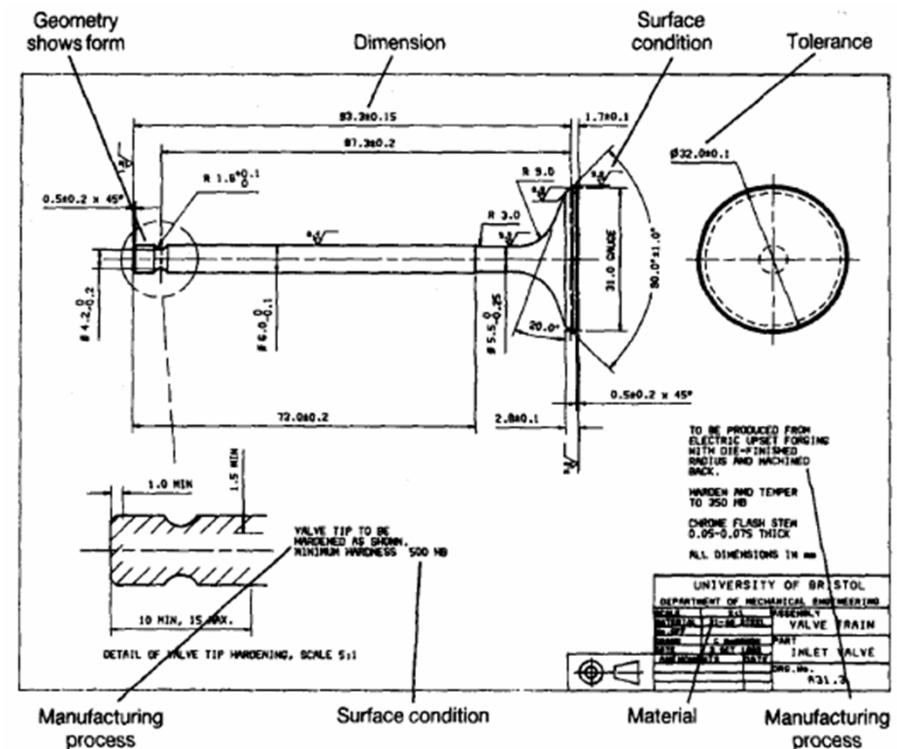


CAD Fundamentals

- 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

- Are a 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)

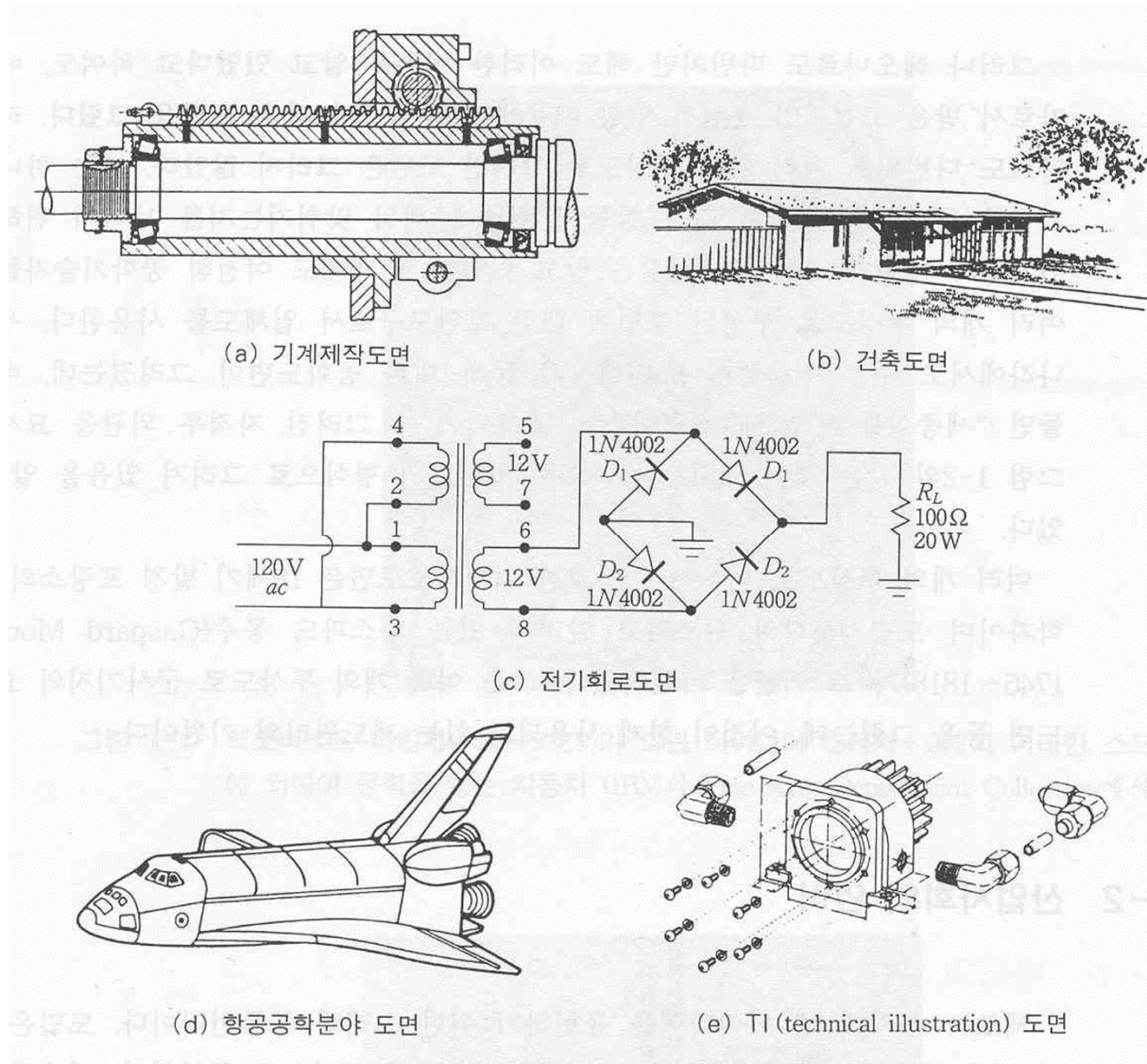
Sketch vs. Drawing

- 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

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



제도표준

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

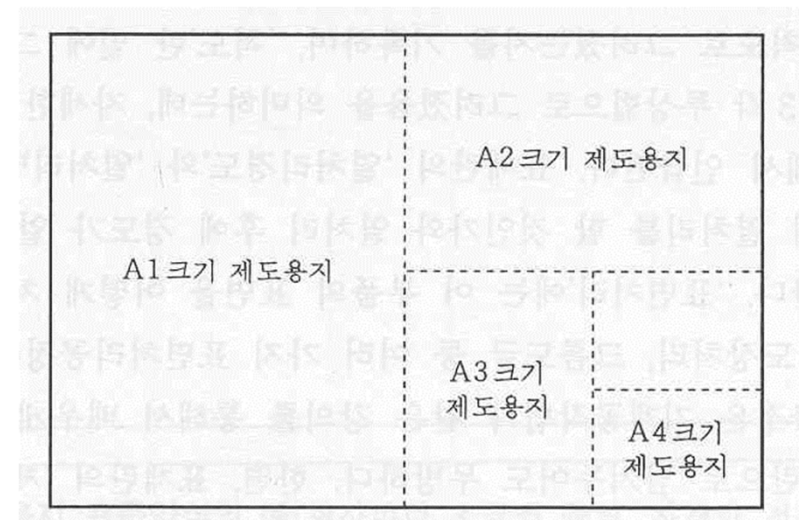
기계제도관련 KS규격들

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 제도에 사용하는 척도 A0111 제도에 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

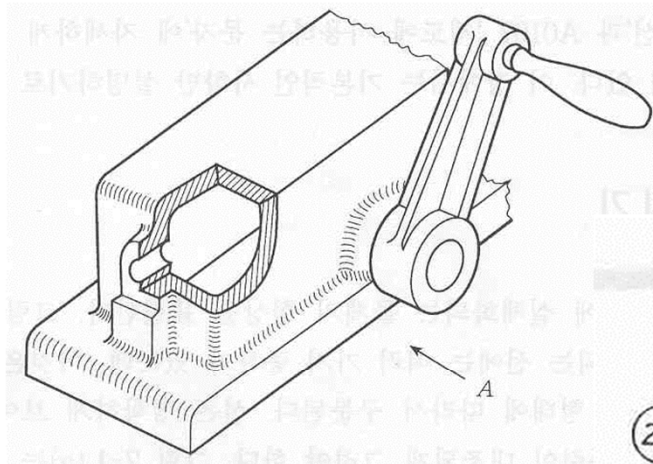
표면거칠기		번호	품번	품명	재질	수량	규격/도번
-------	--	----	----	----	----	----	-------

(조립도의 경우 필요)

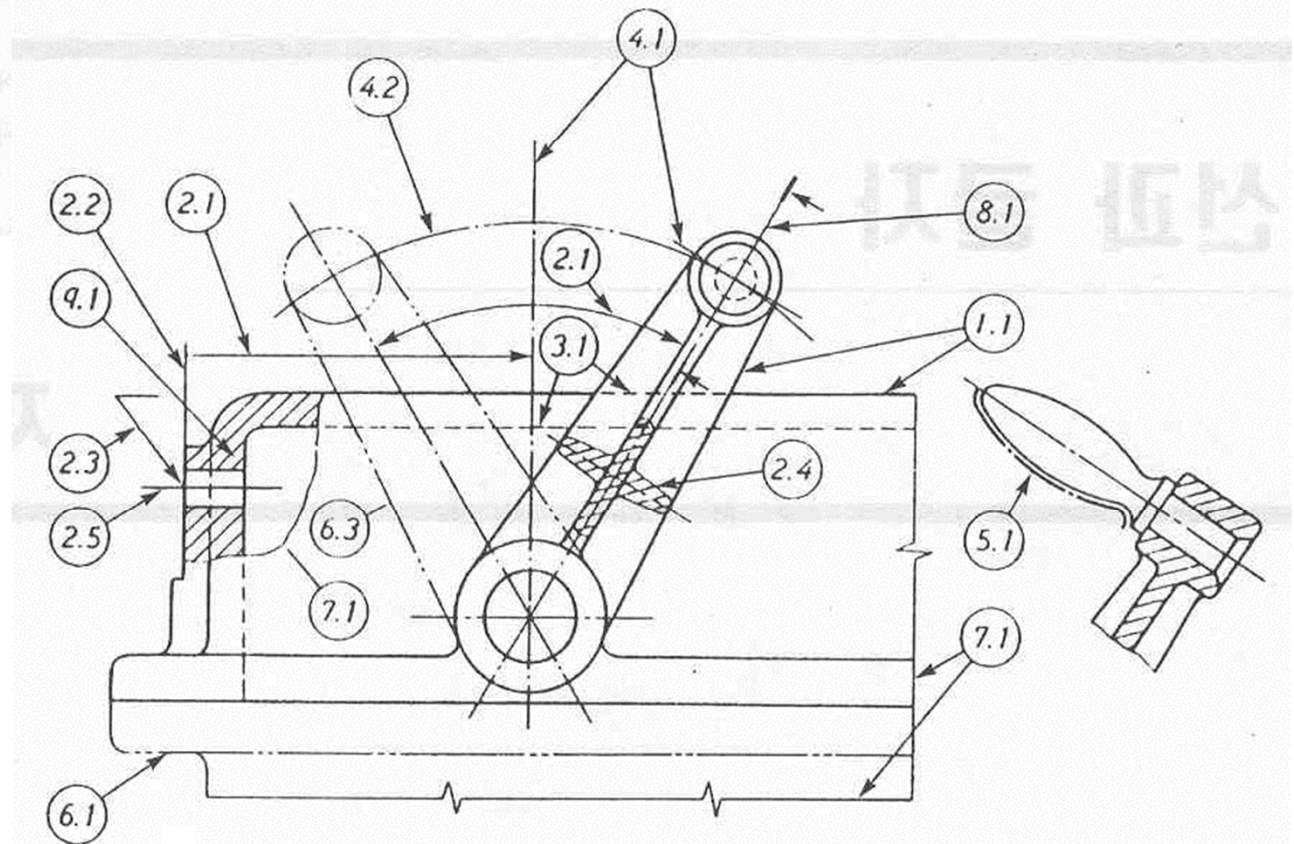
표제란

보통허용공차 (기계가공) 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			

선 그리기 예제



입체도



정면도

선의 형태

번호	선의 명칭	형 태	설명 및 그리는 방법
1	실 선	—————	연속된 선
2	파 선	-----	일정한 간격으로 짧은 선의 요소가 규칙적으로 반복되는 선 (가능하면, 3 mm 짧은 선, 1 mm 간격, 3 mm 짧은 선, 1 mm 간격의 비율로 그린다.)
3	1점쇄선	——— ———	장단 2종류의 길이의 선의 요소가 번갈아 반복되는 선 (가능하면, 긴 선, 1mm 간격, 3mm 짧은 선, 1mm 간격, 긴 선의 비율로 그린다.)
4	2점쇄선	——— ———	장단 2종류의 길이의 선의 요소가 장, 단, 단, 장, 단, 단의 순서로 반복되는 선 (가능하면, 긴 선, 1 mm 간격, 3 mm 짧은 선, 1 mm 간격, 3 mm 짧은 선, 1 mm 간격, 긴 선의 비율로 그린다.)

굵은선: 0.5~0.8 mm

가는선: 0.3~0.5 mm

선의 명칭과 용도 (1)

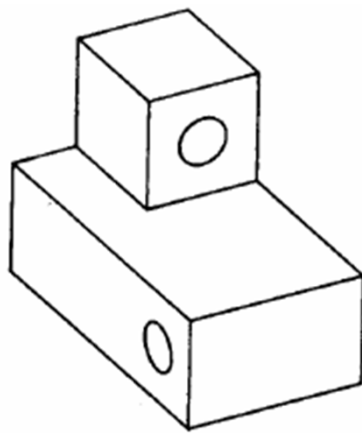
선의 명칭	선의 모양	용도	그림 2-1 (a)에서의 대응번호
외형선	굵은실선	물체의 보이는 부분의 모양이나 윤곽을 나타내는 데 사용한다.	1.1
중심선	가는 1 점쇄선	원의 중심이나 원기둥의 중심축선을 나타내는 데 사용한다.	4.1
	가는실선	가는 1 점쇄선으로 표시하기에 공간이 협소한 경우에는 가는 실선으로 그린다.	2.5
	가는 1 점쇄선	중심의 궤적을 표시하는 데 사용된다.	4.2
숨은선(은선)	가는파선	물체의 내부 모양이나 다른 형체에 가려져서 보이지 않는 부분의 모양을 표시하는 데 사용된다.	3.1
파단선	프리핸드 또는 지그재그 가는실선	물체의 일부를 가상적으로 파단한 경계 또는 일부를 떼어낸 경계를 표시한다.	7.1 (그림에서 프리핸드와 지그재그 가는 실선 다 찾아 볼 것)
절단선	가는 1 점쇄선, 양쪽 끝부분만 굵은실선	단면도를 그릴 때 가상의 절단 단면의 위치를 표시하는 데 사용한다.	8.1
치수선	가는실선	치수를 기입하는 데 사용한다.	2.1

선의 명칭과 용도 (2)

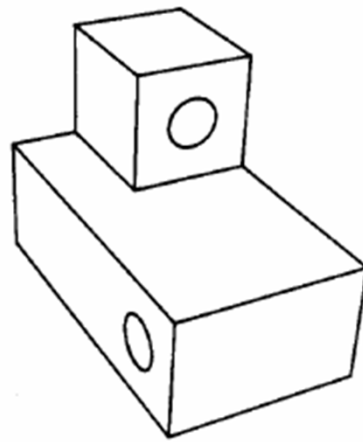
치수보조선	가는실선	치수선을 그리기 위하여 도형에서 끌어내는 데 사용한다.	2.2
해 칭	서로 평행한 가는실선들	단면도의 절단면을 도형의 다른 부분과 구별하여 표시하는 데 사용한다.	9.1
가 상 선	가는 2 점쇄선	도면에 그린 물체와 인접하는 다른 물체의 상대 위치를 참고로 표시하는 데 사용한다.	6.1
		움직이는 부분이 이동한계나 특정위치에 있을 경우의 모습을 표시하는 데 사용한다.	6.2
지 시 선	가는실선	물체 내의 특정 형체 또는 부분에 대한 설명이나 기호를 부여하기 위하여 끌어내는 데 사용한다.	2.3
회전단면선	가는실선과 해칭	도면 내부에 90도 회전시킨 절단면을 그릴 때에 사용한다(제 7 장의 7-4절의 '회전 단면도' 부분을 참조할 것).	2.4
특수지정선	굵은 1 점쇄선	특수한 가공(예를 들어서, 국부적인 열처리 또는 도금표면처리 등)을 하는 부분이나 특수한 요구 사항을 적용할 범위를 표시하는 데 사용한다.	5.2 (이 경우는 손자루 표면에 특수도금을 지정하는 경우임)

Basic Descriptive Geometry

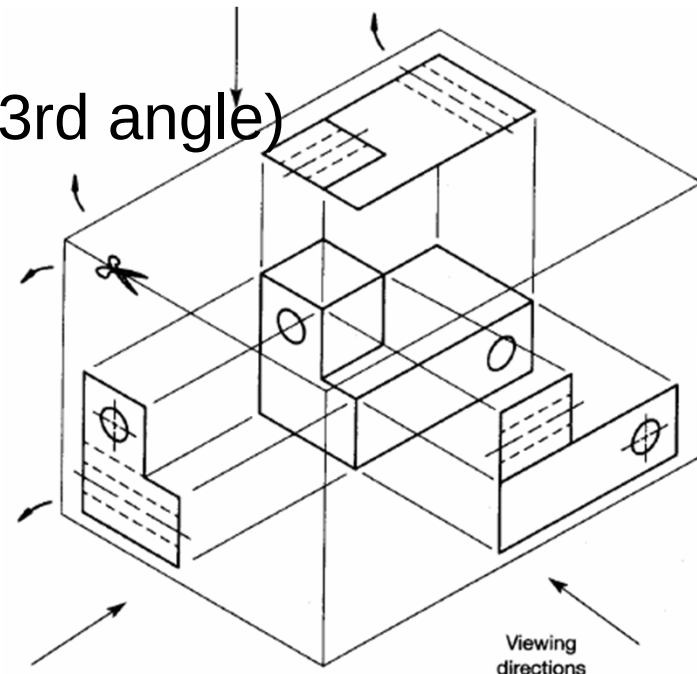
- How do you draw a 3D object in 2D space (on paper)?
 - Projections (axonometric, oblique, perspective)
 - Multiview projections
 - Conventions (1st angle vs. 3rd angle)



