

高強度歯車用鋼

High-Performance Carburizing Steel

黒川八寿男 / Yasuo Kurokawa ・ 小倉製鉄所 開発室

鎌田芳彦 / Yoshihiko Kamada ・ 小倉製鉄所 開発室 担当課長 工博

西田和彦 / Kazuhiko Nishida ・ 小倉製鉄所 専門部長 工博

村井暢宏 / Nobuhiro Murai ・ 総合技術研究所 鋼管・鋼材研究部 副主任研究員

要 約

自動車のエンジンや駆動系に使用される歯車は、疲労強度や耐摩耗性が要求されるため、一般に浸炭処理して使用されている。一方、近年の高出力化、軽量化指向は、従来に増し使用する鋼材の高強度化を強く求めている。ここでは、これらの要求を満足すべく開発した高強度歯車用鋼の諸特性について紹介する。

Synopsis

High-strength gears for automotive engines and transmissions require high fatigue strength and pitting strength performance in order to make high powered or compact products. To achieve this these gears are used after carburizing treatment. In this paper, the microstructure after carburization and fatigue strength of a newly-developed high performance carburizing steel are introduced.

1. はじめに

自動車のエンジンや駆動系に使用される歯車は、疲労強度や耐摩耗性が要求されるため、一般に浸炭処理して使用されている。一方、近年の高出力化・軽量化指向は、従来に増し使用する鋼材の高強度化を強く求めている。これらの要求を満足すべく高強度歯車用鋼の開発を行ったので、ここでは開発鋼の諸特性を紹介する。

2. 開発鋼の諸特性

(1) 浸炭異常層に及ぼす合金元素の影響

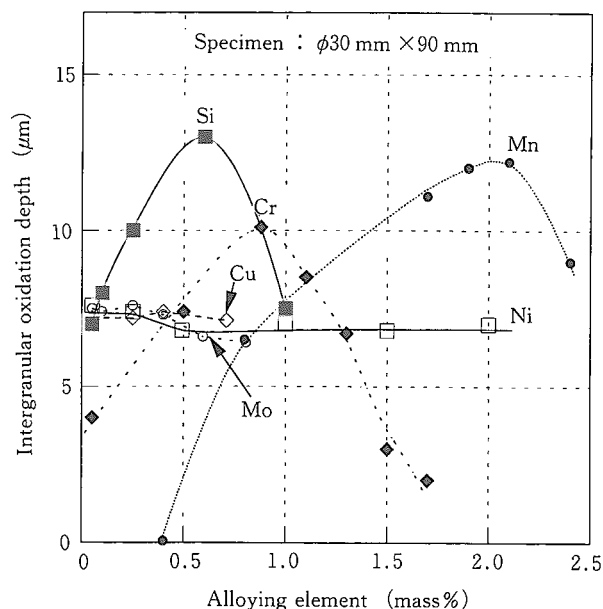
浸炭異常層は粒界酸化層と不完全焼入層で構成されるが、浸炭歯車の強度特性にも大きな影響を及ぼすことがよく知られている。合金元素と粒界酸化深さの相関¹⁾を第1図に示すが、Si、Cr、Mnは添加とともに粒界酸化が促進され、Siの影響が最も大きい。不完全焼入層については第2図に示すが、いずれの元素も添加量が減少すると、不完全焼入層は減少する。すなわち、浸炭異常層を軽減し浸炭歯車の強度を向上させるには、非酸化性で焼入性向上効果を有する元素が有効であるが、Moが効果的な元素と考えられる。

