

NACHI  
**TECHNICAL  
REPORT**  
Machining

Vol. **23** B2  
Oct/2011

マシニング事業

■ 新商品・適用事例紹介

「Hyper DuAl GP/SP ホブ」

Hyper DuAl GP/SP Hob

〈キーワード〉 ハイスコーティングホブ・超高速・超高能率・長寿命  
再研削再コーティング・ドライホブ切り・ウェットホブ切り  
高性能・(Hyper DuAl GP/SP ホブ)

精密工具製造所／技術部

丹羽 裕輔

Yusuke NIWA

## 要 旨

機械加工の分野では、従来にも増して高速・高能率化がすすむ一方、工具の長寿命化によるコスト低減の要求も高まっている。歯車加工の分野において、ホブ母材であるハイスやコーティング被膜の技術は著しく進歩し、ホブ単体としての性能も大幅に向上してきている。

今回、自動車のトランスミッションや各種産業機械・発電装置の増減速機器等に使用される歯車の加工ラインにおいて、超高能率や多様な加工条件に適用するホブを開発したので、加工事例をふまえて紹介する。

## Abstract

In the field of machining, cost reduction by improving a tool life has been highly demanded while high-speed and highly efficient machining has been increasingly progressing ever. In gear cutting, the HSS and coating technologies to improve the hob base material have conspicuously advanced and the performance of hob itself has been improving substantially.

Gears are used in automobile transmissions and accelerators/decelerators of various industrial machines and generators. For these gear cutting lines, NACHI has developed a hob that is applicable to ultrahigh-efficiency cutting of gears under various conditions. The article introduces this hob with the gear cutting examples.

## 1. 多様化するホブのニーズ

歯車加工の分野においては、生産性向上・設備台数削減を目的に、より高能率・長寿命なホブが求められている。さらに近年では、広範囲な被削材・加工条件下で優れた性能を発揮するホブの要望が高まっている。

これらの要望に応えるため、NACHIは用途に応じた2種類の再研削・再コーティング仕様のホブ、Hyper DuAl SPホブ、Hyper DuAl GPホブを商品化した。

Hyper DuAl SPホブの『SP』は『Special Performance (特別な性能)』の略で、ドライ加工において超高能率加工、難削材加工を可能にしたホブである。

Hyper DuAl GPホブの『GP』は『General Purpose (汎用的)』の略で、加工環境(ドライ・ウェット)を選ばず、幅広い切削条件、ワーク材質に対応したホブである。



図1 Hyper DuAl GP/SPホブ



## 2. コーティング膜の開発

コーティング膜の開発では、ホブ切りの切削メカニズム解析と摩耗進行プロセスを解明し、専用のコーティング成分設計と成膜プロセスを最適化することに最も注力した。

また、Hyper DuAl GP/SPホブは共に再研削・再コーティング仕様として、ホブのすくい面にコーティングがある状態で、最も高い性能を発揮できるように開発した。

### 1) Hyper DuAl SPコート

加工効率を上げ、設備台数を半減させるには、切削速度、もしくは送り量を2倍以上にすれば対応は可能となる。しかし、単純な送り量の増加は、切削負荷が増加し、設備能力等に問題が発生する恐れがあるため、切削速度を増加する方法を考案した。一般的なドライ加工が切削速度 $V=150\text{m/min}$ であれば、必要切削速度は $V=300\text{m/min}$ 以上となる。

この超高速領域において安定したホブ切りを実現させるため、超高速ドライ加工に必要な耐熱特性・耐摩耗特性・靱性・コーティング密着性の全ての膜特性を究極的に向上させた。

また、超高速加工と同様のホブ摩耗形態が発生する難削材加工においても、Hyper DuAl SPコートは、高い性能を発揮できる。

### 2) Hyper DuAl GPコート

Hyper DuAl SPコートが超高能率・難削材加工に特化しているのに対し、Hyper DuAl GPコートは、ドライ加工、ウェット加工、加工速度など様々な加工条件で加工できるコーティング膜に仕上げた。

### 3) Hyper DuAl SPコートと Hyper DuAl GPコートの特性比較

表1は各種コーティング膜の特性比較である。Hyper DuAl GP/SPコートは、従来の再研削再コーティング仕様であるHyper DuAlコートに対して、全ての膜特性を向上させた。

図2、3は、Hyper DuAl SPコートとHyper DuAl GPコートの切削速度違いの性能差を表したものである。

切削速度160m/min加工時にはHyper DuAl GPコートとHyper DuAl SPコートの性能差は小さいが、切削速度250m/min加工時には、Hyper DuAl SPコートが圧倒的な優位性をみせる。Hyper DuAl SPコートが過酷な条件ほど性能を発揮することがわかる。

