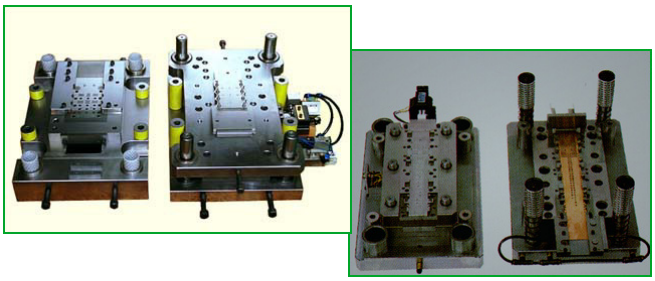
프레스 금형설계 교육



서울산업대학교 금형설계학과
김 종호

■ 목 차

월	주	교육 내용
10	1	1. 금형의 분류 2. 프레스 가공 방법의 종류, 특징
	2	3. 전단 금형 3.1 전단 금형의 종류 3.2 전단 가공 특성 3.3 전단 금형의 기본 구조
	3	3.4 전단 금형 부품의 기능 및 설계 3.5 전단 금형 설계
	4	평가

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

(1) 개요

다이세트란? 금형의 상하형 즉, 펀치와 다이를 정확하게 고정하고 펀치와 다이의 상대 운동을 정밀하게 안내할수 있도록 만들어진 상하형의 홀더 부분으로 그림 3-24과 같이 펀치홀더, 다이홀더, 가이드 포스트, 가이드 부시, 샹크로 구성되어 있다.

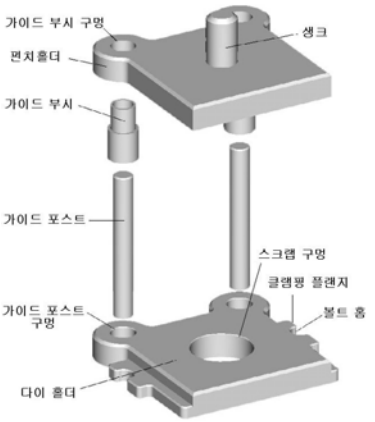


그림 3-24 주철제 다이세트의 구성 요소

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

(2) 다이 세트의 장점

① 프레스 기계의 램에 약간의 유격이 있더라도 금형 부품들이 모두 제자리를 유지할 수 있도록 위치를 잡아준다. (정밀도 유지)

② 금형의 수명이 길어진다.

③ 금형이 하나의 단위체가 되므로 프레스에 설치시 시간이 단축된다.

④ 제작상, 조립상 편리하다.

⑤ 보관이 편리하다.

3. 전단 금형

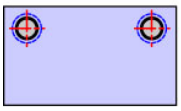
3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

(3) 다이세트의 종류

1) BB형 (Back post Bushing type)

2개의 가이드 포스트가 세트의 뒤쪽에 위치하는 형식으로 재료를 전후좌우로 이동할 수 있다. 그러나 포스트가 세트의 뒤쪽에 위치하고 있어 작업시 편심하중에 주의해야 한다.



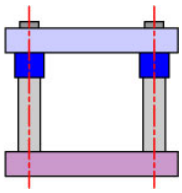


그림 3-25 BB형 다이세트

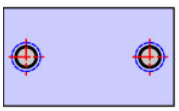
3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

2) CB형 (Center post Bushing type)

펀치 다이를 장치하는 위치와 가이드 포스트의 위치가 세트 중앙의 일직선상에 위치하는 형식으로 재료를 전후방향으로 이송하기에 편리하고, 높은 정밀도의 제품을 가공하는데 쓰인다.



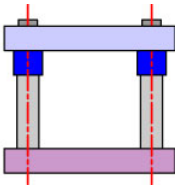


그림 3-26 CB형 다이세트

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

3) DB형 (Diagonal post Bushing type)

다이세트의 대각선 위치에 가이드 포스트가 위치한 형식으로 BB형 CB형의 결점을 보완한 형식으로 강성, 정밀도, 작업성이 우수하다. 가이드 포스트의 직경을 다르게 하여 조립을 쉽게 한다.

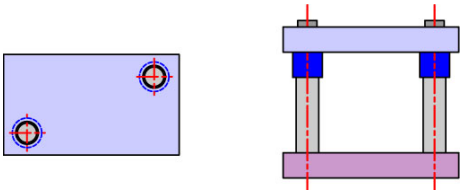


그림 3-27 DB형 다이세트

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

4) FB형 (Four post Bushing type)

홀더의 4 모서리에 가이드 포스트가 위치한 형식으로 강성이 크고, 정밀도가 높으므로 초경합금 금형, 대량 생산용 금형의 제작에 적합하다.

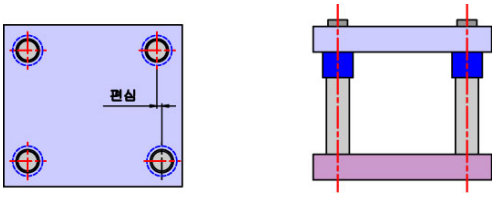


그림 3-28 FB형 다이세트

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

5) Multi post type

Guide post가 6개 또는 8개 있는 것으로 대형 금형에 사용한다.

6) 앞에서와 같이 가이드 포스트와 가이드 부시에 의한 운동 전달보다 정밀도 높게 운동하기 위해 가이드 포스트와 가이드 부시 사이에 볼 리테이너를 삽입하고 표시 방법은 다이세트 형식 뒤에 'R'을 다음과 같이 붙인다. (그림 3-32 참조)

BR형, CR형, DR형, FR형

※ 여기서 R은 볼리테이너(Ball Retainer) 가이드 방식을 뜻하며 대표적인 소형 다이 세트의 표준 치수가 종류에 따라 다음장의 표와 같다.

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

BR형 BB형		CR형 CB형		DR형 DB형		FR형 FB형	
A 치수	B 치수	A 치수	B 치수	A 치수	B 치수	A 치수	B 치수
(60)	(60)	(60)	(60)	(60)	(60)	(125)	(125)
80	80	80	80	80	80	150	(100)
	(125)	100	80	100	80		150
100	80		100		100	180	125
	100	125	80	125	80		180
	(150)		100		100	210	100
125	80		125		125		150
	100	150	100	150	100		210
	125		150		150	250	125

주) A,B 치수는 다이세트의 가이드 포스트 내측에 장착될 수 있는 다이 플레이트의 최대 치수를 의미한다.

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

(4) 샹크 (Shank)

1) 기능

펀치홀더를 프레스 기계의 램에 부착시키는 기능을 한다. 일반적으로 치수는 규격화 되어 있다.

2) 종류

스트레이트 형식과 언더컷 형식이 있다.

3) 재질

일반적으로 SM20C(SM45C)를 사용한다.

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

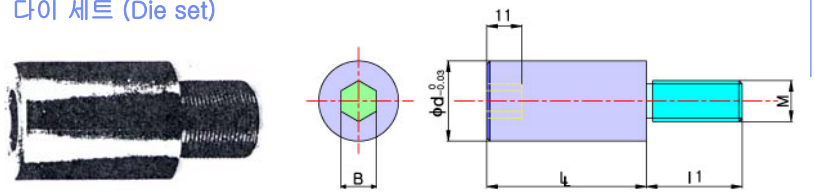


그림 3-29 스트레이트 형 샹크

d	L	B	ℓ1	M
25	50	12	18・25・30・35・40	M18 X P1.5 M22 X P1.5
25.4			25・30・35	M18 X P1.5 M22 X P1.5
32		17	30・35・40	M22 X P1.5 M25 X P1.5
38	60		30・35・40・45	M22 X P1.5 M25 X P1.5
50	65		32・35・40・45・50	M22 X P1.5 M30 X P1.5

스트레이트 형식의 규격표

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

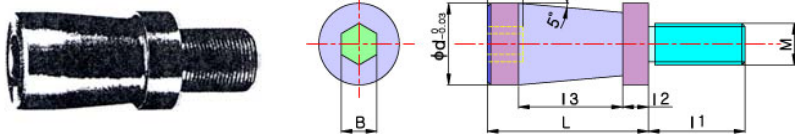


그림 3-30 언더컷형 생크

d	L	B	ℓ 3	ℓ 2	ℓ1	M
25	50	12	28	10	18 · 25 · 30 · 35 · 40	M18 X P1.5 M22 X P1.5
32		17			25 · 30 · 35	M22 X P1.5 M25 X P1.5
38	60		32	13	30 · 35 · 40	M22 X P1.5 M25 X P1.5
50	60			15	30 · 35 · 40 · 45	M22 X P1.5 M30 X P1.5

언더컷 형식의 규격표

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

(5) 가이드 포스트와 가이드 부시

1) 평면 가이드 방식

가이드 포스트와 가이드 부시만의 미끄럼 운동에 의해 직선운동을 전달하는 것으로 범용 금형에 사용한다.

