

高靱性過共析鋼「TOUGHFIT®」の開発が 日本金属学会の技術開発賞を受賞

山陽特殊製鋼株式会社（社長：福田和久、本社：兵庫県姫路市）は、2025 年 9 月 17 日～19 日に北海道大学で開催された公益財団法人 日本金属学会の秋期講演大会において、産学連携による共同研究成果である高硬度・高靱性過共析鋼「TOUGHFIT®（タフィット）」の開発・実用化について、第 48 回技術開発賞を受賞しました。

同賞は、金属およびその関連材料の工業に関する独創性に富む新技術・新製品の技術開発に優れた実績を挙げた技術者に対し授与するものです。

「TOUGHFIT®」は、当社、コマツならびに国立大学法人 大阪大学（注：現在は国立大学法人 名古屋工業大学が引き継ぎ研究中）で構成する産学連携チームによって研究・開発を推進し、完成に至りました。従来の高硬度過共析鋼が抱えていた硬さと靱性（脆さの指標）のトレードオフの関係を、独自の合金成分設計と熱処理技術によって克服し、高硬度（60HRC 以上）と高靱性（従来鋼の約 10 倍）を両立し、さらに高延性も兼ね備えた、これまでにない革新的な機械的特性を実現しています（図 1）。従来鋼にない優れた特性の実現とその量産化実績が高く評価され、今回の受賞につながったと考えています。

当社は今後も「TOUGHFIT®」の多様な分野への展開を推進し、カーボンニュートラルを目指す需要家の皆様からのニーズにお応えしてまいります。

■硬さと靱性のトレードオフを克服するキーテクノロジー

「TOUGHFIT®」の高靱性化のカギは、過共析鋼特有の脆さをもたらす旧オーステナイト粒界上の炭化物を無くすことと、旧オーステナイト粒径を細かくすることです。独自開発した熱処理技術である FM 処理（フルマルテンサイト処理）と称するオーステナイト組織状態からの高温焼入れによって粒界上の炭化物を固溶させつつ、素材の過共析鋼に微量添加したバナジウム（V）がもたらす微細炭化物分散で結晶粒成長を抑えて、整細粒化することにより、高靱性を備えた高硬度のマルテンサイト鋼を実現しました。

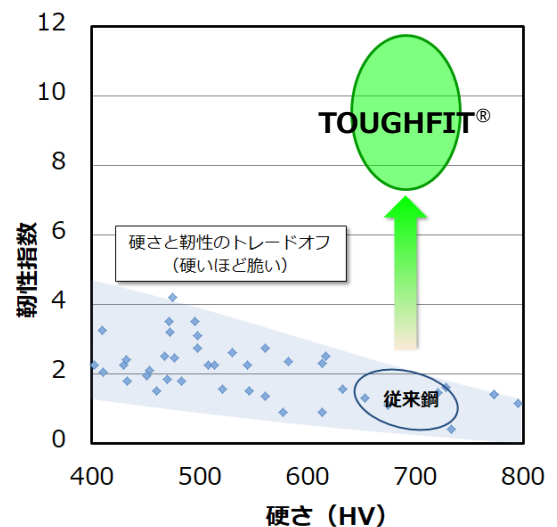


図 1 鋼材の硬度と靱性の関係

■実用化実績と今後の展開が期待される分野

「TOUGHFIT®」は、コマツ製トンネル掘削機（TBM）のカッターリング用鋼材として既に実用化されており、岩盤破碎に求められる高い耐摩耗性・耐衝撃性を発揮し、良好な市場実績を積み重ねています。

本開発鋼は、ずぶ焼入れによって大型部品でも高硬度・高靱性が得られるため、長時間の浸炭焼入れを余儀なくされている部品に適用することで浸炭省略による CO₂排出量削減への貢献も期待できます。部品の小型・軽量化設計への寄与も見込まれます。

今後は、自動車・建設機械・産業機械用の軸受や駆動系部品など、さらなる分野への展開と拡販を進めていきます。



賞状と盾を手にする杉本研究員

(ご参考) 用語解説

・ 靱性

材料の粘り強さ、破壊のされにくさを示す指標。靱性が低いと、比較的小さな衝撃によっても材料にき裂が発生進展して破壊が生じやすく、逆に靱性が高いほど強い衝撃にも耐えられる。

・ 過共析鋼

一般的には鋼に含まれる炭素量が共析点組成である約 0.8%を超える鋼のこと。ただし、共析点はマンガンやクロムなどの合金元素の添加量によって変動する。軸受鋼や工具鋼など高硬度と耐摩耗性が求められる部品に用いられている。組織の中に炭化物が含まれており、靱性はあまり高くない。

・ マルテンサイト

加熱していったんオーステナイト組織にした鋼を急冷(焼入れと言う)したときに形成される組織のこと。急冷によって鋼に含まれる炭素原子が鉄の格子中に閉じ込められた状態となることで高硬度となるが、脆さも伴う。

・ 旧オーステナイト粒界

オーステナイト組織から焼入れて、マルテンサイト組織に変態させた後に残る変態前のオーステナイト結晶粒(旧オーステナイト粒)の境界(境目)のこと。この境界部には鋼の不純物元素が多く存在しやすいことや、過共析鋼の場合では炭化物が存在する場合があるため、材料の破損やき裂の進展は旧オーステナイト粒界に沿って生じやすい。旧オーステナイト粒を細かくしたり、粒界の炭化物を減らすことで、強い衝撃にも耐えられるようになる。

・ ずぶ焼入れ

ずぶ焼入れとは鋼部品の表面硬化のための熱処理方法の一種で、加熱でオーステナイト状態にした部品を水や油に直接浸して焼入れする方法のこと。一般的には中炭素鋼や高炭素鋼を用いた部品に硬さと耐摩耗性を付与するために行われる。

・ 浸炭焼入れ

低炭素量の鋼部品の表面を硬化する熱処理方法の一種で、炭素源を含んだ高温の雰囲気中に部品をさらし、表面に炭素を侵入(浸炭)させた後に焼入れする方法のこと。浸炭した表面部分は硬くなり、一方で浸炭されない部品内部は柔らかいため靱性(粘り強さ)が高い。カーボンニュートラルの観点からは、浸炭に高温長時間の熱処理が必要な点や、熱処理に伴い温室効果ガスが排出される点から、代替技術も求められている。