



Title	材料の延性－ぜい性遷移における転位の役割に関する研究
Author(s)	山際, 正道
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/37269">https://hdl.handle.net/11094/37269</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">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名・（本籍）	やま	ざわ	まさ	みち
	山	際	正	道
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9	4	5
		2		号
学位授与の日付	平成	2	年	12
			月	31
学位授与の要件	工学研究科精密工学専攻			
	学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	材料の延性－ぜい性遷移における転位の役割に関する研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授	岸田	敬三	教授
				森
	教授	川辺	秀昭	教授
				片岡
	教授	大路	清嗣	

## 論文内容の要旨

本論文は、材料の破壊じん性に影響を及ぼしているのはき裂先端での転位の挙動であるという観点に基づいて、延性－ぜい性遷移における転位の役割を明らかにすることを目的に行った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、延性－ぜい性遷移の従来からの研究の概略を述べるとともに、本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、室温から液体ヘリウム温度に至る温度領域において負荷速度を変化させて破壊実験を行い供試した低炭素鋼は明瞭な延性－ぜい性遷移を示すが、その原因が走査型電子顕微鏡による破面観察の結果からき裂先端からの僅かな転位の生成と運動による微小な塑性変形であることを明らかにしている。

第3章では、KCl単結晶やその固溶体単結晶(KCl-KBr, KCl-CaCl<sub>2</sub>)を用いて、破壊じん性および降伏応力の温度、 $\gamma$ 線照射量ならびに溶質原子濃度依存性について調べている。そして、破壊じん性と降伏応力の関係を求めた結果、それらは一義的ではなく、様々な関係を示すことを見いだしている。降伏応力が転位の運動特性を表わすパラメータであることから、破壊じん性の温度などに対する依存性は転位の運動だけでは説明できず、き裂先端からの転位の生成過程も考慮しなければならないということを示している。

第4章では、試作した光散乱トポグラフィー観察装置によりKCl単結晶を用いて、破壊試験におけるき裂先端付近での転位の挙動のその場観察を行っている。その結果、き裂先端が転位源であることを、さらには、転位の生成は連続的には起こらず瞬間的に起こり、一度に多数の転位が生成することを見いだしている。

第5章では、き裂先端からの転位の生成と運動が、共に熱活性化過程であるとした破壊モデルを提案し定式化の上、破壊に至る過程のシミュレーションを行っている。そして、得られた破壊じん性の温度および負荷速度依存性と第2章で示した低炭素鋼の実験結果が定性的な一致を示したことから、提案したモデルの妥当性を確認している。また、第3章で得られたK C 1単結晶などの破壊じん性と降伏応力の関係は $\gamma$ 線照射や固溶体形成により導入されている点欠陥の濃度によって分類できることを見だし、その違いは、点欠陥がき裂先端からの転位の生成と運動に及ぼす影響と転位による応力遮蔽効果から説明できることを示している。

第6章では、本研究の内容を総括し、主な結果について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

材料の延性一ぜい性遷移の原因は、き裂先端での塑性変形であるとの考えに立って、この塑性変形を微視的な観点からき裂先端での転位の挙動としてとらえ、延性一ぜい性遷移、ひいては破壊における転位の役割を明らかにすることを目的に行った研究をまとめたものであり、得られた成果を要約すれば次の通りである。

- (1) 低炭素鋼（炭素含有量：0.01 wt %）は明瞭な延性一ぜい性遷移を示すが、このとき破壊じん性が増加しても、き裂先端にはストレッチゾーンが形成されないことを見だし、僅かな転位の生成と運動による微小な塑性変形が延性一ぜい性遷移を引き起こすことを明らかにしている。
- (2) K C 1単結晶やその固溶体単結晶では、破壊じん性と降伏応力の関係が一義的でないことを示し、転位の運動だけではなく、き裂先端からの転位の生成も重要な役割を果たすことを明らかにしている。特に、 $\gamma$ 線照射や固溶体形成により点欠陥が導入されている場合には、点欠陥の濃度により破壊じん性と降伏応力の関係が分類でき、この理由を点欠陥がき裂先端からの転位の生成と運動に及ぼす影響ならびに転位による応力遮蔽効果から説明できることを示している。
- (3) バルク状のK C 1単結晶においてき裂先端付近の転位の挙動が、光散乱トポグラフィによりその場観察できることを示し、き裂先端が転位源であることを実証している。
- (4) き裂先端からの転位の生成と運動が共に熱活性化過程であるとした破壊のモデルを提案し、それを用いた破壊過程の計算機シミュレーション結果と延性一ぜい性遷移の実験結果の比較からモデルの妥当性を示し、生成及び運動過程が延性一ぜい性遷移に及ぼす影響を明らかにしている。

以上のように、本論文は鉄鋼材料やアルカリハライド単結晶を用いた実験ならびに計算機シミュレーションにより微視的な観点から、破壊、特に延性一ぜい性遷移について研究し、延性一ぜい性遷移における転位の役割について明らかにしたもので、その成果は材料強度学の発展に貢献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。