

機関番号 : 32665

研究種目 : 若手研究 (B)

研究期間 : 2009~2010

課題番号 : 21791867

研究課題名 (和文) 超音波を新しいモダリティーとしたレジンセメント接合界面の質の評価

研究課題名 (英文) Evaluation of quality of interface between resin cements and tooth by using newly modality of ultrasonic measurement

研究代表者 山口 佳奈子 (YAMAGUCHI KANAKO)

日本大学・歯学部・非常勤医員

研究者番号 : 20508600

研究成果の概要 (和文) :

本研究は、レジンセメントの初期硬化挙動あるいは弾性率変化について超音波音速を指標に検討した。すなわち、セメント練和後の試片に対してプライマー塗布の有無および照射強度を 0(照射なし)、200 および 600mW/cm²に変更した際の試片を伝播する音速変化からその弾性率を求めた。その結果、いずれのレジンセメントにおいても照射開始からその音速は上昇する傾向を示したものの、用いた製品によってその傾向は異なった。さらに、プライマー塗布の有無および照射強度の違いはレジンセメントの初期硬化挙動および弾性率に影響を及ぼすことが判明した。

研究成果の概要 (英文) :

The purpose of this study was to evaluate the early setting behavior, changes in the elastic modulus, of resin cements by using ultra sonic device. The specimens were placed on the sample stage with or without primer and cured with power densities of 0(no irradiation), 200 and 600 mW/cm². The transit time through the resin cement was divided by the specimen thickness and then the longitudinal ultrasound velocity within material was obtained. From the results, all resin cements tended to towards increasing ultrasound velocity after irradiation however this tendency was different from each other. In addition, irradiation condition and with or without primer influenced on early setting behavior and elastic modulus of resin cements.

交付決定額

(金額単位 : 円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	900, 000	270, 000	1, 170, 000
2010 年度	800, 000	240, 000	1, 040, 000
年度			
年度			
年度			
総計	1, 700, 000	510, 000	2, 210, 000

研究分野 : 医歯薬学

科研費の分科・細目 : 歯学・保存治療系歯学

キーワード : 超音波パルス法, コンポジットレジン, 弾性率

1. 研究開始当初の背景

歯質の機械的性質などを知ることが目的として、超音波パルス法を応用する試みは1960年代に開始された (Baum G et al. (1963) Observation of internal structures of teeth by ultrasonography. Science 139, 495-496)。これ以降、歯科領域への超音波パルス法の応用が試みられてきたものの、解剖学的形態による制約や探触子の小型化が困難であるなどの理由から、口腔内の硬組織への本法の応用は、医学領域のそれに比較して進展は少ないものであった。それから20数年が経過し、本法を初期齲蝕病巣の診断に応用する試みがなされ、その臨床応用の可能性などに注目を集めてきた (Yan1oğlu FÇ, Öztürk F, Hayran O, Analoui M, Stookey GK (2000) Detection of natural white spot caries lesions by an ultrasonic system. Caries Res 34, 225-232)。申請者の所属する研究施設においても、これを歯科領域に応用すべく検討を行った (Miyazaki M, Inage H, Onose H (2002) Use of an ultrasonic device for the determination of elastic modulus of dentin. J Oral Sci, 44, 19-26)。しかし、本法を用いて、レジンセメントの弾性率を測定する手法は、超音波パルス法とともに、同一試片を用いて接着試験を行うという試みは、申請者の独自のものであり、その点からも今後の研究の進展が待たれる分野であった。

2. 研究の目的

これまで、歯質あるいは修復材の弾性率については、引張り、曲げ、圧縮試験あるいは微小硬さ試験などによって測定されてきた。しかし、そのいずれの試験も象牙質に破壊的応力を負荷するものであり、測定した試験体

を他の実験に用いることはできないために、異なった試験体を用いてそれぞれの試験を行い、その結果を総合して考察してきた。また、引張りあるいは圧縮試験においては、試片サイズ、ひずみ速度などの測定条件が測定値に影響をおよぼす可能性が指摘されていることから、その試験結果の評価は慎重に行われる必要性が指摘されていた。

そこで申請者は、広く工業界あるいは医学領域でも使用されている超音波測定装置に着目し、これを歯質とレジンセメントとの接合界面における物性評価法とする、新しいモダリティとして確立した。

歯質の大部を占める象牙質の機械的性質のなかで弾性挙動、すなわち日常的に負荷される咬合力などの応力とこれに対する抵抗力（歪）との関係は、修復された歯の予後に重要な因子とされていた。とくに、歯質接着性のあるレジンセメント修復においては、歯質との接合界面付近における象牙質およびセメントの弾性率の差は、接着強さに影響をおよぼすものであり、その詳細を知ることが接着耐久性に優れた修復を可能にするためにも重要であると考えられていた。申請者らは、このような研究背景の下、レジンセメントの弾性率を非破壊的に測定する方法として、超音波パルス法に着目し、そのための機器の条件設定あるいは基礎資料を得ることを本申請では目的とした。

