

機関番号：31223

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21760457

研究課題名(和文) 2種類の標準重量衝撃源の対応性および歩行などの実衝撃と衝撃源の関係性に関する検討

研究課題名(英文) Study on correspondence of two heavy/soft impact sources and relation between real impact such as walking and heavy/soft impact sources

研究代表者

平光 厚雄 (HIRAMITSU ATSUO)

独立行政法人建築研究所・環境研究グループ・主任研究員

研究者番号：30414965

研究成果の概要(和文)：現在2種類ある標準重量衝撃源のタイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源の関係をみるために、衝撃力特性、床衝撃音、衝撃時における変形特性の測定を実施した。その結果、衝撃源の落下高さの対数と衝撃力暴露レベルは、いずれの衝撃源についても高い線形性をもっていることがわかった。床衝撃音では、ゴムボール衝撃源の場合は、落下高さが140、150 cmの場合は線形ではなかった。また、標準重量衝撃源の衝撃時の動的ばね定数を落下高さ別に明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The impact force characteristic, the floor impact pressure level and the displacement t of the heavy/soft impact sources were measured, in order to investigate the relation between the car-tire source and the rubber ball source. As results, it could be seen that the logarithm of drop height and the impact exposure level had a high linear relationship. However, when the rubber ball source was dropped from the height of 140 or 150 cm, there was no linearity. Moreover, the dynamic spring constant in the impact time was obtained.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2010年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・音・環境振動

キーワード：床衝撃音、標準重量衝撃源

1. 研究開始当初の背景

現在、集合住宅におけるクレーム、トラブル等の諸問題の事例をみると、遮音性能に関連する事項が多くみられ、その中でも、特に重量床衝撃音に関する内容が大半となっている。このため、床衝撃音対策に関する多くの検討がなされている。また、床衝撃音の測定評価方法に関する諸問題も多くみられ、これらの検討は急務の課題となっている。床衝

撃音は、飛跳ね、歩行や物の落下により上階の床が衝撃加振され、下室で発生する音のことである。床衝撃音には、堅くて軽いものの落下音などの「軽量床衝撃音」と飛び跳ねや歩行などの「重量床衝撃音」の2種類があり、床衝撃音の遮断性能の測定方法の規格も、それぞれ標準軽量衝撃源による JIS A 1418-1 と日本独自で開発した標準重量衝撃源による JIS A 1418-2 の2種類制定されている。

この内、ゴムボール衝撃源に関しては、従来から使用されてきた子供の飛び跳ねに対応したタイヤ衝撃源に加え、2000年に新たに規定された衝撃源であるが、普及されているとは言い難い。これは、測定条件など明確でない点や従来のタイヤ衝撃源での測定結果との対応性が取れていないため、測定結果の評価が困難であるためである。また、住宅の気密性能や遮音性能の向上により、最近では飛び跳ねより人の歩行時に発生する床衝撃音が問題となることが多くなっている。ゴムボール衝撃源は、衝撃力特性が実際問題となる歩行時の衝撃特性との対応性が高いといわれており、ゴムボール衝撃に対応した床材の開発が実施されれば、床衝撃音の音環境性能が向上できると考えられる。よって、ゴムボール衝撃源の普及の障害となっている、タイヤ衝撃源との対応性の検討は急務な課題といえる。

タイヤ衝撃源の加振力のピーク値は約4000Nと非常に大きく、歩行などの実際の床衝撃音発生状況とは大きく異なっている。現在の床材の床衝撃音に対する開発方針は、タイヤ衝撃源の衝撃に対する対策（床仕上げ構造の断面仕様）となっており、実際の床衝撃音に対して効果的でない床材もみられる。これに対し、ボール衝撃源はハンドリングがよく、衝撃力が大きすぎない衝撃源であるため、有用な衝撃源といえる。しかしながら、ボールを標準重量衝撃源とした測定が普及しているとはいえない。この理由としては、タイヤ衝撃源による測定結果との比較がしにくい、過去の蓄積データとの比較が困難、ゴムボール衝撃源の測定結果の蓄積が少ないことなどがアンケート調査により分かっている。

