

# 초정밀 신선다이스 설계 및 가공기술

(주) 대성정밀

임채근



## 초정밀 신선다이 설계 및 가공기술

임채근  
대성정밀

### 목 차

#### 초경 합금 다이스

- 초경 합금의 종류
- 초경 합금의 특성
- 초경 합금 다이스의 구조
- 초경 합금 다이스의 제작 공정

#### DIAMOND 다이스

- DIAMOND 다이스의 역사
- 천연 DIAMOND 와 인조 DIAMOND 의 특징
- DIAMOND 다이스의 구조 및 형상
- DIAMOND DIES 제작

**초경 합금 의 역사**

- > 1914년 Lohmann & Voightlander : 초경합금주물의 실험
- > 1923년 Baumhauer & Berlin : 현재의 초경합금 (WC-Co)를 최초 발명
- > 1926년 Friedrich Krupp 사 : WIDIA(wie diamant= like a diamond) 상업적 생산  
□공구강에 비해 내마모성과 내열성 우수 → 신선속도 고속화에 기여

**초경 합금 의 종류**

> KS-B-3249 에 규정된 신선 다이아스용 초경합금의 종류

재질 분류 기호	배합조성			경도		항절력		WC	충격치	작업조건 및 적용
	WC	Co	미량첨가 탄화물	규격	실측치	규격	실측치			
V1	-95	-5	있음	89이상	90.8	1200이상	170	0.5- 1.5	0.18	내마모성중시 (W101~ 104, H103~ 104)
V2	-93	-7	없음	88이상	90.3	130이상	210	1.5- 2.5	0.31	내마모성중시 (W105~ 106, H105)
V3	-90	-10	없음	87이상	87.5	150이상	250	1.5- 2.5	0.35	충격저항중시 (W107~ 109)

□ 대성정밀

**초경 합금 의 특성**

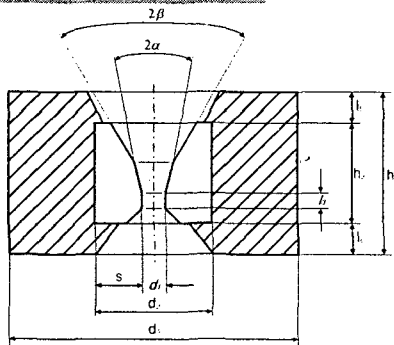
특성	V1	V2	V3	비고	
경도(HRA)	90.8	90.3	87.5		
비중(g/cc)	15	14.8	14.6	강 = 7.85	
항절력(kg/mm <sup>2</sup> )	170	210	250	인장에는 약하니 압축에 는 강함	
압축강도(kg/mm <sup>2</sup> )	540	490	410		
인장강도(kg/mm <sup>2</sup> )	94	116	128		
Young률(kg/mm <sup>2</sup> × 10 <sup>-4</sup> )	6.2	5.8	5.5	강의 약 3배	
Poisson비	0.21	0.21	0.22	강 = 0.33	
열전도도	20° ~ 400°	0.19	0.20	0.18	강의 1.7배
열팽창계수	20° ~ 400°	5.0	5.5	6.0	강의 약 1/2배

**고 내마모성**

- 경도** : 신선다이아스의 초경합금의 경도 : HRA 86~ 93
- 고온경도** : 신선사 고온 내마모 특성 : 540C 에서도 높은 경도 유지
- 열팽창계수** : 초경합금의 열팽창 계수는 강의 약 1/2배
- 압축강도** : 최소의 변형으로 높은 압축하중을 흡수
- 탄성계수** : 강의 약 3배 ; 외력에 대한 변형저항이 크다

□ 대성정밀

초경 합금 다이스의 구조



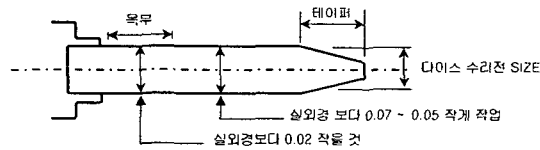
- d1 : diameter of bearing (the ground hole in the die)
- d2 : outside diameter of carbide nib
- d3 : outside diameter of casing
- h2 : height of carbide nib
- h3 : height of casing
- l3 : bearing length
- 2α : drawing angle
- 2β : angle of entrance bell
- 2γ : exit angle

Designation	Nib		Case		Designation	Nib		Case	
	d2	h2	d3	h3		d2	h2	d3	h3
W101	6	4	24	7					
W102	9	6	24	12					
W103	12	8	30	15	H103	12	10	30	17
W104	15	10	42	20	H104	15	14	42	24
W105	20	14	55	24	H105	20	18	55	30

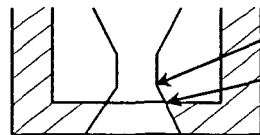
□ 대성정밀

초경 합금 다이스의 제작공정

Bearing 형삭



BACK 및 BACK RELIEF 작업



- 이 부분은 2m/m 이상일 때 DIAMOND FILE를 ROUNDING을 한 후
- 이 부분과 동시에 칠송(POWDER첨가)으로 작업한다

MOUTH 흑띠 제거

- 흑띠 제거는 칠송에 10-20<sub>μ</sub> POWDER를 첨가해서 작업한다. POWDER배합은 피이치유로 한다.