これより、当社の高強度歯車用鋼の成分設計に関する基

本的な考え方を第1表に示す。

(2) 高強度歯車用鋼の諸特性

当社の代表的な高強度歯車用鋼の化学成分例を第2表に、



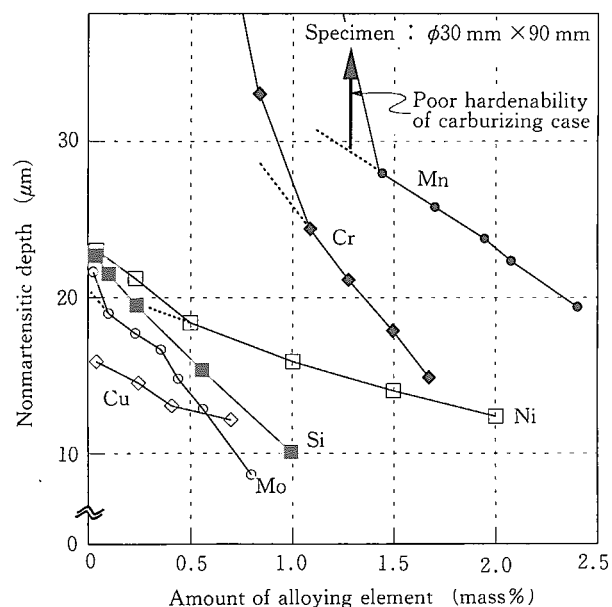
第1図 合金元素と粒界酸化深さの関係
Fig.1 Relationship between amount of alloying element and intergranular oxidation depth of carburizing steels

特性比較を第3表に示す。CMシリーズは浸炭異常層低減による高強度化を狙った鋼であるが、写真1に示すように浸炭異常層はSCM420と比較し極めて小さい。このため、第3表に示すように、歯車の高強度化に極めて効果的である。これらの鋼は、さらにショットピーニングにより歯元疲労強度向上に加え、歯面疲労強度向上も図れる。第3図にCM201鋼の小野式回転曲げ疲労試験結果を示すが、SCM420鋼に比し浸炭まで約5%、浸炭+ショットピーニングでは約13%の強化が図られている。一方、Ni系のCM203、CM204鋼は、その優れた衝撃特性によって差動歯車の高強度化に効果を発揮する。

ここで、E202M鋼は、コスト重視型の高強度歯車用ボロン鋼である。第4図にジョミニー曲線を示すが、ボロン鋼特有の肩の張った焼入曲線を示しており、浸炭焼入時の熱処理歪み管理には配慮が必要である。

第1表 成分設計の考え方
Table 1 Composition designing

Point	Composition designing
Reducing in intergranular oxidation	Si, Mn, Cr reducing
Intergranular strengthening in carburized case	Mn, Cr reducing Mo, B addition
High toughness in carburized case	Ni, Nb addition
Reduction in cost	B addition



第2図 合金元素と不完全焼入層深さの関係
Fig.2 Relationship between amount of alloying element and nonmartensitic microstructure of carburizing steels

第2表 化学成比例 (mass%)
Table 2 Chemical composition (mass%)

Steels	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	The others
SUMIALLOY CM201	0.20	0.10	0.70	—	0.95	0.40	—
SUMIALLOY CM202	0.20	0.10	0.45	—	0.60	1.00	Nb addition
SUMIALLOY CM203	0.20	0.10	0.45	1.00	0.30	0.80	Nb addition
SUMIALLOY CM204	0.20	0.10	0.45	2.00	—	0.80	Nb addition
SUMIALLOY E202M	0.20	0.25	1.20	—	0.48	—	Nb, B addition

第3表 開発鋼の特徴
Table 3 Characteristics of developed steels

Steels	Reducing in intergranular oxidation	Intergranular strengthening	Fatigue strength of tooth root	Impact strength of tooth root	Pitting strength	Economical advantage
SUMIALLOY CM201	○	○	○	○	○	○
SUMIALLOY CM202	◎	○	◎	○	○	△
SUMIALLOY CM203	◎	○	◎	◎	○	△
SUMIALLOY CM204	◎	◎	◎	◎	◎	△
SUMIALLOY E202M	△	○	△	△	△	◎

(Compare to SCM420 ◎: Excellent, ○: Good, △: Poor)

