

【研究ノート】

## 地震時における建物内の揺れによる人の不安度評価手法

松原郁洋<sup>1</sup>, 平井敬<sup>2</sup>, 永野康行<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科, 大学院生

<sup>2</sup> 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科, 准教授 博士 (工学)

<sup>3</sup> 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科, 教授 博士 (工学)

建築基準法においては, 安全に関する事項が定められ法律改正を重ね安全性向上が実現してきている. しかし, 建築物の設計では日常時, 地震時の人の安心が考慮されていない. 減災復興学的視点によれば, 地震時において人の安心が考慮されたものでなければならない. 以上を踏まえ, 地震時に建物内にいる階毎の人の安心を評価する手法は存在しない. 安心は不安度を用いて間接的に評価する.

本研究の目的は, 地震時における建物内にいる人の安心評価に向けた取り組みを報告することである.

今回, 建物のモデル作成から不安度評価までの流れについて示し, 実際に不安度評価を行った. その結果, 上層階になるほど不安度が上昇する結果が得られた.

キーワード: 安心, 安全, 加振実験, 減災復興, 不安度

### 1. はじめに

建築基準法においては, 安全に関する事項が定められ, 法律改正を重ね安全性向上が実現してきている. しかし, 安心については個人差もあることから中々うまく表現することは難しく, 安心に関する事項は定められていない. そして, 地震に対して建物が人にとって安全であったとしても, 安心とは限らず, 2011年東北地方太平洋沖地震において, 建物損傷は無かったが, 居住者が不安を感じたという報告がされている<sup>3)</sup>. 本研究では, 「安全」を現行の建築基準法に定められたものを満たすことと定義し, 図1に示すように安全でないものには安心できないものとしている. そして不安度によって間接的に安心を評価するものとする.

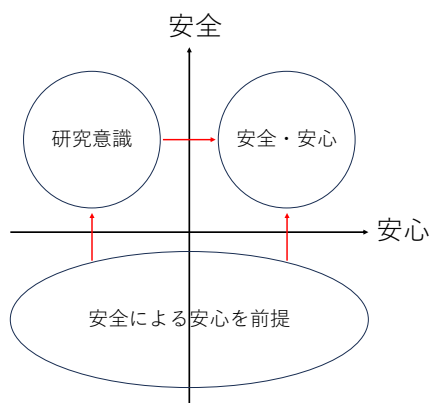


図1 安全と安心の関係

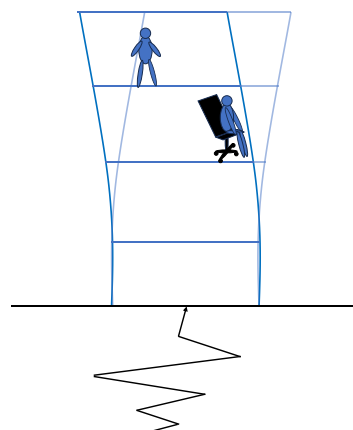


図2 地震動による建物の様子

現代において、日本人は1日の約7時間を座って過ごすと言われており、地震時には座っている可能性が高い。揺れの大きさについては、図2のように各階毎に違いがあり震度階級が建物内で違う可能性がある。また、地震の揺れについては頭部で感じることから、頭部挙動により不安度が決定されると仮定した。既往研究において、坂本らは姿勢の違いによる揺れの体感と頭部応答の違いを調査している<sup>2)</sup>。この実験では、手摺りのような支持物が用意されているが、地震の発生が突発的であることを考慮すると、常に支持物が近くにあるとは考えにくい。

以上のことを踏まえ、着座状況を考慮した頭部挙動と不安度の調査を行うことで、地震時の安心を間接的に評価することが出来る。各階毎の地震時の不安度評価は、質点系モデルを作成し地震応答解析を行い、最大加速度と最大速度により不安度を評価するものである。この評価は今後の建物設計及び現存建物に適用することが可能であり、減災復興学において復興の負担を少しでも減らすことに貢献できる減災に近い位置づけとなる。

