



Title	剛塑性有限要素法による大変形三次元問題の解析
Author(s)	岡田, 達夫
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37293
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文について をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	おか	だ	たつ	お
	岡	田	達	夫
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9	7	6
		1		号
学位授与の日付	平成	3	年	3
		月	26	日
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻			
	学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	剛塑性有限要素法による大変形三次元問題の解析			
論文審査委員	(主査)			
	教授	小坂田	宏造	
	(副査)			
	教授	福岡	秀和	教授 小倉 敬二

論文内容の要旨

有限要素法では材料内部の応力、ひずみ分布など、設計、開発に必要な各種の情報が得られるため、塑性加工問題の解析に広く用いられている。特に、剛塑性有限要素法は大変形を生じる塑性加工問題の解析に適しており、現在までに軸対称、平面応力、平面ひずみなどの二次元変形については多岐にわたる研究がなされてきた。しかし三次元変形問題については、原理は基本的に二次元変形と同じであるものの、工具形状の記述、境界条件の処理などが複雑で、プログラム開発が容易でないこと、計算に長い時間を必要とすることなどの問題があり、研究の余地が大きい。本研究は大変形三次元問題を解析するための基礎研究として、剛塑性有限要素法を用いて各種加工の三次元解析を行う場合の問題点を解決することを目的とする。

まず、第2章では材料の圧縮性を導入した塑性力学に基づいた剛塑性有限要素法の定式化を行う。定式化に際しては、より広範な問題に適用できるように体積力も考慮すると同時に、従来行われてきた変分原理に基づいた汎関数の最小化問題による方法に対して、重み付き残差法的一种であるガラーキン法を用いた定式化を提案する。

第3章では衝撃問題の効率のよい三次元解析を目的として、第2章で行った定式化を基に剛塑性有限要素法に慣性力を考慮する方法を提案する。また、角棒材の剛体壁への衝突、プレスによる高速圧縮などを解析し、形状変化、塑性波の伝播の様子などを明らかにするとともに、加速度の時間に関する離散化における1ステップの時間増分の影響についても検討を加える。

第4章では、有限変形理論に基づいた定式化により剛塑性有限要素法に慣性力を考慮する方法を提案する。これは1ステップ最後の時点で釣り合う速度場を求めることで1ステップ間の変形抵抗、形状の

変化を考慮する方法で、この方法を用いることによって時間増分が変形に及ぼす影響を小さくすることができ、衝撃変形問題の計算時間の短縮が可能であることを示す。

三次元解析法では精度の高い解が得られるものの、計算時間が非常に長く、計算機の記憶容量も大きなものが必要になるため、三次元問題を簡便かつ短時間で解析を行うことのできる実用性を指向した近似的な解析法の開発も重要である。そこで、第5章では三次元変形する問題を二次元問題に近似して解析する方法として一般化平面ひずみ変形を適用する方法を提案し、その定式化を行う。

第6章では、この方法を鍛伸加工の一種であるパイプ回転鍛造の解析に適用することを試みる。実験結果と比較することによって本手法の有効性について検討するとともに、それを用いて加工後の製品の仕上がり形状を予測し、アルミのパイプ状製品を製作する際の問題点、特に半径方向の不均一変形について明らかにする。また、不均一変形を減少させるのに有効な方法を加工スケジュール、工具形状の点から検討を加える。

さらに、第7章では第5章の手法を平圧延ならびに孔型圧延に対して適用し、短時間で解析できる手法を提案する。また、三次元解析の結果と比較することにより、本手法の計算精度についても検討する。

論文審査の結果の要旨

剛塑性有限要素法は大変形を生じる塑性加工問題の解析に適しており、現在までに二次元変形については多岐にわたる研究がなされてきた。しかし三次元変形問題については、計算に長い時間を必要とすることなど多数の問題が残されている。本研究は剛塑性有限要素法を用いて各種加工の三次元変形の解析を行う場合の問題点を解決することを目的として行われたものである。

第2章では体積力を考慮してガラーキン法を用いた剛塑性有限要素定式化を提案し、それを基に第3章では慣性力の影響を組込んで新しい解析方法を示している。例として角棒材の剛体壁への衝突、プレスによる高速圧縮などを解析し、形状変化、塑性域の伝播の様子などを明らかにしている。さらに、第4章では1ステップ最後の時点で力が釣り合うような速度場を求める方法を提案し、時間増分が変形に及ぼす影響を小さくすることができ、衝撃変形問題の計算時間の大幅な短縮が可能であることを示している。

第5章では三次元問題を簡便かつ短時間で解析を行うことのできる実用性を指向した近似的な解析法として一般化平面ひずみ変形の定式化を行っている。第6章では、一般化平面ひずみ解析を鍛伸加工の一種であるパイプ回転鍛造の解析に適用し、実験結果と比較することによって本手法の有効性について検討している。その結果を用いて加工後の製品の仕上がり形状を予測し、不均一変形などについて明らかにするとともに、不均一変形を減少させるのに有効な方法を加工スケジュール、工具形状の点から検討を加えている。さらに、第7章では第5章の手法を平圧延ならびに孔型圧延に対して適用し、短時間で解析できる手法を提案している。また、三次元解析の結果と比較することにより、本手法の計算精度についても検討している。

以上のように、本論文は三次元変形をする塑性加工の問題を高能率に解析するための手法を提示し、具体的な問題について解析の有用性を示したものである。これは塑性力学および塑性加工の分野に新たな手法をもたらしたものであり、その学問的貢献は大きく、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。