

車いす走行補助装置の開発

(その1 自動ブレーキ制御機構の設計 試作)

環境・エネルギー研究領域次世代動力研究グループ * 平田宏一
海上安全研究領域旅客安全・バリアフリー研究グループ 宮崎恵子
川崎重工 河野哲平

1. まえがき

船舶のような動揺条件下において、手動車いすで安定した走行をおこなうには、操作に困難を伴う。本研究では、動揺条件下での手動車いすの移動を安全かつ快適にすることを目的とした走行補助装置の開発を進めている。本報では、簡易的な走行補助装置として試作した自動ブレーキ制御機構について述べる。

2. 手動車いすの特性

手動車いすの後輪は左右独立して回転し、それぞれに駆動トルクを与えることにより直進や旋回を行う。前輪には旋回方向に回転自由なキャストが使われているため、進行方向を維持する力が働かない。また、操作者が乗車したときの重心は後輪の軸より少し前に位置する。そのため、手動車いすが傾斜面横方向に置かれた場合、車いすは重力の影響を受けて谷側へ旋回する。

図 - 1 は、別途開発した計測用車いす⁽¹⁾を用いて、水平面及び傾斜面を横断走行する際の駆動輪に加わるトルクを測定した結果である。これより、傾斜面

で生じる谷側への旋回を防ぐために、谷側後輪に強い駆動力を与え、山側後輪に断続的なブレーキ力を与えていることがわかる。手動車いすが傾斜面や動揺面を走行する場合、このような複雑な操作が車いすの操作を著しく困難にしている。

3. 走行補助の方法

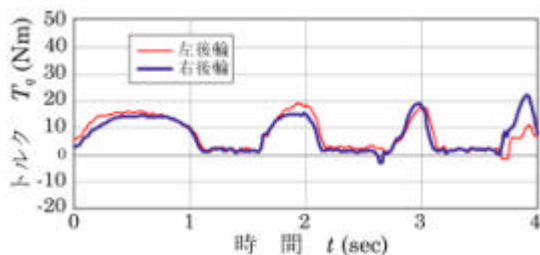
傾斜面や動揺面における車いす操作の困難さを緩和するため、いくつかの走行補助方法を検討した。表 - 1 に検討結果を示す。走行補助装置を船舶で使用する場合、様々な形式の車いすへの取り付けが容易であること、装置の誤動作による暴走の危険性が少ないことが重要であると考えた。そこで、左右後輪のブレーキを自動制御する機構を設計・試作し、その動作特性を調べることにした。

表 - 1 走行補助方法の検討結果

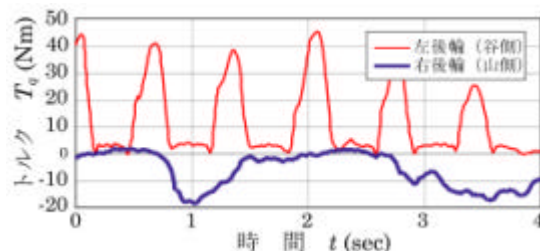
	走行補助方法	検討結果
a	前輪キャストの回転角度制御	回転角度が大きいため、直進時以外の制御が困難である
b	後輪のブレーキ制御	制御装置が誤動作を起こしても暴走の危険は少ない
c	後輪の駆動力制御	運転者への負担が少なくなるが、誤動作による暴走の危険性が高い
d	重心の制御	重心を移動するためのおもりは、かなり重く、制御が困難である

4. 自動ブレーキ制御機構の設計 試作

図 - 2 に本研究で開発した自動ブレーキ制御機構の構造及び外観を示す。図 - 1(b)からわかるように、車いすは状況に応じてブレーキ力を調整しながら走行している。本機構では、ラジコン模型用サーボモータを用いることにより、ブレーキ力を調整できる構造とした。また、振り子を利用した傾斜角度センサを取り付けた。本センサは、車いすの左右方向の傾斜角度が3°及び5°となったとき、2段階のスイッチが作動する。このスイッチはマイコン回路に接続されており、スイッチの組み合わせで、サーボモータの運動を制御し、ブレーキ力を調節する。

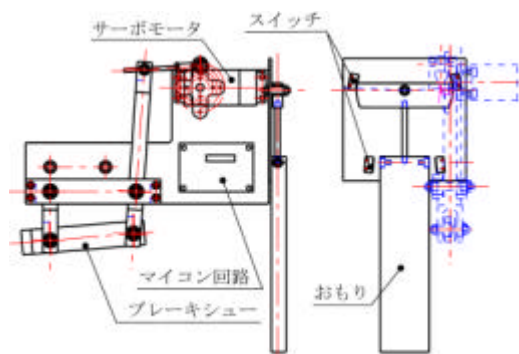


(a) 水平面における走行



(b) 傾斜面横断走行 (傾斜角度 5 deg)

