

タイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源による重量床衝撃音遮断性能の 単一数値評価量の対応に関する検討

漆戸幸雄^{*1} 阿部将幸^{*1}
小谷朋央貴^{*1}

概 要

2016年に日本建築学会から集合住宅の床衝撃音遮断性能をゴムボール衝撃源を用いて測定し、A特性床衝撃音レベルで評価する評価体系が示された。一方、従来のタイヤ衝撃源による測定、評価には膨大なデータと知見の蓄積があるため、ゴムボール衝撃源を活用していくには両衝撃源による測定値、評価の対応性の検討も必要である。そこで本報では、タイヤ衝撃源によるL数、A特性床衝撃音レベルの測定値と、ゴムボール衝撃源によるL数と、A特性床衝撃音レベルの測定値の対応関係を検討した。さらに、タイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源のオクターブバンド衝撃力暴露レベルの差を補正することで、両衝撃源の単一数値評価量の換算を試みた結果について報告する。

Study on the correspondency of the rating of floor impact sound insulation by standard heavy impact sources using a tire and floor impact sound insulation by standard heavy impact sources using a rubber ball

Abstract

The evaluation system to conduct evaluation by the A-weighting floor impact sound pressure level by measuring impact sound insulation of floors of a multifamily house with a rubber-ball impact source was shown by the Architectural Institute of Japan in 2016. On the other hand, as there is extensive data and knowledge accumulated at the observation station in the evaluation by the conventional tire impact source, to utilize a rubber-ball impact source, it is necessary for both impact sources to review the measurement values as well as the correspondency of the evaluation. Therefore, in the present report, we reviewed the correspondence of the number of the large by the tire impact source, the measurement values and the rubber-ball impact source of the A-weighting floor impact sound pressure level, and the measurement values of the A-weighting floor impact sound pressure level. Furthermore, we report on the results of attempting to change the single value evaluation quantity of both impact sources by revising the difference between the tire impact sound and the rubber-ball impact source octave-band impact strength exposure level.

キーワード: タイヤ衝撃源, ゴムボール衝撃源,
重量床衝撃音, 単一数値評価量,
相関

*1 建築本部 建築エンジニアリングセンター環境技術部

§1. はじめに

日本建築学会から集合住宅の床衝撃音遮断性能を JIS A 1418-2:2000 に規定されている衝撃力特性(2) をもつ標準重量衝撃源(以下ゴムボール衝撃源)で測定し、A 特性床衝撃音レベルで評価する評価体系が 2016 年に示された¹⁾。一方、従来の衝撃力特性(1)をもつ標準重量衝撃源(以下タイヤ衝撃源)による測定、評価には膨大なデータと知見の蓄積があるため、ゴムボール衝撃源を活用していくには両衝撃源による測定値、評価の対応性の検討も必要である。

本報では、タイヤ衝撃源による L 数(以下 L 数, $H(1)$)、A 特性床衝撃音レベル(以下 $LiA, Fmax, H(1)$)の測定値と、ゴムボール衝撃源による L 数(以下 L 数, $H(2)$)と、A 特性床衝撃音レベル(以下 $LiA, Fmax, H(2)$)の測定値の対応関係を検討した。さらに、ゴムボール衝撃源とタイヤ衝撃源のそれぞれに対して、一方の衝撃源によるオクターブバンド床衝撃音レベルの測定値に JIS A 1418-2:2000 に規定されている両衝撃源のオクターブバンド衝撃力暴露レベルの差を補正し、L 数およびバンド合成 A 特性床衝撃音レベルを求め、他方の衝撃源の単一数值評価量の換算の

可能性について検討した。

§2. 検討対象の概要

検討対象は 2002 年～2019 年に竣工した集合住宅と宿泊施設の 55 物件、延べ 669 室の床衝撃音レベルである。測定時の床仕上げは、スラブ素面が 44 室、防音直張りフローリングが 62 室、絨毯・タイルカーペットが 3 室(うち 1 室は一部ビニルシート)、直敷き畳が 2 室(以上、素面・直張床系 114 室)、乾式二重床が 555 室である。スラブ面積は、約 14m²～290m²である。スラブ構造は、均質単板スラブ、ハーフ PC 合成スラブ(オムニア板、FR 板、スパンクリート)、デッキプレートスラブ、矩形・波形・球形の発泡ポリスチレン材による二方向ボイドスラブ、ワインディングパイプや発泡ポリスチレン材による一方向ボイドスラブが含まれている。

