

Diamond wheel과 Ceramics 연삭 가공의 최근 경향

목 차

1. 세라믹스의 연삭 특성
2. Super abrasive
3. 결합제
4. 연삭 조건의 경향

미래지향적 고부가가치의 첨단산업 전반에 걸쳐 기계요소 부품 재료로서 주목받고 있는 화인 세라믹스의 가공에 있어 다이아몬드 연삭 슷돌에 의한 연삭, 절단 가공은 가장 중요한 위치를 차지하고 있는 기계적 제거 가공법이다. 그러나 세라믹스는 고경도, 고강도, 경취성 재료이기 때문에 다이아몬드 지립의 절인 마모가 빨라 능률적인 가공을 장시간 유지하기가 곤란하다.

여기서는 국내 기계 가공 작업 현장에 있어서 부품의 신소재 대체에 따라 필연적으로 사용하게 된 다이아몬드 연삭 슷돌에 대하여 작업자들이 범용 슷돌 사용시의 고정 관념만을 갖고 새로운 공구에 관한 기초 지식이나 Know-how없이 가공 작업에 임하는 경우가 많아, 압력 절입 방식에 있어서의 연삭 능률 비교를 중심으로 평면 연삭이나 절단 등의 강제 절입 방식에 있어서의 연삭비, 연삭저항 등의 데이터도 첨부하여 세라믹스 가공을 위한 다이아몬드 연삭공구의 조건에 대해 논하고자 한다.

1. 세라믹스의 연삭 특성

그림 1은 Si_3N_4 세라믹스와 초경합금 등의 정압 절입 방식에 있어 재료 제거속도의 시간 증가에 따른 변화를 나타내 본 것이다. 초경합금의 경우 연삭 능률이 완만하게 저하되지만 Si_3N_4 는 급속하게 연삭 능력이 감소하는 양상을 보인다. 사진 1은 이 시점의 wheel 표면 상태이다. High strength engineering ceramics의 연삭에 있어서는 이 같은

강 재 훈·이 재 경
(한국기계연구소 가공기술실)

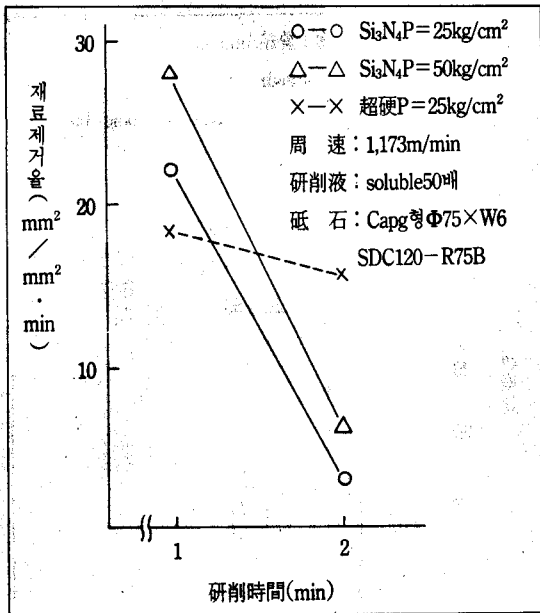


그림 1) Silicon nitride와 초경의 정압연삭에 있어서의 재료제거율



사진 1) Silicon nitride 연삭후의 wheel 표면

다이아몬드 지립 절인부의 평탄한 마멸 상태를 쉽게 찾아볼 수 있다.

그림 2는 Cap형 wheel을 사용한 강제절입 방식에 있어서 Sialon과 초경합금의 연삭저항을 동력계로서 측정된 결과를 나타낸다. 수평분력은 양 소재 모두 일정하게 보임에 비하여 수직분력은 완연히 다른 추세를 나타내고 있다. 즉, 초경합금의 경우는 수직분력이 일정한 범위내에서 상승 하강이 반

