

1. 研究の背景と目的

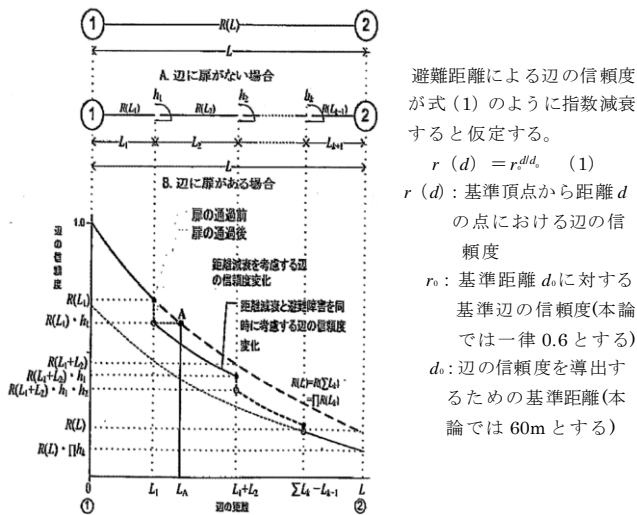
火災による死者が発生する一因として、避難経路上に物を放置していたり、避難階段を倉庫代わりに使用してしまっていたことなどによって、避難するのが遅れる可能性がある。

火災時に、建物の内部から避難階段や避難バルコニーなどの安全な場所まで、短時間で避難することは、避難安全性を高めるための重要な課題である。

本研究では、扉、階段などの避難経路上の障害物による避難時間の遅れに影響を及ぼすかを実験により明らかにし、火災時の避難時間の短縮をはかり、安全性を向上するための基礎資料を得ることを目的とする。

2. 本研究の先行研究

鄭、吉村²⁾は、避難経路の信頼度について、以下の考え方を示している。



式(1)より、避難距離と通過信頼度(h_k)も同時に考慮する場合、 k 番目の扉の通過後の信頼度は、式(2)で表される²⁾。

$$r(d) = r_0^{d/d_0} \cdot \prod h_k \quad (\text{ただし、} k=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$
 $r(d)$: 通過信頼度と避難距離を同時に考慮する場合の信頼度
 h_k : 避難経路上の k 番目の扉の通過信頼度 ($0 \leq h_k \leq 1$)

図1 距離減衰と通過信頼度による辺の信頼度変化²⁾

本研究でも、この考え方に従い、避難条件(避難者の避難能力及び避難形態)別の扉の通過可能率を通過信頼度 h ($0 \leq h \leq 1$) と定義する。

図1は、距離減衰のみを考慮する場合の辺の信頼度の変化(太い破線)と、距離減衰と扉の通過時の避難障害を同時に考慮する場合の辺の信頼度の変化(太い実線)の違いを表している。扉を通過する間の移動距離は扉の厚み分であるが、これは避難距離に比べて十分小さいので、扉の通過による辺の信頼度は扉を通過する前後で不連続的に変化するとみなすことができる。

頂点1-2の間の避難経路上にある k 番目 ($k=1, 2, \dots, n$) の扉の通過信頼度を h_k ($0 \leq h_k \leq 1$) とすると、扉を通過した直後の地点での辺の信頼度は $R(\sum L_k)$ から $R(\sum L_k) \cdot h_k$ に不連続的に低化する。同様に頂点1と頂点2の間の k 個の扉の通過による辺の信頼度は $R(L) \cdot \prod h_k$ に低下する。

図1より、地点Aの辺の信頼度は1番目の扉の通過により低下した辺の信頼度と同じ値であるが、これは扉の通過により距離減衰のみを考慮する場合と比較して $L_A - L_1$ だけ歩行距離が伸びることと同義である。

3. 研究対象と研究方法

避難経路上の障害として、段差、階段、スロープ、扉、勾配、通路に放置されている物などが挙げられる。

まず文献調査により、避難者のさまざまな属性別の避難時の歩行速度と避難障害による歩行速度の低下に関するデータを収集する。次いで、避難速度に影響を及ぼす障害の実例を調査し、問題点を分析し、改善方法を考察する。さらに、現存する建物の障害を利用して、避難行動実験を行う。

4. 実験概要

本研究の実験は、扉を開放したままの場合(CASE1)、扉を押して避難する場合(CASE2)、扉を引いて避難する場合(CASE3)の3種類の避難状況の中で行う。そして、各状況下において10mの距離を避難するのに要する時間を計測した。表1、表2に各実験の概要を示す。また、図2、図3に各実験場所の平面図、図4に実際の各実験場所を示す。

表1 実験Iの概要

実験日	2017年11月22日
実験場所	大手前短期大学 いたみ稲野キャンパス
被験者	13人
実験内容	10mの距離を避難するのに要する時間の計測
設定条件	CASE1:扉を開放したままの場合 CASE2:扉を押して避難する場合 (②→①) CASE3:扉を引いて避難する場合 (①→②)