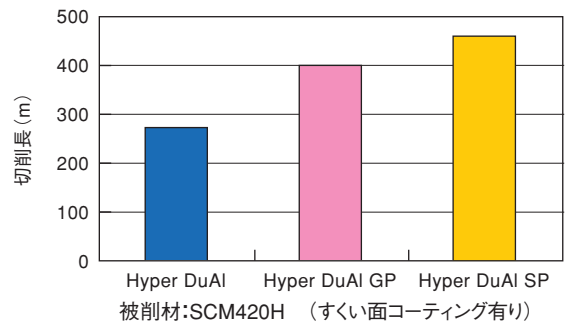


図2 切削速度160m/minでのHyper DuAl GP/SPの性能比較

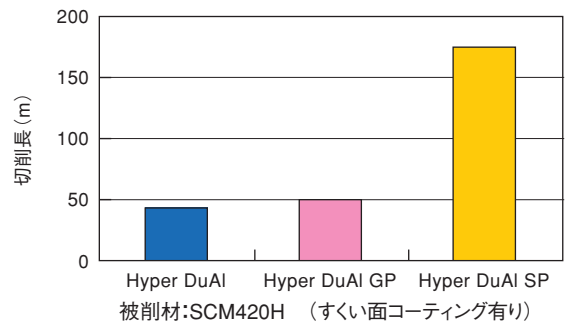


図3 切削速度250m/minでのHyper DuAl GP/SPの性能比較

表1 各種コーティングの特性

	DuAl EX (再研削仕様)	Hyper DuAl (再コート仕様)	Hyper DuAl GP (再コート仕様)	Hyper DuAl SP (再コート仕様)
耐摩耗性	◎	○	◎	◎
靱性	○	○	◎	◎
耐熱特性	△	◎	◎	◎
密着性	◎	△	◎	◎
加工用途	ウエット&ドライ	ドライ	汎用加工 ウエット&ドライ	高能率ドライ
硬度	2,300~2,500	2,300~2,600	2,400~2,600	2,500~2,700
耐熱温度	950℃	1100℃	1100℃	1150℃

### 3. ホブ材料の開発

ホブ材料は、マテリアル部門の材料技術と工具部門の熱処理技術を融合させ開発した。

従来溶解ハイスと新材質FMHとの組織の違いを図4に示す。

新材質FMHは、従来溶解ハイスよりも硬化炭化物の微細化、組織結合力を強化させることにより、耐摩耗性、耐欠損性、耐熱衝撃性の全てに優れた材料に仕上げた。

Hyper DuAl GP/SPホブは、ホブ専用新溶解ハイスFMHとHyper DuAl GP/SPコートとの組合せにより、いかなる条件下でも、長寿命かつ安定した加工が可能となった。

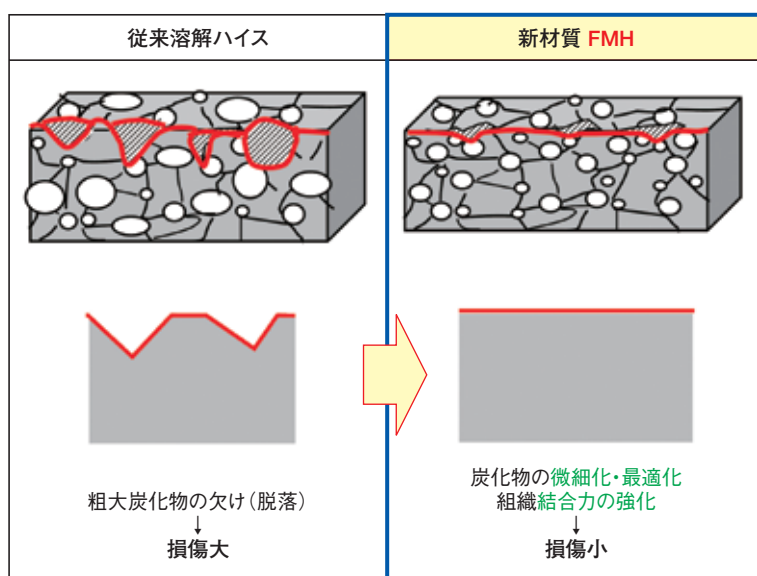


図4 従来溶解ハイスと新材質FMHの違い

## 4. Hyper DuAl SPホブの切削性能

### 1) 超高速加工事例

超高速切削加工の事例を表2、図5、6、7に示す。

従来のHyper DuAlホブは、高速切削によるクレータ摩耗の進行が早く、切削長43mにて寿命に到達した。それに対しHyper DuAl SPホブは、切削長175mまで加工しても、クレータ摩耗は小さい。またクレータ摩耗が抑制されたことにより、切れ刃エッジの後退によるVB摩耗を抑えることができた。さらに歯先、歯元の擦り摩耗も安定しており、切削長の増加に伴う摩耗の進行は遅い。これにより超高速加工においては従来のHyper DuAlホブと比べて4倍の工具寿命が得られた。

