

D1-5

衝撃振動を対象とした振動暴露量および立ち上がり特性と振動感覚に関する検討
 Examination for Sensory Evaluation of Impact Vibration due to changes
 the amount of exposure and Rising Characteristic

○玉置祐人², 井上勝夫¹, 富田隆太¹

*Yuto Tamaki², Katsuo Inoue¹, Ryuta Tomita¹

“Curve for evaluation of performance to vertical vibration” in the “Guidelines for the evaluation of habitability to building vibration” by AIJ doesn’t consider temporal impact. We have examined the sensory evaluation due to changes the number and interval impact by using rubber ball, which is standardized in JIS A 1418-2:2000 impact force characteristic (2). In this paper, we report the results of having examined the vibration sensory evaluation by focusing on the change of the impact force. And we also report the results of having examined the vibration sensory evaluation causing to change rising characteristics as the experimental examination.

1. はじめに

環境振動の分野において、人の歩行等の動作による鉛直振動を評価する場合には、日本建築学会から刊行されている「建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説」¹⁾内の「鉛直振動に関する性能評価曲線」が用いられている。この評価曲線では、連続で振動するものには時間的な影響を考慮していない。

既報²⁾などでは、JIS A 1418-2 : 2000³⁾における衝撃力特性(2)を有する標準重量衝撃源(以下、ゴムボール)を用いて、衝撃回数および衝撃間隔に対する感覚評価について検討を行った。本報では、衝撃力の変化に着目し、振動感覚の対応について検討を行った結果を報告する。

また、実験的検討として、立ち上がり特性を変化させたときの人の振動感覚についての検討も併せて報告する。

2. 暴露量実験

2-1. 実験概要

実験は2回に分けて行った。実験場所はRC造の建物で、加振源にはゴムボールを用いて行った。加振点および受振点の関係を Fig.1 に示す。実験1では、加振はA, B の2点で、実験2ではA, B, C の3点で交互にゴムボールを落下させて行った。衝撃振動は、Table.1, 2 に示すように衝撃回数と衝撃力(Table.1, 2 中の記号は、2 : 25cm 落下, 3 : 35cm 落下, 5 : 50cm 落下を示す)を変化させて実験を行った。なお、衝撃間隔は1秒とした。また、衝撃回数の組み合わせによって振動暴露時間が変化するが、評価時間は実験1では30秒、実験2では40秒と設定して評価を行った。アンケートはFig.2 に示す4項目とした。被験者は、実験1は20歳代の成人15名(男性12名、女性3名)、実験2は20歳代の成人10名(男性8名、女性2名)で行い、実験時には耳栓を装着してもらい、衝撃音が感覚評価に影響がないように考慮した。

2-2. 実験結果および考察

アンケート結果を受振点ごとに集計を行い、振動を感じると回答したものは、カテゴリ尺度法を用いて知覚、気になる、不快の度合をそれぞれ数値化し、平均値を算出した。連続振動に対し

ては、既報²⁾で、 $10\log_{10}\Sigma 10^{\frac{VL(10)i+10\log_{10}Ni}{10}}$ の式で算出した振動回数補正レベルをと振動感覚と対応が良いことを示した。Fig.3 では、本実験での振動回数補正レベルと振動暴露レベル(以下、VL_E)の対

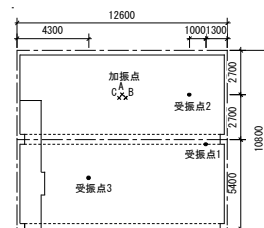


Table 1. Excitation patterns of experiment 1

加振パターン	
①	2
②	5
③	1
④	22
⑤	55
⑥	25
⑦	2222
⑧	5555
⑨	2525
⑩	22222222
⑪	55555555
⑫	25252525
⑬	22255222
⑭	55522555
⑮	222222222222
⑯	55555555555555
⑰	25252525252525
⑱	22222225522222
⑲	5555555225555555

Figure 1. Relationship between excitation point and receiver points

Table 2. Excitation patterns of experiment 2

加振パターン	
①	2
②	3
③	5
④	3333
⑤	33333333
⑥	55253523
⑦	33333333333333
⑧	533352225523252
⑨	3*32
⑩	2252555523223323 3553233535225235

あてはまるものに○をつけてください。

(1) 振動を感じましたか? 感じない / 判断できない / 感じる
 “感じる”と回答した振動は、どの程度に感じましたか?
 非常に小さく感じる -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 非常に大きく感じる

(2) 振動は気になりますか? どちらともいえない
 全く気にならない -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 非常に気になる

(3) 振動を不快に感じますか? どちらともいえない
 全く不快に思わない -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 非常に不快に思う

(4) 複数回の衝撃を感じましたか? 感じない / 判断できない / 感じる
 “感じる”と回答した複数回の振動は、振動の大きさに違いを感じましたか?
 違いを感じない / 判断できない / 違いを感じる

Figure 2. Questionnaire items

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大理工・院・建築

応を示したものである。なお、 $VL_E = 10 \log_{10} \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{a^2(t)}{a_0^2} \right) dt$ ($T_0=1s$)の式で表される。

2 つの物理量は非常に良い対応を示している。本報では、 VL_E を物理量に用いることとした。

Fig.4 は VL_E と各振動感覚の対応を示した図である。各実験とも、 VL_E が大きくなるとともに振動感覚が大きくなっているのがわかる。このことから、振動感覚は暴露量と関係していると考えられる。しかし、受振点 1 では、 VL_E の変化に対して、評価が大きく変化しない。これは、当然であるが、1 回の衝撃振動を感じにくい場合には、暴露量が増加しても評価に変化が生じないためである。

