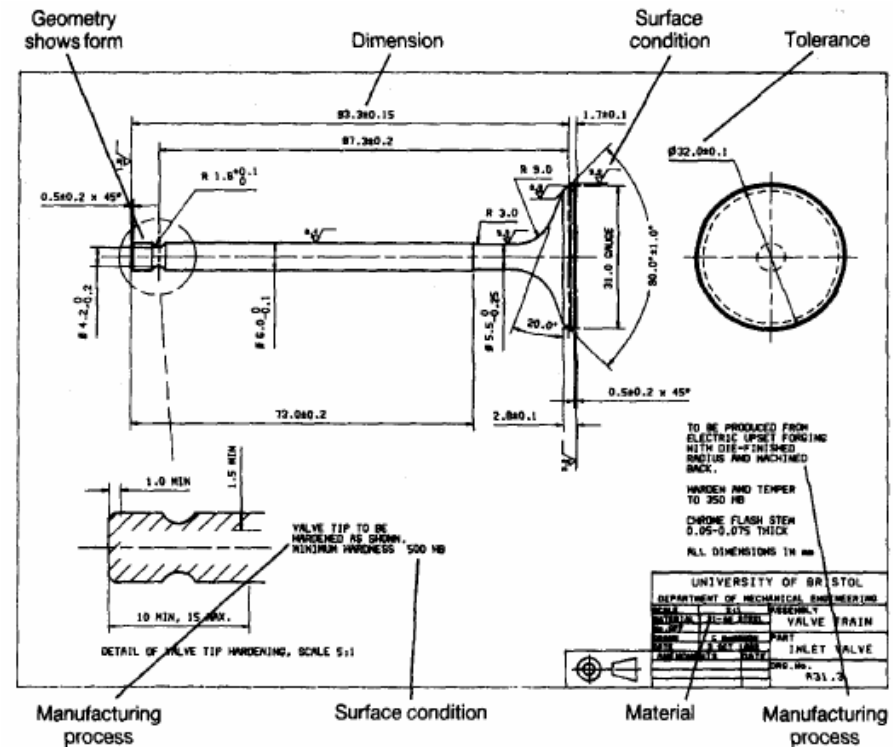


CAD Fundamentals

- Geometric modeling systems
 - User interface, Geometry representation, Topology representation, Manipulation procedures, Database method, Data exchange
- Why 3D models aren't more widely used in design
 - Conceptual design is concerned with functions performed by geometry; not by the geometry itself
 - Preliminary design is concerned with subsystem interface geometry
 - Detailed design is concerned with microscopic geometry!
 - Geometry models do not include “design intent”
 - Geometry models do not identify mfg. or functional or geometry features
 - Tolerances are not easily handled

CAD Fundamentals

- Why 2D drawings are still widely used
 - They include lots of nongeometric information in notes
 - Can be sketched easily on paper
 - Familiar system
- 2D dwgs are difficult
 - Not always unambiguous
 - Need human interpretation
 - Can't readily be interpreted by machines



Drawings

- Special language for communicating about physical objects
 - Reading
 - Writing
- Can be a legal definition
- 3+ types of information:
 - Shape
 - Nominal dimensions
 - Tolerances
 - Other attributes (e.g. finish)

Sketch vs. Drawing

- Rough, approximate
- Communicate general shape & proportion
- Quick, cheap
- Produced by hand or with simple tools
- Precise, complete
- Sufficient to enable fabrication or assembly
- Not quick, not cheap
- Produced with tools

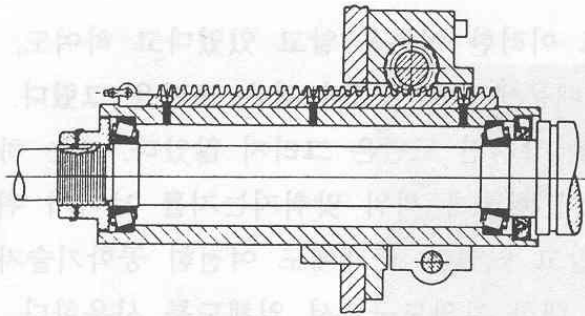
목 차

- 서론
- 선과 글자
- 투상법
- 제품제작도면 작성의 기본원칙
 - 형상의 표시
 - 치수기입법
- 단면도
- 좋은 도면을 만드는 투상도

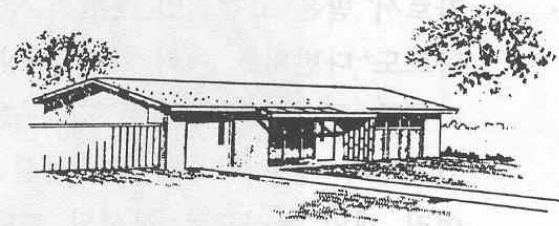
서론

- 그래픽: 평면 위에 표시된 기호나 선들을 이용하여 아이디어를 표현하는 것
- 도면: 실제 물건을 그래픽 방법으로 표현한 것
 - 예술적 도면: 예술적인 성질들을 표현
 - 기술적 도면: 기술적인 아이디어나 실용적인 장치에 대한 아이디어를 표현
- 제도: 도면을 작성하는 것
 - 생각해 낸 아이디어를 표현하기 위한 그래픽 공통언어
 - 공학기술자의 공용언어

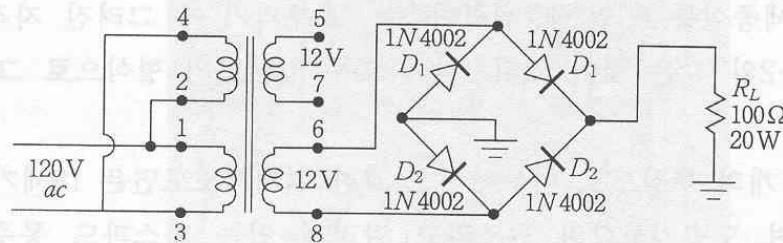
기술분야 도면의 종류



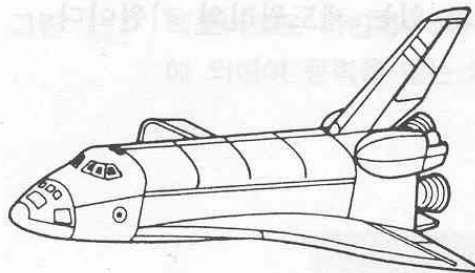
(a) 기계제작도면



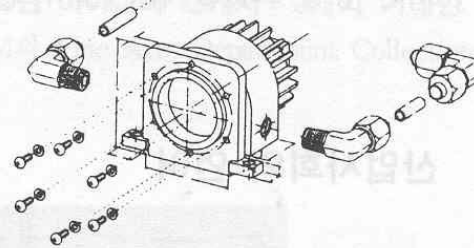
(b) 건축도면



(c) 전기회로도면



(d) 항공공학분야 도면



(e) TI (technical illustration) 도면

제도표준

- 한국산업(KS)규격^㉔: 국제표준에 준하여 규정
 - 제도통칙(A0005)
 - 한국표준정보망(www.kssn.net): 검색
 - 한국표준협회(www.ksa.or.kr): 제도관련KS특집판
- 도면의 종류
 - 조립도: 부품마다 번호를 붙이고 목록 수록
 - 부품도: 한 장의 도면에 하나의 부품씩
- 치수
 - 모든 길이단위는 mm로 통일

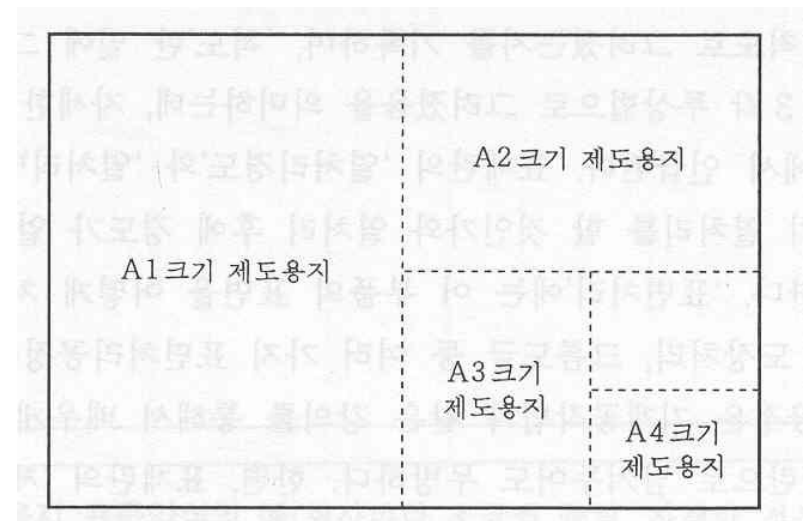
기계제도관련 KS규격들

구 분	수 량	기계제도 관련 대표적인 KS 규격들
전부분 제도통칙	1종	A5004 제도 통칙
제도 기본/일반	13종	A0106 도면의 크기 및 양식 A0107 제도에 사용하는 문자 A0108 제도에 있어서 치수의 허용한계 기입방법 A0109 제도에 사용하는 선 A0110 제도에서 사용하는 척도 A0111 제도에서 사용하는 투상법 A0112 제도에 있어서 도형의 표시방법 A0113 제도에 있어서 치수의 표시방법 B0242 최대 실체 공차방식 B0243 기하공차를 위한 데이텀 B0608 기하공차의 표시방법

부분별 제도통칙	10종	B0001 기계제도 B0002 기어제도 B0003 나사제도 B0004 구름 베어링 제도 B0005 스프링제도
기호/표시/용어	13종	A3007 제도용어 B0107 가공방법 기호 B0200 나사의 표시방법
허용치수/형상표시	15종	B0401 치수공차 및 끼워맞춤 B0412 개별적인 공차의 지시가 없는 길이치수 및 각도치수에 대한 공차 B0161 표면거칠기 정의 및 표시 B0420 중심거리의 허용차 B0425 기하편차의 정의 및 표시
세 부 형 상	21종	B2005 미끄럼 베어링용 부시 B2051 구름 베어링의 부착 관계 치수 및 끼워맞춤 B1311 문합 키 및 키홈 B1336 C형 멈춤링(스냅링) B2006 각형 스플라인
나 사	15종	B0200 나사의 표시방법 B0201 미터 보통나사 B0231 나사 끝의 모양, 치수 B1002 육각머리볼트 B1012 육각머리너트 B1324 스프링 와셔 B1326 평와셔
배 관	5종	B1502 관 플랜지의 치수허용차 B1511 철강재 관 플랜지의 기본치수 B2305 밸브의 호칭지름과 구멍지름
기 타	7종	A0201 활자의 기준치수 A0202 기계조각용 표준서체(한자) A0203 기계조각용 표준서체(아라비아숫자, 로마자) A0902 T홈 A0904 O링 부착 홈부의 모양 및 치수

제도용지

- A0용지: 1189mm X 841mm
- A_{i+1} 의 크기는 A_i 크기의 $\frac{1}{2}$
- 척도
 - 1:1 실척이 원칙
 - 축척(1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500 등)
 - 배척(2:1, 5:1, 10:1 등)



제도용지 표준양식

표면거칠기																											
번호 품번 품명 재질 수량 규격/도번 (조립도의 경우 필요) 표제란																											
보통허용공차 (기계가공) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>6 미만</td> <td>±0.1</td> </tr> <tr> <td>6~30 미만</td> <td>±0.2</td> </tr> <tr> <td>30~120 미만</td> <td>±0.3</td> </tr> <tr> <td>120~315 미만</td> <td>±0.5</td> </tr> <tr> <td>315~1000 미만</td> <td>±0.8</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>열처리경도</td> <td>승인</td> <td>명칭</td> <td>수량</td> </tr> <tr> <td>열처리방법</td> <td>검도</td> <td>기계명</td> <td>무게</td> </tr> <tr> <td>표면처리</td> <td>설계</td> <td>재질</td> <td>척도</td> </tr> <tr> <td></td> <td>제도</td> <td>품번</td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>		6 미만	±0.1	6~30 미만	±0.2	30~120 미만	±0.3	120~315 미만	±0.5	315~1000 미만	±0.8	열처리경도	승인	명칭	수량	열처리방법	검도	기계명	무게	표면처리	설계	재질	척도		제도	품번	
6 미만	±0.1																										
6~30 미만	±0.2																										
30~120 미만	±0.3																										
120~315 미만	±0.5																										
315~1000 미만	±0.8																										
열처리경도	승인	명칭	수량																								
열처리방법	검도	기계명	무게																								
표면처리	설계	재질	척도																								
	제도	품번																									

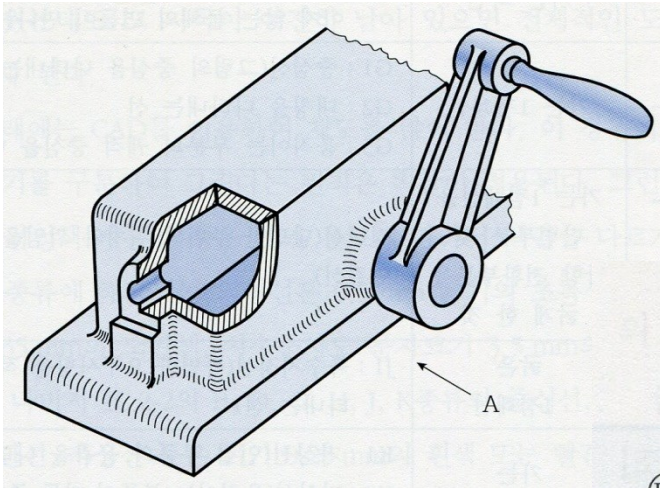
선의 형태

- KS규격 A0109 '제도 - 표시의 일반원칙(선에 대한 기본사항)'
 - 선의 번호 01부터 15까지 15종류를 제시

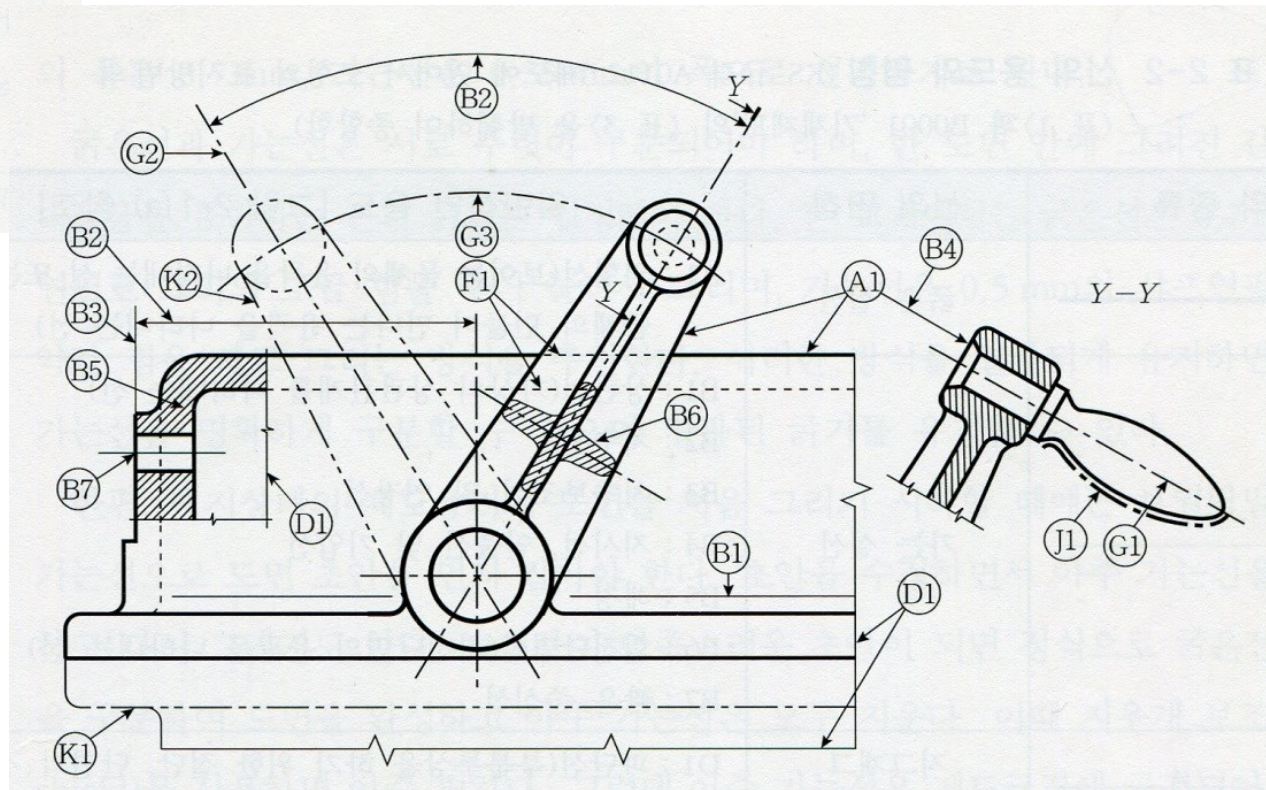
KS 규격 A0109에서 의 번호	선의 명칭	형 태	설 명
01	실선		연속된 선
02	파선		일정한 간격으로 짧은 선의 요소가 규칙적으로 반복되는 선(되도록 3 mm 짧은선, 1 mm 간격, 3 mm 짧은선, 1 mm 간격의 비율로 그림)
08	1긴점 긴 쇄선 (보통 '1점쇄선' 이라고 함)		장단 2종류의 길이의 선의 요소가 번갈아 반복되는 선(되도록 긴선, 1 mm 간격, 3 mm 짧은 선, 1 mm 간격, 긴 선의 비율로 그림)
09	2긴점 긴 쇄선 (보통 '2점쇄선' 이라고 함)		장단 2종류의 길이의 선의 요소가 장, 단, 단, 장, 단, 단의 순서로 반복되는 선(되도록 긴 선, 1 mm 간격, 3 mm 짧은 선, 1 mm 간격, 3 mm 짧은 선, 1 mm 간격, 긴 선의 비율로 그림)

선의 용도와 명칭: 사례

KS규격 A0112 '제도에 있어서 도형의 표시방법' <그림9>



입체도



정면도

선의 용도와 명칭

선의 종류	선의 명칭	일반적인 용도 [그림 2-1 (a) 참조]
A 	굵은 실선	A1 : 외형선(보이는 물체의 윤곽을 나타내는 선 또는 보이는 물체의 면들이 만나는 윤곽을 나타내는 선)
B 	가는 실선	B1 : 상관선(가상의 상관관계를 나타내는 선) B2 : 치수선 B3 : 치수보조선 및 연장선 B4 : 지시선, 인출선 및 기입선 B5 : 해칭 B6 : 회전단면선(회전단면의 윤곽을 나타내는 선) B7 : 짧은 중심선
D 	지그재그 가는 실선	D1 : 파단선(부분투상을 하기 위한 절단, 단면의 경계를 기계적으로 그리는 선, 프리핸드 가는 실선도 사용)
F 	가는 파선	F1 : 숨은선(보이지 않는 물체의 윤곽을 나타내는 선 또는 보이지 않는 물체의 면들이 만나는 윤곽을 나타내는 선)
G 	가는 1점쇄선	G1 : 중심선(그림의 중심을 나타내는 선) G2 : 대칭을 나타내는 선 G3 : 움직이는 부분의 궤적 중심을 나타내는 선
H 	가는 1점쇄선을 단면부분 및 방향 전환부분을 굵게 한 것	절단선(단면한 부위의 위치와 꺾임을 나타내는 선 : Y와 Y' 연결선)
J 	굵은 1점쇄선	J1 : 특수지정선(특별한 요구사항을 적용할 범위와 면적을 나타내는 선)
K 	가는 2점쇄선	K1 : 가상선(인접 부품의 윤곽을 나타내는 선) K2 : 가상선(움직이는 부품의 가동 중의 특정 위치 또는 최대 위치를 나타내는 물체의 윤곽선)

투상법 (projection)

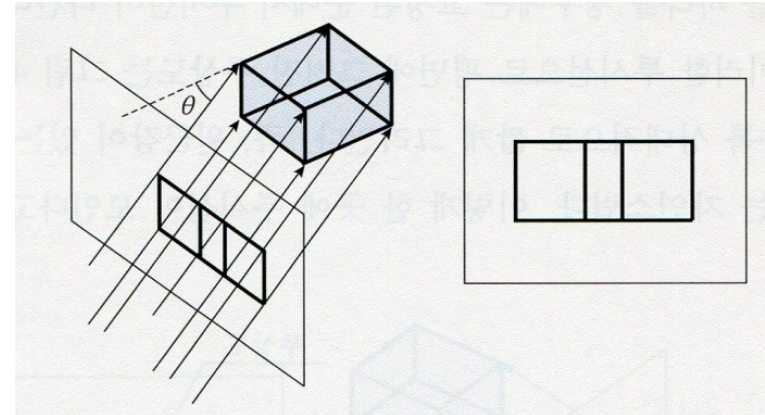
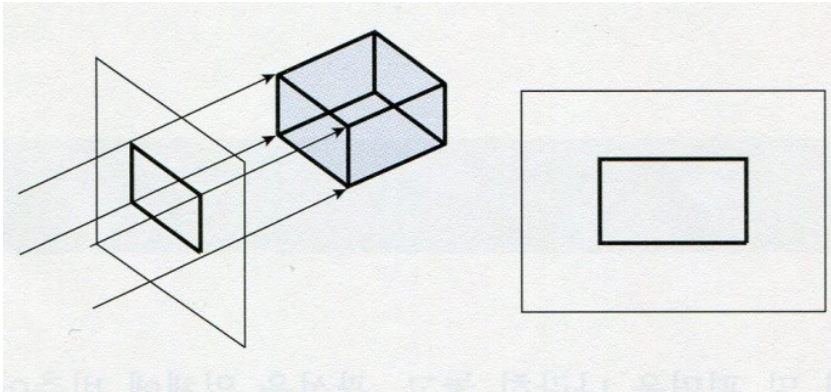
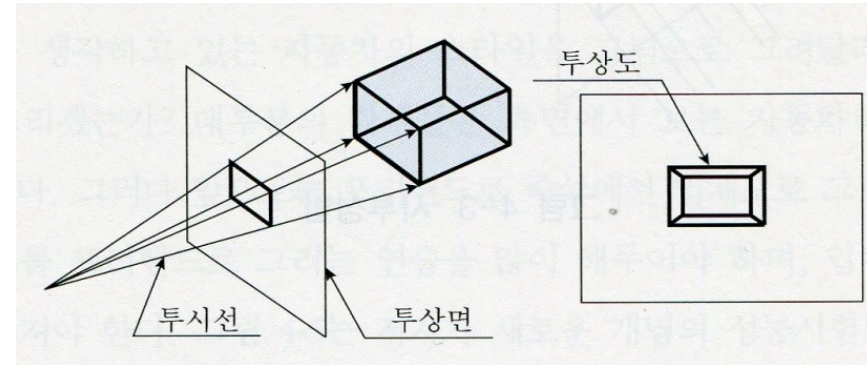
- 투상법과 입체도
- 투상도
- 제3각법과 제1각법
- 투상도의 표시방법
- 투상법칙: 선과 면의 분석
- 입체의 투상도
- 입체도 그리기

투상법 (projection)

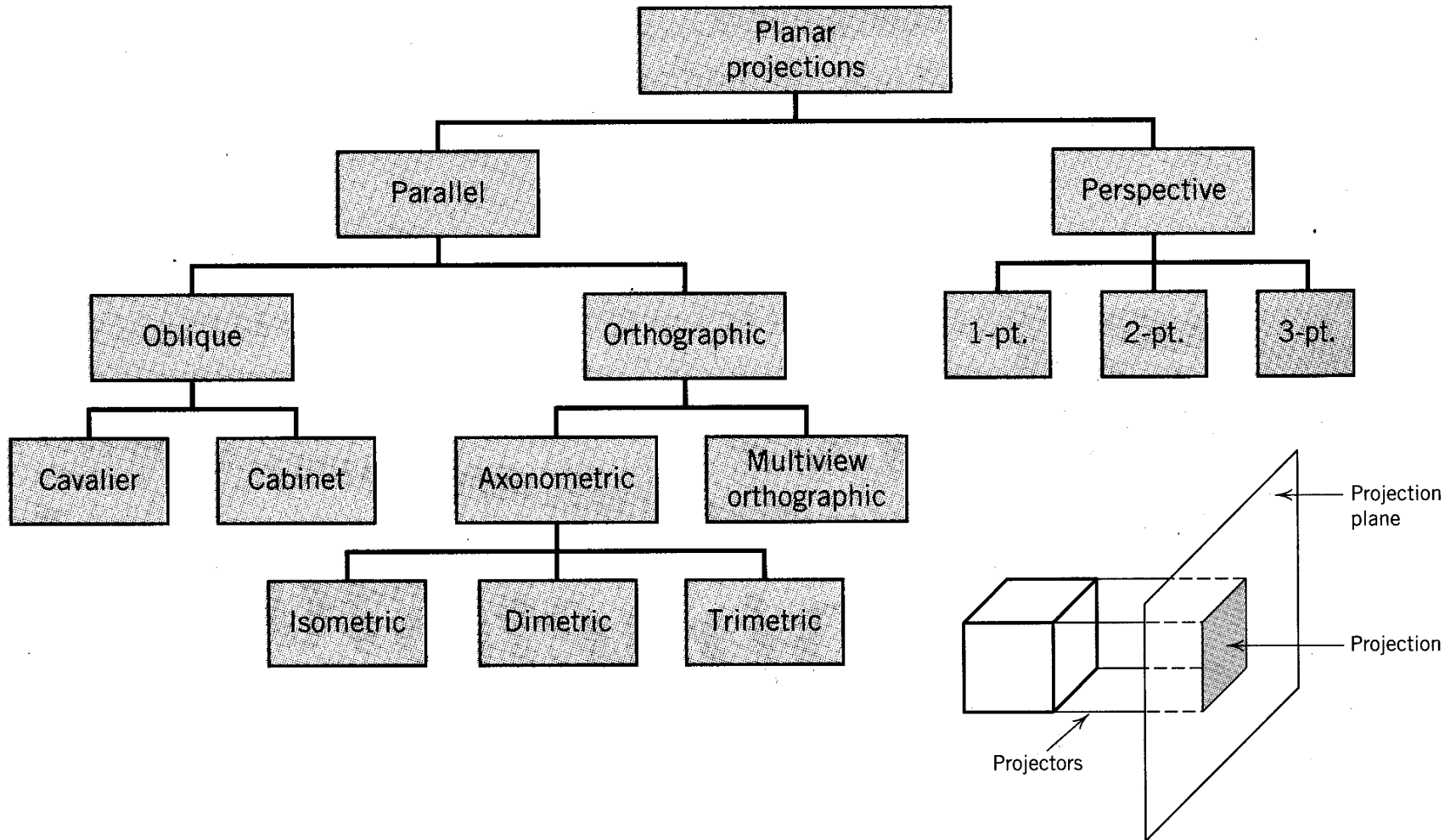
- 광원, 입체 및 평면을 나란히 놓고 광선을 입체에 비추어 평면에 옮겨진 그림으로 입체를 표시하는 화법
 - 광선에 해당되는 선: 투상선, 투시선
 - 그림이 옮겨지는 평면: 투상면
 - 투상면에 그려진 그림: 투상도

투상법 종류: 투시선 기준

- 한 곳에 모임
 - 투시투상법(perspective projection)
 - 원근감 존재, 자연스러움, 건축도면
 - 제품제작도면에는 부적합
- 모두 평행: 투시선이 투상면에
 - 직각: 정투상법(orthogonal projection)
 - 직각이 아님: 사투상법(oblique projection)



Planar Projections



DRAWING VIEWPOINTS or TRANSFORMATION SYSTEMS

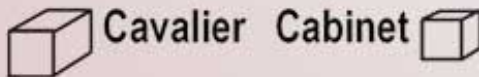
Three-dimensional views

PARALLEL

(parallel lines stay parallel)

*(projection is
off-perpendicular
to picture plane)*

OBLIQUE



*(projection is
perpendicular
to picture plane)*

ORTHOGRAPHIC

AXONOMETRIC

Isometric Dimetric Trimetric



*(projection is perpendicular to picture plane
and the ground plane is adjusted)*

PERSPECTIVE

(use of vanishing points)

One-point Two-point Three-point



Two-dimensional views

MULTIVIEW

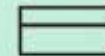
Plan
View



Front
Elevation

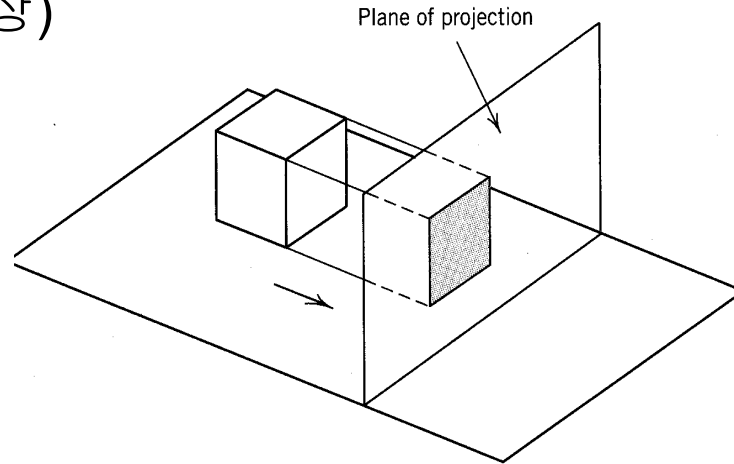


Side
Elevation



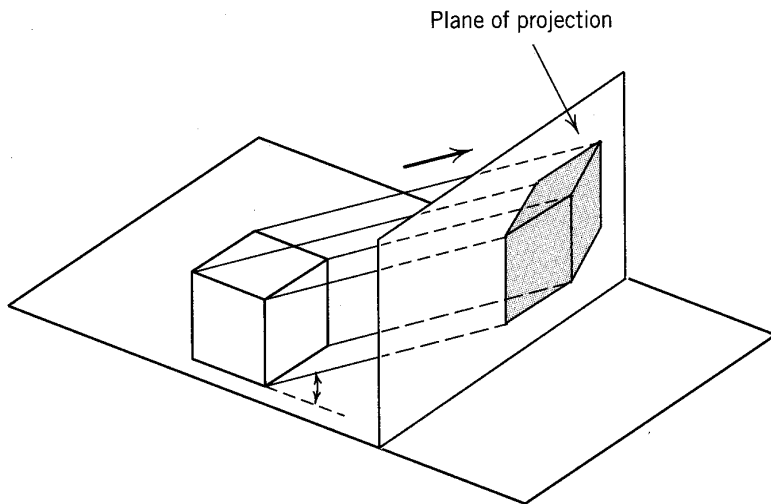
Parallel Projection

■ Orthographic (정 투상)

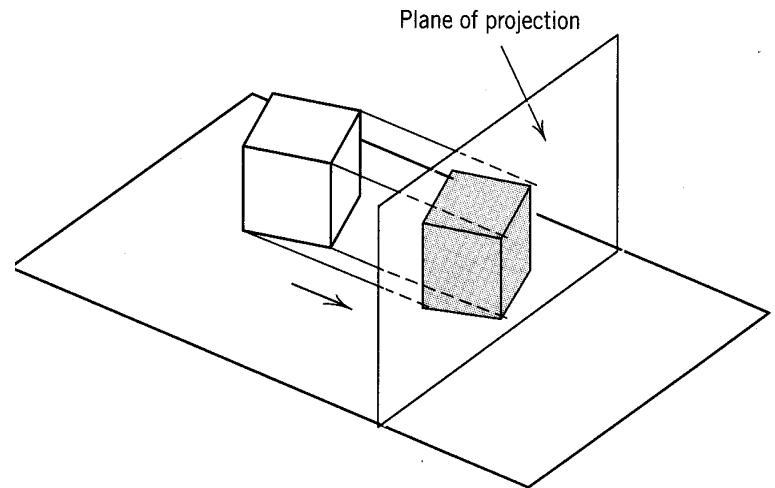


■ Oblique (경사 투상)

FIGURE 2-4 Orthographic projection

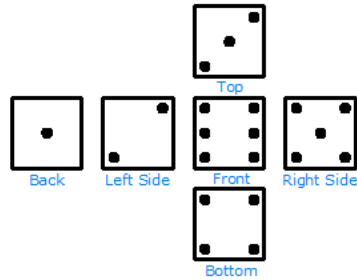


■ Axonometric (각 투상)

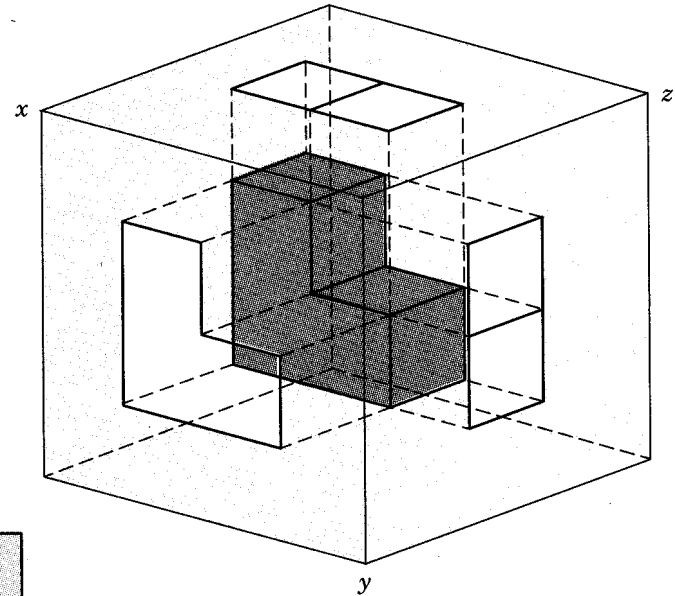
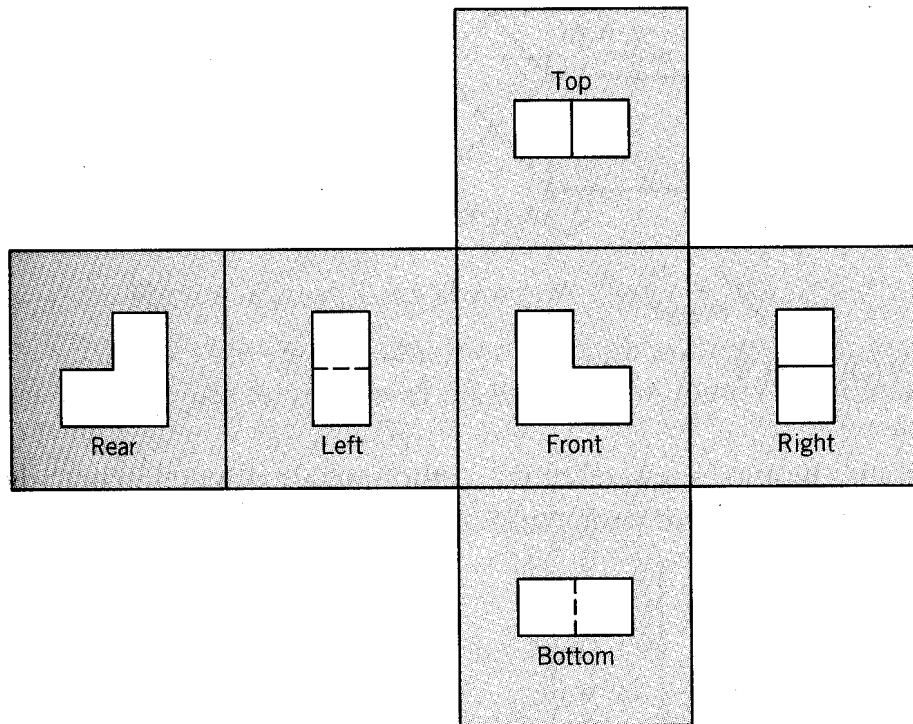


Multi-view Orthographic Projections

Pictorial
Drawing of a
Die

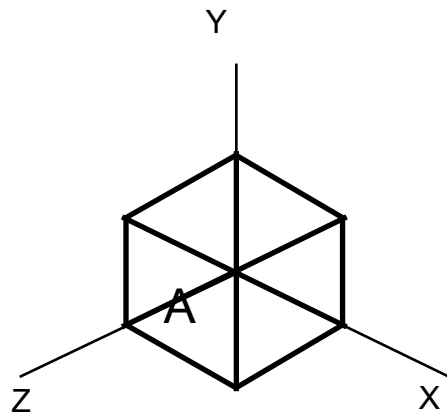


Orthographic
Drawing of a
Die

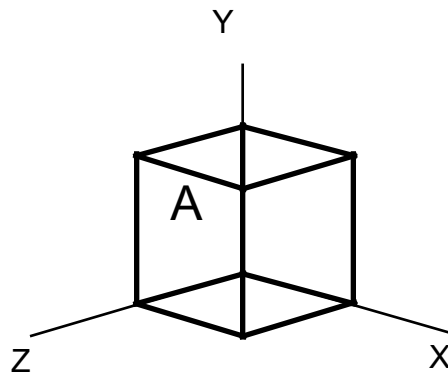


Axonometric Projections

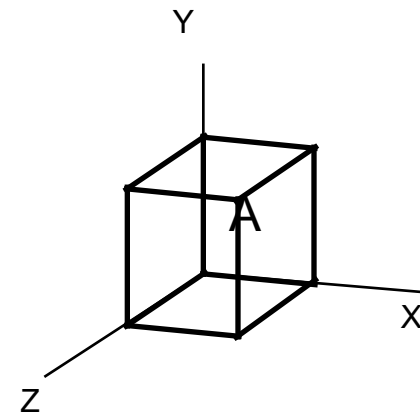
Type	Angle between axis images	Example viewpoint	Example of corresponding	
			y rotation	x rotation
Isometric	All equal (120°)	(1, 1, 1)	- 45°	35.264°
Dimetric	Any two equal	1, 1, any z	- 45°	Any
Trimetric	None equal	Any x, y, z	Any	Any



Isometric
(equal measure)



Dimetric



Trimetric

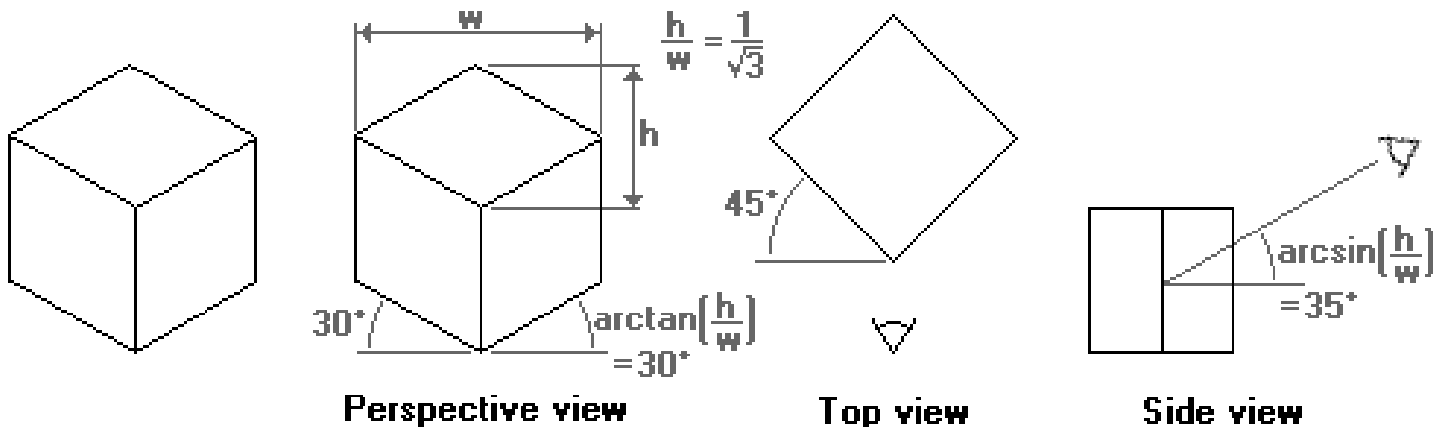
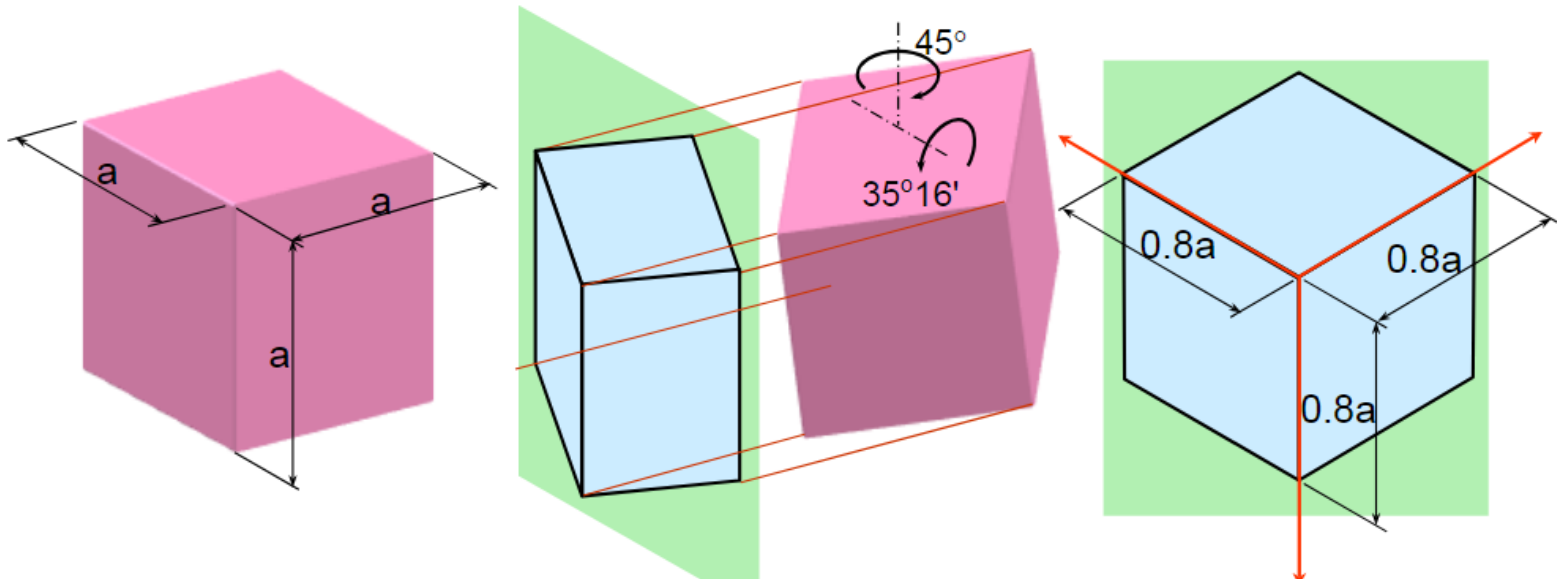
viewing direction such that the angles between the projections of the x, y, and z axes are all the same, or 120°

Isometric Projection (등각 투상)

3-D object (Cube)

