

鑲付の簡易化に関する研究

学位論文内容の要旨

I. 緒 言

鑲付法は、歯科補綴物を作製する上で欠かせない金属接合法の一つとして、広く用いられていて、精度及び強度の向上、作業の省力化などを目的にこれまで数々の研究開発が行われている。火炎鑲付法は、各種鑲付法の中で比較的手軽に行うことができ、その操作さえ熟練すれば、その精度は実用上支障はないものと考えられているが、複雑な操作手順のために、術者の熟練度によって鑲付の結果に差が生じることが多い。そこで本研究では一般的な火炎鑲付法の手順として行われている母材金属の仮着、鑲材及び、フラックスの供給を1つのステップとして簡易化し、鑲付は一定の温度に設定された電気炉を用いて行うシステムの開発を試みた。また、この仮着材としての働きを合わせ持った鑲材を用い、さらに炉内鑲付を行うことで、鑲付作業の簡易化および鑲付結果の均質化と質的向上を計ることを目指し、それを評価する上で、現在最も一般的に行われている火炎鑲付法との比較検討を行った。

II. 予 備 実 験 — 仮着材として使用可能な粉末鑲の試作 —

まず鑲材が仮着材として使用可能であることを考慮し、粉末状の鑲とフラックスを混入し、賦形が容易でなおかつ、ある程度の強度があることを条件に、結合材としてスティッキーワックスを選択し、実際にそのような鑲を用いて鑲付が可能か否かを検討した。鑲付される母材としては12%金含有金銀パラジウム合金のバージンメタルを用いた。使用した鑲材はコントロールとして、金銀パラジウム鑲を用い、これに対して溶融したスティッキーワックスの中に粉末状のフラックスと粉末状のコントロールと同じ鑲を混入した粉末鑲（以下ワックス粉末鑲）を用いた。この2種類の鑲材を用いて母材金属を突き合わせ継ぎ手として、火炎鑲付法で鑲付し、引張り試験を行った。その結果、コントロールとワックス粉末鑲の引張り強さはほぼ同程度を示した。しかし、破断面及び鑲付部断面の観察によると、ワックス粉末鑲は従来法のコントロールに比べて鑲の内部に欠陥が数多く観察され、結合材のワックス、フラックスの配合比、粉末状の鑲の形状および大きさなどについて検討が必要と思われた。また、火炎の代わりに熱源として電気炉を用いて鑲付を試みたが、鑲の酸化が著しく、鑲付は不可能だった。

III. アロンアルファ粉末鑲の開発

鑲付される母材としては12%金含有金銀パラジウム合金のバージンメタルを用い、100 μ mの隙間ゲージを介して治具に固定した。継手形状は突き合わせ継手とし、鑲付用埋没材を用いて埋没した。粉末鑲は鑲の形状、大きさ、混入するフラックスの配合比を変えた9種類を用いた。削片状の鑲はコントロールに使用した金銀パラジウム鑲をヤスリ掛けして作製したもの1種類で、球状の鑲はアトマイズ法によって作製した2種類の粒径（平均粒径20 μ mと50 μ m）を使用した。粉末状の鑲

を混入する結合材は結合性と焼却性に優れている瞬間接着材を使用した。粉末状のフラックスは、ホウ砂とホウ酸を主成分とする高温用フラックスを一旦熔融し、硬化させてガラス状にしたものを再度粉末状にしたものである。

