大阪公立大学
Osaka Metropolitan University
学術情報リポジトリ

咬合によるインプラント歯を有する下顎骨の変形

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-11-22 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, 杉村, 忠敬 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24729/00007851

咬合によるインプラント歯を有する下顎骨の変形

松本俊郎* 河田米栄** 藤田寿之** 杉村忠敬***

Deformation of the Mandible with Dental Implants due to Occlusion

Toshiro MATSUMOTO*, Yoneei KAWATA**, Toshiyuki FUJITA**,
Tadataka SUGIMURA***

ABSTRACT

To consider the dynamic response of an implant bridge caused by occlusion, the deformations of the bridge and mandible subjected to occlusioal force were measured by holographic interferometry and with a three-element rectangular rosette. Different vertical loads were applied to the abutment teeth. It was found that the stress on the implant bridge concentrated on the mesial of the pontic when the vertical load was applied to the second premolar. This shows that the mandible near the implant receives most of the stress and suffers frequently damages such as the bone resorption, when the loads apply to its mesial side.

Key Word: Dental Implant, Holograghic Interferometry, Rosette Analysis.

1. はじめに

歯科における補綴治療方法として，隣接する永久歯を複数本抜いてしまった場合，従来，両端の歯にかぶせてもたせる方法及び取り外しの入れ歯にする方法が用いられてきた．しかし，最新の口腔インプラント学では，抜いた後の骨自身へ人工歯根を植立すると，自分の歯の根のように支えてくれるようになり，自分の歯とほぼ同じ様に咬むことができると言われている．しかるに，それは天然歯と比較して歯根膜機能がないこと，又機械的性質が異なっている事などのために，力学的適応について十分に解明されたとはいいがたい．そこで，それらの解決方法として，咬合時，インプラントブリッジや顎骨に生じる歪を測定し，さらに同様の測定を天然ブリッジにも行って両者を比較検討する事が考えられる．

そこで，本研究では歪ゲージ及びホログラフィ干渉法を併用して，天然歯ブリッジ及びインプラントブリッジの生体力学的考察を行う．

1991年4月10日受理

* 機械工学科(Department of Mechanical Engineering)
** システム制御工学科(Department of System and control Enigineering)
*** 大阪歯科大学口腔生理学教室(Osaka Dental University)

2. 実験方法

試料は，日本猿の下顎骨を用い，インプラント[1]の植立については，第1及び第2大臼歯欠損を想定し，これらを抜歯後，スクリュータイプのセラミックインプラントを第2大臼歯の骨部に植立した．インプラント体の上部は，上部構造体との結合部として歯槽頂より突出させた．

(1) 3軸ゲージを用いた実験用として

麻酔をして頬側の軟組織を取り除き，左側第2小臼歯及び第2大臼歯の歯根部に相当する顎骨表面上に，3軸ストレインゲージを貼付した．両者を支台歯としてブリッジを作成した（a．以下インプラントブリッジ）．比較のために，右側天然歯列の内，第1大臼歯を抜歯して天然歯ブリッジを作成した（b．以下天然歯ブリッジ）．

(2) ホログラフィ干渉法による変形測定用として

湿潤下顎骨を用いた．軟組織はすべて除去し，これを練和直後の超硬石膏に，咬合面が基底面に平行になるように植立した．試料として，(1)のゲージ用と同様に2種

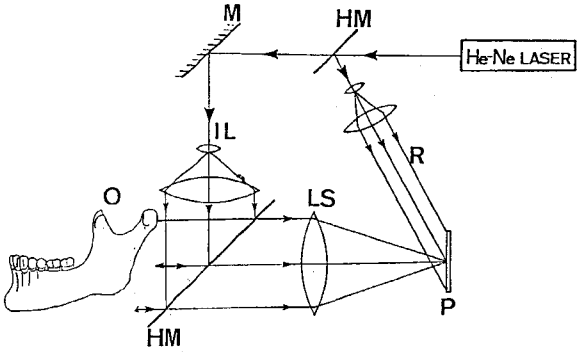

図1　実験に用いた光学系
O：物体，ＩＬ：照明波，Ｒ：参照波，Ｐ：ホログラム，Ｍ：鏡，ＨＭ：半透過鏡，ＬＳ：レンズ

類作成した．

荷重方法は，３軸ゲージの場合，補綴物装着側の咬筋を電気刺激して咬合力を加えた．ゲージ出力からロゼット解析[2]により主歪を求めた．ホログラフィ干渉法の場合，天秤状の構造を有する荷重装置により分銅をのせて荷重した．**図1**に光学系を示す．He−Ne レーザ（50mw）よりでた光は，半透過鏡ＨＭで２分される．透過波は試料Ｏを照明する．Ｏよりの反射波は半透過鏡を通過してホログラム乾板に入る．他方，反射波はレンズＲで平行波になり乾板Ｐに入る．ホログラムの作成にあたって，荷重装置を設定した後，先ず無荷重で１回露光する．次に荷重を加えて２回目の露光を行う．本光学系では，干渉縞１本あたり約0.32 μm の面外変位に対応している．