Axonometric projection

Isometric view

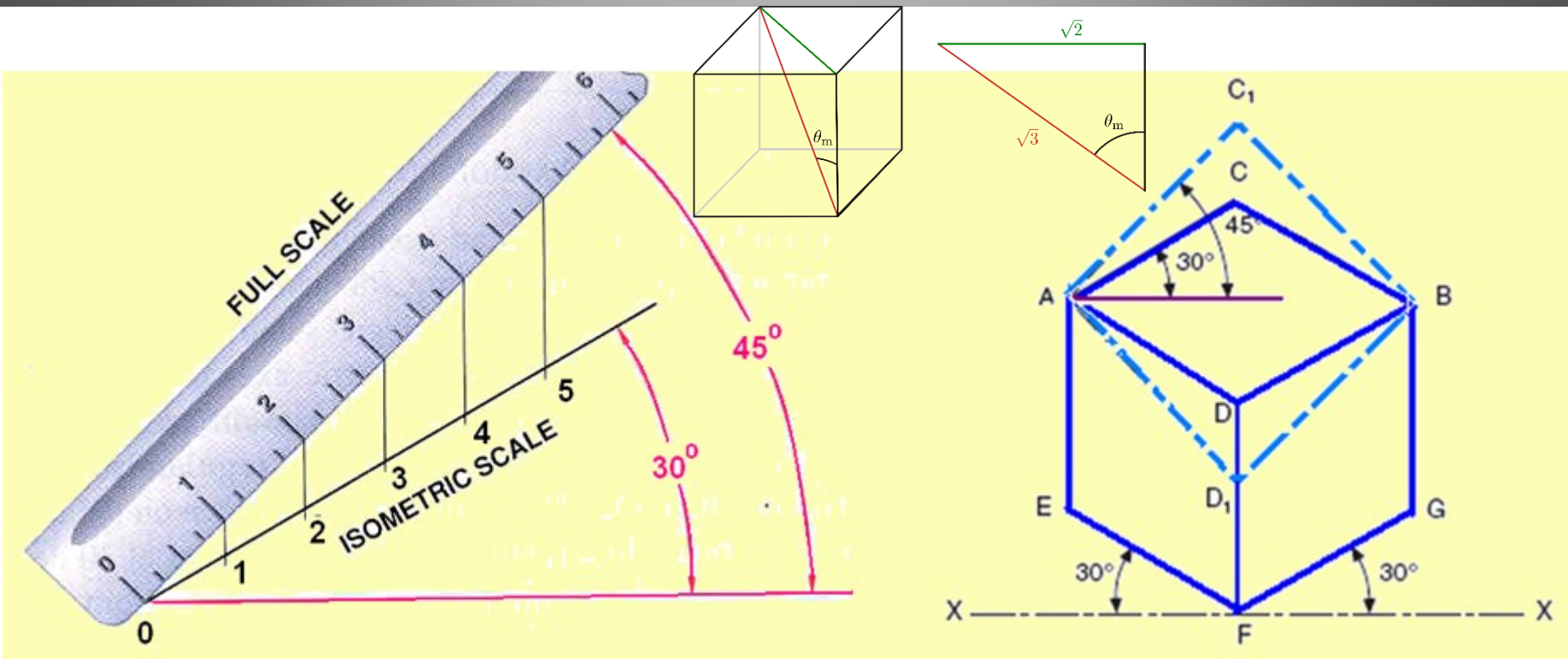


Perspective view

Top view

Side view

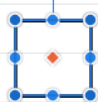
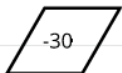
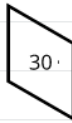
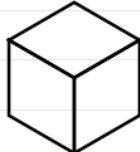
Isometric Scale



$$(\text{true length}) \cdot \cos 45^\circ = (\text{isometric length}) \cdot \cos 30^\circ$$

$$\text{Isometric scale} = \left(\frac{\text{Isometric length}}{\text{True length}} \right) = \frac{\cos 45^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.8165$$

- Scale, skew and rotate at 30°

	Left	Top	Right
			
	SSR method explained		
square			
Scale height to 86.6% ($\cos 30^\circ$)			
Skew horizontally at 30 deg			
Rotate at 30 deg			
Bring pieces together			
Image source: vitorials.net			

Position X 419.94 Y 143.71

Size W 65.79 H 65.79

Angle R 0°

Transform Transform

Move X 0 Y 0

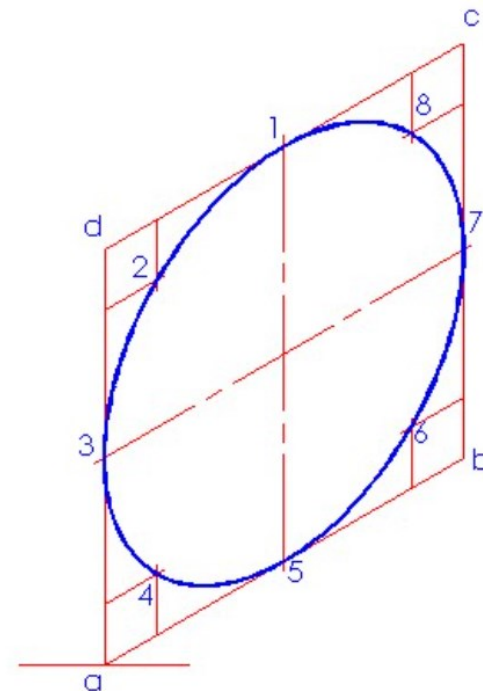
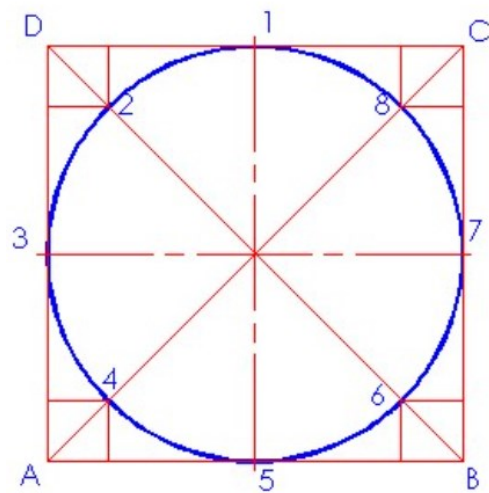
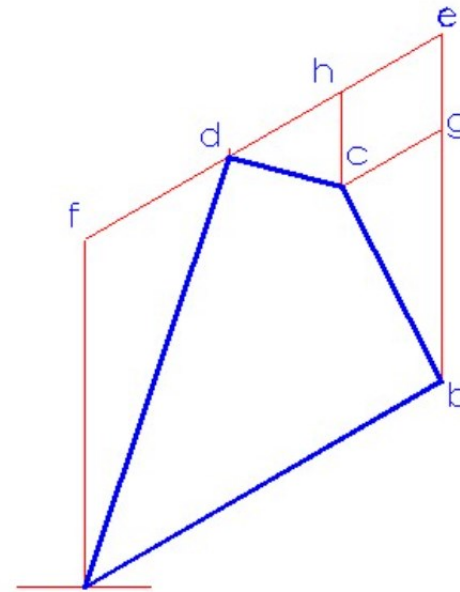
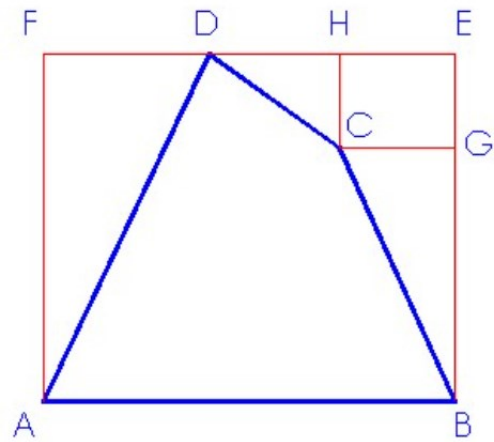
Scale W 100% H 100%

Rotate ↑ 30° ↓ 0°

Skew X 0° Y 0°

Copies 0

Apply



Perspective Projection (투시 투상)

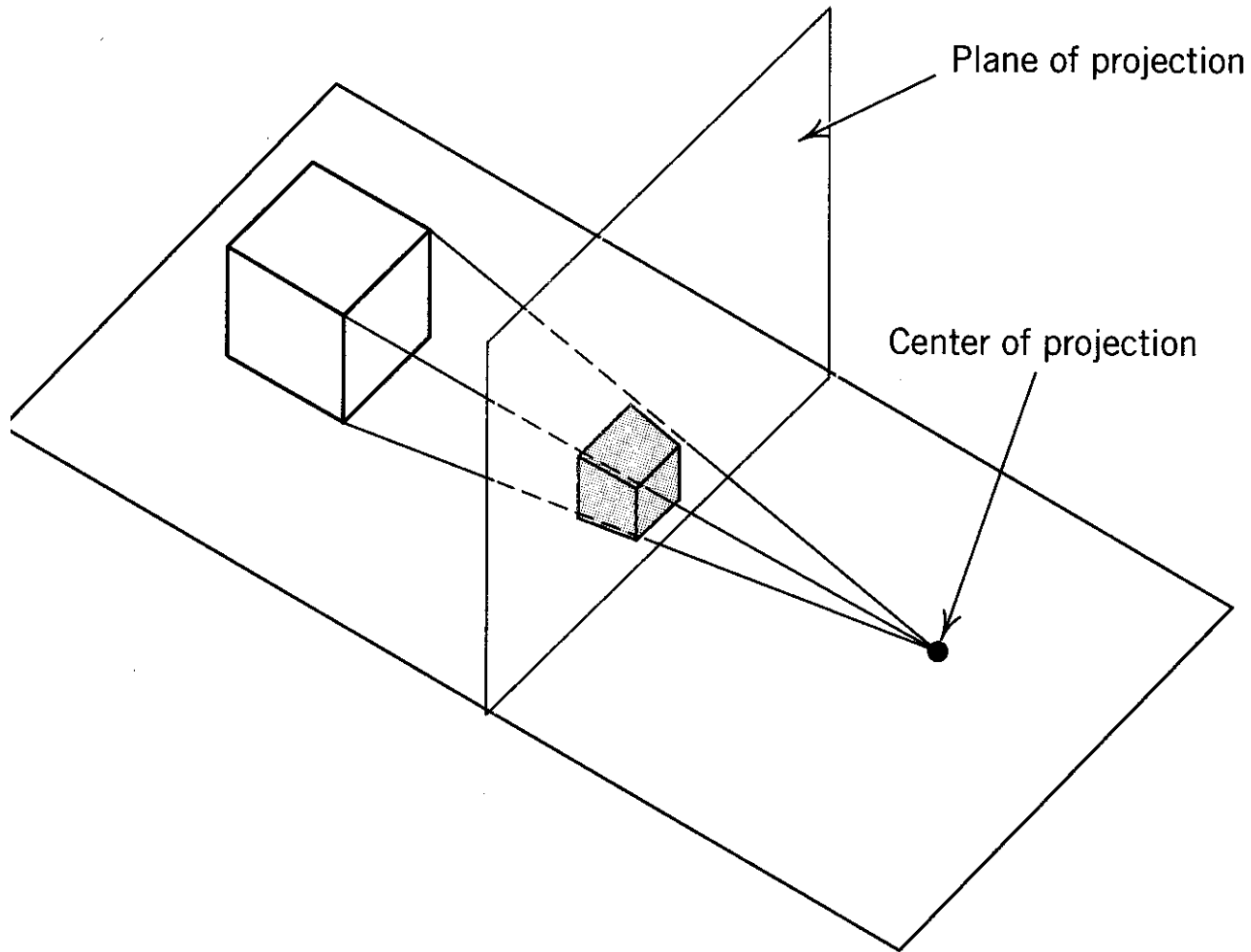
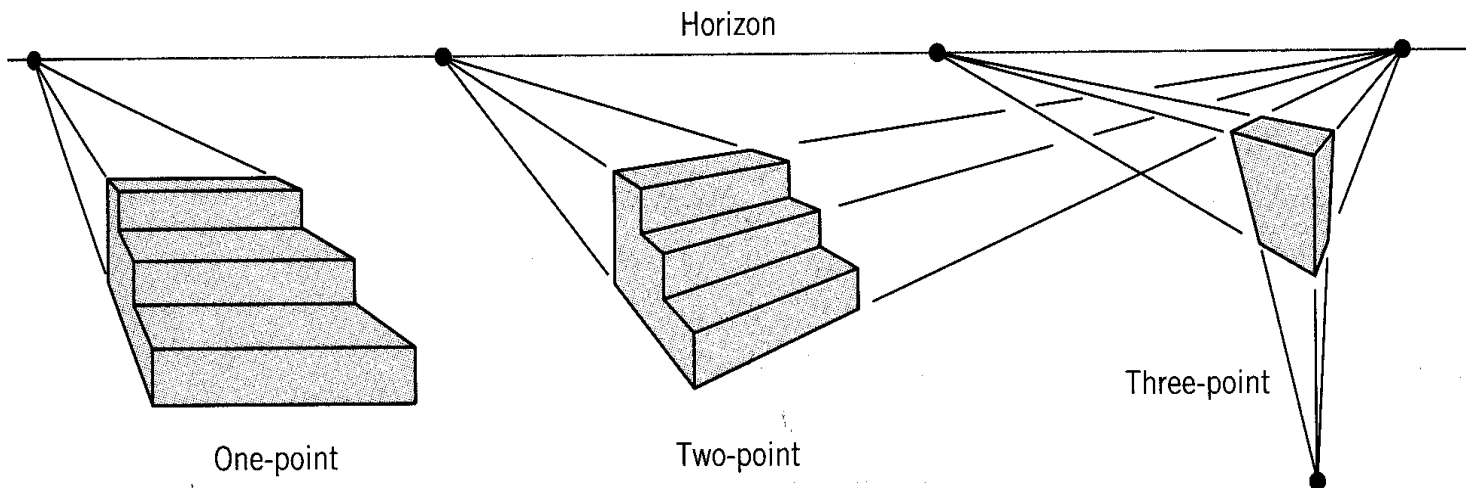
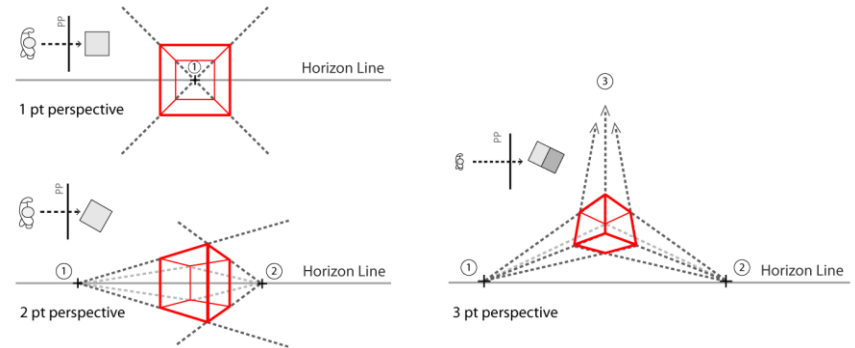


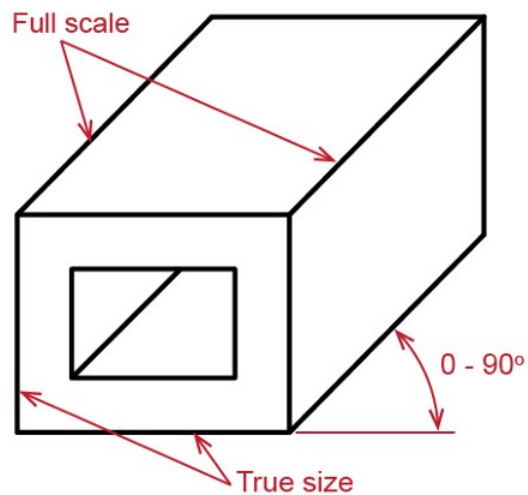
FIGURE 2-4 Perspective projection

Perspective Projections

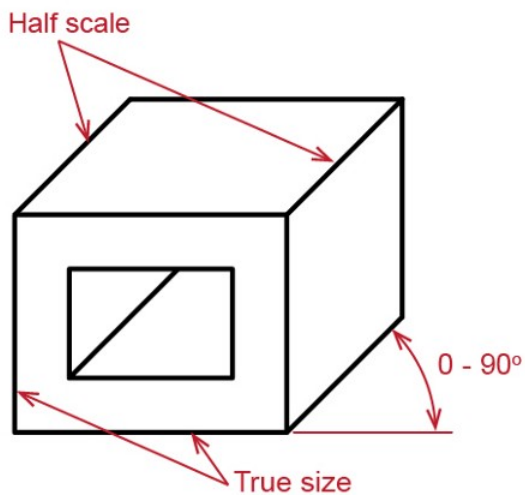
- One-point perspective
 - The projection center is located along one of x , y , z -axis
 - The other two centers are at infinity
- Two-point perspective
- Three-point perspective



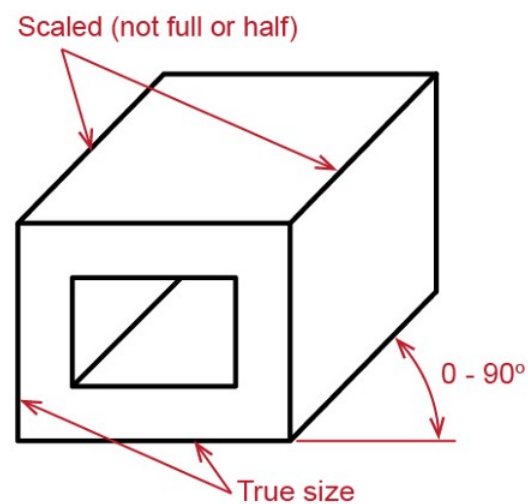
Cavalier Oblique Projection



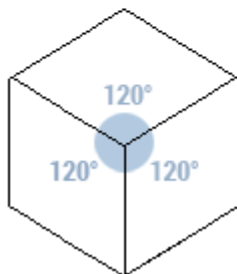
Cabinet Oblique Projection



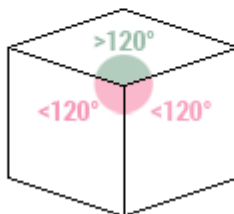
General Oblique Projection



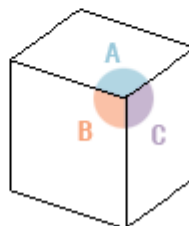
Isometric



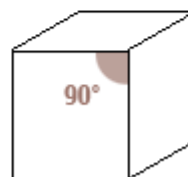
Dimetric



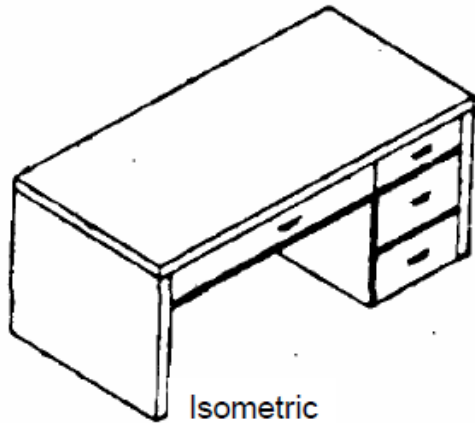
Trimetric



Oblique



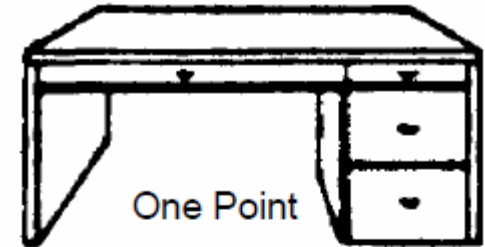
A Simple Example: Desk (1)



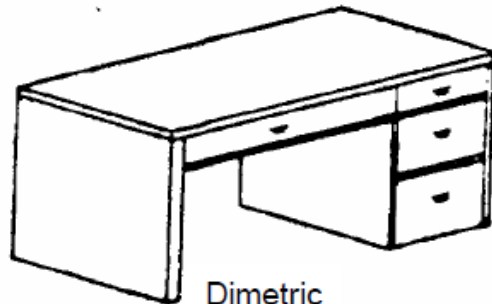
Isometric



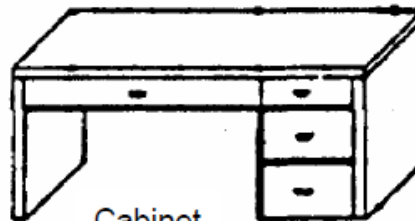
Cavalier



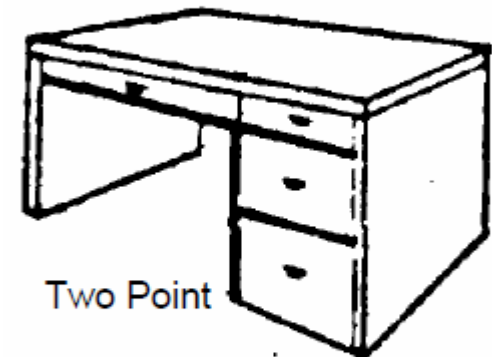
One Point



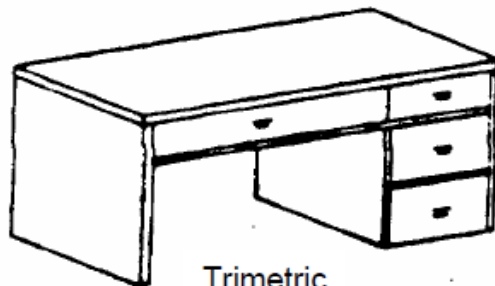
Dimetric



Cabinet

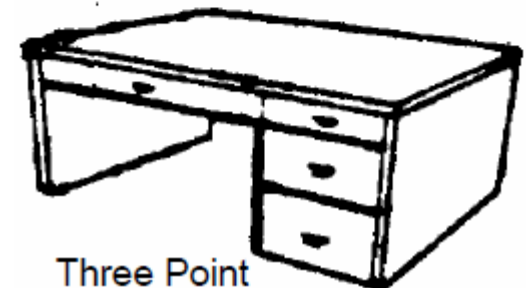


Two Point



Trimetric

Oblique Projections

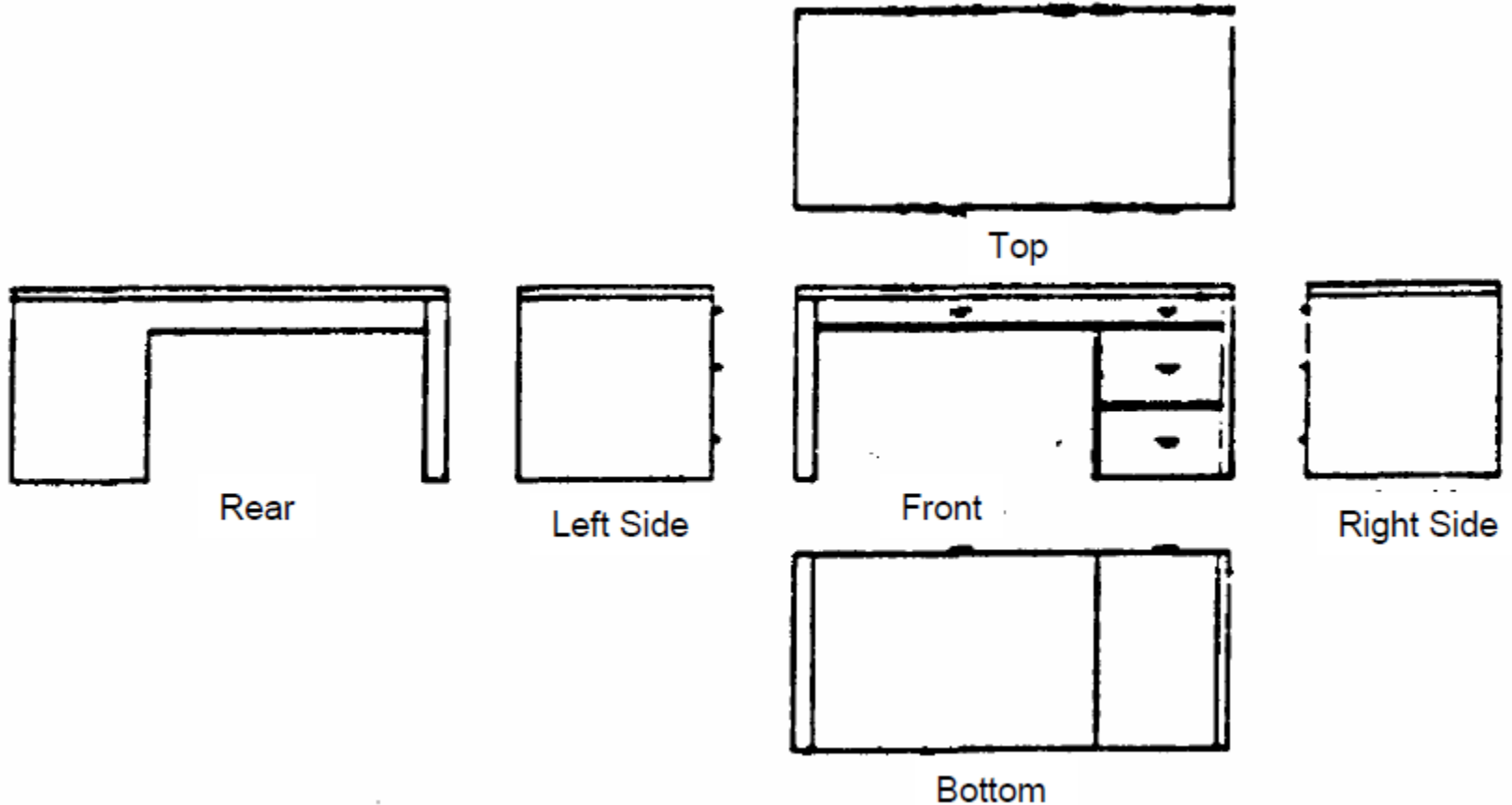


Three Point

Perspective Projections

Axonometric Projections

A Simple Example: Desk (2)

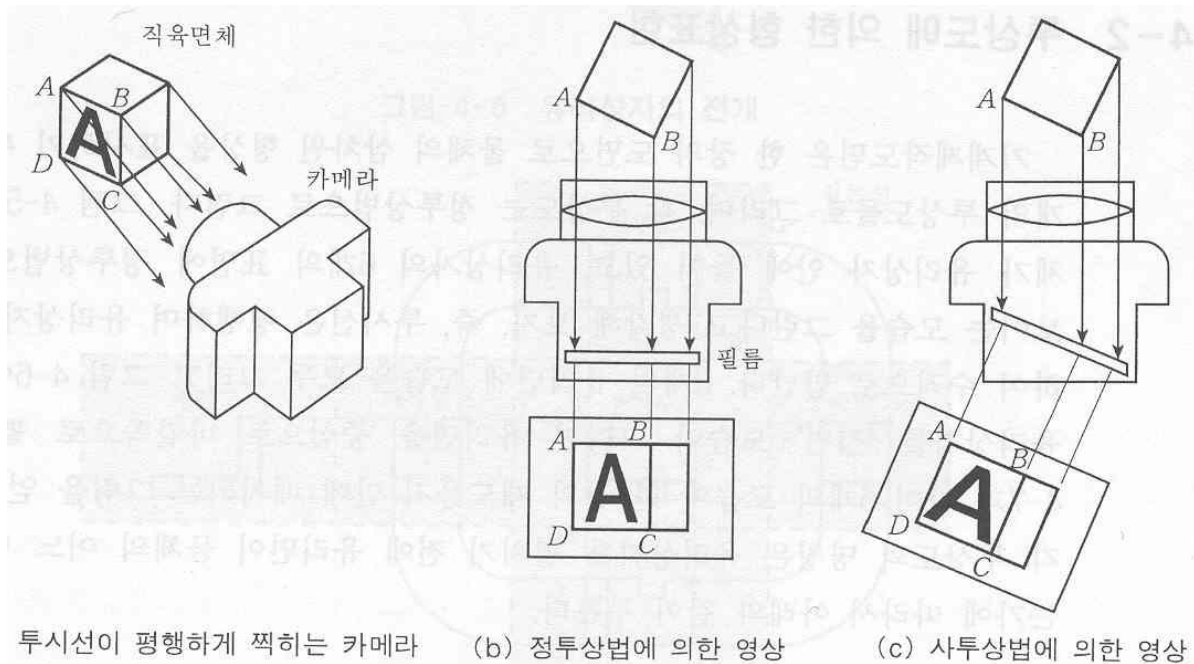
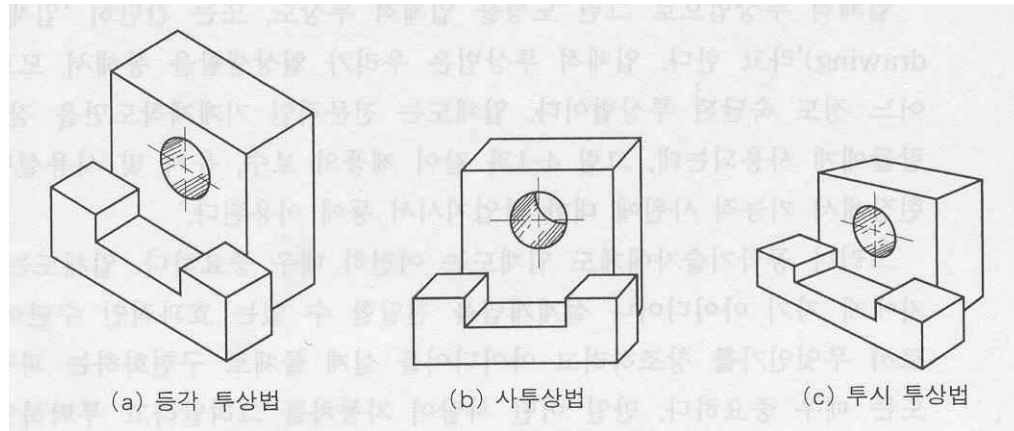


Conventional Multi-view Orthographic Projection

투상법의 종류 (1)

- 등각투상법(isometric)
 - 삼차원 물체의 정면, 상면 및 측면을 투상면에 대하여 동일한 각도로 기울인 상태에서 정투상법으로 그린 입체도
 - 직육면체의 각 모서리가 꼭지점을 중심으로 서로 120도의 각도를 이룬 상태로 그려짐
- 사투상법(oblique)
 - 정면모습을 이용하여 쉽게 입체도를 그림
- 투시투상법(perspective)
 - 공간상에 고정된 하나의 눈에서 투시선이 나간다고 생각
 - 자연스럽지만 실제의 크기와 형상을 표현하지 못함

투상법의 종류 (2)



평행한 투시선에
대하여 투상면이
수직자세인지
아닌지에 따라서
결정

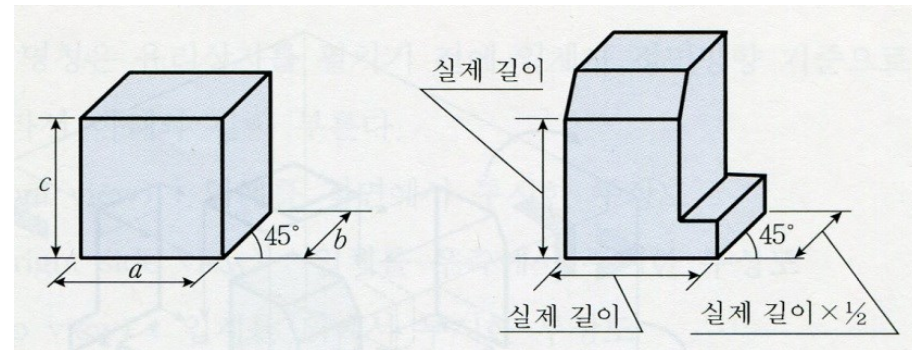
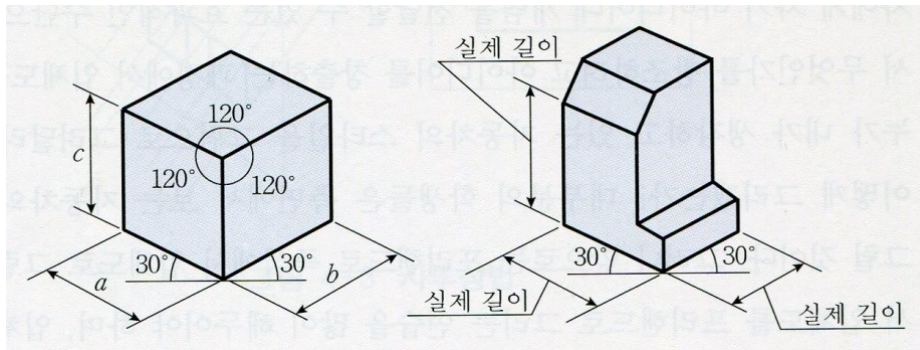
orthogonal projection oblique projection

입체도 (pictorial drawing)

- 투상법으로 입체를 하나의 투상도로 그린 도형
- 전문적인 제품제작도면을 잘 모르는 일반인을 위한 제품의 보수, 유지 및 사용설명서에 많이 사용
- 개념설계단계에서 아이디어나 개념 전달하는 효과적 수단
- 프리핸드로 그리는 연습 필요
- KS규격 A0111 '제도에 사용하는 투상법'
 - 입체도: 등각도, 캐비닛도
 - 투상도는 제3각법에 의하여 그린다. 이때 표시하는 투상법의 기호를 표제란 또는 그 부근에 기입한다.

입체도 종류

- 등각도: 등각투상법으로 그린 입체도
 - 등각투상법(isometric projection): 입체의 정면, 윗면 및 측면을 투상면에 대하여 서로 같은 각도로 기울인 상태에서 정투상법으로 그리는 것
- 캐비닛도: 사투상법으로 그린 입체도
 - 입체의 정면도를 이용하여 쉽게 그릴 수 있어 편리

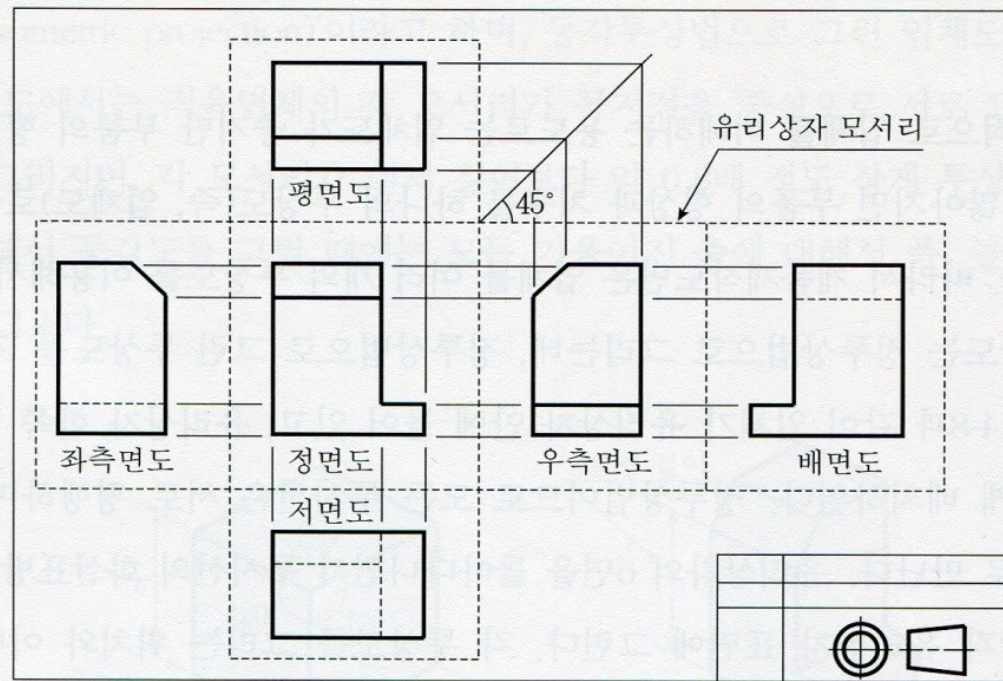
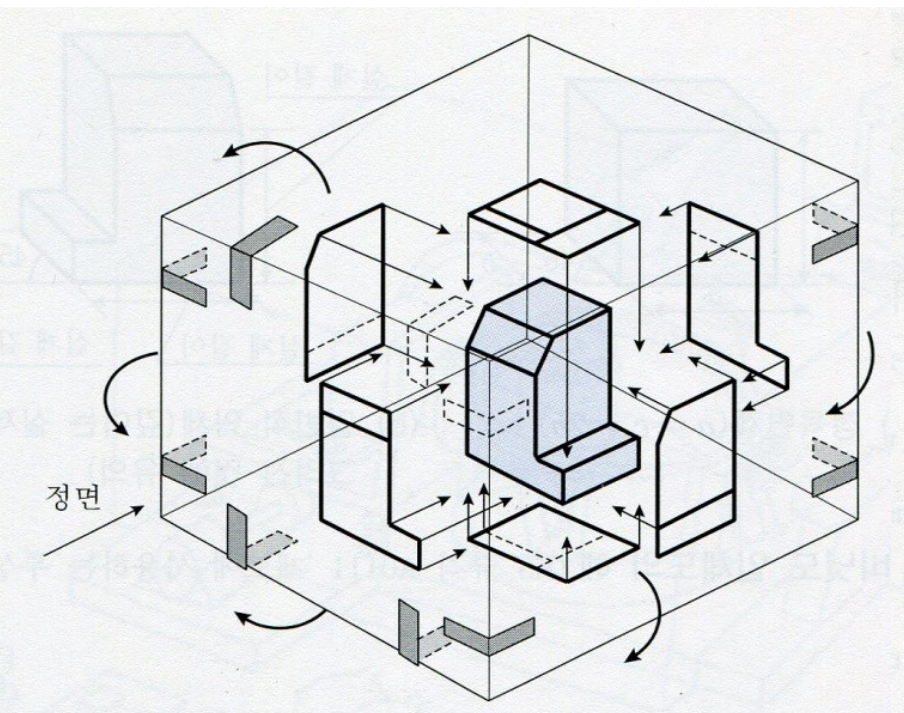


여러 개의 투상도를 이용한 입체 표현

- 직관적으로 입체를 이해하는 용도로는 입체도가 유리
- 부품의 형상이 복잡해지고 치수들이 많으면 하나의 투상도 (또는 입체도)로는 표현할 수 없음
- KS규격 A0111 '제도에 사용하는 투상법'
 - 투상도는 제3각법에 의하여 그린다
 - 투상법의 기호를 표제란 또는 그 부근에 기입한다
- KS규격 A0112 '제도에 있어서 도형의 표시방법'
 - 제3각법과 제1각법을 동등하게 사용할 수 있다
- ISO 128
 - 제3각법과 제1각법의 양쪽을 규정하고 있고 그 어느 것을 사용해도 좋다

제3각법

- 사람과 입체사이에 있는 유리상자면에 투상도 그림
- 카메라로 물체를 촬영하는 개념



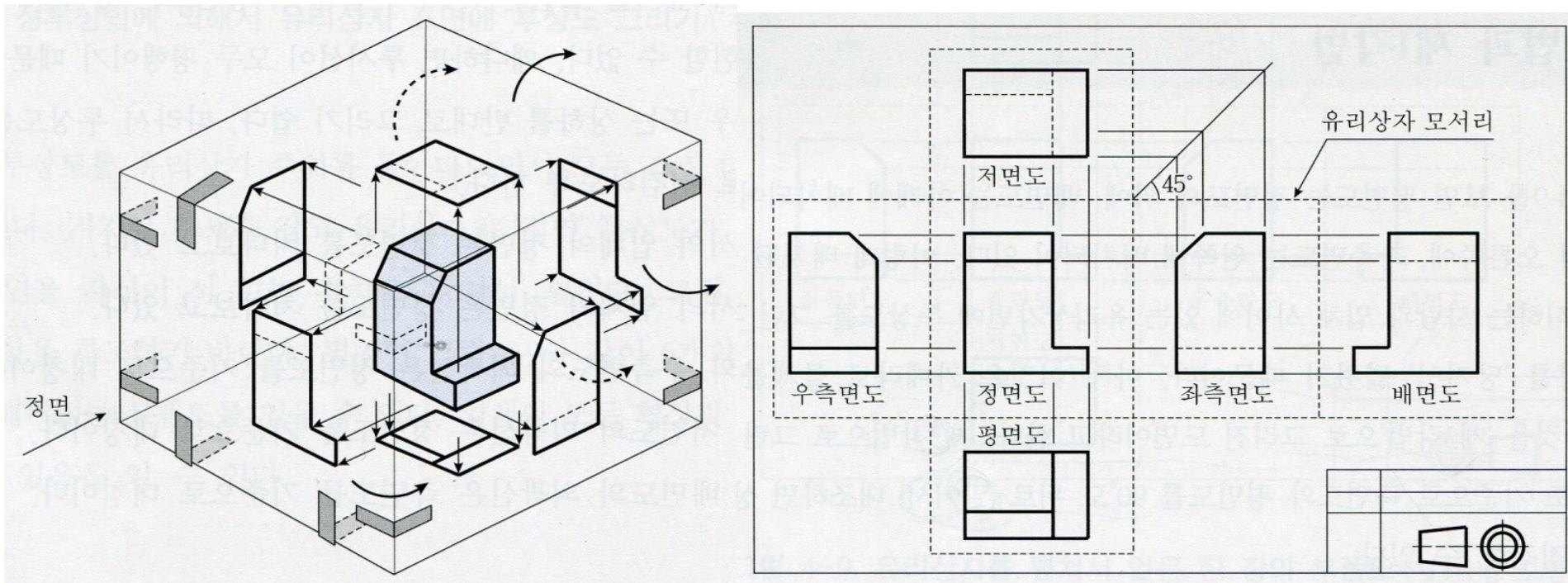
투상도 특징

투상도	표현	표현 불가
정면도, 배면도	폭, 높이	깊이
우측면도, 좌측면도	깊이, 높이	폭
평면도, 저면도	폭, 깊이	높이

- 평면도에서의 입체의 정면은 정면도를 쳐다보고 있다
- 측면도에서의 입체의 정면은 정면도를 쳐다보고 있다
- 좌측면도와 우측면도의 외곽선은 정면도를 기준으로 대칭이다
- 평면도와 저면도의 외곽선은 정면도를 기준으로 대칭이다
- 정면도와 배면도의 외곽선은 측면도를 기준으로 대칭이다

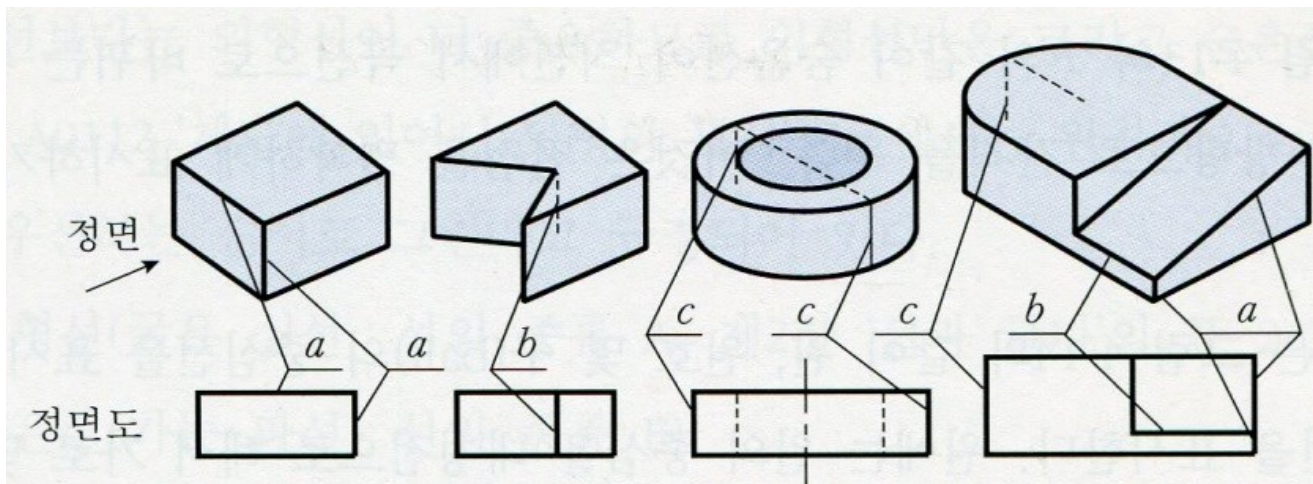
제1각법

- 입체의 투상도를 입체의 뒤쪽에 있는 유리상자면에 그림
- 입체의 X-ray 사진을 촬영하는 개념



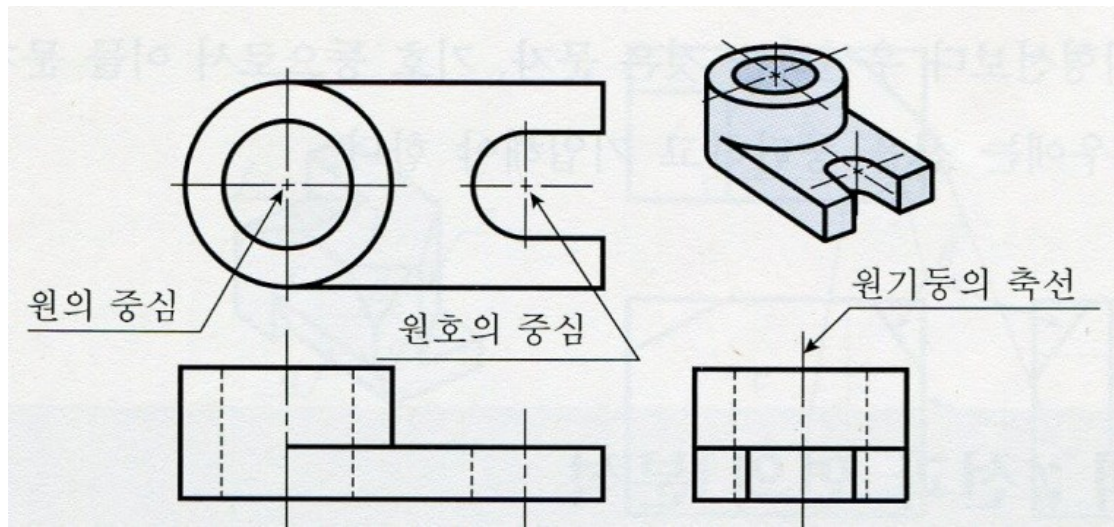
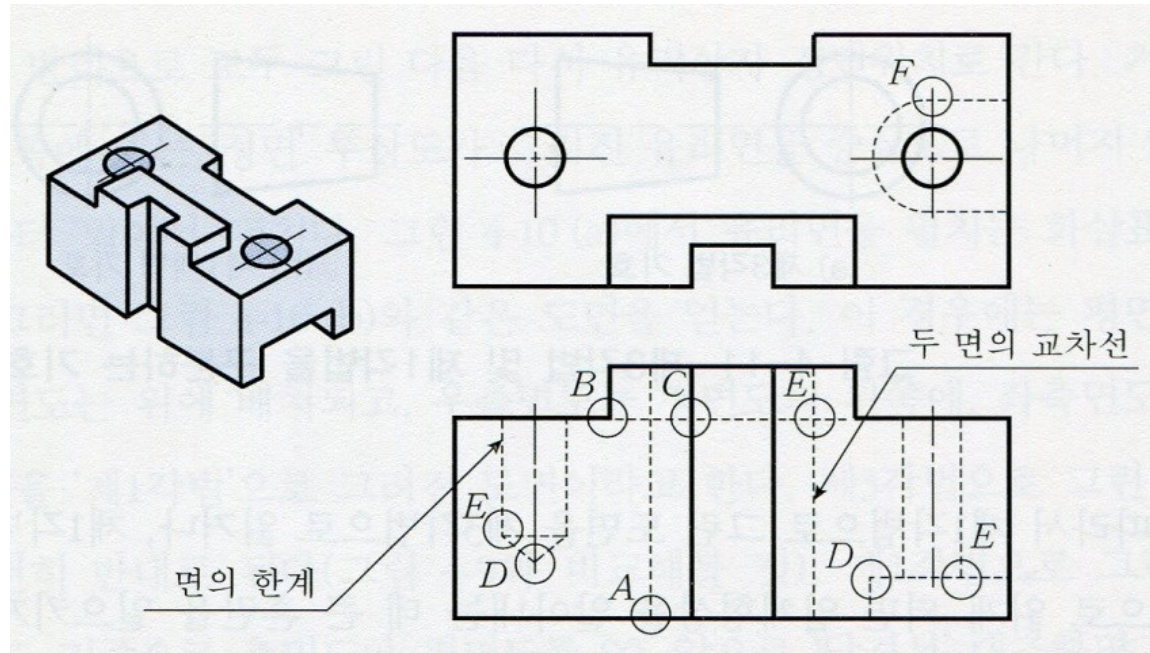
투상도의 표시방법 (1)

