

論文審査の結果の要旨

氏名：船 木 弘

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：Basic research on the development of a device for predicting the fracture of
a nickel titanium rotary file applying eddy current

(ニッケルチタンロータリーファイルの渦電流を応用した破折予知装置開発の基礎的研究)

審査委員：(主査) 教授 小方 頼 昌

(副査) 教授 吉垣 純 子

教授 松島 潔

ニッケルチタン(NiTi)ファイルは根管への追従性が高いことから、根管拡大による根管の変位が少なく、NiTi ファイルの使用はステンレススチールファイルより成功率が高くなるといわれている。一方、NiTi ファイルの大きな欠点に、根管形成中の器具破折があげられる。NiTi ファイルは超弾性特性を有するため、塑性変形を起こしづらく、外観から廃棄時期を判断することは困難であり、NiTi ファイルの臨床使用における器具破折率は0.9%から5.1%と報告されている。

一方、金属産業および科学では、破壊することなく材料の劣化を評価するための非破壊検査法が使用されている。一般的な非破壊検査には電磁、超音波および液体浸透試験などがある。被破壊検査の一つに導電性材料の検査に使用される電磁法を用いた渦電流非破壊検査がある。渦電流探傷試験は、交流を流した試験コイルによって試験体の表面近傍に渦電流を誘導する。試験体表面における亀裂などの欠陥によって、その起電力が変化するので、試験コイルの起電力が変化するので、試験コイルの起電力の変化を利用して探傷を行うことができる。非磁性導体は磁性導体に比較して亀裂の検出が困難であると言われている。著者らは直近に渦電流探傷試験法を用いて、ステンレススチール製の器具のクラックの検出を試みた報告をしている。ニッケルチタン棒と同様におこなったところ、ニッケルチタンでは検出困難であった。

そこで、ニッケルチタン製根管器具の亀裂の検出のために新たな方法を見出すことを本研究の目的とした。

被検体はNiTi ファイルの作製に使われる直径1.3 mmのニッケルチタン棒を用いた。30 mmの長さで切断し、断端から5 mm, 10 mmの部位に厚さ0.5 mmのダイヤモンドディスクで、ステンレス棒の長軸に対して直角に、ステンレス棒の直径の1/4, 1/2, 3/4の深さの溝を切削した。溝のないものをコントロールとしてA群とした。断端から5 mmの部位で溝があり溝の深さが1/4, 1/2, 3/4のものをB-1, B-2, B-3群とした。さらに断端から10 mmの部位で溝のあるものを同様にC-1, C-2, C-3群とした。各々1群あたり、10個の被検体を作製した。励磁コイルは0.1 mmのポリエステル銅線を直径0.75 mmのフェライトロッドに30 mmの幅で3,000回巻き、励磁コイルに発振器で周波数1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 電圧6 V (p-p)の正弦波を作り、増幅器で3倍に増幅し供給した。励磁コイルの端から1 mmに位置し、被検体の長軸に対し、1 mmずつ移動する。被検体の両端に電極を固定した電圧の計測と励磁コイルに最も近い位置にある被検体の1 mmの間隔に電極を装着し、被検体を端から-5 mmから+15 mm移動しながら、つねにこの位置を測定した。

その結果、

- ① 渦電流探傷試験と同様な方法でセンサーコイルでの電圧の変化の測定を試みた。検体を装着なし、あるいは装着の場合でも変化は認められなかった。
- ② 電極を1 mm間隔で装着した場合には、溝を付していないコントロールのA群では、一定の0.15 mVを示したが、溝を端から5 mm付したB群では溝を付した位置での計測でA群の測定値に対し直径1/4の溝の深さのB-1群では差を認めず、B-2群(直径1/2の深さ)およびB-3群(直径3/4の深さ)ではそれぞれ 0.08 ± 0.015 mV, 0.28 ± 0.018 mVの負のピークを認めた。B群ではB-3でコントロールのA群と比較して1%の危険率で有意差を認めた。溝を端から10 mm付したC群

では溝を付した位置での計測で A 群の測定値に対し直径 1/4 の溝の深さの C-1 群では差を認めず、C-2 群 (直径 1/2 の深さ) および C-3 群 (直径 3/4 の深さ) ではそれぞれ $0.09 \pm 0.013 \text{ mV}$, $0.31 \pm 0.011 \text{ mV}$ の負のピークを認めた。C 群では C-3 でコントロールの A 群と比較して 1% の危険率で有意差を認めた。

今回の研究では、計測器の測定範囲限に近い範囲での計測となった。結果からは直径の 3/4 の溝を付した被検体のみがコントロールに対して有意差を認め、溝の検出が可能であった。このレベルの検出では臨床応用に困難であるが、計測精度の向上と分析手法を応用することによって小さな亀裂に対しても検出が可能になると示唆した。

本論文の結果は、NiTi ファイルに生じる亀裂を、使用中に破折する前に検出する装置の開発に寄与し、安全な歯内療法の実現に貢献するところは大である。

よって本論文は、博士 (歯学) の学位を授与されるに値するものと認められる。

以 上

令和 2 年 2 月 2 0 日