

超高清浄度鋼：SP鋼の鋼種特性と部品展開

SP鋼は「高信頼性鋼の山陽」を支える当社のナンバーワン商品の一つです。自動車をはじめとする高強度・長寿命が求められるコア部品をグローバルに支えるSP鋼を以下にご紹介します。

1. 開発のコンセプト

SP鋼は、『鋼材が持つ本来の性能を最大限まで引き出すために、鋼の中に存在する最も大きな非金属介在物の大きさをコントロールする』という当社独自のコンセプト（図1）に基づいて開発された超高清浄度鋼です。材料の疲労強度と信頼性を向上させ「部品の小型・軽量化による環境対応・性能向上」というニーズに応え、お客さまから高い評価を頂いています。

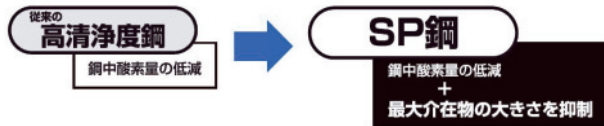


図1 SP鋼のコンセプト

2. 製鋼技術：SNRPから生まれたSP鋼

SP鋼は、図2に示す一般的な特殊鋼製造工程である「電気炉－取鍋精錬炉－RH脱ガス－垂直型大断面ブルーム連铸」という量産溶解プロセスの中で、徹底的な精錬の強化や溶鋼の汚染防止を図ったSNRP操業（Sanyo New Refining Process）と呼ぶ独自の製鋼技術を用いて製造しています。量産プロセスで製造するため、航空機や新幹線の軸受など高い清浄度を要求される部品に使用される特殊溶解材（VAR材、ESR材）と同レベルの清浄度を持つ鋼を、百トン単位で安定して製造することが可能です。

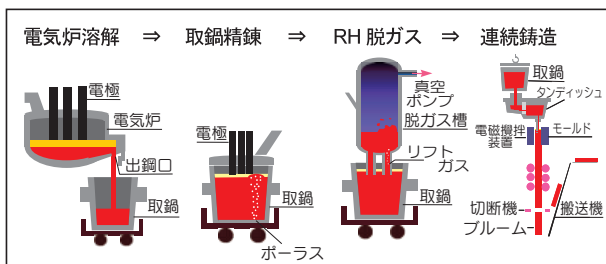


図2 特殊鋼製造プロセス

3. 極値統計法を用いた清浄度評価

図3にSP鋼と一般鋼との極値統計法による清浄度評価結果を示します。

SP鋼では、一般鋼に比べ単位面積（100mm²）中に観察される介在物の大きさが小さくなると共に、大きな面積（30,000mm²）中に存在する最も大きな介在物を予測した場合にも、その大きさが低位に且つ安定してコントロールされていることが分かります。

通常、鋼の清浄度はASTM E45 A法やJIS G0555などに規定された方法で評価されますが、SP鋼では介在物の大きさを定量的に評価するため、極値統計法を用いた介在物評価方法を採用しています。極値統計法とは気象学・建築工学・金融工学など様々な分野で使用されている統計学の手法です。この極値統計理論を介在物評価に適用することにより、鋼のある体積中に存在する介在物の最大の大きさを予測し、その値を評価指標として鋼の品質（清浄度）を評価しています。

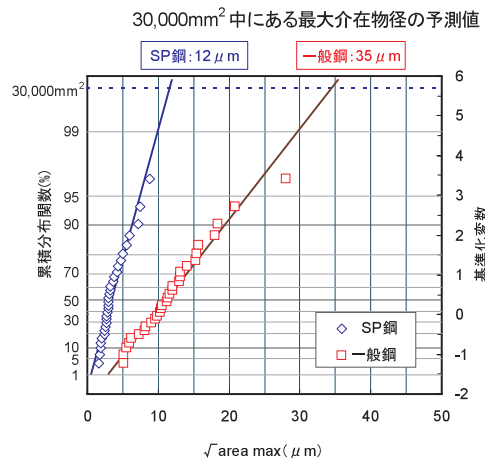
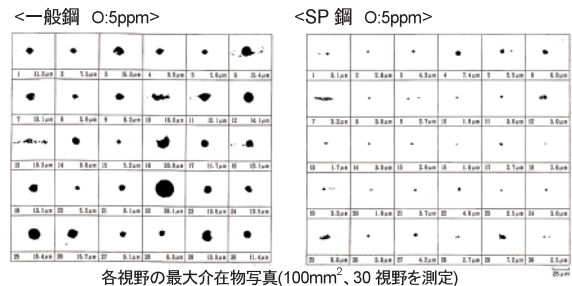


