

# 高硬度耐熱粉末ハイス FAXGX

High hardness, heat-resistance P/M H.S.S., FAXGX

キーワード

切削工具、塑性加工工具、ハイス、粉末ハイス、ロール

東富山製鋼所技術部

吉田 直純

田中 康夫

## 1. はじめに

粉末ハイスは溶製ハイスに比べ、高合金化にともなう炭化物組織の偏析を抑えることができ、高硬度でありながら高い靱性と良好な被研削性を示す。このような特長を基に、当社では、FAX シリーズとして7鋼種の粉末ハイスを商品化している(表1)。これらの鋼種は、切削工具・金型を中心に種々の用途に使用されており、顧客から高い評価を受けている。

しかしながら、近年の切削加工技術の流れは、高能率・高速・高負荷化の方向と切削液を減らすなど環境対応への要求もあって、工具そのものに過酷な条件を強いている。それにともなって、工具材料もより高いレベルの特性が要求されており、粉末ハイスについても、とりわけ工具寿命に直結する耐摩耗性・耐熱性をさらに向上させることが、重要な課題の一つとなっている。この課題を解決するため、新たに開発を行った“高硬度耐熱粉末ハイス FAXGX”についてその特性を紹介する。

## 2. 開発のねらい

今回開発した“高硬度耐熱粉末ハイス FAXGX”は、粉末ハイスの利点である高合金化が比較的容易な特長を活かし、表1に示す従来鋼種よりもさらに合金元素を多量添加し、さらなる耐摩耗性の向上によって、切削工具の長寿命化を狙った鋼種である。硬さ・軟化抵抗と抗折力の特徴で FAXGX を位置づけると図1の関係となる。

表1 FAX シリーズ鋼種と用途

鋼種記号	化学成分 (%)						硬さ	主な用途
	C	Cr	W	Mo	V	Co		
FAX18	1.1	4.0	1.5	9.5	1.1	8.0	62-68	鋸刃工具 塑性加工工具
FAX31	1.3	4.0	6.0	5.0	3.0	-	62-66	塑性加工工具
FAX38	1.3	4.0	6.0	5.0	3.0	8.0	65-68	ドリル 歯切工具 塑性加工工具
FAX40	1.3	4.0	9.5	3.5	3.0	9.5	63-69	電子部品 塑性加工工具
FAX55	1.6	4.0	12.0	-	5.0	5.0	66-69	歯切工具
FAXG1	21Weq-5V-10Co系						66-70	歯切工具
FAXG2							66-69	鋸刃工具 歯切工具
FAXGX							68-72	エンドミル他

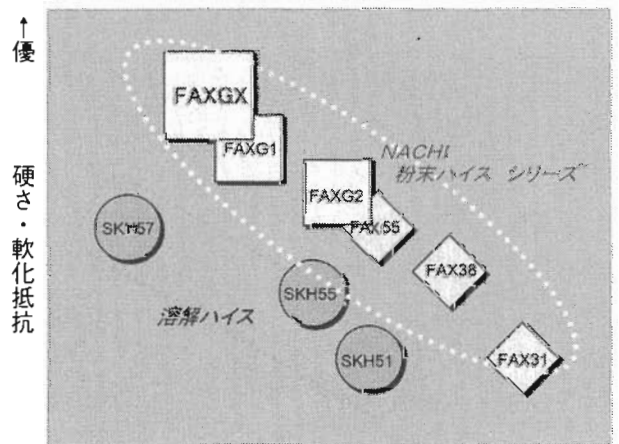


図1 FAXGX の位置づけ

## 3. FAXGX の特長

- (1) 1200°C 焼入 560°C 焼もどしにより硬さ 72HRC が得られる。
- (2) 650°C の赤熱硬さ・高温硬さに優れる。
- (3) 微細均一な炭化物分布により SKH51 クラスの

