

車椅子転倒時におけるダミー人形を用いた人体損傷評価

Human body damage evaluation that uses dummy doll when wheelchair falls

○ 石川耕介(長寿研) 松浦弘幸(長寿研) 中野正博(純真学園大) 玉川雅章(九工大)

行正徹(産医大) 山中真(純真学園大) 久保田正美(日本自動車研究所)

松崎 照美(長寿研) 近藤理恵(長寿研)

Kousuke Ihikawa, Department of Gerontology, National Center for Geriatrics and Gerontology

Hiroyuki Matsuura, Department of Gerontology, National Center for Geriatrics and Gerontology

Masahiro NAKANO, Junshin Gakuen University

Masaaki TAMAGAWA, Graduate School of Life Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology

Toru YUKIMASA, Faculty of Medicine, University of Occupational and Environmental Health

Makoto YAMANAKA, Junshin Gakuen University

Masami KUBOTA, Japan Automobile Research Institute (JARI)

Terumi MATUZAKI, Department of Gerontology, National Center for Geriatrics and Gerontology

Eri Kondou, Department of Gerontology, National Center for Geriatrics and Gerontology

Abstract. To do the human body damage evaluation when the wheelchair falled, HIC and AIS at the fall were examined. When HIC installed it with 2124 and AIS6, the side fall of the wheelchair was HIC127, and AIS0 in the helmet non-installation for the bicycle. A rear fall of the wheelchair was unrelated to the presence of the bicycle helmet and 17 or less was AIS0 in HIC. Because the cause collides with ground on the tip of the hand grip part of the wheelchair the head and is decoupled. When the helmet for the bicycle was installed when there was personally an impact on the head like the side fall, it was understood that impacts decreased up to about 1/6 compared with non-installing it. As a result of this experiment, it has been understood to have to install the protector that absorbs the impact such as the bicycle helmets in the wheelchair boarding.

Keywords: Wheelchair fall, Head Injury Criterion, Abbreviated Injury Scale, Human body damage evaluation

1. はじめに

現在,日本では急激な高齢化社会の進行に伴い,高齢者の事故が社会問題になっている.高齢者の事故の代表例として転倒事故が挙げられる.高齢者は若年者と比べ骨の強度が低く,バランス能力が低くなっているため転倒しやすい.また,転倒による高齢者の長期入院は高齢者の筋力の低下や歩行障害を起こしやすい為,高齢者の寝たきり大きな原因となっている.骨折以外にも頭部損傷における脳梗塞や死亡事故なども問題である.その為,高齢者の転倒予防を目的とした研究は盛んに行われている.

立位時における転倒衝撃などの研究は,松浦らの先行研究⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾により行われているが,車椅子などの高齢者の足になるような福祉用具での転倒事故に関する研究は少ない.今後,高齢化の進行により電動車椅子やシニアカーなどの需要が増えることを考えると車椅子転倒時の人体への衝撃や怪我の度合いを調べる必要がある.本研究では,車椅子による側面,後方方向への転倒時における衝撃及び頭部損傷基準値 Head Injury Criterion(以下 HIC),簡易傷害尺度 Abbreviated Injury Scale(以下 AIS)の算出を行う.

2. 実験機材

日本自動車研究所の協力のもと,交通外傷の検証などに用いられる人体との忠実性が高い衝突モデルダミー Hybrid-III AF05 を使った.

3. 評価方法

人体損傷の評価方法は HIC と AIS を使用した. HIC は頭部への損傷リスクを評価する基準であり,HIC 値が 1000 で成人の 5%が命の危機に瀕する損傷を受ける.この損傷は AIS では 4(重篤)である.

AIS は 1971 年米国で,自動車交通事故の時に人体に発生した損傷をスケール化するために開発された.AIS のスコアは体の部位ごとの解剖学的状態を示す.胸部の評価は交通事故における安全基準の 60G (588m/s²) を基準とした.

4. 結果

Fig1,2,に側転ヘルメット無し,側転ヘルメット有り,Fig.3,4 に後転ヘルメット無し,後転ヘルメット有りの頭部と胸部合成加速度を示す. Table.1,Table.2 に HIC の結果及び最大頭部,胸部合成加速度の結果を示す. Fig.5 に HIC と AIS の確率分布曲線を示す.