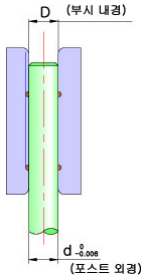


그림 3-31 평면 가이드

틈새 = D-d

d	D		틈새 (양측)
20	20	+0.006 +0.002	+0.012 +0.002
22	22		
25	25		
28	28		
32	32		
38	38		
45	45	+0.009 +0.005	+0.015 +0.005
50	50		

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.1 다이 세트 (Die set)

2) 볼 가이드 방식

가이드 포스트와 가이드 부시사이에 볼리테이너가 삽입되어 볼운동에 의한 직선 운동을 전달하는 것으로 마찰이 적고 정밀도가 높은 금형에 사용한다.

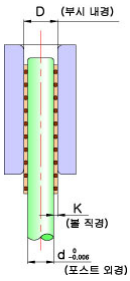


그림 3-32 볼 가이드

죔새 = D-(d+2K)

d	K	D		죔새 (양측)
20	3	26	-0.016 -0.020	-0.010 -0.020
22		28		
25		31		
28	4	36	-0.021 -0.025	-0.015 -0.025
32		40		
38	5	48	-0.026 -0.030	-0.020 -0.030
45		55		
50		65	-0.031 -0.035	-0.025 -0.035

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.2 펀치 (Punch)

(1) 개요

펀치의 형식은 금형의 구조, 형식 등에 따라서 다르지만 필요한 것은 다이와 짝을 이루는 상관관계로서 제품의 모양을 만드는 부분이고, 제품은 펀치와 다이에 의해 가공되어지기 때문에 치수 정밀도 및 표면 거칠기가 좋은 것이 요구된다.

프레스 금형에 사용되는 각종 펀치는 제품 가공시 압축응력, 인장응력, 굽힘응력 등이 작용하여 반복충격 하중을 받으며 이 충격하중이 심하면 좌굴이나 파손을 초래하게 된다. 따라서, 펀치 설계시에 다음과 같은 내용을 고려하여 설계하여야 한다.

(펀치 고정방법은 3.4.5절에서 펀치 플레이트와 함께 설명한다.)

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.2 펀치 (Punch)

(2) 고려사항

① Stability or Bucking (치우침이나 좌굴이 없이 안정할 것)
② Location (정확한 위치나 적합한 맞춤핀을 사용할 것)
③ 스크랩 제거력을 펀치력의 5~20% 적용할 것

(3) 펀치의 길이 계산

펀치가 굽힘이나 파손 없이 사용할 수 있는 최대허용길이 계산은 오일러(Euler)의 좌굴식을 이용하여 계산 할 수 있지만 계산값이 아주 크기 때문에 실제 설계에서는 대략 다음과 같이 결정한다.

펀치 길이 = 펀치 고정판 두께 + 스트리퍼판 두께 + 펀치
+ 펀치가 다이속으로의 침입 깊이 + 여유 길이

여기서 전단 가공시에는 침입깊이가 보통 재료두께의 2배 전후이고 여유길이는 10~30mm 범위 내에서 표준 길이를 선택한다. 드로잉 굽힘 등의 성형가공시에는 침입깊이가 제품의 성형 깊이가 된다.

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.3 다이 (Die)

(1) 개요

다이는 펀치와 상대운동을 하는 부분으로서 그 형상은 제품의 모양, 수량, 정밀도, 금형의 종류에 따라서 다르지만, 평면모양의 것이 가장 많고 펀치가 가하는 하중에 변형 및 파손이 없도록 충분한 강도를 가져야 한다.

(2) 다이의 종류

다이의 종류에는 날부분과 다이를 유지하는 플레이트가 일체로 되어 있는 일체형 다이, 2공정 이상의 복합가공에 적합한 부시형 다이, 복잡한 형상의 제품 및 프로그레시브(순차 이송형)금형에 적합한 인서트 방식의 분할형 다이로 구분할 수 있다.

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.3 다이 (Die)

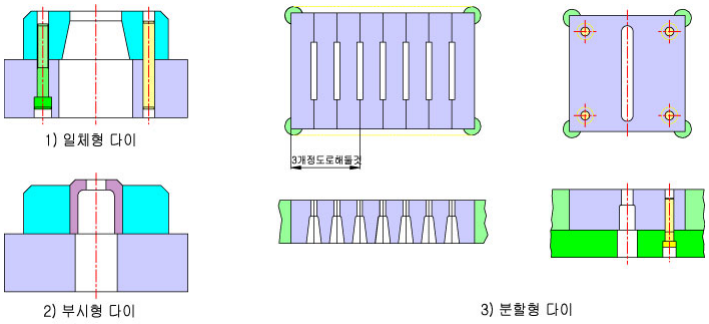


그림 3-33 다이의 종류

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.3 다이 (Die)

(3) 다이의 분할방법

다이의 분할은 형상이 복잡하고 가공 공정수가 많은 프로그레시브 금형에 많이 적용되는 것으로, 가공하기 어렵고 열처리가 곤란하며, 최소한의 공구 재료를 필요로 하는 금형에 적합하며, 파손시 일부분만 수리 교환할 수 있는 특징이 있다. 따라서, 다이를 분할할 때에는 다음과 같은 기본사항을 기초로 하여야 한다.

① 치수 정밀도의 측정이 쉽고, 확실하게 할 수 있을 것
② 분할부분은 확실하게 위치를 결정하고, 고정할 수 있을 것
③ 국부적으로 복잡한 요철이 없어야 하고, 요철이 있을 때에는 다이 인서트 방식으로 해야 한다.
④ 분할점에서의 분할선은 절단 윤곽에 직각이어야 한다.
⑤ 분할선에 날카로운 코너부를 만들지 말 것
⑥ 연삭 및 재가공이 쉽고 교환이 용이해야 한다.

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.3 다이 (Die)

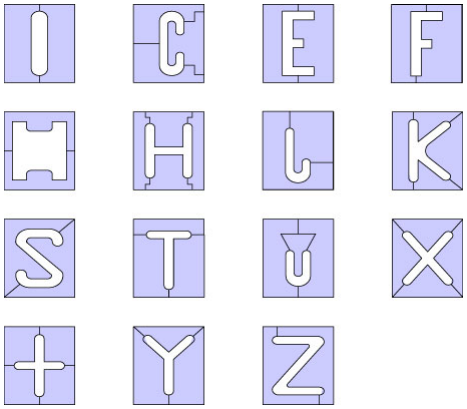


그림 3-34 다이의 분할 방법

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.3 다이 (Die)

(4) 분할 다이의 조립 및 고정방법

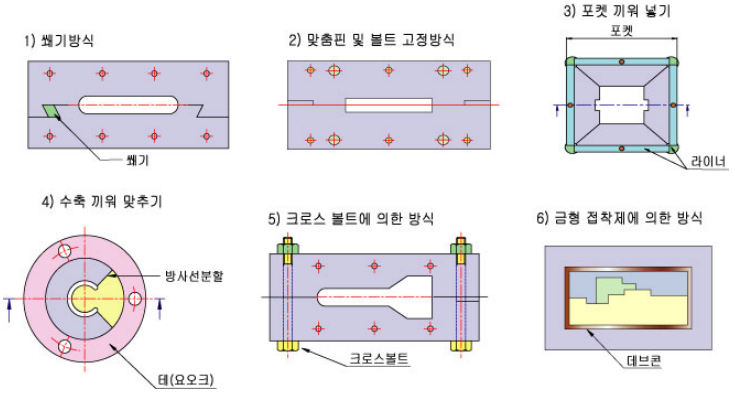


그림 3-35 분할 다이의 조립 및 고정 방법

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.3 다이 (Die)

(5) 다이의 두께 (H) 및 크기의 결정

프레스 금형에 사용되는 다이(Die)는 제품가공시 펀치압력에 의해 인장응력과 압축응력이 동시에 작용하여 반복 굽힘하중 및 충격하중을 받는다. 따라서, 굽힘변형 및 파손의 위험이 없는 최소 두께의 결정이 필요하다.

