

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| 氏 名     | 沖 本 邦 郎<br>おき もと くに お   |
| 学位の種類   | 工 学 博 士                 |
| 学位記番号   | 論 工 博 第 1276 号          |
| 学位授与の日付 | 昭 和 55 年 3 月 24 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  | 金属粉末と多孔質金属の成形と破壊に関する研究  |

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

金属粉末焼結法による機械部品の一般的な製造工程は圧縮成形・焼結・再圧縮加工・後処理から成立っているが、この研究はこれらのうち圧縮成形と再圧縮加工を、主として塑性力学的立場から取扱ったものであり、金属粉末成形体および外孔質金属の強度、延性、密度の間の関係式を導き、粉末成形圧力、多孔質体加工圧力、限界加工率を予測するための計算方法を示し、さらに粉末成形体および多孔質金属の接合条件を明らかにしたものである。

第1章では、この分野での従来からの研究の推移と問題点を論じたのち、本研究の目的と内容の概要について述べている。

第2章では、金属粉末を密閉金型中で圧縮成形する場合について金型圧力および潤滑剤効果を実験的に調べている。まず金型圧力に及ぼす粉末原料の金属の種類、その製造法、粒度分布、粒子の形状、潤滑剤の量の影響について検討し、ついで潤滑剤を金型潤滑用および粉末間潤滑用として使用する場合の圧密効果について述べている。

第3章では、金属粉末の密閉金型成形、静水圧成形、乾式ラバープレスの各実験を行い、応力と密度に関する従来からの粉末成形条件式が成立することを確めた。またこの条件式に含まれる4つの材料定数の求め方につき考察し、簡易決定法として円筒形金型における圧縮成形力、金型圧力、密度の測定値を用いる方法を提案し、この方法を応用して多種類の金属粉末に関する材料定数を測定・計算し、その結果を示している。

第4章では、粉末成形体の圧密と破壊について述べている。銅粉末成形体の三次元圧縮試験を行い、圧密がさらに進行するか、あるいは膨脹をしながら破壊に向うかを実験的に調べ、その結果を用いて応力条件と圧密・膨脹・破壊の関係を図式的に表示している。

第5章では、鉄系の焼結多孔質体の延性破壊条件について論じている。まず圧縮試験とねじり試験による実験結果をもとにして、一般三次元応力下での破壊ひずみを予測するための延性破壊条件式を導き、この条件式に含まれている材料定数の簡易決定法を示している。ついでこの条件式を塑性加工における限界

加工率の予測に応用する例として、鉄系焼結多孔質体の単純すえ込み加工、中間すえ込み加工、ヘッディング加工における限界加工率を計算し、これが実験とよく合うことを確めている。

第6章では、鉄系焼結多孔質体の冷間鍛造における再圧着について述べている。鍛造過程にクラックが発生した部分が、鍛造終了時には再圧着をしてクラックがなくなっている場合が多いが、本研究では再圧着が生ずる加工条件、再圧着された製品の延性低下、延性回復のための熱処理について説明している。

第7章では、単純形状の金属粉末成形体および多孔質金属を接合することによって、複雑な形状の、又は長尺の部品を製造する方法を取扱っている。接合法の一つは予備成形した粉末成形体を密閉金型内で冷間圧接する方法であり、他の一つは多孔質金属に含まれる空孔を利用した異種金属溶浸接合法である。接合面強度に及ぼす接合圧力、接合時のクリアランスと密度、接合面のあらさの影響を調べ、接合面強度が非接合部分と同じになるための条件を明らかにしている。またその強度を塑性力学によって予測する計算法を示している。

第8章では、第2章から第7章までにおいて論じた内容をまとめている。

### 論文審査の結果の要旨

金属材料の省資源および加工工程の自動化という点から、機械部品を粉末焼結法によって製造する方法は次第に重要な加工法となってきた。本研究は、粉末焼結部品の製造工程のうちで塑性力学に関係の深い2工程、すなわち金属粉末の圧縮成形および焼結多孔質金属の再圧縮加工を取扱い、素材および製品の強度・密度・破壊と加工圧力・限界加工率との関係を明らかにしたものであって、得られた成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 金型中で所定の密度の金属粉末成形体を作るのに必要な加圧圧力および金型圧力を測定し、これらの圧力に及ぼす粉末材料、粒子形状、粒度分布、潤滑剤、成形履歴の影響を明らかにした。さらにこれらの両圧力と成形体密度との定量的関係を示す成形条件式を検討し、式に含まれる材料定数の簡単な決定法を提案した。
- (2) 軸対称応力座標を、金属粉末成形体の圧密と圧着を増進させる応力領域と、膨脹をさせたのち破壊に至らしめる応力領域に分け、成形履歴に応じて成形・膨脹・破壊の進行する過程を図式的に読みとる方法を示した。
- (3) 三次元応力下での鉄系焼結多孔質体の破壊試験結果にもとづき、多孔質金属の延性破壊条件式を提案した。またこの延性破壊条件式の適用例として、単純すえ込み加工、中間すえ込み加工、ヘッディング加工について条件式から求めた限界加工率と、実験から求めた限界加工率とがほぼ一致することを確め、著者の提案した延性破壊条件式は多孔質金属の塑性加工における加工限界の予測と、多孔質製品の延性の評価に有効であることを示した。
- (4) 焼結多孔質金属の鍛造加工中にクラックが発生した部分が再び圧着されるために、見掛け上完全な製品に見えることが多い。この対策として適当な加圧成形と熱処理を加えることにより、再圧着製品であっても完全な製品と同等の強さをもたせることができることを明らかにした。
- (5) 複雑な形状の焼結多孔質金属が均一な密度分布をもつように製造することは困難である。この問題点

を克服するための製造法として、単純な形状の粉末成形体を多数接合して複雑な形状の成形体を作り、これを焼結する方法を提案した。またこの接合焼結体の強度を非接合焼結体の強度と同じにすることは、接合時の圧力と密度、接合面のあらさ状態、接合のための変形量を適当な値に選べば容易であることを実証した。さらに接合面の強度を多孔質金属の塑性力学を用いて予測することができることを確認した。

(6) 複雑な形状であり、密度が均一である多孔質金属部品を製造する別の方法として、複数の単純な形状の焼結体に異種金属を溶浸しながら、これを加圧接合する方法を提案した。また接合強度を大きくするための条件を求め、またその強度を推定する方法を示した。

以上要するに本研究は金属粉末成形体と多孔質金属の成形・接合・破壊に関する力学上、材料上の諸条件を明らかにするとともに、それらを製品の強度と延性の予測に適用する方法ならびに複雑形状製品の製造に応用する方法を開発したものであって、学術上、工業上寄与するところが少くない。

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。