



## 「高信頼性鋼」を支える特殊鋼製造技術と材料開発

山陽特殊製鋼株式会社；シニアマネージャー

高須 一郎\*

山陽特殊製鋼は1933年創業の特殊鋼専業メーカーです。特殊鋼と言っても学生の皆さんにはあまり馴染がないかも知れませんが、実は皆さんの身近な所でも、自動車、新幹線、スマートフォン、ハードディスクドライブなどの中の重要な部材として使用されています。特殊鋼は、熱や摩耗・衝撃などに強いといった特性から、自動車や鉄道などの軽量化や長寿命化など、社会の発展に貢献しています。その中で山陽特殊製鋼は、不純物を極限まで低減させることのできる高纯净度鋼製造技術をベースに高品質の特殊鋼を安定的に提供しています。特に、主力製品の軸受用鋼は、他社よりも高い品質と信頼性で、世界各国で高い評価を受けています。

顧客ニーズが多様化する現在、そのニーズに応える製品開発や製造技術の向上は不可欠であり、本報では商品開発や製造技術開発を進める上で活用している評価・解析技術について紹介します。

軸受部品は、滑らかな動力伝達をする機械ユニットでのパワーロス軽減を図る役目があり環境負荷軽減に寄与しています。その中で、軸受用鋼は、環境問題の加速を背景とした自動車用をはじめとする各種機械ユニットの機構革新や、大幅な小型軽量化の影響を受け、従来にはない過酷な環境で、従来と同等以上の寿命特性を発揮することが求められています。軸受部品の長寿命化には、潤滑や機械設計に関連する方策が有効ですが、環境問題の高まりを受けて改善要求レベルは高まっており、材料への期待も大きくなっています。これに対し山陽特殊製鋼は、溶鋼中の非金属介在物を極限まで少なく、また小さく制御し、その纯净度を極限まで高める超高纯净度鋼操業技術を確立しています。鋼中の非金属介在物の低減が寿命延長をもたらすことが知られており、このことが、軸受部品の機能として最も重視される転がり疲れにおける耐久性の発揮を担っています。

ところで、品質向上のための製造技術改善を図る上で、指標となる評価技術が重要となりますが、適切な評価手法を持っていないとユーザーの求める品質の造り込みができません。

纯净度評価については、従来から鋼中の酸化物系介在物の総量を表す酸素値を基準にしてきました。ここで酸素値に現れる介在物の大きさは数 $\mu\text{m}$ 程度以下で、この酸素値とL10

寿命と呼ばれる疲労寿命とは良い相関が得られていました。ところが、纯净度に対する要求も高度化して行き、単に酸化物系介在物の総量を減らすだけでは対応できなくなってきました。そこで、介在物自体を小径化するニーズが出てきます。これに対し、単位被検面積あたりの最大介在物に着目するという観点で、極値統計法による介在物評価方法が開発されました。これにより、酸素分析の被検重量は1g程度に対して、数g~20g程度となり、評価対象の介在物サイズも、10数 $\mu\text{m}$ レベルとなりました。この値を基準に高纯净度化検討することにより、SNRP操業という当社独自の超高纯净度鋼製造技術を開発しています。そこから、さらに信頼性を向上させるというニーズに対応して、より大体積を試験可能な超音波探傷法による介在物評価方法を開発。これにより被検重量をkgオーダー以上に拡大させ、この指標も取り入れて、更なる高纯净度化を図っています。

もちろん、纯净度を高めるための製鋼操業改善案を考案するには、前述の評価技術開発や現場実験によるデータ取得だけでなく、材料や熱力学、反応速度論等の知識も総動員して、それらを駆使する必要があります。それらの知識は、会社に入ってから取得するものが多く必ずしも学生時代の知識がそのまま役に立つとは限りませんが、そのベースとなる材料の知識は学生時代に取得したものでしょうし、それらの知識が役立つことも多いと思います。その意味で、学生時代に少しでも良いので視野を広げておくことが大事だと思います。

また、商品開発や製造技術開発を支援するものとして、各種シミュレーション技術があります。山陽特殊製鋼でも、合金設計や材質予測に活用している熱力学計算や材質データ予測、製鋼・铸造から圧延・熱処理および顧客での加工や処理に対するソリューション提供に至るまで、各種シミュレーションソフトウェアを導入して対応しています。ここで重要となってくるのは、シミュレーション計算で得られる結果の妥当性とそれらをどのように解釈するかです。妥当性確保には、ラボ実験による材料データや製造現場で取得した各種データとの合せ込みを行い検証しているのですが、計算に用いるモデルや取得データの信頼性が重要になってきます。例えば製造現場で起こっている現象を解析し信頼性の高いデータを得るためには、実際に現場に行き、実際の現象をよく観察する必要があります。また、シミュレーション結果の解釈を含めて、材料科学の原理原則に基づき考えることも重要です。

特殊鋼を対象として、山陽特殊製鋼における「高信頼性鋼」の評価技術やシミュレーション技術の一部を紹介しました。当社には、特殊鋼材の他に、素形材製品や粉末製品を製造しており、実際の業務では幅広い分野での技術開発を進めています。これらに対しても、基本的な材料の知識が役立っており、ひいては信頼性の高い特殊鋼を安定的に世に送り出すことを通じて、産業界の発展に貢献しています。

(2017年6月28日受理)[doi:10.2320/materia.56.564]

(連絡先：〒672-8677 姫路市飾磨区中島3007番地)