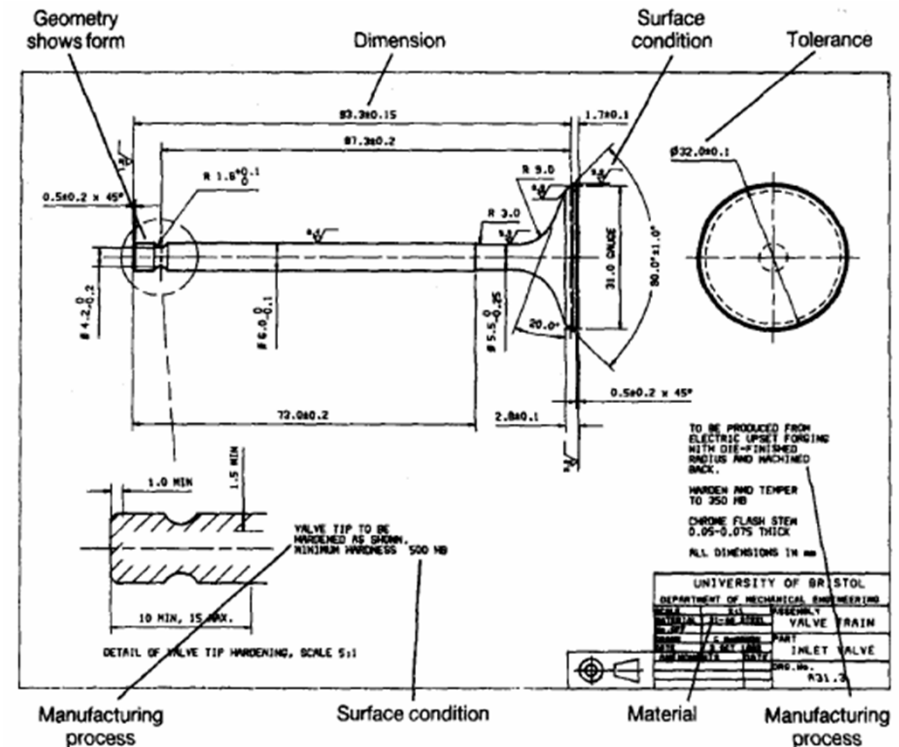


CAD Fundamentals

- 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

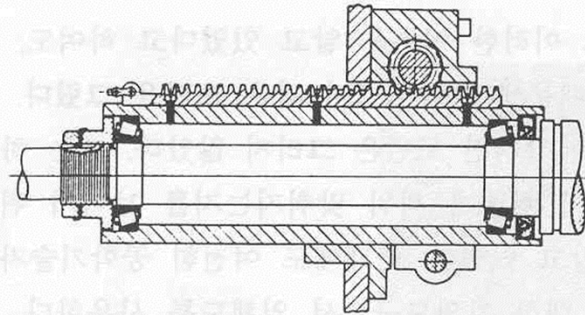
목 차

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

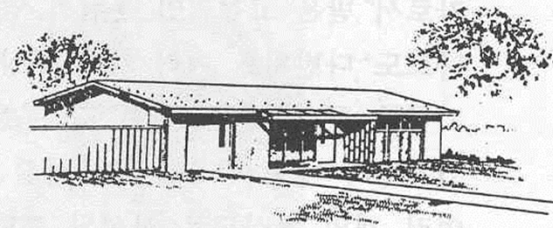
서론

- 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

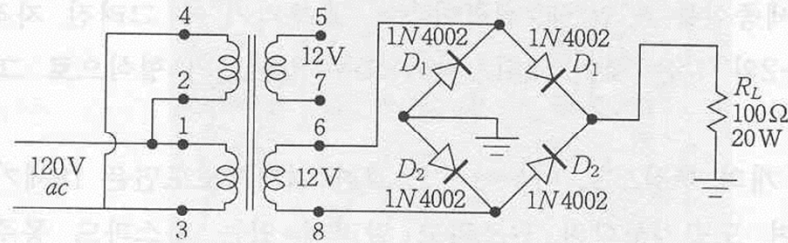
기술분야 도면의 종류



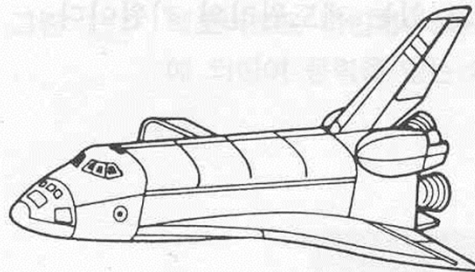
(a) 기계제작도면



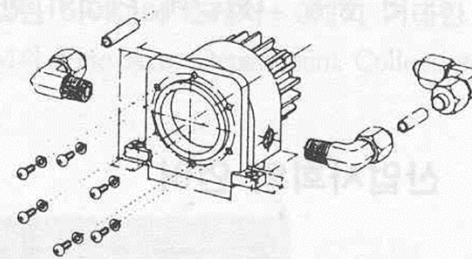
(b) 건축도면



(c) 전기회로도면



(d) 항공공학분야 도면



(e) TI (technical illustration) 도면

제도표준

- 한국산업(KS)규격®: 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

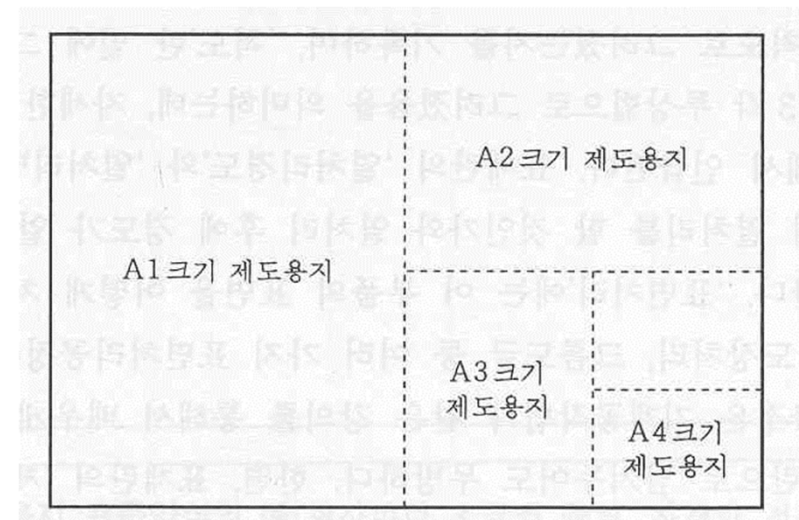
기계제도관련 KS규격들

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 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			

굵은선: 0.5~0.8 mm
가는선: 0.3~0.5 mm

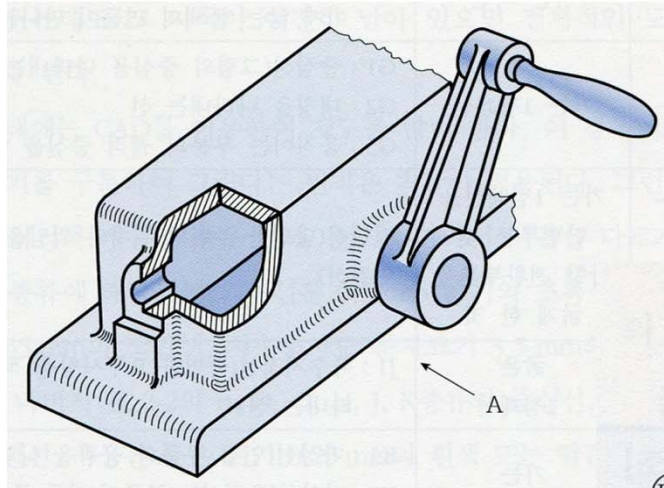
선의 형태

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

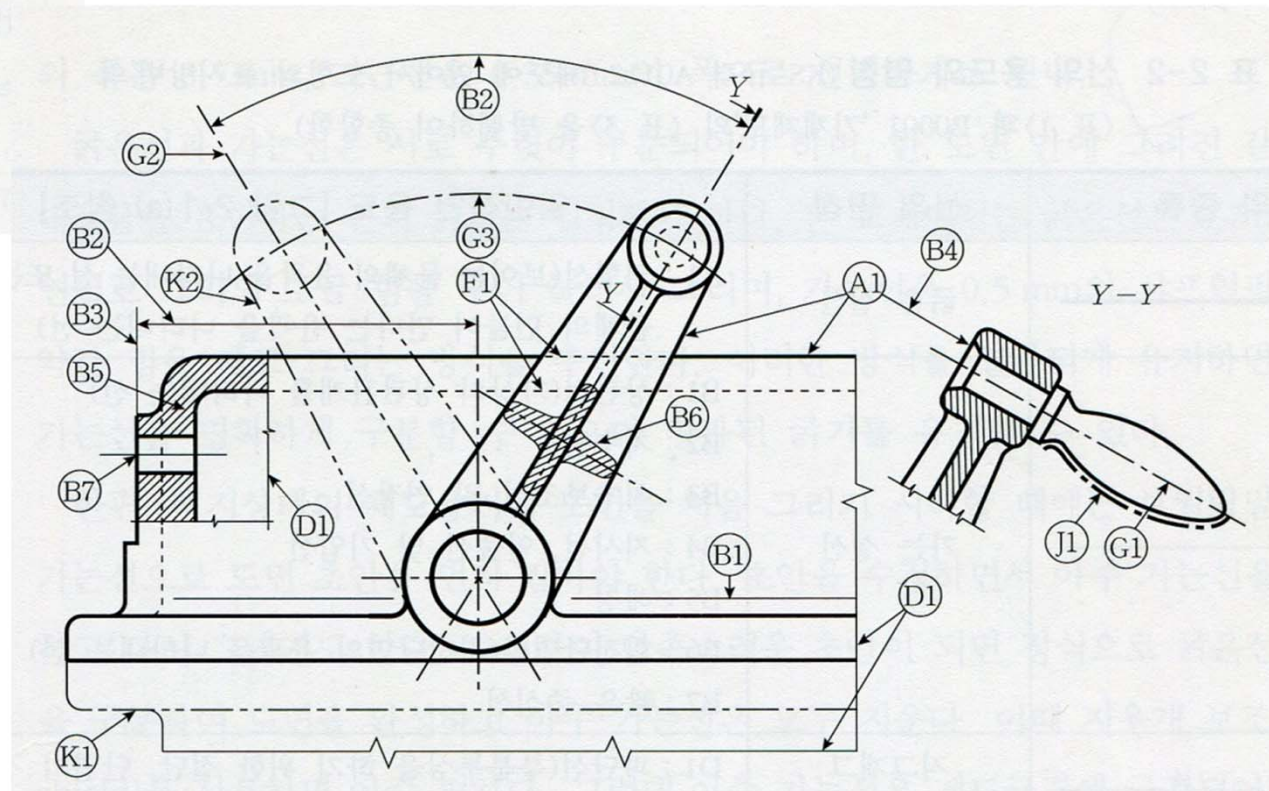
KS 규격 A0109에서 의 번호	선의 명칭	형 태	설 명
01	실선		연속된 선
02	파선		일정한 간격으로 짧은 선의 요소가 규칙적으로 반복되는 선(되도록 3 mm 짧은선, 1 mm 간격, 3 mm 짧은선, 1 mm 간격의 비율로 그림)
08	1긴점 긴 쇄선 (보통 '1점쇄선' 이라고 함)		장단 2종류의 길이의 선의 요소가 번갈아 반복되는 선(되도록 긴선, 1 mm 간격, 3 mm 짧은 선, 1 mm 간격, 긴 선의 비율로 그림)
09	2긴점 긴 쇄선 (보통 '2점쇄선' 이라고 함)		장단 2종류의 길이의 선의 요소가 장, 단,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

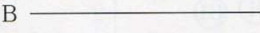
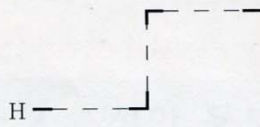
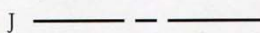


입체도



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)

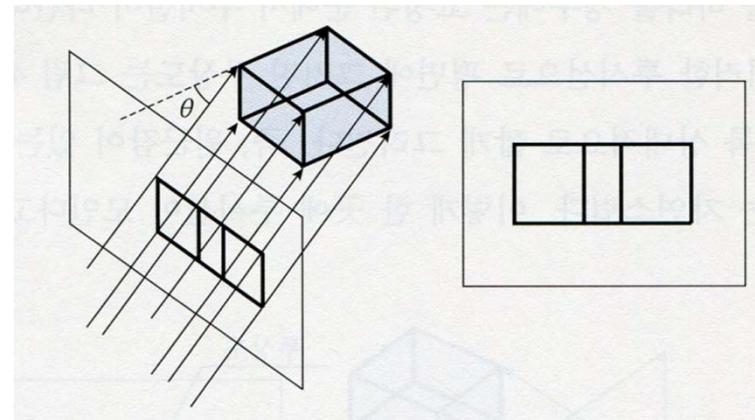
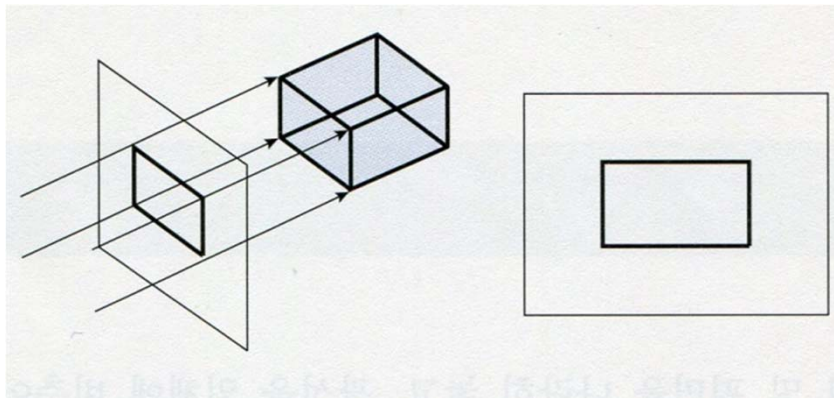
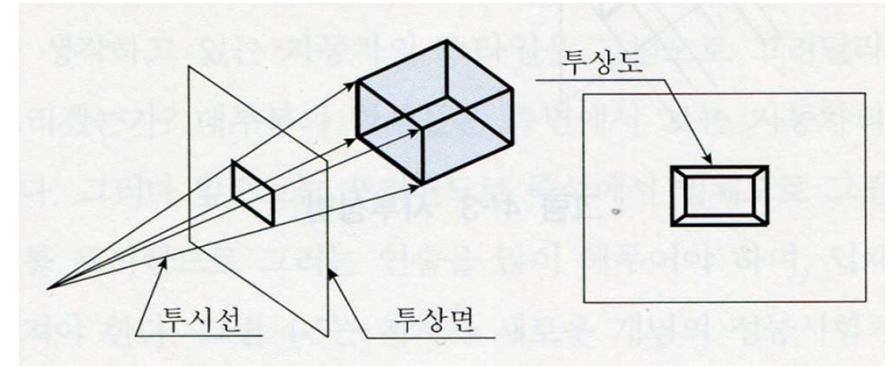
- 투상법과 입체도
- 투상도
- 제3각법과 제1각법
- 투상도의 표시방법
- 투상법칙: 선과 면의 분석
- 입체의 투상도
- 입체도 그리기

투상법 (projection)

