

## 전동기의 분류

3. 1 외피형상에 의한 분류

3. 2 통풍방식에 의한 분류

3. 3 보호방식에 의한 분류

3. 4 설치방법에 의한 분류

3. 5 위험원의 환경조건에 의한 분류

### 3. 전동기의 분류

#### 3.1 외피형상에 의한 분류

##### (1) 개방형

기체(機體) 내외의 공기가 자유로이 유통되도록 외피에 개구를 갖는 구조.

##### (2) 반밀폐형

특별한 통풍구 이외의 부분이 폐쇄된 구조.

##### (3) 전폐형

외피가 완전히 밀폐되어 기체(機體) 내외로 통풍이 되지 않는 구조.

밀폐된 외부에 장치된 팬(Fan)에 의해 외피의 표면을 냉각하는 구조를 전폐외선형, 기체(機體)의 일부에 냉각기를 장치하여 내부를 냉각하는 구조를 전폐내냉각형이라 한다.

#### 3.2 통풍방식에 의한 분류

##### (1) 자기 통풍형

회전자의 선풍(扇風)작용 또는 회전자의 날개에 의해 통풍하는 것.

##### (2) 타력 통풍형

별개의 독립된 송풍기를 두어 주로 이것에 의해 통풍하는 것. 속도가감 범위가 넓은 것, 또는 자기 통풍으로 풍압이 부족할 때에 사용된다.

#### 3.3 보호방식에 의한 분류

##### (1) 보호방식에 의한 분류①

1. 보호형
2. 차폐형
3. 방진형(Dust-Ignition-Proof)
4. 방적형(Drip-Proof)
5. 방말형(Splash-Proof)
6. 방침형
7. 방수형(Water-Proof)
8. 수중형
9. 방식형

##### 10. 방폭형(Explosion-Proof)

- ① 내압(內壓) 방폭형
- ② 협극 방폭형
- ③ 유입 방폭형
- ④ 내압(耐壓) 방폭형
- ⑤ 안전증 방폭형

##### (2) 보호방식에 의한 분류② (KS C4002 회전전기기계 통칙)에 의한 분류)

1. 인체 및 고형이물에 관한 보호형식<표 3-1>
2. 물의 침입에 대한 보호형식 <표 3-2>으로 나누고 이들을 조합해서 <표 3-3>과 같이 분류한다.

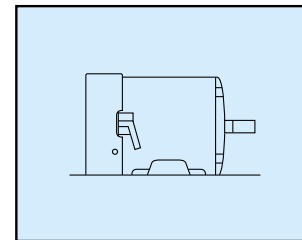
표 3-1 인체 및 고형이물에 관한 보호형식

형 식	기 호	설 명
무보호형	0	인체의 접촉, 고형이물의 침입에 대하여 특별히 보호를 하지 않는 구조.
반보호형	1	인체의 큰 부분, (보기로는) 손이 잘못하여 기내의 회전부분 또는 도전부분에 닿지 않도록 한 구조. 지름 50mm보다 큰 고형이물이 침입하지 않도록 한 구조.
보 호 형	2	손가락 등이 기내의 회전부분 또는 도전부분에 닿지 않도록 한 구조. 지름 12mm보다 큰 고형이물이 침입하지 않도록 한 구조.
전 폐 형	4	공구·전선등 최소 두께가 1mm보다 큰 것이 기내의 회전부분 또는 도전부분에 닿지 않도록 한 구조. 지름 1mm보다 큰 고형이물이 침입하지 않도록 한 구조. 다만, 배수구멍 및 통풍구멍은 기호 2의 구조이어도 좋다.
방 진 형	5	어떠한 물체도 기내의 회전부분 또는 도전부분에 닿지 않도록 한 구조. 먼지의 침입을 최대한 방지하고, 침입하여도 정상운전에 지장이 없도록 한 구조.

