

平成 21 年 6 月 20 日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19760366
 研究課題名（和文） 電動車いす対四輪車の衝突事故に関する研究
 研究課題名（英文） Study of Traffic Accidents Related to Handlebar type
 Electric Powered Wheelchairs
 研究代表者
 大賀涼（OGA RYO）
 科学警察研究所・交通科学部・研究員
 研究者番号：50392262

研究成果の概要：

本研究では電動車いすの関わる交通事故における傷害要因を解明すべく、実車による実験を実施した。実験の形態は出会い頭事故および転倒事故を模した。実験の結果、車両との衝突では乗員の挙動は歩行者と同様の挙動を示し、車両のフロントに施されている歩行者保護技術は電動車いすの乗員にも有効と考えられた。一方で衝突後の転倒、または自重による転倒でアスファルト路面に乗員が落下した場合、重篤な負傷を負う可能性が示された。しかしながら、自重転倒時では座席内の乗員の姿勢を保つことで被害を低減できることが分かった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	3,200,000	0	3,200,000
2008年度	200,000	0	200,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	0	3,400,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学 ・ 土木計画学・交通工学

キーワード：交通工学、交通事故

1. 研究開始当初の背景

電動車いすは高齢者の移動手段として新たに登場してきた乗り物である。その販売台数は年間2万台で推移しており、交通事故件数も年間250件が発生する状況となっている。

2. 研究の目的

電動車いすの関わる交通事故について、衝突時の車いすおよび乗員の挙動を解析する。これにより乗員の負傷原因を調べる。合わせて車いすの挙動から交通事故発生時の事故調査手法について検討する。

3. 研究の方法

3.1. 電動車いすと乗員

電動車いすはハンドル型で四輪のものをを用いた。本研究では後述する3ケースの実験を1台の電動車いすで実験1, 2, 3の順番で行った。

電動車いすの乗員としてダミーのHybrid-III Female 5th percentileを用いた。ダミーに内蔵された計測器のうち、頭部、胸部、腰部の3点の加速度をxyzの各軸について計

測した。また頭部加速度からHICを計算し、電動車いす乗員の負傷の目安とした。

乗員の搭乗姿勢は通常の使用方法に準じた。表1に搭載時に各車輪にかかる重量を空車時の重量と共に示す。搭乗時のダミー頭頂部の高さは139cmであった。

表1 電動車いすの重量

	空車時 [kg]			搭乗時 [kg]			
	左	右	合計	左	右	合計	
前	16	20	36	前	23	27	50
後	32	28	60	後	48	48	96
合計	48	48	96	合計	71	75	146

3.2. 転倒実験

乗員を乗せた電動車いすを傾斜させ、自重で転倒させる実験を行った。

実験はアームレストの位置を変えた2種類の形態で行った。図1に実験時の状況を示す。以後、アームレストを使用した場合を実験1、収納した場合を実験2と呼ぶ。なおアームレストを収納した状態でも電動車いすは走行できる。

転倒は実験者が手で電動車いすのハンドルおよび座席を持ち上げることで行った。転倒する角度まで傾斜させた後、手を放すことで勢いをつけずに自重により転倒させた。路面はアスファルト舗装とした。



(a) 実験1 (b) 実験2

図1 アームレストの状況

計測項目は前述のダミー内蔵の加速度計以外に4台の高速ビデオカメラを設置し、ダミーの挙動を撮影した。

3.3. 衝突実験

横断中の電動車いすに自動車が発生する事故を模擬した衝突実験を行った。以後、実験3と呼ぶ。衝突形態は電動車いすの左側面へ90度の角度で自動車を衝突させるものとした。路面はアスファルト舗装で、乾燥状態であった。

電動車いすは停止状態で設置した。乗員は

通常利用での搭乗姿勢とした。アームレストは使用状態とした。

自動車は排気量1500ccのボンネットを有する乗用車を用いた。実験時の車体重量は1064kgであった。

自動車の衝突時の走行速度を30km/hとした。自動車のバンパーにテープスイッチを取り付け、電動車いすとの接触を検知した直後にフットブレーキで急制動を行った。

計測項目は前述のダミー内蔵のセンサー以外に5台の高速ビデオカメラを設置し、乗員や電動車いすの挙動を解析した。撮影条件はすべて500fpsとした。

4. 研究成果

4.1. 転倒実験

図2, 3にダミー内蔵の加速度計の計測結果を示す。値はxyz軸の合成加速度である。時間軸は高速ビデオと比較し、転倒開始時が原点となるように補正した。図4は高速ビデオの映像である。

