



ホログラフィ干渉法による顔面骨の静的荷重による変形の測定

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-12-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松本, 俊郎, 河田, 米栄, 藤田, 寿之, 土田, 雅久, 植村, 和嘉 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24729/00007809

ホログラフィ干渉法による顔面骨の静的荷重による変形の測定

松本俊郎*, 河田米榮**, 藤田寿之**, 土田雅久***, 植村和嘉***

Toshirou MATSUMOTO*, Yoneei KAWATA**, Toshiyuki FUJITA**, Masahisa TUCHIDA***, Kazuyosi UEMURA***

Deformation Measurement of Midfacial Bone under Static Loads by Holographic Interferometry

ABSTRACT

The deformation of human dried midfacial bone were measured under static loads by holographic interferometry. As the zero fringe cannot be found on the object, the useful method was used by using rubber strip. The decision of fringe order number was made easily by applying elastic elongation of a rubber strip as an index. The experimental results obtained were as follows:

- 1) Stress loading onto the maxillary area produced the deformation distribution of concentric circle in the neighborhood of loading point.
- 2) Stress loading onto the zygoma area produced larger deformation when the load was applied to the bone near the zygomaticozygomatic arch suture than when the bone was applied to the center of zygoma.

Key word: Facial Bone, Biomechanics, Holographic Interferometry, Deformation Measurement

1. はじめに

中顔面部が外力を受けた場合、頬骨または上顎骨等の単一な骨にとどまらず隣接骨へ伝達され、骨が破損する場合がしばしば臨床的に見いだされる。骨および隣接骨の荷重による変形を測定することは骨折に対する治療方法あるいは、骨折の予防等を検討する上では非必要である。従来、歪ゲージを用いた顔面骨の変形測定について報告されている¹⁾。この場合、ゲージを添付した場所の歪情報が得られるだけで他の場所について変形に関する情報は不明である。測定対象の全体的な変形を知る方法として今回ホログラフィ干渉法を用いることにした²⁾。

本研究では、人の乾燥頭骸骨を用いて静的荷重の方向や大きさを変えて、顔面骨の変位を測定した。本測定法においてゴム製の平板を用いて絶対変位を測定出

来るようにした³⁾。

2. 実験方法

測定対象物として人乾燥頭骸骨2体を用いた。頭骸骨を固定するため、図1に示すようにます形ブロックSPを

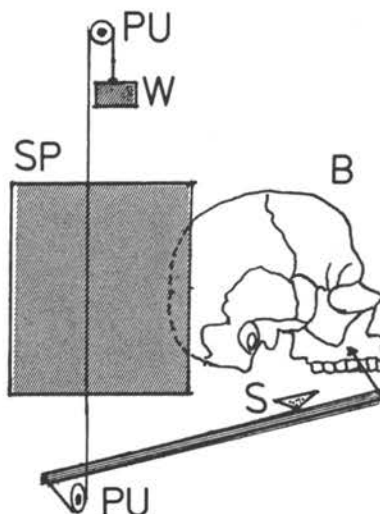


図1 荷重方法

S: 支点, PU: 滑車, B: 頭骸骨, W: 分銅, SP: ます形ブロック

1993年4月9日受理

* 機械工学科(Department of Mechanical Engineering)

** システム制御工学科(Department of Systems and Control Engineering)

*** 奈良県立医科大学口腔外科学教室(Department of Oral and Maxillofacial Surgery)

枠にして、中空部に練和した超硬石こうを入れ、硬化する前に後頭部を眼耳平面とブロックの側面とが平行になるように約4cmだけ埋没した。

荷重方法はさおの途中に1:3の関係になる位置に支点Sを設定し、短い側の端に荷重針を固定した。他端に糸を固定して滑車PUを介して分銅Wを吊すことにより3倍の荷重を作用させた。荷重の方向は荷重機構と骨の相対位置を調節することにより設定できる。

測定に用いた光学系を図2に示す。図において、He-Neレーザから出た光は、半透過鏡HMで2分される。透過波はレンズで調節して頭蓋骨の顔面骨部Oを照明する。頭蓋骨Oにより反射された光波はホログラム乾板に到達する。他方、半透過鏡HMで反射された光波は参照波Rとして鏡Mをへてレンズにより、平面波として乾板Pを照明する。濃度フィルターDは、顔面骨からの反射光と参照波の強度を調節するために使用される。