床衝撃音レベルの測定は JIS A 1418-2:2000 に準拠し、梁型を除いた室平面の中央付近 1 点と対角 4 分点の 5 点を測定点とし、0.3m おきに 0.9～1.8m の高さ、0.2m おきに 0.8～1.4m の高さ、実時間周波数

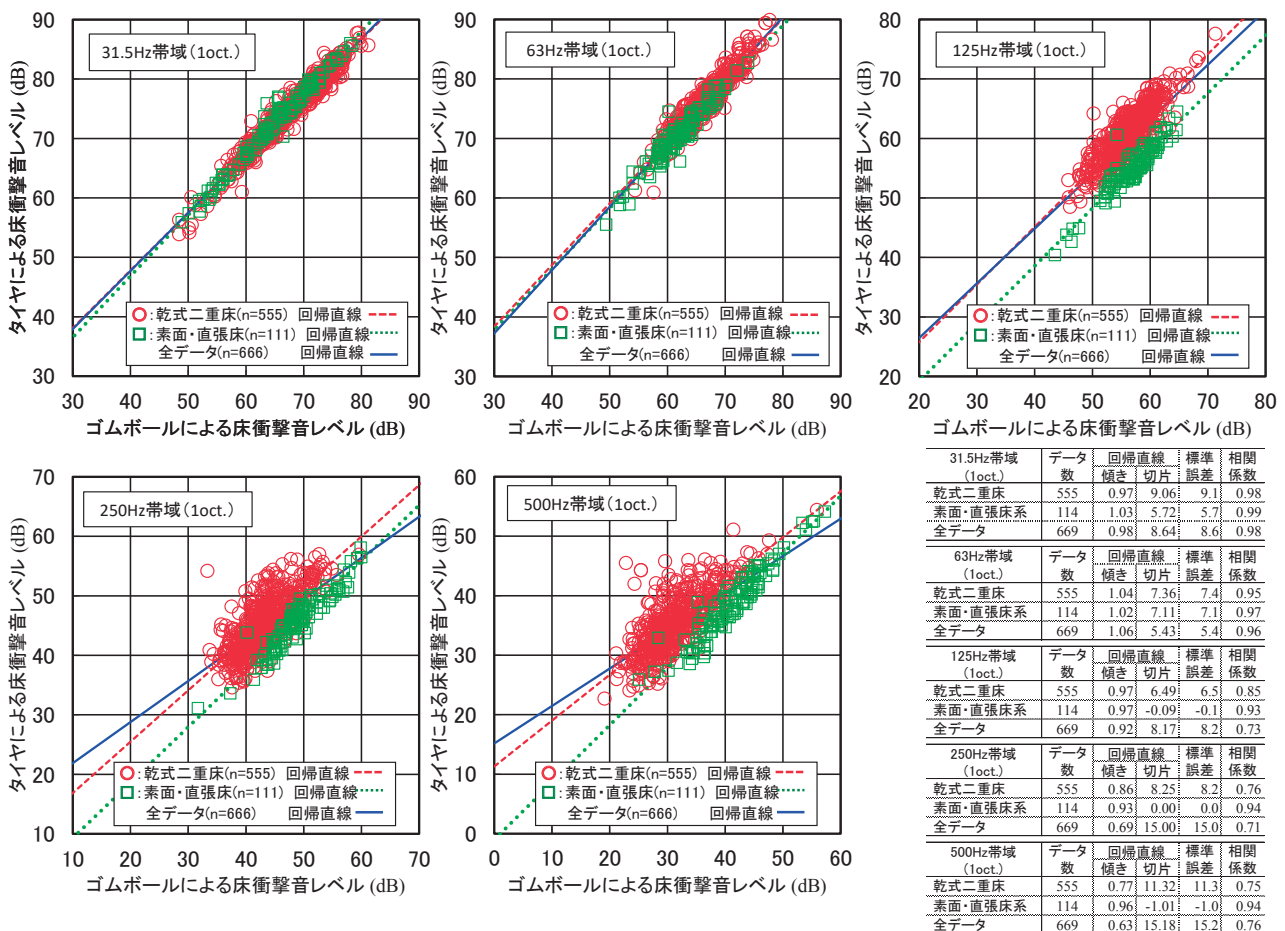


図1 検討対象物件のタイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源によるオクターブバンド床衝撃音レベルの対応