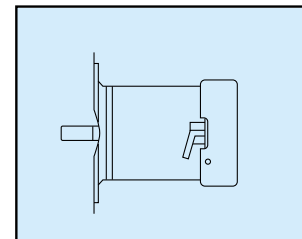


### 3. 4 설치 방법에 의한 분류

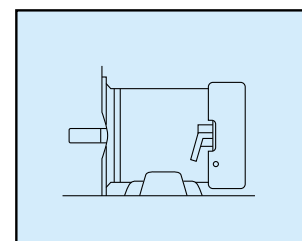
#### (1) 수평설치



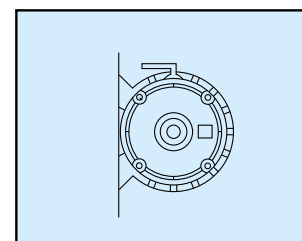
B3  
Base Plate에 의한  
구조물 상부 취부



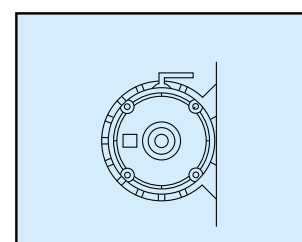
B5  
Flange에 의한 벽 취부



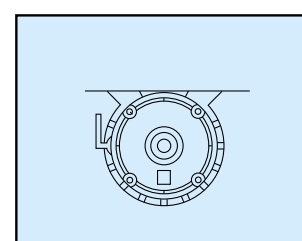
B3/B5  
Base Plate 및 Flange에  
의한 취부



B6  
Base Plate에 의한  
좌측벽 취부  
(부하측 前面)

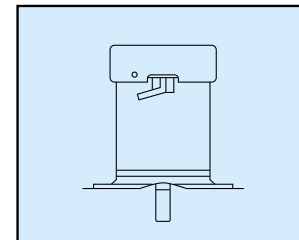


B7  
Base Plate에 의한  
우측벽 취부  
(부하측 前面)

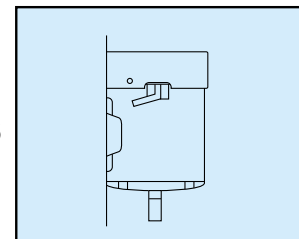


B8  
Base Plate에 의한  
천정 취부

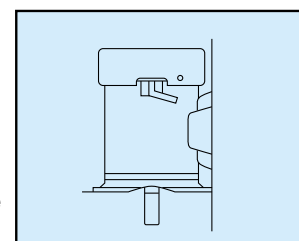
#### (2) 수직설치



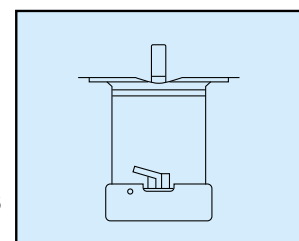
V1  
Flange에 의한  
구조물 상부 취부



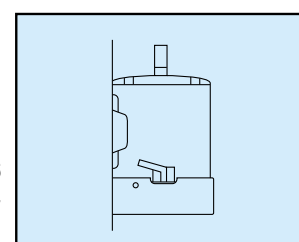
V5  
Base Plate에  
의한 벽 취부  
(축 하향)



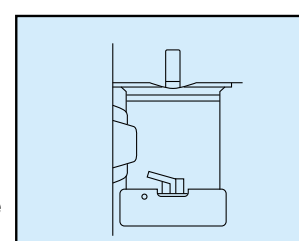
V1/V5(V15)  
Base Plate 및 Flange  
에 의한 취부(축 하향)



V3  
Flange에 의한 천정 취부



V6  
Base Plate에 의한  
벽 취부 (축 상향)



V3/V6(V36)  
Base Plate 및 Flange  
에 의한 취부(축 상향)

### 3. 5 위험원의 환경조건에 의한 분류

#### (1) 방폭구조의 분류

방폭구조	기호	내 용
내 (耐) 압	d	밀폐구조로 용기내부에서 폭발성 Gas가 폭발하였을 때 용기가 그 압력에 견디며 또한 외부의 폭발성 Gas에 인화될 우려가 없는 구조
유 입	o	전기기기의 불꽃 또는 아아크를 발생하는 부분을 기름속에 넣고 기름면위에 존재하는 폭발성 Gas에 인화될 우려가 없도록 한 구조
내 (內) 압	f	용기내부에 보호기체를(신선한 공기 또는 Gas) 압입함으로써 폭발성 Gas가 침입하는 것을 방지한 구조
안 전 증	e	상시 운전중에 불꽃, 아아크 또는 과열이 되어서는 안될 부분에 이런것의 발생을 방지하기 위하여 구조상 또는 온도상승에 대해서 특히 안전도를 증가한 구조
특 수	s	폭발성 Gas의 인화를 방지할 수 없음이 시험 또는 다른 방법에 의해서 확인된 구조
본 질 안 전	i	정상시 및 사고시에 발생하는 전기불꽃 또는 고온부에 의하여 폭발성 가스에 점화할 수 없는 것이 확인된 구조

