

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 乙 第 7127 号
------	--------------

氏 名 金原 秀行

論文題目

INVESTIGATION OF SERIOUS-FATAL INJURIES USING
BIOMECHANICAL FINITE ELEMENT MODELS

(人体有限要素モデルによる重症-致死傷害に関する生体力学的研究)

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	名古屋大学大学院情報科学研究科	教授	北 栄輔
委員	名古屋大学大学院工学研究科	准教授	村瀬 晃平

論文審査の結果の要旨

金原秀行君提出の論文「INVESTIGATION OF SERIOUS-FATAL INJURIES USING BIOMECHANICAL FINITE ELEMENT MODELS (人体有限要素モデルによる重症-致死傷害に関する生体力学的研究)」は、交通事故による重症傷害や重度後遺障害が頻出する脳脊髄を含む人体の頭頸部や胸部における重症-致死傷害の評価手法を研究対象としていて、次の7章から構成されている。

第1章は緒言であり、本研究の背景ならびに研究の目的と本論文の構成について述べている。

第2章では、詳細な脳脊髄を含む人体の頭頸部有限要素 (FE) モデルの開発について述べている。ここでは人体頭部の衝撃応答特性の妥当性が検証された脳 FE モデルに、詳細脊髄 FE モデルを結合して、一体的な脳脊髄構造を表現している。このモデルは前面衝突時の自動車乗員を簡易的に表現した衝突解析に応用され、前面衝突時の頭部と胸部の挙動と脳脊髄のひずみの関係を表現する上で、有用なモデルであることを示している。

第3章では、頭部の回転挙動の大きさと持続時間に着目した、外傷性脳損傷に関する評価指標の提案について述べている。ここでは、アメフトによる頭部衝撃時の頭部加速度データを用い、脳 FE モデルから算出される脳の最大主ひずみと脳損傷率を求めるとともに、従来の頭部傷害評価指標と提案指標からそれぞれ傷害値を算出し、それらの相関関係を比較している。さらにロジスティック解析を利用し、提案指標に基づいた外傷性脳損傷の発生確率を示すリスクカーブを導出している。

第4章では、過去に実施された胸部インパクト実験データと、肋骨3点曲げ実験データの分析から、胸部傷害の発生確率に性差があることを述べている。すなわち、胸部インパクト実験データについては胸部たわみ率に、肋骨3点曲げ実験データでは最大曲げ荷重と、皮質骨の断面積と断面二次モーメントでそれぞれ有意な性差があり、女性の胸部や肋骨は男性に比べて傷害が発生しやすいことを示している。

第5章では、胸部のインパクト衝撃に関するパラメータスタディについて述べている。ここでは、第4章で見いだされた肋骨の断面特性と、胸部インパクトにおける胸部傷害との間に相関があることを示し、胸部傷害評価における肋骨の断面特性の計測の重要性を明確化している。

第6章では、小柄女性の胸部 FE モデルの開発について述べている。このモデル開発において、第4章と第5章の知見に基づいた女性固有の生体力学特性を考慮することで、小柄女性固有の胸部インパクト特性をよく再現している。このことから、女性の胸部傷害の評価ツールとしてのダミーや人体モデルの開発において、肋骨断面特性が重要であることを示唆している。

第7章では、各章で得られた知見をまとめ、結論と今後の展望を示している。

以上のように、本論文は、頭部の回転挙動による外傷性脳損傷の評価指標とリスクカーブを提案し、ひずみに基づいた脳脊髄の傷害評価法の有用性と、女性の胸部傷害評価に必要な生体力学特性を明らかにした。これらの成果は、人体モデルと傷害評価技術を開発する上で、国際会議や論文などにおいて参照され、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、金原秀行君は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。