K6-74

前面衝突時における頭部損傷メカニズムの解析

Study of the Mechanical Model of Head Injury

平田公祐[1]，　青野匠悟[2]，富永茂[3]，岡野　道治[4]
Kosuke Hirata[1], Shogo Aono[2], Sigeru Tominaga[3], Mitiharu Okano[4]

Abstract: The number of traffic accident decreased from before. But, the victim of traffic accident can count 600,000 people and 5,000 people died. There are many type of injury with traffic accident. Especially, the brain damage has a high mortality rate. Brain contusion is one of brain damage, but the mechanism of brain contusion is not clear. However, pressure change of brain is said to be a cause of brain contusion. In this report, reproduce brain in acrylic container that filled with water, and strike the hammer to it, and investigate the pressure change to know the cause of brain contusion.

１．はじめに

１．１．頭部の外傷について

交通事故の発生件数は昔に比べて減少しているが現在でも年に約６０万件発生しており，死亡者数は５０００人にものぼる[1]．交通事故による外傷には胸部，腹部，内臓部，頭部など様々であるが，損傷部位別死傷者の構成を見ると死者の約半数が頭部傷害によるものである[2]．頭部外傷とは，頭部に外力が加わることによって生じる頭皮，頭蓋骨，脳の損傷であり，外傷による脳の損傷は特に外傷性脳損傷とよばれる[3]．

人間が頭部になんらかの外傷を受けて死亡した場合，一般に頭蓋骨折，頭蓋内出血，脳損傷等が主な死因となる．

１．２．脳損傷について

脳損傷に関して，人間の頭部に加わった衝撃の強さや持続時間によって局在性脳損傷（硬膜下血種，脳挫傷など），あるいは脳内の神経細胞の軸索が広範囲に損傷する神経損傷である，DAI（びまん性軸索損傷）等が発症する（**Figure1**）[4]．硬膜下血種は硬膜と脳の間に血種が形成された状態であり，頭部外傷としては重度に分類される．

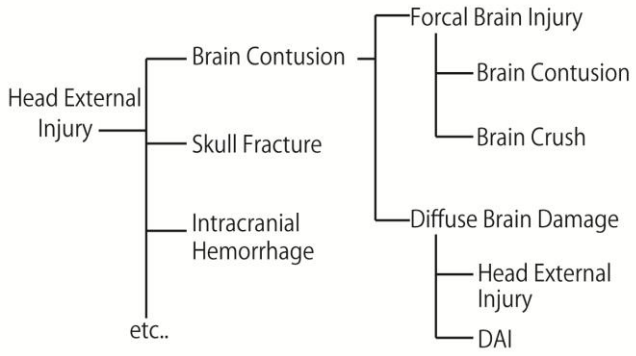

Figure1 The Category of Head External Injury

脳挫傷とは，頭部への打撃による頭部の打撲状態を示す．DAI は脳内の神経細胞の軸索が損傷する重度の神経損傷であり，病理形態学的変化を残す点で脳震盪とは異なる．

２．研究目的

このように，頭部の外傷には様々なものがあるが，本研究では脳損傷を中心とした研究を行う．また，DAI はモデル化が困難であるため，脳挫傷の生成メカニズム限って研究をすることとした．

脳損傷の中でも脳挫傷は死因のひとつであるにもかかわらず，その生成メカニズムは未だに明らかになっていない[5]．脳挫傷の特徴としては，症状が主に打撃を受けた側に生じる直撃挫傷（Coup Contusion）と打撃を受けた側の逆側に生じる対側挫傷（Contrecoup Contusion）の２種類があることが挙げられる（**Figure2**）．

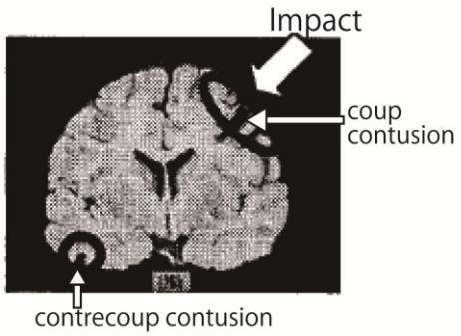

Figure2 Coup and Contrecoup

これらの症状は，法医学的には頭蓋が陥没して脳実質と接触することで生成されると言われるが，原因不明の脳挫傷は頭蓋と脳実質が接触をせずに生成される

１：日大理工・学部・機械　２：日大理工・院・機械　３：日大理工・教員・機械　４：日大理工・教員・機械

ことがある.

