

黒皮重切削用旋削工具に関する研究

(超硬刃先交換チップの高性能化)

(株)日本製鋼所 青野文朗 高佐成樹 宿村孝博 ○今村祐輔
北海道住電精密(株) 林直樹
住友電工ハードメタル(株) 津田圭一

要 旨

大型鍛鋼品における鍛錬後の黒皮加工は、被削面の形状や性状が不均一で不安定になり易く、高いブレーキング性能と耐久性を持つ工具が求められる。本報では、超硬刃先交換チップによる黒皮加工において、ブレーカ形状、コーティング被膜のパラメータを変化させ、長時間の安定切削を実現し、加工の効率化に繋がったのでその内容を報告する。

1. 結 言

大型鍛鋼品の鍛錬後(以下黒皮と称する)の粗加工は、その表面が酸化スケールの凹凸面であるため、切削抵抗、切削幅の変動が激しい。この変動は加工機械、工具に与える負担も大きく、機械加工の中で最も過酷な加工の1つである。現在、黒皮重切削用旋削工具には、型押し品では最大級の32角穴付き刃先交換チップを使用しており、チップの高性能化がこれまでも図られてきた。^[1]

近年、大型鍛鋼品は発電用ロータシャフトに代表される発電用部材を中心に生産数が増加しており、製品も大型化傾向にある。図1に過去5年間のロータシャフト生産本数と32角チップの使用数を示す。チップ使用数は増加傾向にあり、黒皮加工はチップ単価が他の切削用チップに比べ高価であることや、機械加工工程のおよそ2割を占める工程であることも踏まえると、チップの改善によって得られるコスト低減効果は大きい。

そこで、超大型旋盤の黒皮加工における、32角チップのさらなる安定・長寿命化による高効率化を検討した。

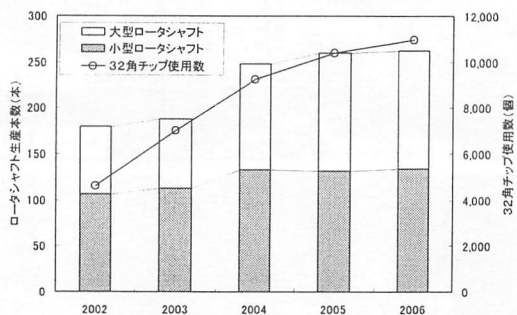


図1 ロータシャフト生産本数と32角チップ使用数推移(2002年～2006年)

2. 方 法

32角チップによる黒皮加工には以下に示す特徴がある。

- ① 被削材表面の凹凸によって生じる断続切削状態を緩和するため、切削条件は必然的に低速・大切込みになる。このため、工具は高温高圧状態で晒されることとなり、チップには耐欠損性、耐塑性変形性を兼ね備えた母材と高い耐すくい面摩耗性を有するコーティング被膜が求められる。
- ② すくい面摩耗の進行に伴い切りくずのブレーキング性能

が低下し、長い切りくずが発生する。この切りくずは処理性が悪いため、作業能率が低下する。

これらの特徴を踏まえ、さらなるチップ性能向上のため、主なチップ構成要素のうち、母材は現状のままとし、ブレーカ形状とコーティング被膜という2つの側面から改良を試みた。

代表的な被削材材質の特性と形状、切削条件を表1に、また加工を行う超大型旋盤の仕様を表2に示す。超大型旋盤はそれぞれ機械サイズ、サドル(刃物台)の剛性、モータ出力等仕様が異なる。これら異なる旋盤において安定した切削性能が求められるため、製作したチップは複数の旋盤によるテストを実施し、評価を行っている。

表1 被削材材質の特性、形状、及び切削条件

材 質	NiCrMo
硬 度 (HS)	35~40
引張強度 (kgf/mm ²)	70~90
伸 び (%)	15~20
加工径 (mm)	2700
加工長 (mm)	5800
重 量 (t)	285
切削速度 (m/min)	35~45
送り量 (mm/rev)	1.0~1.3
切込み量 (mm)	0~52
切削時間 (min)	~60