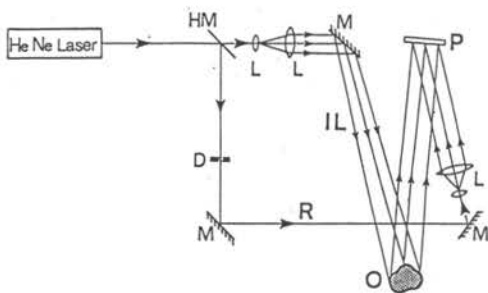


図2 ホログラム光学系

O:顔面骨, IL:照明波, R:参照波, P:ホログラム乾板, M:表面鏡, HM:半透過鏡, L:レンズ, D:濃度フィルター

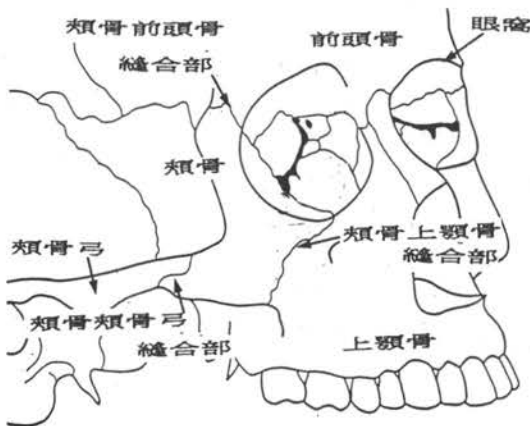


図3 顔面骨および縫合部の各名称

ホログラム作成に先だって荷重方向、荷重量を定める。無荷重で1回目の露光を行い、荷重を糸の先端にかけて2回目の露光を行うことにより、再生像を得ることができる。本光学系では、干渉じま一本当たり約0.32 μ mの面外変位に対応している。

図3に顔面骨各部および縫合部の各名称を示す。図4に荷重方向の設定の一例を示す。

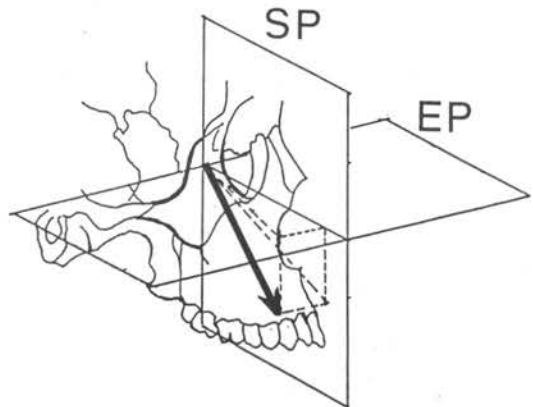


図4 荷重方向の設定

絶対変位を測定できるように図4に示すように幅*長さ*厚さが8mm*57mm*1mmのゴム板Aを用いて一端を頬骨骨体部Bに、他端を不動点Cにそれぞれ張り付けた。これとは別に犬歯窩にゴム板Dの一端を、他端を別の不動点に張り付けた。同様にして眼窩内の上顎骨体上面にもゴム板を設置した。ゴム板の表面は塗料で白色にされている。

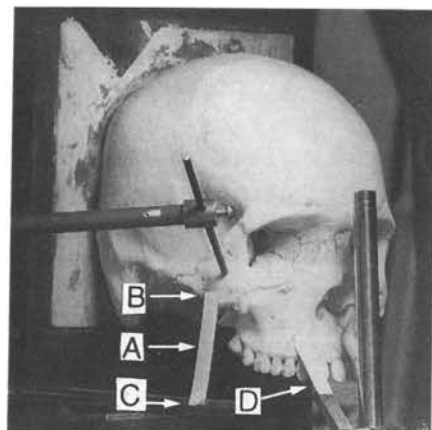


図5 ゴム板の設定

3. 実験結果および考察

3.1 上顎骨上, 眼窩下縁中央部に荷重した場合

荷重点は眼窩下縁より約7mmにあり, 方向は眼耳平面(EP)に平行で矢状面(SP)より外側約15度である。その結果を図6(a), (b)および(c)に示す。荷重量は(a), (b)および(c)それぞれについて, 450gf, 900gfおよび1350gfである。図6(a)でゴム板はA, DおよびEである。ゴム板Aの上で不動点よりしま次数を読み取り頬骨骨体部で4番目を数えることになるので約 $1.3\mu\text{m}$ の変位が頬骨内側方向に生じたことになる。同様の手続きをゴム板D, Eについても行えば変位を求める。他の場所の変位はこれらの場所における変位測定にもとづいて求めることができる。

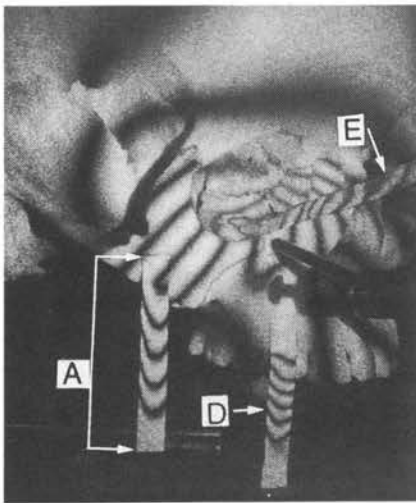


図6(a) ホログラム再生像(450gf)



図6(b) ホログラム再生像(900gf)



図6(c) ホログラム再生像(1350gf)

