

疲労特性に優れた高強度弁ばね用鋼「KHV10N」

黒田武司・茨木信彦

神戸製鉄所・条鋼技術部

近年、自動車用エンジン部品である弁ばねは高応力化が指向され、従来より疲労強度を高めた高強度弁ばねが要望されている。当社では独自の合金成分設計により、耐疲労性、耐へたり性の優れた弁ばね用鋼「KHV10N」を開発した（第1表）。

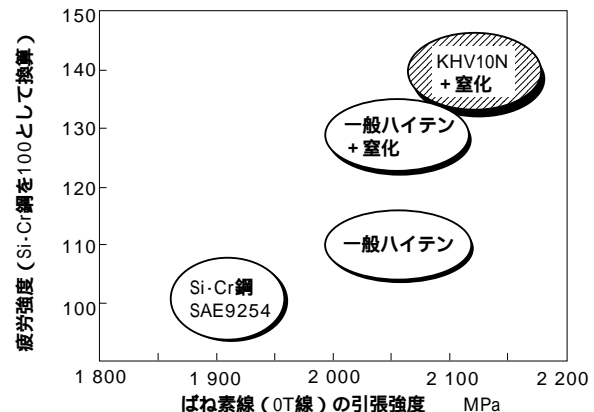
当鋼種は当社の高強度弁ばね用鋼（ハイテン）シリーズの中でも最高峰に位置づけられ、従来鋼（Si-Cr鋼）に比較して約40%の疲労強度向上が期待できる（第1図）。

特徴

- 従来鋼より引張強度が100MPa以上高いばね素線（OT線）の製造が可能であり、次のような利点がある。
 - C, Crの増量添加による引張強度の向上。
 - Ni添加（破壊靱性値の向上）、V添加（組織の微細化）による高引張強さ域での高靱性の確保。
- 疲労強度向上に有効な手段である窒化処理をする場合、下記の利点がある。
 - Si, Crの増量およびVの添加により窒化効果（表面硬さ・残留応力の上昇）がえられやすく、疲労強度を向上。
 - Siの増量添加により軟化抵抗性が大きく、耐へたり性を劣化させずに耐疲労性を向上。

第1表 KHV10Nの基本成分組成（従来鋼との比較）

鋼種	化学成分 mass%						備考
	C	Si	Mn	Cr	V	Ni	
KHV10N	0.58	1.90	0.85	0.90	0.10	0.30	
SAE9254	0.55	1.50	0.70	0.70	-	-	従来鋼(Si-Cr鋼)



第1図 ばね素線（OT線）の引張強さと弁ばねの疲労強度との関係

問い合わせ先：鉄鋼事業本部 線材条鋼営業部 TEL (03) 3218-7182 FAX (03) 3218-6370

計算機制御モデル改善による転炉操業コストの低減

木村世意*・三角龍平**

*加古川製鉄所・製鋼部 **加古川製鉄所・制御部

1997年7月に加古川製鉄所の転炉プロセスコンピュータを更新したが、同時に転炉副原料投入量計算と合金鉄添加量計算の計算制御モデルを改善した。物理モデルの非線形性や非連続性のために、これまで数式化、理論化とコスト最適化との両立が困難であった計算制御モデルに対して、新たな計算手法を適用することにより、転炉操業コストの低減を図った。

計算制御モデルの概要

1) 転炉副原料投入量の計算

副原料とは、溶鉄中で脱りんスラグを形成する焼石灰（主成分CaO）、ロー石（主成分SiO₂）などを指す。この投入量を求めるにあたり、溶鉄-スラグ間のP収支、およびP平衡を、式(1)、式(2)のように数式化し、これらから焼石灰、ロー石の投入量を計算する。P平衡式の式(2)中の回帰係数算出には、学習機能のある逐次型重回帰計算を適用した。コスト最小を考慮した最適数値解を短時間で計算するために、非線形数値計算手法の一つであるフレキシブルポリヘドロン法を採用した。本計算モデルの導入により、副原料投入量のコストを3%削減できた。

2) 合金鉄添加量の計算

転炉精錬後の溶鋼は、数種の合金鉄を添加することで、所望

の化学成分に調整される。成分調整のための合金鉄の組合せ、および添加量は数通り考えられるが、この中から、コスト最小となるものを探索する手段として、線型計画法を採用した。ほとんどの銘柄の合金鉄はホッパからの切出しにより添加量は連続値を取ることができる。しかし、特定の銘柄については、添加量が不連続値となる袋入りで供されるため、袋入り銘柄も含めて添加量の計算ができるように、線型計画法に分枝限定法を適用した。本計算モデルの導入により、合金鉄添加コストは、4%削減できた。

P収支式

$$W_{HM} \cdot [P]_{HM} + W_{SC} \cdot (P)_{SC} + W_{BF} \cdot (P)_{BF} = W_{ST} \cdot (P)_{ST} + W_{SL} \cdot (P)_{SL} \dots (1)$$

溶鉄中P スクラップ中P 前チャージスラグ中P
 溶鋼中P スラグ中P

P平衡式

$$\log \frac{(P)_{SL}}{[P]_{ST}} = a / (T_{TD} + 273) + b \cdot \log (\%T.Fe) + c \cdot V + d \cdot V^2 + e \cdot \log (\%CaO) + f \cdot \log (\%MgO) + g$$

T_{TD}: 出鋼温度
 スラグ中 T.Fe 濃度
 V: 塩基度
 =(%CaO / %SiO₂)
 スラグ中 CaO 濃度
 スラグ中 MgO 濃度
 定数項 (2)

a-gの係数は逐次型最小乗法によって決定

問い合わせ先：加古川製鉄所 製鋼部製鋼技術管理室 TEL (0794) 36-1302 FAX (0794) 36-1405