

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	屋外鉄骨避難階段の振動特性 その1 防災訓練の概要およびアンケート調査結果
Title(English)	Dynamic Characteristics of an External Steel Emergency Staircase Part 1: Overview of Evacuation Drills and Questionnaire Responses
著者(和文)	佐藤大樹, 鎌野隆貴, 清谷直生, 高野智樹, 陳引力, SORIANO Razelle, 福田眞太郎
Authors(English)	SATO Daiki, KAMANO Ryuki, KIYOTANI Naoki, TAKANO Tomoki, CHEN Yinli, SORIANO Razelle, FUKUDA Shintaro
出典 / Citation	日本建築学会関東支部研究報告集, , , pp. 381-384
Citation(English)	, , , pp. 381-384
発行日 / Pub. date	2026, 3
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

屋外鉄骨避難階段の振動特性

その1 防災訓練の概要およびアンケート調査結果

構造—振動

正会員 ○佐藤大樹^{*1} // 鎌野隆貴^{*2}
 // 清谷直生^{*2} // 高野智樹^{*2}
 // 陳引力^{*3} // SORIANO Razelle^{*4}
 // 福田眞太郎^{*1}

屋外鉄骨避難階段 アンケート調査
 振動計測 避難訓練

1. はじめに

屋外鉄骨避難階段は建物の外観の一部であり、意匠的、経済的観点から設計時に部材を細く軽快に設計すると、振動が大きくなる恐れがある。避難時に発生する振動が非常に大きい場合、避難者自身が振動を不安に感じる可能性がある。そのため、不安をどの程度感じる階段であるかを設計段階に把握することが望ましい。屋内の階段に対して振動計測を行った事例^{(例えば 1)~(6))}や、屋内階段の避難訓練時における階段室内の歩行者人数を推定するための研究^(例えば 7))はあるが、防災・避難訓練時に屋外鉄骨階段の昇降振動の計測を行い、かつそれに対する避難者の感覚・評価は行われていない。そこで、本報ではその第1段として、東京科学大学で行われた防災訓練において、百年記念館(1987)⁸⁾(図1)の屋外鉄骨避難階段での振動計測を行った結果について報告する。

以下に本報の構成を述べる。本報はその1~4で構成されている。本報その1では、防災訓練および計測の対象となる屋外鉄骨避難階段の概要および避難した人を対象に

行った、感覚量の調査を目的としてアンケート調査について述べる。その2では避難訓練時の動画から避難時の歩行振動数を調査した結果を示す。その3では階段に設置した加速度センサから得られた加速度の分析結果について述べる。その4では避難階段の微動計測の結果について報告する。

2. 防災訓練の概要および屋外鉄骨避難階段の概要

2025年12月に、東京科学大学大岡山キャンパスにて防災訓練が実施された。3・4時限の授業終了時間に合わせて、12時25分の地震発生放送が流れ、身の安全を確保した後、その数分後に避難開始放送が屋内外一斉に流される。学生および教職員は指定の避難場所へと移動し、その場で安否情報を記入する。

本報で計測の対象とする屋外鉄骨避難階段は、東京科学大学大岡山キャンパスの百年記念館の屋外鉄骨避難階段である(図2)。2~4階からの避難階段となっており、非常口はGLからそれぞれ8m、12m、16mの高さにあ



図1 東京科学大学百年記念館



図2 屋外鉄骨避難階段 全景

Dynamic Characteristics of an External Steel Emergency Staircase
 Part 1: Overview of Evacuation Drills and Questionnaire Responses

SATO Daiki
 KIYOTANI Naoki
 SORIANO Razelle
 FUKUDA Shintaro

KAMANO Ryuki
 CHEN Yinli
 TAKANO Tomoki

る。なお、手摺りの高さは約 1.3 m である。屋外鉄骨避難階段の蹴上げと踏面はそれぞれ 167 mm および 260 mm、踏面（踏板）の板厚は 4.5 mm である（図 4）。

