

## 수지결합제금강석연마석의 내마모성제고

김 호 남

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 지적하시였다.

《과학자, 기술자들은 현실에 튼튼히 발을 붙이고 사회주의건설의 실천이 제기하는 문제들을 연구대상으로 삼고 과학연구사업을 진행하여야 하며 연구성과를 생산에 도입하는데서 나서는 과학기술적문제들을 책임적으로 풀어야 합니다.》(《김정일선집》 제15권 증보판 492페이지)

일반적으로 금강석분말을 금속이나 합금으로 피복하면 그것을 리용하는 공구는 질이 개선되고 공구의 수명은 금속피복을 하지 않은 공구보다 더 길다.[2-4] 금강석분말의 금속피복은 여러가지 방법으로 할수 있으며 금강석공구의 특성들은 금강석분말의 금속피복방법과 연마석의 제작방법[1, 4]에 크게 의존된다. 전기도금방법은 도금설비에 대한 요구성이 낮고 금속피복두께를 임의로 조절할수 있으므로 아주 우월하다.

우리는 화학적 및 전해도금방법에 의한 금강석분말의 금속도금방법이 금강석연마석의 내마모성에 미치는 영향을 고찰하였다.

### 실험 방법

금강석연마석제작방법은 다음과 같다. 금강석알갱이(립도 70~100 $\mu$ m)들에 전기전도성을 부여하기 위하여 화학적동도금을 하였다.

화학적방법에 의한 동도금방법은 다음과 같다.

금강석분말의 결면오물을 세척하기 위하여 가성소다용액(20%)속에서 20min동안 세척한 다음 증류수로 세척한다. 다음 염산처리를 하고 증류수로 세척한다. 결면세척한 금강석분말을 0.1질량%의  $\text{AgNO}_3$ 용액(30 $^{\circ}\text{C}$ )속에서 5min동안 유지한 다음 증류수로 세척하고 동도금용액속에서 도금을 진행한다.

도금용액의 조성은 표 1과 같다.

동도금한 금강석분말을 전기도금방법에 의하여 피복률이 50%되게 니켈피복을 진행하였다.

미분말들은 용액속에서 잘 침전되지 않고 쉽게 떠다니므로 립도가 작은 미분말들까지도 균일하게 도금하기 위하여 전기도금장치를 새롭게 제작하여 리용하였다.

도금장치의 원리도는 그림 1, 전해니켈도금용액의 조성과 도금조건은 표 2와 같다.

이 도금장치에서 음극은 도금욕조의 밑바닥과 원통둘레를 따르는 가락지형동판으로 되었으며 양극으로는 니켈금속을 리용하였다.

표 1. 도금용액의 조성

조성	첨가량
$\text{CuSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	2.5g/100mL
$\text{NaOH}(20\%)$	10g/100mL
글리세린	3.5g/100mL
포르말린(40%)	1.5g/100mL

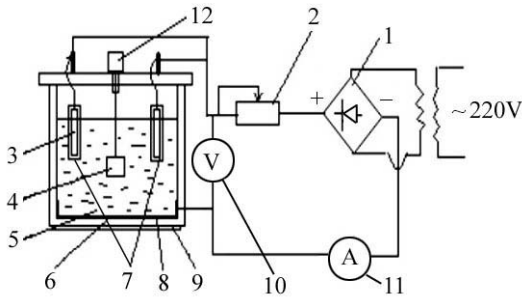


그림 1. 전해도금장치의 원리도

- 1-정류기, 2-가변저항, 3-양극, 4-교반날개,  
5-도금액, 6-음극, 7-려파기, 8-본체,  
9-가열기, 10-전압계, 11-전류계, 12-전동기

강석분말의 결면에 도금이 진행되게 된다.

도금과정에 양극에서 금강석분말의 결면에 도금된 니켈의 용해를 막고 양극에서 나오는 불순물을 제거하기 위하여 양극에 려파기를 설치한다.

금속피복한 금강석분말은 700℃의 수소분위기 속에서 40min동안 유지하는 방법으로 열처리를 하였다.

금강석연마석작업층의 조성과 비율은 표 3과 같다.

니켈도금을 하였을 때와 대비적으로 고찰하기 위하여 금속피복하지 않은 금강석분말을 리용하여 금강석연마석을 제조하였다.

표 3. 금강석연마석작업층의 조성과 조성비

공구의 종류	금강석 /체적%	탄화규소 /체적%	피복금속 /체적%	결합성분 /체적%
금속피복한 금강석연마석	25	20.26	4.74	50
금속피복하지 않은 금강석연마석	25	25	—	50

결합성분은 페놀수지와 우로트로핀을 체적비로 9 : 1로 혼합한것이다.

표 3과 같은 비율로 혼합한 시료를 주어진 형타에 장입하고 약 30MPa의 압력으로 가압한다. 다음 온도를 80℃까지 올리고 20min동안 유지한 후 다시 압력을 300MPa까지 올린 다음 180℃에서 40min동안 유지한다. 이런 방법으로 직경  $d=24\text{cm}$ , 높이  $h=8\text{mm}$  인 시험시편을 준비하였다.

금강석연마석작업층의 연마대상으로 화강석을 선정하고 화강석과 금강석의 마모량의 질량비에 의하여 금강석연마석의 내마모성을 평가하였다.

## 결과 및 고찰

금강석연마석의 비소비는 금강석의 마모량 : 화강석의 마모량의 비로 평가하였는데 마모시험결과는 표 4와 같다.

도금장치에 의한 도금원리는 다음과 같다.

