

## A study on the fabrication methods of rough diamond according to their shapes (bruting)

Duk Hwan Choi<sup>†</sup>, Sae Hwan Kim and Jong Koen Choi

Dept. of Gemological Engineering, Dongshin University, Naju 520-180, Korea

(Received December 28, 2002)

(Accepted January 22, 2003)

**Abstract** This paper is a study on the method that it is bruting a piece of a rough diamond with keeping the maximum volume of it. When a diamond will be bruting, how to keep the maximum diameter of one is very important because of its own characteristics that include shapes, mineral characteristics, and so on. In the middle of bruting, concentrating on the work is also required because girdle will be break down. We tried to bruting with gaining maximum diameters of rough diamond. As the result, an octahedron is made into the round shape with size  $6.75 \times 6.75 \times 3.83$  mm, a dodecahedron the cushion shape with size  $6.86 \times 6.86 \times 3.95$  mm, a fancy the marquise with size  $6.92 \times 3.78 \times 3.46$  mm. Their rates of loss are round brilliant 24.5 %, cushion barion 15.5 %, and marquise 18.7 %, respectively.

**Key words** Bruting, Octahedron, Dodecahedron, Fancy

## 다이아몬드 원석의 외형에 따른 가공방법에 관한 연구(모형)

최덕환<sup>†</sup>, 김세환, 최종건

동신대학교 공과대학 보석공학과, 나주, 520-180

(2002년 12월 28일 접수)

(2003년 1월 22일 심사완료)

**요약** 천연의 다이아몬드 원석을 이용하여 최대한의 중량을 유지하도록 브루팅하는데 있어서 원석 나름대로의 특성(모양, 광물조직 등)을 가지고 있기 때문에 외형에 따른 중량을 유지하는 것이 중요하다. 일반적으로 가장 많이 산출되는 다이아몬드 원석을 이용하여 이상적인 디자인으로 브루팅 작업을 한 결과, 팔면체형을  $6.75 \times 6.75 \times 3.83$  mm 크기의 round brilliant 형으로, 십이면체형을  $6.86 \times 6.86 \times 3.95$  mm 크기의 cushion barion 형으로, 현시형을  $6.92 \times 3.78 \times 3.46$  mm 크기의 marquise 형으로 연마하였다. 그에 따른 소모율은 round brilliant 24.5 %, cushion barion 15.5 %, marquise 18.7 %이었다.

### 1. 서론

우리나라 다이아몬드 시장은 한때 미국·일본 다음의 세계 3대 소비국으로서 전 세계 바이어들의 시선을 집중시킨 적이 있으며 지금도 세계 10대 소비국으로서 꾸준한 성장세를 보이고 있다. 이러한 거대한 시장에 다이아몬드에 대한 연구소나 교육시설이 하나도 없음은 우리의 커다란 문제점이 아니라 할 수 없다.

다이아몬드 연마는 원석의 선별, 금긋기, 절단, 브루팅, 광택의 순으로 이루어지는데, 천연의 원석을 연마할 경우 완전한 나석으로 만들어지기까지는 많은 소모율이

발생한다. 이스라엘, 벨기에, 미국 등 다이아몬드 선진국의 경우, 다이아몬드 외형에 따른 디자인과 연마작업시 발생하는 소모율 발생원인에 대한 연구를 통하여 1캐럿의 라운드 브릴리언트 커트의 나석을 생산하는데 일반적으로 절단작업시 3 %, 브루팅 작업시 25 %, 광택 작업시 25 % 가량의 소모율이 발생하여 원석의 약 47 %를 완제품으로 생산하고 있다. 그러나 우리나라의 경우 외국의 선진가공 기술기피 때문에 다이아몬드 가공방법에 대한 자체개발을 해야함에도 25년 전부터 지금까지 아무런 연구개발이 없이 오직 0.3캐럿 이하의 라운드 브릴리언트 커트 밖에는 연마하지 못하는 기술 후진국임을 커다란 문제점이 아닐 수 없다.

