

VR技術を用いた煙中での避難誘導灯の視認性評価

(研究期間：令和6年度～令和8年度)

建築研究部 設備基準研究室

住宅研究部 住宅計画研究室

室長
(博士(工学))

室長
(博士(工学))

山口 秀樹

出口 嘉一



(キーワード) 火災避難、視認性、VR

1. はじめに

火災時には煙の発生・滞留により、避難行動の手がかりとなる誘導灯の見えやすさ(視認性)が低下し避難安全性の確保が困難となる。煙環境下での視認性を定量的に評価することは重要であるが、実空間で煙を伴う被験者実験は実験空間の確保や条件の再現が難しく、十分な知見が得られていない。本研究の目的は、白色煙が支配的な火災初期段階を対象とし、実空間を代替し得るVR実験環境の構築に関する知見を得ることである。実空間およびVR空間で通路誘導灯の視認距離を指標に被験者実験を行い、VR実験手法の有効性を検証した結果を紹介する。

2. 実環境およびVR空間の構築と視認性評価

本研究では、実環境の実験空間として、直線通路(幅1m×高さ2m×奥行10m)の端に誘導灯を設置した空間を用意した。通路上部には非常灯相当の明るさを確保するためのダウンライトを設置し、また避難行動を補助する目的で床面から0.9mの高さにライン状の照明を連続配置した。一方、VR空間はモデリングソフトウェアのBlenderを用いて三次元形状を構築し、ゲームエンジンのGodot_v4.4.1を用いることで、壁等の反射率、照明強度、ならびに煙の散乱特性を調整して作成した。なおVR空間の提示はヘッドマウントディスプレイ(Meta Quest 3)を用いた。

実空間およびVR空間それぞれで、煙濃度(C_s : 1.0, 1.5 (1/m))の2水準、ライン状補助照明の輝度(0, 100 (cd/m^2))の2水準を被験者(60歳未満27名、60歳以上28名の計55名)に提示した。被験者は通路の端から誘導灯に向かって移動し、誘導灯の矢印の方向が判別できた位置を回答した。

実空間とVR空間での誘導灯が視認できる距離の違いを箱ひげ図で示す(図)。グラフの右側のように実空間とVR空間で視認距離の平均値(赤線で表示)や回答のばらつきが同程度であり、実空間の代替としてのVR活用の可能性を示している。一方、左側のようにVRでばらつきが大きい条件もみられた。これはVR空間の提示を被験者の操作に応じて瞬時に生成する演算を行うにあたり、計算負荷軽減のため、VR空間の計算を部分的に省略したことによるものと考えられる。

3. 今後の展開

今回の比較実験により、煙環境を再現するVR空間構築の基本的な知見を得た。今後は、視認性低下の定量的な評価データを収集・整理するとともに、今回得られた知見を活用し、実建物のVR空間による評価手法の検討を行う。



写真 実験空間 (左：実空間、右：VR)

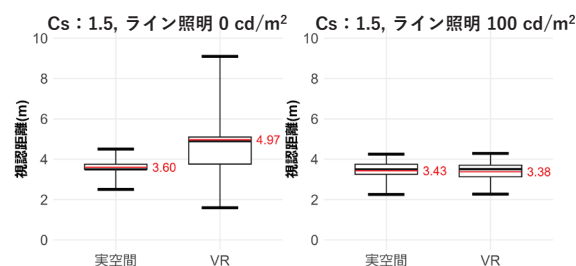


図 実空間とVR空間での視認距離評価結果