- 외형선: 굵은 실선
 - 면의 모서리, 두 면의 교차선, 면의 한계 등
- 숨은선: 가는 파선
 - 입체의 구멍이나 홈과 같이 외부에서 보이지 않는 형체
 - 보이지 않는 형체에서 두 면의 교차선, 면의 한계
- 중심선: 가는 1점쇄선
 - 원, 원호 및 구의 중심선, 원통 및 원뿔 등의 축선



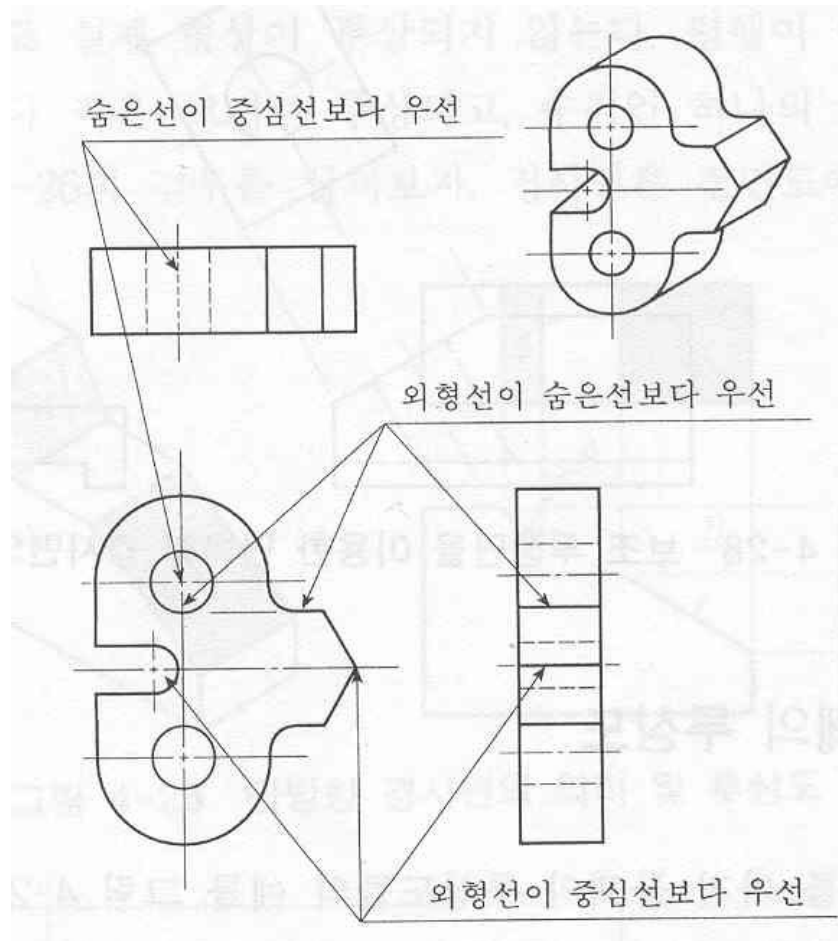
a: 면의 모서리
b: 두 면의 교차선
c: 면의 한계

투상도의 표시방법 (2)



겹치는 선의 우선순위

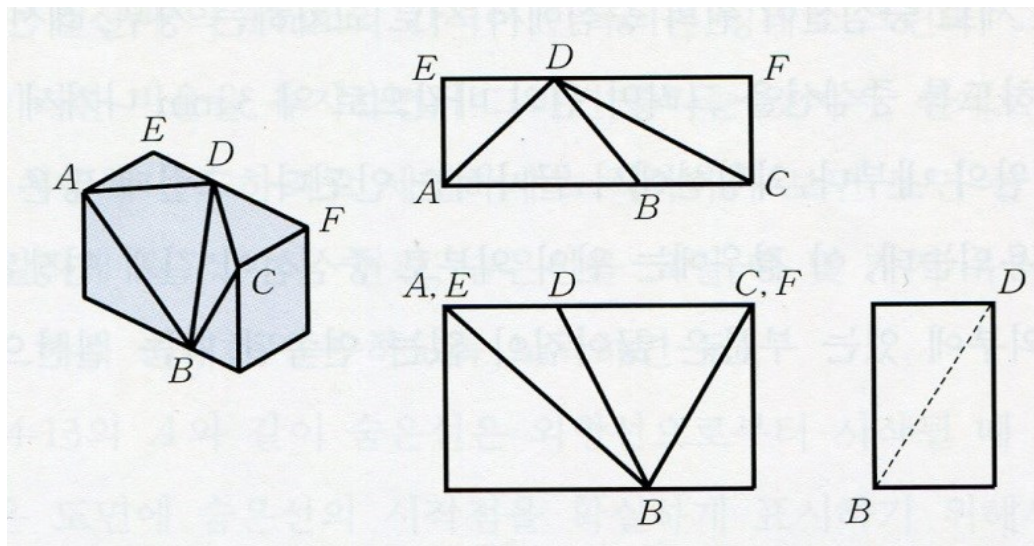
- KS규격 A0112 '제도에 있어서 도형의 표시방법'
 - 외형선 > 숨은선 > 절단선 > 중심선



투상법칙: 선의 분석

- 직선 → (1) 실제 길이의 직선, (2) 실제보다 조금 짧은 직선, (3) 하나의 점

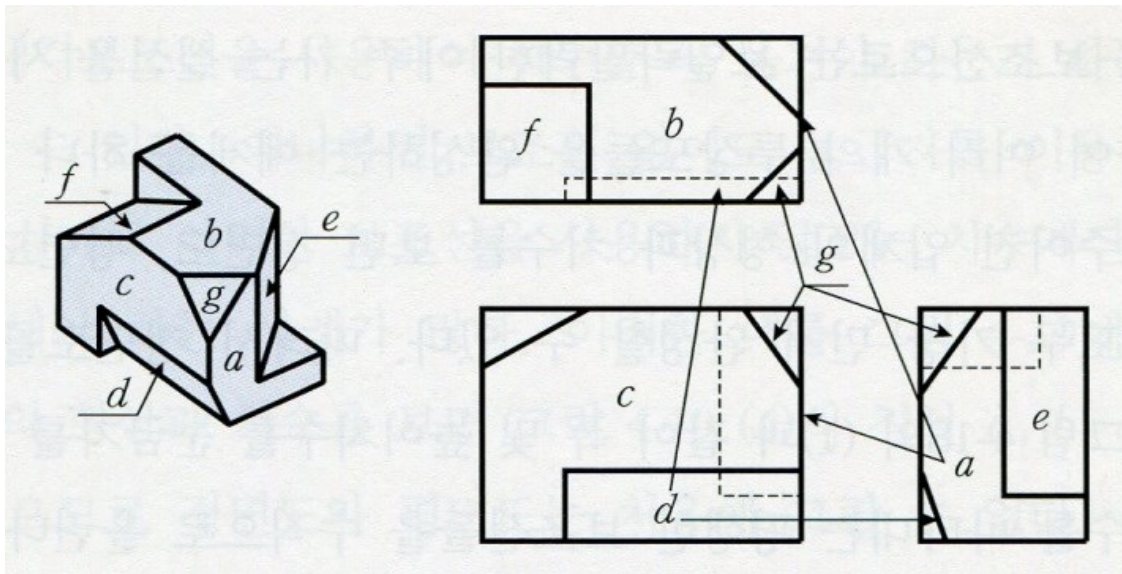
직선	해당 투상면	다른 투상면	비고
투상면에 직각 (AE, CF)	하나의 점	실제 길이의 직선	
투상면에 평행 (AD, CD, AB, BC)	실제 길이의 직선	실제 길이보다 짧은 직선	단방향 경사선 (inclined line)
어떤 투상면에도 평행이나 직각이 아님 (BD)	어떤 투상면에도 실제 길이보다 짧은 직선		전방향 경사선 (oblique line)



투상법칙: 면의 분석

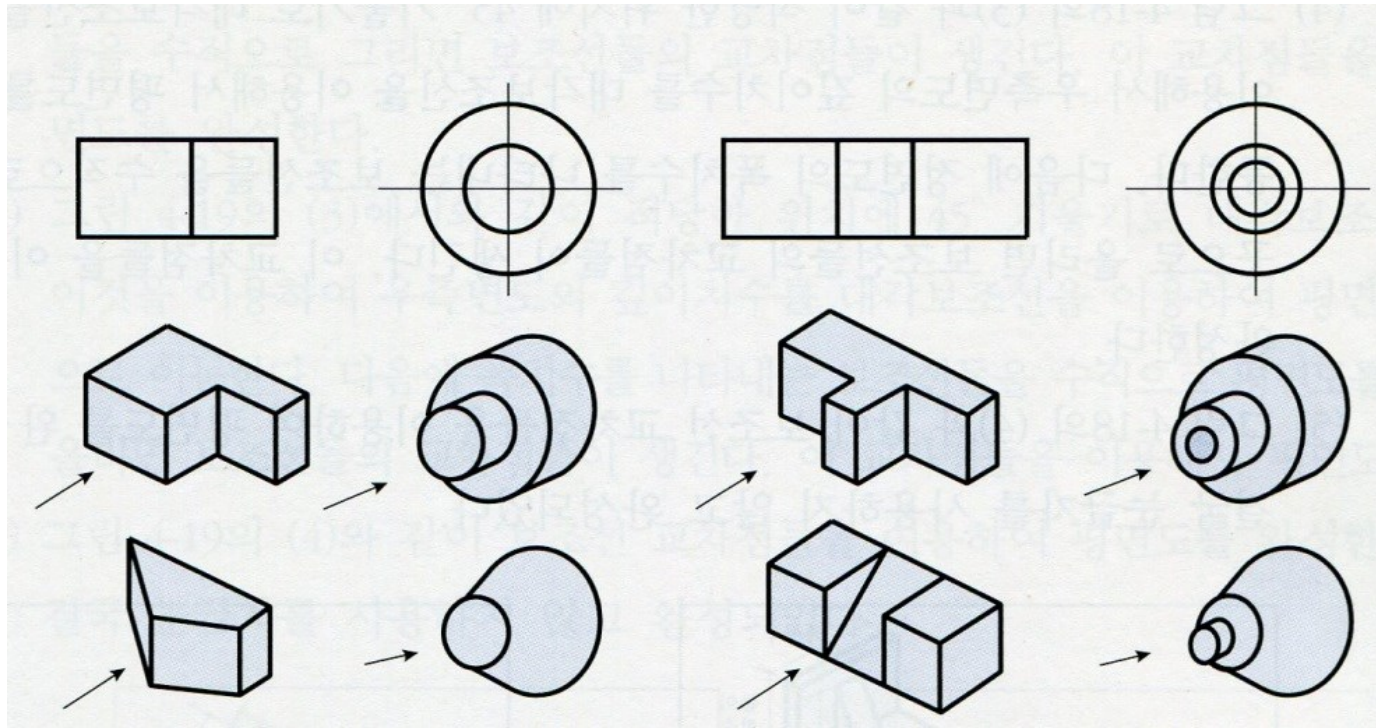
- 평면 → (1) 실제 형상의 평면, (2) 실제보다 조금 작은 평면, (3) 하나의 직선

평면	해당 투상면	다른 투상면	비고
투상면에 직각 (d, e, f)	직선 (실제 길이)	실제보다 작은 평면	단방향 경사면 (inclined surface)
투상면에 평행 (a, b, c)	실제 형상의 평면	직선	
어떤 투상면과도 경사 (g)	어떤 투상면에도 실제보다 작은 평면		전방향 경사면 (oblique surface)



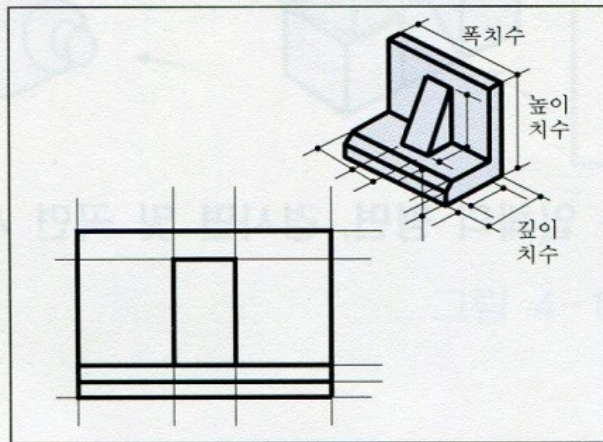
투상도에 표시된 면

- 실제 형상의 평면
- 실제 형상보다 작은 경사면
- 임의의 곡면

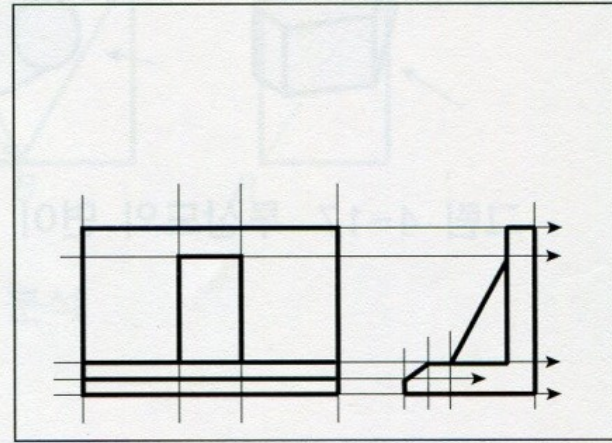


투상도의 각 면들이 투상면을 기준으로 얼마나 앞으로 또는 뒤로 들어간 것인지를 판단한 다음, 다른 투상도를 이용해서 그 면이 실제로 어떠한 평면 또는 곡면이 투상된 것인지 판단

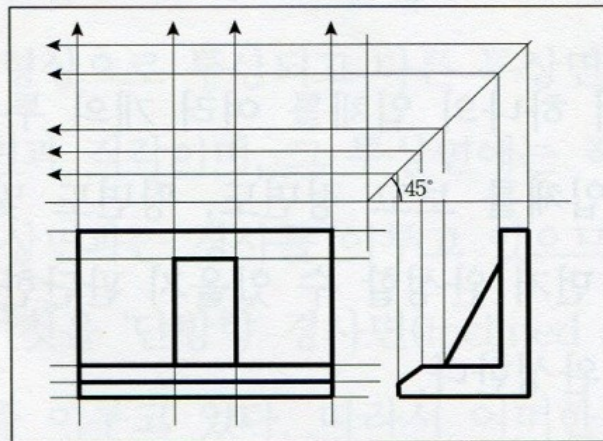
하나의 입체를 여러 개의 투상도로 표시 (1)



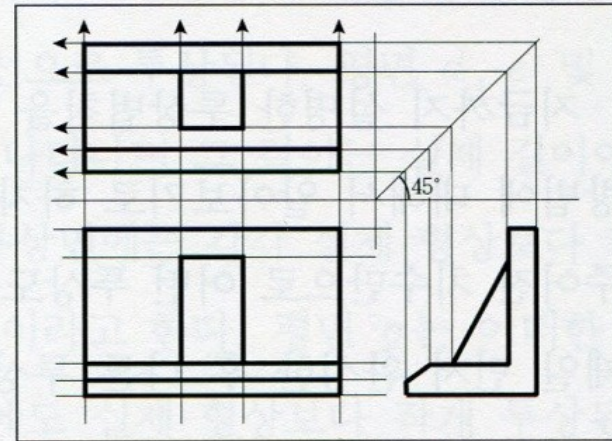
(1) 정면도를 완성한다.



(2) 우측면도를 완성한다.

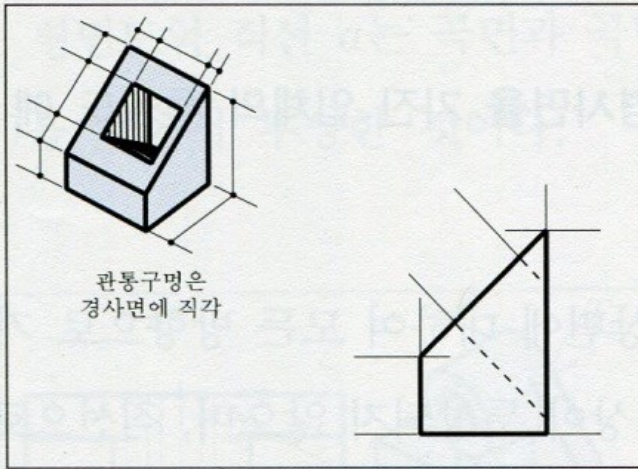


(3) 대각보조선으로 깊이치수를 이동한다.

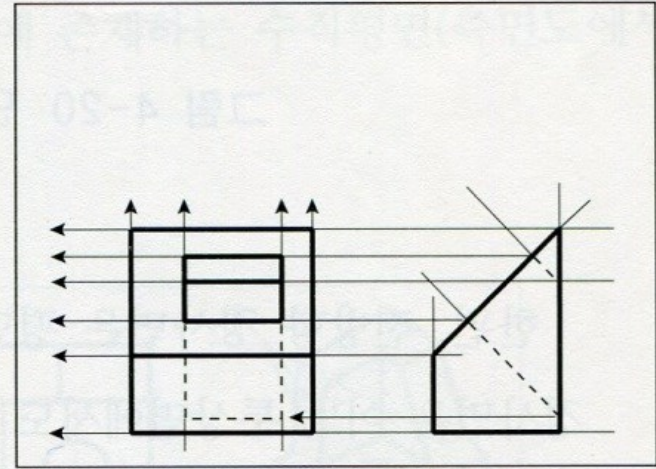


(4) 평면도를 완성한다.

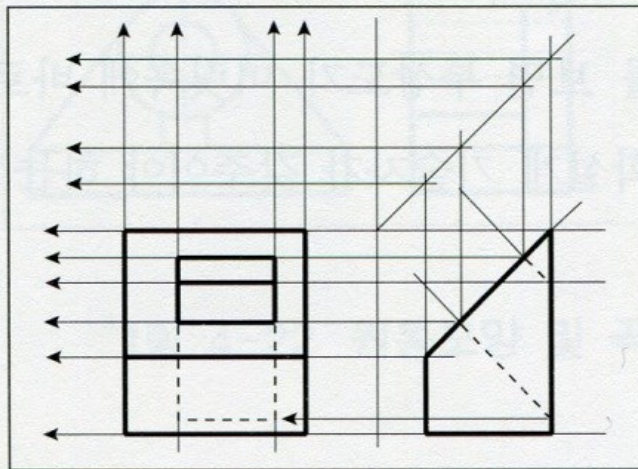
하나의 입체를 여러 개의 투상도로 표시 (2)



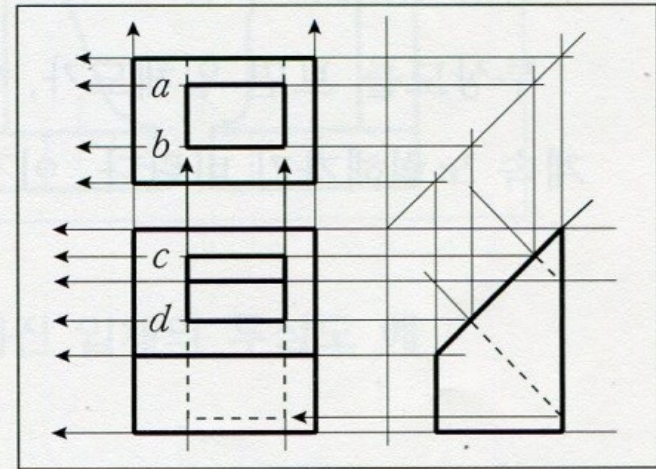
(1) 우측면도를 완성한다.



(2) 정면도를 완성한다.



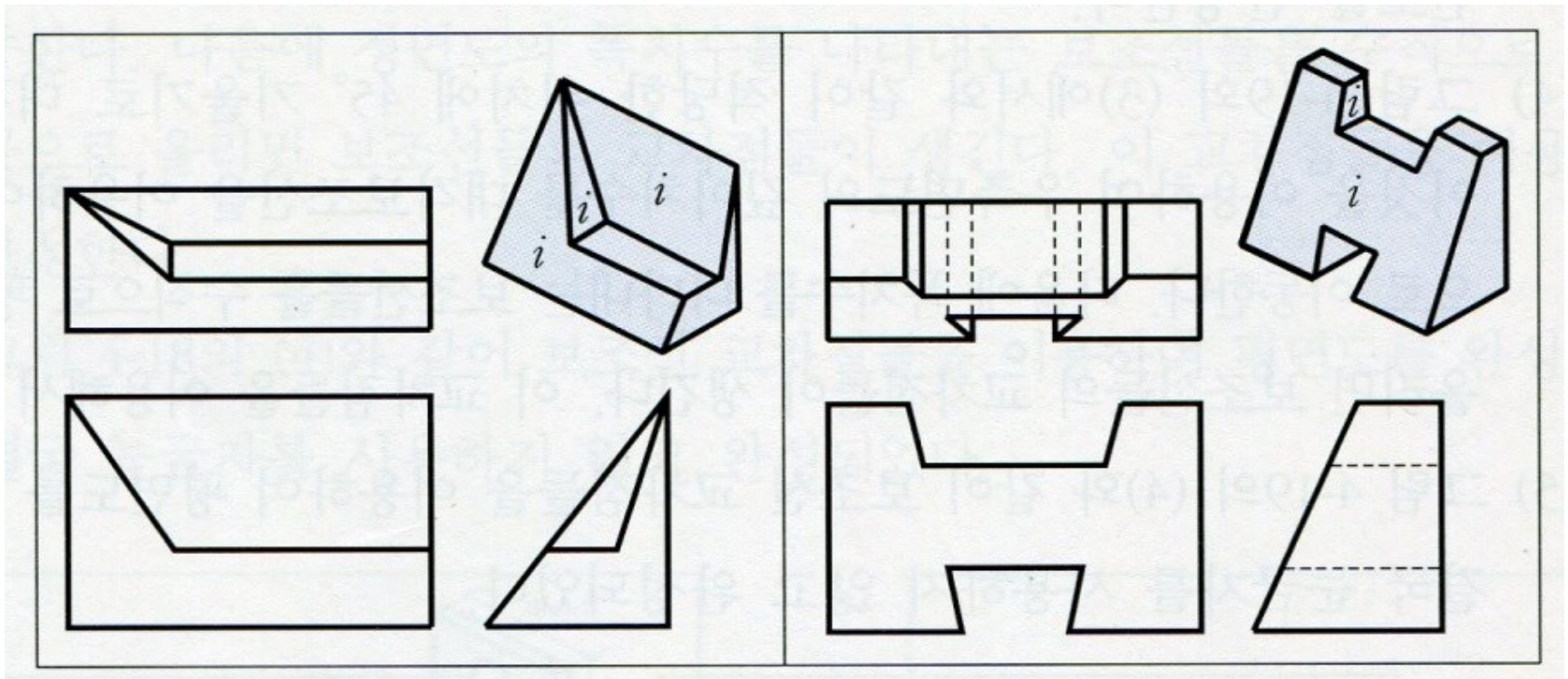
(3) 대각보조선으로 꼭치수를 이동한다.



(4) 평면도를 완성한다.

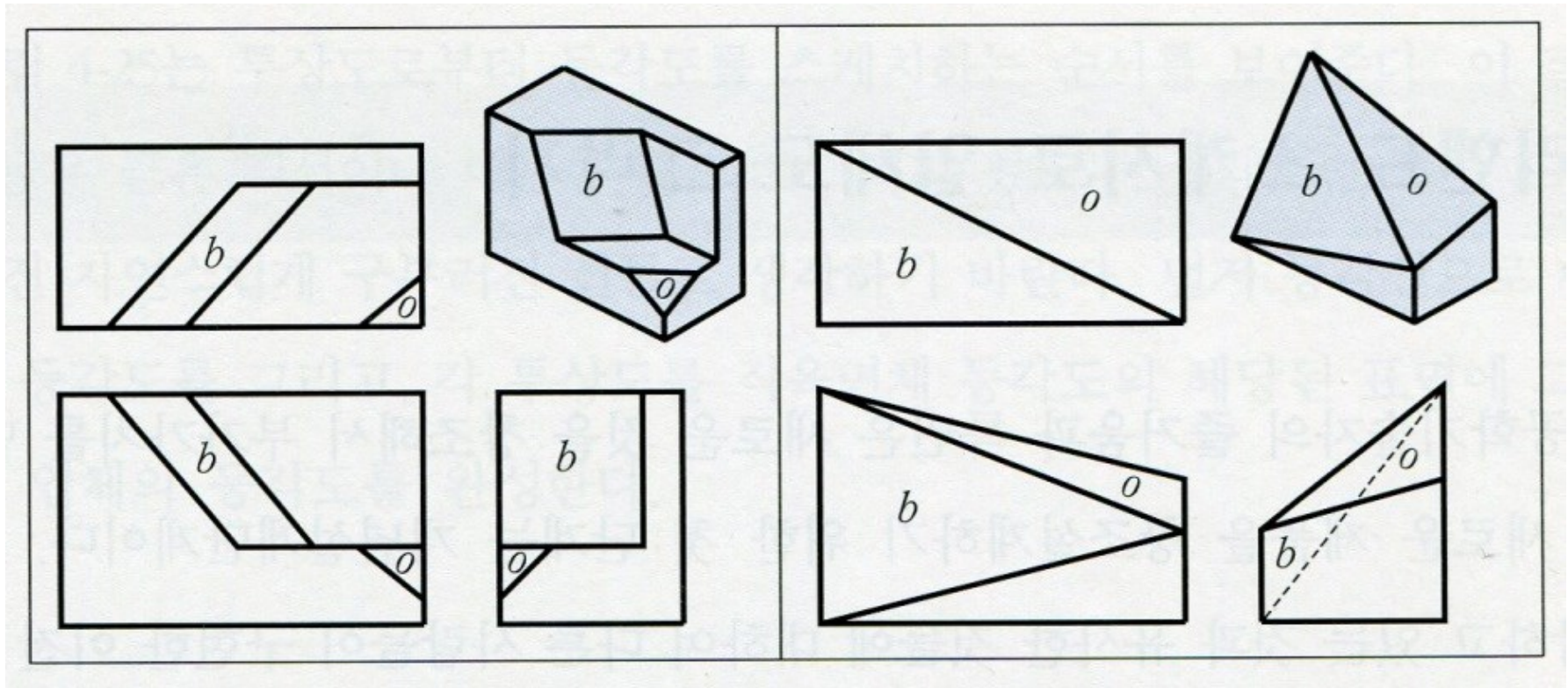
평면으로 이루어진 입체 (1)

- 정면도 결정 → 투상면에 대해서 평행 또는 경사(단방향)
 - 단방향 경사면: 하나의 투상면에 직각인 경사면



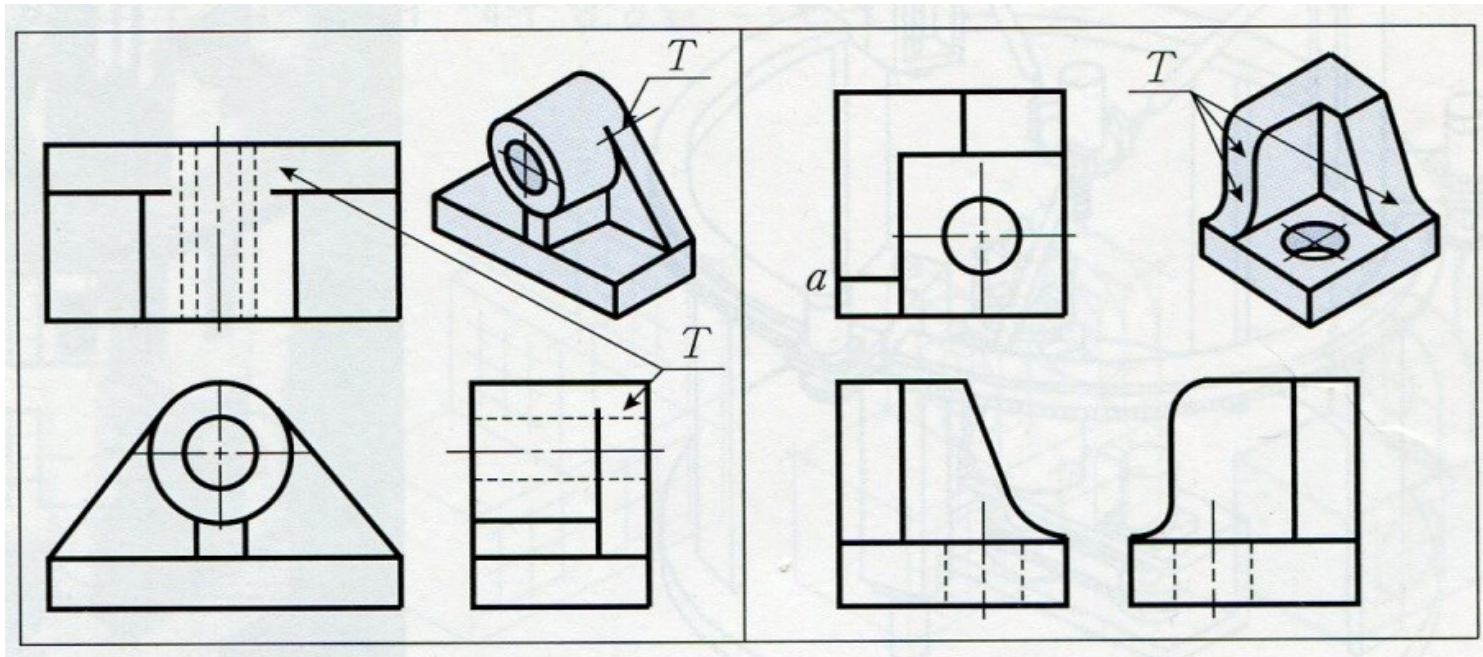
평면으로 이루어진 입체 (2)

- 정면도 결정 → 투상면에 대해서 평행 또는 경사(전방향)
 - 평면이 투상면에 대해 모든 방향으로 기울어짐

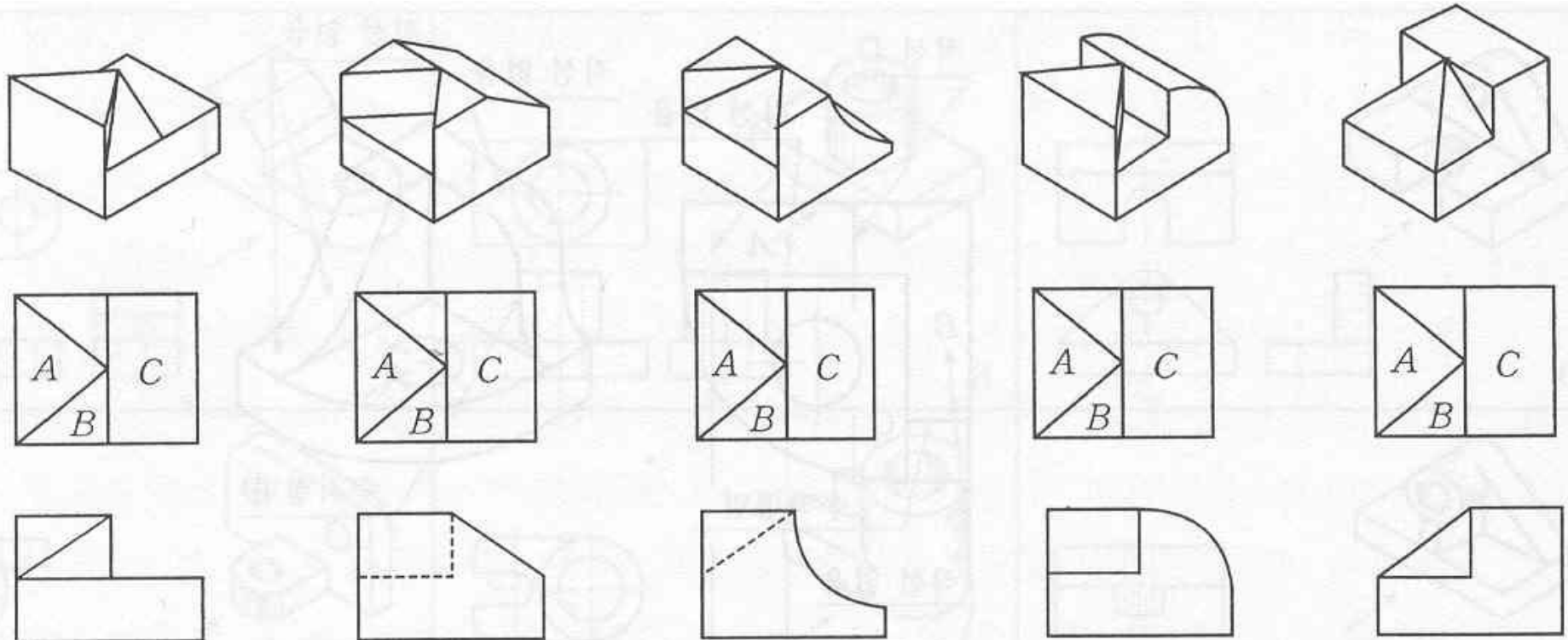


원통모양 및 곡면을 가진 입체

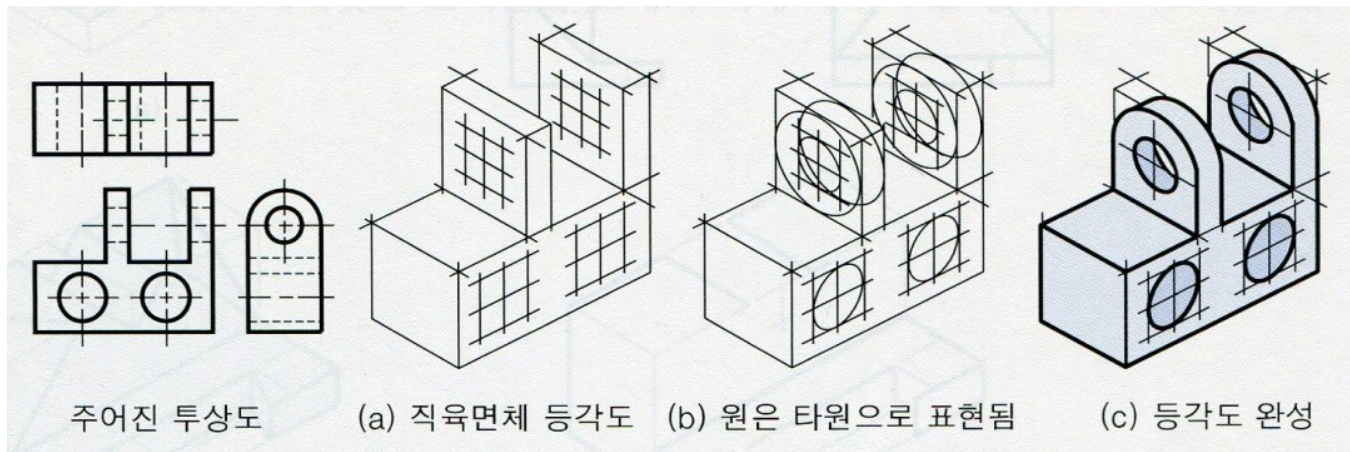
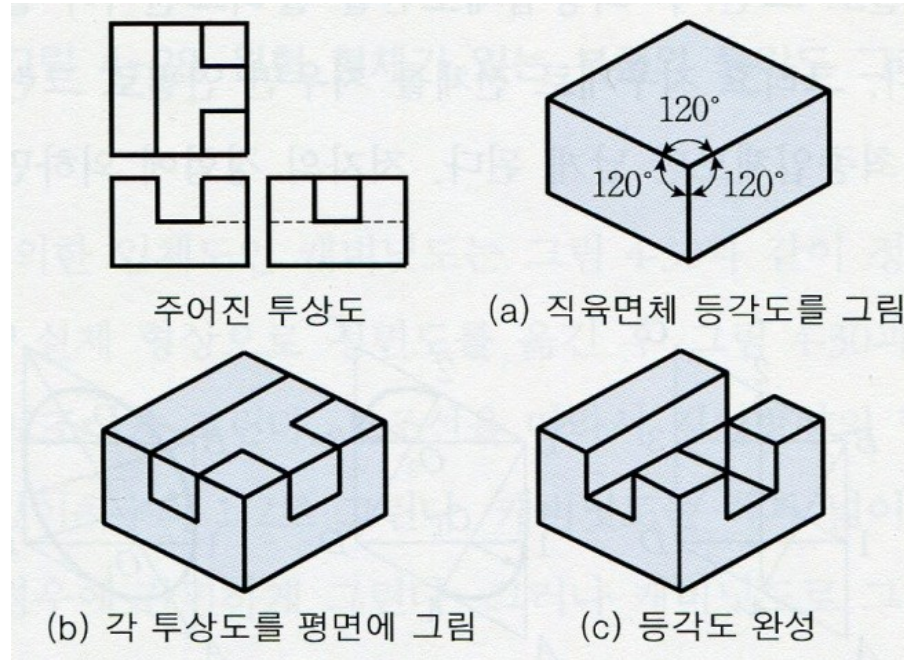
- 원통의 축선이 하나의 투상면과 직각을 이룰 경우
 - 해당 투상면: 원통모양은 원으로 투상
 - 다른 투상면: 원통의 윤곽을 보여주는 직선
- 곡면과 곡면이 접하는 부분
 - 직선으로 투상되지 않음



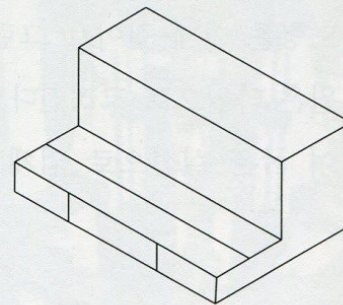
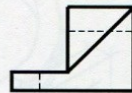
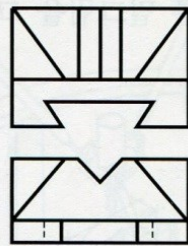
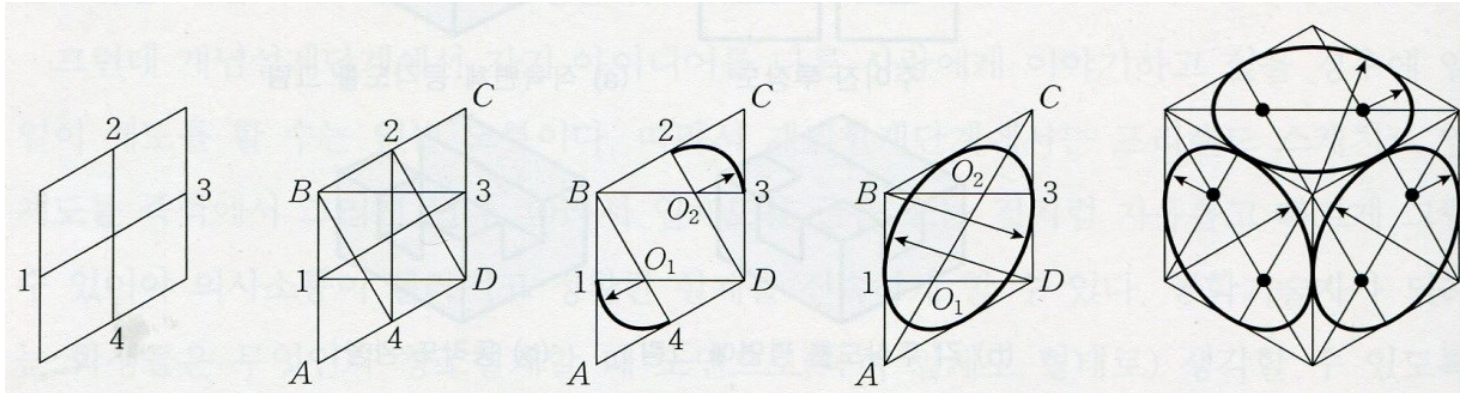
곡면과 평면이 있는 물체



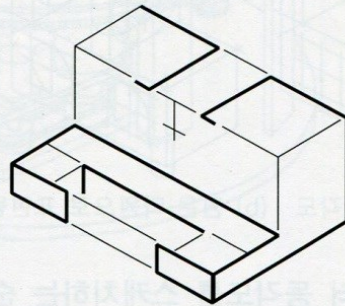
투상도 → 등각도 (스케치 순서)



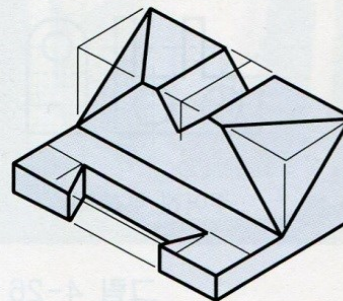
등각도: 원, 경사면



(a)

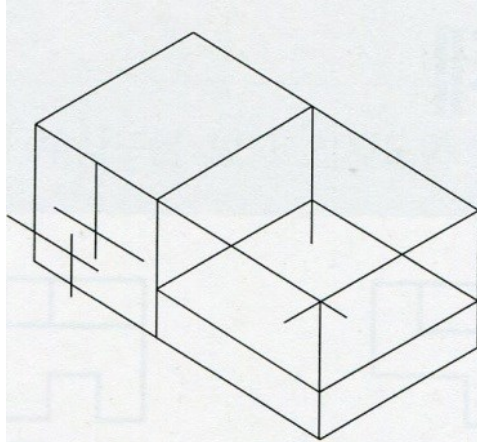


(b)

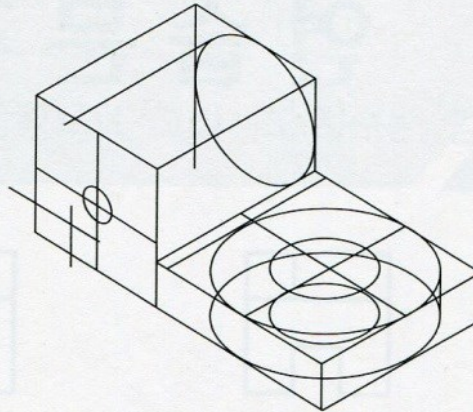


(c)

