

避難者モデルに関する研究

1 Y-5

戴曉旬 金湖富士夫
運輸省船舶技術研究所

1 はじめに

船舶に火災あるいは浸水などの災害が発生する場合、乗船者を迅速かつ安全に避難させるために、避難者の避難状況を把握することは重要である。しかし、実船実験はあまりにも危険で現実的ではない。これに代わるものとして、計算機による避難シミュレーションは有効な手段であると考えられている。避難シミュレーションを行うため、空間モデル、避難者モデル、災害モデルは三つの不可欠な要素だと思われる。そのため、本研究では、空間モデル¹⁾、避難者モデル¹⁾を開発し、また煙流動シミュレーションによる火災のシナリオ²⁾をシステムに組み込み、さらにこれらを用いた避難シミュレーションを実施した。以下空間モデル、避難者モデルおよび避難シミュレーションについて順に説明する。

2 空間モデル

空間モデル¹⁾は避難者が移動できる船舶空間のモデルであり、本研究では、空間とノードを空間モデルの基本構成要素として、フレーム知識表現方法に基づき、船舶の設計図面などの電子情報化処理を行う船舶入力モジュールから読み込んだ座標より船舶を構成する種々の用途を持つ空間の位相的關係を生成し、階層的な空間モデルを開発した。すなわち、最上層には、船舶フレームがあり、その下は順に、デッキフレーム、空間フレーム、壁フレームなどがある。フレームにより、各デッキ、空間などの情報を独立に整理することはできるため、必要に応じてデッキや空間及び壁などの追加、修正、削除を容易に行うことができる。

A Study on Evacuee Model

Xiaoxun Dai and Fujio Kaneko

Ship Research Institute, 6-38-1, Shinkawa, Mitaka, Tokyo

3 避難者モデル

本研究では、人間情報処理システム³⁾に基づき、図1のような災害状況の検出、認識、避難行動の選択、実行の各段階を含む個々の避難者の避難状況を推定する避難者モデルを開発した。それは現状認識モデル¹⁾および避難実行モデル¹⁾により構成される。現状認識モデルは災害状況の検出及び認識の役割を果しており、避難実行モデルは避難行動を選択、実行する役割を果している。避難経路の選択については環境への熟知度により左右され、避難環境をよく知る者は、自分の現在地から避難場所に到る経路を選択できるが、知らない者には困難であると考えられるが、それに対応するため、個人属性知識ベースを導入し、船舶の環境への習熟度の属性を組み込んだ。乗組員は船内の環境を熟知し、避難場所に到るまでの避難経路の選択は可能、乗客は船内環境を知らない、避難経路の選択は不可能とした。乗客は避難の際に近くの出口や階段に向かうか、乗組員に追従し避難するものとした。今回乗客は乗組員を中心とする半径5mの円内では、その乗組員に追従し避難する。避難の途中では、避難環境の状況変化に応じた避難経路を変更することがあるため、今回煙の状況変化による避難経路の変更を考慮した。ただし乗組員のみ途中での避難経路の変更が可能とする。

