

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K20465

研究課題名(和文)新たなモダリティによる接着耐久性評価

研究課題名(英文)New modality for the evaluation of bond durability

研究代表者

遠藤 肇 (ENDO, Hajime)

日本大学・歯学部・専修医

研究者番号：50732880

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：口腔内で繰り返し生じる物理的因子に着目，最大破折抗力以下の繰り返し荷重負荷を再現した疲労試験から接着システムの接着耐久性について検討した。その結果，28年度の取り組みから，ユニバーサルアドヒーズブ塗布前のリン酸処理がユニバーサルアドヒーズブシステムの接着疲労耐久性に及ぼす影響については，エナメル質においてはリン酸処理3秒以上で十分な接着耐久性を獲得できることを明らかとした。29年度に関しては，形成された接着界面の耐久性向上を狙って，アドヒーズブ塗布の2度塗りがその接着耐久性に及ぼす影響について検討した。その結果，接着耐久性に向上には至適アドヒーズブ層の厚みがあることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to determine the bond durability of self-etch adhesives using shear fatigue strength (SFS) testing that focuses on repeated sub critical loading. Results of the first year study, 3 s or more of phosphoric acid pre-etching prior to application of self-etch adhesive enhances enamel bonding effectiveness not only for the initial bond but also enamel bond durability. The aim of the second year study was to determine the effect of double-layer application of universal adhesives on the bond quality and compare to other adhesive systems. The double application mode is effective in enhancing enamel and dentin bond durability of universal adhesives, but not conventional two-step self-etch adhesives. These results suggest that although the double application mode may enhance the bonding quality of a universal adhesive, it may be counter-productive for two-step self-etch adhesives in clinical use.

研究分野：歯科保存学

キーワード：ユニバーサルアドヒーズブ 接着疲労耐久性 エナメル質 象牙質

1. 研究開始当初の背景

(1) 口腔内の充填物に負荷される荷重は、最大破折抗力以下の繰り返し荷重負荷であり、界面で生じる亀裂先端近傍における部材の塑性変形あるいは亀裂伝播は一定荷重負荷試験によるものとは異なる。この点を鑑み、申請者が所属する研究室では最大破折抗力以下の荷重を波長が変動可能な試験法(SFS: Shear Fatigue Strength)から接着システムの耐久性について検討している。

(2) 使用頻度が増加しているユニバーサルアドヒーズシステムは、エナメルおよび象牙質いずれの歯質に対してもトータルエッチおよびセルフエッチとしての使用が可能である。そのため、現在使用頻度の高いセルフエッチングシステムの問題点であるエナメル質への接着耐久性に対してもリン酸エッチングを併用することで問題を解決できるものと考えられている。しかし、ユニバーサルアドヒーズに含有されている機能性モノマーは歯質のアパタイトと化学的な接着性を有するため、象牙質面へリン酸エッチングを行うことで化学的接着に必要なアパタイト成分の脱灰とともにモノマー成分の不完全な浸透が懸念されるところであり、その術式においても議論が分かれている。

2. 研究の目的

申請者は口腔内で生じている連続的な荷重負荷を再現した疲労接着耐久性試験に着目し、ユニバーサルアドヒーズシステムの接着性とともにアドヒーズ塗布に先立ってリン酸エッチングが接着耐久性に及ぼす影響について、疲労接着耐久性試験から評価する。また、接着界面で生じる力学的変化の考察資料として接着界面の“質”について接着界面の部材の化学的、機械的分析から破壊プロセスとの関連性について説明することを目的とした。

3. 研究の方法

(1)ユニバーサルアドヒーズシステムの接着性能評価

接着試験用試片の製作

ヒト抜去臼歯の歯冠部を用い、エナメルおよび象牙質に対してSiCペーパーを用いて#600まで順次研磨、接着用試験用試片とした。

剪断接着試験 (SBS)

エナメルおよび象牙質面に対して、ユニバーサルアドヒーズシステムおよび従来型のセルフエッチングアドヒーズを用いた。各製造者条件に従ってアドヒーズを塗布、照射を行い、光重合型コンポジットレジンを充填、40秒間光照射を行い、これを接着試片とした。照射後、24時間水中に試片を保管、インストロン万能試験機を用いて、クロスヘッドスピード 1.0mm/min の条件で剪断接着強さの測定を行う。試験終了後

の接着試片に関しては、その破壊形式について分類評価した。なお、試片の個数は各条件について15個とした。

疲労接着耐久性試験 (SFS)