Axonometric

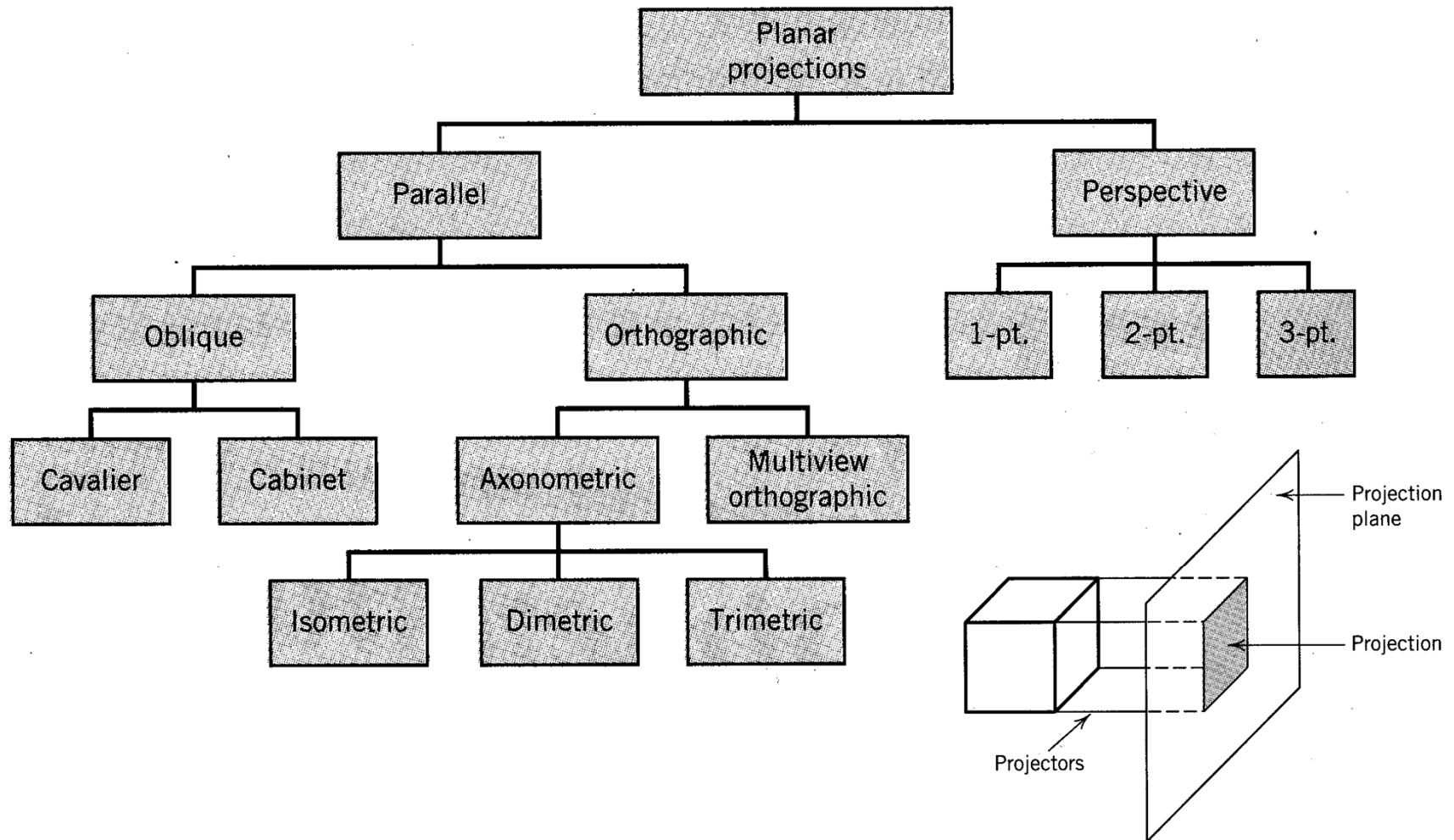


Perspective



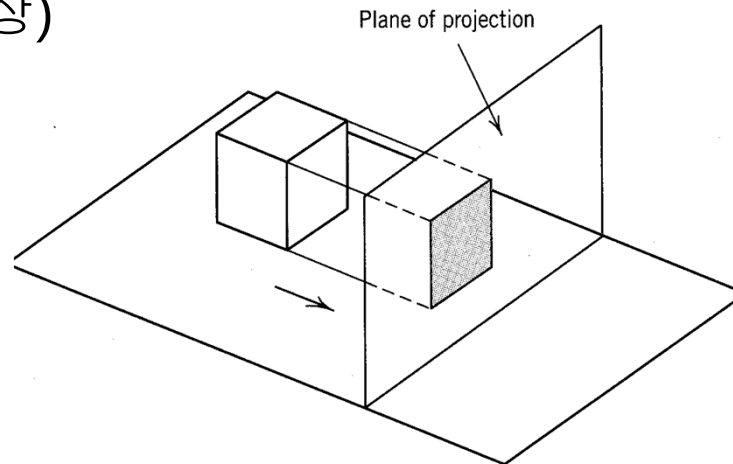
Multi-view Orthographic

Planar Projections



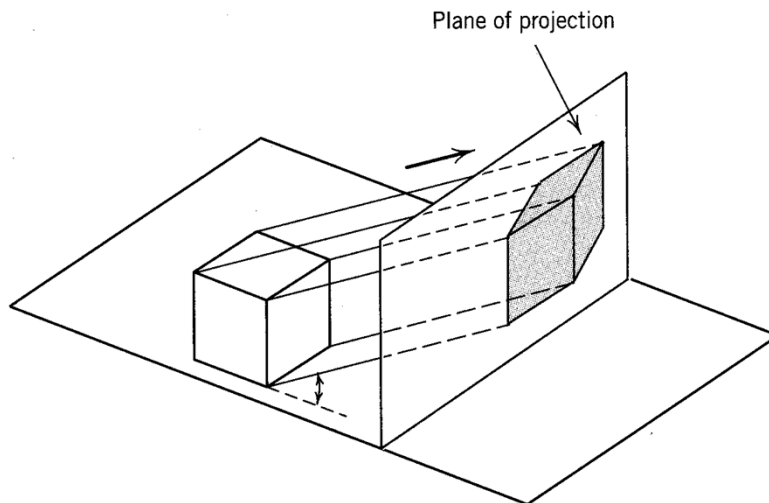
Parallel Projection

■ Orthographic (정 투상)

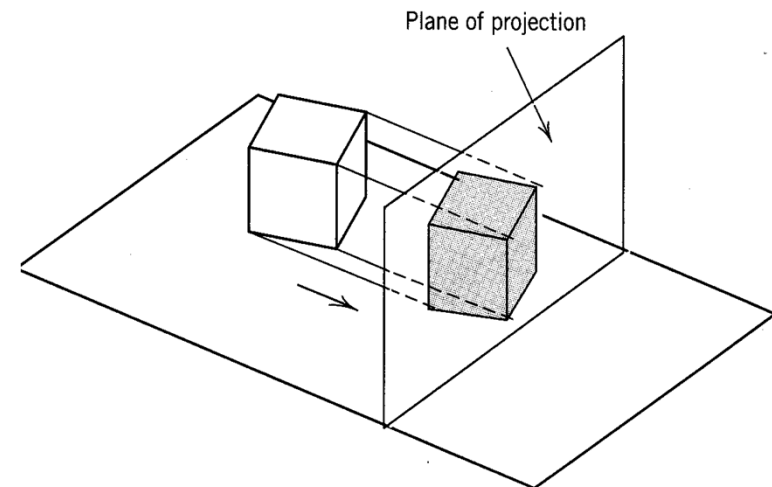


■ Oblique (경사 투상)

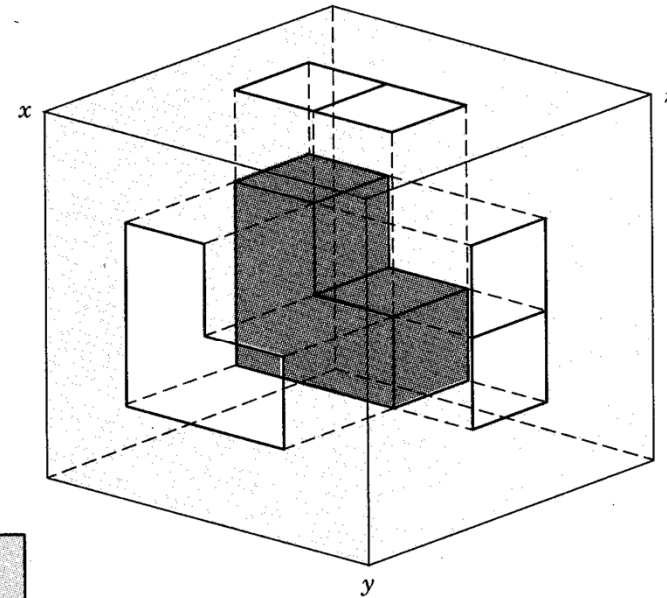
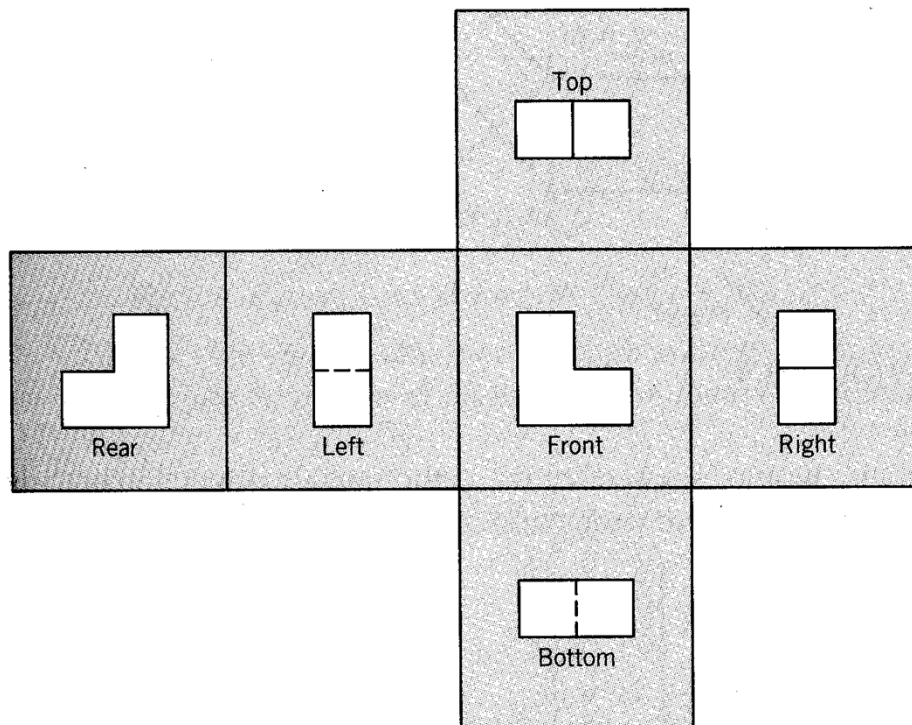
FIGURE 2-4 Orthographic projection



■ Axonometric (각 투상)

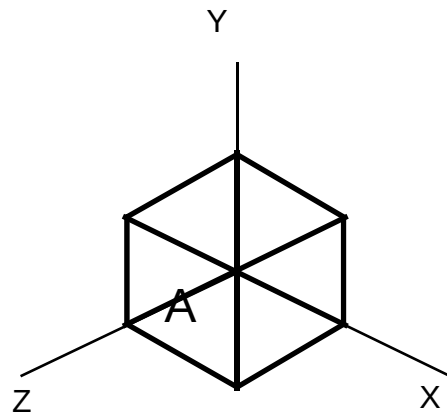


Multi-view Orthographic Projections

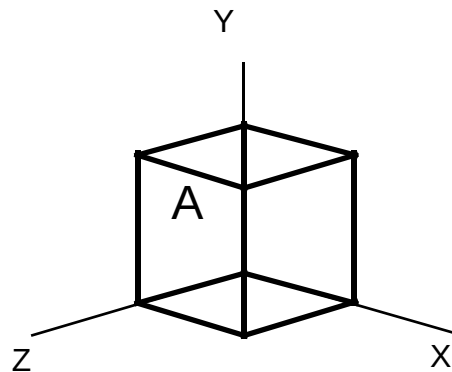


Axonometric Projections

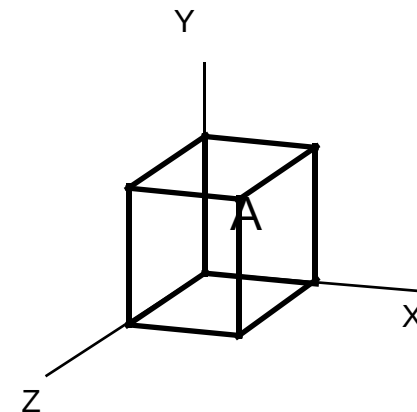
Type	Angle between axis images	Example viewpoint	Example of corresponding	
			y rotation	x rotation
Isometric	All equal (120°)	(1, 1, 1)	- 45°	35.264°
Dimetric	Any two equal	1, 1, any z	- 45°	Any
Trimetric	None equal	Any x, y, z	Any	Any



Isometric
(equal measure)



Dimetric



Trimetric

Perspective Projection (투시 투상)

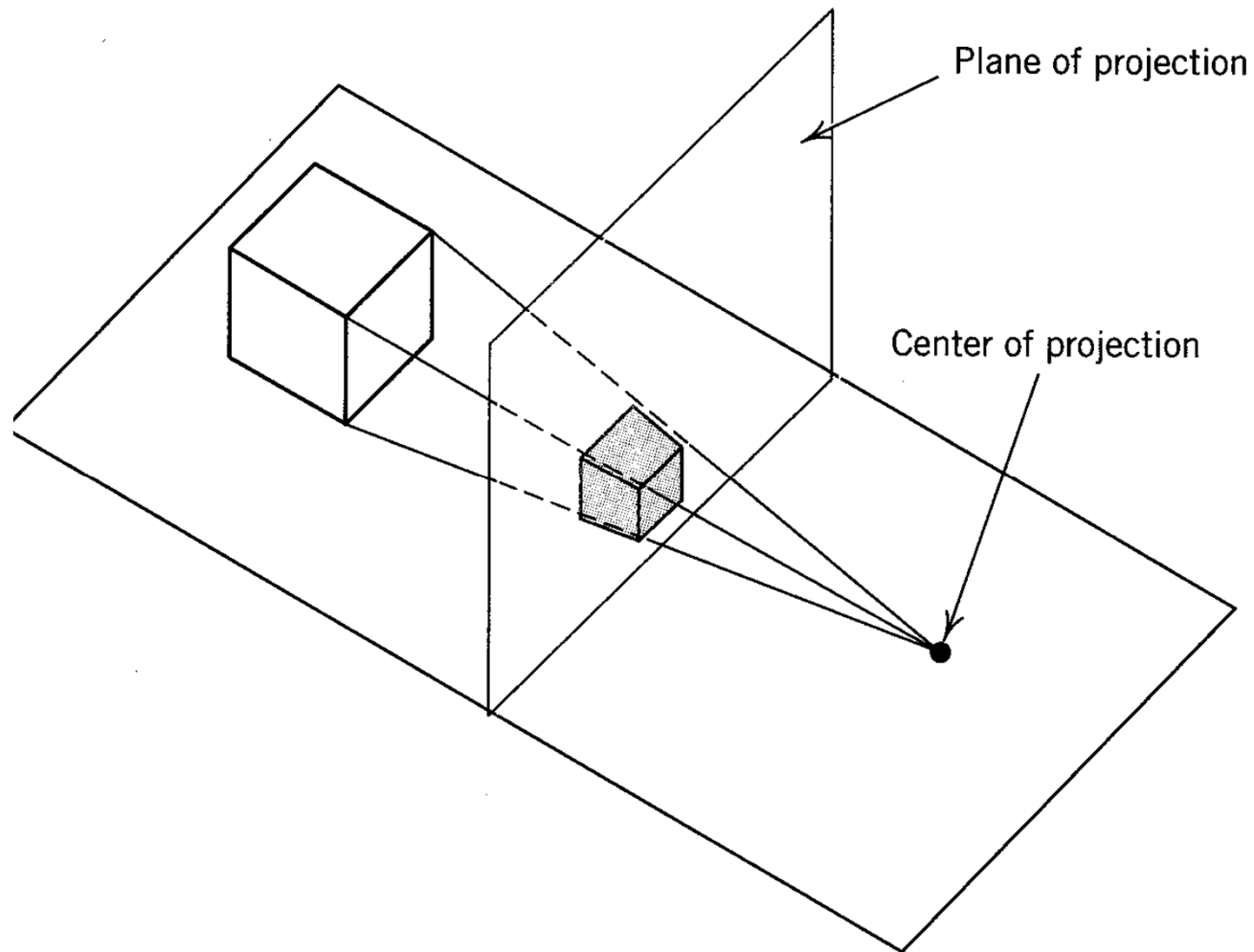
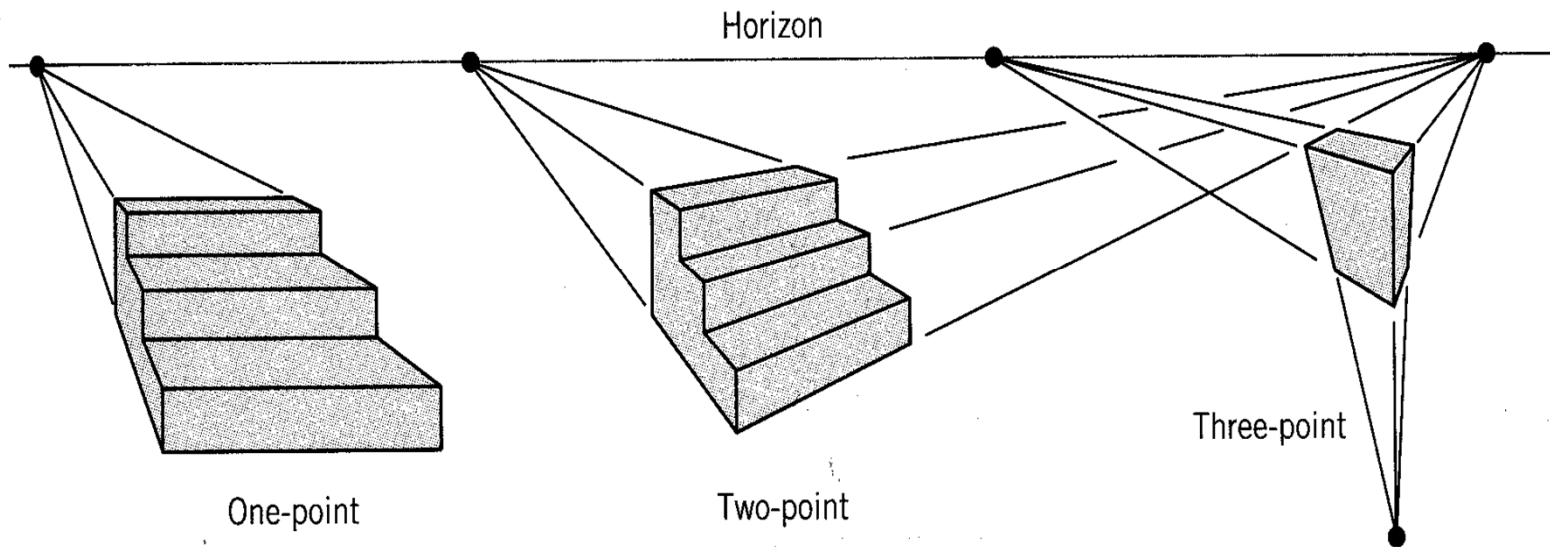