3.　実験結果

(1)　３軸ゲージによる結果

図2(a)，(b)，(c)は，天然歯列に荷重を加えた時の顎骨上で測定された主歪を示す，主歪の方向は圧縮歪は前上方から後下方へ，伸展ひずみは前下方から後上方へ向かっている．咬合力は153Ｎである．(a)は第１小臼歯（$\overline{4}$）に垂直荷重を加えた時，第２小臼歯及び第２大臼歯近傍の顎骨上に生じた主歪を示す．(b)は第２小臼歯（$\overline{5}$），(c)は第２大臼歯（$\overline{7}$）に垂直荷重を加えた場合の結果である．荷重歯が変わっても伸展歪の方向は，測定した歯（$\overline{5}$, $\overline{7}$）近傍の顎骨上で平行を示し，$\overline{7}$の歯近傍の顎骨上では，$\overline{7}$に垂直荷重が加わった時，圧縮歪が最も大きいことが示されている．第１大臼歯（$\overline{6}$）が天然歯として存在し，咬合力の伝達機構が無理のない形で成り立っていることがわかった．**図3**(a)，(b)，(c)に天然歯を支台にしたブリッジの歯に垂直荷重148Ｎを加えた場合の主歪の測定結果を示す．(a)，(b)，(c)の荷重場所は**図2**と同様である．第１大臼歯（$\overline{6}$）を抜歯して，$\overline{5}$と$\overline{7}$の間に架工義歯（ポンティックという）を装着してある．(a)，(b)，(c)を通して，荷重場所によらず，伸展歪，圧縮歪は大きかった．特に(a)，(b)では，歪の方向が平行でなく咬合力を加えることによってブリッジを形成する歯及び顎骨に歪が集中することを示している．これはブリッジを装着するについて，$\overline{5}$，$\overline{7}$が天然歯であるため，歯根を動かす等自由度がないことによって生じたと考えられる．**図4**(a)，(b)，(c)にインプラント支台ブリッジに垂直荷重113Ｎを加えた場合の主歪の測定結果を示す．第２大臼歯に相当する場所にインプラントを植立してブリッジを形成した．(a)，(b)，(c)を通じて，荷重歯によらず，前方部よりも後方部の方が約２倍大きい結果を得た．このことは，インプラント体周辺に歪が集中し，同部位の骨を吸収することを示唆

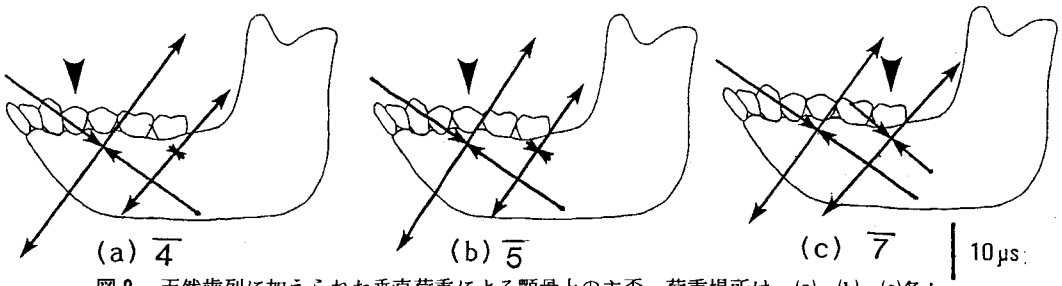

図2　天然歯列に加えられた垂直荷重による顎骨上の主歪．荷重場所は，(a)，(b)，(c)各々，第１小臼歯（$\overline{4}$），第２小臼歯（$\overline{5}$），第２大臼歯（$\overline{7}$）である．