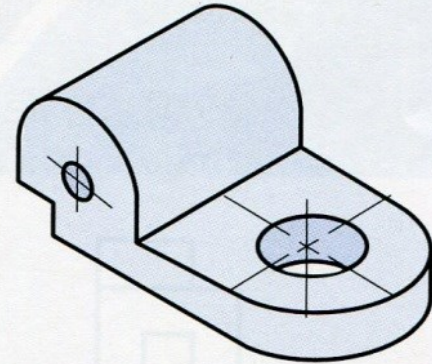
등각도: 원형 형체 / 캐비닛도



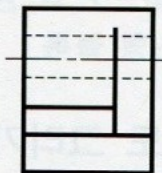
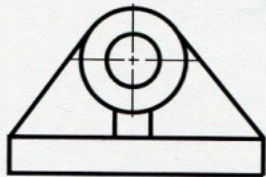
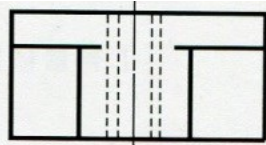
(a) 직육면체 등각도 그리기



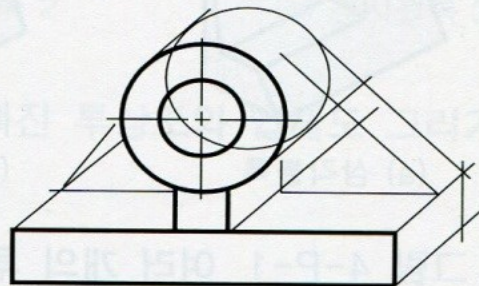
(b) 원은 타원으로 표현됨



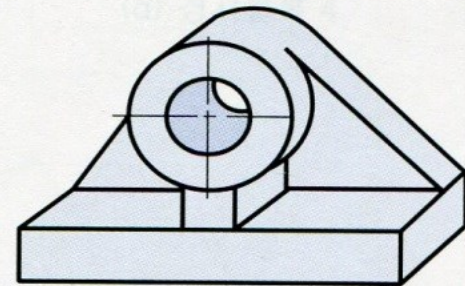
(c) 최종등각도 완성



(1) 주어진 투상도



(2) 정면도에 45° 보조선 추가

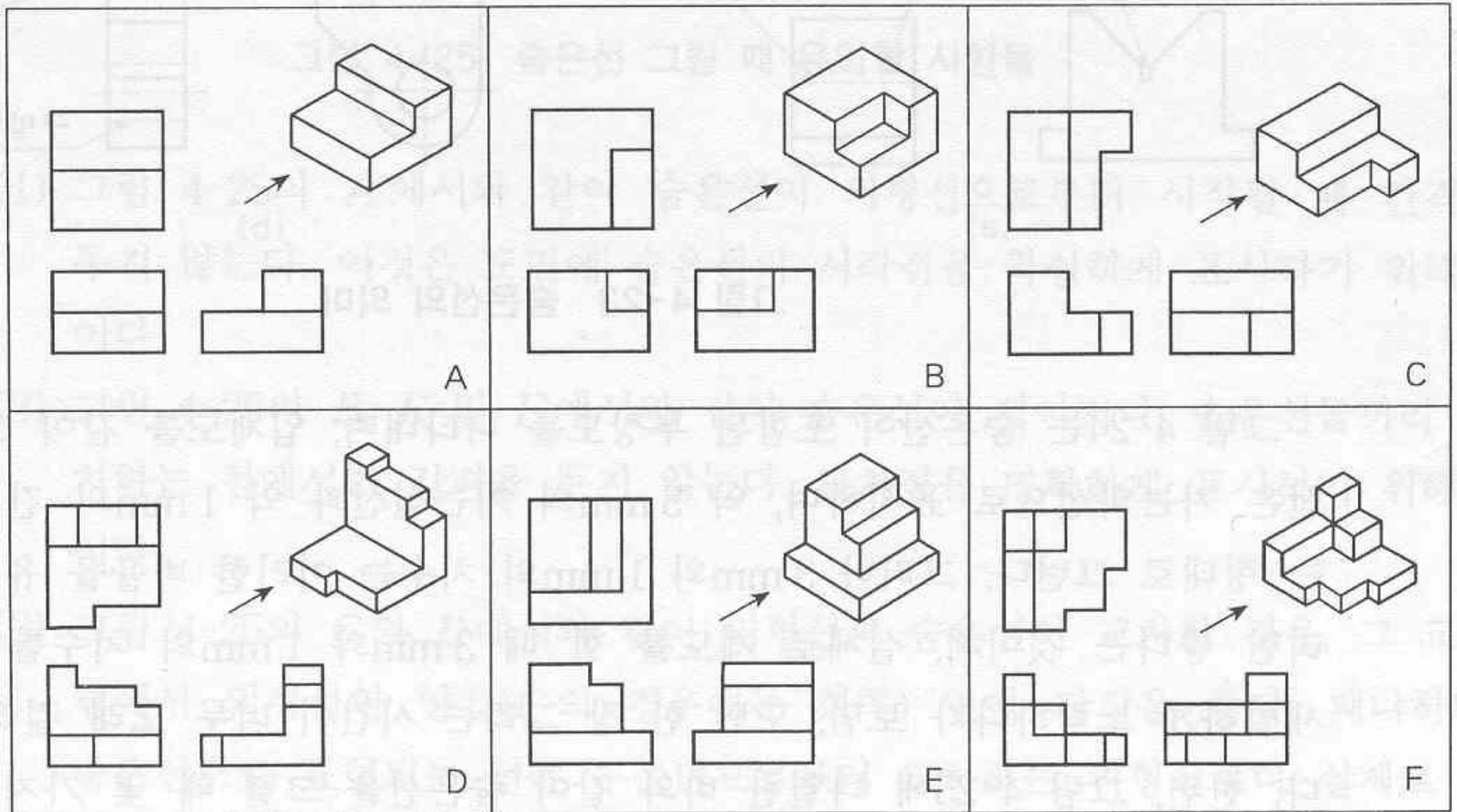


(3) 최종 캐비닛도 완성

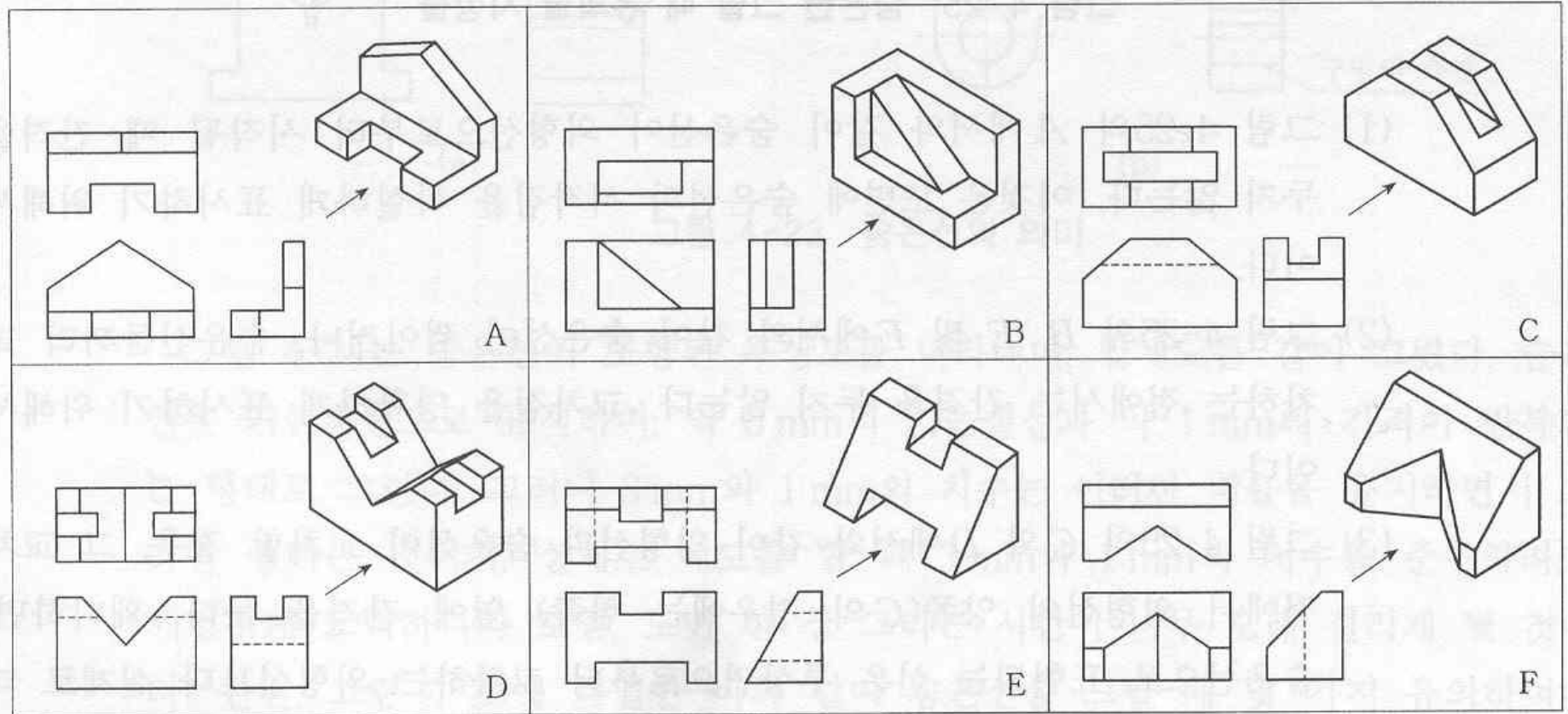
p.48 등각도와 비교

투상면에 평행한 평면

투상면에 평행하고 모든 모서리와 꼭지점이 투상면에서 모두 보이는 물체들의 투상도

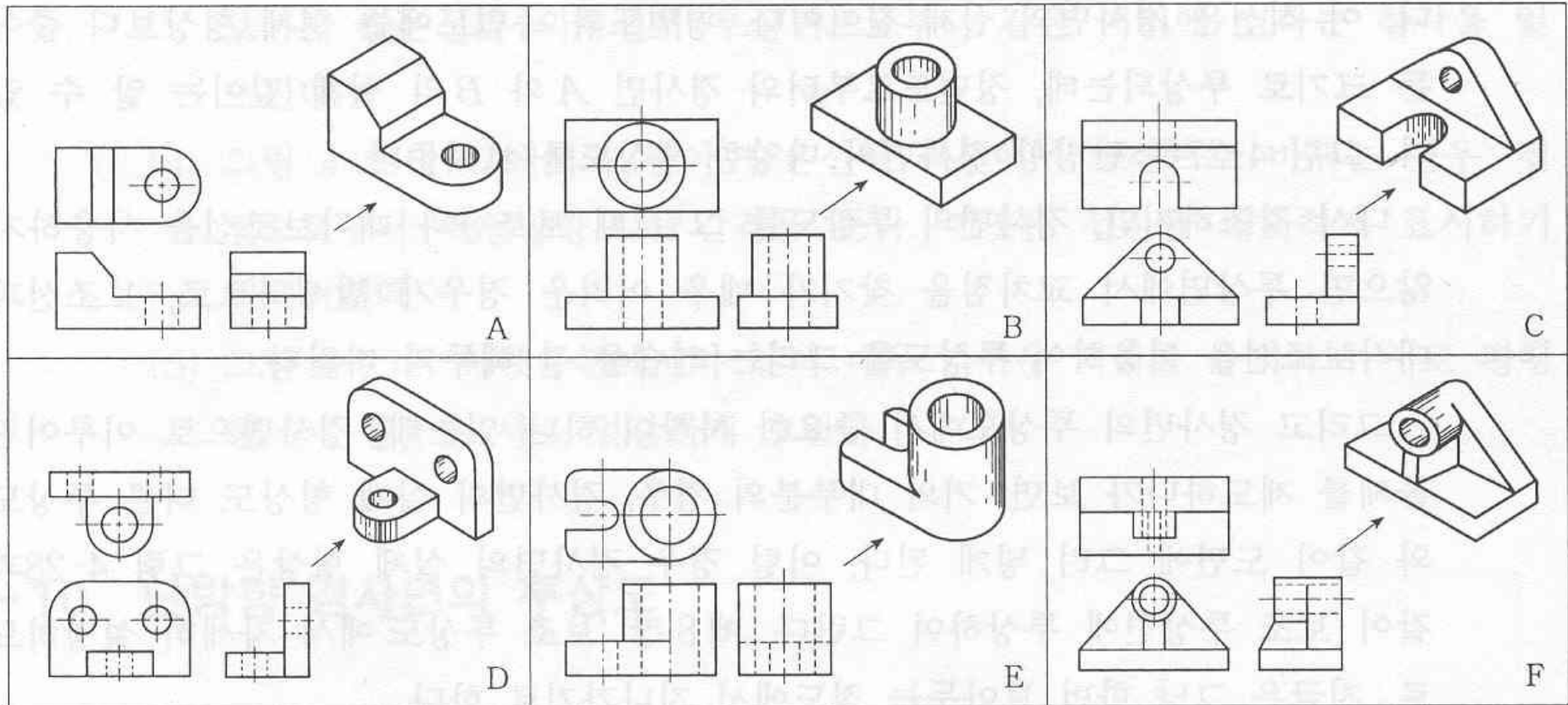


단방향 경사면



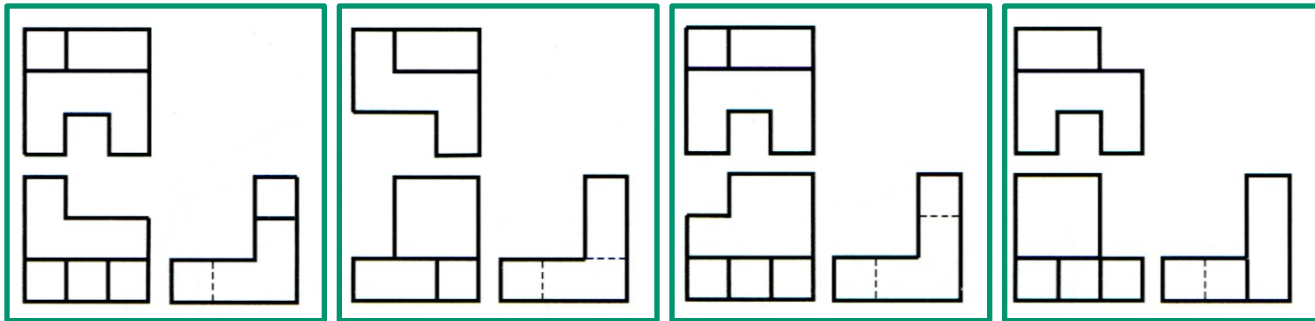
원형 형체

- 원기둥 형체: 원/직선

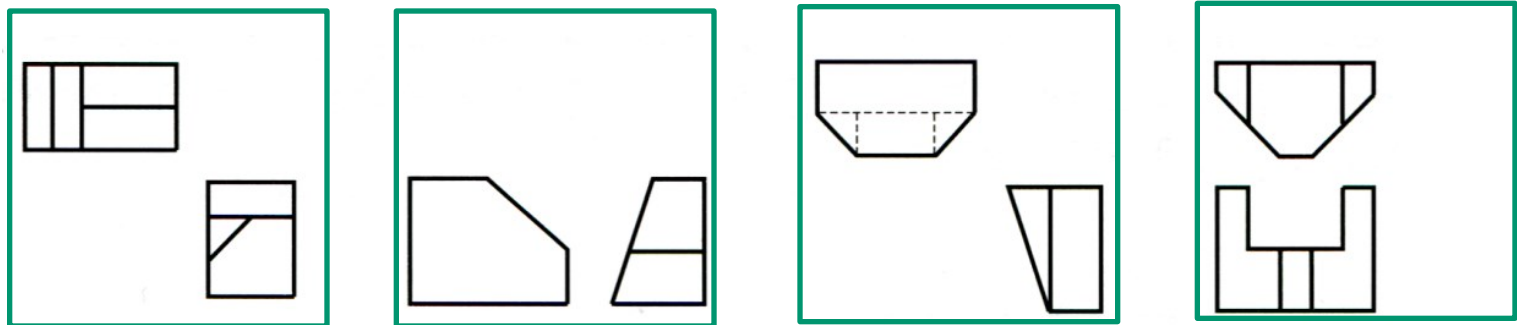


연습문제 (1)

- P1. 아래의 투상도를 보고 입체도를 등각도로 그리시오 (치수는 임의로 선정할 것).

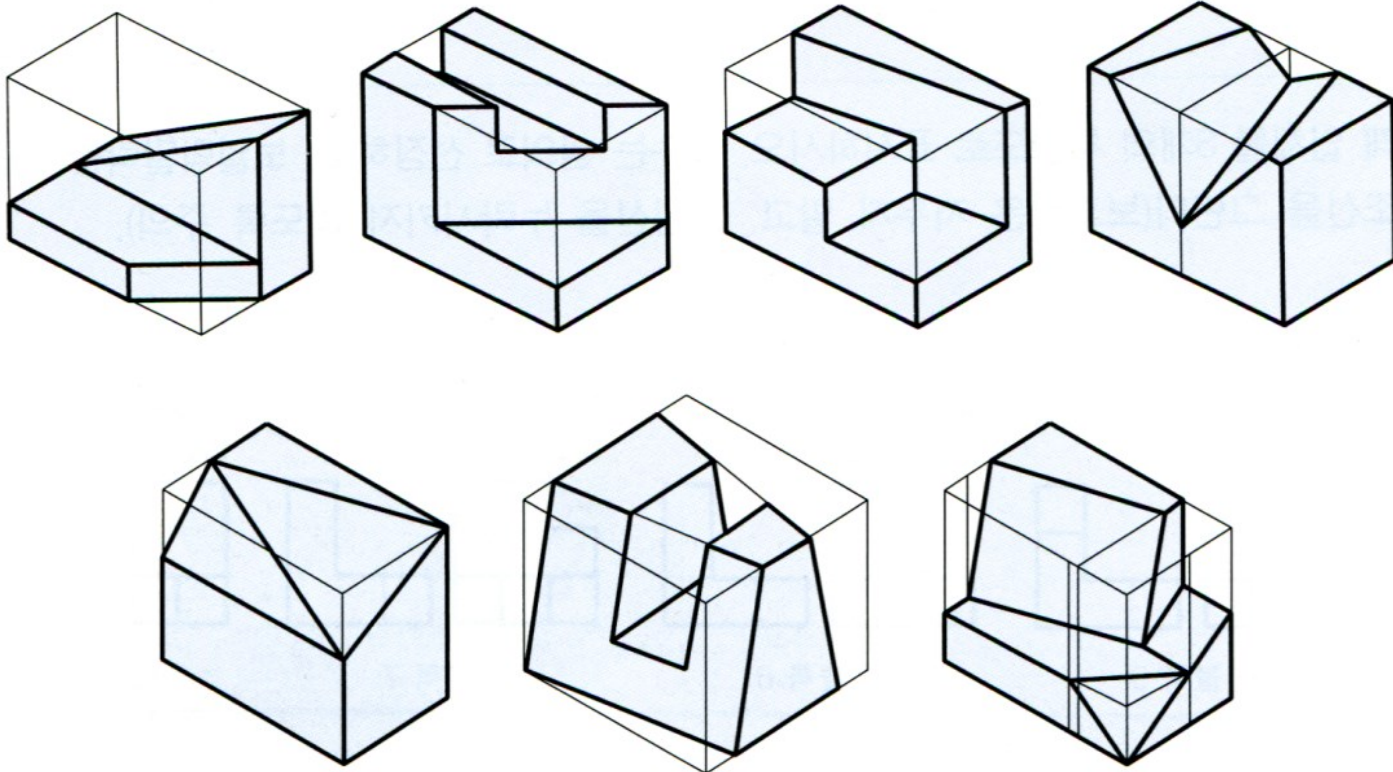


- P2. 아래에 제시된 2개의 투상도를 옮겨서 그린 후 빠진 투상도를 완성하고, 입체의 등각도를 그리시오. 모든 면은 평면이며, 치수는 임의로 선정해서 그린다.



연습문제 (2)

- P3. 아래 입체를 3개의 투상도로 표시하시오. 치수는 임의로 선정하고, 보일락말락한 가는 실선으로 보조선을 그린다 (보조선을 지우지 말 것).

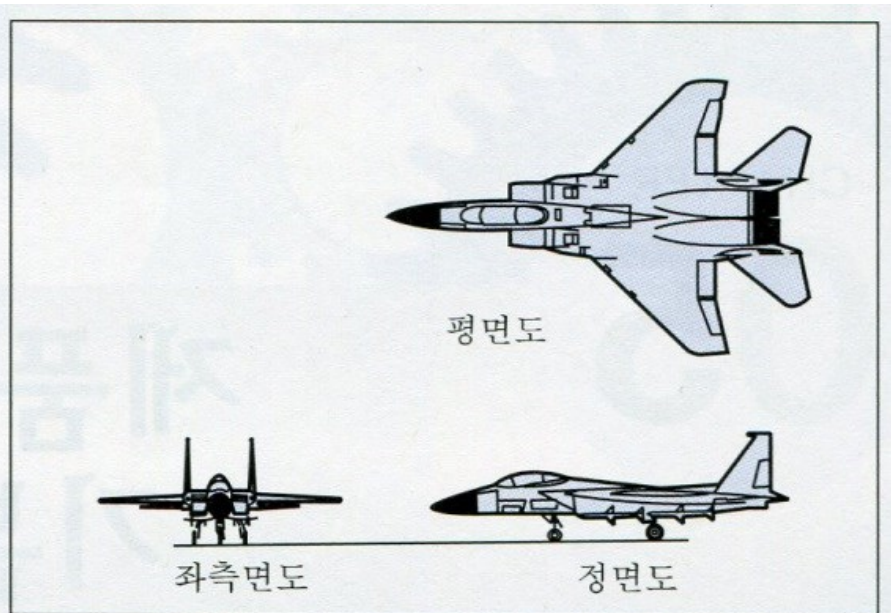
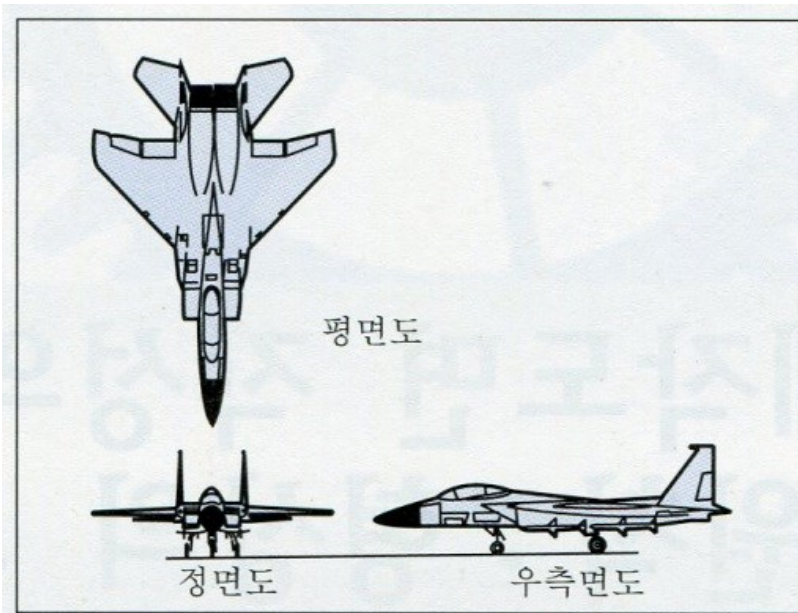


도면작성의 기본원칙: 형상

- 정면도 선정
- 정면도 이외의 투상도 선정
- 투상도의 배치
- 일면도
- 이면도

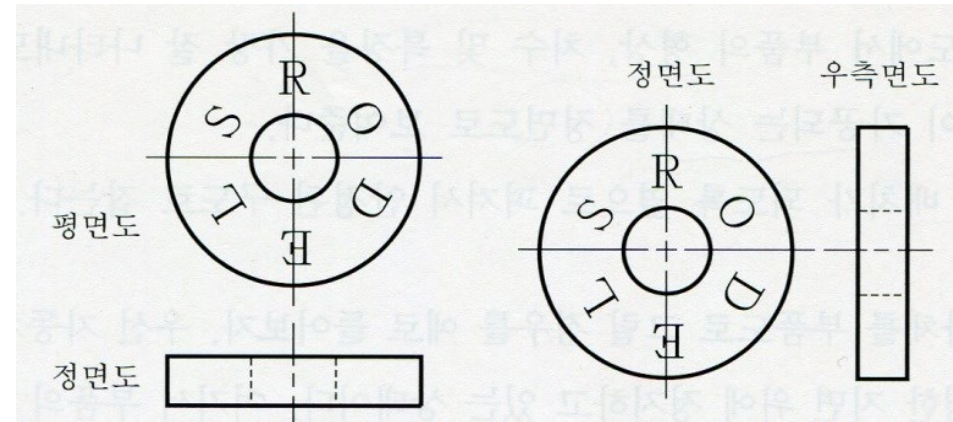
정면도 선정: 원칙

- 부품을 되도록 안정적이고 사용되는 상태를 정면도로 보여준다
- 부품의 주요한 면이 되도록 정면도 투상면에 평행하던지 수직을 이루도록 한다
- 정면도에서 부품의 형상, 치수 및 특징을 가장 잘 나타내도록 한다
- 부품이 가공되는 상태를 정면도로 보여준다
- 도면 배치가 되도록 옆으로 퍼져서 안정된 구도로 잡는다

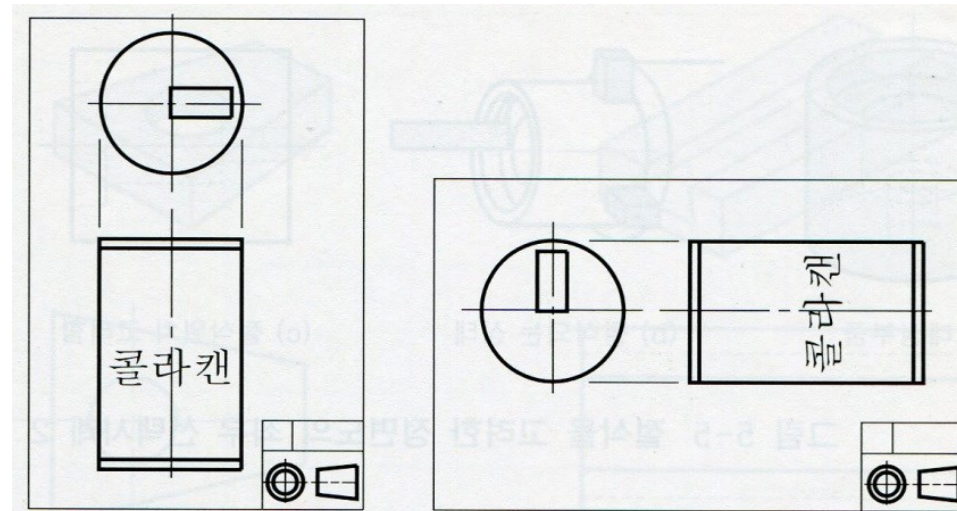


정면도 선정: 사례(1)

- 납작한 원통모양의 부품
 - 위에서 보는 방향

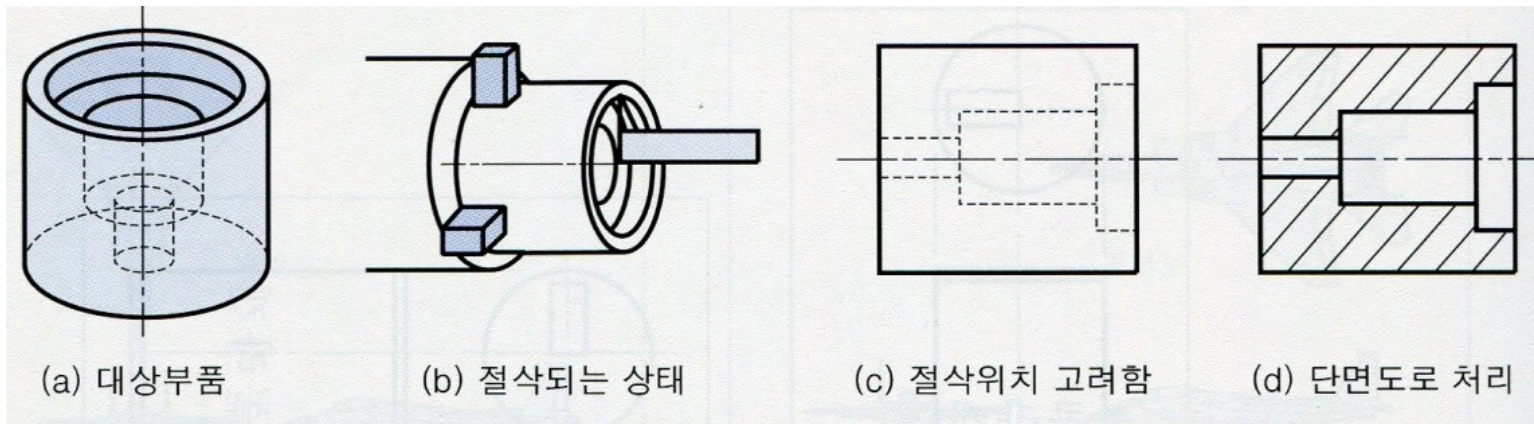
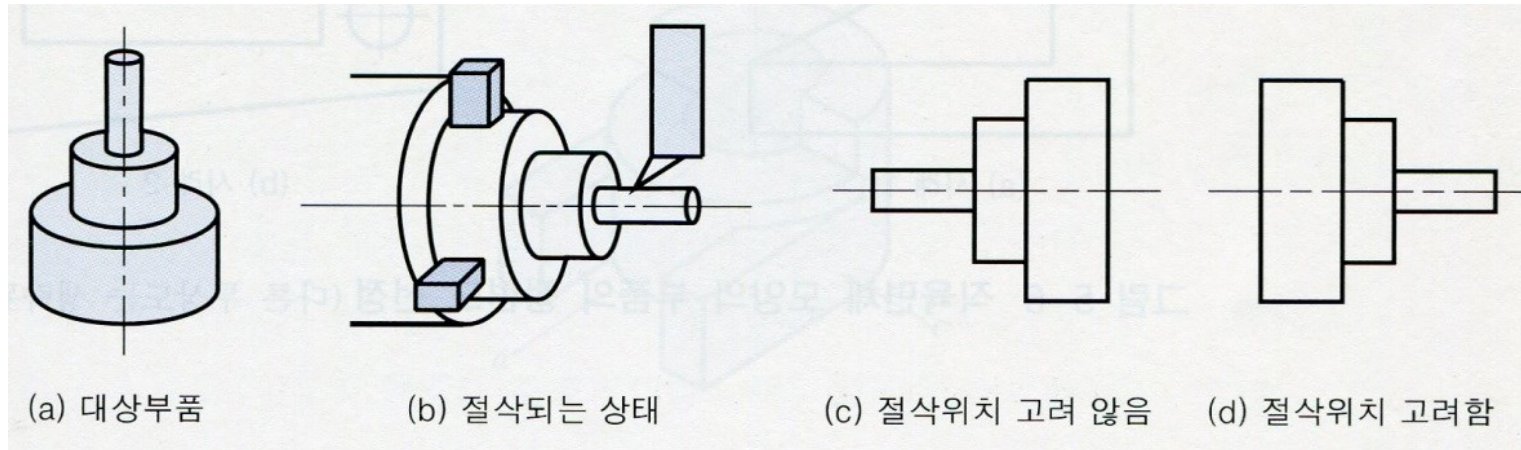


- 길이가 긴 원통형 부품
 - 부품의 길쭉한 형상을 좌우
 - 도면이 위로 길어지지 않고 안정감



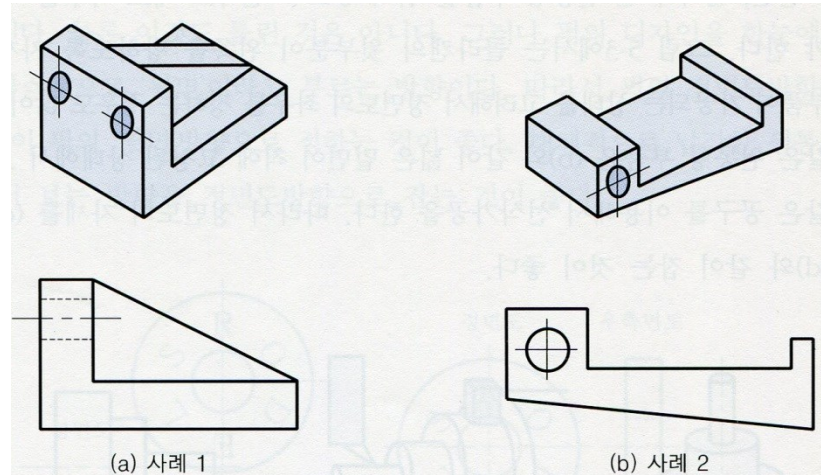
정면도 선정: 사례(2)

- 부품이 가공되는 상태를 고려: 절삭

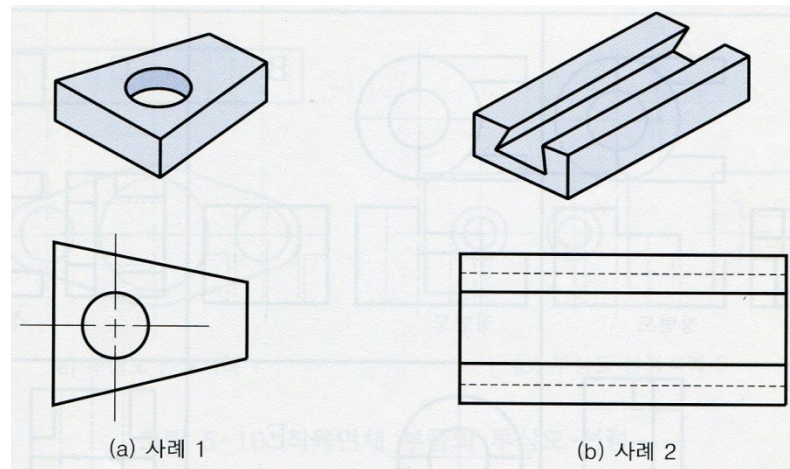


정면도 선정: 사례(3)

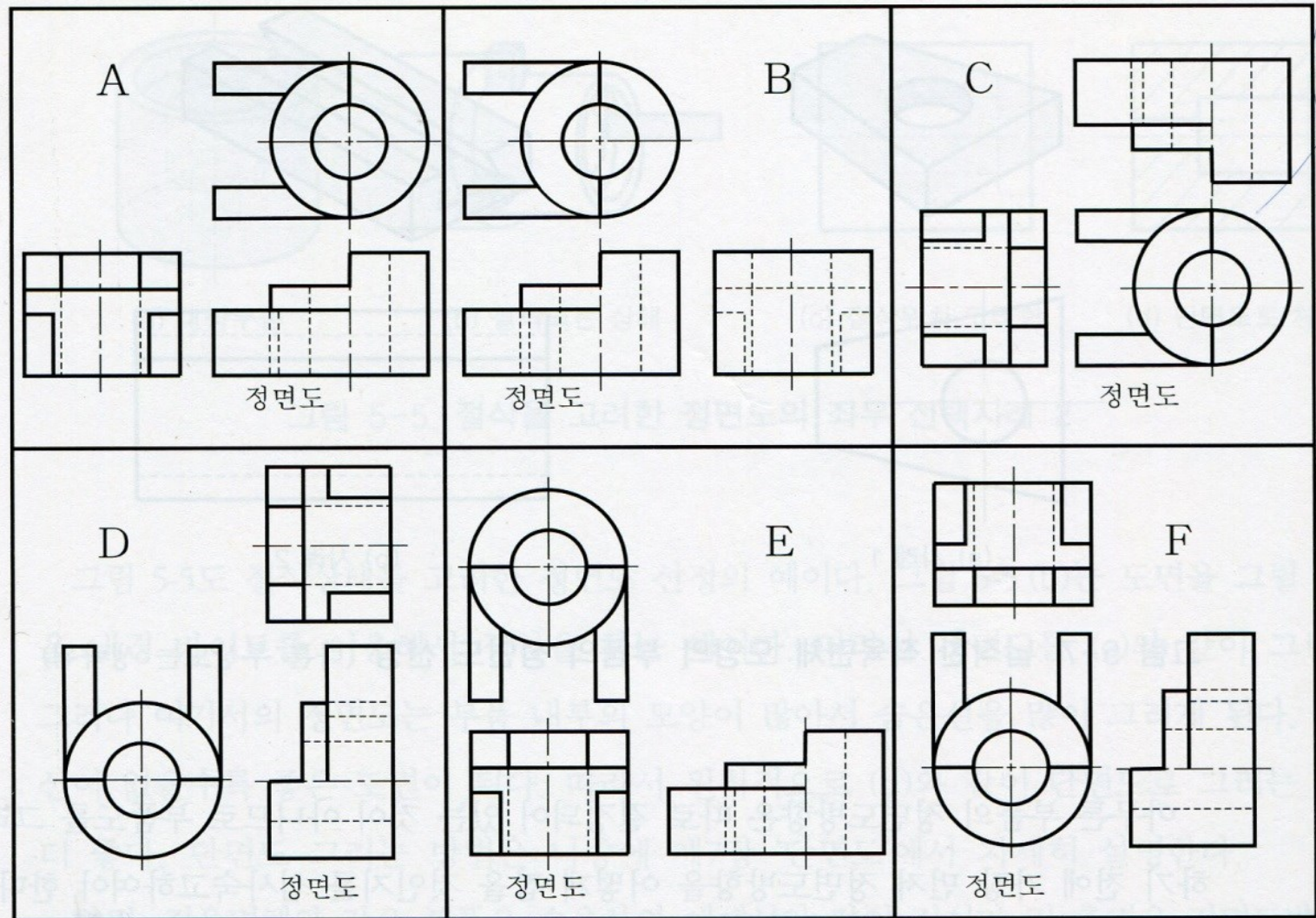
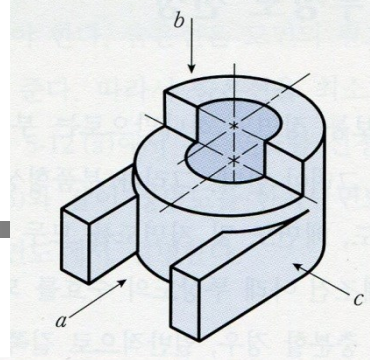
- 직육면체 모양의 부품: 길이가 긴 측면



- 납작한 직육면체 모양의 부품: 윗면에서 보는 방향



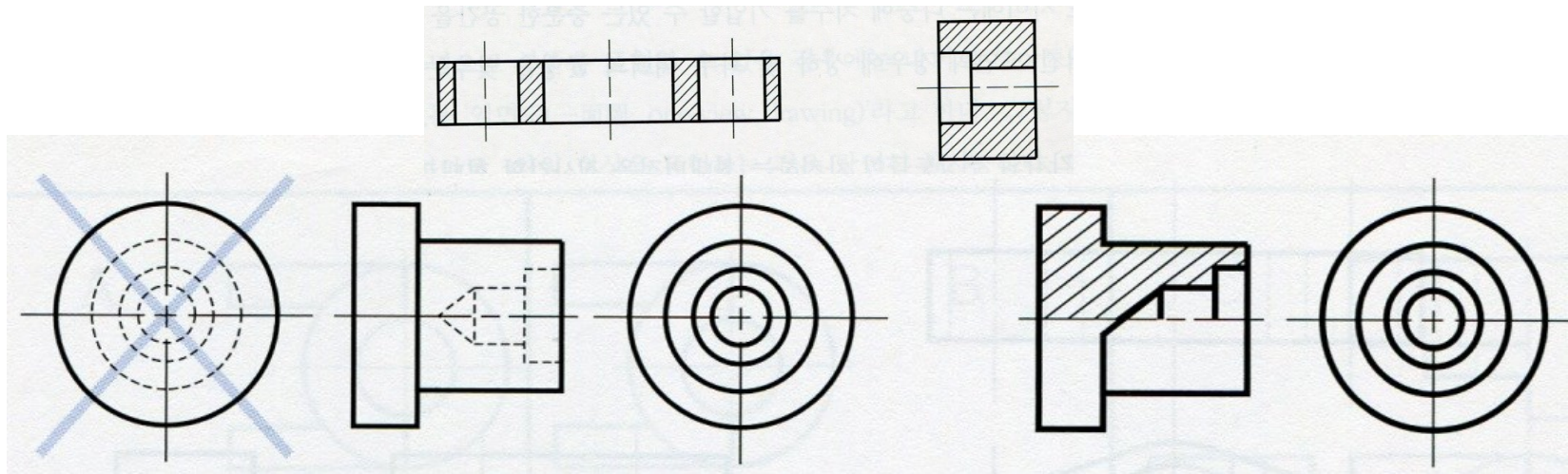
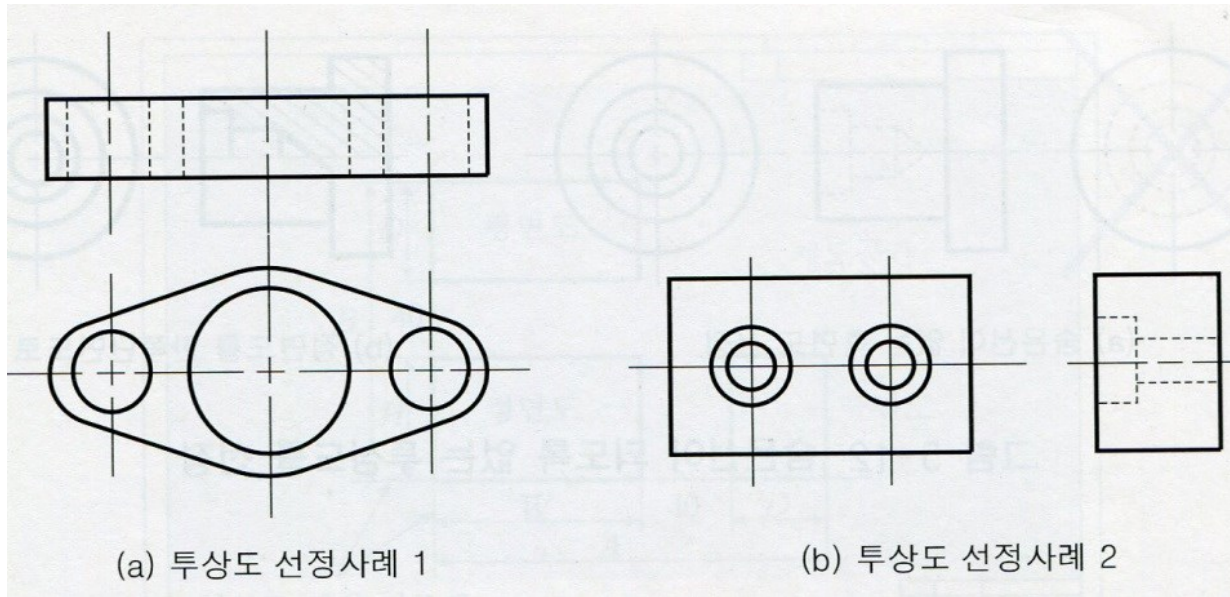
정면도 선정: 어댑터 본체



정면도 이외의 투상도 선정 (1)

- 정면도 하나만으로는 부품형상을 모두 표현할 수 없음
- 형상을 완전하게 표현할 수 있다는 전제하에 투상도의 개수를 최소화해야 좋은 도면
 - 예: 길쭉한 부품(평면도), 폭과 높이가 비슷한 부품(측면도)
- 도면에 숨은선이 되도록 나타나지 않도록
 - 단면도

정면도 이외의 투상도 선정 (2)