分析機能付騒音計（リオン NA-27 または NA-28）5 台のマイクロホンを設置し、オクターブバンド音圧レベルと A 特性音圧レベルを 5 点同時に計測している。

図 1 に今回検討対象とした、タイヤ衝撃源によるオクターブバンド床衝撃音レベルの測定値とゴムボール衝撃源によるオクターブバンド床衝撃音レベルの測定値の相関図を示す。31.5Hz 帯域、63Hz 帯域ではタイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源の測定値は回帰直線の傾きが 1 に近い対応を示しており、乾式二重床、スラブ素面・直張床系による対応傾向の差異もみられない。125Hz 帯域では乾式二重床、スラブ素面・直張床系とも回帰直線の傾きは 1 に近い対応を示しているが、切片は約 6.6dB の差が見られる。250Hz 帯域、500Hz 帯域では、乾式二重床とスラブ素面・直張床系で測定値の対応傾向に差が生じている。スラブ素面・直張床では 63Hz 帯域以下と同様に両衝撃源の測定値の回帰直線の傾きは 1

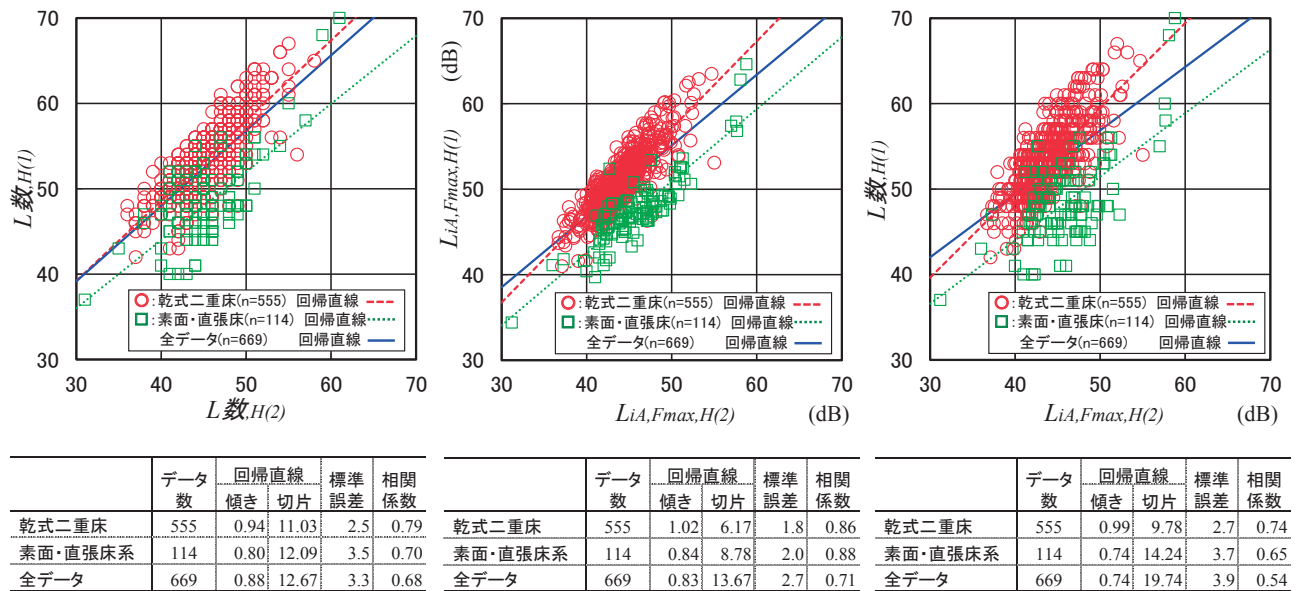
に近く、相関係数も 0.9 以上となっている。一方、乾式二重床では両衝撃源の測定値の相関は 125Hz 帯域以下と比較すると低下しており、回帰直線の傾きがゴムボール衝撃源の軸側に寝る傾向がみられる。

§3. タイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源による単一数値評価量の対応

図 2 にタイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源による単一数値評価量の相関図を、図 3 に両衝撃源による単一数値評価量の差の度数分布を示す。

