

床衝撃音を対象とした携行品の落下に関する衝撃力特性の実態調査 及び周波数特性の傾向

Survey of Impact Force and Frequency Characteristics for Floor Impact Sound of Falling Personal Objects

○中川英傑¹, 富田隆太², 松田貫³, 岡庭拓也²

*Hidemasa Nakagawa¹, Ryuta Tomita², Toru Matsuda³, Takuya Okaniwa²

Abstract : In this study, we analyzed the impact force of real life impact sources as a survey of floor impact sound caused by falling objects in real life. In addition, the frequency characteristic trend changes depending on the impact point of the impact source and the impact force exposure level are discussed through comparison with the standard lightweight impact source. As a result, the impact force indicated by falling objects assumed to occur in real life are varied, and relatively few real impact sources resemble the trends in frequency characteristics of the standard lightweight impact source.

1. はじめに

実生活において床衝撃音の発生源として想定される実衝撃源には、人の動作や物体落下等が挙げられる。筆者らはこれまでに、床衝撃音の発生源として物体落下に着目し、生活用品を中心とした落下による衝撃力特性の把握及びデータの蓄積を行ってきた。また、既報^[1]では、これまでに測定を行った実衝撃源に関する実態調査の結果として、主に日用品等の比較的軽く硬い特徴を持つ衝撃源について、それぞれの諸元及び衝撃力特性をまとめ、それらの考察及び周波数特性の傾向、標準軽量衝撃源との類似性について検討を行った。その結果、衝撃源やその衝突部位により、標準軽量衝撃源と異なる特性を示すものが多くみられた。筆者らは、これまでに測定した実衝撃源 24 種のうち、日用品等を対象とした 19 種の実衝撃源を既報^[1]にて報告した。そこで本報では、既報^[1]で報告していない、実生活において携行品として考えられる 5 種の実衝撃源を対象に、

それらの衝撃力特性の実態調査結果及び衝突部位による周波数特性の傾向の変化について検討を行った。

2. 実験概要

衝撃力の測定方法や測定条件は既報^[1]と同一であり、直径 22 cm の円盤型衝撃力測定装置 (PF-10 : RION 製) を用いて行った。衝撃源の落下高さは、20 歳~59 歳までの日本人の平均身長から立位、椅坐位の姿勢における人体各部寸法から算出し、40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, 120 cm の 5 種とした。また、選定した衝撃源は落下させる度に一様に落下せず、衝撃力測定装置に衝突する部位は様々であるため、衝撃源ごとに様々な衝突部位を設定し測定を行った。測定は各落下高さ、衝突部位ごとに 5 回ずつ行った。

3. 実衝撃源に関する実態調査結果

Table 1 に標準衝撃源 3 種及び実衝撃源 5 種に関する諸元と衝撃力特性を示す。Table 1 のうち、青く色付けして示す数値は、全ての落下高さを対象としたもので

