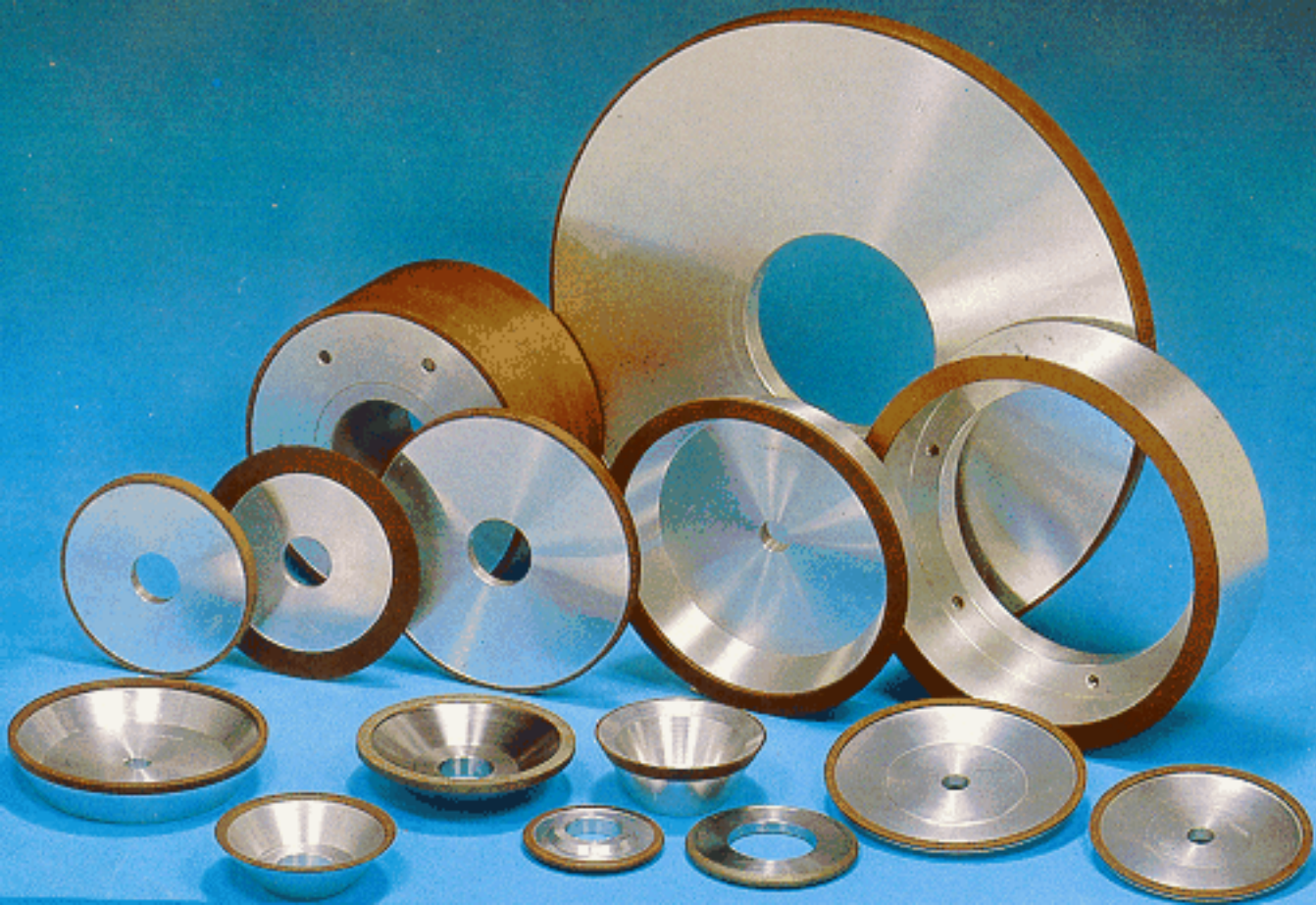


3.7 다이아몬드, 窒化硼素숫돌에 의한 研削

3.7.1 다이아몬드 숫돌

다이아몬드는 모든 물질중에서 가장 硬度가 높으므로 이것을 研削粒子로 해서 숫돌을 제작하면 매우 절삭성이 좋은 숫돌을 만들 수가 있으며, 이 숫돌이 **다이아몬드 숫돌**(diamond wheel)이다. 다이아몬드 숫돌은 아주 高價이므로 보통의 연삭숫돌로는 연삭이 곤란한 재료, 예컨대 超硬合金, 보석, 光學유리 등의 연삭에 이용된다. 이 숫돌에 의해서 연삭된 공구는 GC 숫돌에 의해서 연삭된 것에 비하여 절삭날이 예리하고, 面이 매끄러우므로 절삭에 있어서는 다듬질면이 매끄럽게 되고 수명이 길다고 한다.



다이아몬드 슷들에도 역시 보통의 연삭스�들과 같이 研削粒子, 粒度, 結合劑, 結合度, 組織의 5요소가 있다.

(1) 研削粒子 다이아몬드의 人工合成이 성공함으로써 고의적인 粗粒을 제외하고 지금은 거의가 人工合成을 사용한다. 이것은 破碎性, 形狀 등이 다른 몇 종류로 분류되어 레지노이드(또는 비트리파이드) 본드용(예 RVG(G. E社), RDA(D社)), 메탈 본드용(예 MBG, MB)으로 분별 사용된다. 또 이용효율을 높이기 위해 數10 μ m 두께의 Ni被覆(濕式用), Cu被覆(乾式用)한 研削粒子—metal clad, metal coated, armoured로 표현된다—인 것도 있다.

