Osaka University Knowledge Archive

Title	Multilayerd Clay Composite Coatings with Self-Responsiveness
Author(s)	日笠, 暁生
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44985
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【21】

氏　　名	日笠暁生（ひかさあきお）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　１８６７２　号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科物質化学専攻
学　位　論　文　名	Multilayerd Clay Composite Coatings with Self-Responsiveness （自己応答型多層粘土複合コーティングに関する研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　新原　晧一 （副査） 教　授　甲斐　　泰　　教　授　平尾　俊一　　教　授　今中　信人 教　授　町田　憲一　　教　授　野島　正朋　　教　授　小松　満男 教　授　大島　　巧　　教　授　桑畑　　進　　教　授　田川　精一

論文内容の要旨

本論文は、セラミックスコーティングの損傷に対する取り組みとして、自ら応答して損傷を補修する機能および損傷を検知する機能を有するコーティングの設計・開発および特性評価を目的として行った研究成果をまとめたもので、全六章で構成されている。

第一章では、本研究の背景、目的および本論文の構成について述べている。さらに本研究の構成についても併せて示している。

第二章では、溶液環境中で、セラミックスコーティングの補修効果が期待される膨潤性粘土材料（体積膨張、止水性、拡散抑制など）とシリカ膜との積層複合コーティングを提案し、それに基づき、ガラス基板上に積層膜の作製を行っている。作製された積層複合膜の詳細な微細構造観察を行い、製膜条件の最適化よび膜厚制御に関して検討している。また、強度改善の試みとして熱処理を行い、その機械的強度の変化を詳細に検討している。

第三章では、前章にて作製した複合コーティングの耐食性に関する評価をしている。具体的には、金属基板上に積層複合膜を作製し、腐食環境下で繰り返し試験を行った後、基板表面の腐食の進行挙動に関する考察から、膨潤性粘土が基板の腐食を抑制し、この積層複合膜が耐腐食性効果を示すことを明らかにしている。

第四章では、積層コーティング中における損傷検知層の形成を目的とし、導電物質であるナノカーボン材料（カーボンブラック、カーボンナノチューブ）とのナノ複合化を行なうことで、粘土コーティングへの導電性付与を行っている。作製した複合コーティングはナノカーボンの分散性および抵抗率を評価し、カーボンの形状に依存してその導電性が大きく異なることを明らかにしている。また、これらの複合コーティングの破壊に伴う抵抗の変化を検出することで、この複合コーティングが損傷検知機能を持つことを明らかにしている。

第五章では、ナノカーボンナノ複合化技術を利用した、フッ素樹脂（PTFE）への導電性の付与を目的とし、ナノカーボン/PTFE 複合材料の創製を行い、その電気特性について評価している。その結果、ナノカーボン材料を利用した導電性付与が非常に有効であることを明らかにしている。

第六章では、本論文の主な成果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、セラミックスコーティングに対する信頼性向上の取り組みとして、自己補修機能および損傷検知機能を有するコーティング材料の設計・開発および特性評価を目的として行われたものである。これらの機能を付与するため、膨潤性粘土材料を利用した積層複合化ならびにナノ複合化を行い、基質材料に対する保護効果およびコーティングに対する損傷検知機能の付与を確認している。また、ナノカーボンナノ複合化技術を高分子材料に対しても展開し、ナノ複合化技術の利用が、高分子材料においても非常に有効な手段であることを明らかにしている。主な結果を要約すると以下のとおりである。

(1)様々な条件で SiO_2-膨潤性粘土（合成ヘクトライト）積層複合膜を作製することにより、製膜条件の最適化および微細構造を明らかにしている。また、熱処理が積層複合膜の機械的強度の大幅な改善に寄与することを確認している。

(2)膨潤性粘土を積層複合化したコーティングの補修効果に関して、金属基板上に製膜した複合コーティングの耐食試験を行い、腐食進行挙動の詳細な検討から、膨潤性粘土材料の存在が腐食抑制に寄与することを特定している。

(3)導電性ナノカーボンの複合化による粘土複合膜の作製を行い、コーティングの破壊に伴う導電経路の減少による抵抗の変化を測定することにより、その破壊の程度を見積もることに成功している。また、アスペクト比の異なるカーボン材料を選択し、微細構造および抵抗率の変化から、それらの導電メカニズムの相違を解明している。

(4)ナノカーボンを用いたナノ複合化技術を高分子材料（フッ素樹脂）へ展開し、導電性発現に必要な添加量の閾値に関して実測値および理論値の比較から、複合化における理想的な状態を明らかにしている。

以上のように、本論文は、セラミックスコーティングに対して膨潤性粘土材料を利用した積層複合化およびナノ複合化を行なうことで、自己補修機能および損傷検知機能の発現を見いだしており、粘土材料を用いた複合コーティングの開発に関する研究の発展に大きく寄与するものである。また、ナノカーボンを利用したナノ複合化技術の利用が、無機材料分野のみならず高分子材料分野を含めた幅広い分野で応用可能であることを明らかにしており、ナノカーボンを利用したナノ複合化に関する研究にも多大な貢献をもたらすものである。これらの成果は、耐久性および信頼性に優れたセラミックスコーティングやナノカーボン材料を利用した複合材料の開発、実用化に必要な基礎的な知見を与えるもので、物質化学、材料工学、複合材料工学の発展に大きく寄与するものである。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。