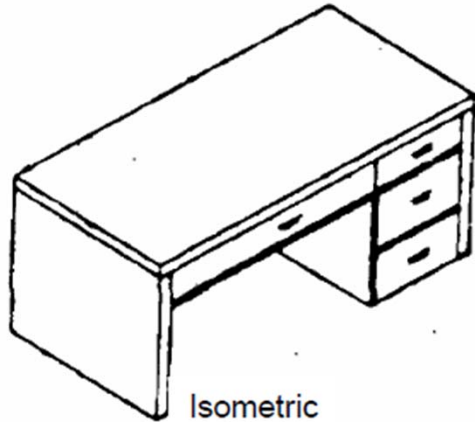
FIGURE 2-1 Perspective projection

Perspective Projections

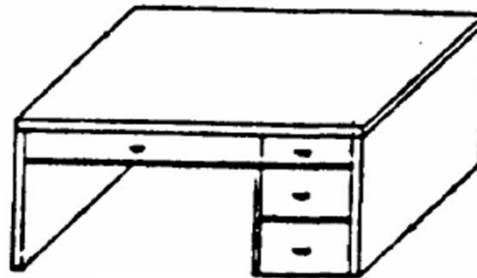
- One-point perspective
 - The projection center is located along one of x , y , z -axis
 - The other two centers are at infinity
- Two-point perspective



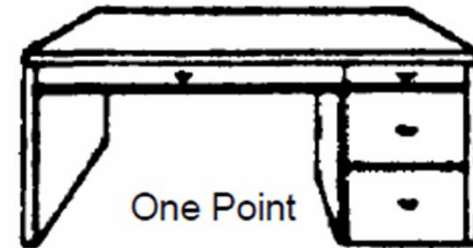
A Simple Example: Desk (1)



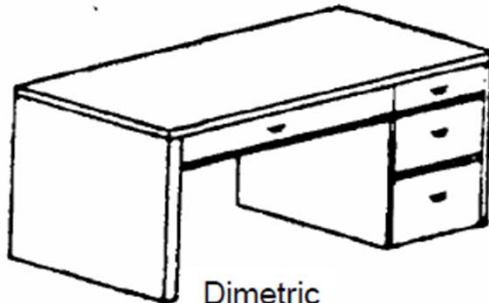
Isometric



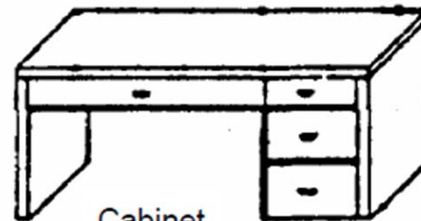
Cavalier



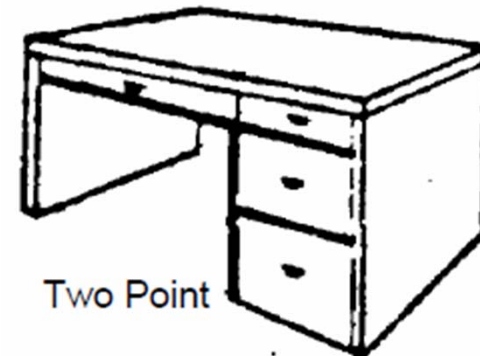
One Point



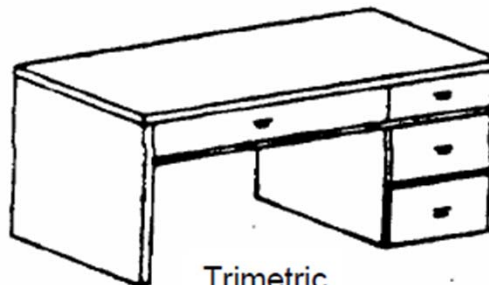
Dimetric



Cabinet

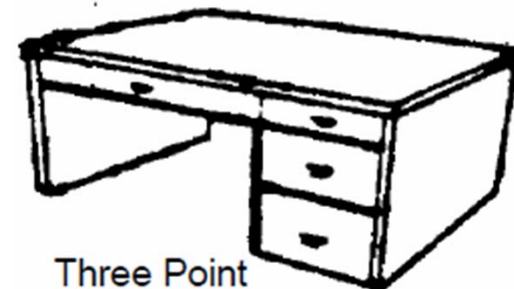


Two Point



Trimetric

Oblique Projections

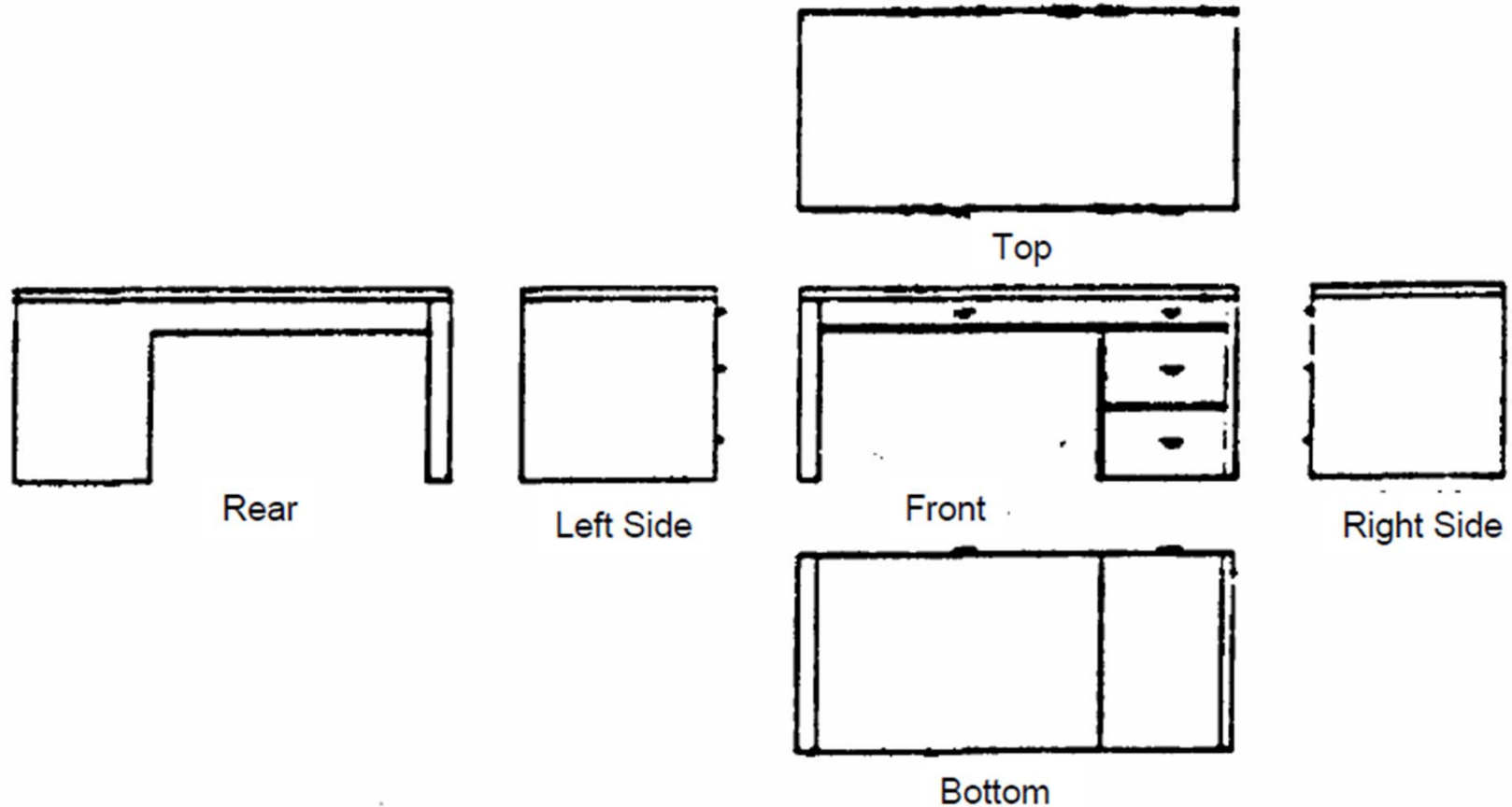


Three Point

Perspective Projections

Axonometric Projections

A Simple Example: Desk (2)



Conventional Multi-view Orthographic Projection

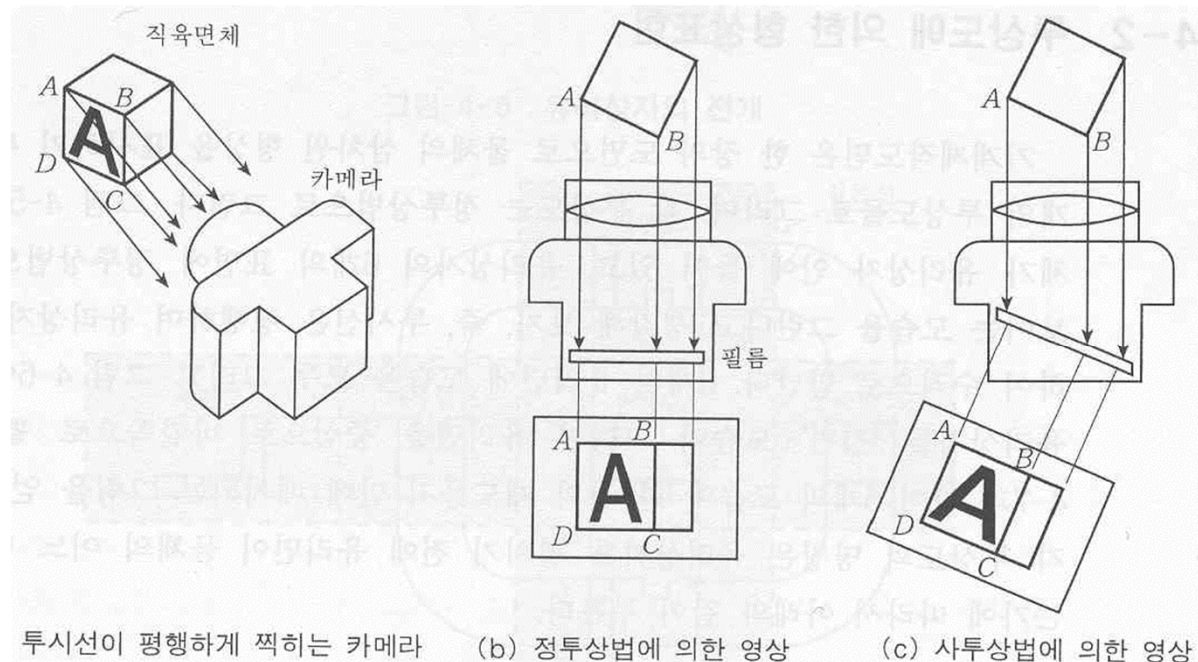
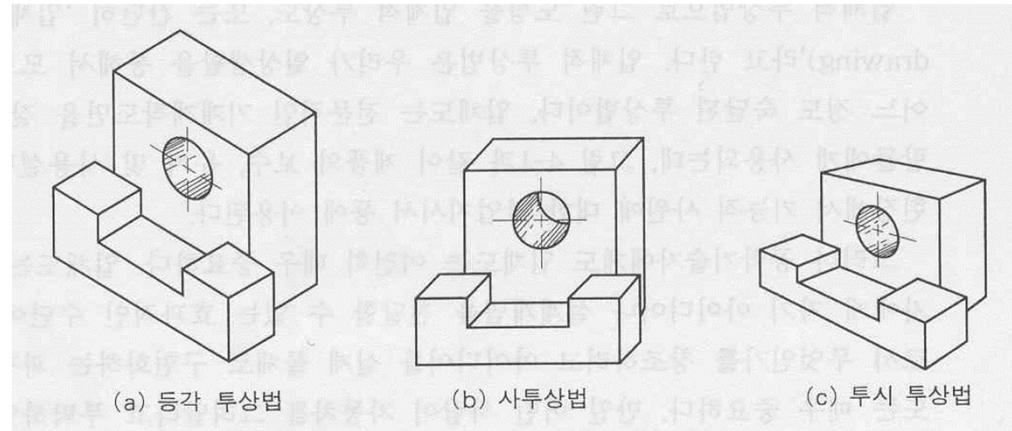
투상법(Projection)

- 삼차원 물체의 형상을 이차원 평면도형으로 표현
- 투상도(view): 어느 한 방향에서 삼차원 물체를 바라본 모습
- 투상법: 투상도를 이용하여 삼차원 물체를 표현하는 방법
- 입체(적 투상)도(pictorial drawing): 입체적 투상법으로 그린 도형
 - 전문적인 기계제작도면을 잘 모르는 사람들에게 사용
 - 자기 아이디어나 설계개념을 전달할 수 있는 효과적인 수단

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

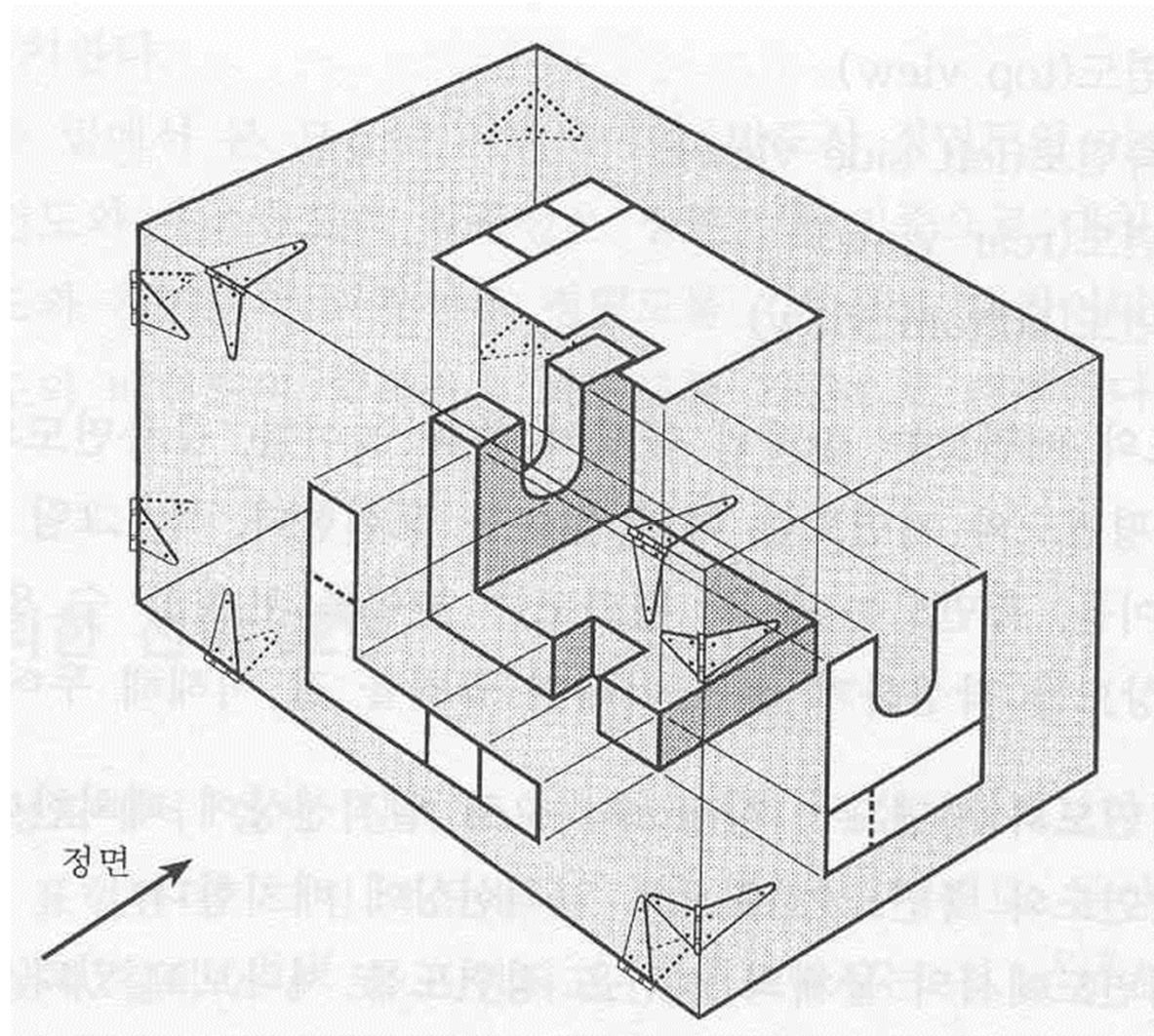
투상법의 종류 (2)



