

車椅子と車椅子の乗員の固定方法について

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が、使用されている車椅子にその乗員が乗ったまま輸送車両に乗車することが多く、その輸送車両は、数力所のベルト等で車椅子を簡易に固定し、車椅子の乗員自体シートベルトを装着しない状態での走行もあるというのが現状である。

このような走行状態時で急発進、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重大な傷害を負う等の問題が発生する恐れが予想される。

本研究では、昨年度実施した、「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」⁽¹⁾の結果を踏まえ、車椅子の固定方法及び乗員保護の方法について各種制動試験等を実施したので、その結果について報告する。

2. 試験方法

2.1. 試験車及び車椅子の固定方法

試験車は図1に示す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ある。なお、主要諸元を表1に示す。

車椅子の固定方法は、図2に示すように、車椅子の本体フレームのベースパイプと平行に張力計（ロードセル）を取り付けた方法（以下A方式という）で実施した。次に、車椅子の本体フレームから車両本体側の斜め下方へロードセルを取り付けた方法（以下B方式という）で実施した。

2.2. 試験概要

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、車椅子輸送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。A方式については、車椅子に掛かる力を測定するために図2に示す本体フレームから車椅子固定部分の前後4カ所にロードセルを取り付け前



図1 試験車

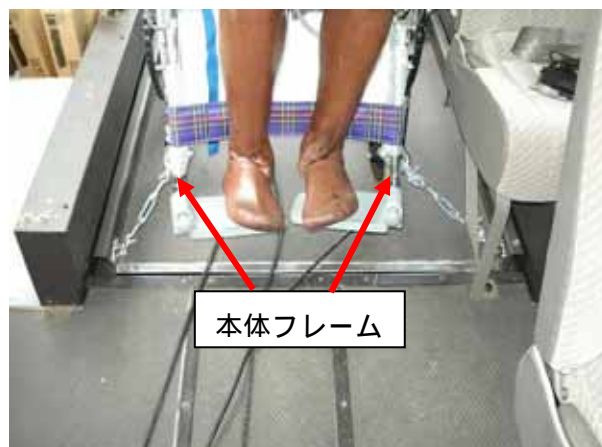


図2 車椅子前側固定状況

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

後方向の力を測定した。

なお、本方式においてはダミーにベルトを掛けない時と掛けた場合の2通りの試験を行った。

次に、B方式は、図3及び図4に示すように車椅



図3 車椅子 A 方式固定



図4 車椅子 B 方式固定

子の後部固定部分 2 カ所にロードセルを取り付け前方向の力を測定した。

なお、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を撮影した。

2.3. 試験方法

A 方式、B 方式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 100cm、車輪/前輪 6 インチ×後輪 22 インチ、重量約 13kg であった。

3. 試験結果及び考察

A 方式において、車椅子だけ固定し車椅子乗員は

表 2 A 方式

試験NO	固定方法	制動初速度 (km/h)	制動減速度 (G)	試験回数
1	A	40	0.2 ~ 0.8	5
2	A	50	0.2 ~ 0.8	5
3	A	60	0.2 ~ 0.8	5
4	A	80	0.2 ~ 0.8	5

表 3 B 方式

試験NO	固定方法	制動初速度 (km/h)	制動減速度 (G)	試験回数
1	B	40	0.2 ~ 0.8	5
2	B	50	0.2 ~ 0.8	5
3	B	60	0.2 ~ 0.8	5
4	B	80	0.2 ~ 0.8	5

ベルト拘束しない場合に急ブレーキを掛けたとき、ダミーが車椅子から移動し落下した。なお、落下状況の例を図 5 に示す。次に、車椅子乗員をベルトで拘束した場合の試験結果を図 6 ~ 9 図に示す。ここで、試験時に車椅子の前部に取り付けた 2 個のロードセルには張力が発生しなかった。このため、B 方式では前部にロードセルは装着しなかった。

