

Title	粉末圧粉積層と切削加工による金属の複合三次元成形法に関する研究
Author(s)	水上, 良明
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/45051">http://hdl.handle.net/11094/45051</a>
DOI	
rights	
Note	

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

氏名	水 上 良 明
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 18811 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 基礎工学研究科システム人間系専攻
学位論文名	粉末圧粉積層と切削加工による金属の複合三次元成形法に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 小坂田宏造  (副査) 教授 平尾 雅彦 教授 小林 秀敏

#### 論 文 内 容 の 要 旨

生産分野において消費者ニーズの多様化や市場競争といった観点から、製品開発工程の高速化、コスト低減、さらには多品種少中量生産に柔軟に対応できる加工法の開発が重要な課題となっている。このような背景をもとに、本論文では金属やセラミックスの簡易迅速成形を目的とした新しい三次元造形法として「積層圧粉法」を提案すると同時に、材料に WC-Co 系超硬合金を用いて実用化に向けた基礎研究を行った。その結果、実用的な機械強度を持ち寸法精度の高い三次元形状を比較的簡便に作製することができ、特に生産工程において従来法では成形が困難な複雑形状の機械部品や金型などの直接成形法としての有用性が明らかとなった。

積層圧粉法は、積層原理、切削法、粉末成形法が持つそれぞれの特徴を組み合わせた複合プロセスで、薄板状に圧粉した粉末上にモデル部と不要部を分離する境界溝を切削形成しながら順次積層を繰返し、最後にモデル部を取り出し焼結することで最終製品を得るという手法である。モデル分離方法として、形状創成の自由度を向上させるため溝内にパラフィンワックスを充填する手法と、プロセスの簡素化を図るため積層過程で溝内部とモデル部に生じる圧粉体の強度差（密度差）を利用した手法を提案した。強度差を利用する方法では、剛塑性有限要素法により圧粉過程で生じる溝周辺部の密度分布解析を行い、モデル分離可能な造形条件を明らかにした。WC-Co 系超硬粉末を用いた成形基礎実験により、いずれの方法においても実用的な合金強度を持つモデルの作製が可能であることを示した。

生産工程への適用性評価の一環として、成形部に沿った内部冷却路を持つ精密製品用超硬金型の成形性について評価した。その結果、ワックスを内部流路作製のための犠牲材として利用することにより、従来法では成形が困難な複雑形状の超硬金型を比較的簡便に一体構造として作製可能であることが示されると同時に、製品開発段階における機能評価用簡易金型あるいは量産金型の直接成形法としての適用性が示唆された。

#### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究では、製品開発における期間短縮、生産コスト低減さらに多品種中少量生産を実現する生産技術として、粉末成形法と切削法を組み合わせた新しい加工方法を提案し、超硬粉末を用いた実験によりその有効性を示している。

本論文の第 1 章では、研究の背景および研究目的について述べている。

第2章では、本研究で提案する積層圧粉法の原理を示すとともに、超硬粉末を用いて三次元モデルの造形実験を行っている。積層圧粉法では、粉末を圧粉して薄い造形層を作成し、フライス盤で三次元モデルの輪郭に沿った境界溝を作成して境界材を挿入する。圧粉と切削を繰り返して積層造形した三次元モデルを境界材により分離し、焼結する。本方法により超硬モデルの造形を行い、提案する手法の可能性を示している。

第3章では、積層圧粉法で作製した超硬モデルの機械的強度および寸法精度について評価を行っている。その結果、超硬モデルは 2 GPa 以上の抗折力を示し、焼結時に一様に収縮することから、実用的な強度を有するモデルのニアネットあるいはネットシェイプ成形の可能性を示している。

第4章では具体的製品への適用として、内部冷却路を有するガラスレンズ用超硬金型を試作し、冷却性能について実験および差分法による温度解析を行っている。その結果、比較的均一な温度分布で、自然冷却に比べて 10 倍の冷却速度を示す金型の作製が可能であることを示している。

第5章では、圧粉時に生じる境界溝とモデル部との強度差（密度差）を利用したモデルの分離方法について、剛塑性有限要素法による解析および実験により検討を行い、モデル分離が可能な境界溝の形状および圧粉圧について示している。

最後に、第6章において本論文内容の総括を示している。

以上の研究内容は、製品開発サイクルの短縮、コストの低減を図る生産技術として有益な成果であり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。