

助手席乗員の前突時腹部傷害についての検討

井田 等^{*1}，一杉正仁^{*2}

Analysis of the Abdominal Injuries in Front Seat Passengers at Frontal Impact

Hitoshi Ida^{*1}, Masahito Hitosugi^{*2}

要 旨

近年，STAPP会議などで交通外傷の研究として腹部傷害やサブマリン現象が注目されているが，現在，前突用のHybrid ダミーでは腹部荷重の測定ができないため，拘束装置が腹部傷害にどのような効果を及ぼすかは十分に分かっておらず，頭部や胸部，下肢傷害に対する腹部傷害の社会的な位置付けも明確になっていない．また体型が腹部傷害に及ぼす影響も十分に研究が進んでいない．

よって本研究では，北米自動車事故データベース（NASS/CDS）の1996年～2006年の11年間における前突事故における普通乗用車及び商用車の助手席乗員3994人を対象に傷害の分析を行い，腹部傷害の現状と課題を明確にするとともに，腹部傷害の受傷要因，受傷臓器の分布を分析し，肥満体型が腹部傷害の分布に及ぼす影響について分析を行った．

その結果，助手席拘束乗員の腹部傷害の約6割はシートベルトで受傷しており，その傷害臓器は肝臓，脾臓，消化管が84%を占めていることが分かった．これらの傷害の発生臓器は乗員体型に大きく依存し，痩せ型の乗員では上腹部の傷害が，肥満乗員については中下腹部の傷害が有意に増大する傾向があることが分かった．

Abstract

Studies in abdominal injuries and submarine phenomenon of occupants in crashes have been frequently reported at meetings such as STAPP recent years. The mechanism of abdominal protection by occupant restraint systems is, however, not yet known adequately, as Hybrid dummy, which is currently used for frontal crash tests, is not capable of measuring abdominal load. Comparing with head and thorax injuries, the abdominal ones are less clearly recognized in the world and there are few studies in the effects of occupant obesity on these injuries

Considering above situations, we tried in this study to clarify on the present state of the abdominal injuries and tasks in the future, by analyzing injuries of 3,994 front-seated passengers for 11 years from 1996 through 2006 on the NASS/CDD database. We studied causes of the injuries and the effects of the obesity on the distribution of injured organs.

About 60 percent of the abdominal injuries that frontal passengers suffer are caused directly by seatbelts, and liver, spleen and digestives account for 84 percent of injured organs. Injuries of organs largely depend on the body mass index of occupants. Leaner occupants tend to suffer from injuries of organs located in upper abdomen, while obese ones in mid and lower one.

*1 井田 等 セーフティシステム事業部 第1技術部 実験室

*2 一杉正仁 獨協医科大学 法医学教室

1. はじめに

近年、交通外傷の研究として腹部傷害やサブマリ現象が注目されており、交通外傷研究の場で腹部のベルト傷害に関する市場事故の研究報告がいくつかなされている¹⁾。

しかし現在、衝突用のHybrid ダミーでは腹部荷重の測定ができないため、シートベルト、エアバッグ等の拘束装置が腹部傷害にどのような効果を及ぼすかは十分に分かっておらず、頭部や胸部、下肢傷害に対する腹部傷害の社会的な位置付けも明確になっていない。

また米国人と日本人では体型が大きく異なっており²⁾、日本人においても年々肥満化が進んでいるが³⁾、肥満体型が腹部傷害に及ぼす影響も十分に研究が進んでいない。

よって本研究では、北米自動車事故データベースを用いて腹部傷害低減の現状と課題を明確にするとともに、腹部傷害の受傷要因、受傷臓器の分布を、助手席乗員の衝突事故を対象に分析した。

さらに、肥満体型が腹部傷害の分布に及ぼす影響についても分析を行ったので報告する。

2. 対象および方法

データソースにはNHTSAの統計管理センターNCSAが公開している北米自動車事故データベース(NASS/CDS)を用いた。

1996年～2006年の11年間における衝突事故における普通乗用車及び商用車の助手席乗員3994人を対象に傷害の分析を行った。

(なお、NASS/CDSのデータセットは毎年全米で約一万人の交通事故死傷者を扱っており、これは全米の事故死傷者320万人(1999年)⁴⁾の約0.3%に相当する。)