1) 다이 두께 (H)의 결정방법

① 전단력에 의한 방법

$$H = K\sqrt[3]{P} \quad (mm)$$

여기서 H = 다이두께(mm)
P = 전단력(kgf)
K = 보정계수

전단 길이에 따른 보정계수 K값

전단 길이 (L)	50~75	75~150	150~300	300~500	500이상
보정 계수 (K)	1.12	1.25	1.37	1.50	1.60

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.3 다이 (Die)

② 전단길이와 재료두께에 의한 방법

(a) 경질 재료를 작업할 때는 표 값에 +3.0이 되어야 한다.
(b) 연한 재료를 작업할 때는 표 값에 -3.0이 되어야 한다.

두께 / 전단길이	H					
	150이하		150~300		300~600	
다이재질 / 재료두께	STC3	STC3 STD11	STC3	STC3 STD11	STC3	STC3 STD11
0.8	22	16	27	19	32	22
0.8~1.6	27	19	32	22	37	27
1.6~3.0	32	22	37	27	42	32
3.0~5.0	37	27	42	32	47	37
5.0~6.5	42	32	47	37	52	43
6.5 이상	47	37	52	42	57	47

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.3 다이 (Die)

③ 제품 수량에 의한 방법

(a) 경질 재료를 작업할 때는 표 값에 +3.0이 되어야 한다.
(b) 연한 재료를 작업할 때는 표 값에 −3.0이 되어야 한다.

두께 / 제품 수량 / 재료두께	H					
	5,000 이하	25,000 이하	50.000 이하	100,000 이하	500,000 이하	500,000 이상
0.4	10	13	16	19	25	29
0.8	13	16	19	25	29	29
2.3	16	19	25	29	32	35
3.2	19	25	29	32	32	35
4.7	25	29	29	32	35	38
6.3	32	32	32	35	38	38

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.3 다이 (Die)

2) 다이의 외곽치수 크기의 결정

① 체결 나사와 맞춤핀을 고정시킬 치수를 고려한다.

② 가이드 레일을 고정시킬 치수를 고려한다.

③ 스트리퍼판을 고정시킬 치수를 고려한다.

④ 프로그레시브 금형일 경우엔 작업공정도(스트립 레이 아웃)를 고려한다.

⑤ 금형 재질을 고려한다.

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.3 다이 (Die)

$W_1 \leq 1.2H$
$W_2 \geq 1.5H$
$W_3 \geq 2H$

a,c ≥ 2d

b의 치수 기준

사용나사	최소거리	최대거리
M_5	15	50
M_6	25	70
M_8	40	90
M_{10}	60	115
M_{12}	80	150

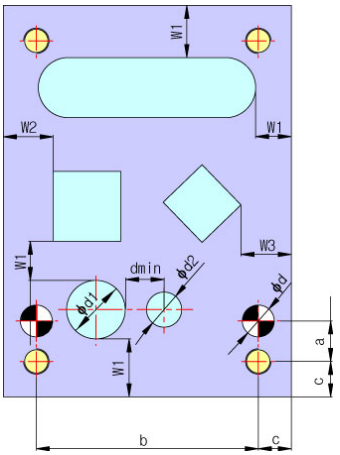


그림 3-36 다이의 크기

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.3 다이 (Die)

(6) 플레이트 크기에 따른 각종 플레이트의 두께 설정 기준 자료

		100X100이하	150X150이하	180X180이하	250X250이하	355X355이하
펀치 홀더		25~32			30~40	40~50
펀치 플레이트		16~25	20~25		25~28	25~32
배킹 플레이트		5	8~10			10
스트리퍼 판	고정식	10~16			16~20	
	가동식	16~25	20~25		25~28	
다이		16~25	25~28		25~32	
다이홀더		28~40			40~50	

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.4 배킹 플레이트 (Backing plate)

(1) 기능

배킹 플레이트가 없으면 가공시에 반복충격하중에 의해 펀치가 장착되는 펀치홀더, 다이 인서트가 설치되는 다이홀더 판면에 소성변형되어 움푹 파고 들어가는 현상(Sinking)이 발생하여 펀치의 손상은 물론 펀치홀더면의 재연마, 제품의 정밀도 불량 등을 초래하게 되는데 이와 같은 현상을 방지하여 주는 열처리 경화된 부품이다.

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.4 배킹 플레이트 (Backing plate)

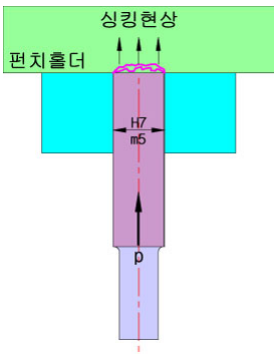


그림 3-37 싱킹현상

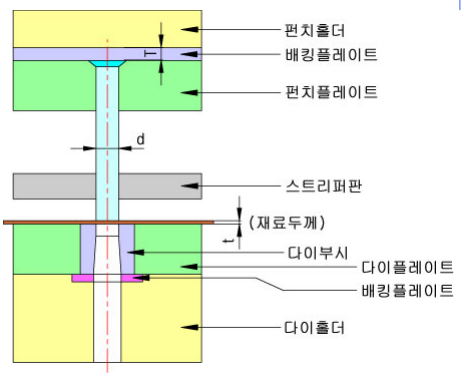


그림 3-38 배킹 플레이트 사용 예

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.4 배킹 플레이트 (Backing plate)

(2) 펀치 머리부에 작용하는 압축응력의 계산 및 배킹 플레이트의 두께 결정

$$P = \frac{F}{A}(\mathrm{kgf/mm^2})$$

여기서 F=펀치 하중 (kgf), A=펀치 머리부의 표면적

보통 계산된 P값이 4kgf/mm²이상 일때는 배킹 플레이트 사용을 추천한다. 배킹 플레이트의 길이에 따른 두께 선정방법은 다음의 표에 의해 구하는 방법과 다이 블록 두께의 30~40% 범위내에서 구하는 방법이 있다.

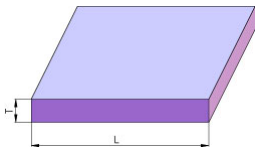


그림 3-39 배킹 플레이트의 두께

L / 두께	~125	125~160	160~300
T	5~13	8~16	

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.5 펀치 플레이트 (Punch plate, 펀치 고정판)

(1) 기능

펀치 플레이트(Punch plate)은 각종 펀치를 다이구멍에 수직으로 작동 유지 될 수 있도록 고정하여 주는 기능을 한다.

(2) 설계시 고려 사항

① 펀치 플레이트의 두께(T)는 금형의 크기 및 작용하중에 영향을 받지만 일반적으로 펀치 길이의 30~40% 정도로 한다. (다음의 표 참조)

② 펀치 가이드 부는 펀치 직경(d)의 1.5배 이상으로 한다.

③ 펀치직경과 펀치 고정판 구멍의 끼워 맞춤 공차는 보통 H7m5 끼워맞춤으로 하고 정밀도가 높을 경우엔 H6m5 공차를 사용하기도 한다.

④ 다이블록 두께의 60~80% 정도로 한다.

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.5 펀치 플레이트 (Punch plate, 펀치 고정판)

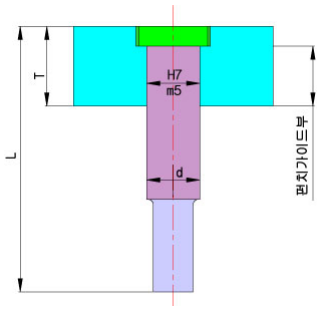


그림 3-40 펀치 플레이트 사용예

펀치 길이 (L)	펀치 플레이트 두께 (T)
40	13~16
50	16~20
60	20~25
70	22~28
80	25~32

펀치길이와 플레이트 두께의 관계

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.5 펀치 플레이트 (Punch plate, 펀치 고정판)

(3) 펀치의 고정방법

1) 플랜지 고정방식

일반시판 펀치의 표준 고정법으로 펀치 파손시 교환하기 쉽다.

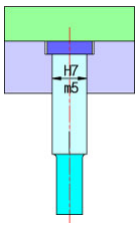


그림 3-41 플랜지 고정방식

2) 나사 고정방식

플랜지 고정방식의 특징과 정밀도 및 신뢰성이 높고 금형 수명이 짧은 펀치 등을 사용하는 경우 손쉽게 교환 가능하다.