非接触型の脳挫傷は打撃による脳髄液の圧力変化が一因であると考えられているため，本研究では内部を水で満たしたアクリル容器とハンマーを用いて衝撃を受けた状態を再現し，その際の圧力変動を調べることを目的とした.

３．実験概要

頭部は構成する組織の種類が多く，形状も複雑なため精密なモデル化が難しい．しかし本研究は脳挫傷における脳内を再現し，密封された容器が打撃を受ける際の圧力変動の様子を調べることが目的であるため，頭部を水で満たした簡易アクリル容器で模し，打撃実験を行う．実験は東京都立大学の青村氏の論文を参考にした[6].

４．実験装置

実験は，頭部をアクリル製の円筒容器で再現して打撃実験を行う．容器の大きさは日本人男性の平均的な頭部の大きさを参考にし[6], 高さ 230mm, 直径 160mm, 厚さ 5mm のものを用いる.

容器は水で満たし，上部をゴム製 O リングでシールをした密封構造とする. また容器の下に台車を固定し，自由に動けるようにする.

次に容器の圧力変化を調べるため，打撃側と打撃の反対側に圧力センサをそれぞれ取りつける．また,打撃には重さ 10kg のスティール製ハンマーを用い,打撃の力を測定するためハンマーにロードセルを取りつける. また本実験では衝突速度による圧力変化の違いを主な測定項目とする.

実験の概要を **Figure3** に示す.

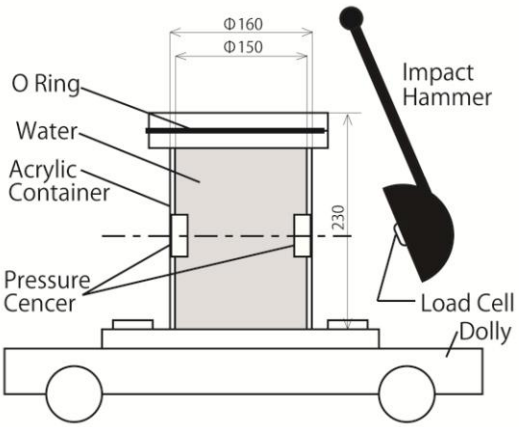

Figure3 Impact Experiment with Aclylic Container

５．まとめ

頭部の傷害は様々なものがあるが，本実験では脳損傷のひとつである脳挫傷についての再現を行うこととした．人間の頭部は水で満たしたアクリル製の容器で再現し，ハンマーで衝撃を与えることによって圧力の変化を調べる.

６．今後の展望

今後は実験装置を製作し，衝撃速度の変化における容器のアクリル円筒内の圧力変化を調べる.

また，本実験では脳挫傷の生成メカニズムとして打撃の強さのみに着目して実験を行ったが，生成には打撃力の他に持続時間の長さも一因とされている．そのため，次回の実験では打撃の持続時間の変化による圧力変動を調べる必要がある.

さらに，本実験では簡単のため脳内部を 1 重のアクリル円筒容器で再現しているが，実際の脳は頭蓋と脳実部の２重構造となっている．そのため，２重構造を再現した実験装置の作製を行う．また最終的に頭部形状に近づけるため，容器を円筒から円形に近づけていく.

７．参考文献

[1]http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/sesaku/genjyo.html 国土交通省「我が国の交通事故死者数・死傷者・死傷事故件数の状況」

[2] https://www.itarda.or.jp/itardainfomation/info97.pdf ITARDA INFORMATION 「交通事故分析レポート」

[3]原田一樹「交通事故による人体の損傷～頭部傷害を中心に～」，国際交通安全学会誌，Vol40，No1，P12

[4]張月琳ら:「頭蓋骨骨折を考慮した脳挫傷症例の再現シミュレーション」,日本機械学会 2008 年度年次大会講演論文集,p29-30

[5]青村茂ら:「脳挫傷生成メカニズムの解明に関する研究」,日本機械学会 2005 年度年次大会講演論文集,p139-140

[6]青村茂ら :「症例に見る脳損傷生成メカニズムの検討」,日本機械学会,Dynamics and Design Conference 2009 CD-ROM 論文集,No09-23

[7] https://www.dh.aist.go.jp/database/head/index.html AIST 頭部寸法データベース