また、本報告での衝突とは11時～1時の衝突方向、車両前面の損傷事例を指し、一般成人の傾向を評価するため身長140cm以上の乗員を対象に傷害傾向の分析を行った。

3. 助手席乗員の衝突時腹部傷害の分析

3-1. 助手席乗員の衝突時傷害部位と重症度

衝突時、腹部傷害が外傷全体に占めるウェイトを明確にするため、上記3994人に生じた外傷を、傷害発生部位と重症度(AIS)の両面から分析した。

なお、AIS1(軽症)には軽度の擦過傷も全て含まれるため、より精度の高い解析を実施するべくAIS2(中等症)以上の傷害3416件について分析を行った。

まず、部位別、重症度別の腹部傷害の発生頻度を示す。(Fig.1)

下肢(689件)頭部(613件)胸部(611件)上肢(528件)よりも腹部(330件)は少なくなるが、AIS4(重篤な傷害)以上の傷害は頭部、胸部、腹部の3箇所にしか発生していないことが分かった。

また、これらの傷害のうち、直接死因となった傷害部位は、胸部(132件)頭部(98件)腹部(28件)に対し、下肢(2件)上肢(0件)であった。

以上より、助手席衝突において腹部は傷害発生数では上位に位置しないものの、乗員救命の観点では決して軽視できないことがわかる。

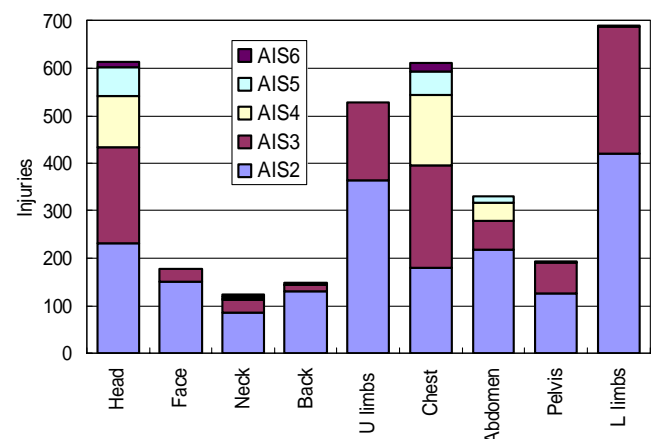


Fig.1 Distribution of injuries by AIS

3 - 2 . 腹部傷害と乗員拘束装置の効果

次に乗員拘束装置の効果を確認するため、シートベルト有無による助手席前突傷害の変動について分析した。

なお前述の3994人中、ベルト非着用乗員865人、着用乗員2640人（拘束不明489人）であり、母数が異なるためAIS2以上の各傷害発生数を対象乗員数で割り、一人当たりの各部位の傷害発生率で分析を行った。

その結果、ベルト着用乗員では全ての傷害について非着用乗員にくらべ傷害発生率の低減効果が見られ、特に頭部で76%減、顔面で82%減、頸部で70%減、骨盤で74%減、下肢で63%減と、頭頸部と下半身に大きな効果が見られた。（Fig.2）

一方、腹部はベルト拘束による傷害低減率が47%であり、頭頸部や下半身ほど顕著な効果は現れない。

次にベルト着用乗員を対象にエアバッグ展開時の効果を分析する。ベルト着用乗員中、助手席前突エアバッグ非展開乗員は1569人、展開乗員は1071人であったため、AIS2以上の各傷害発生数をこれらの対象乗員数で割り、一人当たりの各部位の傷害発生率で分析を行った。

その結果、前突エアバッグ展開時は頭部で36%減、胸部で27%減の傷害低減効果が認められたが、腹部ではカイ二乗検定での偶然性の確率 $p>0.05$ と統計的有意差が認められなかった。（Fig.3）

