

歩行振動に対する床居住性能評価手法の提案
(その1：提案手法の概要)

正会員	○今鉢 淳史*	正会員	石川 孝重**
正会員	片岡 達也*	非会員	遠山 解***

歩行振動 評価手法	居住性能評価 性能設計
--------------	----------------

1.はじめに

近年の大規模かつ高規格なオフィスビル等では、広範囲に及ぶ無柱空間実現のため 20m 超の長スパンが採用され、かつ高さ 2.8m 超の高天井が求められることが多い。一方で階高や梁成を抑えることも求められ、日常的に生じる歩行振動の励起に対する適切な性能確保が重要となる。歩行振動に代表される環境振動に対する居住性能評価は、本会の居住性能評価指針¹⁾を用いて評価することができる。同指針では、1/3 オクターブバンド分析による評価を基本としているが、最大加速度値と卓越振動数による評価に比べて数ランク下がる評価となることもあり、体感としては同ランクの正弦波と比べて同等以上の大きさを感じる場合もあり得る。

一方で、建物の使用期間中に発生する使用者の歩行状態を全て想定することが不可能であることや、実際の建物の応答を解析モデルで正確に推定することが難しいことを考慮すれば、想定した歩行状態と建物モデルにおいて算定される最大加速度値と卓越振動数により居住性能を定めることは安全側の評価ではある。

しかし、正弦波の様に連続的に最大加速度が現れる波は大きく感じ、同ランクとなる最大加速度付近の加速度値が数度しか現れないランダムな位相をもつ波（以下ランダム波）は小さく感じるといった具合に、評価と体感で乖離が生じる。

本報（その1）では、実構造物で体感する振動は正弦波ではなくランダム波であり、最大加速度に寄与する卓越周波数成分が、知覚確率の低い領域である場合には正弦波との体感差が大きくなることを考慮し、正弦波とランダム波の感じ方の違いを定量的に評価し、卓越振動数や位相特性の異なる波を同じ評価軸で評価を行う手法の提案について報告し、続報（その2）では、正弦波とランダム波の感じ方の違いについての振動台体感試験を行った結果を報告する。

2.提案手法概要

本手法は、卓越振動数や最大加速度が異なっても同一の震度と評価され、概ね各人が同じ大きさの地震であったと感じる気象庁震度階の考え方を応用し、以下の手順で評価を行う。

- ① 対象加速度波形のフーリエ振幅スペクトルを作成。
- ② フーリエ振幅スペクトルにフィルター処理を施す。
- ③ 逆フーリエ変換により加速度波形を得る。
波形の最大加速度値を評価加速度値 a 値とする。
- ④ 加速度波形を絶対値波形に直す。
- ⑤ 加速度波形に対し、加速度値 b (以下 b 値) を超える超過継続時間が t_e となる b 値を算出する。
- ⑥ 算出された評価加速度値 a 値及び b 値により、居住性能評価曲線の 8Hz 以下のフラットな領域の加速度値を用いて居住性能評価を行う。

上記①～⑥は、大きく分けるとフィルター処理により、振動数領域に応じた補正を施した加速度波形を得る①～③と、超過継続時間の概念により波形の位相特性を反映した値となる b 値を算出する④～⑤の2段階で構成されている。各段階での評価と体感の適合性を確認するため、③の段階の評価加速度値 a 値による評価を【手法 A】とし、⑤の段階の評価加速度値 b 値による評価を【手法 B】と呼ぶこととする。

②において用いるフィルターは、図1に示す様に、居住性能評価曲線の 3～8Hz のフラットな領域に対する 8Hz 以降の高振動数領域の比率の逆数を取り、高振動数領域になるにつれて低減していくフィルターとした。これは、高振動数領域になるほど知覚確率が下がることを利用し、感じにくい振動数領域の影響を補正することを目的としている。

