

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：82115

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26420594

研究課題名(和文) フランキングを考慮した床衝撃音予測精度の向上に関する研究

研究課題名(英文) Study on improvement of prediction precision for the floor impact sound insulation in consideration of flanking transmission loss

研究代表者

平光 厚雄 (Hiramitsu, Atsuo)

国土技術政策総合研究所・建築研究部・室長

研究者番号：30414965

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：木造建築物においては、床衝撃音遮断性能の精度の高い予測手法のためにはフランキング(迂回路伝搬音)を考慮することが重要となる。木造建築物に関する調査により、断面仕様別に床衝撃音遮断性能の整理を行った。また、CLTパネルの模型実験を実施し、壁からの放射音低減のために、床面と壁面に緩衝材を使用することで、床衝撃音対策に有効であることが確認できた。さらには、3階建てCLT実験建物による実験を実施し、緩衝材、乾式二重床構造、天井などの効果を確認した。以上の結果から、フランキングを考慮することにより、床衝撃音遮断性能の予測精度が向上されるだけでなく、床衝撃音遮断性能の向上が可能となることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：A purpose of this study is the improvement of the floor impact sound prediction precision in consideration of flanking transmission. The floor impact sound insulations according to floor section specifications were arranged from the investigation about the timber building. In addition, the experiment for CLT panels was carried out, and it was confirmed that a damping material between a floor and a wall was effective for floor impact sound insulation for the emission sound reduction from the walls. Besides, the experiment with the 3-story CLT model building was carried out, and it was confirmed that the effects of damping material, floating floor and suspended ceiling. Not only predictive precision of the floor impact sound insulation was improved, but also that the improvement floor impact sound insulation was enabled by considering flanking transmission loss from the above results.

研究分野：建築学

キーワード：床衝撃音 フランキング 木造建築物

1. 研究開始当初の背景

集合住宅におけるクレームやトラブル等の相談事例をみると、遮音性能に関連する事項が多くみられる。中でも、特に重量床衝撃音に関する内容が大半となっている。また、居住者へのアンケート調査においても、音環境に対する満足度が低くなっていた。これは、集合住宅の床衝撃音遮断性能が向上しているものの、居住者の問題意識や要求性能が高くなったことなどが考えられる。

また、平成 22 年 10 月に施行された、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」により、低層の公共建築物については、原則としてすべて木造化を図ることとなった。それに伴い、集合住宅等の一般の建築物についても、木造化の波及効果が期待されている。しかしながら、一般に木造建築物の音環境性能（特に、床衝撃音遮断性能）は、コンクリート構造の建築物と比較すると低くなっている。そのため、木造建築物の増加に伴い、床衝撃音が問題となると考えられる。この問題に対し、木造建築物の床衝撃音遮断性能向上が必要となるとともに、建物設計時からの精度の高い床衝撃音遮断性能の予測が求められる。

2. 研究の目的

床衝撃音の発生概念図について図 1 に示す。コンクリート構造と比較して軽量の床構造である木造建築物では、上階で衝撃加振された音は天井面から放射される音が主であるが、振動が伝搬して壁から放射される迂回路伝搬音（フランキング）の影響も大きくなる。そのため、床衝撃音遮断性能の精度の高い予測を行うためには、フランキングを考慮する必要がある。これまで、床衝撃音遮断性能の向上に関する検討では、床断面仕様のみを変更した検討を行ってきたが、フランキングの影響の考慮した性能向上や予測手法の検討はほとんど行われていない。これは、木造建築物における床面と壁面の接合部（junction）が工法により多種に渡るためである。海外では、BS EN12354-2 等においてフランキングの評価法に関する規格があるが、junction の仕様が日本と欧米では異なるため、そのまま用いることが出来ない。また、海外の規格では、床衝撃音の測定に用いる衝撃源は軽量衝撃源（タッピングマシン）のみであるため、日本で問題となっている人の歩行や飛びはね等に対応した重量床衝撃音に対応する規格はない。