#### (2) 온도 등급

온도등급	T1	T2	T3	T4	T5	T6
최고표면온도(°C)	≤450	≤300	≤200	≤135	≤100	≤85

(3) 위험장소의 분류

JIS,IEC 기준

<p>(1) 0종장소 (Zone 0)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 위험분위기가 보통상태에서 계속해서 발생하거나 또는 발생할 염려가 있는 장소</li> <li>· 폭발성농도가 연속적 또는 장시간 계속해서 폭발한계 이상이 되는 인화성액체의 용기 또는 tank 내 액면상부 공간, 가연성 가스용기내부, 가연성액체가 모여 있는 Pit Trench 등이 이에 속한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 설비의 내부</li> <li>· 인화성 또는 가연성액체가 존재하는 pit의 내부</li> <li>· 인화성물질의 공기 또는 가연성가스가 지속적 또는 장기간 체류하는곳</li> </ul>
<p>(2) 1종장소 (Zone 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 보통장소에서 위험분위기가 발생할 우려가 있는 장소</li> <li>· 폭발성가스가 보통상태에서 집적해서 위험한 농도가 될 우려가 있는 장소 및 수선, 보수 또는 폭발성가스가 모여서 위험한 농도로 될 우려가 있는 장소</li> <li>· 0종 장소의 근접 주변, 송급 특구의 근접주변, 운전상 열게 되는 연결부의 근접주변, 배기관의 유출구 근접주변등이 이에 속한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 통상의 상태에서 위험분위기가 쉽게 생성되는 곳</li> <li>· 운전, 유지보수 또는 누설에 의하여 자주 위험 분위기가 생성되는 곳</li> <li>· 설비일부의 고장시 가연성물질의 방출과 전기계통의 고장이 동시에 발생되기 쉬운 곳</li> <li>· 환기가 불충분한 장소에서 설치된 배관계통으로 배관이 쉽게 누설되는 구조의 것</li> <li>· 주변지역보다 지대가 낮아 가스나 증기가 체류될 수 있는 곳</li> <li>· 상용의 상태에서 위험 분위기가 주기적 또는 간헐적으로 존재하는 곳</li> </ul>
<p>(3) 2종장소 (Zone 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 이상상태에서 위험 분위기가 단시간 존재할 수 있는 장소</li> <li>· 이상상태에서 지진등 예상을 초월하는 극히 빈도가 낮은 재난상태가 아닌 통상적인 운전상태, 통상적인 유지보수 및 관리 상태를 벗어난 상태, 일부기기의 고장, 기능 상실, 오동작 등.</li> <li>· 0종 1종장소의 주변용기나 장치의 연결부주변, Pump의 Sealing주변등이 이에 속한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 환기가 불충분한 장소에서 설치된 배관계통으로 배관이 쉽게 누설되지 않는 구조의 것</li> <li>· Gasket, Packing 등의 고장과 같이 이상상태에서만 누설될 수 있는 공정 설비 또는 배관의 환기가 충분한 곳에 설치될 경우</li> <li>· 1종 장소와 직접 접하고 개방되어 있는 곳 또는 1종장소와 Duct, Trench, Pipe등으로 연결되어 이들을 통해 가스나 증기의 유입이 가능한 곳</li> <li>· 강제환기방식이 채용되는 곳으로 환기설비의 고장이나 이상시에 위험 분위기가 생성될 수 있는 곳</li> </ul>

API, NFPA기준(미국기준)

<p>(1) Class에 의한 분류</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Class 1 Location - 가연성증기 또는 가스가 폭발이나 연소할 수 있는 충분한 양이 공기 중에 존재하거나 존재가능성이 있는 장소</li> <li>· Class 2 Location - 연소성먼지가 존재하는 장소</li> <li>· Class 3 Location - 쉽게 발화할 수 있는 섬유질 또는 솜털 부스러기가 존재하나 이러한 섬유질이나 부유물질은 발화될 수 있는 만큼 충분한 양이 공기 중에 존재하지 않는 장소</li> </ul>
<p>(2) Division에 의한 분류</p>
<p>A. Division I</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 정상상태에서도 가연성증기나 가스가 존재하는 장소</li> <li>· 이 장소에서 설치하는 설비는 정상운전시는 물론 전기시스템 고장시에 설비내부의 연소가 주위대기를 연소시킬 수 있는 불꽃이나 고온가스를 방출시키지 않도록 설계된 방폭구조기기를 사용하고 본질적으로 안전하다고 승인된 기기나 배선은 방폭구조 없이도 사용할 수 있음.</li> </ul>
<p>B. Division II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 비정상상태 경우 - 기기파열, 고장의경우 가연성 증기나 가스가 나타날 수 있는 장소</li> <li>· Arcing 이나 이와 유사한 경우가 정상상태에서도 점화원을 발생하지 않도록 만들어 이 경우 사고는 매우 희귀하게 일어나고 보통 사고시에는 각 설비가 전원으로부터 차단되기 때문에 완벽한 보호는 요구되지 않는다.</li> </ul>

(4) 방폭 전기기기의 선정

방폭 전기기기의 선정은 위험지역내의 상황과 폭발가능성 그리고 취부 등의 여러가지 요인을 종합검토하여 선정하여야만 안정성이 있는 제품을 선정할 수 있다.

