

48 船内における車いすの走行限界の把握

装備部	*今里 元信, 太田 進
企画室	阿曾 薫
システム技術部	宮崎 恵子
機関動力部	平田 宏一

1. はじめに

公共交通機関のバリアフリー化が進むなか、身体障害者等が日常生活や旅行のために船に乗ることは必然であり、旅客船もバリアフリー化する必要がある¹⁾。昨年(平成 12 年)秋、「高齢者・身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」(通称:交通バリアフリー法)が施行され、その中で旅客船のバリアフリー化について、技術基準が示されている²⁾。しかし、安全対策については、検討の余地を多く残している。これは身体障害者と言っても、障害には様々な種類があり、一概に対応できないためである。

船舶は、波浪による動揺を伴うため、車いすが暴走・転倒する恐れがあり、有馬らも研究を実施している³⁾。そこで、車いす利用者にとっては、船内で車いすが安全に走行できるか否かの判別できる情報が必要である。本研究の目的は、車いす利用者が安全に船舶を利用できるように、車いすの走行限界を決定づけることである。運航事業者が車いすの走行限界を周知することにより、車いす利用者の安全を確保できるものと考えている。本報では、車いすの走行限界を把握するための研究の流れを示し、当所でこれまでに行っていることについて述べる。

2. 船内における車いすの走行限界の把握

2. 1. 船内で遭遇する車いすの状況

船内で車いすを利用する場合、以下の四つの状況が考えられる。

- ①自力走行可能
- ②介助者があれば使用可能
- ③固定すれば座っていられるが、走行不能
- ④椅子席に移る必要がある(車いす使用不可)

①、②の走行限界を把握し、海象と船体運動、車いす

利用者の特性から上の四つを予測することにより、車いす利用者の安全を確保できる。

2. 2. 車いすの自力走行限界の評価

船内における車いすの自力走行限界の評価の流れを図-1 に示す。船内で安全に車いすが利用するためには、車いすと人間の関係に併せて、船体運動も考慮する必要がある。そこで、図-1 は左から船舶、車いす、人間それぞれに関係するもの三つのパラメータに大きく分けて、各パラメータ内で必要な研究の流れを示し、安全走行の判別を導き出す方法を表している。

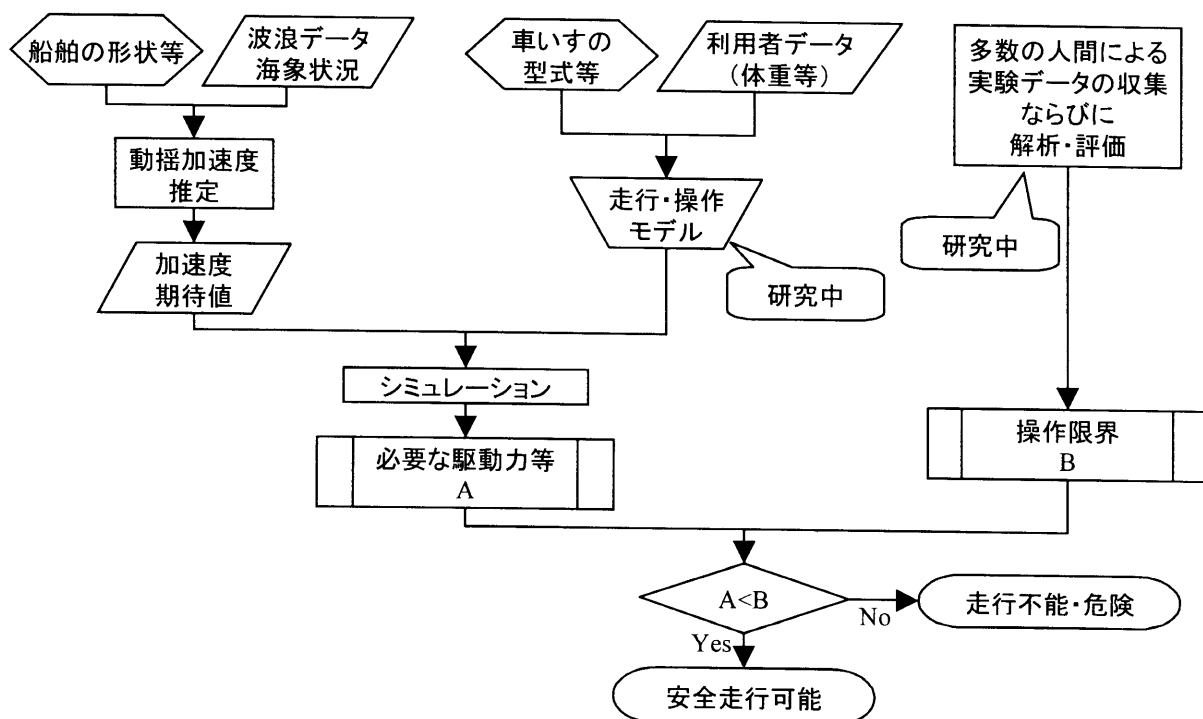
船内は、陸上の建物等と異なり、動揺を伴うという環境に曝されるため、各航海において、車いすの利用が想定される船内の場所でどのような加速度が作用するかを推定する技術が必要である。なお、波浪予測と船体運動の応答関数から加速度を推定することは、大型船について言えば現在の技術で可能である⁴⁾。小型船については、運航経験の蓄積などから加速度が推定できるものと考えられる。

