

軟窒化による析出硬化を活用した高強度熱間鍛造ギヤ用鋼

High Strength Steel for Hot Forged Gears with Precipitation Hardening in Soft-Nitriding Process

1. はじめに

近年、電気自動車やハイブリット車の普及により、ギヤ等の自動車部品について、寸法精度向上による静粛性や、歯研省略といったプロセス改善の観点から、低歪な軟窒化処理において高強度な鋼に対する需要が高まっている¹⁾。

しかし、従来の鋼材を使用した場合には軟窒化後の部品の疲労強度が低いため、適用に際して、用途が制限されるという問題があった。当社では軟窒化用鋼の高強度化に取り組み、優れた疲労強度を有する高強度軟窒化用鋼を開発したので紹介する。

2. 開発鋼の特長

本開発鋼の適用ターゲットは、JIS 機械構造用鋼のクロム鋼 (SCr420) 等の熱間鍛造、歯切り加工、軟窒化処理が施される自動車、建産機等のギヤやシャフトが挙げられる。

表1に開発鋼とSCr420の化学組成を示す。開発鋼は、V等の炭窒化物形成元素を添加することで、軟窒化時に最表層に加えて、表層からの窒素拡散がおよばない芯部も析出硬化させることを狙った。また、Mn, Cr, Moといった焼入れ性向上元素の添加と、低C・Si化により、熱間鍛造後の組織を低炭素ベイナイトとしている。ベイナイト組織化することにより、軟窒化時の析出硬化能を高めると同時に、被削性も向上させている。

3. 開発鋼の特性

図1に開発鋼とSCr420の熱間鍛造後の光学顕微鏡組織写真を示す。開発鋼はベイナイト組織であり、SCr420はフェライト・パーライト組織であり、それぞれのビッカース硬さはHv187, Hv231である。

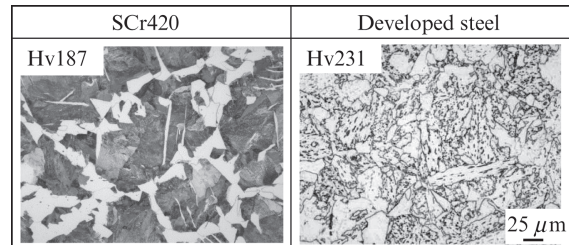


図1 熱間鍛造後の光学顕微鏡組織写真

Fig. 1 Optical micrographs of steels after hot forging

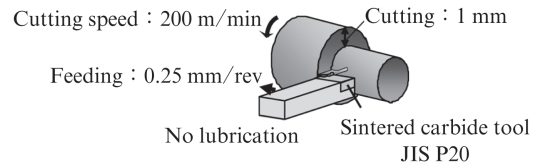


図2 被削性試験条件

Fig. 2 Condition of machinability test

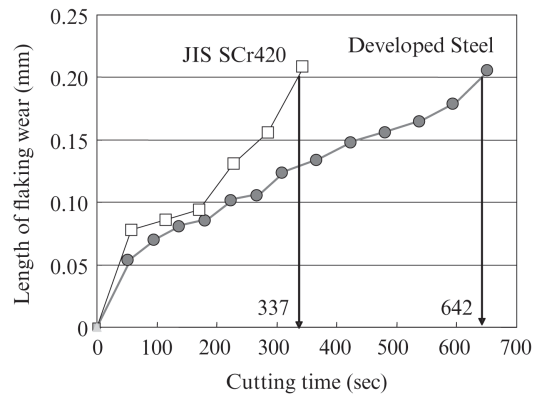


図3 SCr420 と開発鋼の被削性試験結果

Fig. 3 Result of machinability test of JIS SCr420 and developed steel

被削性試験条件を図2に示す。切削工具はJIS P20超硬工具 (SNGN120408 UTi20)、切削条件は、切削速度200 m/min、切込み1.0 mm、送り0.25 mm/rev、無潤滑で試験を実施し、工具逃げ面の磨耗量 (VB) を評価した。

図3にSCr420鋼と開発鋼の被削性試験結果を示す。開発鋼は、SCr420よりも硬質であるが、外周旋削における工具の逃げ面摩耗が小さく、対象部品の切削加工に耐えうる、優れた切削加工性 (被削性) を有している。

