

歯科矯正における 4 本および 6 本同時移動治療時の Bowing Effect に関する FEA による検討

日大生産工 (院) ○高橋 倫敦 日大生産工 西 恭一
日大生産工 高橋 進 日大・歯学 中嶋 昭

1 緒言

歯科矯正治療では、変形させたワイヤーがもとの形状に戻ろうとする力を利用して矯正を行い、抜歯を伴う歯科矯正治療においては、歯間を閉塞する Space closing の場合、Closing loop を付加したアーチワイヤー (Closing arch wire : 以下 CAW) を用いる。現在行われている Space closing 治療では、①第一小臼歯を抜歯後、犬歯を第一小臼歯の位置まで移動させる。その後、②CAW を用いて前歯部を奥歯方向へ移動し歯間を閉じる手順が採られている。①を省略し、直接 CAW を用いて Space closing を行うことで、治療期間の短縮により患者の負担を軽減することができる。しかし、Closing loop が閉じる際、Bowing effect (前歯・奥歯部に生じる下方方向の力) が生ずる。この力は、前歯・奥歯部の下方への移動および内側への傾きを発生させ、不正咬合の原因となるため、なるべく小さい値になることが望ましい。そこで本研究では、CAW が装着された歯列の Bowing effect を、有限要素解析 (FEA) により従来の治療法と新規の治療法で比較し、さらに Closing loop 位置を変更した時に Bowing effect へ及ぼす影響を解明し、本治療法の妥当性を検証する。

2 方法

2.1 解析対象

歯科学における歯の名称および番号を Fig.1 に示す。本研究では、T4 および T8 を抜歯後、T3 を T4 の位置まで移動した状態から、T1, T2 を T3 と接するまで移動させる治療 (4 本同時移動 : Case1) T4, T8 を抜歯後、直接 T1, T2, T3 を T5 と接するまで移動させる治療 (6 本同時移動 : Case2) の二つを解析対象とする。Case1 では、左右の T1, T2 を同時に移動させるので、動かす歯の数は 4 本となる。

2.2 解析モデル

本研究では Table1 の諸元表をもとに 2 種類の上顎用 CAW モデルを 3D-CAD・CAE ソフトウェア SOLIDWORKS にて構築する。

Table1 Dimensions of closing arch wire^{2),3)}

Wire of cross section [in]	0.020×0.025
Material	SUS304
Lingual root torque (Twisting angle)	2-1 1-2 : +10° 3 3 : -7° 7-5 5-7 : -12°
Dimensions and position of closing loop	Height : 7.5[mm] Width : 2.0[mm] Position : 3-2 2-3
Activation amount	1.0[mm]

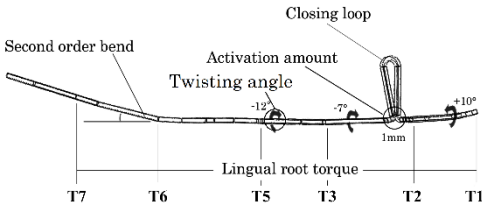
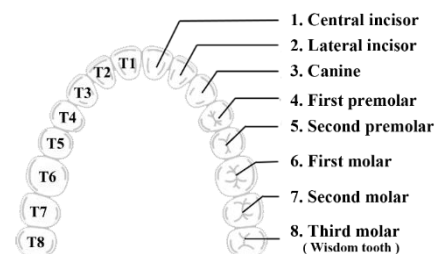



Fig.1 Teeth and thiers numbers

要素数および節点数はそれぞれ平均で、8175, 16424 である。なお、Bowing effect を抑制するため CAW に付与される Twisting angle と Second order bend angle は、純粋な Bowing effect を求めるため、ともに 0 とする。さらに Closing loop 位置を前歯部端 (Case1 : T2, Case2 : T3) から奥歯方向へ 1.5[mm], 3[mm], 6[mm] とした CAW モデルをそれぞれ作成する。

Investigation on Bowing Effect of En-Masse Movement in Orthodontic Treatment using FEA

Michinobu TAKAHASHI, Yasukazu NISHI, Susumu TAKAHASHI, Akira NAKAJIMA

Fig.2 にモデルの一例と境界条件を示す．各歯に CAW を固定するためのステンレス製ブラケットを Fig.3 に示すように，仮想壁とローラーライダーの境界条件に置き換え，CAW との接触面に摩擦係数 0.073¹⁾を設定した．また，CAW の一端に対して奥歯方向への強制変位 1[mm]を付与することで装着時の CAW 形状と一致させ，FEA 結果から各ブラケットに作用する反力を得る．CAW の材料定数を Table2 に示す．

