

平成28年 2月29日

豊橋技術科学大学長 殿





機械工学専攻
学位審査委員会
委員長

章 忠



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	渡邊 悠太		学籍番号	第093255号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 機械工学専攻	
博士学位 論文名	固相粒子積層法により作製した金属皮膜の特性評価と粒子堆積機構 (Evaluation of metallic coating by solid particle deposition process and mechanism of particle deposition)			
論文審査の 期間	平成28年 1月28日 ~ 平成28年 2月 29日			
公開審査会 の日	平成28年 2月 8日	最終試験の 実施日	平成28年 2月 8日	
論文審査の 結果*	合格		最終試験の 結果*	合格
<p>審査委員会 (学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。</p> <p>委員長</p> <p>委員</p> <p>森 謙一郎 </p> <p>福本 昌宏 </p> <p>安井 利明 </p> <p>小林 正和 </p> <p>印</p> <p>印</p>				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

従来、厚膜創製の基幹技術として溶射法が重用されて来たが、同法において必須となる皮膜材料の溶融は粒子材質劣化などの問題があり、その解決が永年の懸案とされている。その打開策として近年、高加速した固相粒子を基材上に衝突させ積層するコールドスプレー法が見出された。同法は、固相粒子の積層ゆえ、溶融に伴う材料劣化の無い高品位皮膜の創製が可能となる反面、高い運動エネルギーに基づく塑性変形により成膜することから、成膜時に蓄積される応力、ひずみの膜特性への影響を初めとする固有成膜機構の解明が新たな課題として浮上している。本研究は、皮膜創製に関わる各種因子の影響の包括的調査を通し、同法における成膜機構の解明、産業応用への拡大を目的としている。第1章は本論文の緒論であり研究の背景と目的を述べている。第2章は本研究における実験方法および各種評価方法を述べている。第3章は非加熱成膜法であるエアロゾルデポジション法との対比を通し、本法皮膜創製の基本単位となる個々の粒子間結合機構を微視組織観察により解析している。第4章では基材衝突直前の粒子速度解析結果を基に、粒子速度と基材への粒子付着効率および皮膜の基材への密着強度との関係性を検証している。第5章では基材側因子としての基材予熱温度と皮膜密着強度の関係性を調べ、基材表面酸化および基材熱軟化が密着強度に及ぼす影響を明らかにしている。第6章では粒子積層に伴う皮膜内応力実測結果を基に、皮膜/基材間界面応力の皮膜特性に及ぼす影響を調査している。第7章は単一粒子の付着から粒子積層に至る皮膜創製全体像の把握結果により本研究を総括するとともに、本法の実用化を図る上での課題、成膜分野以外への応用の可能性を考察している。

審査結果の要旨

本研究は、固相粒子積層による高品位皮膜創製技術として期待の高いコールドスプレー法の成膜機構の解明を通し、同法の信頼性および実応用性の確立を目指したものである。このため本研究では、投射粒子飛行挙動の解析、粒子間界面形成挙動、皮膜/基材間密着特性、および成膜中及び成膜後の皮膜内応力発生・残留状況の把握等を行っている。その結果、第3章において粒子速度の低いエアロゾルデポジション法での粒子間界面に部分的な酸化膜の残留が認められたのに対し、高い運動エネルギーの基に衝突するコールドスプレー法では、粒子間界面が高い金属結合性を有することを明らかにした。また、第4章では基材衝突直前の粒子速度の高いほど基材への粒子付着効率の高いこと、および皮膜/基材間密着強度が既堆積皮膜への後続粒子の衝突により高められることを粒子飛行挙動解析と実験の双方により明らかにした。第5章では、本法皮膜密着強度改善策としての基材加熱の影響を調査し、基材表面酸化および基材熱軟化の影響の相反性を考慮した適正投射条件の選定が、高い皮膜密着強度を保證することを明らかにした。最後に、第6章では高い運動エネルギーを付与した固相粒子の衝突による本法皮膜には、皮膜/基材間界面に不可避免的に応力不均衡状態が導入されるのに対し、適正な熱処理を加えることで皮膜内の応力・ひずみが解放され、高い界面強度発現がもたらされる事実を皮膜内応力発生・残留状況の実測結果を基に国内外に先駆けて明らかにした。固相粒子の衝突、塑性変形による皮膜内応力・ひずみと皮膜の機械的諸特性との関係性を実験的に明らかにした本研究の知見は学術的な独自性および新規性がある。また、従来不明とされた本法における基材予熱処理の効用および適用材料種選定指針を明らかにした点は産業応用上の高い貢献性をもたらすものである。

以上により、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判定した。