これまで、歯質あるいは修復材の弾性率を超音波パルス法によって測定しようとする試みは申請者の所属する研究機関独自のものであり、さらに非破壊的に測定された同一試片を用いて経時的に測定を行うという発想はなく、これが本研究の学術的な特色あるいは独創的な点であった。また、この研究に

よってレジセメントの弾性率と歯質のそれとの差が接着耐久性に及ぼす影響について、その詳細が明らかにされることは、優れた修復システムの開発にあたって貴重な知見となるものであり、意義が高いものと考えた。

3. 研究の方法

(1) 供試材料および照射器

供試する材料としては、市販のレジセメントを用いた。すなわち、ビスタイト II (以後、BT)、リンクマックス (以後 LM)、パナビア F2.0 (以後 PF)、レジセム (以後 RC) およびクリアフィルエステティックセメント (以後 CE) の 5 製品である。

使用する照射器は、照射光線を同一条件とするため全ての製品に対し Optilux 501 (sds Kerr) を使用した。重合硬化のための照射光線は、光線の安定性と光エネルギー量を正確に規定するためにスライドレギュレーターおよび電圧計に接続し、光強度検査器 (現有) で光強度を 0, 200 および 600mW/cm² の 3 条件とした。さらに、試料台にあらかじめプライマーを塗布した条件と塗布した条件と塗布しない条件を加えた合計 6 条件とした。

Resin Cement Used

Resin cements	Code	Main components
(Manufacture)		
Bistite II	BT	NPGDMA, Bis-MPEPP, silica zirconia filler, BPO, CQ, MAC-10
(Tokuyama Dental)		
Linkmax	LM	dimethacrylate, fluoroaluminosilicate glass, silica, initiator
(GC)		
Panavia F 2.0	PF	dimethacrylate, quartz, silica, CQ, BPO, chemical-initiator, MDP
(Kuraray Medical)		
ResiCem	RC	UDMA, TEGDMA, fluoroaluminosilicate glass, 4-AET, 2-HEMA
(Shofu)		
Clearfil Esthetic Cement	CE	Bis-GMA, TEGDMA, filler, photo-initiator, chemical-initiator
(Kuraray Medical)		

(2) 弾性率の測定

ウシ新鮮抜去歯あるいは重合硬化させた修復材を、その厚さが約 1 mm になるようにスライスして直方体の試片を製作し、その寸

法と質量から密度を求めた。超音波の伝播時間の測定は、パルサーレシーバー (図 1) を用い、音響レンズ前面に先端直径 3 mm の超音波収束機構を有するコーン状チップを接続して行う。このチップ先端を試片に接触させ、試片中を伝播する送信波と反射波との時間的な差を求め、得られた値と理論式とから弾性率を求める方法について基礎的検討を加えた。

歯質接着界面の構成は、被着体である歯質、修復材であるコンポジットレジンおよびこの両者を接着するアドヒーズブとからなる。このように異なる素材からなる接着界面の状況を、実験室環境において分析するための手法の一つとしては、接着試験が主に行われてきた。しかし、この試験法は試片に破壊的な応力を加え、破断に至る際の最大応力を測定するものである。そこで、超音波装置を用いて、非破壊的測定法によってその物性の変化を経時的に測定するという独創的な工夫が加えた。

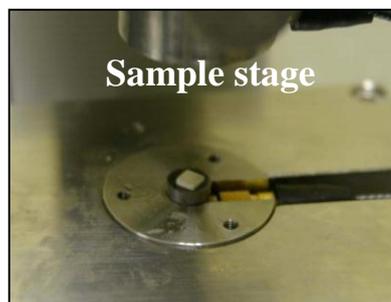
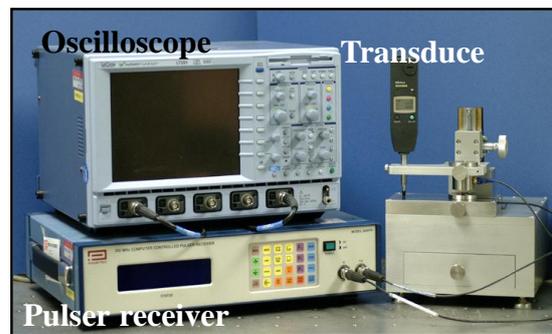