これら2種類の標準重量衝撃源の対応性については、それぞれの標準重量衝撃源による床衝撃音レベル測定結果を集計し、衝撃力暴露レベル差による規準化により比較を行っている。コンクリート構造躯体では、直張り木質フローリング床やカーペット床などの直張り系の床仕上げ材については、これに対し、近年主流の床仕上げ材となっている乾式二重床構造については、低周波数域（63Hz帯域）では対応性が高いものの、それより高い周波数域では対応性が低いことが分かっている。これらは、衝撃源のインピーダンスの値と床のインピーダンスの値の関係によるものと考えられる。インピーダンスの値が大きいほど、振動しにくい（硬い）といえる。最近の床仕上げ材は、支持脚により空気層を持つ乾式二重床構造が主流となっている。乾式二重床構造は、上部板材が軽量であるため、加振力に対する応答（発生音や床の変位量など）が線形に変化しているとはいえない。このような床仕上げ材に対して、どのような衝

撃力を持つ衝撃源が有効であるか、またその衝撃源に対する床側の応答についても検討が必要となっている。

2. 研究の目的

本研究では、標準重量衝撃源の衝撃時の衝撃特性を把握する。また、構造の異なった試験床を対象とし、重量床衝撃音の測定を実施する。これら測定結果から、2つの標準重量衝撃源の対応性に関する検討を実施することを目的とする。本研究成果の発表を海外で行い、日本で開発された標準重量衝撃源の有効性について広くアピールする。本研究の成果としては、ゴムボール衝撃源の普及などが考えられる。

3. 研究の方法

(1) 標準重量衝撃源の衝撃力特性の測定

標準重量衝撃源の衝撃時における衝撃力特性の測定は、図1に示す概念図によって実施した。剛床上に設置したフォースセンサ上にタイヤ衝撃源とゴムボール衝撃源を自由落下させ衝撃力を測定した。落下高さを、タイヤ衝撃源は衝撃源の下から10~80cm（10cmピッチ）、ゴムボール衝撃源は10~150cm（10cm）に変化させた。なお、通常重量床衝撃音の測定では、タイヤ衝撃源の場合は約80cm、ゴムボール衝撃源の場合は100cmとなっている。

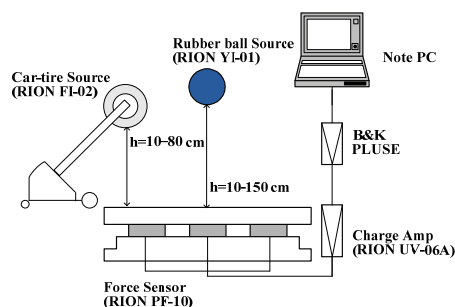


図1 標準重量衝撃源の衝撃力特性の測定概念図

(2) 建物構造の違いによる重量床衝撃音測定

重量床衝撃音レベルの測定は、コンクリート系構造として JIS A 1418-2 に規定される壁式構造の試験装置（以下、RC造）と枠組壁工法の4階建実験住宅（以下、2×4住宅）の2種類の構造を対象として実施した。RC造はスラブ厚200mmのコンクリート素面を使用し、2×4住宅は2,730×3,640mmの部屋を使用した。加振点と受音点は室の対角線を4等分点した5点とした。各加振点において、(1)と同様に、標準重量衝撃の落下高さを変化させ

ることにより衝撃力を変化させ、各受音点において、精密騒音計により、重量床衝撃音レベルを測定した。なお、受音点の高さを RC造は 120~150 cm、2×4 住宅は 60~180 cmとしている。測定ポイント図を図 2、図 3 に示す。

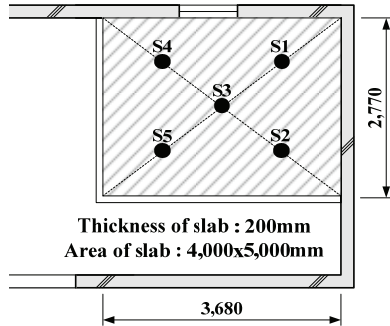


図 2 測定ポイント図 (RC 造)