技術現況分析

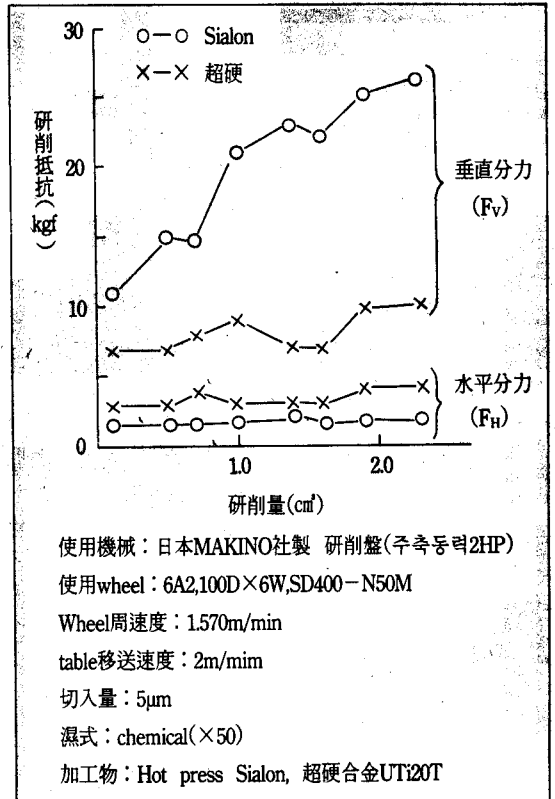
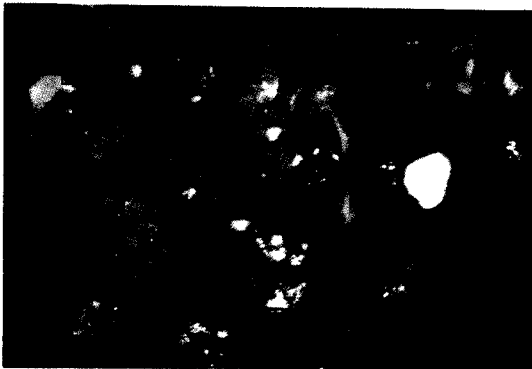


그림 2) 강제절입 방식에 있어서의 연삭저항의 추이

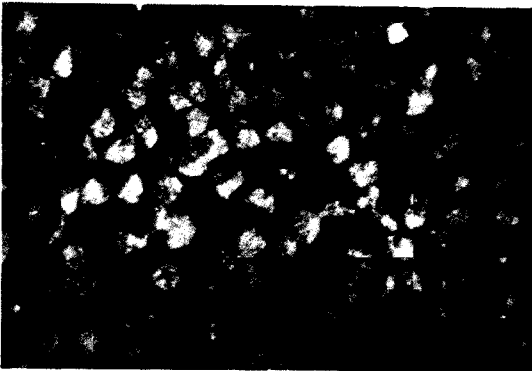
복되어져 지립 절인의 자생작용이 이뤄지고 있는 것으로 추정되는 반면, Sialon의 경우는 연삭의 진행에 따라서 급상승하는 경향을 보인다. 이는 세라믹스 재료가 고경도라서 지립의 관입이 어려워 생기는 현상이라고 생각된다. 이 같은 현상을 조절하여 세라믹스를 고능률로 연삭가공하고자 할때에 있어 다이아몬드 휠의 구성요소인 다이아몬드 지립의 특성과 이를 유지(保持)하는 결합체의 특성을 적합하도록 하는 것이 중요하다.

2. Super abrasive(Diamond grain)

다이아몬드 지립과 CBN 지립을 총칭하여 최근 초지립(Super abrasive)이라고 한다. 이 중 다이아몬드 지립은 천연 다이아몬드(D), 합성 다이아몬드(SD), 금속피복 합성 다이아몬드(SDC)의 3



(a) SD grain



(b) SDC grain

사진 2) SD 砥粒, SDC 砥粒의 비교 사진

종류로 크게 나뉜다. 합성 다이아몬드는 사용 목적에 따라 형상 및 물성치가 control되어질 수 있다는 장점으로 사용되어지는 공업 다이아몬드 지립의 총 90% 이상을 차지하고 있다.

사진 2는 대표적인 SD 및 SDC 지립의 전자 현미경 사진을 나타낸다.

Resin bond용 합성 다이아몬드 지립은 불규칙한 결정 형상을 지니기 때문에 보지력이 약한 레진 본드의 물성과 잘 적합하여, 세라믹스의 연삭에 있어서 안정된 연삭 능력을 얻기가 쉽다.

SDC 지립은 레진 본드용 SD 지립의 표면에 니켈이나 동을 코팅하기 때문에 지립의 比表面積을 증대하여 보지력을 크게 하는 효과가 있다.