以上のような背景から、木造建築物を中心とした床衝撃音遮断性能の精度の高い予測手法にはフランキングを考慮することが重要であると考えられる。

本研究では、フランキングを考慮することにより、床衝撃音遮断性能の予測精度が向上されるだけでなく、正確な予測により、床衝撃音遮断性能の向上、さらには居住者の満足度を向上されることを目的とする。

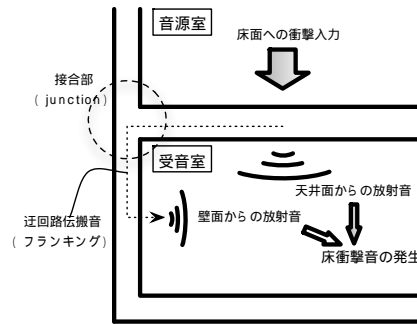


図1 床衝撃音の発生概念図

3. 研究の方法

(1) 木造建築物の調査

木造建築物の断面仕様および床面と壁面の接合部（junction）と床衝撃音遮断性能の測定データは整備されているとはいえない。そこで、文献調査等により、性能の把握を実施する。

(2) CLT パネルの模型実験

木造建築物の内、平成 25 年に JAS として公布された CLT（直交集成板）に関する検討を中心に行う。床衝撃音遮断性能については、駆動点インピーダンス変化による推察できるため、駆動点インピーダンスの測定を行う。さらには、フランキングの影響を低減させる緩衝材の効果も確認する。

(3) 3 階建て CLT 実験建物による実験

3 階建て CLT 実験建物を対象とした実験を実施する。2、3 階の床は 150mm 厚の CLT（5 層 5 プライ）、各壁は 90mm 厚の CLT（3 層 3 プライ）となっており、表 1 に示すように、緩衝材（ポリウレタンエラストマー（PUR）発泡体）、天井、乾式二重床構造などの床断面仕様を変更して、床衝撃音遮断性能の測定を実施する。

表 1 試験体一覧

No.	緩衝材	1 階・2 階天井	2 階・3 階の床仕様	
			乾式二重床	アスファルトシート
0	無	無	無	-
1	A (2 階壁・2 階床)	無	無	-
2	B (2 階壁・2 階床)	無	無	-
3	B (3 階床・2 階壁)	無	無	-
4	無	有	無	-
5	無	無	有	無
6	無	無	有	1 枚
7	無	無	有	2 枚
8	無	有	有	無
9	無	有	有	1 枚
10	無	有	有	2 枚

4. 研究成果

(1) 木造建築物の調査

論文・報告書等で公表されている、木造建築物の音環境性能について文献調査を実施した。その結果、音環境性能の内、戸建などの小規模木造建築物の床衝撃音遮断性能の測定事例はあるものの、大規模木造建築物の

測定はほとんどなかったが、断面仕様別に床衝撃音遮断性能の整理を行った。

(2) CLT パネルの模型実験

図 2 に 150mm 厚のコンクリートスラブと CLT パネルの駆動点インピーダンスの測定結果例を示す。両者を比較すると、概ね 20～30dB 程度の差があるため、床衝撃音対策には衝撃入力を低減できる乾式二重床構造の施工，躯体の質量，剛性を増加させる材料の挿入，防音天井や緩衝材の設置が必要であると考えられた。さらには、床衝撃時の壁からの放射音低減のために、床面と壁面に緩衝材を使用することで、効果があることが確認できた。