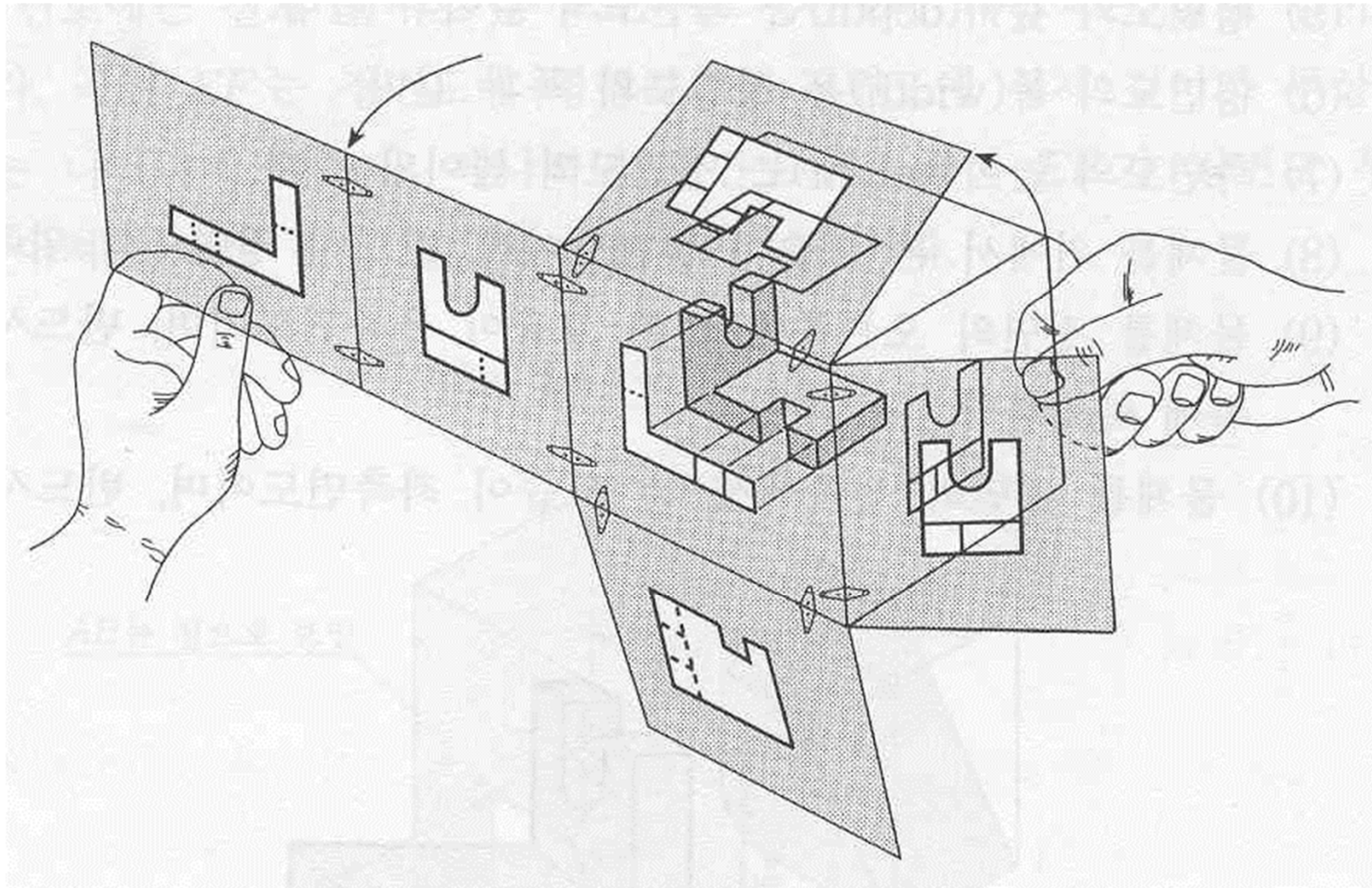
평행한 투시선에
대하여 투상면이
수직자세인지
아닌지에 따라서
결정

유리상자안의 물체

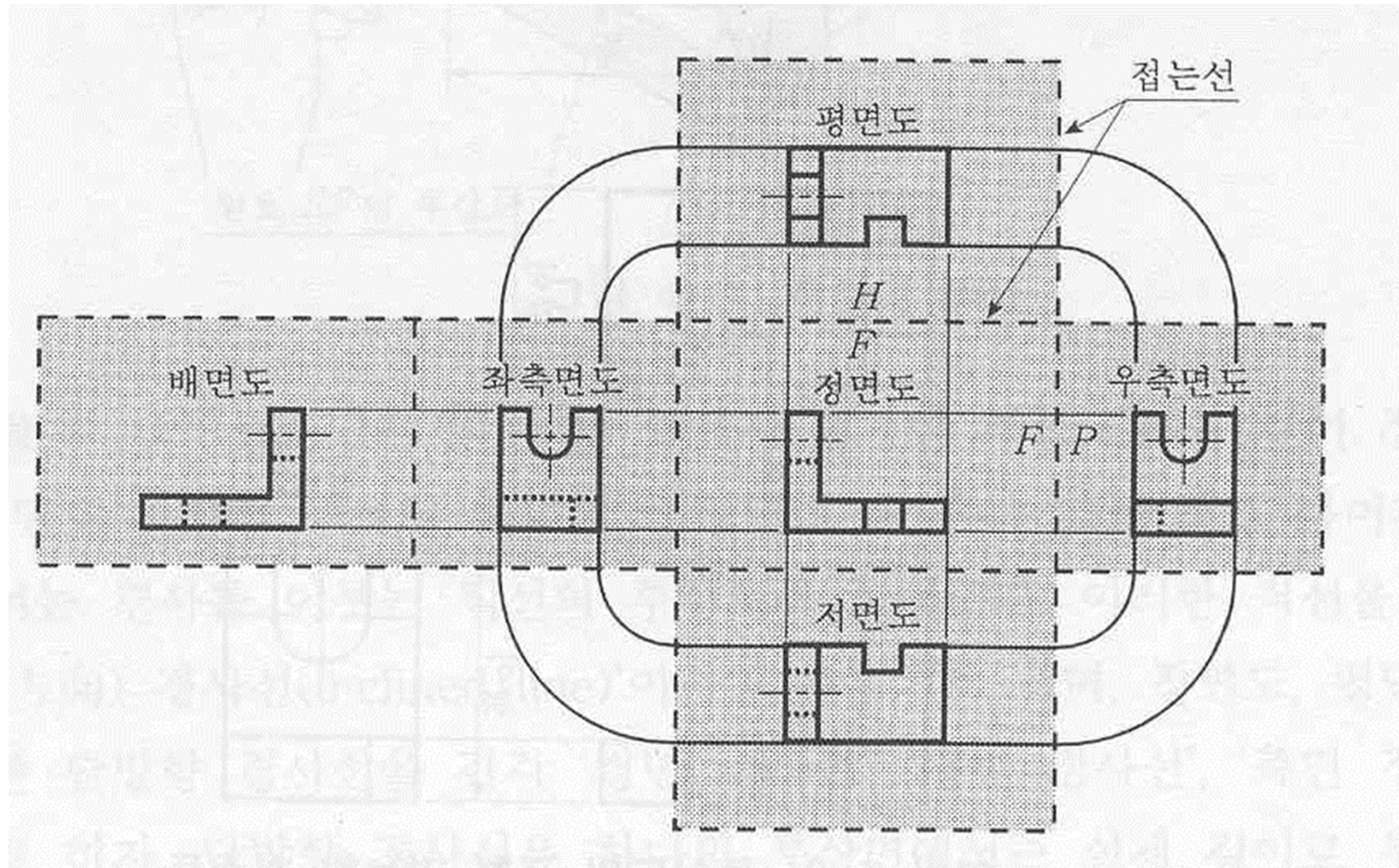
기계제작도면은 한 장의 도면으로 물체의 삼차원 형상을 표시하기 위하여 여러 개의 투상도들로 그리며, 각 투상도는 정투상법으로 그린다.



유리상자의 전개



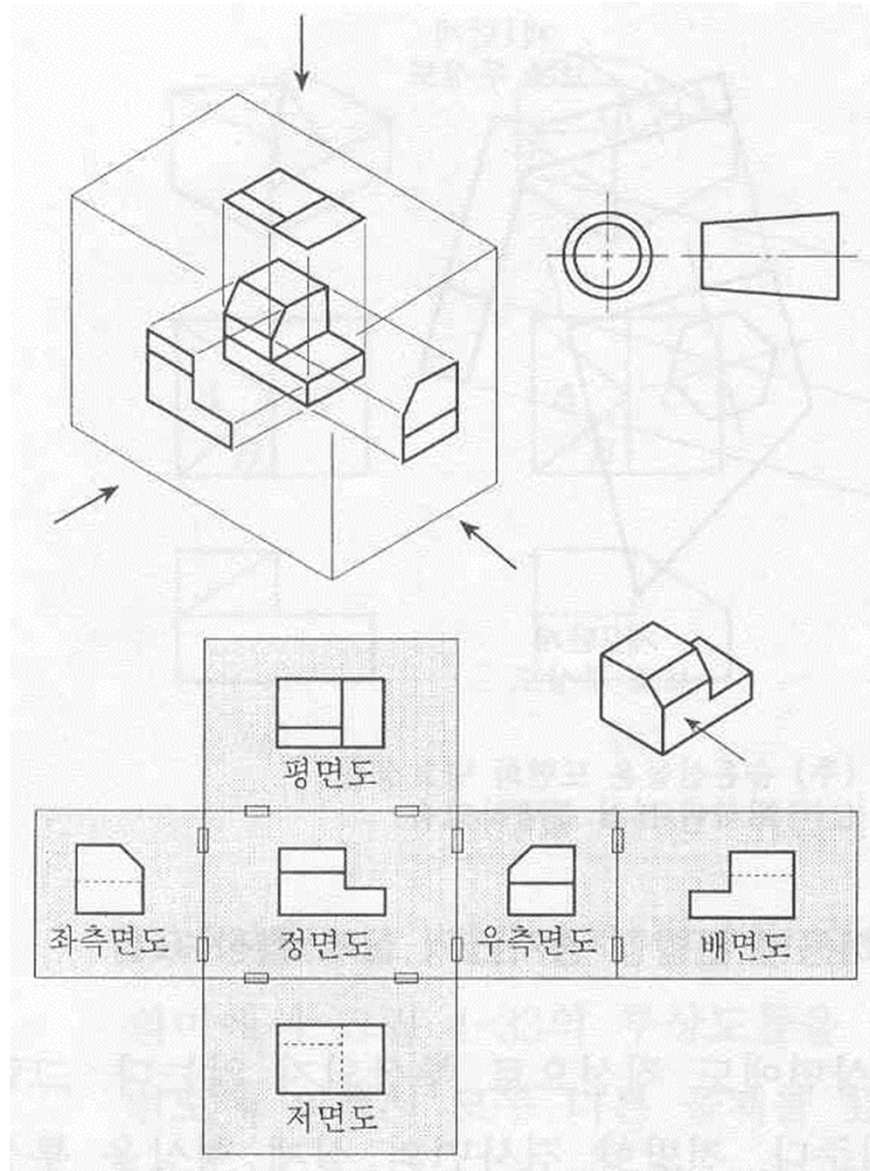
6개의 투상도



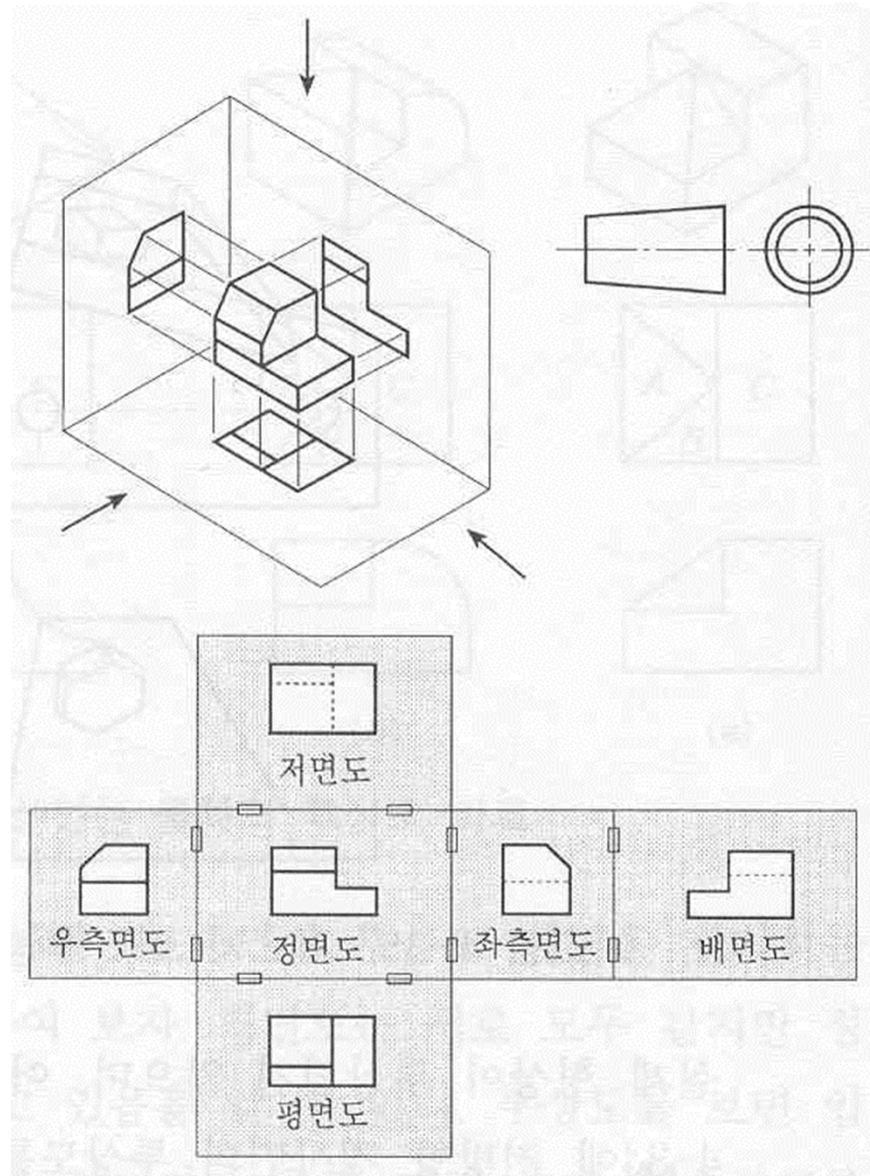
제3각/제1각 투상법

- 제3각 투상법
 - 물체로부터 투시선이 나와서 투상면을 거친 후에 투상하는 사람이 보는 개념
 - 물체의 사진을 촬영하는 개념
- 제1각 투상법
 - 투상하는 사람으로부터 투시선이 나가서 물체를 지난 후에 물체 뒤에 있는 투상면에 투상도가 그려지는 개념
 - 물체의 X-레이 사진을 찍는 개념
- KS B0001 ‘기계제도’
 - 투상법은 제3각 투상법에 따르는 것을 원칙으로 한다. 다만, 필요한 경우에는 제1각 투상법에 따를 수도 있다.