この結果をみると、試験時の制動初速度が高くなるに従って、車両減速度 0.3G あたりから急激に各張力が増大した。

なお、車両減速度が 0.6G 程度に上がると、車椅子乗員ベルトの腹部には 1.2kN 以上の力がかかった。これは、車椅子が十分にベルトで固定されず、車椅子自体が急激なワインドアップを起こしたためであると考えられる。このことは、腹部に重大な傷害を受ける可能性が考えられる。米国における衝



図5 ダミー落下状況

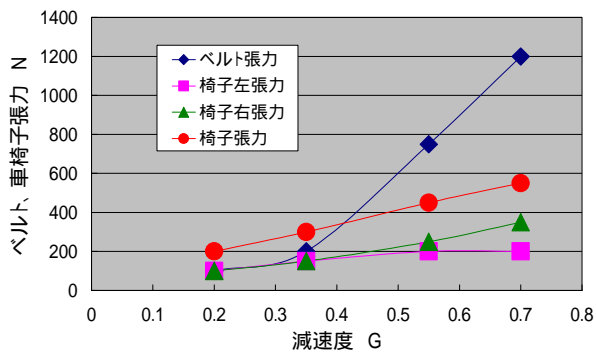


図6 A方式 (40 km/h)

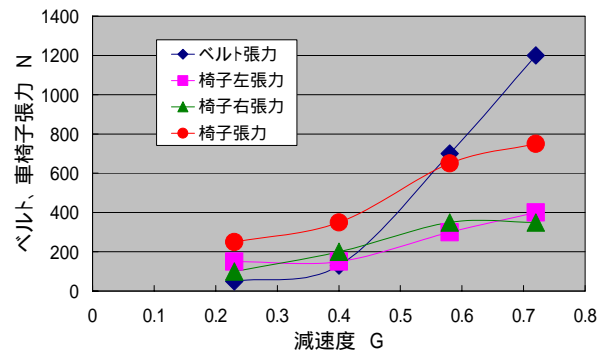


図10 B方式 (40 km/h)

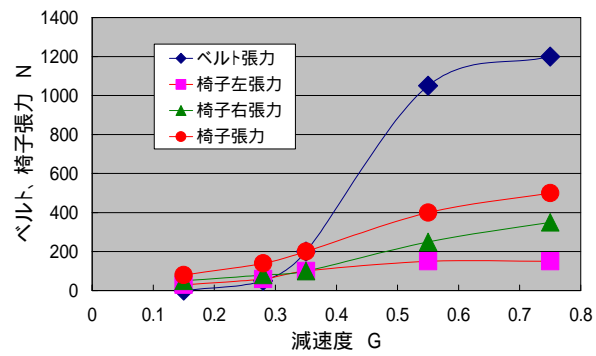


図7 A方式 (50 km/h)

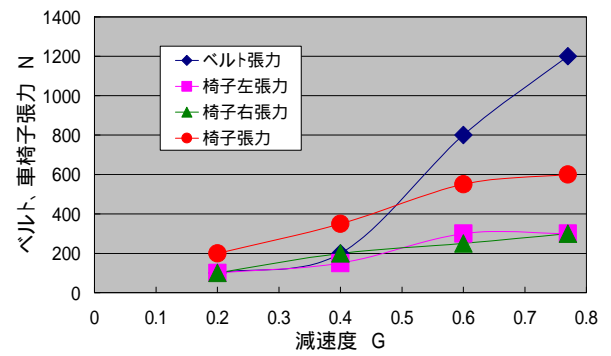


図11 B方式 (50 km/h)

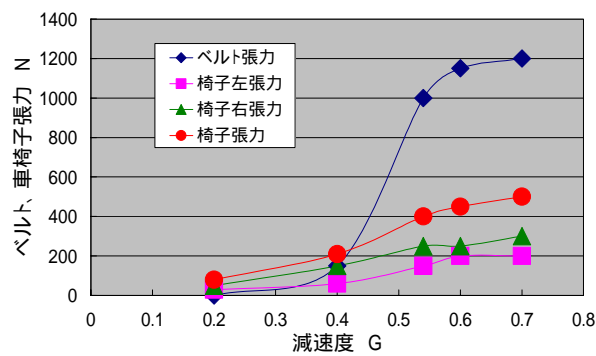


図8 A方式 (60 km/h)