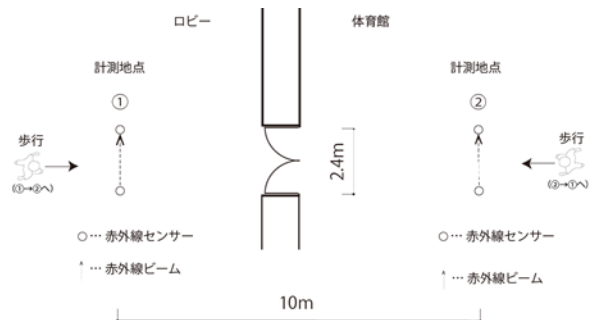


図2 実験Iの場所の平面図

表 2 実験Ⅱ・Ⅲの概要

実験日	2017年12月15日
実験場所	大手前短期大学 いたみ稲野キャンパス
被験者	19人
実験内容	10mの距離を避難するのに要する時間の計測
設定条件	CASE1:扉を開放したままの場合 CASE2:扉を押して避難する場合(②→①) CASE3:扉を引いて避難する場合(①→②)

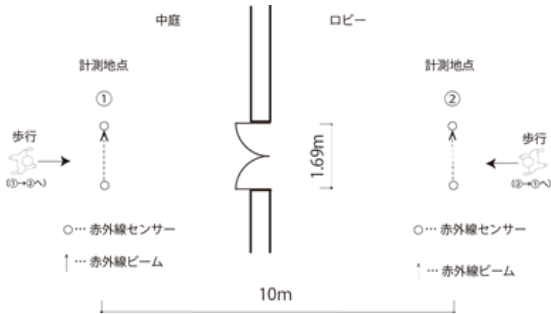
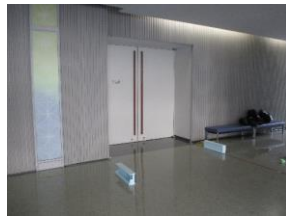


図 3 実験Ⅱ・Ⅲの場所の平面図



体育館側



ロビー側



中庭側

図 4 実験Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの場所の写真

10mの距離を避難するのに要する時間を図5に示す計測機器で計測し、図6に示すメモリハイログャーに計測データを保存する。



図 5 赤外線センサー



図 6 メモリハイログャー

5. 実験結果及び通過信頼度の推定

各実験のCASE毎の扉の通過時の遅延時間を基に、図1の方法を利用し、通過信頼度を推定した。結果を、表3~表8に示す。

実験ⅠのCASE2では、避難するのに要した時間の平均値が11.43、通過信頼度の平均値が0.985となった。CASE3では、避難するのに要した時間の平均値が11.80、通過信頼度の平均値が0.981となった。

表 3 実験Ⅰ (CASE2) の場合の通過信頼度の推定値

実験Ⅰ	CASE1	CASE2	遅延時間(s)	速度(m/s)	延長距離(m)	通過信頼度
平均値	9.70	11.43	1.73	1.04	1.81	0.985

表 4 実験Ⅰ (CASE3) の場合の通過信頼度の推定値

実験Ⅰ	CASE1	CASE3	遅延時間(s)	速さ(m/s)	延長距離(m)	通過信頼度
平均値	9.70	11.80	2.10	1.04	2.20	0.981

実験ⅡのCASE2では、避難するのに要した時間の平均値が11.06、通過信頼度の平均値が0.988となった。CASE3では、避難するのに要した時間の平均値が11.46、通過信頼度の平均値が0.985となった。

表 5 実験Ⅱ (CASE2) の場合の通過信頼度の推定値

実験Ⅱ	CASE1	CASE2	遅延時間(s)	速さ(m/s)	延長距離(m)	通過信頼度
平均値	9.73	11.06	1.32	1.03	1.42	0.988

表 6 実験Ⅱ (CASE3) の場合の通過信頼度の推定値

実験Ⅱ	CASE1	CASE3	遅延時間(s)	速さ(m/s)	延長距離(m)	通過信頼度
平均値	9.73	11.46	1.70	1.03	1.76	0.985

実験ⅢのCASE2では、避難するのに要した時間の平均値が32.26、通過信頼度の平均値が0.931となった。CASE3では、避難するのに要した時間の平均値が34.59、通過信頼度の平均値が0.924となった。

表 7 実験Ⅲ (CASE2) の場合の通過信頼度の推定値

実験Ⅲ	CASE1	CASE2	遅延時間(s)	速さ(m/s)	延長距離(m)	通過信頼度
平均値	18.90	32.26	13.58	0.60	8.56	0.931

表 8 実験Ⅲ (CASE3) の場合の通過信頼度の推定値

実験Ⅲ	CASE1	CASE3	遅延時間(s)	速さ(m/s)	延長距離(m)	通過信頼度
平均値	18.90	34.59	15.70	0.59	9.30	0.924

6. 結論と今後の課題

扉の通過による遅延時間から、避難経路上にある障害の通過信頼度を推定する方法を示した。

今後の課題としては、実験で利用する避難経路上の障害の種類を増やすとともに、様々な避難行動能力の被験者を対象に実験を行うことや通過信頼度の値の精度を高めることが挙げられる。

●参考文献

- 1) 鄭軍植、吉村英祐：避難障害による避難経路の信頼度の低下を考慮した避難安全性の定量的評価について ネットワークモデルを用いた避難経路の信頼度の分析法(その2)、日本建築学会計画系論文集 第73巻 第625号、pp.551-553、2008.03
- 2) 鄭軍植、吉村英祐：避難経路の信頼度の距離減衰を考慮した避難安全性の定量的評価について ネットワークモデルを用いた避難経路の信頼度の分析法(その1)、日本建築学会計画系論文集 第616号、pp.71-76、2007.06

(吉村研究室)