Metal bond용 SD 지립은 보통 날카로우며 인성이 높다. 그 중에서도 콘크리트, 석재 등의 절

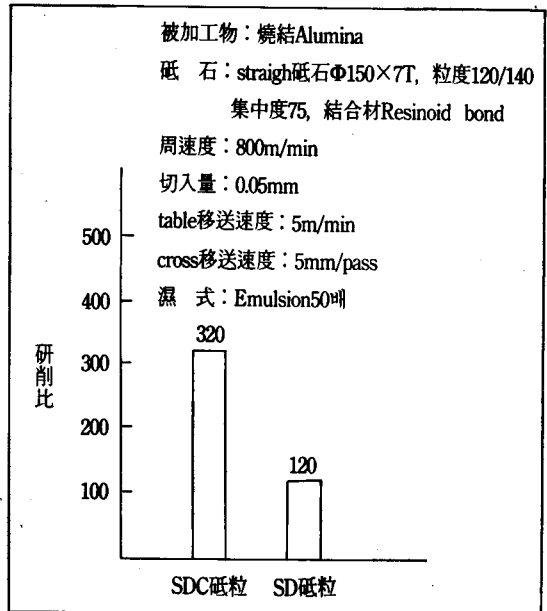


그림 3) 세라믹스 연삭에 있어서의 숫돌 입자의 영향

단용으로는 가장 강한 지립이 사용되며, 세라믹스나 유리 등의 연삭용으로는 어느 정도 파쇄성을 갖는 지립이 사용된다.

그림 3은 Alumina 세라믹스의 평면 연삭에 있어서의 레진 본드용 SD, SDC 지립성능을 비교한

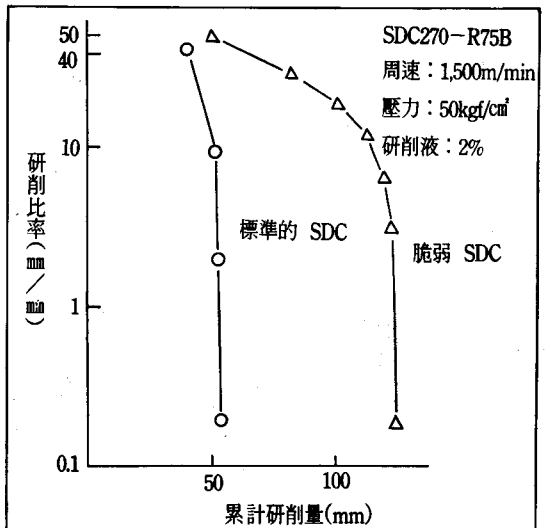


그림 4) Sialon의 정압연삭에 있어서의 숫돌입자 종류의 효과

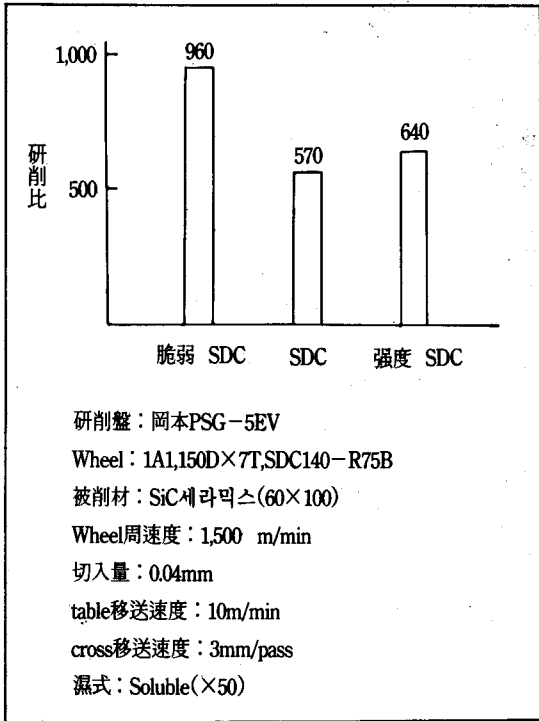


그림 5) SDC 스톨 입자의 성능 비교

것이다. SDC 지립은 금속 코팅에 의해 지립 탈락이 적으며 SD 지립보다 높은 연삭비를 나타낸다.