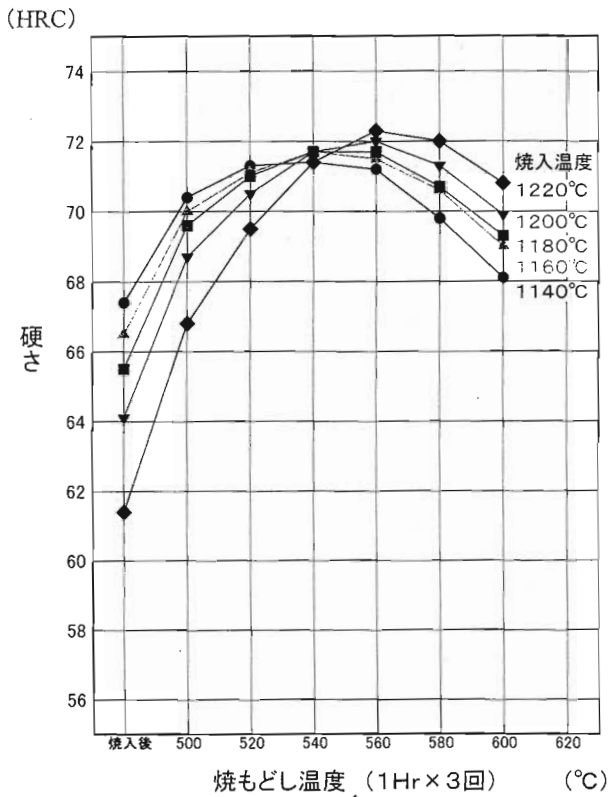


図2 FAXGXの焼入焼もどし硬さ曲線

靱性が得られる。

### 3.1 熱処理特性

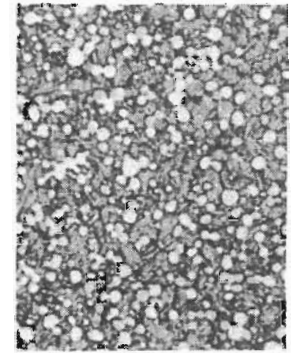
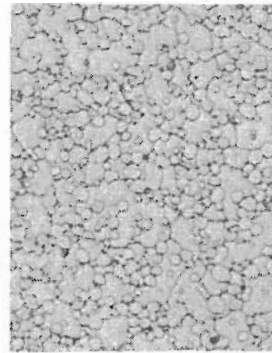
FAXGXの焼入焼もどし硬さ曲線を図2に示す。本鋼種は、熱処理後の最高到達硬さが72HRCに達し、高合金粉末ハイスとして最高レベルの熱処理硬度が得られる。しかも、70~72HRCの硬さが広い焼入温度範囲で安定して得られるという点が特長となる。なお、FAXGXの適正熱処理条件は、焼入焼もどし硬さ曲線・マイクロ組織から判断して、焼入温度1140~1200°C、焼もどし温度540~580°C×3回以上であり、従来の真空焼入条件に適合している。そのマイクロ組織を図3に示す。

### 3.2 耐摩耗性

一般に、粉末ハイスの耐摩耗性に大きな影響を与える因子として硬さと炭化物量が挙げられる。FAXGXは図4に示すようにいずれの摩擦速度でも、従来の高合金粉末ハイスより優れた耐摩耗性が得られる。これは70HRC以上の高硬度と25%面積率以上の炭化物量の効果によるものである。