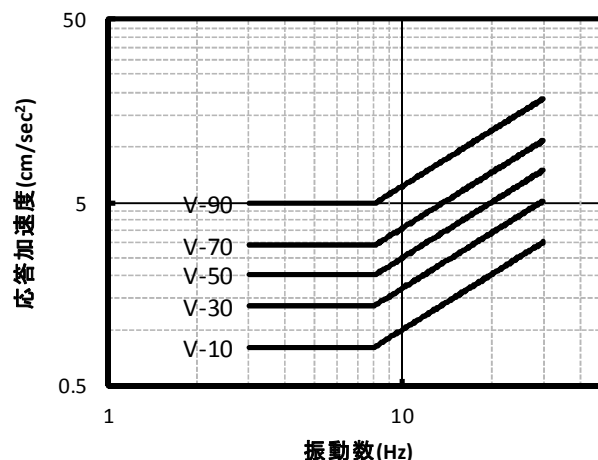


図1 学会指針による居住性能評価曲線

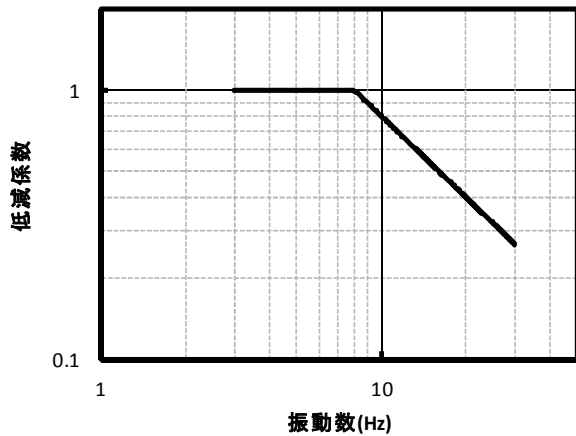


図2 提案手法に用いたフィルター

⑤において用いる超過継続時間 t_e については、暫定的に震度階と同じく 0.3 秒として b 値を算出した。表 1 および図 3～6 に算出例を示す。なお、波形 1～4 は、歩行荷重による床振動の解析波又は実測波を用いている。手法 A では、0～1 ランク、手法 B では、1～2 ランク下がった評価となっている。また、図 3 の算出例では、特にランダム性が強く、高振動数領域成分が大きい波であったため、手法 A の段階で大きく最大加速度が低減されている。

表 1 手法 A 及び手法 B による評価例

	卓越振動数 Hz	最大値による評価 (現行の評価法)		提案手法による評価 (今回提案する評価法)			
		最大加速度 cm/s^2	評価	手法 A		手法 B	
				a 値 cm/s^2	評価	b 値 cm/s^2	評価
波形 1	6.33	2.00	V-50	1.00	V-30 相当	0.78	V-10 相当
波形 2	6.0	1.96	V-50	1.89	V-50 相当	1.20	V-30 相当
波形 3	6.0	3.04	V-90	2.40	V-70 相当	1.66	V-50 相当
波形 4	6.0	2.81	V-70	2.19	V-70 相当	1.76	V-50 相当

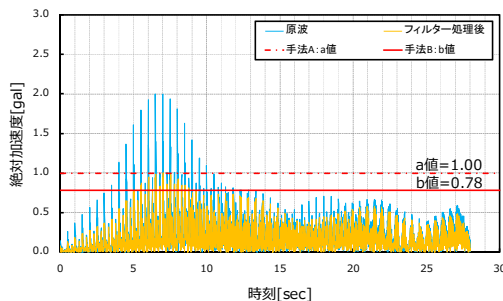


図 3 評価加速度値の算出例 (波形 1)

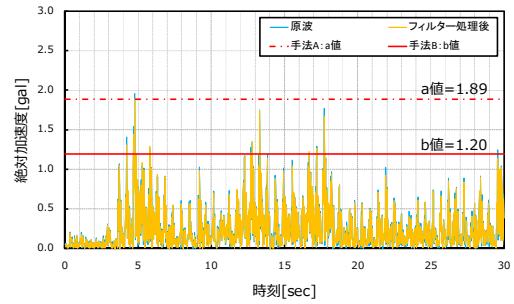


図 4 評価加速度値の算出例 (波形 2)

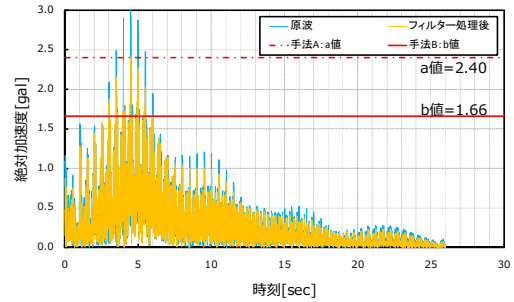


図 5 評価加速度値の算出例 (波形 3)

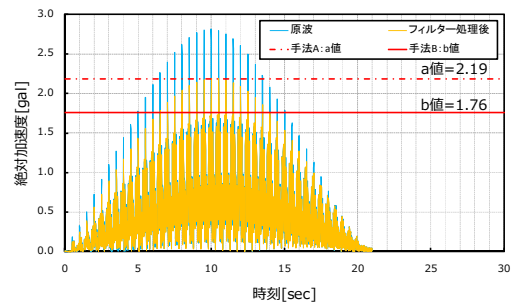


図 6 評価加速度値の算出例 (波形 4)

3.おわりに

正弦波とランダム波の感じ方の違いを定量的に評価し、同じ評価軸で評価を行う手法の提案を行った。算出例に示した様に、手法 A・手法 B による評価と加速度波形原波そのものによる評価との差は波形毎に異なっており、各ランダム波の卓越振動数領域や位相特性を反映した結果となっている。

これらを踏まえ、続報 (その 2) では、本評価手法による評価値を用いて基準化したランダム波と、同ランクとなる正弦波を対象にした振動台体感試験を行い、知覚出来たか否かという観点ではなく、振動の大きさとして同等の体感かという観点で被験者から意見を求め、体感に近付けることが実現できているか、危険側の評価となり過ぎていないかを明らかにしていきたい。

【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。

*株式会社 山下設計 構造設計部

**日本女子大学住居学科 教授・工学博士

***森ビル株式会社 設計統括部

* Yamashita Sekkei Inc. Structural Design Dept

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

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