3.1 L 数,H(1)と L 数,H(2)の対応

タイヤ衝撃源による L 数,H(1)とゴムボール衝撃源による L 数,H(2)の対応を見ると、相関係数(図 2 (a))は、乾式二重床で 0.79、素面・直張床系で 0.70 であり、両者とも比較的強い相関がみられるが、乾式二重床と素面・直張床系

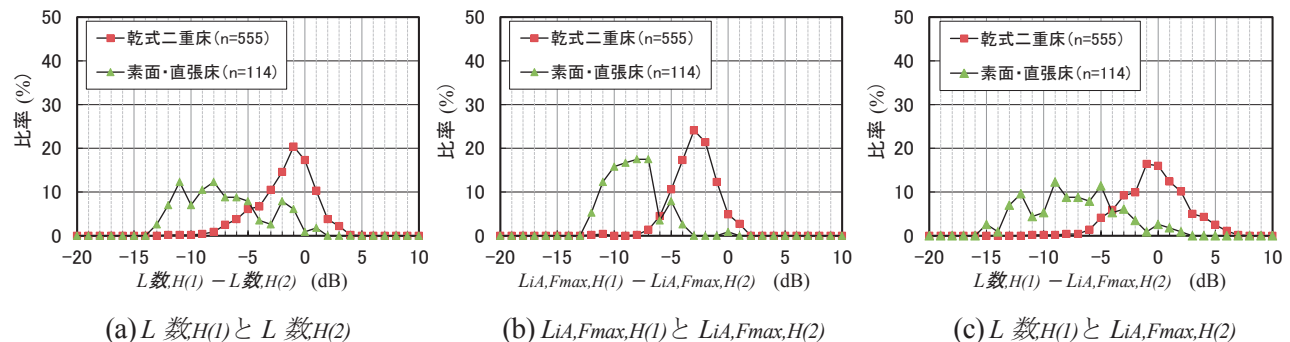


(a) L 数,H(1)と L 数,H(2)

(b) $L_{iA,Fmax,H(1)}$ と $L_{iA,Fmax,H(2)}$

(c) L 数,H(1)と $L_{iA,Fmax,H(2)}$

図 2 タイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源による単一数値評価量の対応



(a) L 数,H(1)と L 数,H(2)

(b) $L_{iA,Fmax,H(1)}$ と $L_{iA,Fmax,H(2)}$

(c) L 数,H(1)と $L_{iA,Fmax,H(2)}$

図 3 タイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源による単一数値評価量の差の度数分布

では対応傾向が異なり、全データを対象とした場合、相関係数は 0.68 に低下している。両評価量の差の度数分布 (図 3 (a)) は、乾式二重床は単峰型の分布 (-6~3dB の 10dB 内に約 96%が分布) であるが、スラブ素面・直張床系は-13~1dB のなだらかな分布となっている。

3.2 LiA,Fmax,H(1)とLiA,Fmax,H(2) の対応

タイヤ衝撃源による $LiA,Fmax,H(1)$ とゴムボール衝撃源による $LiA,Fmax,H(2)$ の相関係数 (図 2 (b)) は、乾式二重床で 0.86、素面・直張床系で 0.88 であり、L 数よりも強い相関がある。L 数と同様に全データを対象とした場合、相関係数は 0.71 に低下している。両評価量の差の度数分布 (図 3 (b)) は、乾式二重床は単峰型の分布で-7~1dB の 8dB の範囲に約 99%が納まっている。スラブ素面・直張床系も単峰型に近い分布であるが、分布範囲は乾式二重床とは異なり、-12~-4dB の 8dB の範囲に約 99%が納まっている。

3.3 L 数,H(1)とLiA,Fmax,H(2) の対応

タイヤ衝撃源による $L 数,H(1)$ とゴムボール衝撃源による $LiA,Fmax,H(2)$ の相関係数 (図 2 (c)) は乾式二重床で 0.74、素面・直張床系で 0.65、全データを対象とすると 0.54 であり、 $L 数,H(1)$ と $L 数,H(2)$ 、 $LiA,Fmax,H(1)$ と $LiA,Fmax,H(2)$ よりも両評価量間の相関は弱くなっている。両評価量の差の度数分布 (図 3 (a)) は、 $L 数,H(1)$ と $L 数,H(2)$ の差の分布と類似した傾向が見られる。