제 3 각 투상법

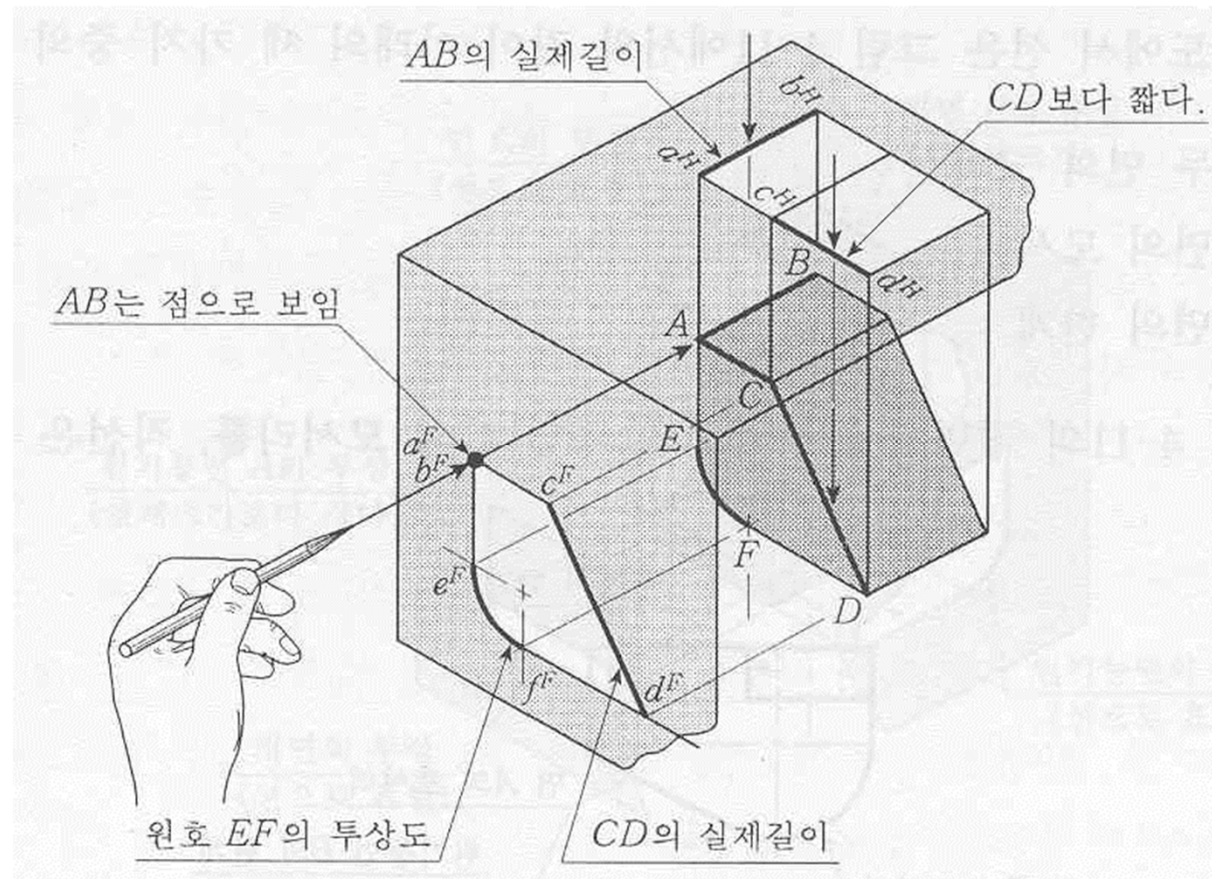


제 1 각 투상법



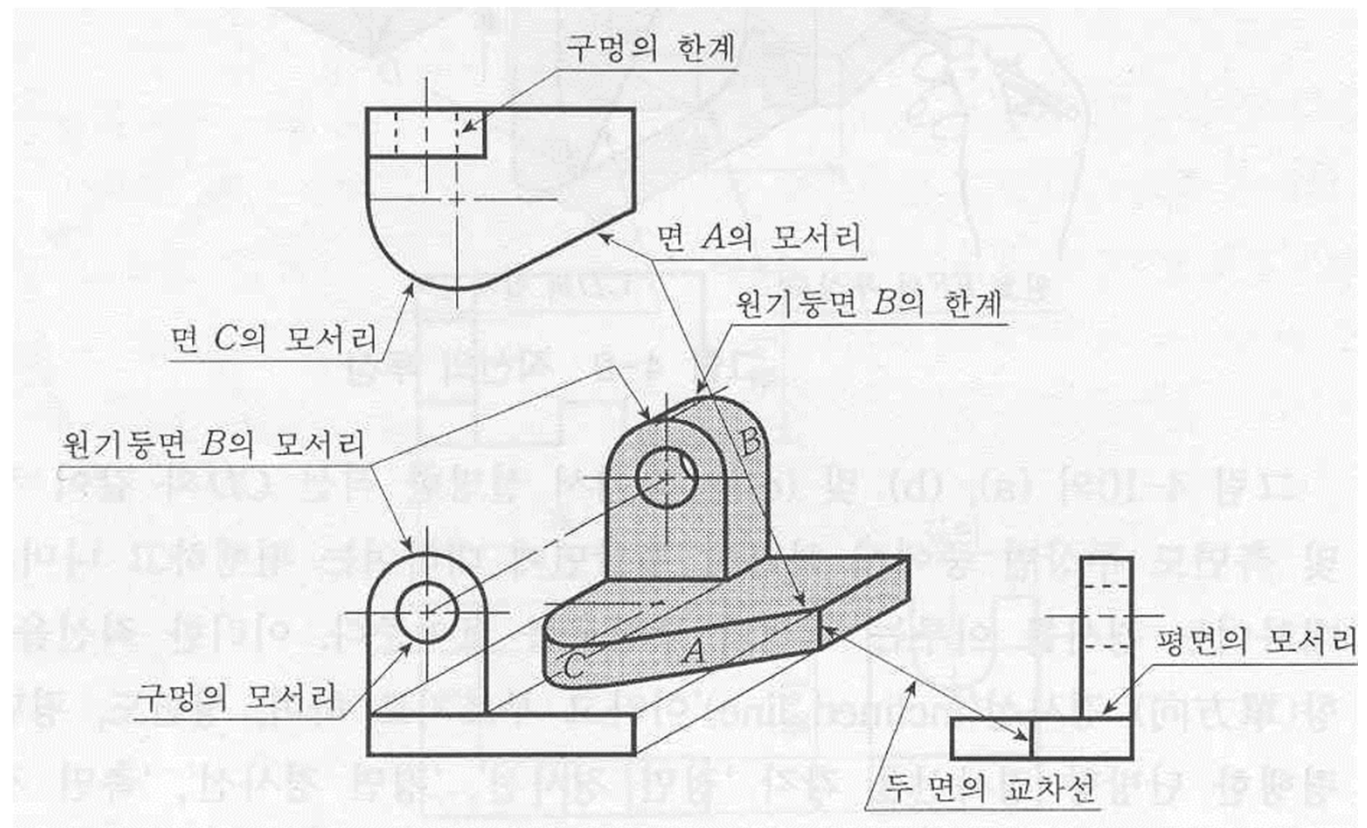
투상도에 의한 선의 표현

- 실제 길이의 직선
- 실제보다 짧은 직선
- 점



투상도에서 선의 의미

- 두면의 교차선
- 면의 모서리
- 면의 한계

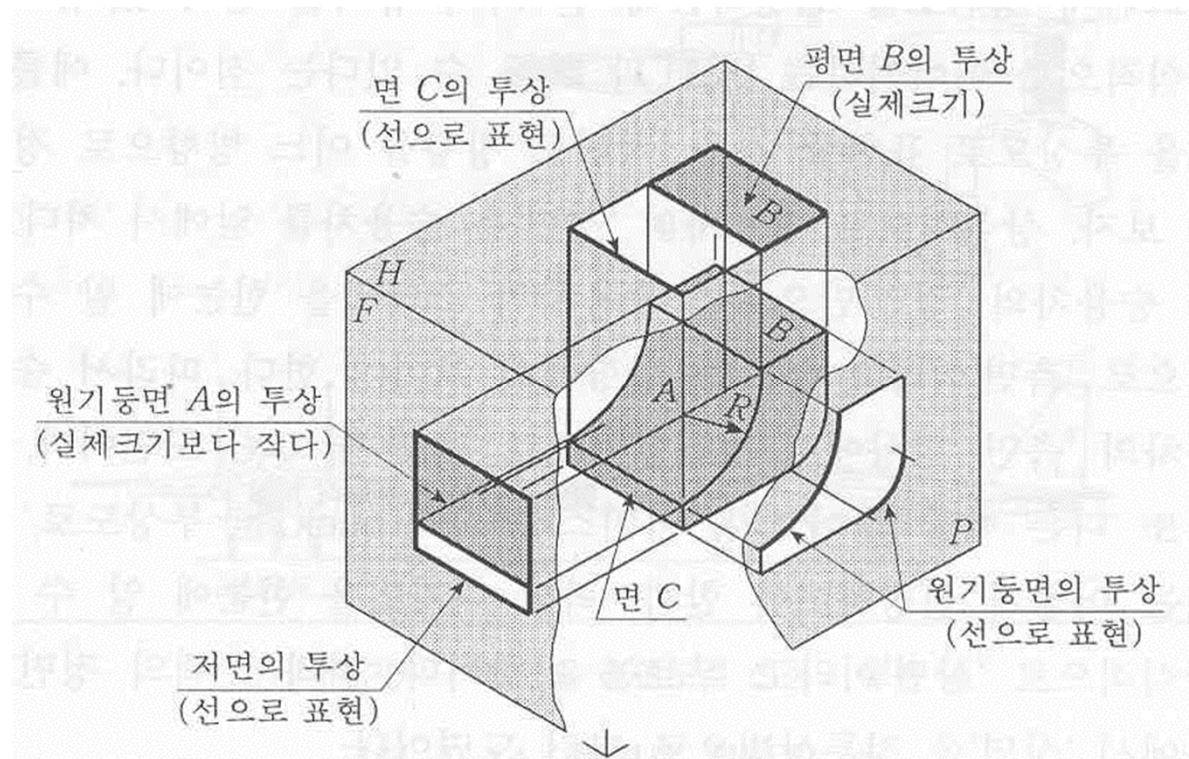


Interpreting Lines

- Lines (solid or dashed) can mean
 - Edge view of surface
 - Intersection of two surfaces
 - Surface limit
- Dashed lines means lines “hidden” in current view
- Centerlines are special, have their own symbol

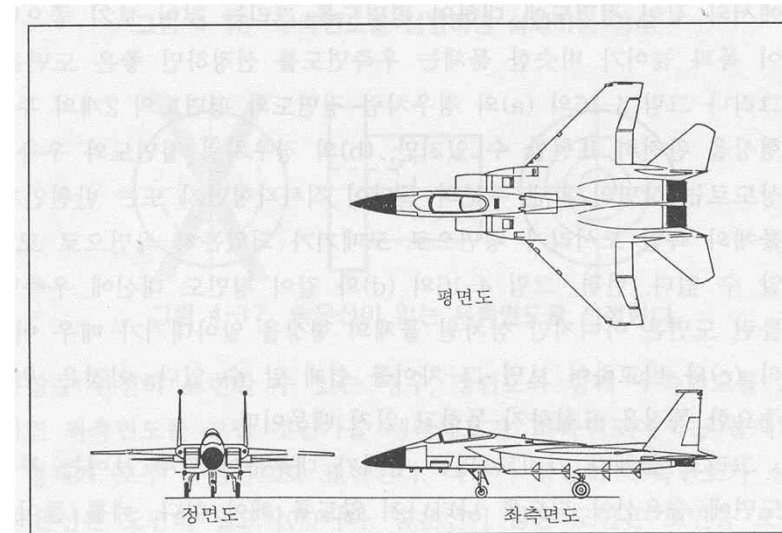
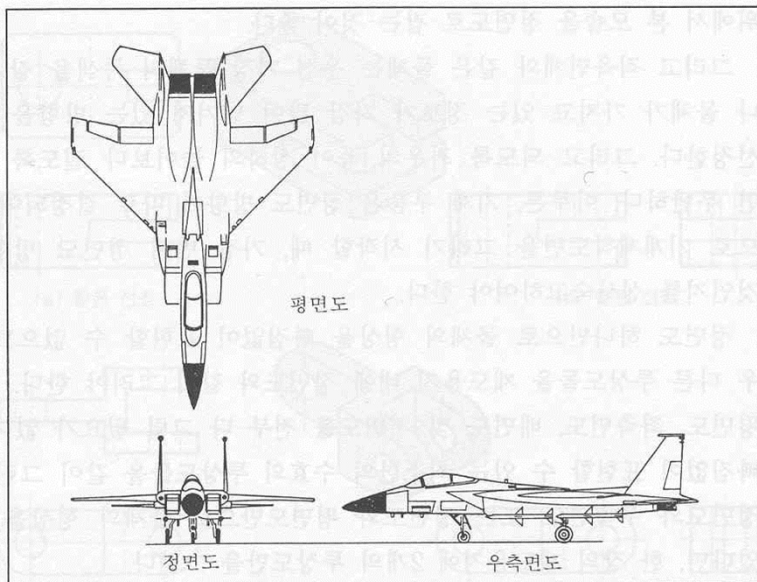
투상도에 의한 면의 표현

- 평면이 하나의 투상면에 평행: 실제 형상
- 평면 또는 원통면이 하나의 투상면에 수직: 선
- 평면이 투상면에 경사: 실제 형상보다 작게



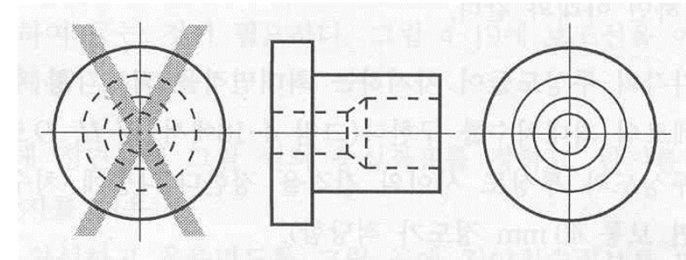
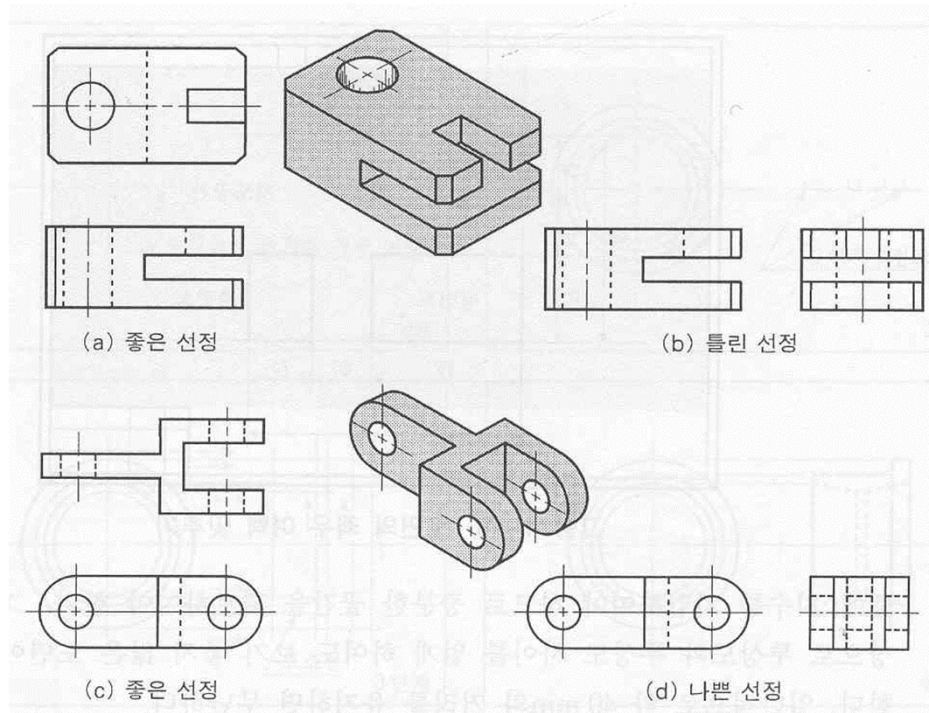
투상도의 선정 (1)

- 정면도 선정: 핵심이 되는 투상도
 - 폭이나 길이 방향의 형상 표현
 - 물체의 중요한 정보를 파악할 수 있는 방향
 - 예: 승용차, 아이스하키 퍽(puck), 사람의 머리



투상도의 선정 (2)

- 물체의 형상을 빠짐없이 표현할 수 있는 최소한의 투상도를 같이 그림
- 물체의 형체 대부분이 모두 보이는 투상도를 선정, 숨은선이 되도록 나타나지 않도록

