

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

Duk Hwan Choi<sup>†</sup> and Jong Koen Choi\*

Dept. of Jewelry Craft, Health Sciences College, Taejon 300-711, Korea

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

(Received November 25, 2002)

(Accepted December 6, 2002)

**Abstract** We have studied the sawing such as the round brilliant cut, cushion barion cut and marquise cut. Through this study, we could examined the rate of waste from the grinding work, and find a solution for many problems which could be derived from the grinding work. We could reduce the rate of waste by this study about sawing technique; 2.5 % for round brilliant cut, 2.5 % for cushion barion cut and 5.5 % for marquise cut.

**Key words** Rough diamond, Octahedron, Dodecahedron, Fancy, Round brilliant cut, Cushion barion cut, Marquise cut

## 다이아몬드 원석의 외형에 따른 가공방법에 관한 연구(절단)

최덕환<sup>†</sup>, 최종건\*

대전보건대학 귀금속 공예과, 대전, 300-711

\*동신대학교 공과대학 보석공학과, 나주, 520-180

(2002년 11월 25일 접수)

(2002년 12월 6일 심사완료)

**요 약** Round brilliant cut와 cushion barion cut, marquise cut에 대한 sawing 방법에 대해 연구하였다. 연마작업 시 발생하는 소모율을 파악하고 그에 따른 문제점들을 해결할 수 있었다. Sawing technique에 대한 연구를 통하여 소모율을 round brilliant cut는 2.5 %, cushion barion cut는 2.5 %, marquise cut는 5.5 %로 감소시킬 수 있었다.

### 1. 서 론

다이아몬드 원석은 채굴당시 등축정계의 맑고 투명한 결정을 가지고 있는 것이 아니라 오랜 세월을 자연과 함께 지내오면서 깨어지거나 닳아져서 등글거나 내포물을 포함한 파손된 상태로 발견된다[2]. 이러한 원석을 규격에 맞추어 절단하기란 매우 어려우며, 더욱이 주어진 형태에 맞추어 절단하기까지에는 많은 소모율이 뒤따른다. 천연의 다이아몬드 원석을 연구한 후, 경제적으로 원석의 외형이 그 자체로서 다듬어진 round brilliant 보다 훨씬 더 많은 가치를 지닐 수 있다면 원석의 외형에 알맞은 형태로 연마가 이루어져야 할 것이다[6]. 그러나 과

거 round brilliant cut 만을 배워온 우리나라의 diamond cutter들은 국제적인 노하우에 의해 다이아몬드 가공방법에 대해 자체개발을 해야 하는데 디자인이나 가공방법에 대한 연구가 없이 지금도 round brilliant cut 만을 연마하여 원석의 35~40 %를 완제품으로 회수하고 있다[8]. 그러나 이스라엘, 벨지움, 미국 등 다이아몬드 선진 외국의 경우, 원석의 외형에 따른 디자인과 가공방법에 관한 연구를 통하여 1 ct의 round brilliant 나석을 생산하는데 약 47 %를 완제품으로 얻어내고 있다[1].

고가의 보석은 약간의 중량차이가 발생해도 많은 가격 차이가 나기 때문에 design에 맞추어 가공하는 것이 아니라, 원석의 외형에 따라 design을 구상하고 연마하여야 하기 때문에 다이아몬드의 경우, 원석의 특성에 따른 design 개발과 가공방법이 연구되어야 한다. 본 연구에서는 보석용으로 가장 많이 사용되고 있는 팔면체와 십이면체, 웬시형의 절단방법에 대해 연구하였다[3].

