



Computer simulation for use in impact force evaluation

- Studies on correlation between impact force and finger bones fracture -

Momoko Watanabe, Yasumi Ito, Yoshiyuki Kagiya,
Tatsuya Fukuoka, Shohei Daimaru and Tetsuya Nemoto
University of Yamanashi

E-mail: yasumii@yamanashi.ac.jp , g16tm026@yamanashi.ac.jp



AMERICAN ACADEMY OF
FORENSIC SCIENCES

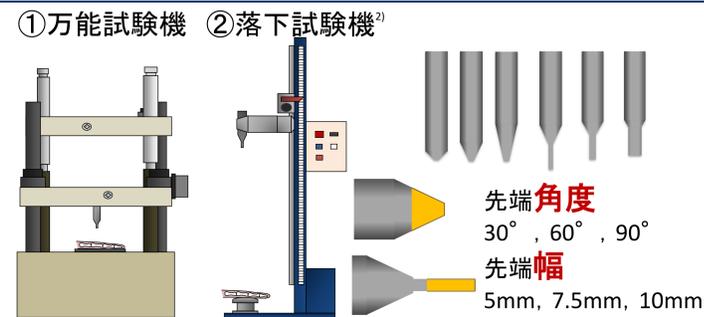
February 13-18, 2017

Hyatt Regency New Orleans
601 Loyola Avenue, New Orleans, LA
USA, 70113

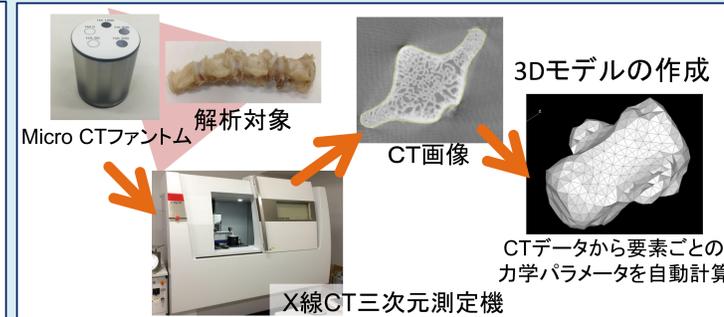
Abstract

本研究では、ヒト指を模擬したブタ尻尾に対して、静的圧縮試験および動的落下試験を行った。また、コンピュータシミュレーション(有限要素法:FEM)を用いた数値解析結果と上述の実験によって得られた骨折荷重値を比較した。その結果、手指の挟まれ事故において、挟まれ部の速度および形状、軟組織の有無によって骨折荷重が大きく変化した。また、コンピュータシミュレーションを用いた数値解析結果と、実験によって得られた骨折荷重値はほとんど一致し、指骨骨折リスク評価においてコンピュータシミュレーションは有効なツールになることが確認された。

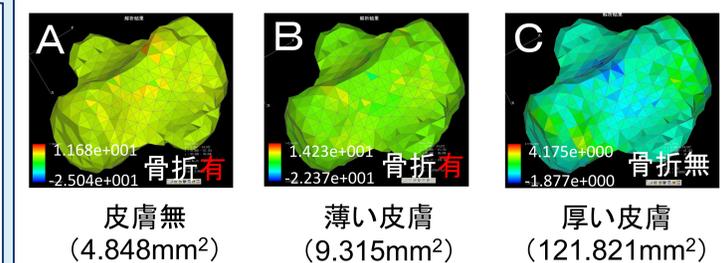
Methods ①



Materials ②:



②皮膚による荷重分散の影響調査



骨折面積, 最大圧力 (破壊ソリッド総数, 最大主応力)
皮膚が厚いほど最大圧力低下

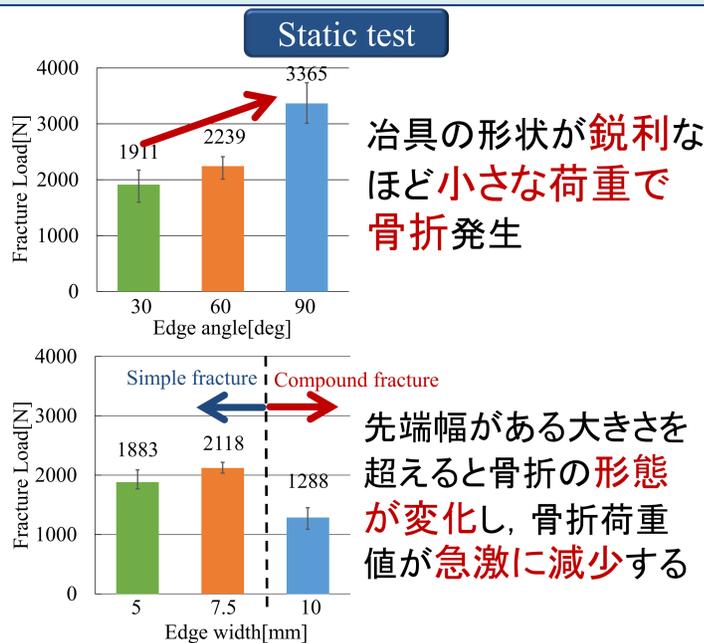
Introduction

人体に作用する外力の種類・大きさと人体損傷の関係を明らかにすることは、事件・事故の鑑定において殺意の推定や過失の認定のために必要とされ、古くから法科学、医学領域で研究されている。近年では個人の骨形状、骨密度から詳細な骨折リスク評価を行う技術が開発され、日本において先進医療として実施されている。しかし、打撃力鑑定や機器の安全性評価においては個人の身体特徴を考慮した詳細な評価を行うことが困難な現状である。また、手指に関する災害は、自動車のパワーウィンドウによる挟まれを始めとする、日常の様々な事故によって発生している。そこで、事故の際に手指が受ける外力の大きさや損傷リスクの関係を精度よく推定し、安全指標を確立することが求められているが、生命を脅かすリスクの少ない手指損傷に関しては基礎となる生体力学的データがほとんど存在していない。