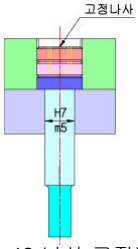


그림 3-42 나사 고정방식

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.5 펀치 플레이트 (Punch plate, 펀치 고정판)

3) 데브콘 고정방식

데브콘 접착제를 사용한 소량 생산용 금형의 펀치 고정에 적합하며 값이 저렴하다.

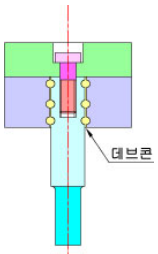


그림 3-43 데브콘 고정방식

4) 볼록 고정방식

볼에 의해 고정되는 형식으로 펀치 교환빈도가 높은 금형에 사용되나 고정밀도 금형에는 적합하지 않다.

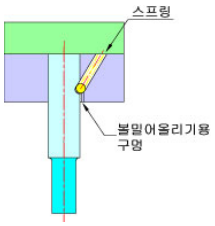


그림 3-44 볼록 고정방식

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.6 스트리퍼판 (Stripper plate)의 설계

(1) 기능

스트리퍼판은 블랭킹, 피어싱등의 전단 가공시에 피가공 판재의 고정 및 위치 결정과 펀치로부터 스크랩제거 및 펀치의 안내와 보호 역할을 한다.

(2) 스트리퍼의 종류

1) 고정 스트리퍼판 (Soild stripper plate)

일반적으로 수동 이송 전단 가공과 피가공재의 판 두께가 두껍고 정밀하지 않은 부품 가공에 주로 사용되는 형식으로 다이 플레이트에 고정된다.

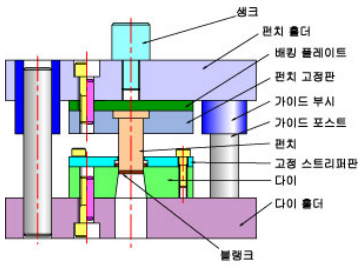


그림 3-45 고정 스트리퍼판

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.6 스트리퍼판 (Stripper plate)의 설계

2) 가동식 스트리퍼판

(Spring stripper plate)

평탄하고 정밀한 제품과 박판재를 가공할때 소형 펀치의 휨이나 파손에 대한 염려가 있을때, 생산량을 증가시키는 작업일 때 주로 사용하는 형식으로 펀치홀더쪽에 장착되며 코일스프링, 우레탄 고무 등을 사용한다.

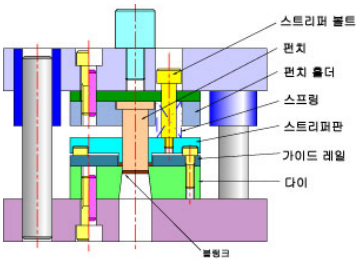


그림 3-46 가동 스트리퍼판

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.6 스트리퍼판 (Stripper plate)의 설계

(3) 스트리퍼판 설계시 고려사항

① 일반적으로 스트리퍼 압력은 전단하중의 5~20%를 적용한다. (보통 10%를 설계 기준으로 사용)

② 전단하중에 변형이 생기지 않도록 충분한 강도와 내마모성이 요구된다. (담금질 연마)

③ 스프링 압력이 균일하게 작용 되도록 배치하여야 한다.

④ 정밀도가 높은 제품 가공이나 고속 블랭킹, 피어싱을 할 때에는 부시 형식으로 하여 서브 가이드 포스트에 안내시킨다.

(4) 가동 스트리퍼판에서의 스프링 장착법

① 그림 3-47 (a)에서는 스트리퍼 볼트 고정방식으로 스프링과 스트리퍼 볼트를 사용하는 방법으로 일반적으로 많이 사용한다.
② 그림 3-47 (b)는 슬리브 고정방식으로 스프링을 펀치홀더에 장착시키는 방법으로 각각의 스프링 압력을 조절할 수 있어서 결합성이 좋으나, 펀치홀더의 두께가 두꺼워지는 단점이 있다.

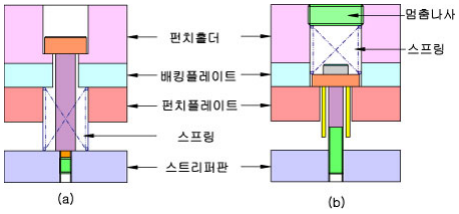


그림 3-47 가동식 스트리퍼판용 스프링 장착법

③ 육각 렌치용 멈춤 나사

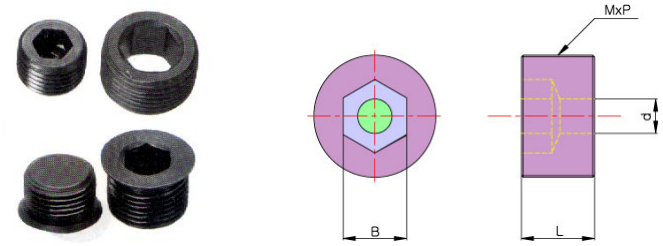


그림 3-48 육각렌치용 멈춤 나사

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.6 스트리퍼판 (Stripper plate)의 설계

(5) 재료 두께에 따른 스트리퍼판의 두께 기준

길이,폭 / 형식 / 재료두께	~125		125~160		160~300	
	가동 스트리퍼판	고정 스트리퍼판	가동 스트리퍼판	고정 스트리퍼판	가동 스트리퍼판	고정 스트리퍼판
~0.6	13~16	13~16	16~20	16~20	20~25	16~20
0.6~1.2	16~20	13~16	20~25	16~20	25~30	20~25
1.2~2.0	15~20	16~20	25~30	20~25	25~30	20~25
2.0~3.2	20~25	16~20	25~30	20~25	25~30	20~25

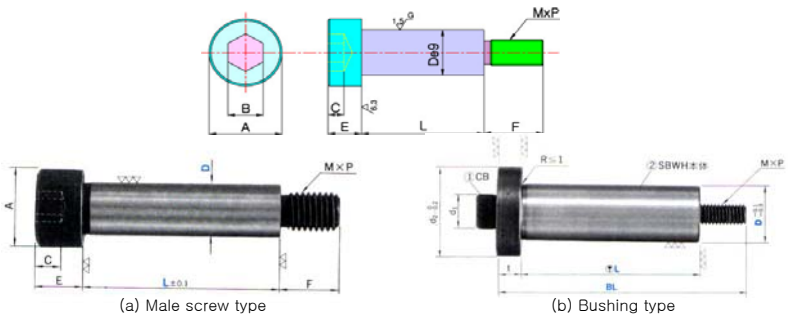
3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.6 스트리퍼판 (Stripper plate)의 설계

(6) 스트리퍼 볼트 (Stripper bolt)의 종류

스트리퍼 볼트에는 Male Screw type과 Bushing type의 2종류가 주로 많이 사용된다.



(a) Male screw type (b) Bushing type

그림 3-49 스트리퍼 볼트의 종류

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.7 파일럿 핀 (Pilot pin)의 설계

(1) 기능

파일럿 핀은 재료의 최종적인 위치를 정확하게 안내하는 기능을 하는 부품으로서 그림 3-50 같이 주로 프로그레시브 금형에 사용되며, 피어싱 펀치에 의해서 미리 뚫려있는 구멍에 파일럿 핀이 위치하게 된다.

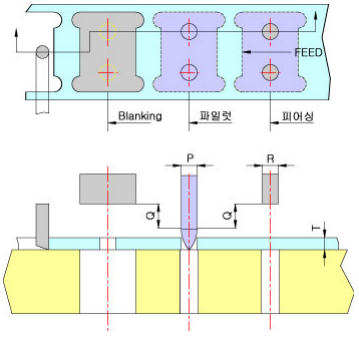


그림 3-50 파일럿 핀의 사용 예

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.7 파일럿 핀 (Pilot pin)의 설계

(2) 설계전 고려사항

① 재료(스트립)를 정확한 위치에 고정시킬 수 있는 충분한 강도 (Strength)를 가질 것
② 휨(Deflection)이나 부러짐이 없을 것
③ 가공할 제품의 안전한 위치에 설치할 것
④ 분해(Demounting)하기 쉽고 교환

(3) 파일럿 핀의 형상 및 명칭

그림 3-46은 가장 일반적인 파일럿 핀의 형상이며 각 부의 명칭은 다음과 같다.