<sup>†</sup>Corresponding author

Tel: +82-42-670-9431

Fax: +82-42-670-9430

E-mail: dhchoi@hit.ac.kr

## 2. 실험 방법

### 2.1. 원석의 선정

본 연구에서 사용한 원석은 round brilliant cut에는 Fig. 1과 같이 octahedron을 선정하였으며, cushion barion

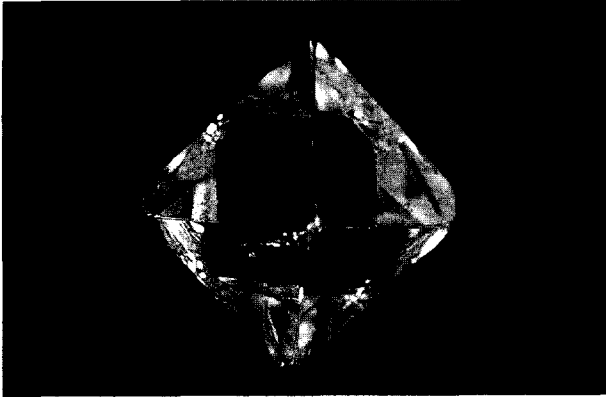


Fig. 1. Rough diamond by round brilliant cut.

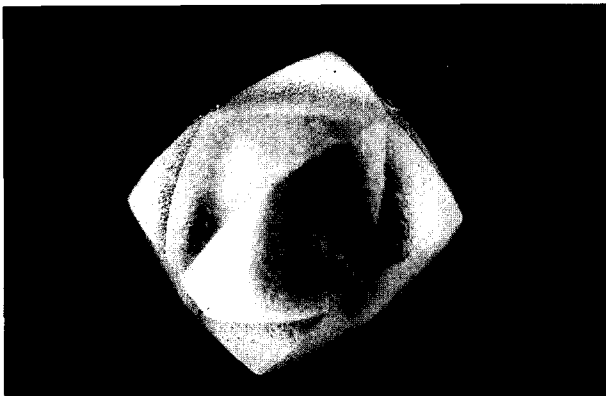


Fig. 2. Rough diamond by cushion barion cut.



Fig. 3. Rough diamond by marquise cut.

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

cut에는 Fig. 2와 같이 거의 동일한 무게의 모서리들 사이의 중앙부분에 무게가 집중되어 있는 직사각형의 dodecahedron을 선택하였다. 모서리가 얇으면 약간의 결함을 가질수 있으나 큰 결함이 있다면 그것은 round brilliant cut가 이상적이기 때문이었다[2]. marquise cut는 동일한 무게의 원석을 구할 수 없어 약간 적은 fancy형 원석을 선정하였다.

Table 1은 본 연구에서 사용한 다이아몬드 연마형태에 따른 결정형과 규격, 중량을 나타내었다.

### 2.2. 금긋기

Round brilliant cut와 cushion barion cut의 금긋기 선은 원석의 2/3 지점에 표시하였는데, 그 이유는 절단작업 후, 원석의 크기에 대한 상품성을 확보하기 위해서이었다[5]. Marquise cut의 경우, 가장 넓은 면을 테이블면으로 선정하였다.

### 2.3. 톱날

톱날은 청동으로 된 원판 형태로 직경은 약 3인치(7.5 cm) 정도이며, 윗 부분의 두께는 Table 2와 같이 원석의 크기에 따라 다양하다.

### 2.4. 원석의 접착

절단작업시 사용되는 접착제는 그 원석을 받칠 수 있도록 단단하게 구워져야 하며 원석이 잘라졌을 때 원석을 쉽게 제거시킬 적합한 형태의 아교이어야 하는데, 본 연구에서는 Fig. 4와 같이 원석 내부에서 고체화 된 포트틀 헤드 부분 위에 있는 clamps의 clamping arm 중에서 하나의 sawing pot에 단단하게 접착하였다.

Table 2  
Sizes in relationship to the sawing blade thickness [1]

size	carats	size	carats
0.06 mm	0.5~1.00 carats	0.075 mm	1.00~1.25 carats
0.08 mm	1.25~2.00 carats	0.09 mm	2.00~3.00 carats
0.10 mm	3.00~6.00 carats	0.11 mm	6.00~14.00 carats

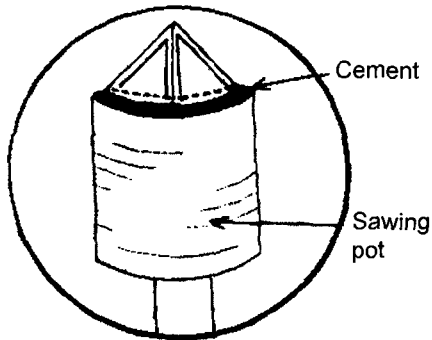


Fig. 4. Stone set for sawing.