また車いすに関しては、手動車いすや電動車いすなどの型式と、利用者の体重や操作能力、制御力などを結びつけた、車いすの走行・操作モデルを構築する必要があり、現在開発中である。

動揺加速度期待値と車いすの走行・操作モデルを結びつけることにより、船内で安全走行するための必要な駆動力等を推定できる。

一方、車いすの操作限界を把握するためには、旅客船内を想定した状態で、被験者を用いた車いすの走行実験を実施する必要がある、現在実験データの蓄積、解析、評価の検討を行っている。

シミュレーションで求めた駆動力等と人間の操作限界との比較などにより、船内で車いすが安全走行で



図－1 船内における車いすの自力走行限界の評価の流れ図

きるか否かを判別することができる。

3. 当所における車いすの研究

3. 1. 操作限界と負担感に関する調査⁶⁾

手動車いすが安全に走行できるか否かを評価するためには、車いすの挙動や工学的および心理的な評価指標を求める必要がある。そこで、旅客船内を想定した傾斜台⁷⁾を用いて車いす⁸⁾の走行実験を実施し、データを収集して車いすの挙動ならびに評価指標の検討を行っている。当所で製作した傾斜台上を走行している様子を図－2 に示す。



図－2 船内を想定した傾斜台上の走行実験

3. 2. 車いすの走行モデルの開発⁹⁾

任意の加速度条件下において車いすの走行を模擬できる基礎的なモデル(以下、走行モデルと呼ぶ。)を構築している。本研究で開発している走行モデルは、手動車いすを想定し、搭乗者を含む車いす(以下、単に「車いす」と呼ぶ。)の走行の軌跡および車いすに作用する加速度の条件から、駆動に要すると考えられるトルクを求めるためのものである。

このモデルでは、各時刻における、車いすの重心に作用する加速度、車いす重心の前進方向の加速

度および旋回角加速度が与えられれば、各時刻におけるトルクが以下の手順で求めることができる。なお、ここでは走行中の体重移動は考慮していない。

- (1)各車輪に作用する車いす鉛直方向の力の計算
- (2)転がり摩擦抵抗の計算
- (3)運動方程式に基づく左右後輪の推力の計算
- (4)推力にハンドリムの半径を掛けることによるトルクの計算

