

福祉車両用車椅子固定装置の開発について

自動車安全研究領域

福嶋 隆 松島 和男 岡田 竹雄

1. まえがき

近年、身体障害者や高齢者などの通院等の移動用に車椅子が急速に普及している。

また、車椅子を使用しての移動では、乗員が乗ったまま福祉車両に乗車することが多く、車椅子は、数カ所のベルト等で福祉車両に簡易に固定し、走行しているのが現状である。

このような走行状態で急発進、急ブレーキ、曲線走行並びに衝突事故等を起こした場合、乗員が車椅子から放出され床や座席に接触し、重大な死傷事故に至る恐れがある。

今回の報告は、リフトの昇降時に車椅子がリフトから落下し乗員が重大な死傷事故を負うこともあると考えられるので、リフトに乗せた時点で、車椅子を安全に固定する福祉車両用車椅子固定装置と乗員保護用に乗員固定ベルト(チョッキ式、ヘッドレスト前後上下可動式)一体型の乗員保護装置の2点を試作し、昨年までに報告した、「車椅子と車椅子の乗員の固定方法について」⁽¹⁾「福祉施設における車椅子輸送福祉車両の使用実態調査について」⁽²⁾の結果も踏まえ、今回試作した固定装置を使用して制動試験を実施したので、その結果について報告する。

2. 車椅子固定装置及び乗員保護装置の概要

2.1. 車椅子固定装置

本固定装置は、車内の床に2本のレールを前後に平行に引き(搬入リフトテーブルも含む)、2本のレール上に、車外に移動且つ昇降することが出来る車椅子のフレームに対してワンタッチで脱着自在に係合して車椅子を固定可能な固定治具を備える事を特徴としている。また、車内におけるリフトテーブル以外の床に、前後方向に伸びる固定レールが敷設されており、固定治具が、前方側移動レールと後方側レール間を移動可能となっていることも特徴としている。なお、図1に試作した車椅子固定装置を示す。



図1 車椅子固定装置

2.2. 乗員保護装置

本保護装置は、車椅子を固定後に後部より乗員をワンタッチにて、乗員を固定ベルト(チョッキ式調整可能式、ヘッドレスト前後上下可動式)一体型の装置で固定するものである。

3. 試験方法

3.1. 試験概要

試験車はハイルーフ型ワンボックスタイプの車両を改良したもので、主要諸元を表1に示す。

車椅子の固定方法は、図1に示すように、床に2本のレールを前後方向(平行)に固定した、そのレール上を前後に移動・脱着回転可能な車椅子固定治具があり、その固定治具から車椅子を本体下部のフレームのT字部分のパイプに電気式固定治具により固定し試験を実施した。

試験は、当研究所自動車試験場(埼玉県熊谷市)のテストコースにおいて、福祉車両に車椅子と乗員(ダミー)を乗せ各種条件での制動試験を実施した。

なお、乗員用2点式ベルトを標準(適切)と緩め(不適切)に装着した2通りの試験を行った。

また、ベルトの装着状況を図2に示す。

ダミーの腹部に掛かる2点式ベルトにロードセルを取り付け腹部に作用する力及び試験車の車速と前後加速度も測定した。また、ビデオカメラにより試験時のダミーと車椅子の挙動も撮影した。

表 1 試験車の主要諸元

乗車定員	9人
長さ	4.9m
幅	1.69m
高さ	2.18m
車両重量	2,210kgf
排気量	2,800cc



図 2 ベルト装着状況（2点式）

3.2. 試験方法

ベルトの装着を適切・不適切それぞれの試験条件を表 2 及び表 3 に示す。なお、試験に使用した乗員用ダミーは、自動車の乗員保護性能評価に利用されている HIBRID- 50 パーセントイルダミー（男性）を使用した。総重量は約 78kg であった。

車椅子は、アルミ製で自走用標準型⁽²⁾を使用した。主要諸元は、全幅 63 cm × 全高 88 cm × 全長 100 cm、全座高（床面から座面までの高さ）43 cm、車輪 / 前輪 6 インチ × 後輪 22 インチ、重量約 13kg であった。