本研究の目的は、地震時に建物内にいる人の不安度評価に向けた取り組みを報告することである。

## 2. 研究手法

地震時の安心評価手法の手順について以下に示す。

- ①建物を質点系モデルとして作成し、時刻歴応答解析を行う。
- ②解析結果の最大加速度と最大速度より、不安度評価図を用いて不安度を求める。

不安度評価図を作成するにあたり、地震時の着座状況における人の不安度と頭部挙動を調査した<sup>4)</sup>。既往研究<sup>4)</sup>における実験の地震時の建物内にいる人の不安度について、建物を直接揺らすことは困難であるため、椅子を揺らすことで地震動を模擬する形としている。その結果、不安度の傾向は既往研究<sup>2)</sup>に近い結果が得られ、また、頭部挙動は床応答とある程度の相関が見られたため、床応答による不安度をまとめた既往研究結果<sup>2)</sup>を参考に不安度評価図を作成する。②の不安度を求める際、不安度評価図から直接求めるのではなく、最大加速度・最大速度と不安度の関係をデータでまとめたものより判断する。

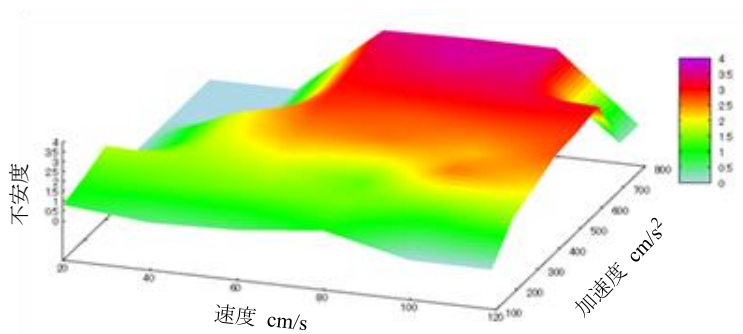


図3 不安度評価図

### 3.例題

今回例題として、事例集における S-4 モデルを対象に不安度評価を行う。S-4 モデルは 10 階建ての鉄骨造である。質点系モデル作成のため、階高、重量、初期バネ定数、減衰定数を入力値として与え、地震波を El\_Centro(NS 位相)として入力した。以下にモデル概要の表と入力波の図を示す。