焼入組織  
65.5HRC

焼入焼もどし組織  
71.7HRC



焼入 1180°C 倍率 ×1000  
焼もどし 560°C×3回 腐食 5%Nital

図3 FAXGXのマイクロ組織

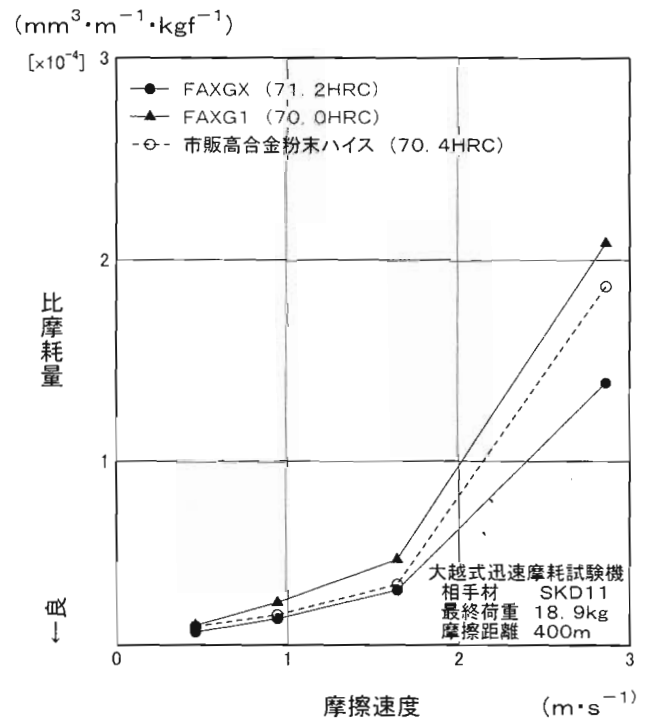


図4 FAXGXの耐摩耗性

### 3.3 耐熱性

高速・高負荷加工による加工中の発熱は、工具材料の軟化をもたらし、コーティング膜の剥離や早期摩耗などに悪い影響を及ぼすため耐熱性は重要な特性と言える。FAXGXは、常温での硬さが高い分、赤熱硬さ・高温硬さが向上しており、いずれも従来の高合金粉末ハイスに比べ優れた値が得られている。その結果を図5、図6に示す。