鑢付の手順は粉末状の鑢とフラックスを混合したものに純水を加え、良く混和してペースト状にし、鑢付間隙に流し込むと同時に鑢付後の鑢材の体積収縮を見込んで必要とされる量を鑢付部に盛り上げ、鑢付部以外の周囲にはアンチフラックスとして研磨用のルージュ（酸化クロム Cr_2O_3 ）を塗布した。その後、ドライヤーで1分間、流し込んだ粉末鑢の水分を乾燥させた後、瞬間接着材を粉末鑢の上に一滴たらし浸透硬化させ、仮着を行なった。電気炉内で母材金属表面ならびに粉末鑢の酸化をある程度抑制するために、黒鉛るつぼに試料を入れ、炉内で 850°C で加熱した。黒鉛るつぼはあらかじめ 850°C に加熱しておき、試料を炉内に入れた時の炉内温度の低下を最小にするよう配慮した。今回の試料の大きさで炉内温度を 850°C に設定した場合は、削片状の粉末鑢では3分間、球状の粉末鑢では2分間で、鑢付が完了することをあらかじめ確認しておいた。

以上の実験で得られた試料から、鑢付部分の引張り強さと引張り試験後の試料破断面及び、鑢付部分の断面における金属組織の観察を行い、現在最も一般的に行われている、火炎鑢付法との比較検討を行った。

IV. 結 論

粉末状の鑢材とフラックスの混合物および瞬間接着材で構成され、炉内で鑢付ができる仮着材としての役割を持つ新しい鑢材を開発した。この鑢材を用いた鑢付結果を従来の火炎鑢付法と比較検討し、以下の結論を得た。

1. 新たに開発した粉末状の鑢とフラックスの混合物を純水を用いてペースト状にし、これをあらかじめ埋没材で固定された母材金属の鑢付間隙に必要な量だけ流し込み、乾燥後に瞬間接着材を滴下して硬化させることで母材金属を仮着した。そして、電気炉内に設置された黒鉛るつぼ内で決められた温度で一定時間加熱すると、鑢付を行うことができた。

2. 粉末鑢の形状に関しては削片状のものは、球状のものに比べて鑢付に要する時間が長くなり、鑢付部分の拡散が著しく、結晶粒も粗大化して従来法の火炎鑢付に比べて鑢付部の引張り強さが小さかった。

3. 球状粉末鑢を用いた場合は従来法の火炎鑢付に比べて鑢付部の引張り強さは同程度の値が得られ、さらに削片状の粉末鑢に比べて鑢付結果を良好にする上でのフラックスの配合比を少なくすることができた。

4. 引張り試験後の鑢付部の破断面はフラックスの配合比が39:1と少なく、粒径が平均 $20\ \mu\text{m}$ 程度の球状粉末鑢を用いた場合に気泡などの欠陥が最も少なく、均一な構造を呈していた。

5. 鑢付部の断面による金属組織は削片状粉末鑢では拡散が著しく、結晶粒の粗大化が観察された。また、鑢付に要した時間が比較的長いこともあって過熱が生じたと思われる。球状粉末鑢の場合は、削片状粉末鑢のような拡散および結晶粒の粗大化は観察されなかった。このことは鑢付に要した時間が比較的短いこともあって過熱が生じることもなく結果的に比較的良好な鑢付が行われたことを示している。

6. 今回新しく開発した仮着材の働きを持った粉末鑢と炉内鑢付法を用いると、母材金属の仮着、鑢材及び、フラックスの供給を1つの作業ステップに簡易化でき、さらに埋没材で固定後、使用する鑢材ごとに決められた温度と時間、電気炉で加熱すれば術者の技能の差にかかわらず、ばらつきの少ない鑢付結果の得られることがわかった。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 内 山 洋 一
副 査 教 授 亘 理 文 夫
副 査 教 授 川 崎 貴 生

学 位 論 文 題 名

鑢付の簡易化に関する研究

本研究は一般的な火炎鑢付法の手順として行われている母材金属の仮着、鑢材及び、フラックスの供給をまとめて1つのステップとし、後はそのまま埋没し、鑢付は一定の温度に設定された電気炉を用いて行うシステムの開発を目的としている。その中で、この仮着材としての働きを合わせ持った鑢材を用い、さらに炉内鑢付を行うことで、鑢付作業の簡易化および鑢付結果の均質化と質的向上を計ることを目指し、現在最も一般的に行われている火炎鑢付法との比較検討を行っている。

