話を聞いたところでは、今も雨漏りは止んでいないとのことでした。ライトの帝国ホテルは雨漏りから逃れられない運命にあるようです。

(参考文献)

- 明石信道、2004、フランク・ロイド・ライトの帝国ホテル、167pp
- 永田愈郎、1926、震災予防調査会報告100号丙下、186-211
- 日本赤十字社、1925、大正十二年関東大震災日本赤十字社救護誌、1067pp
- 博物館明治村、2013、博物館明治村ガイドブック、160pp

JAEE CALENDAR

第15回日本地震工学シンポジウム (15JEES) のご案内

日本地震工学シンポジウムは、1962年の第1回開催以来、おおむね4年ごとに世界地震工学会議(WCEE)の開催の中間年に開かれてきました。第15回のシンポジウムは、幹事学会の公益社団法人日本地震工学会ほか計11学会の共催により、下記の日時・会場にて開催いたします。基調講演のほか、研究発表(オーガナイズドセッション、一般セッション、ポスターセッション)、技術展示、懇親会等を企画しております。

詳細につきましては、年明けに開設予定の専用ホームページ(www.15jees.jp)に掲載予定です。皆様方におかれましては、是非とも日程を確保いただき、多数ご参加いただきますようお願い申し上げます。

なお、発表申込みの受け付けは春頃、論文投稿締め切りは9月中旬を予定しています。また、技術展示につきましては、8月中旬を締め切りとして募集中ですので、出展希望、問い合わせは学会事務局までお願いいたします。

日時：2018年12月6日(木)～8日(土)

場所：仙台国際センター(宮城県仙台市青葉区)

日本地震工学会の行事等

○第8回震災予防講演会 「過去の大震災の復興から学ぶ地震防災」

主催：日本地震工学会

日程：2018年2月9日(金)

場所：横浜国際平和会議場(パシフィコ横浜)

○シンポジウム「南海トラフ地震の広域被災に備える減災活動の現状と将来(仮題)」

主催：日本地震工学会

日程：2018年3月19日(月)

場所：建築会館ホール

○第15回日本地震工学シンポジウム(2018)

主催：日本地震工学会(幹事学会)ほか

日時：2018年12月6日(木)～8日(土)

場所：仙台国際センター(宮城県仙台市青葉区)

日本地震工学会が共催・後援・協賛する行事等

○第22回「震災対策技術展」横浜—自然災害対策技術展—(後援)

主催：「震災対策技術展」横浜 実行委員会

日程：2018年2月8日(木)～9日(金)

場所：横浜国際平和会議場(パシフィコ横浜)

詳細：<https://www.shinsaieexpo.com/yokohama/about/>

○日本地球惑星科学連合2018年大会(協賛)

主催：公益社団法人 日本地球惑星科学連合

日時：2018年5月20日(土)～24日(木)

場所：幕張メッセ 国際会議場、国際展示場、東京ベイ幕張ホール

詳細：https://www.jpogu.org/meeting_2018

○安全工学シンポジウム2018(協賛)

主催：日本学術会議総合工学委員会

日程：2018年7月4日(水)～6日(金)

場所：日本学術会議・講堂、会議室

その他関連学協会の行事等

○第8回インフラ・ライフライン減災対策シンポジウム

主催：土木学会

日程：2018年1月19日(金)

場所：新潟大学駅南キャンパスときめいと(新潟県新潟市)

詳細：<http://committees.jsce.or.jp/eec212/node/9>

○公開シンポジウム「われわれは巨大地震にどう備え どう向き合うべきか」

主催：関西大学

日程：2018年1月26日(金)

場所：関西大学 梅田キャンパス 8階 KANDAI Me RISEホール

詳細：http://www.jaee.gr.jp/jp/wp-content/uploads/2017/12/2018_chirashi.pdf

○第17回地震災害マネジメントセミナー「復興活動から考える減災・防災」

主催：土木学会

日程：2018年1月31日(水)

場所：土木学会 AB 会議室(東京都新宿区四谷1丁目 外濠公園内)

詳細：<http://committees.jsce.or.jp/eec202/node/70>

会誌刊行案内、編集後記

○環境防災セミナー2018

主催：環境防災コンシェルジュ

日程：2018年2月7日（水）

場所：ホテルグランドヒル市ヶ谷東館3階真珠（東）

詳細：<http://www.jaee.gr.jp/wp-content/uploads/2017/11/%EF%BC%88%E6%9C%80%E6%96%B0%EF%BC%89%E7%92%B0%E5%A2%83%E9%98%B2%E7%81%BD%E3%82%BB%E3%83%9F%E3%83%8A%E3%83%BC2018.pdf>

○ The 16th European Conference on Earthquake Engineering

主催：EAEE(European Association for Earthquake Engineering), ETAM(Hellenic Society for Earthquake Engineering)

日程：2018年6月18日（月）～21日（木）

場所：Tessaloniki, ギリシャ

詳細：<http://www.16ceee.org/>

日本地震工学会誌 No.33（2018年3月号）が発行されます。

次号の特集は、「ここまで見える！ リモートセンシングが拓く防災の新たな地平」としました。リモートセンシング技術は観測精度の向上や計算機・ネットワーク技術の高度化に伴って飛躍的に発展し、資源探査・地球環境問題・災害調査など多くの分野で利用されています。特に、対象を遠隔から観測するという性質上、危険地域を広範囲にわたって調査することが可能であり、地球科学的調査や災害調査において有力な手段となっています。

次号では、地震工学・防災におけるリモートセンシングの最新動向を紹介します。

また、2017年9月に発生したメキシコの地震の速報や、2017年度大会など学会の活動に関するニュースを掲載します。

（会誌編集委員会 第33号幹事 入江さやか・平井敬）

編集後記

今号の特集では「誘発地震」をテーマに、記録に残る歴史地震からの分析また誘発地震の解析的な評価、産業活動などの人的活動により誘発される地震の存在について、最新の研究内容をご寄稿頂きました。編集作業を通しまして、私自身も勉強させて頂き、読み応えのある特集になっていると思います。今後も様々な視点から、地震工学に関する研究や活動についてご紹介ができるよう取り組んで参りたいと思います。

最後になりますが、年末のお忙しい中に、本号にご寄稿頂きました皆様に、この場をお借りしまして厚く御礼申し上げます。

第19号編集担当 千葉 一樹



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: <http://www.jaee.gr.jp/>

Copyright (C) 2017 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。>