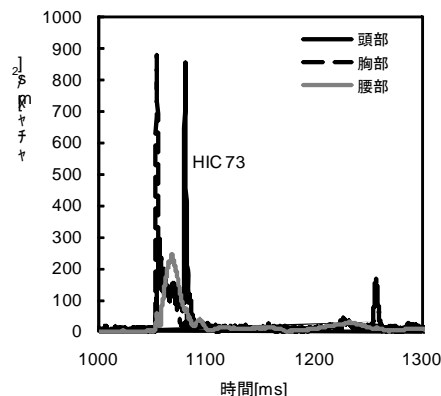


図2 実験1の合成加速度

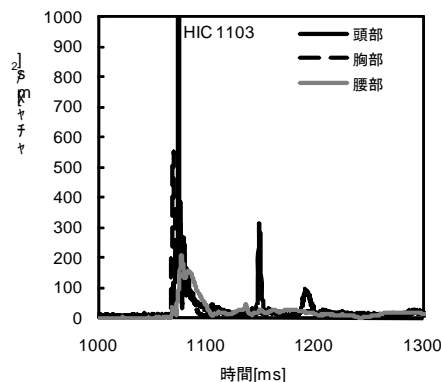


図3 実験2の合成加速度

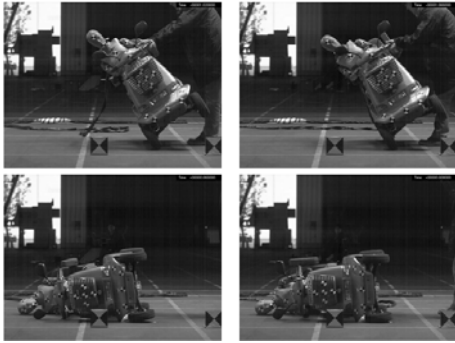


図4 実験1および2の高速度ビデオ

実験1では転倒開始時の角度は36度であった。乗員の挙動は、まず腕が電動車いすのアームレストと同時に路面と接触し、その後に頭部が路面と接触した。その後、路面との最初の接触から跳ね上がり、再度、路面に落下した。頭部の合成加速度の最大値は 857m/s^2 であった。HICは73であった。頭部加速度と胸部加速度のピークの間隔は26.3msであった。

実験2では転倒開始時の角度は32度であった。乗員の挙動は肩と頭部が相次いで路面に接触した後に電動車いすのアームレストが接触した。その後、頭部は路上を2度弾んだ。頭部の合成加速度の最大値は 3383m/s^2 であった。HICは1103であった。頭部加速度と胸部加速度のピークの間隔は4.8msであった。

図5は実験1と2で電動車いすの傾斜が45度の時点での高速度ビデオの映像を比較したものである。実験1に比べ、実験2は乗員の腰の位置は変わらないが、上半身が電動車いすの外側に大きく傾いていた。なお、その後の乗員の姿勢を高速度ビデオで確認したところ、路面に接触するまで姿勢の違いはそのままであった。

以上、2件の実験から転倒時のアームレストの状態によっては、乗員がアスファルト路面に頭部を接触させたときに重傷を負う可



(a) 実験1 (b) 実験2

図5 実験1と2の姿勢比較
能性が高いことが示された。実験2でアームレストを使わないことにより腰の位置が座席の外にずれることは無かったが、肘の支えを失った上半身が傾斜時に大きく傾くことが分かった。

電動車いす転倒時の負傷を低減することを考慮した場合、ヘッドレストなどの乗員保護器具の使用が考えられる。しかしながら乗員の利便性や電動車いすの大きさが規定されている状況では普及は難しい。一方、今回の実験から転倒時の乗員の姿勢を保つことで、ある程度の負傷の低減が見込まれる。そのため姿勢が安定する座席の開発や、走行時のアームレスト使用を促進する取り組みが有効である。またエアバッグのような保護器具の開発も考えられる。

