

効果的な表面設計による新規有機/無機複合材料の開発

著者	加藤 喬大
発行年	2014-03
その他のタイトル	Development of new organic/inorganic composite materials by effective surface design
学位授与機関	高知工科大学
学位授与番号	26402甲第249号
URL	http://hdl.handle.net/10173/1111

氏名(本籍)	加藤 喬大 (高知県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第249号
学位授与年月日	平成26年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	効果的な表面設計による新規有機/無機複合材料の開発 Development of new organic/inorganic composite materials by effective surface design
論文審査	(主査) 高知工科大学 教授 西郷 和彦 高知工科大学 教授 西脇 永敏 高知工科大学 教授 小廣 和哉 高知工科大学 教授 谷脇 雅文 高知工科大学 准教授 角 克宏

審査結果の要旨

1.論文の評価

本研究では、主に以下の4つの成果を挙げている。

1) 高光透過性・高曲げ強度を有する歯科用有機/無機複合材料の開発

歯科用有機/無機複合材料には、自然歯と同様の光透過性(透明性)と咬合・咀嚼時の衝撃に耐える高曲げ強度が求められている。従来、複合材料中の無機フィラーの充填率を極限まで高くすることによって高曲げ強度を実現してきたが反面光透過性は低下し、両立は困難であった。そこで、シリカ系フィラーについて、焼成温度と一次粒子径、一次粒子径と透過度、焼成温度と二次粒子形状/フィラー強度とアンカー効果などの関係を系統的且つ詳細に調べ、シリカ系フィラー加熱処理温度と時間の最適化を行っている。その結果、高光透過性・高曲げ強度の両立を実現している。さらに、シリカ系フィラーの屈折率をマトリックス硬化前後の屈折率の中間にすれば製造操作性に優れた複合材料となるとの仮説を立て、モデルマトリックスを用いてそれを検証している。

無機フィラーの焼成温度と性状・物性との関係を系統的に研究した例は殆どなく、学術的に重要な成果である。さらに、シリカ系フィラーの屈折率をマトリックス硬化前後の屈折率の中間にすれば製造操作性に優れた複合材料となるとの考は独創的であり、それを実証したことは高く評価できる。

2) 新しい衝撃疲労試験法の開発

上述の研究を遂行中、歯科用有機/無機複合材料に対する JIS 及び ISO 規格である三点曲げ強度と Vickers 硬度、あるいは一般に使われる耐衝撃性試験である Charpy 試験や Izod 試験だけでは実用歯科材料の評価としては不十分であり、咬合・咀嚼時の繰り返し衝撃に対する強度を評価する必要があることに気がついたとしている。そこで、咬合・咀嚼時にかかる力に相当する力を円盤状試料に対して落錘を用いて繰り返し加える新しい衝撃疲労試験法を開発している。本法では、天然歯の構造に習ってシリコンラバーを擬歯根膜とし、ショックアブソーバーとしての役割を持たせている。さらに、本試験法によって求めた衝撃疲労強度によって、市販歯科用複合材料の評価を行い、その有用性を検証している。

極めて単純な試験片を用いて簡便且つ短時間に咬合・咀嚼時の繰り返し衝撃に対する強度を測定する本衝撃疲労試験法は、極めて独創性が高いものであり、学術的にも実用的にも重要な成果である。

3) 衝撃疲労強度のフィラー充填率依存性及びフィラー形状依存性

球形シリカフィラーを用い、フィラーの充填率が衝撃疲労強度に与える影響を調べている。その結果、充填率の極めて狭い範囲に最適値を示し、その充填率で高い衝撃疲労強度を示すことを見出している。さらに、凝集形、不定形、球形の3種類のシリカフィラーを用いて同一充填率の下での衝撃疲労強度を比較し、球形<不定形<凝集形の順に強度が強くなることを明らかにしている。

従来は一般的にフィラーの充填率が高いほど歯科用複合材料として優れているとされているが、充填率に最適値があるとの極めて少数の研究結果を支持する結果を示したことは、学術的に興味深い。また、この研究成果を基に、実用的な歯科用有機/無機複合材料を開発したことは、大いに評価できる。

4) 有機/無機複合材料とチタンとの接着

メタクリル酸エステル系シランカップリング剤はチタンの酸化皮膜に存在する水酸基とも容易に反応し、プライマーとして有機/無機複合材料との接着面の引っ張り強度を大きく向上させることを見出している。種々の表面分析の結果から、その引っ張り強度は表面粗さと金属表面の水酸基量に大きく依存することを明らかにしている。さらに、同手法は、ニッケルクロム、コバルトクロム、金銀パラジウムなどの合金と有機/無機複合材料との接着にも有効であることを明らかにしている。

本成果は、従来は複雑な工程を経て実現していたチタン等と有機/無機複合材料の接着を極めて簡便且つ高強度で行えることを実証した点で、学術的に重要である。また、最近ではインプラントの利用が増えているが、インプラントの軸にはチタン、チタン合金が使われていることから、実用面からも重要な知見である。

2. 審査の経過と結果

- (1) 平成26年1月15日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成26年2月12日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成26年2月19日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。