作成した走行モデルを検証するため、著者の一人

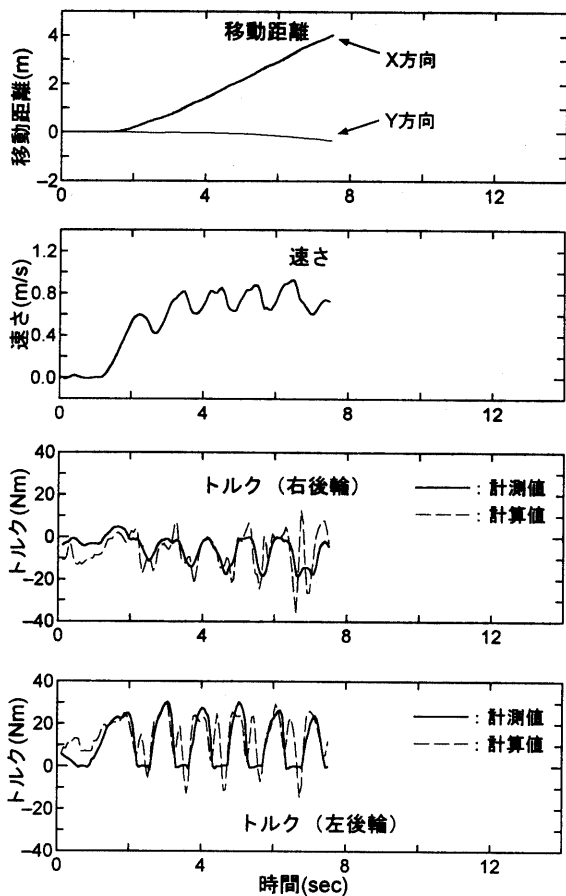


図-3 計測結果とトルクの計算結果
(7度左下がり横断走行)

が、体重移動のないように、傾斜台上での走行実験を行った。実験結果とそれに対応するトルクの計算結果の例を図-3に示す。図中のグラフは上から順に、車いすの X 方向(走行開始時前向き正)および Y 方向(走行開始時左向き正)の移動距離、車いすの速さ、右後輪のトルクおよび左後輪のトルクの時系列を表している。また、実線は計測結果、破線は計算結果を表している。

図-3は、傾斜角7度の左下がり横断走行の結果である。この図より、左のトルク、すなわち前向きに漕いでいる方のトルクについて言えば、計算結果の時系列には、計測結果のそれと比較して多少の振動が見られるものの、計算結果の最大値は、計測結果のそれと概ね一致している。右のトルクについて言えば、計算結果と計測結果は一致しているとはいえない。なお、走行限界の評価においては、左のトルクが問題になるであろうことに留意されたい。右下がり横断走行の結果も、左下がり横断走行の場合と同様の傾