(2) 粒度 #16~#3,000까지 22단계가 있는데, 粗粒은 石材切斷用스�들에 사용되고 금속을 대상으로 한 것에는 #100~#200이 많다. 보통의 연삭스�들에 비하면 細粒이 사용된다.

(3) 結合劑 각종의 樹脂와 연삭입자를 혼합하여 加壓加熱硬化한 레지노이드 슷들(기호B)이 가장 일반적이다. 이 계통은 마모가 약간 많으나 절삭성이 좋고 가공능률이 높다. 주로 브론즈系の 메탈 結合材(기호 M) 분말과 연삭입자를 혼합하여 加壓成形, 燒結한 것이 메탈 본드 슷들이며 形崩壞를 기피하는 연삭에 사용된다. 일반스�들과 같은 비트리파이

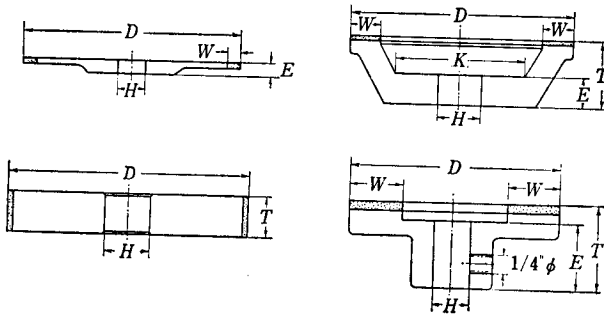


그림 6.121 다이아몬드 슷들의 形状例

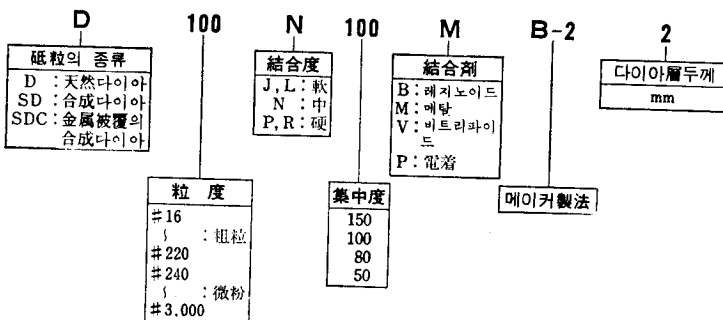


그림 6.122 다이아몬드 슷들의 示方表示

드 **숫돌**도 일부에서는 사용된다. 한편 연삭입자를 電子法으로 基材에 固着한 鍍金본드(기호 P) 숫돌은 單層의 研削粒子層이 얻어지는 등의 특징이 있으며 小徑숫돌, 축붙이 숫돌로서 이용된다.

