

歯根周りに発生する応力に及ぼす歯肉退縮等の影響

日大生産工(院) ○大木 文仁 日大生産工 村田 守
日大生産工 西 恭一 日大生産工 坂井 卓爾
日大・歯 中島 昭

1 緒言

歯の矯正治療は審美性を改善し、噛む力を向上させ、歯の周りの歯周組織を健康に維持し、歯の位置を安定させるために行われる。治療では様々な矯正装置から歯に矯正力を加える事により、歯周組織に反応が生じ、その結果、歯の移動が行なわれる。その際、歯が埋まっている部分および周辺には、移動しようとする歯から受ける力が生じているが、実際に口腔内にどのような力分布が発生しているかを三次元的に把握するのは非常に難しいことである。また、複数の矯正装置の併用により力系の複雑化、歯列形態の相違により矯正装置から生じる作用反作用の分布の変化、摩擦力等の原因により治療効果を予測する事は更に難しい問題である。すでに、口腔内に近い条件を再現し、歯の移動時に発生する歯周部の応力分布を三次元的に考察・把握するための、歯根膜、歯槽骨を含めた有限要素解析モデルを作製し、モデルの線形解析と非線形解析を報告したが、今回は、歯の長さは、人によって個人差があるため、歯の長さを圧縮し短くしたモデルの解析結果を報告する。また、速度依存性についての結果も報告する。

2 モデルの作成

歯は、顎骨（歯槽根）の歯槽という穴に埋まっている。歯槽はその形が歯根の形に相当しているが、厳密ではない。ゆえに歯槽の内壁と歯根の表面との間にはわずかな隙間があって、ここに歯根膜が存在している。歯根膜は非常に薄く、0.15～0.38mmの厚さを持った軟部で、歯を歯槽に結合する役目をしている。よって、解析モデルは、歯(Tooth)、歯根膜(PDL)、歯槽骨(Bone)の三つからなるモデルを作製することにした。

2.1 モデル

Fig.1に歯科用CTによるポイントデータを基に描かれた犬歯モデルを示す。ポイントデータは、日本大学歯学部から提供された。Fig.1は、抜歯状態の犬歯を歯科用CTで取り込み、そこで得られたポイントデータを基に汎用可視化ソフトウェアIRIS Explorerで歯の表面を作製し、汎用有限要素法解析ソフトANSYSで取り扱うためにデータ変換を行い、ANSYSで犬歯の表面を表したものである。歯根膜の作成は、歯根膜のポイント間隔を犬歯モデルのポイント間隔に合わせ約0.5mmとし、各ポイントの法線外側0.2mmの所に自動

生成させることによって行った。また、歯槽骨の穴の

形状は、歯根膜が存在するためのわずかな隙間があるが、歯の歯根部とほとんど同じ形状をしている。そこで、犬歯や歯根膜を取り囲む程度の大きさを持ち、歯頸線を歯根膜の時と同様に直線とした歯槽骨モデルを作製する。臼歯についても同様に解析を行った。

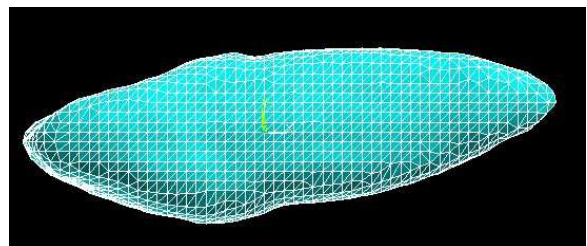


Fig.1 Surface model based on modified CT data

2.2 非線形解析時の材料特性

歯根膜の非線形性を考慮する場合は、応力歪曲線をFig.2のように折線で近似した。引張試験で引張速度を変えた4つを示している。

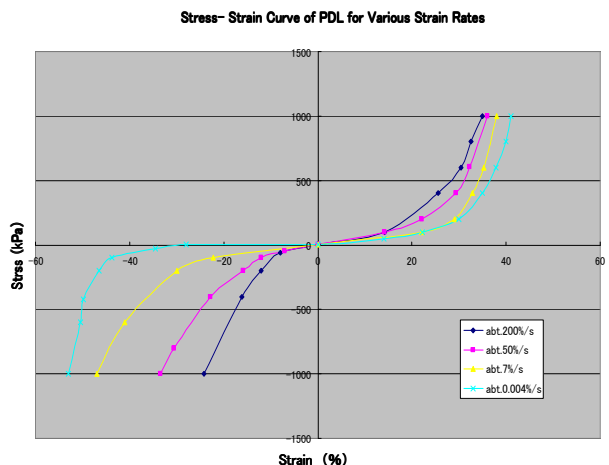


Fig.2 Multilinear expression of PDL's Modulus

3 実験結果および考察

3.1 歯の長さの影響

Fig.3から示されるグラフのX軸（横軸）プロット位置をFig.4に示す。Fig.3は、今まで解析してきた犬歯の実際の長さを100%として、その長さを80%、85%、95%の3通りに圧縮し短くして解析し比較したものである。歯を短くしたモデルの方が発生する応力