□ 대성정밀

**BEARING 정삭**

- PIN을 만드는 방법은 황삭과 같으며 # 600 MESH로 제작하여 작업
- 작업부위의 PIN의 경은  $-0.025$ 의 공차로 작업
- PIN표면 마무리는 # 320 ~ # 400의 SAND PAPER 이용

**APPROACH 황삭 / 정삭**

- APPROACH의 황삭은 bearing 정삭이 끝난 후 세척하여 BEARING 길이가 규격보다 약 20% 이상 길 때만 작업
- 황삭은 # 400 MESH
- 정삭은 # 600 MESH → Surface Roughness 완성

**LAPPING**

- 다이싱 가공이 끝난 상태에서 조도를 내기위한 작업
- # 800(2~ 4  $\mu$ ) POWDER를 사용하여 광택을 낸다

□ 대성정밀

**PCD 다이싱의 역사**

- > 1954 년 G.E사 : Graphite를 고온, 고압하에서 소결하여 인조 diamond powder를 상업적으로 생산
- > 1974 년 G.E사 : 다결정복합재(Polycrystalline Diamond 이하 PCD)를 개발하여 COMPAX명으로 판매
- > 1979 년 DeBeers Co. : Syndite 명으로 PCD 개발, Milling, 암석 Drilling → 다이싱용 재료까지 개발

**천연 DIAMOND와 인조 DIAMOND의 특징**

천연 및 인조 DIAMOND의 비교

항목	천연 DIAMOND	인조 DIAMOND
결정 및 방향성	단결정체. 방향성 있음	DIAMOND이론의 다결정소결체 방향성이 RANDOM
내마모성	내마모성이 높으나, 결정의 방향에 따라 마모 균일	결정의 방향성이 없으므로 마모는 균일
내충격성	벽개면(111)에 따라 갈라지기 쉽고, 미소크랙 성장이 쉽다	비교적 갈라지기 어렵고, 내충격성이 있으며, 미소크랙이 성장이 어렵다
다이싱용으로서 강도	원석을 소결금속으로 Mounting지지	초경합금 Supper Ring으로서 보강

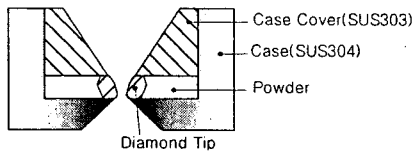
□ 대성정밀

**DIAMOND의 물리적, 기계적 특성**

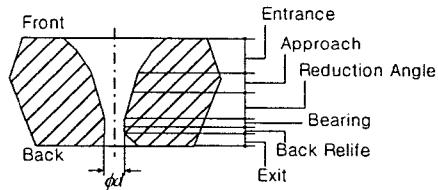
항목	천연 DIAMOND	인조 DIAMOND	초경합금
경도(knoop)	9000~ 12000	6000~ 8000	1700~ 1800
항질력(kg/mm <sup>2</sup> )	~ 200	180	~ 180
압축강도(kg/mm <sup>2</sup> )	~ 850	734	~ 610
Young 윌(x 10 <sup>4</sup> kg/mm <sup>2</sup> )	9.9	8.8	6.3
관도성	절연체	도전성이 있음	-

**DIAMOND 다이스의 구조 및 형상**

**DIAMOND 다이스의 구조**



**DIAMOND 다이스의 내부 형상**



□ 대성정밀

**DIAMOND 다이스의 제작**

**MOUNTING**

- Diamond 를 보강하기 위하여 소결금속으로 포워 지지
- Blank 별 내열온도이하로 소결
- Mounting시 국부적으로 균일한 응력이 작용하지 않도록 해야함

**구멍뚫기**

- 레이저 가공 및 방전가공(Electrical Discharge Machining, EDM) 이 이용
- 레이저 가공은 최소 80 $\mu$ m경 까지 구멍 뚫기 가능 레이저에 의한 열손상 변질층(10 $\mu$  - 15 $\mu$ )을 제거

**성형**

- 초음파 가공기(20kHz)로서 가공
- 피아노선으로 만든 침의 끝을 소요각도로 연마하고, 침끝과 다이스 사이에 Diamond Powder를 넣어 초음파 발진 발진에 의해 다이스 내공형상에 따라 성형
- 사용하는 Diamond Powder는 10~ 20 $\mu$ m, 4~ 8 $\mu$ m, 2~ 4 $\mu$ m순서로 사용하여 가공

**SIZING(Bearing 가공)**

- Wire Polishing 기로서 Bearing 부의 경을 맞춤
- 다이스를 회전시키면서 다이스에 Stainless Wire 를 끼워서 왕복운동으로 연마
- Diamond Powder는 1~ 2 $\mu$ m, 0~ 1 $\mu$ m 순서로 사용

**연마**

- 최종공정으로 초음파 가공기로서 성형시의 거친면을 거울면 광택이 나오도록 연마
- Diamond Powder는 0 ~ 1/4  $\mu$ m으로 25 ~ 30 분 연마

□ 대성정밀