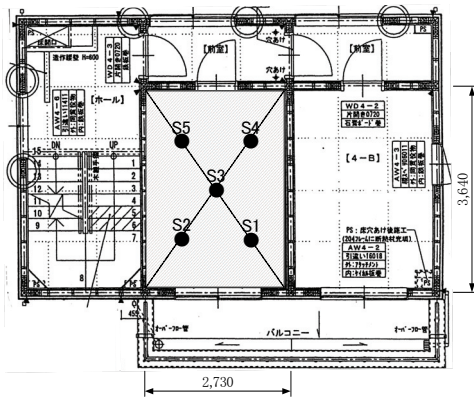


図 3 測定ポイント図 (2×4 住宅)

(3) 標準重量衝撃源の衝撃時における変形特性の測定

標準重量衝撃源の衝撃時における変形特性の測定は図 4、図 5 に示す概念図によって測定を実施した。(1)の落下高さを変化させ得られた衝撃力の時の標準重量衝撃源の動的変位量を測定した。変位量の測定は、非接触での測定が可能なレーザー変位計を用いた。レーザー変位計の測定範囲は 25~100cm であるため、ゴムボール衝撃源の場合は、吊りした状態での測定を実施した。

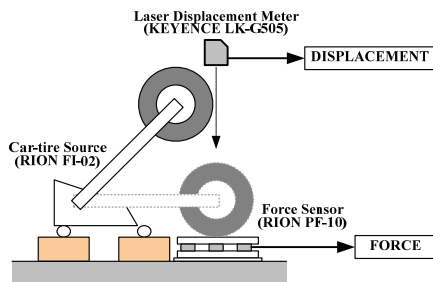


図 4 衝撃時の変形特性の測定概念図 (タイヤ衝撃源)

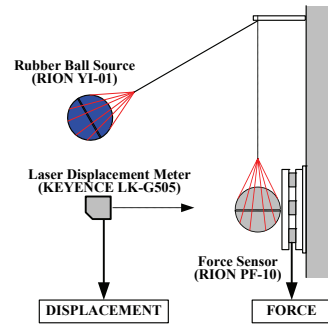


図 5 衝撃時の変形特性の測定概念図 (ゴムボール衝撃源)

4. 研究成果

(1) 標準重量衝撃源の衝撃力特性の測定結果

標準重量衝撃源の衝撃力時間波形の測定結果を図 6 に示す。タイヤ衝撃源は、衝撃力の上昇とともに、衝撃時間は短くなる傾向を示す。ゴムボール衝撃源の場合は、衝撃時間が短くなる傾向は少なく、衝撃力の上昇とともに、衝撃開始から約 1ms 後にピークが発生してることがわかる。これは、ボールの形状が肉厚の厚い中空球体をしているため、衝撃時の変形限界があるためと考えられる。

衝撃力暴露レベルの測定結果を図 7 に示す。落下高さの対数と衝撃力暴露レベルは、いずれの衝撃源についても高い線形性をもっていることがわかった。近似直線の傾きから、ゴムボール衝撃源の場合は、周波数帯域が高いほど落下高さの上昇に対する衝撃力暴露レベルの上昇度合いが高くなっていた。

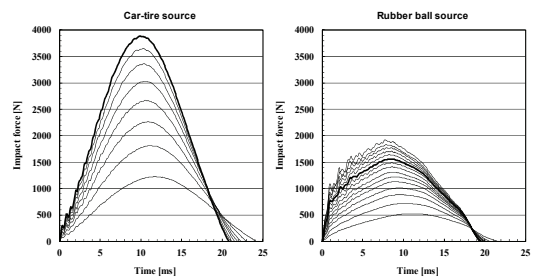


図 6 衝撃力時間波形測定結果 (左: タイヤ衝撃源、右: ゴムボール衝撃源)

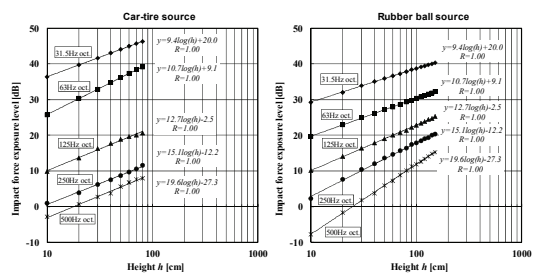


図 7 衝撃力暴露レベル測定結果 (左: タイヤ衝撃源、右: ゴムボール衝撃源)