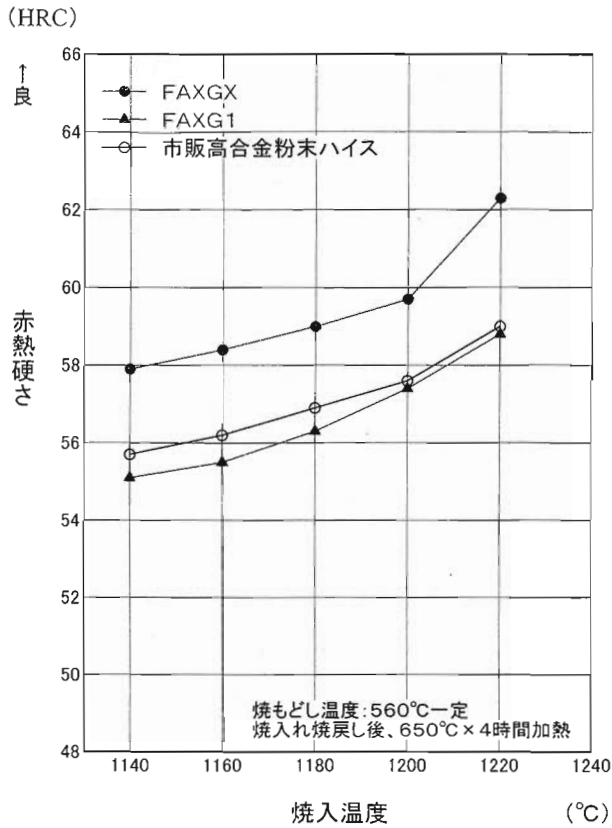


図5 FAXGXの赤熱硬さ

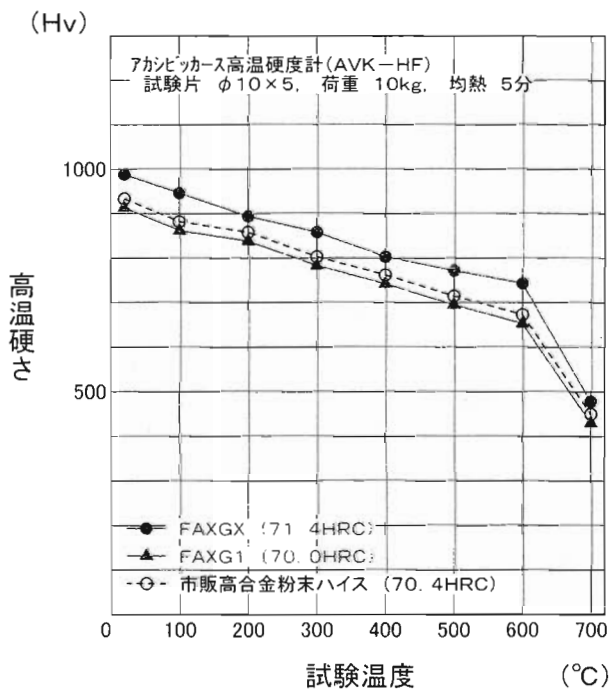


図6 FAXGXの高温硬さ

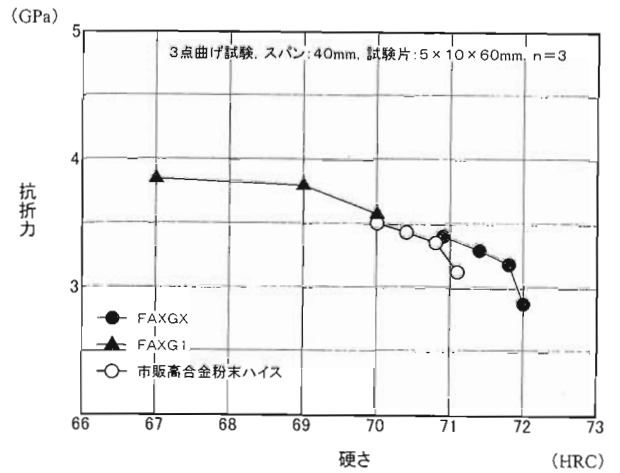


図7 FAXGXの抗折力

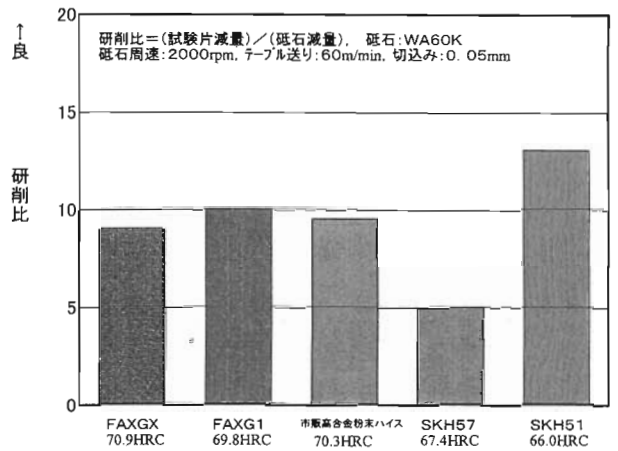


図8 FAXGXの被研削性

### 3.4 韌性

通常、硬度と韌性は相反する特性であるが、FAXGXは合金成分のバランスと鋼塊HIPおよび熱間加工時における加工温度をコントロールして炭化物の凝集をできるだけ抑えた。これにより、70HRC以上の高硬度領域においても、抗折力は3~3.5GPaクラスであり、切削工具として十分な韌性が得られている。その結果を図7に示す。

### 3.5 被研削性

一般に粉末ハイスは炭化物サイズが小さいため高合金でありながら良好な被研削性を示す。FAXGXは、FAXG1や市販高合金粉末ハイスに比べ炭化物量が多く硬さが高いため、若干被研削性が劣るものの、溶製ハイスSKH57(3%V)よりも十分研削し易い。その結果を図8に示す。

### 3.6 切削試験

FAXGX 製エンドミルと市販高合金粉末ハイス製エンドミルの切削試験結果を表 2 に示す。

FAXGX は市販品に比べ外周逃げ面摩耗量が少ない結果が得られた。

表 2 エンドミル切削試験

切削試験結果	
鋼種	外周逃げ面摩耗量
FAXGX	262 $\mu$ m
市販高合金粉末ハイス	318 $\mu$ m

切削試験条件	
エンドミル	ラフィング (4 枚刃)
エンドミル外径	20mm
被削材	SKD11 (220HB)
切削速度 (V)	25.1m/min
回転数	400min <sup>-1</sup>
送り速度	160mm/min
軸方向切込み (aa)	20mm
半径方向切込み (ar)	10mm
切削長	5m

## 4. 用途

耐摩耗性・耐熱性を必要とする切削工具，機械部品，金型，ロール等に適する。

## 5. おわりに

FAXGX は，現在一部の切削工具に適用して優れた切削性能を示すことを確認した。今後は，型種・製造可能寸法範囲の拡大を計り，種々の用途に応じていく。切削工具用材料としてのハイスは，超硬工具の進出によってそのシェアの一部を譲っているものの，ハイスの特長と使い易さ，価格面の優位性，材料のリサイクルが容易なことを考えると，その存在価値は大きいと言える。