

歩行振動に対する床居住性能評価手法の提案  
(その2：振動台体感試験による提案手法の妥当性検証)

正会員 ○岡部 和正\* 正会員 石川 孝重\*\*  
正会員 土橋 徹\* 正会員 早野裕次郎\*\*\*

歩行振動 居住性能評価 振動台体感試験  
評価手法 性能設計

1. 試験実施概要

前報(その1)において提案した評価手法の妥当性を検証するため、正弦波とランダム波の感じ方の関係を体感により確認することを目的として行った、振動台体感試験について報告する。

振動台体感試験は、10名の被験者により以下の試験手順にて行い、「振動を体感することが出来た振動レベル(以下知覚可能レベル)」と「体感したランダム波と最も近い正弦波のレベル」についてアンケートを取った。なお、試験時の姿勢は座位とし、ランダム波の体感順序は、波形の大小との相関を持たない様に任意の順序とした。

- ① V-10,30,50,70,90 計5波の正弦波を体感し、各人の知覚可能レベルを確認
- ② ランダム波を体感
- ③ V-10,30,50,70,90 計5波の正弦波を改めて体感し、ランダム波の体感がどの正弦波の体感と近かったかを確認
- ④ 上記②~③の流れを8波のランダム波に対して実施
- ⑤ アンケート結果を集計し、手法A及び手法Bによる評価との関係を確認

2. 試験波形概要

試験に用いたランダム波形は、解析及び実測により得られた4種類のランダム波形を元に、手法Aによるa値が本会の居住性能評価指針<sup>1)</sup>におけるV-50閾値およびV-70閾値となる様に基準化し、図1に示す計8波を作成した。なお、正弦波の振動数は、6.33Hzとした。

表1 試験波形一覧

波形No	波形名	最大加速度 c m/s <sup>2</sup>	ランク			備考
			現行(最大加速度)	手法A	手法B	
正弦波	1	0.81	V-10	V-10	V-10	周波数6.33Hzの正弦波
	2	1.36	V-30	V-30	V-30	
	3	2.00	V-50	V-50	V-50	
	4	2.90	V-70	V-70	V-70	
	5	4.92	V-90	V-90	V-90	
ランダム波	11	3.99	V-90	V-50閾値 (1.56gal)	V-50相当	解析波を元に作成
	12	2.08	V-70	V-50閾値 (1.27gal)	V-30相当	実測波を元に作成
	13	2.57	V-70	V-50閾値 (1.66gal)	V-50相当	解析波を元に作成
	14	5.79	V-90以上	V-70閾値 (2.26gal)	V-70相当	解析波を元に作成
	15	3.02	V-90	V-70閾値 (1.85gal)	V-50相当	実測波を元に作成
	16	3.73	V-90	V-70閾値 (2.33gal)	V-70相当	解析波を元に作成
	17	2.82	V-70	V-50閾値 (1.71gal)	V-50相当	正弦波の合成により作成
	18	4.09	V-90	V-70閾値 (2.48gal)	V-70相当	正弦波の合成により作成