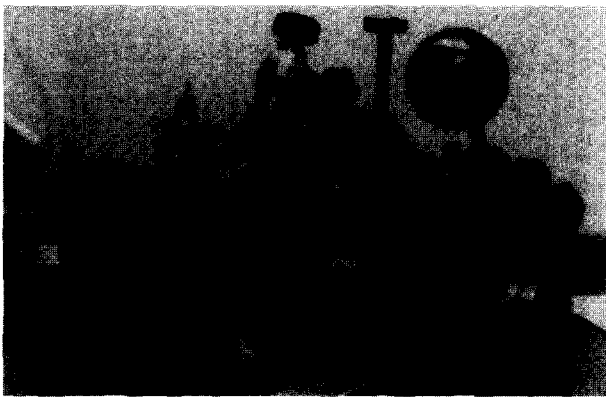


Fig. 5. Photograph of typical sawing on the rough diamond.

2.5. 절단방법

절단선이 그려진 3개의 원석을 표시된 평면 위에 정확하게 톱날을 작동시켜 선의 핵심 부분을 절단한다. 고무 받침은 충격 흡수체로서 활동하였으며, clamping arm 뒤쪽 끝 부분에 경첩이 달린 큰 구형의 낫쇠 공은 중력 공급을 조절하였다. 축을 작동시키는 벨트들은 가죽이나 나일론으로 만들어져 있는 평평한 형태이며 가죽끈들은 가장 널리 유행되지만 그것들은 일반적으로 금속 짐계들과

결합되어 있으므로 소음을 발생시킬 수 있고 축 위를 통과할 때 튀는(jump) 경향이 있기 때문에 진동을 유발하였다. 따라서 현대적인 방법으로 두 끝부분을 경사지게 절단하고 가장자리가 보이도록 겹쳐서 접착시키고 팍 조여주는 방법을 택하였다. 절단작업시, 톱날 가장자리가 겹게 변하는데, 이것은 톱날이 원석을 절단할 때, 원석으로부터 떨어져 나간 작은 조각들이 톱날에 주입하고 있기 때문이었다. 회전 속도는 1캐럿 이하의 경우, 7000~7500 rpm, 원석이 크게됨에 따라서 회전속도는 낮아져야 했는데, 본 연구에서 사용한 회전속도는 4500~ 5000 rpm이었다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 연마방향의 결정

본 연구에서 Fig. 6(a)와 같이 octahedron은 절단방향을 [101], [010], 방향으로 절단하였으며, dodecahedron은 Fig. 6(b)와 같이 [110], [001], 방향으로 절단하였다. Fancy형의 경우 결정형태가 일정하지 않아 가장 넓은 면을 테이블 면으로 정하고 절단을 하였다.

절단으로 인하여 테이블 면이 결정되고 그로 인해 브루팅과 폴리싱 방향이 결정되기 때문에 절단은 연마방향 결정의 중요한 요소가 되었다. 따라서 octahedron은 절단방향을 결정축의 수평 방향으로 절단하여야 하며, dodecahedron은 2-point 방향으로 octahedron의 2개의 point에 수직 방향으로 절단해야 그로 인해 이상적인 연마방향이 결정된다는 것을 알 수 있었다.

3.2. 상품성

절단작업시 Fig. 7과 같이 절단방향에 따른 소모율과 상품성은 서로 달랐다. Fig. 7(a)와 같이 topping이라 알려진 방법으로 직경의 2/3 지점을 절단 할 경우, Fig.