図 - 1 トルクの時間変化



(a) 構造



(b) 外観

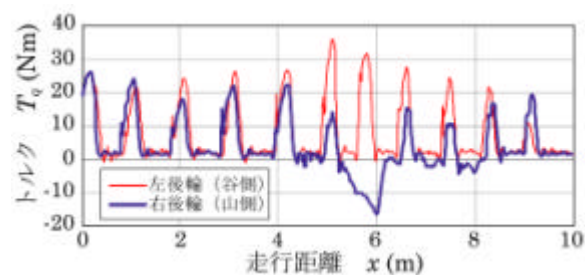
図 - 2 自動ブレーキ制御機構

5. 自動ブレーキ制御機構の動作特性

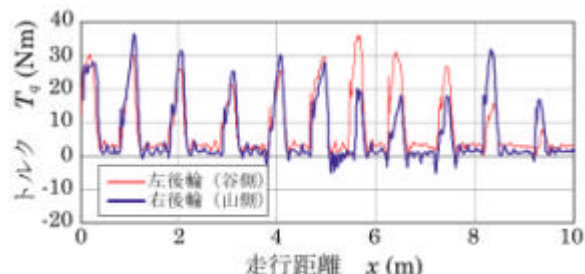
自動ブレーキ制御機構が操作特性に及ぼす影響を調べるため、動揺を模擬した全長 11 m の走行路面において走行実験を行った。実験に用いた走行路面は、剛性が低いベニヤ板の下にスペーサを入れ、波状のねじれをすることにより動揺を模擬している。

図 - 3 は、走行路面中央部の最大傾斜角度を 5 度にした場合、自動ブレーキ制御がトルク変化に及ぼす影響を測定した結果である。これより、ブレーキ制御を行わない場合、走行距離 5 ~ 6 m 付近において、手動によりブレーキ力を与えることで進路補正をしていることがわかる。一方、ブレーキ制御を行った場合、手動によるブレーキ操作をほとんど行うことなく、図 - 1(a) の波形に近づいている。これらの実験より、自動ブレーキ制御機構は動揺面での操作の困難さを低減できうことが確認された。

図 - 4 は、波状走行路面の最大傾斜角度を 0 度から 7 度まで変化させた場合、傾斜角度に対する谷側後輪と山側後輪のトルク差を示している。ここでトルク差は、走行距離 3 ~ 7 m における平均値の差である。すなわち、この値が大きいほど左右後輪への操作の相違が大きいことを示している。図 - 4 より、トルク差は最大傾斜角度の増加に従って大きくなり、



(a) 自動ブレーキ制御なし



(b) 自動ブレーキ制御あり

図 - 3 自動ブレーキ制御機構の効果
(波状走行路面、最大傾斜角 5°)

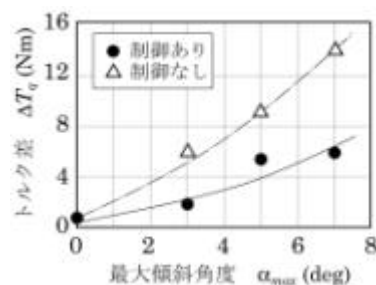


図 - 4 傾斜角度とトルク差の関係

ブレーキ制御を行うことで減少することがわかる。

6. あとがき

本報では、船舶バリアフリーのための車いす走行補助装置として自動ブレーキ制御機構を試作し、波状走行路面における走行実験を行った。その結果、本機構を用いることで、左右後輪へのブレーキ操作を均一化できることが確認できた。しかし、本機構は、駆動走行時にもブレーキ力が働くため駆動の操作に違和感があり、実際の操作においては図 - 3 や図 - 4 に見られるような明瞭なブレーキ制御効果はほとんど感じられなかった。また、車いすがわずかな段差を乗り越える場合等、センサが誤動作を起こすことが確認された。本機構を高性能化するためには、操作感に関する詳細な実験や傾斜角度センサの改良が必要不可欠である。

参考文献

- (1) 平田宏一、今里元信、宮崎恵子、計測用車いすの開発、平成 13 年度 (第 1 回) 海上技術安全研究所研究発表会講演集、p.241-242 (2001)。