또 똑같이 금속 피복된 SDC 지립에 있어서도 결정 구조가 다름에 따라 연삭 특성이 변하게 되는 바, 그 상태를 그림 4, 5에 나타내 보았다. 그림 4는 Cap형 휠을 이용한 Sialon의 정압 연삭에 있어서 연삭 능력의 비교를 보여주고 있다. 불규칙하고 취약한 SDC 지립의 경우가 절미의 지속성이 좋은 것으로 나타났다.

반응 소결 SiC의 평면 연삭에 있어서는 무엇보다 높은 연삭비를 보이는 것으로 나타났다(그림 5). 이는 지립의 마멸이 평할 마멸이 아니고 미소 파쇄에 따라 절인의 자생 작용이 어느 정도 발생되어지기 때문에 연삭 저항도 낮아지게 되고 따라서 지립 탈락도 적어지게 되는 것이라고 보인다.

이 밖에 연삭 특성에 영향을 주는 요인으로서 다이아몬드 지립의 입도와 집중도가 있다. 그림 6은 Metal bond cutting wheel로서 반응 소결 SiC를 절단 가공할시의 소비 동력과 연삭비를 입도, 집

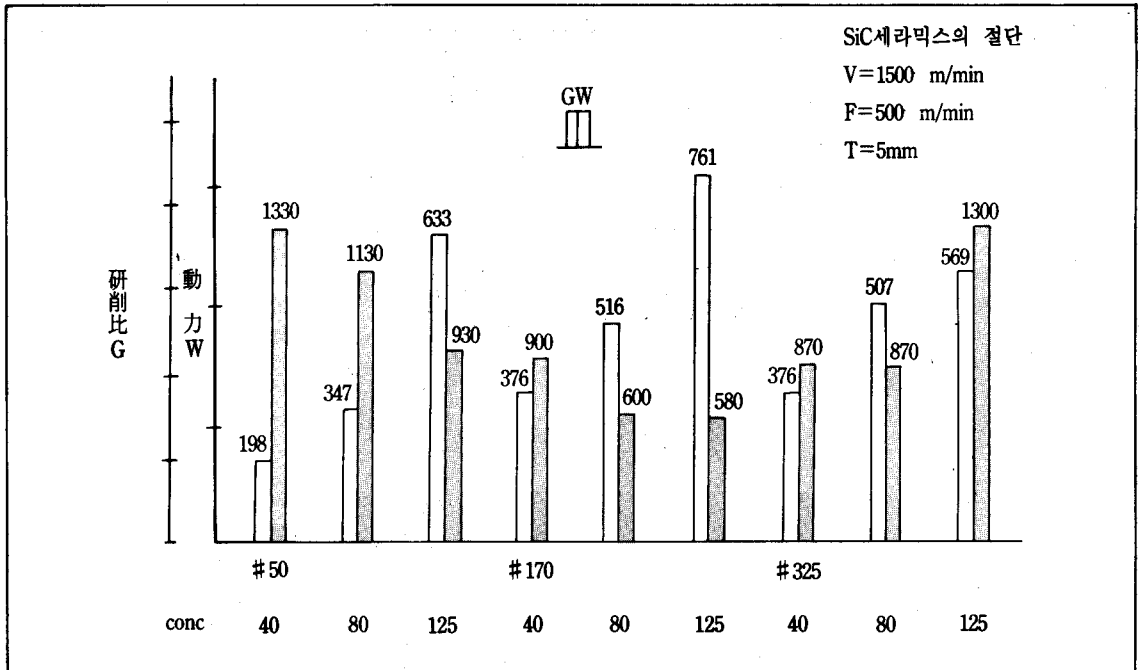


그림 6) 연삭비와 동력

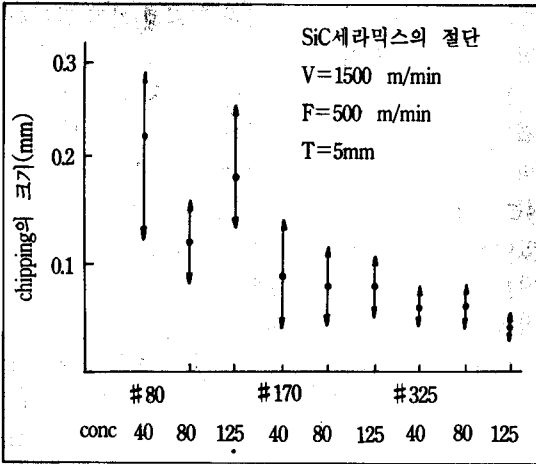


그림 7) 세라믹스재료 연삭시의 chipping

중도 별로 나타내 본 것이다. 또 그림 7은 그때의 Chipping 량이다.