§4. ゴムボール衝撃源の測定値と両衝撃源の衝撃力の差の補正によるタイヤ衝撃源の単一数值評価量の推定

ゴムボール衝撃源によるオクターブバンド床衝撃音レベルの測定値に、表 1 に示す JIS A 1418-2:2000 に規定されているタイヤ衝撃源のオクターブバンド衝撃力暴露レベル (以下 $F_{f,H(1)}$) とゴムボール衝撃源のオクターブバンド衝撃力暴露レベル (以下 $F_{f,H(2)}$) の差 ($F_{f,H(1)}-F_{f,H(2)}$) を加算したバンドレベルから L 数 (以下 $L 数,H(2 \rightarrow 1)$)、およびバンド合成 A 特性床衝撃音レベル (以下 $LiA,Fmax,H(2 \rightarrow 1)$) を求めた。図 4 に算出した $L 数,H(2 \rightarrow 1)$ 、 $LiA,Fmax,H(2 \rightarrow 1)$ とタイヤ衝撃源の単一数值評価量 $L 数,H(1)$ 、 $LiA,Fmax,H(1)$ との相関図を、図 5 に評価量の差の度数分布を示す。

表 1 タイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源の
衝撃力暴露レベル(JIS A 1418-2:2000)

オクターブバンド中心周波数	31.5Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz
衝撃力特性(1) タイヤ衝撃源 オクターブバンド衝撃力暴露レベル dB $F_{f,H(1)}$	47.0	40.0	22.0	11.5	5.5
衝撃力特性(2) ゴムボール衝撃源 オクターブバンド衝撃力暴露レベル dB $F_{f,H(2)}$	39.0	31.0	23.0	16.0	11.5

4.1 L 数,H(1)とL 数,H(2→1) の対応

$L 数,H(1)$ と $L 数,H(2 \rightarrow 1)$ の相関係数 (図 4 (a)) は、乾式二重床で 0.93、素面・直張床系で 0.95、乾式二重床とスラブ素面・直張床系を合わせた全データを対象とした場合も 0.94 であり、床仕上げ構造によらず両評価量には非常に強い相関があるといえる。両評価量の差の度数分布 (図 5(a)) は、乾式二重床では-1~4dB の 5dB の範囲、スラブ素面・直張床系では-2~3dB の 5dB の範囲に 95%以上のデータが納まっている。

4.2 LiA,Fmax,H(1)とLiA,Fmax,H(2→1)

$LiA,Fmax,H(1)$ と $LiA,Fmax,H(2 \rightarrow 1)$ の相関係数 (図 4 (b)) は、乾式二重床で 0.88、素面・直張床系で 0.92、乾式二重床とスラブ素面・直張床系を合わせた全データ対象の場合も 0.90 であり、床仕上げ構造によらず両評価量には非常に強い相関があるといえる。両評価量の差の度数分布 (図 5(b)) は、乾式二重床、スラブ素面・直張床系ともに-3~4dB の 8dB の範囲に 98%以上のデータが納まっている。

4.3 L 数,H(1)とLiA,Fmax,H(2→1)

$L 数,H(1)$ と $LiA,Fmax,H(2 \rightarrow 1)$ の相関係数 (図 4 (c)) は、乾式二重床で 0.93、素面・直張床系で 0.95、乾式二重床とスラブ素面・直張床系を合わせた全データを対象とした場合も 0.93 であり、床仕上げ構造によらず両評価量には非常に強い相関があるといえる。両評価量の差の度数分布 (図 5(c)) は、乾式二重床では 0~6dB の 7dB の範囲に 97%以上のデータが納まっており、スラブ素面・直張床系では-2~3dB の範囲に 96%以上のデータが納まっている。

§5. タイヤ衝撃源の測定値と両衝撃源の衝撃力の差の補正によるゴムボール衝撃源の単一数值評価量の推定

前項と同様の方法でタイヤ衝撃源のオクターブバンド床衝撃音レベルの測定値に両衝撃源の衝撃力暴露レベルの差 ($F_{f,H(2)}-F_{f,H(1)}$) を加算したバンドレベルから L 数 (以下 $L 数,H(1 \rightarrow 2)$)、およびバンド合成 A 特性床衝撃音レベル (以下 $LiA,Fmax,H(1 \rightarrow 2)$) を求めた。図 6 に算出した $L 数,H(1 \rightarrow 2)$ 、 $LiA,Fmax,H(1 \rightarrow 2)$ とゴムボール衝撃源の単一数值評価量 $L 数,H(2)$ 、 $LiA,Fmax,H(2)$ との相関図を、図 7 に評価量の差の度数分布を示す。

