

お客様と共に磨き続ける技術

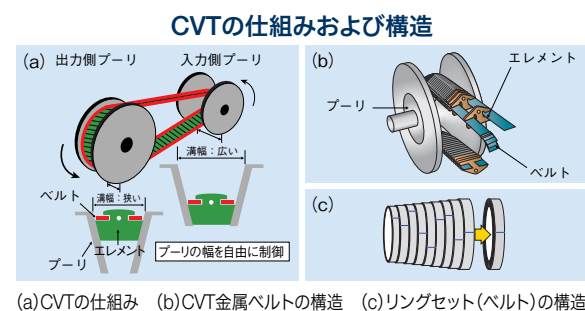
当社は、お客様の高度なご要求や課題に応える最適素材を創り、それを工場での量産レベルにまで仕上げてご提供するというサイクルを続けることで、ユニークで高い機能と品質を持つ素材を次々と生み出し、新しい用途や市場領域に展開してきました。特殊鋼事業におけるCVTベルト材の開発とその技術をベースとした航空機関連材料への展開を例に、当社の未来を切り拓く素材の組織・組成制御技術をご紹介します。

1 金属組織・組成制御技術とCVTベルト材

新たな製品や事業を生み出す上で、価値創造の源泉の一つとなっているのが、当社が長年培ってきた金属の組織・組成制御技術です。これは、靱性、耐摩耗性、耐熱性、加工性など、金属材料の特性を決定する微細組織を、加工熱処理や添加元素の最適化を通じて制御していく技術のことです。金属を構成する化学成分が同じでも、組織・組成制御技術を深めることで多彩な特性を持たせることができます。当社ではこの技術を磨き上げることで、お客様のご要望に合った金属材料を提供してきました。

特殊鋼製品のひとつであるCVTベルト材も、組織・組成制御技術を駆使して開発された部品材料の一例です。これは自動車のエンジン部分に使われるCVT（無段変速機）用の部材で、現在、当社は世界トップシェア（当社推計）を誇っています。7～8ミリ幅の金属の平板ベルトを10枚程度重ねてしっかりした带状にしたCVTベルトは、エンジンの動力をタイヤに伝える役割を担っており、走行時のギアチェンジなどのトランスミッション機能をつかさどっています。CVTは、ギアではなくベルトを介して動力を伝達するため、変速時のショックがなく、燃焼効率の良いエンジン回転に合わせた無段階の変速を可能にするので、自動車メーカーが低燃費化を進める中でその需要も拡大してきました。

自動車を運転しているときは、CVTベルトも回り続けるため、材料となる金属は、一定の負荷がかかった状態で伸びては曲がる屈伸運動を繰り返すこととなります。もし小さな欠陥でも発生すればベルトが切れてしまうため、自動車の使用環境に合わせるには、走行距離にして20万キロメートル、回転数にして1,000万回以上でも耐えうる高い疲労強度が求められます。プロテリアルでは、これまで蓄積した金属組織・組成制御技術を駆使し、お客様と共にその技術を磨き続けることで、世界トップレベルの疲労強度を持つCVTベルト材の量産を実現し、変速機の高性能化と信頼性向上、さらには自動車の低燃費化の実現に大きく寄与しています。



CVTベルト材
エンジンの低燃費の実現に大きく寄与するCVT（無段変速機）用に開発されたマルチ層鋼金属ベルト材。金属組織に工夫を凝らし、世界レベルの高い疲労強度を持つ薄板冷間圧延材で変速機の高性能化と信頼性向上に貢献します。

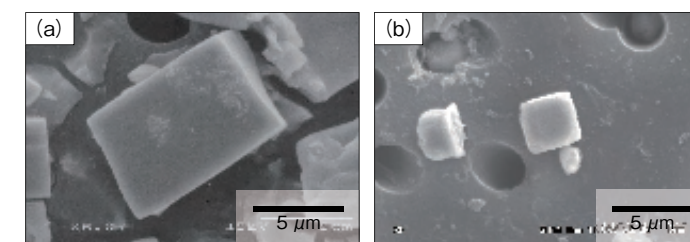
2 CVTベルト材の開発から量産

当社では1990年代からエネルギー領域向けに、組織・組成制御技術を活用して金属内に含まれる窒化物（TiN）の成長を抑える技術開発を進めていました。その一方で自動車領域では、エンジンバルブの鍛圧材を中心に、過酷な環境下で使用される難度の高い特殊材料の開発を通じて、日系自動車メーカーとの間に協創関係が構築されていました。お客様との間に醸成された信頼関係は、お客様が新製品開発時に当社を開発パートナーとして選ぶ動機づけにもなります。CVTベルト材の開発も、当社の材料開発力を評価していた日系自動車メーカーから、自動車の使用環境に合わせてTiNを微細化したCVTベルト材ができないかと依頼されたことがきっかけでした。

