

軸受鋼の長寿命化

The Long Life of Bearing Steel

1. はじめに

高炭素クロム軸受鋼 (JIS G 4805) は、転動疲労強度特性に優れているため、軸受用途のレース、ころ、鋼球として主に使用される。軸受が適用される機械の小型化、軽量化の伸展にともない、軸受の長寿命化へのニーズはますます高まってきている。JFE スチールでの軸受鋼長寿命化のための製品清浄度向上に関する最近の取り組み状況について述べる。

2. 製造プロセスの改善

2.1 LF (取鍋精錬設備) の導入

JFE スチール西日本製鉄所 (倉敷地区) では、主に自動車向け高級棒鋼・線材のさらなる清浄度向上のため、2007年12月にLF (取鍋精錬設備) を導入した¹⁾。図1にLF導入前後の軸受鋼の溶製プロセスを示す。従来、転炉→造滓剤添加→GI (ガスバブリング)→RH (環流型重真空脱ガス) という流れであった工程を、転炉→除滓→造滓剤添加→LF→RHに変更した。GIに代わりLFを適用することで、RH前に溶鋼加熱が可能となったため、転炉の出鋼温度低減が可能となり転炉での脱リン負荷が軽減された。また、転炉出鋼後に取鍋スラグの除滓をしてから造滓剤を

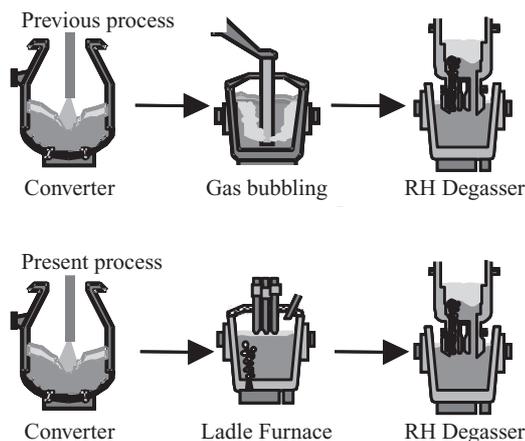


図1 LF (取鍋精錬設備) 導入前後の溶製プロセス変化
Fig.1 Comparison between previous and present process

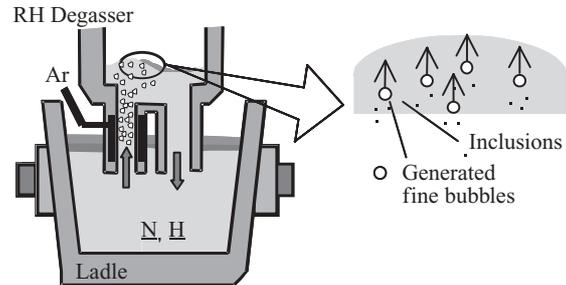


図2 PERM (加減圧精錬法) の概念図

Fig.2 Image of PERM (pressure elevating and reducing method)

添加することで転炉出鋼条件による取鍋スラグの成分変動が低減し、スラグへの介在物吸着能を安定化することができた。

2.2 PERM (加減圧精錬) による介在物除去

JFE スチールの軸受鋼溶製においては、RH工程での介在物除去効率を最大限に高めるため、PERM (加減圧精錬)²⁾を行っている。PERMの概念図を図2に示す。PERMは、主に転炉工程にて窒素や水素などのガスを溶鋼中に溶解させた上で、RH工程で急速に減圧することで溶鋼中にガスを発生させ、このガスにより溶鋼中の介在物を捕捉し、除去する精錬手法である。RH工程で攪拌ガスとして用いるArガスでも同様の介在物除去効果があるが、PERMを併用することで介在物除去速度 (脱酸速度) は、約2倍となる。

3. 清浄度の改善

3.1 RHでの清浄度改善

LFプロセスおよびPERMを適用した最新プロセス材と従来GIプロセス材について、RH処理中の5 μ m以上の介在物個数推移を比較した。結果を図3に示す。最新プロセス材は、従来プロセス材に比べて、RH処理初期 (RH時間の20%) の介在物個数が40%減少している。これはLF処理中の取鍋底からのArガス吹き込みによる介在物浮上効果とスラグへの介在物吸収効果と考えられる。