図6(a), (b)および(c)より荷重位置を中心とする同心円状の干渉しまが観察される。これは眼窩下縁近傍の上顎骨は骨厚が薄いために応力が集中して生じたためと考えられる。頬骨上顎骨縫合部をへて頬骨部における干渉しまの表れ方から変形を考えると, ほぼ平行した等間隔の干渉しまが観察されることと頬骨は骨厚が比較的大きいことを考慮すると, 頬骨全体が微小角だけ回転していると判断できる。

3.2 頬骨上骨体部に荷重した場合

荷重方向は, 眼耳平面(EP)より上方に約40度で矢状面(SP)より外側約40度である。その結果の中で荷重量

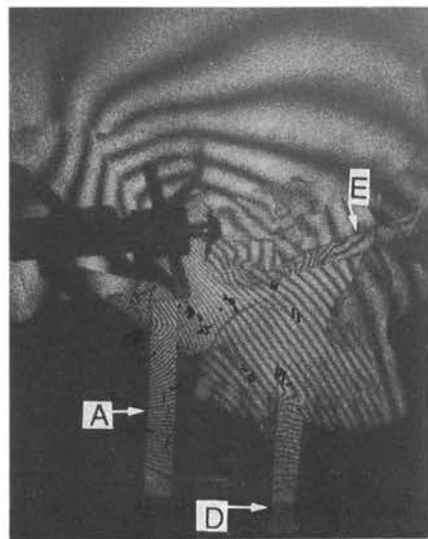


図7 ホログラム再生像(900gf)

が900gfのホログラム再生像を示す。図7でゴム板はA, DおよびEである。骨体部の変位は、ゴム板Aの干渉じまを用いて不動点より数えて $9.9\mu\text{m}$ で、頬骨内側方向に生じたことになる。荷重点では900gfの荷重により $11.2\mu\text{m}$ だけ頬骨内側方向に変位している。図6の上顎骨に対する荷重と違って骨厚が厚いため同心円上の変位は見られず平行な干渉じまが観察され一体として回転していることがわかる。

図8(a), (b)は、頬骨上で頬骨弓縫合部の近傍部に荷重点を設置し眼耳平面に平行、矢状面より外側55度方向から荷重した。荷重量はそれぞれ、270gfおよび900gfであった。

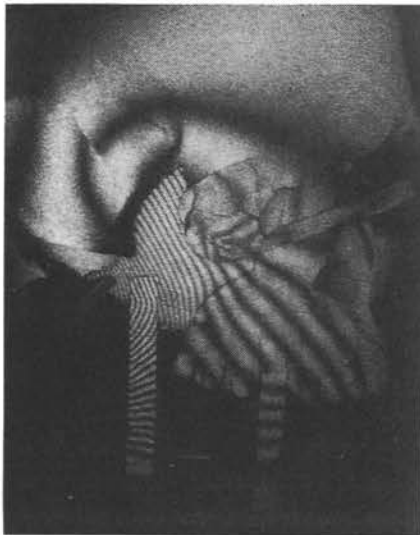


図8(a) ホログラム再生像(270gf)

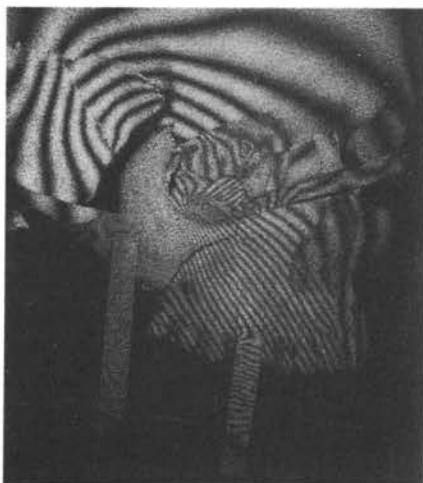


図8(b) ホログラム再生像(900gf)

図7および図8は同じ頬骨上に荷重点を設置しているが場所が違ふことで900gfの荷重量の結果を比較すると図8(b)の頬骨弓近傍に荷重した場合が相当変位が大きいことがわかる。図7の方は頬骨の中央部に相当する骨体部に負荷していることになるので歪量が小さくなったためと考えられる。図8の方は、縫合部近傍に荷重しているので縫合部での変位が大きく表れていると判断される。

4. まとめ

(1)上顎骨に荷重した場合、骨厚が薄いために荷重点付近では同心円の変位が生じ、荷重量の増大と共に放物線状に変位は増大した。450gfから1350gfまでの荷重に対して $1.3\mu\text{m}$ から $5.2\mu\text{m}$ の変位量であった。

(2)頬骨に荷重した場合、骨厚が厚いために骨全体が回転するような変位を呈した。骨体部と頬骨弓縫合部近傍に荷重した場合とでは、後者の方が縫合部に近いために変位量は大きく表れた。

参考文献

- 1)松本俊郎他, 大阪府立高専研究紀要26(1992)9.
- 2)C.M.Vest, Holographic Interferometry, (1979), John Wiley & Sons, Inc.
- 3)T.Matsumoto ほか2名, Appl.Opt. 12(1973)1660.