(2) 建物構造の違いによる重量床衝撃音レベル測定結果

重量床衝撃音レベルの測定結果と(1)で得られた衝撃力暴露レベルとの対応性について周波数帯域別に図8、図9に示す。建物構造によらず、ゴムボール衝撃源の衝撃力暴露レベルと床衝撃音レベルは線形性が高いが、落下高さが140、150 cmの場合は線形でない傾向がみられた。これは、(1)で述べたように、ボールの形状による影響と考えられる。RC造におけるタイヤ衝撃源では、500Hz帯域を除いて線形であるといえる。これに対し、2×4住宅では線形ではなかった。

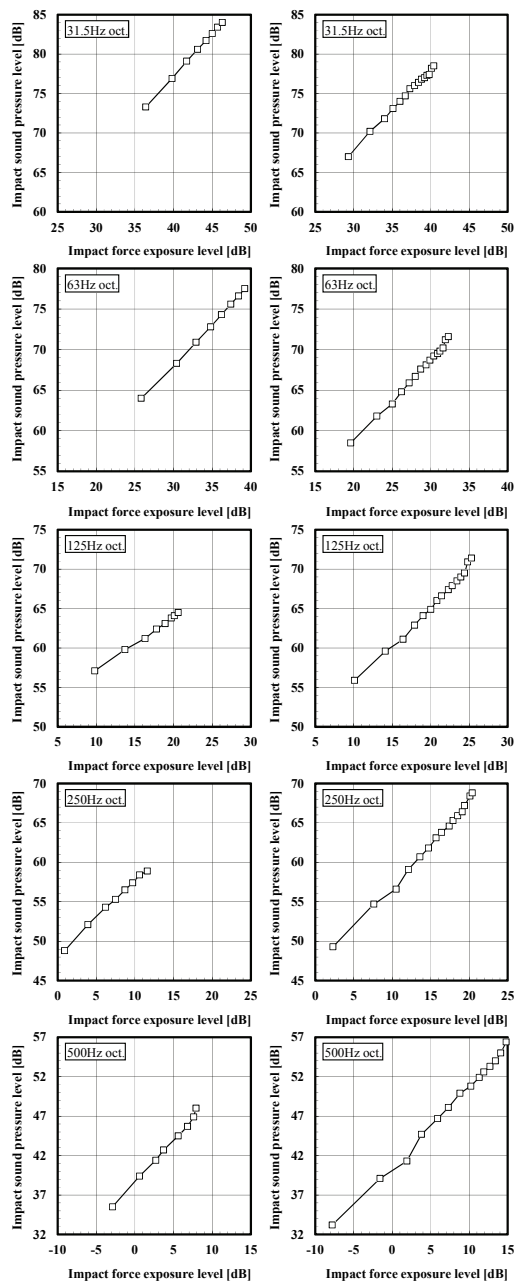


図8 RC造における衝撃力暴露レベルと床衝撃音レベルの関係
(左：タイヤ衝撃源、右：ゴムボール衝撃源)

