

〈論 文〉

CBN 單粒子的 研削特性에 관한 研究

彭 炫 鎰* · 孫 明 煥**

(1990年 8月 10日 接受)

A Study on Grinding Characteristics of CBN Single Abrasive Grain

Hyon Jin Peng and Myung Whan Sohn

Key Words : Grinding(研削), CBN(Cubic Boron Nitride : 立方晶窒化硼素), Abrasive Grain(研削숫돌粒子), Superabrasive(超粒子), Reduction Ratio(減少率), Groove(研削홈), No. of Cut(切削回數), SiC(Silicon Carbide : 炭化硅素)

Abstract

Cubic boron nitride (CBN) is known the second hardest material followed diamond and was provided industry as an abrasive grain in the late 1960's. Since the introduction of CBN, a large amount of research has been carried out to determine the best application condition for grinding operation. Despite the advantages in its characteristics, CBN has not yet gainde full acceptance as more excellent abrasive grain than traditional one. The reason for this state is that the surface roughness ground by CBN is worse than by traditional one and dressing and truing is very difficult. This led user's resistance to the use of CBN as an abrasive grain. Present study is to investigate the cause of lower surface roughness ground by CBN single crystal abrasive grain comparing with traditional one.

1. 序 論

立方晶窒化硼素(CBN)은 다이아몬드 다음 가는 硬質의 超粒子로서 1950년대末 G.E.社에 의하여 다이아몬드와 함께 合成에 成功하였고, 1960년대末에 연삭숫돌粒子로서 研削加工에 實用化됨으로써 研削加工技術開發에 新紀元을 이룩할 것으로 期待되었다. 다이아몬드는 物質中最高硬度를 가지고 있으나 700°C 이상의 高溫에서는 酸化하는 性質을 가지고 있으며⁽¹⁾, 鐵鋼材料 특히 Ni이나 Co를 함유하는 耐熱合金등의 研削加工에는 不適合하다⁽²⁾. 이것에 反하여 CBN은 高溫에서도 熱적으로 安定하고 熱

傳導率이 대단히 높아서 研削숫돌粒子로서 最適의 特性을 가지고 있다⁽³⁾. 研削숫돌粒子로서 뛰어난 特性을 가지고 있음에도 不拘하고 現在 生産現場에서는 CBN研削숫돌의 活用이 普遍化되지 않고 未盡한 상태이다.

그 理由의 첫째가 CBN研削숫돌에 의한 工作物의 研削된 表面거칠기가 既存의 研削숫돌에 의한 것보다 좋지 않을 뿐 아니라 工作物 材質에 따라 合理的인 研削숫돌 및 研削條件 選擇基準이 確立되어 있지 않아 研削加工에 어려움이 있다는 것이다^(4~6). 둘째는 CBN은 硬質이기 때문에 드레싱이나 트루잉하기가 곤란하다는 것이다⁽⁷⁾. 경우에 따라서는 드레싱이나 트루잉한 후에 研削숫돌이 무더어지는 경우가 많다. 따라서 무더어진 研削숫돌로 研削한 表面은 거칠기가 惡化할 수 밖에 없다.

*高麗大學校 大學院

**正會員, 高麗大學校 工科大學 機械工學科

研削된 工作物의 表面거칠기는 研削숫돌 表面에 突出한 研削粒子 한개한개가 切削한 痕跡의 集합으로 構成되어 있으므로 單粒자의 切削特性을 究明하는 것이 곧 綜合된 表面거칠기를 探究하고 推定하는 基本으로 생각된다. 오래前부터 超單粒자의 研削試驗이 實施되어 왔다⁽⁸⁻¹¹⁾. 그러나, 이들 試驗에서는 主로 研削抵抗, 研削溫度, 칩의 크기와 모양, 研削에너지, 切削率, 磨損磨滅, 치핑量, 研削比등의 究明이 主流이며 表面거칠기에 대해서 研究된 것은 거의 찾아볼 수 없다. 研削加工은 매끈한 表面으로 다듬질하는 것이 目的이므로 本 研究에서는 超粒子인 CBN單粒자와 既存의 研削粒子인 SiC單粒자를 研削粒子로 하고, 硬鋼과 軟鋼의 工作物材料를 單粒자로 研削했을 때의 表面거칠기 特性을 單粒자의 切削現象으로부터 比較 究明하고 CBN粒子에 의한 研削의 경우가 表面거칠기가 惡化하는 原因을 究明함으로써 이것을 土台로 하여 CBN粒자의 實用 普遍化的 資料로 삼고자 하였다.