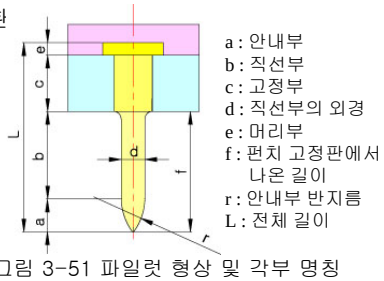


그림 3-51 파일럿 형상 및 각부 명칭

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.7 파일럿 핀 (Pilot pin)의 설계

(4) 파일럿 핀의 고정 방식

일반적으로 파일럿 핀의 고정에는 펀치 고정판 고정 방식과 스트리퍼판 고정 방식이 있다. 또한, 모양에 따라서 스트레이트형과 단이진 형이 있고, 파일럿 선단의 형상에 따라서 반경형, 테이퍼형 등 여러 가지 모양의 종류가 있다. 그림 3-52는 파일럿 핀 고정방식 및 종류를 나타낸다.

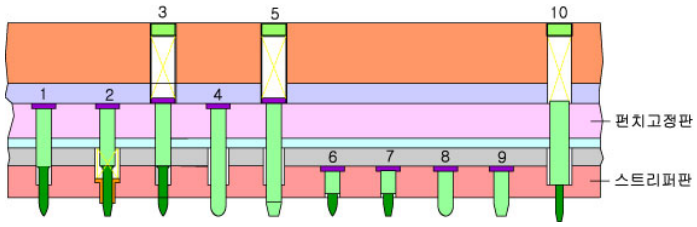


그림 3-52 파일럿 핀의 고정방식

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.7 파일럿 핀 (Pilot pin)의 설계

(5) 선단형상별 파일럿 종류

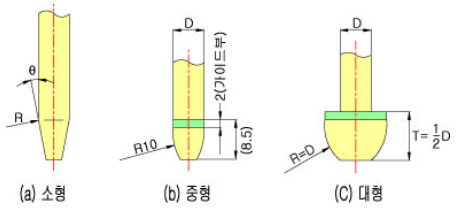


그림 3-53 선단형상별 파일럿 핀의 종류

θ	용 도	
10°	중, 소 지름용	박판의 연질 재료에 사용
15°	중, 소 지름용	일반 고속가공용에 사용
30°	중, 소 지름용	저속가공용에 사용
45°	특수용	스트로크량이 작을 때 사용

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.7 파일럿 핀 (Pilot pin)의 설계

(6) 파일럿 핀과 피어싱 구멍의 틈새 관계

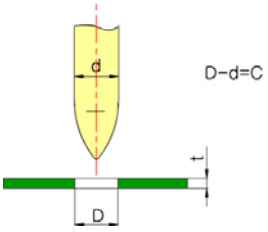


그림 3-54 파일럿 핀과 피어싱 구멍의 치수 관계

t		0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	2	3
C	정밀	0.01		0.02		0.02		0.03	0.04	0.05
	일반	0.02		0.03		0.04		0.05	0.06	0.07

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.7 맞춤핀 (Dowel pin)의 설계

(1) 기능

맞춤핀은 위치결정 부품으로서 일명 열처리 핀이라고도 하며, 규격품을 주로 사용하고 다음과 같은 기능을 한다.

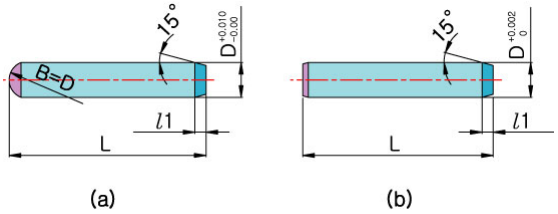
① 펀치 플레이트와 배킹 플레이트, 펀치홀더의 정확한 위치를 결정하여 준다.
② 다이 및 다이홀더의 정확한 위치를 결정하여 준다.
③ 측면압력 및 펀치측 방향의 충격을 흡수하여 준다.
④ 신속한 분해가 가능하고 재조립 시에도 정확한 위치를 결정하여 준다.

(2) 사용 재료

맞춤핀의 사용 재질은 탄소강 또는 합금강(STC3, STC5)을 열처리하여 내부는 로크웰경도(HRC 50~54)로 질긴 성질을, 외부는 (HRC 60~64)로 경하게 하여 변형 및 파손을 방지하도록 한다.

(3) 맞춤핀의 종류

1) 직선형

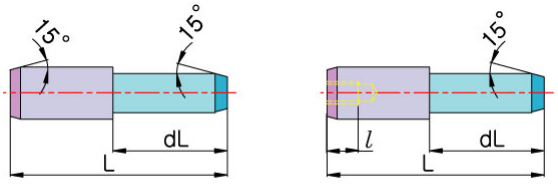


(a) (b)

그림 3-55 직선형 맞춤핀

일반적으로 가장 많이 사용하는 형상으로 그림 (a)는 보통급, (b)는 고정밀도급에 사용한다.

2) 계단형



(c) (d)

그림 3-56 계단형 맞춤핀

낙하방지 및 수정이 편리할 때 사용되는 형상으로 그림 (c)는 보통급, (d)는 고정밀도급에 사용한다. 또한 분해가 쉽도록 한쪽에 나사를 가공하였다.

3. 전단 금형

3.4 전단 금형 부품의 기능 및 특징

3.4.7 맞춤핀 (Dowel pin)의 설계

(4) 맞춤핀의 사용방법

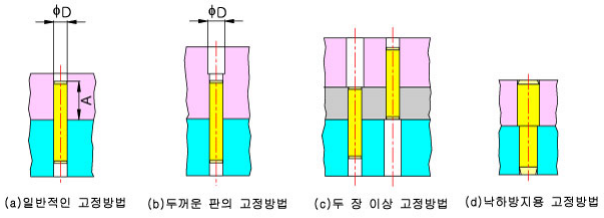


그림 3-57 맞춤핀 사용 방법

맞춤핀과 사용볼트	
사용볼트	맞춤핀
M4	Ø4
M5	Ø5
M6	Ø6
M8	Ø8
M10	Ø10

금형에 사용되는 맞춤핀의 직경은 같은 판에 사용되는 나사의 직경과 같게 한다.

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

아래 그림과 같은 제품을 전단 할 수 있는 블랭킹 금형(Blanking Die)를 설계하시오. **(주 : 3.5절의 도면은 PDF파일로 별첨되어 있으므로 자세한 내용은 파일 참조)**

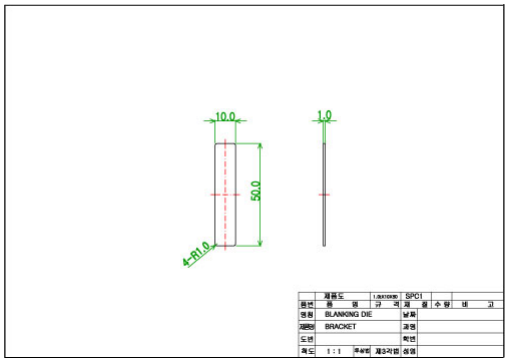


그림 3-58 제품도

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.1 제품도 검토

(1) 제품의 정밀도

① 본 제품은 일반적으로 사용되는 단순 브라켓(Bracket)으로 가공 공차는 프레스 가공 일반 공차 보통급에 해당한다.

② 평면도 등에 대한 도면상의 규제가 없으므로 이에 따른 금형 구조의 특별한 고려는 불필요하다.

③ 전단버에 대한 제한도 없으므로 금형 형식의 제한을 받지 않는다.

(2) 제품의 재질

제품의 재질은 일반 압연 강판(SPCC)으로서 프레스 작업성이 좋으며, 일반적으로 널리 쓰이는 재료이므로 재질에 따른 펀치, 다이의 재질 선정은 어려움이 없다.

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.1 제품도 검토

(3) 생산량

① 생산량은 제품당 10개가 사용되며, 완제품으로 1,000대를 생산할 계획이므로 총소요량은 10,000개가 된다.

② 생산량으로 볼때 금형의 형식은 블랭킹 금형으로 한다..

③ 생산량이 많은 것이 아니므로 소재 레이아웃 설계시 다열 배치보다는 일렬 배치의 단순형으로 하여 금형 제작비를 저렴하게 한다.

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.2 레이아웃 (Lay-out, 공정설계도) 설계

금형 설계의 기초이면서 중요한 사항으로 요구되는 제품의 형상을 얻기 위해서는 신중하고도 충분한 검토를 하여야 하며, 제품의 형상에 따른 이송잔폭 및 양측면의 캐리어(carrier)의 양도 신중한 검토가 요구된다. 연속적인 소재 이송에 의한 자동작업을 위한 사용재료별 이송잔폭 및 전후잔폭의 결정은 다음 표를 참고로 설계한다. (예제의 제품의 경우 아래 표의 계산으로 A=1.35, B=1.62mm로 선택되었으나 간단하고 안전한 설계를 위해 A=2, B=2.5mm로 결정함.)

