

模型による歩行者の自動車衝突時における 挙動と傷害に関する研究

指導 榎 徹雄 教授 小林 邦夫 教授
 山崎 大生 准教授 堺 英男 講師
 小河 陽介 院生
 0511005 稲瀬 耕介 0511125 渡邊 胤人

1. 緒言

近年、日本の交通事故死亡者数における歩行者の占める割合が増加傾向にあり⁽¹⁾、更なる死者数の低減を目指す上で、交通弱者である歩行者の保護が重要課題となってきた。こうした背景から、各自動車メーカーや機関において、ダミーを用いた歩行者保護試験等が実施され、歩行者に対する安全技術の開発や、傷害基準の策定が現在行われている。

自動車のブレーキ操作時において、車体前方が沈み込むノーズダイブ（以下 ND）⁽²⁾と呼ばれる現象が発生する。しかし、現在のダミーを用いた歩行者保護試験において、この現象は十分に考慮されているとは言えない。そこで、本研究では ND が歩行者傷害に与える影響を、縮尺模型を用いた歩行者保護試験を行い、歩行者の減速度と挙動の観点から考察する。

2. 縮尺模型

本研究で使用する歩行者と車体の縮尺模型はダミーや実人体、実車の特性を参照し、次の仮定の下で製作した。

現象時間は等しい $t_m = t_p$

平均密度は等しい $\rho_m = \rho_p$

また、縮尺模型のスケールは、実験設備の都合から 1/7 に設定し、その場合は、速度比：1/7、加速度比：1/7、質量比：1/7³となる。

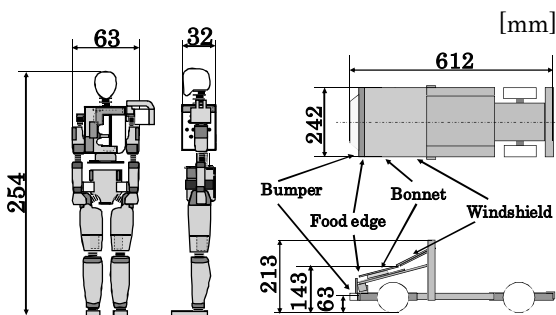


図1 歩行者縮尺模型

図2 車体縮尺模型

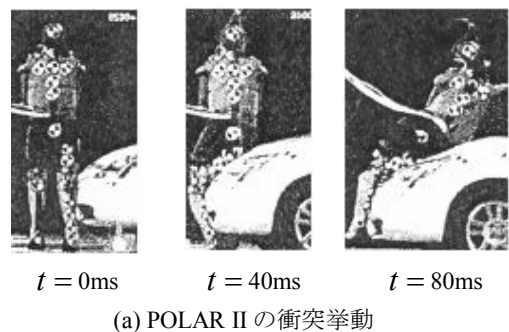
歩行者縮尺模型の人体挙動特性においては、生体忠実性が現時点で最も高いと報告されている POLAR II（歩行者ダミー）の挙動特性を対象とした。しかしながら、不明な点もあるため、寸法、質量、重心位置、慣性モーメント等は、公表されている Hybrid III の特性を参照し

た⁽³⁾。また、人体の各部位には、落下試験（頭部）、インパクト試験（胸部、肩部、腰部、膝部）、トルク試験（頸部、肩関節、肘関節、腰椎）を実施し、実車との衝突特性や、屍体実験等で得られた特性と同等な関節トルク特性を対応させた（図1）。

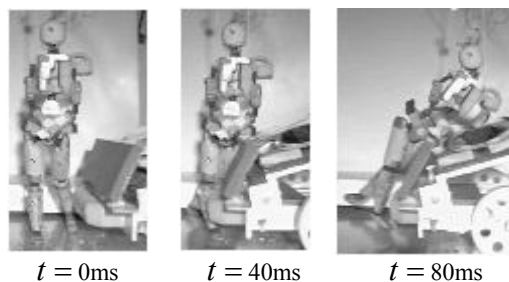
車体縮尺模型は国産小型乗用車（1500cc）を参照し、寸法、質量、重心位置を対応させた。また、車体の各部位にはインパクト試験（バンパー、ボンネット）を実施し、実車実験で得られた衝突特性と対応させた（図2）。

3. 挙動確認試験

車体縮尺模型を衝突速度 1.43m/s（実車換算速度 36km/h）で歩行者縮尺模型の左側面に衝突させ、POLAR II を用いた歩行者保護試験の挙動特性と比較し、縮尺模型の妥当性を確認した。歩行者の姿勢は実際の歩行者保護試験に合わせ、歩行者の正面側からの衝突挙動と頭部3軸合成減速度を高速カメラと加速度ピックアップを用いて計測した（図3、図4）。試験結果より、実際の衝突実験とほぼ同等の挙動や頭部減速度波形が得られたことから縮尺模型の妥当性を確認した⁽⁴⁾。