2. 試驗材料 및 試驗機器

2.1 研削粒子

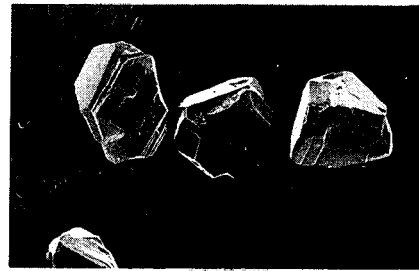
本 試驗에 所用한 CBN單粒자는 Showa Denko 社製 SBN-T로서 Knoop硬度 4700, 眞比重 3.48인 黃褐色 單結晶粒子이다. 이 CBN單粒자와 比較하기 위한 既存의 研削粒子 SiC는 Forever Abrasive社製로서 Knoop硬度 2400, 比重 3.2인 綠色結晶粒子이다. 粒度는 CBN이 80/100 mesh이고 SiC는 80 mesh로 같은 크기이다. Fig. 1의 (a)는 CBN單粒子, (b)는 SiC粒자의 寫眞이다. 寫眞에서 보는 바와 같이 CBN은 單結晶粒子이므로 모서리가 比較的 둥근모양을 하고 있으나, SiC는 結晶體를 破碎한 것이므로 銳利한 모서리로 構成되어 있음을 볼 수 있다.

2.2 工作物材料

工作物 材料로서는 SM 17 C 軟鋼과 SKD 11인 工具鋼을 使用하였으며 化學成分 및 硬度는 Table 1과 같다.

2.3 밀링머신

本 試驗에서는 單粒자로 切削한 흔을 追跡하여 研削特性을 究明하는 것이 目的이므로 單粒자가 한 번 切削한 흔 옆에 다음 切削흔이 位置하도록 하는



(a) CBN



(b) SiC

Fig. 1 Abrasive grain

것이 研削特性을 관찰하는데 가장 편리하다. 그러나, 一般研削機에서는 이러한 操作이 不可能하므로 操作이 可能한 水平型밀링머신을 研削加工機械로 선택하였다. 즉 主軸아머에 單粒자를 附着한 알루미늄 바퀴를 설치하여 高速으로 回轉시키고, 테이블에 설치되어 있는 밀링바이스에 工作物을 正確히 水平되게 固定하고 새들을 自動移送함으로써 上記 操作이 可能하였다. 主軸의 回轉速度는 最高인 1500 rpm으로 하였다.

2.4 알루미늄 바퀴

研削숫돌 대신에 Fig. 2와 같이 가벼운 알루미늄 바퀴에 單粒자를 附着할 수 있도록 脫着裝置를 만들어서 研削하였다.

2.5 表面거칠기 測定器

單粒자의 切削에 의해서 工作物 表面에 生成된 흔의 斷面形狀을 測定하기 위하여 使用되었다. Kosaka Lab.社製 Model SE-3C 觸針電氣式 積分值指示型으로서 觸針先端半徑 $2\mu\text{m}$ 다이아몬드이고 測定力은 0.07 gf이다.

2.6 輪郭投象器

單粒자를 附着블록에 結合劑로 附着했을 때 結合

狀態, 粒子的 突出量 測定 및 切削된 홈의 길이測定에 사용되었다. Mitutoyo社製 Model PJ-300으로 倍率은 10, 20, 50, 100倍이다.

3. 試 驗

3.1 單粒子 附着

Fig.2에 圖示한 알루미늄 바퀴 單粒子 附着블록 上面에 에폭시와 zinc시멘트의 比 5:1로 配合한 結合劑를 適當量 올려놓고 單粒자를 세워서 結合劑 表面으로부터 全粒子높이(약 0.3mm)의 1/3정도

突出하게 調整하고 室溫에서 24時間以上 응고시켜 堅固하게 結合하였다. Fig. 3은 結合狀態의 概略을 圖示한 것이다. 微細한 單粒자를 Fig. 3과 같은 모양으로 附着시킨다는 것은 매우 어려운 作業이며, 여러개中에서 Fig. 3과 같은 標準型으로 結合된 것만 選定하여 試驗에 사용하였다.

3.2 試驗片 製作

Table 1에 表示한 2種의 材料를 100W×200L×20T로 만들고 表面을 研削한 다음 砂布를 平面에 附着하여 그 위에서 研磨하고 끝으로 포리샤에서

