

氏名(本籍)	上 <sup>うえ</sup> 田 <sup>だ</sup> 高 <sup>たか</sup> 生 <sup>お</sup> (愛知県)			
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博甲第6467号			
学位授与年月日	平成25年3月25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	システム情報工学研究科			
学位論文題目	<b>Evolution of grading and packing structure of granular materials due to particle crushing</b> (粒子破碎に伴う粒状体の粒度・内部構造遷移)			
主査	筑波大学准教授	博士(工学)	松島 亘 志	
副査	筑波大学教授	工学博士	山田 恭 央	
副査	山口大学教授	博士(工学)	中田 幸 男	
副査	筑波大学准教授	Ph.D.	亀田 敏 弘	

### 論文の内容の要旨

本論文は、地盤材料のような粒状体が載荷を受けて粒子破碎を生じるとき、粒度分布や粒子形状、また粒子配列構造がどのように変化していくかを検討したものである。載荷を受ける粒状体内部の応力状態は、粒度や粒子配列の影響を受ける。したがって、粒子破碎が生じて、粒度や配列構造が変化すると、粒子破碎の条件も変化する、という複雑な力学システムとなっている。本論文では、2次元個別要素法を用いて、このシステムの解明を試みている。まず、粒度と粒状体の間隙比や配位数などの関係を記述する理論モデルを導入し、次に様々な配位数による単粒子破碎解析によって、配位数と粒子破碎の重要な関係を導いた。更に、その関係を用いて、粒子集合体が1次元圧縮載荷を受けたときの粒子破碎とそれによる粒度変化を説明し、更に、破碎による粒子形状の変化のメカニズムを考察した。それらの結果として、粒子破碎の進展によって、粒度、粒子形状、配列構造などが定常状態(critical state)に達することが示唆された。最後に、実際の砂を用いた1次元圧縮試験を行い、粒子破碎前後の試料のマイクロX線CT解析を行うことにより、数値解析で得られた知見と一致する結果を得ている。

### 審査の結果の要旨

固体粒子の集合体は、われわれの周りにありふれているにも関わらず、その振る舞いを記述する粒状体の力学は、いまだ体系化されているとは言い難い。本論文は、特に粒子破碎現象に着目し、それが粒度や粒子形状などの粒子物性やそれらの堆積構造に及ぼす影響、およびマクロな力学特性に及ぼす影響について系統的に検討したものである。粒子破碎の進展によって、これらの諸量が定常状態に到達するメカニズムを示唆した本論文の成果は、粒状体力学の基礎の発展に寄与するものであり、学術的な価値は高いと判断できる。また、このような粒子破碎現象は、地盤工学のみならず、粉体工学、地質学、惑星科学など、広範な分野に関連しており、その応用としての価値も高い。本論文の内容については、複数の国際誌論文として受理・発表されており、国際的にも評価は高い。結論として、本論文は、博士の学位論文として十分な品質を有して

いると判断できる。

平成 25 年 1 月 22 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。