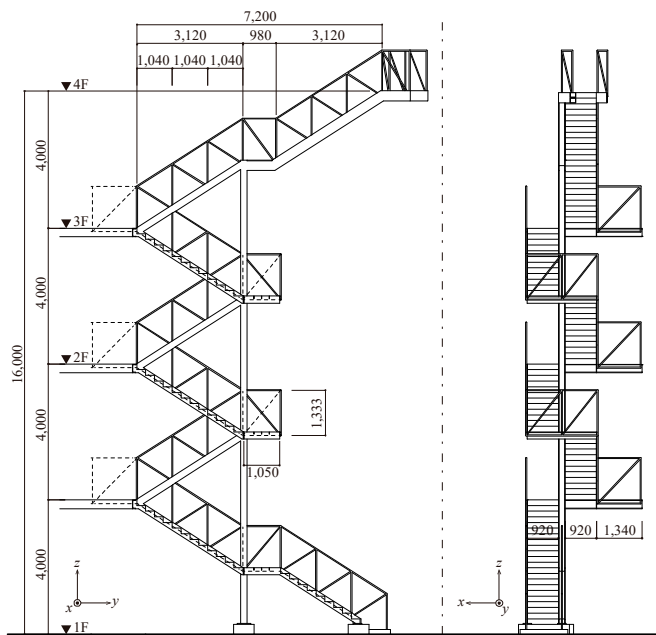


図 3 屋外鉄骨避難階段 立面（単位 mm）

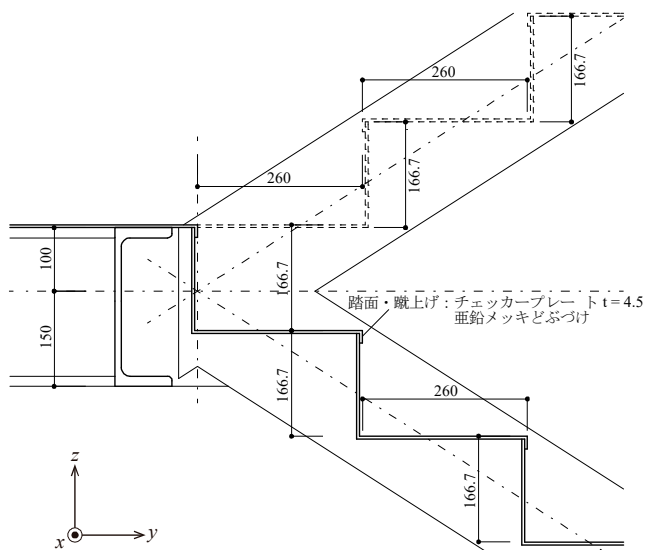


図 4 屋外鉄骨避難階段 詳細（単位 mm）

3. アンケート調査の概要および設問内容について

アンケートは避難訓練が終了した後に避難者に対しアンケート用紙を配布することにより実施した。なお、アンケートを実施することに関しての事前の告知は行っていない。

表 1 にアンケート用紙の設問を示す。設問①～④は研究に対する同意および回答者の属性についてである。設問⑤は揺れの知覚の有無についてであり、設問⑤で「はい」を選択した人に対しては、揺れの気になり具合（設問

⑥）と不安感（設問⑦）を追加で質問した。さらに、設問⑦で「かなり不安である」、「やや不安である」を選択した場合には「何が不安であったか」についての自由回答欄を設けた。設問⑥、⑦については建築物の振動に関する居住性能評価規準・同解説⁹⁾の鉛直振動の評価レベルの説明を基に選択肢を作成した。なお、同規準では評価の観点として「気になり具合」と「不快」が用いられている。しかし、本研究の対象である階段は居住空間ではないため、快適性を評価項目として扱うことは適切でないと判断した。そこで本研究では「不快」に代えて、振動の大小から予測される崩落の危険性、すなわち「不安感」を評価軸として採用した。

4. アンケート結果について

避難階段から避難した全体の人数は 61 名であり、その内 49 名がアンケートに回答した。なお、今回の防災訓練では 3 階および 4 階からの避難のみである。表 2 に各階の避難者数と回答数および回答率を示す。なお、回答率は避難者数と各階の用紙の回収数から算出した。3 階からの避難者の回答率は 67% であり、4 階の回答率は 100% であった。