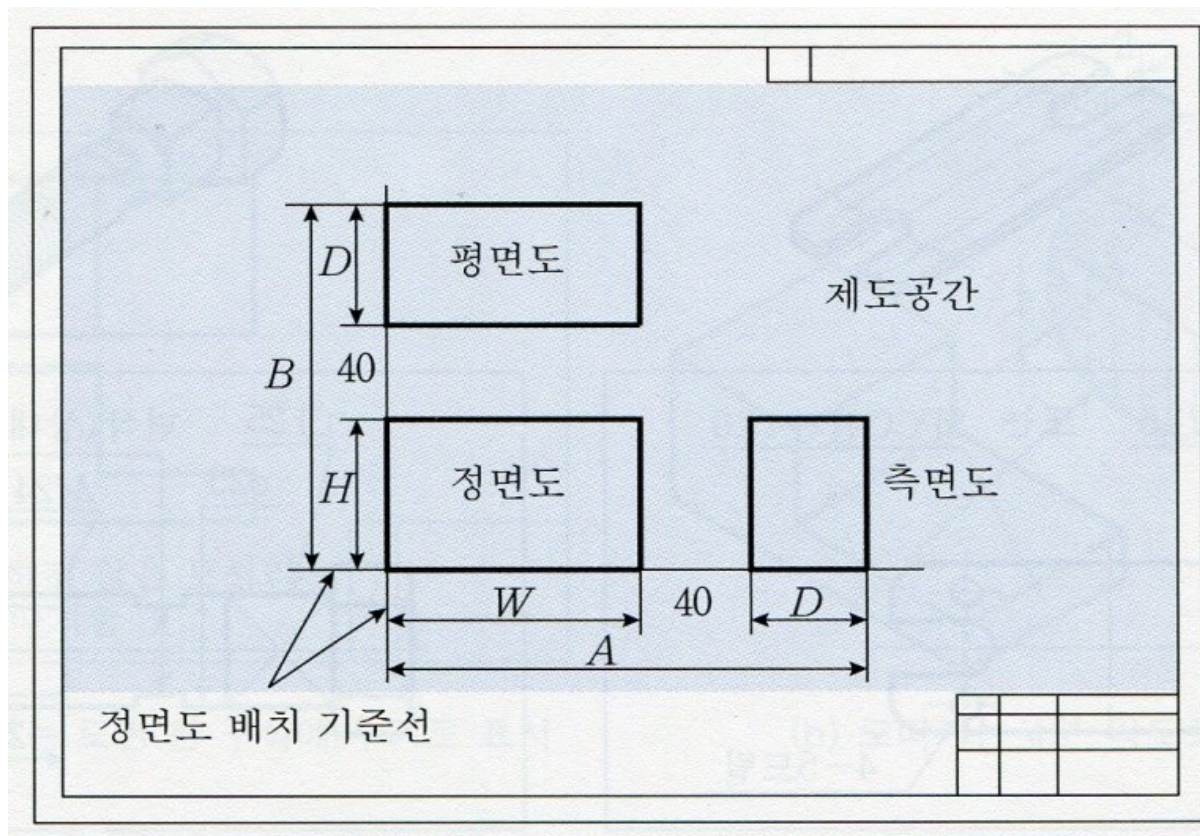


숨은선이 없는 측면도 선정

정면도를 한쪽단면도로 처리

투상도 배치

- 각각의 투상도들이 차지하는 최대면적 (W , H , D)
- 투상도 사이의 간격 (40mm)
- 투상도들의 전체면적 (A , B), 척도 → 제도용지 선정



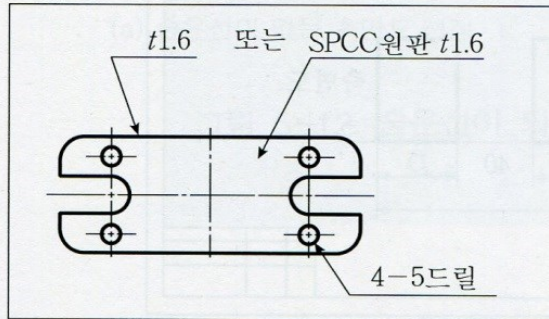
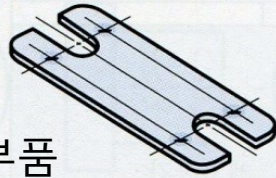
일면도 (one-view drawing) (1)

- 모양기호와 설명을 명기
- 직사각형 내에 X 표시
 - X 표시가 된 직사각형이 평면이라는 의미
 - 요소부품(볼트, 너트, 스크류, 와셔)을 나타내는 기호에는 별도로 표시할 필요 없음

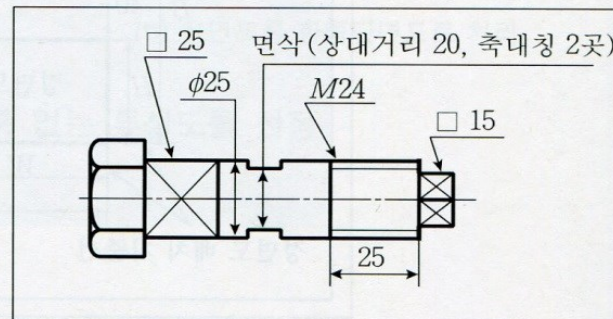
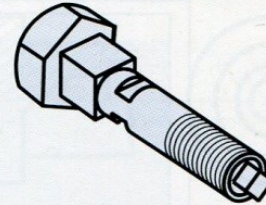
모양기호		기입 예	모양기호		기입 예
지름	ϕ	$\phi 50$	반지름	R	$R25$
정사각형	$\square$	$\square 50$	구면	S 또는 구	$S \phi 50$ $SR 25$
두께	t	$t5$	45° 모따기	C	$C2$

일면도 (one-view drawing) (2)

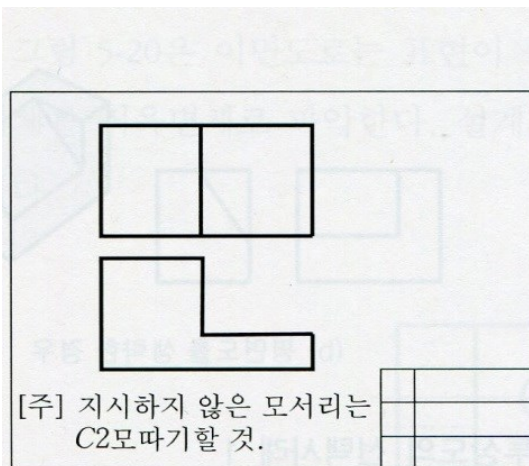
얇은 소재로 제작되는 부품



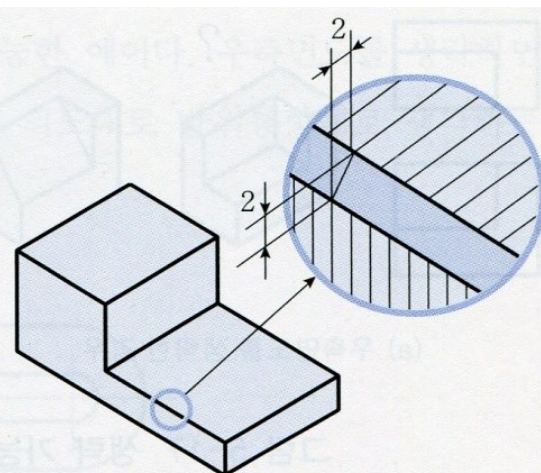
(a) 스페이서



(b) 볼트



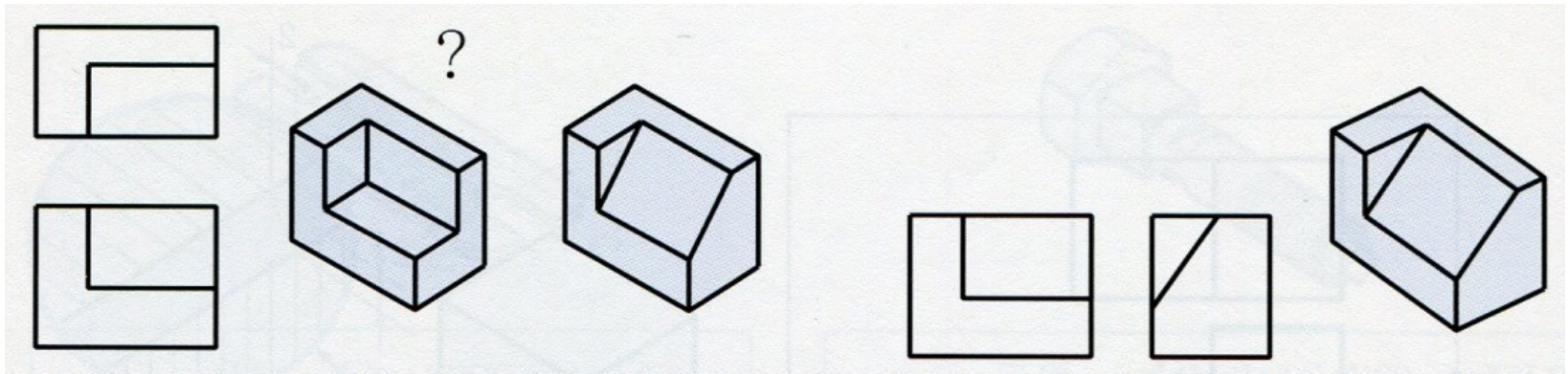
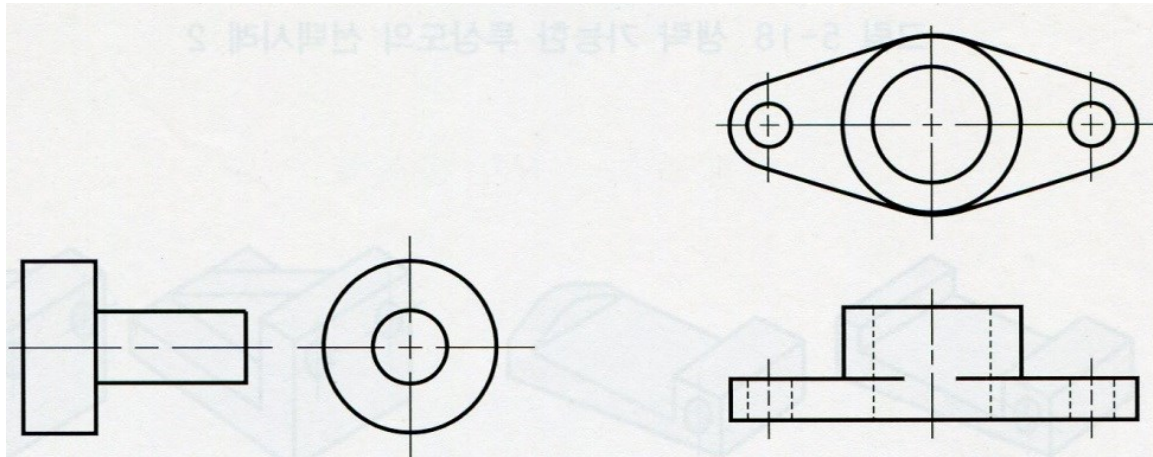
(a) 모따기는 도면 한 구석에 주기로 표시



(b) 모따기는 45° 각도로 가공

이면도 (two-view drawing) (1)

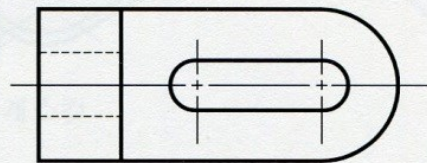
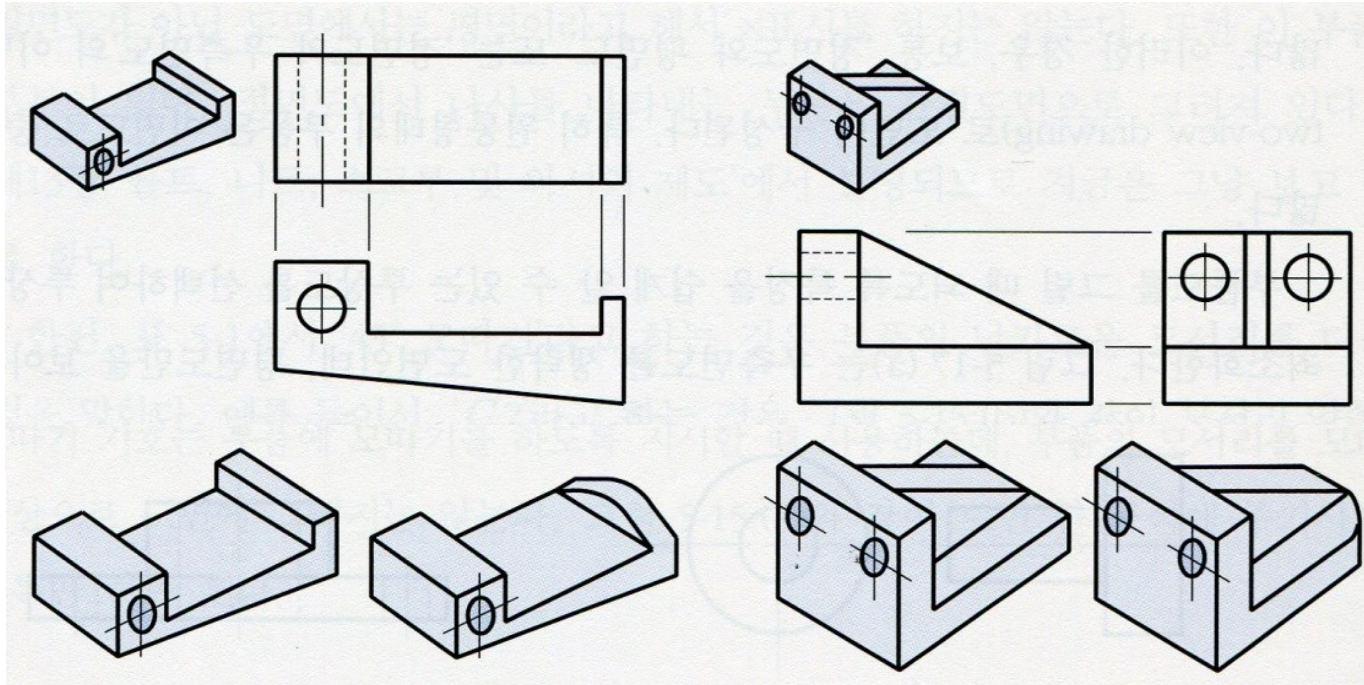
- 정면도+평면도, 정면도+우측면도
- 원통형태의 부품



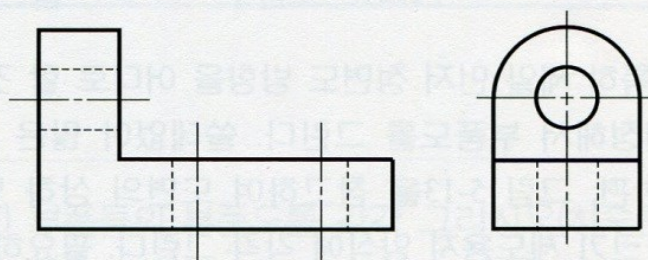
우측면도를 생략한 경우

평면도를 생략한 경우

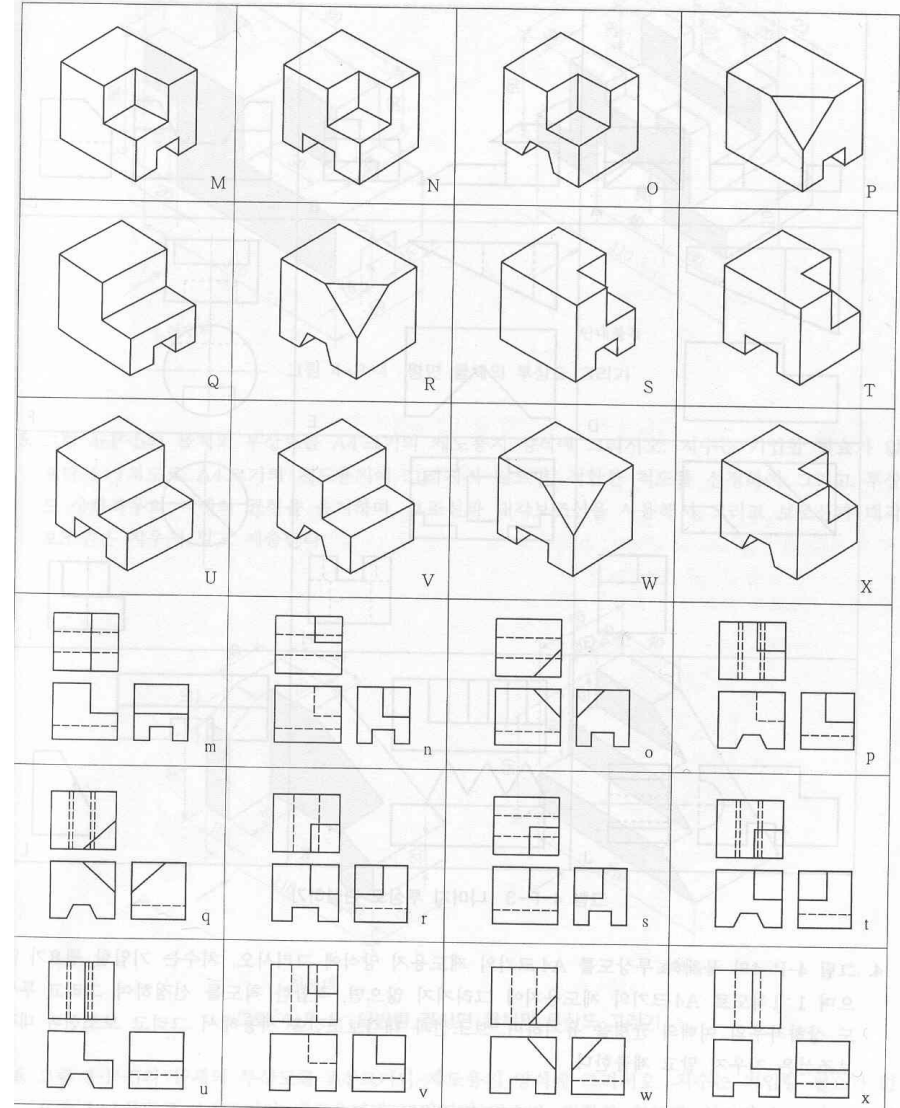
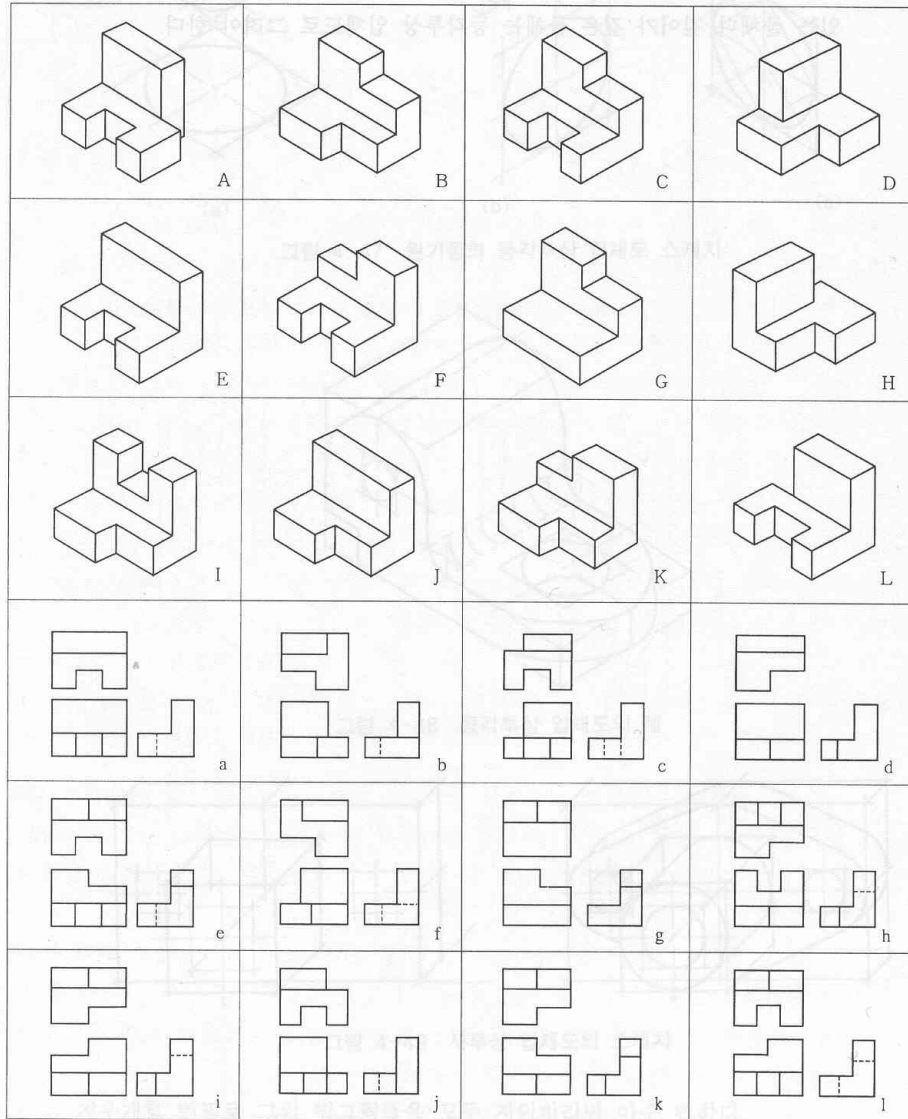
이면도 (two-view drawing) (2)



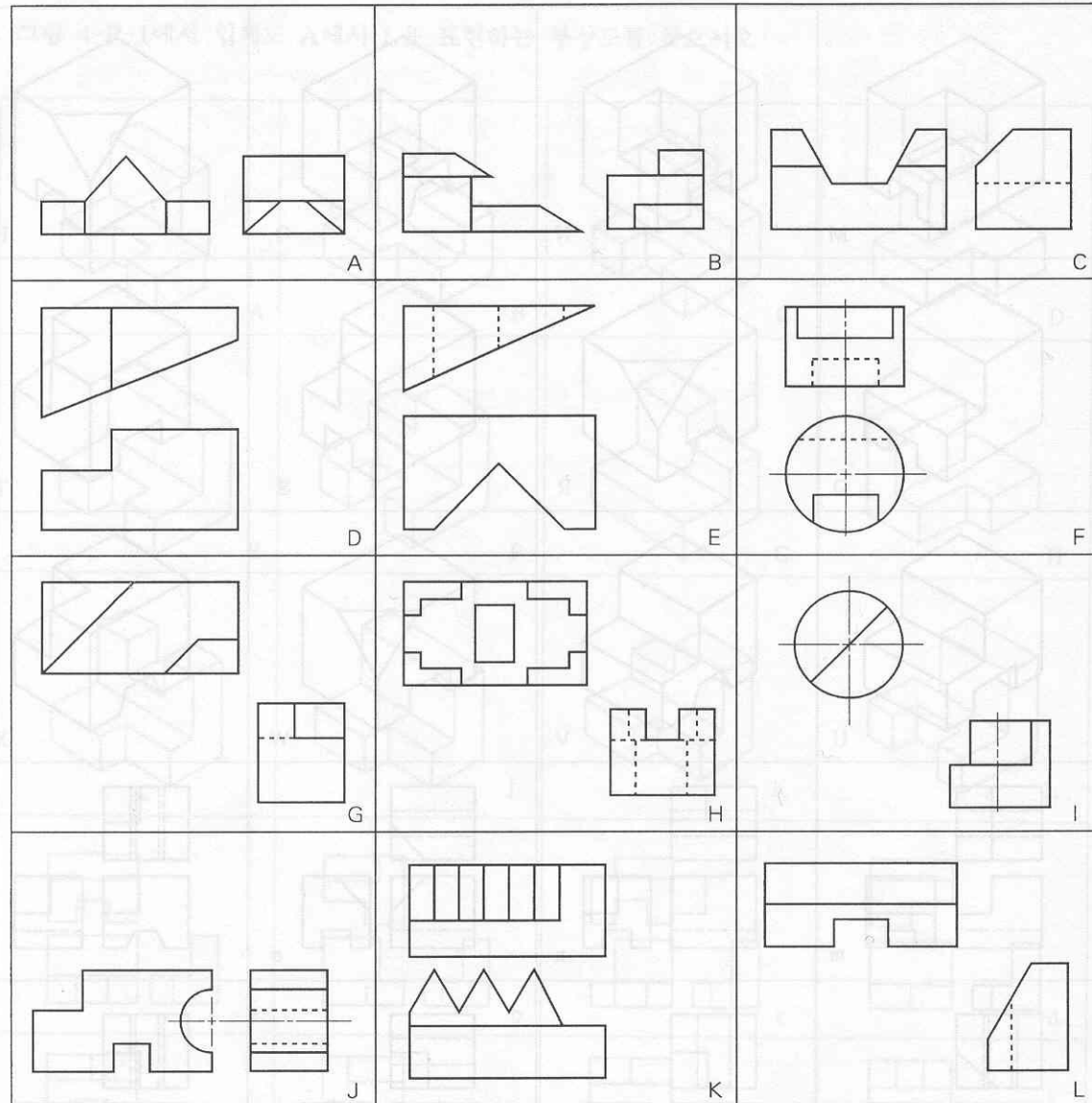
이면도로는 불가능한 부품의 예



연습문제 (입체도/투상도 찾기)



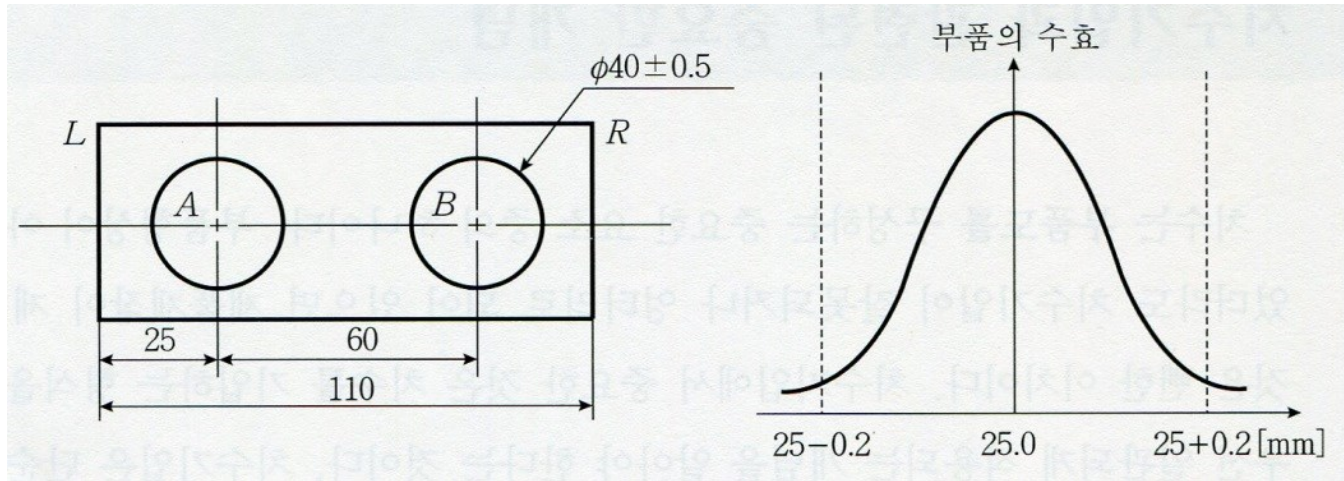
연습문제 (나머지 투상도 완성)



도면작성의 기본원칙: 치수기입

- 치수기입과 관련된 중요한 개념
 - 보통공차, 치수기준의 중요성, 중복치수의 문제점
- 치수기입의 일반형식
 - 치수와 치수보조선의 형식
 - 치수숫자의 기입방법 및 방향
 - 지시선, 치수의 배치
 - 지름과 반지름, 각도, 원호 및 현
- 다양한 형체의 치수기입
 - 구멍, 키홈, 테이퍼와 기울기, 모서리

보통공차

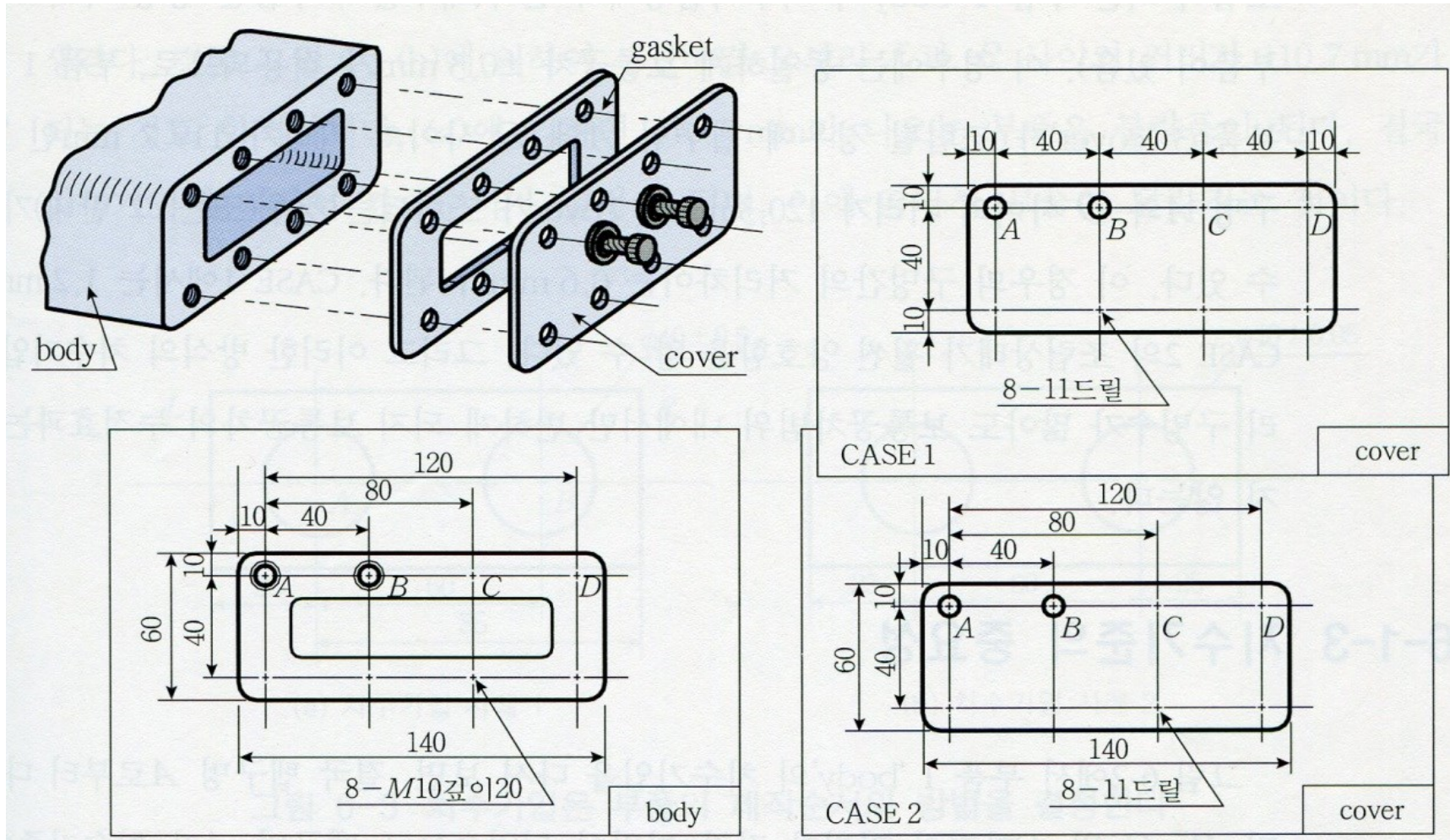


KS규격 B0412 '보통공차 - 제1부: 개별적인 공차의 지시가 없는 길이치수 및 각도치수에 대한 공차'

공차등급		기준치수 구분 [mm]							
기호	구분	0.5 이상 3 이하	3 초과 6 이하	6 초과 30 이하	30 초과 120 이하	120 초과 400 이하	400 초과 1,000 이하	1,000 초과 2,000 이하	2,000 초과 4,000 이하
		허용차							
<i>f</i>	정밀급	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.3	± 0.5	-
<i>m</i>	보통급	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0
<i>c</i>	거친급	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0	± 3.0	± 4.0
<i>v</i>	아주거친급	-	± 0.5	± 1.0	± 1.5	± 2.5	± 4.0	± 6.0	± 8.0

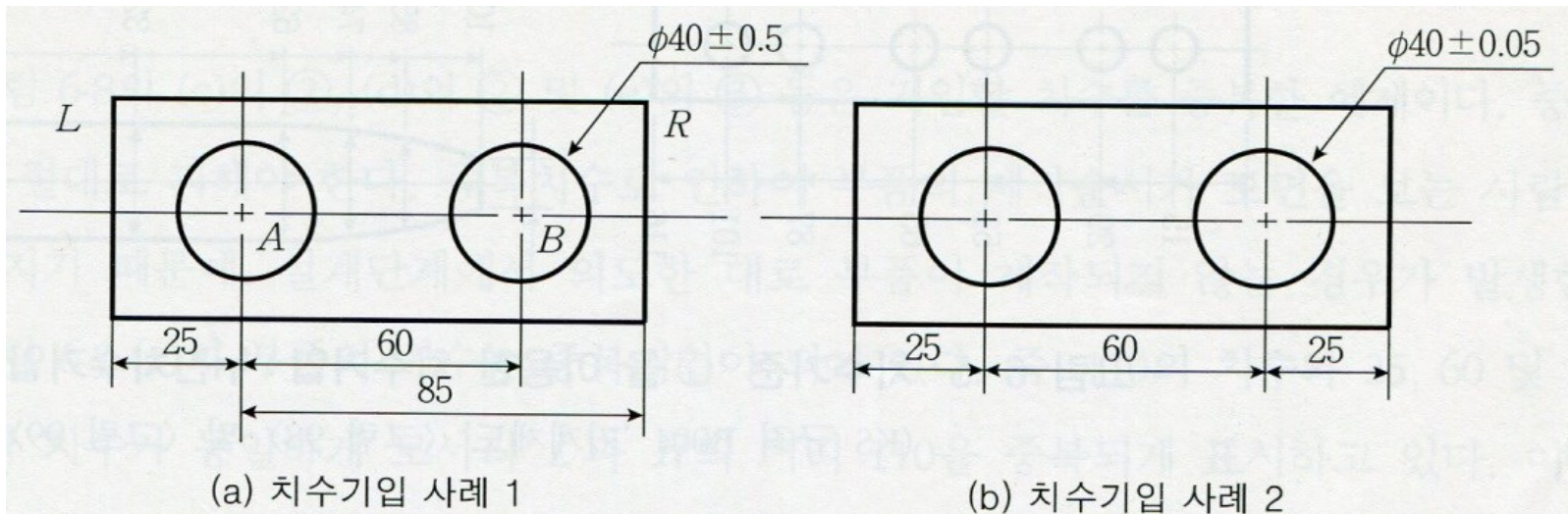
보통공차의 누적

- A와 D사이의 거리? (치수기준/설계자책임)



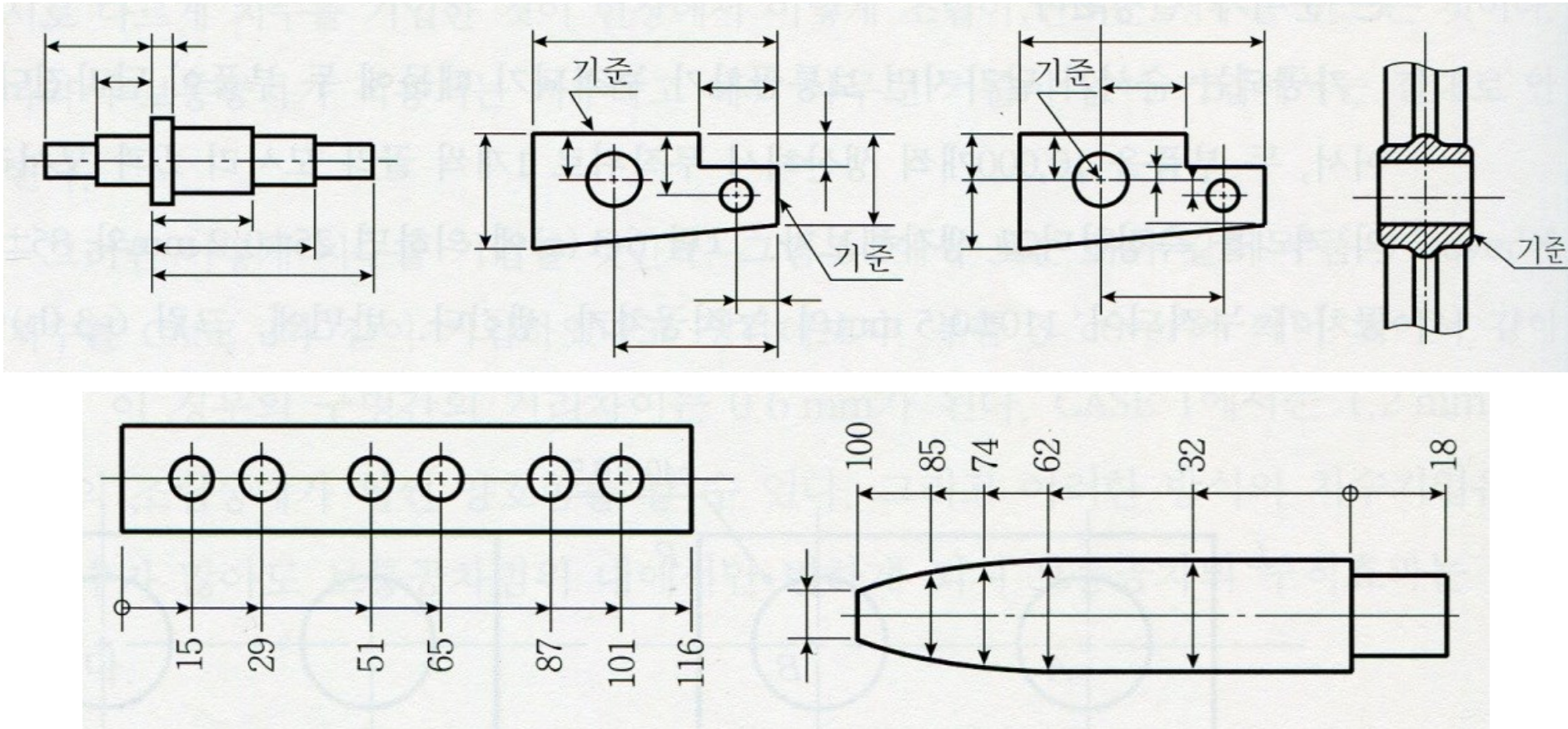
치수기준의 중요성

- 단순히 부품의 크기를 해당하는 부위에 숫자로 표시하는 것이 아님
- 부품이 제작되는 순서를 결정
 - 모서리길이: 만약 $LR = 110.5$ 이라면 OK? NG?
- 부품의 제작방법을 결정 (구멍B?)
 - ± 0.5 : 줄로 다듬질해서 손으로 제작
 - ± 0.05 : 공작기계를 사용하여 정밀가공



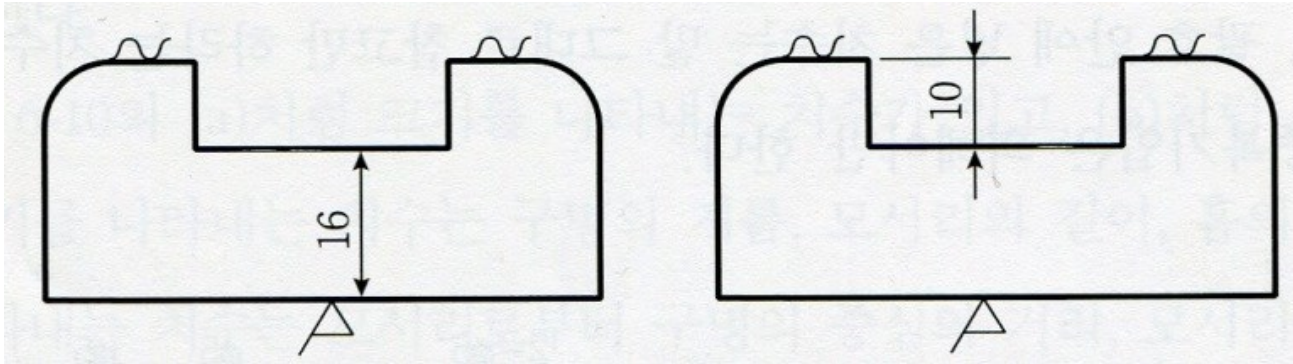
치수기준 (1)

- 부품의 제작기준, 제일 먼저 가공/조립

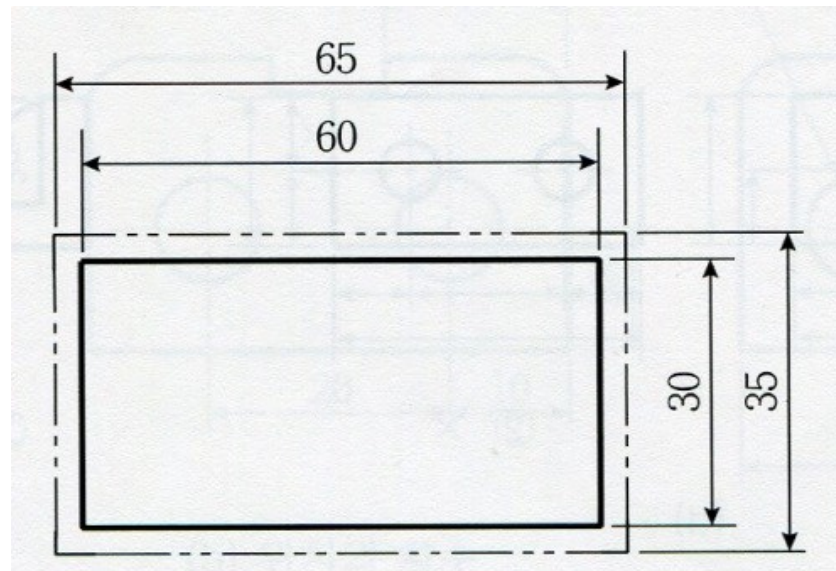


KS규격 B001 '기계제도' <그림 98> <그림 99>

치수기준 (2)



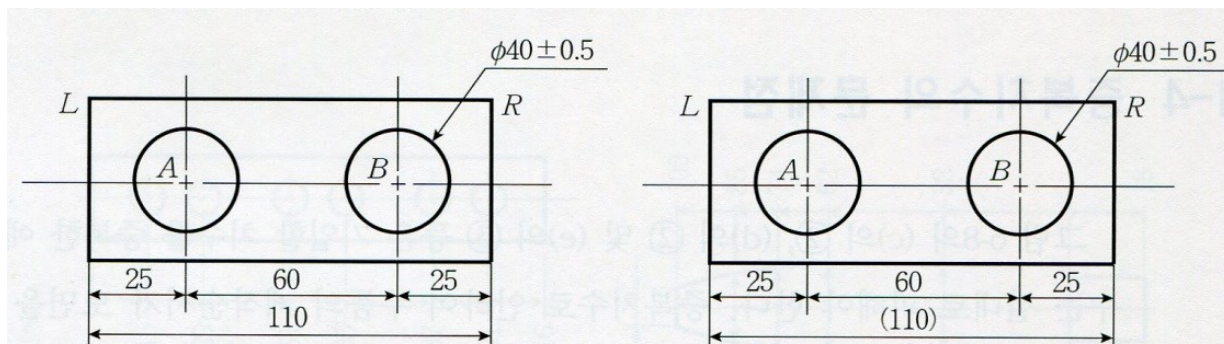
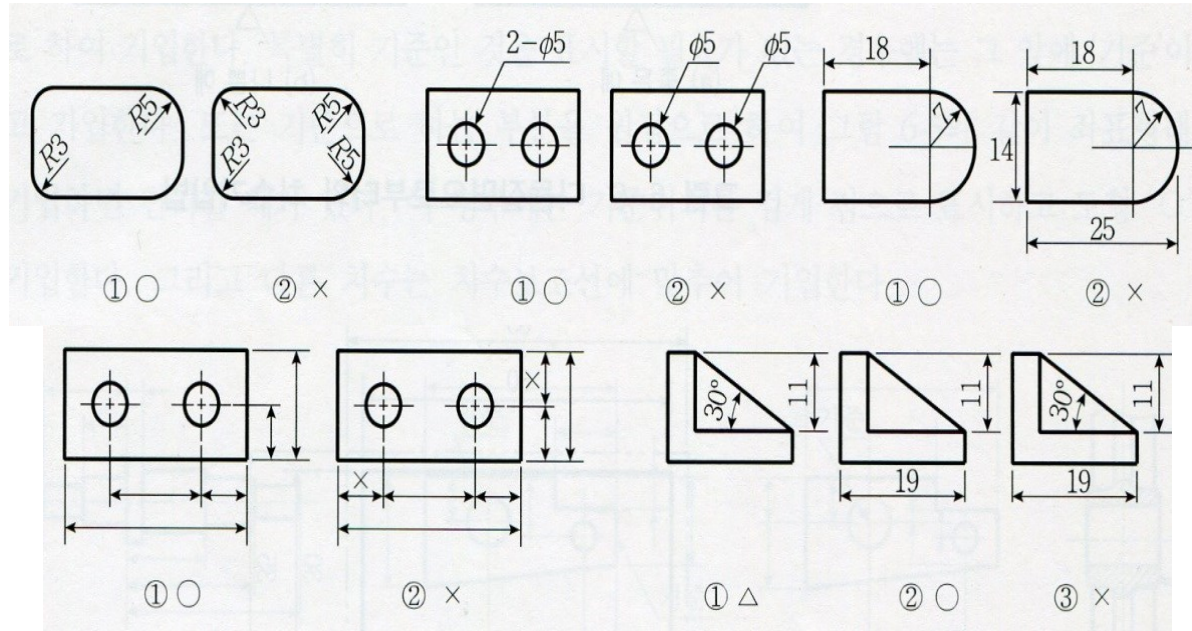
다듬질면으로부터의 치수기입법