4.2. 衝突実験

図6は衝突実験を正面および天井から撮影した映像である。映像より得られた乗員および電動車いすの挙動を以下にまとめる。

乗員は衝突により左腕を伸ばしながら、自動車のボンネットに沿うように接触した。このとき乗員の腰が電動車いすの左アームレストに乗り上げた。その後、乗員の体は電動車いすの座席から浮き上がり、水平となった。水平に右方向へ押し出された乗員は放物線を描いて体の右側を下向きにした姿勢で8m先の路上に落下した。路上に停止した位置は衝突地点から前方へ9mの場所であった。また自動車のボンネットに乗員の頭部が接触した部位はWAD140cmとなった。

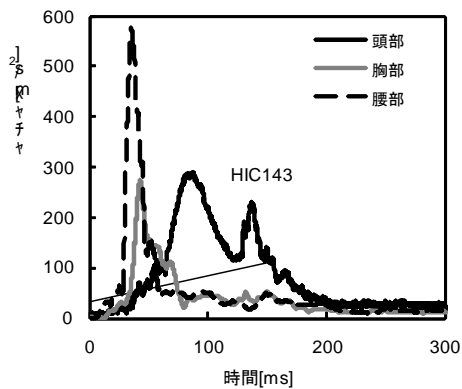
電動車いすは座席下のバッテリーなどを格納している部位に自動車のバンパーが接触した。電動車いすは左側面からの接触により左車輪が浮き上がり、右車輪が押し込まれるような状態になったが、すぐに水平の状態に戻った。自動車から離れるときは水平の状態のまま横に移動したが、タイヤと路面の接触



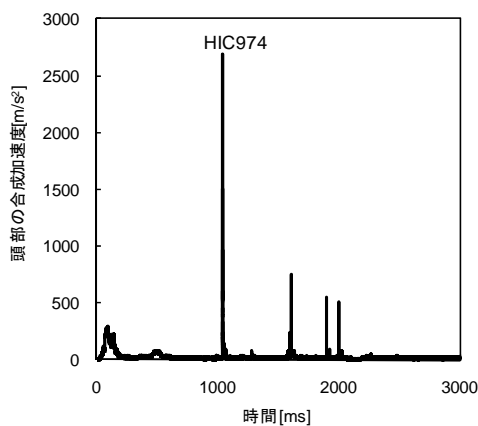
図6 実験3の高速度ビデオ

により回転が始まり、最終的に右側に横転した。路上に停止した位置は衝突地点から前方へ7mの場所であった。

図7にダミー内蔵の加速度計の計測結果を示す。値はxyz軸の合成加速度である。図中の(a)は衝突時の計測結果であり、(b)は衝突時から乗員が路上に止まるまでの頭部の計測結果である。図7(a)より自動車が接触した衝撃は腰部および胸部への加速度として現れている。それに後れて頭部に大きな加速度が発生している。衝突後300ms以内で求めたHICはダブルピークとなった70~106msの期間にHIC143であった。一方、図7(b)で示すように、衝突後3000ms以内で求めたHICは1042~1044msの期間にHIC974であった。この時刻に乗員は路上に落下し、頭、肩、腰をほぼ同時に路面に接触させていた。このとき頭部の



(a) 0~300ms



(b) 0~3000ms

Fig.7 実験3の合成加速度

加速度のピーク値は1043msに2690m/s²となり、胸部の加速度は1038msに988m/s²、腰部の加速度は1049msに616m/s²となった。

図8に衝突後300msまでの頭部のxyz軸そ

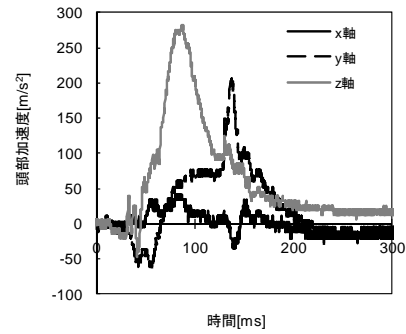


図8 実験3の頭部加速度

れぞれの加速度を示す。図7(a)でHICを求めたダブルピークは前半が主にz軸方向、後半が主にy軸方向の加速度であった。これは衝突中に上体が直立からボンネットに沿って左に倒れるときに首が引っ張られるように力が作用したためにz軸方向に加速度が発生したためである。その後、上体が横向きになり頭部がボンネットに接触したため、y軸方向の加速度が発生した。