(4) **結合度** 보통숫돌과 개념적으로는 동일하게 알파벳으로 표시되며 일반적으로 J, L, N, P, R의 단계가 사용된다. 그러나 통일적인 측정법은 확립되어 있지 않다.

(5) **集中度** 숫돌의 研削粒子層의 단위체적(1cm³)에 함유되는 다이아몬드량의 대소를 집중도(concentration)라고 하며, 4.4ct/cm³(1ct=0.2g)를 표준으로 하여 집중도 100이라고 부르며 기타 量에 비해서 25, 50, 60, 75, 85, 100, 125, 150으로 표시한다.

(6) **形狀** 다수의 형상이 정해져 있는데 그 數例를 그림 6.121에 표시한다. 연삭입자層은 알루미늄圓板의 일부에 固着시킨다. 형상은 本體台金(알루미늄 圓板)의 형상, 다이아몬드層의 斷面形狀, 다이아몬드층의 위치, 형상수정을 표시하는 4종류의 기호의 짝지움으로 표시된다.

(7) **表示法** 그림 6.122와 같이 보통 숫돌과 거의 같은 순서로 숫돌示方을 표시한다. 메이커에 따라서 研削粒子의 기호, 결합제 기호를 獨自적으로 사용하거나 集中度를 임의로 선정할 때가 있다.

3.7.2 超硬合金의 研削⁹⁾

일반적으로는 레지노이드 숫돌, #100, 결합도 N, 집중도 75~100을 사용하고 평면연삭에서는 숫돌周速을 보통연삭보다 약간 낮은 1,200~1,500m/min, 절삭깊이 0.01mm, 수평이송 1mm/스트로우크, 가공물 속도 10m/min의 조건하에서 研削比 50~100(乾式, 100~200(濕式))이 얻어진다. 다듬질면 조도는 1~2 μ m H_{max} 이다. 粗度가 거칠고 결합도가 大, 집중도가 大, 周速, 절삭깊이와 수평이송이 작아질수록 研削比는 좋아진다. 또 면의 조도는 입자가 작을수록 좋아지며 #1,000에서는 0.2~0.3 μ m H_{max} 가 얻어진다.

초경합금의 材種이 바뀌면 당연히 숫돌의 연삭성능도 변화한다. 概略적으로는 합금의 인장강도 σ , 탄성을 E , 열전도율 k 를 사용해서 얻어지는 $(\sigma^2/2E \cdot \sqrt{k})$ 의 값이 작아질수록 연삭비가 커지며, 여리어 열을 전하기 쉬울수록 절삭하기 쉽다는 것을 뜻한다.

다이아몬드 숫돌에 의한 절삭에서는 초경공구의 날붙임(刃付)의 문제가 중요하다. 공구의 절삭날은 확대해서 관찰하면 그림 6.123과 같이 미세한 凹凸로 되어 있다. 이 凹凸는 가장 미세한 이빠짐의 粗度 H_1 와 군데군데 생기는 깊은 隄자극의 粗度 H_2 및 크게 탈락되어 있는 欠損의 粗度 H_3 (육안으로는 이 결손의 조도만이 관찰되며 보통 이것을 커터의 이빠짐이라 한다)로 되어 있다.

이와 같은 刃先의 粗度는 이를 연삭하는 다이아몬드 숫돌의 종류 및 超硬工具의 재료와 밀접한 관련성을 갖고 있으므로 이 관계가 다이아몬드 숫돌선택의 기준이 되는 것이다.