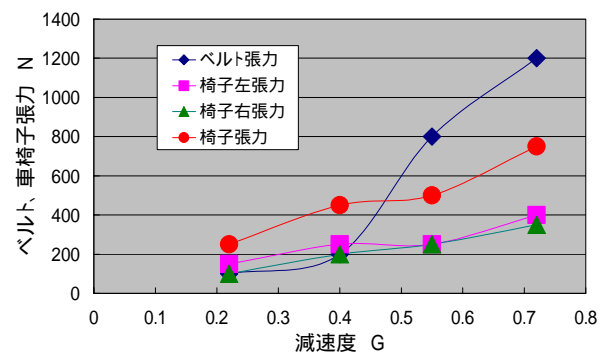


図12 B方式 (60 km/h)

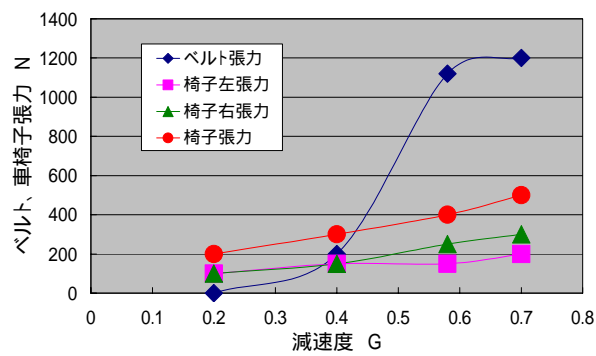


図9 A方式 (80 km/h)

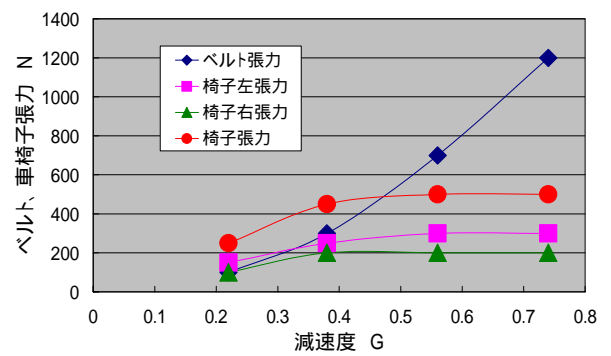


図13 B方式 (80 km/h)

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。また、一般道路及び高速道路を試験走行した結果、車両の上下動により車椅子がワインドアップし、さらに、今回試験に使用した車椅子が自走用標準型で簡易に折りたためるタイプのため、車椅子自体のトレッドが縮み固定状態が不安定になることも分かった。

次に、B方式での試験結果を図 10～図 13 に示す。

この結果をみると、制動初速度が高くなるに従って、走行時からのブレーキ時における各張力が安定した立ち上がりを示している。なお、A方式の場合と同様に、車両減速度が 0.6G 程度に上がると、車椅子乗員ベルトの腹部には 1.2KN 以上の力が加かった。また、車椅子乗員ベルトにかかる張力は、車両減速度 0.4G 程度から減速度にほぼ比例していることが分かった。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。

4. まとめ

本研究において、既存車両の車椅子乗車時の固定方法について検討した結果、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、車椅子がワインドアップ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、ダミーが車椅子から移動し落下すると共に、車椅子自身にも損傷を与える可能性があることが分かった。さらに、ベルト拘束をした場合においても、車両減速度が 0.6G 程度に上がると、車椅子乗員ベルトの腹部には 1.2KN 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、今後、

車椅子の固定方法

車椅子乗員のベルトの安全な着用方法

車椅子構造強度に関する評価方法

の 3 点の重要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、さらに詳細な考察を加えて行く予定である。

参考文献

- (1) 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)
- (2) JIS T 9201-1998 手動車いす
- (3) James H. McElhaney, Verne L. Roberts, Joseph F. Hilyard: HANDBOOK OF HUMAN TOLERANCE, p.460-461, JARI
- (4) 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