1. 선정요건
2. 방폭전기기기의 선정원칙
3. 방폭전기기기 선정비교표(IEC, 미국기준)
4. 방폭전기기기, 기구의 표시 예
5. 중요가스의 폭발한계(연소한계)

방폭 전기기기의 선정요건

<ul style="list-style-type: none"> <li>· 방폭전기기기가 설치될 지역의 방폭지역 등급구분</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 가스 등의 발화온도</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 내압방폭구조의 경우 최대안전틈새</li> </ul>



· 본질안전방폭구조의 경우 최소점화전류
· 압력방폭구조, 유입방폭구조, 안전증방폭구조의 경우 최고표면온도
· 방폭전기기기가 설치될 장소의 주변온도, 표고, 또는 상대습도, 먼지, 부식성, 가스 또는 습기 등 환경조건
· 분진방폭구조의 경우 분진의 도전성유무

방폭 전기기기의 선정원칙 - 가스위험 증별에 따른 전기기기 선정방법

<b>(1) 0종 장소</b>
· 본질안전방폭구조(EXi) - 정상시 및 사고시(단선, 단락, 지락 등)에 발생하는 전기불꽃, 아크, 또는 고온에 의하여 폭발성가스 또는 증기에 점화하지 않는 것이 점화시험, 기타에 의하여 확인된 구조 · 0종장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조
<b>(2) 1종 장소</b>
· 0종장소 사용구조 · 내압방폭구조(EXd) - 용기내부에 폭발성가스 또는 증기가 폭발하였을때 용기가 그압력에 견디며 또한 접합면 개구부 등을 통해서 외부의 폭발성 증기에 인화될 우려가 없도록 한 구조 · 압력방폭구조(EXp) - 용기내부에 보호가스(신선한공기또는 불연성가스)를 인입하여 내부압력을 유지 함으로서 폭발성가스 또는 증기가 용기내부로 유입하지 않도록 된 구조 · 유입방폭구조(EXo) - 전기기기의 불꽃, 아아크, 또는 고온이 발생하는 부분을 기름속에 넣고 기름면 위에 존재하는 폭발성가스 또는 증기에 인화될 우려가 없도록 한 구조
<b>(3) 2종 장소</b>
· 0종 및 1종 장소 사용 구조 · 안전증방폭구조(EXe) - 정상운전중에 폭발성가스 또는 증기에 점화원이 될 불꽃, 아크, 또는 고온 부분 등의 발생을 방지하기 위하여 기계적, 전기적구조상 또는 온도상승에 대해서 특히 안전도를 증가시킨 구조 · 비 점화용 방폭구조(EXn) · 슬립링, 정류자등 불꽃을 발생시키는 스위치류가 없는 고정설치된 조명기구로서 정상사용시 최고표면온도가 당해 물질발화온도의 80%를 초과하지 않고 고온 부분의 낙하방지를 위한 가드가 있는 비방폭형 기기. 단 조명기구에 스위치류가 있으면 그 부분은 1종장소 또는 2종장소에 준하는 방폭구조여야 한다. · 2종장소에서 사용토록 특별히 고안된 방폭구조

방폭전기기기의 선정 - 선정 비교표

IEC		USA	REMARK
ZONE 0	· Instrinsic Safety Type(EXi) · Specially Apporoved for Zone 0	Class 1 Division I	Pressuring, Puzing또는 Oil Immersed Type도 Zone 0에 적합하게 제작되었으면 적용가능
ZONE 1	· Frame Proof Type(EXd) · Pressurized Type(EXp, f) · Intrinsic Safety Type(EXi) · Oil Immersed Type(EXo) · Specially Approved for Zone 1		
ZONE 2	· All equip certified for Zone 0 and 1 · Increased Safety Type(EXe) · Non Sparking Type (EXn)	Class 2 Division II	

