

# 高強度高靱性鋼

## High-Strength and High-Toughness 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

中里福和/Fukukazu Nakazato・小倉製鉄所 専門部長 工博

外山和男/Kazuo Toyama・総合技術研究所 機械プロセス研究部 部長

### 要 約

最近の建設・土木機械の使用条件の過酷化により、使用鋼材に対し厳しい性能を要求している。また、使用鋼材の更なる高強度高靱性化とともにコストダウンの要望が強く、これらの要求を満たすべく高強度高靱性鋼の開発を行った。その結果、トラックリンク用鋼として実機使用されるに至った。

### Synopsis

To use earth moving machines under severe conditions, steels must have suitable performance efficiency. To meet demand for decreased costs as well as high-strength and high-toughness performance, a new steel has been successfully made for these purposes. The high-strength and high-toughness steel developed has been used as the material for track links.

## 1. はじめに

最近の建設・土木機械の使用条件の過酷化により、使用する鋼材にはより厳しい性能が要求されている。たとえば、作業能力向上を目的とした建産機の大型化は、逆に自重の増大によるトラックリンク踏面での早期剥離を発生させ、その結果として部品の取り替え頻度を増加させ、稼働率の低下を招く場合がある。そのため、従来から、トラックリンク用鋼としては強度靱性バランスに優れる JIS SNCM431 鋼が使用されてきた。しかし、更なる高強度高靱性化とともにコストダウンの要望が強く、これらの要求を満たすべく高強度高靱性鋼の開発を行った<sup>1)</sup>ので、その開発鋼の特徴を紹介する。

## 2. 材質設計

剥離したトラックリンク外観を写真 1 に示す。

### (1) 材質設計の考え方

トラックリンク用高強度高靱性鋼の材質設計の考え方を、第 1 表にまとめる。亀裂発生抑制の観点から(a)表面硬度確保と(b)高周波焼入深度確保、亀裂伝播の抑制の観点から(c)粒界強化、さらに実用化の観点より(d)コストアップ低減、が材料開発の上で重要となる。

### (2) 基礎検討

第 2 表に開発の基礎検討で用いた供試鋼の化学成分を示す。A、B 鋼が検討鋼であり、第 1 図に硬度と靱性のバランス、第 2 図に衝撃疲労特性、第 3 図に接触疲労特性を従来鋼 (SNCM431) と比較して示す。いずれの特性も検討鋼は従来鋼より優れた特性を示し、なかでも C 含有量の高い B 鋼は、最も優れた特性を持つことが判明した。

### (3) 実体評価

この検討結果から、B 鋼にて実体のトラックリンクを製



写真 1 トラックリンク外観  
Photo 1 Track-link

第1表 リンク材の材料設計の考え方

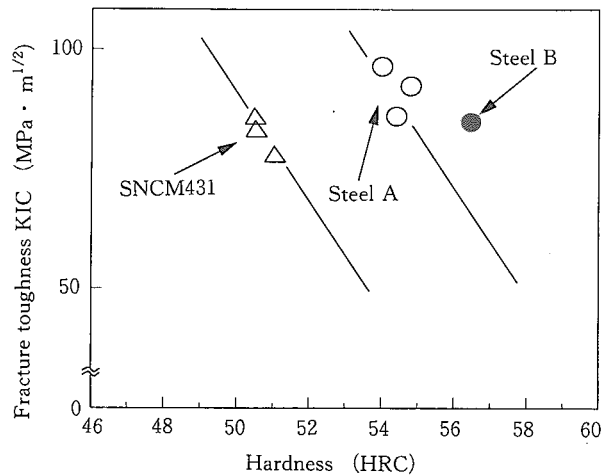
Table 1 Composition designing of track-link

Point	Composition designing
High surface hardness	Adjustment of C content
High effective case depth	Adjustment of $D_i$ value
Intergranular strengthening	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nb addition (Refining)</li> <li>• Mn, P, S reducing (Decreasing in intergranular segregation)</li> <li>• Cr, Mo addition (High temperature tempering)</li> </ul>
Reduction in cost	Ni free, B addition

第2表 供試鋼の化学成分 (mass%)

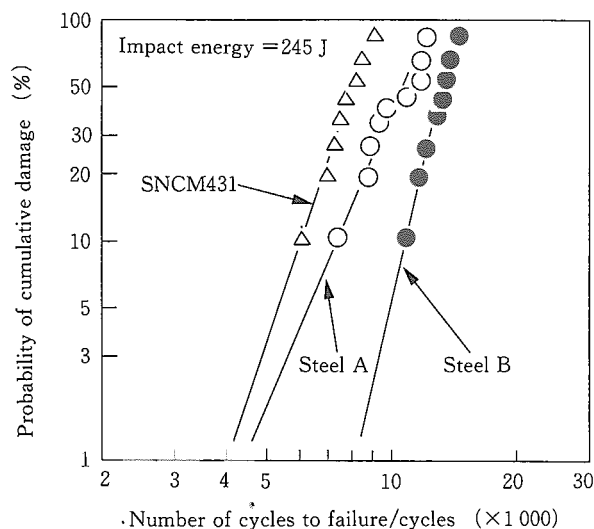
Table 2 Chemical composition (mass%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	B	Nb
Steel A	0.33	0.15	0.46	0.006	0.006	0.02	0.98	0.54	0.020	0.0030	0.027
Steel B	0.41	0.23	0.45	0.006	0.006	0.02	1.00	0.49	0.020	0.0022	0.030
SNCM431	0.30	0.26	0.78	0.010	0.016	1.61	0.75	0.16	—	—	—