これらの結果は、助手席前突事故においてシートベルト、前突エアバッグ使用による腹部傷害の低減が、他の部位よりも難しいことを示唆している。

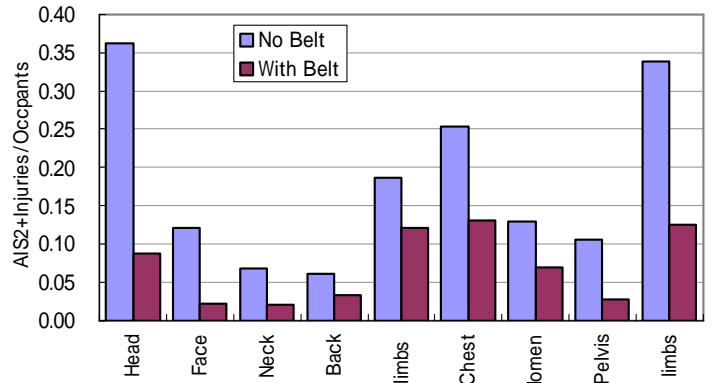


Fig.2 Incidence of AIS2+ Injuries by seatbelt

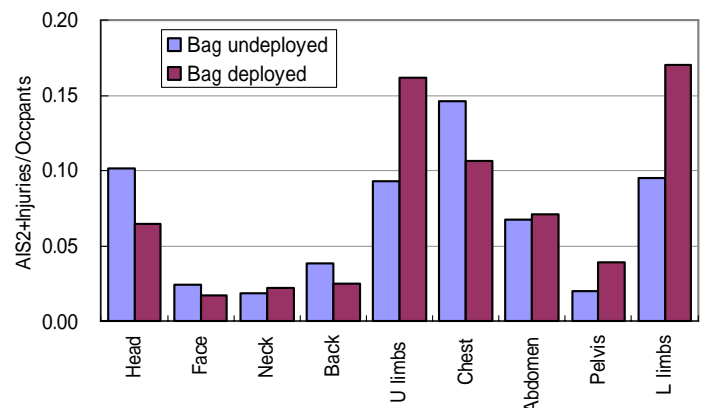


Fig.3 Incidence of AIS2+ Injuries by airbag deployment

Table.1 (Fig.3) Accident Data detail

Airbag Deployment	Undeployed	Deployed
Occupants	1569	1071
AIS2+Injuries	950	725
Average of Age	33.0	33.9
Barrier Equiv. Speed	25.7km/h	25.7km/h
Number of death	50	22
Rate of death	3.2%	2.1%

3 - 3 . 腹部傷害の臨床上の課題

前突助手席乗員の各傷害の死亡事例を，事故後死亡に至るまでの時間で分析すると，頭部では一時間以内の死亡が46％，胸部では45％を占めており，多くは短時間で死亡していた．（Fig.4,5）

一方，腹部傷害では一時間以内が25％，4～6時間以内が25％と，事故後数時間後に死亡している例が多い．（Fig.6）

また死因となった傷害の平均AISを比較すると，頭部が4.3，胸部が4.4であるのに対し，腹部は3.8と重症度が低い傾向にある．

以上より，腹部傷害は頭部や胸部と比較すると早期に適切な治療を行うことで救命の可能性が高まると推測される．

よって腹部傷害の要因と傾向，発生部位を明確にすることは，前突事故の死亡者を低減する上で重要であると考えられる．

3 - 4 . ベルト装着乗員の腹部傷害の受傷要因

3 - 1 節で報告したベルト拘束乗員の腹部傷害182例について，その成傷器（受傷の起因）を調査した結果，シートベルトによる圧迫が約6割を占めていた．（Fig.7）

ベルト以外の成傷器としてはドアトリムやコンソールなど，斜め前方や横に投げ出されたと思われる事例が含まれているが，本研究では前面衝突の傷害を分析するため，約6割を占めるベルト傷害に絞ってその傾向を分析した．

この腹部ベルト傷害107例を損傷臓器別に分類すると，肝臓25例（23％），脾臓37例（34％），消化管（小腸，大腸，腸間膜等）29例（27％）であり，肝臓，脾臓，消化管の3臓器で腹部ベルト傷害の84％を占める．（Fig.8）

また，腹部ベルト傷害には腎臓が6％，横隔膜が6％含まれているが，腎臓は後腹膜臓器であること，横隔膜は胸部圧迫でも受傷しうる為，以上の検討対象からは除外し典型的なベルト腹部傷害として肝臓，脾臓，消化管の3臓器91例の発生傾向を分析することとした．