表2 加工機械仕様(超大型旋盤)

機 械	A	B	C
最大加工径(mm)	3,980	3,300	2,480
最大加工長(mm)	20,000	13,600	20,000
最大加工重量(t)	350	350	100
主モータ出(kW)	DC370	DC315	DC200
機械重量(t)	433	440	196

3. 結果および考察

3-1. ブレーカ形状

現状と新たに製作したブレーカ形状の概略を図2に示す。現状のB1は比較的安定したブレーキング性能を示し、すくい面に設けたディンプルにより切りくずの接触面積を減らし、発熱拡散によるすくい面摩耗を抑制する効果を狙っている。しかし、すくい面摩耗の進行は逃げ面摩耗より依然早く、摩耗の進行に伴い、ブレーキング性能が低下し、長い切りくずが発生することで作業効率が低下している。

そこで、B1をベースに数種類の異なるブレーカ形状を持つチップを製作し、B1との比較を行った。

B2では、すくい面にチップの刃に平行な4段の凸型ブレーカを配し、切りくずのさらなる低接触面積化によるすくい面摩耗抑制を図った。しかし、期待した効果が発揮されず、短時間でブレーカの凸部が潰れ、すくい面摩耗を逆に助長し、切削抵抗も大きくなる結果となった。このことから、圧力が凸部に集中する凸型のブレーカは黒皮重切削には適さないと言える。

B3では、B2での結果を踏まえ、すくい面の曲面を緩くし、切りくずをすくい面全体に当て、圧力分散によるすくい面摩耗の抑制を図っている。また、ブレーキング性能向上、切削抵抗の低減の為、B1より壁を高く、刃先をボジランドとした。その結果、ブレーキング性能が向上し、終始安定した切削を行うことができたが、刃先が割損する現象が相次いで発生した。これは、ボジランド化による刃先圧力分布の変化が、逆に刃先強度の低下を招いたと考えられる。

そこで、B4では刃先強度を上げるため、すくい面形状はB3と同じままとし、ランド幅を大きく設定して刃先にフラットランドを追加した。図3にB1とB4の切削時間によるすくい面摩耗深さの変化、図4に切りくずの形状をそれぞれ示す。B1に比べすくい面摩耗が抑制され、切りくずもB1より細分化されていることが分かる。また、すくい面摩耗進展後もブレーキング性能は維持され、刃先の割損も軽減し長寿命化及び終始安定した切削が可能となった。

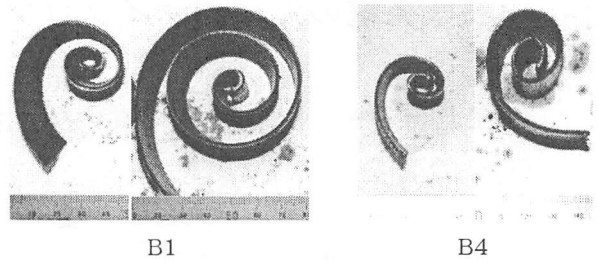


図4 切りくずの形状(経過時間:左側5分,右側40分)

3-2. コーティング被膜

現在使用しているチップは、耐熱性、耐酸化性に優れる Al_2O_3 と耐こすり摩耗性に優れるTiCNを化学気相成長(CVD法)によりコーティングされている。特に熱的損傷によるすくい面摩耗が著しいことから、 Al_2O_3 を汎用のコーティングよりも2~3倍厚くしている。

このコーティングの膜厚と比率を変化させ、すくい面摩耗抑制を試みた。図5に現状(C1)とテストしたコーティングの概略を示す。

C2, C3は、C1より各膜厚を厚くし、耐摩耗性の向上を図ったが、C1よりもすくい面摩耗が増加する結果となった。これは膜厚が厚すぎたことでコーティングの密着度や強度が低下し、剥離した事が原因と思われる。

