D39 ダクタイル鋳鉄切削における CBN 工具損耗に関する研究

Study on tool wear of CBN tools during ductile cast iron milling

学 ○ 大西 喜之 (神戸大) 正 柴坂 敏郎 (神戸大)
正 白瀬 敬一 (神戸大)

Yoshiyuki ONISHI, Kobe University, 1-1, Rokko-dai, Nada, Kobe
Toshiro SHIBASAKA
Keiichi SHIRASE

The demand for usage of ductile cast iron is increasing. Because ductile cast iron is superior to gray cast iron in mechanical properties. Previous studies show using a CBN tool makes high-speed cutting possible in gray cast iron. But in ductile cast iron, high-efficiency cannot be achieved because of excessive flank wear. Thus, in this study, it aimed at clarifying the wear factor of the CBN tool in high-speed cutting of ductile cast iron. In our previous report, it found out that the wear produced in ductile cast iron was accumulation of small chipping. Also, it was clarified that the wear mechanism was subject to a mechanical factor, because the wear position and size on cutting edge changed by tool engagement and disengagement conditions. Then, in this paper, the effect of tool material property on tool wear during high cutting speed was examined. As the result of experiments, it was found out that it was possible to decrease the chipping using the CBN tool with high transverse-rupture strength.

Key Words : CBN, ductile cast iron, milling, tool wear.

1. 緒 言

ダクタイル鋳鉄は、一般的に用いられているねずみ鋳鉄よりも機械的性質や耐摩耗性に優れており、機械部品に対する需要が高まっており、それに伴いダクタイル鋳鉄の高速加工化が求められている。しかしダクタイル鋳鉄の超硬合金工具による切削では工具刃先は急速に摩耗し、短時間で工具寿命に達するという問題点がある。そこで、CBN 工具を用いた工具の長寿命化が検討されている。これまでに、ねずみ鋳鉄の高速切削においては長寿命化を達成し、高効率化につながっている⁽¹⁾。CBN は特定の鋳鉄素材に対しては急激な摩耗を示し、切削工具としての役割を果たすことができない。本研究では、この急激な摩耗の原因を調べ、高効率加工の実現を目指す。これまでに⁽²⁾、長寿命加工がなされているねずみ鋳鉄との比較実験を行い、切削力及び切削温度がダクタイル鋳鉄の切削時と大きな差がないことが確認された。また、FEM 解析を用いることによる切削中の工具温度解析も行い、ねずみ鋳鉄とダクタイル鋳鉄の切削中の温度に大きな差がない結果を得ている。また、工具損耗部位の観察結果から、損耗の原因をチップングの累積であること判断した。また、工具と被削材の接触・離脱様式を変更することにより、工具の損耗形態が変化し、条件によってはチップングが抑制されることがわかったことから、ダクタイル鋳鉄切削中における工具のチップングの原因は熱的要因ではなく、機械的要因と判断された。本報告では、チップング発生が抑制される条件下においてダクタイル鋳鉄をさらに高速かつ長寿命で切削が可能な実験条件及び工具の選定の検討を行った。

2. 実験方法及び実験装置

切削速度、工具材種を変化させて実験を行い、逃げ

面摩耗幅から損傷の検討を行った。実験は 5 軸制御マシニングセンタによる、正面フライス加工で、正面フライスの直径は 80mm、アキシヤルレーキ-5°、ラジアルレーキ-6°である。工具チップには CBN (住友電工社製 BN700, BN7500) を使用した。被削材には、ダクタイル鋳鉄 FCD450 使用した。表 1 に従来から使用している工具、および今回使用した工具の組成を示す。また、実験条件を表 2 に示す。実験条件は切削速度 500~1000m/min、送り 0.1mm/rev、切削幅 35mm、切込み 1.0mm とした。切削様式は円弧離脱としている。円弧離脱とは、図 1 左のように、被削材奥端面を通過して離脱するのではなく、図 1 右のように、被削材の奥端に至らずに切削を終える切削様式のことを示す。この切削様式を選択することにより、工具チップングを抑制できる結果を既報⁽²⁾で得ている。切削幅を 35mm としているのは、この工具離脱様式において切削実験を行うためである。

Table 1 Properties of CBN tool

	BNS800	BN500	BN700	BN7500
Contents(vol%)	80-90	65-70	85-95	85-95
Grain size (μm)	8	4	3	1
Binding material	Al	TiC	Co	Co
Hardness (GPa)	39-42	32-34	40-43	41-44
TRS (GPa)	0.95-1.1	1.0-1.1	1.2-1.3	1.4-1.5

Table 2 Experimental conditions

Tool	BN700 BN7500
Work piece	Ductile cast iron FCD450
Cutting speed	500 m/min 1000 m/min
Feed rate	0.1mm/rev
Depth of cut	1.0mm

3. 実験結果

3.1 工具材種と工具摩耗

切削速度 500m/min の条件で, BNS800, BN700 及び BN7500 を用いて切削実験を行い, その摩耗曲線を図 2 に示す. なお, 図中には既報⁽²⁾ BNS800 の結果もあわせて示し, 図 4 にその工具写真を示している. 初期に形成されたチッピングが急速に累積し, 大きな工具損傷となっているのが確認される. 摩耗領域の測定は, 切削痕である縦縞が観測される領域の幅を摩耗量として測定している. 両工具とも BNS800 での切削時に見られるようなチッピングによる損傷は確認されず, 逃げ面摩耗が観察された. 工具間の摩耗幅の差異は大きくはないが, BN700 より粒径が細かく, 抗折力に優れた BN7500 の方が良好な耐摩耗性を示した.

3.2 切削速度による工具摩耗の関係

切削速度 1000m/min の条件で, BN7500 を用いて切削実験を行い, 同様に摩耗曲線を求めたものを図 3 に示す. 比較のため, 切削速度 500m/min での結果をあわせて示している. 500m/min 時に比べ, 初期の摩耗幅は大きいものの, その後摩耗幅が大きく進展することはない. 0.09mm の摩耗幅に至った後はほぼ進展が見られなかった. 図 5 に除去体積 5cc 及び 30cc 時の工具写真を示す. 工具が被削材と接触した接触痕とみられる領域は拡大してゆくものの, 摩耗幅の大きな進展は認められなかった. また, チッピングによる損傷も確認されなかった.

4. 結 言

ダクタイル鋳鉄の高効率加工を実現するため各条件で検討を行った結果, 次の結論が得られた.

粒径が小さく, 抗折力に優れた CBN 工具 BN7500 によるフライス加工においてダクタイル鋳鉄の高速加工に耐えうる可能性を見出すことができた. 今後, 長距離の切削実験を行い, 高速切削の可能性を検討する.

5. 謝 辞

本研究において使用した被削材を, コマツ (株式会社 小松製作所) 様にご支援いただきましたことを付記し, ここに謝意を表します.

6. 参考文献

- (1) 新谷ほか 精密工学会誌 Vol.64 No.2 1998 261-265
- (2) 門内ほか 日本機械学会講演論文集 No.104-1,4-90

Fig 1 Tool disengagement condition

Fig 2 Comparison of tool wear (V=500m/min)

Fig 3 Comparison of cutting speed (BN7500)

(a) Removal volume 5cc (b) Removal volume 10cc
Fig 4 Comparison of tool wear (V=500m/min BNS800)

(a) Removal volume 5cc (b) Removal volume 30cc
Fig 5 Comparison of tool wear (V=1000m/min BN7500)