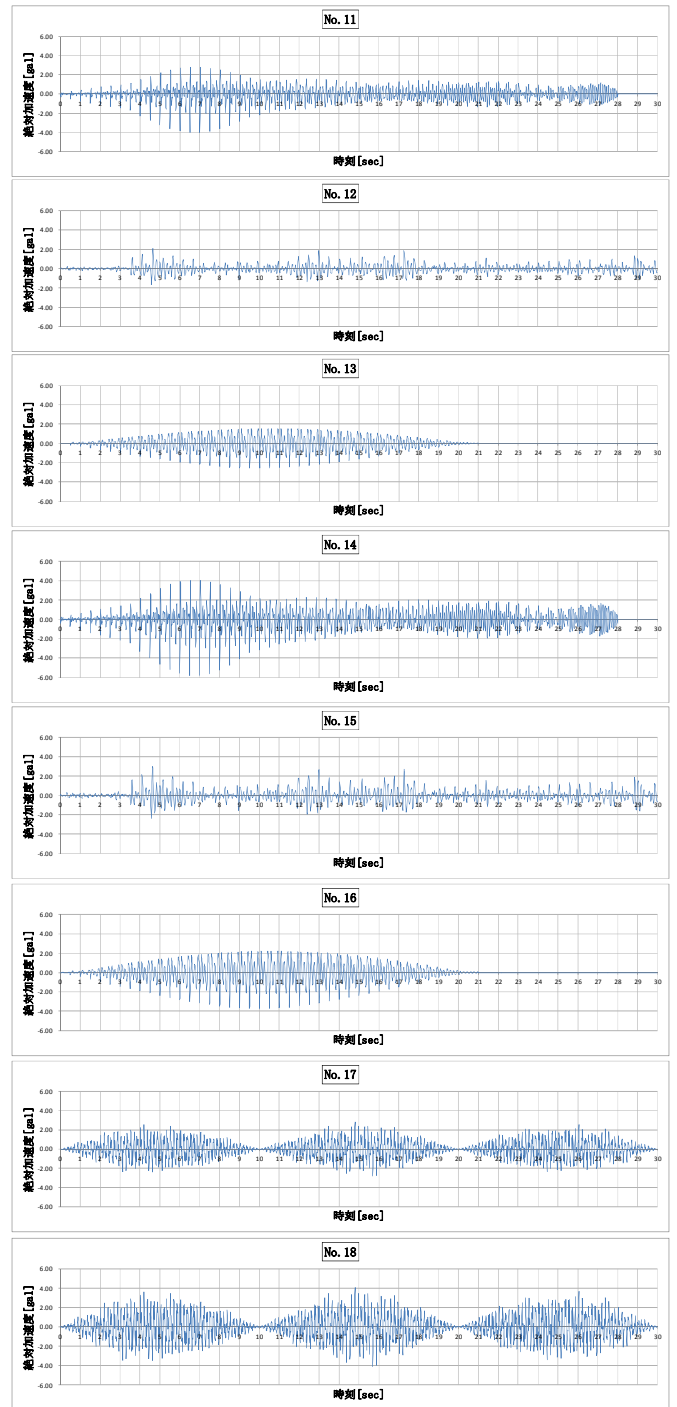


図1 ランダム波加速度波形図

Suggestion of the evaluation method in the floor resident performance by the walk vibration  
(Part2: Validity confirmation of suggestion method)

OKABE Kazumasa, ISHIKAWA Takashige  
TUCHIHASHI Toru, HAYANO Yujirou

### 3. アンケート集計結果

アンケートの集計結果を表2に示す。なお、表2には集計結果と合わせて「最大加速度値による評価」、「手法Aによる評価」、「手法Bによる評価」を示しており、表3～4には、個人別アンケート結果（被験者毎、波形毎）を示している。

表2 アンケート集計結果

波形No.	項目2										
	感じた	V-10以下	V-10相当	V-20相当	V-30相当	V-40相当	V-50相当	V-60相当	V-70相当	V-80相当	V-90以上
No. 11	7/10	1				1	1	3	1		
No. 12	1/10		1								
No. 13	4/10			1		2		1			
No. 14	10/10		1		1	1	1	3	1	2	
No. 15	6/10	1		1	3	1					
No. 16	10/10				2	3	3	2			
No. 17	2/10		1			1					
No. 18	4/10				2	1	1				

知覚可能な振動レベル			知覚確率
振動レベル	人数	累計人数	
V-10	1	1/10	10%
V-30	4	5/10	50%
V-40	1	6/10	60%
V-50	2	8/10	80%
V-70	2	10/10	100%
V-90	0	10/10	100%

■ : 最大加速度値による評価  
 ■ : 評価手法Aによる評価  
 ■ : 評価手法Bによる評価

表3 評価点とランクの対応

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V-10以下	V-10相当	V-20相当	V-30相当	V-40相当	V-50相当	V-60相当	V-70相当	V-80相当	V-90相当	V90以上

