

矯正歯科における治療支援システムに関する研究

日大生産工 (院) ○荒川 雄一 日大生産工 西 恭一
日大生産工 星野 和義 日大歯学 中嶋 昭

1. 緒言

現在、歯の矯正治療（本研究ではブラケットを用いた矯正治療を対称としている）において、ワイヤーを通じてブラケットに加える力は歯科医の経験と感覚に基づいて決定している。

そこで、CTスキャンを用いて撮影した実物の歯列のCT画像（日本大学歯学部提供）をもとに3Dモデルを作成し、そのモデルをCAE総合ソフトウェアに取り込み、矯正時にブラケットから歯列および歯槽骨に加わる応力を解析する。このような課程を経て矯正歯科の治療支援するシステムの開発を本研究の目的とする。

本報告では、3Dモデルの応力解析時にブラケットへ加える荷重値を決定するため、明らかとなっていない各種ワイヤーからブラケットに伝わる荷重を求める実験の方法およびその結果について報告する。

2. 実験方法および測定方法

実験に用いたワイヤーおよびブラケットを表1、表2に、実験装置のモデルを図1に示す。

歯科矯正において、ワイヤーからブラケットに伝わる荷重はワイヤーの弾性力によるものであると考えられる。そこで、1mm～5mm間の1mm間隔ごとのたわみ量に対する弾性力を測定する。以下①～⑧は図1中の番号を示す。

- 1) アルミ合金の板 (①) の上にブラケット二つ (②) を20mmの間隔を空けて接着剤を用いて固定する。
- 2) 固定したブラケットにワイヤー (③) を実際の治療に用いられる矯正歯科専用の輪ゴム (④) を用いて固定する。
- 3) 固定した二つのブラケットの中央に新たにブラケット一つ (⑤) を配置し、さらに爪糸 (⑥) を介して (⑦) と接続する。
- 4) 厚さ1mmの鉄板 (⑧) を中央に配置したブラケットの下へとおす。この状態でばね測りをブラケットに対して真上方向へ引き、ブラケットが鉄板から浮いた時の力をそのたわみ量に対するワイヤーの弾性力とする。

表1 実験に用いたワイヤーの種類

記号	主成分	断面形状	寸法[mm]
A	Fe-Cr-Ni	円形	直径0.41
B	Fe-Ti-Mo	長方形	高さ0.25 幅0.17
C	Fe-Ti-Nb	長方形	高さ0.25 幅0.17
D	Fe-Cr-Ni	長方形	高さ0.25 幅0.21

表2 実験に用いたブラケットの種類

種類	用途
ステンレスブラケット	上顎 側切歯用
プラスチックブラケット	上顎 側切歯用
セラミックブラケット	上顎 側切歯用

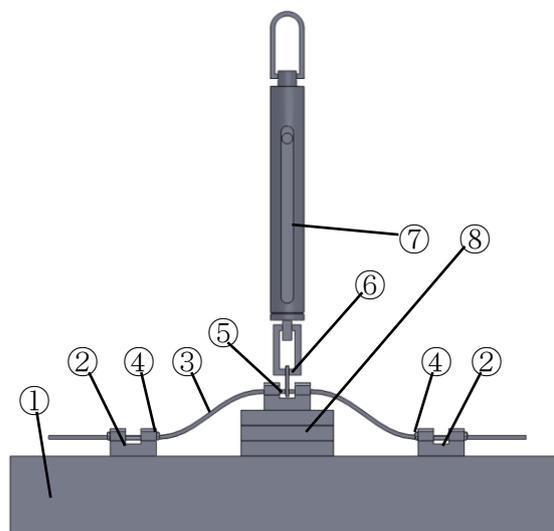


図1 実験装置のモデル

- 5) 4) の操作をたわみ量が5mmとなるまで繰り返す。測定は同じ条件について3回ずつ行い、その平均を各条件における測定結果とする。

Study on Support System in Orthodontic Treatment

Yuuichi ARAKAWA, Yasukazu NISHI, Akira NAKAJIMA and Kazuyoshi HOSHINO

3. 実験結果

3. 1 ワイヤーの違いによる弾性力の差

ブラケットをステンレスブラケットに限定し、各4種類のワイヤーについて行った測定の実験結果を図2に示す。

ワイヤーBにおいて4mmを越えたところから逆に力は減少しているが、これはワイヤーが塑性域に入ってしまったためである。

ワイヤーBとワイヤーCについて、力が7.0Nを越えたあたりから数値が横ばいとなるが、これは固定に用いた輪ゴムがそれ以上の力になると伸びてしまうことが原因である。ワイヤーDの数値は7.0N以上に達しているが、この時ワイヤーは輪ゴムの過剰な伸びによりブラケットから外れてしまっているため、この領域は実際の治療には用いることはと考えられる。その様子を図3に示す。

