

Title	Ti-Al系金属間化合物の力学特性に関する研究
Author(s)	中野, 貴由
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3110215">https://doi.org/10.11501/3110215</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	なかの たかよし 中野 貴 由
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )
学位記番号	第 1 2 2 8 3 号
学位授与年月日	平成 8 年 3 月 5 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	Ti - A1 系金属間化合物の力学特性に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 馬越 佑吉 教授 佐分利敏雄 教授 山本 雅彦 教授 森 博太郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

輸送機関の高速化ならびにエネルギーの効率利用のためには、優れた高温耐熱材料の開発が不可欠である。TiA1 合金は、軽量かつ高温強度、耐酸化性に優れ、特に比強度において超合金をも上回るため、新しい軽量耐熱材料として注目されている。

本論文は、この TiA1 層状合金の主構成相である TiA1 ( $\gamma$ 相) および  $Ti_3A1$  ( $\alpha_2$ 相) 単結晶ならびにこの層状組織を一方に制御した単結晶状試料を用い、結晶塑性学的立場から、TiA1 の異常強化等の優れた力学特性の発現機構を明らかにしている。特に層状組織と塑性異方性との関わり合いを調べ、高強度化への方策と実用化の最大の障害とされる“脆さ”の原因を明らかにするとともに、その改善策を示している。

本論文は、これらの結果をまとめ以下の 9 章から構成されている。

第 1 章は、TiA1 の開発の背景と力学特性解明への研究指針を示している。

第 2 章は、TiA1 方向制御層状 (PST) 結晶の組織制御条件とこの結晶の強度、変形能の異方性の発生原因とこれにおよぼす  $\alpha_2$  相の役割を明らかにしている。

第 3 章は、TiA1 PST 結晶の高温変形挙動と層状組織の役割ならびに層状組織の熱的安定性について述べている。

第 4 章は、 $Ti_3A1$  単結晶のすべり系ならびに変形応力の温度依存性を調べ、異常強化の発現機構と添加元素の役割について述べている。

第 5 章は、TiA1 の異常強化と脆さの原因が  $Al_3Ti_3$  超格子規則構造の形成と深く関わっていることを明らかにしている。

第 6 章は、粒界脆化の原因について調べ、微量ボロン添加が粒界脆化ならびに水素脆化の抑制に有効であることを明らかにしている。

第 7 章は、方向制御加工による冷間圧延加工の可能性を調べ、適正加工・熱処理条件を提案している。

第 8 章は、Ti - A1 系化合物の破壊挙動と破壊靱性の異方性を調べ、クラック伝播機構の解明を行っている。

第 9 章は、本研究の総括ならびに脆さ克服への提言を行っている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、新しい軽量耐熱材料としてのTiAl合金の変形ならびに破壊挙動を、層状組織の役割に注目し、結晶塑性学的立場から調べ、その機構を明らかにするとともに、実用化に向けてのこの合金の高強度化と脆さの克服を図っている。その得られた主なる成果は以下のとおりである。

- (1) TiAl層状合金の強度ならびに変形能は著しい結晶方位依存性を示すが、その主因は層状組織を構成する少量のTi<sub>3</sub>Al ( $\alpha_2$ )相の変形モードの異方性に起因していることを明らかにしている。
- (2) 層状組織を形成するTiAl中の $\gamma$ 相自体は、いずれの温度においても優れた変形能を示し、従ってこの合金の脆さの主因は、Al濃度の上昇に伴い $\gamma$ 相中に形成されたAl<sub>3</sub>Ti<sub>3</sub>超格子規則構造を有する微細な析出物と密度な関係があり、この析出物を通過する際の変形抵抗の増加による普通転位の移動度の低下、ならびに双晶発生応力の上昇にあることを明らかにしている。
- (3) 層状TiAl合金の高温における異常強化現象は、 $\alpha_2$ 相の錘面すべりによって生じる異常強化と密度な関係があり、適正な元素を添加し、積層欠陥エネルギーを抑制すれば、その強度ならびに異常強化ピーク温度の抑制が可能であることを明らかにしている。
- (4) 層状TiAl合金の破壊は、 $\alpha_2$ の変形モードならびに層界面における変形歪の連続性と密度な関係があり、層状組織の微細化、添加元素による錘面すべりの活性化ならびに水素脆化および粒界脆化の抑制に効果的なボロンの添加などにより、変形能改善が可能であることを明らかにしている。

以上のように本論文は、TiAlの変形ならびに破壊機構と層状組織との関り合いを明らかにしたのみならず、この合金の高強度化ならびに実用化に向けての最大の障害である“脆さの克服”に対する改善策を見出だした。この成果はTiAlを新軽量耐熱材料として開発する上で新たな展開をもたらし、材料工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。