사용재료	C / t	이송 잔폭 A			전후폭 B
		50미만	50~100	100이상	
일반금속	0.5미만	0.7	1.0	1.2	1.2A
	0.5이상	0.4+0.6t	0.65+0.7t	0.8+0.8t	
규소강판	0.5미만	1.2	1.4	1.6	1.2A
	0.5이상	0.9+t	1.1+t	1.3+t	
페놀수지	0.5미만	1.2	1.4	1.6	1.2A
	0.5이상	0.8+0.8t	0.9+t	1+1.2t	

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.2 레이아웃 (Lay-out)도 설계

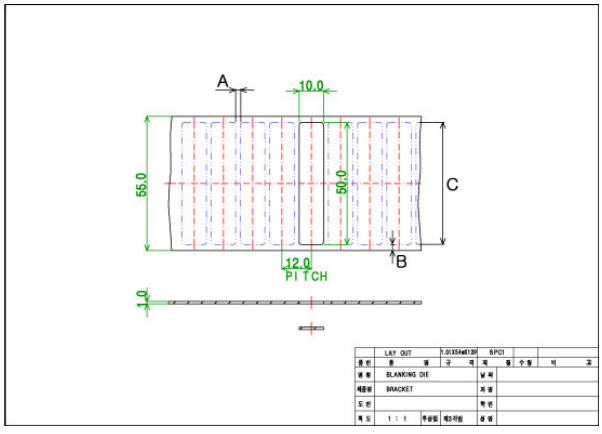


그림 3-59 레이아웃도

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.3 금형의 구상

(1) 다이세트(Die-set)는 스틸다이세트로 한다. (SM45C)
(2) 소재이송은 앞에서 뒤로 이송되게 설계한다.
(3) 스트리퍼판(Stripper plate)는 고정식으로 하며, 소재이송안내기능까지 하도록 한다.
(4) 샹크(Shank)는 Ø38 스트레이트 형식으로 한다. (표준 부품)
(5) 금형의 상하형이 조립된 상태에서 금형의 닫힌 높이(Die Shut hight)는 164mm로 한다.
(6) 펀치다이의 틈새(Clearance)는 재료 두께의 5%로 한다.
(7) 표준부품의 적용
금형제작에 사용되는 각 부품은 표준품에 준한 설계를 하므로서, 구매의 용이함과 제작비용을 절감시킬수 있고 유지보수가 용이하다.
(8) 금형 플레이트의 두께는 피가공재의 두께 또는 전단압력등을 고려하여 결정하고, 또한 금형재료의 두께는 6, 8, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 32, 38, 45, 50, 55, 60, 65, 70mm등의 표준 규격으로 양산되고 있음을 감안하여 플레이트의 두께를 결정해야 한다.

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 금형 설계도의 제도

(1) 하형의 평면도

설계용지에 중심선을 긋고, 금형 구상을 기초로 하여 하형의 평면도를 작도한다. (조립도의 하형 평면도 참조)

① 제품도 치수를 보고 제품외형치수를 그린다.

② 나사 및 맞춤핀을 그린다.

③ 고정식 스트리퍼판의 외형 치수를 그린다.

④ 다이 플레이트의 외형 치수(130X120)를 그린다.

⑤ 가이드 포스트 4곳을 가로 180mm, 세로 140mm로 그린다.

⑥ 다이홀더의 외형치수는 가로 240mm, 세로 200mm로 그린다.

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 금형 설계도의 제도

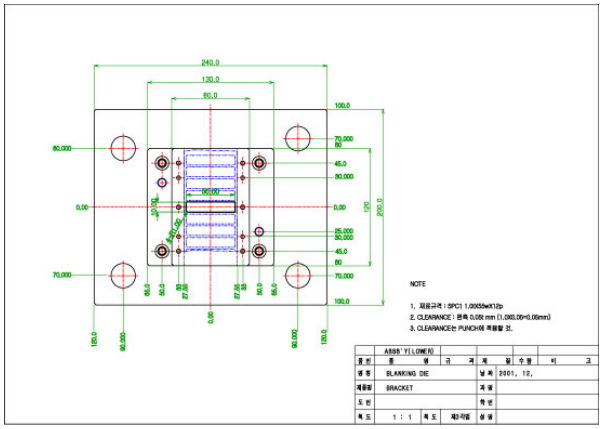


그림 3-60 하형 평면도

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 금형 설계도의 제도

(2) 전체 조립 단면도 (상하형 조립 상태)

① 전체 조립 단면도를 그린다.

② 각 부품을 구분하기 위해 그림과 같이 해칭을 한다.

③ 각 플레이트의 두께 치수를 표시하고, 금형의 상하형이 조립된 상태에서 금형의 전체 높이 164mm를 표시한다.

④ 각 부품에 지시선으로 품번을 기록한다.

⑤ 조립단면도의 우측 하단부에 부품표(Parts list)를 작성한다.

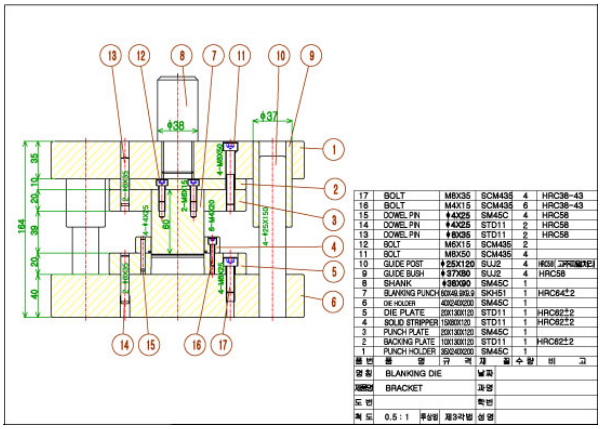


그림 3-61 조립 단면도

(3) 상형의 평면도

금형의 상하형이 조립된 상태에서 상형을 들어 올린 후 좌측에서 우측으로 뒤집어 놓은 상태에서 보았을 때의 평면도를 그림을 참고하여 그린다. (조립도의 상형 평면도 참조)

① 먼저 중심선을 긋고 블랭킹 펀치의 외형 치수 가로 49.90mm, 세로 9.90mm 및 4모서리 반경 R 0.95mm를 표시한다.
② 샹크(Shank)를 점선을 표시한다.
③ 펀치 고정용 볼트를 점선으로 그곳에 그린다.
④ 맞춤핀(Dowel pin) 및 체결볼트를 그린다.
⑤ 펀치 플레이트(Punch plate)의 외형치수(130X120mm)를 그린다.
⑥ 가이드 부시의 설치 위치(가로 180mm X 세로 140mm)를 2곳에 그린다.
⑦ 펀치홀더(Punch holder)의 외형 치수(240X200mm)를 그린다.
⑧ 상형의 평면도 하단에 상형의 단면도를 그린다.

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 금형 설계도의 제도

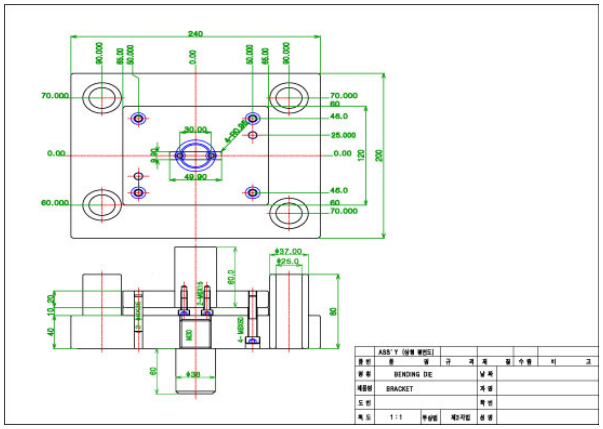


그림 3-62 상형 평면도

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 각 부품의 설계 제도

(1) 펀치홀더 (Punch holder, 품번 ①)

① 일반적으로 상홀더 또는 펀치홀더는 펀치 및 각 부품을 조립시키는 기능을 하는 부품이며, 가이드 부시가 위치한다.

② 사용재질로는 금형제작비를 절감하기 위해 SM45C를 열처리하지 않고 사용한다.

