

避難シミュレーションを用いた バリアフリーフェリーの避難経路の検討

Study of Escape Route Design of Barrier-Free Ferry Boat using Evacuation Simulation

正 宮崎 恵子（海技研） 正 平田 宏一（海技研）

Keiko MIYAZAKI, National Maritime Research Institute, Shinkawa 6-38-1, Mitaka-shi, Tokyo

Koichi HIRATA, National Maritime Research Institute

Means of escape of transportation facilities should be effective for evacuees including disabled persons. It is, therefore, important to develop methods for evaluating the effectiveness of means of escape for such persons to maintain evacuation safety. One way for the evaluation is an evacuation simulation. We are developing an evacuation simulation program to estimate evacuation time and optimal escape routes. It uses multi-agent method and can treat evacuees including disabled persons individually. Using the evacuation simulation program we calculate evacuation time and congestion time of several escape route arrangements of a barrier-free ferry. We discuss differences of means of escape from the viewpoint of evacuation time and congestion time.

Key Words : Barrier-Free, Evacuation Simulation, Escape Routes

1. はじめに

国内でバリアフリー化された旅客船が就航し始め、障害者・高齢者等をはじめ多くの方達が通常時の船内利用が円滑におこなえるようになっている。著者等は、さらなるバリアフリー化の推進には、身体障害者等を考慮した避難・誘導を検討する必要があると考え、バリアフリー化旅客船の非常時の安全性向上に関する研究を実施し、避難経路を検討するための避難シミュレーションを開発している。本稿では、非常時対応の現状を示すとともに、避難シミュレーションプログラムを用いて車いす利用者を含む旅客の避難経路を検討する。

2. 旅客船における非常時の対応

バリアフリー化された旅客船・フェリーでは、非常時においては、表示装置及び音声案内装置の設置により非常時の情報を提供しつつ、介助者または職員（船員及びサービス員）によるソフト対応がなされることになっている。職員が非常時の対応を実施する際のマニュアルとなる「旅客船の安全教本」及び「旅客船乗練手引書」（いずれも国土交通省船員部労働基準課監修）では、身体障害者・高齢者を最優先に避難させることが明記されている。また、各船とも、あらかじめ作成してある非常配置表（非常時の作業人員の配置、作業、指揮系統等を明記したもの）に基づき、非常時の対応がとられることになっており、同表に基づいて操練（避難誘導訓練）が定期的に行われるなどして、職員は訓練され、旅客の安全を守るための体制がとられている。しかし、移動制約のある車いす利用者や、情報制約のある視覚障害者・聴覚障害者がいる場合を想定した操練の実施は少なく、そのような状況での詳細な手順については確立し

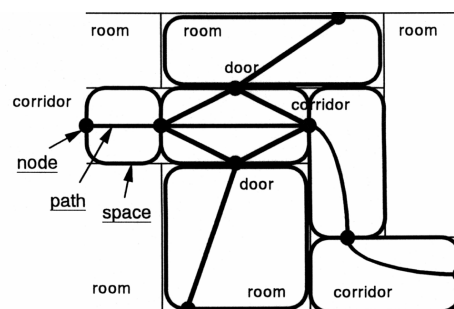


Fig.1 Network Model

ていないと言える。そこで、より具体的な避難・誘導手順や旅客の特性に応じた避難経路を求める必要があると考える。

3. 避難シミュレーションの概要

海上技術安全研究所の避難シミュレーションプログラム¹⁾は、旅客船の一般配置図と、各避難者（旅客と職員）一人一人に設定できる初期配置、歩行速度並び避難開始時間に基づき、各避難者の初期位置から集合場所までの移動に要した時間、各避難者の滞留時間（混雑した箇所で待つ時間）等を求めるものである。

本避難シミュレーションプログラムでは、避難者の移動する経路は、図1で示すようにノード（避難者の初期位置と、避難者が通る可能性のあるドア、通路、階段上に適当な間隔で置いた点）、パス（ノードをつなぐ線）及びスペース（部屋、通路、階段等の空間）で構成するネットワークで表される。各避難者は、ノードを越えるとき経路選択判断をするが、その手順は、時々刻々、各避難者の集合場所に至るすべての経路について、（自甲板上の歩行時間）+（自

甲板上的滞留時間) + (自甲板の階段から集会所までの仮定した距離を歩く時間)を計算し、最も小さい値をとる経路を選ぶというものである。複数の避難経路の避難者数を適切に振り分けることにより、全避難者の最短避難時間とそのときの最適避難経路を求めることができる。

4. 避難経路の検討

避難シミュレーションプログラムを用いて、図2のバリアフリーフェリーを対象に、集合場所を4階暴露甲板に限定し、車いす利用者を含む旅客の避難経路を求め、全避難者の避難時間と滞留時間を算出した。避難者の通路上及び階段での移動速度は、バリアフリーフェリー船上での模擬車いす利用者を含む避難実験²⁾で計測した結果を基に設定した。なお、非常時なので、甲板間の移動はエレベータではなく階段を用いた。

