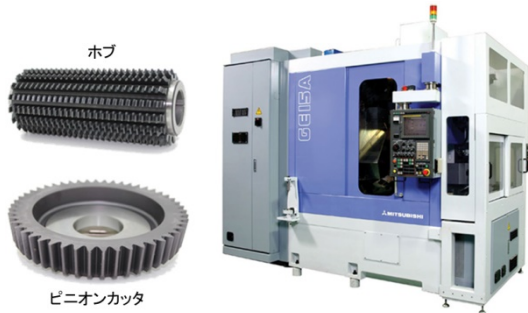


高速歯車加工を実現する 切削工具材料“GRANMET®”とコーティング“MightyShield®”

Cutting Tool Materials "GRANMET®" and Coating "MightyShield®" which Realize High Speed Gear Processing



三菱重工工作機械株式会社
カスタマーサポート・営業本部
営業戦略業務部
歯車加工システムグループ
ソリューションチーム
☎(077)552-9760

三菱重工工作機械(株)(以下、当社)は、歯車を加工するための工具と機械の双方を扱う数少ないメーカーとして、世界で初めてハイス製ホブ^{注1)}及びピニオンカッタ^{注2)}による歯車の完全ドライ加工を可能にし、飛躍的な加工時間の短縮と工具寿命の延長を実現してきた。これにより、歯車を量産加工する生産現場で、200m/min を超える歯車の高速ドライ加工が広く普及しており、近年では 250m/min を超える高速域での量産加工も始まっている。

本報では、低コストで高速歯車加工を可能にした切削工具材料“GRANMET®”^{注3)}とコーティング“MightyShield®”^{注3)}について紹介する。

注1) ホブ:主に外歯車を加工するための円筒状切削工具

注2) ピニオンカッタ:主に内歯車を加工するための円盤状切削工具

注3) “GRANMET”と“MightyShield”は、三菱重工工作機械(株)の登録商標です。

1. GRANMET®の特徴

GRANMET®の特徴は、高温環境下での高い硬度にある。歯車の高速加工では、切りくずと工具の摩擦で発生する切削熱により工具刃先の温度が急速に上昇し、摩耗が進行していくため、工具材料が高温環境でも高い硬度を維持できるか否かが重要になる。図1に温度と硬さの関係を示す。GRANMET®は従来ハイスに比べて、高温環境下でも硬度低下が少なく、高速加工時に高い耐摩耗性を有することが期待できる。

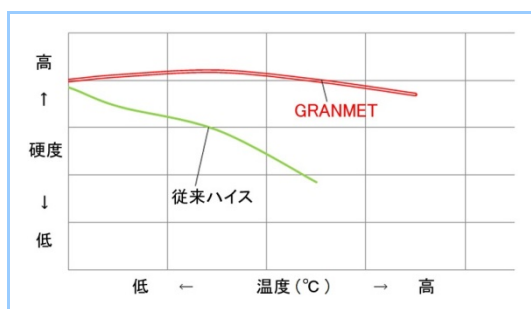


図1 温度と硬さの関係

GRANMET®ホブの加工事例を紹介する。通常、ホブによる切削加工の摩耗は二種類の形態に分けられる。一つは工具の逃げ面とワークとの摩擦によって逃げ面に発生する摩耗、もう一つは工具のすくい面と切りくずの摩擦によって、すくい面に発生するクレータ摩耗である。高速加工の領域では、上記摩耗のうちクレータ摩耗が支配的な傾向にある。

切削速度 300m/min でドライホブ加工を行った際の加工条件を表1に、工具摩耗量を図2に示す。GRANMET®ホブは、300m/min の高速ドライ加工で切削長 60mにおいて、当社従来ハイスと

比較し、クレータ摩耗量を 50%低減することができた。従来ハイス材での高速加工では、工具摩耗の進行が早く、工具寿命が問題となっていたが、GRANMET®を用いることで、工具摩耗の進行を抑え、低コストで生産性の高い歯車の量産加工を実現することができる。

表1 加工条件

ワーク諸元	モジュール	2.25
	歯数	52
	圧力角	17.5°
	ねじれ角	23°LH
ホブ諸元	外径	φ75
	口数	3
	歯数	16
切削条件	切削速度	300m/min
	アキシャル送り	2.4mm/t.rev
	切削方法	ドライ加工
		ノーシフト加工

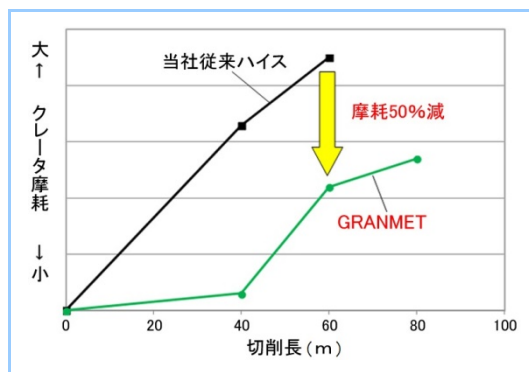


図2 切削長とクレータ摩耗の関係

2. MightyShield®の特徴

MightyShield®の特徴は、HV4000 という極めて高い硬度と高い密着力にある。図3に当社及び他工具メーカーのコーティング硬度を示す。MightyShield®は他コーティングと比較して、圧倒的に高い硬度を有している。一般的には、工具母材とコーティングの硬度差が大きくなると、コーティングの密着力が低下し、加工時にコーティングが剥がれやすくなる。当社では、高い密着力を得る独自技術を開発することで、HV4000 を有する高耐摩耗性コーティングを実用化し、加工時の摩耗を抑制することに成功した。