5.1 L 数,H(2)とL 数,H(1→2) の対応

$L 数,H(2)$ と $L 数,H(1 \rightarrow 2)$ の相関係数 (図 6 (a)) は、スラブ素面・直張床系では 0.91 であり、非常に強い相関が

ある。乾式二重床では相関係数は0.78に低下し、回帰直線の傾きもスラブ素面・直張床系とは異なっている。両評価量の差の度数分布（図7(a)）は、乾式二重床では-9~0dBの10dBの範囲に97%以上、スラブ素面・直張床系では-5~2dBの8dBの範囲に99%以上のデータが納まっている。

5.2 $L_{iA,Fmax,H(2)}$ と $L_{iA,Fmax,H(1\rightarrow2)}$ の対応

$L_{iA,Fmax,H(2)}$ と $L_{iA,Fmax,H(1\rightarrow2)}$ の相関係数（図6(b)）は、スラブ素面・直張床系では0.97であり、非常に強い相関がある。乾式二重床では相関係数は0.87に低下し、回帰直線の傾きもスラブ素面・直張床系とは異なっている。両評価量の差の度数分布（図7(b)）は、乾式二重床では-9~2dBの7dBの範囲に97%以上、スラブ素面・直張床系では-3~1dBの5dBの範囲に98%以上のデー

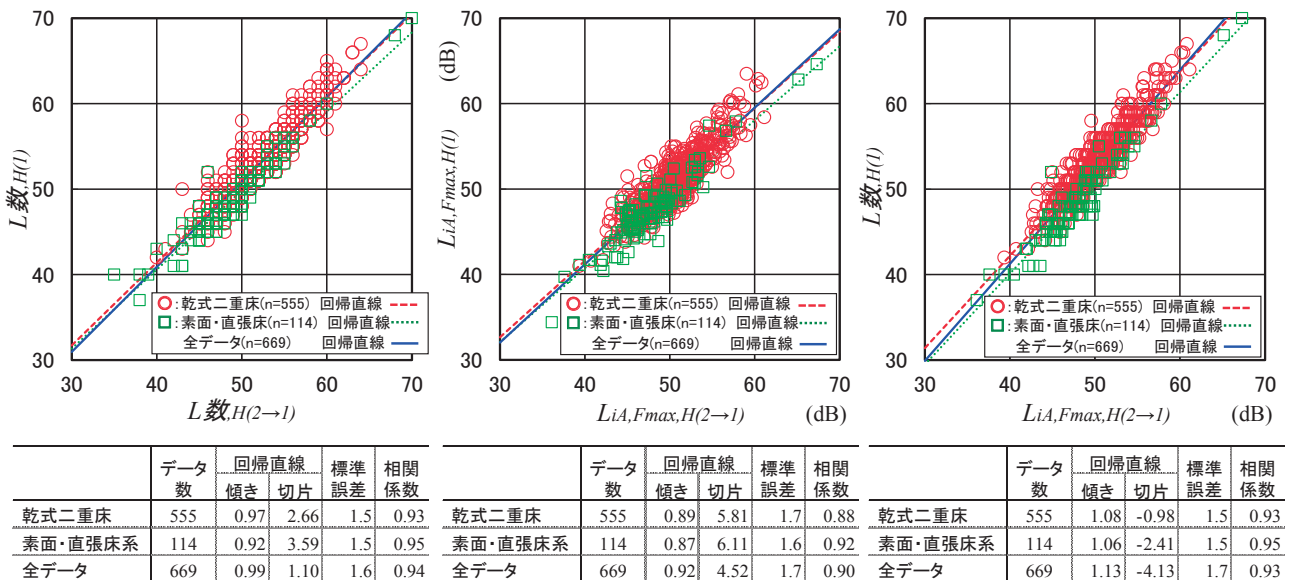
タが納まっている。

5.3 $L_{数,H(2)}$ と $L_{iA,Fmax,H(1\rightarrow2)}$

$L_{数,H(2)}$ と $L_{iA,Fmax,H(1\rightarrow2)}$ の相関係数（図6(c)）は、スラブ素面・直張床系では0.93であり、非常に強い相関がある。乾式二重床では相関係数は0.80に低下し、回帰直線の傾きもスラブ素面・直張床系とは異なっている（図6(c)）。両評価量の差の度数分布（図7(c)）は、乾式二重床では-8~0dBの8dBの範囲に96%以上、スラブ素面・直張床系では-5~2dBの7dBの範囲に100%のデータが納まっている。