다이아몬드 원석은 채굴당시에 등축정계의 맑고 투명한 결정을 가지고 있는 것이 아니라 오랜 세월을 자연과 함께 지내오면서 깨어지거나 닳아져서 등글거나 내포물

<sup>†</sup>Corresponding author

Tel: +82-42-670-9431

Fax: +82-42-670-9430

E-mail: dhchoi@tjhealth.ac.kr

을 포함한 파손된 상태로 발견된다. 이러한 원석을 라운드 브릴리언트 커트라는 주어진 형태에 맞추어 가공하기 까지는 많은 소모율이 뒤따른다. 천연의 다이아몬드 원석을 연구한 후, 경제적으로 원석의 외형이 그 자체로서 다듬어진 브릴리언트 커트보다 더 많은 가치를 지닐 수 있다면 원석의 외형에 알맞은 형태로 연마가 이루어져야 한다. 고가의 보석은 약간의 중량차이가 발생해도 많은 가격차이가 나기 때문에 디자인에 맞추어 가공하는 것이 아니라, 원석의 외형에 따라 디자인을 구상하고 연마하여야 하기 때문에 다이아몬드의 경우 외형에 따른 많은 디자인 개발과 가공방법이 연구되어야 한다. 금번 다이아몬드 원석의 외형에 따른 가공방법에 관한 연구를 통하여 보석용으로 가장 많이 산출되는 팔면체, 십이면체, 팬시형태의 브루팅 작업시 많은 중량을 산출할 수 있는 이상적인 디자인과 원석의 외형에 따른 중량을 최대한 살려 가공하는 방법에 대해 연구하였다.

## 2. 실험 방법

### 2.1. 원석의 선정

본 연구에서 사용한 원석은 브릴리언트 커트에는 Table 1과 같이 규격 8.12×8.08×8.05 mm, 중량 3.25 ct의 팔면체를 선정하였으며, 쿠션 바리온 커트에는 거들부분에 무게가 집중되어 있는 규격 7.58×7.37×7.40 mm, 중량 3.36 ct의 십이면체를 선택하였다. 마퀴스 커트는 동일한 무게의 원석을 구할 수 없어 약간 적은 규격 11.64×5.53×6.25 mm, 중량 2.72 ct의 팬시형 원석을 선정하였다.

### 2.2. 절단

절단기는 베드 타입과 풀리 타입이 있는데 본 연구에

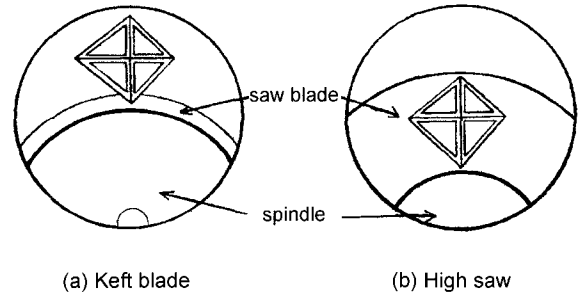


Fig. 1. Sawing blade used for cutting rough diamond.

서는 일반적으로 많이 사용하는 베드 타입을 선정하여 사용하였다.

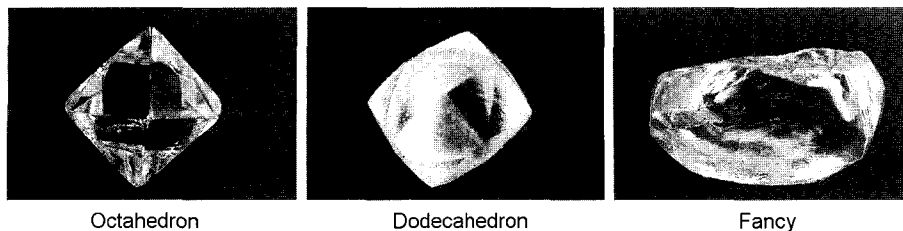
톱날은 원기둥 모양의 축이나 굴대 위로 올라와 2개의 절단 스피들 사이에서 지탱되는데 올바른 절단을 하기 위하여 다이아몬드 표면에 실제 톱날보다 약간 두꺼운 톱날을 선택하여 절단해야 할 가장자리를 Fig. 1(a)와 같이 표시하였다. 이 톱날은 절단톱날이라 하며 아주 작은 원석들은 표시할 필요가 없다. 절단부분을 표시한 후, Fig. 1(b)와 같이 절단 스피들 밖으로 돌출된 톱날은 원석의 크기보다 약간 큰 톱날을 사용하여 절단작업 후, 원석이 톱날 밖으로 돌출될 수 있어야 한다. 톱날 교체 후, 롤러를 사용하여 가장자리를 올리브나 비이버 오일과 절단용 다이아몬드 파우더의 혼합물로 톱날 가장자리에 묻혀 절단하였다.

