

熱間金型用鋼 QD61-HARMOTEX®

1. はじめに

SKD61は、JIS（日本工業規格）に規格化されている熱間金型用鋼である（JIS G 4404 合金工具鋼鋼材）。主要成分は、Fe-0.35/0.42%C-0.80/1.20%Si-4.80/5.50%Cr-1.00/1.50%Mo-0.80/1.15%Vから成る。これは、DIN（ドイツ規格委員会）に規格化されている1.2344鋼およびAISI（アメリカ鉄鋼協会）に規格化されているH13鋼と凡そ等しい成分規格であることから、世界共通の規格鋼とも言える。SKD61は、強度と靱性が求められる熱間鍛造金型・熱間押出金型・ダイカスト金型などの熱間成形用工具素材として幅広く適用されている。ここでの強度とは、成形時の負荷によるたわみ・歪みなどの変形への耐性、被加工材との接触や摩擦に起因する熱影響による軟化への耐性、摩耗への耐性を示す。一方の靱性は、割れや欠けに対する抵抗力（亀裂の伝わりにくさ）の指標であり、高靱性であるほど金型は破損しにくい。一般に、強度と靱性はトレードオフの関係にあり、両立させることが困難な特性であるが、SKD61成分系は両特性のバランスが良いことから、広く用いられている。当社でも、長年に亘って培ってきた高清浄度鋼製造技術を駆使して製造したSKD61相当鋼をQD61のブランド名で販売しており、多くの需要家からご愛顧をいただいている。

2. HARMOTEX®（ハーモテックス®）とは

HARMOTEX®とは、顧客ニーズや社会環境との調和を示すHarmonyの短縮形“HARMO”とTechnologyを語源とし技術先進性を意味する“TEX”とを組合せた造語であり、当社の高機能工具鋼に適用するブランド名（登録商標）である。その第一号は2012年7月に発表した熱間ハンマー用鋼「QT41-HARMOTEX®」であり、関連業界から多大な反響をいただいている。今回は、従来よりご愛顧いただいていた熱間金型用鋼QD61の靱性を大幅に改善したQD61-HARMOTEX®について紹介する。

3. QD61の改良の経緯

先述したように、SKD61は強度と靱性のバランスが良い鋼種であるが、ミクロ偏析を起因として靱性にバラツキが生じることがある。ミクロ偏析とは、溶鋼が凝固する過

程で、局所的にC、Cr、Mo、Vなどの合金元素に濃淡が発生する現象であり、ミクロ正偏析部（合金元素の濃化部）には数十ミクロン程度の比較的粗大なMC型炭化物が晶出しやすくなる。また、金型材として使用する際の焼入焼戻し時には、ミクロ正偏析部に各種炭化物が多く析出しやすい。その結果、ミクロ偏析が著しい箇所では亀裂進展が容易となり、靱性を低下させる要因となっている。

したがって、金型寿命の高位安定化を可能にするためには、靱性を向上させ、そのバラツキを軽減させることが必須であった。そこで、晶出炭化物の低減およびミクロ偏析の軽減を目的として、製造プロセスの見直しを実施した。主な取組みは、不純物元素の制御と熱処理の最適化の2点である。不純物元素の制御においては、凝固過程でのMC型炭化物の晶出を助長する有害元素の混入を抑制し、凝固段階での粗大炭化物量を減少させることに成功した。熱処理の最適化においては、造塊～製品に至るまでの各段階で実施する熱処理の条件を最適化し、炭化物の固溶と、濃化した合金元素の拡散を図ることにより、ミクロ偏析の軽減とミクロ組織の均質化を達成した。

4. QD61-HARMOTEX®の特徴

4.1 ミクロ組織

図1に、改良前後のミクロ組織を示す。従来のQD61では、顕著なミクロ偏析とその偏析帯の内部に粗大な炭化物が連鎖状に分布する場合があった。一方、改良を加えたQD61-HARMOTEX®は、粗大炭化物量やミクロ偏析が大幅に軽減していることが分かる。