表2 超高速加工条件

ワーク諸元	: m2.45×PA15.5°
ホブ諸元	: 3TH×NT12、すくい面コート有り
切削条件	: V=250m/min、f=3.0mm/rev、ドライ
被削材	: SCM420H (硬度Hv170)

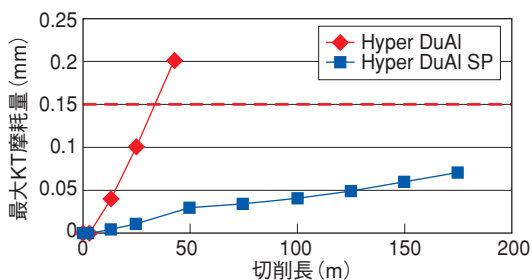


図5 最大クレータ摩耗量の変化

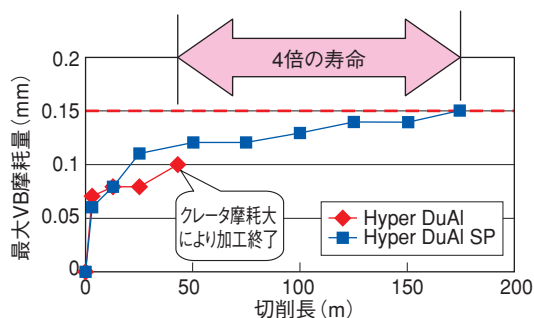


図6 最大VB摩耗量の変化

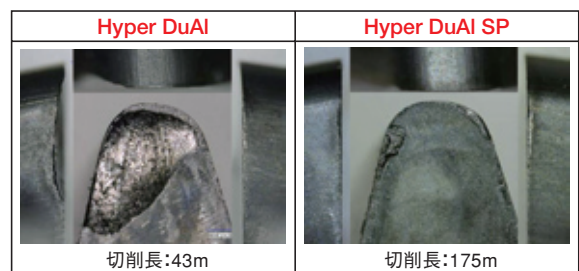


図7 寿命時の摩耗状態

### 2) 難削材加工事例

難削材加工の事例を表3、図8に示す。

Hyper DuAl SPホブは、同一加工数における歯先摩耗量が、他社品の1/6であり、難削材加工においても良い結果が得られた。これによりHyper DuAl SPホブは耐熱性、耐摩耗性、安定性に優れていることが検証できた。

Hyper DuAl SPホブは、高速加工や難削材加工で高い性能を発揮し、今までのホブでは実現不可能な領域で結果を出している。

表3 難削材加工条件

ワーク諸元	: m2×PA15°
ホブ諸元	: 3TH×NT12、すくい面コート有り
切削条件	: V=110m/min、f=2.6mm/rev、ドライ
被削材	: S45C (硬度HB280)

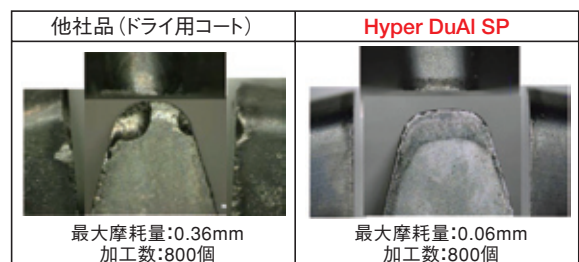


図8 加工数800個での摩耗状態

# 5. Hyper DuAl GPホブの切削性能

## 1) ドライ加工事例

一般的なドライ加工での事例を表4、図9、10に示す。

Hyper DuAl GPホブは、同一加工数におけるVB摩耗量が他社品の約1/2となり、一般的なドライ加工において高い性能を発揮している。

とくに、Hyper DuAl GPホブは他社品と比べ、歯元摩耗量が改善されており、コーティング密着性に優れていることがわかる。

表4 通常速ドライ加工条件

ワーク諸元：m1.75×PA20°  
 ホブ諸元：4TH×NT14、すくい面コート有り  
 切削条件：V=150m/min、f=2.0mm/rev、ドライ  
 被削材：SCM420H（硬度Hv170）