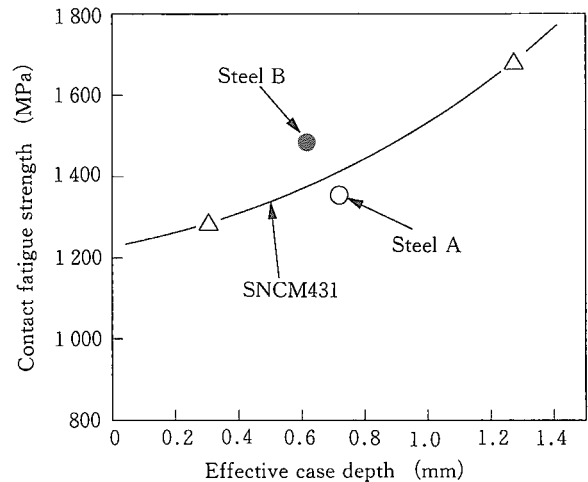
第1図 硬さと破壊靱性のバランス

Fig.1 Relationship between fracture toughness and hardness of high-strength and high-toughness steel



第2図 衝撃疲労特性

Fig.2 Weibull plots of impact fatigue of high-strength and high-toughness steel

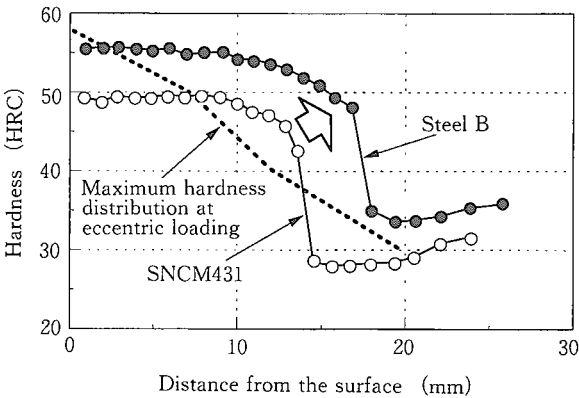


第3図 接触疲労特性

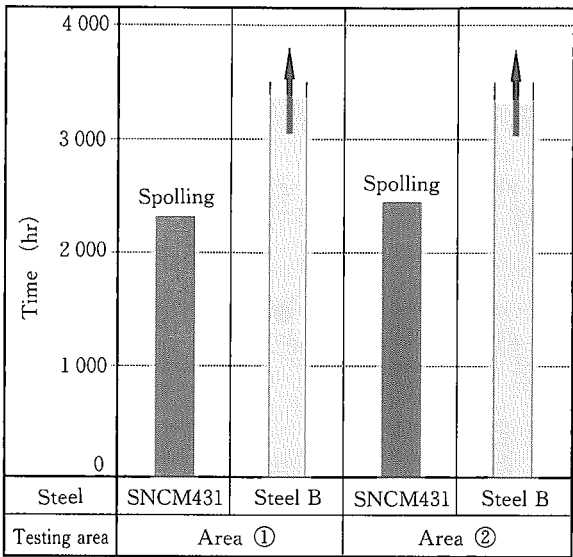
Fig.3 Relationship between effective case depth and contact fatigue strength of high-strength and high-toughness steel

造し、フィールドテストを実施した。第4図に試作リンクの表面からの硬度分布を示すが、踏面の1/3で全荷重を支持する偏荷重時にも耐えうる硬度分布が得られている。第5図に示すように、B鋼のリンクは3000時間を経過しても剥離を生じないことが明らかになった。

製品・技術紹介



第4図 リンクの硬さ分布  
Fig.4 Hardness distribution from surface of track-link



第5図 リンクの耐剥離特性  
Fig.5 Spolling resistance of high strength and high hardness steel comparing with SNCM431

3. 結 言

本開発鋼は、その優れた強度と靱性のバランスにより、建産機用部品のみならず、一般機械構造物の軽量化やコストダウンに貢献するものである。現在、他の建産機用部品であるリッパポイントなどへの適用展開を行っているが、今後はさらに自動車用ドライブシャフト、高応力ばね等への適用展開が期待される。

問合せ先  
小倉製鉄所  
開発室  
☎093-583-6545 黒川

参考文献

1) 涌波, 鎌田, 外山, 大川, 田川: 日本金属学会会報 第32巻 第4号 (1993) p.250