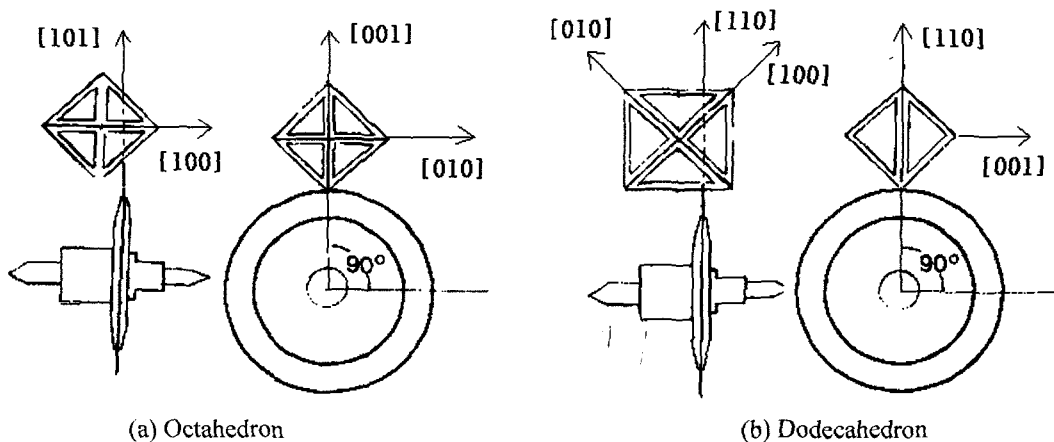


Fig. 6. Sawing planes depending on the crystal shape.

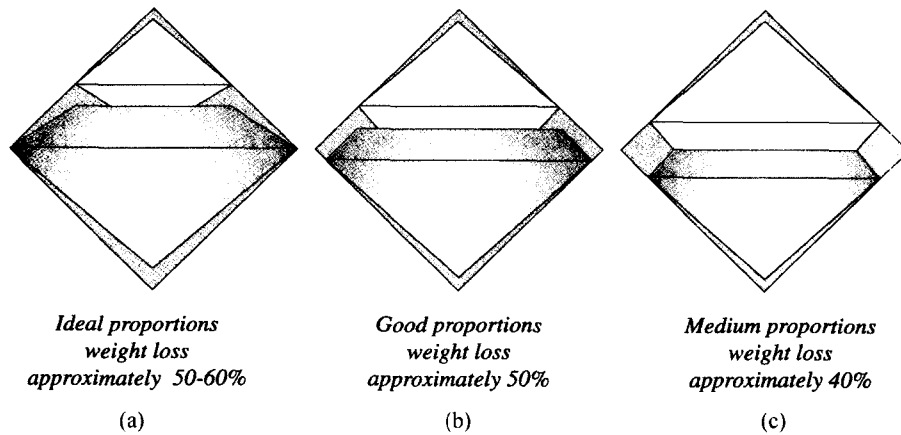


Fig. 7. Sawing techniques.

7(b)와 Fig. 7(c) 보다 소모율은 많았으나 상품성에 있어서는 오히려 효과적이었다[5] 원석은 상품성과 최대의 중량을 확보하기 위하여 2개 부분으로 절단되는데, 예를 들어 6ct의 원석을 절단한 경우, Fig. 7(c)와 같이 직경의 1/2 지점을 절단할 경우, sawing과 bruting, polishing 작업시 발생하는 손실에 의해 약 40%의 소모율이 발생하여 1.8ct 짜리 2개가 연마 될 것이다. 그러나 topping으로 2/3 지점을 절단을 할 경우, 약 50%의 소모율이 발생하여 위쪽에 0.5ct 짜리 1개와 아래쪽에 2.5ct 짜리 1개를 연마 하게 되는데, 다이아몬드의 경우, 약간의 중량차이가 발생해도 많은 가격차이가 나기 때문에 절단 방향에 따라 많은 상품성을 가져오게 된다는 것을 알 수 있었다.

3.3. 톱날선정

톱날은 원기둥 모양의 축이나 굴대 위로 올라와 2개의 sawing spindle 사이에서 지탱되는데 올바른 절단을 하기 위하여 다이아몬드 표면에 실제 톱날보다 약간 두꺼운 톱날을 선택하여 절단해야 할 가장자리를 Fig. 8과 같이 표시한다. 이 톱날은 절단톱날이라 하며 아주 작은 원석들은 표시할 필요가 없다. 절단부분을 표시한 후,

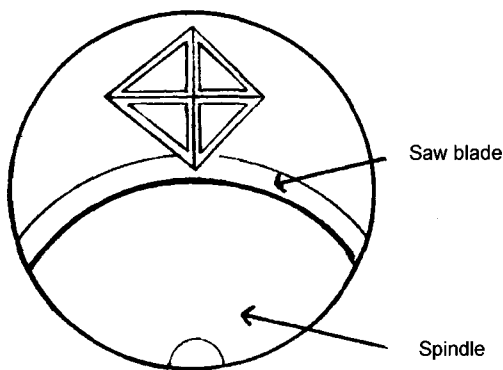


Fig. 8. Keft blade.