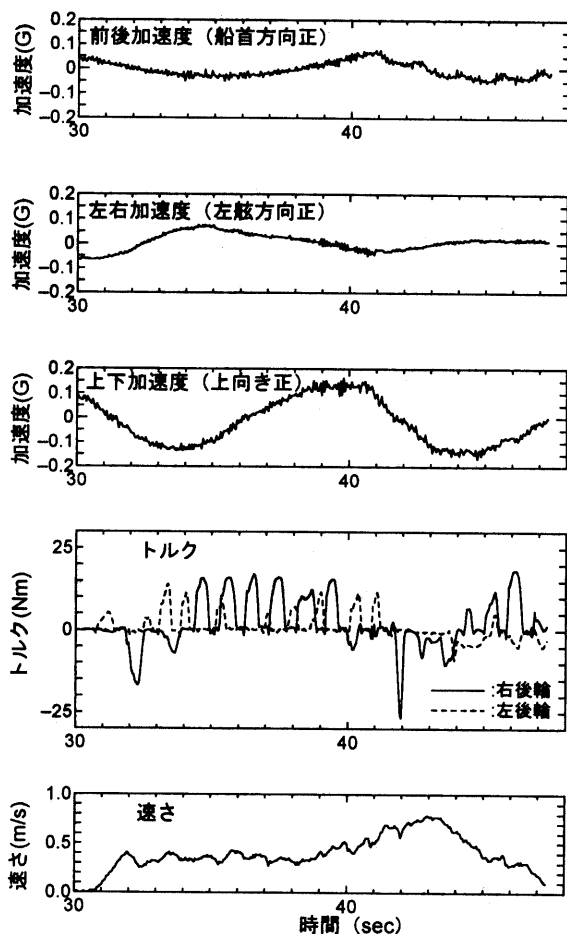


図-4 実船実験における車いす
計測結果の一例

向を示した。

3. 3. 車いすの操作モデルの検討

車いすの走行モデルと併せて、操作モデルについて検討を開始した。操作モデルの検討の基礎として、併せて走行モデルの検証を目的として、平成13年3月に北米航路のコンテナ船の体育室において、車いすの走行実験を実施した。実験の測定結果および計測した船体加速度の一例を図-4に示す。図中のグラフは上から、体育室の床の加速度(船体を基準にそれぞれ前後方向、左右方向、上下方向)、車いすの左右後輪トルク、車いすの速さを表している。実験は車いすを左舷から右舷方向に、直進を意識して走らせた。図-4より、35sec付近では船首側が上がっている状態で右後輪を強く漕いでいるのがわかり、また42sec付近では右舷側が下がっていているので、車いすが加速し、手でブレーキをかけているのがわかる。このように動揺下で車いすを走行させた場合、

様々な操作を行うことから、操作モデルについて検討する必要がある。

3. 4. まとめ

当所では、車いすの走行性能や操作の評価指標の検討、傾斜台や実船での車いすの走行実験、基礎的な車いす走行モデルや操作モデルの構築などを行っている。さらに走行実験データの蓄積や走行・操作モデルの開発を続けるとともに、新たな要因などを考慮することにより、船内における車いすの自力走行限界を決定づけることができると考えている。

4. おわりに

本研究により、船舶の遭遇する加速度条件下における車いすの自力走行限界を決定づけるための研究の流れを示した。併せて当所で実施している研究についての現状を示した。これにより、車いす利用者の安全を確保できるようにしたいと考えている。旅客船のバリアフリー化に伴い、健常者と身体障害者の区別無く、安全に乗船でき、快適な船旅が楽しめるようにしていきたい。

最後に本研究を行うにあたり、貴重な助言を頂いた、大阪府立大学工学部海洋システム工学科有馬正和助手、(財)東京都地域福祉財団東京都福祉機器総合センター橋詰努氏に感謝いたします。また実船実験を行うにあたり、ご協力頂いた日本郵船株式会社ならびにコンテナ船の乗組員の方々にお礼申し上げます。

参考文献

- 1)有馬正和:フェリー・客船におけるバリアフリーの現状と課題, らん, 関西造船協会, 第 41 号, pp.54-61 (1998.10).
- 2)宮崎恵子, 今里元信:旅客船におけるバリアフリーの現状と技術的課題, らん, 関西造船協会, 第 50 号, pp.11-16(2001.1).
- 3)大橋将太:旅客船のバリアフリー化について, TECHNO MARINE, 日本造船学会, 第 856 号, pp.51-53(2000.10).
- 4)有馬正和, 細田龍介:動揺環境における車いすのユーザビリティ評価に関する研究(第 1 報) -後輪ブレーキ状態の車いすのモデリング-, 日本造船学

会論文集, No.188, pp.419-427(2000.11).

- 5)福田淳一:船体応答の統計的予測, 耐航性に関するシンポジウム論文集, 日本造船学会, pp.99-119 (1969.7).
- 6)宮崎恵子ほか:斜面上における車いすの操作限界と負担感に関する調査, 第 1 回海上技術安全研究所研究発表会講演集(2001.6).
- 7)今里元信ほか:旅客船内での車いす利用に関する研究, (社)日本設計工学会東北支部研究発表講演会論文集, pp.48-49(2000.10).
- 8)平田宏一ほか:計測用車いすの開発, 第 1 回海上技術安全研究所研究発表会講演集(2001.6).
- 9)今里元信ほか:旅客船内における車いすの走行シミュレーション-駆動力推定用基本モデルの開発-, 平成 13 年度春季講演会講演論文集, 日本航海学会(審査中).