表 2 ベルト装着適切

試験番号	ベルト装着状態	制動初速度 (km/h)	制動減速度 (G)
1	適切	40	0.1 ~ 0.8
2	適切	50	0.1 ~ 0.8
3	適切	60	0.1 ~ 0.8
4	適切	80	0.1 ~ 0.8
5	適切	100	0.1 ~ 0.8

表 3 ベルト装着不適切

試験番号	ベルト装着状態	制動初速度 (km/h)	制動減速度 (G)
1	不適切	40	0.1 ~ 0.8
2	不適切	50	0.1 ~ 0.8
3	不適切	60	0.1 ~ 0.8
4	不適切	80	0.1 ~ 0.8
5	不適切	100	0.1 ~ 0.8

4. 試験結果及び考察

車椅子固定装置を使用し、車椅子乗員にベルトを適切、不適切の 2 通りの試験結果を図 3 ~ 図 12 に示す。

この結果をみると、適切の場合は、ベルトにかかる張力は最大でも 0.4kN 以下の値となっているが、不適切の場合では、速度が 40km/h と低速の場合でも減速度が 0.5G を超えるとベルトにかかる張力は急激に上昇し、0.8G では 1.6kN の値となることがわかった。試験時の制動初速度が 50km/h 以上では 0.4G を超えるとベルトにかかる張力は急激に上昇し、ベルト張力の最大は 2.2kN の値となった場合もあった。

なお、不適切な場合、車両減速度が 0.8 程度に上がると、車椅子乗員ベルトの腹部には 1.5kN 以上の力がかかった。米国における衝撃実験データ⁽³⁾からの耐性値は、約 20N/cm² の力が作用すると AIS2 (AIS : Abbreviated Injury Scale ; 解剖学的スケール)⁽⁴⁾ 程度の傷害を受けるとされている。

今回適切にベルトを装着した場合での試験は、前回の試験結果をふまえて試作した車椅子固定装置を使用した結果、車椅子が完全に固定されたために急ブレーキ時の乗員ベルトに掛かる張力は瞬時に立ち上がり 0.5G あたりから徐々に立ち上がることが分かった。本方式でも一般道路及び高速道路において試験走行した結果、いずれの場合も車椅子自体は安定していた。