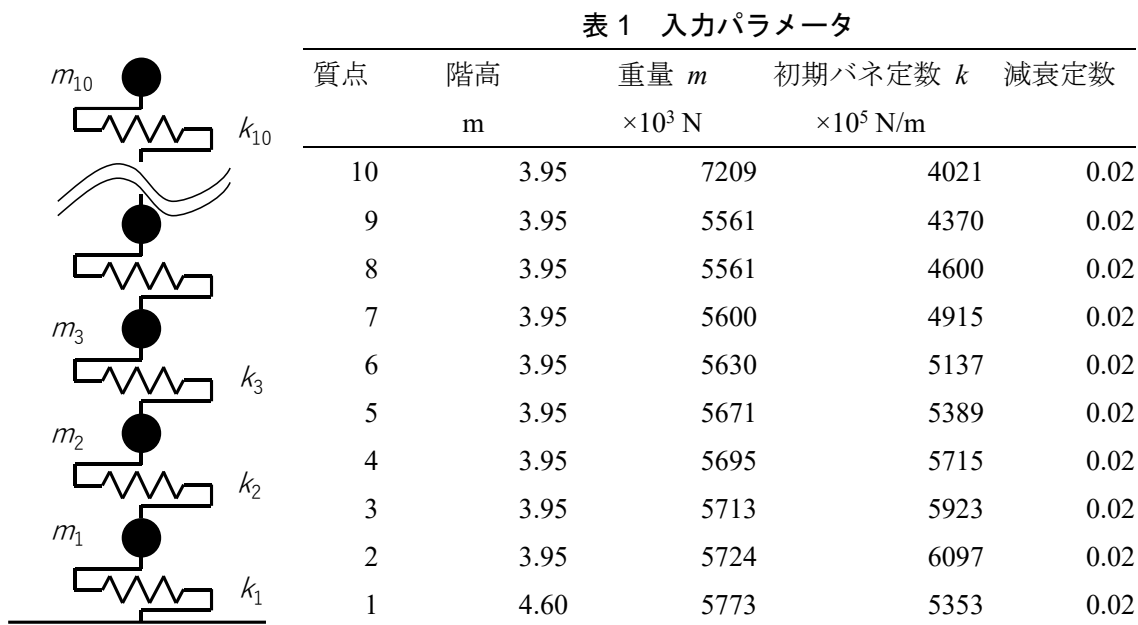


図2 多質点モデル

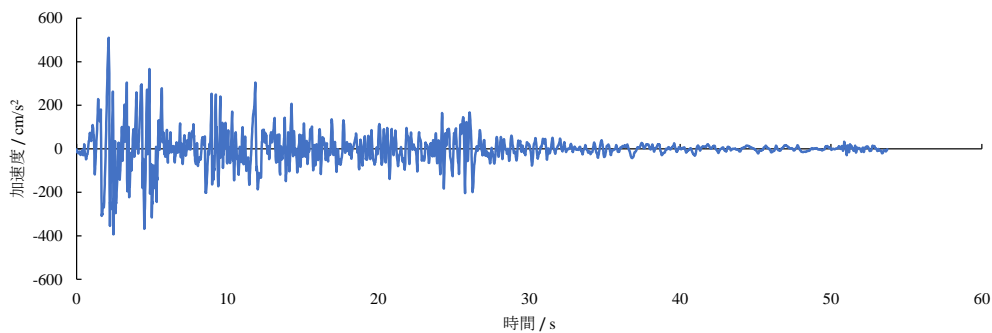


図2 El\_Centro(NS 位相)

時刻歴応答解析の結果から最大加速度と最大速度を抽出し、不安度を評価すると以下の結果となる。

表 1 最大加速度と最大速度による不安度

質点	最大加速度 cm/s <sup>2</sup>	最大速度 cm/s	不安度
10	727	96	4
9	610	92	3
8	440	85	3
7	488	78	3
6	532	71	3
5	507	63	3
4	586	55	3
3	564	53	2
2	480	50	2
1	505	48	2

#### 4. まとめ

本研究では、地震時における建物内にいる椅子に着座した人の安心評価に向けた取り組みについて報告した。安全だけでなく安心評価を取り入れることで安全・安心なまちづくりに貢献し、減災復興学へ寄与することができる。時刻歴応答解析により得られた値から不安度を評価した結果は、地震時の不安度評価だけでなく、人へ事前情報として示すことによる日常的な安心が得られることも期待できる。

#### 参考文献

- 1) 坂本あいの, 鈴木賢人, 金子知宣, 田沼毅彦, 小田聡, 肥田剛典, 永野正行: 振動台搭乗実験に基づく超高層集合住宅居住者の地震時の体感に関する検討-その4 姿勢の違いによる体感と人間頭部の応答の比較-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 41-42, 2018
- 2) 岡沢理映, 神原浩, 猿田正明: 被験者実験による地震の揺れに対する人の感覚の定量化に関する研究, 日本建築学会技術報告集, 第24巻, 第56号, pp.81-86, 2018
- 3) 国土交通省 国土技術政策研究所, 独立行政法人 建築研究所: 平成23年(2011年)東北地方沖地震被害調査報告, <https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/20110311/0311report.html> (参照 2023-11-27)
- 4) 松原郁洋, 永野康行: 人力加振を受ける椅子に着座した人の頭部挙動と不安度調査, 第16回日本地震工学シンポジウム梗概集, 全10頁, Day3-G416-11,2023
- 5) 財団法人 日本建築防災協会: 構造設計・部材断面事例集(初版), 財団法人 日本建築防災協会, pp.628, 2007

Note:

## **A method for assessing the level of anxiety of people based on the shaking inside a building during an earthquake**

Ikuhiro Matsubara<sup>1</sup>, Takashi Hirai<sup>2</sup>, Yasuyuki Nagano<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Disaster Resilience and Governance, University of Hyogo, Graduate Student

<sup>2</sup> Graduate School of Disaster Resilience and Governance, University of Hyogo, Associate professor, Ph.D.

<sup>3</sup> Graduate School of Disaster Resilience and Governance, University of Hyogo, Professor, Ph.D.

### **Abstract**

The Building Standards Act stipulates matters related to safety, and safety improvements have been achieved through repeated legal revisions. However, the safety of people during earthquakes is not taken into consideration in the design of buildings. Disaster Mitigation and Reconstruction Studies From an objective perspective, the safety of people in the event of an earthquake must be considered. Based on the above, there is no method to evaluate the safety of people on each floor in a building during an earthquake. Peace of mind is indirectly evaluated using anxiety level.

The purpose of this research is to report on efforts toward evaluating the safety of people inside buildings during earthquakes.

This time, we demonstrated the flow from creating a building model to evaluating the degree of anxiety and conducted the evaluation of the degree of anxiety. The results showed that the higher the floor, the higher the level of anxiety.