

原 著

## 一回積層充填による改良サンドイッチテクニック法について

澤口 恵美子\*, 寺田 林太郎, 久保田 稔

さわぐち歯科医院\*

岩手医科大学歯学部歯科保存学第一講座

(主任: 久保田 稔 教授)

(受付: 1994年12月1日)

(受理: 1995年2月10日)

**Abstract :** The purpose of this investigation was to evaluate the new sandwich technique "Single Filling". This method is a modified sandwich technique to apply the composite resin directly onto noncured glass ionomer cement without an etching procedure. The tensile bond strength between the glass ionomer cement and the composite resin was measured using an Instron test machine to compare single filling with a conventional sandwich technique. The tensile bond strength by single filling was lower than that by a conventional sandwich technique but there was no significant difference between single filling and the conventional sandwich technique. The tensile bond strength between the glass ionomer cement and composite resin was greater than the cohesive strength of the glass ionomer cement.

**Key words :** sandwich technique, tensile bond strength, single filling, glass ionomer cement, composite resin

### 緒 言

コンポジットレジン修復後の不快症状の発現は、臨床においてしばしば経験される<sup>1)</sup>。その原因は、コンポジットレジンに含まれる成分による化学的刺激および窩洞と修復物の隙間に発生する微小漏洩などによる歯髄刺激とされている。このため臨床家は、歯髄刺激を常に念頭に入れ、何等かの方法で歯髄刺激を防止する対策を行っている。歯髄刺激防止法の一つに sandwich technique がある。この方法は、酸

処理を施さずに象牙質と接着するグラスアイオノマーセメントで象牙質部を封鎖した後に、グラスアイオノマーセメントとエナメル質を同時に酸処理し、その上にコンポジットレジン積層充填する方法であり、歯髄刺激が少ないとされている<sup>2,3)</sup>。

グラスアイオノマーセメントを酸処理する時期に関して、McLean ら<sup>2)</sup>はグラスアイオノマーセメント練和開始5分後、安元ら<sup>3)</sup>は6分後と報告している。いずれの報告も、グラスアイオノマーセメント練和開始から比較的短時間で

---

The study of single filling for sandwich technique.

Emiko SAWAGUCHI\*, Rintaro TERATA, and Minoru KUBOTA

(\*Sawaguchi Dental Clinic, 2249 - 1, Nishisansai, Nagano, 381 Japan.)

(Department of Operative Dentistry and Endodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University, Morioka, 020 Japan.)

酸処理が行われている。しかし、ガラスアイオノマーセメントは練和開始から 20～25 分以内では極めて水に対して敏感であり、酸処理およびその後の水洗により感水することが報告されている<sup>4-6)</sup>。

著者らはそこで、従来のサンドイッチテクニック法を改良し、ガラスアイオノマーセメントを酸処理なしでコンポジットレジンと接合させる方法を試みた。すなわち、事前にエナメル質を酸処理した後、ガラスアイオノマーセメントを充填し、ガラスアイオノマーセメント硬化前にボンディング材を塗布しコンポジットレジンで充填する方法（以後、一回積層法と称す）である。

本研究においては、基礎的試験としてガラスアイオノマーセメントの硬化時間を JIS T 6601 に準じ測定すると共に、一回積層法と sandwich technique におけるガラスアイオノマーセメントとコンポジットレジンの接着状態を引張り試験にて比較検討した。

実験材料ならびに方法

1. 実験材料

実験に用いた材料を Table 1 に示す。ガラスアイオノマーセメントは充填用の GC 社製フジアイオノマータイプ II 一種類と、コンポジット

Table 1 Tested materials

Materials	Manufactures	Batch number
Fuji ionomer type II	GC Co., Tokyo, Japan	Powder 310771 Liquid 220871
Silar	3M, St. Paul,	7B6
Silux	MN, USA	3R1
Scotchbond		7AE

レジンはいずれも MFR 型で 3M 社製の化学重合型 Silar と光重合型 Silux の二種類を用いた。ボンディング材は 3M 社製の Scotchbond を用い、製造業者社指示に従って使用した。

2. ガラスアイオノマーセメント硬化時間測定

ガラスアイオノマーセメントの硬化時間測定は製造業者社指定の粉液比および練和方法によ

り練和したセメント泥を用い、JIS T6601 に準じて行った。試料数は 5 個で、実験は室温 24 ± 2.0°C、相対湿度 57 ± 2% で行った。

3. 引張り接着試験

ガラスアイオノマーセメントとコンポジットレジンの接着試験は、一回積層法によって充填された Silar 群（以下 SR 群と略す）と Silux 群（以下 SX 群と略す）、sandwich technique