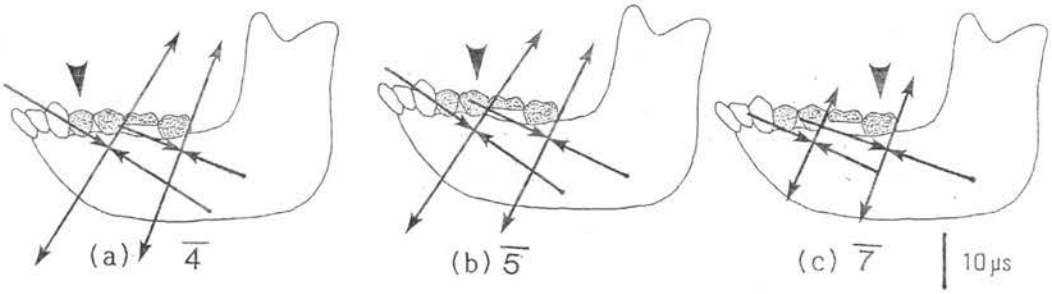

図3　天然歯を支台歯とするブリッジに加えられた垂直荷重による顎骨上の主歪

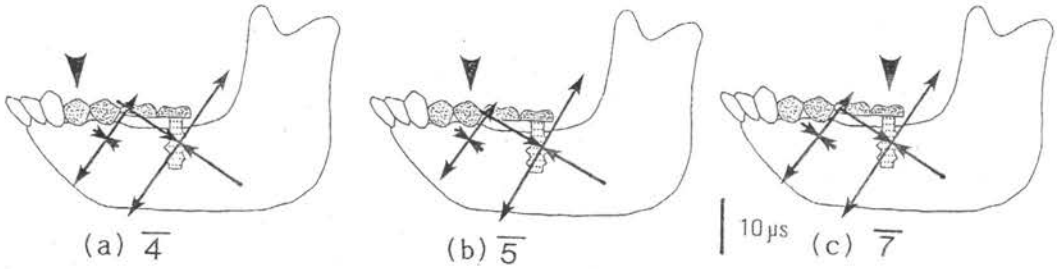

図4　インプラントを支台歯とするブリッジに加えられた垂直荷重による顎骨上の主歪

している．しかし，インプラント支台ブリッジにおける主歪量は，これまで示してきた天然歯列に対する結果（**図2**），天然歯支台ブリッジに対する結果（**図3**）に比較して著しく小さいので，骨に対する為害作用はかなり少ないものと考えられる．第2小臼歯及び第2大臼歯近傍の顎骨上に生じる主歪の方向が平行であることは，第2大臼歯の代替としてのインプラントの植立方向を第2小臼歯の根の植立方向にあわせることによって達成でき，天然歯支台ブリッジより自由度があることを示している．

(2)　ホログラフィ干渉法による結果

図5に天然歯列の試料に加えられた荷重による二重露光ホログラムの再生像及び歯と顎骨に生じた変位方向を図示する．荷重歯は，(a)，(b)，(c)各々第1小臼歯，第2小臼歯，第2大臼歯であり，荷重量は，10Nである．(a)において，$\overline{4}$の荷重歯が最も変位量が大きく干渉縞の方向に垂直な方向に矢印で示される様にやや前方寄りに面外変位している．その隣接歯である第2小臼歯($\overline{5}$)は，干渉縞の向きが逆になり遠心側が上向きに表われている．従って変位方向は，それに垂直な方向で面外変位を生じ