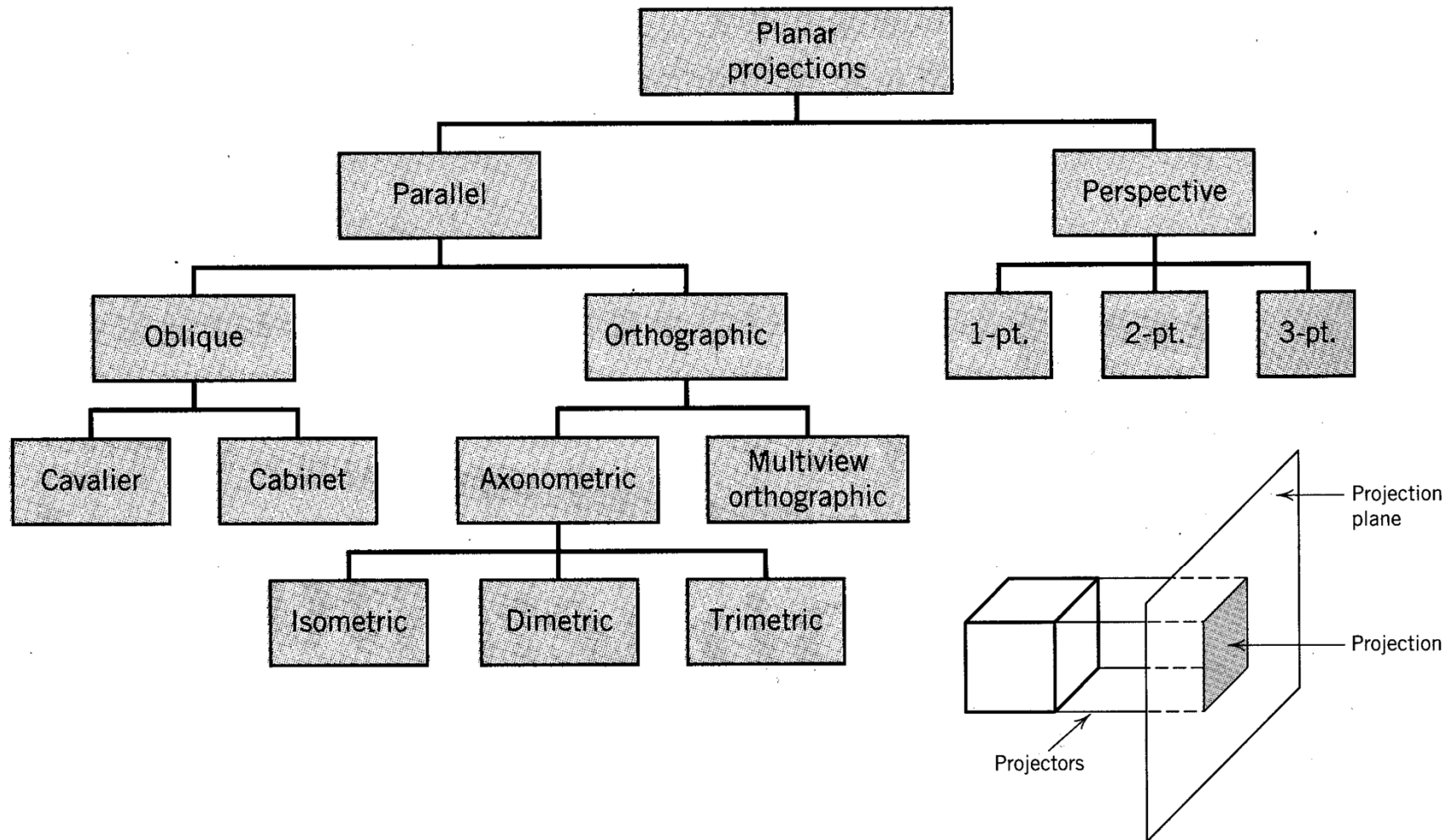
- 광원, 입체 및 평면을 나란히 놓고 광선을 입체에 비추어 평면에 옮겨진 그림으로 입체를 표시하는 화법
 - 광선에 해당되는 선: 투상선, 투시선
 - 그림이 옮겨지는 평면: 투상면
 - 투상면에 그려진 그림: 투상도

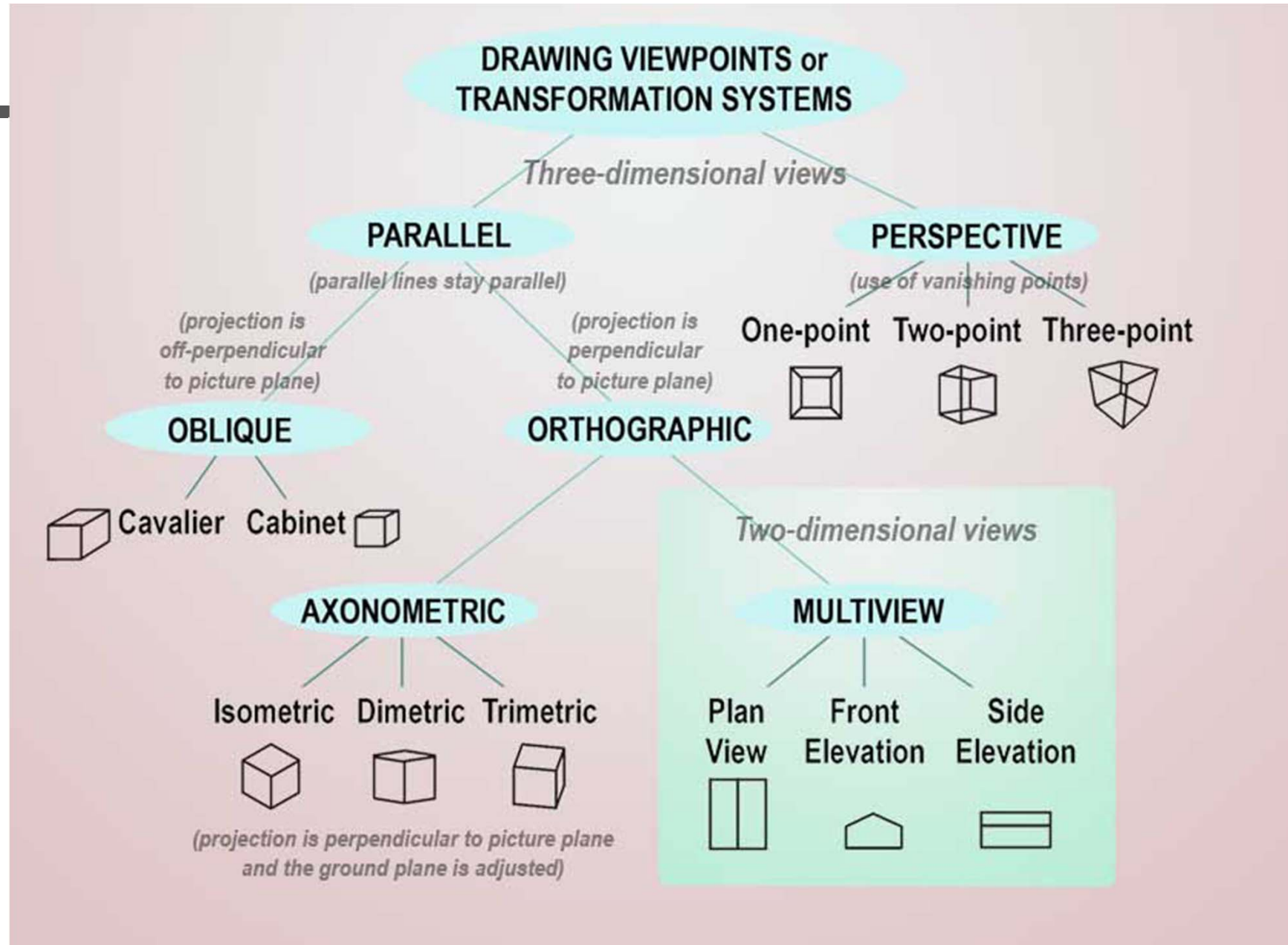
투상법 종류: 투시선 기준

- 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)



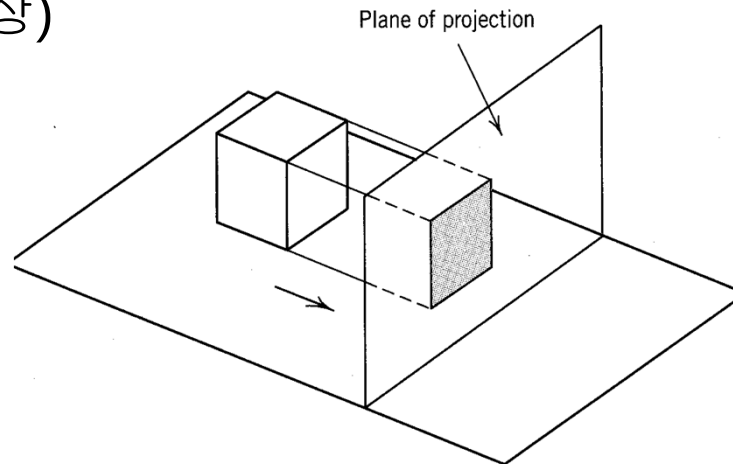
Planar Projections





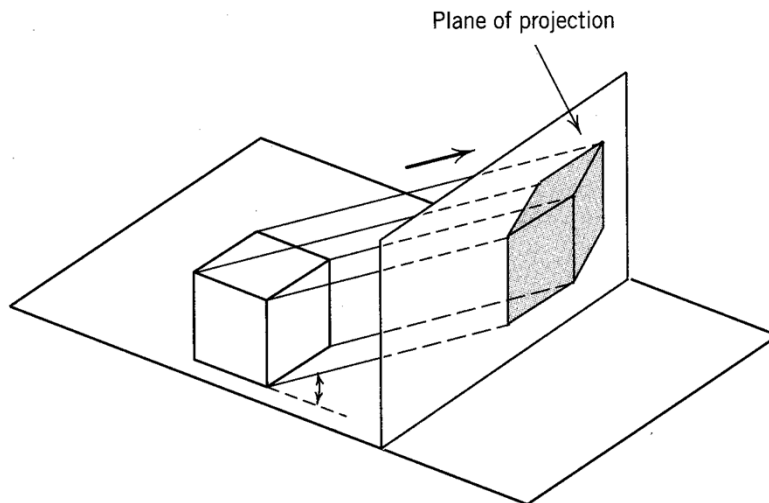
Parallel Projection

■ Orthographic (정 투상)

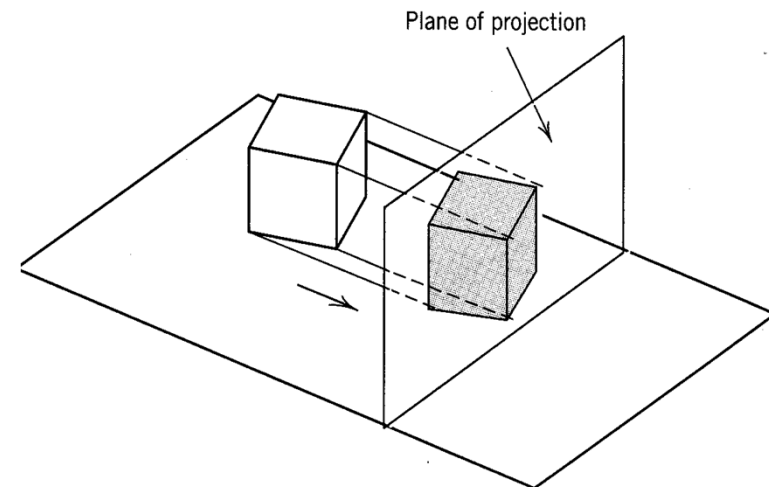


■ Oblique (경사 투상)

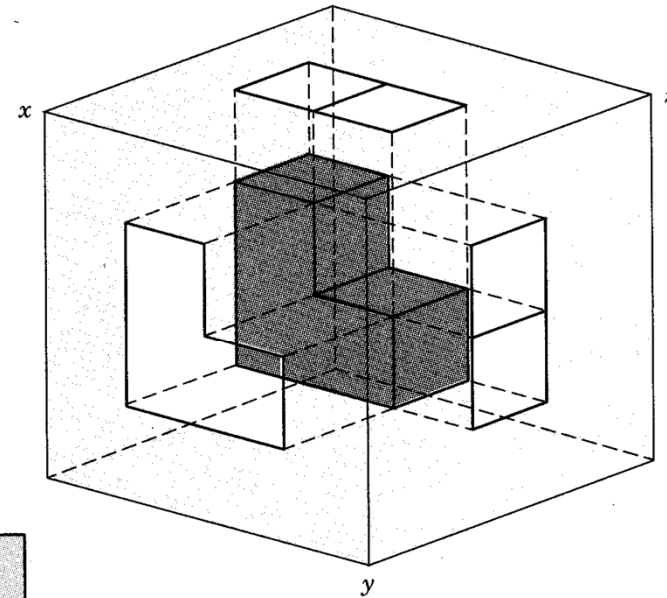
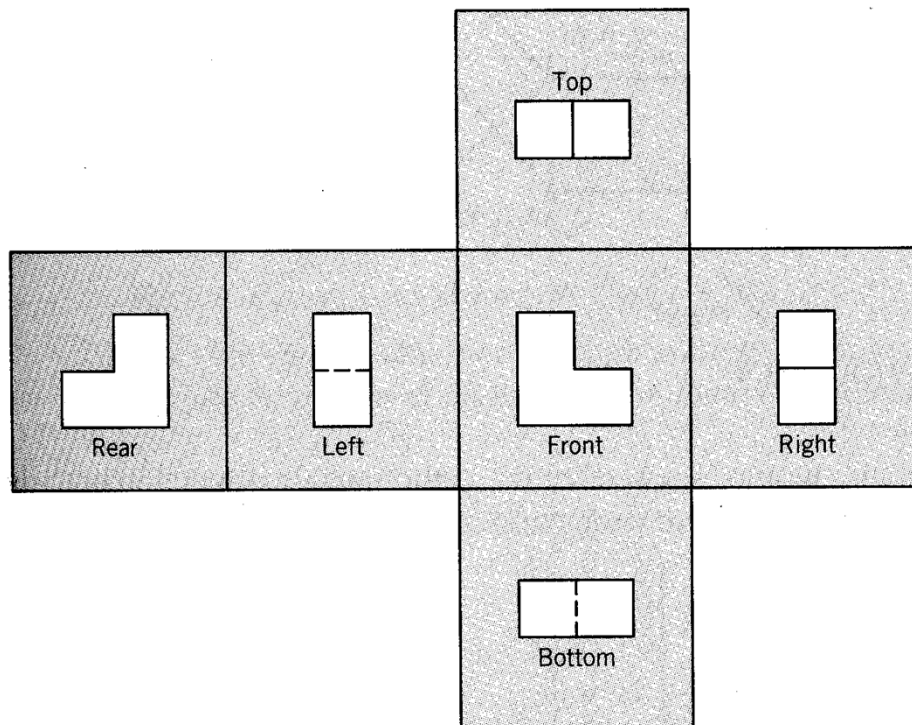
FIGURE 2-4 Orthographic projection



■ Axonometric (각 투상)

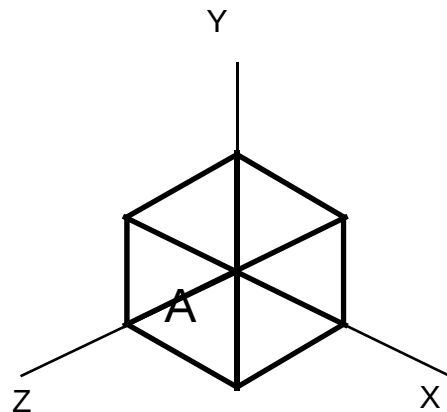


Multi-view Orthographic Projections

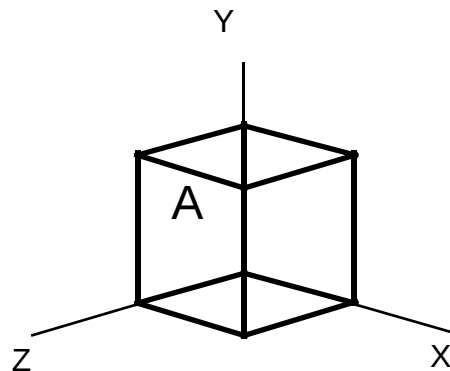


Axonometric Projections

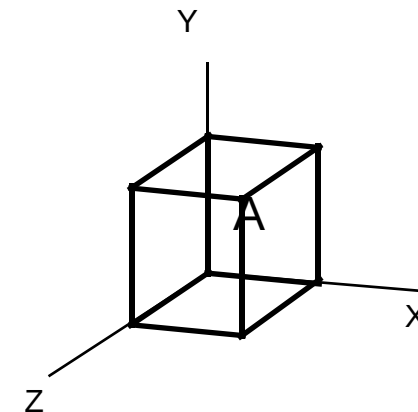
Type	Angle between axis images	Example viewpoint	Example of corresponding	
			y rotation	x rotation
Isometric	All equal (120°)	(1, 1, 1)	- 45°	35.264°
Dimetric	Any two equal	1, 1, any z	- 45°	Any
Trimetric	None equal	Any x, y, z	Any	Any



Isometric
(equal measure)