図3 極値統計法を用いたSP鋼と一般鋼の介在物評価結果の一例（鋼種SCR420）

4. 疲労特性

図4に鋼中の酸化物系介在物の総量指標である鋼中の酸素量と曲げ疲労強度を、図5に鋼中の酸素量と転がり疲労寿命との関係を示します。

浸炭処理した鋼や軸受鋼などの高硬度材料の疲労強度は、破壊の起点となる部分の硬さや応力、破壊のきっかけとなる欠陥の大きさに支配されることが知られています。つまり同じ材料を用いても存在する欠陥を小さくすることで疲労強度の向上が図れます。

SP鋼では欠陥として作用する最も大きな介在物を小さく制御することで、同じ酸素量の材料の中でも優れた疲労強度や寿命を示します。SP鋼化することで鋼の成分を変更することなく部品の小型・軽量化や信頼性の向上が可能となります。

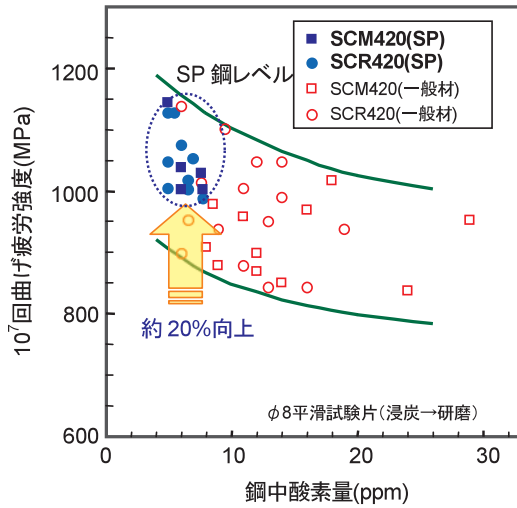


図4 鋼中酸素量と曲げ疲労強度

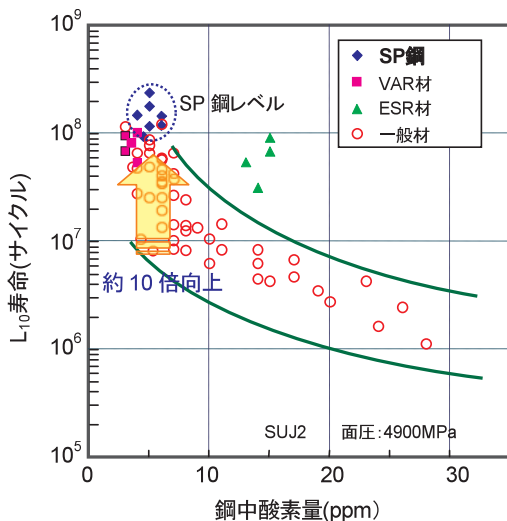


図5 鋼中酸素量と転がり疲労寿命

5. 適用される分野

前述のように、高硬度鋼では欠陥の存在が疲労強度の低下につながることから、SP鋼の効果が出易い分野と考えられます。また、高硬度で使用される部品のうち歯車など複雑形状で浸炭ままの状態で使用される部品では、表面の欠陥（表面粗さや浸炭異常層等の熱処理欠陥）も疲労強度や寿命への影響因子になることが知られています。最近では、真空浸炭などの表面処理技術の高度化により部品表面の欠陥が低減されてきており、鋼材内部の欠陥を抑えたSP鋼との組合せによって、機械部品の更なる高強度化・信頼性向上が期待できるようになりました。具体的な部品としては、高い曲げ疲労強度や面疲労強度、転がり疲労特性が要求される高強度歯車、シャフト、ピン、無段変速機(CVT)各部品、軸受等への適用が考えられます。

6. まとめ

SP鋼は1992年に高炭素クロム軸受鋼（SUJ2）を手始めとして開発，生産が開始され、長寿命・高信頼性を要求される軸受への適用が進められてきました。その後はだ焼鋼，中炭素鋼のSCM420H SP鋼、SCM435H SP鋼が開発され、現在、各種軸受、CVT部品、2輪エンジンのピン、船外機のクランクシャフト、浸炭窒化・ショットピーニングを施した高強度歯車などへ適用されています。使用量は年間10,000t規模に達しており、国内に限らず、欧米，アジア等グローバルな規模で拡大しています。

長寿命・高信頼性部品への適用をお奨めいたします。