

京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書

令和2年3月31日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会 長 藤 洋 作 様

所 属 部 局 防 災 研 究 所

職 名 教 授

氏 名 池 田 芳 樹

助 成 の 種 類	令和元年度・研究活動推進助成			
申請時の科研費 研究 課 題 名	微動計測に基づく低層建物の地震応答予測法の確立			
上記以外で助成金 を 充 当 した 研 究 内 容	なし			
助成金充当に関 わる共同研究者	(所属・職名・氏名) なし			
発表学会文献等	(この研究成果を発表した学会・文献等) 文献:Y.Takanishi et al. Phys. Rev. E(rapid) 100 (2019) 010701 1) Xie J., Ikeda Y., Kurata M.: Dynamic Characteristics of Long Two-story Building with Large Atria and Skylights, 令和元年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 講演番号B26, 2019年2月 2) 謝金哲, 倉田真宏, 池田芳樹:吹抜と天窓が多くある長大2層鉄骨造建物の振動モード特性, 日本建築学会近畿支部研究発表報告集, 第60号, 構造系, 2020年6月 3) 謝金哲, 倉田真宏, 池田芳樹:吹抜と天窓が多くある長大2層商業建物の振動モード特性, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2構造II, 2020年8月 4) Xie J, Ikeda Y, Kurata M: Modal Identification of Large-scale Low-rise Buildings through Microtremor Measurements, Proc. of 17th World Conference on Earthquake Engineering, Sep.2020			
成 果 の 概 要	研究内容・研究成果・今後の見通しなどについて、簡略に、A4版・和文で作成し、添付して下さい。(タイトルは「成果の概要／報告者名」)			
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	1,000,000 円		
	使用した助成金額	1,000,000 円		
	返納すべき助成金額	0 円		
	助成金の使途内訳	費 目	金 額	
		旅費	977,330円	
		消耗品費	7,390円	
書籍		14,246円		
宅配便料		1,034円		
合計	1,000,000円			
当財団の助成に つ い て	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 助成を受けたことにより、多人数の出張を伴う建物の微動計測を計画通りに行うことができました。貴重な研究費を助成して頂いたことに深く感謝申し上げます。申請から採用までの期間が短く、緊急に行いたい研究を滞りなく行える点が本助成の長所です。			

微動計測に基づく低層建物の地震応答予測法の確立

防災研究所 地震防災研究部門 池田芳樹

研究背景

地震直後に建物からの避難の必要性和当面の使用性を判断する手段として、振動計測と振動解析を統合した地震被災度即時判定法の開発が期待されている。現在、鉄骨造の中高層建物ならば、加速度計を3~5の階に適切に設置することにより、建物被害と相関性が高い各階の揺れを地震直後に高い精度で推定できる。一方、本研究が対象とした低層建物は、形が不整形である、平面的な広がりがある、吹抜空間をもつ、といった構造的特徴があるため、中高層建物に適用されている地震被災度判定法をそのまま適用できない。不特定多数が利用する大半の建物が低層である点を考えれば、その地震被災度即時判定法の確立は建築構造分野が取り組むべき課題の一つである。特に大規模低層商業建物は全国に多数点在しており、施設の広さ、生活物質を常に多く備えている貯蔵機能、さらには周辺地域との結びつきを考えれば、地震直後に安全性を確認した上での有効活用は、災害後の都市機能の回復に多大に貢献できるであろう。

研究内容

低層建物の地震被災度判定法を確立するためには、まず建物固有の振動特性を把握する必要がある。しかしながら、現行の建築基準法は低層建物の設計に振動解析を要求していないため、その特性は設計段階でよく把握されていない。しかも、大規模低層商業建物で公開された振動計測事例はない。そこで初めに複数の建物で微動計測を実施して、一般的な振動特性を抽出した。この目的を限られた数の計測器で達成するために、計測器を順次移動させて建物全体の振動特性を把握する方法を提案した。次に、微動計測結果から建物の地震応答解析モデルを構築する方法も提案し、その妥当性を地震被害があった1棟で検証した。