고집중도가 되면 당연히 wheel의 마멸이 적게 되어 chipping의 발생에도 어느 정도 효과가 있지만 동력면의 효과는 판별하기가 어렵다. 입도의 크기는 chipping의 발생을 억제하는데 효과적이다.

3. 결 합 제

다이아몬드 지립을 保持하는 결합제는 resin bond(B), metal bond(M), vitrified bond(V), 전착 본드(P)의 4종류로 나뉜다.

레진 본드 휠은 페놀 수지나 폴리이미드 수지를 matrix로 하는 탄성 스톤이어서, 이 탄성 특성이 연삭면조도, chipping의 크기 등에 영향을 줘 비교적 표면품위가 우수한 편이다. 일반적으로 연삭 저항이 작고 휠의 마멸이 큰 경향을 갖고 있다.

메탈 본드는 지립의 保持力이 크고 절분에 의한 bond 마멸이 적기 때문에, 많은 경우 지립의 자생 작용은 기대하기 힘들다. 따라서 정기적인 dressing 작업이 필요하지만 휠의 마멸이 가장 적은 결합제라 할 수 있다.

비트리하이드 본드는 glass질의 결합제가 사용되어져 고기공률, 고강성의 특징이 있으며, sharp-edge를 기대하는 가공에 유효하다.

그림 8은 반응 소결 SiC의 정압 연삭에 있어서 B, M, V 본드의 연삭 능률을 비교한 것이다.

