OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	鋼の加工熱処理による強化に関する電子顕微鏡的研究
Author(s)	吉村, 博文
Citation	大阪大学, 1966, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/172
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	吉村博文（よしむらひろふみ）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第938号
学位授与の日付	昭和41年3月28日
学位授与の要件	工学研究科冶金学専攻 学位規則第5条第1条該当
学位論文題目	**鋼の加工熱処理による強化に関する電子顕微鏡的研究**
論文審査委員	(主査) 教授 茨木 正雄 (副査) 教授 美馬源次郎　教授 足立 彰　教授 三谷 裕康 教授 稔野 宗次

論文内容の要旨

最近，鋼の加工熱処理による強化法が注目され，大いに開発されんとしている。鋼の加工熱処理は，加工及び熱処理を適当に組合わせることによって鋼を強化させる方法で，そのもっとも効果的な方法としては，オースフォーミングとマルテンサイトの加工がある。

本研究はこの加工熱処理としてのオースフォーミングとマルテンサイトの加工による鋼の強化原因を主に透過電子顕微鏡的に研究し明らかにしたものである。本論文はその結果をまとめたもので，3編12章からなっている。

第1編はオースフォーミングについてである。

まず第1章においてオースフォーミングについて概説し，第2章において従来の研究結果の概要を記述し，本研究との関連性を記述した。

第3章はニッケル鋼のオースフォーミングについて記述したものである。まずオースフォーミングによって鋼を著しく強化させるには，ある程度の炭素が必要であり，かつこの著しい強化はマルテンサイトの微細化のみならずマルテンサイト自身の強化にも原因していることが明らかにされた。さらにオースフォームされたマルテンサイトは耐焼戻し性が非常に良好である。このオースフォームされたマルテンサイトの強化と耐焼戻し性の良好なることは，オースフォーミングによるマルテンサイト内の転位密度の増加と，これら転位での炭化物の分散析出に原因することを電子顕微鏡的に明らかにした。

第4章はクロムーニッケル鋼のオースフォーミングについて記述したものである。クロムーニッケル鋼のようにオースフォーミングによって，オーステナイト内に転位以外にε相が存在するような場

合には，前述のニッケル鋼のように転位のみ存在するような場合より，マルテンサイトの強化の割合が少ないことをみいだし，これはオーステナイト内のε相に原因することを指摘した。さらに強加工の場合にはオーステナイト内はε相は存在せず転位密度が高い状態となり，かつそれよりできたマルテンサイト内も著しく転位密度が高いことを電子顕微鏡観察の種々の回折条件より明らかにした。この場合はマルテンサイトは著しく強化し，かつ耐焼戻し性が前述のニッケル鋼の場合よりも非常に良好であることをみいだした。耐焼戻し性の良好なることは，マルテンサイト内の転位密度の増加と炭化物の分散析出に原因し，かつニッケル鋼マルテンサイトのように内部に双晶が存在せず，したがって双晶境界が存在しないために，炭化物が $\{110\}\alpha$ 面に沿って析出し，それだけ炭化物の析出がニッケル鋼のそれに比して抑制されることにも原因することを明らかにした。

第5章において，上記の結果をもとにしてオースフォーミングによる鋼の強化について考察し，第6章で結果の総括を記述した。

第2編はマルテンサイトの加工についてである。

まず第1章においてマルテンサイトの加工について概説し，第2章において従来の研究結果の概要を記述し，本研究との関連性を記述した。

第3章はニッケル鋼マルテンサイトの加工について記述したものである。まずニッケル鋼マルテンサイトのように，内部に変態双晶が既存しているものを加工すると，低加工で加工軟化し，強加工で加工硬化する。加工軟化は加工による変態双晶の成長及び消滅に原因し，加工硬化は双晶同志の交叉に原因することを示した。またこの加工硬化したマルテンサイトを焼戻した場合は耐焼戻し性はあまり良好でないことを示し，これは加工によって変形双晶が多く形成されることに原因することを明らかにした。

第4章はクロムーニッケル鋼マルテンサイトの加工について記述したものである。この鋼のマルテンサイトの加工による硬化は，転位の相互作用による硬化であるために，加工硬化はあまり顕著ではないが，しかしこれを焼戻した場合，炭化物は転位に分散して析出し，かつニッケル鋼マルテンサイトのように双晶境界が存在せず，それだけ炭化物の析出が抑制されるために，耐焼戻し性が非常に良好であることを明らかにした。

