

風揺れに対する居住性能評価のための水平方向振動台体感試験

正会員 ○佐藤まどか* 正会員 石川 孝重**
 正会員 片岡 達也* 正会員 岡部 和正***
 正会員 遠山 解****

水平振動 居住性能評価 振動台体感試験
 知覚確率 振幅 視覚情報

1. はじめに

近年、超高層住宅の建設が増加傾向にある一方で、周期5秒以上の超高層建物の風揺れに関する研究は少なく、どの程度の体感となるか不明瞭である。風による水平振動に対する居住性能は居住性能評価指針・同解説¹⁾を用いて評価することができるが、指針に定められる知覚確率 H-10~90の風揺れとはどのような揺れであるか、知覚確率曲線と性能評価(不快度)の整合性についても明らかとなっていない。また、既往研究²⁾では風揺れに対して視覚情報の振動感覚へ及ぼす影響が一般的に大きいことが指摘されているため、その影響度についても明らかとする必要がある。本報では、再現期間1年の風揺れを模擬した水平方向振動台体感試験を行った結果を報告する。

2. 試験要領

2.1 試験手順

計30名の被験者により以下の手順にて振動台体感試験を行い、知覚の有無および不快度(5段階)についてアンケートを取った。

- ① 風揺れを模擬した計10波の試験波を加振順は非公開として視覚情報無し状態で体感し、各人の知覚の有無および不快度を確認
- ② 振幅が大きい(30cm以上)計6波の試験波を視覚情報有りの状態で体感し、各人の知覚の有無および不快度を確認
- ③ アンケート結果を集計し、指針のランクや振幅との対応関係を確認

なお、先行して実施した予備試験より前後の波の相対評価となる傾向が確認できたので、体感した試験波の感覚をリセットするため、試験波の前後にアンケート対象外の標準波(振動数2.0Hz、最大加速度1.8cm/s²、H-50)を体感する。試験波の体感時間は1分30秒とし、1分の休憩、標準波30秒、1分の休憩を挟む。

2.2 試験波形

試験に用いた波形一覧を表1に示す。建物高さ250~350m程度の超高層建物を模擬し、2種類の振動数(周期5秒(振動数0.20Hz)、7秒(0.143Hz))を設定する。各振動数と指針の知覚確率曲線との対応関係を図1に示す。また、振幅依存の可能性もあることから、長周期となる振動数

表1 試験波形一覧

加振順	視覚情報	波形No	波形名	最大加速度 (cm/s ²)	固有振動数 (Hz)	振幅 (mm)	ランク	備考
5	無し	1	Wave-0.14Hz-10	3.1	0.143	38.3	H-10	正弦波 振動数0.143Hz
10		2	Wave-0.20Hz-10	2.6	0.200	16.6	H-10	正弦波 振動数0.200Hz
7		3	Wave-0.14Hz-20	3.7	0.143	45.4	H-20	正弦波 振動数0.143Hz
8		4	Wave-0.14Hz-30	4.4	0.143	54.7	H-30	正弦波 振動数0.143Hz
4		5	Wave-0.20Hz-30	3.7	0.200	23.6	H-30	正弦波 振動数0.200Hz
3		6	Wave-0.14Hz-40	4.9	0.143	60.9	H-40	正弦波 振動数0.143Hz
6		7	Wave-0.14Hz-50	5.7	0.143	70.4	H-50	正弦波 振動数0.143Hz
1		8	Wave-0.20Hz-50	4.8	0.200	30.4	H-50	正弦波 振動数0.200Hz
9		9	Wave-0.14Hz-70	7.3	0.143	90.4	H-70	正弦波 振動数0.143Hz
2		10	Wave-0.20Hz-70	6.2	0.200	39.1	H-70	正弦波 振動数0.200Hz
13	有り	11	Wave-0.14Hz-10	3.1	0.143	38.3	H-10	正弦波 振動数0.143Hz
14		12	Wave-0.14Hz-30	4.4	0.143	54.7	H-30	正弦波 振動数0.143Hz
16		13	Wave-0.14Hz-50	5.7	0.143	70.4	H-50	正弦波 振動数0.143Hz
11		14	Wave-0.20Hz-50	4.8	0.200	30.4	H-50	正弦波 振動数0.200Hz
15		15	Wave-0.14Hz-70	7.3	0.143	90.4	H-70	正弦波 振動数0.143Hz
12		16	Wave-0.20Hz-70	6.2	0.200	39.1	H-70	正弦波 振動数0.200Hz

