

## 論文の内容の要旨

氏名：高 宮 寛

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：Bond performance and mechanical properties of self-adhesive flowable resin composites  
(自己接着性フロアブルコンポジットレジンの接着性能および機械的性質)

歯面処理を必要としない自己接着性フロアブルコンポジットレジン（以後、自己接着性レジン）は、臨床応用が開始されて 10 年以上が経過している。しかし、その歯質接着性能は低いとする報告も多く、臨床における適応症には制限がある。最近、自己接着性レジンの更なる接着性能の向上を図った製品が開発、臨床使用されている。しかし、これらの製品に関する情報は少なく、不明な点が多いのが現状である。そこで本論文の著者は、最近の自己接着性レジンの歯質接着性能および機械的性質を把握することを目的として、剪断接着試験および辺縁漏洩試験から歯質接着性能の評価を行うとともに、摩耗試験および微小硬さ試験から機械的性質を評価、検討を加えた。

供試した自己接着性レジンには、従来から使用されている Constic (CO), Fusio (FU) および Vertise Flow (VF) の 3 製品と、最近市販された自己接着性レジンとして Fit SA F03 (FS3) および Fit SA F10 (FS10) の 2 製品とした。接着試験用試片の製作は、ISO 29022 に準じて行った。すなわち、ウシ下顎前歯冠部を常温重合レジンに包埋し、エナメル質および象牙質平坦面が得られるように唇側中央部を研削した後、耐水研磨紙の P400 まで研磨して、これらを被着面とした。エナメル質に対しては、レジンペーストの填塞に先立ってリン酸エッチングを 15 秒間行った条件と、これを行わない条件の 2 条件を設定した。次いで、各条件の被着歯面に Ultradent 接着試験用治具を固定し、レジンペーストを填塞して照射を行い、接着試験用試片とした。製作した接着試片は、24 時間、37°C 精製水中に保管した後、万能試験機を用いてクロスヘッドスピード毎分 1.0 mm の条件で剪断接着強さを測定した。なお、試片の数は各条件について 15 個とした。

辺縁漏洩試験においては、唇側中央部に直径 4.0 mm、深さ 2.0 mm の半円形の窩洞を形成した後、接着試験と同様の条件で自己接着性レジンで填塞して照射を行い、これを辺縁漏洩試験片とした。製作した試片は、24 時間、37°C 精製水中に保管した後、ディスク状研削・研磨材を用いて研磨を行った。次いで、5°C~55°C のサーマルサイクル試験を 2,000 回行った。所定のサーマルサイクル試験が終了した試片について、0.1% 塩基性フクシン溶液に 24 時間浸漬後、切縁から根尖側方向に縦切した。辺縁漏洩の観察には、共焦点レーザー顕微鏡を用いて観察し、色素の侵入程度から 6 段階に分類した。すなわち、0 度：色素侵入を認めない、1 度：色素侵入がエナメル質の厚径 1/2 に留まるもの、2 度：色素侵入がエナメル質の厚径 1/2 を超えるが、エナメル-象牙境まで達しないもの、3 度：色素侵入が象牙質の厚径 1/3 に留まるもの、4 度：色素侵入が象牙質の厚径 1/3 を超えるが、2/3 は超えないもの、5 度：色素侵入が象牙質の厚径の 2/3 を超えるものとした。なお、試片の数は各条件で 10 個とした。

摩耗試験は、アラバマ式摩耗試験機を用いて行った。すなわち、直径 6.5 mm、深さ 4.0 mm の穴の開いた円柱状ステンレス製金型に自己接着性レジンで填塞して、照射を行い、耐水研磨紙の P4,000 まで研磨し、摩耗試験用試片とした。アンタゴニストとしては、半径 2.87 mm のステンレス球を使用し、最大荷重 78.5 N、周波数 2 Hz の条件で摩耗試験を 400,000 回行った。試験終了後、非接触型光学表面形状測定装置を用いて、摩耗量 (mm<sup>3</sup>) および最大摩耗深さを (μm) を求めた。なお、試片の数は各条件について 12 個とした。

ヌーブ硬さ試験は、直径 6.0 mm、高さ 2.0 mm のテフロン型に自己接着性レジンで填塞して、照射を行い、耐水研磨紙の P2,000 まで研磨し、ヌーブ硬さ試験用試片とした。製作した試片は、湿度 100% の暗所に 24 時間保管した後、微小硬さ試験機を用いて荷重 1.96 N、荷重保持時間 15 秒の条件でヌーブ硬さを求めた。なお、試片の数は、各条件について 12 個とした。また、摩耗試験終了後の試片の代表例および接着界面については、通法に従って試片を製作し、走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて観察した。

接着試験の結果から、自己接着性レジンの接着強さは、用いた製品および歯質によって異なるもの

であった。エナメル質接着強さは、リン酸エッチングを行わない条件では 6.5~12.2 MPa であり、リン酸エッチングを行った条件では 22.5~32.5 MPa であった。一方、象牙質においては 1.3~4.2 MPa であった。辺縁漏洩試験の結果から、自己接着性レジンの辺縁漏洩スコアは、リン酸エッチングを行わない条件では 1.08~2.22 を、リン酸エッチングを行った条件では、1.22~2.35 であり、製品間で有意差が認められた。自己接着性レジンの摩耗量は 0.099~0.447 mm<sup>3</sup> であり、最大摩耗深さは 148.6~365.3 μm であった。また、摩耗試験終了試片の SEM 観察から、摩耗量および最大摩耗深さが大きい順で摩耗痕も大きくなる傾向が認められた。ヌーブ硬さは、36.6~53.3 の値を示した。接着界面の SEM 観察から、いずれの製品においてもその接合状態は良好であった。自己接着性レジンのフィラー性状は製品によって異なるものであった。

以上のように、本実験の結果から以下の結論が得られた。

1. FS3 および FS10 は、リン酸エッチング後のエナメル質では他の自己接着性レジんに比較して低い接着強さを示したものの、他の条件では高い接着強さを示した。
2. FS3 および FS10 は、いずれの条件でも他の自己接着性レジんに比較して有意に低い辺縁漏洩スコアを示した。
3. FS3 および FS10 は、他の自己接着性レジんに比較して有意に高い摩耗量および最大摩耗深さを示した。
4. FS3 および FS10 は、VF に比較して有意に高いヌーブ硬さを示したものの、FU に比較して有意に低いヌーブ硬さを示した。
5. 接着界面の SEM 観察から、いずれの製品においてもその接合状態は良好であり、自己接着性レジンのフィラー性状は製品によって異なるものであった。