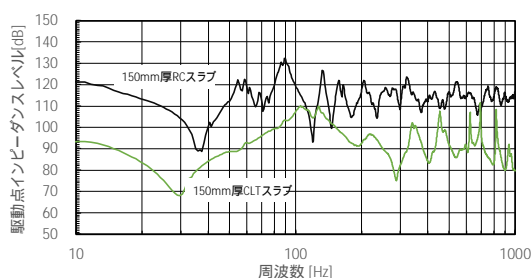


図 2 150mm 厚のコンクリートスラブと CLT パネルの駆動点インピーダンス測定例

(3) 3 階建て CLT 実験建物による実験

試験体に施工したそれぞれの仕様の効果を見るために、試験体 0 に対する効果を図 3、4 に示す。これをみると、緩衝材は床下と壁上に挟むことで、63Hz 帯域で下室壁面の振動が減衰しフランキングの影響が小さくなり、5dB 程度の低減が可能であることを明らかにし、床衝撃音遮断性能の予測向上に資することができた。さらには、天井は全帯域で 5dB 程度、乾式二重床構造は、重量、軽量床衝撃音遮断性能の向上が確認できた。

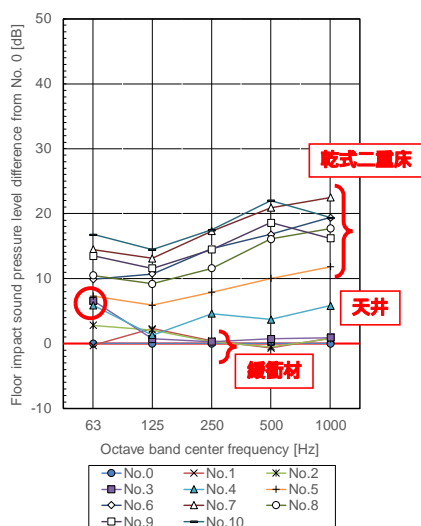


図 3 床衝撃音レベル差算出結果例 (ゴムボール衝撃源)

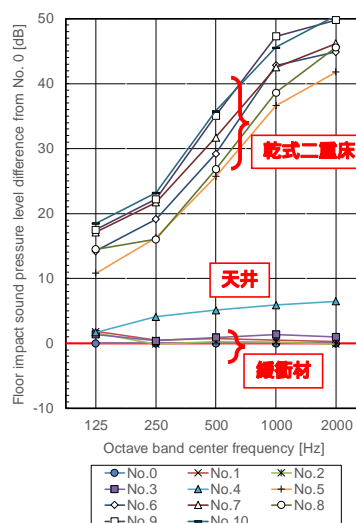


図 4 床衝撃音レベル差算出結果例 (タッピングマシン)

以上の結果から、フランキングを考慮することにより、床衝撃音遮断性能の予測精度が向上されるだけでなく、正確な予測により、床衝撃音遮断性能の向上が可能となる。その結果、居住者の満足度が向上されることが考えられる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 0 件)

[学会発表](計 5 件)

(invited paper) Atsuo HIRAMITSU, Yuji HASEMI, Teruhiko KAKU: Floor impact sound insulation of timber three-story school building for final full-scale fire test, Proceedings of Inter-Noise2014, 2014.11

(invited paper) Atsuo HIRAMITSU: Influence of the floor load on the heavy-weight floor impact sound insulation, Proceedings of Inter-Noise2015, 2015.8

A. Hiramitsu, K. Harada and K. Noji: Improvement of Sound Insulation Performance of Cross Laminated Timber Separation Wall, Proc. of the 12th Western Pacific Acoustics Conference 2015, 2015.12

(invited paper) Atsuo HIRAMITSU, Toru OTSURU, Reiji TOMIKU, Koji HARADA: Improvement of floor impact sound insulation in cross laminated timber model building for experiment, Proceedings of Inter-Noise2016, pp.3792-3797, 2016.8

Atsuo Hiramitsu, Koji Harada, Kiyomi Noji: Effect of difference in specification on sound insulation in cross laminated timber separation wall, Proceedings of International Congress on Acoustics 2016, 2016.9, 査読無

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平光 厚雄 (HIRAMITSU, Atsuo)

国土技術政策総合研究所・建築研究部・室長

研究者番号：30414965