

氏 名	堤 定 美 つつみ さだ み
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1306 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	歯科補綴物に関する力学的研究

論文調査委員 (主 査) 教授 佐藤 進 教授 山田敏郎 教授 大矢根守哉

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、歯科補綴物の設計・製作における力学的諸問題について、主として有限要素法を用いた数値解析により解明したもので、緒論、3編10章および結論から成っている。

緒論では、歯科補綴物の性能を向上する場合に不可欠の課題となる力学的な検討の重要性を述べ、この研究の意義と目的を示している。

第Ⅰ編では、補綴物と歯および歯周組織との力学的関連性を求めることを目的として、正常な歯の咬合力負担あるいは支持状態を表わす2次元および3次元計算モデルを作成し、歯周疾患あるいは歯の欠損などを有する状態と比較・検討している。第1章では、健全歯が示す生理的動揺の非線形特性を再現する2次元非線形弾性モデルを作成し、歯に作用している力の部位やその方向が歯の動揺度および歯周組織の応力分布におよぼす影響について定量的に明らかにしている。第2章では、補綴物をも含めた臼歯の3次元モデルについて弾性応力解析を行ない、補綴物を介して歯に伝達された側方荷重の下での応力状態を調査し、第1章で得られた結果とほぼ一致することを確認している。第3章、第4章では、下顎犬歯から第2大臼歯を含む下顎モデルを用いて、不良補綴物による早期接触、歯槽骨吸収あるいは第1大臼歯欠損の場合を想定して応力解析を行い、正常咬合時の応力状態と比較している。その結果、生体構造の力学的合理性と解析モデルの妥当性を確認するとともに、傾斜荷重時には疾患を有する歯周組織をさらに増悪させる可能性を示唆している。

第Ⅱ編では、補綴物の形態あるいは材質による強度特性の変化について弾塑性応力解析を行い、適正な強度設計のための基礎資料を得ている。第1章、第2章では、可撤性局部義歯の維持装置である直線型ならびに曲線型のクラスプについて有限要素法を適用して、断面形態、漸縮比および長さを種々変化させた場合の変形量と曲げ応力および降伏荷重について解析し、理論値と実験値との比較から解析精度の評価を行い、解析法の有用性を検証している。また、クラスプの形状と強度特性について一般的な表現を示して、簡便なノモグラフを提示している。第3章では、上顎中切歯に補綴した金属焼付ポーセレンクラウンにおける咬合時の応力解析結果を示しており、唇面表層のポーセレン部における引張応力の集中が、同部位で

の破折の多発と結びつくことを見出し、剛性の大きい金属と小さいポーセレンとの組合せにより、またクラウンの辺縁形態をショルダータイプに、さらにポーセレンの被蓄形式をベニアタイプに選ぶことになり、強度特性が改善されることを明らかにしている。

第Ⅲ編では、設計段階から鑄造工程に移った補綴物に生じやすい寸法変化、巣などの鑄造欠陥について、その原因と対策を力学的に究明している。第1章では、鑄型の熱変形について各種鑄型条件の下で数値解析を行い、鑄造過程における鑄型内の膨張・収縮現象を再現し、最終冷却状態の鑄造体の寸法精度の算定値が模型実験結果とよく一致していることを示している。第2章では、鑄込みが開始されると同時に鑄型内に存在していた空気が溶融金属によって排出される過程を、有限要素法にもとづく数値解析から推定している。まず、鑄型材の通気率の測定を行い、鑄型内空気の流量および圧力分布を算出し、ついで湯道取付部やクラウン鑄型内の内面部にガス起因の鑄巣が発生しやすいことを指摘し、鑄型の通気性がそれにおよぼす効果を調査している。第3章では鑄造された補綴物が仕上げ加工によって変形する原因としての鑄造応力に着目し、X線による鑄造体の表面応力の非破壊的測定を行い、鑄造応力の存在を実証するとともに、応力解放と鑄造体の変形との間には強い因果関係があることを確めている。つぎに、逐次薄層除去を実施し、X線応力測定法および歪ゲージ法を用いて鑄造体内部の応力分布を測定し、表層部には圧縮残留応力が存在しているが、内層部では引張残留応力に転じていることを定量的に明らかにした。なお、このX線法による結果は歪ゲージを用いた機械的応力測定法による結果とほぼ一致することを確めている。

結論では、本研究で得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

歯科補綴物の設計・製作にあたっては、口腔生理学など歯科医学的な配慮とともに、力学的な検討を必要とする問題が多く存在する。従来、主として経験的な判断にもとづいて対処されてきたこれらの課題に対して、本研究は数値解析を主な手法として定量的で客観的な基礎資料を得ようとしたもので、得られた成果の主なものは次の諸点に要約される。

(1) 歯・歯根膜および歯槽骨などの生体組織における応力状態を研究するには、生体における直接の実験には制約が多いために、モデルで基礎的な力学解析を行うことが適当と考えられる。そこで、複雑な形状と複合材料の構成体からなる生体組織、すなわち健全状態、歯周疾患、不良補綴物、第1大臼歯欠損の場合の歯周組織あるいは補綴物を含む臼歯の歯周組織などに対して、二次元ならびに三次元の等価モデルを設定し、有限要素法を用いてそれらの力学的性状を定量的に明らかにすることを試みた。解析結果から、健全状態における生体構造の力学的合理性が確認され、応力分布は生体組織の変化部位や顎骨破折の好発部位と密接な関係があることが明らかとなり、補綴物によって適正な咬合力配分をすることの重要性が提示された。歯に加わる荷重の作用点の歯周組織におよぼす影響、荷重方向が歯の動揺におよぼす影響などを明らかにするとともに、不正咬合のときの応力集中部と病理組織観察結果における組織変化部位とが一致することを示した。

(2) 臼歯部に装着される可撤性局部義歯の維持装置であるクラスプについて、有限要素法によって弾塑

性応力解析を行い、クラスプの形態あるいは材質の強度特性に与える影響を検討し、その結果をノモグラフにまとめ設計資料として提示した。また、前歯部補綴物である金属焼付ポーセレンクラウンの破折防止のための材料の組合せおよび形態についても提案した。

(3) 鑄造用合金の鑄造収縮の補正と湯流れの促進を図るために、700度C前後に予熱される歯科鑄造鑄型は、明らかな変形異方性を示すことを見出し、各種境界条件と鑄造体の寸法精度との関係を数値解析で求めるとともに実験的にも確かめ、多変量解析によってノモグラフにまとめて鑄型方法の資料に供している。

(4) 鑄型内空気の浸透流解析によって、流量と圧力分布が推定され、ブラインドベントやリングレス鑄型の採用などで鑄型の通気性を向上させて、背圧による巣の発生を防止する効果を明らかにした。

(5) 鑄造された補綴物が研磨などの仕上げ加工を受けると変形する原因には、凝固時の熱応力による残留応力が強く関与していることを実証した。

以上を要するに、本論文は歯科補綴物を介した咬合力に対する歯および歯周組織の応力負担状態、補綴物の強度特性および鑄造された補綴物に生じる寸法変化や巣の鑄型欠陥の発生原因などの力学的な諸問題を解明し、合理的な補綴物の設計上・製作上に有力な指針を与えたもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。