Table 2 Classification of experimental groups

Code	Resin	Glass ionomer cement	Filling method
SR	Silar	Fiji ionomer type II	Single filling
SR-E	Silar	Fiji ionomer type II	Sandwich technique
SX	Silux	Fiji ionomer type II	Single filling
SX-E	Silux	Fiji ionomer type II	Sandwich technique

によって充填された Silar 群（以下 SR-E 群と略す）と Silux 群（以下 SX-E 群と略す）の 4 群について行った。試料数は各群 10 個で、総計 40 個について接着試験を行った（Table 2）。

接着試験体は、アンダーカットを有する内径 6 mm、深さ 3 mm のプラスチックモールドにガラスアイオノマーセメントを製造業者社指示に従い、40 秒練和後上面が可及的に平坦になるように練和開始から 2 分以内で充填し、下部構造とした。マスキングテープで接着面積を規定した

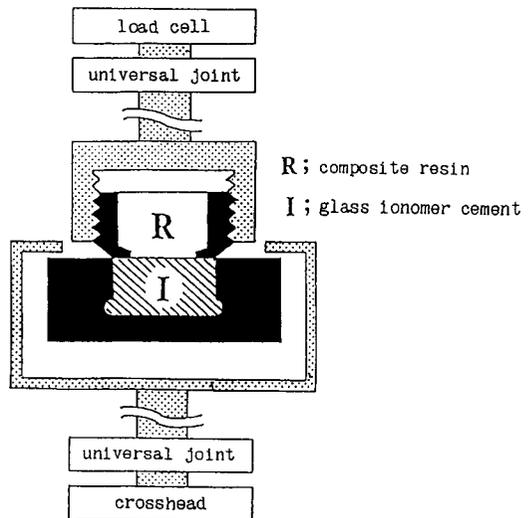


Fig.1 Schema of tensile bond strength test

接合部内径 4.0 mm の金属金型にコンポジットレジン を 填塞 した 上部 構造 を, 接 合 面 が 引 張 り 方 向 対 して 直 角 に な る よ う に 接 着 さ せ た (Fig.1)。

一 回 積 層 法 に お い て は, グ ラ ス ア イ オ ノ マ ー セ メ ン ト 填 塞 後 セ メ ン ト 表 面 に bonding 材 を 塗 布 した。化 学 重 合 レジン を 用 い る SR, SR-E 群 々 々 は, レジン を 練 和 し レジン 泥 を 金 属 金 型 に 填 塞 し, 接 触 面 に 気 泡 を 生 じ ない よ う グ ラ ス ア イ オ ノ マ ー セ メ ン ト 表 面 に 軽 圧 に て 重 ね 接 合 した。光 重 合 レジン を 用 い る SX, SX-E 群 々 々 は, 金 属 金 型 に コ ン ポ ジ ッ ト レジン 泥 を 填 塞 し, 重 ね た 状 態 で 2 分 間 放 置 した 後 に, 光 照 射 を 60 秒 行 ない レジン を 硬 化 さ せ た。sandwich technique に お い て は, グ ラ ス ア イ オ ノ マ ー セ メ ン ト を 填 塞 し, 練 和 開 始 4 分 後 に 3 M 社 製 の Scotchbond etching gel を 用 い, 60 秒 間 酸 処 理 を 通 法 に 従 っ て 行 い レジン 填 塞 を 行 な った。各 試 片 は 37°C 水 中 に 24 時 間 保 管 し, そ の 後 引 張 り 試 験 に 供 した。

Fig.1 に 突 き 合 わ せ 接 着 引 張 り 試 験 法 の 略 図 を 示 す。接 着 試 片 は ユ ニ バ ー サ ル ジ ョ イ ン ト を 介 し, イ ン ス ト ロ ン 万 能 試 験 機 1123 型 を 用 い て crosshead speed 毎 分 0.5 mm に て 引 張 り 試 験 を 行 な った。な お, 測 定 結 果 は Student-t 検 定 ( $p < 0.05$ ) に よ り 統 計 学 的 分 析 を 行 った。

4. 破 断 面 観 察

接 着 試 験 後 の 破 断 面 状 態 は, Wild 社 製 実 態 顕 微 鏡 M7A で 拡 大 倍 率 300 に て 破 断 後 の 接 合 部 を 観 察 し, 破 断 様 式 を 識 別 した。

実 験 結 果

1. グ ラ ス ア イ オ ノ マ ー セ メ ン ト の 硬 化 時 間

JIS T6601 に 準 じ た 方 法 で 測 定 した フ ジ ア イ オ ノ マ ー セ メ ン ト タ イ プ II の 硬 化 時 間 は,  $3.83 \pm 0.35$  分 で あ っ た。