第5章において，上記の結果をもとにしてマルテンサイトの加工による強化について考察し，第6章で結果の総括を記述した。

第3編は本研究の結論と加工熱処理による鋼の強化法の将来性について記述したものである。

論文の審査結果の要旨

本論文は，加工熱処理としてのオースフォーミングとマルテンサイトの加工による鋼の強化原因を主に透過電子顕微鏡的に研究した結果をまとめたもので3編12章からなる。

第1編はオースフォーミングについてである。

まず第1章においてオースフォーミングについて概説し，第2章において従来の研究結果の概要と

本研究との関連性について記述している。

第3章はニッケル鋼のオースフォーミングについて記述したものである。まずオースフォーミングによって鋼を著しく強化させるには，ある程度の炭素が必要であり，かつこの著しい強化はマルテンサイトの微細化のみならずマルテンサイト自身の強化にも起因していることを明らかにしている。さらにオースフォームされたマルテンサイトは耐焼戻し性が非常に良好である。このオースフォームされたマルテンサイトの強化と耐焼戻し性の良好なることは，オースフォーミングによるマルテンサイト内の転位密度の増加と，これら転位での炭化物の分散析出に起因することを電子顕微鏡的に明らかにしている。

第4章はクロムーニッケル鋼のオースフォーミングについて記述したものである。クロムーニッケル鋼のようにオースフォーミングによって，オーステナイト内に転位以外にε相が存在するような場合には，前述のニッケル鋼のように転位のみ存在するような場合より，マルテンサイトの強化の割合が少ないことをみいだし，これはオーステナイト内のε相に起因することを指摘している。さらに強加工の場合にはオーステナイト内はε相は存在せず転位密度が高い状態となり，かつそれよりできたマルテンサイト内も著しく転位密度が高いことを電子顕微鏡観察の種々の回折条件より明らかにしている。この場合はマルテンサイトは著しく強化し，かつ耐焼戻し性が前述のニッケル鋼の場合よりも非常に良好であることをみいだしている。耐焼戻し性の良好なることは，マルテンサイト内の転位密度の増加と炭化物の分散析出に起因し，かつニッケル鋼マルテンサイトのように内部に双晶が存在せず，したがって双晶境界が存在しないために，炭化物は $\{110\}\alpha$ 面に沿って析出し，それだけ炭化物の析出がニッケル鋼のそれに比して抑制されることにも起因することを明らかにしている。

第5章において，上記の結果をもとにしてオースフォーミングによる鋼の強化について考察し，第6章で結果の総括を記述している。

第2編はマルテンサイトの加工についてである。

まず第1章においてマルテンサイトの加工について概説し，第2章において従来の研究結果の概要と本研究との関連性を記述している。

第3章はニッケル鋼マルテンサイトの加工について記述したものである。まずニッケル鋼マルテンサイトのように，内部に変態双晶が既存しているものを加工すると，低加工で加工軟化し，強加工で加工硬化する。加工軟化は加工による変態双晶の成長及び消滅に起因し加工硬化は双晶同志の交叉に起因することを示している。またこの加工硬化したマルテンサイトを焼戻した場合は耐焼戻し性はあまり良好でないことを示し，これは加工によって変形双晶が多く形成されることに起因することを明らかにしている。

第4章はクロムーニッケル鋼マルテンサイトの加工について記述したものである。この鋼のマルテンサイトの加工による硬化は，転位の相互作用による硬化であるために，加工硬化はあまり顕著ではないが，しかしこれを焼戻した場合，炭化物は転位に分散して析出し，かつニッケル鋼マルテンサイトのように双晶境界が存在せず，それだけ炭化物の析出が抑制されるために，耐焼戻し性が非常に良好であることを明らかにしている。

第5章において，上記の結果をもとにしてマルテンサイトの加工による強化について考察し，第6

章で結果の総括を記述している。

第3編は本研究の結論と加工熱処理による鋼の強化法の将来性について記述したものである。

本論文は鋼の強化法として新しい分野である加工熱処理法特にオースフォーミングとマルテンサイトの加工による鋼の強化機構を透過電子顕微鏡法で追究したものである。

その結果オースフォームしたニッケル鋼マルテンサイトには変態双晶及び転位が存在し，クロムーニッケル鋼マルテンサイトには主に転位が存在する。これに分散析出する炭化物によって鋼は強化し耐焼戻し性を良好にすると述べている。またニッケル鋼マルテンサイトの加工では，加工軟化は変態双晶と変形双晶の合一による所謂 detwinning のためであり，加工硬化は双晶同志の交叉によると述べている。さらにクロムーニッケル鋼マルテンサイトの加工硬化は転位相互作用によると述べている。このように本研究は加工熱処理法を適用し得る代表的鋼種であるニッケル鋼及びクロムーニッケル鋼について，処理法の指針を与え，学術上工業上貢献するところが大である。よって本論文は博士論文として十分価値あるものと認める。