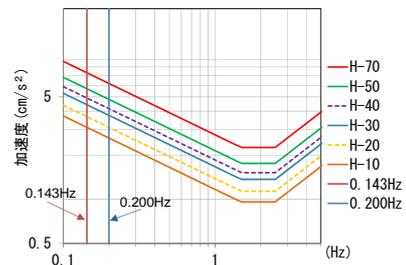


図1 風揺れに対する知覚確率曲線¹⁾
 0.143Hzについては指針のH-10、H-30、H-50、H-70の他、H-20、H-40も加えた6ランクの正弦波を対象とする。

2.2 視覚情報

振動台と視覚対象の配置図を図2に示す。視覚情報は振動台より9m先にある建屋を中心とした実景とする。視覚情報無しの場合は窓を閉じて床座位の状態にて体感試験を行う。一方、視覚情報有りの場合は窓を開けて椅子座位の状態にて、前方視覚対象に対して左右に加振を行う。

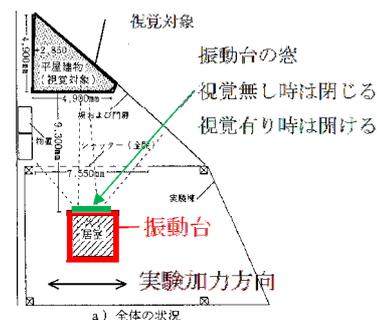


図2 実験場配置図

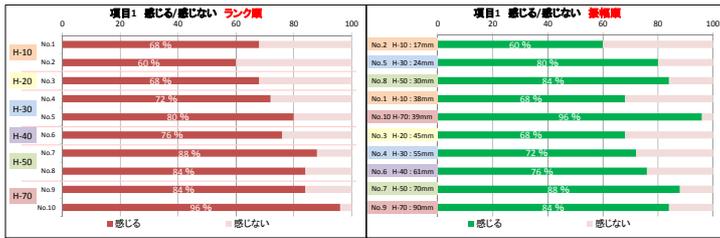


図3 「感じる・感じない」集計結果(視覚情報無し)

3. 集計結果の分析

3.1 「感じる・感じない」集計結果

図3に視覚情報無しの場合の知覚の有無に対する集計結果を示す。ランク順(加速度順)に応じて「感じる」人が増える傾向にあるが、振幅順では明確な傾向が見られなかった。また、「感じる」確率は学会指針で示す知覚確率より大きい結果となった。

3.2 「不快の程度」集計結果

図4に視覚情報無しの場合の不快の程度に対する集計結果を示す。知覚の有無の結果と同様に、ランク順(加速度順)に応じて「不快」を感じる人の割合が増える傾向にあるが、振幅順では明確な傾向はみられなかった。また、「不快」(「非常に不快である」「かなり不快である」「不快である」)と感じる人は、H-10では4~8%と低い割合であるが、H-30では28%、H-40では32%、H-50以上では44%と高い割合となることを確認した。

3.3 視覚情報有りの場合の集計結果

視覚情報有りの場合では、知覚の有無はすべての波形において全員「感じる」という結果となった。不快の程度に対しては、図5に示すように視覚情報無しの場合に比べ振幅への依存性の傾向がみられた。また、視覚情報無しの場合より1段階不快の程度の評価が厳しい結果となった。視覚情報の有無により体感に大きな差は見られるが、固有周期が5秒を上回るような揺れが想定される超高層建物において、近傍の視覚情報となる建物が少ないことから、実際は視覚情報無しの場合の体感の方が近いと考えられる。