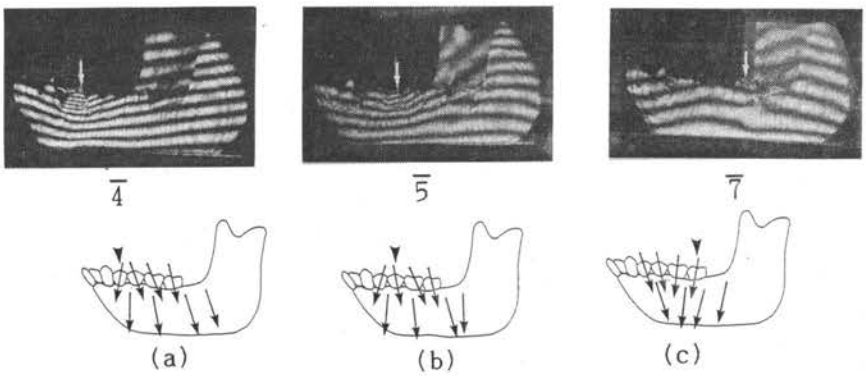

図5　天然歯列に加えられた垂直荷重による歯及び顎骨の変位
図中（↓）は荷重場所を示す．

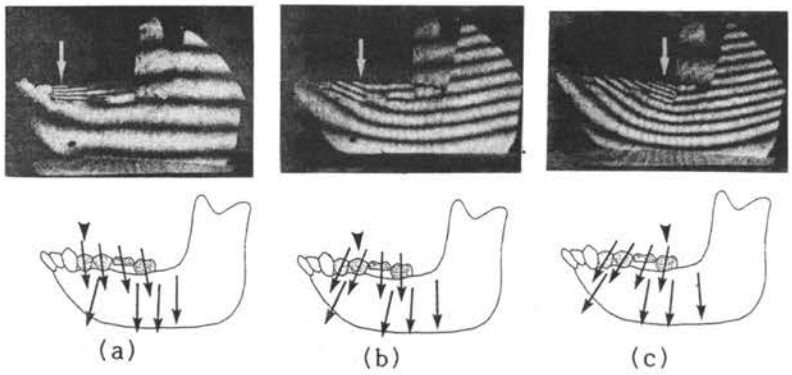

図6　天然歯を支台歯とするブリッジに加えられた垂直荷重による歯及び顎骨の変位

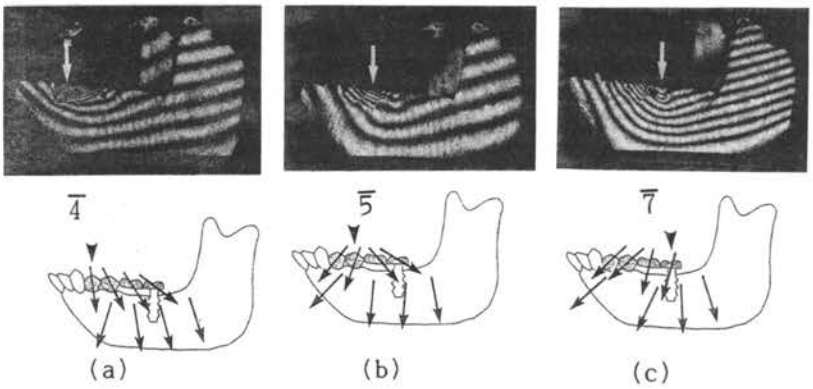

図7　インプラントを支台歯とするブリッジに加えられた垂直荷重による歯及び顎骨の変位

たことになる．顎骨上においては，荷重歯($\overline{4}$)近傍で最も大きく面外変位し近心，遠心に向かうに従って変位量は少なくなっていることがわかる．図6に天然歯を支台とするブリッジについて，(a)，(b)，(c)各々第1小臼歯($\overline{4}$)，第2小臼歯($\overline{5}$)，第2大臼歯($\overline{7}$)に荷重（荷重量10N）を加えた場合得られた結果を示す．これらの歯はブリッジを構成する一部になっているため，荷重歯を変えても，ほぼ一体として変位することを示す干渉縞が得られた．顎骨上では，変位勾配が歯列部より小さい傾向があり，荷重による変位は，ブリッジ部で大きいことを示す結果が得られた．図7にインプラントを支台とするブリッジにおいて前図と同様の実験をした結果を示す．荷重量は，10Nであった．荷重場所が$\overline{4}$(a)，$\overline{7}$(c)の場合，ブリッジ全体として同方向の変位を示した．(a)の場合，荷重歯の干渉縞の密度が大きく基底面に平行な縞が表われほぼ紙面に垂直な面外変位をしていることを示している．隣接する$\overline{5}$もそれに伴って同方向の面外変位を呈している．しかし，$\overline{5}$に荷重を加えた(b)においては，干渉縞の方向より，$\overline{4}$及び$\overline{5}$の上部構造は前方寄りの面外変位を示し，ポンティック及びインプラントの上部構造は後方寄りの面外変位を呈した．すなわち，ポンティックの近心部を境にして変位する方向が異なっていた．従って，この変位現象が長期にわたって続くような条件では，同部位の破損の原因となるか，あるいはインプラント体周辺に大きな歪を生じさせて，骨吸収の原因となることを示唆している．

4. まとめ

(1) 天然歯支台ブリッジでは，ポンティック両端の歯は天然歯であるため自由度がなく，咬合力によってブリッジ及び顎骨に対する為害作用が大きくなる場合がある．

(2) インプラント支台ブリッジでは，ポンティックの近心部を境にして変位する方向が異なる結果が得られた．しかし，インプラントの植立方向を選ぶことが可能であるので，ブリッジ及び顎骨に為害作用が生じないようにすることができる．

参考文献

(1) 三鬼隆利他，城歯大紀要**13**（1984）400.
(2) R. Wytch *et al.* Clin. Biomech **5**（1990）35.