

平成22年 3月 1日

豊橋技術科学大学長 殿

審査委員長 上村 正雄 印

論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	Sutikno (スティクノ)	学籍番号	第 079101 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	機械・構造システム工学専攻
論文題目	Development of Hybrid Method Combining Discrete Element Method and Finite Element Method and Numerical Analysis on Particle Impact with Fragmentation (離散要素法と有限要素法を組み合わせたハイブリッド法の開発と破碎を伴う粒子衝撃の数値解析)		
公開審査会の日	平成 22 年 2 月 2 日		
論文審査の期間	平成 22 年 1 月 28 日～平成 22 年 3 月 1 日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成 22 年 2 月 2 日	最終試験の結果	合格

論文内容の要旨
 本論文は6章からなり、第1章では粒子衝撃に関するこれまでの研究を概説するとともに、本研究の目的が工学上重要な破碎を伴う粒子衝撃問題の解明であることを述べている。第2章では破碎を伴う粒子衝撃問題を精度よく解析するため、破碎問題に適した離散要素法と高精度の応力解析が可能な有限要素法を組み合わせたハイブリッド法を定式化している。第3章では開発したハイブリッド法を粒子と剛体壁および弾性はりとの衝突という動的接触問題の解析に適用し、解析結果が Hertz の接触理論および汎用有限要素法 LS-DYNA から得られる数値解析結果と精度良く一致することを示している。第4章では粒子が剛体壁に衝突し、破碎する様子を離散要素法で解析し、解析結果が PMMA の円盤粒子が鋼製のブロックに衝突して破碎するという実験結果を忠実に再現することを示している。第5章ではハイブリッド法を用いて、円盤状ガラス粒子とセラミックはりの衝撃問題を解析し、粒子破碎を伴う粒子衝撃は粒子破碎を伴わない場合に比較して、より大きな引張り応力をはりの表面に発生させることを明らかにした。さらに、この粒子破碎に起因する大きな応力が粒子破碎の場合に生じるセラミック表面の損傷の原因であることを明らかにした。これらの結果は、これまで得られている実験結果を合理的に説明している。第6章は本研究で得られた結果のまとめである。

審査結果の要旨
 工学分野でしばしば遭遇する粒子衝撃問題には、航空機への雨滴損傷、固体粒子輸送システムにおける粒子衝突エロージョン、セラミック製高温ガスタービン翼の粒子衝撃破損等があり、いずれも機器の安全・健全性を確保する上で解決すべき重要な問題である。しかし、粒子衝撃はミリ秒以下の短時間現象であるとともに衝撃点近傍の動的応力状態が非常に複雑であり、材料の損傷も局所的であるため、材料強度学の立場から粒子衝撃の問題を理解するためには、解決すべき多くの問題が残されている。特に、粒子が衝突後破碎する場合における相手材料内の動的応力状態および、それが相手材料の破損におよぼす影響については未だ解明されていない。本論文は、粒子衝突の際に発生する粒子の破碎を離散要素法で解析するとともに、これと連成した有限要素法で相手材料表面の応力状態を解析するというハイブリッド法を開発したものである。このハイブリッド法の解析精度については、動的接触問題では Hertz の理論および汎用有限要素法の結果と、粒子破碎では実験結果と比較することで検証し、いずれも良好であることを確認している。さらに、破碎を伴う粒子衝撃で相手面に発生する動的応力を解析し、実験で観測されたセラミックス相手面の損傷を合理的に説明できることを示している。このハイブリッド法は粒子衝撃問題ばかりでなく、広く破碎問題にも適用が可能であり、工学分野への寄与が極めて高い。以上により、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

審査委員
 上村 正雄 印 河村 庄造 印 感本 広文 印
 本間 寛臣 印

(注) 論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。