Staircase method を応用した疲労接着耐久性試験を行った。すなわち、得られた剪断接着強さの約50%の荷重を10Hzの条件で繰り返し50,000回施行し、規定回数に達する前に試験片が脱落した場合は、初期荷重の約10%を減じ、試験片が生存した場合は、逆に荷重を増加することで段階的にその荷重負荷を変動させた。最終的に試験片の脱落個数および負荷荷重からその疲労接着耐久強さを計算式から求めた。なお、試片の数は各条件について30個とし、試験後の試片については、破壊形式をSBS試験と同様に分類評価した。

(2)リン酸エッチング処理時間の影響

エナメルおよび象牙質面に対して、アドヒーズの塗布に先立ってリン酸エッチング処理を0, 3, 10あるいは15秒間行った。製造者指示条件に従ってアドヒーズを塗布、照射、光重合型レジンの充填を行い、前述のSBSおよびSFSからリン酸エッチング処理時間の影響を検討した。

4. 研究成果

(1)剪断接着強さおよび疲労接着耐久性試験によるユニバーサルアドヒーズシステムの接着性能評価

エナメル質接着強さ

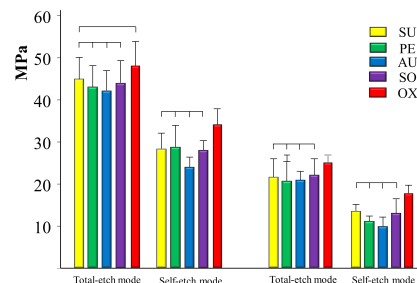


図1 SBS SFS

用いたユニバーサルアドヒーズのSBSおよびSFSの結果を図に示す。いずれのアドヒーズにおいてもそのSBSおよびSFSは、セルフエッチモードと比較してトータルエッチモードで有意に高い値を示した。また、2ステップセルフエッチアドヒーズのOXは、他のユニバーサルアドヒーズと比較して有意に高いSBSおよびSFSを示した。

象牙質接着強さ

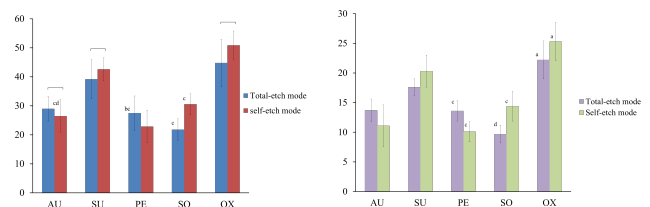


図2 SBS SFS
象牙質に対するリン酸エッチングの影響

に関しては、SBS および SFS ともに用いた製品によってその傾向は異なるものであった。すなわち、ユニバーサルアドヒーズの AU および PE はリン酸エッチングを行うことで象牙質接着耐久性が向上したものの、他の製品では同等あるいは接着耐久性の低下が認められた。

(2) リン酸エッチング処理時間の影響

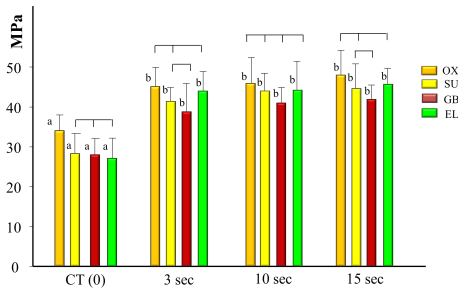


図 3 SBS

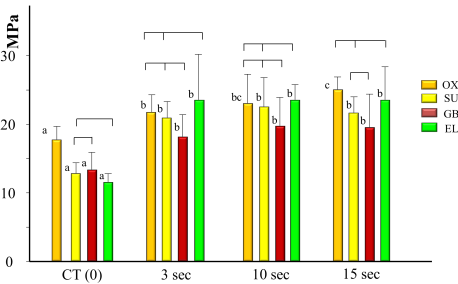


図 4 SFS

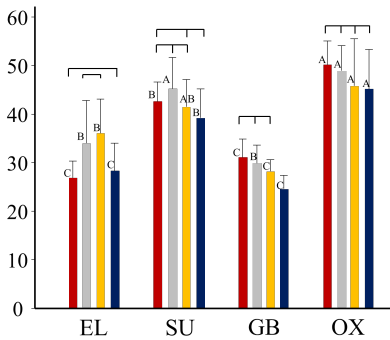


図 5 SBS

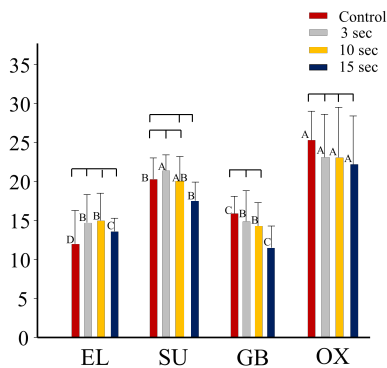


図 6 SFS

エナメル質においては、3 秒以上の処理時間

で有意な接着耐久性の向上を認める (図 3,4) とともに象牙質では、リン酸処理時間の短縮によってその耐久性の向上が認められた (図 5,6)。このことから、ユニバーサルアドヒーズをトータルエッチモードで使用する際には、3 から 10 秒程度のエッチング時間がエナメル質および象牙質の耐久性を向上させる最適処理時間である可能性が示唆された。

