

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	木造大スパン床の歩行振動の評価方法とCLT造床における予測方法
Title(English)	
著者(和文)	小山雄平
Author(English)	Yuuhei Koyama
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11970号, 授与年月日:2021年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:横山 裕,坂田 弘安,三上 貴正,田村 修次,鍵 直樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11970号, Conferred date:2021/3/26, 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

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	建築学 建築学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	小山 雄平		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	横山 裕	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

### 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「木造大スパン床の歩行振動の評価方法と CLT 造床における予測方法」と題し、軽量で剛性が低い木造大スパン床で懸念される歩行振動問題の発生を未然に防ぐために必要な、居住性からみた木造大スパン床の歩行振動の評価方法と、構造体に CLT(Cross Laminated Timber)を用いた CLT 造床における歩行振動の予測方法を確立し、設計段階で歩行振動を予測、評価できる枠組みを構築することを目的としている。本論文は、以下の 5 章で構成されている。

第 1 章「序論」では、木造大スパン床の歩行振動を、RC 造、S 造建築物のコンクリートスラブを対象とした現行の規準、指針等では適切に評価できないことを指摘するとともに、歩行振動問題は一般に建築物供用開始後の事後対策が困難であるため設計段階での対策が重要であるが、木造床では構成部材の物性や接合部の仕様などが歩行振動におよぼす影響に関する知見が乏しく、発生する歩行振動を的確に予測する方法は確立されていないことを述べ、評価方法と予測方法を確立する本研究の目的と意義を示した。また、関連する国内外の規準、指針および既往の研究を紹介するとともに、本研究の構成を示した。

第 2 章「木造大スパン床の歩行振動の評価方法」では、コンクリートスラブにおける歩行振動を振動台で再現し検査員に体感させた官能検査結果と、木造大スパン床を試料床として用い検査員に歩行振動を体感させた官能検査結果を比較することにより、同程度の振動に対する人間の感覚、評価は、振動台での検査結果と試料床での検査結果で大きく異なることを明らかにした。そこで、振動台で再現した歩行振動と試料床で発生した歩行振動を比較した結果、加速度応答が同程度でも、試料床では歩行者の一步ごとの着地にもなって大きな変形が発生していることを把握した。よって、この変形が人間の振動感覚、評価におよぼす影響について詳細に検討した結果、加速度の最大値に対し変形の最大値が一定の割合以上だと変形により加速度がマスクされ着地時の振動を感じにくくなること、さらに変形がより大きくその最大値が一定の値以上になると加速度はマスクされているものの変形そのものが感じられ振動が大きく感じられることが明らかとなり、従来加速度応答のみに基づいていた評価方法にこの変形の要因を加味することにより、コンクリートスラブと木造大スパン床を一律に評価できる評価方法を確立した。

第 3 章「CLT 造床の歩行振動の予測方法」では、近年木造中・大規模建築物で主流となりつつある CLT 造床を対象に、歩行振動の予測方法について検討した。具体的には、CLT 造実在建築物床および試験体床において、静的載荷試験、動的加振試験、歩行試験を実施してその変形特性、振動特性および歩行振動を把握するとともに、有限要素法による解析モデルを作成し、解析結果と試験結果を比較した。その結果、床版の曲げ剛性、密度などの物性値は構造設計用の規格値ではなく材料試験結果などの実測値を用いる必要があること、床壁接合部での床版の固定度は歩行振動のような微細な振幅領域では接合部の仕様によらず一定としてよいこと、軽量な木造床では床上の人間の人体が減衰に影響するため歩行者および受振者 2 名が乗った状態での減衰定数を用いる必要があること、入力する歩行加振力はコンクリートスラブを対象とした現行の指針で規定された荷重を用いると木造床の固有振動数領域の加振力が不足するため高振動数成分も含む新たな加振力を設定する必要があることなど、木造大スパン床における歩行振動予測に有用な知見が得られた。また、この知見を基に一般的な仕様の CLT 造床の解析モデルを作成し、スパンを変数として歩行振動を予測した結果を第 2 章で確立した評価方法にしたがって評価することにより、歩行振動からみた CLT 造床のスパン表を例示するとともに、構造計算規準で規定された最大スパン以下でも歩行振動からみた要求性能が達成されない場合があることを示した。

第 4 章「仕上げとして根太床が施工された CLT 造床の歩行振動の予測方法」では、今後施工例が増加すると予測される仕上げとして架構式床が施工された CLT 造床の一例として、根太床が施工される仕様の CLT 造実在建築物床を対象に、根太床による変形特性、振動特性および歩行振動の変化を把握するとともに、有限要素法解析による歩行振動の予測方法を検討した。その結果、対象床では CLT 床版の弱軸方向が根太の方向となっているため、根太床の施工により固有振動数が高く、減衰が大きく、振幅が小さくなり、歩行振動に対する評価が改善されることが明らかとなった。また、第 3 章で得られた知見を適用して作成した CLT 床版の解析モデルに根太床の要素を付加することにより、変形特性、振動特性および歩行振動をおおむね再現できることを明らかにした。

第 5 章「結論」では、本論文の結論を述べた。

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 1 copy 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

系・コース： Department of, Graduate major in	建築学 建築学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	小山 雄平		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	横山 裕	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

In this thesis, the evaluation method of walking vibration on long-span timber floor and the estimation method of walking vibration on CLT floor were established as follows.

At first, "Specimen floor sensory test" and "Vibration table sensory test" were performed and the different evaluations to similar walking vibrations between specimen floor sensory test and vibration table sensory test were obtained. Through comparing accelerating curve and deformation curve of these tests, it was indicated that the walking vibration on timber floor has larger deformation than that on slab of reinforced concrete or steel structure building. The performance value  $VLT^*$  that can uniformly evaluate walking vibration on timber floor with reinforced concrete or steel structure building by applying the correction to the existing performance value  $VLT$  that reflects the phenomenon that the vibration is masked by this deformation and the phenomenon that the vibration is felt large because the deformation itself is felt.

Then, the vibration characteristics of CLT floor was investigated, and the estimation method of walking vibration on CLT floor was investigated. As the result, the analysis method that can reproduce the vibration characteristics of CLT floor was obtained as following; Property values such as bending stiffness and density of the floor panel that are not standard values for structural design, but actual values measured with material test should be used. The boundary condition at the floor wall joint is determined as pin support at the nodes located inside the wall, regardless of the specifications of the joint method. The damping ratio used for the walking vibration analysis should be the value with two people on the floor. The walking force for analysis should be close to the actual walking. The finishing joist floor of CLT floor can be approximately reproduced by adding the model with the same shape as the actually joist floor to the analysis model of the CLT floor.

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 1 copy 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).