Table 1 標準衝撃源及び実衝撃源の諸元と衝撃力特性

No.	衝撃源	素材	質量 [g]	衝突部位	落下高さ [cm]	卓越周波数 帯域 [Hz]	最大衝撃力 [N]	衝撃時間 [s]	力積 [N·s]	衝撃力暴露レベル [dB] ※()内は最大値, 最小値を示す					
										31.5Hz	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz
1	タイヤ	ゴム	7300	—	85	31.5	4067	0.019	43.64	46.8	40.6	21.5	11.9	7.2	—
2	ゴムボール	シリコンゴム	2500	—	100	31.5	1673	0.019	21.32	39.0	30.8	23.7	18.0	13.0	—
3	タッピングマシン	ステンレス	500	—	4	1000	1388	0.001	0.72	11.1	14.8	19.6	22.5	24.4	25.2
4	漫画	紙	125	底面	60, 80, 100, 120	250	343	0.004	0.49	-20.4 (-12.0, -33.9)	-1.6 (4.7, -19.5)	10.5 (16.7, 3.5)	13.7 (21.8, 8.4)	10.2 (22.8, 3.1)	-0.8 (19.4, -6.4)
				表面	60, 80, 100, 120	500	136	0.010	0.41	-28.0 (-11.1, -34.5)	-13.0 (6.2, -26.9)	-0.9 (14.2, -27.6)	4.5 (21.8, 1.2)	5.5 (22.0, -0.2)	-0.4 (10.7, -10.8)
				小口(角)	60, 80, 100, 120	31.5	30	0.037	0.49	-4.3 (4.8, -14.2)	-5.7 (2.2, -8.5)	-8.6 (1.1, -11.7)	-11.5 (-1.0, -14.0)	-14.0 (-5.9, -16.6)	-20.8 (-7.5, -23.8)
				背(角)	60, 80, 100, 120	250	200	0.012	0.52	-21.8 (-16.8, -33.6)	-4.3 (-1.4, -14.9)	6.0 (12.7, 1.2)	9.0 (16.4, 3.1)	8.0 (16.8, -4.7)	-1.8 (6.9, -12.5)
5	教科書	紙	574	底面	60, 80, 100, 120	250	1659	0.006	2.87	-9.7 (4.0, -19.0)	10.3 (22.5, -2.4)	22.3 (28.7, 13.8)	25.2 (30.8, 10.6)	23.6 (29.5, 11.1)	17.7 (24.2, 2.4)
				表面	60, 80, 100, 120	250	550	0.019	2.44	-5.5 (7.3, -18.4)	8.3 (22.2, -1.7)	15.2 (27.7, 10.1)	16.5 (31.3, 11.8)	16.0 (28.2, 9.3)	7.5 (19.7, 0.3)
				小口(角)	60, 80, 100, 120	63	148	0.051	2.44	-1.6 (16.1, -6.4)	8.0 (13.6, 1.3)	4.6 (9.7, 0.0)	1.4 (6.0, -8.4)	-2.4 (2.2, -7.3)	-9.0 (-3.9, -14.0)
				背(角)	60, 80, 100, 120	63	556	0.028	2.67	6.8 (14.6, -5.5)	18.6 (21.3, 9.8)	18.1 (24.4, 13.4)	15.6 (25.2, 10.8)	11.0 (21.5, 5.3)	1.8 (14.9, -9.7)
6	スマートフォン	ステンレス	88	底面	60, 80, 100	500	256	0.002	0.19	-15.7 (-1.6, -35.5)	-3.8 (11.3, -27.6)	8.3 (15.3, -0.9)	11.5 (19.3, 6.5)	12.5 (20.0, 10.8)	12.3 (18.7, 9.6)
				角	60, 80, 100	1000	933	0.001	0.48	-28.2 (-23.2, -34.4)	-5.0 (1.8, -14.1)	11.4 (16.8, 4.7)	18.4 (22.4, 15.5)	20.4 (24.8, 17.0)	23.0 (27.3, 19.0)
7	ペットボトル(空)	プラスチック	17	底面	60, 80, 100	125	36	0.005	0.11	-30.7 (-27.4, -47.2)	-13.2 (-10.7, -30.8)	-1.9 (0.1, -12.1)	-8.2 (-4.1, -10.7)	-13.4 (-9.0, -15.6)	-20.2 (-14.4, -23.6)
				側面	60, 80, 100	250	100	0.003	0.08	-35.0 (-24.9, -50.7)	-15.3 (-7.2, -30.8)	-3.2 (-0.8, -12.7)	0.5 (3.4, -12.7)	-2.5 (5.5, -25.1)	-2.4 (6.3, -26.2)
				角	60, 80, 100	250	31	0.004	0.08	-47.0 (-28.4, -51.5)	-27.6 (-10.0, -33.8)	-10.6 (-2.5, -15.6)	-7.4 (-3.1, -10.3)	-17.8 (-7.8, -22.9)	-20.6 (-15.2, -26.8)
8	ペットボトル(満)	プラスチック	556	底面	60, 80, 100	500	1419	0.005	3.82	-15.7 (-8.4, -18.1)	1.1 (13.2, -2.9)	19.9 (29.0, 17.3)	20.0 (25.1, 17.9)	22.0 (24.5, 20.3)	11.1 (16.4, 4.1)
				側面	60, 80, 100	250	823	0.010	2.86	-13.5 (4.7, -19.3)	3.7 (21.0, -7.1)	17.6 (28.6, 13.6)	18.5 (24.7, 14.7)	13.4 (19.5, 7.2)	7.6 (18.5, 3.5)
				角	60, 80, 100	125	1282	0.006	3.59	-12.9 (4.0, -19.1)	3.9 (21.9, -4.4)	21.2 (29.9, 16.0)	19.9 (23.8, 16.3)	19.6 (22.6, 7.2)	11.9 (15.8, 7.1)