소재의 치수를 같이 기입하는 경우

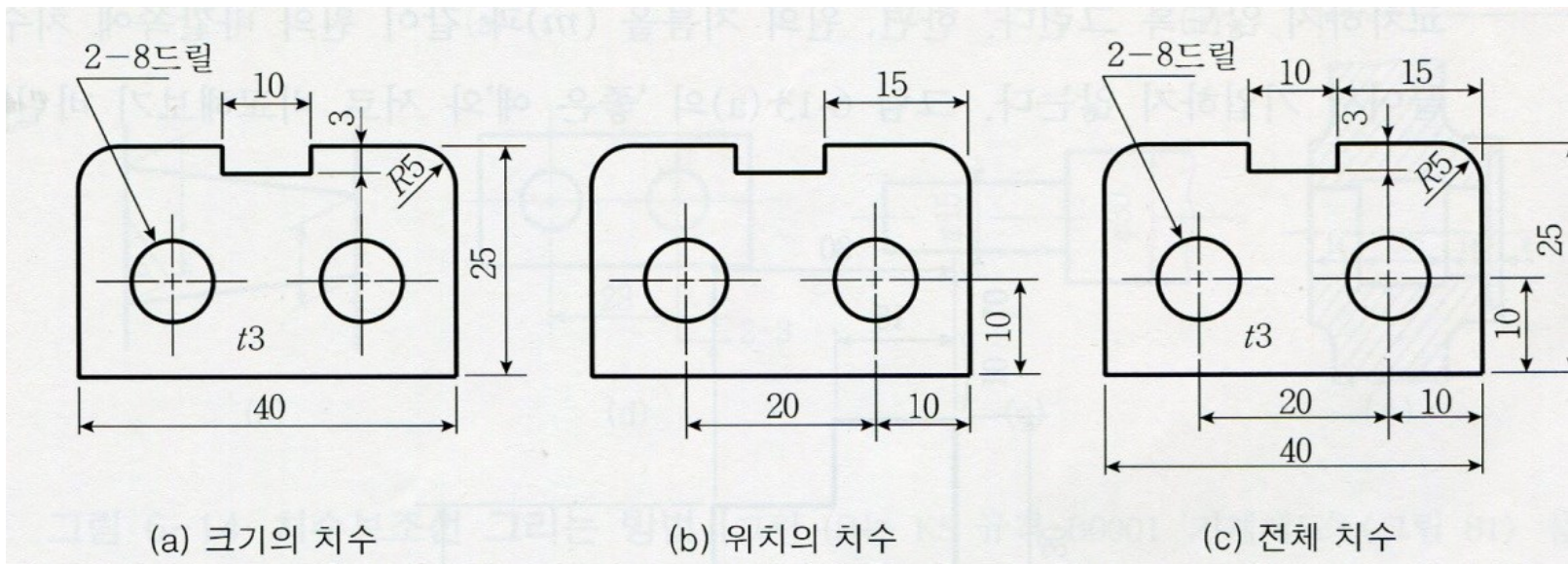
중복치수의 문제점

- 부품의 제작순서가 도면을 보는 사람마다 달라짐



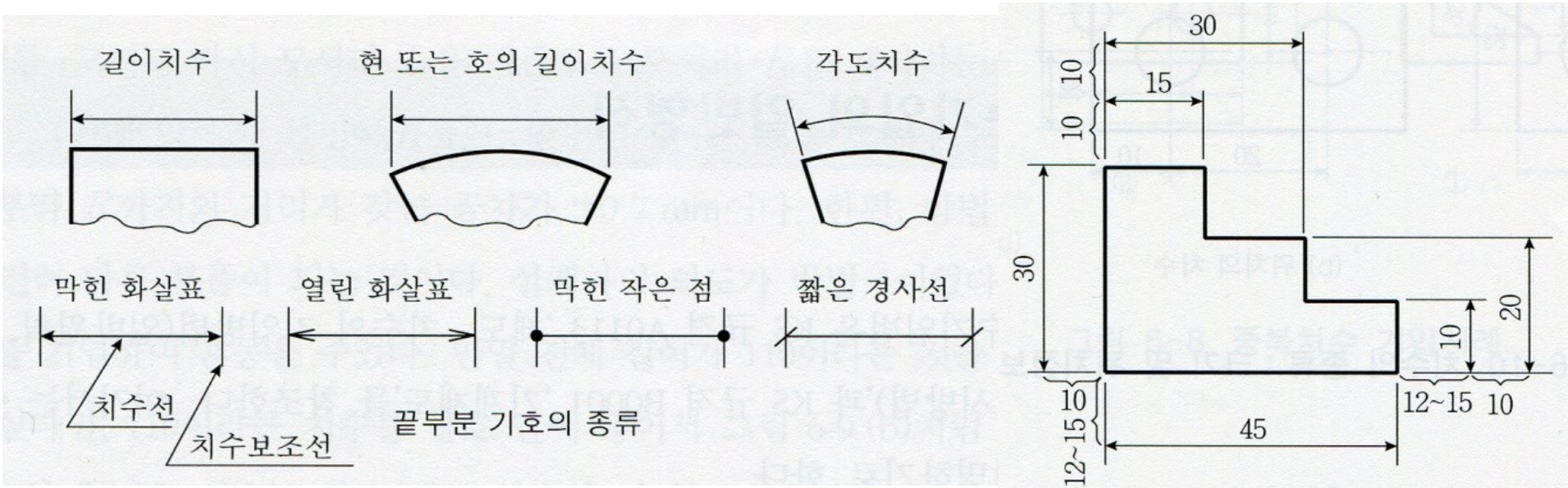
치수기입의 일반형식

- 치수기입법: KS규격 A0113 ‘제도 – 치수의 기입방법 (일반원칙, 정의, 실행방법, 특별한 지시방법)’
- 크기를 나타내는 치수
 - 원의 지름, 모서리의 길이, 홈의 높이
- 위치를 나타내는 치수
 - 모서리로부터 원의 중심의 거리/홈까지의 거리



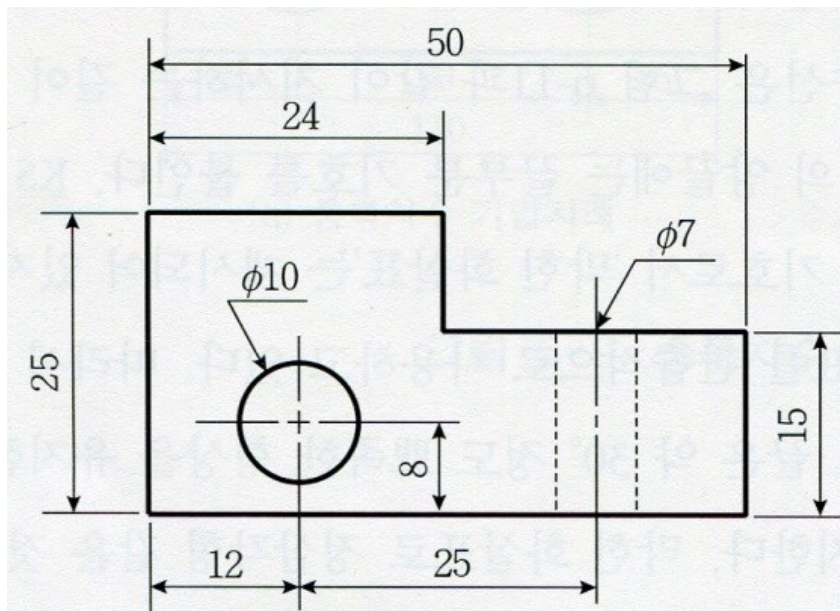
치수선과 치수보조선의 형식

- 치수선, 치수보조선: 가는실선
- 치수선은 외형선에서 약 10~15mm 거리
- 치수선과 치수선 사이는 등간격으로 약 10mm

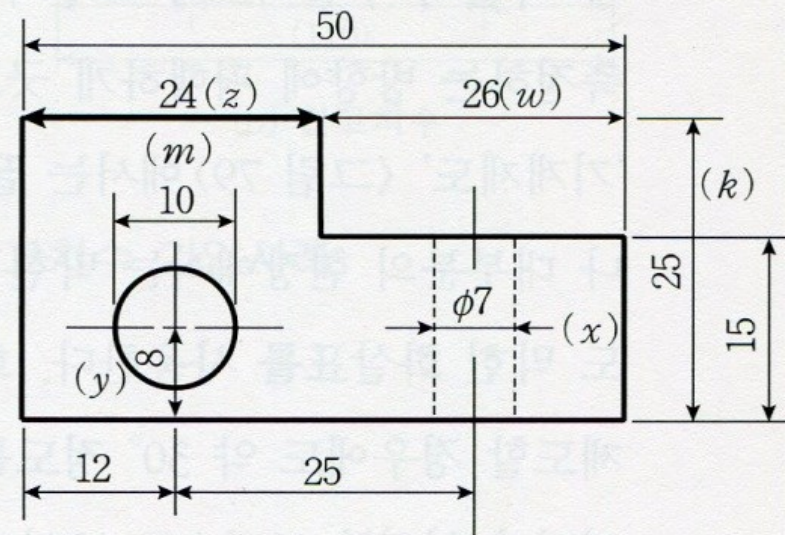


치수선 선정

- 외형선(z), 숨은선(x), 중심선(y), 치수보조선(w)은 치수선으로 사용하지 않음
- 치수선(k)은 되도록 치수선, 치수보조선, 외형선과 교차하지 않도록
- 원의 지름(m)을 원의 바깥쪽에 치수보조선을 끌어서 기입하지 않음



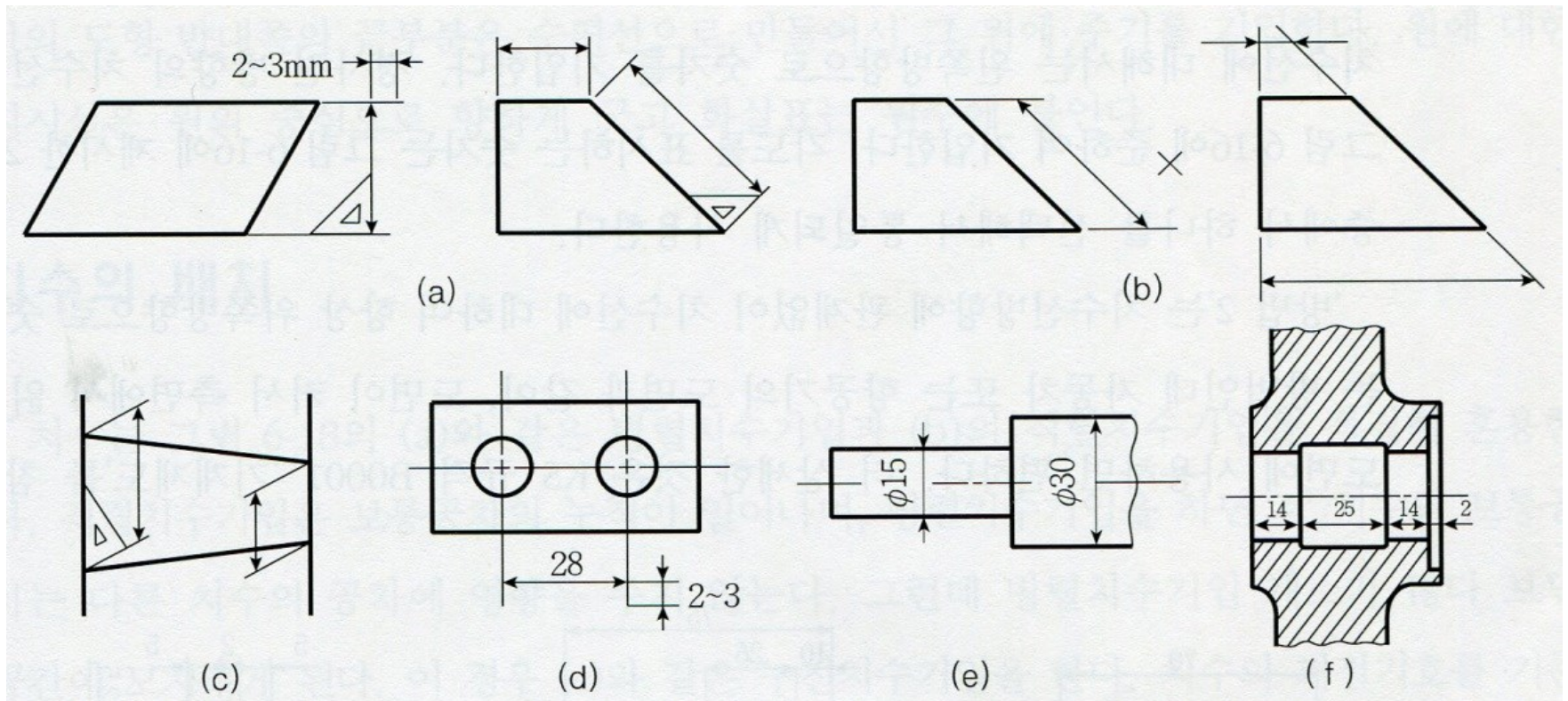
(a) 좋은 예



(b) 나쁜 예

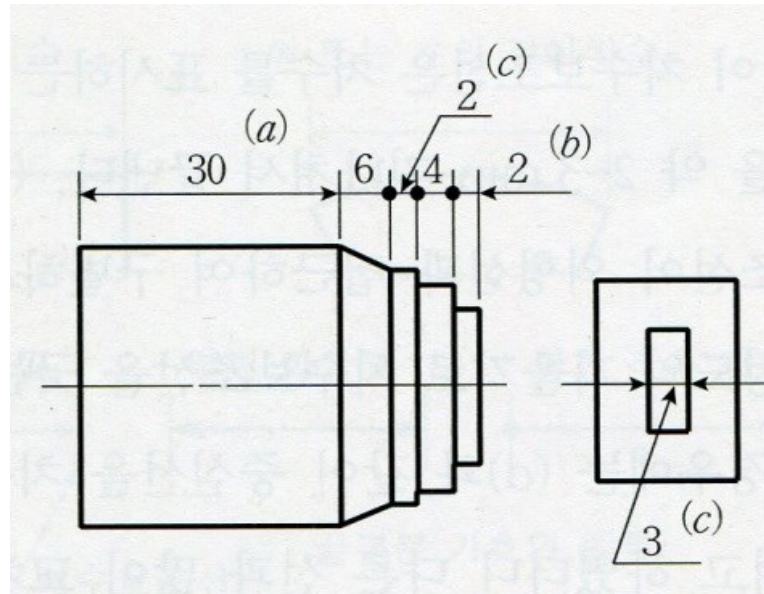
치수보조선

- 치수를 표시하는 부분의 양끝에서 치수선에 직각으로 긋고 치수선을 약 2~3mm 길이로 연장



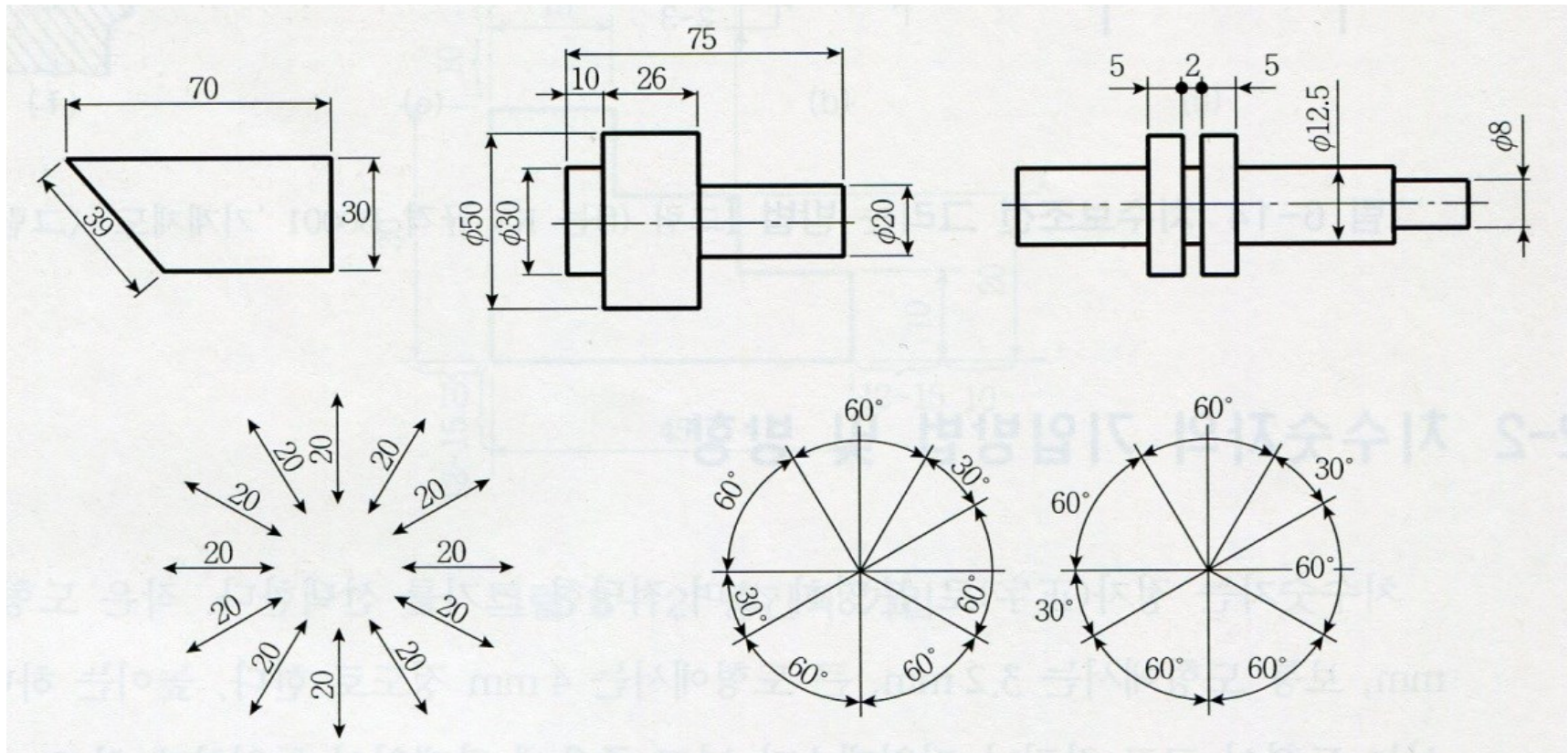
치수숫자의 기입방법

- 크기: 2.5(작은도형)/ 3.2(보통도형)/4mm(큰도형)
- 높이: 하나의 도면에서는 동일(도형크기, 기입개소 크기 무관)
- 폭: 장소에 따라 다소 가감
- (a) 치수선의 중앙부분 위쪽에 약간 띄워서
- 치수선 사이가 너무 협소하여 숫자를 기입할 여유가 없을 때
 - (b) 치수선의 연장선 위, (c) 지시선 사용



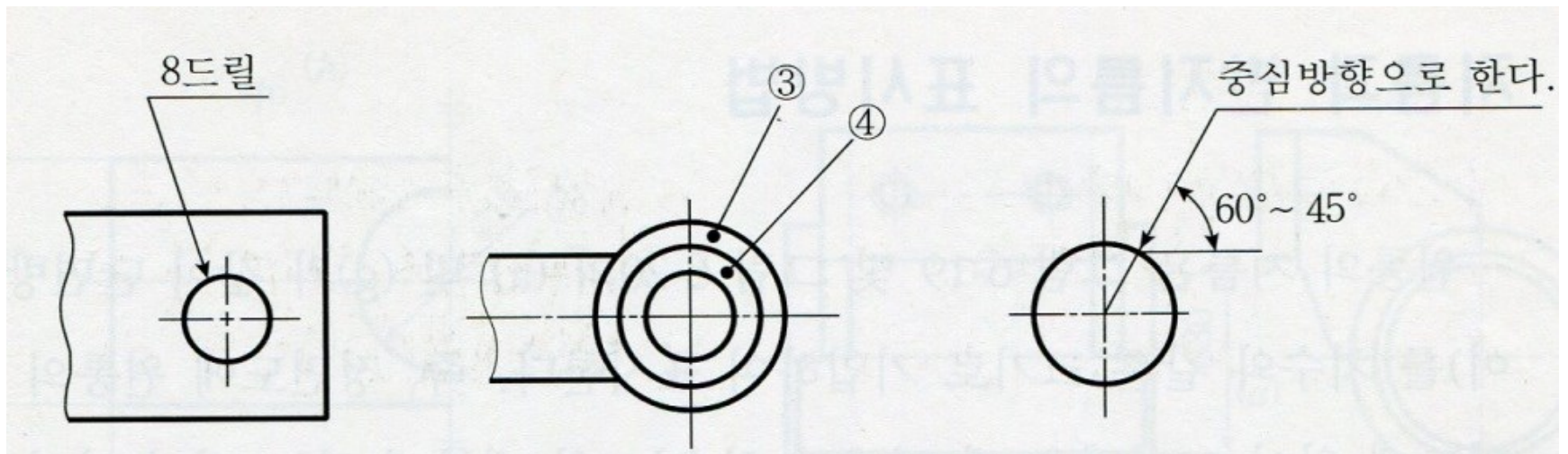
치수숫자의 기입방향

- 방법1: 수평방향 치수선의 위쪽, 수직방향 치수선의 왼쪽
- 방법2: 치수선의 방향과 관계없이 치수선의 항상 위쪽
 - 도면이 커서 측면에서 읽기 거북: 자동차 또는 항공기 도면

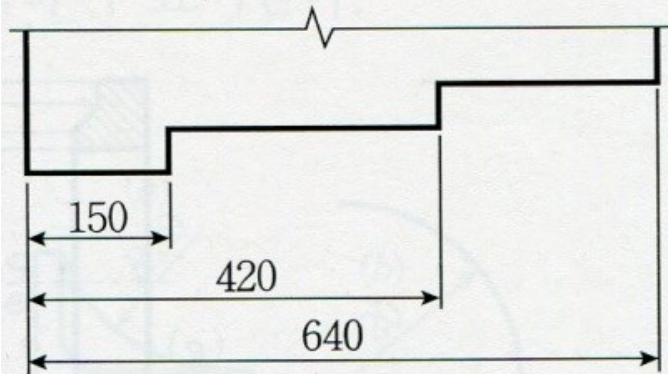


지시선

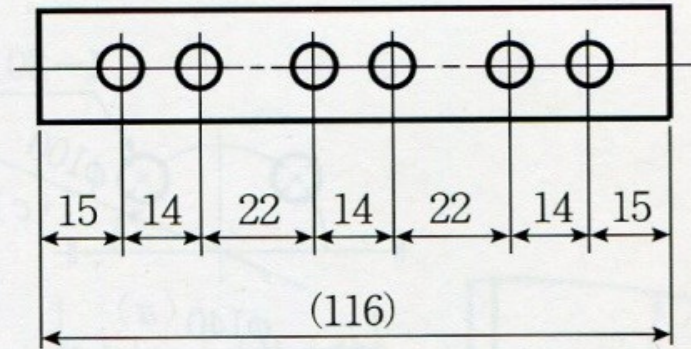
- 치수, 가공법, 주기, 부품번호 등을 기입하기 위하여 도형으로부터 끌어내는 선
- 수평선에 대하여 되도록 60° 또는 45°
 - 도형의 경계로부터 끌어낼 경우
 - 도형의 안쪽에서 끌어낼 경우
 - 주기(註記)를 기입할 경우



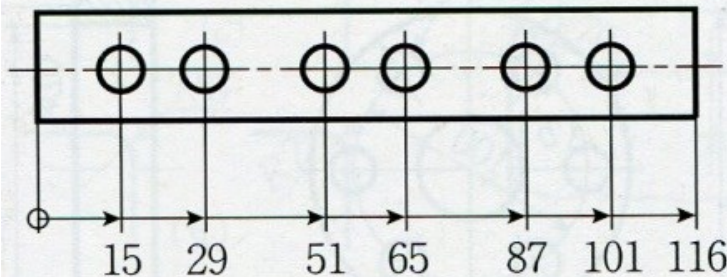
치수의 배치



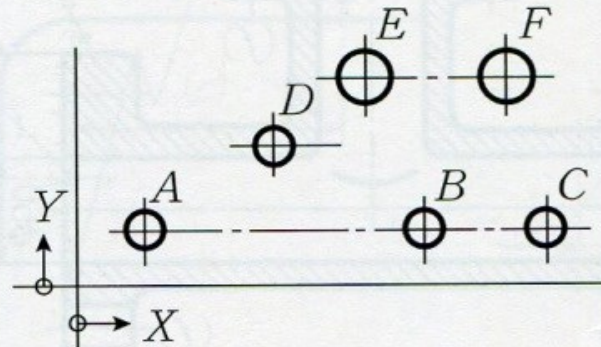
(a) 병렬치수기입



(b) 직렬치수기입



(c) 누진치수기입



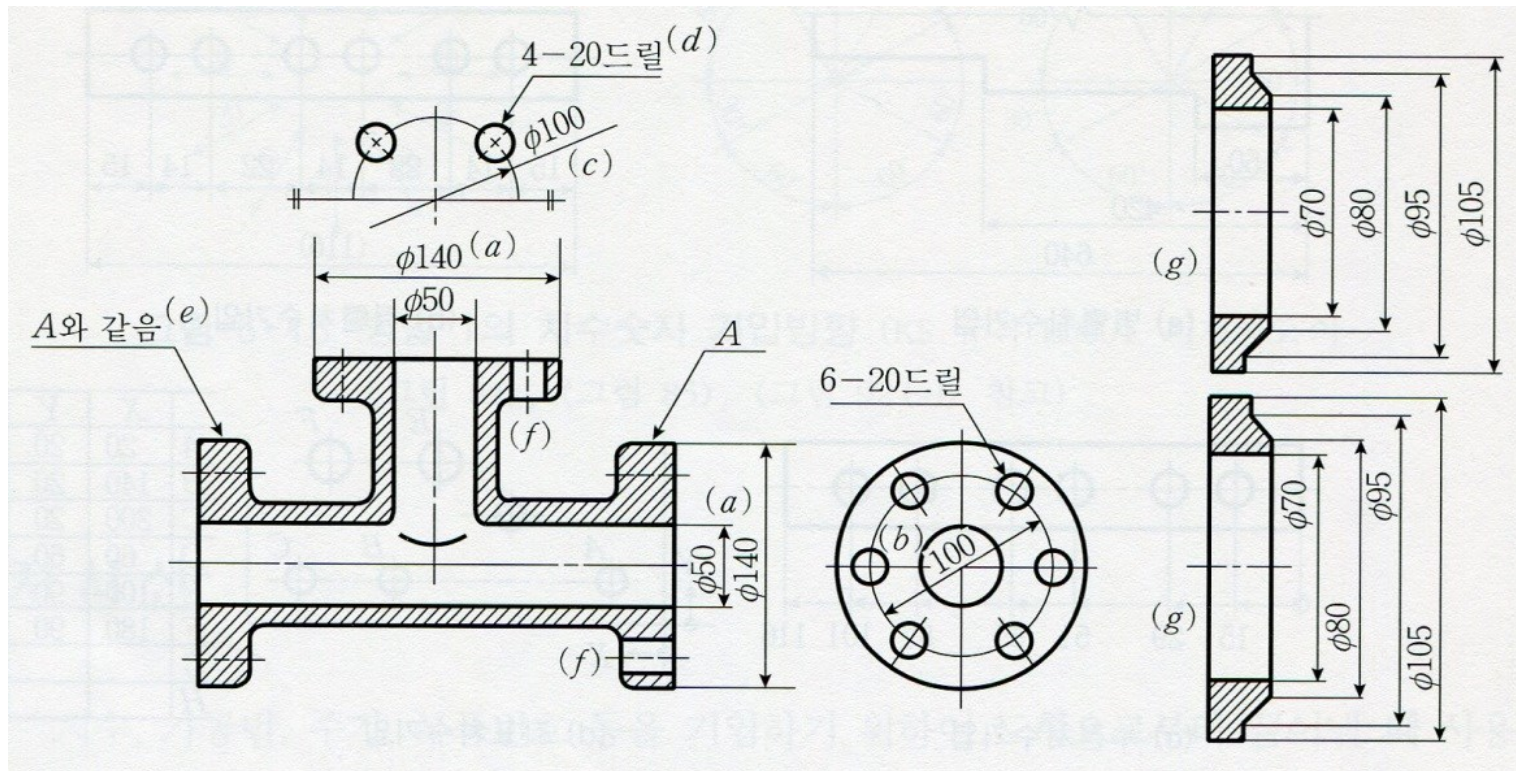
(d) 좌표치수기입

	X	Y	ϕ
A	20	20	13.5
B	140	20	13.5
C	200	20	13.5
D	60	60	13.5
E	100	90	26
F	180	90	26
G			
H			

구멍의 수효가 많고 다양할 경우나 곡면의 좌표를 나타낼 경우

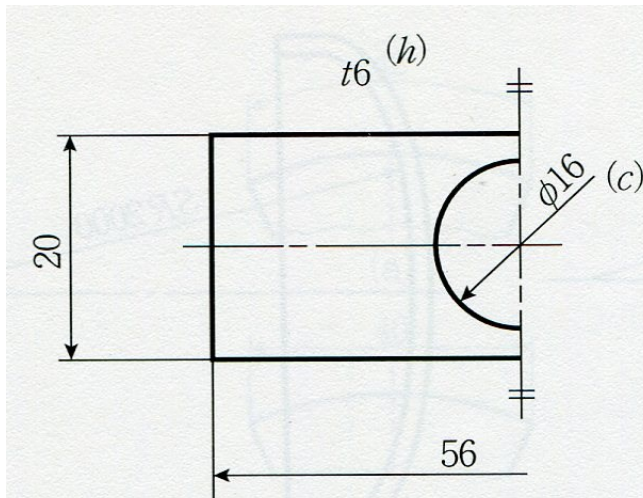
지름의 표시방법 (1)

- (a), (g) 단면방향에 지름기호 ϕ 를 치수와 같은 크기로 기입
 - 원 내부가 아닌 단면에 기입
- (b) 등간격 구멍들의 피치원 지름: 원 내부에 직접 기입
- (c) 원형의 일부를 그리지 않은 도형: 지름기호 (반지름과 구분)

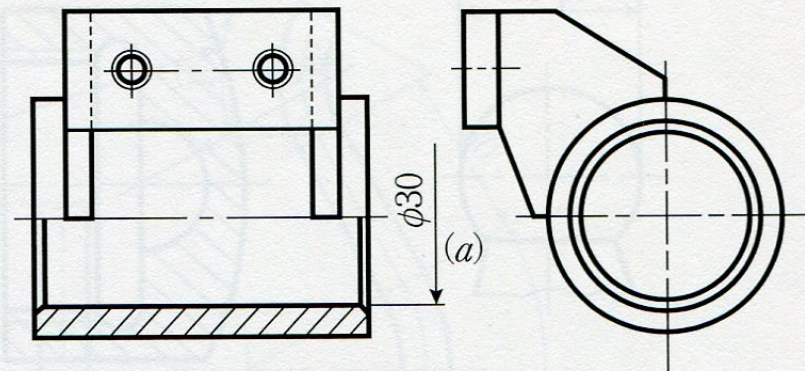


지름의 표시방법 (2)

- (g) 원통의 단면방향에 지름의 치수기입을 여러 개 할 경우
 - 각 치수선은 같은 간격
 - 지면관계로 좁게 그을 경우, 치수숫자를 서로 엇갈리게
- (d) 지름 20mm의 드릴로 가공되는 구멍이 4개
- (e) 부품에 동일한 치수가 있는 부분이 다른 곳에 또 있을 경우
- (f) 구멍의 축선위치가 평면도나 측면도에 있는 구멍의 중심선 좌표와 일치하지 않음



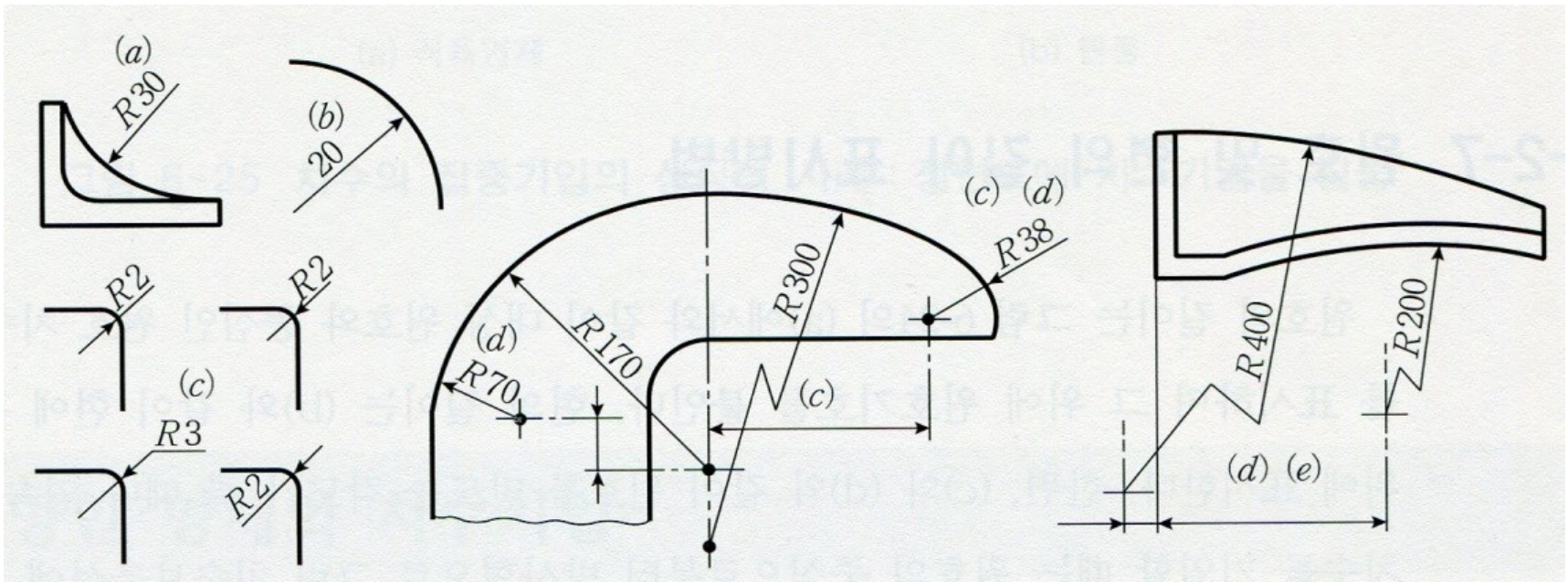
(a) 두께 6mm 평판



(b) 원통에 브래킷이 부착된 부품

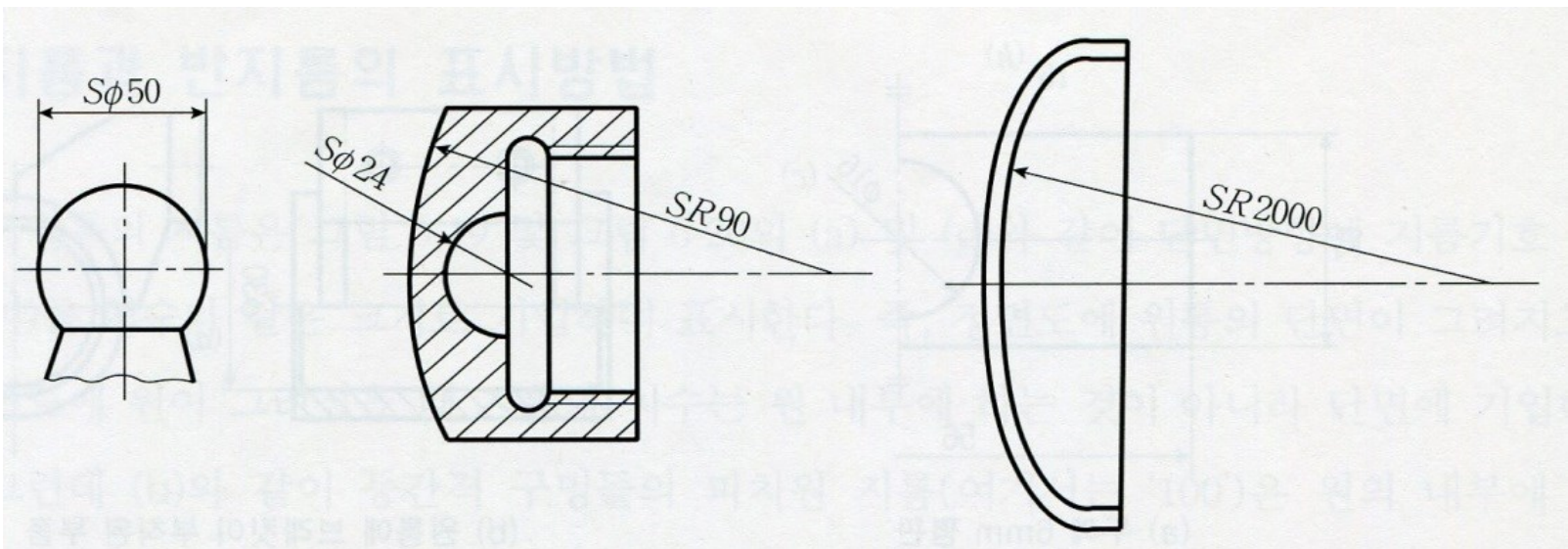
반지름의 표시방법 (1)

- (a), (c), (d), (e) 반지름 기호 R을 치수와 같은 크기로 기입
- (b) 반지름을 나타내는 치수선을 원호의 중심까지 긋는 경우, 반지름기호 생략 가능
 - 반지름을 표시하는 치수선은 원호쪽에만 화살표



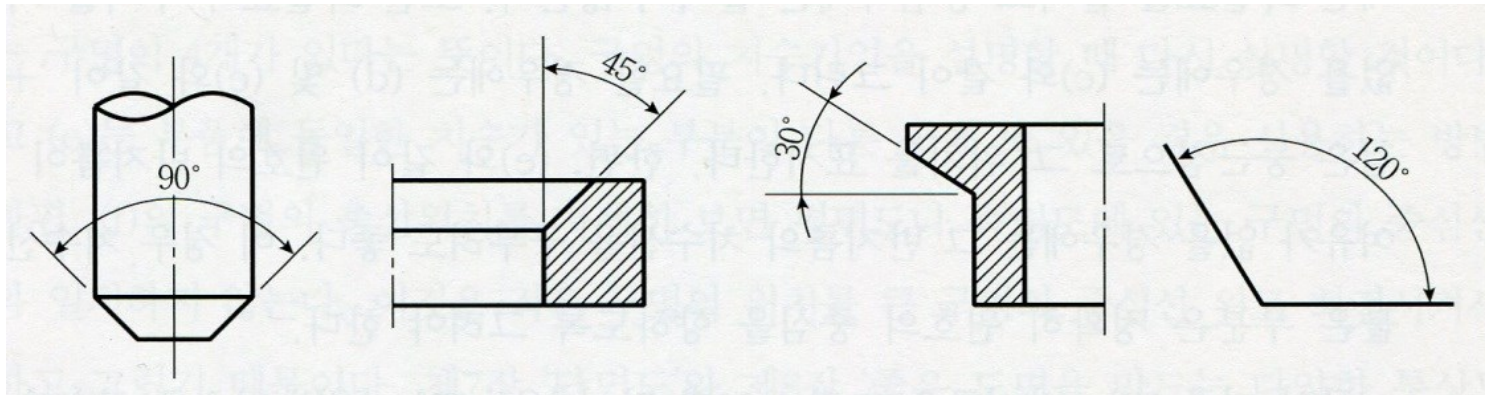
반지름의 표시방법 (2)

- (c) 화살표나 수치를 기입할 공간이 없을 경우
- (d), (e) 위치 표시
- (e) 구부린 치수선, 치수선의 화살표가 붙은 부분은 정확히 원호의 중심을 향하도록
- 구의 지름이나 반지름: $S\phi$, SR



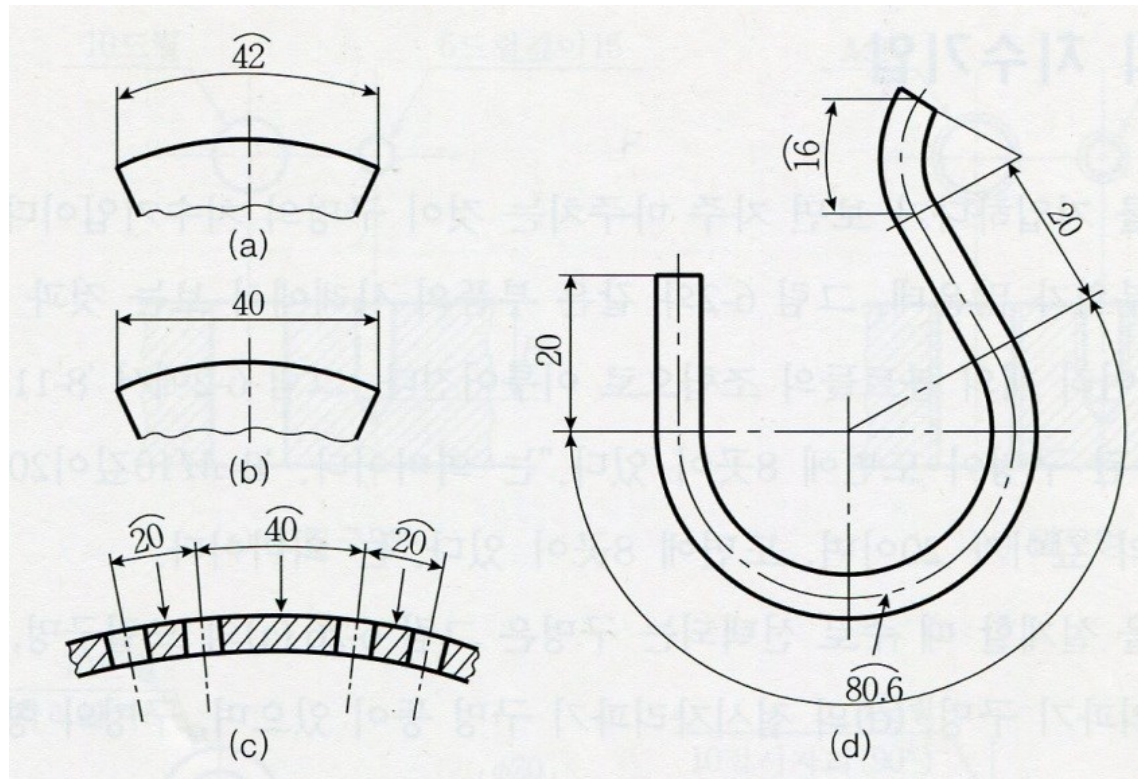
각도의 표시방법

- 각도를 구성하는 두 변 또는 그의 연장선 사이에 그은 원호 위에 표시
- 도°분'초", rad



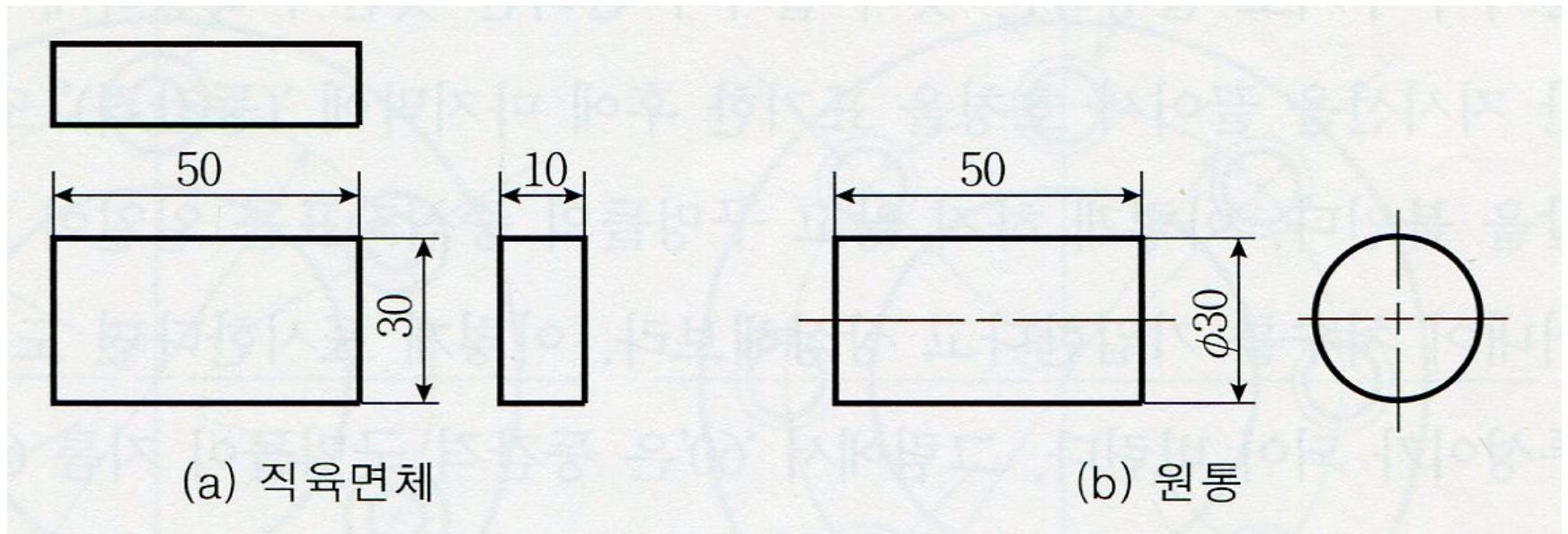
원호 및 현의 표시방법

- (a) 대상 원호와 동심인 원호 치수선 위에 치수를 표시, 그 위에 원호기호
- (b) 현에 평행한 치수선 위에 표시
- (c) (d) 원호를 만드는 각도가 클때나 연속적으로 원호의 치수를 기입할 때



