

建物内において地震を受けた場合を想定した揺れの程度と不安度調査

正会員 ○松原郁洋*1 同 山川 誠*2
同 朝川 剛*3 同 永野康行*4

安心感 安全性 振動実験
心理評価 被験者実験 不安度

1. 序

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、安心感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い。現在でも建築物の設計において、構造計算などで安全性のチェックは行われているが、安心におけるチェックは行われていない。安全性の高い建築物とするだけで安心な建築物と言えるだろうか。安心して生活を送るための指標が必要だと考える。

これまで様々な実験環境、加振条件による人の不安度の傾向調査¹⁾はいくつか行われてきた。しかし、いずれにおいても不安度の評価は建物の挙動から評価されている。不安を感じるのは人であることから、人の頭部挙動より不安度の評価を行うべきだと考える。

本研究の目的は、入力された地震を模擬した揺れの加速度、速度、変位の最大値やその他条件より人の不安度の傾向を知り、また、フロアレベルの応答に対する人体頭部の応答を明らかにすることである。

2. 実験概要及び方法²⁾

本研究では、入力された地震を模擬した揺れによって人がどのレベルで不安を感じるのか傾向を知るために事務所ビル(座位時)を想定して写真1のような実験を行った。表1には被験者情報を示す。

表1 被験者情報

被験者 No	1
性別	男性
年齢	24



写真1 実験の様子

次に実験環境について示す。まず、視覚情報を考慮しないように被験者は目を閉じておいた。また、聴覚情報を考慮しないように静かな場所を選定した。被験者の体調については、口頭で異常がないことを確認している。

本実験では、キャスター付き椅子、スマートフォンアプリケーション「i地震」³⁾、輪ゴム8つ、頭部の加速度計測用にスマートフォン頭部固定アクセサリを用いた。

以下、実験手順を示す。①被験者に実験の概要を説明する。(振動の加え方、強弱の順番は伏せた) ②スマート

フォンをキャスター付き椅子のひじ掛け部分に輪ゴムを用いて固定する。(写真2) 被験者に頭部固定アクセサリを装着させる。(写真3)

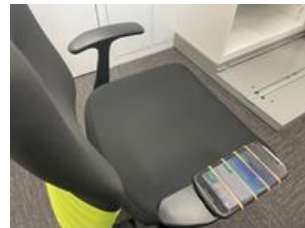


写真2 ひじ掛け部固定の様子 写真3 頭部固定の様子
③被験者が北を向くように座らせる。④アプリケーションの計測開始ボタンを押して計測を開始する。(加速度を計測し速度、変位については積分演算により算出) ⑤人力により任意の強さで振動を加える。⑥1つの振動ごとにアンケートの不安度を評価する。④～⑥の手順を6種類分行う。加振強さを変えてNS方向とEW方向をそれぞれ3種類ずつの計6種類とする。

アンケートは、性別、年齢、不安度の3項目に回答してもらい、不安度は表2に示す0~4の5段階とした。

表2 不安度指標

不安度	0	1	2	3	4
程度	不安なし	やや不安	不安	かなり不安	とても不安
状況	なんともない	一瞬どきっと、しかし冷静	好ましくない状況と感じた	冷静でいられず身構える	二度と体験したくない