### 2.3. 브루팅

브루팅 작업시 회전속도는 1분당 약 1700 rpm으로 약간 빠른 속도는 거들을 부드럽게 하거나 둥글게 하는 것을 돕는다. 브루팅 작업을 하기 위하여 사용되는 브루팅 돕은 테이블 돕과 오목한 돕의 두 가지 유형이 있는데 테이블 돕은 편평한 헤드를 가지고 테이블 설치를 할 때 사용되며, 오목한 돕은 룰렛의 알 물림을 위하여 사용된

Table 1  
Rough diamond by selection

Cutting style	Round brilliant cut	Cushion Barion cut	Marquise cut
Crystal	Octahedron	Dodecahedron	Fancy
size (mm)	8.12×8.08×8.05	7.58×7.37×7.40	11.64×5.53×6.25
ct	3.25	3.36	2.72



다. 초기단계에는 거들면에서 쉽게 부서질 수 있기 때문에 주의해야 하며, 작업시 형태의 균형을 잡기 위하여 헤드의 2번째 원반인 이상한 고리를 황동 나무망치로 가볍게 두드려가며 형태의 균형을 잡아 주어야 한다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 브루팅 각도

브루팅 연마시 거들은 테이블에 대해서 90° 각도로 연마되어야 한다. 거들이 Fig. 2와 같이 1°~2° 정도 테이블 쪽으로 기울어져 있다면 거들면은 완전한 형태로 브루팅되었을때, 퍼빌리언의 쿨렛에서 바라보게 되면 거들면은 보여질 것이다. 쿨렛에서 보여지는 이 거들면은 뚜렷한 홈이다. 다이아몬드를 연마하였을 경우, Fig. 3과 같이 나석의 반쪽 사이에 있는 거들은 편평하지 않거나

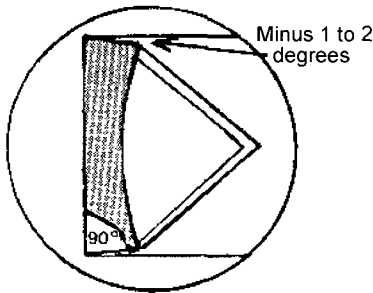


Fig. 2. Results of the correct girdle angle for a rough diamond.

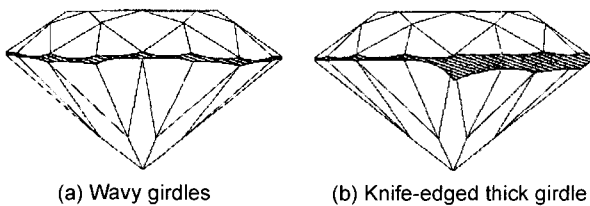


Fig. 3. Results of the irregular girdles for a rough diamond.

또는 두꺼웁거나 얇은 불균형한 거들을 유발시킬 수 있기 때문에 거들 각도는 테이블에 대해서 90°를 이루어야 한다.

#### 3.2. 원석의 형태에 따른 소모율 비교

본 연구를 통하여 팔면체는 일반적인 라운드 브릴리언트 커트, 십이면체는 원석의 외형에 알맞은 쿠션 바리온 커트, 내·외부에 홈이 있는 펜시형의 경우, 홈을 이용한 마퀴스 커트로 브루팅 작업을 한 결과, 그에 따른 소모율은 Table 2에 나타난 바와 같다.

팔면체의 경우 라운드 브릴리언트 커트로 연마할 경우, 원석 중량의 75.3 %인 1.97 ct의 원석을 연마할 수 있었으며, 원석의 외형에 따른 가공방법인 십이면체를 이용한 쿠션 바리온 커트로 연마한 경우, 원석 중량의 79.3 %인 2.28 ct의 원석을 연마할 수 있었다. 원석 내·외부 홈이 있는 펜시형의 경우, 외형의 특성에 맞는 마퀴스 커트로 연마하였을 때, 원석 중량의 77.9 %인 2.00 ct의 원석을 연마하였다.