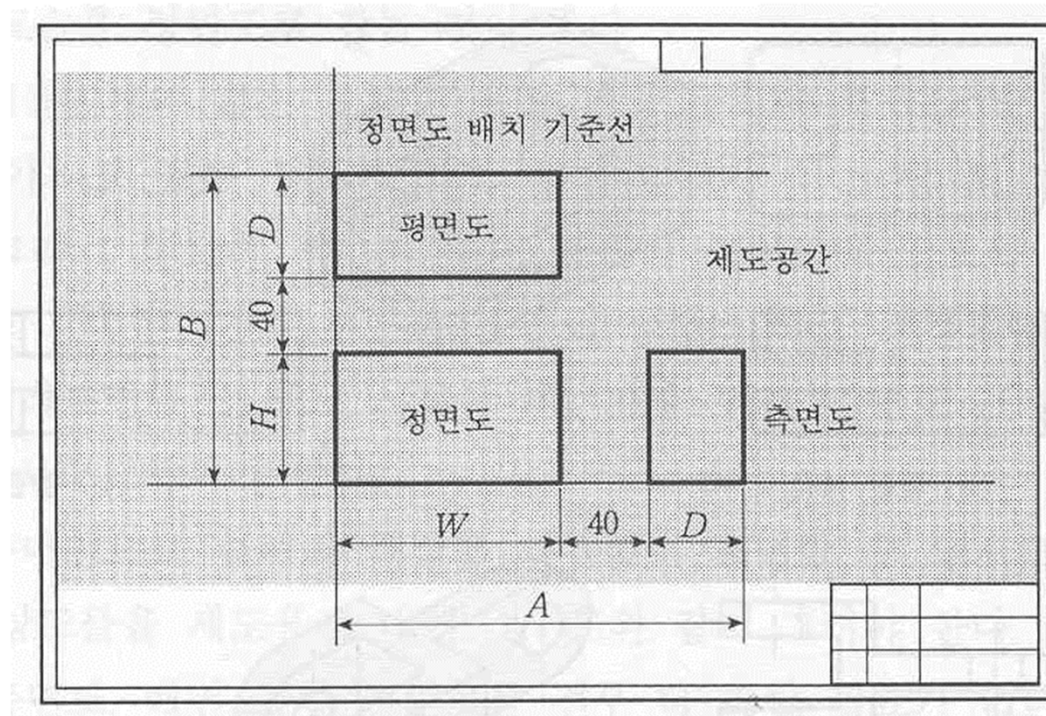


View Selection

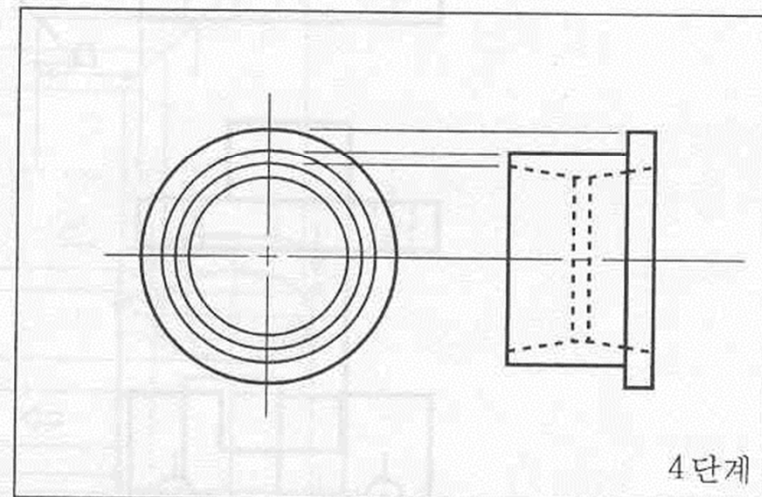
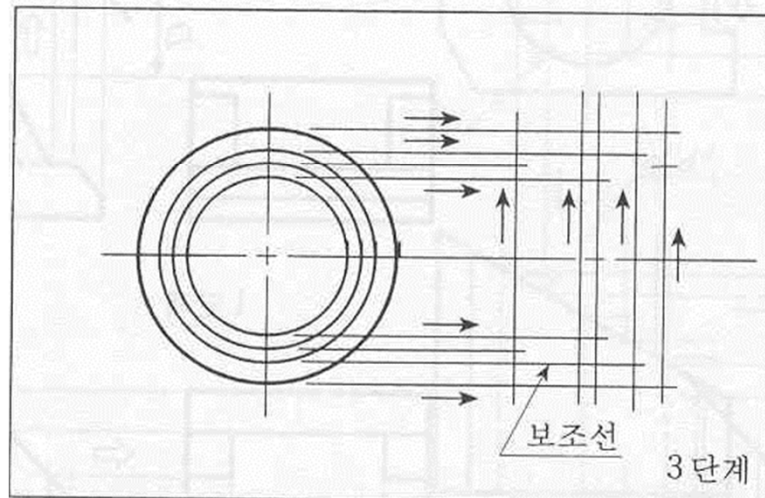
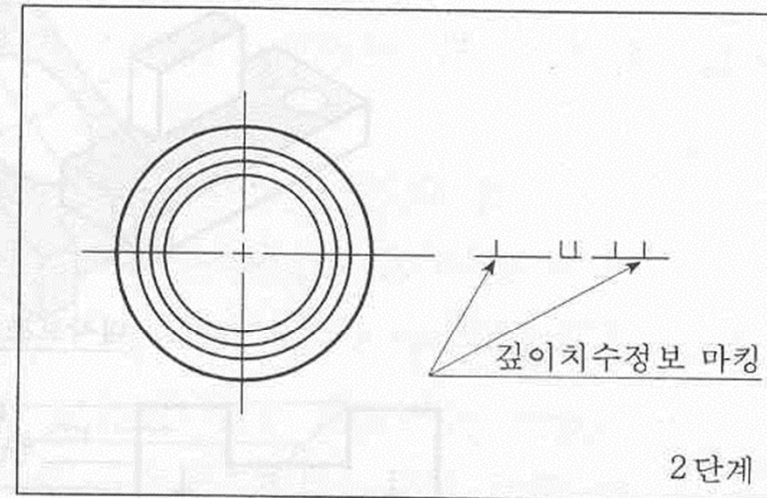
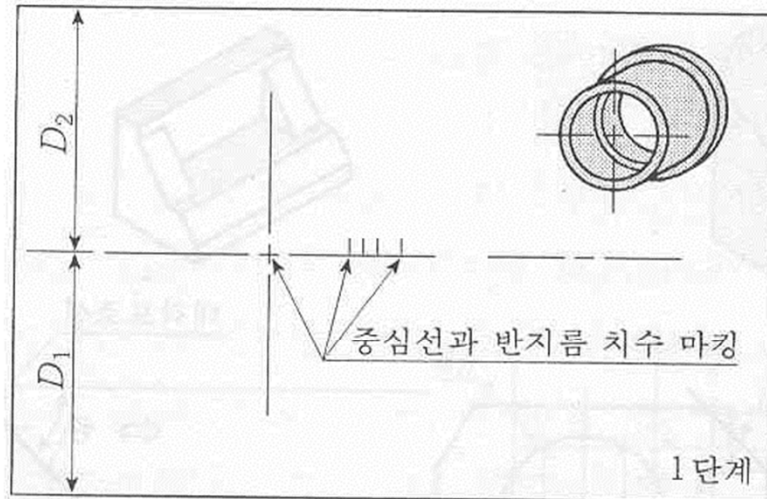
- Non-symmetric parts:
 - Front, side, top
 - Front = largest
- Axially symmetric parts often need only 2 views

투상도의 배치

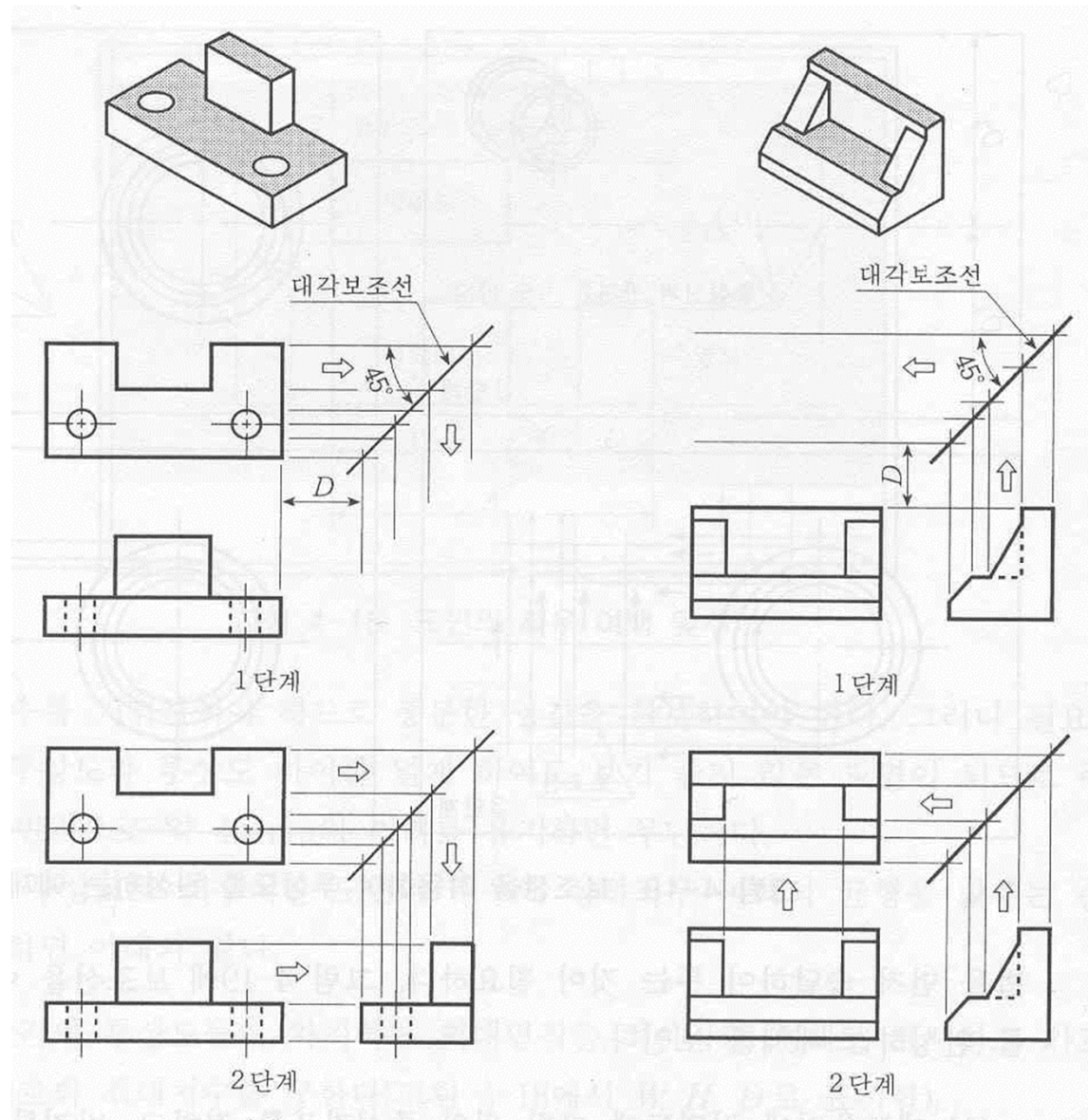
- 각각의 투상도들이 차지하는 최대면적 (W, H, D)
- 투상도 사이의 간격 (40mm)
- 투상도들의 전체면적 (A, B), 척도 → 제도용지 선정



투상도 완성 (보조선)

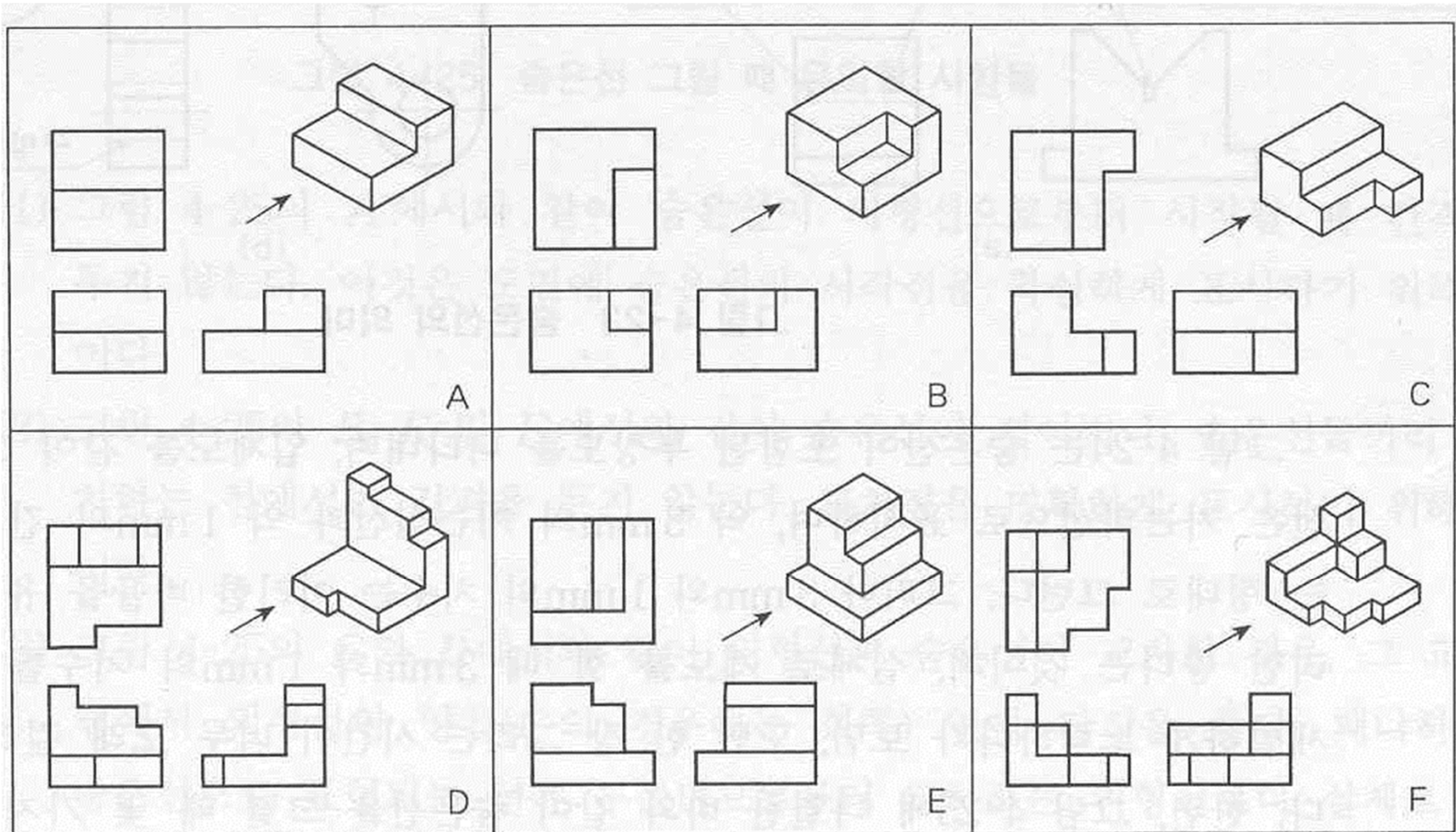


투상도 완성 (대각보조선)



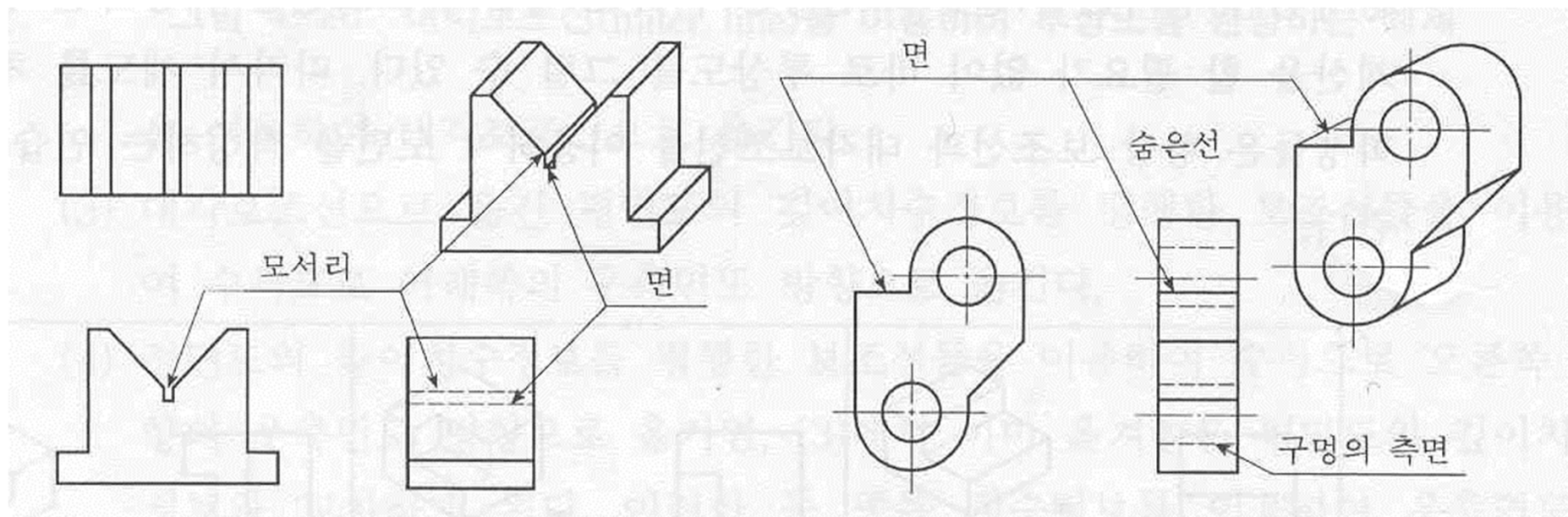
투상면에 평행한 평면

투상면에 평행하고 모든 모서리와 꼭지점이 투상면에서 모두 보이는 물체들의 투상도

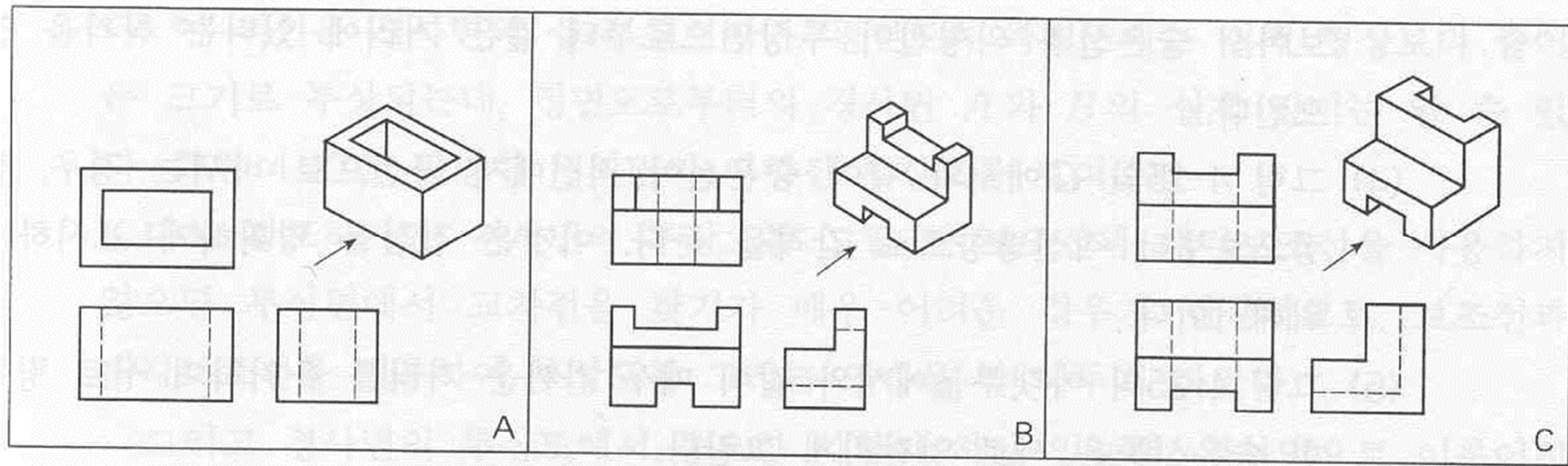


숨은선의 의미

- 기계부품은 형상이 복잡하여 투상면으로부터 보이지 않는 형체가 많음
- 숨은선으로 표현: 필요악(?)
- 숨은선을 최소화하기 위하여 단면도 사용