そこでC4では、 Al_2O_3 を若干薄くし、C5ではC1より Al_2O_3 を若干厚めにする事で密着力の低下を極力抑え、C6はより密着力の強いCVD法を使用し、高い密着度を維持したままコーティングの厚膜化を図った。しかしこれらも、すくい面摩耗がC1より大きくなる結果となり、C1より優れたコーティングを見出す事ができなかった。これは、膜厚変化による僅かな強度低下、密着度低下が黒皮重切削加工の断続状態、高温高压状態によって顕著化していると言える。

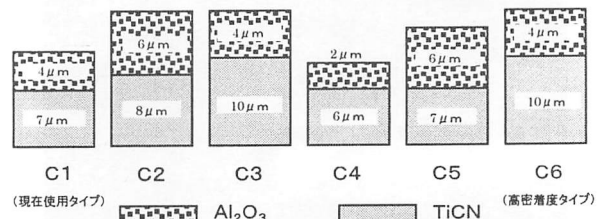


図5 製作したコーティング被膜の概略

4. 結言

本報では、ブレーカ形状とコーティング被膜2つの側面から、32角チップのブレーキング性能向上、長寿命化による加工の効率化に取組み以下の結論を得た。

- (1) すくい面摩耗が進展しても終始安定したブレーキングが可能なブレーカを製作し、加工効率を向上することができた。
- (2) コーティング被膜は、現状より優れたものを見出すことができなかった。今後、密着度と強度に優れた材種の開発を進め、それらの適応を図って行く。

-参考文献-

[1] 高佐成樹他: 黒皮重切削用工具の高性能化, 1999年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, pp. 104-105

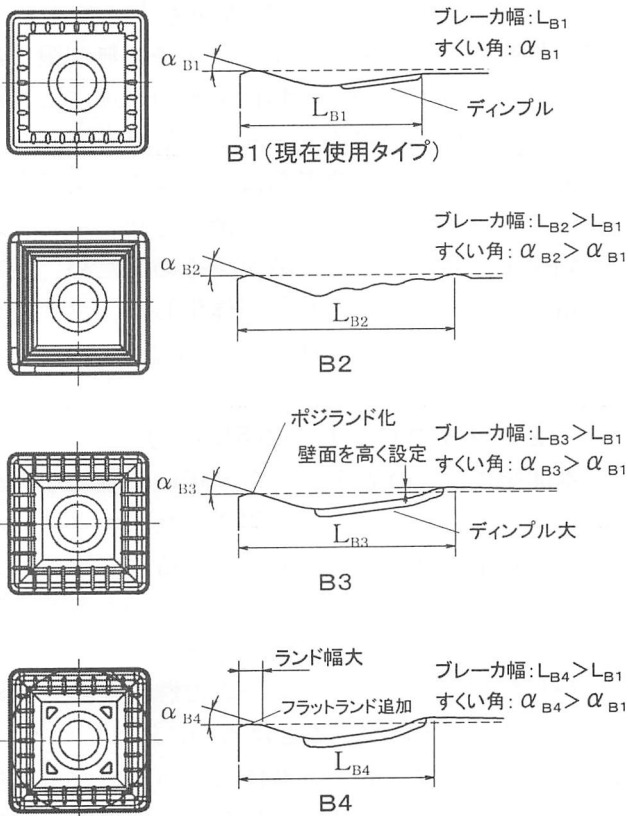


図2 製作したチップの概略

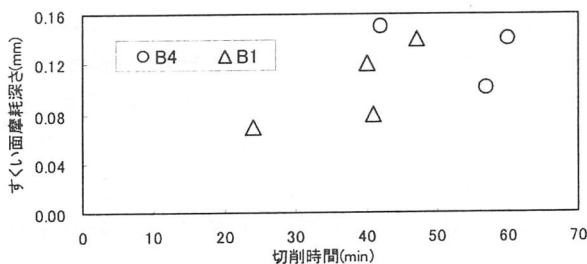


図3 すくい面摩耗深さ