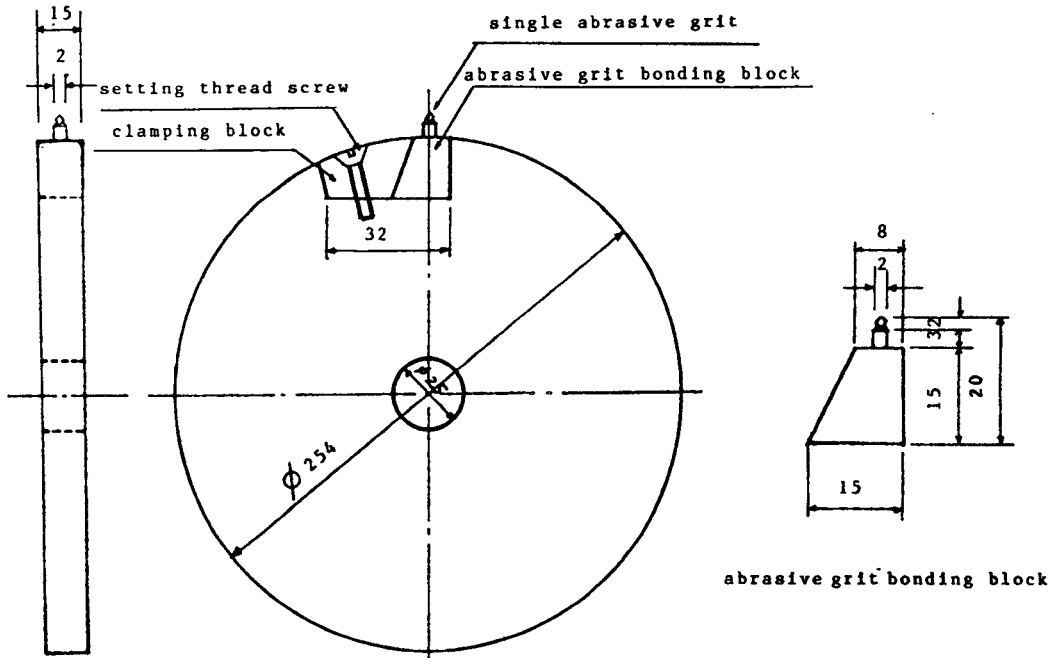


Fig. 2 Aluminum disk grinding wheel

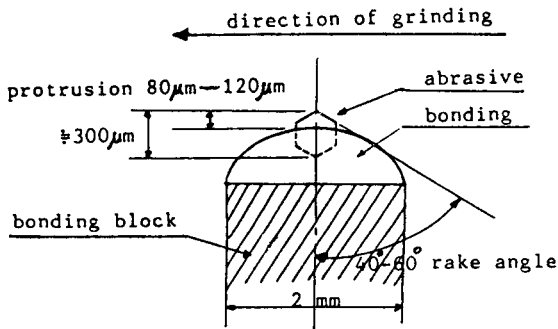


Fig. 3 The state of bonded abrasive grain

Table 1 Chemical composition and hardness of workpieces

Workpiece	Chemical composition						Hardness, H _v
	C	Si	Mn	P	S		
SM17C						210	
	0.16	0.24	0.70	0.014	0.017		
SKD11						302	
	1.5	0.38	0.5	12	1.0 0.3 0.45		

Cr₂O₃를 써서 研磨하여 表面거칠기가 0.2μm Ra (컷 오프值 0.8mm)이하가 되도록 다듬질 합과 동시에 表面은 平面이 되도록 하였다.

3.3 試驗方法

單粒자를 附着한 附着블록을 裝着한 알루미늄 바퀴를 밀링머신 主軸 아머에 固定하고, 主軸의 最高 回轉速度인 1500 rpm으로 回轉시켰다. 이때 單粒자 끝의 圓周速度는 1240 m/min이 되며 이것이 單粒자의 研削速度가 된다. 工作物인 試驗片은 밀링 바이스에 固定하고 다이얼게이지를 써서 水平度가 2μm/200 mm以內가 되도록 調整하여 試驗片의 傾斜로 因한 切削홈의 變化영향을 最小化하였다.

單粒자研削바퀴를 回轉시키고 工作物試驗片의 研削시작 位置에 單粒자가 오도록 移動시킨 다음 單粒자 先端이 試驗片表面에 接觸하도록 調整하였다. 이 位置에서 다이얼게이지를 써서 밀링머신의 테이블을 윗방향으로 40μm 올림으로써 單粒자의 切削 깊이로하였다. 一般研削에서는 鐵鋼材의 경우 40 μm이 切削깊이가 되기 때문이다, 다음에 밀링머신의 새들을 0.325 mm/rev.으로 前後方向 自動移送시킴으로써 工作物 試驗片上面에는 차례대로 切削된 홈이 生成되었다.

4. 試驗結果 및 考察

4.1 切削된 홈의 生成特性

Fig. 4는 工作物 材料 SKD 11 및 SM 17 C를 單粒자 CBN과 SiC로 切削했을 때의 連續되는 切削홈의 깊이의 變化狀態를 나타낸 것이며, 切削順序는 左에서 右側으로 連續된 것이다. 切削홈의 깊이의 變化를 보면 單粒자 CBN의 경우에는 工具鋼인

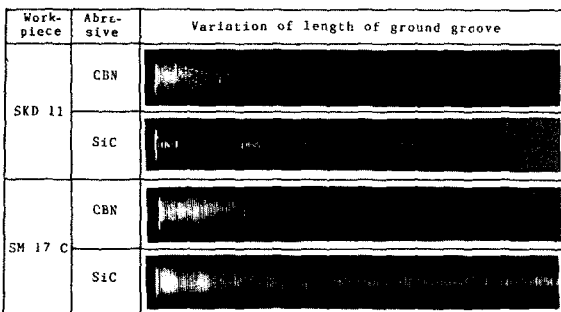


Fig. 4 Variation of length of cutting groove

SKD 11이나 軟鋼인 SM 17 C의 경우나 깊이의 化의 差가 적고 漸進的으로 減少하고 있는데 비해 SiC의 單粒자의 경우는 그 差가 클 뿐 아니라 특히 SKD 11의 切削의 경우에는 變化狀態가 7則함을 알 수 있다. 즉 CBN의 경우는 硬度가 우 높기 때문에 磨損磨滅이 漸次的으로 일어나는 데 비하여 SiC의 경우는 破損磨滅에 起因하는 것으로 생각된다. 이 磨滅에 대해서는 後述하기로 한다

