

氏名	福井 拓哉
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	第672号
認定課程名	防衛大学校理工学研究科後期課程
学位授与年月日	令和3年8月20日
論文題目	研削盤砥石カバーの衝突安全性に関する研究
審査担当専門委員	(主査) 東京工業大学 教授 平田 敦 九州大学 教授 杉村 丈一 東京大学 教授 柳本 潤

審査の結果の要旨

研削盤の安全性に関する国際規格ISO16089では砥石片飛散時の最大並進エネルギーに基づき、砥石カバーの板厚が規定されている。しかし、砥石片と砥石カバーとの衝突現象が明らかにされているとはいえない。著者は、砥石カバーの安全性を予測することを目的に、カバーが破断する際の飛翔体衝突エネルギーを貫通境界エネルギー、その最小値を最小破断エネルギーと定義した安全評価基準を用いて、一般砥石製飛翔体を用いた衝突実験および解析を行っている。

カバー材の機械的性質の影響に関して、円柱形砥石製飛翔体の衝突実験においてカバー材の塑性変形に着目し、特に金属製カバー材の塑性変形場が降伏比に依存して概ね決定されることを、有限要素解析および曲げモーメント比に関する考察から明らかにしている。さらに、金属製カバー材の貫通境界エネルギーが材料の最大塑性仕事量に相当する応力-ひずみ線図の積分値である全塑性仕事に比例し、降伏比に反比例することを明らかにし、円柱形飛翔体の衝突安全性実験式を導出している。また、飛翔体衝突における砥石破壊の影響に関して、衝突安全性の予測においては衝突による損傷後の飛翔体直径が重要であり、砥石製飛翔体の圧縮強度は損傷量を介して間接的に作用するパラメータであることを明らかにしている。さらに、円錐形飛翔体の衝突において圧縮強度と損傷直径の関係、および損傷直径と最小破断エネルギーの関係を検討し、任意の圧縮強度を有する砥石に適用可能な衝突安全性実験式を導出している。砥石の破壊を伴う衝突解析に関しては、破断条件に至った有限要素法のソリッド要素を粒子法のSPH粒子に置き換えるSolid to SPHを用いた解析手法を提案している。研削砥石の要素である砥粒径、結合剤、気孔割合を粒子法のスムージング長で規定し、ソリッド要素を破

壊前の砥石，SPH粒子を砥石破壊後に細粉した砥粒・結合剤と捉えることで，研削砥石の特徴的な破壊挙動を解析的に再現可能であることを明らかにしている．

以上，本論文は研削盤砥石カバーの衝突安全性について，多様なカバー材に対応可能な重要指標としてカバー材の塑性変形場と降伏比の関係を明らかにし，これに脆性材料である研削砥石の破壊を加味した衝突安全性実験式を提案している．また，砥石衝突を定性的かつ定量的に再現可能な砥石破壊解析手法を新たに提案し，実験と解析相互に妥当性を確認することにより，研削盤砥石カバー衝突安全性の予測方法として実験式および解析手法の2つの手段を示したものである．よって，学術的価値は高く，博士（工学）として合格と判定した．