以上の衝突実験から得た知見をまとめる。

乗員の挙動は歩行者や自転車乗員と類似していた。衝突初期にバンパーからBLEにかけての部位で腰が横に押され、上体が回転してボンネットに沿うような姿勢になり、頭部がボンネットに接触した。今回の実験条件である衝突速度30km/hではWADは140cmと衝突前の頭部の高さで一致した。頭部の傷害は、今回の衝突形態では乗員がボンネットと接触するときの頭部への傷害は小さいとの結果を得た。衝突後300ms以内でのHICは143であったが、頭部のボンネットへの接触による寄与は更に小さいと考えられる。

乗員への傷害としては路面への落下がより深刻であった。衝突後の挙動では電動車いすの座席から放出され、放物線を描いて路上に落下した。今回の実験では乗員の頭部は胴体とほぼ同時に路面へと接触し、HICの結果は高い値となった。

電動車いすの挙動は、座席下部にバンパーが接触し、横に押し出された。そのため車底部に潜り込むことは無かった。しかしながら、SUVなどのバンパー高さが高い車種との衝突事故では電動車いすが潜り込む危険性が考えられる。

本研究では転倒実験と衝突実験を行ったが、HICで評価を行った場合、アスファルト路面

への接触は大きなリスクであるとの結果になった。転倒事故において乗員は座席に納まっているため、ヘッドレストやエアバッグなどの乗員保護機器を用いることで、被害の低減を期待できる。しかしながら、シートベルトの併用などをしない限りは衝突事故で乗員が座席から放出されるため、その保護は困難である。

ただし、自動車との接触について検討すると、WADは歩行者の場合と同じになるため、歩行者保護技術の恩恵を電動車いすの乗員も享受できると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

大賀涼、田久保宣晃、木平真、加藤憲史郎
電動車いす交通事故に関する衝突実験
自動車技術会論文集第40巻第3号 pp.687-692
(2009)査読あり。

[学会発表] (計2件)

①
大賀涼、田久保宣晃、木平真、加藤憲史郎
電動車いす交通事故に関する衝突実験
自動車技術会 2008年秋季学術講演会
平成20年10月22日 愛知

②
戸田均、小倉崇生、西山信弘、大賀涼、田久保宣晃、木平真、加藤憲史郎、奥野健
電動車いす衝突時の挙動
日本法科学技術学会第14回学術集会
平成20年11月6日 東京

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計◇件)

名称：
発明者：

権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

①雑誌寄稿
大賀涼
電動車いすの関わる交通事故～実車衝突実験を通して～
月刊交通7月号(2009)

6. 研究組織

(1)研究代表者
大賀 涼 (OGA RYO)
科学警察研究所・交通科学部・研究員
研究者番号：50392262

(2)研究分担者 ()

研究者番号：

(3)連携研究者 ()

研究者番号：

(4)研究協力者

①
戸田 均 (TODA HITOSHI)
三重県警察本部刑事部科学捜査研究所・物理科・研究主任

②
小倉 崇生 (OGURA TAKAO)
三重県警察本部刑事部科学捜査研究所・物理科・研究主任

③
西山 信弘 (NISHIAMA NOBUHIRO)
三重県警察本部刑事部科学捜査研究所・物理科・研究主査

④
田久保 宣晃 (TAKUBO NOBUAKI)
科学警察研究所・交通科学第三研究室・室長

⑤
加藤 憲史郎 (KATO KENSHIRO)

科学警察研究所・交通科学第三研究室・研究員

⑥

奥野 健 (OKUNO TAKESHI)
科学警察研究所・交通科学第三研究室・研究員

⑦

萩田 賢司 (HAGITA KENJI)
科学警察研究所・交通科学第三研究室・主任研究官

⑧

木平 真 (KIHIRA MAKOTO)
科学警察研究所・交通科学第三研究室・研究員