

過共析鋼の高靱性化技術の開発に成功

～工具鋼や軸受鋼に匹敵する硬さを持ちながら5倍以上の靱性を達成～

山陽特殊製鋼株式会社（社長 樋口眞哉、本社 兵庫県姫路市）は、コマツ（社長 大橋徹二、本社 東京都港区）ならびに国立大学法人大阪大学（総長 西尾章治郎、大阪府吹田市）との共同研究において、過共析鋼^{*1}の高靱性化技術の開発に成功いたしました。

鉄鋼材料の特性である硬さと靱性^{*2}には「トレードオフ」（硬さが高くなれば靱性が下がる）の関係があります。今回開発した新しい鋼材成分とそれに適した新しい熱処理技術によって、高い硬さを特徴とする過共析鋼の欠点である低い靱性を大幅に向上させることが可能となりました。様々な分野で用いられる鉄鋼部品の高強度・長寿命・高信頼性のニーズに応えるとともに、使用される部品の小型・軽量化の実現などの多様な効果が期待されます。

今後、更なる特性の向上と実用化に向けた開発ならびに実証研究を進めていく予定です。

■過共析鋼の粒界改質処理による高靱性化

過共析鋼が低靱性であることの一因として、結晶粒界^{*3}に沿って起こる破壊(粒界破壊)を起こしやすいことが挙げられます。そこで、大阪大学大学院工学研究科 南埜宜俊教授研究室では、過共析鋼を加熱した際の炭化物の消失過程を詳細に調べ、靱性を劣化させる粒界の炭化物が優先的に固溶・消失する条件を見つけ、粒界に炭化物がほとんど存在しない微細な焼入組織を得ました。この粒界改質強化と結晶粒微細化を目的とした熱処理「粒界改質処理

(Grain Boundary Amelioration: GBA 処理と呼ぶ)」をキーテクノロジーとして、2013年から山陽特殊製鋼とコマツを含めた3機関により、GBA処理に適した鋼の成分設計、GBA条件の適正化および実部品適用化を目指して共同研究を開始しました。さらに2015年度には国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業「エネルギー・環境新技術先導プログラム」の支援を受けて、700HV(ビッカース硬さ^{*4})の高硬度で、シャルピー衝撃値^{*5}(靱性の代表的な指標)が100J/cm²(10R Cノッチ、室温)という極めて高い靱性を示す鋼の開発に成功いたしました。この特性は、レアメタル(モリブデン、バナジウム等)を多量に含有する合金工具鋼(例えばJIS SKD11)に匹敵する硬さと、その5倍以上の靱性に相当する革新的なものとなります。

その後、さらなる改良を加えることにより、レアメタルの使用量を抑えた成分系とした上で現時点では最大約200J/cm²といった極めて高い靱性が得られています。

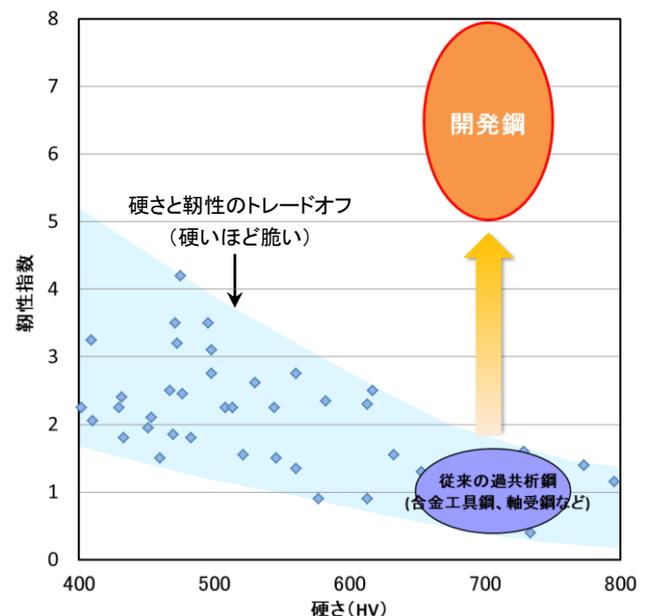


図 鋼材の硬さと靱性との関係

■実用化により期待されること

このたび開発に成功した過共析鋼の新しい高靱性化技術により、飛躍的な硬度と靱性バランスの向上を実現しました。この技術の実用化によって、次のような効果が期待されます。

・部品や金型における諸特性の飛躍的な性能向上

材料の硬さと靱性を著しく高いレベルで両立し、高硬度鋼の低靱性を克服することで、使用される部品や金型の強度、耐衝撃性、耐摩耗性、寿命、信頼性などの複合的かつ飛躍的な性能向上が期待されます。

・部品の小型・軽量化による省エネ・排出ガス削減

大きな負荷がかかる動力伝達部品や軸受等においては、破損等による短寿命のリスクを回避するために、使用条件(部品にかかる応力等)に安全係数を加味した部品設計が必要となります。過共析鋼の低靱性という欠点が克服されることは、大きな安全係数を加味する必要性が無くなることから部品の小型・軽量化につながり、輸送機器等における大幅な省エネ・排出ガス削減が期待されます。

・レアメタル使用量の削減

大きな衝撃荷重がかかる工具や軸受等では、高硬度を維持したまま靱性を向上させるためにレアメタル(クロム、ニッケル、モリブデン、バナジウム等)を多量に含有させた鋼種が使用されています。今回開発を行った高硬度高靱性過共析鋼は、GBA 処理を行うことでレアメタルの使用量を落とした成分設計でも高い靱性が得られており、レアメタル使用量の削減によるコスト低減が期待されます。

当社は、第9次中期経営計画において、「高信頼性鋼の山陽」のブランド力強化に向けた高機能な差別化商品の開発をはじめとする技術先進性の拡大を推進しております。

過共析鋼の高靱性化技術をはじめとする新しい特殊鋼の技術開発を通じて、需要家の皆様の多様なニーズにお応えしてまいります。

以上

《お問い合わせ先》 山陽特殊製鋼株式会社 総務部広報グループ 柴田 (TEL : 079-235-6002)

(ご参考) 用語解説

※1 過共析鋼

炭素を 0.7%程度以上含有する鋼の総称。焼入焼戻しを施すことで容易に高硬度かつ高い耐摩耗性を示すことから工具や軸受、機械構造部品等に多く使用されている。

※2 靱性

材料の粘り強さ、破壊されにくさを表す特性。靱性が低いほど脆いためにき裂が進行しやすく、靱性が高いほど粘り強いためにき裂は進行しにくくなる。

※3 結晶粒界

結晶とは、原子が一定の規則に従って規則正しく配列している固体である。一般的な金属材料は、この結晶の単位が集まって構成される多結晶体であり、結晶粒界とは、多結晶体において配列の向きが異なる二つの結晶同士の境界である。

※4 ビッカース硬さ

ビッカース硬さ試験を行うことで得られる、硬さを表す指標。正四角錐のダイヤモンド圧子を、試験片表面に一定の試験荷重をかけて押し込み、その際にできたくぼみの表面積で試験荷重を除いた値に定数を掛けた値をビッカース硬さという。

※5 シャルピー衝撃値

シャルピー衝撃試験を行うことで得られる、靱性を表す指標。シャルピー衝撃試験とは、切り欠きの入った角柱状の試験片に対して、ハンマーを一定の高さから振り下ろして破壊する試験であり、試験片が破壊時に吸収したエネルギーを試験片の断面積で除したものをシャルピー衝撃値という。

以上