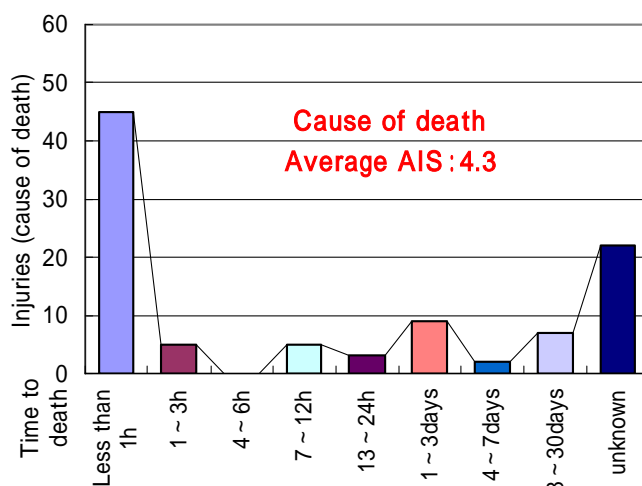


Fig.4 Distribution of survival time
(The cause of death was *head* injuries)

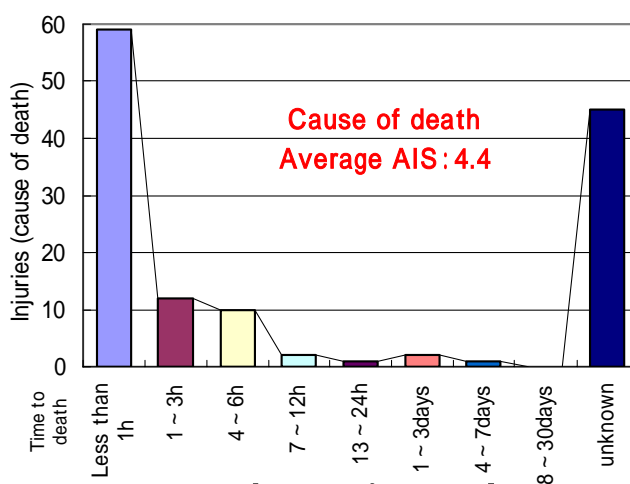


Fig.5 Distribution of survival time
(The cause of death was *Chest* injuries)

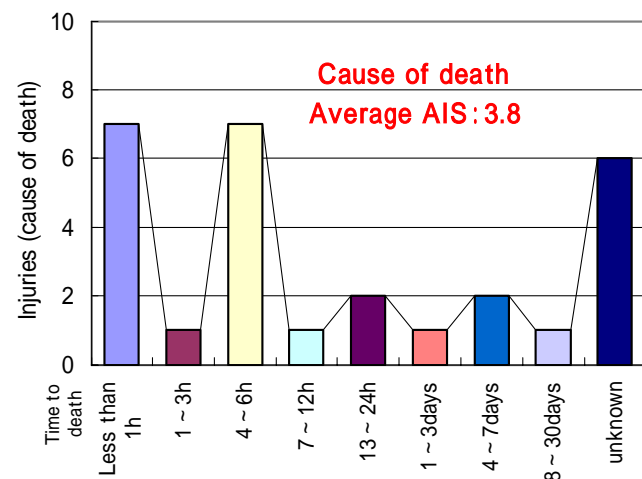


Fig.6 Distribution of survival time
(The cause of death was *Abdominal* injuries)

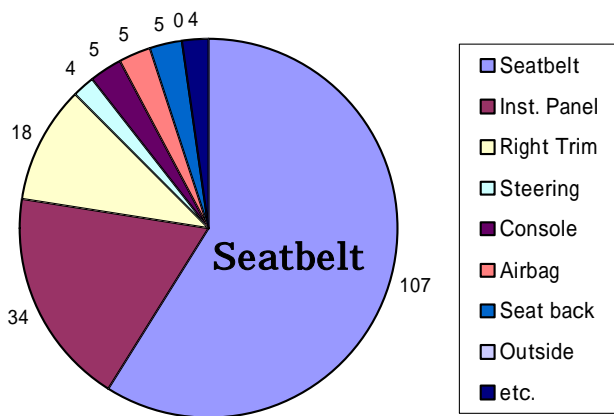


Fig.7 The source of abdomen AIS2+ Injuries (Belt used)