また、RH処理初期に対するRH終了時の介在物個数比率を比べると、従来プロセス材は約60%であるのに対し、最新プロセス材は約40%まで低減しており、PERMにより介在物除去効率が向上していることが分かる。

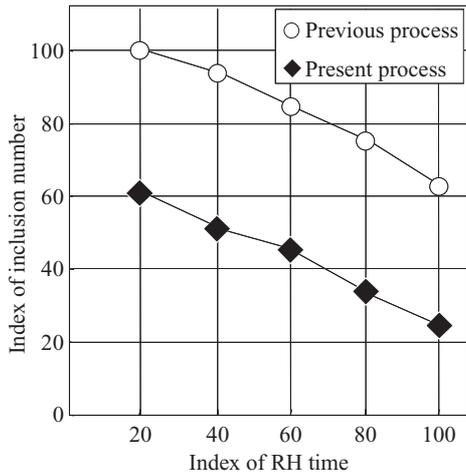


図3 RH 処理中の非金属介在物個数推移
Fig.3 Evaluation of nonmetallic inclusion at RH time

3.2 製品での清浄度改善

LF プロセスおよび PERM を適用した最新プロセス材と従来プロセス材の棒鋼製品について、製品中の酸化物系介在物を極値統計法にて評価した。結果を図4 および表1に示す。なお、観察位置は、棒鋼 1/4D 部の L 断面で、所定評価面積について 3 μ m 以上の酸化物系介在物を対象としている。最新プロセス材は、従来プロセス材に比べて介在物個数予測指数が 34% 減少し、介在物最大径指数は 29% 減少した。また、介在物最大径指数のばらつきも標準偏差で 73% 減少している。

4. おわりに

LF プロセスおよび PERM を適用した最新プロセス材は、従来プロセス材に比べ、鋼材中の介在物個数指数と介在物最大径指数が低減しており、製品清浄度の向上が達成された。

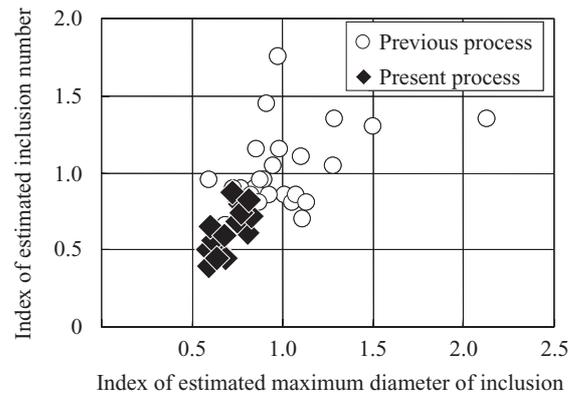


図4 製品非金属介在物の極値統計法による評価
Fig.4 Evaluation by extreme value analysis of nonmetallic inclusion of product

表1 従来プロセス材と最新プロセス材の介在物指数の比較
Table 1 Comparison between previous process and present process of index of inclusion

Index of inclusion	Previous	Present
Average of estimated number	1.00	0.66
Standard deviation of estimated number	0.36	0.21
Average of estimated maximum diameter	1.00	0.71
Standard deviation of estimated maximum diameter	0.30	0.08

さらなる製品清浄度の向上のため、精錬・铸造すべてのプロセスの最適化を今後も継続し、長寿命鋼の開発に取り組んでいく。

参考文献

- 1) 松岡克彰. 第 124 回特殊鋼部会. 2008.
- 2) 松野英寿, 菊地良輝, 新井学, 山田健三, 石井俊夫. 鉄と鋼. 1999, vol. 85, p. 514.

〈問い合わせ先〉

JFE スチール 西日本製鉄所 鋼材商品技術部線材・棒鋼室
TEL : 086-447-2721 FAX : 086-447-2723