表4 個人別アンケート結果

被験者No.	知覚可能レベル	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18
1	V-70	7		6	8		6		
2	V-40				3	2	5		
3	V-70				6		6		5
4	V-30				6	3	5		3
5	V-50	4			4		5		
6	V-50	6		4	6		4		4
7	V-30	6		4	5	3	3	4	
8	V-30	6			8	4	4		3
9	V-10	0	1		1	0	3	1	
10	V-30	5		2	7	3	4		
平均1	評価点	4.9	1.0	4.0	5.4	2.5	4.5	2.5	3.8
	評価	V-49	V-10	V-40	V-54	V-25	V-45	V-25	V-38
平均2	評価点	5.6		4.0	6.0	3.0	4.9		3.8
	評価	V-56		V-40	V-60	V-30	V-49		V-38
	学会	V-90	V-70	V-70	V-90以上	V-90	V-90	V-70	V-90
	手法A		V-50		V-70			V-50	V-70
	手法B	V-50	V-30	V-50	V-70	V-50	V-70	V-50	V-70

※「知覚可能レベル」：各レベルの正弦波の体感において、知覚認識できた「最低の振動レベル」を示す。  
 ※「平均1」：振動を知覚認識出来た人の評価点の合計値/振動を知覚出来た人数  
 ※「平均2」：被験者7、9を除いた平均  
 ■ : 知覚出来なかった場合を示す。

### 4. 集計結果の分析

ここでは、試験結果の分析および評価手法の妥当性の検証を行う。表2に示した集計結果より、以下の様な傾向が挙げられる。

- ・波形のピークが一度しか来ないパルス状の振動に比べ、ピークが何度も来る振動は評価が厳しくなり、No12とNo15の様なパルス状の振動では、手法Aよりも、手法Bとの整合がよい結果となっている。

- ・最大加速度のまま評価する手法は、体感に対しかなり安全側になっており、手法A及びBは概ね安全側を示しているが、一部超えている波形もある。
- ・また、表3～表4に示す様に個人別アンケート結果(被験者毎、波形毎)として整理することにより、以下の様な傾向が読み取れる。
- ・被験者9は知覚認識可能な振動レベルは低く、高い知覚能力を持っているが、No.11,14,15に対する評価が他の被験者と比べかなり小さい。また、同じ波形であるNo.17,18に対し、振幅の小さいNo.17は感じて振幅の大きいNo.18は感じる事が出来ていない。
- ・被験者7は同じ波形で振幅の違う波 (No.11⇔14、No.13⇔16、No.17⇔18) に対し、振幅の小さい波の方が大きいと評価している。
- ・No.16,18の評価は比較的ばらつきが小さい。
- ・被験者7,9以外の評価は、概ね振幅に比例した評価となっている。
- ・振動を知覚認識出来た人の評価を波形毎に平均(平均1)すると、手法Bが最も近い結果となり、振幅の大小のみ異なる波形の評価において、評価が逆転している被験者7,9を有効回答から除いた平均(平均2)とすると、より手法Bによる評価に近づく。

### 5. まとめ

以上より、評価自体の個人差はかなり大きいものの、評価の分布及び平均評価より、感じ易い振動数領域をクローズアップして評価を行う手法Aに加え、ピーク発生の頻度も考慮した手法Bによる評価が最も体感と整合が良く、評価手法として概ね妥当であると考えられる。

居住性能評価は、平均ではなく最大評価を包絡すべきものであることを考慮すると、提案した手法は必ずしも安全側とはなっておらず、比較的少数の被験者による評価の集計結果に基づく結論であることや、フィルターの設定及び超過継続時間の時間設定については議論の余地があるものの、最大加速度のまま評価する場合と比較して、体感との整合は向上し、振動数領域毎の感じ易さやピークの頻度による感じ方の違いを定量的に評価でき、様々なランダム波を同じ評価軸で評価できるという点で有用かつ妥当な手法であると言えるだろう。

引き続き、正弦波、実在建物の実測波、解析波などを用い、許容できるか否かという観点での振動台体感試験を行い、手法A及び手法Bによる評価を用いて目指すべき性能を見定め、床振動の性能設計に活かすべく研究を進めていく所存である。

#### 【引用文献】

- 1)日本建築学会：建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説、第2版、2004年5月。

\*森ビル株式会社 設計統括部

\*\*日本女子大学住居学科 教授・工学博士

\*\*\*株式会社 山下設計 構造設計部

\* Mori Building Co., LTD. Architectural Design Department

\*\* Prof., Dept. of Housing and Architecture, Japan Women's Univ., Dr. Eng

\*\*\* Yamashita Sekkei Inc. Structural Design Dept