図 5 に回答者の性別を示す。回答者のうち、男性は 23 名、女性は 26 名である。図 6 に回答者の年代分布を示す。回答者は 20 代から 60 代であり、30 代と 40 代が比較的多い。

図 7 に揺れを感じたかについての回答を示す。揺れを感じた回答者は 49 名中 6 名であり、そのうち 3 階から避難した者が 1 名、4 階から避難した者が 5 名である。各階の知覚確率を算出すると 3 階は 4.2%、4 階は 20% となり、4 階から避難した回答者は 3 階からの回答者に比べて揺れを知覚した割合が高い。これより、4 階階段で比較的揺れを知覚し易いことが示唆される。その原因としては、4 階階段の高さに起因する視覚的影響や、スパンの違いによる階段の振動特性の違いなどが考えられるが、要因の特定は今後の課題である。

図 8 に揺れを知覚した 6 名の「揺れの気になり具合」および「不安感」の回答結果を示す。設問⑥では 3 名が「やや気になる」、2 名が「あまり気にならない」、1 名が「ほとんど気にならない」を選択した。また、設問⑦では 1 名が「やや不安である」、2 名が「あまり不安でない」、3 名が「ほとんど不安でない」を選択した。「やや不安である」を選択した 1 名は自由回答欄で「ふみはずさないようにしないと危ない」と回答した。これより、「やや不安である」と選択した 1 名の感じた不安は振動に起因するものではないと考えられる。これらの結果から、今回の避難訓練では、揺れを知覚した人のうち、「やや気になる」と回答した者は半数いるものの、揺れに対して不安を感じたものはいなかったことが分かる。

今後は 1/3 オクターブバンド分析を用いた居住性評価⁹⁾の結果と本報のアンケート結果を比較することにより、設計時にこれらの感覚を予測することが可能か検証する予定である。

5. まとめ

本報その 1 では、防災訓練および計測の対象となる屋外鉄骨避難階段の概要に加えて避難者を対象に実施したアンケート調査結果について報告した。アンケートより得られた知見は以下の通りである。

1. アンケート回答者 49 名の内、6 名は揺れを知覚した。
2. 揺れの知覚確率は 3 階から避難した人が 4.2% で 4 階は 20% であった。これより、4 階階段では比較的揺れを知覚し易いことが示唆された。この要因の特定は今後の課題である。
3. 揺れを感じた人のうち、「やや気になる」と回答した人は半数であったが、揺れに対し「不安」を感じた人はいなかった。

今後は 1/3 オクターブバンド分析を用いた居住性評価の結果と今回のアンケート結果を照合する予定である。また、次回以降の避難訓練時にアンケートを実施することにより、回答数を蓄積していく予定である。

謝辞

振動計測を実施するにあたり、東京科学大学博物館 副館長 山崎鯛介 教授、同 研究員 山中章江 博士およびスタッフの皆様には多大なるご配慮をいただきました。また、防災訓練でのアンケートには東京科学大学 財務部および人事部の皆様にも協力をいただきました。ここに記して感謝の意を示します。

本計測および事前の歩行実験では、東京科学大学佐藤大樹研究室の学生；李晶氏、黄鈺紫氏、罗程睿氏、梁其峻氏、後藤広大氏、崎谷俊太氏、宮本滉大氏、萩原宙氏、蛭田智也氏、Rizal MAULANA 氏、松本彩愛氏、鄭湧臻氏に協力をいただきました。