は小さいことが分かる。

3.2 引張速度の影響

Fig. 5 は Fig. 4 に示されるように犬歯モデルの歯頸線（スタート位置）から始まって歯根尖を通過して逆側の歯頸線（エンド位置）に戻る Path2 に沿って、歯根膜と歯槽骨の境界部に発生する応力について、引張試験で引張速度を変えた4つを比較し示したものである。ここで、Fig. 4 の Distal Force の矢印は歯にかけた力方向を示している。Fig. 5 から歯頸線（スタート位置）付近で応力が一番大きくなっていることが分かる。また、歯頸線（スタート位置）付近と歯根尖付近で引張速度による差異も大きくなり発生する応力も大きくなっていることが分かる。これは、引張応力が発生する箇所で応力が大きくなるからだと考えられる。また、全体的挙動は似ているもののゆっくり引っ張ったものが比較的大きな応力を示していることが分かる。同様に、Fig. 6 は Path2 に沿って、歯根膜と歯の境界部に発生する応力について、引張試験で引張速度を変えた4つを比較し示したものである。Fig. 6 から歯根膜と歯の境界部に発生する応力分布においては、引張速度による差異はほとんどないことが分かる。

4 結言

犬歯モデルの非線形解析を行い、速度依存性を調べた結果からは、歯周の応力においては歯根膜と歯槽骨の境界部に発生する応力の速度依存性は認められなかった。一方、歯根膜と歯の境界部に発生する応力は速度依存性が認められた。また、引張応力が働いている箇所で応力が大きくなっていることが分かった。

今後の課題として、単独の歯のみではなく、歯列としての有限要素解析モデルを構築し、応力解析を行うことを考えている。

5 参考文献

- 1) 藤田ほか, “歯の解剖学”, 金原出版, (1995)
- 2) 下野正基, “歯科医療の最前線”. 講談社, (1995), pp. 158-182

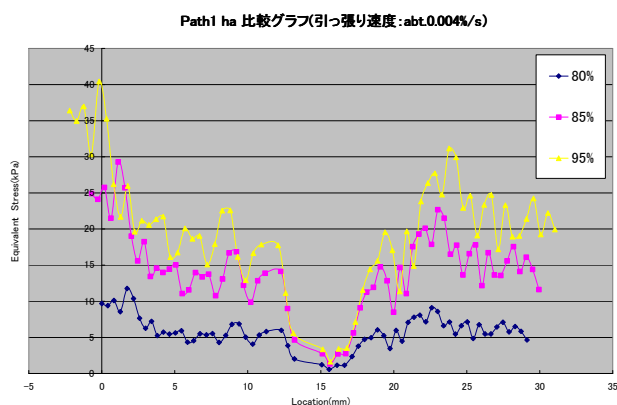


Fig. 3 歯と歯根膜間のPath1に沿った異なる犬歯長さの応力比較

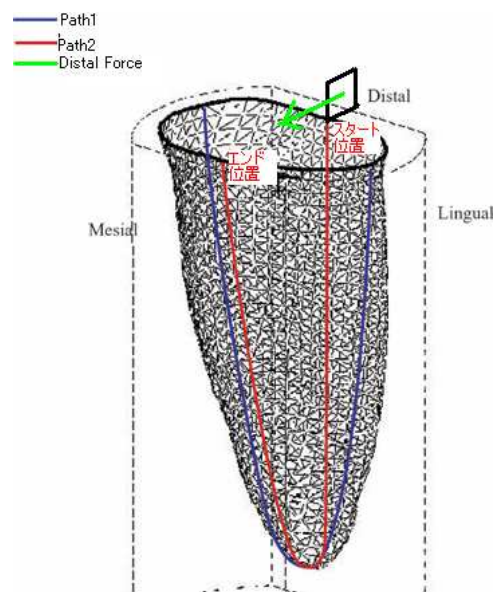


Fig.4 path for stress distribution

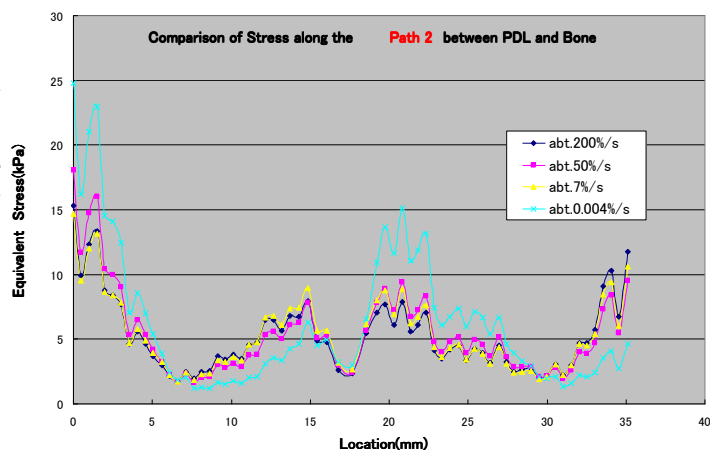


Fig. 5 Comparison of Stress along the Path 2 between PDL and Bone

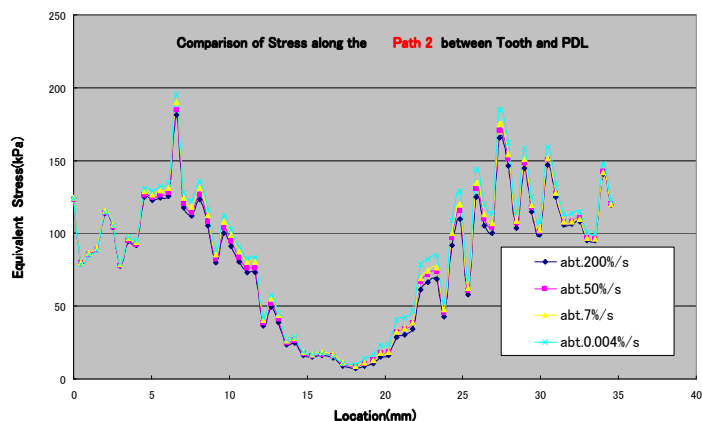


Fig.6 Comparison of Stress along the Path 2 between Tooth and PDL