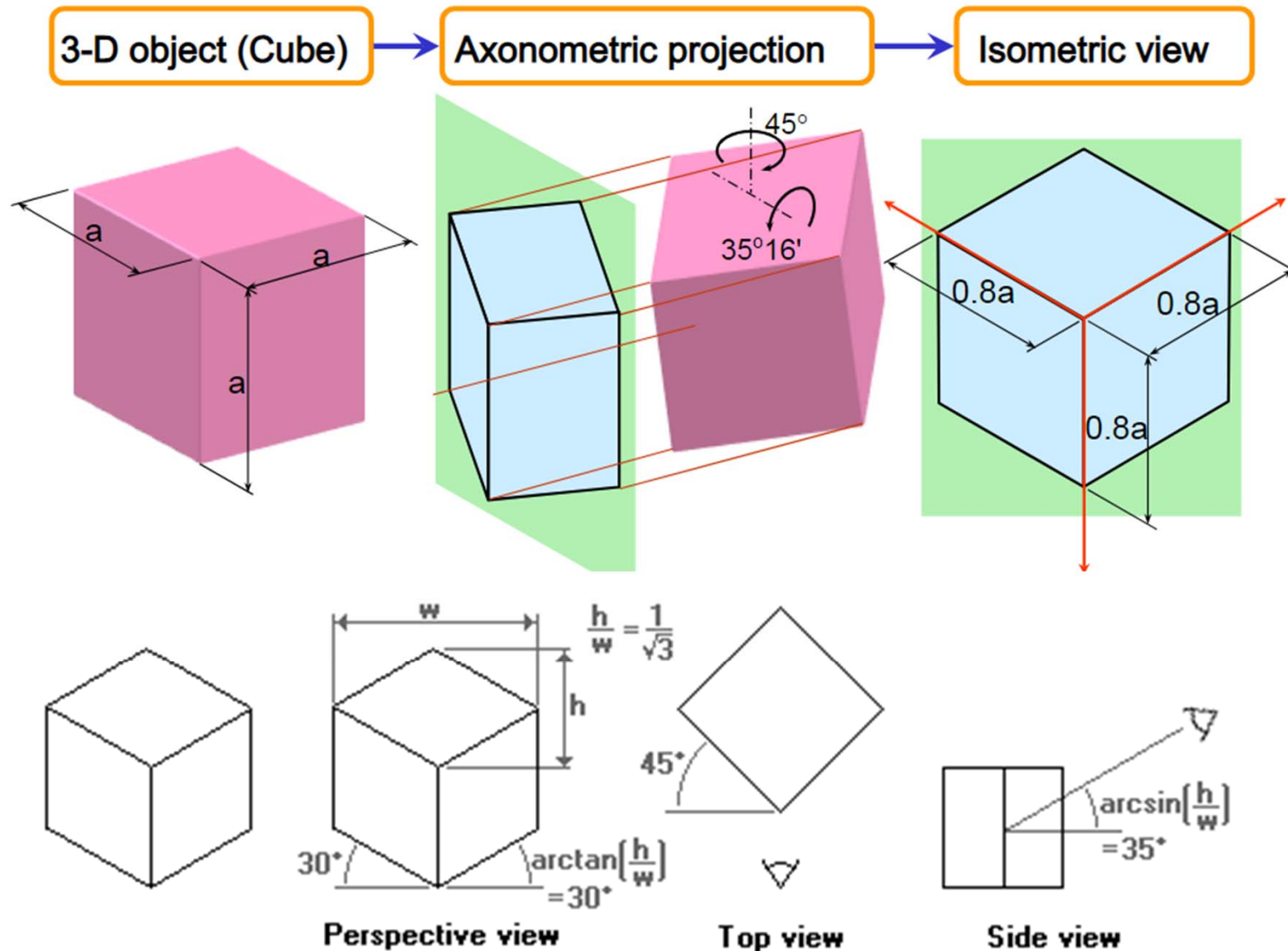


Dimetric

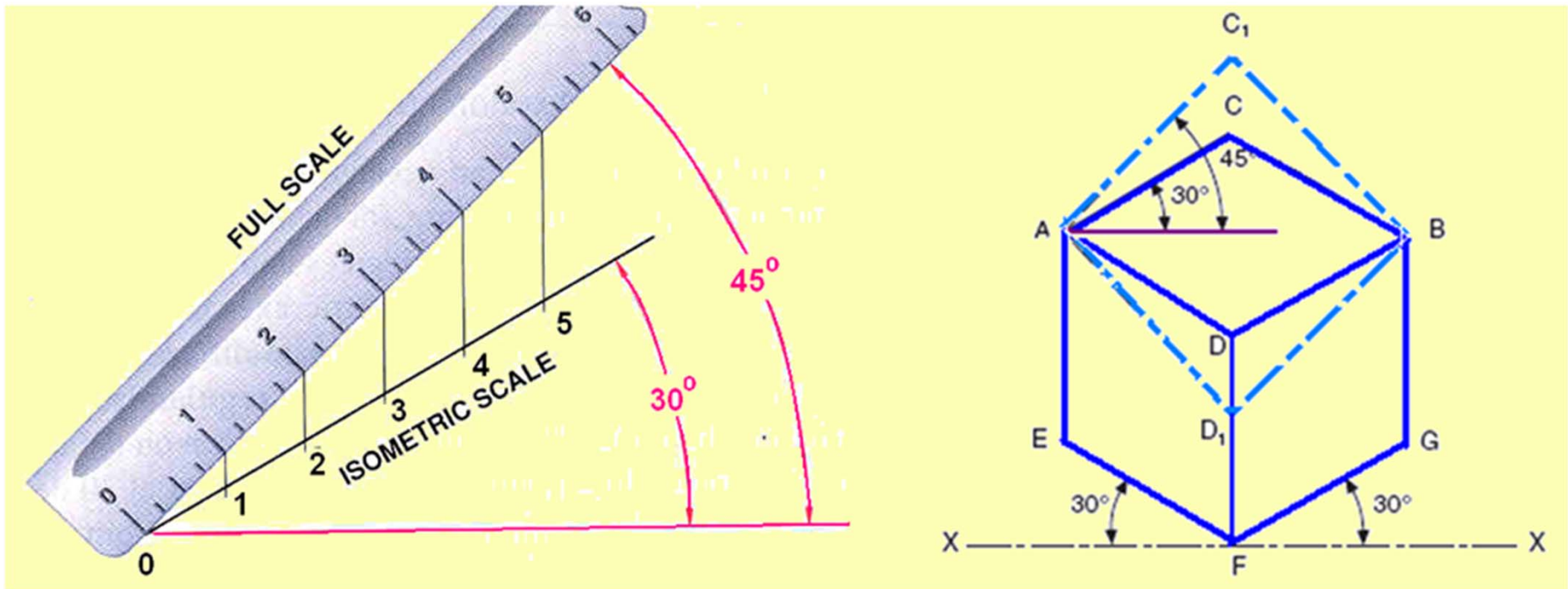


Trimetric

Isometric Projection



Isometric Scale



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

Perspective Projection (투시 투상)

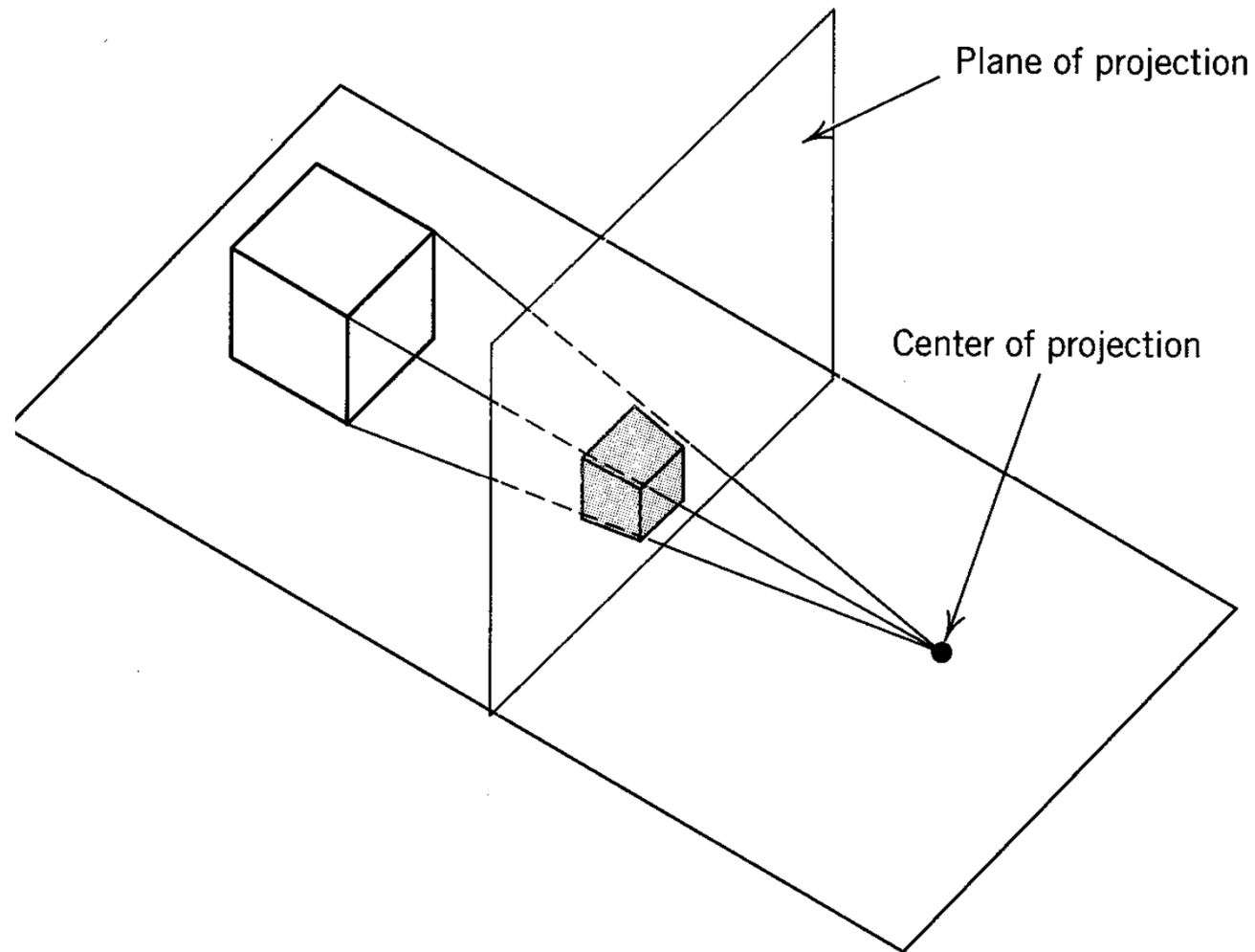
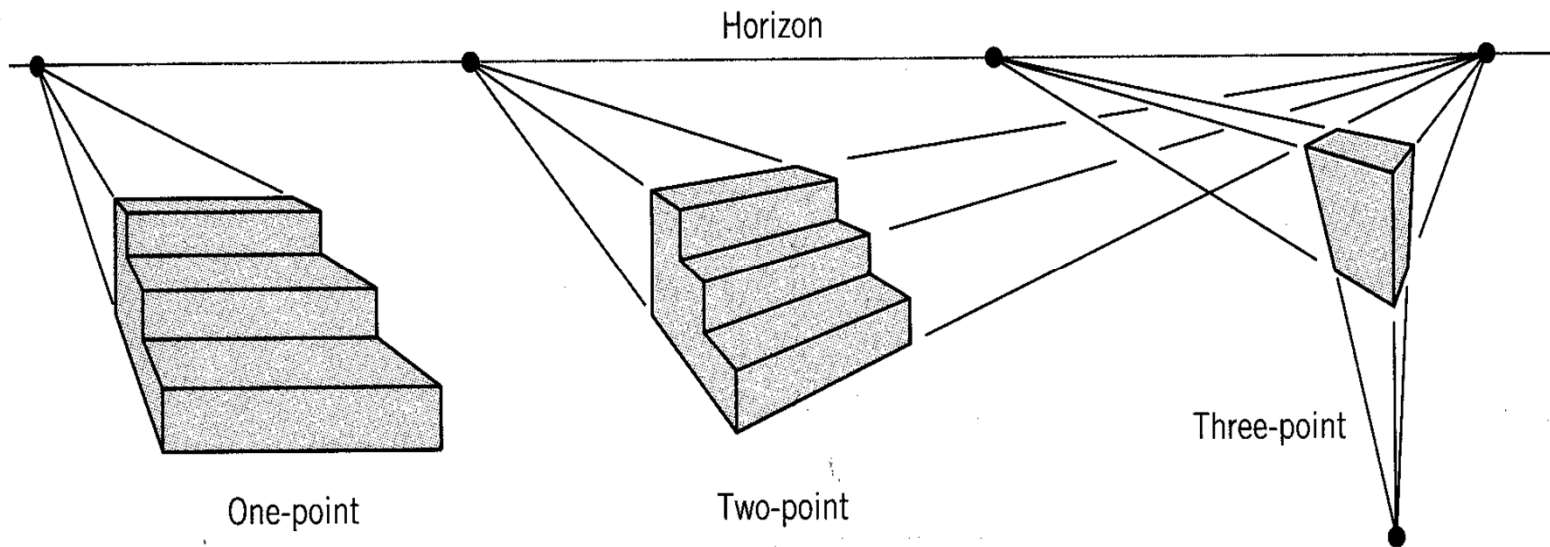


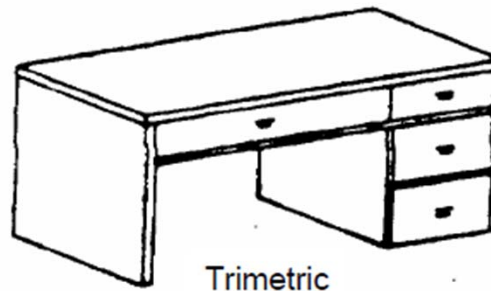
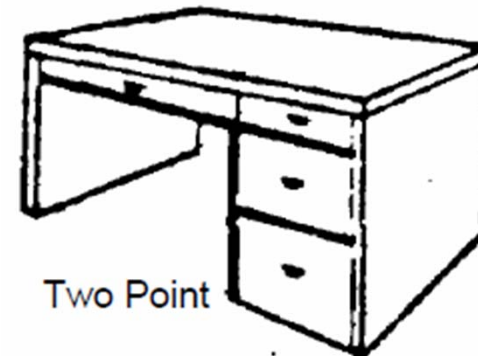
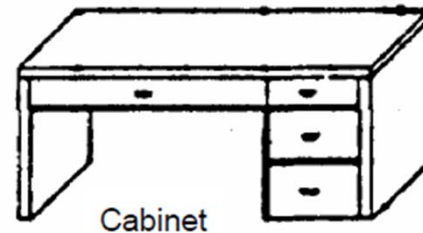
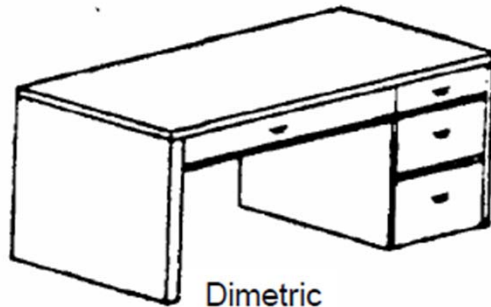
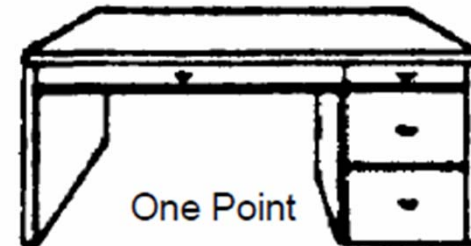
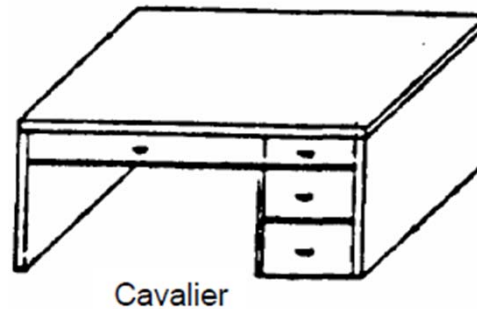
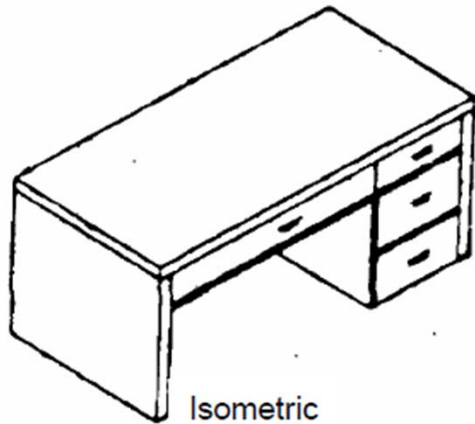
FIGURE 2-1 Perspective projection

Perspective Projections

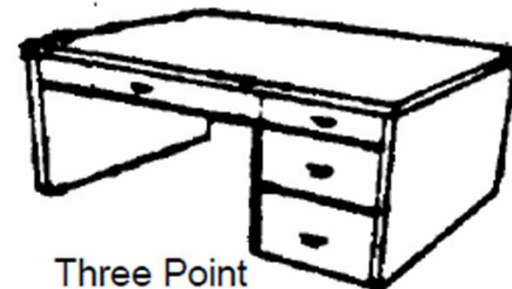
- One-point perspective
 - The projection center is located along one of x , y , z -axis
 - The other two centers are at infinity
- Two-point perspective
- Three-point perspective



A Simple Example: Desk (1)