2. 引 張 り 接 着 試 験

引 張 り 試 験 の 結 果 を Table 3 に 示 す。一 回 積 層 法 群 と sandwich technique 群 を 比 較 す る と, い ず れ の レジン を 使 用 した 場 合 で も 一 回 積 層 法 群 は sandwich technique 群 に 比 べ 7.4 ~

20.5 kgf/cm<sup>2</sup> 小 さ い 接 着 強 さ を 示 した が, 統 計 学 的 な 有 意 差 は 認 め ら れ な っ た。ま た, 一 回 積 層 法 群 と sandwich technique 群 の い ず れ の 条 件 下 で も 化 学 重 合 型 レジン Silar を 使 用 した 群 が, 光 重 合 型 レジン Silux を 使 用 した 群 よ り

Table 3 Tensile bond strength

Experimental groups	Bond strength (kgf/cm <sup>2</sup> , Mean±SD, n= 10)
SR	55.6±22.4
SR-E	63.0±28.5
SX	73.8±21.2
SX-E	94.3±22.7

Mean values with vertical lines are not significantly different at  $p < 0.05$ .

も 18.2 ~ 31.3 kgf/cm<sup>2</sup> 小 さ い 接 着 強 さ を 示 し, SR と SX 間 に は 統 計 学 的 な 有 意 差 は 認 め ら れ な っ た が, SR-E と SX-E 間 に は 統 計 学 的 な 有 意 差 を 認 め た。

3. 引 張 り 接 着 試 験 後 の 破 断 面 観 察

各 群 の 破 断 面 状 態 を Table 4 に 示 す。い ず れ の 群 に お い て も グ ラ ス ア イ オ ノ マ ー セ メ ン ト 自

Table 4 Number of classified failure surface

Experimental groups	Interface failure	Cohesive failure	Mixed failure
SR	0	9	1
SR-E	0	9	1
SX	0	10	0
SX-E	0	10	0

(n= 10)

体 の 凝 集 破 壊 が 大 半 を 占 め, 接 合 部 の 界 面 破 壊 は 1 例 も 認 め ら れ な っ た。ま た, 一 回 積 層 法 と sandwich technique 法 に よ る 破 断 様 式 の 違 い は 観 察 さ れ な っ た。

考 察

コ ン ポ ジ ッ ト レジン 修 復 に 伴 う 歯 髓 刺 激 を 軽 減 す る 目 的 で, グ ラ ス ア イ オ ノ マ ー セ メ ン ト を 裏 層 材 に 用 い て コ ン ポ ジ ッ ト レジン を 直 接 象 牙 質 に 触 れ さ せ ない で 充 填 す る sandwich technique が 推 奨 さ れ て いる<sup>2,3)</sup>。し か し, こ の 方 法 で は, グ ラ ス ア イ オ ノ マ ー セ メ ン ト の 感 水

期間中に接着操作の一部である酸処理、水洗を行わなければならない。グラスアイオノマーセメントは練和開始後 20～25 分以内では水に対して極めて敏感であるとの報告もあり<sup>4-6)</sup>、sandwich technique におけるグラスアイオノマーセメントの感水は避けられないものと推測される。小山田<sup>7)</sup>は、sandwich technique においてコンポジットレジンとグラスアイオノマーセメントの界面に白濁したポーラスな感水層の存在を確認している。本研究では、グラスアイオノマーセメントを酸処理を施さずに sandwich technique を行うことができないものかと考え、グラスアイオノマーセメント硬化前にコンポジットレジンを充填する一回積層法を考案し、従来までの sandwich technique と比較検討した。

### 1. グラスアイオノマーセメントの硬化時間

一回積層法ではグラスアイオノマーセメント練和開始 2 分後にレジンを充填し、sandwich technique ではセメント練和開始 4 分後に酸処理を行ってレジンを充填した。フジアイオノマーセメントの硬化時間は  $3.83 \pm 0.35$  分であったので、一回積層法群はグラスアイオノマーセメント硬化前にレジンが充填され、グラスアイオノマーセメント硬化後にコンポジットレジンが充填された sandwich technique 群との比較検討は可能であると考えられる。

### 2. 引張り接着試験

化学重合、光重合型のいずれのコンポジットレジンを使用した場合でも、一回積層法群は sandwich technique 群に比べ小さい接着強さを示していた。一回積層法はグラスアイオノマーセメント硬化前にコンポジットレジンを充填するため sandwich technique に比べて充填圧を充分加えることができず<sup>8)</sup>、このことが両材料間の密着性を弱めたものと考えられる。

硬化終了後のグラスアイオノマーセメントに直接コンポジットレジンを充填しても全く接着性を示さないことは、安元ら<sup>3)</sup>の報告や予備実験において確認されている。sandwich technique における接着機構は、酸処理により