研削面의 表面거칠기의 良否은 切削하는 單粒자가 切削한 홈의 生成現象을 究明 分析함으로써 定할 수 있다. Fig. 5는 研削單粒자가 工作物을 削할 때의 切削홈의 生成現象을 略圖로 表示한 것이다⁽¹²⁾. 切削되는 과정은 크게 3領域으로 分할 수 있다. 첫째 領域은 粒子가 工作物과 接觸하며 끄러지면서 摩擦하는 彈性領域이고, 두번째는 粒子가 工作物에 浸透하여 材料를 兩側面쪽으로 掘내어 耕作作用만을 하는 塑性領域이고 세번째가 당한 깊이 粒子가 浸透함으로써 칩이 發生하는 削領域이다. 이 領域에서도 물론 工作物 材料는 性流動을 겪는다.

Fig. 6은 Fig. 4의 切削홈의 中央斷面을 홈의 이 方向에 대하여 直角方向으로 切削回數에 π 斷面曲線을 表面거칠기 測定器로 追跡한 것이 單粒자의 斷面모양은 다르나 같은 切削條件임이 不拘하고 切削된 홈의 斷面모양은 工作物 材料 單粒자의 種類에 따라 各各 다른 特徵을 나타내 있다. 즉 工具鋼인 SKD 11을 CBN單粒자로 切削했을 때는 切削回數의 增加에 無關係하게 切削홈