なお、車椅子乗員はベルトで拘束しない場合には急ブレーキを掛けたとき、ダミーが車椅子から前方に落下した。なお、落下状況の例を図 13 に示す。

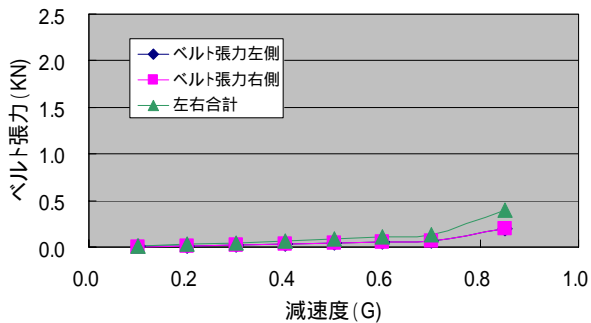


図3 適切 (車椅子完全固定) 40km/h

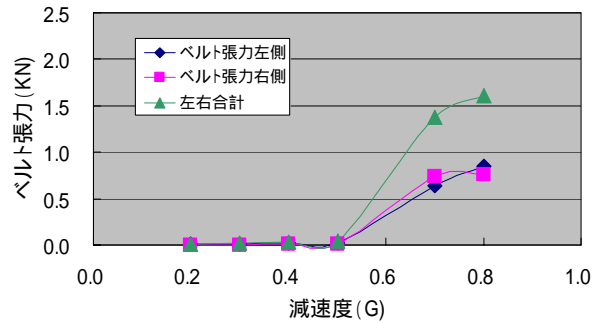


図8 不適切 (車椅子完全固定) 40km/h

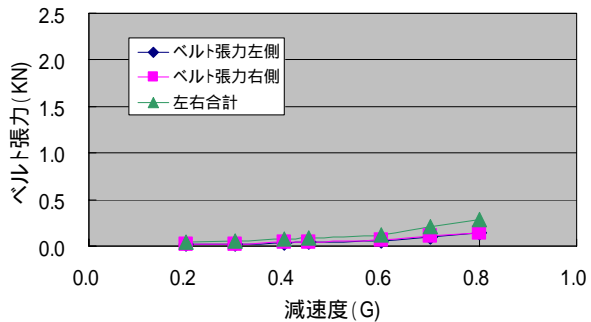


図4 適切 (車椅子完全固定) 50km/h

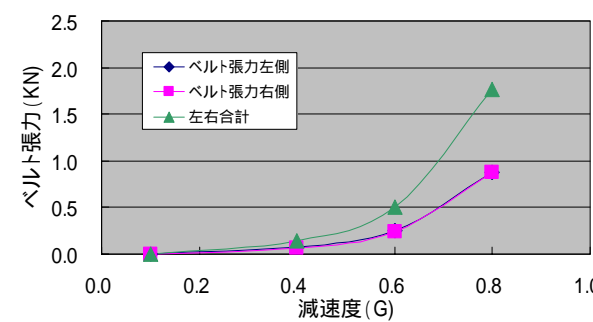


図9 不適切 (車椅子完全固定) 50km/h

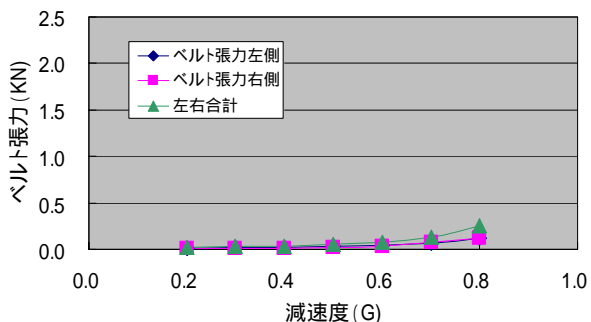


図5 適切 (車椅子完全固定) 60km/h

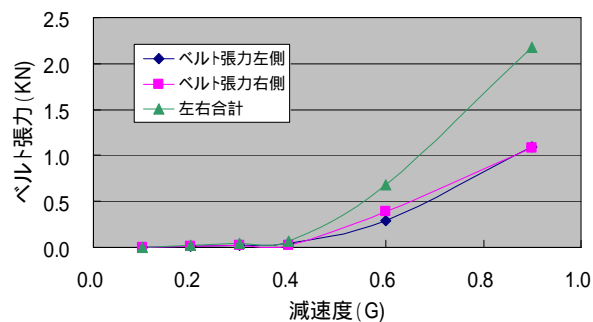


図10 不適切 (車椅子完全固定) 60km/h

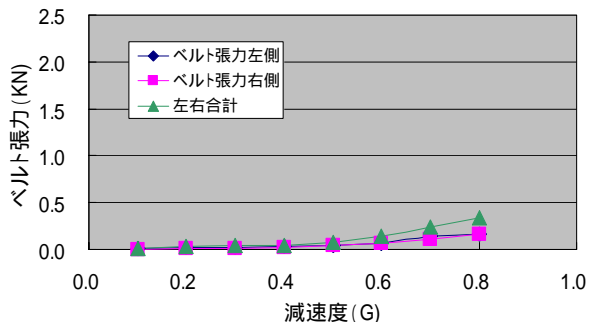


図6 適切 (車椅子完全固定) 80km/h

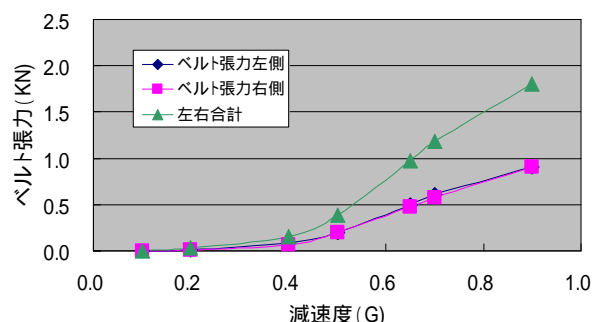


図11 不適切 (車椅子完全固定) 80km/h

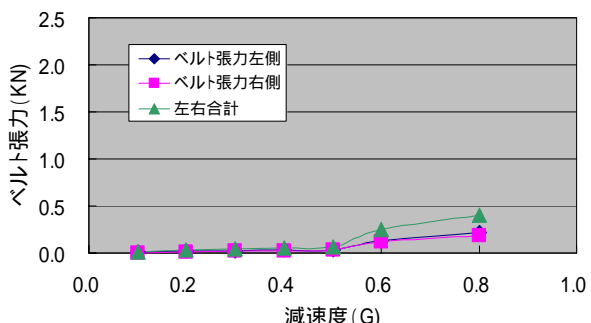


図7 適切 (車椅子完全固定) 100km/h

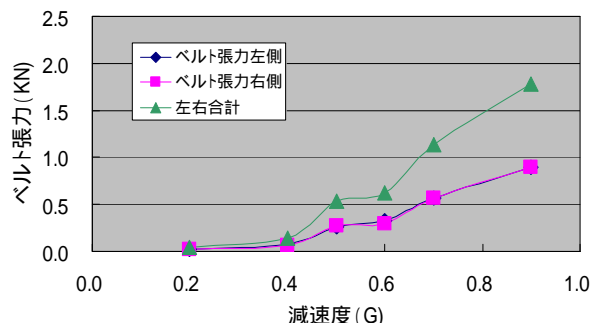


図12 不適切 (車椅子完全固定) 100km/h



図 13 ダミー落下状況

5. まとめ

既存福祉車両の車椅子乗車時の固定方法について、前年度までの報告と併せて検討した結果、車両に取り付けられている車椅子固定ベルトは、構造が複雑で取り扱いも容易で無いため、十分に固定することが出来ず走行時(特にブレーキ時)に不安定な挙動を起こす。