研究成果

すでに微動計測を実施していた3棟とは異なる形状をもつ大規模商業施設3棟で新たに微動計測を行い、計6棟の振動特性を整理した。建物の地震被害が断片的に知らされた1棟の建物では、微動計測から得た建物の振動解析モデルの検証も行った。研究成果は以下にまとめられる。

- (1) 平面長さが数100~550mにも及ぶ大規模低層商業建物は、吹抜空間や天窗を多くもつ構造物である。その結果、中高層建物の解析モデルで仮定する、同一階の床が一体になって揺れる「剛床」は成立しなかった。低次固有振動モードでも、並進と捩れ回転の振動が連動する複雑な揺れが認められた。
- (2) 店舗棟の上を駐車場とする建物では、店舗の階と駐車場の階で振動性状が異なっていた。駐車場と地上を結ぶ傾斜路は、店舗棟に比較して水平剛性が低いため、そこでは局所的に大きく揺れる固有振動モードが見られた。駐車場棟が店舗棟に隣接し、渡り廊下で店舗棟に繋がっている場合には、互いの棟が複雑に連動している振動モードが見られた。

- (3) フードコートや映画館といった壁が少なく階高のある大空間は、小店舗で構成されている空間に比較して、局所的に大きく揺れていた。
- (4) 建物の地震時の揺れを複雑にしないために、建物をいくつかに区分するエキスパンションジョイントは、微動時にも機能していた。一方、エキスパンションジョイントがない建物でも、建物の場所によって揺れ易い周期は異なっていた。
- (5) 微動による評価とは言え、実建物の1次固有周期は建築基準法に示されている算定式に整合していなかった。5棟の建物では、計測した1次固有周期が建築基準法算定式の65～85%であった。残りの1棟は、反対に115%と長周期側であった。
- (6) 以上5項目から、中高層建物の被災度判定法で用いる1本棒質点系モデルで、大規模低層建物の振動モデルを作成することは不可能であると結論付けた。そこで、微動計測だけで建物の地震応答を予測する解析モデルを提案し、その妥当性を2018年6月大阪北部の地震の被害との対応によって調べた。その結果、提案したモデルは地震直後の建物の状況をよく表現していることが明らかになった。この方法はモデル作成に膨大な設計資料を必要としないため、もともと振動モデルを設計時にもっていない低層建物の揺れの予測に有効である。

今後の見通し

本研究で大規模低層商業施設の一般的な振動特性が明らかになり、それは中高層建物とは大きく異なっていた。そこで、実建物の微動計測だけで地震応答を予測する振動解析モデルの作成法を提案した。ただし、モデルの検証は、被害状況の情報の不足と建物近傍の地震記録がないことから、1棟だけに限られている。今後は、建物所有者と連携しながら手法の検証と高度化を行い、大規模低層建物の地震被災度即時判定法の研究開発を推進する予定である。

学会発表

- 1) Xie J., Ikeda Y., Kurata M.: Dynamic Characteristics of Long Two-story Building with Large Atria and Skylights, 令和元年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 講演番号 B26, 2020年2月
- 2) 謝金哲, 倉田真宏, 池田芳樹: 吹抜と天窓が多くある長大2層鉄骨造建物の振動モード特性, 日本建築学会近畿支部研究発表報告集, 第60号, 構造系, 2020年6月(投稿済)
- 3) 謝金哲, 倉田真宏, 池田芳樹: 吹抜と天窓が多くある長大2層商業建物の振動モード特性, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-2 構造 II, 2020年8月(投稿済)
- 4) Xie J, Ikeda Y, Kurata M: Modal Identification of Large-scale Low-rise Buildings through Microtremor Measurements, Proceeding of the 17th World Conference on Earthquake Engineering, September 2020 (掲載予定)

(以上)