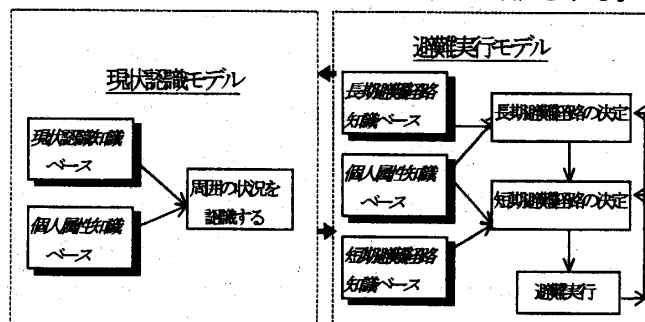


図1 避難者モデル

4 避難シミュレーション

4.1 諸初期条件の設定

実行環境としては多層のデッキにより構成した客船の空間モデルであり、火災発生場所はDデッキの中央部の客室²⁾を想定し、出火時刻は昼食事時間帯と昼食事以外の時間帯を二つのケースに設定した。旅客定員は80名、乗組員は40名、避難者の初期配置はそれぞれの出火時刻に対応して、例えば、食事時間帯の場合、基本的にCデッキの食堂に集中に配置し、食事以外の時間帯に基本的にC、Dデッキの居室に分散に配置した。避難場所はCデッキの外側遊歩道に設定され、歩行速度は戸川⁴⁾の水平な通路における密度による歩行速度に基づいた。階段の歩行速度は水平な通路の半分⁵⁾とした。避難開始時期は火災室、火災階、非火災階の避難者を分けて扱った。また火災探知及び乗組員の火災への確認時間を考慮し、避難開始時間のシナリオを設定した。避難者は避難場所を知っており、避難場所に到達すれば避難は避難成功とする。避難場所に到達するまでに、乗船者が避難不可の濃度の煙が存在する空間に到れば避難失敗とする。

4.2 実行例 AA_20_180_180

シミュレーション例は記号により記述する。例えばAA_20_180_180は、順に初期配置A、煙ケースA、火災室の人間、火災階の人間、全員の避難開始時刻を表す。

この例では、火災室の乗客は20秒に自ら火災を認識し、避難開始した。また探知装置の動作時間と乗組員の火災状況を確認する時間を考え、火災が発生した後180秒に避難開始を指示され、乗船者全員がそれにより火災状況を認識し、避難を開始した。この例では、避難開始の時期は遅くなったため、避難開始時、煙はすでに火災階に拡がってきており、乗客は煙に巻き込まれ、多くの失敗者が出たと推定された。一方、乗組員の場合、煙に遭遇した時、煙のない空間を通過する経路に変更した。例えば、火災発生後、約146秒で煙がDデッキの中央階段室にまで拡がってきた。乗組員4人は、その階段室

にきたとき煙に気づいてその時点で避難経路を変更した。これらの乗組員は最初中央階段室に近い空間に配置され、避難開始するときには中央階段を経由し避難場所までに到る経路を選択し、その階段室に到った際に船尾階段を経由する避難経路に変更した。避難状況は図2のようになる。

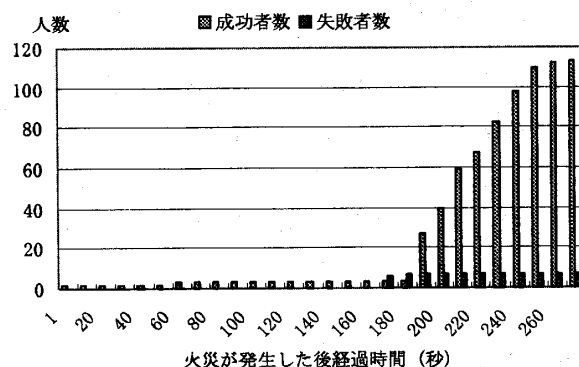


図2 AA_20_180_180による避難状況

5. おわりに

本研究では避難シミュレーションにより船舶の災害における避難状況を把握するため、階層的な空間モデル及び個々の避難者の行動を扱う避難者モデルを開発し、また火災シナリオを取り込んでいる。開発したモデルを用い、多数の避難シミュレーションを実施し、避難状況について検討した。シミュレーションにより、避難の状況や成功率は、避難開始時期、初期配置、煙流動形式、避難経路の選択などに影響されるが、避難開始時期は、遅くなるほど、失敗者が増え、早期に避難開始ができれば、より効果的に避難を行わせることができることが判った。

参考文献

- [1] 戴、金湖：船舶災害時における避難解析手法について、日本造船学会論文集第184号、1998
- [2] 第42基準研究部会：船舶の確率的な安全評価方法に関する調査研究、平成7、8、9、10年度報告書、日本造船研究協会
- [3] 古田一雄：プロセス認知工学、海文島堂、1998
- [4] 戸川喜久二：群集流の観測に基づく避難施設の研究、学位論文、1963
- [5] 堀内三郎：新建築学大系12、彰国社、p246