※赤字で示す数値は落下高さ80cmを対象とした平均値、青く色付けして示す数値は全ての落下高さの測定値から算出した最大値及び最小値

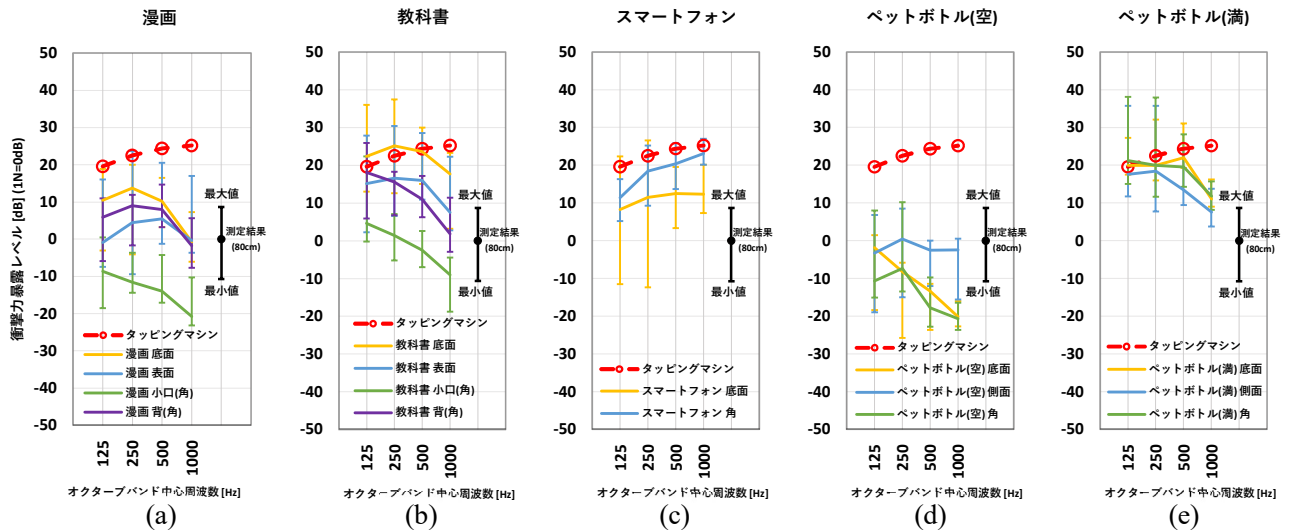


Figure 1 各実衝撃源の周波数特性の傾向と衝撃力範囲

あり、赤字で示す数値は、各実衝撃源において共通の落下高さである 60cm, 80cm, 100cm のうち、中央値の 80cm の測定結果の平均値を代表値として示している。衝撃力暴露レベルにおいて、落下高さ 80cm の測定結果を 5 回測定の実験の平均値で示すほか、全ての落下高さ及びその測定データのうちの最大値と最小値を示しており、実生活で想定される衝撃力暴露レベルの範囲についても検討を行った。また、衝撃力暴露レベルの周波数帯域は測定装置が 2kHz 帯域で共振していたため、31.5Hz 帯域～1kHz 帯域までとしている。Table 1 より、実衝撃源の卓越周波数帯域は 63Hz 帯域～1kHz 帯域までの幅広い範囲を示し、本報で扱った実衝撃源では特に 250Hz 帯域付近にピークが多くみられた。また、衝突部位により、最大衝撃力や力積が大きく異なる衝撃源がみられ、特に漫画や教科書の本類ではその影響が顕著であった。

4. 携行品に関する衝突部位による周波数特性の傾向

Figure 1 に、物体落下を軽量衝撃源として考えて検討するため、125Hz 帯域～1kHz 帯域までの各実衝撃源の周波数特性の傾向を示す。(a),(b) に着目すると、漫画の結果における衝突部位ごとの周波数特性は、背表紙側の角(背(角))とは反対側の紙部分の角である小口(角)からの衝撃のみ 125Hz 帯域をピークとする周波数特性の傾向を示している。また、教科書の小口(角)の周波数特性も漫画と同様の傾向を示した。しかし、背(角)の結果では、漫画と教科書で異なる周波数特性を示し、漫画は 250Hz 帯域にピークを持つのに対し、教科書は 125Hz 帯域にピークを持つことがわかる。そのため、同カテゴリの同一衝突部位であっても、低い周波数範囲で周波数特性が変化することが考えられる。

本の紙面の厚み等が落下や衝突の状態に影響を与えたことが理由として考えられる。(c) のスマートフォンでは、衝突部位の変化により 125Hz 帯域以降で周波数特性の変化がややみられるものの、全体的な周波数特性の傾向に変化はみられなかった。(d),(e) に示すペットボトルの結果では、(空)の衝撃による周波数特性は、衝突部位によってそれぞれ異なる傾向を示した。一方で(満)の結果では、衝突部位によらず周波数特性に大きな変化はみられなかった。ペットボトルのような飲料容器類においては、前述した本類のような低い周波数範囲に変化はみられないが、250Hz 帯域以降の高い周波数範囲では変化がみられた。また、各実衝撃源について、最大値及び最小値による衝撃力暴露レベルの範囲は、衝突部位や周波数帯域によって様々な範囲を示し、実生活における衝撃範囲は衝撃源や状況によって様々であると考えられる。

5. まとめ

本報では、実生活において落下が想定される実衝撃源の実態調査の結果として、衝撃源の諸元及び衝撃力特性を Table 1 にまとめ、各実衝撃源の衝突部位や周波数特性に関する検討を行った。その結果、実衝撃源が示す衝撃力特性は様々であり、標準軽量衝撃源との対応も比較的少ないことがわかり、既報^[1]においても同様の結果であった。そのため、今後は実衝撃源の衝撃力特性に関する検討の継続に加え、床材等による加振力の伝搬についても検討を行うことで、より実生活に近い状態での検討が可能と考えられる。

6. 参考文献

[1] 中川英傑, 他: 床衝撃音を対象とした日用品等に関する衝撃力特性の実態調査及び周波数特性の傾向, 騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集, 2024.11 (予定)