T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	人の歩行による建築物の床振動に関する確率統計的評価と信頼性設計法
Title(English)	
著者(和文)	増田圭司
Author(English)	Keiji Masuda
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10158号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小河 利行,時松 孝次,竹内 徹,坂田 弘安,横山 裕
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10158号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	建築学　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士　（　工学　） Doctor of
学生氏名： Student's Name	増田 圭司	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	小河 利行 教授
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（和文 2000 字程度）
Thesis Summary（approx.2000 Japanese Characters ）

本論文は，「人の歩行による建築物の床振動に関する確率統計的評価と信頼性設計法」と題し，人の歩行に起因する床振動を対象としている。計測された複数人の一歩の外力に基づき歩行外力の確率モデルを作成し，モンテカルロシミュレーションに適用，歩行実験から得られた応答値の統計量と比較することでシミュレーションの妥当性を確認した上で，パラメータスタディにより人の歩行による床振動の確率統計的な評価式を提案し，この提案式を用いて人の歩行による床振動に関する信頼性設計法を構築したものである。本論文は以下の 6 章から構成されている。

第 1 章「序論」では，建物使用者のより使いやすい建物を望む要望に応えるべく，近年の高強度材料の適用，混合構造の普及に伴う大スパン床の増加など，本研究の背景を述べ，床スラブの振動問題に関する既往の研究を概観した上で，本研究の目的について述べ，本論文の構成を示している。

第 2 章「確率的歩行外力モデルの構築と人の歩行による床振動に関するモンテカルロシミュレーションへの適用」では，実験により複数人の一歩の外力を計測し，歩行外力の確率的なモデル化を行なう。計測結果から一歩の歩行外力波形の代表点を定めるパラメータ（代表点の時間と無次元化された外力値）の平均値，変動係数，各パラメータ間の相関性を評価し，一歩の外力の確率モデルを構築する。これを時間方向にずらして重ね合わせることで両足歩行外力に相当する確率的歩行外力を作成する。各パラメータを正規分布と仮定してこの外力を用い，床スラブを 1 質点系に置換してモンテカルロシュミュレーションを行い，人の歩行時の床振動を，平均値だけでなくバラつき（変動係数，確率分布）を含めて評価できることを示す。

第 3 章「渡り廊下における歩行実験と確率的歩行外力モデルを用いたモンテカルロシミュレーションの改良」では，実構造物での歩行実験を行い，歩行時の鉛直振動を数多く計測して居住性能の評価指標となる値（V 値：1/3 オクターブバンド加速度スペクトルの 8Hz 換算値の最大値）を算定し，その分布，統計量を把握する。各歩行実験は 5 往復を基本とし，それぞれ 10 人（組）において実施する。歩行人数は 1 人，2 人，6 人とし，歩調を指定しない自由歩行を行う。さらに 2 人および 6 人歩行時は歩行者間で歩調をあわせるように意識して歩く同期歩行，1 人および 6 人歩行時はメトロノームにより歩調を指定した指定歩行を行う。次に，先に提案した確率的歩行外力を改良，拡張してモンテカルロシミュレーションを行い，V 値の統計量を解析的に算定し，実験結果と比較する。実構造物として境界条件が明快であり，1 質点系のシステムに置換しやすい渡り廊下を選定した。この検証により一つの構造物ではあるが，モンテカルロシミュレーションの妥当性を確認する。

第 4 章「歩行振動 V 値応答スペクトルの提案と検証」では，初めに 2 章，3 章において検討したモンテカルロシミュレーションにより床の固有振動数，減衰定数，歩行人数，歩調（平均値と変動係数），歩行距離，歩行者の体重の変動係数などのパラメータが，V 値の平均値，変動係数に与える影響を評価する。次にこのシミュレーション結果から V 値の平均値，変動係数の評価式を作成し，これを歩行振動 V 値応答スペクトルとして提案する。これは耐震設計における加速度応答スペクトルと同様の考え方であるが，平均値と変動係数を設定するという点で大きく異なる新しい概念であり，共振具合が確率により定量的に評価されたものである。最後に，この歩行振動 V 値応答スペクトルに関して，いくつかの歩行実験に基づいて検証を行う。歩行実験は 6 箇所で行い，歩行者はそれぞれ 1 人～6 人，歩調を指定せずに自由に歩行する自由歩行とする。

第 5 章「歩行振動 V 値応答スペクトルを用いた床振動に関する信頼性設計法」では，初めに人の歩行時の床振動に関して，2 次モーメント法に基づく信頼性設計法の定式化を示す。使用限界状態として既往の文献から不快に感じる加速度を設定し，応答加速度は 4 章に示す歩行振動 V 値応答スペクトルから設定する。ただし，変動係数に関しては 1 次ガウス近似により床スラブの構造特性の予測誤差を考慮する。また，多自由度系に関しては各振動モードから求めた不快確率の和が評価点の不快確率とし，信頼性指標β を不快確率から算定する。次にモデルケースにより信頼性指標β と V 値の関係を把握する。これにより，信頼性指標β を用いることで様々な床の振動特性を一つの指標で表せることを示す。最後に，設計段階で設定した信頼性指標β を満足するように設計された建物において，実建物の床スラブで実施された振動実験，歩行実験に基づくβ が概ね対応していることを示す。

第 6 章「結論」では，本研究で得られた成果を統括して述べている。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	建築学　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士　（　工学　） Doctor of
学生氏名： Student's Name	増田 圭司	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	小河 利行 教授
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（英文 300 語程度）
Thesis Summary（approx.300 English Words ）

This paper proposes stochastic estimation and reliability based design for limiting floor slabs vibration due to human walk. Estimating the habitability index based on floor slab vibration due to human activity is important in designing steel structural buildings such as office, shopping malls etc. But since the variation of this vibration is large, calculation of this variation is difficult.

This paper has 6 chapters. Chapter 1 is Introduction which includes background, previous research, and contents of this paper. Chapter 2 shows generating stochastic walking force model based on force measurement by many people and adopting stochastic walking force model to a Monte-Carlo simulation using SDOF system. Chapter 3 shows the full scale measurements and certification of a Monte-Carlo simulation. One or more people walked on a pedestrian corridor in order to determine the statistics of V-values. The V-value is a 1/3 octave band peak spectrum of response accelerations corrected based on human sense. The experimentally obtained results were successfully simulated using the Monte-Carlo simulation. Chapter 4 proposes the walking vibration V-value response spectrum as an evaluation method of the habitability index V-value derived from a Monte-Carlo simulation and shows verifications with actual walking tests on seven floor slabs. This response spectrum is the original concept which evaluates V-values stochastically calculating mean value and variation coefficient. Chapter 5 proposes a reliability based design for limiting floor slab vibration due to human walk. The reliability index β can predict the stochastic vibration performance of any floor slabs, independent of the dynamic characteristics of floor slabs. The reliability design method was applied to an actual floor slab design and its validity was confirmed by hammering tests and a one person walking test using the actual building floor slabs. Chapter 6 is the conclusion.

備考 ： 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).