

歯科分野における生体親和性を有する新材料の開発

吉田 英史 [北海道大学大学院歯学研究科/博士課程]

背景・目的

近年、ビスフェノールAは内分泌攪乱化学物質の一つとして注目され、それを含有する歯科材料の使用が問題になっている。修復材には、ビスフェノールAを含有するレジン系とガラスアイオノマー系の材料などが用いられている。歯科材料に含まれる内分泌攪乱化学物質の是非については、統一した見解を得るのは難しい。それらの使用における危険性是否定できないのが現状である。

本研究では生体に安全な歯科用セメントの開発を考慮し、機械的性質に劣るレジン無含有のガラスアイオノマーセメントを用いた。生体親和性を有する $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ の組成からなるガラス繊維をガラスアイオノマーセメントに添加することにより、力学的性質の向上を目的とした。

内容・方法

試験片は粉と液を練和し、各試験片形状に合わせた成型型に充填した。混和する粉末と液の比(粉末/液)は1.5とした。その後、試験片は恒温槽内にて雰囲気相温度 37°C 、相対湿度100%の条件下で保持した。セメント粉末に対するCPSAガラス短繊維の添加量は0wt%、20wt%および50wt%の3種類とし、各試験片名をCX-0、CX-20およびCX-50とした。

静的力学試験として微小引張試験、3点曲げ試験および圧縮試験を行った。また、劣化試験は 37°C にて1、2、3および4週間、脱イオン化蒸留水中に浸漬させた。各水中浸漬後、3点曲げおよび圧縮試験を行った。疲労試験はステアケース法を用いた。試験条件は24時間水中浸漬させた後、片振りサイン波、周波数5Hz、繰返し数 10^5 回、試験片本数15個とした。硬さ試験はマイクロビッカース硬さ試験機を用い、荷重1.96N、荷重保持時間15秒にて行った。セメント皮膜厚さ試験はJIS規格に準じて行った。各試験後、走査型電子顕微鏡(SEM, Hitachi S-4000)にて破断面観察を行った。各静的力学的試験について、統計処理はOne way ANOVA and Fishier's PLSD testにて行い、有意差を求めた。

結果・成果

本研究に用いたガラス短繊維を添加したガラスアイオノマーセメントの硬化体は3つの微小構造相からなり、これはセメントマトリックス相、フルオロアルミノシリケートガラス粒子およびガラス短繊維粒子である。それゆえ、ガラス繊維粒子の形態とガラス繊維のアスペクト比が、ガラスアイオノマーセメントの強化に大きな影響を与える。繊維径が同じ場合、より繊維長の長い粉末、つまり、大きなアスペクト比を有するガラス繊維がセメントを強化する因子として作用する。分散したガラス繊

維とマトリックス相であるセメントが接着することにより、亀裂進展が抑制され機械的性質が向上する。

ガラス短繊維をガラスアイオノマーセメント粉末に重量比で20wt%添加すると引張強さおよび曲げ強さが向上した。ガラス短繊維を50wt%添加したものにおいては、引張強さおよび曲げ強さがガラス短繊維0wt%群に比べて約2倍以上に向上した。一方、圧縮強さはガラス短繊維添加による影響は見られなかった。従来、ガラスアイオノマーセメントは経時変化とともに物性が向上することが知られている。劣化試験結果より、本研究で作製したガラス短繊維を添加したガラスアイオノマーセメントは従来の特性を損なわずに、物性が向上した。さらに、疲労試験結果より、曲げ疲労強さはガラス短繊維を添加することによって向上することが明らかとなった。ビッカース硬さ試験においては、ガラス短繊維の添加による影響は見られなかった。これはガラス短繊維が試験片表面部には露出していないため、ビッカース硬さには影響を与えないものと考えられる。セメント皮膜厚さ試験より、ガラス短繊維添加量が増えるに従って繊維の重なりが多くなるため、皮膜厚さが増加したと考えられる。また、ガラス短繊維の添加はセメントの流動性を阻害し、皮膜厚さの増加に起因したと示唆される。さらに、ガラス繊維の組成がセメント粉末のフルオロアルミノシリケートガラスの組成に類似しているため、本研究で用いたガラス短繊維はセメント練和液のポリアクリル酸と反応する。これはガラス短繊維粉末をセメント粉末として単独で使用した場合、セメントのように硬化することからも証明される。ガラス短繊維表面から練和液中に溶出するアルミニウムイオンとカルシウムイオンがポリアクリル酸をゲル化させ、セメントマトリックスを形成する。この時のガラス短繊維表面からのイオンの溶出状態がガラス短繊維とセメントマトリックスの結合に寄与する。セメントの分散粒子とマトリックスの結合は強さに重要な影響を及ぼす。本ガラス短繊維とセメントマトリックスの結合はSEM観察により確認されており、これらの結合はガラス短繊維の形状硬化および繊維表面の化学反応によってセメントが強化されたと推察される。

今後の展望

ガラスアイオノマーセメントは齲蝕予防のフッ素徐放性、歯髄に対する低刺激性、歯質接着性、熱遮断性および歯質色調和性など優れた性質を有するが、レジン系材料に比べて機械的性質が劣る。ガラスアイオノマーセメントの性質を損なわずに、ガラスアイオノマーセメントにガラス短繊維を添加して力学的性質を検討した。ガラスアイオノマーセメントのセメント皮膜厚さは、JIS規格で $25\mu\text{m}$ 以下に規定されており、ガラス繊維20wt%の試料がこの規格に適している。本実験結果から、ガラス繊維を添加した場合の化学反応型ガラスアイオノマーセメントの臨床適用範囲が広がった。さらに今後の課題として、歯質接着性試験を考えている。