表 1 アンケート用紙の設問

① 今後の環境振動設計の発展のためにこのアンケートの内容について分析し、個人が特定されない形で学会等の論文において発表したいと考えています。研究利用することについて同意いただけますか？ <input type="checkbox"/> はい (つぎに進む) <input type="checkbox"/> いいえ (アンケートは終了です。ご協力ありがとうございました)
② 性別を教えてください。 <input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性
③ 年代を教えてください。 <input type="checkbox"/> 10 代 <input type="checkbox"/> 20 代 <input type="checkbox"/> 30 代 <input type="checkbox"/> 40 代 <input type="checkbox"/> 50 代 <input type="checkbox"/> 60 代 <input type="checkbox"/> 70 代
④ どの階段から避難しましたか？ <input type="checkbox"/> 4 階外部階段から <input type="checkbox"/> 3 階外部階段から <input type="checkbox"/> 2 階外部階段から <input type="checkbox"/> 内部階段から
⑤ 揺れを感じましたか？ <input type="checkbox"/> はい (つぎに進む) <input type="checkbox"/> いいえ (アンケートは終了です。ご協力ありがとうございました)
⑥ ⑤で「はい」と答えた人に質問です。揺れの気になり具合について選択してください。 <input type="checkbox"/> 非常に気になる <input type="checkbox"/> かなり気になる <input type="checkbox"/> やや気になる <input type="checkbox"/> あまり気にならない <input type="checkbox"/> ほとんど気にならない <input type="checkbox"/> その他 ()
⑦ ⑤で「はい」と答えた人に質問です。以下から 1 つ選んでください。 <input type="checkbox"/> かなり不安である => (何が不安であったか：) <input type="checkbox"/> やや不安である => (何が不安であったか：) <input type="checkbox"/> あまり不安でない <input type="checkbox"/> ほとんど不安でない <input type="checkbox"/> その他 () <p style="text-align: right;">以上でアンケートは終了です。ご協力いただき、ありがとうございました。</p>

参考文献

- 1) 小林秀雄, 金子正考: 長スパン床および階段の振動調査例 その2 階段の振動性状, 日本建築学会学術梗概集, 1998.9
- 2) 松下仁士, 熊野豪人: 膜型圧電セラミックスを用いた制振技術の鉄骨階段への適用事例, 日本建築学会学術梗概集, 2018.9
- 3) 岡本達夫, 下野直人, 浜辺淳, 久徳敏治, 高橋良典, 村井信義: TMD を用いた鉄骨階段の振動制御について, 日本建築学会学術梗概集, 1991.9
- 4) 高橋賢司, 榎田裕, 北嶋裕: 階段設計における振動解析と振動性能評価 (その2 歩行振動と評価), 日本建築学会学術梗概集, 1995.8
- 5) 丸谷翔平, 古賀貴士, 杉浦良和, 山下淳一, 古宮嘉之: スマートフォンを用いた簡易な環境振動性能評価システムの開発 その6 歩行振動解析と歩行振動計測結果の比較, 日本建築学会学術梗概集, 2023.9
- 6) 浦川奈美, 福田眞太郎, 小山雄平, 西谷伸介, 横山裕: 住宅階段を対象とした昇降振動の評価方法に関する基礎的検討 その1 歩行振動の評価方法の適用性, 日本建築学会学術梗概集, 2025.9
- 7) 大佛俊泰, 吉行菜津美, 岸本まき, 沖拓弥, 伊山潤, 福島佳浩: 赤外線人感センサを用いた階段室内歩行者数の推定, 日本建築学会構造系論文集, 2022.9
- 8) 奥山信一: 空間の詩人 篠原一男, 2025.6
- 9) 日本建築学会: 建築物の振動に関する居住性能評価規準・同解説, 2018.11

