

Title	金属材料の変形応力と転位の平均自由行程
Author(s)	田端, 禎造
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/31718
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	田 端 禎 造
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 3 6 8 9 号
学位授与の日付	昭和 51 年 7 月 22 日
学位授与の要件	学位 則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	金属材料の変形応力と転位の平均自由行程

論文審査委員	(主査) 教 授 藤田 広志
	(副査) 教 授 稔野 宗次 教 授 山根 寿己 教 授 山田 朝治

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、種々の金属および合金の変形応力と転位挙動との関係を明らかにしたもので、9章からなっている。

第1章では、従来の研究を概観し、これらの研究における問題点を明らかにするとともに、本研究の目的と意義について述べた。

第2章では、アルミニウム多結晶材料の変形応力と転位の平均自由行程の関係を明らかにした。従来、金属多結晶体の強度はHall-Petchの関係に示されるように、その結晶粒径によってのみ決定されると考えられているが、転位の平均自由行程が変形とともに結晶粒内に形成される種々の障害物によって左右される結果、高歪での変形応力は結晶粒内に形成されたセル構造の平均径により決定されることを見出した。

第3章では、特に変形抵抗が大きく、かつ多結晶体とも類似の性質をもつ $\langle 111 \rangle$ 引張軸のアルミニウム単結晶を用いて、その変形応力と転位の平均自由行程との関連を転位のからみの間隔をパラメーターとして定量的に求めると同時に、超高電圧電顕内変形により、転位の平均自由行程が歪量の増加にしたがってどのように変化するかをも明らかにした。それらの結果から、単結晶材の強度も転位の平均自由行程によって定量的に記述できることを示すと同時に、 $\langle 111 \rangle$ 引張軸単結晶の変形機構と第2章で述べた多結晶のそれとの類似性の本質を明らかにした。

第4章では、銅およびCu-Al合金多結晶材料を用いて変形応力でのHall-Petchの関係の妥当性について検討し、第2および第3章で述べた種々の歪量での転位の平均自由行程が試料の積層欠陥エネルギーの大きさによりどのように変化するかを明らかにした。

第5章では、鉄およびアルミニウムにおける降伏応力と亜結晶粒径との関係を調べ、従来から報告されている降伏応力でのHall-Petchの関係からのずれは試料にあらかじめ存在する下部組織、例えば亜結晶粒または既存転位などに起因するものであることを明らかにした。

第6章では、タングステン単結晶を超高電圧電顕内で代表的な $\langle 100 \rangle$ 軸および $\langle 110 \rangle$ 軸に引張り、そのすべり系の変化にともなう変形機構の差異を明らかにするとともに、転位群の挙動が変形応力の決定に重要であることを指摘した。

第7章では、結晶粒界と同様に転位の挙動に重要な影響を与えると考えられる材料の表面層の変形応力に及ぼす効果について、強固な酸化被膜が形成されるアルミニウム単結晶および緻密な酸化膜ができないと考えられる銅単結晶を用いて、材料強度に与える表面効果の本質を明らかにした。

第8章では、さらに、表面効果の具体的な例として、アルミニウム細線の変形応力に及ぼす試料の寸法効果について調べ、超高電圧電顕内変形により試料の表面層に転位が推積することが寸法効果の原因であることを明らかにした。

第9章は本研究の総括であり、得られた主要な結果を列記した。

論文の審査結果の要旨

本論文は、従来種々の立場から研究されている金属材料の変形応力について、各種の単結晶および多結晶金属を用いて広範な試料条件下で実験を行なうとともに超高電圧電顕法などの新しい手法を用いて詳細な研究を行ない、それらの結果に基づいて金属材料の変形応力は転位の平均自由行程によって定量的に記述できることを明らかにしたもので、次の如き重要な諸結果を得ている。

- (1) 従来結晶粒径によって決定されると考えられている多結晶体の降伏および変形応力は、それぞれ各結晶粒内に既に存在する下部組織および変形中に形成される種々の転位構造に依存し、特に高歪での変形応力は各結晶粒内に形成されたセル構造の平均径、すなわち転位の平均自由行程によって決定されることを見出している。
- (2) 銅および銅合金を用いて、上述の多結晶体における転位の平均自由行程が積層欠陥エネルギーおよび歪量によってどのように変化するかを明らかにしている。
- (3) 種々の単結晶金属についてそれらの変形応力と転位の平均自由行程との関係を詳細に調べ、単結晶材の強度もまた転位の平均自由行程によって定量的に記述できることを示すとともに、変形応力には転位群の挙動が重要であることを明らかにしている。
- (4) 結晶粒界と同様に転位の挙動に重要な影響を与えると考えられる材料の表面層と変形応力の関係を種々の金属について明らかにするとともに、表面効果の具体的な例として強度の著しく増加するアルミニウム細線についてその原因を明らかにしている。

以上のように、本論文は結晶塑性学のみならず工業的にも重要な金属材料の強度および変形応力について幾多の重要な知見を得ており、物理冶金学ならびに工業上重要な貢献をなすものである。よっ

て本論文は博士論文として価値あるものと認める。