

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 乙 第 7128 号
------	--------------

氏 名 安木 剛

### 論文題目

Study of Influence of Vehicle Shape and Stiffness on the Lower Extremity Injury of Child and Adult Pedestrians

(子供と成人の歩行者の下肢傷害と自動車の形状・剛性に関する研究)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学大学院工学研究科	教授	田中 英一
委員	名古屋大学大学院工学研究科	教授	水野 幸治
委員	名古屋大学大学院工学研究科	教授	松本 敏郎
委員	名古屋大学大学院工学研究科	准教授	池田 忠繁

## 論文審査の結果の要旨

安木 剛 君提出の論文「Study of Influence of Vehicle Shape and Stiffness on the Lower Extremity Injury of Child and Adult Pedestrians (子供と成人の歩行者の下肢傷害と自動車の形状・剛性に関する研究)」は、人体の有限要素モデルを用いて車両との衝突解析を行い、下肢傷害と車両から歩行者に伝達される荷重との関係を解明し、それに基づいて歩行者の下肢傷害の発生リスクを低減する自動車の前面の形状と剛性を提案したものであって、次の9章からなる。

第1章は緒論であり、歩行者の交通事故の統計データと人体傷害に関する過去の研究について触れ、本論文の目的および論文の構成について述べている。

第2章では、成人男性の人体の有限要素モデルのコンポーネントレベルおよび全体レベルの挙動と傷害を献体試験結果と比較検証し、人体の有限要素モデルの信頼性を確認している。ここで求められた膝関節の傷害は2000年代の歩行者の交通事故の統計データと同じ傾向であり、1990年代の傷害の傾向である脛骨折と相違している。これにより、歩行者の下肢傷害の研究に最近の自動車の形状寸法要因を用いる必要があることを明らかにしている。

第3章では、成人男性と成人女性と6歳児の歩行者の有限要素モデルとセダンとの衝突解析を行い、それぞれの歩行者が被る下肢の傷害について述べている。それぞれの歩行者では膝関節の傷害は衝突後20 m/s程度の短時間で発生し、バンパーが人体に衝突する高さが下肢傷害の発生に影響することを明らかにしている。ここで求められた歩行者の下肢の傷害発生の機序と車両から歩行者に伝達される荷重の関係はダミーの開発や数学モデルの開発に直接役立つものであって極めて有用である。

第4章では、セダンのバンパーやフードなどの形状・硬さと成人男性と成人女性と6歳児の歩行者が被る傷害の関係を前述の有限要素モデルのパラメータスタディにより解明している。それぞれの体格の歩行者の下肢傷害が依存する自動車の形状・剛性が相違することを明らかにしている。ここで求められた成人男性と成人女性と6歳児の歩行者のそれぞれの下肢傷害リスクが低い自動車の形状・剛性は自動車の設計上有用な知見である。

第5章では、高バンパー車であるSUVとの衝突で成人男性の歩行者が被る傷害について述べている。膝関節の傷害は衝突後20 m/s程度の短時間で発生し、バンパーが脛部を支持しないため膝関節の靭帯の損傷リスクが高い特徴があることを明らかにしている。ここで求められた歩行者の下肢の傷害発生の機序と車両から歩行者に伝達される荷重の関係はダミーの開発や数学モデルの開発に役立つものであって極めて有用である。

第6章では、SUVのバンパーやグリルなどの形状・硬さと成人男性の歩行者が被る傷害の関係を前述の有限要素モデルのパラメータスタディにより解明している。ここでは、膝関節の靭帯の損傷リスクの低減が困難であることを示している。

第7章では、ロアレグフォームインパクトと人体の有限要素モデルの挙動と傷害を比較することにより、脛骨の曲げ変形を省略したインパクトでは膝関節の曲げを過大評価する傾向があり、バンパー下部の強度を向上させることで膝関節の曲げが低減されるなど人体の有限要素モデルとはかい離した結果を示すことを明らかにしている。これは、脚部ダミーの生体忠実度を改善する上で有用な知見となっている。

第8章では、インパクトを剛体とバネの運動方程式で近似し、インパクトの膝関節の曲げを誘起する因子を示している。第3章で述べた、バンパーが人体に衝突する高さが下肢傷害の発生に影響する原因を下肢の運動として解明するもので、ここで求められたインパクトの高さ毎に変化する膝関節の曲げリスクはセダンとSUVの設計を行う上での有用な知見となる。

第9章は結論であり、本研究で得られた主な結果を述べている。

以上のように本論文は、人体下肢の傷害発生機序を数値シミュレーションで解明し、交通事故時の歩行者傷害リスク低減のための試験方法策定、自動車の設計に有用な知見を与えるものであって、学術上、工業上寄与するところが大きい。よって本論文の提出者 安木 剛 君は博士(工学)の学位をうけるのに十分な資格があるものと判定した。