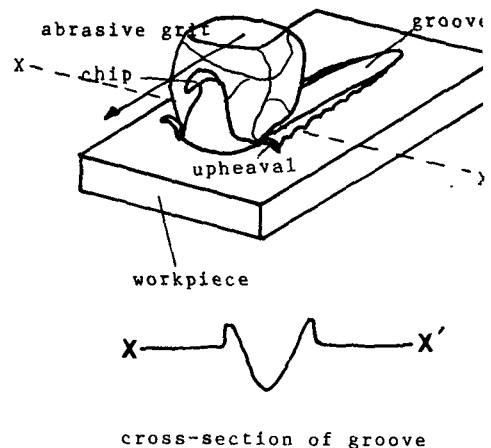


Fig. 5 Generation of groove profile

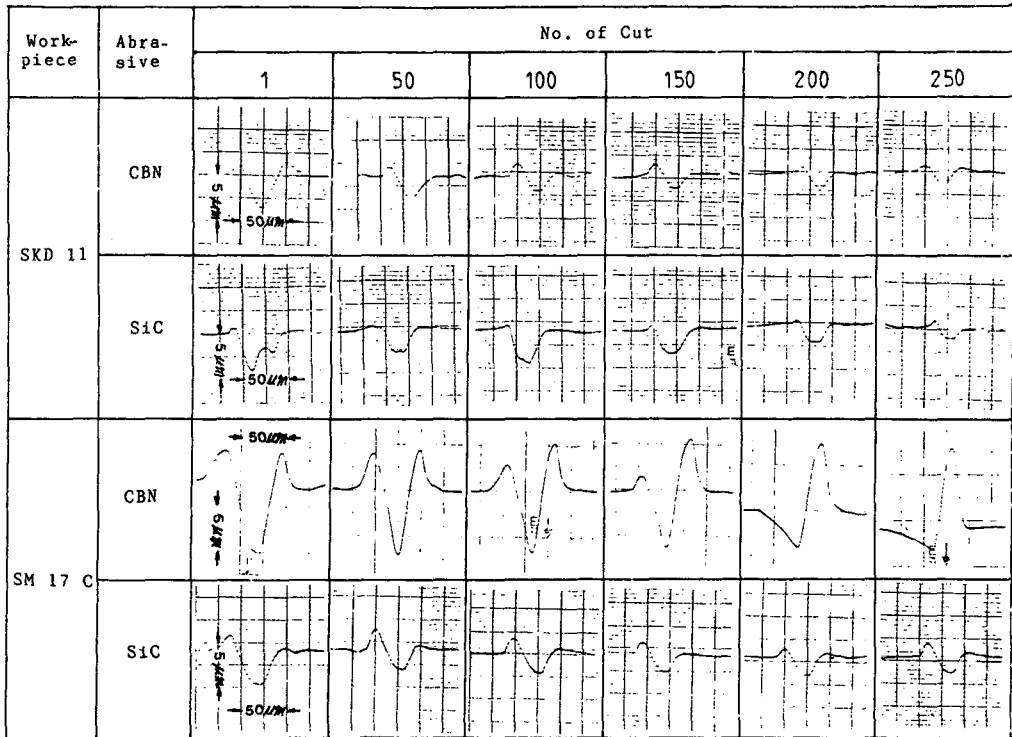


Fig. 6 Variation of cutting groove profile with No. of cut

斷面모양에 별 變化가 보이지 않고 홈의 깊이가 減少할 뿐이고, 홈의 兩側面은 材料가 塑性流動하여 生成된 隆起部가 있음을 볼 수 있다. 같은 SKD 11을 SiC單粒자로 切削했을 경우는 切削回數의 增加에 따라 홈의 斷面모양이 다를뿐 아니라 홈의 깊이의 減少도 不均一하고 特히 隆起部가 극히 적다는 것을 알 수 있다. 이 두가지 경우를 比較해보면 CBN에서는 홈의 斷面모양이 切削回數의 增加에 따라 變하지 않고 相似形을 維持 한다는 것은 CBN의 硬度가 높기 때문에 磨損磨滅에 의하여 切削날이 相似되게 均一磨滅을 하기 때문이며, 隆起部가 SiC의 경우보다 크다는 것은 粒子의 切削날이 銳利하지 못하고 무디기 때문에 材料를 切削하여 칩으로 完全히 除去하지 못하고 切削力에 의하여 材料를 塑性流動시켜서 隆起시키기 때문인 것으로 생각된다. 이에 反하여 SiC에서는 홈의 斷面모양이 相似하지 않고 다르다는 것은 SiC의 硬度는 CBN의 硬度의 半以下이고 切削材料인 SKD 11은 硬度가 높기 때문에 數回 切削하면 切削날이 무디어져서 切削力이 增加하고 이 切削抵抗力에 의하여

粒子가 破斷됨으로써 切削날의 모양이 變化하기 때문이며, 隆起部가 적다는 것은 粒子가 連續해서 破斷함으로써 항상 銳利한 切削날을 가지고 있으므로 切削이 잘 되고 무디어진다 하더라도 切削力이 材料를 塑性流動을 이르기 前에 破斷하여 銳利한 切削날이 生成됨으로써 隆起部가 극히 적어지는 것으로 생각된다.

2.1에서 記述한 바와 같이 CBN은 單結晶粒子이기 때문에 모서리部分이 둥금으로 因하여 切削性이 좋지 않으나, SiC는 큰 結晶體를 破碎했기 때문에 銳利한 切削날을 가지고 있을 뿐 아니라 作用切削날 끝에는 微細한 작은 切削날을 가지고 있기 때문에⁽¹³⁾ 더욱 銳利하여 切削性이 좋다.

다음에 軟鋼인 SM 17 C를 CBN로 切削했을 때 切削回數의 增加에 따라 切削홈의 變化狀態를 보면 홈의 깊이가 매우 깊고 隆起部도 크며 150회 切削까지는 相似한 홈모양을 維持하나, 이후는 홈部分보다도 隆起部가 더 크게 나타나고 있다. SM 17 C는 무르기 때문에 CBN單粒자가 切削하면 날이 깊이 浸透할 뿐 아니라 塑性流動이 甚하게 일어나

서 隆起部가 커지고 동시에 切削홈의 斷面積과 隆起部の 斷面積이 거의 같든가 隆起部쪽이 더 크게 나타나고 있다. 이와 같이 隆起部の 斷面積이 같든가 더 커진다는 것은 切削에 의해 칩이 生成되지 않고 塑性流動만을 이끈다는 結果가 된다. 이에 비하여 SiC에서는 切削回數의 增加에 따라 切削홈의 모양이 CBN으로 SKD 11을 切削했을 때와 같이 相似形으로 減少하고 있으며, 隆起部도 CBN에 비하여 적으나 SKD 11를 切削했을 때 보다는 크다. 이것은 역시 SM 17 C가 무르고 塑性이 좋기 때문이다.

以上과 같이 考察을 통해서 보면 같은 工作物 材質의 경우는 CBN으로 切削한 경우가 SiC의 경우보다 隆起部가 크고 따라서 表面거칠기가 不良하며, 單粒子가 같은 種類의 경우는 工作物의 材質이 軟할수록 塑性流動을 많이하여 隆起部가 커지고 表面거칠기가 不良해짐은 Fig. 6에서 잘 나타나 있다. 따라서 表面거칠기의 良否는 隆起의 大小에 의하여 決定된다고 볼 수 있다. 隆起의 大小를 比較하기 위해서 隆起率을 定義한다. Fig. 7은 單粒子에 의하여 切削된 홈의 標準模型을 表示한 것이다. A는 切削된 홈의 斷面積이고 B, C는 隆起部の 斷面積이다. 工作物이 塑性이 全然 없는 경우라고 하면 隆起하지 않을 것이며 홈의 斷面積은 A만으로서 理想的인 경우다. 隆起함으로써 理想的인 홈의 斷面積보다 隆起部の 斷面積만큼 減한 것이 實際의 홈의 斷面積이 된다. 따라서 隆起率은 다음식과 같이 定義할 수 있다.

$$Ru = \frac{B+C}{A+B+C} \times 100 (\%) \quad (1)$$

Fig. 6으로부터 各各의 斷面積을 求하고 式 (1)에 의해서 計算한 隆起率을 切削回數增加에 따라 線圖로 그린 것이 Fig. 8이다. 이 線圖에서 알 수 있는 바와 같이 硬質인 SKD 11을 CBN으로 切削