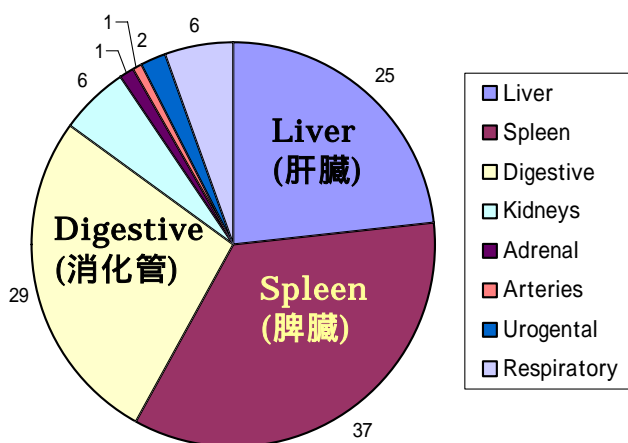


Fig.8. Distribution of abdomen AIS2+ Injury with seatbelt

3 - 5 . 体型と腹部ベルト傷害

腹部傷害と肥満体型の関係を分析するため、3 - 4 節の腹部ベルト傷害90件（体重不明の1件除く）について、肥満度の指標であるBody Mass Index（以後BMIと呼称）により分析を実施した。

BMIは体重を身長²で割ったもので、日本では25以上を肥満と定義しているため⁵⁾、上記90件についてBMI25未満56件、BMI25以上34件に分けて、腹部臓器の傷害傾向を調べた。

その結果、標準～痩せ型であるBMI25未満の乗員の傷害分布では、肝臓32%、脾臓43%、消化管25%となり、肥満体型であるBMI25以上の乗員については、肝臓21%、脾臓35%、消化管44%と、肥満体型では消化管の受傷率が增大することが分かった。（Fig.9）

これを臓器の位置で見ると、肝臓と脾臓は上腹部に位置するが、消化管は主に中下腹部に位置することがわかる。（Fig.10）

よって本データを上腹部と中下腹部に分けて分析すると、標準～痩せ型では上腹部が42件（75%）、中下腹部が14件（25%）と上腹部に偏るのに対し、肥満体型では上腹部が19件（56%）、中下腹部が27件（44%）と中下腹部で増大し、肥満化による中下腹部の突出が如実に傷害の傾向に現れていることが分かる。（Fig.11）（偶然性の確率 $p < 0.001$ ）。

よって痩せ型の乗員では上腹部の傷害、肥満乗員については中下腹部の傷害に留意することが腹部傷害低減へのアプローチになると思われる。

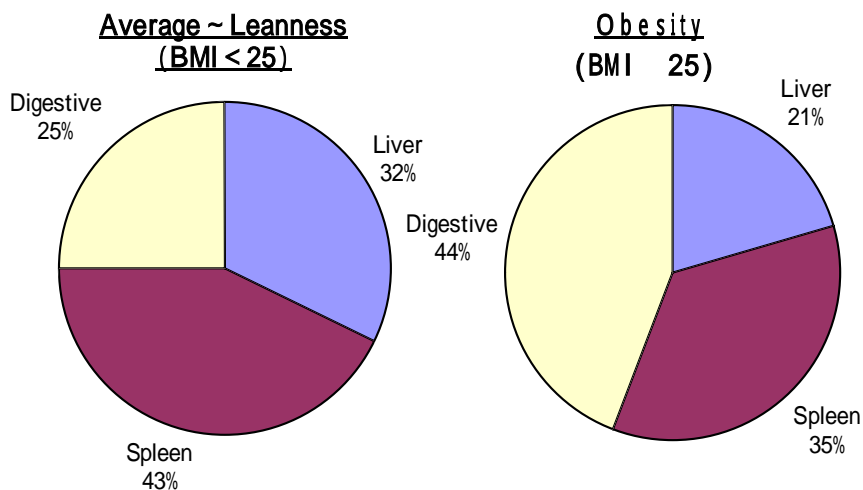


Fig.9 Abdomen AIS2+ Injury with seatbelt (BMI < 25, BMI ≥ 25)