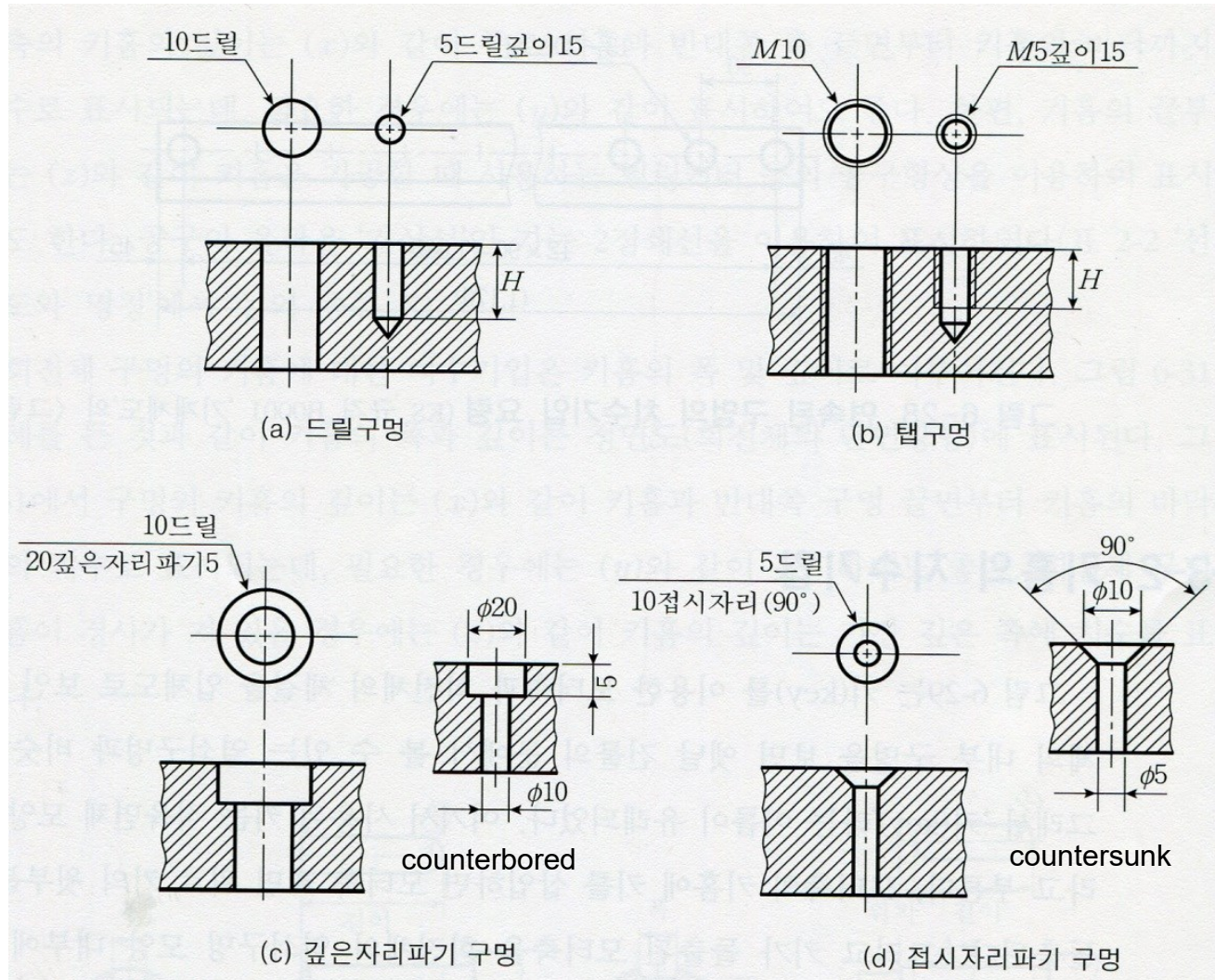
치수의 집중기입

- 물체의 모양을 가장 잘 표현하는 정면도에 되도록 몰아서 집중적으로 기입
- 그 외 치수만 평면도와 측면도에 나누어 기입, 정면도와 연관되는 치수는 정면도를 쳐다보는 쪽에 기입



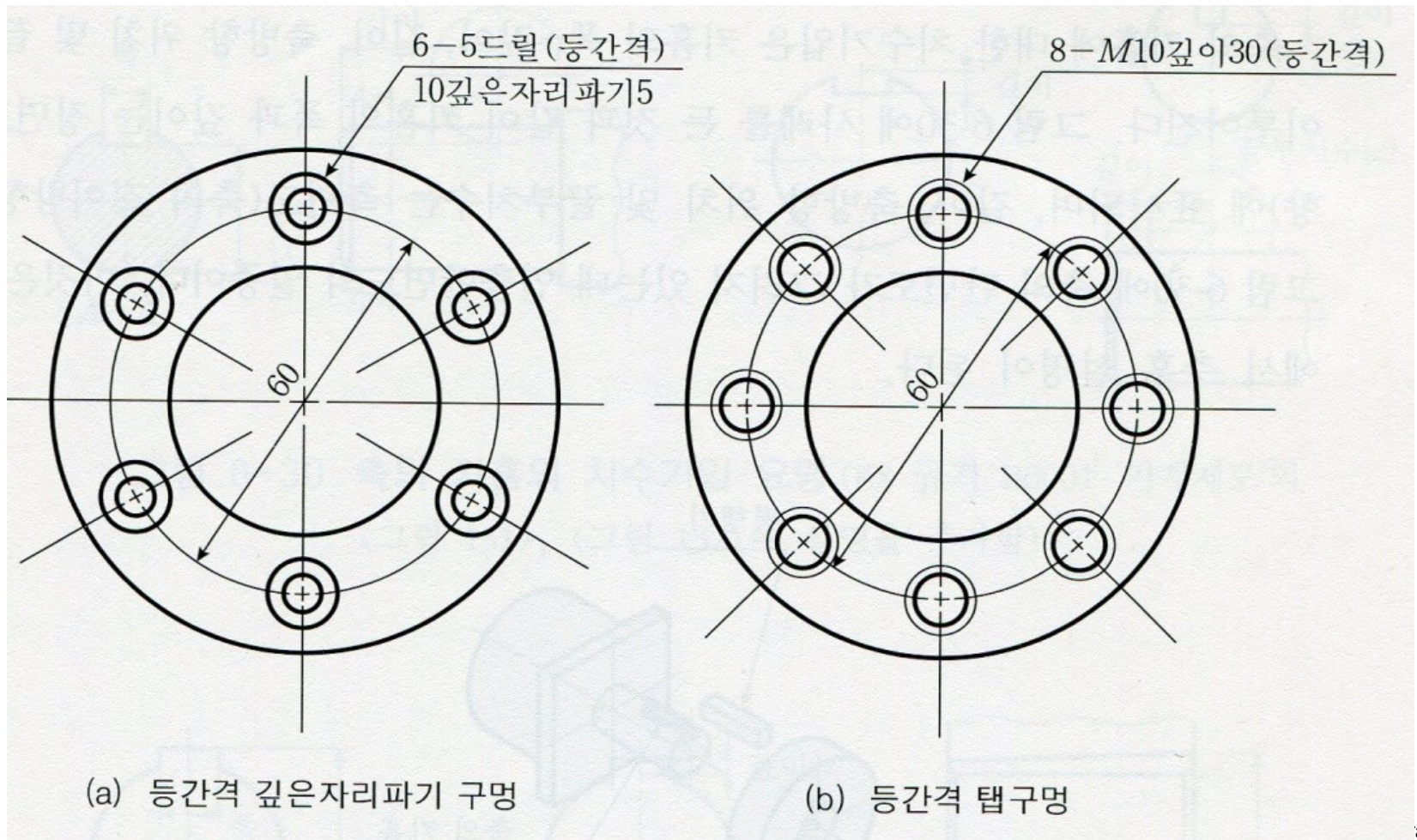
구멍의 치수기입 (1)

- 볼트조립부위, 지시선을 끌어서 주기로 설명



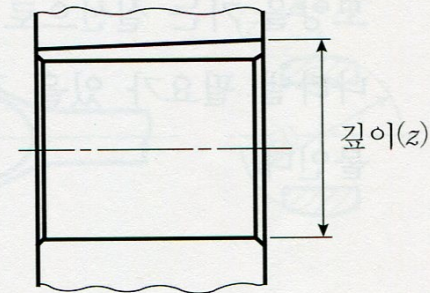
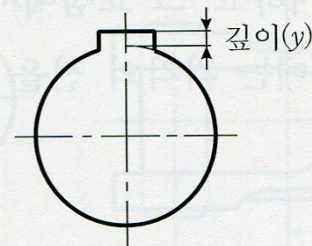
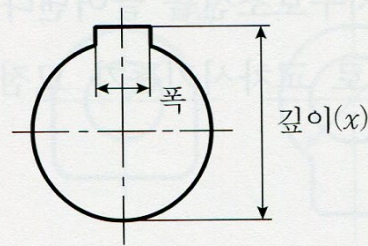
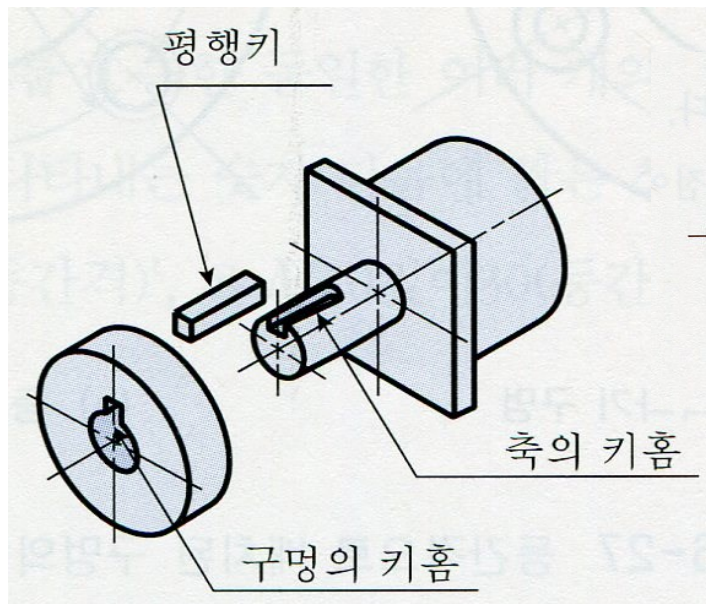
구멍의 치수기입 (2)

- 구멍들이 원주상에 등간격으로 배치되어 있는 경우
 - 지시선을 끌어서 주기로 설명

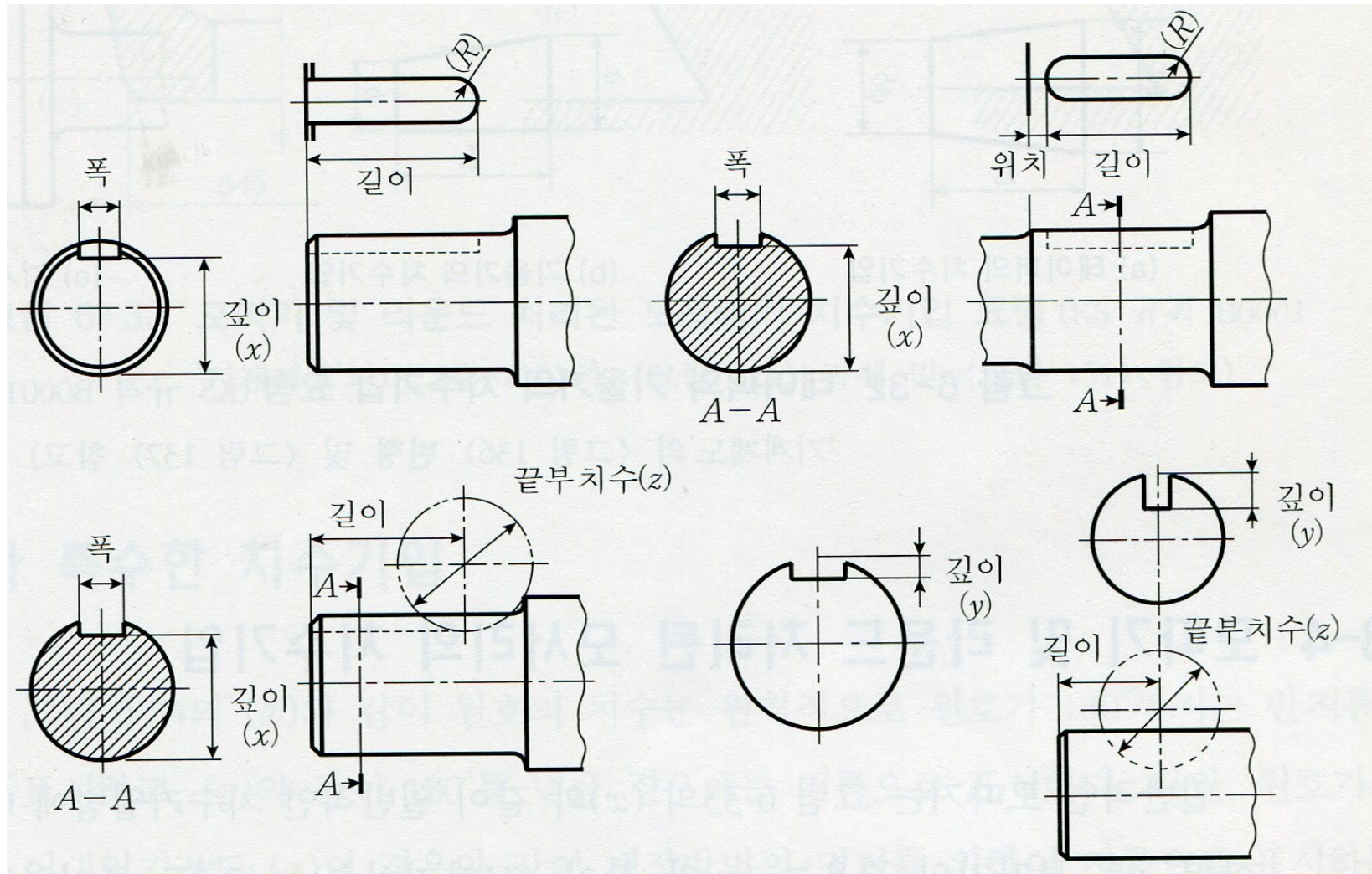


키홈의 치수기입

- 키(key): 회전운동이 미끄러짐이 없이 회전체로 확실하게 전달
- 축의 키홈에 대한 치수기입
 - 정면도(축의 단면방향): 키홈의 폭, 깊이(x),(y)
 - 측면도(축의 길이방향): 길이, 축방향 위치 및 끝부치수 (z)
- 회전체 구멍의 키홈에 대한 치수기입
 - 정면도(회전체의 단면방향): 키홈의 폭, 깊이(x),(y),(z)

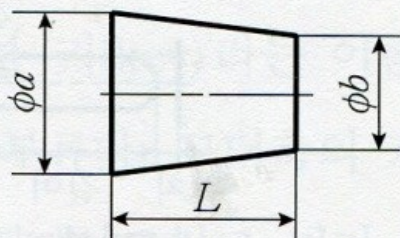
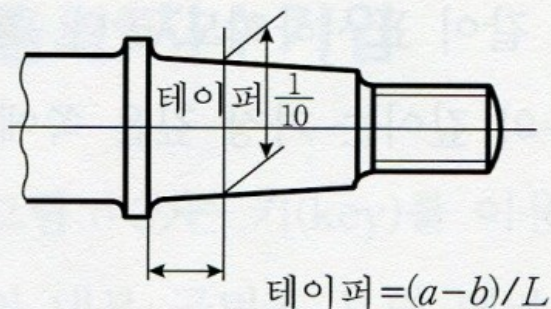


축의 키홈의 치수기입

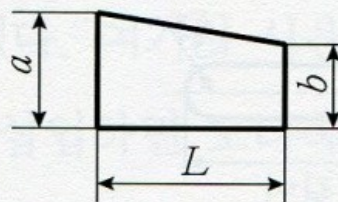
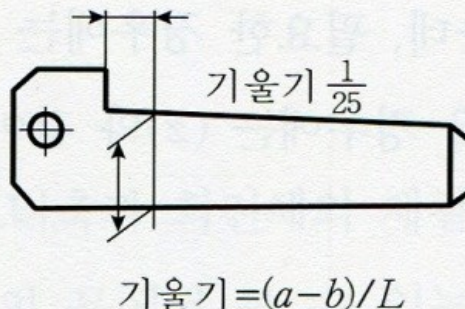


테이퍼와 기울기의 치수기입

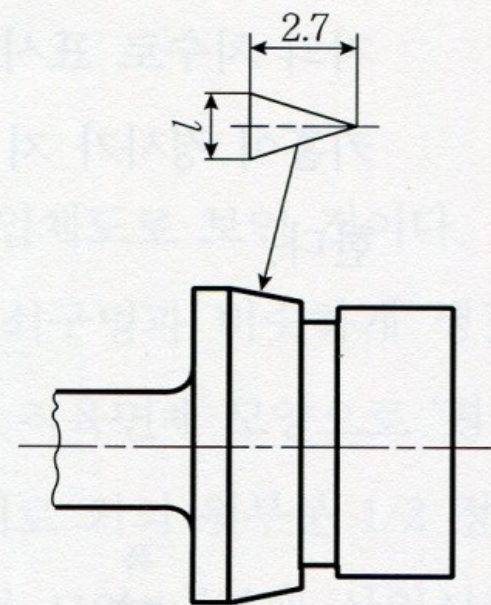
- 테이퍼(taper): 원통형체의 부품에서 지름이 축방향으로 줄어드는 형체
- 기울기 또는 구배: 각형 부품에서 경사면
- (c) 정밀도와 방향을 특별하게 지시할 필요가 있을 경우



(a) 테이퍼의 치수기입



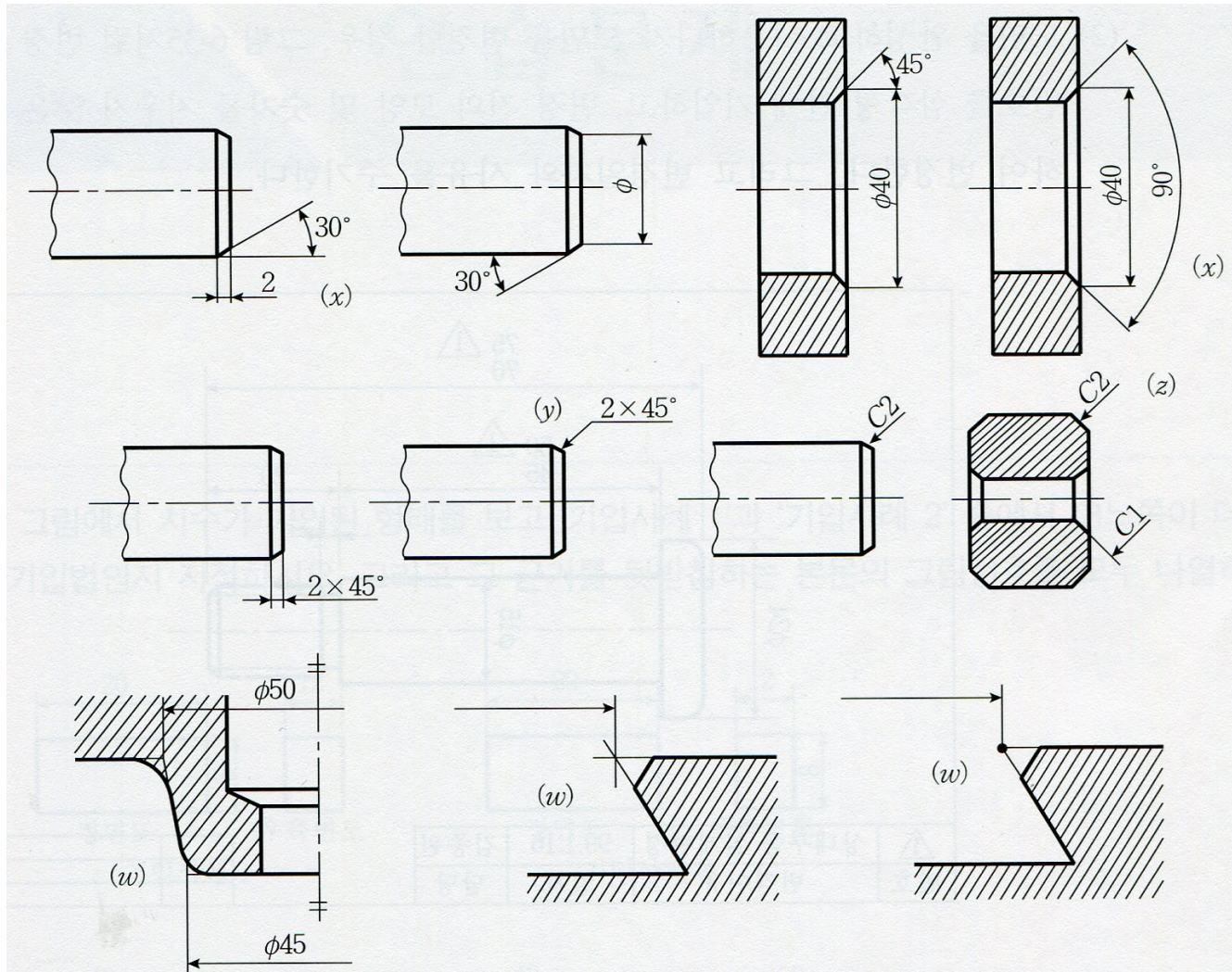
(b) 기울기의 치수기입



(c) 지시선 사용

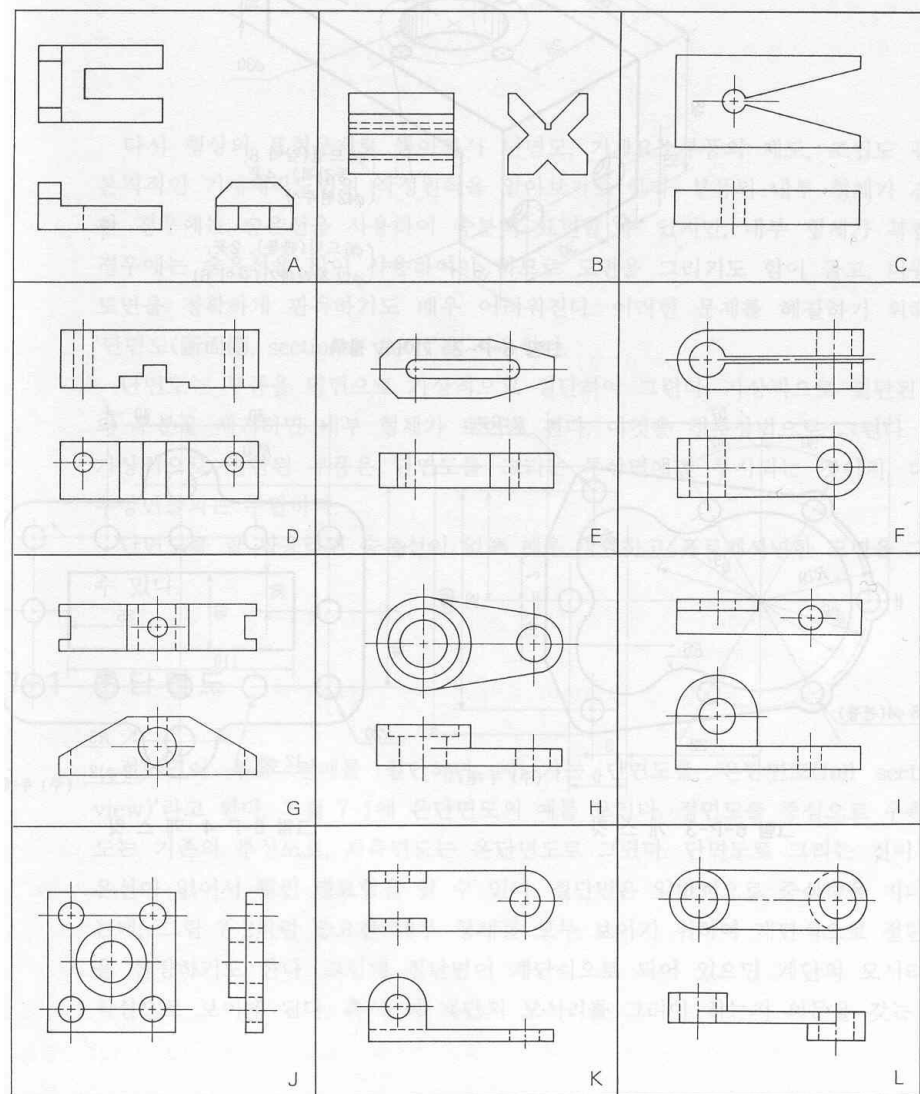
모따기 및 라운드 처리된 모서리의 치수기입

- (x) 일반, (y) 모따기치수 $\times 45^\circ$, (z) C숫자, (w) 경사진 2개면 사이



연습문제

A에서 L까지의 투상도들에 대하여 치수를 측정한 후 비례적으로 확대하여 3차원 모델을 생성하고 투상도에 해당하는 도면을 작성한 후 치수를 기입하시오. (확대 비율은 각자 결정, CATIA 사용)

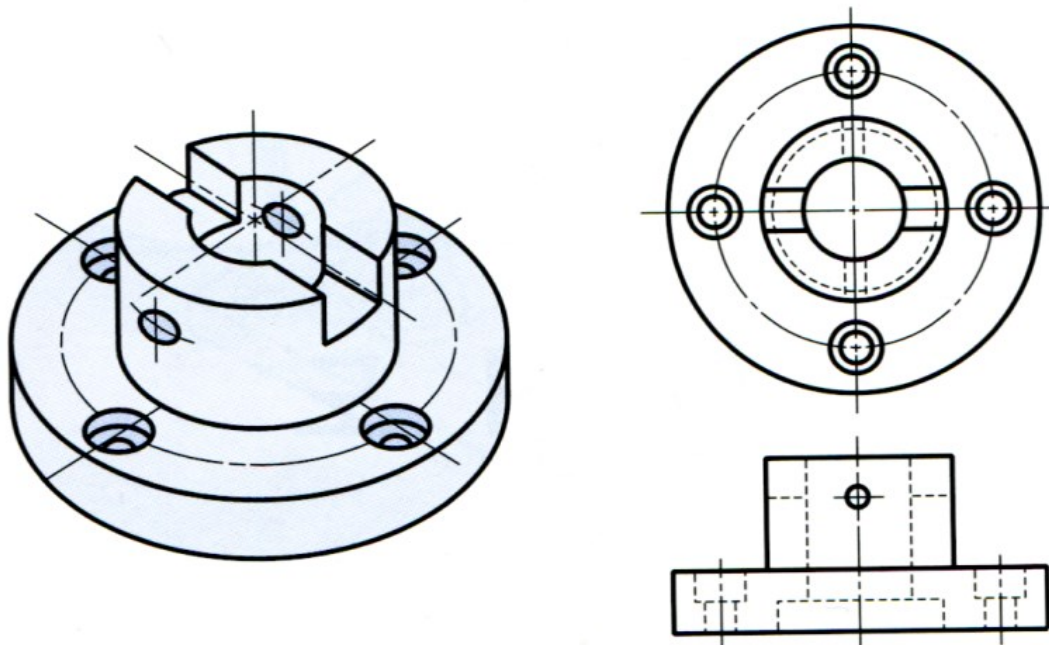


단면도 (sectional view)

- 전(全)단면도 (full section view)
- 한쪽단면도 (half section view)
- 계단단면도 (offset section view)
- 회전단면도 (aligned section view)
- 부분단면도 (broken section view)
- 회전도시단면도 (revolved section view)
- 단면으로 그리지 않는 형체 / 요소부품

단면도 (sectional view)

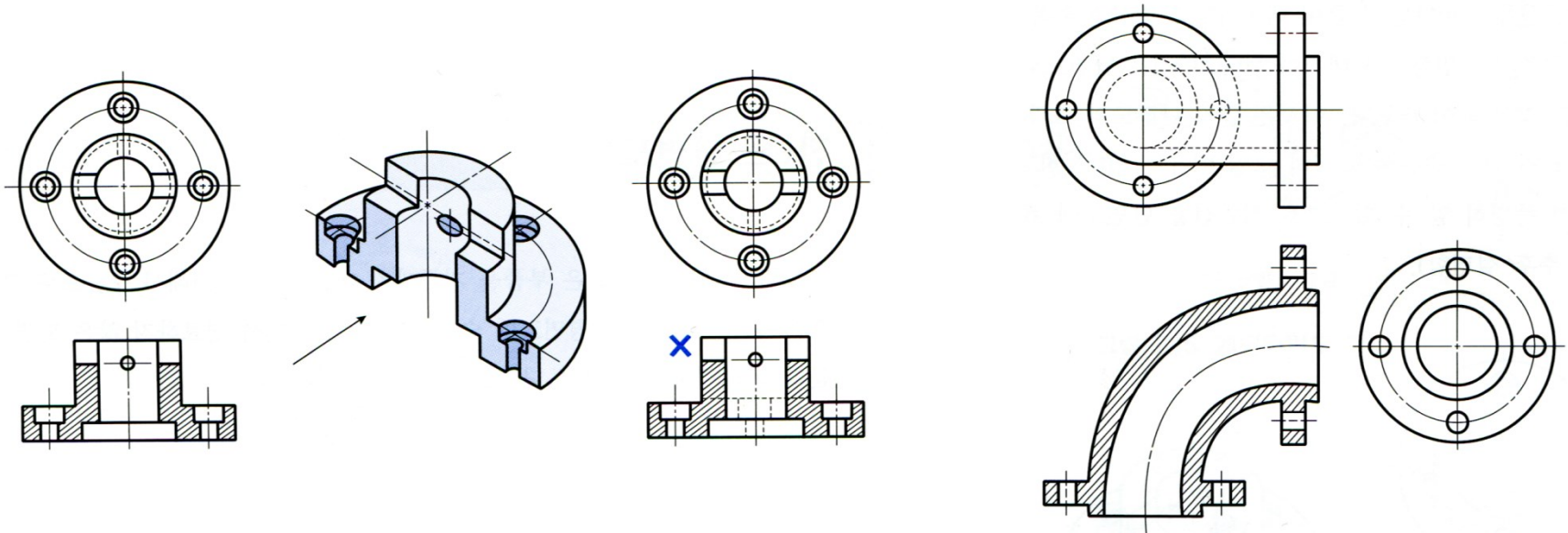
- 내부 형체가 복잡한 경우, 많은 숨은선 사용: 도면제작 및 판독 어려움
- 부품을 평면으로 가상적으로 절단



단면도로 그리지 않은 부품도

전단면도(full section view)

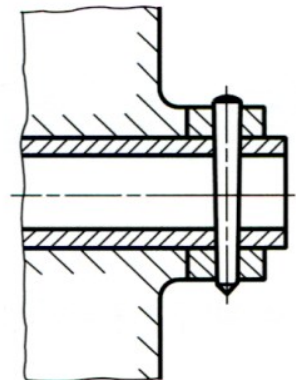
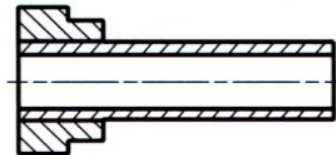
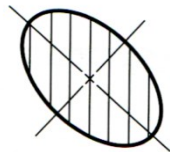
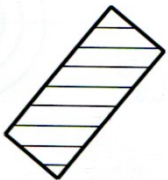
- 절단면이 부품 전체를 절단하며 지나가는 단면도
 - 숨은선은 꼭 필요한 것이 아니라면 불필요
 - 단면에 해칭
 - 절단선 표시?



정면도를 전단면도로 그린 예

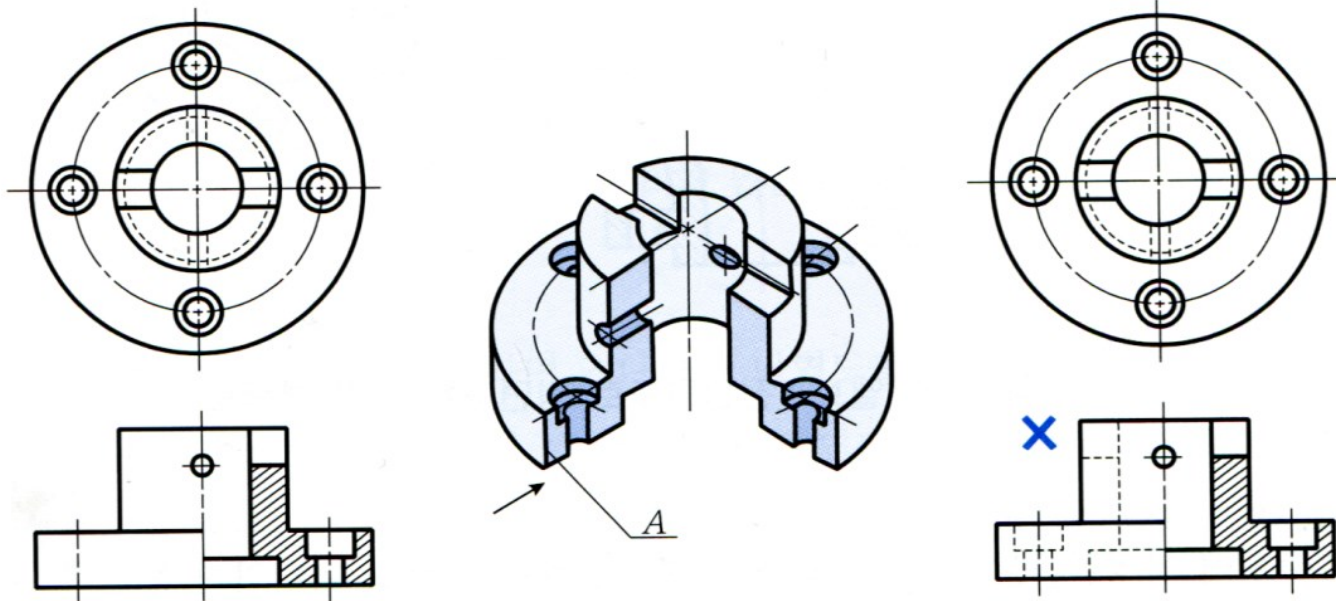
해칭

- KS규격 A0112 ‘제도에 있어서 도형의 표시방법’
- 단면 표시
 - 중요한 외형선 또는 중심선에 대해 45° 경사로 가는 실선
 - 간격 2mm 정도, 해칭면적 크기에 비례
 - 한 부품의 단면들이 서로 떨어져 있더라도 동일 형태



한쪽단면도 (half section view)

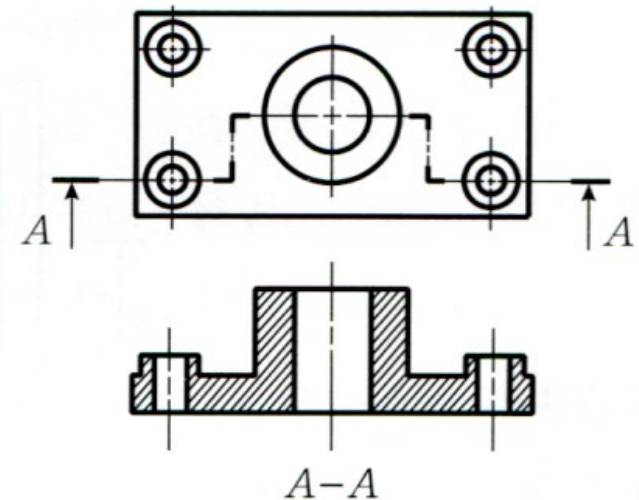
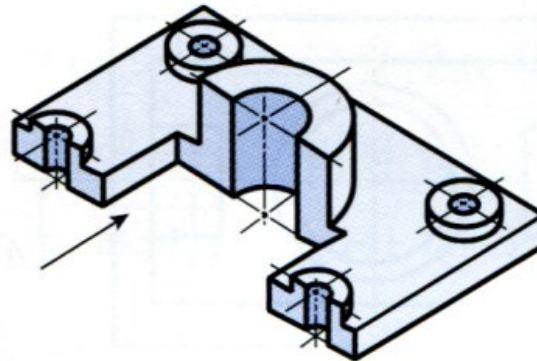
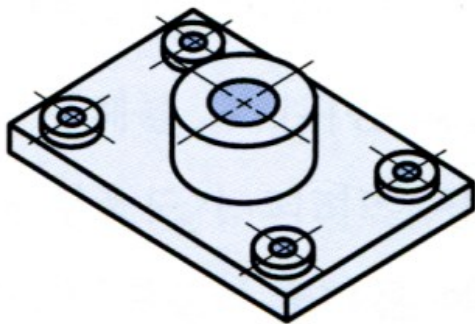
- 대칭인 부품을 중심축을 기준으로 ¼만 가상적으로 제거한 후에 그린 단면도
- 중심선을 기준으로 한쪽은 부품의 외관, 다른 한쪽은 단면
 - 절단면과 부품과의 교차선(A)을 그리면 안됨



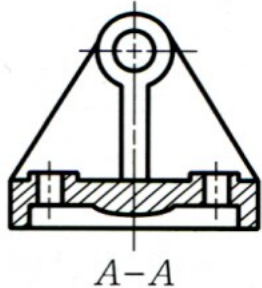
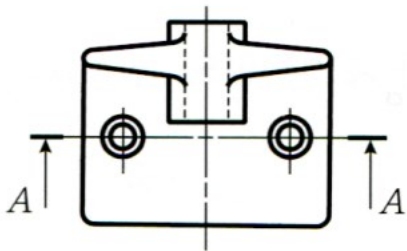
계단단면도 (offset section view)

- 중요한 내부 형체를 모두 보이기 위하여 계단식으로 절단면을 설정

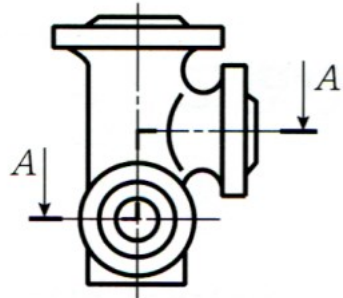
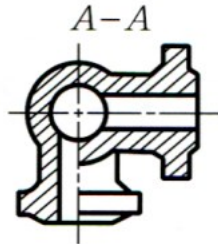
투시방향을 나타내는 화살표
문자기호



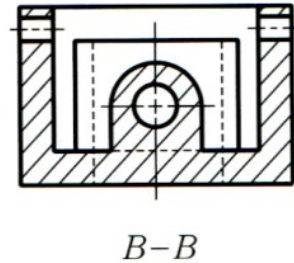
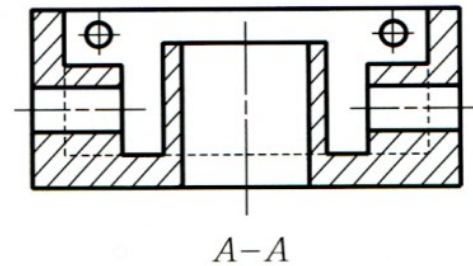
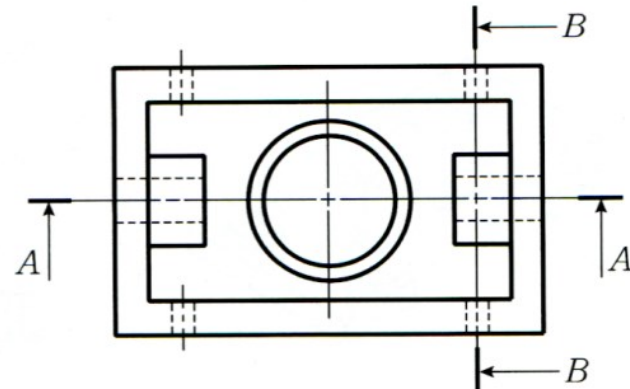
계단단면도 (offset section view)



고정 브래킷



3방향 엘보

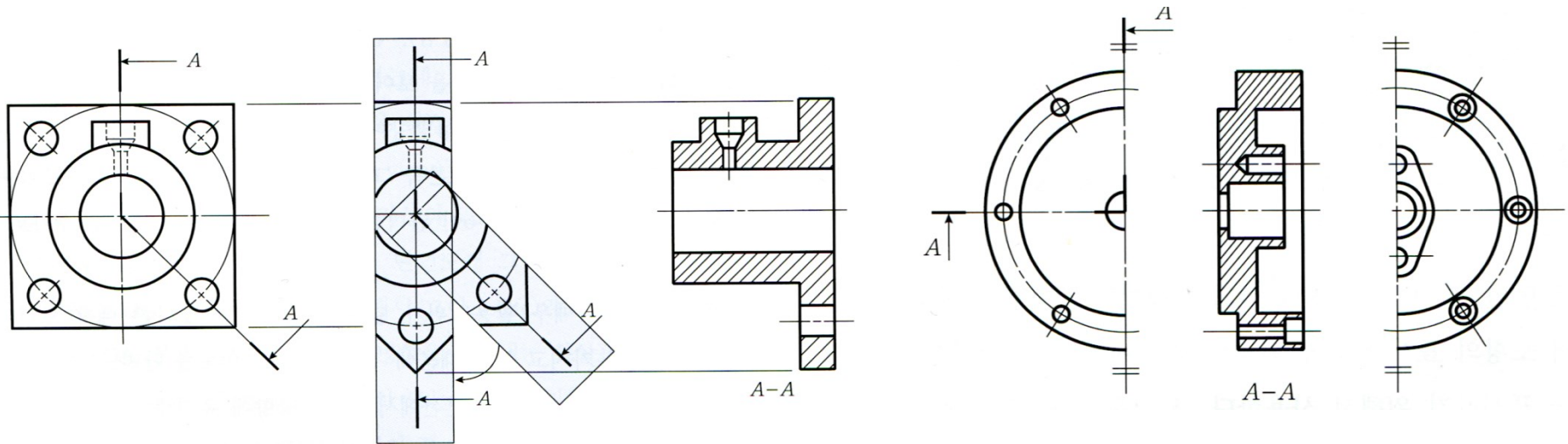


부품 자체가 내부에 형체를 갖고 있음

절단면 뒤쪽에 있는 형체들을 보이는 대로 그림
평면도가 단면도 (투시방향?)