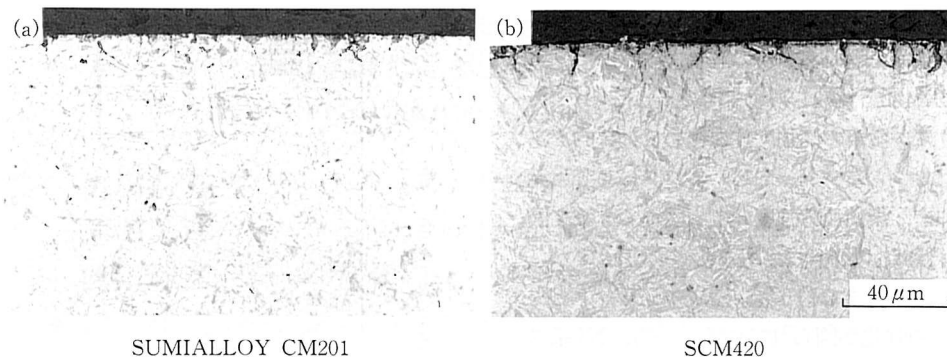
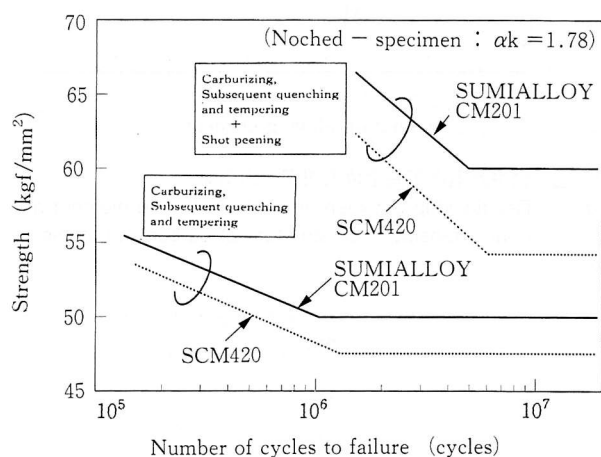
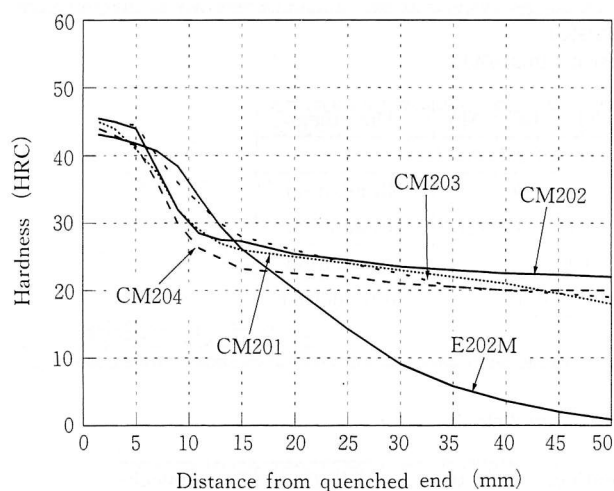


写真1 浸炭層のマイクロ組織
Photo 1 Optical microstructure of carburized case



第3図 小野式回転曲げ疲労試験結果
Fig.3 Result of rotating bend fatigue tests



第4図 ジョミニー焼入性曲線
Fig.4 Jominy curves of developed carburizing steels

3. 製造実績

当社の高強度歯車用鋼は、自動車用ミッションギア、デファレンシャルギアをはじめ、多くの製造実績をもつ。今後は、製造プロセス(加工、熱処理など)との組み合わせによるコストダウンと高性能化の両立を目指した検討を進め、ますます厳しくなるユーザーのニーズに応じていく所存である。

問合せ先
小倉製鉄所
開発室
☎093-583-6545 黒川

参考文献

- 1) 村井, 相原, 神原, 津村, 西田: 住友金属, vol.45-4(1993) p.11