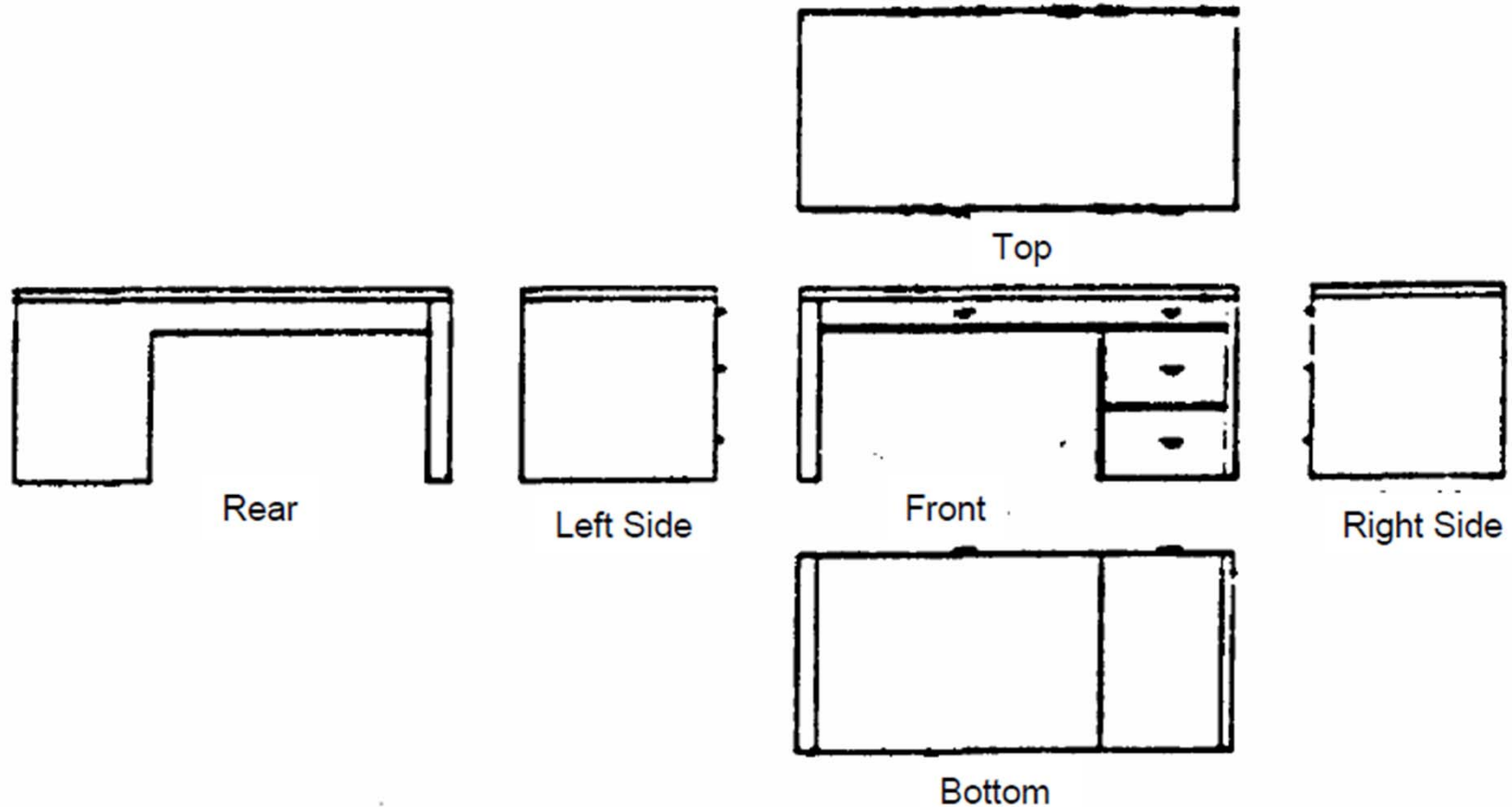
Oblique Projections



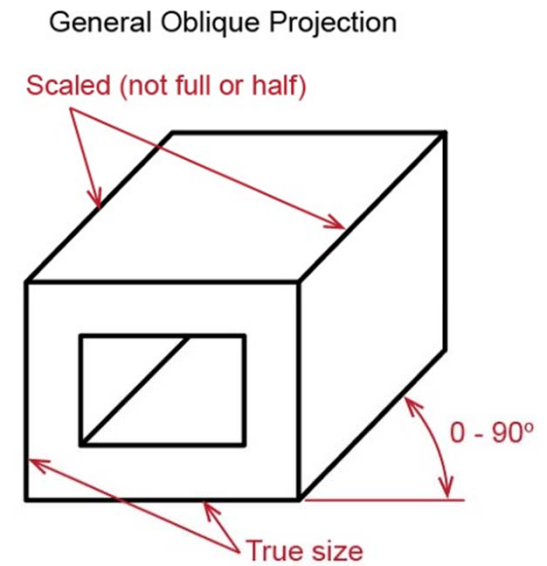
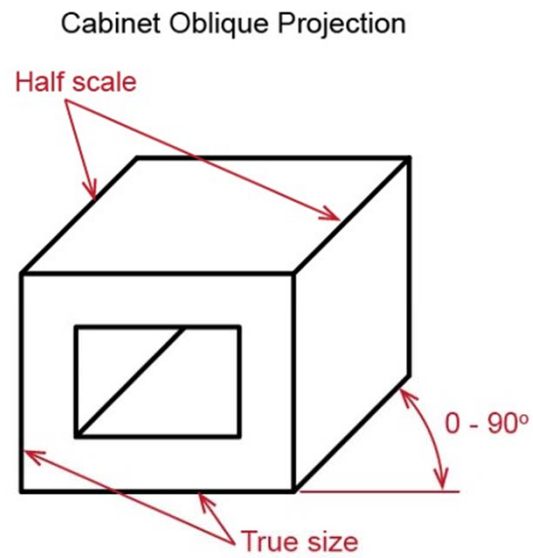
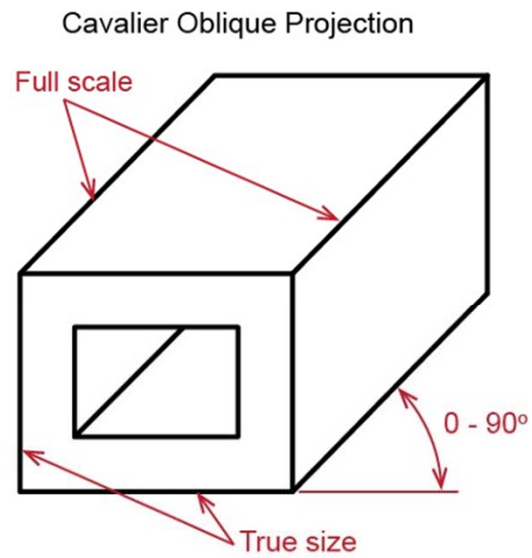
Perspective Projections

Axonometric Projections

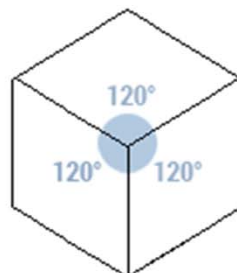
A Simple Example: Desk (2)



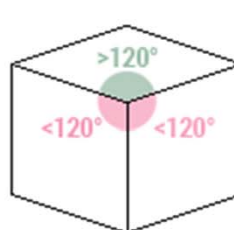
Conventional Multi-view Orthographic Projection



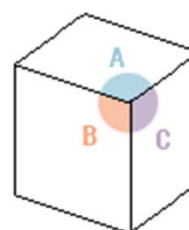
Isometric



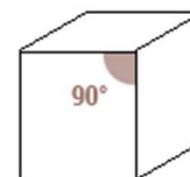
Dimetric



Trimetric



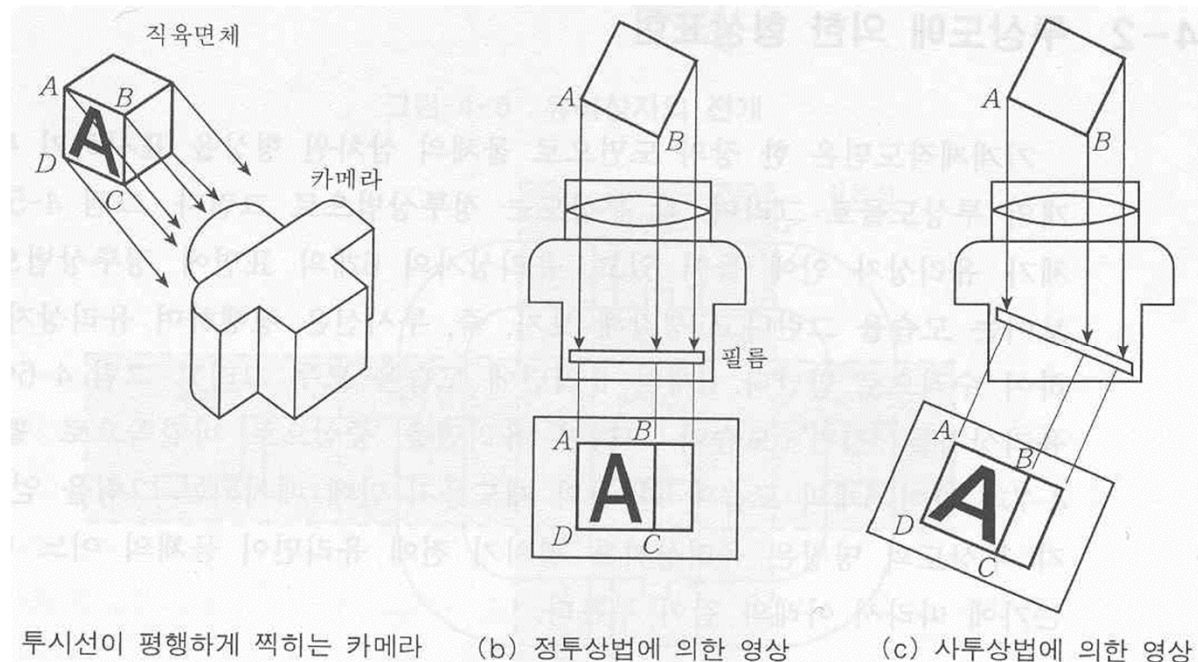
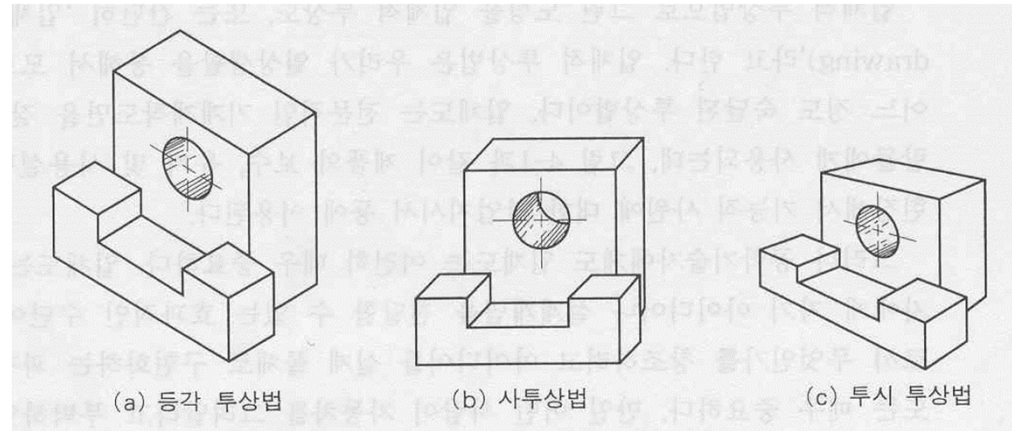
Oblique



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

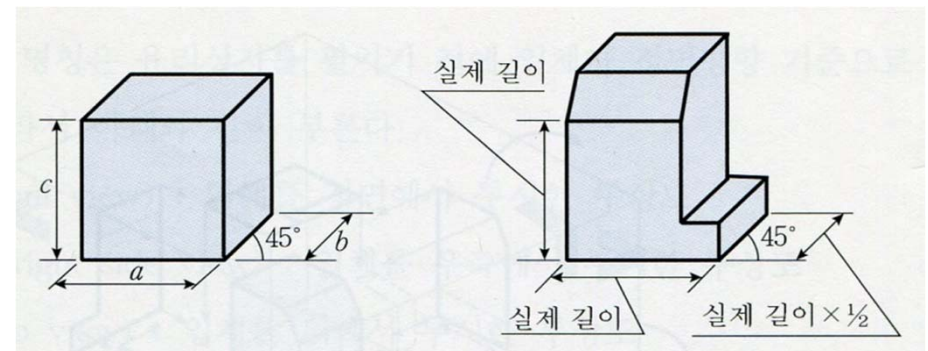
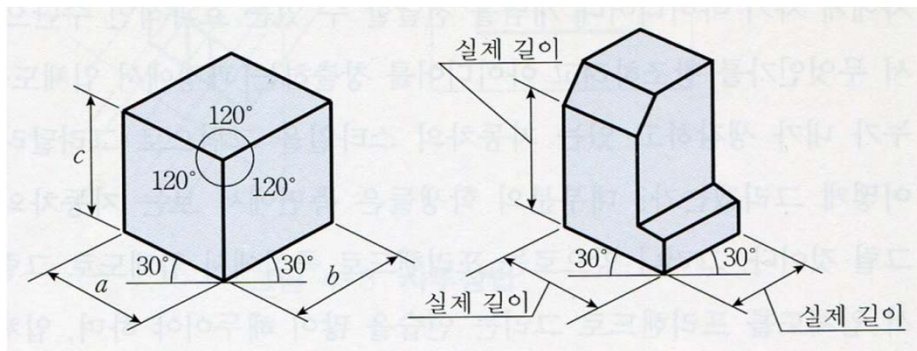
입체도 (pictorial drawing)