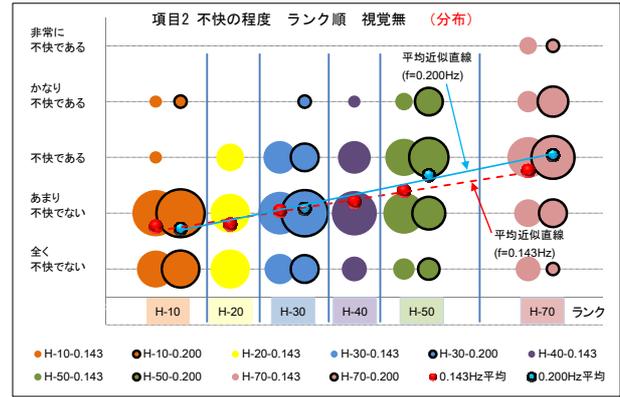
4. まとめ

以上より、周期5秒以上の風揺れを模擬した水平方向振動台体感試験を行い、得られた考察を下記に示す。

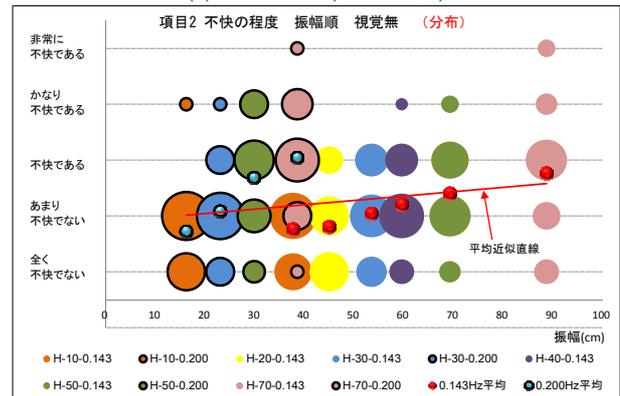
- 1) 風揺れに対する知覚の有無や不快の程度は加速度依存の傾向が強く、知覚確率と不快度は整合している。
- 2) H-30以上を不快と感じる人が多い傾向がみられた。
- 3) 視覚情報有りの場合は視覚情報無しの場合に比べ、振幅依存の傾向がみられた。

【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・解説、第2版、2004年5月。
- 2) 野田千津子、石川孝重：視覚が水平振動感覚に及ぼす影響に関する研究、日本建築学会計画系論文集、64巻(1999)525号。

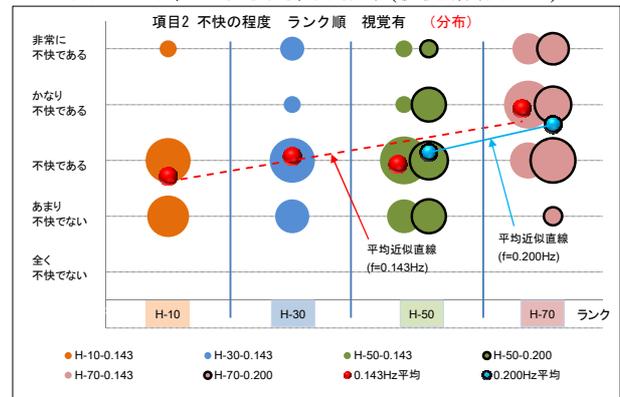


(a) ランク順(加速度順)

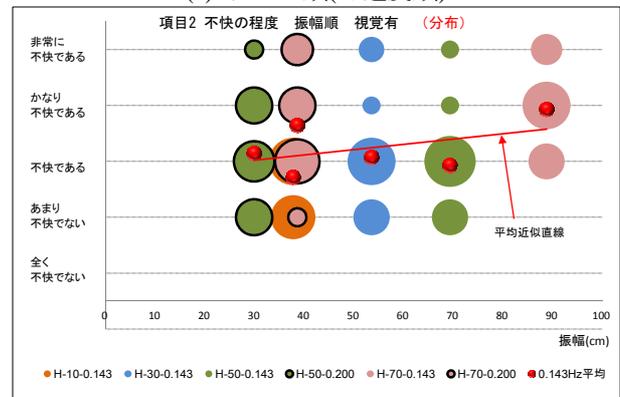


(b) 振幅順

図4 不快の程度 集計結果(視覚情報無し)



(a) ランク順(加速度順)



(b) 振幅順

図5 不快の程度 集計結果(視覚情報有り)

*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