表1 開発鋼の化学組成 (mass%)

Table 1 Chemical Composition of developed Steel

	C	Si	Mn	Cr	Others
developed	reduced	reduced	1.80	1.25	Mo, V
SCr420	0.20	0.25	0.80	1.15	—

2016年8月4日受付

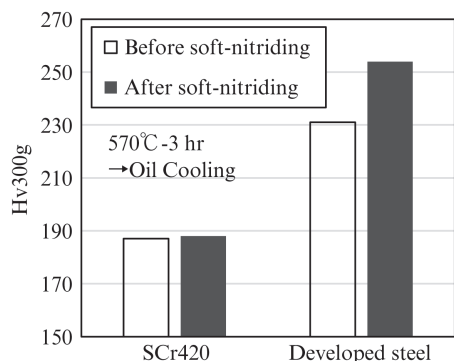


図4 SCr420 と開発鋼の析出硬化特性

Fig. 4 Precipitation hardening of JIS SCr420 and developed steel

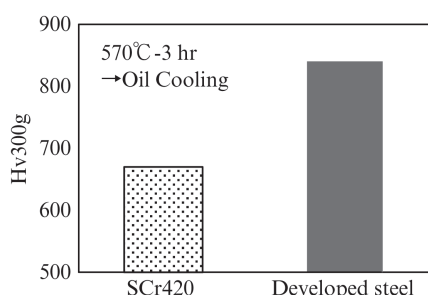


図5 SCr420 と開発鋼の軟窒化後の表面硬さ

Fig. 5 Surface hardness of JIS SCr420 and developed steel after soft-nitriding

ギヤ部品の疲労強度を確保するためには、芯部硬さを向上させることも重要である。図4にSCr420鋼と開発鋼の軟窒化前後の芯部硬さを示す。前述したように、開発鋼では軟窒化前の芯部硬さはSCr420よりも高い。加えて、軟窒化後では析出硬化により芯部の硬さは、さらにHv25程度上昇しており、部品とした時の疲労強度向上に寄与する。

図5にSCr420と開発鋼の軟窒化後の表面硬さを示す。開発鋼では窒化物生成元素の添加により析出硬化量が増大し、SCr420よりも高い表面硬さが得られる。

図6に開発鋼の回転曲げ疲労試験結果を示す。表層部の硬度が大きく向上したことにより、開発鋼はSCr420軟窒化

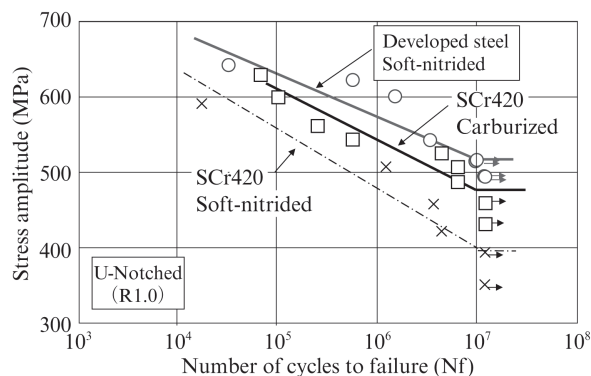


図6 開発鋼の回転曲げ疲労試験結果

Fig. 6 Results of rotating bending stress fatigue stress of developed steel

材と比べて回転曲げ疲労強度において大きく優れており、SCr420 浸炭材と同等以上の強度を有する。

6. おわりに

本開発鋼を適用することにより、例えば、ギヤの製造工程において、切削加工前の焼準処理の省略や、一般的な熱処理である浸炭や高周波焼入れ後に必要とされる歯面研磨工程の省略が考えられ、部品の製造コスト削減にも大きく貢献できる。

また、ギヤだけでなくシャフトなどの種々形状への成形加工が可能で、多種多様な部品設計に対応可能と考えている。お客様用途や加工工程を見極め、本商品の更なる普及を図ってゆく。

参考文献

- 1) 高瀬孝夫. 鉄と鋼. 1980, vol. 66, no. 9, p. 1423.

〈問い合わせ先〉

JFE スチール 鋼材商品技術部 線材・棒鋼室

TEL : 086-447-2721 FAX : 086-447-2723

ホームページ : <http://www.jfe-steel.co.jp/products/bousen/index.html>