4. まとめ

NASS/CDSの助手席前突事故データの分析を行い、傷害部位と重症度、拘束装置の有無、損傷臓器分布をもとに医学・工学的知見を加えた。

1) 腹部傷害は頭部、胸部に次いで重度傷害の多い部位である

2) 助手席拘束乗員の腹部傷害の約6割はシートベルトで受けており、シートベルトによる腹部傷害を検討することは臨床医学上有用と思われる

3) シートベルトによる傷害臓器は肝臓、脾臓、消化管が84%を占める

4) 腹部ベルト傷害は体型に大きく依存し、痩せ型の乗員では上腹部の傷害が、肥満乗員については中下腹部の傷害が有意に増大する傾向がある

5. 今後の課題

本稿では体型について主に述べたが、体型に加えて身長、衝突速度、着座位置や衝突形態等の影響についても、今後さらに検討を進める。

6. 参考文献

- 1) STAPP CAR CRASH JOURNAL, Vol.50 (2006)
- 2) OECD, Health at a Glance (2005)
- 3) 国民栄養調査 (厚生労働省) (1947-2004)
- 4) NHTSA 「Overview99」
- 5) 日本肥満学会「肥満研究」Vol.11, No.1, (2005)
- 6) 越智順三訳「分冊 解剖学アトラス」文光堂

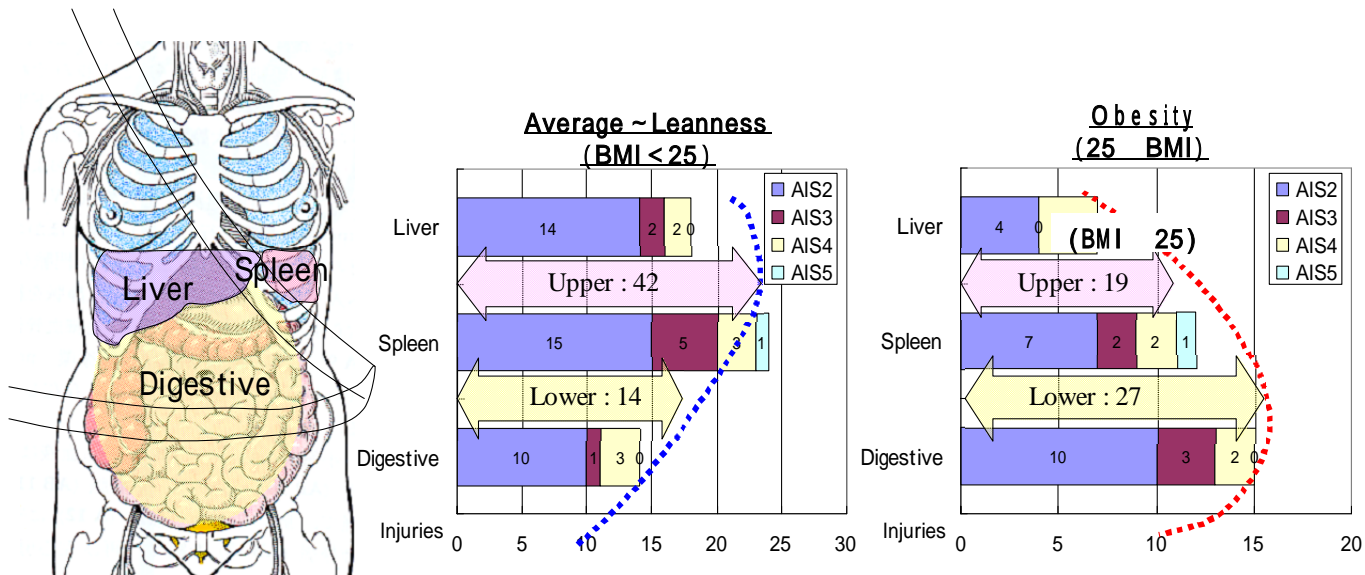


Fig.11 Abdomen AIS2+ Injury at Liver, Spleen, Digestive by seatbelt (BMI < 25, BMI ≥ 25)