図 1 超音波測定システム

4. 研究成果

弾性率の測定

プライマーを塗布することなく硬化させた試片の音速変化を示すグラフである。光強度を $600\text{mW}/\text{cm}^2$ の条件では LM, RC および CE では照射開始から 20 秒通過した時点から音速が急激に上昇し、50 秒経過後にはプラトーに達する傾向を示した。一方、BT および PF では、他の 3 製品と比較するとその音速の変化が比較的緩徐に上昇する傾向を示し、130 秒経過後からプラトーに達した (Fig. 1)。

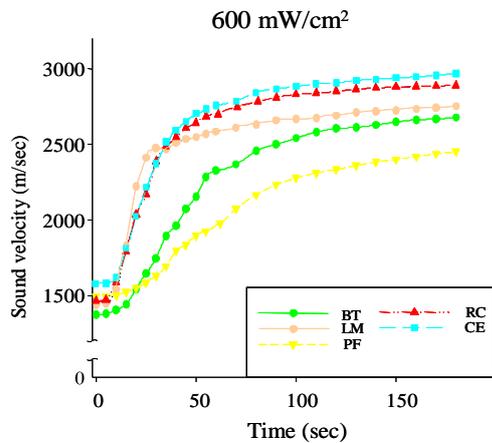


Fig. 1

光強度が $200\text{mW}/\text{cm}^2$ の条件では、LM を除く供試した全てのセメントで、光強度が $600\text{mW}/\text{cm}^2$ の条件に比較して音速の変化がなだらかに推移する傾向が認められた。しかし、130 秒経過後にはプラトーに達し、LM, RC および CE では $600\text{mW}/\text{cm}^2$ で照射した際の音速と差が認められなくなった。一方、BT および PF では音速の変化はさらに緩徐になる傾向を示し、練和開始から 180 秒後に音速で確認すると、異なる光強度間で有意差が認められた (Fig. 2)。

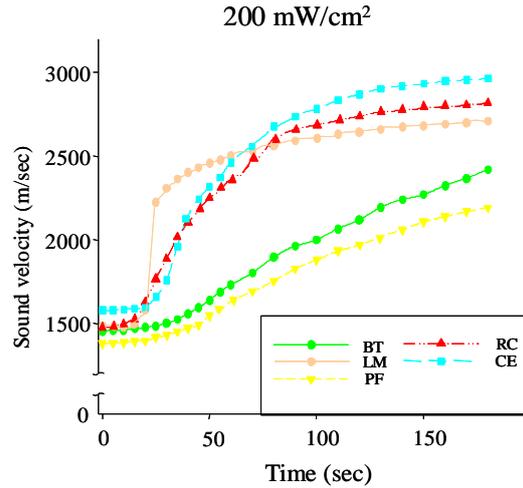


Fig. 2

プライマーを塗布することなく硬化させた試片の音速の変化を示すグラフで、光強度 $600\text{mW}/\text{cm}^2$ (Fig. 3), 照射を行わなかった条件 (Fig. 4) のものである。照射を行わない条件ではいずれのレジセメントにおいても 380 秒経過までは音速の変化は認められず、その後 LM, RC および BT では音速が上昇したが、PF においては著明な音速の変化は認められなかった。

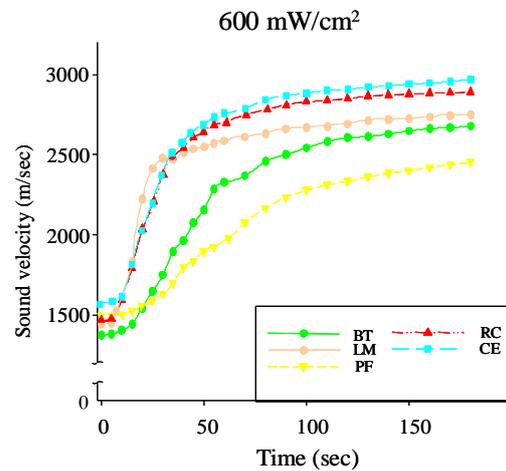


Fig. 3

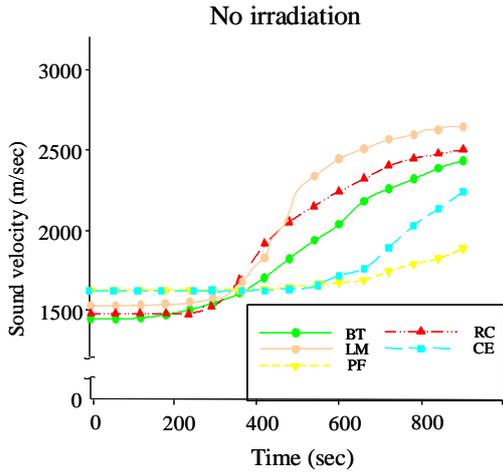


Fig. 4

プライマーを塗布あるいはこれを行うことなく、光強度 $600\text{mW}/\text{cm}^2$ で硬化させた試片の音速の変化を示すグラフで、プライマー無し (Fig. 5)、でプライマー有り (Fig. 6) のものである。いずれの条件においても音速の上昇する傾向には違いが認められなかったものの、とくに 180 秒間経過後の音速と比較すると、BT および PF においては、プライマーを塗布しない条件に比較して有意に音速が上昇していた。すなわち、プライマーの存在がレジンセメントの重合反応を促進させていることが示された。