§6. まとめ

今回の検討の結果から、ゴムボール衝撃源によるオク

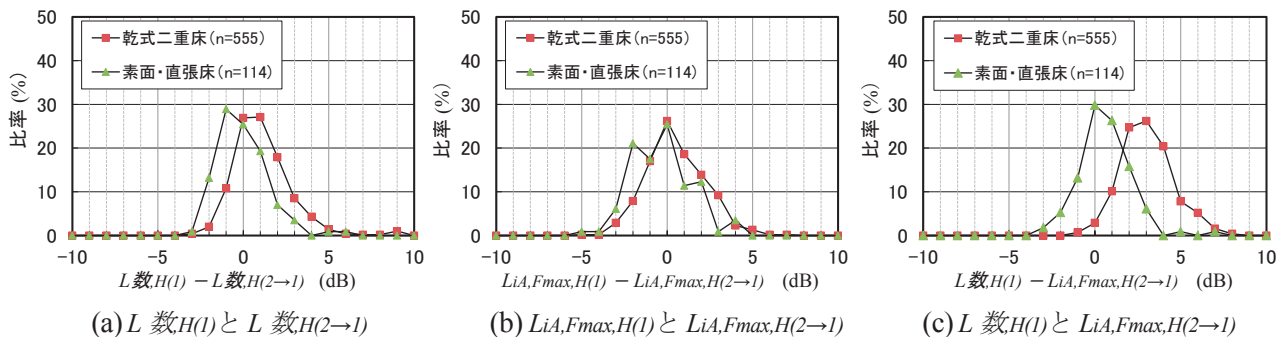


(a) $L_{数,H(1)}$ と $L_{数,H(2\rightarrow1)}$

(b) $L_{iA,Fmax,H(1)}$ と $L_{iA,Fmax,H(2\rightarrow1)}$

(c) $L_{数,H(1)}$ と $L_{iA,Fmax,H(2\rightarrow1)}$

図4 タイヤ衝撃源による単一数値評価量とゴムボール衝撃源によるオクターブバンド床衝撃音レベルに衝撃力暴露レベルの差分を補正して算出した単一数値評価量の対応



(a) $L_{数,H(1)}$ と $L_{数,H(2\rightarrow1)}$

(b) $L_{iA,Fmax,H(1)}$ と $L_{iA,Fmax,H(2\rightarrow1)}$

(c) $L_{数,H(1)}$ と $L_{iA,Fmax,H(2\rightarrow1)}$

図5 タイヤ衝撃源による単一数値評価量とゴムボール衝撃源によるオクターブバンド床衝撃音レベルに衝撃力暴露レベルの差分を補正して算出した単一数値評価量の差の度数分布

