

論 文 内 容 要 旨

題 目

Electrical shear bonding strength reduction of resin-modified glass-ionomer-cement containing ionic-liquid —concept and validation of a smart dental cement debonding-on-demand—  
(イオン液体含有レジン添加型グラスアイオノマーセメントの通電によるせん断接着強度低下—オンデマンド剥離可能な歯科用スマートセメントのコンセプトと実証—)

著 者

梶本 昇 (生体材料工学分野)

内容要旨

【緒 言】 近年の接着技術の向上により、接着した補綴・修復物などの脱落リスクは大きく減少した。一方、接着した補綴・修復物が不適合な場合などにそれらを除去する際、過大な負荷や振動を与える必要があり、歯周組織の損傷や歯根破折のリスクが増大した。したがって、「強い接着力」を示しつつ、「必要に応じて接着力を低下させ」容易に除去可能という、相反する性質を示すスマートなセメントが必要となる。本研究では、通電により接着力が低下する工業用接着剤の材料設計を歯科用セメントに応用すべく、レジン添加型グラスアイオノマーセメント (RMGIC) に、イオン液体 (常温で液体の塩) を添加したセメントを試作し、評価した。

【材料および方法】 イオン液体として Tris(2-hydroxyethyl)methylammonium methylsulfate (THMM) を用い、THMM 含有率の異なるセメントを試作した。2枚の銅板を試作セメントで接着し、試料とした。被着面 (4 mm×4 mm) をサンドブラスト処理し (アルミナ、粒径 50 μm, 噴射圧 0.4 MPa), セメント塗布後、膜厚が 15 μm になるよう固定し、24 時間硬化させた。銅板間で様々な条件で通電 (5 V~19 V, 直流, 30 s あるいは 120 s) した試料と、通電しない試料双方の引張せん断試験を行い、接着強度を求めた。試料に与えた電荷密度を算出し、接着強度との相関を検討した。有意差検定には Steel-Dwass 法を用いた。

【結果】 THMM 非含有試料の電流値はほぼ 0 だったが、含有試料では、含有率の増加とともに初期電流値が増加し、時間の経過とともに電流値は指数関数的に減少した。含有率が適正範囲であった場合 (15 mass%~20 mass%), 通電前は THMM を含まない RMGIC と同等の接着力を示し、通電後は有意に接着力が低下した。また、通電後の接着力は、通電条件に関わらず電荷密度に依存していた。せん断破壊後の試料の破断面は、通電前は凝集破壊、通電後は界面破壊が優勢であり、通電試料の破断面のセメント側は緑色に呈色していた。

【考察】 RMGIC のマトリックスゲルに、THMM の陽イオン、陰イオンが溶解してイオンゲルに変化することで、電気伝導性が現れたと考えられた。THMM 含有率が過少だと電気伝導性不足で通電しても接着強度が低下せず、含有率が過大だとゲルにイオンが溶解しきれずイオン液体液滴として分散し、ゲルのネットワーク密度を減少させて通電前の強度が低下したと考えられた。破断面のセメント側の呈色から Cu イオンの溶出が推定されることから、通電によりアノード表面が溶出し、Cu 板とセメントの接着が破壊され、接着強度が低下したと推測された。

【結 言】 以上の結果から、歯科用セメントにイオン液体を添加することで、十分な接着力を示しつつ、必要に応じて通電により接着力が低下する歯科用スマートセメントが実現できる可能性が示された。