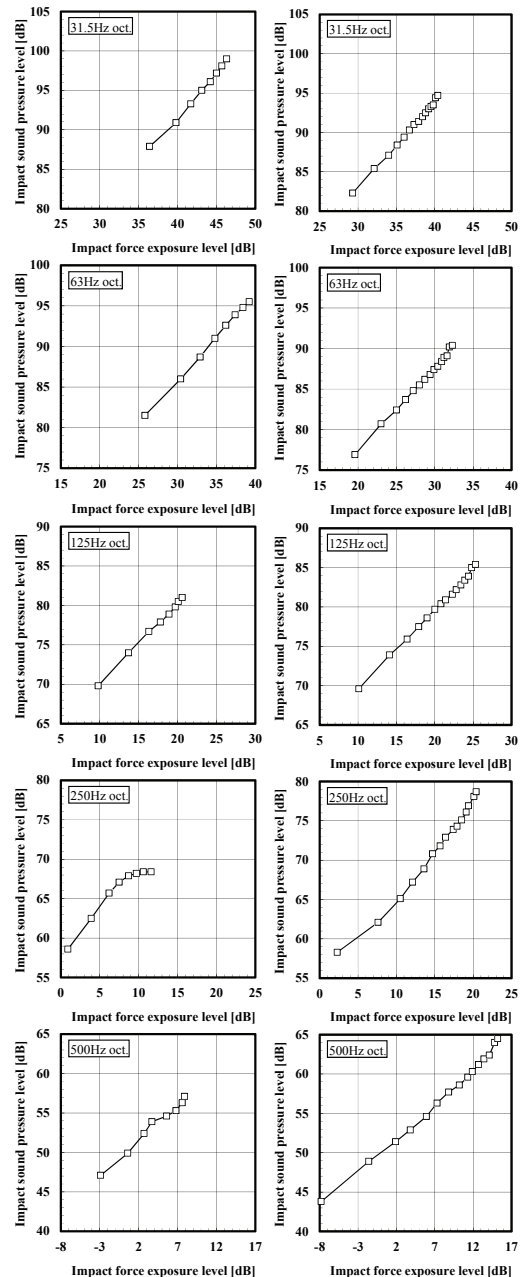


図9 2×4住宅における衝撃力暴露レベルと床衝撃音レベルの関係
(左：タイヤ衝撃源、右：ゴムボール衝撃源)

(3) 標準重量衝撃源の衝撃時における変形特性の測定結果

標準重量衝撃源の衝撃時における変位量と衝撃力の最大値の対応性について図10に示す。2つの標準重量衝撃源ともに、線形の関係性がみられる。しかしながら、ゴムボール衝撃源のグラフ上で、1400Nと1900N付近に折れ曲がりがあることがわかる。この衝撃力付近において、ゴムボール衝撃源の変形パターンが変化していることが考えられる。

図10で得られた、衝撃力と変位量から動的ばね定数を算出した結果を図11に示す。タイヤ衝撃源では、落下高さが大きくなるほ

ど、動的ばね定数が増加する傾向がみられた。また、ゴムボール衝撃源では、動的ばね定数の変化は小さいものの、落下高さが 60cm と 130cm のときにピークを生じた。

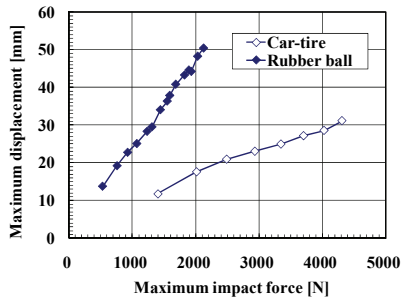


図 1 0 標準重量衝撃源の衝撃時における変位量と衝撃力の関係

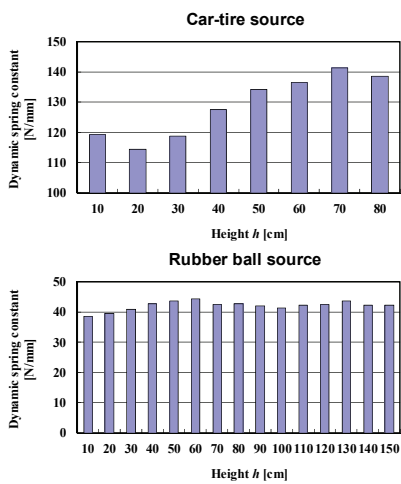


図 1 1 標準重量衝撃源の衝撃時における動的ばね定数算出結果

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Atsuo Hiramitsu、Effect of change in impact force on heavy-weight impact sound and impact characteristic of heavy/soft impact sources、Noise Control Engineering Journal、査読有、Volume 59、Issue 5、2011 (9 月掲載予定)

[学会発表] (計 2 件)

- ① Atsuo Hiramitsu、Tomohito Hirota、Manabu Tanaka、Hiroshi Sato、Influence on floor impact sound insulation in wood-frame construction due to resilient channels and floating floor、Proceedings of Inter-Noise2011、査読

無、2011 (9 月発表予定)

- ② Atsuo Hiramitsu、Effect of change in impact force on heavy-weight impact sound and impact characteristic of heavy/soft impact sources、Proceedings of Inter-Noise2010、査読無、2010

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平光 厚雄 (HIRAMITSU ATSUO)

研究者番号：30414965

(2) 研究分担者 ()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：