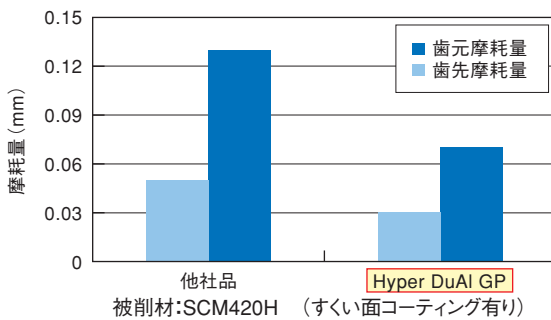


図9 VB摩耗量の比較

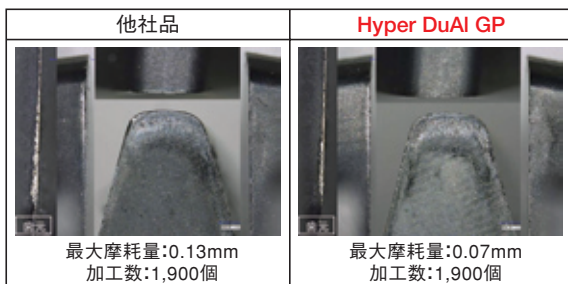


図10 加工数1,300個でのVB摩耗状態

## 2) ウェット加工事例

ウェット加工での事例を表5、図11、12に示す。

DuAl EXホブは、VB摩耗が切削長150mで0.15mmとなったのに対し、Hyper DuAl GPホブは、切削長350mまで安定した加工ができ、DuAl EXホブに対し、2倍以上の工具寿命が得られた。

加工結果から、Hyper DuAl GPホブはドライ加工やウェット加工どちらでも性能を発揮し、加工環境を選ばないことが実証された。

表5 ウェット加工条件

ワーク諸元：m2.45×PA15.5°  
 ホブ諸元：3TH×NT12、すくい面コート有り  
 切削条件：V=150m/min、f=2.2mm/rev、ウェット  
 被削材：SCM420H（硬度Hv170）  
 クーラント：ユシロンカットアーバスBZ640

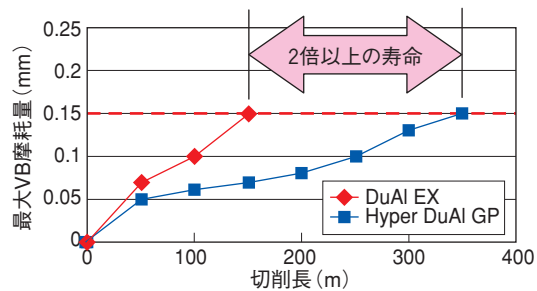


図11 最大VB摩耗量の変化

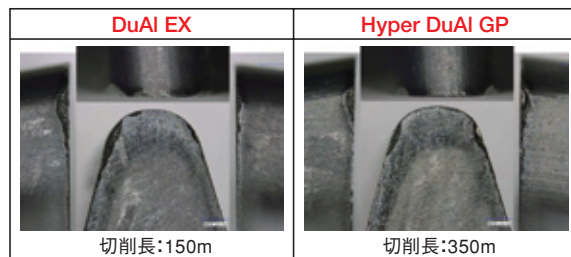


図12 寿命時の摩耗状態



## 6. ニーズへの対応

ホブの使い分けとして、再研削・再コーティングでの使用には、Hyper DuAl GP/SPホブを、再研削（すくい面コーティングなし）で使用する場合は、コーティング密着性に特化したDuAl EXホブを推奨する。

これら3種類のホブにより、ユーザーからの様々な要望に対応し、コストの削減や生産性向上に貢献することが可能となる。

今後も、工具材料、コーティング、工具形状などのコア技術や、アライアンス活動を通して、機械と工具のシーズを融合した新しい加工システムの開発にとり組み、常に一步先をいく歯車加工用工具と加工システムを提案していく。

	ウエット加工 (油性、水溶性)	ドライ加工		
		標準能率加工	高能率加工	超高能率加工
再研削再コート仕様 (フルコーティング)				Hyper DuAl SP
	Hyper DuAl GP			
再研削仕様 (すくい面コーティングなし)	DuAl EX			

図13 各種コーティングの推奨使用領域

### 用語解説

※1 クレータ摩耗

すくい面摩耗のうち、くぼみが生じる摩耗で、そのくぼみの深さ。

※2 VB摩耗

逃げ面に生じる摩耗で、その摩耗の切削方向の幅。