まず、予備実験として鑢材を仮着材として使用することを考慮し、スティッキーワックスに粉末状の鑢とフラックスを混入し、鑢付が可能か否かを検討している。鑢付される母材としては12%金含有金銀パラジウム合金のバージンメタルを用い、鑢材はコントロールとして、金銀パラジウム鑢を用い、これに対してスティッキーワックスの中には粉末状のフラックスと粉末状のコントロールと同じ鑢（以下ワックス粉末鑢）を混入し、この2種類の鑢材を用いて火炎鑢付法で鑢付して、引張り試験を行っている。その結果、コントロールとワックス粉末鑢の引張り強さはほぼ同程度を示したが、電気炉を用いて鑢付を行った場合は、鑢の酸化が著しく、鑢付は不成功に終わっている。

炉内鑢付用としてのアロンアルファ粉末鑢の開発

予備実験と同じメタルを、100 μm の隙間ゲージを介して治具に固定し、鑢付用埋没材を用いて埋没したものを用意し、粉末鑢は鑢の形状、大きさ、混入するフラックスの配合比を変えた9種類を用いている。鑢は削片状の鑢を1種類と、2種類の粒径の球状の鑢（平均粒径20 μm と50 μm ）を使用している。粉末状の鑢を混入する結合材は結合性と焼却性に優れている瞬間接着材を使用し、鑢付の手順は粉末状の鑢とフラックスを混合したものに純水を加え、良く

混和してペースト状にし、鑲付間隙に流し込むと同時に必要とされる量を鑲付部に盛り上げ、粉末鑲の水分を乾燥させた後、瞬間接着材を使用して仮着を行っている。電気炉内で母材金属表面ならびに粉末鑲の酸化をある程度抑制するために、黒鉛るつぼに試料を入れ、炉内で850℃に加熱し、鑲付を行っている。

以上の実験で得られた試料から、鑲付部分の引張り強さと引張り試験後の試料破断面及び、鑲付部分の断面における金属組織の観察を行い、火炎鑲付法との比較検討を行い、以下の結論を得ている。

1. 新たに開発したアロンアルファ粉末鑲を用いることで母材金属を仮着し、埋没固定後、そのまま電気炉内に設置された黒鉛るつぼ内で決められた温度で一定時間加熱すると、鑲付を行うことができること。

2. 粉末鑲の形状に関しては削片状のものは、球状のものに比べて鑲付に要する時間が長くなり、鑲付部分の拡散が著しく、結晶粒も粗大化して従来法の火炎鑲付法に比べて鑲付部の引張り強さが小さかった。球状粉末鑲を用いた場合は、従来法の火炎鑲付法に比べて鑲付部の引張り強さは同程度の値が得られ、さらに削片状の粉末鑲に比べて鑲付結果を良好にする上でのフラックスの配合比を少なくできること。

3. 引張り試験後の鑲付部の破断面は、フラックスの配合比が39:1と少なく、粒径が平均20 μ mの球状粉末鑲を用いた場合に気泡などの欠陥が最も少なく、均一な構造を呈していること。

4. 今回新しく開発した仮着材の働きを持った粉末鑲と炉内鑲付法を用いると、母材金属の仮着、鑲材及び、フラックスの供給を1つの作業ステップに簡易化でき、さらに埋没材で固定後、使用する鑲材ごとに決められた温度と時間、電気炉で加熱すれば術者の技能の差にかかわらず、ばらつきの少ない鑲付結果の得られること。

上記の研究につき、主査、副査が一堂に会し、学位申請者に研究内容について説明を求めた後、質疑を主として審査を行った。学位申請者は研究の意図について明確に説明するとともに、鑲付についての広範な知識を披歴し、この研究が歯科臨床に貢献することを見定めた上で十分な準備を持ってなされたことが認められた。さらに、本研究が歯科臨床における鑲付の技法をより簡易化するとともに高品質化を図る上で価値があり、博士(歯学)を授与するに値することを全員が認めた。