即ち、車椅子がwindupを起こし車椅子のトレッドが縮み非常に不安定になることが分かった。

また、車椅子だけを固定し車椅子乗員がベルト拘束をしていない状態で、急ブレーキを掛けた場合、乗員が車椅子の前方に落下すると共に、車椅子自体にも損傷を与えることが分かった。

さらに、ベルトで拘束した場合においても、ベルト装着が不適切な場合、車両減速度が0.8G程度に上がると、車椅子乗員ベルトの腹部には1.5KN以上の力が掛かることが分かった。このことは、車椅子乗員自体へ局部的な力が作用し、非常に危険な状態に至る可能性が高いと思われる。

これらのことから、今回、試作開発した車椅子搬送装置、乗員保護装置は簡単で固定、装着でき、前記の安全面と乗員保護を十分に満足していく装置であると思われる。

今後は、

車椅子固定装置の改良

車椅子乗員のベルトの安全な着用方法の改良

車椅子構造強度に関する評価方法

車椅子乗員の衝突安全に関する評価方法

の4点の課題について研究を実施し、自動車乗車中の車椅子乗員の安全性について、さらに研究を進め

る予定である。

参考文献

- (1) 福嶋ほか: 車椅子と車椅子の乗員の固定方法について、平成16年度(第4回)交通安全環境研究所研究発表会講演概要、p.147-150(2004)
- (2) 福嶋ほか: 福祉施設における車椅子輸送車両の使用実態調査について、平成15年度(第3回)交通安全環境研究所研究発表会講演概要、p.99-102(2003)
- (3) JIS T 9201⁻¹⁹⁹⁸ 手動車いす
- (4) James H. McElhaney, Verne L. Roberts, Joseph F. Hilyard: HANDBOOK OF HUMAN TOLERANCE, p.460-461, JARI
- (5) 水野幸治・一杉正仁共訳: 交通外傷バイオメカニクス、p.34-35、(社)自動車技術会 安全部会歩行者保護分科会企画/編集