- 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

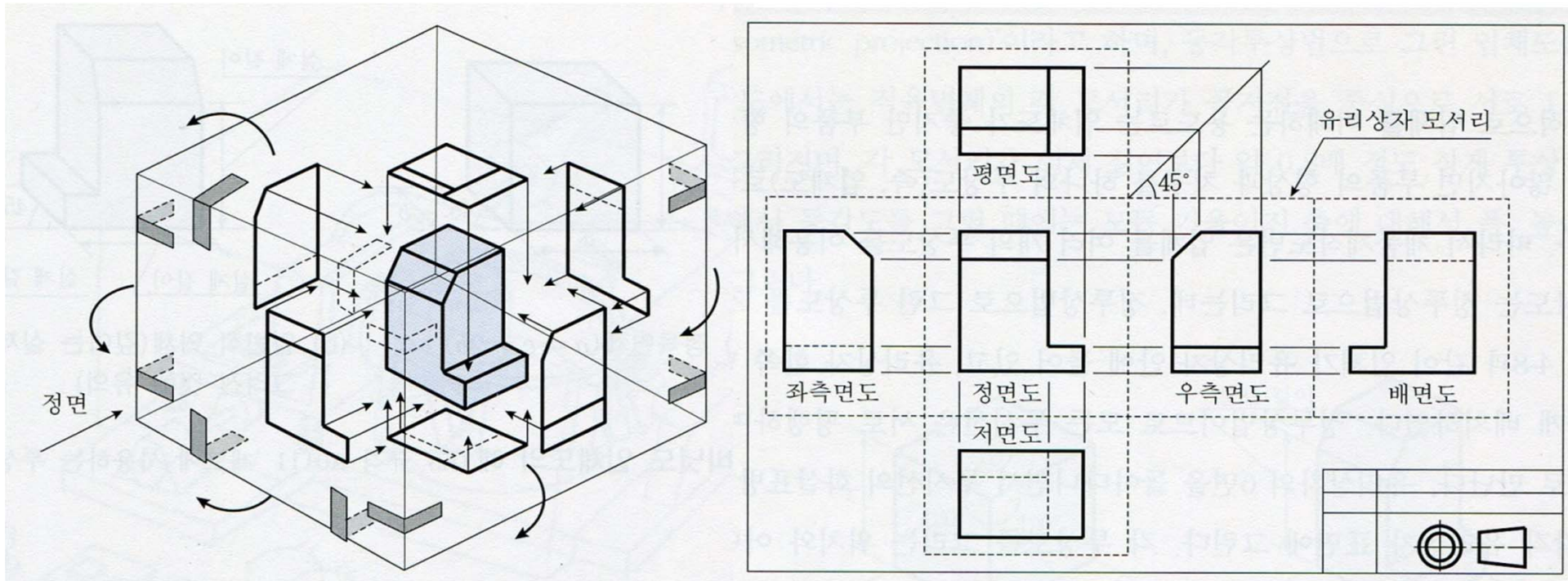


여러 개의 투상도를 이용한 입체 표현

- 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



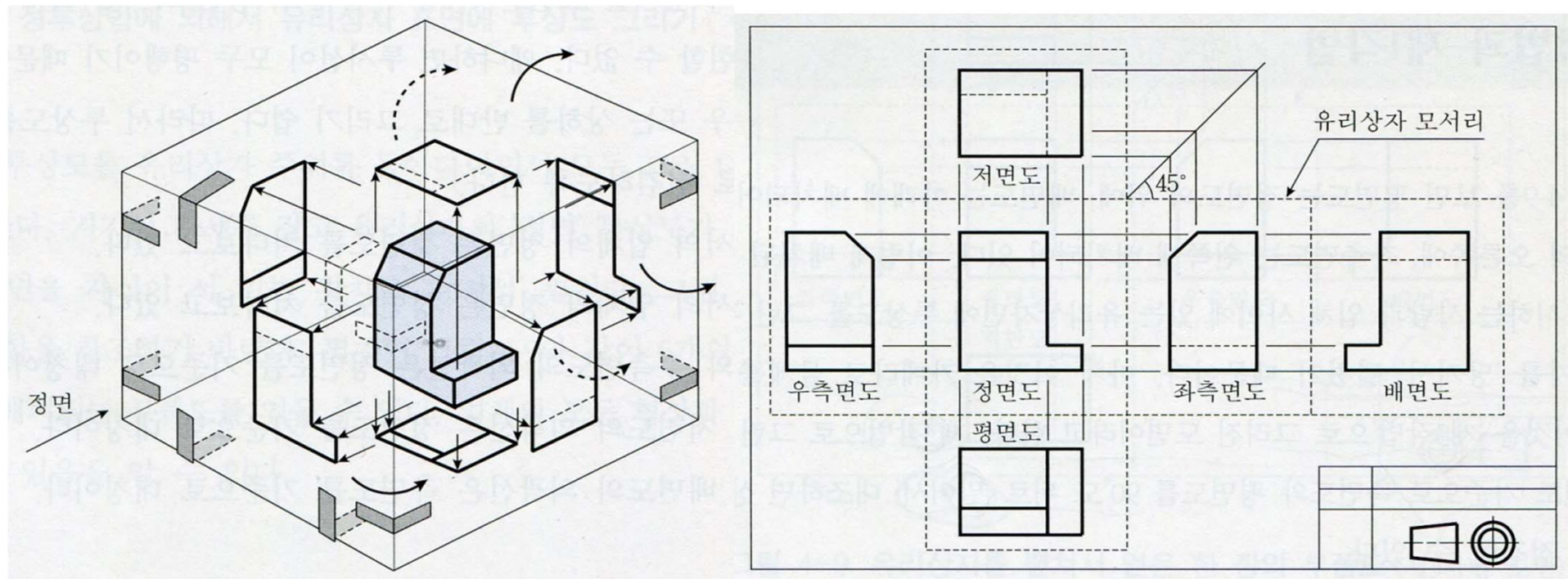
투상도 특징

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

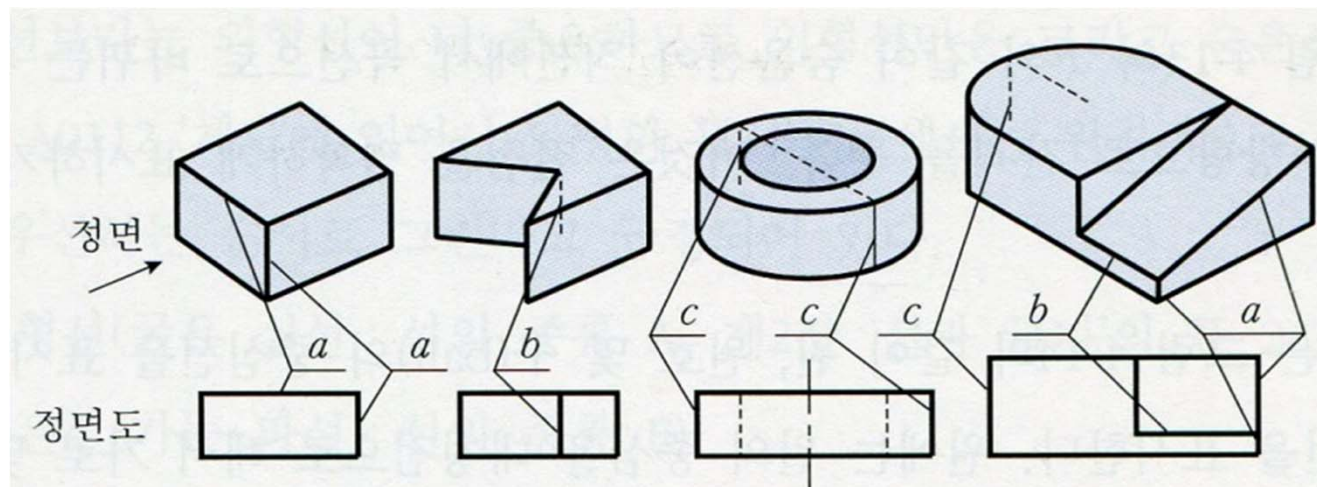
제1각법

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



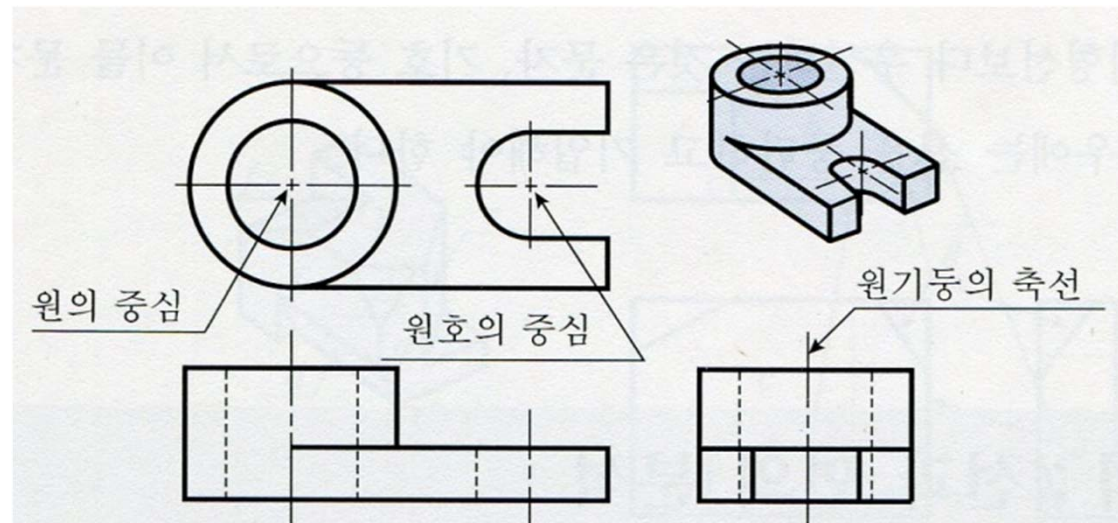
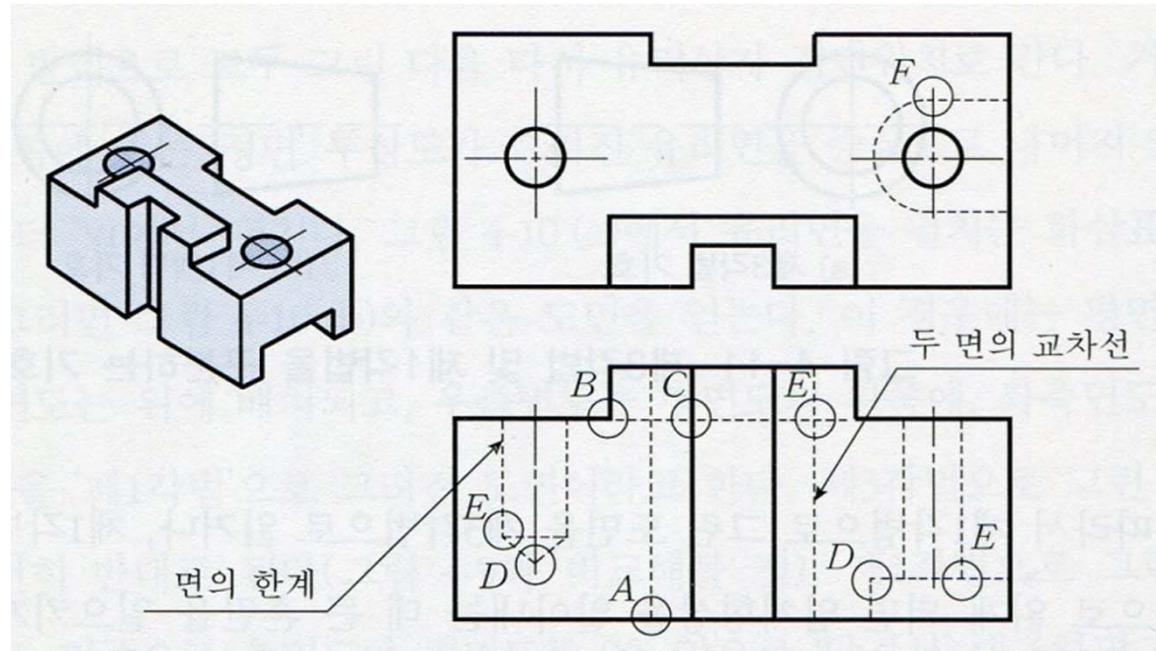
투상도의 표시방법 (1)

- 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



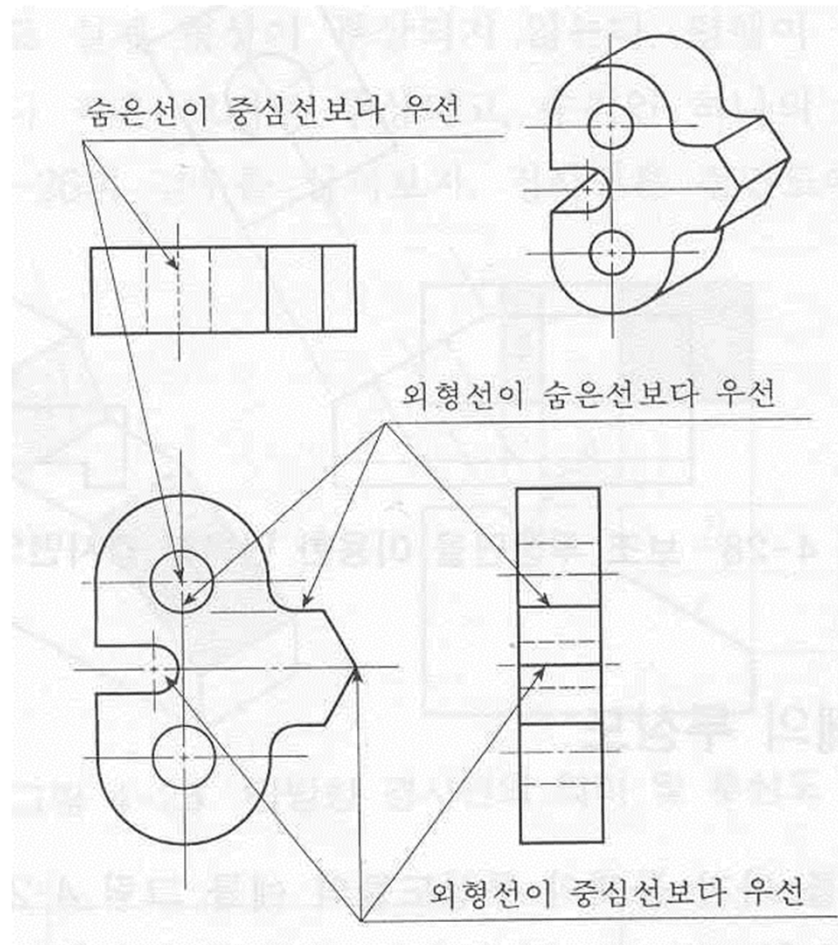
a: 면의 모서리
b: 두 면의 교차선
c: 면의 한계

투상도의 표시방법 (2)



겹치는 선의 우선순위

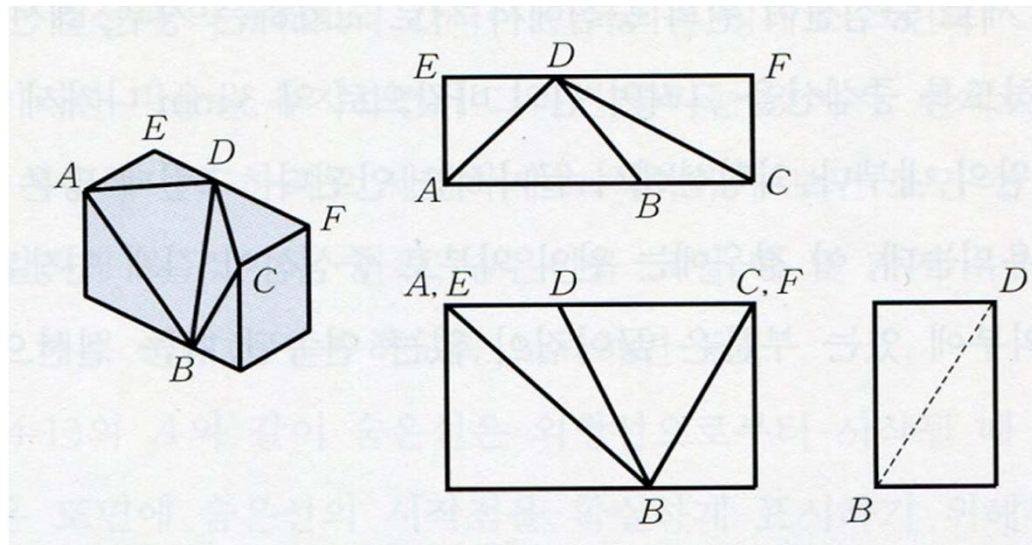
- KS규격 A0112 '제도에 있어서 도형의 표시방법'
 - 외형선 > 숨은선 > 절단선 > 중심선



투상법칙: 선의 분석

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

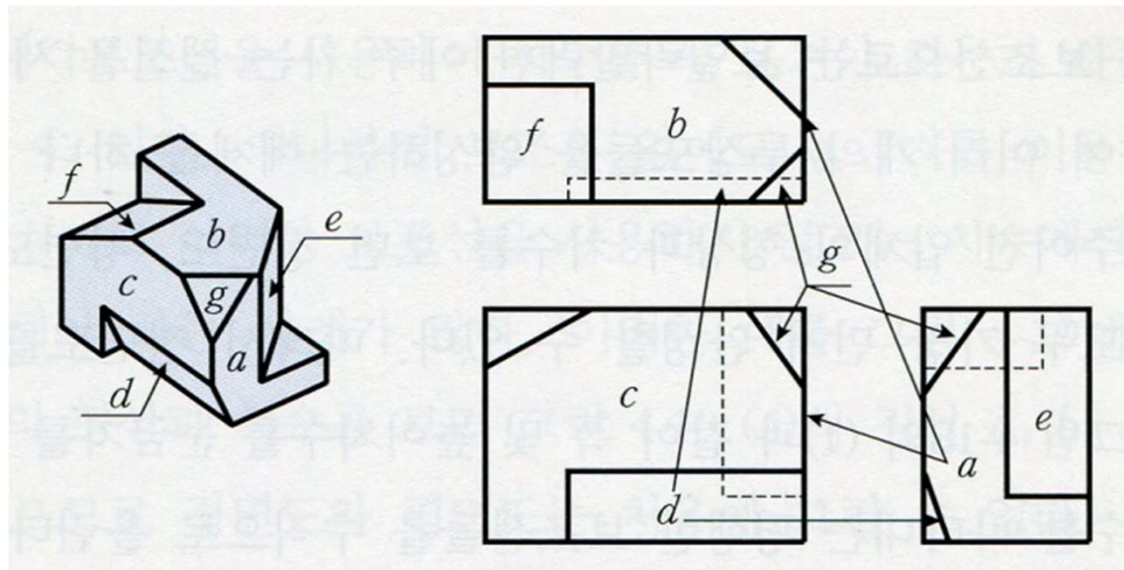
직선	해당 투상면	다른 투상면	비고
투상면에 직각 (AE, CF)	하나의 점	실제 길이의 직선	
투상면에 평행 (AD, CD, AB, BC)	실제 길이의 직선	실제 길이보다 짧은 직선	단방향 경사선 (inclined line)
어떤 투상면에도 평행이나 직각이 아님 (BD)	어떤 투상면에도 실제 길이보다 짧은 직선		전방향 경사선 (oblique line)



