

平成 31 年 1 月 15 日

## 若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 201880195

氏名 福井 弘久

(氏名は必ず自署すること)

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。  
なお、下記記載の内容については相違ありません。

### 記

1. 派遣先：都市名 カリフォルニア州 サンディエゴ (国名 アメリカ合衆国)
2. 研究課題名 (和文) : 免震建物の擁壁衝突時の挙動
3. 派遣期間：平成 30 年 9 月 25 日 ~ 平成 30 年 12 月 26 日 (93 日間)
4. 受入機関名・部局名：Department of Structural Engineering, University of California San Diego
5. 派遣先で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

本研究は、免震建物が擁壁に衝突した際の上部構造の応答やメカニズムを明らかにすることを目的としており、これまでに振動台を用いた免震試験体の擁壁衝突実験を行い、得られた計測結果より衝突による上部構造の応答の変化に対して検証を行ってきた。派遣先の University of California San Diego (UCSD) は神戸大学と研究協力協定を結んでおり、派遣先の指導者である Gilberto Mosqueda 教授とは、これまでも共同で論文の作成や、互いの研究内容についての報告、意見交換を行っているために、すでに派遣前の段階から、こちらの研究内容に対して深い理解があり、派遣先に着いてから、すぐに課題に取り組める状態であった。今回の若手研究者海外挑戦プログラムでは主に2つの目的を掲げて行った。1つ目は、これまでに行ってきた共同研究についての結果を考察し、整理することであった。研究結果より、上部構造に生じる層せん断力を評価する際に、層間変位に層剛性を乗じることで求めた場合と、床応答加速度に重量を乗じることで得られる慣性力を足し合わせることで求めた場合では、非衝突時は互いに同じ応答となったが、衝突時には両者は一致しないことが判明した。これらは本来一致するはずであるが一致しないことの問題点に関して、今回の派遣先で議論を重ね、検証を行った結果、衝突時に発生する瞬間的に上昇する加速度には、固有振動数を大きく上回る周波数の成分が含まれていることが明らかとなり、これらの高周波加速度に対して適切な範囲の (上部構造の最高次の固有周波数程度の) フィルター処理を施すことで、変位・加速度のいずれを用いた場合でも上部構造の層せん断力を同等に評価できる事を明らかにした。

2つ目は、汎用解析ソフト LS-DYNA を用いた擁壁衝突解析である。派遣先の指導者である Gilberto Mosqueda 教授は University at Buffalo で行われた振動台を用いた免震建物の擁壁衝突実験に対して、解析結果と実験結果を比較・検証し、実験で得られた事象を論理的に説明している実績がある。派遣先では、有限要素モデルを用いた解析を行うことで、より精度の高い実験結果の検証を行うこと

を目的としている。今回の研究では、派遣先の研究院生が行っている、University at Buffalo での衝突実験を再現したモデル化手法を用いてモデル化を行い、解析結果と実験結果の比較を行い、さらに両者の比較結果に対しても検討を行えることに独創性があった。本研究では、上部構造の応答などに対する考察は行ってきたが、擁壁の塑性化などを考慮した解析までには至っておらず、本プログラムでの共同研究により、大きく飛躍が期待できるものであり、また、派遣先の研究に対しても、異なるケースでの解析手法の検討が出来ることから、両者にとって非常に有意義な共同研究となった。

#### 6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

1つ目の課題に対して派遣先では、これまでに行ってきた共同研究結果について意見交換を重ねて、衝突時の上部構造の応答を層間変位・床応答加速度の両方の値から精度よく評価する手法を明らかとした。また、高周波加速度についても詳しく検証をおこなっており、これらの成分は、物体内部を伝わる伝達波などである可能性を確認し、今後は伝達波速度や周波数などを比較・検証することで高周波加速度成分に対する更なる検討を進めていく予定である。今回の1つ目の課題に対する研究成果については、自身が筆頭著者となり、海外 Journal である Earthquake Engineering and Structural Dynamics (EESD) に投稿し、現在は査読結果待ちの状態である。

2つ目の、解析を用いた実験結果との比較・検証に対する研究については、解析モデルを構築することに成功し、擁壁の弾塑性応答については両者の対応を確認することができた。また、実大免震建物の擁壁衝突実験に対して、解析結果と実験結果の比較・検証についても同時に取り組んでいる。今後は、上部構造のモデル化の精度をさらに向上するように帰国後も定期的に意見交換を行っていく予定であり、日米で行われた衝突実験結果と解析結果の比較・検証だけでなく、実大免震建物をを用いた実験結果と解析結果の検証を取り入れた研究を行っていく。

#### 7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

今回のプログラムでは大きく3つの収穫を得ることができた。1つは共同研究で得られた内容の理解と整理である。これまで、互いに衝突実験を行い、得られた結果に対する考察を行って行く中で、衝突時に上部構造に生じる最大床応答加速度や層間変位は衝突速度に大きく依存することは共通の知見であった。今回の派遣では、衝突時の層せん断力を評価する場合、加速度計の値から算出した層せん断力と層間変位計より算出した層せん断力では値が異なるといった課題に対し、フィルター処理により、これらの高周波成分の加速度波形のみを抽出し、積分を行い変位波形へと変換を行ったところ、変位では影響が確認できないほど微小な値であることが分かった。このような結果に至るには、同分野の研究を行っており、過去に衝突実験結果の考察を周波数の観点から検証してきた Mosqueda 教授の助言があったからであり、また、UCSD に派遣されたことで頻りに議論を重ねることができたことで、派遣期間中での論文投稿が可能となった。2つ目は弾塑性を考慮した擁壁衝突解析への取り組みである。弾塑性解析自体は幅広く研究や実務で取り入れられてはいるが、申請者が行っている擁壁衝突解析は少し特殊な事例であり、現在までに決まった解析手法は確立されていないのが現状である。これまで、申請者は主に衝突時の上部構造の応答に対して検証を行い、Mosqueda 教授の研究室では主に衝突時の擁壁の応答や衝突力に注目し研究を行ってきた。今回互いの知見を共有することで申請者は新たに解析手法に弾塑性を考慮した擁壁のモデル化を確立することが出来た。3つ目は自身の研究に対してのモチベーションの向上である。今回、派遣先では Mosqueda 教授が担当するゼミや授業で自身の研究を紹介する機会を設けて頂いた。その際に、同分野を研究している学生はもちろん、その他多くの学生に興味を持ってもらい、自身の研究が海外でも注目される分野であることが認識でき、多くの意見交換が出来た。このような経験は、現地で派遣研究員として滞在しないと経験できなかったことである。