

# 超高層建築物の窓外景観を前提とした視覚による振動知覚 VD の利用による実験研究

原 健二

法政大学大学院工学研究科建設工学専攻

猪俣 千穂      三好 ゆか

法政大学工学部建築学科

後藤 剛史

法政大学工学部建築学科

強風は超高層建築物に並進振動、ねじれ振動という2種類の長周期水平振動を発生させる。これらの振動の内、並進振動に対して、居住性の評価という観点から人体反応や評価に関する研究が多く行われ、基準や指針が制定された。しかし、この基準や指針は体感知覚による評価のみを対象としている。

今回の研究では超高層建築の窓外景観からの視覚情報によって振動を知覚したとき、その振動の評価に対する景観の影響、並進振動とねじれ振動についての評価の違いを調べたものである。

## 1. はじめに

現在、超高層建築物は世界各地に見られ、その存在は決して珍しくない。超高層建築物からの眺望は極めて高い評価を得ており、その用途は、オフィスや店舗としてだけでなく、住居やホテルなどにまで広がっている。しかし、その反面、建築物の高層化に伴い、強風や地震により生じる振動の評価が重要視されるようになった。強風により超高層建築物に生じる振動は長周期の振動であり、その揺れは地震のように突発的で一過性ではなく長時間にわたるものである。特に、日本においては、地震に対する建築物の倒壊を避けるために、柔構造建築物となっている建物が多いため、強風による長周期水平振動が発生しやすい。そのようなことから長周期水平振動による振動知覚についての研究が様々な角度から行われてきた。

## 2. ねじれ振動、並進振動の説明

並進振動では建物の各階が同一方向に同一距離だけ動き、ねじれ振動ではひとつの軸を中心に弧を描いて同じ角度だけ動く。(図1参照)

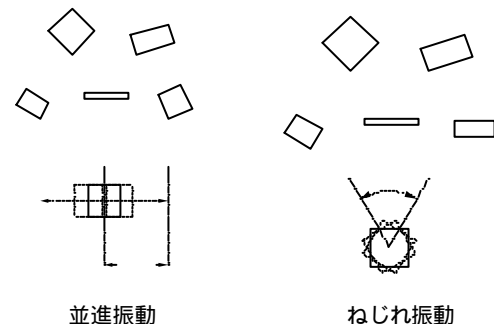


図1 並進振動とねじれ振動の相違

### 3. 実験概要について

建物内における振動の知覚を研究するには振動、映像、居住空間という3つの要素を関連付けた実験装置が必要となる。本研究室では平成6年度から実際の高層建築物からの窓外景観を撮影・編集した映像を伴う並進・ねじれ振動を人体に与え、実験を行ってきた。視覚知覚についての実験を行うため、映像投影画面上にその振動を再現し、本学部にVision Dome(以下VDという)が設置されたのを機会に有効に利用することを計画した。

今年度はどのような景観要素が振動の視覚知覚に影響しているかという原因を最も基本的な観点から探るため、投影する映像は数個の単純な直方体建物モデルからなるモデルのみを用い、コンピューター上で作成した映像をVD上に投影するという形をとった。そこで、本研究ではその振動知覚の中でも、視覚知覚について研究した。