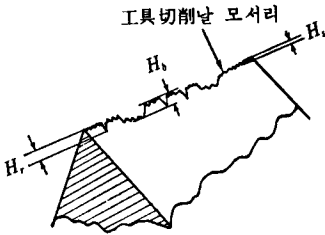


그림 6.123 工具刃先の 날빠짐

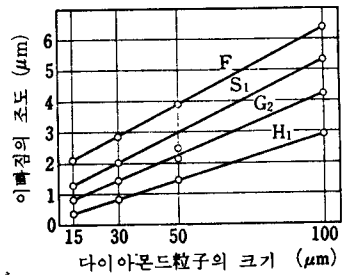


그림 6.124 다이아몬드의 粒度와 날빠짐 粒度의 관계

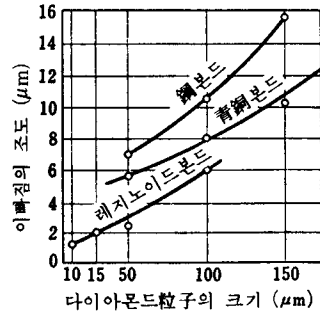


그림 6.125 각종 결합체에 의한 날빠짐의 입도비교

Dinglinger[®]의 연구에 의하면 초경공구 재료로서 F종(정밀 다듬질용), S종(鋼用), G종(주철용), H종(다이소용)을 사용하여 레지노이드 結合劑의 다이아몬드 슛들로 연삭했을 때 粒度의 관계를 그림 6.124에 표시한다. 그림에서 알 수 있듯이 超硬材料中에서 가장 硬한 F종은 조도가 가장 크며 S종, G종, H종으로 軟하게 되는데 따라서 이빠짐이 적어지고 있다. 인선의 매끄러움이 가장 요구되는 정밀 다듬질용의 F종이 가장 研削하기 힘들며, 이런 때는 다이아몬드 슛들로서 粒子가 작은 것을 사용해서 조심하여 연삭해야한다.

한편 다이아몬드 슛들로서 레지노이드 結合劑인 것 및 靑銅 또는 鋼의 메탈 結合劑인 것에 대하여 각종의 粒度인 것을 사용하여 각종 초경재료를 연삭했을 때의 이빠짐의 粗度와 다이아몬드 粒子크기와 이빠짐의 관계를 그림 6.125에 표시한다. 그림에서 입자크기가 작아지면 당연히 이빠짐은 작아지나, 결합체의 종류도 크게 영향을 미치며, 鋼이 가장 나쁘고 靑銅이 다음이며, 레지노이드인 것이 가장 이빠짐이 적다고 하는 결과를 얻고 있다. 결합체는 연한 것일수록 研削량은 적으나 이빠짐은 작아져서 좋은 결과를 주고 있다. 이 사실에서 거친 연삭에는 鋼結合劑를, 가장 좋은 다듬질을 원할 때는 레지노이드 결합제인 것을 사용하는 것이 좋다는 것을 알 수 있다.

3.7.3 窒化硼素숫돌

人造다이아몬드와 같은 超高壓高溫合成으로 인해 立方晶窒化硼素(cubic boron nitride) (CBN 또는 보라존(발명자인 G.E.社의 상품명)으로 흔히 불리운다)가 제조되어 이것이 다이아몬드 다음으로 硬度(누우프경도 4,000~5,000)를 갖는데서 이른바 超研削粒子로서 難削材의 연삭가공에 없어서는 안될 연삭입자로 되어 있다.

다이아몬드가 熱적으로 약간 불안정하고 鋼研削에서는 독특한 界面反應에 의해서 마모하기 쉬운 결점이 있으나 CBN 연삭입자는 이런 결점이 적다. 연삭온도가 높아지는 잉코넬, U-700, 高V高速度鋼 T15 와 같은 難研削材料의 濕式研削에서는 연삭비 200~300으로 우수하고, 또 베어링鋼의 습식연삭에서는 研削比數가 1,000이란 성능을 보인다고 한다.

숫돌의 구조와 사용조건은 모두 다이아몬드 숫돌과 거의 같다. 사용상의 주의로서는 乾式보다도 濕式이 바람직하며, 특히 연삭액에 관해서는 不水溶性 研削液을 사용하는 것이 성능을 발휘함에 있어서 중요하다. 수용성 연삭액을 사용하면 CBN 연삭입자의 마모가 빠르고 연삭비가 수분의 1~數10분의 1로 될 때가 있다.