③ 두께는 프레스 가공시 하중에 변형(굽힘)이 생기지 않을 정도로 한다. (경험치)

④ 외형 치수는 펀치 플레이트 및 가이드 부시를 장착할 공간을 고려하여 결정한다.

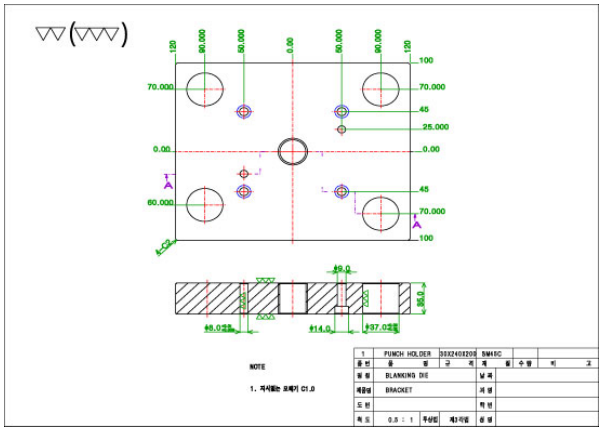


그림 3-63 펀치홀더

(2) 배킹 플레이트 (Backing plate, 품번 ②)

① 배킹 플레이트는 펀치에 가해지는 충격하중을 위해 펀치 머리부가 펀치홀더의 밑면부에 파고 들어가는 현상(Sinking)을 방지하는 기능을 한다.

② 사용재질은 일반적으로 STS3 종을 열처리하여 사용한다. 여기서는 편의상 STD11종을 사용하였다.

③ 두께는 경험상 펀치홀더의 30%를 적용하여 약 10.0mm로 하였다.

④ 외형치수는 130X120mm로 펀치 플레이트와 같게 하였다.

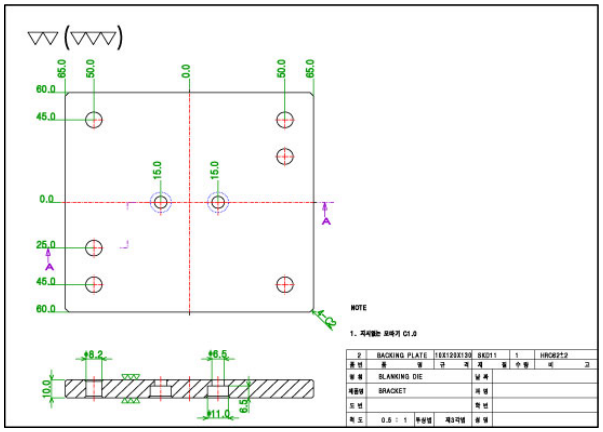


그림 3-64 배킹 플레이트

(3) 펀치 플레이트 (Punch plate, 품번③)

① 펀치 플레이트는 블랭킹 또는 피어싱 펀치 등을 정확하게 고정시키는 역할을 하는 부품이다.

② 두께는 펀치홀더 두께의 60~80% 또는 펀치 길이의 30~40%를 적용한다.

여기서 펀치 길이의 30%인 18mm+2mm(안전률 고려)로 하여 20mm로 하였다.

③ 사용 재질은 일반적으로 SM45C를 열처리하지 않고 사용한다.

④ 펀치와의 공차는 억지끼워 맞춤공차(H7m5)를 적용한다.

⑤ 외형치수는 배킹 플레이트와 같게 한다.

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 각 부품의 설계 제도

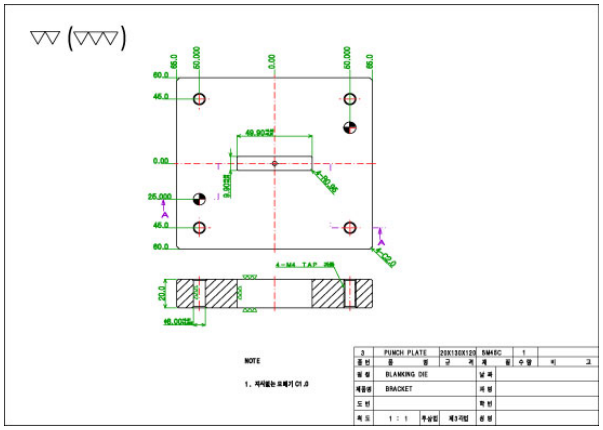


그림 3-65 펀치 플레이트

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 각 부품의 설계 제도

(4) 블랭킹 다이 (Blanking die 품번 ⑤)

1) 다이는 펀치와 상대 운동을 하는 부분으로 펀치가 가하는 하중에 변형 및 파손이 없도록 충분한 강도를 가져야 한다.

2) 사용 재료는 일반적으로 프레스 금형강으로 열처리 효율이 좋은 합금공구강 STD11을 열처리하여 사용한다.
열처리 경도값은 로크웰 경도(HRC62±2)값으로 한다.

3) 블랭킹 다이 플레이트의 두께를 결정하기 위해서는 먼저 전단 하중을 계산한다.

① 전단하중의 계산

$$P = L \cdot t \cdot \tau \ (kg/mm^2)$$

여기서 L : 전단 윤곽 길이(mm), t : 피가공 재료 두께(mm)
τ : 전단 저항 (kg/mm^2), ex) 일반압연강판 (35 kg/mm^2)

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 각 부품의 설계 제도

본 제품의 치수는 다음과 같다.
가로 50mm, 세로 10mm, 두께 1.0mm, 전단 저항 35 kg/mm^2

풀이) $P = L \cdot t \cdot \tau = 120 \times 1 \times 35 = 4200(Kgf)$

② 블랭킹 다이 두께(H) 결정은 전단하중에 의한 방법으로

$H = K\sqrt[3]{P} \quad (mm)$

여기서 H = 다이두께(mm)
P = 전단하중(kgf)
K = 보정계수

본 제품의 전단 길이는 120으로 K=1.25, P=4200(kgf)

풀이) $H = 1.25 \times \sqrt[3]{4200} \approx 20.16$

따라서 다이 플레이트의 두께는 20mm로 한다.

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 각 부품의 설계 제도

③ 블랭킹 다이의 외곽 치수 크기를 결정한다. (프레스 가공 데이타북 참조)

고려사항
- 체결나사와 맞춤핀을 고정시킬 치수를 고려한다.
- 스트리퍼판을 고정시킬 치수를 고려한다.
- 공정설계(Stripper lay-out)를 고려한다.

a) 다이외주에서 나사구멍위치의 치수
표준치수 a_1=(1.7~2.0)d

최소 허용 치수

금형재료상태	동일위치 (a_1)	위 치 표 시	
		a_2	a_3
미열처리	1.13d	1.5d	1d
담금질경화	1.25d	1.5d	1.13d

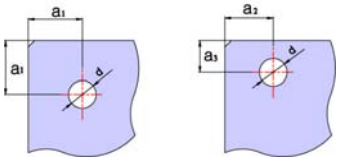


그림 3-66 나사 구멍의 위치

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 각 부품의 설계 제도

b) 다이 구멍과 나사구멍, 맞춤핀과 나사구멍까지의 최소 허용치수

표준 F > 2d

최소치수 (원활한 윤곽선과 근접)

금형재료	최소 (Fmin)
미열처리	1.13d
담금질경화	1.25d

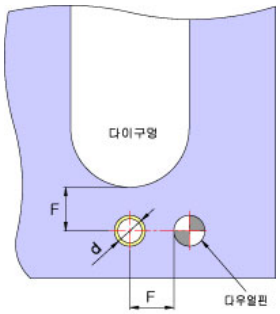


그림 3-67 다이와 나사, 맞춤핀과 나사 사이의 치수

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 각 부품의 설계 제도

c) 볼트간의 거리

사용나사	최소거리	최대거리
M_5	15	50
M_6	25	70
M_8	40	90
M_{10}	60	115
M_{12}	80	150

d) 다이 두께와 체결나사의 크기

다이 두께 (mm)	~13	13~19	19~25	25~32	32~
사용나사	M4, M5	M5, M6	M6, M8	M8, M10	M10, M12

사용 나사의 선택은 다이의 표면적 크기에 비례한다.