通常、部品が疲労破断する時には、その多くは材料表面が起点となり破断します。しかし、自動車の使用環境に対応する1,000万回以上の回転数でも耐えうる疲労寿命を得る場合、材料の表面に欠陥がないだけでなく、金属の内側にも、異物を極力なくしていくことが求められます。材料の窒素含有量が大きいと、結果としてTiNの粒子サイズが大きくなり、それが金属の疲労寿命を短くすることになるため、粒子サイズを従来の半分程度となる10ミクロン未満に抑えるという非常に難度の高い要求に応える必要がありました。

実際、開発のご相談を受けてからお客様の要求水準に達するまでには2年半から3年の月日を要しました。量産を開始した当初は、TiN寸法規格に対する合格率は10%程度でしたが、その後も製造工程での歩留まりを改善すべく、技術開発を続けていきました。するとその過程で、同じ窒素レベルでも、サンプルによってはTiNサイズが異なり品質が不安定になるという新たな課題に直面しました。そこで今度は製造プロセスを根気よく追いかけて評価・検証し、TiNのサイズは、材料中のマグネシウムの含有量と関連性があることを突き止めました。技術的バックグラウンドを解明したことで、そこからはメカニズムをさらに分析し、積極的にマグネシウムを活用した品質コントロールを進めていきました。それによって歩留まりが改善され安定した量産への道が開かれました。最終的には、添加元素を加えて制御する特殊プロセスで、TiN寸法規格に対する合格率は100%近くに、量産体制を確立しました。

CVTベルト材については、自動車の低燃費化に貢献する部品として、その後、他の日系自動車メーカーや海外自動車メーカーでも採用されました。この間、お客様からの金属内の不純物の無害化など、新たなご要望にも、これまでの技術開発の中で培ったさまざまな検証結果や知見を基に対応しています。CVTベルト材は、2000年代以降、搭載車種が増え、2010年以降は当社の業績を牽引する代表的な製品となりました。



(a) 従来技術により生じたTiN (b) 開発した技術により生じたTiN

3 航空領域への技術展開

CVTベルト材の開発で培われたTiNの微細化技術は、航空機関連材料への応用という新たな展開を迎えています。

プロテリアルは、次の事業の柱として、中長期的に市場の拡大が見込まれる航空機関連材料の育成に注力しています。これまで主力工場の安来工場（島根県安来市）において、CVTベルト材の生産にも使用する24トン真空誘導溶解炉をはじめ、1万トン自由鍛造プレス、高速4面鍛造機等への大型投資を実行してきました。2011年には、株式会社神戸製鋼所等と日本エアロフォージ株式会社（岡山県倉敷市）を設立し、油圧式では世界最大級となる5万トン型打鍛造プレスを導入しました。さらに、航空機関連材料について豊富な実績および技術力を持つ日立金属MMCスーパーアロイ株式会社（現在の当社桶川工場）において、840トンリングローリングミルと大型熱処理炉を新たに導入し、製品競争力を高め、同社を2017年10月に完全子会社化しました。こうした取り組みを進める中で、自動車のCVTベルト材の技術を応用する形で、航空機ジェットエンジンのシャフト向け素材の開発依頼を受けました。

航空機関連材料で求められる性能は、自動車向けとは大きく異なりますが、自動車向けの技術開発を通じて確立した制御技術によって、異なる要求に対しても安定的に疲労強度をコントロールすることが可能になりました。

このように同じ素材でも異なる特性を生み出すことができるのは、組織・組成制御技術の大きな特徴です。プロテリアルは、その技術の独創性を磨き続けたことで、自動車市場領域で幅広いメーカー向けに技術開発が可能になりましたが、さらに自動車の領域を超え航空機の市場領域でも、比較的早期に製品展開を実現しました。今後も、組織・組成制御技術を通じて、扱える素材の幅の広さや技術の深化を続け、素材の持つポテンシャルを最大限発揮させることにより、お客様の課題解決に貢献する最適材料を提供していきます。



1万トン自由鍛造プレス



高速4面鍛造機



安来工場