3. 実験結果及び考察

例として、実際に計測した加速度波形の一回目を図1,2に示す。

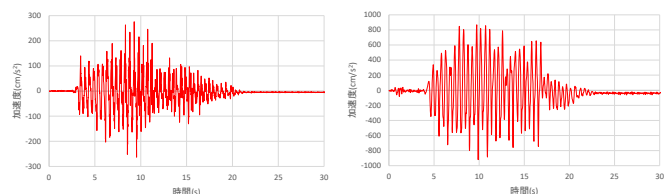


図1 加速度波形ひじ掛け部 図2 加速度波形頭部

各最大応答値と不安度を加振方向別に分類してまとめたものを図3,4,5に、ひじ掛け部と頭部のフーリエ振幅スペクトルを図6,7にそれぞれ示す。

地震波を模擬した入力地震波より得られるフロアレベルの応答と人体頭部の応答から伝達関数を導き、図8に示した。

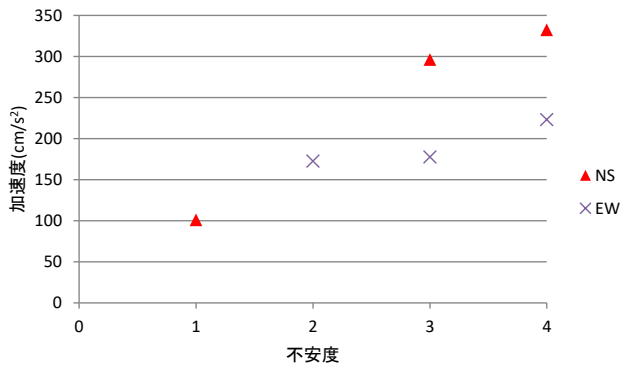


図3 最大加速度と不安度

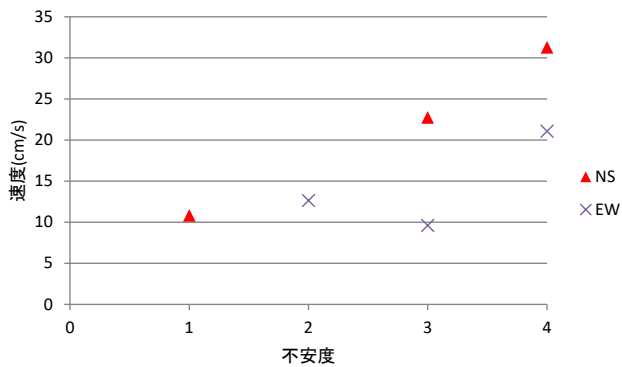


図4 最大速度と不安度

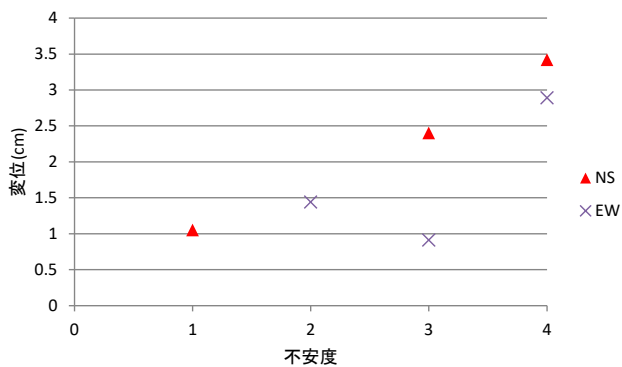


図5 最大変位と不安度

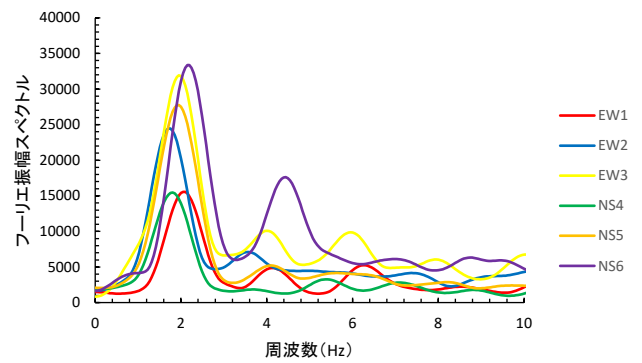


図6 フーリエ振幅スペクトル (ひじ掛け部)

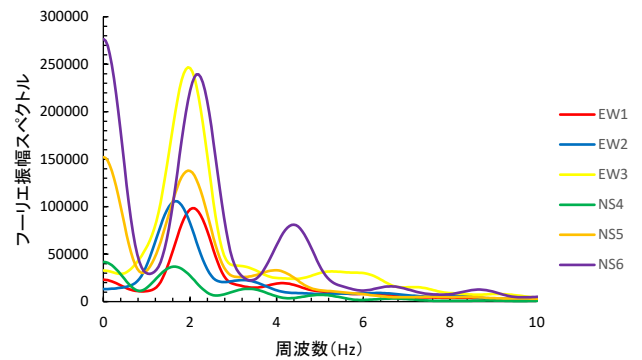


図7 フーリエ振幅スペクトル (頭部)

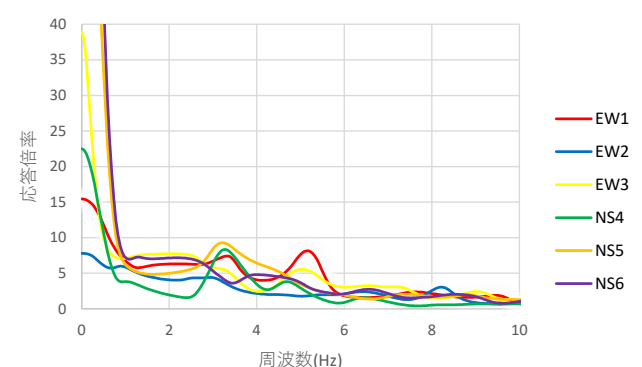


図8 伝達関数

4. 結

本研究では、入力された地震を模擬した揺れによって被験者がどの程度の不安度に達するのか調査するために、人体実験と不安度アンケートを行った。その結果以下のことが確認された。

- ① 加速度、速度、変位、いずれの場合においても値が上昇するにつれて不安度が大きく出る傾向が見られる。
- ② 加振方向においては、NS 方向よりも EW 方向で揺らされるほうが不安度は大きく出る。
- ③ フーリエ振幅スペクトル及び伝達関数を示した。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP22K04420 (研究代表者：山川誠、耐震レジリエンス/ロバスト性向上のための数値実験システムの開発) の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 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, 2018.2
- 2) 松原郁洋, 永野康行: 建物内において地震による揺れを受けた場合を想定した不安度調査, 令和 5 年度日本建築学会近畿支部研究報告集第 33 号構造系, 頁未定, 2023.6 予定
- 3) 白山工業株式会社: 次世代型地震観測システムの構築に向け https://www.hakusan.co.jp/research_and_development/i-jishin.html (最終閲覧 2023.3)

*1 兵庫県立大学大学院 減災復興政策研究科 博士前期課程
 *2 東京理科大学 工学部 建築学科 教授・博士 (工学)
 *3 東京電機大学 未来科学部 建築学科 准教授・修士 (工学)
 *4 兵庫県立大学大学院 減災復興政策研究科 教授・博士 (工学)

*1 Graduate student, University of Hyogo
 *2 Prof., Tokyo University of Science, Dr. Eng.
 *3 Assoc. Prof., School of Sci. and Tec. for Future Life, Tokyo Denki Univ., M. Eng.
 *4 Prof., University of Hyogo, Dr. Eng.