회전 단면도 (aligned section view)

- 계단식 절단면의 일부를 회전시켜서 전체 절단면을 직선으로 정렬시킨 모양

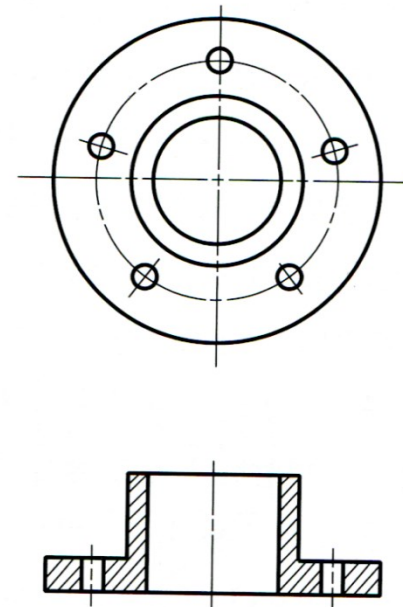
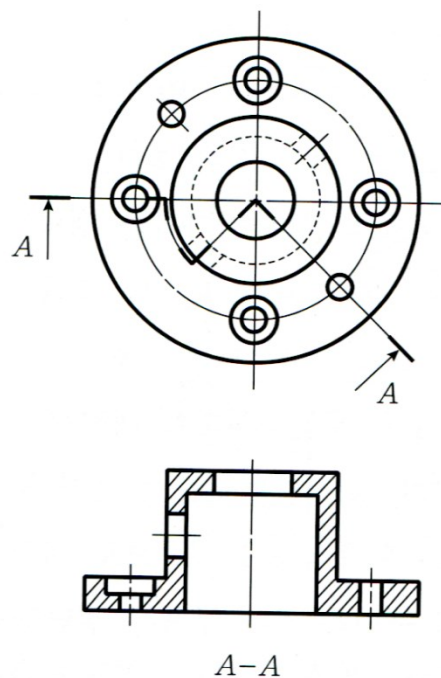
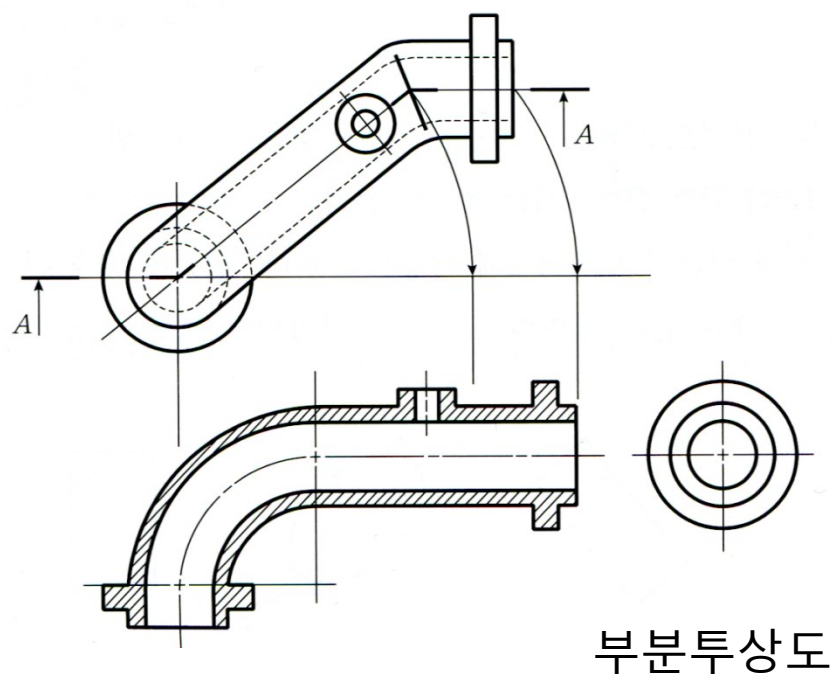


정면도의 아랫부분을 가상적으로
45°회전시켜서 우측면도를 그림
→ 내부의 형체를 하나의 단면도로 모두 표시

반쪽투상도

회전단면도 (aligned section view)

- 등간격 형체를 가진 부품

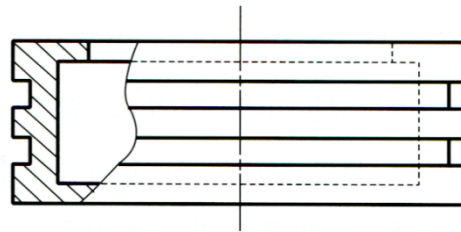


중심축을 기준으로 대칭인 부품
좌우대칭으로 정면도

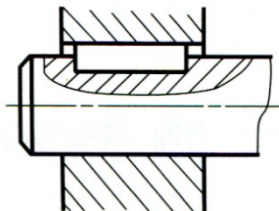
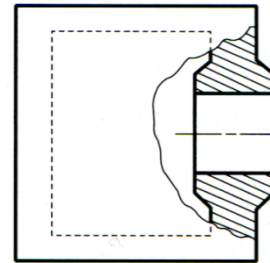
부분 단면도 (broken section view)

- 한쪽단면도보다 더 좁은 부분의 내부 형체만을 보이기 위하여 파단선을 이용해 단면 표현
 - 파단선 (가는 실선)은 외형선과 겹치지 않도록
 - 단면 이외의 부분에서 숨은선 생략하면 안됨

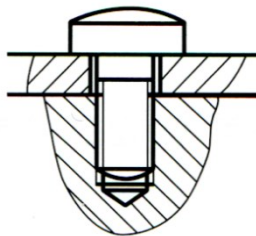
폴리바퀴



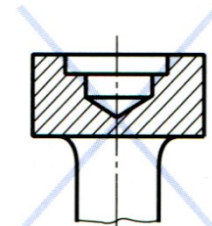
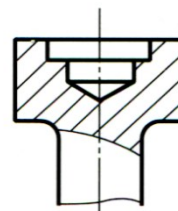
스핀들 하우징



키 조립상태

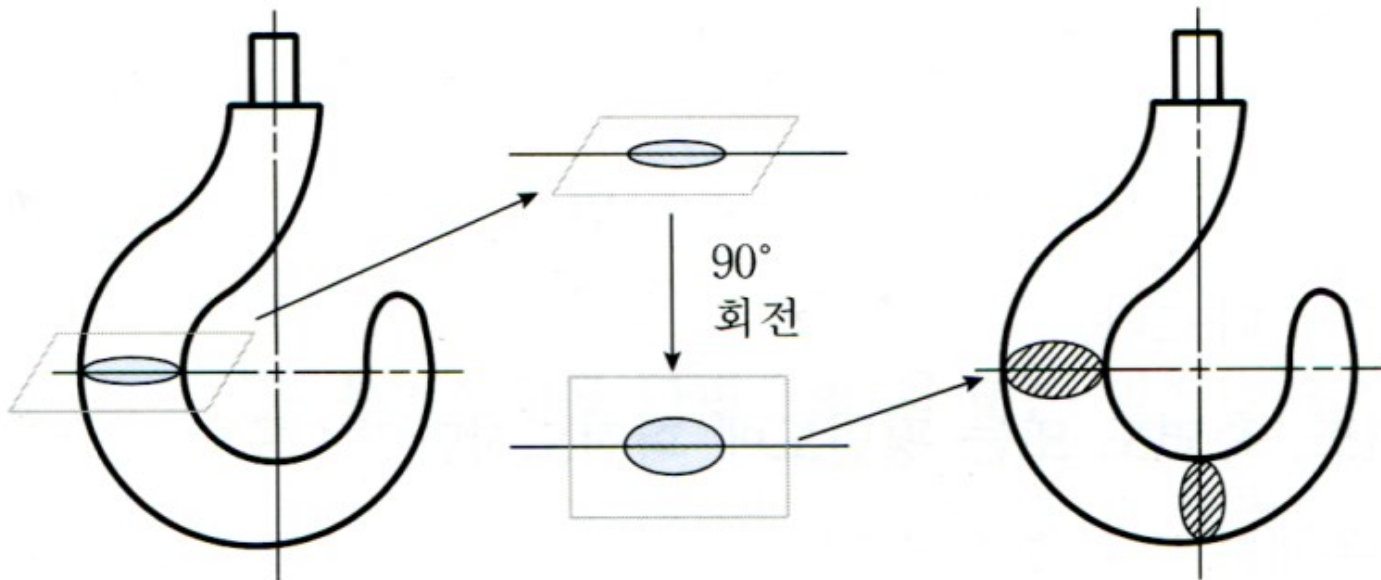


볼트 조립상태

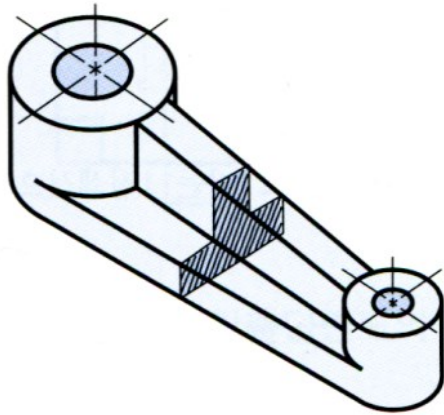


회전도시단면도 (revolved section view)

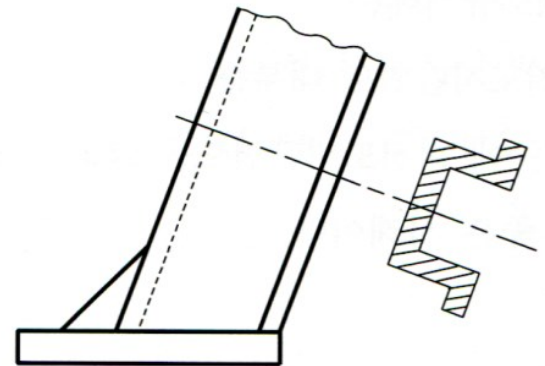
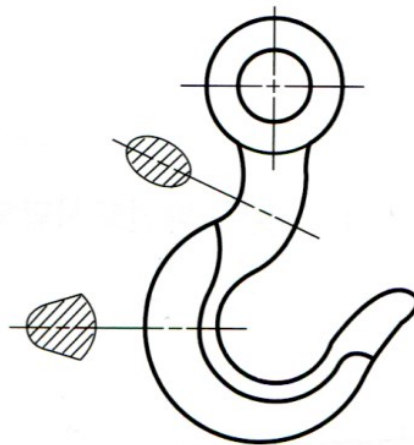
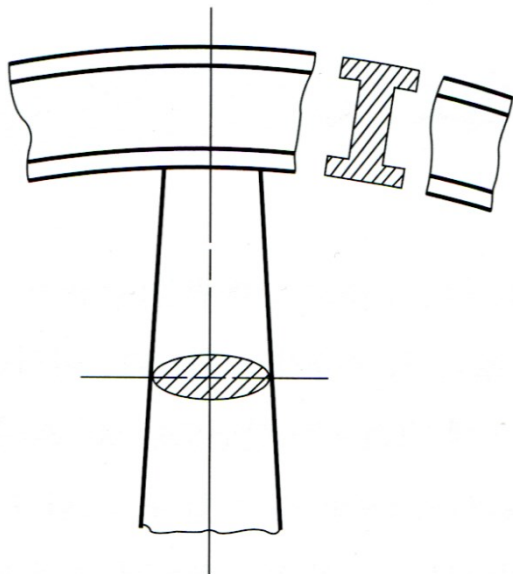
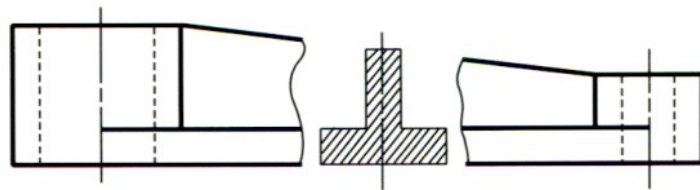
- 핸들이나 풀리 등의 암(arm), 바퀴살(spoke), 보강판(rib) 및 축(shaft) 등의 단면 표현
 - 부품의 일부를 수직한 면으로 절단하여 그 면 위에서 그려지는 단면도를 그 자리에서 90° 회전
 - 회전 단면도 내에는 어떠한 선도 지나가면 안됨



회전도시단면도 (revolved section view)



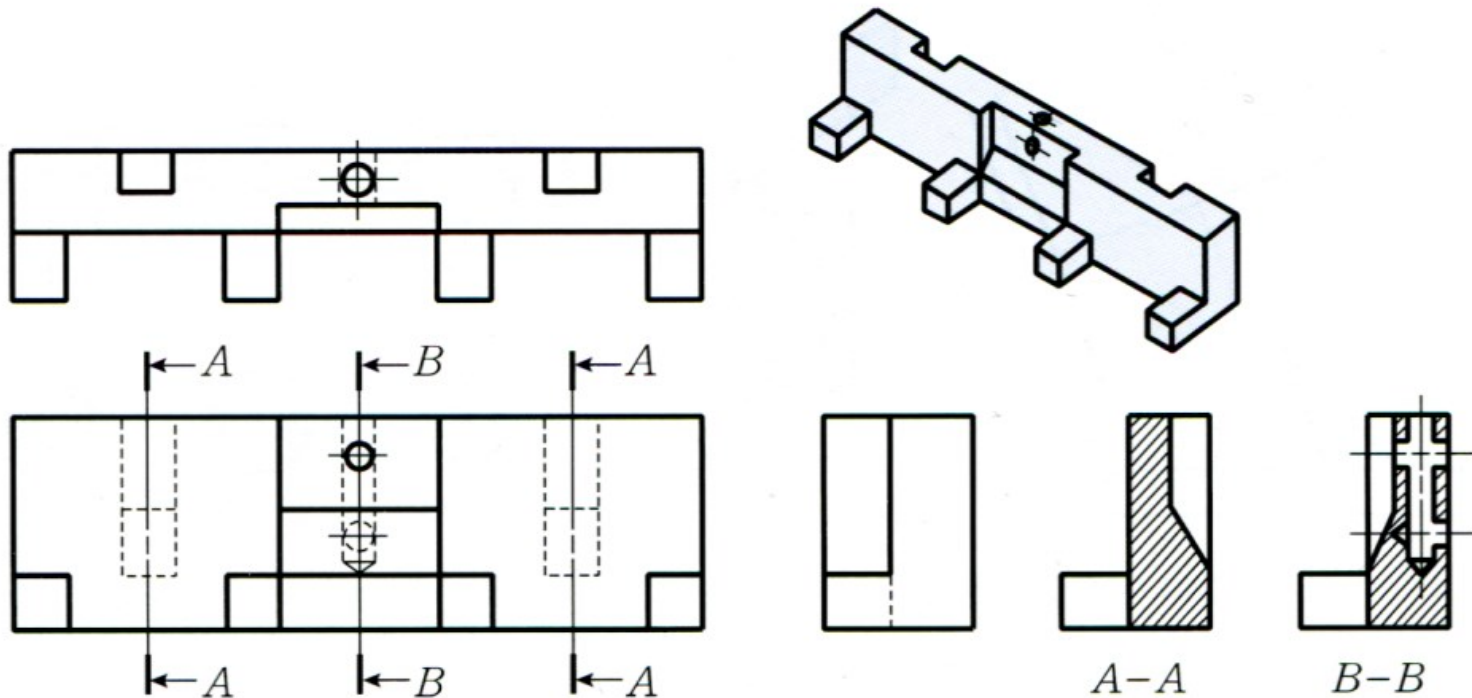
투상도를 가상적으로 절단



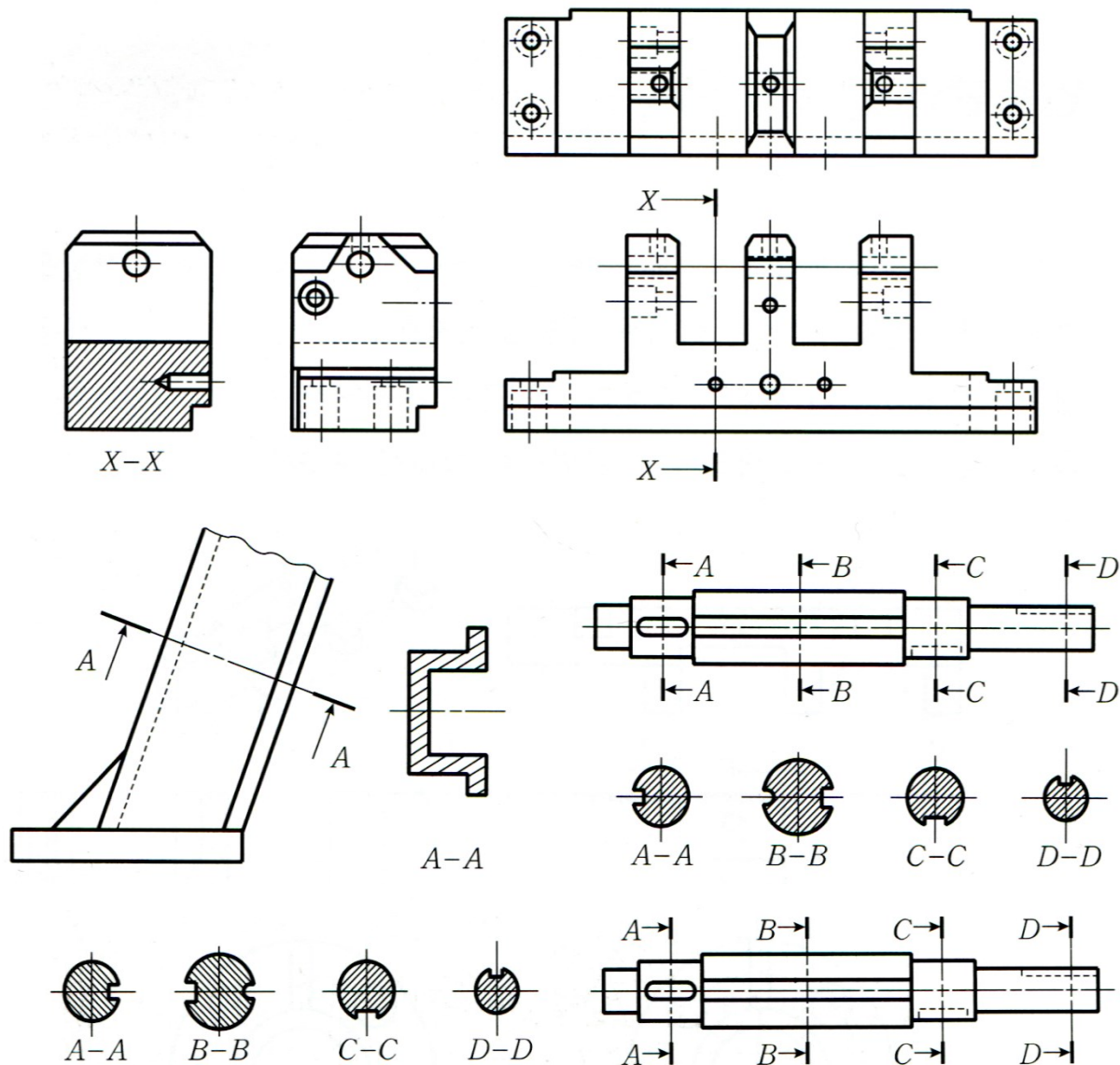
회전도시단면도를 그려 넣으면 지저분해질 경우

인출단면도 (removed section view)

- 부품의 형상이 복잡해질수록 정면도, 측면도 및 평면도만으로는 형상을 빠짐없이 표시할 수 없는 경우: 보조적으로 단면도를 추가로 사용

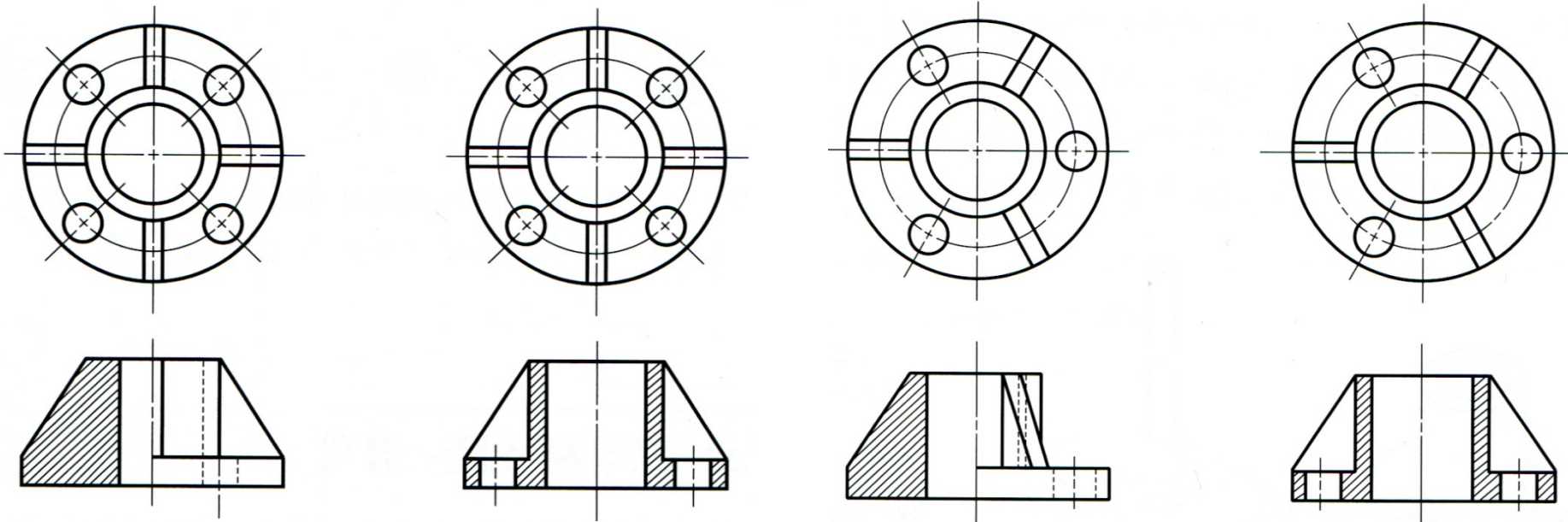
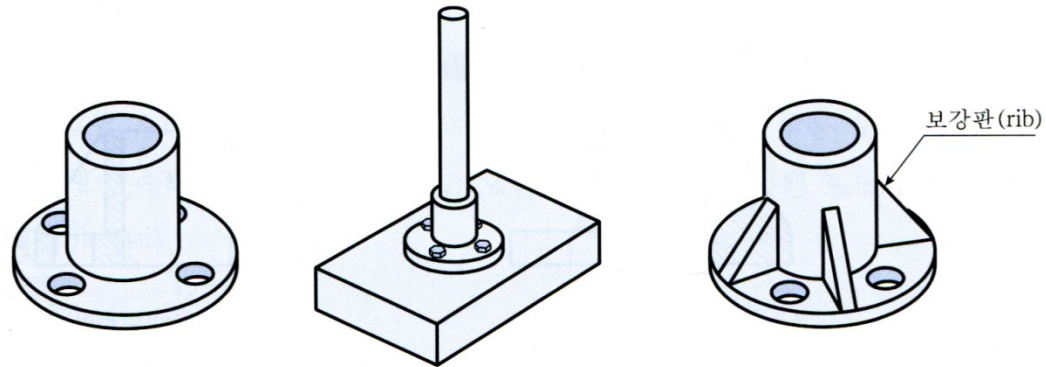


인출단면도 (removed section view)

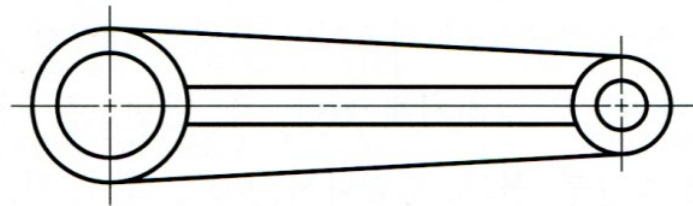


단면으로 그리지 않는 형체

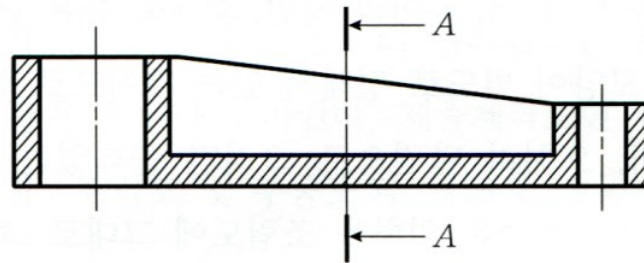
- 보강판: 원통벽과 구분?



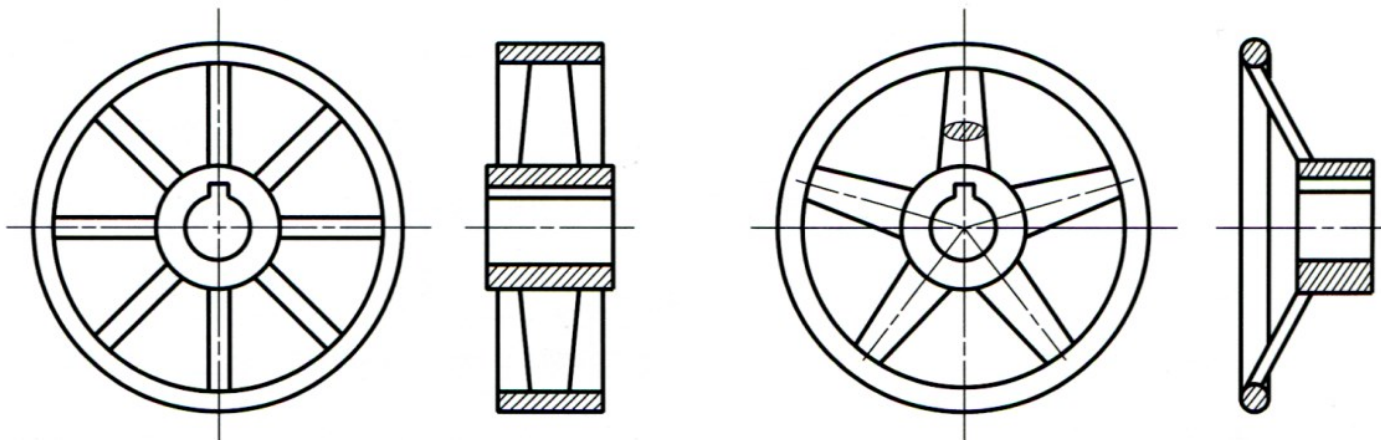
단면으로 그리지 않는 형체



정면도: 숨은선 → 단면도

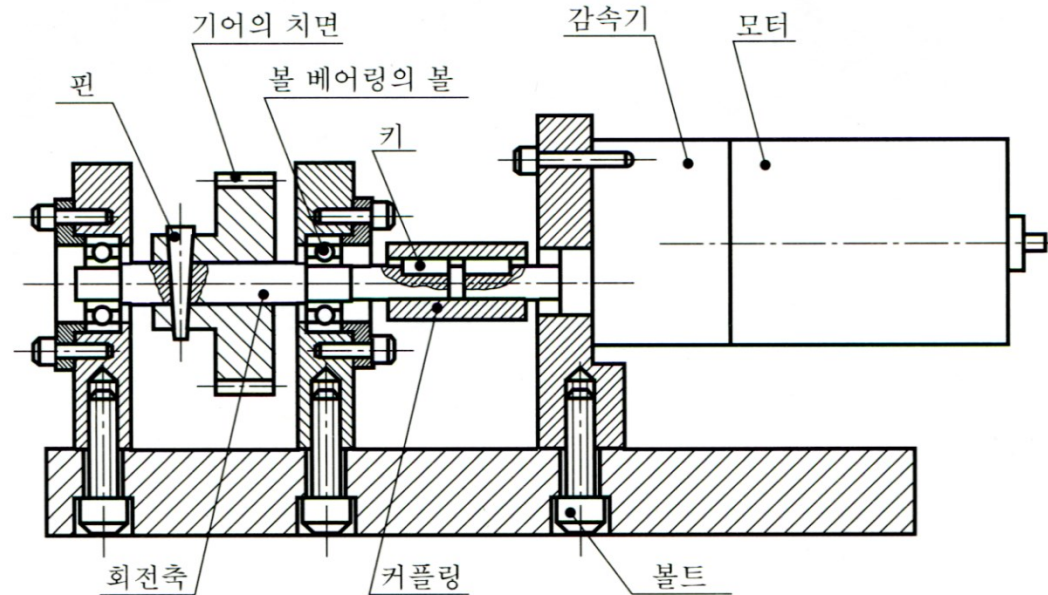
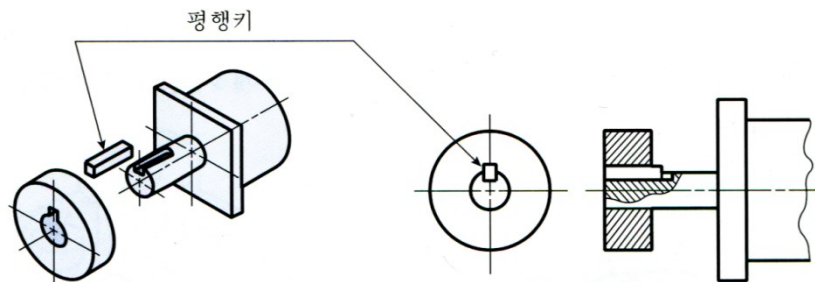


- 암(arm), 손잡이(lug), 바퀴살(spoke) 등



절단하지 않는 요소부품 (조립도)

- KS규격에 정해진 외형도로 표현
 - 체결용 기계요소부품: 볼트, 너트, 와셔, 작은나사, 셋 스크루(set screw), 핀(pin), 키(key), 리벳
 - 구름베어링의 볼 및 롤러
 - 기어의 치면
 - 회전하는 축(shaft)

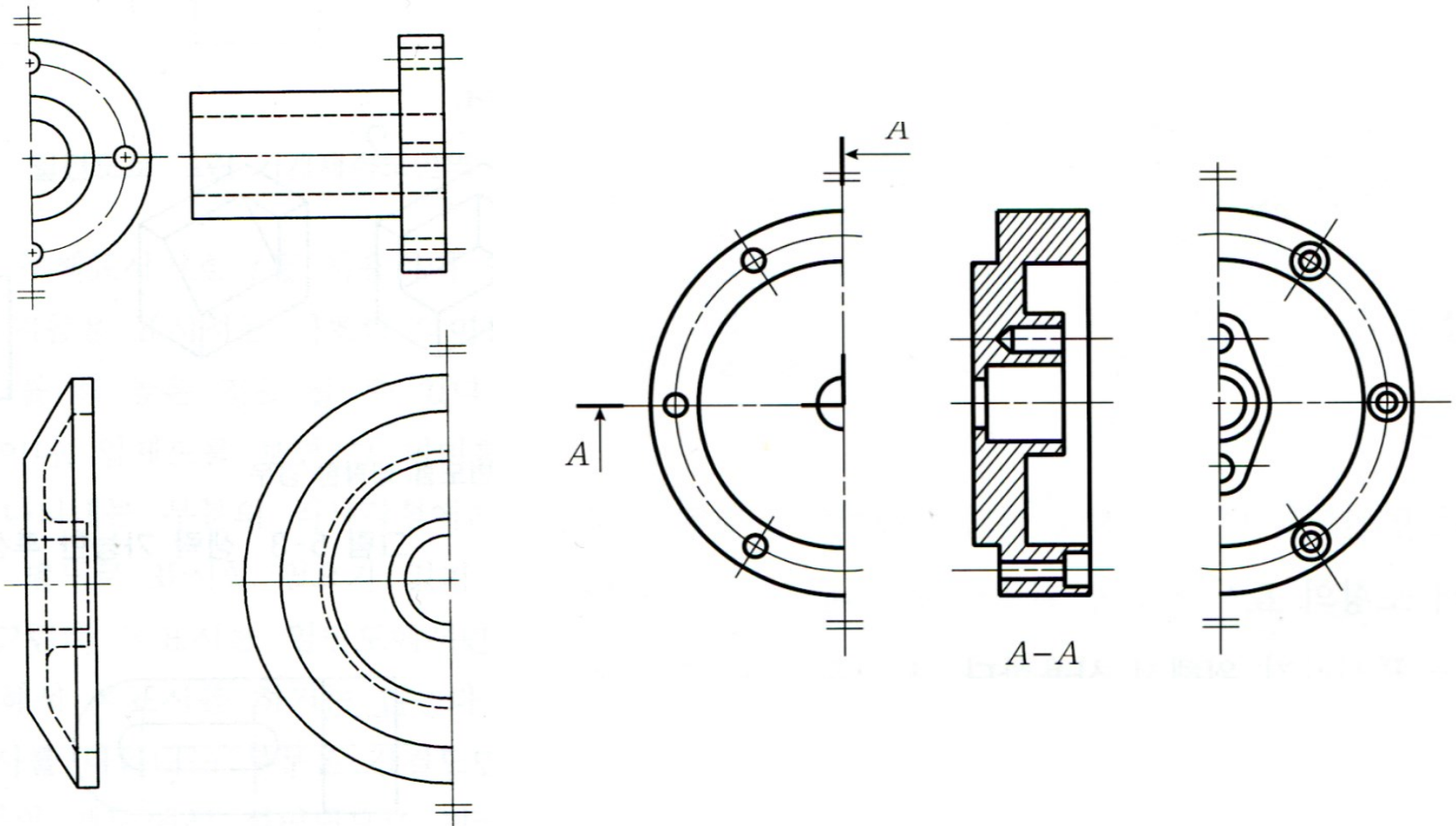


좋은 도면을 만드는 투상도

- 반쪽투상도 (half view)
- 부분투상도 (partial view)
- 국부투상도
- 회전투상도
- 라운드 처리가 되어 있는 부품의 투상도
- 특정모양의 표시

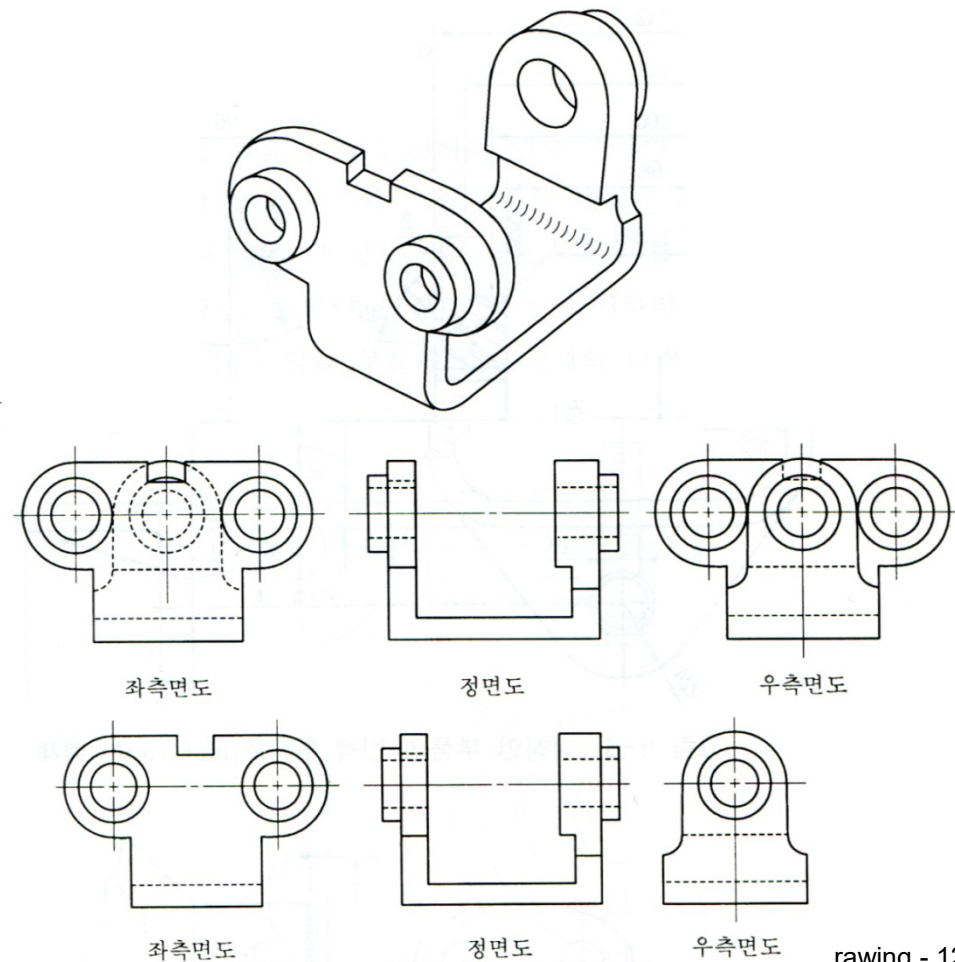
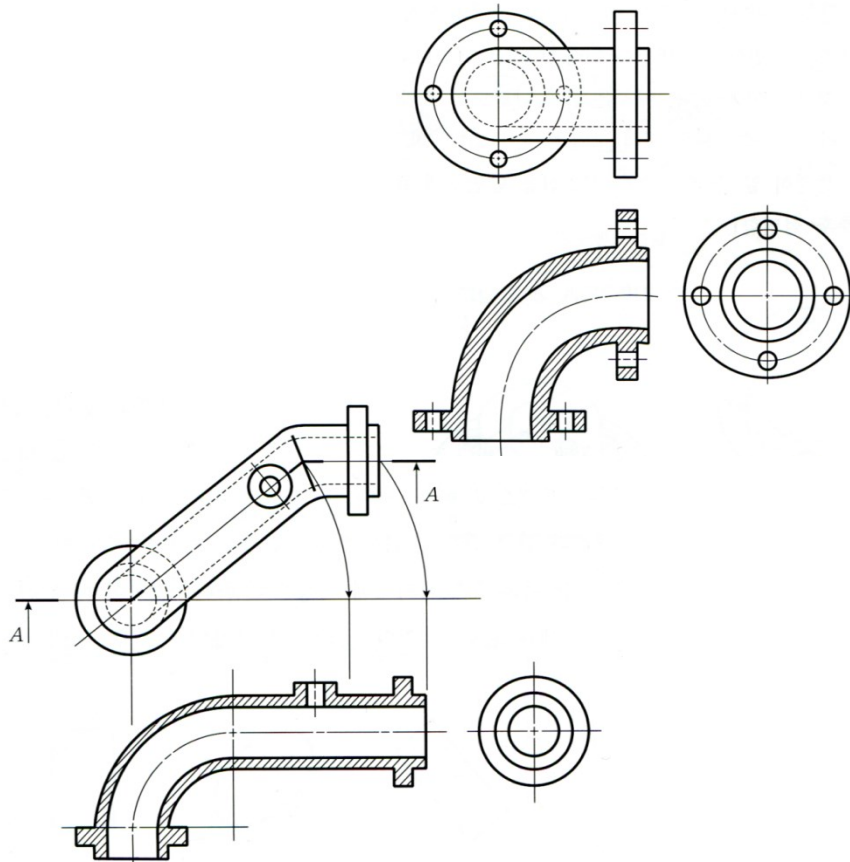
반쪽투상도 (half view)

- 대칭부품: 전체 중 일부 → 도면의 면적, 제작시간 절약
- 중심선의 양끝에 직교하는 2개의 평행한 가는 실선



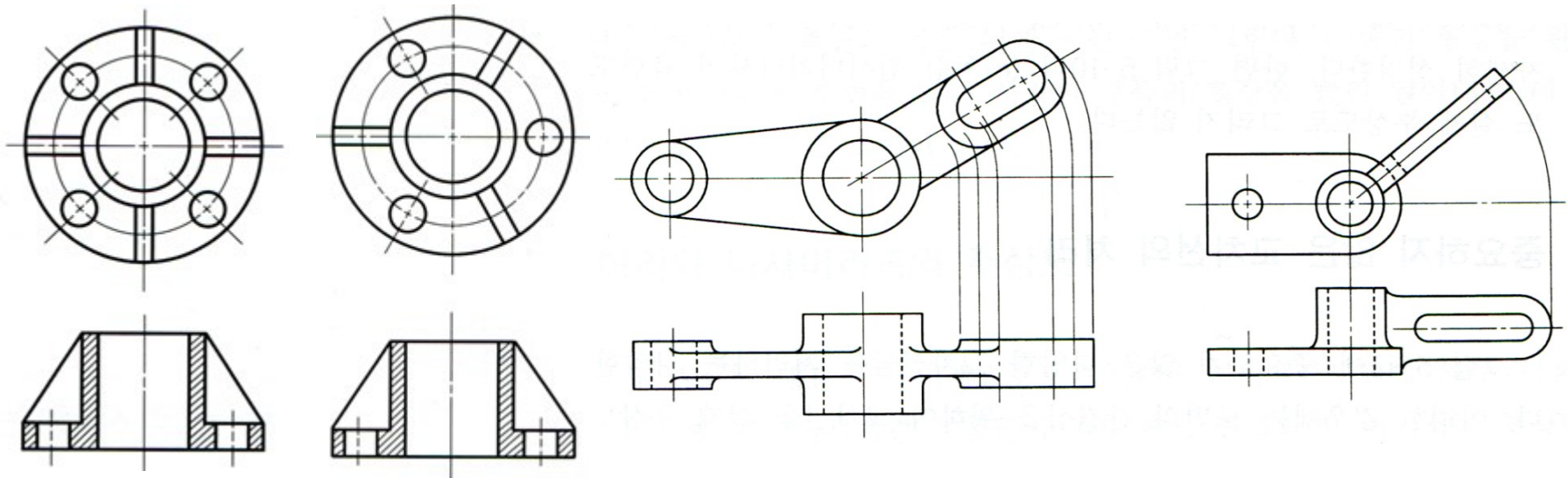
부분투상도 (partial view)

- 부품의 일부분만 발취하여 그림
- 발취하는 형체의 뒤쪽에 있는 형체들은 혼란을 피하기 위해서 그리지 않음



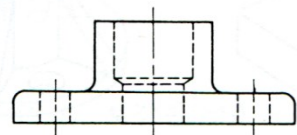
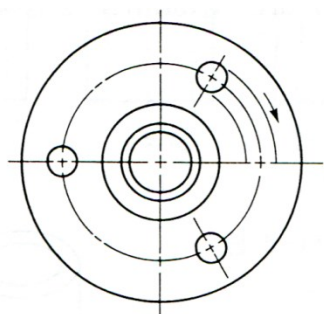
회전투상도 (aligned view)

- 원통형체를 가진 부품 중에서 중심으로부터 임의의 각도를 이루는 방향으로 암(arm), 보강판(rib) 및 손잡이(lug)가 나와 있는 부품의 투상도: 실제 길이로 나타남
- 등간격 구멍, 보강판, 암, 손잡이 및 이와 비슷한 등간격 형체를 가진 부품: 정면도에 실제 투상도로 그리지 않고 대칭적으로 그림

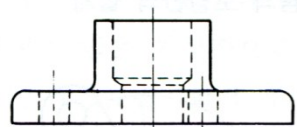


등간격의 반지름방향 형체

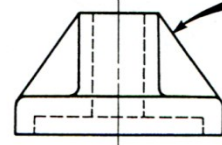
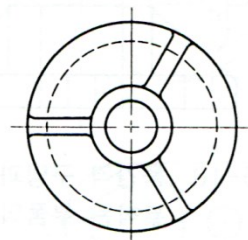
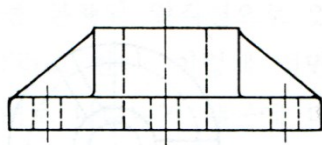
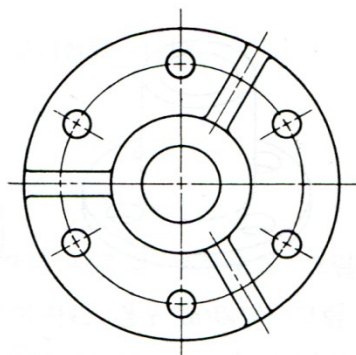
- 평면도를 통해 구멍이 원주상에 등간격으로 배치됨을 인지



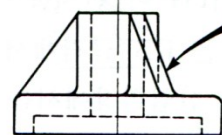
(a) 좋은 예



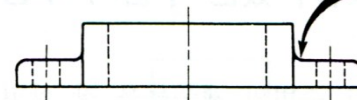
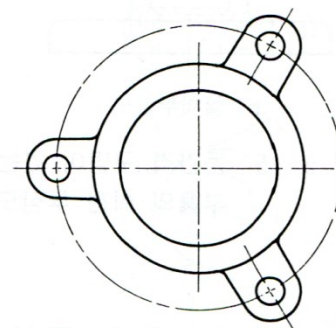
(b) 실제투상도



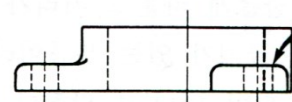
좋은 예



실제 투상도



좋은 예



실제 투상도

둥글기가 있는 부품

- 날카로운 모서리 → 선
- 라운드 처리된 모서리 → 선으로 표현할 수 없음