そこで本研究では、ヒト指に対する外力と損傷レベルの関係を明らかにする目的で、ヒト指を模擬したブタ尻尾に対して、材料試験機を用いた静的圧縮試験および動的落下試験を行った。その際、先端形状が異なる複数の圧縮器具を用いることで、衝突物先端形状の違いが骨折荷重値や骨折形態に及ぼす影響を調査した。また、コンピュータシミュレーション(有限要素法:FEM)を用いた数値解析結果と上述の実験によって得られた骨折荷重値、骨折形態を比較することで、ヒト指骨骨折リスク評価へのFEM利用の可能性を検討した。



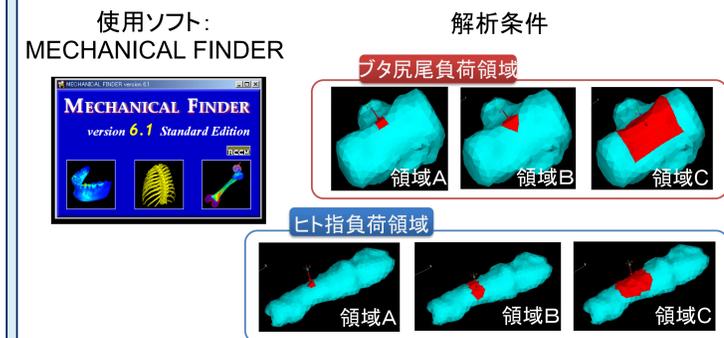
Results & Discussion ①:



治具の形状が鋭利なほど小さな荷重で骨折発生

先端幅がある大きさを超えると骨折の形態が変化し、骨折荷重値が急激に減少する

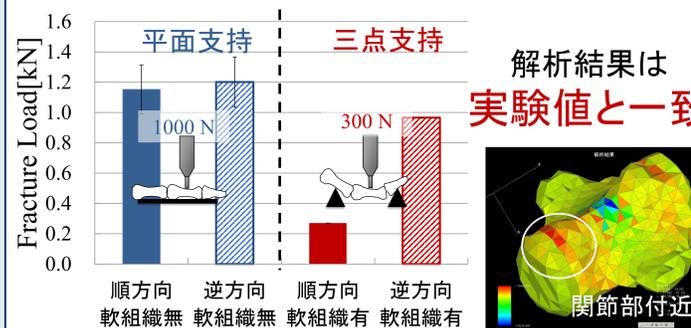
Methods ②:



Results & Discussion ②:

①解析値と実験値との比較

解析条件	A	B	C
負荷領域[mm ²]	4.848	9.315	121.821
骨折開始時負荷荷重 [N]	300	310	390
破断時負荷荷重 [N]	870	918	980



Conclusions

- (a)指が低速で挟まれる場合、挟む物の先端形状が指骨の骨折荷重に大きく影響することがわかった
- (b)指が高速で作動する機械にぶつかる場合、衝突物の先端形状が骨折エネルギーに及ぼす影響は少なく今回使用した衝突物(608g)では先端形状によらず8~10 Jで骨折が発生した
- (c)骨折リスク評価において有限要素法(FEM)を用いた数値解析が有効であることが確認された
- (d)FEM解析により指挟み時に指骨が受ける荷重は軟組織(皮膚)に影響を受けることがわかった

Acknowledgments

本研究は、一般社団法人日本食品機械工業会「力と指骨損傷に関する研究」の支援を受けた。ここに感謝の意を表す。

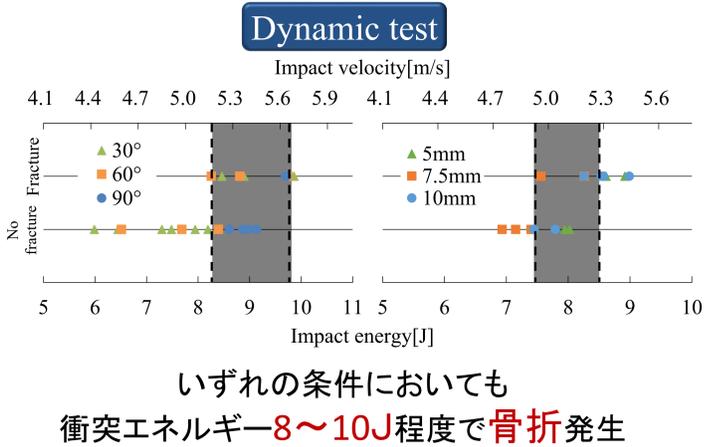
References

- 1) Kohei, F. et al, Relationship between the impact force and the finger injury level, JSME 27th Annual Conference of Bioengineering Division, 2015.
- 2) Daimaru, S. et al, Killing-Power Ranking of Blunt Instruments -Establishment of a Method to Evaluate Human Injury, Proceedings American Academy of Forensic Sciences 2015, pp.542, 2015.

Materials ①:

<Pig tail ¹⁾ (w/ soft tissue)>	軟組織厚さ (n=74) [mm]	掌側 [mm]	背側 [mm]
	平均	4.9	3.7
	最大値	6.7	5.7
	最小値	2.7	2.0

<Pig tail (w/o soft tissue)>	掌側	背側



いずれの条件においても
衝突エネルギー8~10J程度で骨折発生