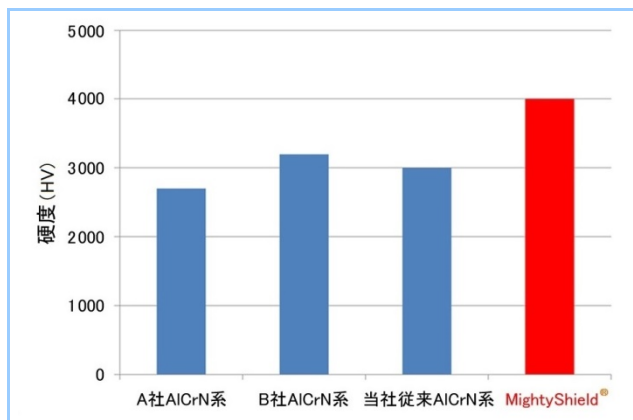


図3 各種コーティング硬度

再コーティング時の歯形変化量を抑制できることも MightyShield®の大きな特徴の一つである。ホブで高速加工を行う場合、摩耗した切刃を再生する際に再コーティングが必要となる。この再コーティングを繰り返すことで、ホブの歯形変化が累積され、それが加工した歯車の精度に影響を与える。再コーティング時の歯形変化量を図4に示す。MightyShield®では、再コーティング時の歯形変化量が当社従来コーティングの 30%に抑制され、安定した精度での歯車加工が可能となった。

MightyShield®をコーティングしたホブでの加工事例を紹介する。本テストの加工条件を表2に、工具摩耗量を図5に示す。切削速度 400m/min の高速ドライ切削において、MightyShield®は当社従来コーティングと比較して、約 1.5 倍寿命が向上することが確認できた。

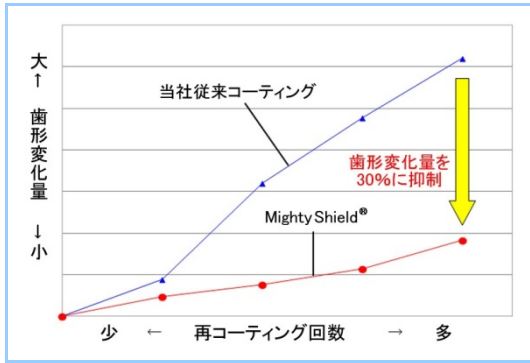


図4 再コーティングによる歯形変化量の推移

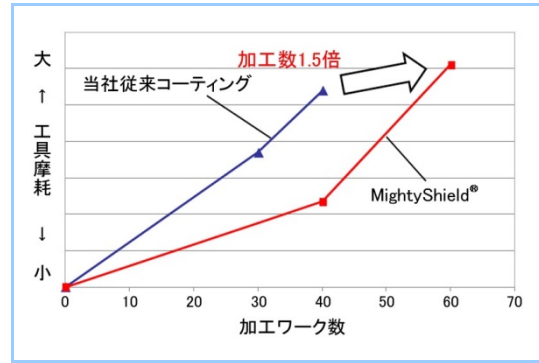


図5 加工ワーク数と工具摩耗の関係

表2 加工条件

ワーク諸元	モジュール	2.25
	歯数	46
	圧力角	17.5°
	ねじれ角	23°LH
ホブ諸元	外径	φ75
	口数	3
	歯数	16
切削条件	切削速度	400m/min
	アキシャル送り	1.7mm/t.rev
	切削方法	ドライ加工 ノーシフト加工

また近年では水溶性切削液を用いた高速加工も採用されるようになっており、高速ドライ加工と高速水溶性加工の両方に対応できる長寿命工具のニーズが高まっている。MightyShield®においては、高速ドライ加工のみならず、水溶性クーラントを用いた高速加工においても高い耐摩耗性を有しており、さまざまな加工環境下にて生産性向上とコスト低減に貢献することができる。

3. 今後の展開

当社では、高速加工時の高温環境でも高い硬度を維持できる工具材料“GRANMET®”と、ドライ・ウェットの両環境で耐摩耗性に優れたオールマイティな被膜“MightyShield®”を開発し、従来比約 1.5 倍に工具寿命を延ばすことに成功した。

今後もさらなる高速化・長寿命化が可能な次世代新材料と新コーティングの開発を進めていく。また当社は歯車加工の機械と工具の両方を製造する世界でも数少ないメーカーであり、その強みを活かし、工具のみならず加工機と合わせて、歯車の新しい加工技術の開発・提供に努めていく。