避難シミュレーションの条件を表1に、車いす利用者の人数と初期位置を表2及び図2に示す。case A は車いす利用者なし、case B は車いす利用者が全人口の車いす利用者推定割合の1% 9人、case C は車いす利用者が障害者・高齢者の全人口中推定割合の4% 36人とした。前述した避難シミュレーションにより、避難時間と避難者別の滞留時間の最大値を求めた。その結果を表3に示す。滞留時間を求めた箇所は、多くの車いす利用者が使う3階(図2では最下層)の階段5と階段6の前である。Case C では、車いす利用者の後続の歩行避難者の滞留時間が大きく、滞留時間の目安とされる60秒を越えていた。そこで、case C' として、3階の車いす利用者26人を階段2に誘導し、階段2を車いす利用者専用とした場合を計算し、結果を併せて表3に示す。これにより、階段前の滞留が解消し、避難時間も減少している。

図3には、case C と case C' の3階車いす利用者が避難を完了した時間を避難完了順にプロットしたグラフを示す。case C' では、最初の避難完了者は完了時点が case C より遅くなるが、完了順が後半でも避難完了時点は遅くなっていない。また、図2には、case A から C の避難経路(避難方向の分岐)を矢印で示す。車いす利用者の人数と初期位置により、3階での避難方向の分岐箇所が変化することも示された。

本稿の車いす利用者は、階段での移動速度を設定するのみの簡単なモデル化であったが、避難シミュレーションをツールとして用いることにより、身体障害者等の旅客の特性に応じた効率的な避難経路を検討していくことができると考える。

5. おわりに

本稿では、障害者等の非常時対応を踏まえ、避難シミュレーションを用いて、車いす利用者を含む避難経路を検討した概要について述べた。最後に、避難実験にご協力くださった新日本海フェリー株式会社の関係者の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 勝原他; 船上の避難行動のシミュレーション - , 日本航海学会論文集第96号, pp283-293, 1997.3
- 2) 宮崎他; バリアフリーフェリーにおける模擬車いす利用者を含んだ避難実験, 第4回海上技術安全研究所研究発表会講演集,

pp315-316, 2004.7

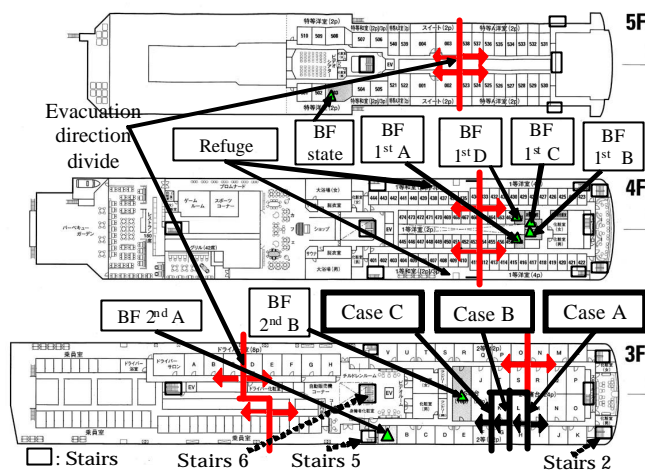


Fig.2 Initial position of wheelchair users and change of escape routes

Table 1 Simulation conditions

Evacuees: Passengers 892 (capacity), Crewmembers 60
 Their initial positions: Cabin
 Escape means : No-elevators, Use stairs
 Attendant carries wheelchair user on his back
 Pedestrians speed : flat 1.0m/s, stairs 0.5m/s
 Wheelchair users speed : flat 1.0m/s, stairs 0.1m/s
 Response time : 0, No-overtaking

Table 2 Initial position of wheelchair users and their numbers

	Initial position and number of wheelchair users							total number of wheelch air users
deck	5F	4F				3F		
to refuges	stairs	flat				stairs		
class	BF State	BF 1st A	BF 1st B	BF 1st C	BF 1st D	BF 2nd A	BF 2nd B	
caseA	0	0	0	0	0	0	0	
caseB	2	1	1	1	1	2	1	
caseC	2	2	2	2	2	12	14	

Table 3 Evacuation time and congestion time

conditions	evacuation time (s)	max of congestion time of each evacuee (s)	
		3F stair 5	3F stair 6
case A	168.4	13.6	30.3
case B	194.8	56.0	33.6
case C	238.2	80.2	69.6
case C'	214.2	10.3	29.2

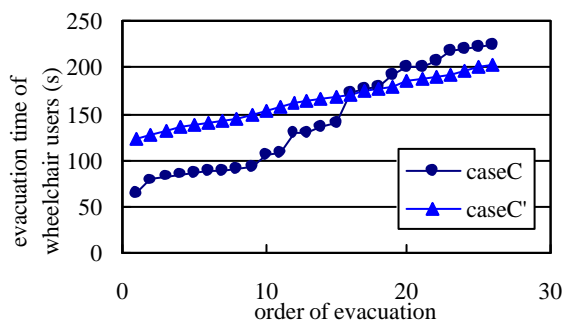


Fig.3 Evacuation time of wheelchair users on 3rd floor