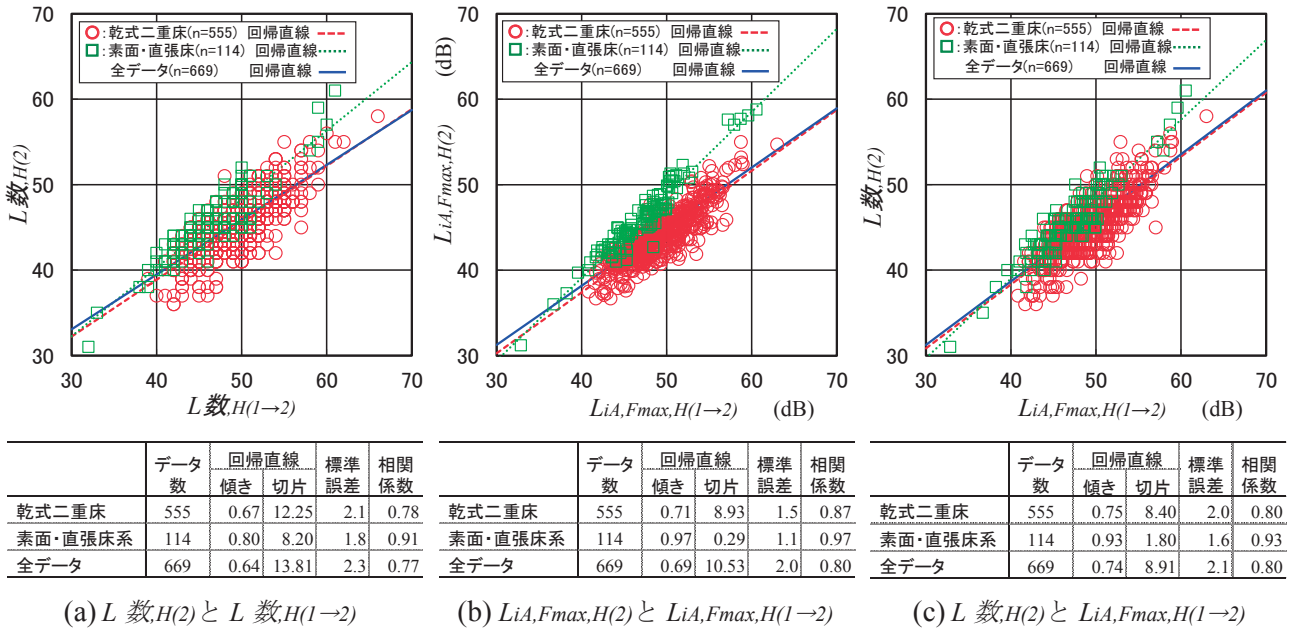


図6 ゴムボール衝撃源による単一数値評価量とタイヤ衝撃源によるオクターブバンド床衝撃音レベルに衝撃力暴露レベルの差分を補正して算出した単一数値評価量の対応

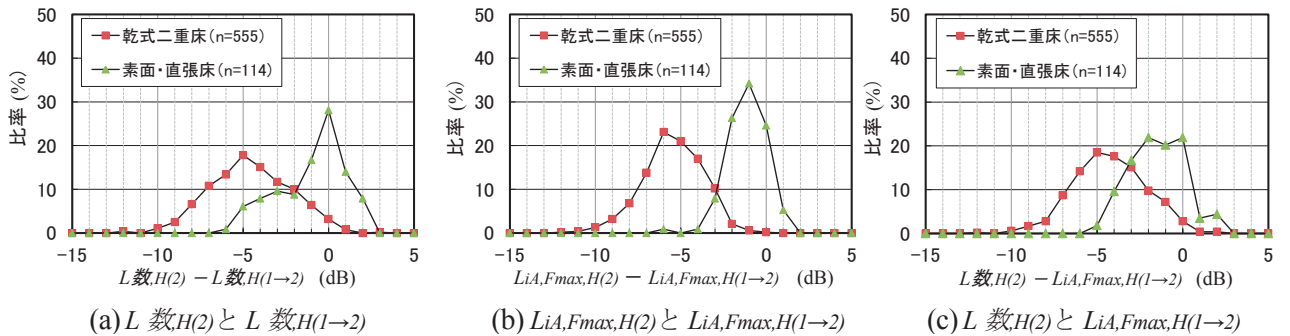


図7 ゴムボール衝撃源による単一数値評価量とタイヤ衝撃源によるオクターブバンド床衝撃音レベルに衝撃力特性の差分を補正して算出した単一数値評価量の差の度数分布

タープバンド床衝撃音レベルの測定値にタイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源のオクターブバンド衝撃力暴露レベルの差を加算したバンドレベルからL数またはバンド合成A特性床衝撃音レベルを求めることで、タイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源による床衝撃音遮断性能の単一数値評価量の対応付けられる可能性があるとの知見が得られた。



漆戸 幸雄

参考文献

- 1) 日本建築学会編, 集合住宅の遮音性能・遮音設計の考え方, 丸善出版, 2016.1

ひとこと

ゴムボール衝撃源は、重量床衝撃音レベル測定標準衝撃源として、従来からのタイヤ衝撃源に加えて2000年にJIS規格に登場したものの、タイヤ衝撃源で蓄積された知見が膨大なこともあり、利用が進んでいないのが現状です。一方、タイヤ衝撃源に比べて小型・軽量なので測定者にとっては負担の軽減にもなり、働き方改革や高齢化社会への親和性もあるのではないかと思います。今回の検討がタイヤ衝撃源で蓄積された知見とゴムボール衝撃源を結びつける一助になれば幸いです。