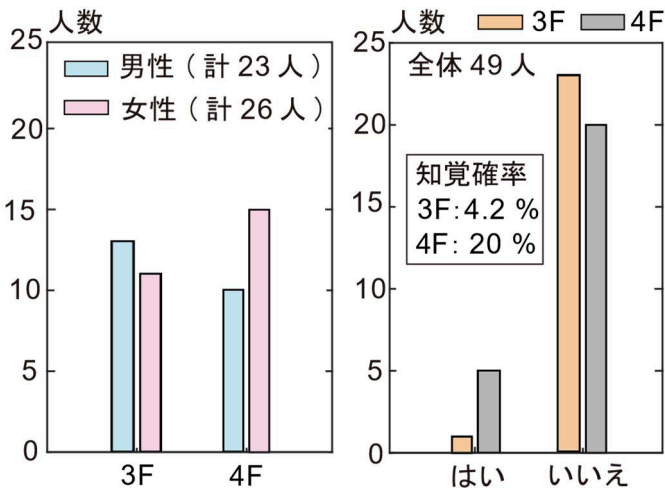


図5 回答者の性別

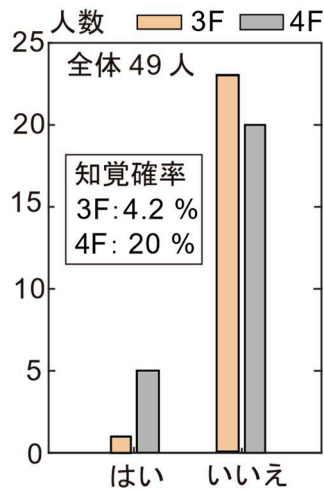


図7 揺れを感じたかについての回答

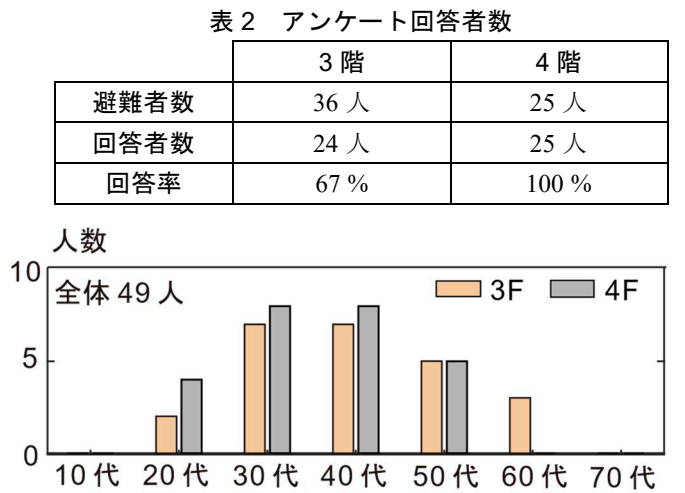


図6 回答者の年代分布

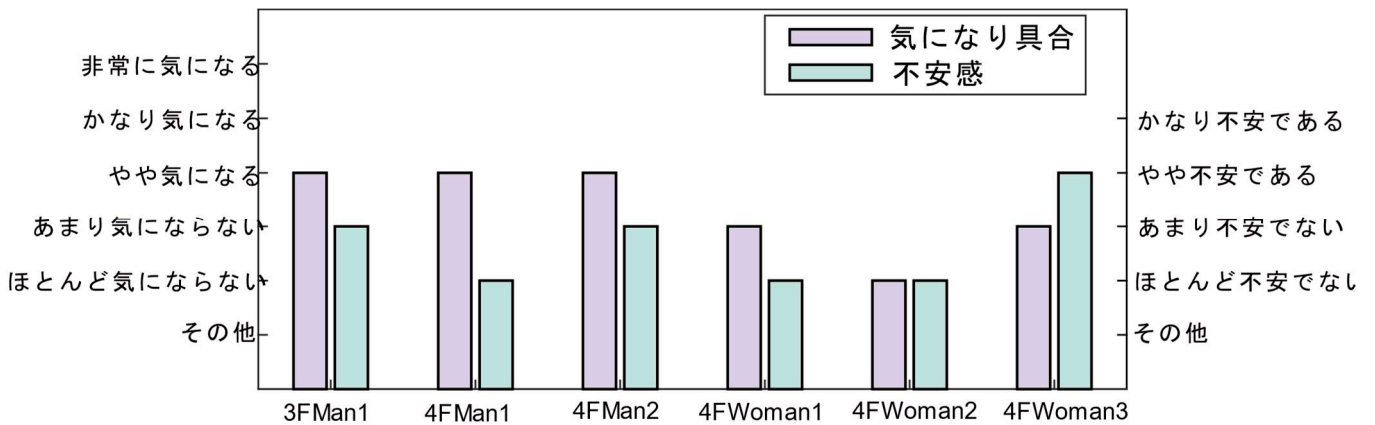


図8 揺れの気になり具合および不安感

*1 東京科学大学 准教授・博士 (工学)
*2 東京科学大学 大学院生
*3 東京科学大学 助教・博士 (学術)
*4 東京科学大学 研究員・博士 (学術)

Associate Professor, Institute of Science Tokyo, Dr. Eng. *1
Graduate Student Institute of Science Tokyo *2
Assistant Professor, Institute of Science Tokyo, Ph.D. *3
Researcher, Institute of Science Tokyo, Ph.D. **4