투상법칙: 면의 분석

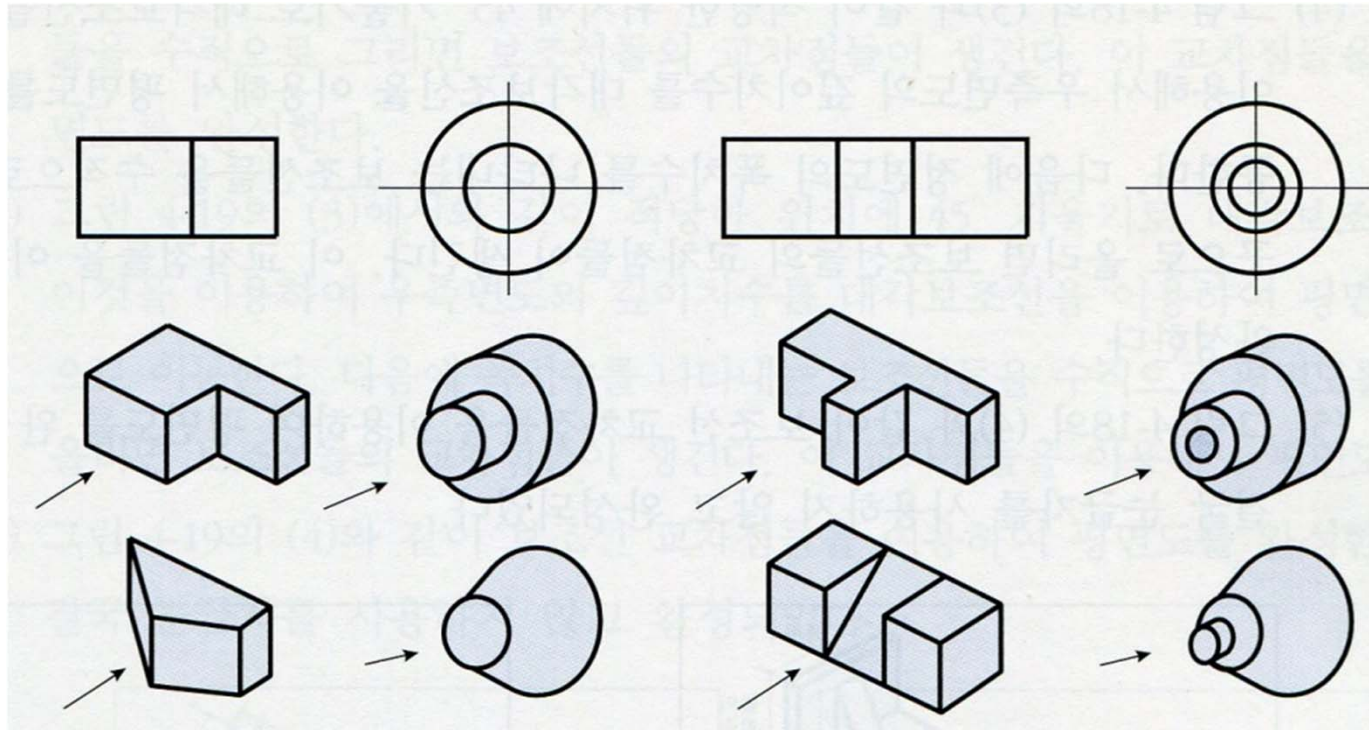
- 평면 → (1) 실제 형상의 평면, (2) 실제보다 조금 작은 평면, (3) 하나의 직선

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)



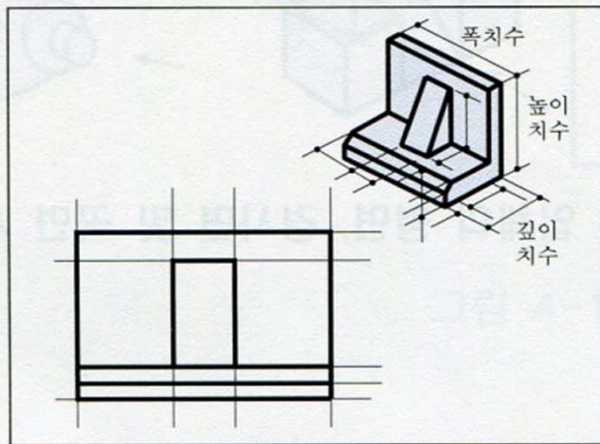
투상도에 표시된 면

- 실제 형상의 평면
- 실제 형상보다 작은 경사면
- 임의의 곡면

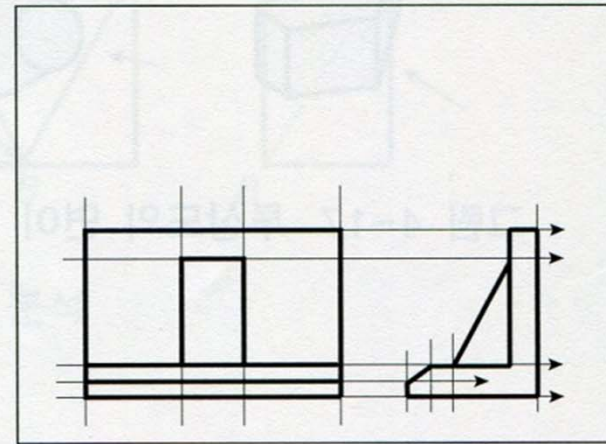


투상도의 각 면들이 투상면을 기준으로 얼마나 앞으로 또는 뒤로 들어간 것인지를 판단한 다음, 다른 투상도를 이용해서 그 면이 실제로 어떠한 평면 또는 곡면이 투상된 것인지 판단

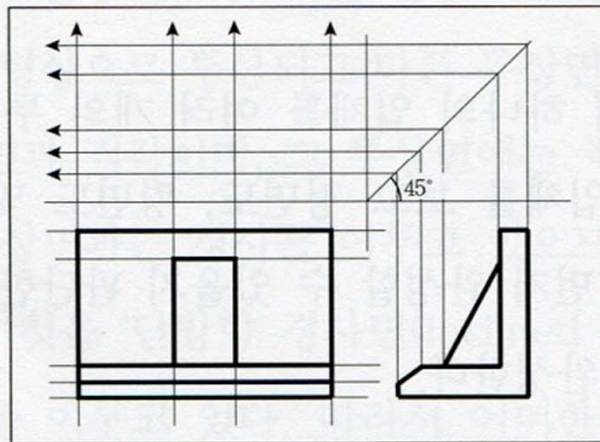
하나의 입체를 여러 개의 투상도로 표시 (1)



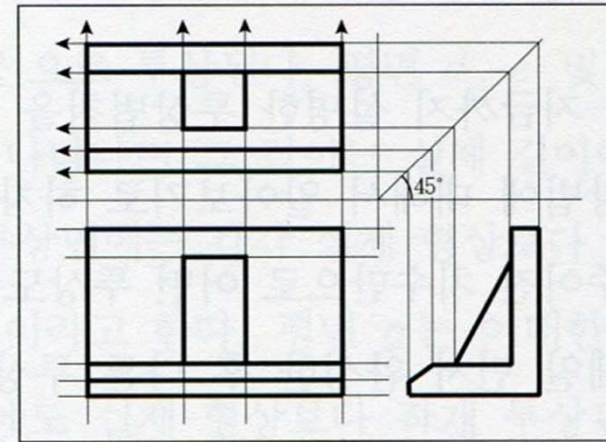
(1) 정면도를 완성한다.



(2) 우측면도를 완성한다.

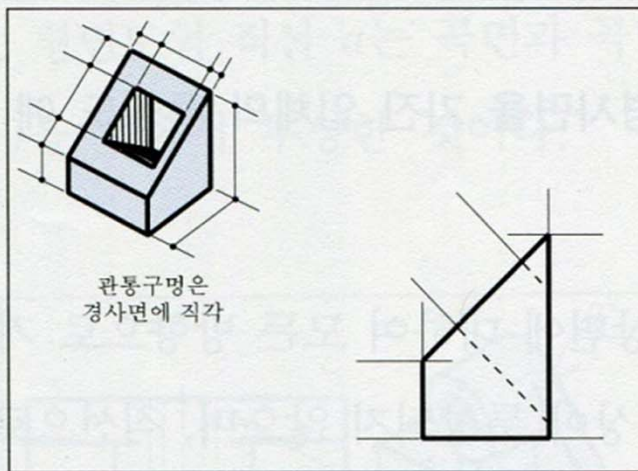


(3) 대각보조선으로 깊이치수를 이동한다.

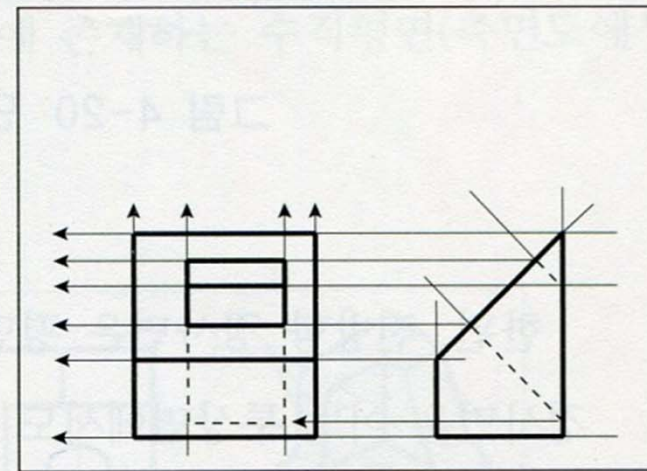


(4) 평면도를 완성한다.

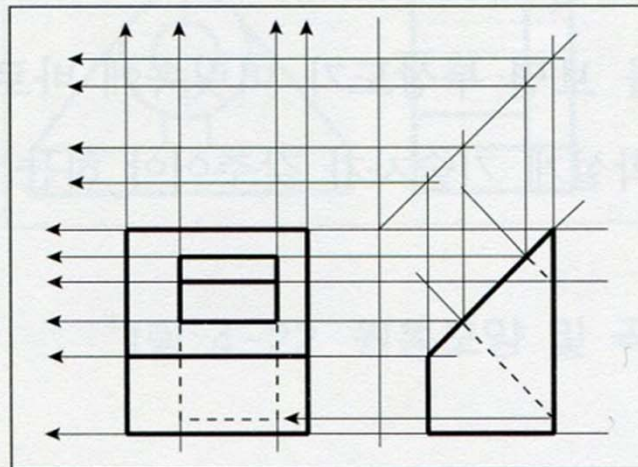
하나의 입체를 여러 개의 투상도로 표시 (2)



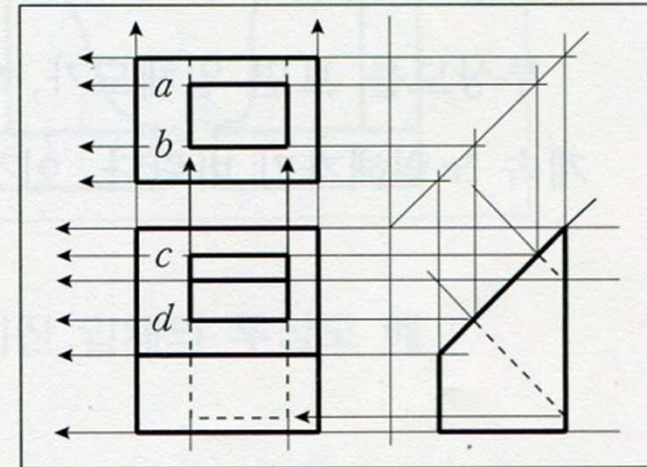
(1) 우측면도를 완성한다.



(2) 정면도를 완성한다.



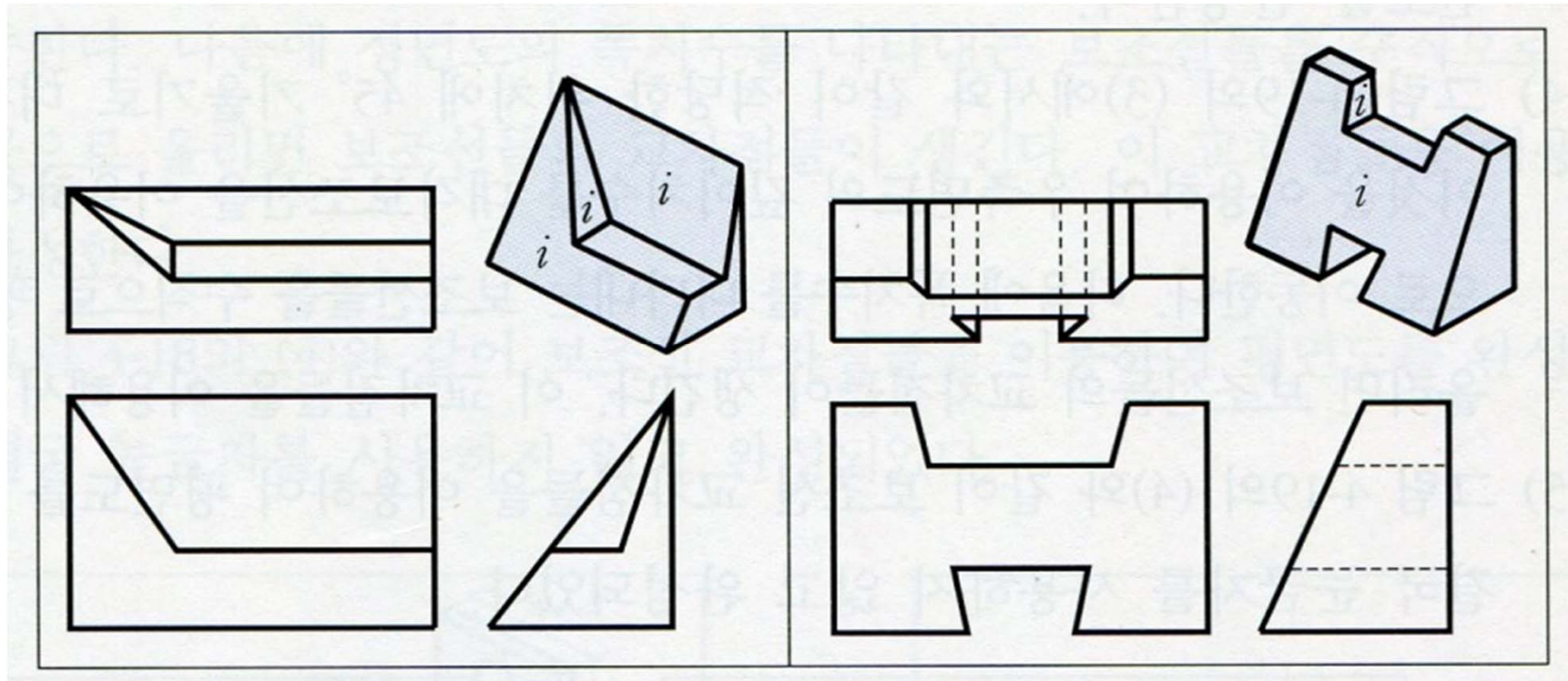
(3) 대각보조선으로 폭치수를 이동한다.



(4) 평면도를 완성한다.

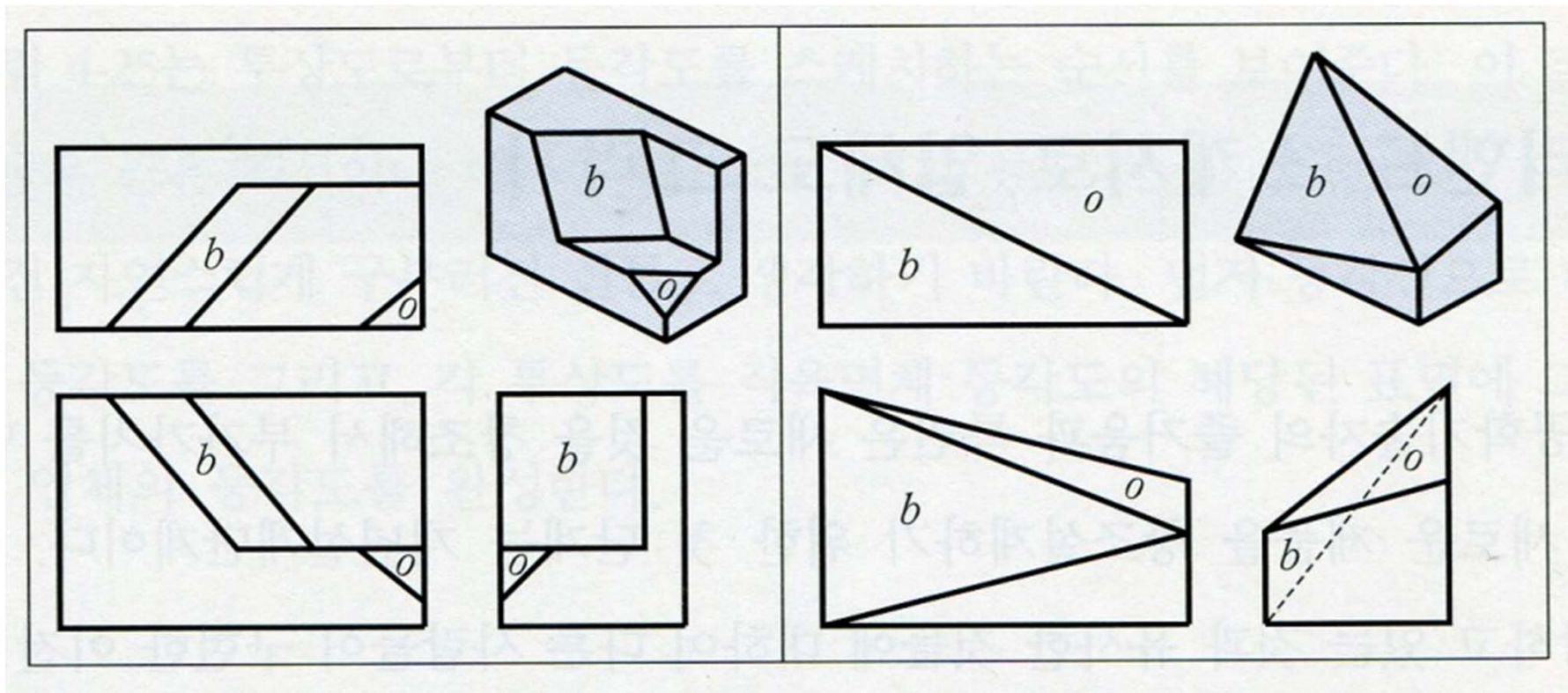
평면으로 이루어진 입체 (1)