Fig. 9와 같이 원석의 크기보다 약간 큰 톱날을 사용하여 절단작업 후, 원석이 톱날 밖으로 돌출될 수 있어야 한다. 절단작업시 톱날을 교체하면 원석내부에 절단간격이 생기기 때문이다.

3.4. 원석 부러뜨리기

절단작업이 95% 가까이 이루어지면 절단을 멈추고

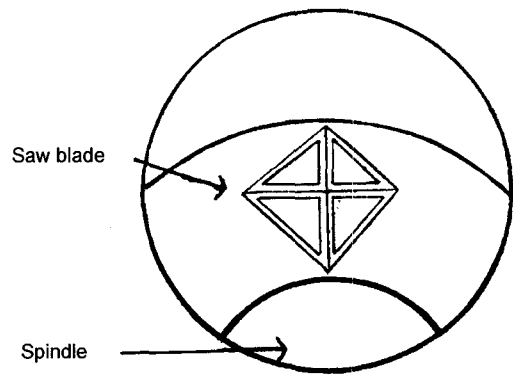


Fig. 9. High saw.

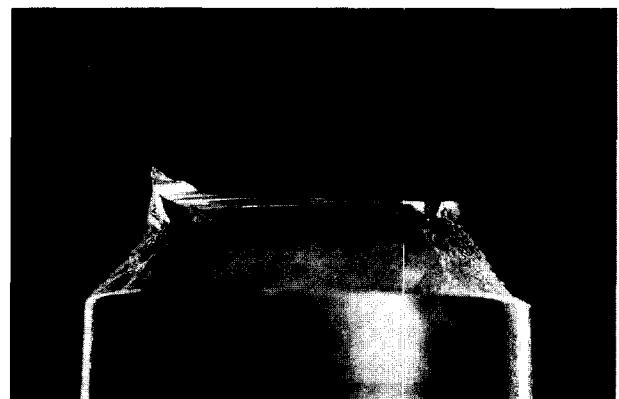


Fig. 10. Breaking rough.



Fig. 11. Trimming saw blade edge.

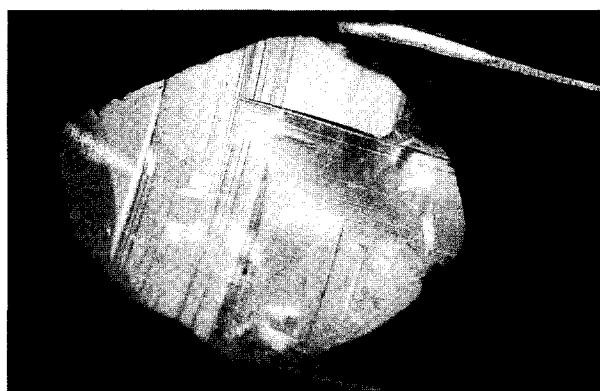


Fig. 12. Sawing lines.

Fig. 10과 같이 날카로운 칼날을 이용하여 원석을 부러 뜨리는데, 이 방법은 다이아몬드 원석의 한쪽 면이 접촉 되지 않은 상태에서 바닥에 떨어져 분실되는 것을 막아주기 위해서이다.

### 3.5. 소모율 감소

#### 3.5.1. 톱날의 직경 감소

절단면 가장자리가 깊어지면 깊을수록 더 많은 굴곡이 만들어지고 파쇄물들이 서로 충돌하는 것이 관찰되었는데 이때에는 톱날을 부드럽게 작동시키고 많은 중량을 확보하기 위해서 Fig. 11과 같이 톱날의 직경을 감소시켜 주어야 했다. 톱날의 직경을 감소시킴으로써 부드러운 회전을 할 수 있었으며 이로 인해 많은 소모율을 감소시킬 수 있었다.