레진 본드의 경우는 연삭 초기의 연삭 능력이

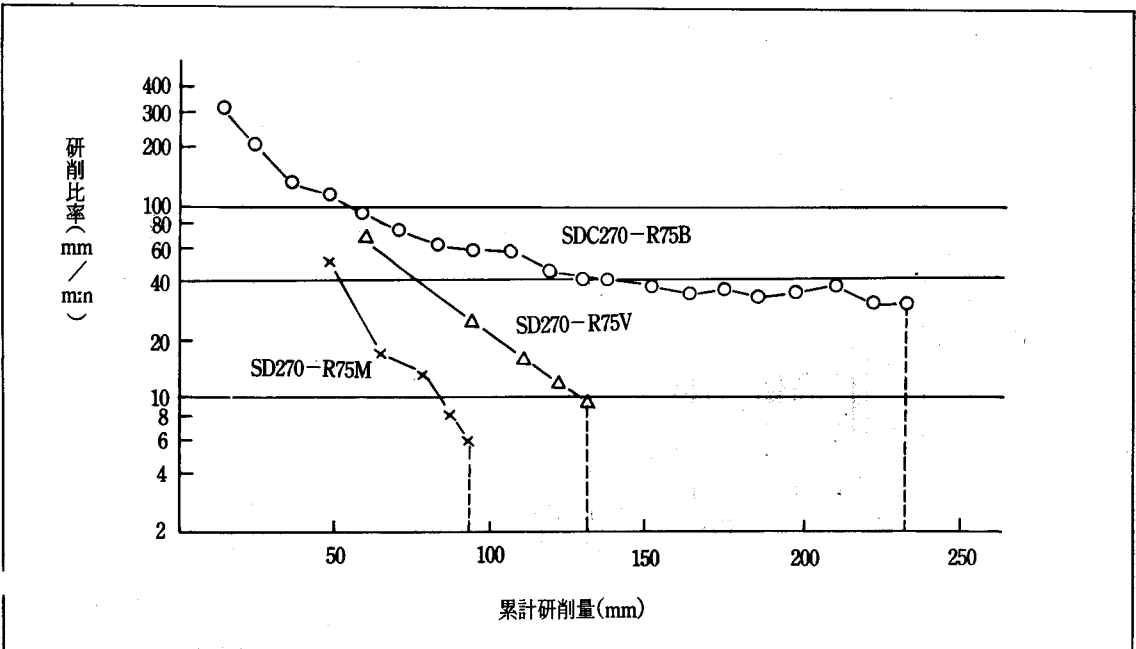


그림 8) 反應燒結 SiC 세라믹스의 정압연삭에 있어서의 결합제 종류의 성능

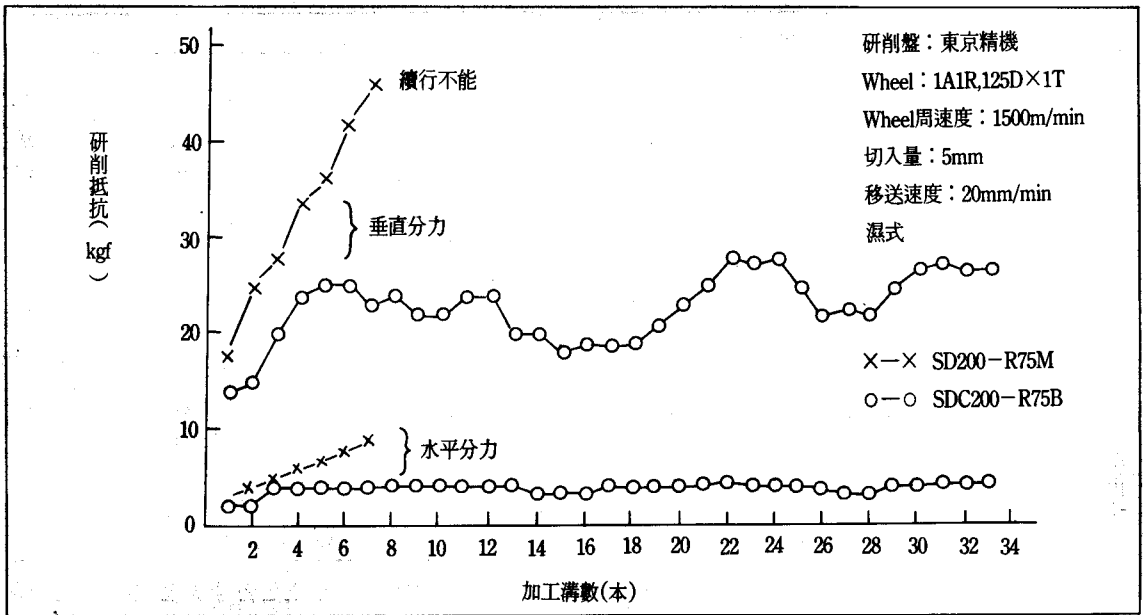


그림 9) 反應燒結 SiC 세라믹스의 홈성형 가공에 있어서의 연삭저항

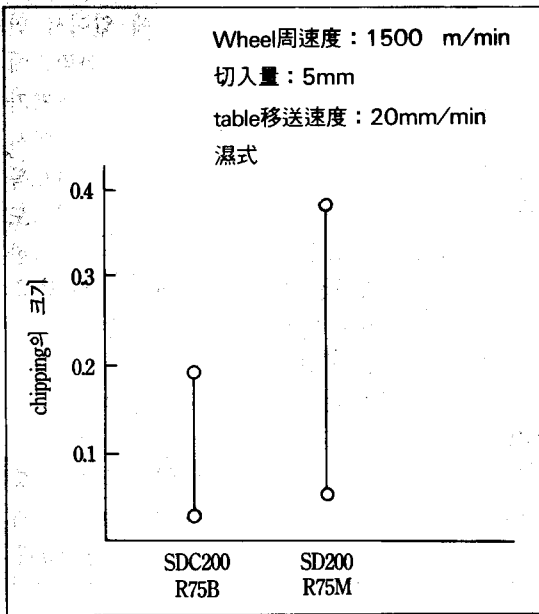


그림 10) SiC 세라믹스의 홈성형 가공시의 chipping

차츰 소실되긴하나, 약 30mm/min의 값으로 안정되어 자생 작용이 행하여 지고 있다고 보여진다. 이에 반해 메탈 본드는 급격한 능률의 저하가 나타나 연삭 불능에 이르게 됨이 명백하다. 비트

리화이드 본드는 레진과 메탈의 중간적 성능을 나타낸다.

