



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Microtensile bond strength of a newly developed resin cement to dentin [an abstract of entire text]
Author(s)	川野, 晋平
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第11714号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59147
Type	doctoral thesis
File Information	Shimpei_Kawano_summary.pdf



学位論文内容の要約

学位論文題目

Microtensile bond strength
of a newly developed resin cement to dentin
(新規接着性レジンセメントの象牙質微小引張り強さ)

博士の専攻分野名称 博士（歯学） 氏名 川野 晋平

臨床の場において接着性レジンセメントは広く用いられている。かつて歯面処理を行って接着操作を行う従来型接着性レジンセメントが主流であった頃、臨床における接着の失敗は接着操作の手数が多いことに原因があると考えられてきた。これが、ステップ数を減らし歯面処理なしで接着操作を行うセルフアドヒーシブレジンセメントの開発に向けた動機となった。しかし現在のセルフアドヒーシブレジンセメントについて多くの研究者が接着強さ及び耐久性に疑問を抱いている。確実に強固な接着を求めるのであれば、プライマー等を用いて歯面処理を行う、従来型接着性レジンセメントを用いるべきである。

接着性レジンセメントの多くが光重合と化学重合のデュアルキュア型を採用している。修復物、補綴物の接着に関しては照射器の光が減衰され届きにくい、ため、重合を化学重合に依存する場合が多い。しかしながら市販のレジンセメントは化学重合が弱く、光照射が十分でない場合に接着強さで劣る場合が多かった。

このような欠点に対して、対策を行った試作品がある。接触硬化型の新しい重合形式を持ち、多くの二重結合を三次元的に配置し立体的に重合を行うことのできる 3D-SR モノマーを配合した ECD-89 という従来型接着性レジンセメントである。

本実験の目的は、新規接着性レジンセメントと市販品を比較することであった。帰無仮説は「新規接着性レジンセメントの微小引張り強さの値が、従来のものとは変わらない」であった。

30 本のヒト抜去大臼歯を使用した。接着材は 3 種類使用した。試作品 ECD-89 (以下“ECD”、トクヤマデンタル)、マルチリンクオートミックス (以下“MA”) そして、パナビア F2.0 (以下 “PF”) であった。

歯冠最大豊隆部を削除し、研磨した (SiC#600 注水下 60sec)。接着操作は、

製造者の指示に従い塗布を行う明条件と、光重合操作を省略する暗条件とに分けて行った。明条件ではプライマー塗布後、レジンセメントペーストを積層し（高さ 4mm）、光重合操作を行った。暗条件ではプライマー塗布後、レジンセメントペーストを積層し、30 分暗室保管した。各条件とも、その後恒温層で保管した（セ氏 37 度、水中）。24 時間後 1×1mm 角柱試料を作成し微小引張り試験を行った。統計処理と、破断面の拡大鏡観察及び走査型電子顕微鏡（以下“SEM”）観察とさらにその後接着界面の透過型電子顕微鏡（以下“TEM”）観察を行った。

以下、結果を示す。

統計分析の結果、明条件では ECD が他の材料に対し高い接着強さを示した。暗条件では、ECD と MA が PF に対し高い接着強さを示した。また、条件ごとでは、PF で明条件が暗条件に対し高い接着強さを示し、ほかの材料では条件での有意差は認められなかった。

破断面の分類を目的として、被破壊形態を拡大鏡で観察した結果、ECD と MA の各条件で、象牙質での破壊が最も多く見られた。ECD と MA の暗条件では象牙質と接着材との混合破壊が他の材料、条件に比べ多く認められた。PF の明条件では象牙質での破壊、混合破壊が多く見られたものの、PF の暗条件では、接着界面での破壊が最も多く観察された。

SEM 観察ではすべての画像で、管間象牙質表面に脱灰されたコラーゲン繊維を確認できた。また、PF の各条件で共に象牙質上に深い SiC 紙による切削痕を認めた。

接着界面の TEM 観察では、5000 倍の拡大像で各セメントのフィラーを観察することが出来。ECD では球状と針状のフィラー、MA では球状と長方形のフィラー、そして PF では不定形な形状のフィラーが見られた。50000 倍の高倍