また、29 年度の取り組みとして、形成された接着界面の耐久性向上を狙って、アドヒーズ塗布の 2 度塗りがその接着耐久性に及ぼす影響について検討した。その結果、接着耐久性に向上には至適アドヒーズ層の厚みがあることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

Shibasaki S, Takamizawa T, Nojiri K, Imai A, Tsujimoto A, Endo H, Suzuki S, Suda S, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M, Polymerization behavior and mechanical properties of high viscosity bulk fill and low shrinkage resin composites. Oper Dent, 査読有, 2017, 42, E177-E187, DOI: 10.2341/16-385-L

Imai A, Takamizawa T, Sai K, Tsujimoto A, Nojiri K, Endo H, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M, Influence of application method on surface free energy and bond strength of universal adhesive systems to enamel. Eur J Oral Sci, 査読有, 2017, 125, 385-395, DOI: 10.1111/eos.12361

Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Endo H, Tsuchiya K, Erickson RL, Latta MA, Miyazaki M, Influence of pre-etching times on fatigue strength of self-etch adhesives to enamel. J Adhes Dent, 査読有, 2016, 18, 501-511, DOI: 10.3290/j.jad.a37361

Sai K, Shimamura Y, Takamizawa T, Tsujimoto A, Imai A, Endo H, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M, Influence of degradation conditions on dentin bonding durability of three universal adhesives. J Dent, 査読有, 54, 2016, 56-61, DOI: 10.1016/j.jdent.2016.09.004

Suzuki T, Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Endo H, Erickson RL, Latta MA, Miyazaki M, Influence of etching mode on enamel bond durability of universal adhesive systems. Oper Dent, 査読有, 2016, 41, 520-530, DOI: 10.2341/15-347-L

遠藤 肇, 石井 亮, 高見澤俊樹, 大内元, 崔 慶一, 川本 諒, 辻本暁正, 宮崎真至, セルフアドヒーズプレジンセメントの重合収縮挙動. 日歯保存誌, 査読有, 2016, 59, 161-168

〔学会発表〕(計 8 件)

Endo H, Takamizawa T, Imai A, Nojiri K, Tsujimoto A, Barkmeier WW, Latta MA, Miyazaki M. Effect of double-layer application on bond durability of universal adhesives. 47th Annual meeting & Exhibition of the AADR, 2018

Endo H, Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Latta MA, Miyazaki M, Effect of double-layer application on dentin bond quality of universal adhesive. 10th World congress of International Federation of esthetic Dentistry, 2017

Endo H, Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Latta MA, Miyazaki M, Etching mode influence on dentin bond durability of universal adhesives. 95th General session & Exhibition of the IADR, 2017

高見澤俊樹, 藤原 聡, 秋葉俊介, 遠藤 肇, 村山良介, 中塚 稔之, 宮崎真至, 近藤康弘, ユニバーサルアドヒーズの二度塗りが接着疲労耐久性に及ぼす影響. 第 35 回日本接着歯学会学術大会, 2016

秋葉俊介, 矢吹千晶, 野尻貴絵, 遠藤 肇, 高見澤俊樹, 宮崎真至, 天野 晋, Bis-acryl 系暫間修復用レジンの耐摩耗性に関する研究. 日本歯科保存学会 2016 年度秋季学術大会 (第 145 回), 2016

高見澤俊樹, 辻本暁正, 島村 穰, 遠藤 肇, 村山良介, 宮崎真至, リン酸エッチング時間がユニバーサルアドヒーズの歯質接着疲労耐久性に及ぼす影響. 第 23 回日本歯科医学総会, 2016

野尻貴絵, 鈴木崇之, 遠藤 肇, 辻本暁正, 高見澤俊樹, 陸田明智, 宮崎真至, 金丸壽良, 新規コンポジットレジン (EBF-001) の機械的性質および重合収縮. 日本歯科保存学会 2016 年度春季学術大会 (第 144 回), 2016

高見澤俊樹, 辻本暁正, 遠藤 肇, 辻本暁正, 宮崎真至, MDP の有無がシングルステップセルエッチアドヒーズのエナメル質接着疲労耐久性に及ぼす影響. 第 67 回日本歯科理工学会学術講演会, 2016

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

遠藤 肇 (ENDO, Hajime)

日本大学・歯学部・専修医

研究者番号：50732880

(4) 研究協力者

高見澤 俊樹 (TAKAMIZAWA, Toshiki)