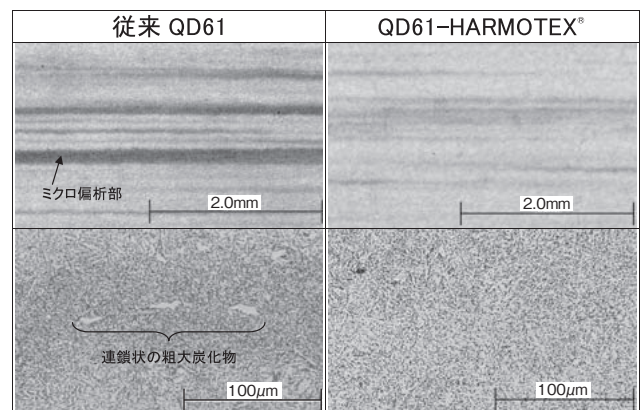


図1 ミクロ組織

4.2 韌性

図2に、韌性を評価するシャルピー衝撃試験結果の比較を示す。シャルピー衝撃値は、試験片を強制破壊する際に、試験片が吸収した単位面積当たりのエネルギー値であり、値が高いほど衝撃特性、すなわち韌性が優れていることを示す指標である。従来のQD61の衝撃値を100とした指数比較にて、QD61-HARMOTEX®の衝撃特性は大幅に向上しており、特性バラツキも小さくなっている。先述した取組みの結果、ミクロ組織の改善（均質化）効果により、衝撃特性の高位安定化が図られたと考えられる。

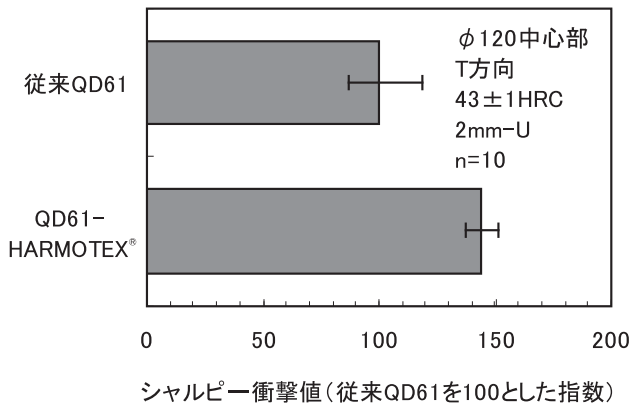


図2 シャルピー衝撃特性

4.3 焼入焼戻し硬さ

図3に、焼入焼戻し硬さ特性を示す。QD61-HARMOTEX®の焼入焼戻し硬さは従来QD61と同等であり、同一の熱処理条件の適用が可能である。

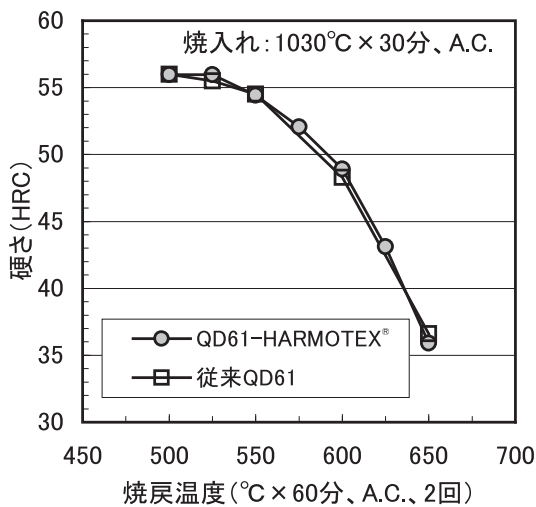


図3 焼入焼戻し硬さ

5. まとめ

以上のように、QD61-HARMOTEX®の材料特性は、従来の高 cleanliness 鋼製造技術に加え、更なる不純物元素の低減と最適熱処理の適用により、高位安定化を達成した（図4）。本取組みにより品質改善したQD61-HARMOTEX®は、金型の寿命向上により需要家のコストダウンに貢献すると期待される。

〈QD61-HARMOTEX®の主な用途〉

下記に示す、主要な熱間成形用金型に好適である。

- ・熱間鍛造金型
- ・アルミ押出金型
- ・ダイカスト金型

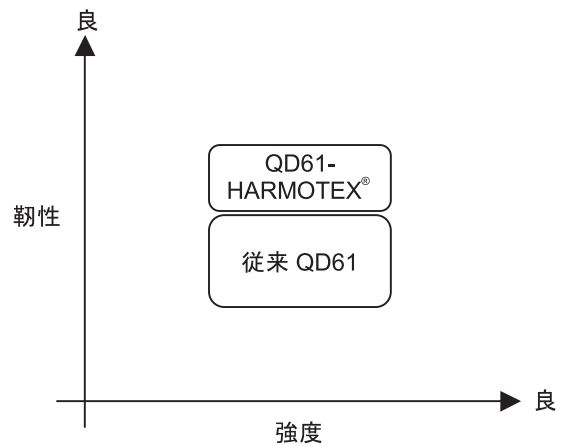


図4 QD61-HARMOTEX®の位置付け