

| | | | | |
|-----------|------|--------|----------|-------|
| 機能材料 工学専攻 | 学籍番号 | 099202 | 指導 教員 | 梅本 実 |
| 申請者 氏名 | 江藤 裕 | | | 戸高 義一 |

論文要旨 (博士)

| | |
|------|---|
| 論文題目 | 強切削加工した Nb 添加肌焼鋼のガス浸炭における表面炭素濃度低下現象に関する研究 |
|------|---|

(要旨 1,200 字程度)

自動車部品では生産性向上や製造コスト低減のために、冷間鍛造によるニアネットシェイプ化や、その後の高負荷切削加工、また高温浸炭などが試みられている。しかし、冷間鍛造部品や高温浸炭を行う多くの部品においては、ガス浸炭中に旧オーステナイト結晶粒の粗大化による強度低下が起こる可能性がある。そこで旧オーステナイト結晶粒の粗大化を防ぐために、Nb, Ti, Al 等のマイクロアロイが添加されている。しかし、このようなマイクロアロイを添加した鋼材に対して、切削加工を行うことによるガス浸炭への影響については知見がないのが実情である。本研究では、強切削（シビア）加工を施した部品の浸炭におよぼす Nb の微量添加の影響について研究した。

まず、Nb の添加されていない鋼（SCM420）では起こらないが、Nb 添加鋼（SCM420Nb）において、加工速度（もしくは過酷さ）が増すにつれて、浸炭後の表面炭素濃度（Cs）が著しく低下する現象を見出した。また、表層を除去した後ガス浸炭すると Cs は正常な値に回復することから、Nb 添加鋼における Cs の異常低下は機械加工により作られる表層の強加工層と関連があることを見出した。この Cs の異常低下について、系統的な研究により素材硬さや加工条件（切込み量、周速、送り速度）の影響を明らかにした。その結果、加工条件と比べて素材硬さの Cs への影響は小さいことを見出した。また、Nb 添加鋼において、Cs は切削動力の対数の増加とともにほぼ直線的に減少することを見出した。Nb 添加肌焼き鋼において Cs の異常低下を回避するために、①表層の強加工層を除去する②ガス浸炭前に大気中で約 600℃で酸化処理を行う方法が効果的であることを示した。

Nb 添加鋼での Cs の低下における Cr の影響に関して、Cr 添加量の増加に伴い、Cs が低下することを見出した。さらに、ESCA (XPS) による調査で、Cs の低い試料において、より強い Cr 酸化物のピークを示した。このことから、Nb 添加鋼において観察された Cs の異常低下は浸炭の初期段階で生成した Cr 酸化保護被膜が原因であることを提案した。これは、Nb 炭窒化物が加工によって作られた格子欠陥の回復や再結晶を抑制し、Cr が鋼内部から表層に移動する際の拡散パスの減少を抑制するためであると考えられる。

以上、本研究では Nb 添加鋼における Cs の異常低下を系統的に調査し、Cs 低下のメカニズムを提案した。本研究結果がガス浸炭自動車部品の製造コスト低減や品質の安定化に貢献すると期待される。

year month day
2013 1 16

| | | | |
|------------|----------------------------------|----|--------|
| Department | Functional materials Engineering | ID | 099202 |
| Name | Yutaka Eto | | |

| | |
|------------|------------------------------------|
| Supervisor | Minoru Umemoto Yoshikazu Todaka |
|------------|------------------------------------|

A b s t r a c t

| | |
|-------|--|
| Title | The study of abnormal low surface carbon concentration in gas carburized Nb-bearing case hardening steel after severe machining. |
|-------|--|

(800 words)

To increase the productivity and cost reduction of automotive parts, near net shape manufacturing by cold forging, high speed machining, and/or high temperature carburizing have been attempted. However, strength reduction occurs due to the coarsening of austenite grain during conventional carburizing in cold forged parts and in many parts during high temperature carburizing. To prevent coarsening of austenite grain, addition of microalloying elements such as Nb, Ti, or Al has been carried out. The effect of machining on carburizing is now well known in microalloyed steels. In the present study the microalloying effect of Nb on the carburizing of severely machined components was studied.

It was found that after carburization the surface carbon concentration (C_s) is reduced substantially with the increase in the speed (or severity) of machining in Nb-bearing steel (SCM420Nb) but not in Nb-free steel (SCM420). It was also found that the abnormal decrease in C_s in SCM420Nb is associated with the severely deformed surface layer produced by machining since the C_s returned to normal value after the removal of surface layer before carburizing. Regarding to this abnormal low C_s , systematic study was made to make clear the effect of the hardness of starting material and the effect of machining condition (cutting depth, cutting speed, feed per revolution). It was found that the effect of hardness of material is small compared to the machining condition. It was also found that the C_s in SCM420Nb decreases almost linearly with the log cutting power. To avoid abnormal low C_s in Nb-bearing case hardening steel, two methods was shown to be effective, ①removal of severely deformed surface layer ②oxidation treatment at about 600°C in air before gas carburizing.

Regarding the effect of Cr on the reduction of C_s in Nb-bearing steel, it was found that C_s decreases with the increase in the amount of Cr content. Moreover, the study by ESCA(XPS) indicated stronger Cr oxide peaks for lower C_s specimen. Thus it was proposed that abnormal low C_s observed in Nb-bearing steel is due to the formation of Cr protective oxide layer during the initial stage of carburizing. It is considered that Nb(C,N) inhibit the recovery and recrystallization of lattice defects made by machining, and inhibit reduction of diffusion pass for Cr moves to the surface from inside.

In summary, in the present study the abnormal low C_s in Nb-bearing steels was systematically investigated and the mechanism of low C_s was proposed. The results of this study are expected to contribute to the reduction in manufacturing cost and stabilization of the quality of automotive gas carburizing parts.