반응 소결 SiC의 홈깊이 가공에 있어서는 메탈 본드 휠의 연삭 저항이 커져 연삭 불능이 되지만 레진 본드 휠의 경우는 낮은 값으로 안정적이다 (그림 9). 그림 10은 이 때 측정된 chipping의 크기를 나타낸 것으로 레진 본드에 의한 가공면 품질의 고급성을 나타내는 데이터라고 할 수 있다.

4. 연삭 조건의 영향

동일한 다이아몬드 휠에 있어서는 휠의 주속도, 테이블 이송 속도, 연삭액 등 연삭 조건이 변하게 되면 그 휠의 평가도 바뀌어져야 한다. 이 의미는 가공 조건에 휠의 내용만을 포함시킬 뿐만 아니라 그 최적 가공 조건을 찾아내는 것이 중요한 과제라 하겠다.

휠의 주속도가 빨라지게 될수록 소비동력은 저하되고, 높은 연삭비를 얻을 수 있다(그림 11). 또, 절단 능률을 일정하게 유지하는 반응 소결 SiC의 절단(그림 12)에 있어서는 이송 속도를 빠르게 하는 것이 동력적으로 유리하다.

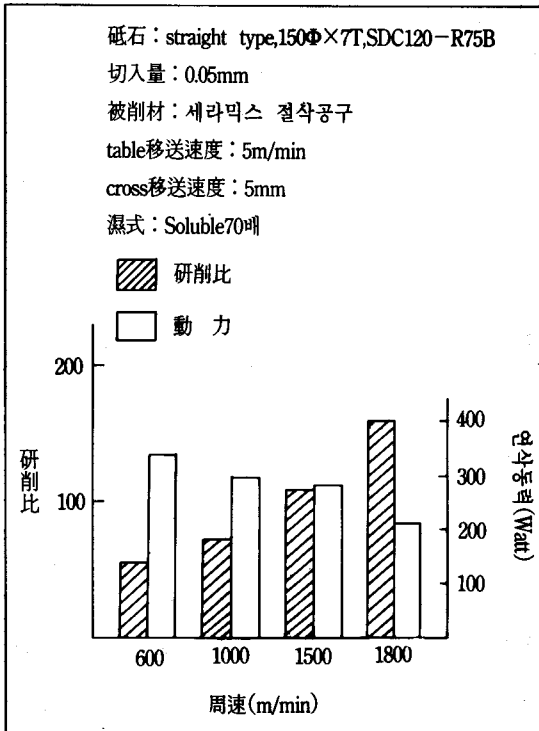


그림 11) 슛돌 주속도의 영향

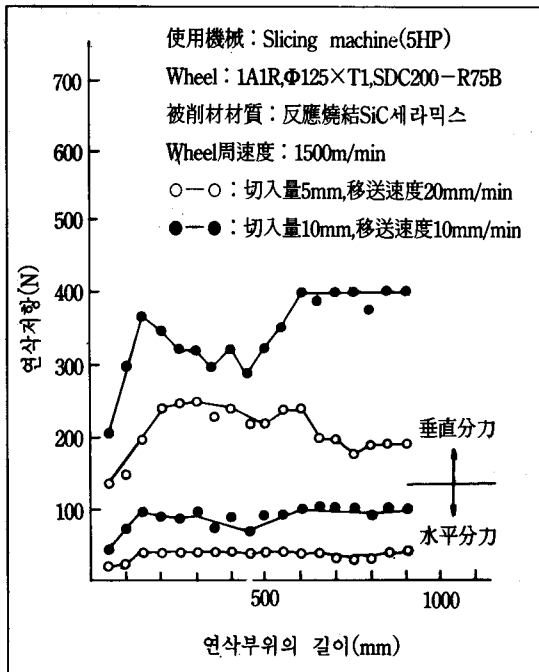


그림 12) 연삭가공 조건이 저항에 미치는 영향

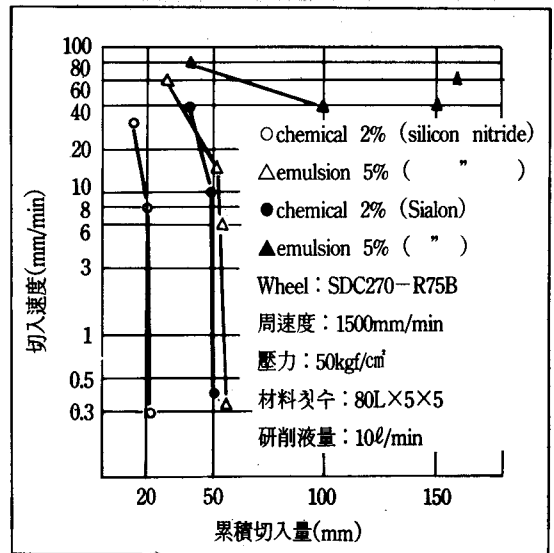


그림 13) 세라믹스의 정압연삭에 있어서의 연삭유제의 영향

그림 13은 세라믹스의 정압 연삭에 있어서 연삭유제의 영향을 나타낸다. 어떠한 세라믹스에 있어서도 윤활성이 풍부한 Emulsion type의 유제가 우수한 성능을 나타내며, Sialon의 경우에 있어서 연삭 초기의 높은 가공 능률을 장시간 일정하도록 해주는 역할도 해주고 있다. 또, Si₃N₄에 있어서도 그 가압력이 150 kg/cm²까지 상승되어질때, 일정한 높은 압력이 지속되는 현상을 이루게 하기도 한다.

이상 다이아몬드 연삭 슛돌의 주요한 구성 요소인 다이아몬드 지립과 결합체가 세라믹스제의 연삭에 미치는 영향에 대해서 최근의 실험적 데이터를 통하여 알아 보았다.