Table2 Material properties^{2),3)}

Material	Young's modulus [GPa]	Poisson's ratio
SUS304	197	0.30

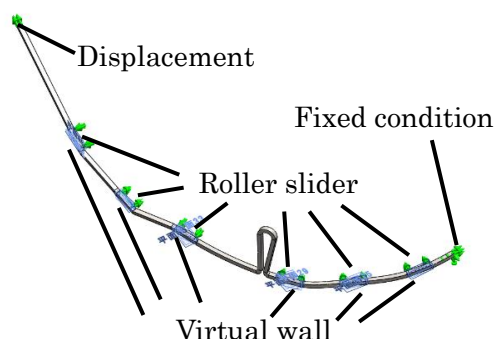


Fig.2 CAW model (Case2, location of closing loop:1.5[mm])

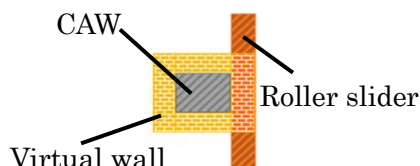


Fig.3 Boundary conditions at location of bracket

3 結果および考察

2 種類のモデルの上下方向の反力をそれぞれ Fig.4, Fig.5 に示す（上方向：正）．どちらのモデルにおいても Closing loop の前歯部からの位置が 6[mm] の場合がもっとも Bowing effect が少ないことがわかる．また Case1 では，T2 に働く反力は Case2 と比較すると極めて小である．これは，T3 が Closing loop の前に配置される事により，Case1 において T2 にかかる反力が，T3 にかかるためと考えられる．このことから Case2 の治療は T2 に与える下方向の反力を Case1 の治療に比べ大きく低減させ，その中でも Closing loop の前歯部からの位置が 6[mm] の場合が最も Bowing effect を低減させることがわかった．

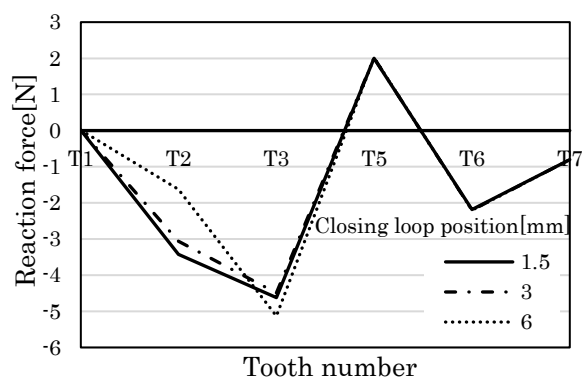


Fig.4 Reaction force at location of bracket in vertical direction (Case1)

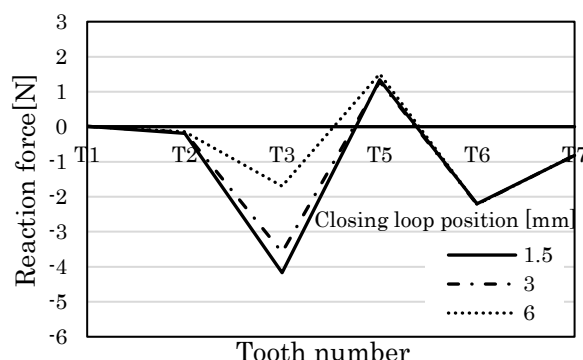


Fig.5 Reaction force at location of bracket in vertical direction (Case2)

4 結言

1. Closing Loop の位置を前歯部から離すほど Bowing effect が低減されることがわかった．
2. Case2 の治療法は，Case1 の治療法と比較して T2 に与える反力を低減させ，不正咬合を抑制できることがわかった．

「参考文献」

- 1) 多部田敦己，有限要素解析による歯科矯正用アーチワイヤーの定量設計手法に関する研究，日本大学，生産工学研究科，修士論文，(2017)，p. 50.
- 2) 多部田敦己，西恭一，高橋進，中嶋昭，小作一仁，清水典佳，Closing arch wire による矯正力の解析手法，設計工学会 2017 年度春季研究発表講演会，(2017)，p. 41.
- 3) 西恭一，中嶋昭，多部田敦己，小作一仁，清水典佳，高橋進，Space closing の際に生じる矯正力についての検証，第 75 回日本矯正歯学会大会，(2016)，p. 182.