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



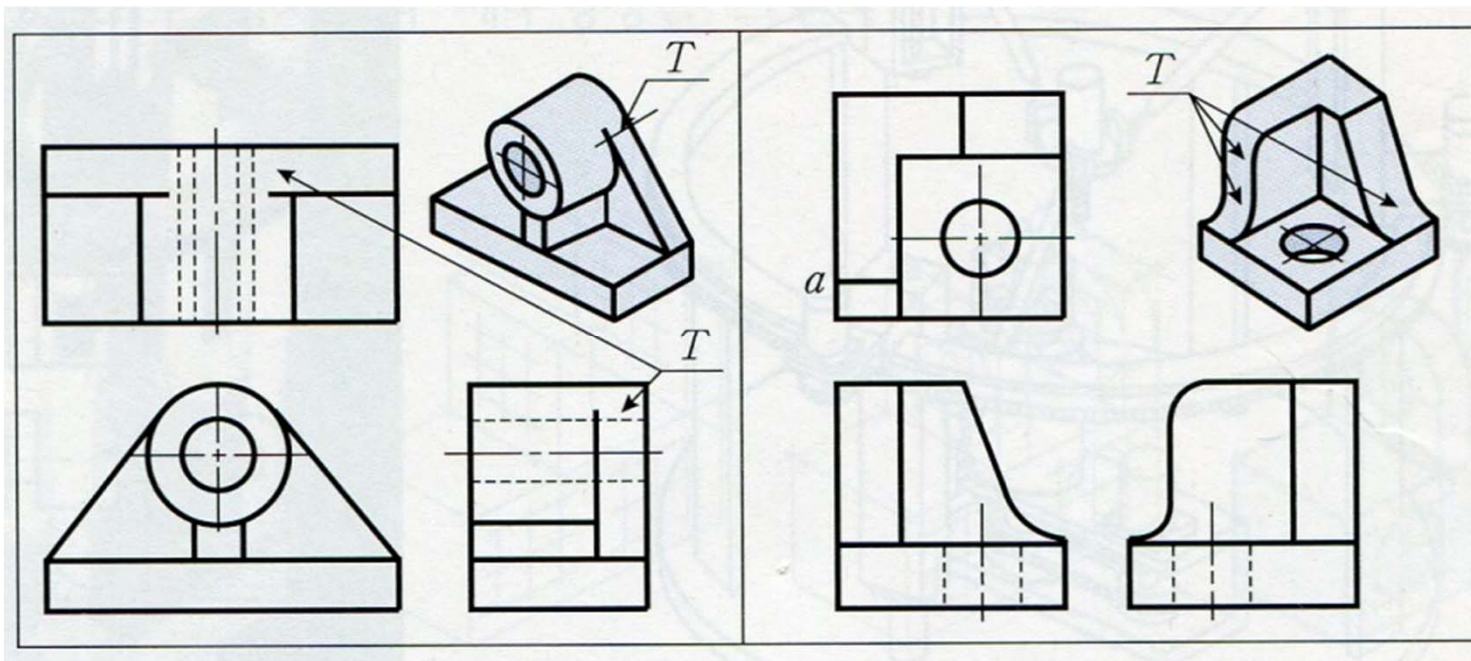
평면으로 이루어진 입체 (2)

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

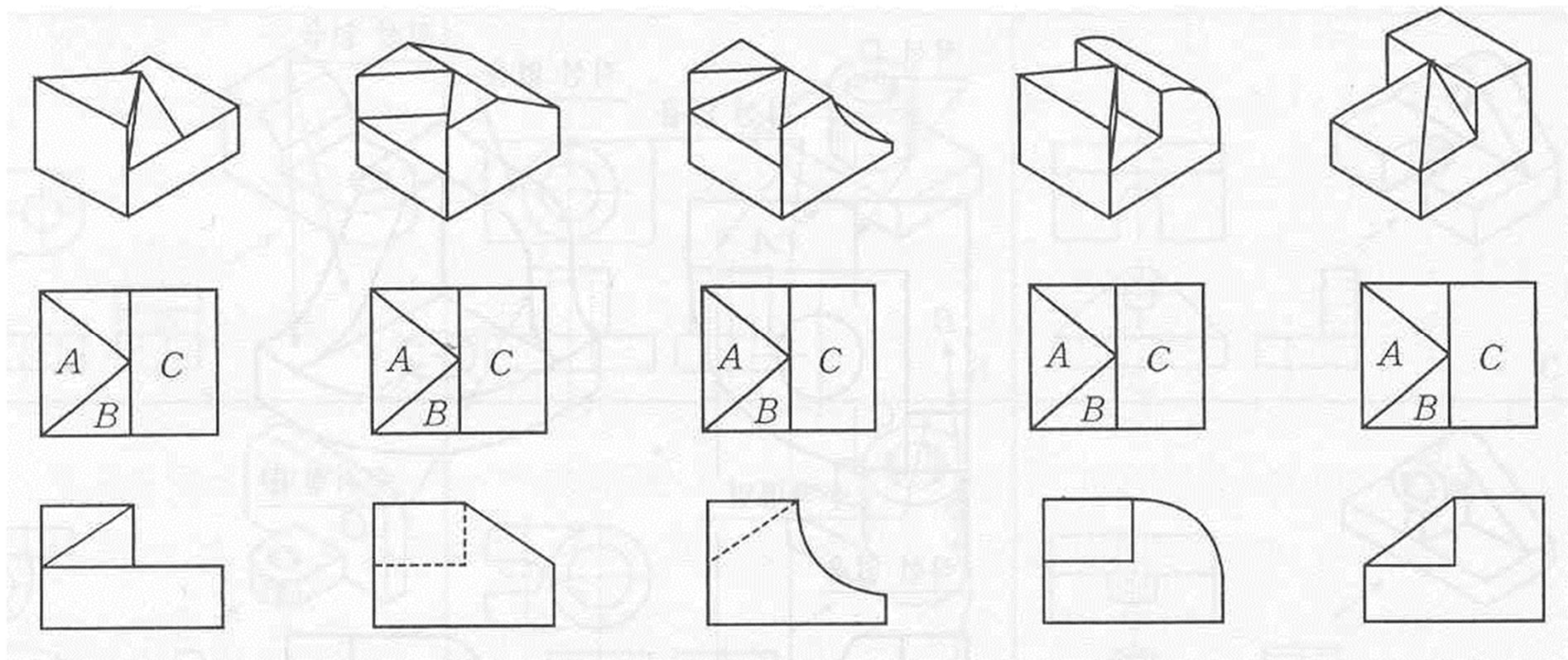


원통모양 및 곡면을 가진 입체

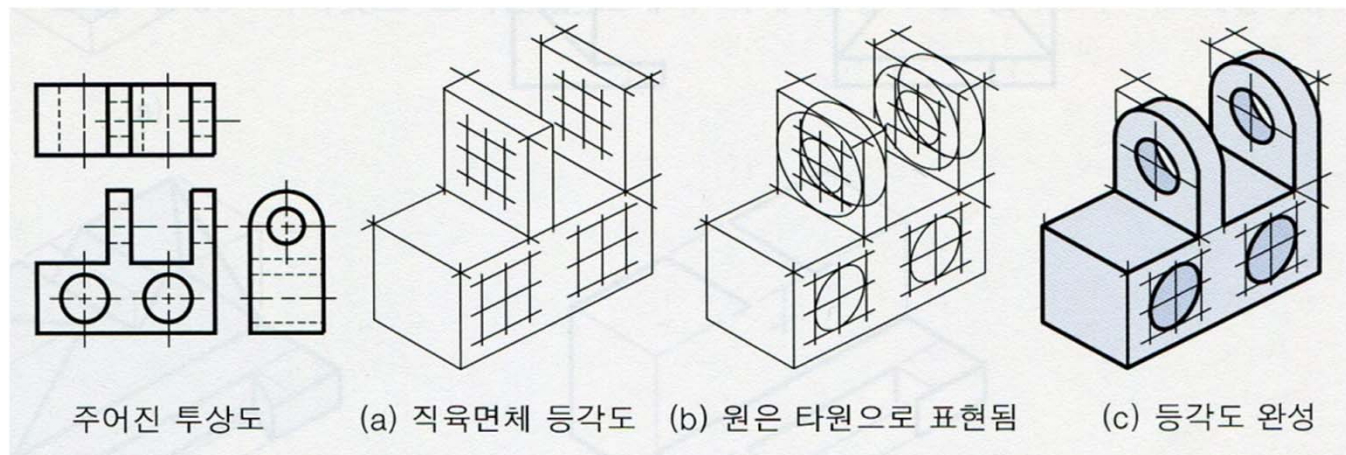
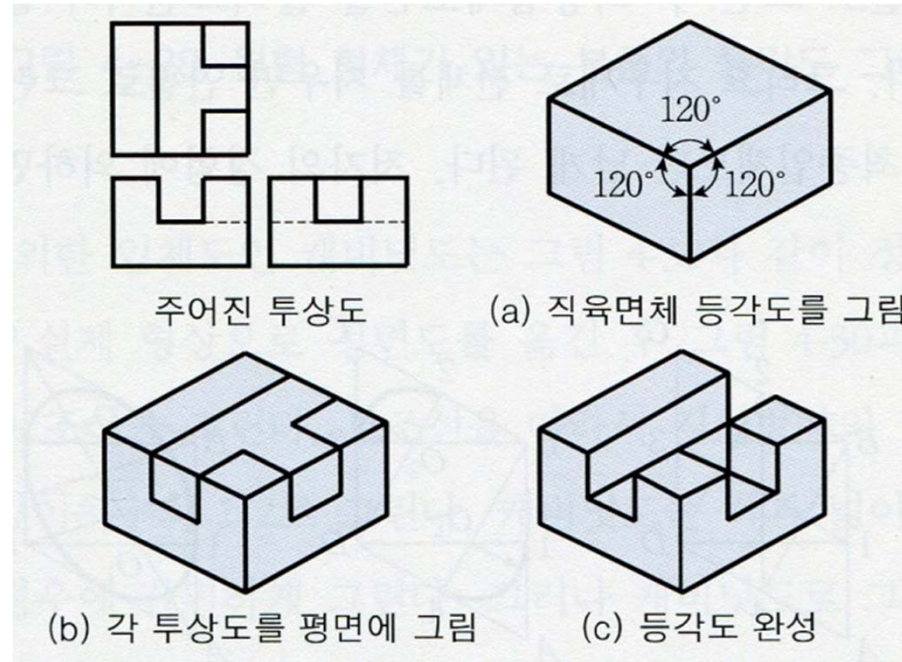
- 원통의 축선이 하나의 투상면과 직각을 이룰 경우
 - 해당 투상면: 원통모양은 원으로 투상
 - 다른 투상면: 원통의 윤곽을 보여주는 직선
- 곡면과 곡면이 접하는 부분
 - 직선으로 투상되지 않음