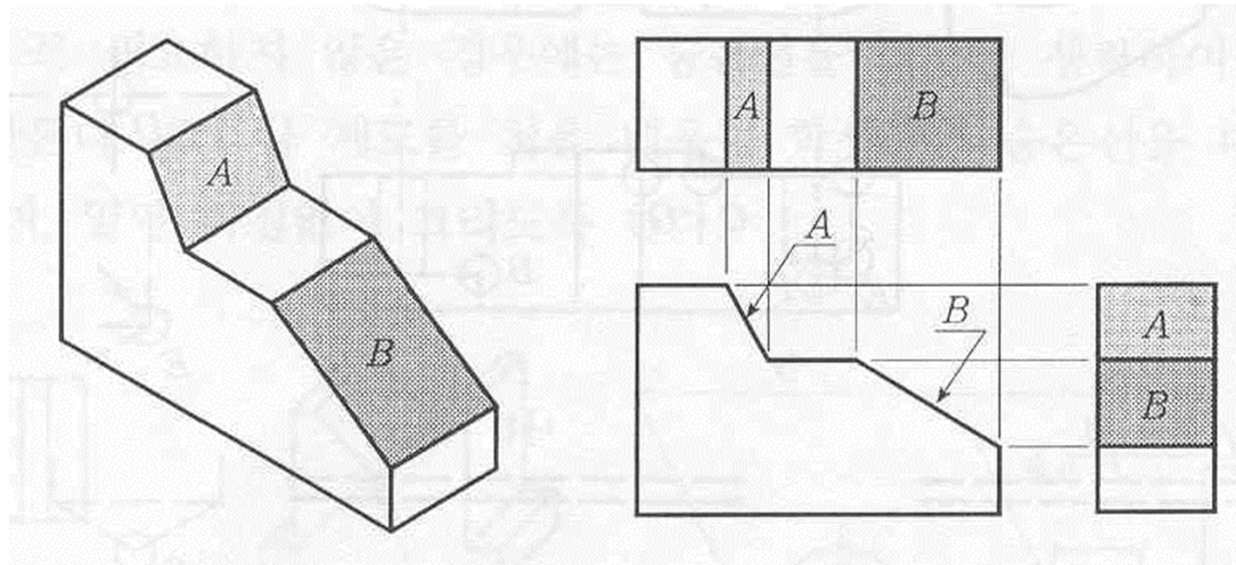


투상면에서 보이지 않는 평면

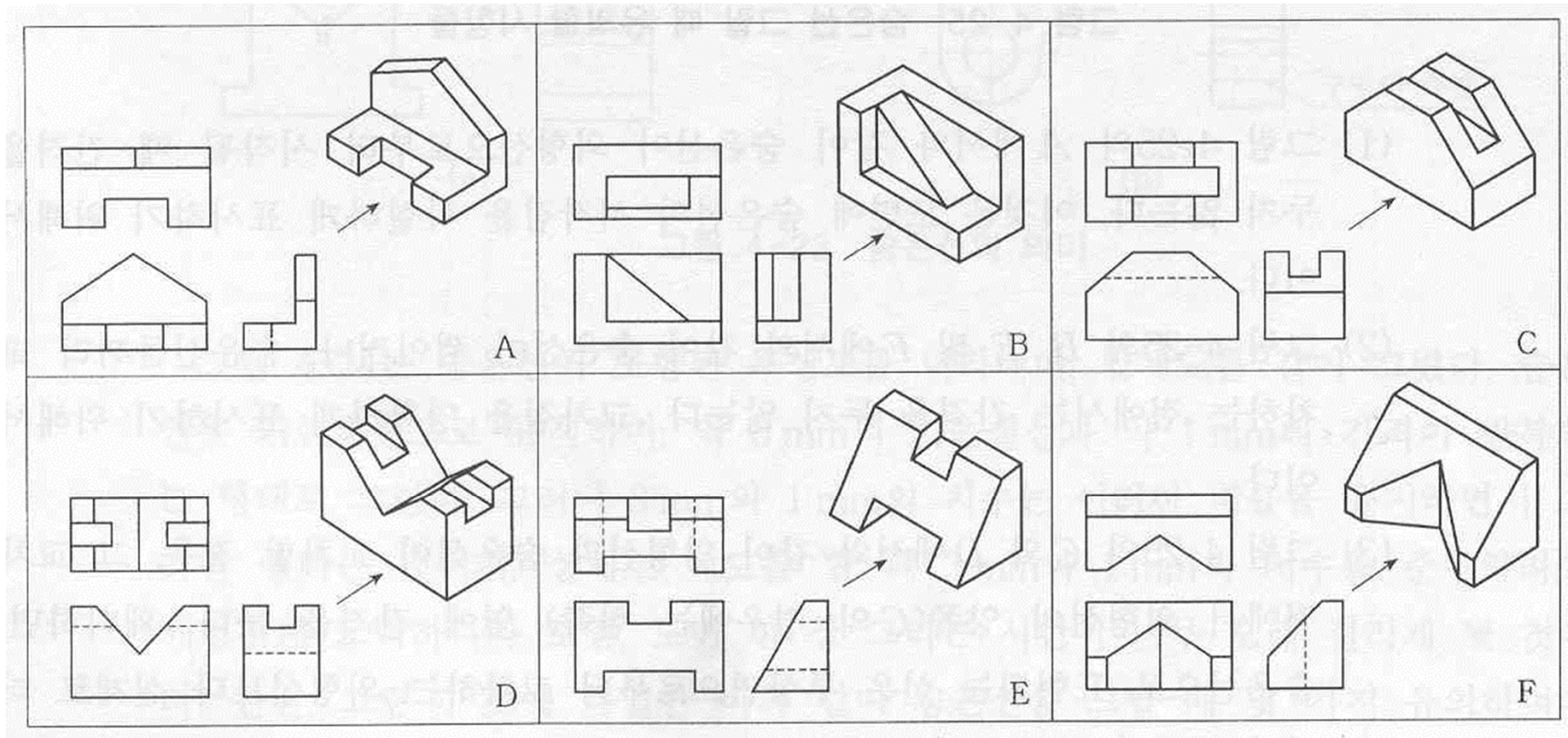


단방향 경사면 (1)

- 평면이 2개의 투상면에 대하여 평행이 아니고, 하나의 투상면에 대하여 직각인 경사면
- 어느 투상면에서도 실제 형상이 투상되지 않음
 - 평행이 아닌 2개의 투상면: 실제 형상보다 작게 투상
 - 수직인 하나의 투상면: 직선으로 투상

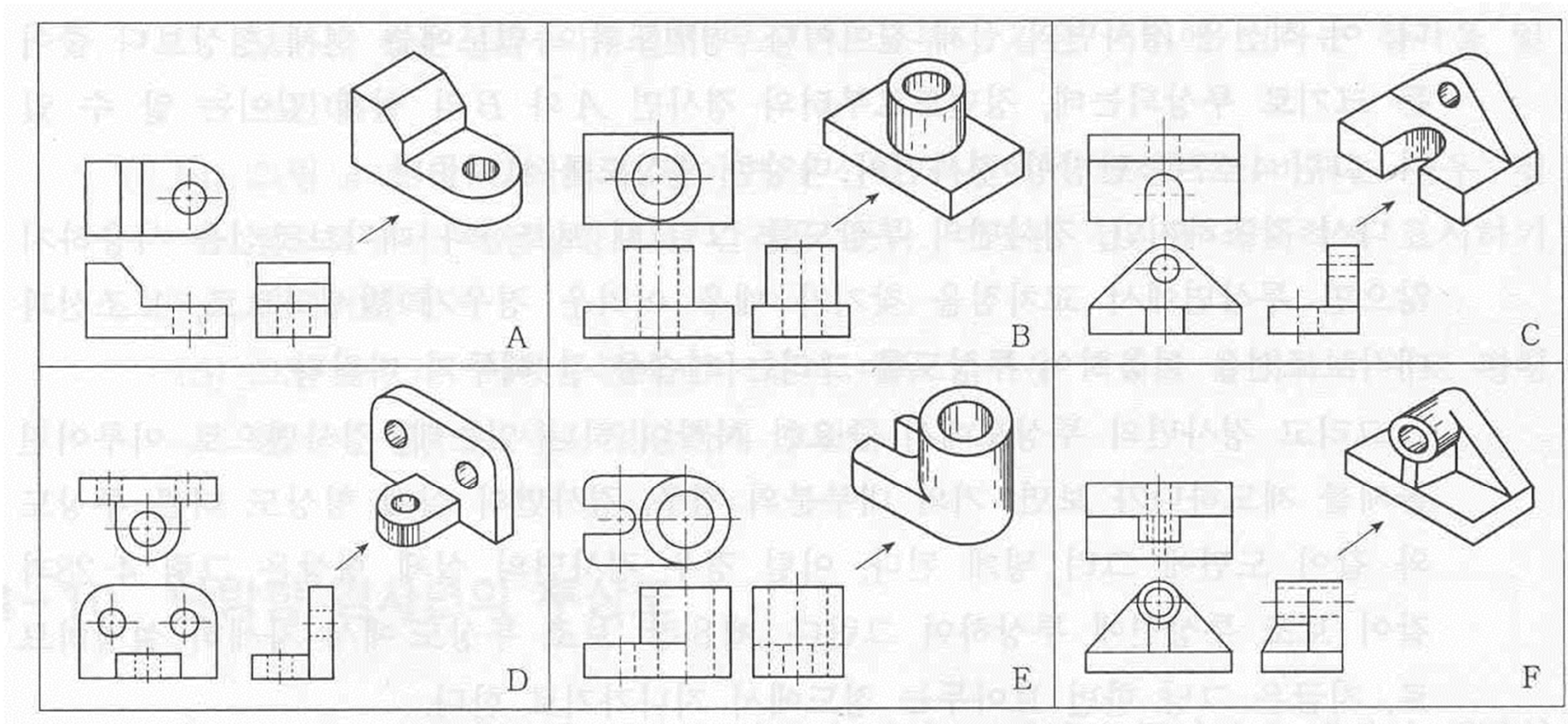


단방향 경사면 (2)