グラスアイオノマーセメントの表面が粗造化しそこにレジンが侵入硬化して物理的に接着するものと考えられている<sup>9,10)</sup>。一回積層法における接着機構は、未硬化のグラスアイオノマーセメントと bonding 材が接するためグラスアイオノマーセメント泥中のカルボキシル基と bonding 材中の反応基が水素結合、あるいは静電的なイオン架橋反応を起こし結合力を生じる可能性がある。また、bonding 材がリン酸エステル系で低い pH である<sup>11,12)</sup>ため、グラスアイオノマーセメント表面が溶解され機械的結合力を発揮することなどが考えられる。

一回積層法群と sandwich technique 群の接着強さには統計学的な有意差が認められず、両者の接着力がほぼ同程度であった。それゆえ、著者らが考案した一回積層法は臨床においても、従来の sandwich technique と何等遜色が無いものと考えられる。

一方、充填するコンポジットレジンの重合様式の違いにより、一回積層法群と sandwich technique 群のいずれの条件下でも化学重合型 Silar を使用した群が、光重合型レジン Silux を使用した群よりも小さい接着強さを示した。これは、光重合型レジンに練和する必要がなく、化学重合型レジンと異なり気泡の混入が最小限に抑えられることによるものと考えられる。

### 3. 引張り接着試験後の破断面観察

いずれの群においても接合部の界面破壊は 1 例も認められず、グラスアイオノマーセメント自体の凝集破壊が大半を占めていた。これらの結果より、いずれの方法においてもグラスアイオノマーセメントとコンポジットレジンの接着強さは、グラスアイオノマーセメント自体の凝集力よりも強いことが判明した。従って、使用するグラスアイオノマーセメント自体の物性がグラスアイオノマーセメントとコンポジットレジンの接合修復時には問題となり、グラスアイオノマーセメントの選択には十分注意する必要があるものと思われる。

## 結 論

著者らの考案した一回積層法におけるレジンとガラスアイオノマーセメントの引張り強さは、sandwich techniqueより小さかったが、統計学的には有意差が認められなかった。また、一回積層法と sandwich technique 法による破断状態においても違いは観察されなかった。以上の結果、一回積層法は従来の sandwich technique の治療時間を短縮し、酸処理過程の省略を可能とする新しい充填方法となりうるものと考えられる。

## 文 献

- 1) 安藤良彦, 佐藤保, 久保田稔: レジン修復後の歯髄死に関する臨床的研究, 日歯保誌, 27: 899-904, 1984.
- 2) McLean, J. M., Powis, D. R., Prosser, H. J. & Wilson, A. D.: The use of glass-ionomer cements in bonding composite resins to dentine, Br. Dent. J. 158: 410-414, 1985.
- 3) 安元重実, 木村昌美, 齋庸雄, 福光保之, 河喜多伸一, 寺下正道, 長野三代太: グラスアイオノマーセメントとコンポジットレジンによる接合修復—接合修復材としてのガラスアイオノマーセメントの評価, 日歯保誌, 29: 856-865, 1986.
- 4) 斎藤季夫: グラスアイオノマーの性質と臨床—その1—硬化反応と水分との関係について; 国際歯科ジャーナル, 8: 458-468, 1978.
- 5) 子田晃一, 川崎傳男, 鞍立暁則, 細田裕康: グラスアイオノマーセメントの白濁に関する研究, 日歯保誌, 23: 584-590, 1980.
- 6) 斎藤季夫, 広田一男, 赤羽正治: 改良ガラスアイオノマーの感水性について, 日歯保誌, 30: 92, 1987.
- 7) 小山田勇樹: グラスアイオノマーセメント裏装を施したコンポジットレジン修復の色素浸透性, 日歯保誌, 32: 1523-1533, 1989.
- 8) 奥谷謙一郎: 接着性コンポジットレジン修復における象牙質接着強さと辺縁微小漏洩, 日歯保誌, 29: 879-889, 1986.
- 9) Sheth, J. J., Jensen, M. E., Sheth, P. J. & Versteeg, J.: Effect of etching glass-ionomer cements on bond strength to composite resin, J. Dent. Res. 68: 1082-1087, 1989.
- 10) Hinoura, K., Suzuki, H., Yoshimura, J. & Onose, H.: Factors of glass-ionomer cements influencing the bond strength to resin composites, Dent. Mater. 6: 94-98, 1990.
- 11) 岡本明, 小林裕二, 岩久正明: ボンディング材の象牙質における挙動—pHとその影響について—, 日歯保誌, 31: 1013-1018, 1988.
- 12) 横田若生, 今里聡, 鳥居光男, 土谷裕彦: 各種光重合型コンポジットレジン充填物の細胞毒性—特にボンディング層の影響について—, 日歯保誌, 35: 433-439, 1992.