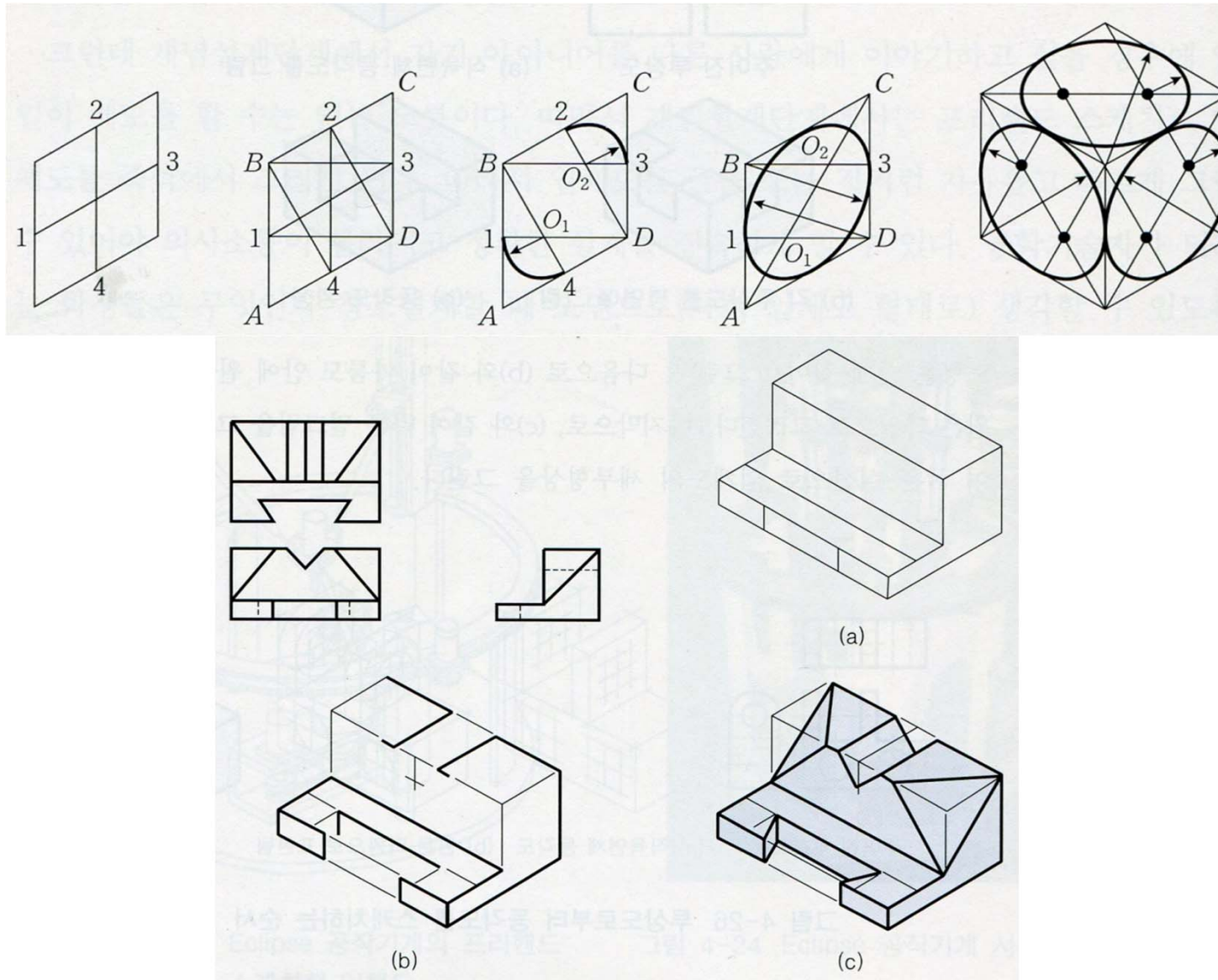
곡면과 평면이 있는 물체



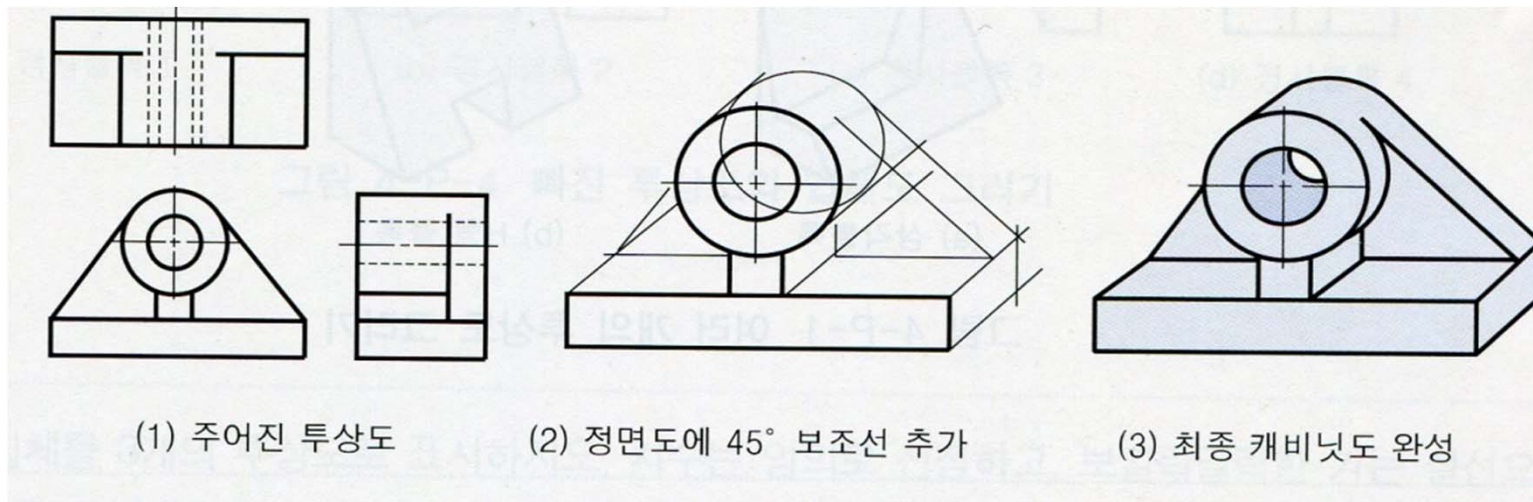
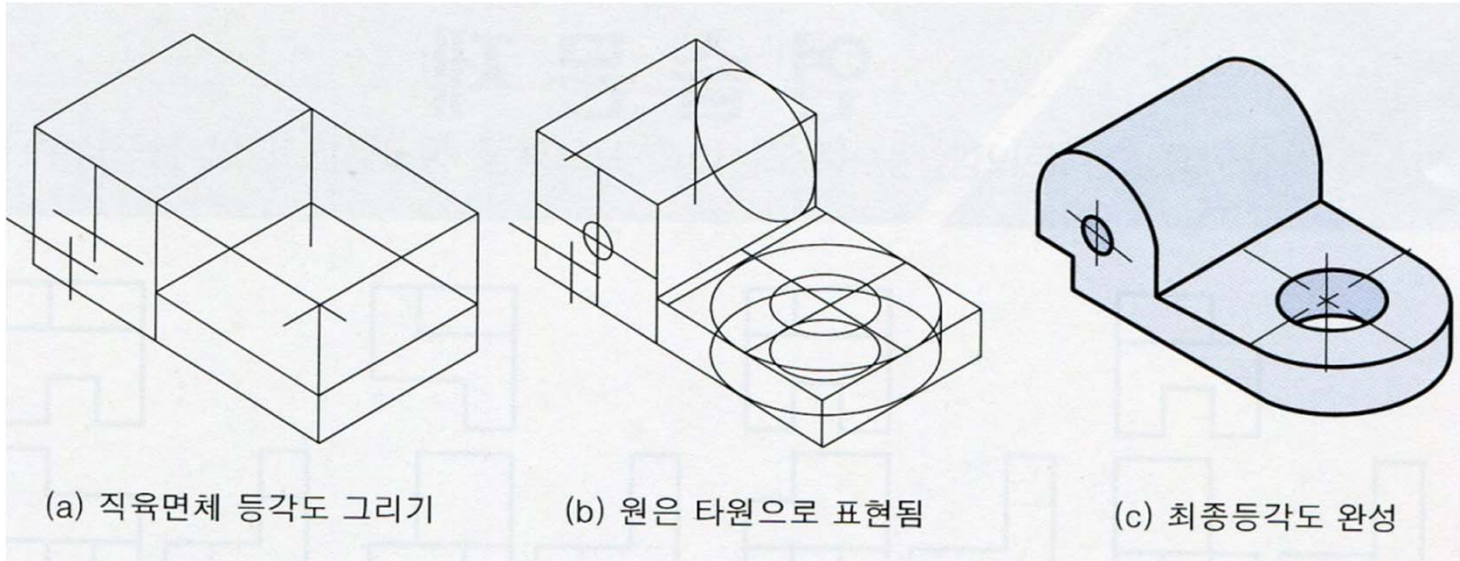
투상도 → 등각도 (스케치 순서)



등각도: 원, 경사면



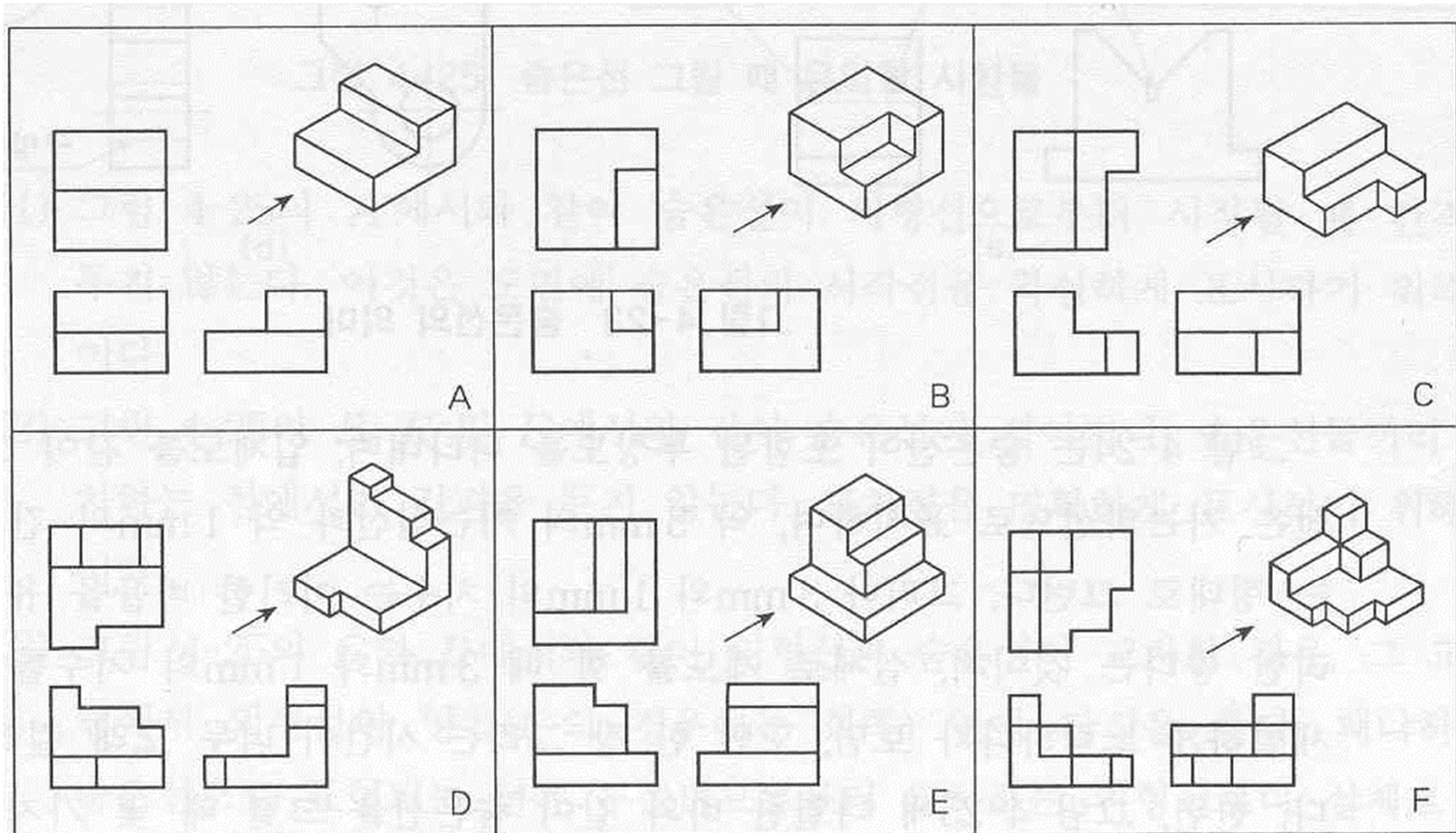
등각도: 원형 형체 / 캐비닛도



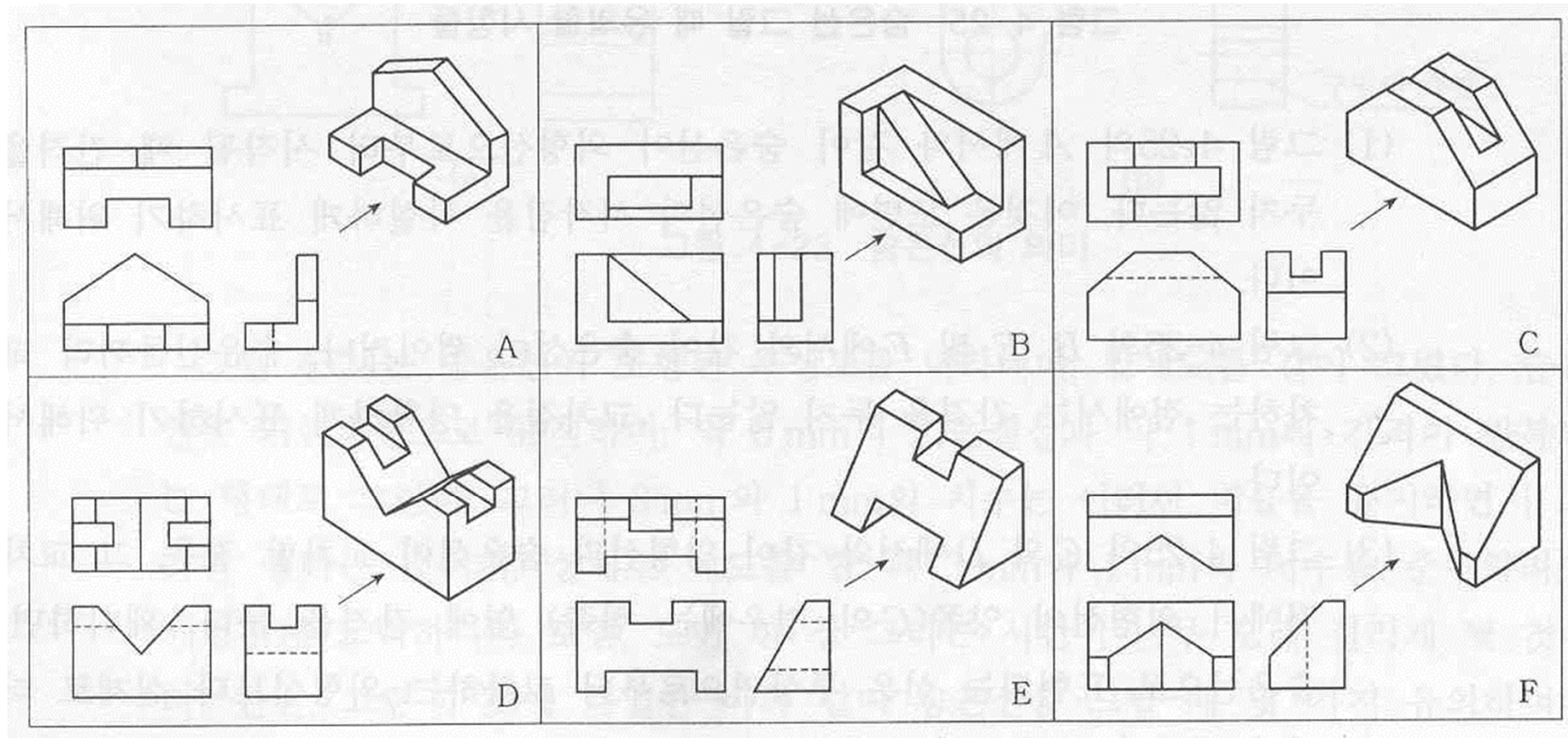
p.48 등각도와 비교

투상면에 평행한 평면

투상면에 평행하고 모든 모서리와 꼭지점이 투상면에서 모두 보이는 물체들의 투상도

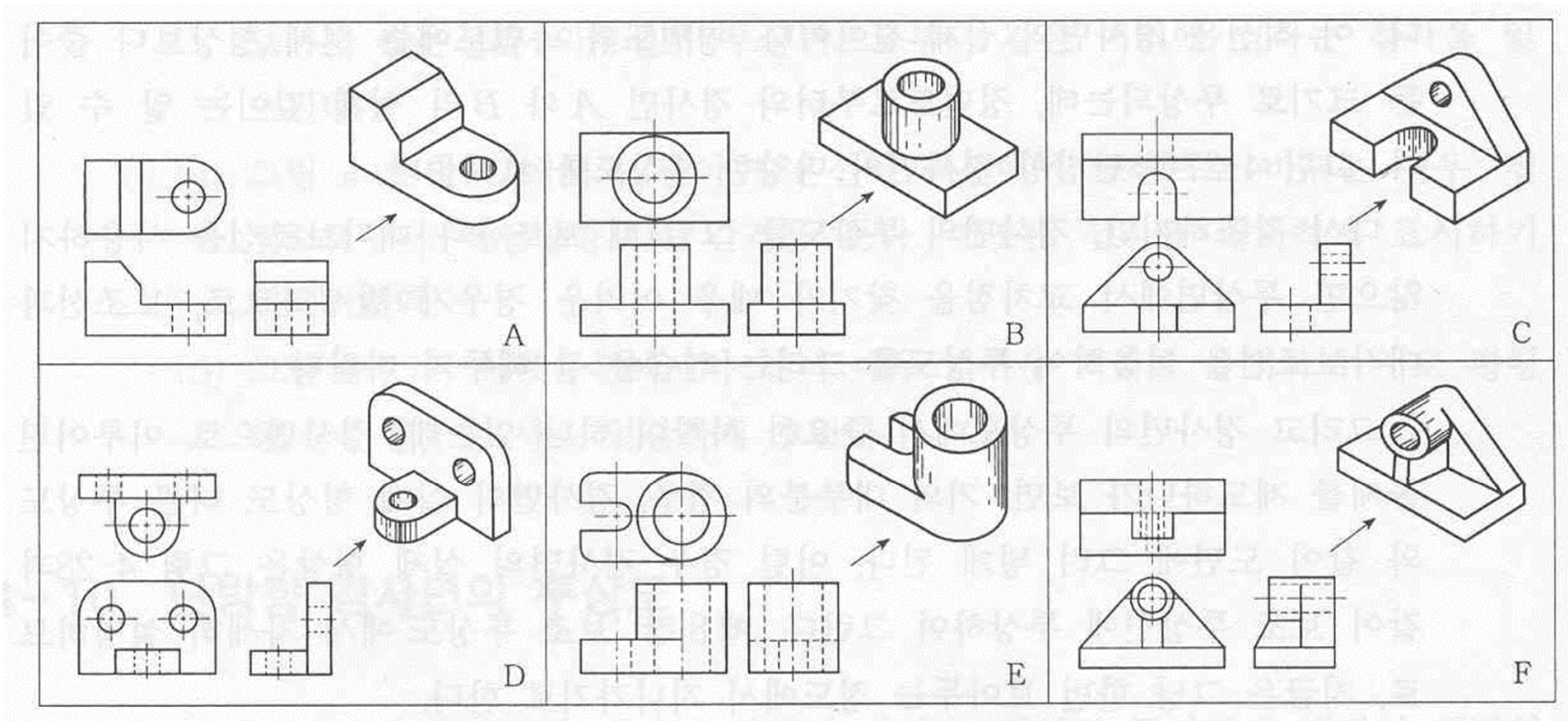


단방향 경사면



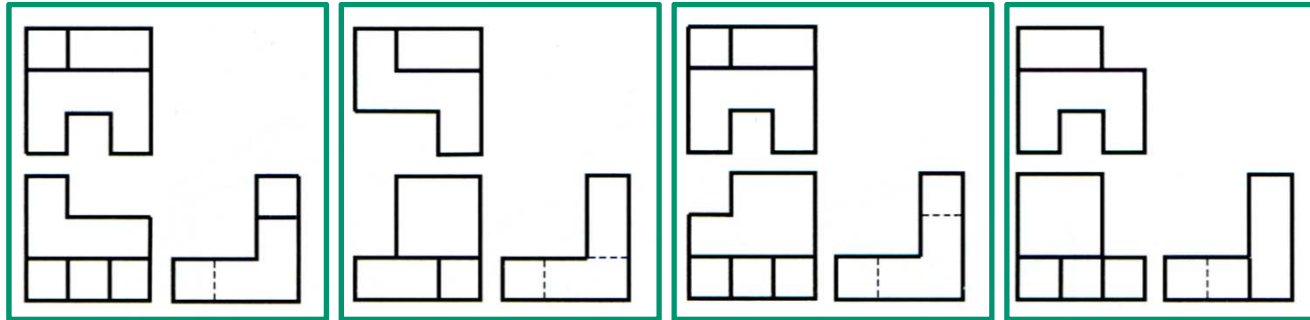
원형 형체

- 원기둥 형체: 원/직선

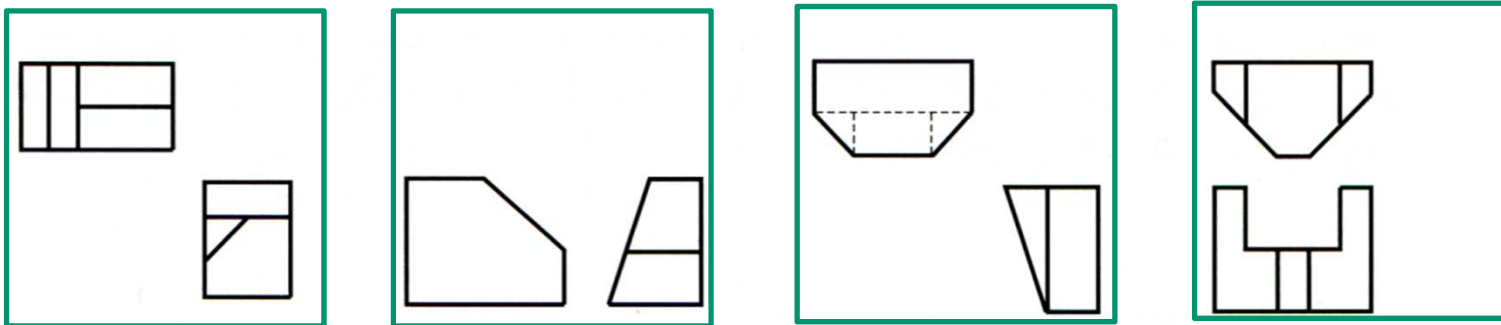


연습문제 (1)

- 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).