화인 세라믹스의 연삭에 있어서는 다이아몬드 지립의 마멸이 연삭저항의 상승이나 연삭 능률의 저하에 있어 큰 요인이 되는 것으로 나타났다. 이러한 마멸 속도를 어떻게 낮추는가하는 것이 큰 과제인 것은 사실이다. 그래서 마멸의 진행과 밸런스를 맞춰가면서 결합체의 마멸을 어떻게 이뤄지도록 할 수 있는 방법에 대한 연구가 추진되어지고 있다.

또한, 다이아몬드 연삭 슛돌의 구성 요소에 대한 연구 이외에도 연삭 조건의 선정, 연삭유제 및

급유법의 검토, 초음파 진동을 이용한 가공 등과의 복합 연삭, 정기적 혹은 연속적인 드레싱 기구 등 다각적인 검토를 지속해야 할 필요가 있다고 본다.

국내 작업 현장에 있어서의 화인 세라믹스 소재 가공의 고능률, 고정도 실현을 기술 이전 없이도 자체적으로 실현하여 수입 억제, 수출 증대 및 국제 경쟁력의 강화를 이룩하고자 한다면, 현재와 같이 첨단 가공 기술의 태동기와 같은 상황에 있어서는 무엇보다도 신가공 공구의 최적 활용을 위한 Know-how의 습득이 우선되어야 하며

국산화 공구를 사용한 자체적인 세라믹스 소재에 대한 가공 데이터의 축적이 빨리 실행되어야 한다고 본다.

또한 초지립(Super-abrasive) 연삭공구의 국내 보급이 비교적 많은 금형 생산산업 등과 같은 분야의 국내 영세 산업의 단점을 보완하기 위해서도 연구기관 및 학교 연구소 등과의 협동 연구를 통한 결과를 직접 전달하여 효과적으로 이전할 수 있는 연계 체계의 확립 역시 필수적이라고 보인다.

◎ 뮌헨 국제컴퓨터 관련장비 박람회
〈SYSTEC〉

- 1) 개최기간(주기) : '90. 10. 22~26(격년)
- 2) 개최국(도시, 전시장명) : 서독(뮌헨, Messsegelände)
- 3) 전시면적 : 127,233 S/F
- 4) 전시품내용 : 정보시스템, CAD, CAM, CAE, CAT, 소프트웨어, 네트워킹, 테스트시스템, 컴퓨터 주변장치, 항공자동시스템
- 5) 성격 및 현황 : 학술회의의 병행 개최되며 국내 225개, 국외 41개 업체가 참가하는 박람회
- 6) 주 최 : Munchener Messe-und Ausstellungsgesellschaft mbH. Postfach 121009. 8000 München 12, Tel : 089/51070. Tlx : 5212086, Fax : 089/5107506.