그러나, 중량 2.87 ct, 규격 7.58×7.37×4.95 mm의 십이면체 절단석을 쿠션 바리온 커트로 연마한 결과, Table 3과 같이 소모율 20.7 %에 규격 7.05×7.05×4.58 mm, 중량 2.28 ct의 원석을 연마하였으나, 동일한 절단석을 라운드 브릴리언트 커트로 연마할 경우, 소모율 24.7 %에 규격 7.05×7.05×4.19 mm, 중량 2.16 ct의 원석을 연마하였다.

또한, 중량 2.57 ct, 규격 11.64×5.53×5.75 mm의 펜시형 절단석을 마퀴스 커트로 연마한 결과, Table 4와 같이 소모율 22.1 %에 규격 10.50×5.25×4.07 mm, 중량 2.00 ct의 원석을 연마하였으나, 동일한 절단석을 라운드 브릴리언트 커트로 연마한 경우, 단경의 폭이 작아 소모율 51.3 %에 규격 0.625×0.625×3.50 mm의 나석 2개를 연마하였다. 중량은 0.625 ct×2 = 1.25 ct 이었다.

십이면체와 펜시형의 경우, 원석의 외형에 따라 가공을 하지 않고 라운드 브릴리언트 커트로 연마를 하였을

Table 2  
Cutting loss of rough diamonds

Cutting style	Round brilliant cut	Cushion barion cut	Marquise cut	
Rough	crystal	octahedron	dodecahedron	fancy
	size (mm)	8.12×8.08×8.05	7.58×7.37×7.40	11.64×5.53×6.25
	ct	3.25	3.36	2.72
Sawing stone	size (mm)	8.12×8.08×5.30	7.58×7.37×4.95	11.64×5.53×5.75
	ct	5.05×5.02×2.60	4.28×4.25×2.31	
	loss (%)	3.22(2.621)	3.32(2.87)	2.57
Bruting	size (mm)	1.0	1.2	5.5
	ct	7.22×7.22×4.50	7.05×7.05×4.58	10.5×5.25×4.10
	loss (%)	1.97	2.28	2.00
		24.7	20.7	22.1

Table 3  
Comparison of cutting loss of a dodecahedron rough according to the cutting style

Crystal	Dodecahedron	
sawing size (mm)	7.58×7.37×4.95	
ct	2.87	
cutting style	round brilliant	cushion barion
bruting (mm)	7.05×7.05×4.19	7.05×7.05×4.58
ct	2.16	2.28
loss (%)	24.7	20.7

Table 4  
Comparison of cutting loss of a fancy rough according to the cutting style

Crystal	Fancy	
sawing size (mm)	11.64×5.53×5.75	
ct	2.57	
cutting style	round brilliant	marquise
bruting (mm)	0.625×0.625×3.50	10.50×5.25×4.07
	0.625×0.625×3.50	
ct	1.25	2.00
loss (%)	51.3	22.1

때, 많은 소모율을 나타내었다. 특히, 팬시형의 경우 마퀴스 커트에서 1.51 ct의 나석을 생산할 수 있었으나 라운드 브릴리언트 커트로 연마한 경우, 단경의 폭이 작아 0.625 ct의 나석 2개 밖에는 생산할 수 없었으며, 상품성에서 많은 소모율을 가져왔다.

본 연구를 통하여 원석의 외형에 따른 형태로 연마하지 않고 라운드 브릴리언트 커트로 연마하였을 때, 다음과 같은 문제점을 발견하였다.

