

Title	上界法による不均質材料の塑性強度と変形挙動に関する研究
Author(s)	大村, 勝
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/520
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名・(本籍)	おお 大	むら 村	まさる 勝
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	8 9 8 1	号
学位授与の日付	平成 2 年 2 月 28 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	上界法による不均質材料の塑性強度と変形挙動に関する研究		
論文審査委員	(主査) 教授 花崎 伸作		
	(副査) 教授 北川 浩 教授 堀 茂徳 教授 齋藤 好弘		

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、多孔質材料及び硬質第 2 相を含む複合材料の塑性強度を上界法により求めるとともに、実験的に塑性強度と変形挙動に検討を加えたものである。論文は次の 9 章から成っている。

第 1 章は緒論で、本研究の目的、背景および意義について述べている。

第 2 章では、三次元軸対称形の楕円体空孔を有する多孔質材料の軸対称変形の場合について可容変形速度場を用いて強度解析を行う方法について提案し、アスペクト比 λ をパラメータにして降伏強度の計算を行なう過程を述べている。

第 3 章では、アスペクト比 $\lambda = 1$ の球形の空孔を有する等方性多孔質材料の降伏条件を、第 2 章と同じ可容変形速度場を用いて強度解析することにより求め、一般の三次元変形の降伏曲面が楕円曲面となることを示しており、この結果が実験をもとにいままでに提案されている多孔質体の降伏条件に一致することを確認している。

第 4 章では、第 2 章で求めた降伏強度の計算過程を異方性多孔質材料のいくつかのモデルについて解析した結果を示すとともに、若干の実験を行ってその結果と比較し、両者がよく一致することを示している。

第 5 章では、第 4 章までの解析における空孔部分に第 2 相材料として硬質材が充填された場合の解析を行い、このような複合材料の降伏は von Mises の降伏条件に従うことを示している。また、複合則による強度評価を行うことが妥当な材料構成について述べている。

第 6 章では、第 5 章の解析結果をふまえて、第 2 相粒子を含む焼結銅の変形と強度特性の評価結果を実験検証している。すなわち、電解銅粉末中にステンレス線、炭素鋼のねじ、タングステンカーバイト粒を介在させ、圧粉焼結したモデル試験片によって単軸引張試験や引き抜き試験を行い、実験結果が第 5 章の解析結果に合致することを示している。

第7章では、異方性を有する金属板を積層した材料の引張変形特性の解析を行っている。すなわち、単一板の r 値 (r_0, r_{45}, r_{90}) から積層板の r 値を、また、単一板の応力-ひずみ関係から積層板のそれを求めており、計算結果は異方性主軸のずれを $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ として行った実験の結果とよく一致することを示している。

第8章では、第7章の解析結果を用いて、異方性主軸の方向を任意にずらせて貼り合わせた場合の r 値と引張強度の変化を求めるとともに実験検証し、両結果がよく一致することを示し、さらに積層板の深絞り実験を行い、製品の耳高さの変化と r 値の関係、 r 値や n 値と限界絞り比の関係を実験的に検討している。

第9章では、本研究で得られた結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

機械装置や構造物の使用環境の多様化・過酷化にともない、焼結金属や複合材料などの使用が増加している。これらの材料は不均質であって、一樣な材料と考えることはできないが、その微視的構造を考慮した塑性強度や加工力の評価は未だ十分に行うことができないのが現状である。本論文は多孔質材料や複合材料などを不均質材料として統一的にとらえ、材料の強度基準と加工力を評価するための基礎研究として上界法を用いた近似解析を行ったものである。得られたおもな結果を要約すると次のとおりである。

- (1) 三次元軸対称形の楕円体空孔を有する多孔質材料の軸対称変形の場合の解析を上界法を用いて行い、アスペクト比 λ をパラメータにして降伏強度の計算を行う過程を明らかにし、異方性多孔質材料に対してモデル解析した結果を示すとともに、異方性多孔質材料の加工力と強度の推定が可能であることを示している。
- (2) $\lambda = 1$ の球形の空孔を有する等方性多孔質材料の降伏条件を上界法を用いた強度解析より求め、一般の三次元変形の降伏曲面が、いままでに実験をもとに提案されている降伏条件に合致する楕円曲面になることを示している。
- (3) 三次元軸対称形の楕円体硬質粒子を含む複合材料の強度解析を上界法を用いて行い、降伏が von Mises の降伏条件に従うことを導出するとともに、繊維強化または粒子分散強化焼結銅の変形と強度特性の実験を行い、解析が上界法であるにもかかわらず、解析結果と実験結果がよく一致することを示し、硬質相を含む複合材料の加工力と強度を計算のみで推定できることを示している。
- (4) 異方性を有する金属板を積層した材料の引張変形特性の解析を行い、単一板の r 値 (r_0, r_{45}, r_{90}) から積層板の r 値を、また単一板の応力-ひずみ関係から積層板のそれを求めており、計算結果が実験結果によく一致することを示している。

以上のように、本論文は多孔質材料と複合材料を不均質材料として統一的にとらえて理論解析を行い、その塑性強度と塑性変形特性について有益な知見を与えており、塑性学上寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。