

Title	A STUDY ON SHORT-TIME COMPUTATIONAL SCHEME OF RIGID-PLASTIC FINITE ELEMENT METHOD FOR PRACTICAL SIMULATION OF METAL FORMING
Author(s)	吉村, 英徳
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42174
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	吉 村 英 徳
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 0 3 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 12 年 1 月 21 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 物理系専攻
学 位 論 文 名	A STUDY ON SHORT-TIME COMPUTATIONAL SCHEME OF RIGID-PLASTIC FINITE ELEMENT METHOD FOR PRACTICAL SIMULATION OF METAL FORMING (塑性加工の実用的シミュレーションのための剛塑性有限要素法の 計算時間短縮に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小坂田宏造 (副査) 教 授 小倉 敬二 教 授 平尾 雅彦

論 文 内 容 の 要 旨

塑性加工の分野では品質や生産性の向上、開発期間の短縮のため、製品設計、加工条件の最適化に有限要素シミュレーションが多く用いられている。複雑な変形を高精度に解析する必要があるため、3次元シミュレーションの要望が高い。しかしながら、大規模3次元シミュレーションでは計算時間が膨大になり実用的に問題である。そこで本研究では、圧延や鍛造などの解析法に広く用いられている剛塑性有限要素法において、複雑な変形を短時間で計算する方法を提案する。マンネスマン穿孔圧延の近似3次元解析法および対角ブロックを用いた3次元剛塑性有限要素法について示す。

継目無し管を製造するマンネスマン穿孔圧延において、穿孔圧延を半径、中心座標が変化するロールを用いた回転鍛造としてモデル化し、管の軸方向への伸びが断面内で均一であるとする一般化平面ひずみモデルを用いた近似3次元解析法を提案した。また、本解析法では管のねじれ変形の影響も考慮している。加工中の断面形状および加工後の形状の計算結果は実験結果とほぼ一致し、提案した近似3次元解析法が有効であることを示した。また、回転鍛造効果による内部割れが問題となるため、延性破壊条件式を用いて割れ発生の予測を行った。その結果、内部割れはロール傾斜角を大きくすることにより抑制できることがわかった。本解析法は約30分で計算でき、穿孔圧延における加工条件の決定に対して実用的な方法であることを示した。

3次元剛塑性有限要素シミュレーションにおける計算時間短縮の手法として、対角ブロックを用いた反復的な非線形方程式の解法を提案した。本方法では、線形化された大規模な連立方程式を解くのではなく、節点ごとの3行3列の対角ブロックを用いて計算を行う。本計算手法を4角柱すえ込みおよびクランクシャフトの鍛造シミュレーションに適用し、計算時間およびコンピュータの記憶容量について本計算手法の有効性を調べた。滑りを考慮した傾斜工具による圧縮では900要素以上で有効となった。クランクシャフトの計算では、従来法ではコンピュータの記憶容量のために計算が困難であったが、本計算手法では必要な記憶容量も小さいため可能となった。本計算手法は塑性加工の複雑な3次元変形を解析するのに有効であることを示した。

論文審査の結果の要旨

生産分野では品質の向上および製造工程の短縮のため、製品設計、加工条件の最適化に有限要素シミュレーションが多く用いられている。塑性加工に必要なとなっている素材の複雑な変形の高精度解析のため、三次元シミュレーションが用いられている。複雑かつ大変形の問題を高精度に計算する大規模三次元シミュレーションでは非常に長い計算時間を要するため、計算時間の短縮が不可欠である。本研究では、圧延や鍛造などの解析に用いられる剛塑性有限要素法において、短い計算時間で複雑な変形を精度良く計算する方法を提案している。

第3章におけるマンネスマン穿孔圧延の近似三次元解析では、穿孔圧延を半径、中心座標が変化するロールを用いた回転鍛造としてモデル化し、軸方向への伸びが断面内で均一である一般化平面ひずみ変形を基本とする解析モデルを提案している。また、解析法の妥当性を確認するためにモデル実験も行っている。ロール傾斜角および間隔が変形に及ぼす影響について調べた結果、計算および実験結果は管の伸びおよび平均直径において良い一致を得ている。さらに延性破壊条件式を用いてプラグ接触前の円柱素材内部の割れ発生について計算により予測を行った結果、ロール傾斜角を大きくすることにより割れを抑制できることを示した。本解析法では計算時間も十分短く、穿孔圧延における加工条件決定への利用に有効であると見られる。

剛塑性有限要素法における計算時間の短縮については、第4章で対角ブロックを用いた反復的な計算手法を提案している。本方法では、節点ごとに導かれる3方向の力の釣合い式を線形化し、3行3列の対角ブロックを用いて計算を行う。これを全節点に対して繰返し行うことにより解を求める。第5章では第4章で提案された計算手法および従来法を用いて四角柱すえ込みおよびクランクシャフトの鍛造シミュレーションを行い、計算時間および記憶容量について比較検討を行った。その結果、要素数が多くなり、また境界条件の取扱いが複雑になるほど、従来法に比べて本手法による計算時間は短く、必要となる記憶容量は小さくなった。本方法は塑性加工における複雑な大変形問題の解析方法への利用に有効であると見られる。

以上の研究成果は、塑性加工における変形解析および加工条件の最適化への剛塑性有限要素法シミュレーションの利用を促進する上で有意義であり、塑性加工および関連分野の発展に貢献するものと考え、博士（工学）の学位論文として価値あるものとして認める。