중량 2.87 ct의 십이면체형 원석을 쿠션 바리온 커트로 연마한 결과, Table 5와 같이 소모율 20.7%에 중량 2.28캐럿의 원석을 연마하였으나, 동일한 절단석을 라운드 브릴리언트 커트로 연마할 경우, 소모율 24.7%에 중량 2.16 ct의 원석을 연마하여 소모율 4.0%에 0.12 ct의 중량감소를 가져왔으며, 중량 2.57 ct의 팬시형 원석을 마퀴스 커트로 연마한 결과, 소모율 22.1%에 중량 2.00 ct의 원석을 연마하였으나, 동일한 절단석을 라운드 브릴리언트 커트로 연마한 경우, 소모율 51.3%에 원석 2개를 연마하였다. 중량은  $0.625 \text{ ct} \times 2 = 1.25 \text{ ct}$ 이었다. 마퀴스 커트 보다 소모율 29.2%에 0.75 ct의 중량감소를 가

Table 5  
Results of diamond cutting according to the their shape of roughs and facetting method

Rough	Round brilliant cut	Cushion barion cut	Marquise cut	Note
dodecahedron (2.87 ct)	loss(%) 24.7 ct 2.16	20.7 2.28	▼	-4.0
fancy (2.57 ct)	loss(%) 51.3 ct 1.25	▼	22.1 2.00	-29.2 -0.75

져왔다. 다이아몬드 원석을 형태에 따라 연마하지 않고 낙후된 가공방법에 의해 연마가 이루어질 때 많은 소모율이 발생하였다.

특히, 팬시형의 경우 마퀴스 커트에서 2.00 ct의 원석을 연마할 수 있었으나 라운드 브릴리언트 커트로 연마한 경우, 단경의 폭이 작아 0.625 ct 브루팅석 2개 밖에는 연마할 수 없었으며 상품성에서 많은 소모율을 가져왔다. 고가의 보석은 약간의 중량차이가 발생해도 많은 가격차이가 발생하기 때문에 디자인에 맞추어 가공하는 것이 아니라, 원석의 외형에 따라 디자인을 구상하고 연마하여야 하기 때문에 다이아몬드의 경우 많은 디자인 개발과 가공방법이 연구되어 외형에 따라 연마되어져야 한다는 것을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결 론

다이아몬드 원석의 외형에 따른 브루팅 방법에 대해 연구 분석한 결과, 무조건적인 라운드 브릴리언트형에 전념하지 말고 원석의 형태와 특성에 따라 상품성을 고려하여 디자인과 가공방법에 대한 연구가 있어야 할 것이다. 본 논문에서 연구한 결정에 따른 최고의 중량과 상품성을 확보할 수 있는 형태는 팔면체의 경우 라운드 브릴리언트형, 십이면체인 경우 쿠션 바리온형, 불규칙한 형의 경우 원석의 형태와 특성에 따라 연마가 이루어져야 한다.

#### 참 고 문 헌

- [1] L. Ludel, "How to cut Diamond by Leonard Ludel", Library Congress Cata. (1985) 27.
- [2] N. Peters, "Rough Diamond", American Institute of Diamond Cutting, Inc. 14 (1998) 114.
- [3] S. Edition, "Faceting" Desert Printing Co. (1977).
- [4] V. Pagel-Theisen, "Diamond Grading ABC", Styrian GmbH. (2001) 176.
- [5] B. Watermeyer, "Diamond Cutting", Fourth Edition, (1991) 179.
- [6] J.E. Field, "The Properties of Diamond", Academic Press Inc. (1979). 520.
- [7] John Wilks and Eileen Wilks, "Properties and Applications of Diamond", Butterworth-Heinemann. 108 (1991) 132.
- [8] H. Sumiya and S. Satoh, "Diamond Relat", Mater 5 (1996) 1359.
- [9] H. Sumiya, N. Toda, Y. Nishibayashi and S. Sotoh, J. Crystal Growth 178 (1997) 485.
- [10] R.M. Chrenko, H.M. Strong, R.E. "Tuft", Phil. Mag. 23 (1971) 313.
- [11] R.M. Chrenko and H.M. Strong, "General Electric Technical Information Series", Report No. 75CRD089 (1975).

- [12] P. Humble and R.H.J. Hannink, *Nature* 273 (1978) 37. (1967) 267.
- [13] T. Evans and R.K. Wild, "Philos", *Mag.* 15 (1965) 479. [15] T. Evans and J. Sykes, "Philos", *Mag.* 29 (1974) 135
- [14] R.K. Wild, T. Evans and A.R. Lang, "Philos", *Mag.* 15