

Title	アモルファス金属の微視的内部構造と変形機構の研究
Author(s)	譯田, 真人
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/49549">https://hdl.handle.net/11094/49549</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	わけ だ まさと 人
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 22597 号
学位授与年月日	平成21年2月28日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械工学専攻
学位論文名	アモルファス金属の微視的内部構造と変形機構の研究
論文審査委員	(主査) 教授 澁谷 陽二 (副査) 教授 近藤 勝義 准教授 垂水 竜一 教授 中谷 彰宏 基礎工学研究科教授 尾方 成信

## 論文内容の要旨

本論文は、原子論的観点からアモルファス金属の微視的内部構造と変形機構に関する研究の成果をまとめたものであり、以下の6章からなっている。

第1章では、アモルファス金属と金属ガラスの開発の歴史、実用化の現状と課題について述べるとともに、実験とシミュレーションにより得られている知見について整理し、本論文の位置づけとその目的について述べた。

第2章では、解析手法として用いた分子動力学法の基礎理論と、本解析で用いた内部構造や力学的特性を求めるための評価手法について説明した。

第3章では、アモルファス金属の微視的内部構造と局所自由体積について検討した。Voronoi多面体等の解析から、20面体と局所自由体積との関係について示した。また、液体からの冷却過程で、複数の20面体が相互貫入したクラスターが形成される様子を明らかにした。

第4章では、アモルファス金属の組成の違いに起因する内部構造と弾性特性について検討した。内部幾何学構造と、巨視的なポテンシャルエネルギー、自由体積に相関が存在すること、巨視的なヤング率、せん断弾性定数等は自由体積に依存することを示した。さらに、20面体クラスターと局所弾性定数との関係、自由体積が巨視的弾性定数に与える影響について、簡便な力学モデルを用いた検討から明らかにした。

第5章では、アモルファス金属の微視的変形機構と巨視的な変形モードについて検討を行った。せん断変形では、局所変形の生じやすい内部構造、巨視的な変形モードに与える温度・ひずみ速度の影響、さらに塑性変形の素過程について検討した。単軸負荷変形では、変形誘起の内部構造変化と、構造緩和による充填構造の回復の観点から解析を行い、これらの結果に基づき、自由体積理論による連続体モデルを用いた変形応答の解析を行った。さらに、薄板モデルによる解析から、変形の局所したせん断帯の挙動について、変形の局所化過程の発展挙動と、外部応力がせん断帯に与える影響について述べた。

第6章では、得られた一連の結果を総括した。

## 論文審査の結果の要旨

アモルファス金属は不規則な内部構造に起因する優れた諸特性を有しており、高いガラス形成能を持ちバルク化が可能な金属ガラスが近年見出されたことで、広い産業分野での応用が期待されている。一方で、引張り変形ではほとんど塑性伸びを示さず急速に破壊が生じるため、変形機構の理解に基づく延性能の改善が不可欠となっている。本論文では、主として分子動力学法を用いた原子論的モデリングにより、アモルファス金属の微視的内部構造と変形機構について検討した研究の成果をまとめたものであり、得られた知見を要約すると以下の通りである。

- (1) Voronoi多面体解析等の手法を用いて、液体からの冷却過程で、複数の13原子20面体が相互貫入したクラスター構造が形成されるメカニズムを明らかにしている。
- (2) 組成の異なる複数のモデルを構築することにより、20面体等の内部幾何学構造と、巨視的な自由体積、ポテンシャルエネルギーの関係を明らかにしている。
- (3) 巨視的な弾性定数と原子弾性定数の詳細な解析より、内部ひずみ、20面体が形成するクラスター構造、自由体積といった因子が巨視的な弾性定数に与える影響を明らかにしている。
- (4) 局所変形は充填の低い領域で生じやすいこと、分子動力学モデルにおいても温度やひずみ速度が均一・不均一変形の遷移に影響を与えること、変形過程では充填の高い内部構造が消滅することで軟化が生じることを明らかにしている。
- (5) 原子の変位を2次元に拘束したモデルにより、複数のせん断帯が生じること、せん断帯の角度が負荷応力状態に依存することを明らかにしている。

以上のように、本論文は、原子論的観点からアモルファス金属の微視的内部構造と変形機構を検討し、緩和過程における短・中距離秩序の内部構造の解明と、弾性特性や塑性特性との関連を明らかにしており、非晶性材料力学の分野の確立に貢献するところは大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。