#### 3.5.2. 절단간격 좁히기

절단작업이 90% 가까이 되면, 불필요한 파쇄물들이 톱날에 붙어 절단 폭을 넓히고 Fig. 12와 같이 테이블에 절단선을 만들어 소모율을 높하게 되므로 절단작업이 90% 가까이 되면 절단간격을 좁혀 줌으로써 소모율을 감소시킬 수 있었다.

절단작업시, 절단방향을 정확히 결정하여 톱날의 직경

을 감소시키고, 절단작업이 90% 가까이 되어 간격을 좁혀 원석을 절단한 결과, Table 3과 같이 중량 3.25 ct의 octahedron은 소모율 2.5%에 8.12×8.08×5.30 mm와 5.05×5.02×2.60 mm, 2개의 원석이 산출되었으며, 3.36 ct의 dodecahedron은 소모율 2.5%에 7.58×7.37×4.95 mm와 4.28×4.25×2.31 mm, 2개의 원석이 산출되었다. 2.72 ct의 fancy형의 경우, 결정형태가 일정하지 않아 가장 넓은 면을 테이블 면으로 정하고 연마한 결과, 면의 불균형에 의해 절단시간은 짧았으나 5.5%의 소모율(chip 4.5%)이 발생하였으며 11.64×5.53×5.75 mm의 원석을 산출하였다. 이상적인 결정형을 이룬 경우, 절단부분이 테이블이 되기 때문에 소모율이 감소하였으나 결정형을 이루지 않은 fancy형의 경우, 테이블 선정에 따른 chip이 발생된다는 것을 알 수 있었다.

## 4. 결 론

Octahedron, dodecahedron, fancy 형태의 다이아몬드 원석을 사용하여 round brilliant cut와 cushion barion cut, marquise cut에 대한 sawing 방법에 대해 연구하였다. 연구 결과 round brilliant cut는 2.5%, cushion barion cut는 2.5%, marquise cut는 5.5%의 소모율을

Table 3  
Sawing stone of various diamond cutting

Cutting style		Round brilliant cut	Cushion barion cut	Marquise cut
Crystal		Octahedron	Dodecahedron	Fancy
Rough stone	size (mm)	8.12×8.08×8.05	7.58×7.37×7.40	11.64×5.53×6.25
	ct	3.25 ct	3.36 ct	2.72 ct
Sawing stone	size (mm)	8.12×8.08×5.30	7.58×7.37×4.95	11.64×5.53×5.75
		5.05×5.02×2.60	4.28×4.25×2.31	
	ct	3.17	3.27	2.57
Time		2 hour 45 minute	2 hour 52 minute	2 hour 5 minute
Loss (%)		2.5	2.5	5.5

나타내었는데, 본 연구를 통하여 절단방향을 정확히 결정하고, 이상적인 톱날선정과 절단간격을 좁혀 흔들림 없는 절단작업을 함으로써 소모율이 감소되는 것을 확인할 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- [ 1 ] John Wilks and Eileen Wilks, "Properties and Applications of Diamond", Butterworth Heinemann Ltd. 28 (1991) 116.
- [ 2 ] B. Watermeyer, "Diamond Cutting", Fourth Edition (1991)179.
- [ 3 ] N. Peters. "Rough Diamond", American Institute of Diamond Cutting, Inc. (1998) 114.
- [ 4 ] S. Edition, "Faceting", Desert Printing Co. (1977).
- [ 5 ] V. Pagel-Theisen, "Diamond Grading ABC", Styrian GmbH. (2001) 176.
- [ 6 ] L. Ludel, "How to cut Diamond by Leonard Ludel", Library Congress Cata. (1985) 27.
- [ 7 ] D.H. Choi, "Diamond Cutting", Yeawon Graphic (2001) 6.
- [ 8 ] Korean jewelry manufacturers association, "Gem and Jewelry" 2. 3 (1995)