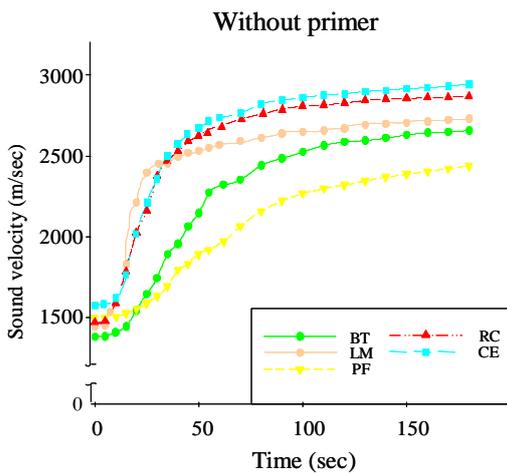


Fig. 5

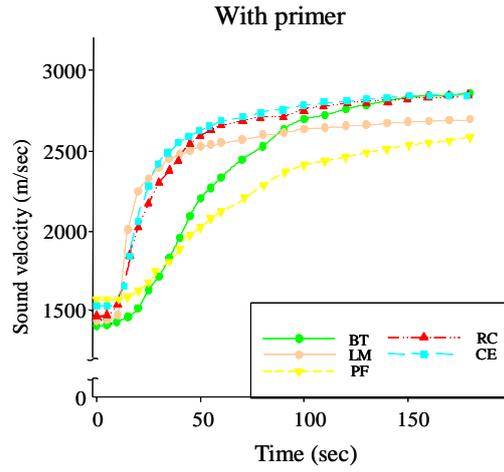


Fig. 6

照射を行わない条件でプライマーの塗布の有無が試片の音速の変化に及ぼす影響を示すグラフで、プライマーを塗布しない (Fig. 7) 塗布したもの (Fig. 8) である。プライマーを塗布することによって、いずれのセメントにおいても 200 秒経過した時点から音速が上昇する傾向を示し、とくにこの傾向は LM, RC および PF で著明であった。とくにプライマー無しではその音速の変化が乏しかった CE および PF では 400 秒経過後で明らかな音速の上昇が認められた。

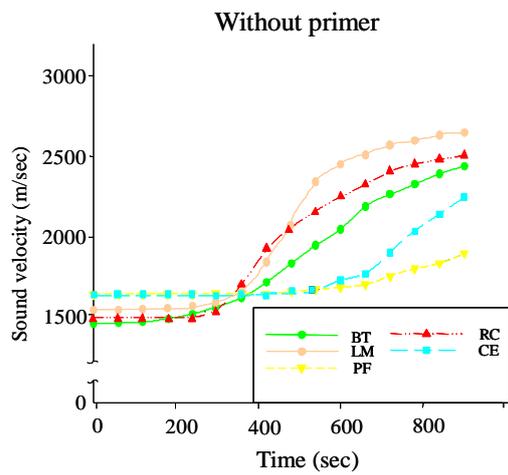


Fig. 7

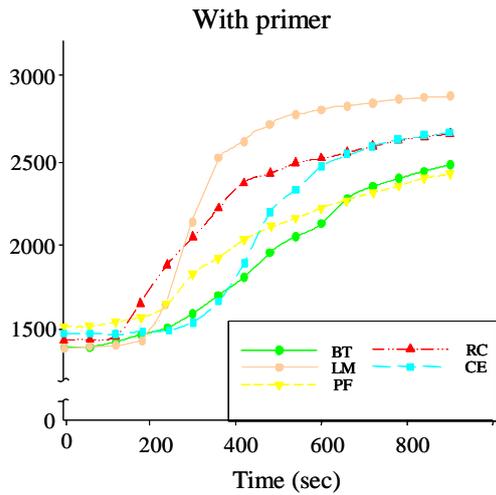


Fig. 8

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 0 件)

〔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◇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

山口 佳奈子 (YAMAGUCHI KANAKO)

日本大学・歯学部・非常勤医員

研究者番号：21791867

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：