

別紙1 (博士論文の審査結果の要旨)

専攻名 システム創成科学専攻

氏名 Phy Wai Myint

プレス加工は、自動車部品などを生産する際に同一製品を連続生産により大量生産できるために、生産時間と生産コストを大幅に削減することができる。その中でもせん断力を作用させて切断する打ち抜き加工は、多くのプレス加工品に利用されている。打ち抜き加工では、切断面にせん断面と破断面が混在し、特に破断面の存在は製品の精度を向上させる上での障害となることがある。金型製造におけるコストダウンや製品精度向上のために、数値解析により切断部の品質を予測することは重要であるが、塑性変形を伴う変形であるため、難しい課題となっている。

これまで、この様な問題に対して切断面の破壊の発生を予測するために様々な研究が行われている。それらの研究内容は、延性破壊条件を有限要素法解析に組み込み、その解析の結果から割れの発生を予測する方法である。

しかしながら、それらの研究による評価方法も実用的に利用されている例は少ない。それは、表面の割れの発生を評価するために必要な延性破壊臨界値は、材料特有の値であるものの、引張試験などの一般的な材料試験だけでその値を得ることは難しく、現在のところ決定法も含め確立されていないことが理由となっている。

本論文では、一般的な簡易打ち抜き実験による切断面性状測定とユーザルーチンによる延性破壊条件式を組み込んだ汎用有限要素法解析プログラムによる解析を行い、その切断面に分布する延性破壊条件値を検討することで、その材料の延性破壊臨界値を求め、破断面の切断面性状の変化する位置(せん断限界点)の推定を行った。

また、これらをファインブランキングに適用するこ

とによって、ファインブランキングにおいて、全せん断面が得られることについて考察を行った。

本論文は以下に示す7章で構成されている。

第1章では、序論として本研究の背景と本論文で扱う問題の意義や研究の目的および論文の構成について述べた。

第2章では、金属のせん断打ち抜き加工についての、切断面形成におけるせん断面と破断面生成のメカニズムについて記述している。

第3章では、実験対象材料の材料試験の結果および簡易打ち抜き実験と結果について、材料の機械的特性の測定結果と簡易打ち抜き実験におけるせん断面の測定結果について、切断面の画像も示して結果を記述している。

第4章では、せん断打ち抜き加工についての、理論的背景および延性破壊条件と延性破壊条件式について、既往の研究で提案されている各種クライテリアについて言及し解説している。

第5章では、打ち抜き実験結果から得られた切断面の画像から、せん断面の長さとは有限要素法から得られた延性破壊条件式の値との比較により、それぞれの条件での延性破壊条件式による臨界値を求めた。打ち抜き加工の有限要素法解析の結果から得られた切断面に沿った延性破壊条件式の値(C値)と、打ち抜き実験から得られた切断部のせん断限界点(破壊開始点)との比較により得られた延性破壊臨界条件値 C_{cr} 値をSPCC材、S45C材について求めている。

SPCC材については、Oyane式とCockcroft-Latham式において、各々のダイとパンチのクリアランスによって、延性破壊臨界条件値 C_{cr} 値が実験・計算式によって推定できることを示している。しかし、S45Cについては、推定式による臨界値の推定に対する問題点を指摘している。

第6章では、せん断打ち抜き加工の一つであるファインブランキングについて、ファインブランキングが、その打ち抜き加工のメカニズムとクリアランスにより、すべての切断面にせん断面が得られるこ

とを、延性破壊条件式と延性破壊臨界値で定量的に説明している。したがって、ファインランキンクにおけるクリアランスの推定を行うことができる。

第 7 章では結論を述べ、せん断打ち抜き加工における破壊開始点の推定に関する今後の展開について述べた。

以上、本論文は、せん断打ち抜き実験と有限要素法解析による延性破壊条件式の値の計算により、打ち抜き加工において、破壊開始点における延性破壊臨界値を求めている。これにより、せん断打ち抜き加工における切断面の破断開始点の推定に関する有用な知見が得られている。そして、ファインランキンクを始めとする、せん断打ち抜き加工での切断面の性状の予測を行える可能性を示し、金型等の設計に関して有用な知見が示されている。

平成 30 年 7 月 20 日に実施した博士論文公聴会においても種々の質問がなされ、いずれも著者の説明により質問者の理解が得られた。

また本研究は、審査付英文学術論文 2 編、国際学会発表 3 編で報告されており、本研究は博士の学位に値するといえる。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士（工学）の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員で合格と判定した。