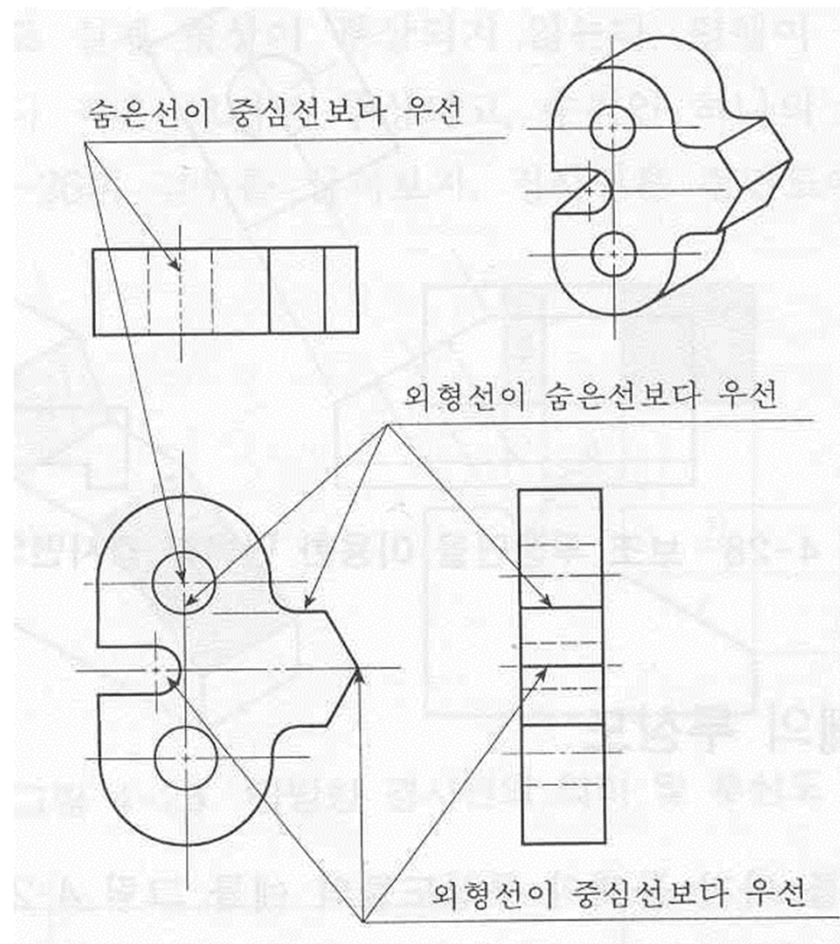
원형 형체

- 원기둥 형체: 원/직선

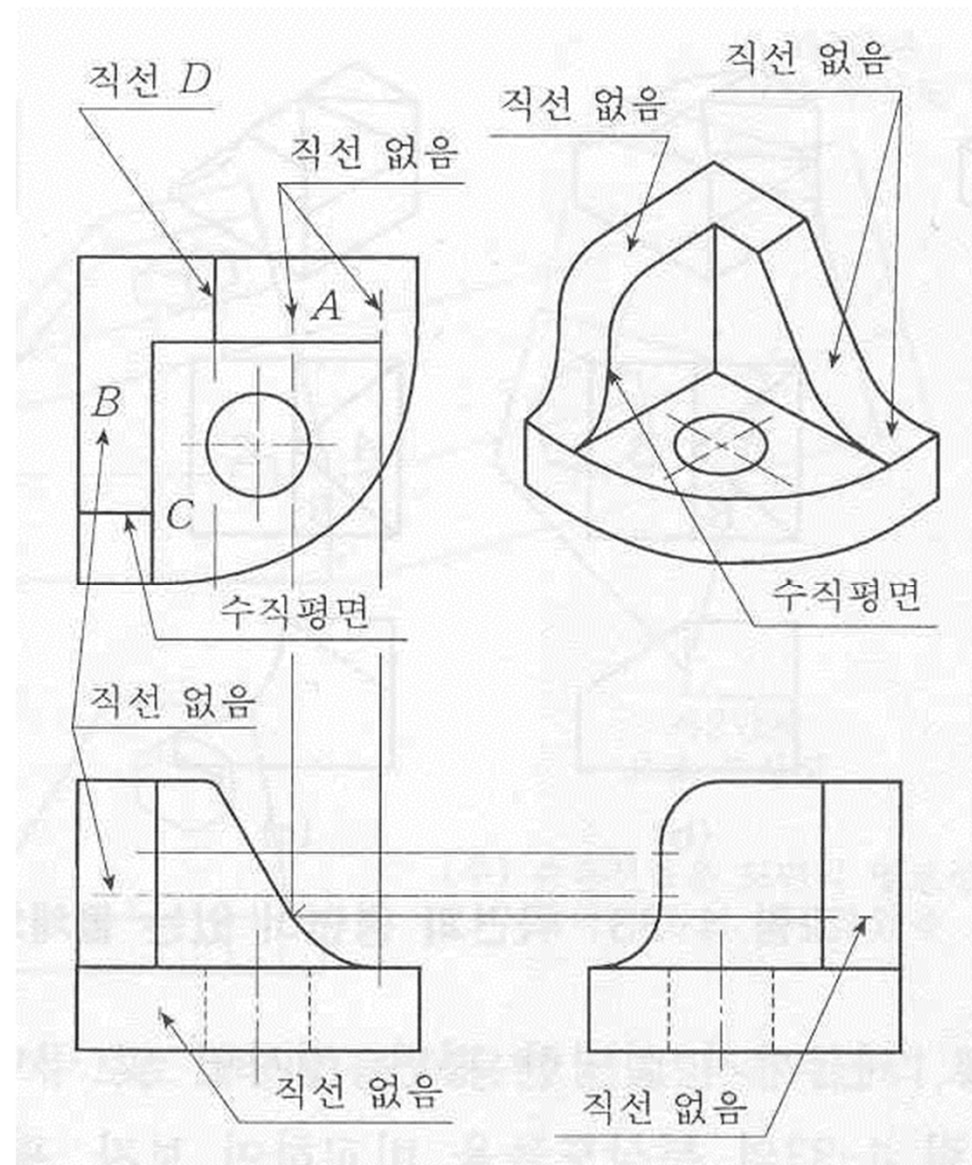


우선순위

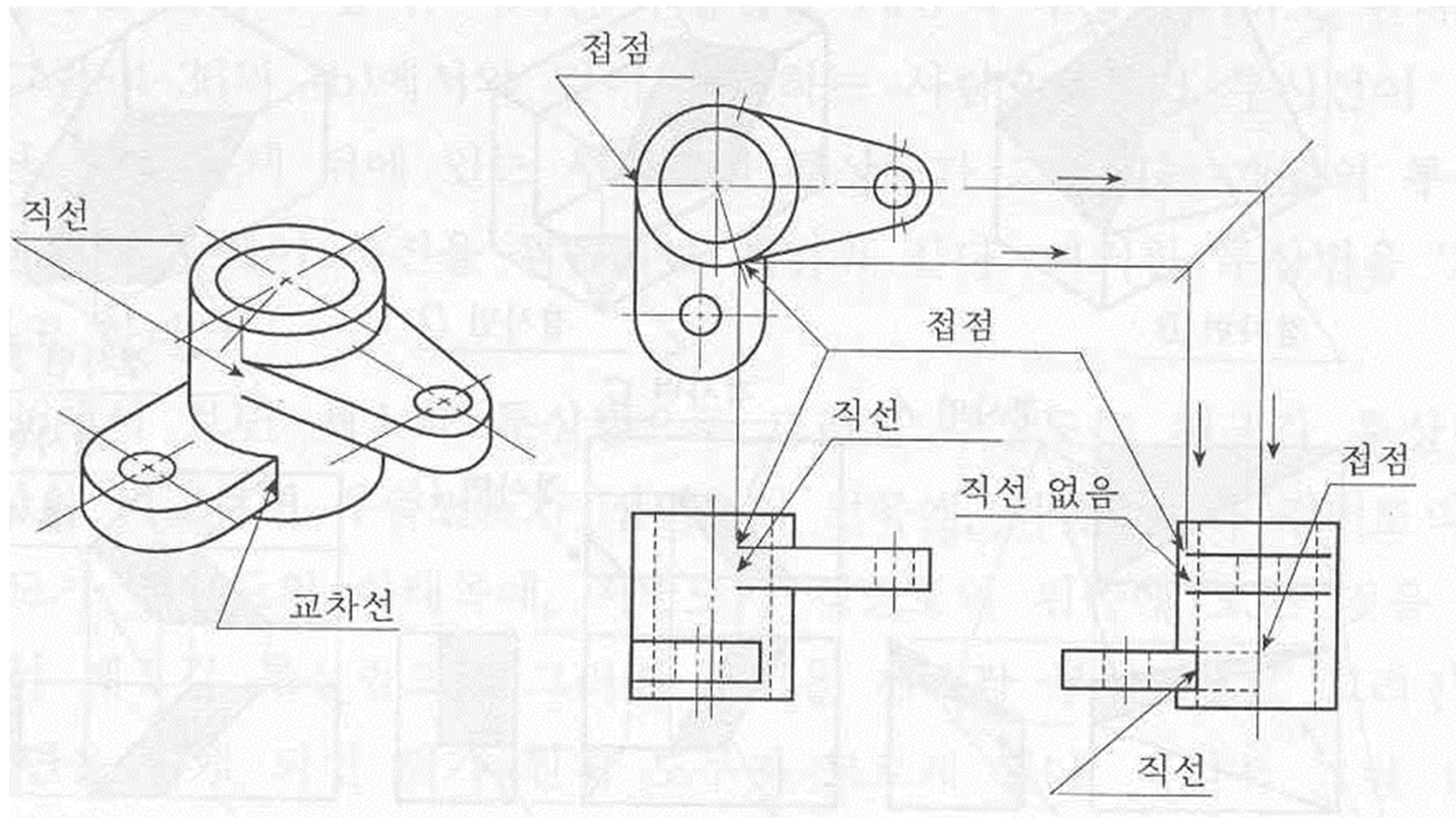
- 외형선 > 숨은선 > 중심선



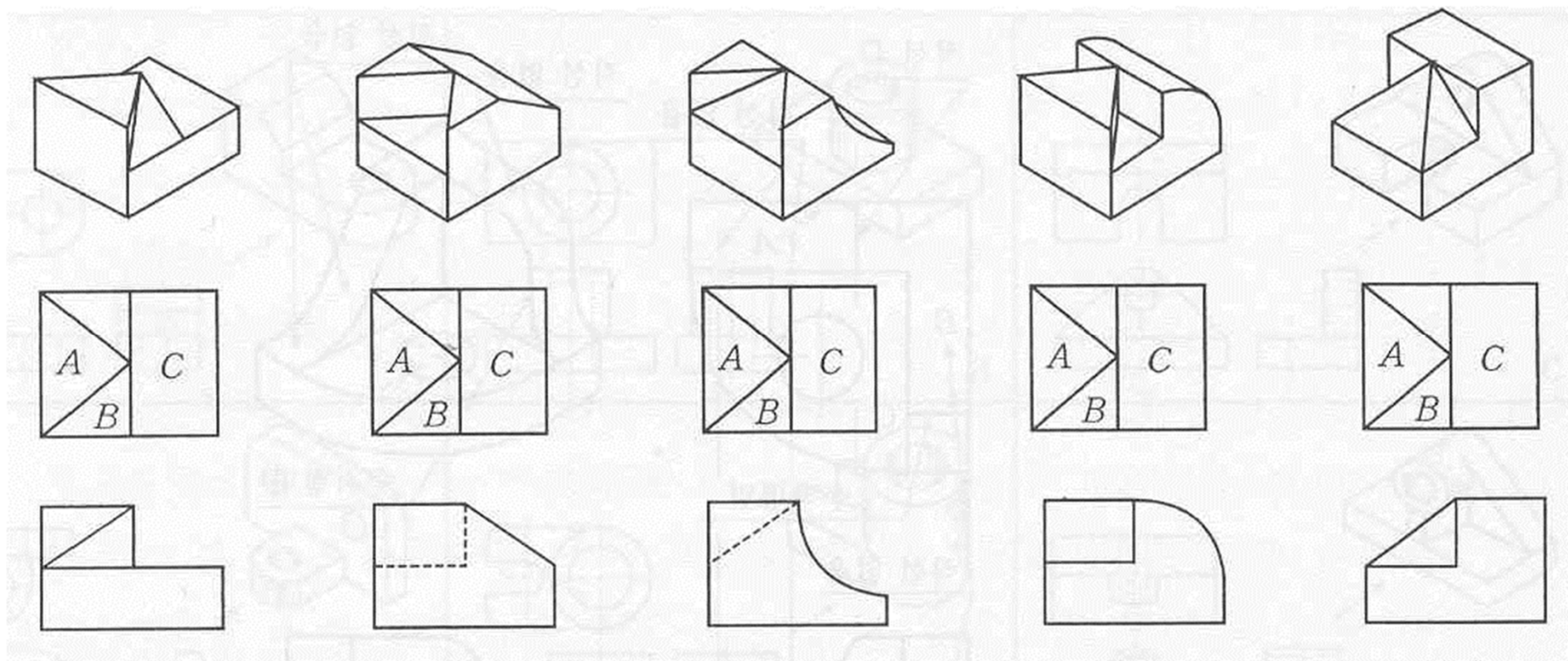
곡면과 평면이 접하는 부분 (1)



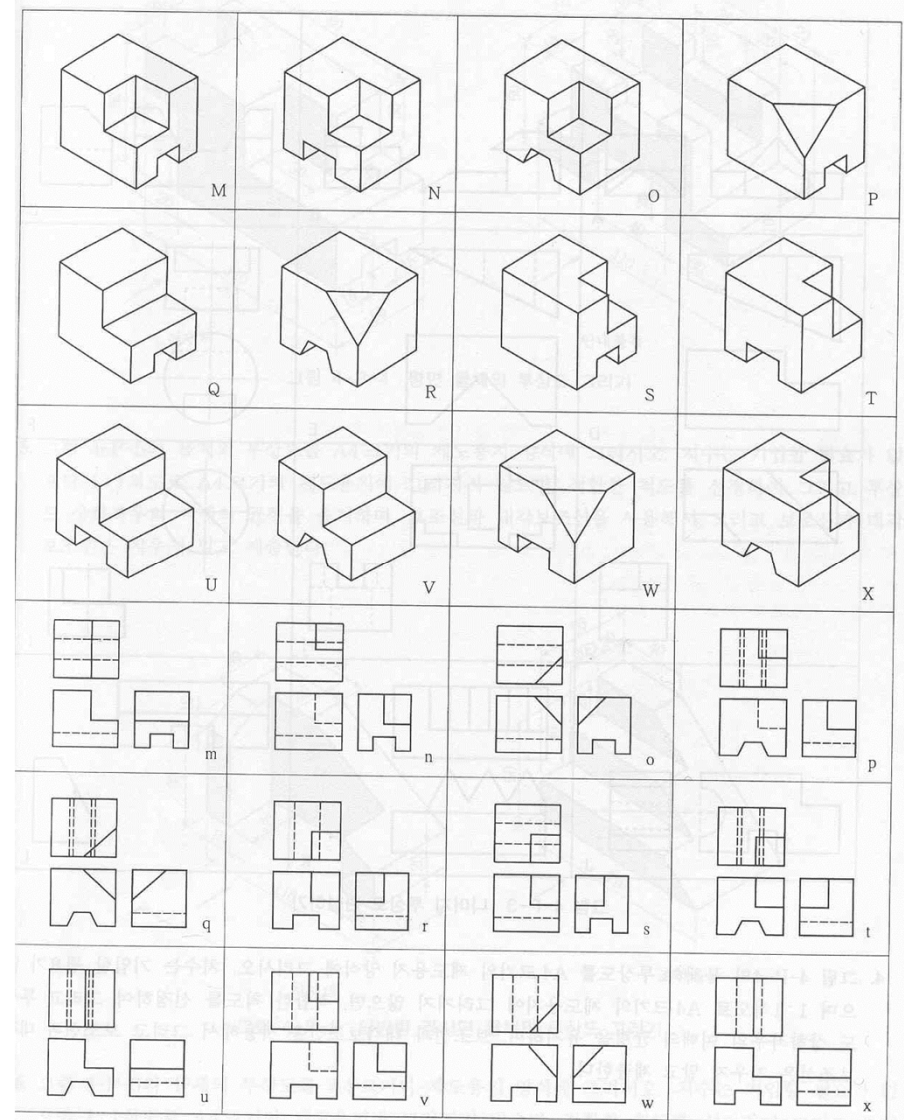
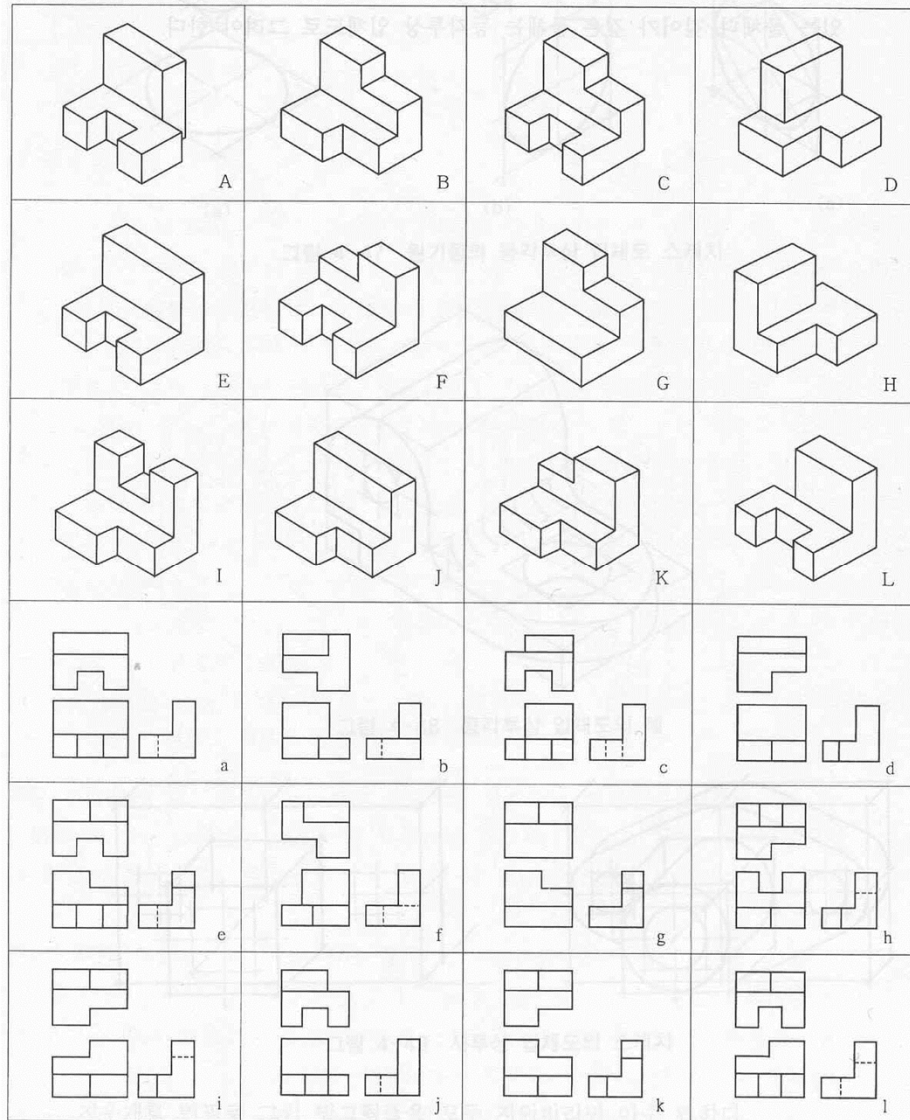
곡면과 평면이 접하는 부분 (2)



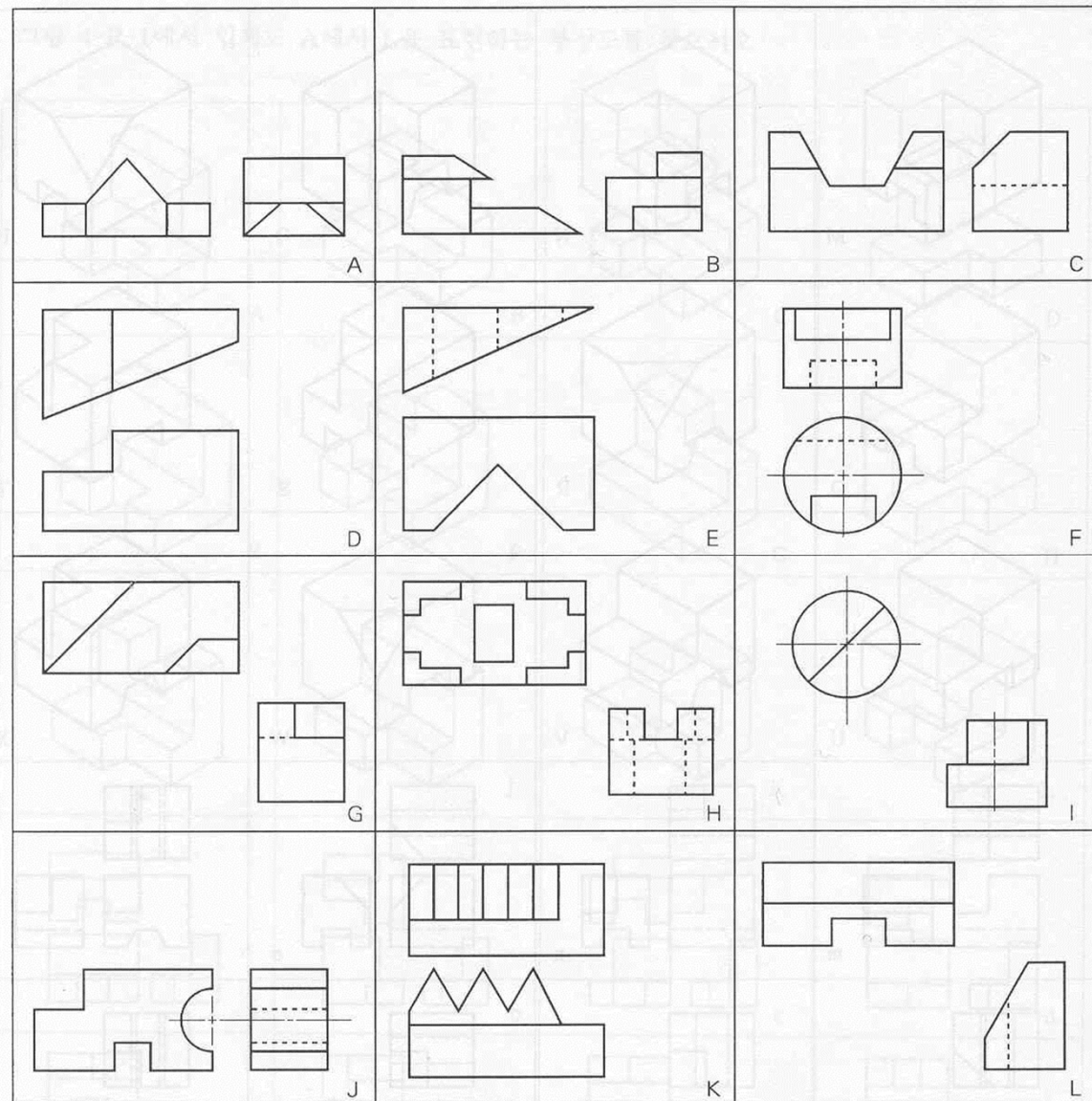
곡면과 평면이 있는 물체



연습문제 (입체도/투상도 찾기)

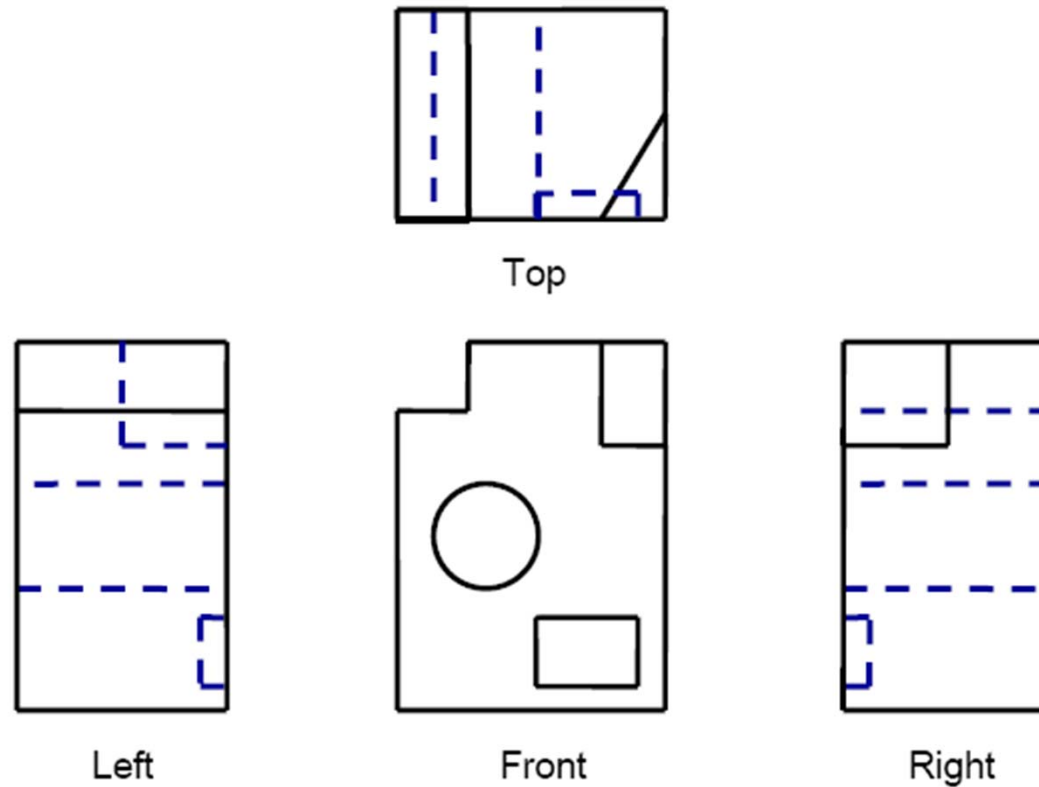


연습문제 (나머지 투상도)



연습문제

- Make an isometric sketch of the object depicted in the following orthographic projections



연습문제

- Sketch (the) three principal views of the following object