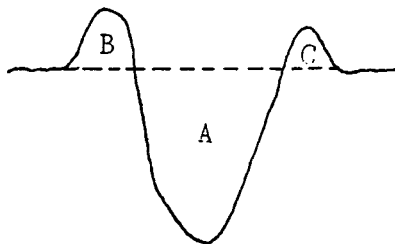


Fig. 7 Standard model of cutting groove

했을 경우는 最小35%에서 最高48%에 이르나, SiC의 경우는 最小6%에서 最高17%로서 CBN보다 SiC 單粒子로 切削하는 것이 表面거칠기가 매우 良好함을 알 수 있다. 또 軟質인 SM 17 C의 경우는 CBN에서는 最小41%에서 最高70%에 이르는데 反하여 SiC에서는 最小23%에서 最高43%로서 CBN보다는 SiC 單粒子로 切削함이 表面거칠기가 더 良好함을 알 수 있다. 여기서 注目해야 할 事實은 隆起率이 50%가 되면 홈의 斷面積과 隆起部の 斷面積이 같아지고 따라서 切削된 칩은 生成되지 않으며 홈부분은 塑性流動에 의하여 隆起部를 構成한다는 結果이다. 그러나 Fig.8에서 보는바와 같이 CBN으로 SM 17 C를 切削할 때는 切削回數 35회 이후는 50% 以上이 되고 있다. 理想的인 경우라면 隆起率이 50% 以上이 될 수 없으나 隆起部の 生成된 모양이 Fig. 7과 같이 理想的인 모양으로 生成되는 것은 아니다. Fig. 9는 隆起部の 모양을 擴大 撮影한 것이다. 마치 쟁기로 땅을 간 것과 같은 耕作現象을 나타내고 있다 따라서 實際의 隆起部는

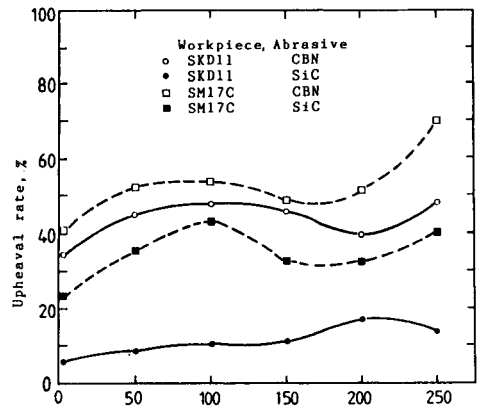


Fig. 8 Variation of upheaval rate with No. of cut

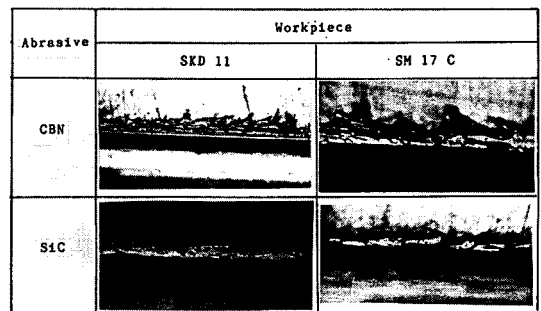


Fig. 9 Shape of upheaval

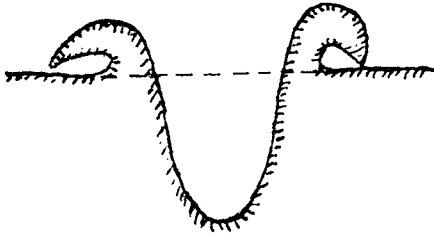


Fig.10 Real shape of upheaval

Fig. 10과 같은 模型으로 될 것이라고 생각할 수 있다. 따라서 隆起率은 50% 以上이 될 수 있으며 Fig. 9에서 보는 바와 같이 隆起部는 매우 거칠고 CBN에 의하여 생성된 것이 SiC의 경우보다 더 거칠기 때문에 表面거칠기가 不良하게 나타난다. 또한 工作物材質이 軟할수록 같은 種類의 粒子에서는 더 거칠다. 故로 CBN은 軟質材料보다는 硬質材料에서 有利하며, 同一研削條件에서는 SiC가 CBN보다 表面거칠기가 良好하다.

4.2 單粒子的 磨滅特性

單粒子的 切削으로 因한 切削날의 磨滅狀況을 直接 觀察한다는 것은 極히 어렵고 거의 不可能하다고 볼 수 있다. 따라서 間接的方法에 의해서 推定할 수 있다. 즉 單粒子가 切削한 홈의 斷面모양의 變化로 推定하는 方法과 切削된 홈의 길이의 變化에 의하는 方法이다. 前者의 方法에 대해서는 이미 4.1에서 論한바 있다. SiC單粒子로 SKD 11을 切削했을 때는 切削回數의 增加에 따라 홈의 斷面모양이 Fig. 6에서 보는 바와 같이 變한다는 것은 粒子가 單純히 磨損磨滅만을 하는 것이 아니고 僻開破斷을 同伴하는 破斷磨損磨滅을 하는 것으로서 僻開破斷에 의하여 銳利한 切削날이 自生함으로 切削性이 좋고 隆起現象이 적게 일어나는 것으로 생각된다. 이러한 僻開破斷은 切削回數 3~8回의 範圍에서 1回씩 일어나는 것 같다. 그러나 다른 세가지 경우에는 홈의 모양이 相似形이라는 것은 磨損磨滅만이 일어나며 切削날이 鈍해져서 隆起現象이 큰 것으로 推定된다.