(a) POLAR II の衝突挙動



(b) 歩行者縮尺模型の衝突挙動

図3 挙動確認試験結果（80ms までの挙動画像）

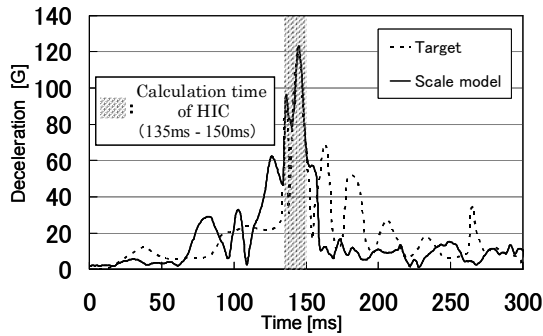


図4 挙動確認試験における頭部3軸合成減速度波形

4. 実験

NDを考慮した車体縮尺模型（バンパー位置を11mm下降させNDを模擬）と歩行者縮尺模型を、挙動確認試験と同じ速度で衝突させた。またその際に計測した、頭部合成減速度（3軸）、胸部合成減速度（2軸）、挙動について、ND無（挙動確認試験）の状態と比較し考察を行った。ND有はND無の状態に比べ、頭部ピークGは約2倍、HICでは約3倍の値を示した（表1）。各時刻ごとのGの発生傾向に着目すると、ND無では胸部で80ms、133ms（図5）、頭部で144ms（図6）においてそれぞれGが発生し、段階的に歩行者が衝突エネルギーを吸収する傾向を示した。一方ND有では、80ms時の胸部GがND無の約半分となり、その後の胸部、頭部の

表1 NDの有無による頭部ピークGとHICの比較

	With nosedive	Without nosedive
Head deceleration [G]	237	124
HIC	4433	1527

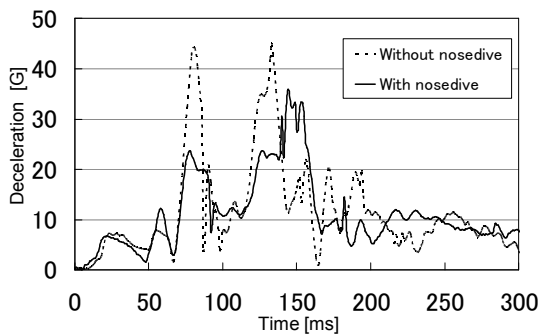


図5 NDの有無による胸部2軸合成減速度波形

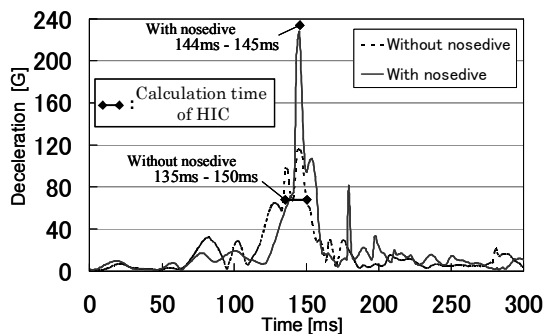


図6 NDの有無による頭部3軸合成減速度波形

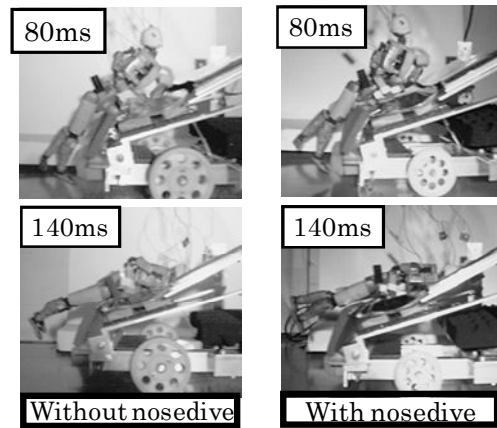


図7 NDの有無による衝突挙動

ピークGも144msでほぼ同時に発生した（図5、図6）。衝突挙動を比較しても、ND無では段階的に肘部、肩部、頭部と車体に衝突したのに対し、ND有では車体前方が沈み込む影響で肘部の衝突が弱く、肩部と頭部がほぼ同時に車体に衝突した（図7）。このことから、段階的な衝突が頭部の衝突速度低下に寄与することが考えられ、段階的な衝突が発生しなかったND有では、歩行者が車体にソフトランディングせず肩と頭部への衝撃が同時に大きく発生したため、HICが3倍、頭部ピークGが2倍となったと推察される。

以上から、NDが発生した車体が歩行者に衝突した場合、HICは増加することが分かった。

5. 結言

NDを考慮した車体を歩行者に衝突させた結果、NDを考慮しない状態に比べ、約3倍のHICが発生した。従って、ダミーを用いた歩行者保護試験において、頭部傷害を評価するためにはNDを考慮した評価方法が重要であると考えられる。また、頭部減速度の評価のみではなく、胸部減速度を考慮した評価も重要である。

参考文献

- (1) 警察庁交通局：平成19年度中の交通事故の発生状況（2008）
- (2) Otte, D, Haasper, C: Characteristics on fractures of tibia and fibula in car impacts to pedestrians - Influences of car bumper height and shape, IRCOBI Conference, September 2007, p. 71-81 (2007)
- (3) Yosuke Ogo et al. : Influence of the arms on pedestrian head injury at the time of vehicle collision, JSAE Review of Automotive Engineering, Vol.30, No.1 (2009)
- (4) C. K. Simms et al. : Pedestrian risk from cars and sport utility vehicles a comparative analytical study, IMechE, p. 1085-1100 (2006)