### 4. 実験システムについて(図2参照)

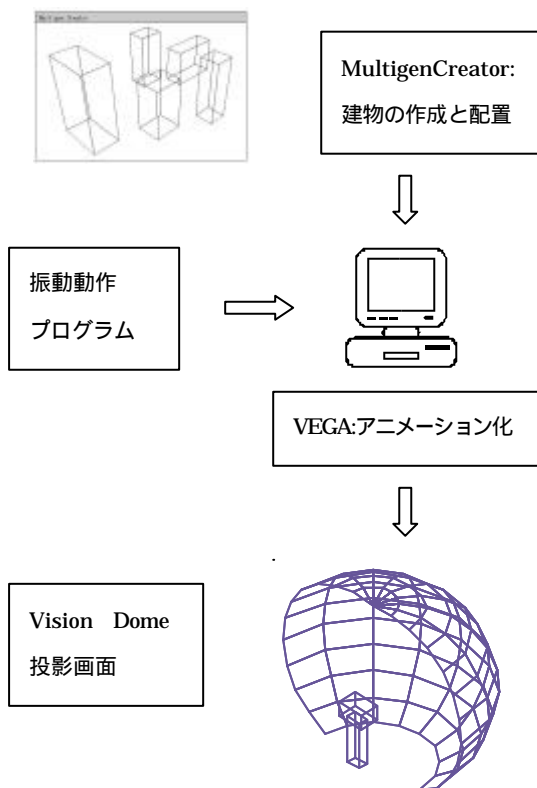


図2 システム概要図

### 5. 実験方法について

VDを用いて、高層建築の窓外景観を再現し視覚情報による振動知覚についての比較評価実験を行った。

被験者グループは図3のようにVD室内に立ち、半球スクリーンに映し出された実験映像Aを見た後で実験映像Bを見てもらい、AとBを比較して振動の「大きさ」、「速さ」、「揺れ幅」の違いについての感覚的差異を7段階評価で回答してもらった。実験映像は数棟の直方体建物モデルの位置や配置を換えた景観モデルに正弦波による往復運動のプログラムを組み込んだものをねじれ振動同士、並進振動同士、ねじれ振動と並進振動の比較などの条件ごとに組み合わせ、その組み合わせについてA,Bの一对比較法によって実施している。



図3 VD室内

### 6. 実験条件(実験映像の景観説明)について

150~220m程度の高さの超高層ビルが300m×150m程度の範囲に密集しているという状況を設定し、このビル群が被験者から250m(近景)、750m(中景)、2000m(遠景)、4000m(最遠景)、遠近混合の距離にある時について評価してもらった。250m(近景)は近隣地区に高層建築が立ち並んでおり、上層部が見える高層建築が数戸ある状況を想定している。750m(中景)はこの高さ程度の高層建築が視線や体を動かさずことなく地上部から最上部まで見える程度に離れている距離、2000m(遠景)は高層であることが分かる程度の距離、4000mは、建物群であることが分かる距離として設定した。

7. 映像編集について

Creator 上で作成した映像を Vega 上にデータ変換し、画面、又はVDに映った映像を見ながら建物、地面の色の調節、光の調節、空(雲)の調節などを実行していく。また、出来るだけ実際に建物の中にいるように臨場感を持たせるため実験映像の周りの背景(デスクトップ上)は壁紙のような白にし、両脇に植木の映像を入れる。以上の作業を行い完成した映像を図4に示す。

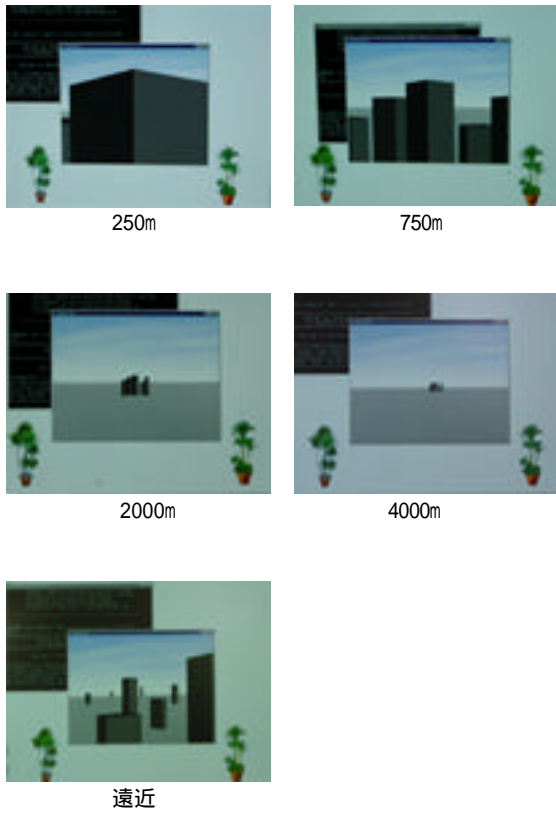


図4 実験映像

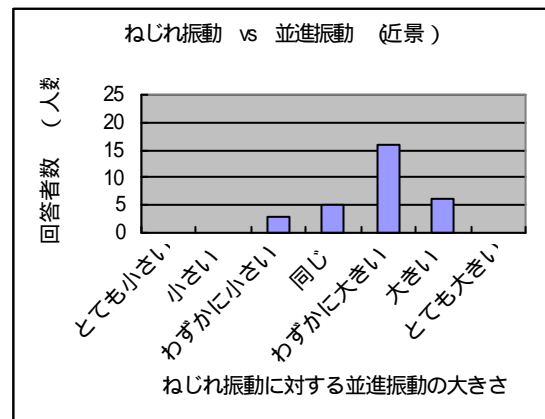
8. 結果および考察

1. 被験者は、揺れの大きさを「速さ」よりも「揺れ幅」で判断している。ゆえに、「揺れ幅」は、建物がその建物の何個分だけ移動したか(倍率)で判断しているといえる。(図5参照)