後者の 경우 홈의 길이의 變化도 間接적으로 磨滅現象을 나타내는 것으로 생각된다. 切削깊이 40 μm를 주었을 때 理想的인 幾何學的 計算에 의하면 홈의 길이는 約6.5mm어야 한다. 그러나 1回 切削했을 때의 홈의 길이는 工作物의 材質 및 單粒

Table 2 Length of groove when 1st cut

Workpiece	Abrasive	Length of groove when 1st cut, mm
SKD 11	CBN	5.215
	SiC	5.130
SM 17 C	CBN	6.560
	SiC	5.895

자의 種類에 따라 Table 2와 같이 각각 다르다. 이것은 切削抵抗에 起因하는 工作物, 粒子, 結合劑 등의 變化에 의한 것이다⁽¹⁴⁻¹⁶⁾. 1回切削때의 홈의 길이에 대한 길이率을 定義하고 各 경우에 대하여 比較하였다. 즉 1回切削때의 홈의 길이를 l_1 , n 回切削 때의 것을 l_n 이라고 하면 l_1 에 대한 l_n 의 比率은 다음식과 같이 百分率로 表示할 수 있다.

$$R_l = \frac{l_n}{l_1} \times 100 (\%) \quad (2)$$

Fig.11은 切削回數에 따라서의 홈의 길이가 減少하는 상태를 식 (2)에 의하여 나타낸 것이다. 어느 경우나 25回切削까지는 磨滅量이 急增하는 初期磨滅現象을 볼 수 있다⁽¹⁷⁾. CBN單粒子로 SKD 11을 切削했을 때는 初期磨滅現象이 적을뿐 아니라 그 후에는 거의 磨滅되지 않고 1回切削홈의 길이의 約95%前後를 維持하고 있다. 이에 反하여 SiC單粒子로 SKD 11을 切削했을 경우는 初期磨滅이 클뿐 아니라 正常磨滅域에서 漸減하다가 175回切削 후에

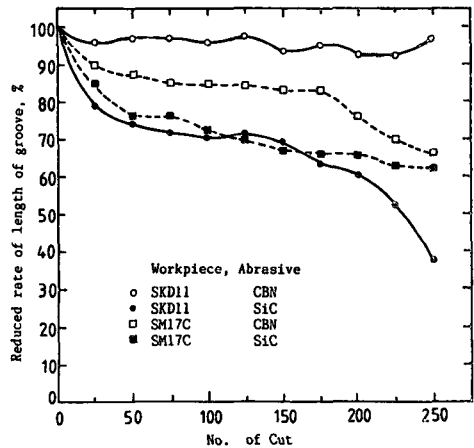


Fig.11 Reduced rate of length of groove with No. of cut

는急速히減少되고 있다. 이部分이破壞領域으로서 僻開破壞가 심하게 일어남을 알 수 있다. CBN單粒子로 SM 17 C를 切削할 때는 SKD 11을 切削할때보다도 더 많이減少하고 있다. 이것은 35회 切削以後는 거의 切削作用이 일어나지 않고 塑性流動을 이르고 磨滅作用이 심하기 때문에 磨損磨滅이 많이 일어나기 때문인 것으로 推定된다. SiC單粒子로 SM 17 C를 切削했을 때도 같은 現象에 의하여 磨滅되나 硬度가 CBN보다 낮기 때문에 더

많이 磨損磨滅이 일어나는 것으로 推定된다.

以上에서 論한 內容을 더 仔細하게 觀察하기 위하여 切削回數 74회까지의 切削된 홈의 길이의 變化를 表示하면 Fig. 12와 같다. Fig. 11의 切削回數 75회까지의 對照해보면 類似한 傾向임을 알 수 있다. 切削回數 35회 이후를 對比해 보면 磨滅의 特徵을 짐작할 수 있다. CBN으로 SKD 11을 切削할 때는 홈의 길이의 變化가 5~5.2mm 範圍에서 크게 變하지 않은 反面에 SiC의 경우는 크게 變化하고 있음을 볼 수 있다. 홈의 길이가 짧다가 갑자기 길어진다는 것은 切削날이 微小破壞됨으로써 切削性이 回復되고 따라서 깊이 切削됨으로써 홈의 길이가 길어진 것이라고 생각된다. CBN 및 SiC로 SM 17 C를 切削할 때는 홈의 길이의 變化가 적다는 것은 微小破壞가 切削날에 일어나지 않고 磨損磨滅만 일어나기 때문이다.

5. 結 論

以上과 같은 試驗結果와 考察을 통해서 다음과 같은 結論을 얻었다.

