

氏 名	丸 川 健 三 郎 まる かわ けんざぶろう
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 171 号
学位授与の日付	昭 和 42 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	Dislocation Motion in Copper Single Crystals (銅単結晶における転位の運動)
論文調査委員	(主 査) 教 授 田 中 憲 三 教 授 松 原 武 生 教 授 浅 井 健 次 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は銅単結晶中の転位の運動を腐蝕孔法を用いて直接観測し、運動の各過程の機構に考察を加え、結晶塑性との関連を論じたものである。

このような転位の運動の直接的な観察としては、すでにイオン結晶、半導体、体心立方格子の金属では例があるが、面心立方金属では報告されていない。これらの結晶で明らかになった点は、一定応力の下で転位の運動は定常的であるということ、結晶の硬さ（降伏応力）はそのときの運動抵抗によって決まるということであった。これと同様な結論が面心立方金属についても得られるかどうかについて銅単結晶を用いて実験を行なったものである。

本実験においては高純度の素材から成長速度等に十分注意して完全度の高い単結晶を作った。さらに試料の整形には酸を用いて無歪切断法を使い、極力転位の導入をさけた。転位による腐蝕孔形成のための腐蝕液としては刃状転位と、らせん転位を区別できる液を見出して用いた。応力はパルスのに加えたが、特殊な装置により 0.0005 sec までの短い応力パルスを得た。これによって転位の高速運動の観測が可能になった。

この観測によって銅における転位の運動の特徴的な点はこれまで調べられてきた他の物質と異なり、定常的な運動ではないということである。応力の作用で動き出した転位は、かなりの高速運動を行なった後に障害物に出会って止まる。この結果は主として応力を加える時間とその間の移動距離との関係を調べることによって明らかになった。運動の各過程に関する結果は次のようなものであった。

(1) 転位は焼鈍試料中でそれぞれの位置に固着されており、その位置から動き出す応力はそれぞれ異なっている。しかし、ほぼ降伏応力の近くですべての転位が動き出す。このときの応力は温度によって変らない。また刃状転位とらせん転位による差もみられない。(2) 転位が動き出してから障害物で止るまでの速度は極めて大きい。例えば応力が 22 g/mm^2 のとき約 400 cm/sec である降伏応力での速度を他の物質と比較すると 4～5 桁ほど大きい。(3) 転位が動き出してから止るまでの距離は、その応力にお

ける障害物間の距離に相当しているが、それは応力とともに増大する。この距離は荷重時間および測定温度によらない。この距離の平均値は試料によって異なり転位密度の高い試料の方が距離が短い。

これらの観測の結果から（１）転位の固着は不純物の働きによると考えられるが、そこからの離脱状況からみてその不純物はかなり離散的な点状の固着点として働いていると推定される。（２）転位に対する結晶固有の運動抵抗は他の物質より著しく小さい。（３）運動中の転位に障害として働くのはかなりまばらに存在する他の転位である。（４）銅の降伏応力は転位が固着点から脱出するに要する応力、または一度障害物に止められた転位が再び障害物を越えるに要する応力のうちのいずれかによって決まると考えている。

論文審査の結果の要旨

結晶の塑性変形に関連する転位の運動についてはそれを観測する方法の一つとして腐蝕孔法がある。この方法ではすでにイオン結晶、半導体、体心立方金属についての観察があり、それらの場合には一定応力の下で転位の運動は定常的であり、結晶の硬さはこのときの運動抵抗によって決まるとされてきた。しかし面心立方金属については未だこのような観測はなされていない。本論文はその一つの銅単結晶についてのもので、純度の高い素材を用い、完全度の高い単結晶をつくってこれにパルス的に応力を加え、転位の運動を腐蝕孔法で観測したものである。

その結果銅単結晶内の転位の運動の特徴はこれまで調べられてきた他の物質とは異なり、定常的な運動ではないということである。すなわち、結晶成長時につくられた転位は離散的な点状の不純物によって結晶内の各処に固着されており、これらがその位置から離脱して動き出す応力は転位ごとに異なっており、降伏応力の付近で、ほぼすべての転位が動き出すこと、この運動は極めて高速で、それに対して障害として働くのは主として結晶内で離散的に存在する他の転位であることなどを観測した。これによって銅の降伏応力は転位が固着点より脱出するに要する応力か、または一応障害物に止められた転位が再び障害物を越えるに要する応力のうちのいずれかによって決まると考えている。

これらの結果は従来他の物質に関して観測された結果とは異なるものであり、これが面心立方金属としての特徴であるか否かは今後の同種の金属に関する観測を要するわけであるが、その端緒を開いたものといえる。また、観測の仕方も克明で、結果も興味深いものである。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。