3. 2 ブラケットの違いによる弾性力の差

ワイヤーをワイヤーBに限定し、各3種類のブラケットについて行った測定の実験結果を図4に示す。

図4より、ブラケットの材質の違いによるワイヤーの弾性力による荷重の差は無いということがいえる。ただし、ブラケットから歯に伝わる応力については、先行研究¹⁾においてステンレスブラケットが他の2種類のブラケットより優れるという報告がある。

4. 結言

今回の実験により、今まで不明であったブラケットがワイヤーから受ける荷重の大きさが明らかとなった。これにより、CAE総合ソフトウェアによる3Dモデルの応力の解析の際に、ブラケットに加える力の具体的な数値を決定することが可能になった。

今後の課題として、ワイヤーをブラケットに固定する方法は本報告で取り上げた輪ゴムによる固定の他に、針金やブラケットの機構により固定する方法なども存在するため、これらの条件下についても測定を行い明らかにする必要がある。また本研究の最終的な目的である歯科矯正における治療支援システムを構築するための課題としては、CT画像から3Dモデルを作成するためにCT画像のノイズを除去し、歯の輪郭を抽出できるソフトウェアを開発することや歯科矯正における歯の移動は歯槽骨に加わる応力による歯槽骨の破壊と再生により起こるものであるが、これにはどの程度の力が必要になるのか、またそれには年齢などによる個人差はどの程度存在するものなのかといった歯学的な課題などがあげられる。

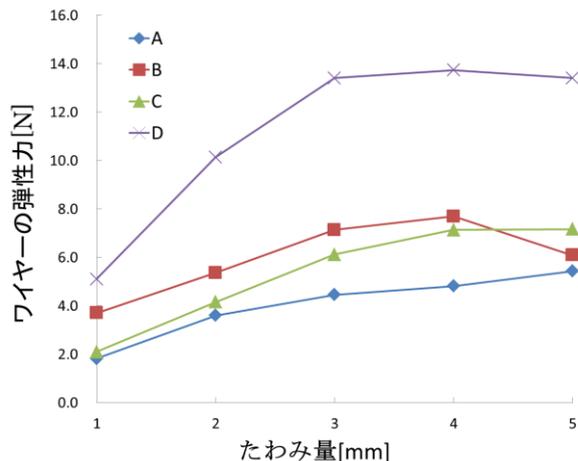


図2 ワイヤーの違いと弾性力の関係



図3 ゴムが伸びて外れているワイヤー

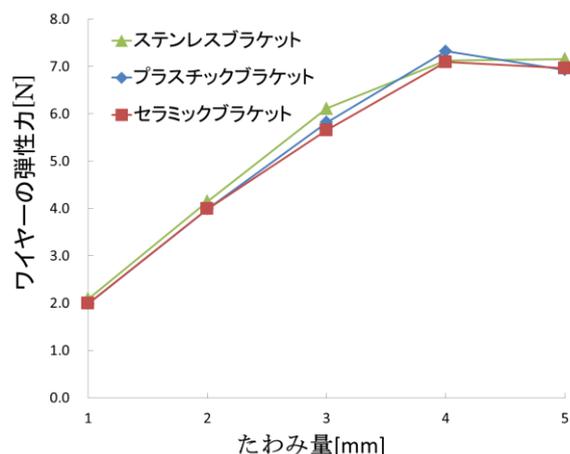


図4 ブラケットの違いと弾性力の関係

「参考文献」

- 1) 川合庸介, 西恭一, 村田守, 中嶋昭 他
歯科矯正治療における歯および歯周辺組織の
応力解析
日本機械工学会九州支部宮崎講演会講演論
文集 No.118-3,(2011),pp.149-150