화학도금방법으로 동도금한 금강석분말을 니켈도금용액속에 넣고 교반날개를 회전시킴으로써 금강석분말의 교반을 진행한다. 교반에 의하여 금강석분말은 밀면의 음극면우에서 미끄러지면서 주변으로 흩어지게 되는것과 함께 가락지형의 띠형음극면우에서도 미끄러지게 되며 다음 반대의 류체흐름이 주변에서 중심으로 진행되게 된다. 그러면 교반에 의하여 금강석분말은 다시 이런 순환을 끊임없이 받게 되며 금강석분말이 음극면우에서 미끄러지는 동안에 금

표 2. 전해니켈도금액의 조성과 도금조건

조성 $/(g \cdot L^{-1})$	도금조건
$NiSO_4 \cdot 7H_2O$ 250	온도 55℃
$H_3BO_3$ 20	전류밀도 $2A/dm^2$
NaCl 10	pH 5

표 4에서 보는바와 같이 금속피복한 금강석연마석의 비소비는 금속피복하지 않은 금강석연마석의 비소비보다 16배나 작다. 이것은 여러가지 원인에 의하여 설명할수 있다.

표 4. 금강석연마석의 마모시험자료

공구의 종류	연마대상	비소비 $/(mg \cdot g^{-1})$
금속피복한 금강석연마석	화강석	1.25
금속피복하지 않은 금강석연마석	화강석	20.60

첫째로, 그것은 금강석알갱이들과 결합제사이의 결합세기가 증가하기때문이다. 금강석알갱이들은 금속도금방법의 특성으로 하여 균일한 두께로 금속피복되게 된다. 균일한 두께의 금속피복층은 금강석알갱이가 집을 받는 경우 금강석알갱이들이 어느 한쪽으로 치우치지 않게 힘의 균형을 보장하게 함으로써 금강석연마석에서 금강석알갱이들의 탈락현상을 현저히 막게 한다. 또한 피복금속과 수지결합제사이의 결합(화학결합)이 금강석과 수지결합제사이의 기계적결합보다 더 크기때문이다.

둘째로, 금강석분말의 금속도금과 열처리에 의하여 금속피복한 금강석분말의 구조적 및력학적특성이 개선되기때문이다. 화학도금법에 의하여 도금된 동도금층은 무정형상(도금속도가 빠른 경우)을 이루며 이것은 열처리에 의하여 결정상으로 이행하게 된다. 한편 열처리과정에 니켈과 동도금층들사이의 호상확산에 의하여 합금이 형성된다.

X선상분석에 의하여 니켈과 함께  $Cu_{0.81}Ni_{0.19}$ 의 합금이 금강석결면에 형성되었다는것을 확증하였다.

X선분석기 《Rigaku-MINIFLEX》에서  $CuK_{\alpha}$ 선을 리용하여 이동속도  $2^{\circ}/min$ , 걸음값  $0.02^{\circ}$ 의 조건에서 분석을 진행한 결과는 그림 2와 같다.

한편 피복금속은 금강석결면의 균열이나 틈, 결합들에 침투하여 그것들을 메꾸거나 균열금강석들의 결합을 강화해주기때문에 금강석알갱이의 누름세기를 2배이상 높인다. 금강석알갱이의 누름세기가 높아진 결과 금강석알갱이들이 작업과정에 더 높은 누름힘에서도 부서지지 않고 자기의 성능을 나타낼수 있게 된다.

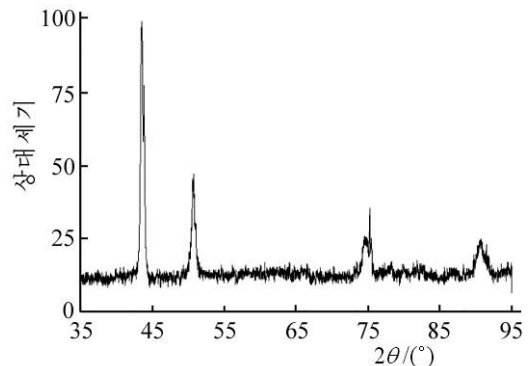


그림 2. Cu-Ni합금에 대한 X선회절도형

## 맺 는 말

1) 금강석미분말들까지도 균일한 두께로 전해도금하는 장치를 새롭게 제작하고 금속도금한 금강석알갱이를 열처리함으로써 알갱이의 누름세기를 2배이상 높이였다.

2) 금강석분말결면의 금속피복에 의하여 금강석과 수지결합제사이의 결합세기를 강화하였다.

3) 금속피복한 수지결합제금강석연마석의 금강석비소비는 금속피복하지 않은 금강석연마석의 비소비에 비하여 16배 작다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김수림 등; 물리, 4, 13, 주체101(2012).
- [2] W. Leticia et al.; Diamond and Related Materials, 10, 332, 2000.
- [3] Jin Weidong; Transaction of Tianjin Universty, 11, 3, 2005.
- [4] M. K. Tripathi et al.; Int. J. Electrochem. Sci., 8, 3454, 2013.

주체103(2014)년 3월 5일 원고접수

**Wear Resistance Enhancement of Plastic Bonded Diamond Wheel**

*Kim Ho Nam*

We have newly manufactured the electroplating device in which the diamond powder including the microcrystalline diamond may be plated with uniform thickness. When diamond grits plated with metal underwent to the heat treatment, its compression intensity is raised above 2 times.

Experimental results showed that the consume ratio of the plastic bonded diamond wheel(PBDW) coated with the metal was 1/16 times smaller than that of PBDW without coating.

Key words: diamond wheel, wear resistance