- (1) 같은 研削條件에서 CBN研削숫돌로 研削한 表面거칠기가 在來의 SiC나 Al_2O_3 과 같은 研削숫돌로 研削한 경우보다 不良하다는 原因은 CBN粒子에 의해서 切削된 홈 兩側面에는 SiC粒子의 경우보다 더 많고 큰 隆起部가 塑性流動에 의해서 생기기 때문이다.
- (2) 工作物의 材質이 軟할수록 CBN에 의한 홈의 隆起部는 커지며, 경우에 따라서는 工作物로 하여금 塑性流動만 이르게 하고 切削이 되지 않는다.
- (3) 工作物의 材質이 硬할 때는 SiC숫돌을 쓰면 磨滅은 甚하나 表面거칠기는 良好하다.
- (4) CBN研削숫돌은 硬質材料에 대해서 磨滅이 적으므로 硬質材料 研削에 適合하다.

參 考 文 獻

- (1) Gardiner, Clayton, F., 1988, "Physical Properties of Superabrasive", Ceramic Bulletin, Vol. 67.
- (2) Wilks, J. and Wilks, E.M., 1979, "Properties of Diamond", ed J.E.Field ch. 11, Academic Press.
- (3) Coes, L., 1971, "Abrasives", Springer-Ver-

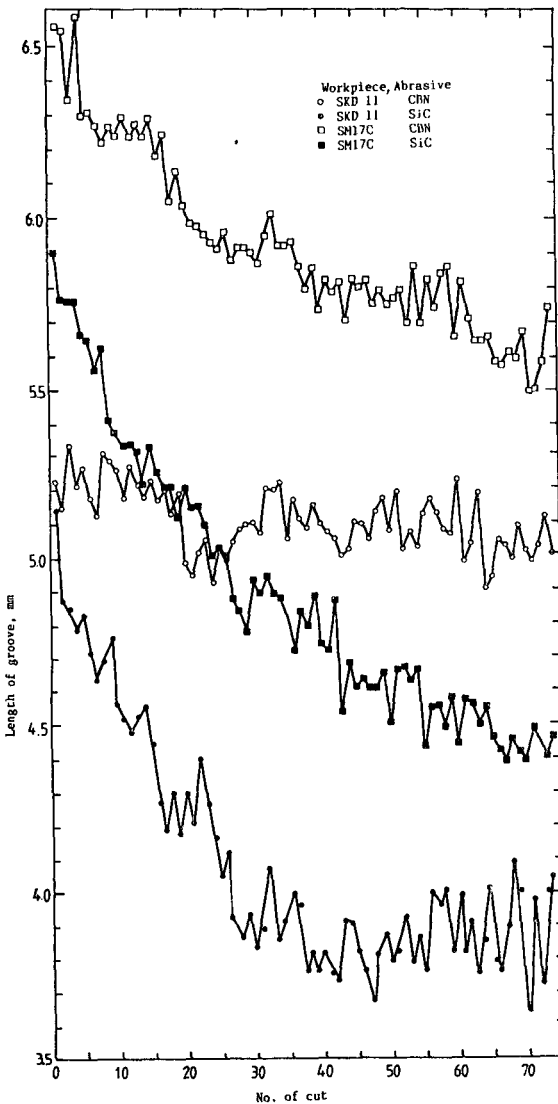


Fig.12 Variation phenomena of length of groove unitl 74th cut

lag.

- (4) König, W., Schleich, H., 1980, "Deep Grinding of High Speed Tool Steel with CBN", *Industrial Diamond Review*, Oct. p. 372.
- (5) Ishibashi, A., Tanaka, S., and Ezoe, S., 1985, *Bulletin of JSME*, Vol.28, No.238, p. 718.
- (6) Cooley, B.A. and Wapler, H., Surface Finish when Grinding with CBN Abrasives, *Industrial Diamond Review*, 3/84, p. 147.
- (7) Fielding, E.R., Optimum Conditioned State for CBN Wheels, *Industrial Diamond Review*, 3/84, p. 143.
- (8) Gielisse, P.J. and Satnislao, J., 1969, "Material Removal Phenomena in Ceramics", Univ. of Rhode Island Report, No.00019-69-C-0131.
- (9) Tusker, E.G. and Satnislao, J., 1975, SME Technical Paper, MR-75-612.
- (10) Bredell, L.J. and Prins, J.F., 1982, *Wear*, Vol. 76, p. 177.
- (11) Matsuo, T. and Oshima, E., 1984, *Annals of the CIRP* Vol.33, p. 185.
- (12) Kops, L. and Shaw, M.C., 1982, *Annals of the CIRP*, Vol.31, p. 211.
- (13) Takenaka, N., 1966, "A Study on the Action by Single Grit", *Annals of the CIRP*, Vol.13, p. 183.
- (14) Saini, D.P., 1980, "Elastic Deflection in Grinding", *Annals of the CIRP*, Vol.29, p. 189.
- (15) Saini, D.P. Wager, J.G., and Brown, R.H., 1982, "Practical Significance of Contact Deflection in Grinding", *Annals of the CIRP*, Vol.31, p. 215.
- (16) Saini, D.P. and Wager, J.G., 1985, "Local Contact Deflection and Force in Grinding", *Annals of the CIRP*, Vol.34, p. 281.
- (17) Malkin, S. and Cook, N.H., 1971, "The Wear of Grinding Wheels Part 2-Fracture Wear", *J. of Eng. for Ind., Trans. of the ASME*, p. 1129.