

氏 名	田 端 強 た ばた つよし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1041 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	多 孔 質 体 の 塑 性 変 形 と 塑 性 加 工 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主査) 教授 大矢根守哉 教授 山田敏郎 教授 小門純一

### 論 文 内 容 の 要 旨

この論文では、多孔質体材料の塑性加工における加工力・加工限界・密度・摩擦・硬さに関する理論的および実験的研究成果が述べられており、緒論・7章・結論よりなっている。

第1章では、多孔質体の塑性変形を解析するため、3次元応力下での変形条件式および応力ひずみ関係式を導いている。多孔質体の変形に関するこれらの基礎式は、多孔質体実質部の変形応力と多孔質体の見かけの密度をパラメータとして表わされている。

第2章では、この基礎式にもとづき、すべり線場法を導いている。すべり線群の交角と相対密度の関係、すべり線に沿う応力の方程式と材料の速度の方程式を示し、これを用いて押し込み加工、圧縮加工、押し出し加工について解析している。また多孔質体の塑性変形に関する上界法を導き、これによって塑性加工力の上界のみでなく、密度の変化をも比較的容易に求めることを示している。

第3章では、上界法を用いて多孔質体の平面ひずみ押し出し加工を解析し、押し出し材の密度と押し出し圧力とを、押し出し比・素材密度・工具角度の関数として表わしている。これらの関数関係は銅焼結体による実験結果とほぼ一致することを確かめている。また実験結果から、相対密度の低い素材材料においては押し出し比が小さいときには押し出し材に表面割れが生じ、押し出し比が大きくなると先端割れが生ずることを明らかにしている。

第4章では、多孔質体の円板およびリングの圧縮変形における変形後の相対密度、形状変化、応力を、種々の初期相対密度、圧縮率、摩擦係数に対して数値計算を行い、その計算結果にもとづいて塑性加工用潤滑剤の性能試験法を提案している。またこの試験法の応用例として11種類の潤滑剤の摩擦係数を求め、低密度多孔質体に対する液体潤滑剤は高い摩擦係数をもつが、これに粉末状固体潤滑剤を添加することによりその性質を改善することが出来ることを明らかにしている。

第5章では、まず多孔質体の押し込み押し試験に関する基礎知識をうるために、くさび形および正四角錐形の圧子の押し込みについて理論的および実験的な検討を行っている。つぎに押し込み圧力を硬さ

と定義し、硬さと圧子頂角、相対密度・変形応力・ひずみ・摩擦係数の関係を求め、その結果、(i) 硬さ試験における圧子の摩擦の影響をさけるためには圧子頂角の大きさを圧子下にデッドメタルの生ずるような範囲に選ぶのがよく、またその範囲は相対密度が低いほど狭くなること、(ii) 硬さは変形応力のみでなく相対密度にも影響されるので、二つの異なる頂角の圧子による硬さから多孔質体の密度と変形抵抗の両者を求めることができることを明らかにしている。

第6章では、すえ込み加工をうける多孔質体の破壊について述べている。実質材に比べて多孔質材は延性に乏しいが、焼結多孔質材のすえ込み加工では、加工前の予備成形体の形状を適当に選ぶことにより、加工限界ひずみを大きくすることができることを示している。また加工中の応力履歴を考慮に入れた多孔質体の延性破壊の条件式を提案し、その条件式から推定される加工限界ひずみと、銅焼結体による実験的加工限界ひずみとがほぼ一致することを確かめている。

第7章では、平面ひずみ押し出し材の密度分布の予知法と、できるだけ均一な密度分布を生ずるための加工条件とについて理論的および実験的検討を行っている。

最後に、得られた成果を要約して結論としている。

### 論文審査の結果の要旨

金属粉末を焼結することによって機械部品を製造する方法は、金属屑を生ずることなく、資源を有効に使用する製造法であるが、多孔質体である金属焼結部品の強度・延性・寸法精度を向上させるためには、焼結の前または後に、あるいは焼結中に塑性加工をし、それによって密度を高く、かつ均一に分布させる必要がある。この論文では、塑性変形をうける多孔質体の密度変化・加工力・加工限界ひずみに関して理論的および実験的研究成果が述べられている。得られた主な成果は次のとおりである。

(1) 3次元応力下の多孔質体の塑性変形条件式および応力ひずみ関係式を相対密度の関数として表わし、これらにもとづいたすべり線場法と上界法を導き、またこれらの式が銅および鉄の焼結体の塑性変形挙動を精度よく表わしていることを確かめた。

(2) この理論の応用例として、押し出し加工、圧縮加工、すえ込み加工、押し込み加工における密度分布・形状変化・加工圧力を求め、銅焼結体を用いた実験結果と比較し、各種の多孔質焼結体の塑性加工問題の解析にこの理論を適用すれば十分な精度の解がえられることを確かめた。

(3) 多孔質体が塑性変形中にうける3次元応力の履歴をもとにして、非破壊加工限界ひずみを定量的に予知するための延性破壊条件式を確立した。またすえ込み加工において、加工限界ひずみを大きくするくめに有効な予備成形体の形状を実験的に示した。

(4) 多孔質体のリングの圧縮試験における形状変化と初期相対密度ならびに摩擦係数の関係を塑性変形理論により計算し、その結果を用いた多孔質体塑性加工用潤滑剤の性能試験法を提案し、潤滑剤の摩擦係数を精度よく容易に測定できるようにした。またこの試験法を応用して種々の固体・液体の潤滑剤について摩擦特性を調べ、粉末状固体潤滑剤と液体潤滑剤との混合により優れた潤滑剤をつくり出すことを示した。

(5) くさび形および正四角錐形の圧子を多孔質体に押し込むに必要な圧力、すなわち多孔質体の硬さ

につき検討し、頂角の異なる2ヶの圧子を用いて計測した硬さ値から、多孔質体の変形抵抗、実質部の変形抵抗、多孔質体の相対密度を推定できることを示した。

以上要するに本論文は、多孔質体の塑性加工に関する加工力・変形・加工限界・密度・潤滑特性に関する解析法・計算法・試験法につき有益な手法と新しい知見を与えたものであり、学術上工業上寄与するところが少ない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。