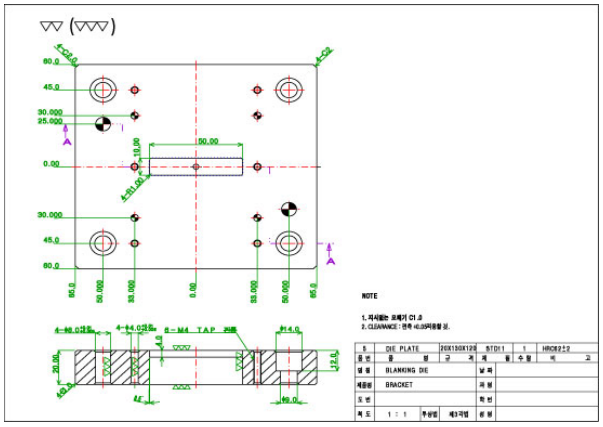


그림 3-68 다이 플레이트

(5) 고정 스트리퍼판 (Solid stripper, 품번 ④)

① 고정식 스트리퍼판은 스트립의 스트리핑 기능 이외에 소재의 폭을 안내해 주는 가이드 레일(guide rail) 기능까지 하도록 한다.

② 고정식 스트리퍼판은 다이 플레이트에 고정된다.

③ 스트리퍼판의 두께는 다이 플레이트의 75%인 15mm로 한다.

④ 여기서는 스트리퍼판을 일체형으로 하지 않고, 2개로 분할하여 각각 볼트, 맞춤핀을 사용하도록 한다.

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 각 부품의 설계 제도

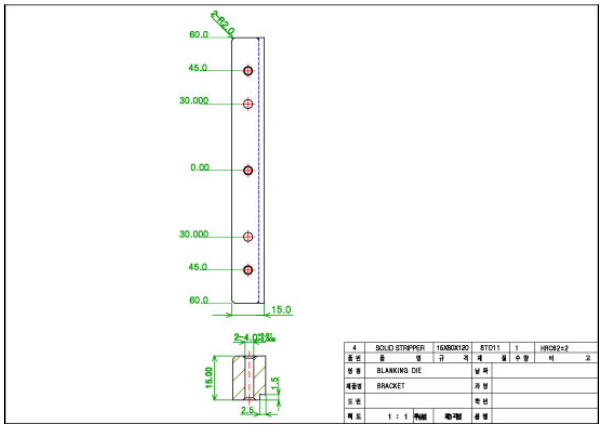


그림 3-69 고정 스트리퍼판

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 각 부품의 설계 제도

(6) 다이홀더 (Die holder, 품번 ⑥)

① 다이홀더는 하형의 부품(블랭킹 다이, 고정 스트리퍼판 등)을 고정시키는 역할과 하형을 프레스의 볼스터에 장착시킬때 필요한 기능을 한다.

② 상형에서 가하는 하중에 지탱할 수 있는 충분한 강도를 갖는 두께로 한다.

③ 사용재료는 일반적으로 SM45C를 열처리 안하고 사용한다.

④ 가이드 포스트를 설치할 치수를 고려하고, 프레스의 볼스터에 고정시킨 치수도 고려해야 한다.

⑤ 여기서는 펀치홀더(Punch holder)의 외형치수와 같게 하였다.

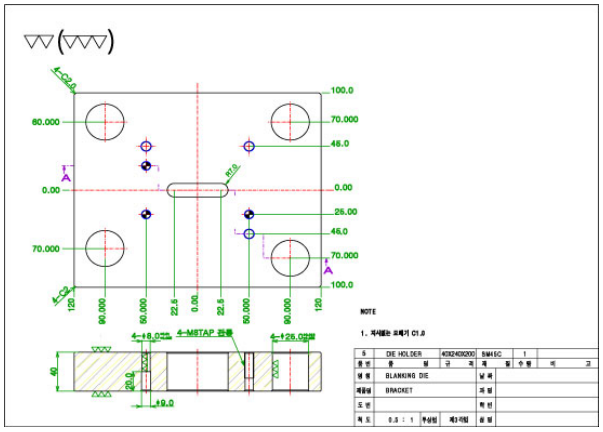


그림 3-70 다이홀더

(7) 블랭킹 펀치 (Blanking punch, 품번 ⑦)

프레스 금형의 각종 펀치는 제품가공시 압축응력, 인장응력 등이 작용하며 반복충격하중을 받기 때문에 충격하중이 심하면 좌굴이나 파손을 초래한다. 따라서 좌굴이나 파손없이 사용할 수 있는 필요 최소한의 길이로 설계한다.

① 펀치의 길이는 오일러 좌굴식을 이용하지만 여기서는 표준부품 규격집을 참고하여 일반적으로 50~60mm로 하였다.

② 사용재료는 합금공구강 STD11을 사용하나 여기서는 펀치 수명을 고려하여 고속도 공구강 SKH51을 사용하였다.

③ 열처리 경도는 로크웰경도(HRC62±2)로 한다.

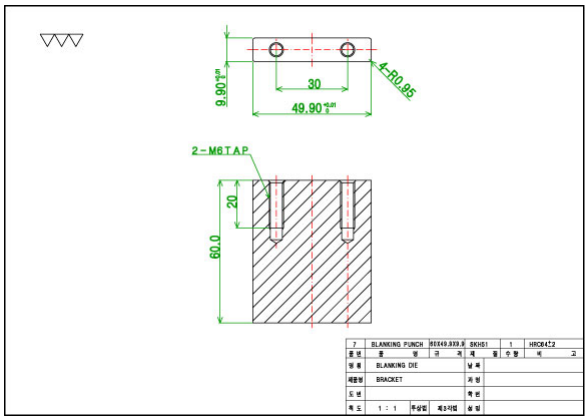


그림 3-71 펀치

(8) 샹크(Shank 품번 ⑧)

① 펀치홀더의 자루 부품으로서 프레스의 램에 상형을 부착시키는 기능을 한다.

② 일반적으로 치수는 규격화 되어 있고, 스트레이트 형식과 언더컷 형식이 있다.

③ 샹크의 치수 결정은 프레스램의 샹크 구멍을 기준으로 하여 결정한다.

④ 여기서는 표준 부품집을 참고로 하였다.

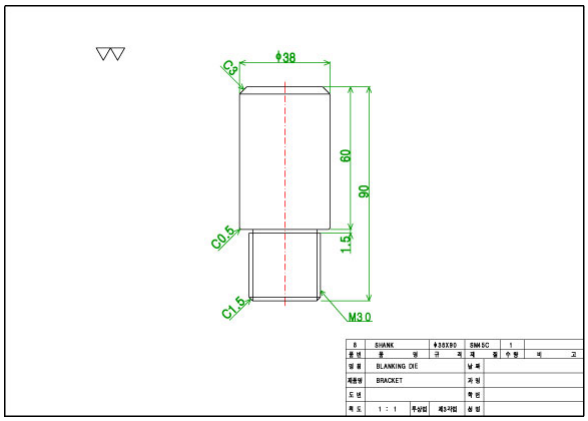


그림 3-72 샹크

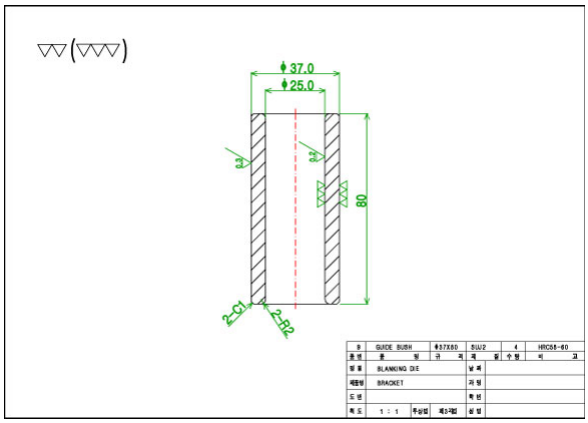


그림 3-73 가이드 부시

3. 전단 금형

3.5 전단 금형 설계

3.5.4 각 부품의 설계 제도

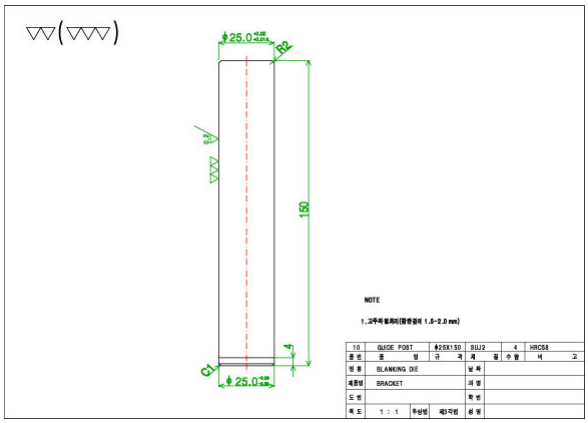


그림 3-74 가이드 포스트