3. 立ち上がり特性の実験

3-1. 実験概要

実験場所は RC の建物で行った。加振点および受振点の関係を Fig.5 に示す。衝撃源にはゴムボールを用い、立ち上がり特性を変化させるために、厚さ 50mm、密度 $50 \pm 5.0 \text{kg/m}^3$ のウレタンフォーム(以下、緩衝材 1)と厚さ 100mm、密度 $16 \pm 1.5 \text{kg/m}^3$ のウレタンフォーム(以下、緩衝材 2)を使用した。Fig.6 は各衝撃力を示したものである。なお、衝撃力を一定にするため、緩衝材なしの場合は 35cm、緩衝材 1 は 50cm、緩衝材 2 は 100cm の高さからゴムボールを自由落下させた。評価時間は 10 秒とし、被験者は 20 歳代成人 10 名(男性 8 名、女性 2 名)で実験を行った。アンケート項目、被験者条件は 2-1 と同様である。

3-2 実験結果および考察

アンケート結果は、衝撃力ごとに集計を行った。集計方法は 2-2 と同様である。Fig.7 は、緩衝材ごとの各感覚度合の図、Table.3 は各受振点の振動レベルの最大値(以下、VL(10))である。立ち上がり特性の違いによって、各感覚度合に差が生じていることがわかる。このことから、立ち上がり特性の違いと振動感覚に関係があることが示唆された。

4. まとめ

人の振動感覚は暴露量と大きく関係していることが分かった。また、衝撃振動においては、驚愕効果が振動感覚に影響を及ぼしていると考えられ、衝撃に対する補正を行う必要がある。

今後は、定常振動等を用いて立ち上がり特性の異なる振動を用いて検討を行う必要がある。

5. 参考文献

- 1) 日本建築学会編:建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説, 2004. 5
- 2) 富田, 井上: 衝撃振動を対象とした衝撃回数及び振動感覚に関する検討, INCE/J 秋季研究発表会講演論文集, pp.149-152, 2012.9
- 3) JIS A 1418-2:2000, 建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法—第2 部: 標準重量衝撃源による方法
- 4) JIS Z 8731:1999, 環境騒音の表示・測定方法

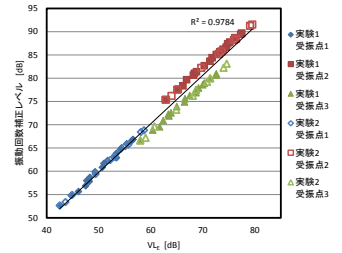


Figure 3. Corresponding correction vibrations level and VL_E

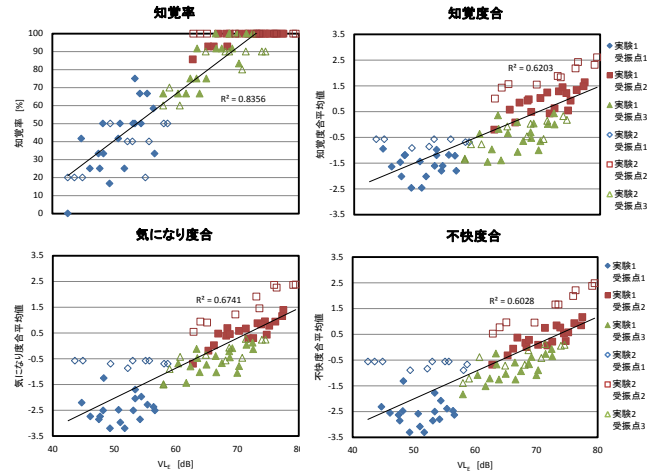


Figure 4. Correspondence between each vibration sensation and VL_E

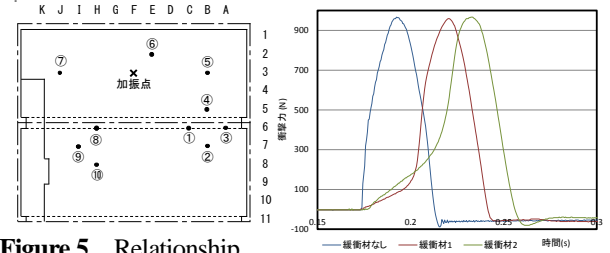


Figure 5. Relationship between excitation point and receiver points

Figure 6. Illustration of the impact force

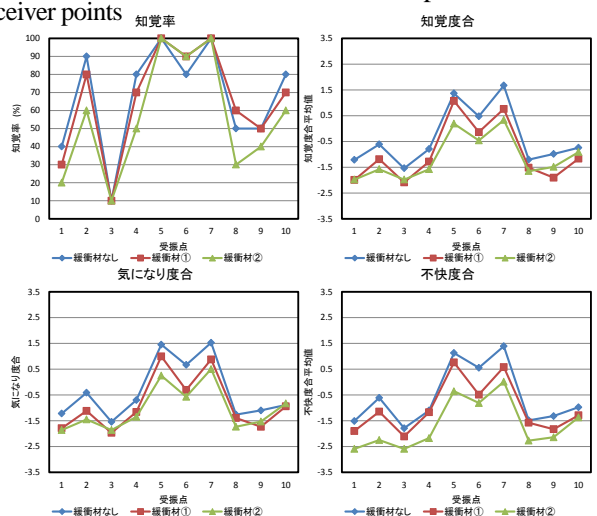


Figure 7. Vibration sensation for each receiver points

Table 3. VL(10) for each receiver points

受振点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
緩衝材なし	65	68	56	68	77	73	77	66	66	71
緩衝材1	63	65	54	67	76	72	76	65	66	69
緩衝材2	62	65	54	68	77	72	76	65	66	68