

## 論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	栗谷 龍彦
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学准教授	博士（工学） 柿沼 康弘
	副査	慶應義塾大学教授	博士（工学） 青山 英樹
		慶應義塾大学教授	工学博士 鈴木 哲也
		慶應義塾大学准教授	博士（工学） 寺川 光洋
(論文審査の要旨)			
<p>学士(工学)栗谷龍彦君提出の学位請求論文は「指向性エネルギー堆積法による Inconel 718 の造形物における空孔に関する研究」と題し、6章から構成されている。</p> <p>金属材料の付加製造の中でも指向性エネルギー堆積法(Directed Energy Deposition：以下、DED)は比較的大きな部品を作製可能ということもあり、航空宇宙産業からの期待が高まっている。一方で、造形物内部に形成された空孔は機械的強度低下につながるため、これを抑制すること、またその形成メカニズムを明らかにすることが求められている。本論文の著者は、航空宇宙産業で用いられるニッケル合金 Inconel 718 を対象とし、造形物における空孔の評価に加え積層プロセスの直接観察を試み、空孔形成の抑制について検討している。</p> <p>第1章は序論であり、本研究の背景と従来の研究について概説し、本研究の目的を述べている。</p> <p>第2章では、DEDの各方式と積層現象について述べた後、積層物の成分や結晶構造、形成された空孔の特徴を示している。また、用いた金属粉末やDEDの応用例についても概説している。</p> <p>第3章では、積層に用いた加工装置の構成と仕様を述べるとともに、空孔評価のための試料作製方法や実験装置を示している。空孔の評価に関して、空孔率の算出方法と空孔内部のガス分析の方法を、積層現象の観察に関して、高速度カメラによる観察方法と温度観察に用いた二色法による温度計測方法をそれぞれ詳説している。</p> <p>第4章では、第3章で述べた加工装置と空孔評価方法を用い、空孔を抑制可能な積層条件を明らかにするために、異なるレーザー出力で作製した造形物内部に形成された空孔を評価している。また、複雑形状を造形する場合、送り速度の変化に応じてレーザー出力を調整する必要がある。そこで、異なるレーザー出力での積層において最も空孔率が低かった条件から入力エネルギー密度を算出し、そのエネルギー密度を維持するように送り速度を変化させ造形を行うことで、形成される空孔が抑制できることを明らかにしている。</p> <p>第5章では、空孔形成の要因を明らかにすることを目的に、造形物内部の空孔内に残存するガス分析を行い、レーザー出力が高い場合ではシールド切れによる窒化や酸化が影響することを論じている。また、積層現象観察のために高速度カメラを用いて観察するとともに、二色法を用いた温度計測によって積層時の温度分布の観察や、熔融から凝固までの時間算出を行い、空孔率との関連を調べ、空孔形成のメカニズムを考察している。</p> <p>第6章は結論であり、上記の内容を統括している。</p> <p>以上要するに、本研究は指向性エネルギー堆積法による Inconel 718 の造形において積層条件と空孔の関係を明らかにし、空孔の抑制や空孔形成メカニズムを推察したものであり、生産加工学分野において工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（システム統合工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>		