

Title	プラズマ溶射皮膜の力学的特性解明と皮膜コーティング鋼の高温疲労強度に関する研究
Author(s)	脇, 裕之
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/2248">https://hdl.handle.net/11094/2248</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	わき 脇 ひろ 裕 ゆき 之
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17937 号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科システム人間系専攻
学位論文名	プラズマ溶射皮膜の力学的特性解明と皮膜コーティング鋼の高温疲労強度に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 小倉 敬二 (副査) 教授 小坂田宏造 教授 平尾 雅彦 助教授 西川 出

### 論文内容の要旨

ガスタービン等の高温機器の更なる高効率化をはかるために、セラミックスコーティング材の高温疲労破壊機構の解明および疲労強度向上法に明確な指針を与えることが必要不可欠である。しかし、高温疲労強度に及ぼす影響因子が極めて多い上、溶射皮膜自身の力学的特性・疲労特性が十分把握されていないため、系統的な結論が得られていないのが現状である。

本研究は、まずセラミックス皮膜 ( $ZrO_2\cdot 8Y_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ )、ボンド皮膜 (CoNiCrAlY, NiCr) について、その特異な力学的特性・疲労特性を、基材と独立した膜厚 300  $\mu m$  の皮膜単独試験片を開発することによって明らかにした。また、上記の各溶射皮膜の残留応力を応力弛緩法により測定し、残留応力発生機構の解明、ならびにき裂発生要因となる引張残留応力未発生のための溶射条件を明らかにした。

上記の様に皮膜の特性を把握した上で、これら皮膜をコーティングしたステンレス鋼の高温疲労破壊機構と疲労強度向上法について検討した。高温疲労試験中、レーザスペクルひずみゲージ SSDG により表面ひずみを連続モニタリングし部材内部のはく離状態を正確に把握し、はく離寿命と破断寿命の関係を明らかにし、はく離強度が破断寿命に与える影響について明らかにした。皮膜コーティング鋼の疲労強度向上にはボンド層の特性が支配的であり、粒径が小さい粉末を用い、緻密で高強度のボンド層を高密着強度で基材に被覆することが効果的であるという皮膜の設計指針を導出した。また、セラミックス層の機械的強度が小さいことはボンド層のはく離寿命やき裂発生寿命を低下させないことが分かった。従ってセラミックス皮膜は、はく離脱落が起こらない機械的強度を確保し、粒径の大きな粉末で空孔や欠陥を多く含む遮熱効果の大きな皮膜を被覆することが有効であることを明らかにした。

最後に、皮膜コーティングを施したステンレス鋼の熱サイクルはく離強度について検討した。ボンド層を減圧溶射で作製し、緻密で酸化の少ない皮膜にすることが熱サイクルはく離寿命の向上にも有効であることを明らかにした。

### 論文審査の結果の要旨

ガスタービン等高温機器の高効率化のために、セラミックスを表面に溶射した溶射被膜材料の高温疲労破壊機構の

解明および疲労強度向上法に明確な指針を与えることが近年重要な課題となっている。しかし、高温疲労強度に及ぼす影響因子が多い上、溶射皮膜自身の力学的特性・疲労特性が十分把握されていないため、系統的な結論が得られていない。

本研究は、まずセラミックス皮膜 ( $ZrO_2\cdot 8Y_2O_3$ 、 $Al_2O_3$ )、ボンド皮膜 (CoNiCrAlY、NiCr) について、その力学的特性・疲労特性を、基材と独立した膜厚 300  $\mu m$  の皮膜単独試験片を開発することによって明らかにした。また、上記の各溶射皮膜の残留応力を応力弛緩法により測定し、残留応力発生機構の解明ならびにき裂発生の要因となる引張残留応力が発生しないための溶射条件を明らかにした。

このように皮膜単体の力学的特性を把握した上で、これら皮膜を溶射したステンレス鋼について高温疲労破壊機構と疲労強度向上法について検討した。高温疲労試験中、非接触でリモートセンシングのできるレーザスペックルひずみゲージ SSDG を用いて表面ひずみを連続モニタリングし、試験片内部のはく離状態を正確に把握、はく離寿命と破断寿命の関係ならびにはく離強度が破断寿命に与える影響について明らかにした。

実験結果より、セラミックス層の機械的強度が小さいことはボンド層のはく離寿命やき裂発生寿命を低下させないこと、またセラミックス皮膜は、はく離脱落が起こらない機械的強度を確保し、粒径の大きな粉末で空孔や欠陥を多く含む遮熱効果の大きな皮膜を被覆することが有効であることを明らかにした。これより皮膜コーティング鋼の疲労強度向上にはボンド層の特性が支配的であり、粒径が小さい粉末を用い、緻密で高強度のボンド層を高密着強度で基材に被覆することが効果的であるという皮膜の設計指針を導出した。

皮膜コーティングを施したステンレス鋼が熱サイクルを受ける場合のはく離強度についても検討した。ボンド層を減圧溶射で作製し、緻密で酸化の少ない皮膜にすることが、疲労強度の向上とともに熱サイクルはく離寿命の向上にも有効であることを明らかにした。

以上のように、本研究は溶射被膜材料の高温疲労破壊の機構を明らかにするとともに、疲労強度向上のための有用な知見を得ており、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。