- 2. ねじれ振動同士の比較では、近景と遠景では建物の画面上の移動範囲は変化しない。しかし、遠景において建物自体の大きさが小さくなるため、遠景を大きく評価する傾向にある。(図5参照)
- 3. 並進振動同士の比較では、遠景になると建物の画面上で動く範囲が狭くなるし、建物自体の大きさも小さくなる。そのため、近景と遠景の評価がほぼ同じになる。(図5参照)
- 4. 「速さ」は、基本的に周期の長さで判断する。  
実測にもとづく同じ風速条件下では、近景では並進振動はねじれ振動に比べ、「同じ」または「わずかに大きい」と評価する。しかし、遠景になるとねじれ振動を大きく評価する。(図6参照)

	景観	ねじれ振動	並進振動
建物の大きさ (遠景を1とする)	近景	15.8	15.8
	遠景	1.0	1.0
視角変位(°) (遠景を1とする)	近景	1.0	15.9
	遠景	1.0	1.0
建物の大きさに対する変位(N個分)	近景	0.2	0.1
	遠景	2.8	0.1
解答傾向		遠景 > 近景	遠景 = 近景

図5 ねじれ振動と並進振動の景観の影響と建物の揺れ幅



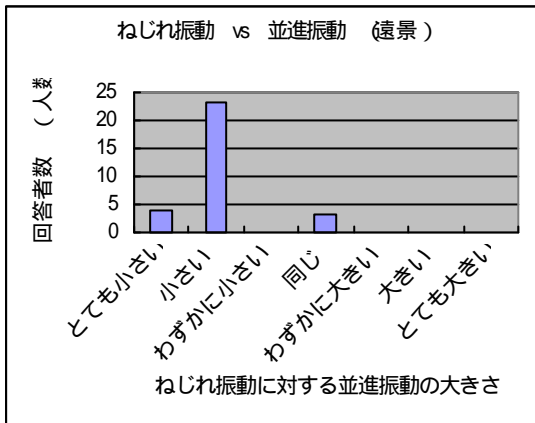


図6 近景と遠景における  
ねじれ振動と並進振動の比較結果

## 9. 結論

1. 建物との距離が遠くなるにつれて並進振動に比べ、ねじれ振動の方を大きく評価する。
2. 並進振動同士の比較において、どの距離のものでも揺れをほぼ同じと評価する。
3. 並進振動同士の比較において、映像の建物が画面いっぱいになると揺れを大きく評価する。
4. ねじれ振動同士の比較において、建物が遠くなるほど揺れを大きく評価する。
5. 比較する映像の距離を同じにし、さらに視角のずれの大きさ、周期を同じにすると、ねじれ振動と並進振動を同じと評価する。

## 10. おわりに

本論文では、超高層建築の窓外景観からの視覚情報によって振動を知覚したときの振動の評価に対する景観の影響、ねじれ振動と並進振動についての評価の違いについて一定の評価を得ることができました。

つきまして、今後の課題としては、本実験システムは本年度より取り入れたということもあり、基本的な実験のみとなったため、来年度からは更に発展した実験を行っていきます。

## 参考文献

- [1]P.W.Chen, L.E.Robertson `Human Perception Thresholds of Horizontal Motion, J.Struct Div.ASCE,Vol.98.NoST,Aug.1972
- [2]A.W.Irwin`Human Response to Dynamic Motion in Structures`The Structural Engineer, Vol,56A,No9,Sep.1978
- [3]山田水城、宇野英隆、後藤剛史 `長周期振動に対する人間の感応性に関する実験的研究`日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)構造、1968
- [4]後藤剛史 `長周期大振幅複合水平振動に対する構造物および人体の応答に関する研究`文部省科試験研究成果報告書、1991年3月

キーワード

超高層建築物、並進振動、ねじれ振動、視覚知覚

Summary.

The Visual Perception of the Vibration Premised the View of the Skyscrapers

Kenji Hara

Division of Engineering, Graduate School, Hosei University

Tiho Inomata      Yuka Miyosi

Department of Architecture Engineering, Hosei University

Takeshi Goto

Faculty of Engineering, HOSEI University

The strong winds cause two kinds of the long cyclical and horizontal vibration that is the roll vibration and the twist vibration for skyscrapers. The study in the physical response and the evaluation in terms of residential evaluation for the roll vibration of them is made, but this standards and guides are aimed at only evaluation in the physical perception.

The study examines the influence of the view for the evaluation of the vibration and the difference of the evaluation when the persons perceive the vibration by the visual information from view in the skyscrapers.

Keywords.

Skyscrapers, the Roll Vibration, the Twist Vibration, the Visual Perception