

氏 名	阿 部 光 延 あ べ みつ のぶ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 958 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 3 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	深絞り用極軟鋼板の製造原理とその応用

論文調査委員 (主 査) 教 授 高 村 仁 一 教 授 足 立 正 雄 教 授 田 村 今 男

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、優れた特性をもつ深絞り用極軟鋼板を得る目的で、純鉄単結晶板を用いて延性の結晶方位依存性など加工性に関連する材料特性を抽出したのち、多結晶実用鋼板における再結晶集合組織の制御ならびに延性の支配要因としての炭素の存在状態などをくわしく検討し、急熱急冷を前提とする連続焼鈍による深絞り用極軟鋼板の製造に関して新しい原理を組立てようとしたもので、6章から成っている。

第1章は緒言で、深絞り用極軟鋼板に要請される基本特性と従来の製造原理を概観し、本研究の端緒と目的を述べている。とくに、深絞り用極軟鋼板の製造に関する従来の考え方は冷間圧延後のパッチ焼鈍（徐熱・徐冷）を前提として導かれていたが、この原理は連続焼鈍（急熱・急冷）には適用し得ないことを指摘し、従来とは異なる前提条件のもとでの新しい原理の組立てが必要であるとしている。

第2章では、極軟鋼板の深絞り性・張出し性に関連する材料特性を明確にするため、純鉄単結晶板におけるこれら材料特性の板面方位依存性が、極軟鋼板に関する経験的知見と対比して述べられている。すなわち、深絞り性向上の要因となる平均塑性歪比は、単結晶の板面方位が{111}近傍の場合に最も大きく、かつ多結晶板においても結晶粒径の影響をうけないので、単結晶板での方位依存性がそのまま多結晶極軟鋼板における深絞り性の集合組織依存性にあてはまることを明らかにしている。また、単結晶板の{111}方位では平均加工硬化指数が大きいいため張出し性もすぐれているが、多結晶板ではこの指数の優先方位依存性が粒界の存在によって劣化するので、極軟鋼板の張出し性向上は主として粒径の増大によらねばならぬことを指摘している。

第3章では、集合組織の{111}優先方位を得る目的で、90%の冷間圧延をうけた多結晶純鉄板の再結晶による集合組織の形成過程が詳細に検討されている。ここでは再結晶挙動を、X線極点図、制限視野電子回折による微小領域の方位測定の実験処理、腐食像による方位判定、および電子顕微鏡によって確認された大傾角境界の隣接領域の方位解析などの手法を用いて、{111}再結晶核にはマトリックスの{113}あるいは{112}が対応し、その回転関係は $\langle 110 \rangle$ 軸まわり25~30°で表示されることを見出している。ま

た、再結晶による{111}方位成分の増加が冷間圧延前の結晶粒径が小さいほど顕著であることに着目し、粗大粒純鉄板を用いて粒界近傍の挙動を追跡した結果、粒界が転位の運動の障害となり多重すべりが発生して著しく硬化し、{111}再結晶核の優先発生箇所となることが判明した。転位の運動の障害としては析出粒子の存在も有効であるが、このような{111}方位の増殖効果は冷延前に清浄化された地鉄をもつ場合に特に顕著である。これらの結果は、深絞り用極軟鋼板の集合組織制御の新しい指導原理として焼鈍方式にかかわらず適用しうることを指摘している。

第4章では、延性の支配要因を明らかにするため、鉄-炭素合金や極軟鋼板の破断伸びに及ぼす炭素の存在状態の影響が述べられている。固溶炭素を多量に含む場合には歪速度が遅いほど局部伸びは減少するが、これは動的歪時効に起因するネッキングの発生位置で歪速度が局部的に増大し動的歪時効から開放されて変形応力が低下するためであることを明らかにしている。一方、粒内炭化物の存在は加工硬化率を低下させネッキングの発生を早めるため均一伸びの減少をもたらすが、この傾向は歪速度が遅いほど顕著になる。これらの結果に基づき、延性の向上には固溶炭素と粒内炭化物の低減が重要であることを提言している。

第5章では、各章で得られた基礎的知見を、連続焼鈍による深絞り用極軟鋼板の製造に応用する場合の検討を行っている。再結晶集合組織の制御に関しては、鋼中の硫化マンガン析出粒子などに着目してその構成元素の含有量を析出粒子の化学量論的關係に近づけ、清浄化された地鉄中に析出粒子を適正分散させることによって、深絞り性向上に好ましい{111}集合組織の増大をはかることが可能なばかりでなく、張出し性の向上に好ましい結晶粒径の粗大化をも達成しうることを明らかにしている。また連続焼鈍では焼鈍後急冷をうけるため、固溶炭素が多量に残存し延性が低下する。これを防止するため固溶炭素の析出処理を必要とするが、この析出処理を効果的にこなうためには適正密度の転位の導入が有効であり、延性の劣化をまねく微細炭化物の形成をみることなく固溶炭素の低減が促進され、延性の向上が可能となることを明らかにしている。

第6章は結言で、以上の結果を要約したものである。

論文審査の結果の要旨

この論文は、優れた特性をもつ深絞り用極軟鋼板を得る目的で、純鉄単結晶板で見出された延性の結晶方位依存性の考察に基づき、多結晶実用鋼板における結晶集合組織の制御ならびに延性の支配要因を検討し、得られた知見を連続焼鈍による製造に応用しようとしたもので、主なる結果は下記のとおりである。

1) 純鉄単結晶板において、深絞り性向上の要因となる平均塑性歪比および張出し性を支配する平均加工硬化指数の板面方位依存性を明らかにし、かつこれらの特性に及ぼす多結晶鉄板における粒界の役割を明確にした。これらの結果に基づき、極軟鋼板の深絞り性向上には結晶集合組織の{111}方位成分の増大が、また張出し性向上には結晶粒径の増大が必要であることを指摘した。

2) 冷間圧延された純鉄多結晶の再結晶過程を、X線極点図、制限視野電子回折、および腐食像による方位解析などの手法で詳細にしらべ、冷延前の結晶粒界の{111}方位成分の増大に寄与することを見出した。これは、粒界が転位の運動の障害となって多重すべりを発生させて{111}再結晶核の優先発生箇所と

なるためであり、析出粒子も同様の効果を有することを指摘した。これらは集合組織の{111}優先方位制御の新しい原理となるものである。

3) 極軟鋼板における炭素の存在状態と延性との関係をしらべ、粒内炭化物は加工硬化率の低下によってネッキングの発生を早めて均一伸びの劣化をもたらし、固溶炭素は動的歪時効に起因するネッキングの局所化による伸びの低下をもたらしことを明らかにした。

4) 連続焼鈍によって深絞り用極軟鋼板を製造するに当って、析出粒子構成元素の含有量をその化学量論的關係に近づけ、清浄化された地鉄中に析出粒子を適正分散させることによって、深絞り性向上に好ましい{111}集合組織と張出し性向上に好ましい結晶粒径の増大をはかり、さらに固溶炭素の低減による延性向上のため炭化物析出処理過程での適正密度の転位を導入することの有効さを指摘した。

以上を要するにこの論文は、深絞り用極軟鋼板の新しい製造原理を、結晶の塑性挙動・再結晶集合組織への粒界の役割・炭素の存在状態と延性との関係などに着目して組立て、その連続焼鈍への応用を確立したもので、学術上實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。