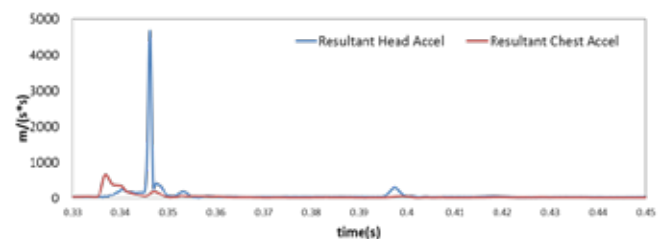


Fig.1 Side fall No helmet

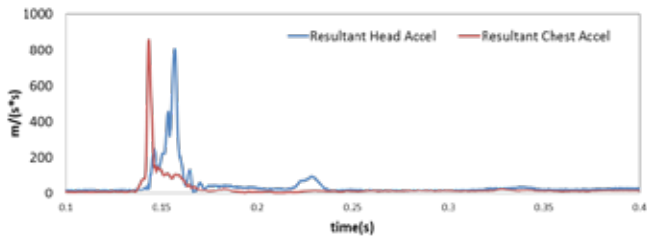


Fig.2 Side fall helmet

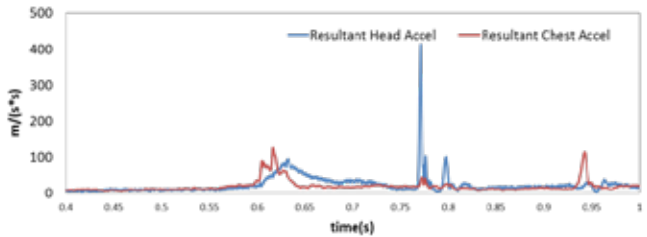


Fig.3 Back fall No helmet

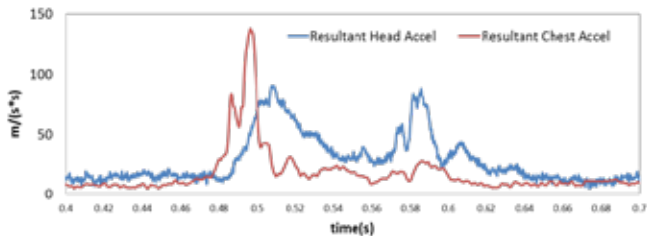


Fig.4 Back fall helmet

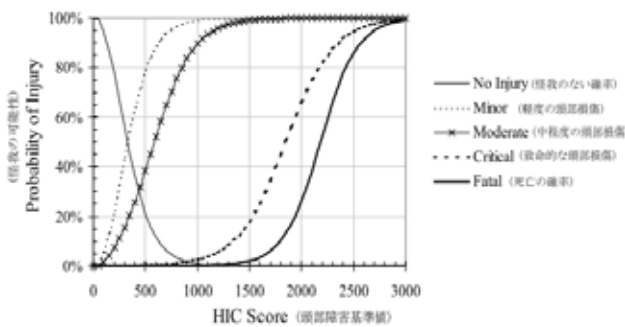


Fig.5 Probability of Specific Head Injury Level for a Given HIC Score

Table 1. The experimental result of a head

Part	Kind of fall	Helmet	Max Resultant Head Accel(m/s ²)	t ₁ (s)	t ₂ (s)	HIC
Head	Side fall	○	4669.9	0.3458	0.3466	2124
		×	807.8	0.1524	0.1584	127
	Back fall	○	413.7	0.7694	0.7721	17
		×	90.4	0.5000	0.5150	6

Table 2. The experimental result of a chest

Part	Kind of fall	Helmet	Max Resultant Chest Accel(m/s ²)
Chest	Side fall	○	664.5
		×	858.3
	Back fall	○	125.3
		×	137.8

5. 考察

Table.1, Fig.5 よりヘルメットなし, 側転時では HIC2124,AIS5 であった.またヘルメット有りの場合は HIC127,AIS0 であった.最大頭部合成加速度は 4669.9m/s² と 807.8m/s² であった.ヘルメットを装着することで加速度は約 6 分の 1 になり,地面との接触時間は 0.002s から 0.013s となり 6.5 倍長くなった.これはヘルメットの緩衝材が転倒時に変形・破壊されることにより,接触時間が伸び,衝撃が分散したことが考えられる.

側転時における最大胸部合成加速度はヘルメットあり,なしの場合では 664.5 m/s², 858.3 m/s²であった.この値は安全基準値を超えているが胸部に直接的な衝撃はなく,上腕部が先に地面に接触し,その衝撃が胸部に伝わったことが考えられる.

Table.2, Fig.5 のより後転時,ヘルメットなしの場合,HIC17, AIS0 であった.またヘルメット有りの場合は HIC6,AIS0 であった.後転時ではヘルメットの有無にかかわらず頭部への衝撃は少なかった.原因は頭部が側面転倒のように直接地面に当たっているのではなく車椅子のハンドグリップが先に地面に接触し,変形することで衝撃の大半を吸収したことが考えられる.また,最大頭部合成加速度は 413.7 m/s²,90.4m/s²であった.ヘルメットを装備することで加速度は 5 分の 1 程度になり,接触時間は 0.005s から 0.025s と 5 倍長くなった.接触時間が伸びたのは側面時の転倒と同様にヘルメットによる衝撃の吸収が原因であると考えられる.

後転時における胸部合成加速度はヘルメットあり,なしの場合には 125.3 m/s², 137.8 m/s²であった.値は基準値内であり,胸部に直接衝撃が伝わっているのではなく車椅子のハンドグリップの延長線上に胸部があることからハンドグリップに伝わった衝撃が胸部に伝わったことが考えられる.

以上の結果から車椅子転倒時における頭部への衝撃はヘルメットを装着することで非装着時より衝撃を約 6 分の 1, HIC は HIC1000 以内に収まることがわかった.後転時では車椅子の形状にもよるが,先にハンドグリップなど人体以外の部分を先に接触させることにより車椅子本体が衝撃を吸収し,また車椅子搭乗時における胸部への影響は側転,後転時では直接接触するのではなくハンドグリップや上腕部などを通じて間接的に衝撃をうけることがわかった.よって,車椅子に搭乗している際はヘルメットなどの頭部を保護する防具や上腕部などを保護するプロテクターなどを装備する必要があると考えられる.

謝辞

本研究は「NEDO,生活支援ロボット実用化プロジェクト」の委託事業として行われました.

参考文献

- (1) Matsuura H, Nakano M, Tamagawa M, Nemoto T, Kubota R, Kubota M., Mechanical Injury of Human Bodies, ICIC Express Letters, An International Journal of Research and Surveys, *ICIC International*, vol. 6, No.6, pp1629-1634, 2011
- (2) Yamanaka M, Nakano M, Matsuura H, Tamagawa M, Yukimasa T, Kubota M : Floor material and posture change based head injury evaluation,BMSFA Vol.13,No2,pp45-52 2011
- (3) Yamanaka M, Nakano M, Matsuura H, Tamagawa M, Yukimasa T, Kubota M : Head injury risk due to falling down hazard, BMSFA (24) ,pp5-8 2011