率では、ハイブリッド層を観察することが出来た。各ハイブリッド層はギャップで壊れてしまった PF 暗条件を除いたすべての条件でおよそ $0.5\mu\text{m}$ の厚みであった。

ハイブリッド層をより詳しく観察した。特徴的な形態としては ECD 明条件でプライマー層に近い上部では象牙質が完全に脱灰していたが、より象牙質に近い深部ではハイドロキシアパタイトの結晶が認められた。一方 ECD 暗条件では深部で白く抜けているような部分が多く認められた。MA 暗条件と PF 明条件ではハイドロキシアパタイトの針状結晶を認めた。

以上の結果をもとに、考察を行った。

本研究では、ECD は両条件において MA や PF に比べ同等以上の接着強さを示した。帰無仮説は棄却された。すなわち ECD は接着強さの向上に効果的であることが示された。TEM 画像で観察された非常に薄いハイブリッド層は中等度の酸性度を持つ 3D-SR モノマーの特徴の一つである。

また SEM による破壊形態の観察では、象牙細管を埋めるプライマーのタグや、象牙質が脱灰されコラーゲン繊維が表面に露出しているのが確認された。これらの結果が示唆することは、ECD のプライマーは十分に象牙質や象牙細管に浸潤しているという事である。また、象牙質表面に SiC 紙による溝が見られなかったが、こちらは強固に象牙質面に付着したプライマーの残滓が象牙質表面を覆っているからと推測された。このように画像所見も ECD が高い接着強さを示した事の裏付けとなっていた。

ECD に関しては、3D-SR モノマーと Bis-GMA の配合が、プライマーの三次元的な結合を促し、その結果として高い接着強さを示したと思われる。さらに、ECD については明条件と暗条件で接着強さに違いが見られなかった。これは過去の論文では既存の化学重合を利用する接着性レジンセメントは光照射なしで

は低い接着強さを示すと述べられているが、本結果はそれとは異なっていた。
ECD のプライマーはいくつかの重合開始剤を含んでおり、セメントペーストと接触することで重合を開始、促進する。また、セメントペーストに含まれる BPO から放出されるフリーラジカルも接触したプライマーの重合を促進すると思われる。このような理由により、ECD は暗条件でも明条件と同様の高い接着強さを示したと考えられる。当研究室ではペーストとプライマーが接触することで重合が高まる形式を「Touch and Cure」と呼んでおり、これが、重合条件に関わらず高い接着強さを示すと考えられる。

TEM 観察により、ECD のプライマーは多くのナノフィラーを含有していることが確認できた。このナノフィラーも何らかの形で接着強さの向上に貢献していると考えられる。

MA は、SEM による破断面の観察において、SiC 紙による切削痕が不明瞭であったが、これは、プライマーの残滓が強固に象牙質表面に残っている結果と思われる、明条件においては ECD と同等の接着強さを示した要因になっていると考えられる。

TEM 観察では、プライマー層の厚みは暗条件が明条件より薄くなっていたが、これは暗条件は重合時間が長いので、レジンセメントの荷重で薄くなったことが一因と考えられる。

PF 暗条件の TEM 画像においてはプライマー層と象牙質の間にギャップが確認できた。破断面の SEM 画像では SiC 紙による顕著なスクラッチ像と、プライマー残滓が確認できた。また、破壊形態では接着界面での破壊が最も多く観察された。これらはプライマーの弱い酸性を示唆するものであり、事実 PF は ECD、MA に対し、高い pH を示している。

本実験で、ECD は重合条件に関わらず、従来製品に比べ高い接着性能を示す

ことが分かった。しかしながら、長期経過後の接着強さに関しては不明である。

過去の研究では、**3D-SR** モノマーが接着の長期耐久性に貢献する可能性は解明されている為、接着強さに関しても期待できると考えられる。今後はその点を明らかにしていきたい。