방폭 전기기기의 선정 - 방폭 전기기기, 기구의 표시 예

	Symbol/Sign	지시하기 위해 사용된 예
한 국	(1)방폭타입에 대한 각각의 표시 · d:Frameproof Type(내압) · p:Pressure Type(압력) · e:Increased Safety Type(점증안전)  (2)폭발성 가스나 증기에서의 폭발구분에 대한 Symbol은 전기장치에 대하여 1, 2, 3a, 3c, or 3n으로 나타낸다.  (3)폭발성 가스나 증기에서의 점화구분에 대한 Symbol은 전기장치에 대하여 G1, G2, G3, G4, G5, or G6으로 나타낸다.	(1)Class 2, Frameproof(내압)전기장치, 점화 Group G4에 대해서는 표시 예 · d2G4  (2)점화 Group G3, Increased Safety (점증안전)전기장치 (최대표면온도 160° C를 초과하지 않는다.)  · eG4
IEC	(1)Symbol/EX  (2)방폭타입에 대한 각각의 표시 · d:Frameproof Type(내압) · p:Pressure Type(압력) · e:Increased Safety Type  (3)전기적 장치에 Group에 대한 Symbol	(1)Group II B, 온도등급 T4에서의 내압방폭에서의 전기장치 · Exd II BT4  (2)Group II에 대한 점증안전전기 장치(최대표면온도 125° C)

IEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>· II, II A, II B, or II C</li> <li>(4) 온도 Class에 대한 Symbol</li> <li>· T1, T2, T3, T4, T5, or T6</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Exe II 125°C (T4)</li> <li>· or Exe II 125°C</li> <li>· or Exe II T4</li> </ul>
미국	<p>승인된 장비는 Class, Group, 온도가 명시 되어진다</p> <p>고정된 조명고정물은 Division II 지역에서 사용되도록 명시한다.</p>	<p>(1) 승인장비</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Class I, Group A, B, C, D</li> <li>· Class I, Group B, C, D</li> <li>· Class I, Group C, D</li> </ul> <p>(2) 고정된 조명고정물은 Class I, Division II 지역에서만 사용되도록 명시되어졌다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Class I, Division 2</li> </ul>

방폭전기기의 선정 - 중요가스의 폭발한계 (연소한계) (1atm상온)

가스종류	하한계 (V%)	상한계 (V%)	가스종류	하한계 (V%)	상한계 (V%)
수소	4.0	74.5	아세틸렌	2.5	81.0
일산화탄소	12.5	74.0	벤젠	1.4	7.1
메탄	5.0	15.0	톨루엔	1.4	6.7
에탄	3.0	12.4	시클로프로판	2.4	10.4
프로판	2.1	9.5	시클로hex산	1.3	8.0
부탄	1.8	8.4	메틸알콜	7.3	36.0
펜탄	1.4	7.8	에틸알콜	4.3	19.0
헥산	1.2	7.4	이소프로필알콜	2.0	12.0
에틸렌	2.7	36.0	아세트알데히드	4.1	57.0
프로필렌	2.4	11.0	에테르	1.9	48.0
부텐 - 1	1.7	9.7	아세톤	3.0	13.0
이소부틸렌	1.8	9.0	산화에틸렌	3.0	80.0
L3부타디엔	2.0	12.0	산화프로필렌	2.0	22.0
암모니아	15.0	28.0	아황화탄소	1.2	44.0
황화수소	4.3	45.0	염화비닐	4.0	22.0

산소중 폭발한계 (1atm상온)

가스의 종류	하한계 (V%)	상한계 (V%)
수소	4.0	94
일산화탄소	12.5	94
메탄	5.1	59
에탄	3.0	66
에틸렌	2.7	80
프로필렌	2.1	53
에테르	2.0	82
암모니아	15.0	79
아세틸렌	2.5	93

(5) 방폭형전기기기 표시기호

Exe II T3	
Ex	방폭형전기기기임을 의미
e	안전증 방폭구조를 표시 (d:내압방폭구조, p:압력방폭구조 등등)
II	사용장소가 가스분위기임을 의미 (분진 및 탄진 따위일 경우는 I로 표기함)
T3	외피표면의 온도상승한도를 표시한다

내압(耐壓) 방폭구조에서 사용되는 기호중 II A, II B, II C는 가스의 종류에 따라 구분한다. (II A : 프로판, II B : 에틸렌, II C : 수소 또는 아세틸렌)

(6) 기호비교

구분	방폭구조	사용 장소	외피표면의 온도상승한도	정격부하에서 사용시 권선온도 상승한도 (권선종류가 F종인 경우일 경우)
Ex e II T3	안전증 방폭구조	가스	200°C	90°C
Ex e II T4	안전증 방폭구조	사용	135°C	90°C
Ex e II B T3	내압(耐壓) 방폭구조	지역	135°C	110°C

상기 표의 권선온도 상승한도는 주위온도 40°C에서 정격부하운전시 저항법에 의한 방법을 적용했을 경우임

(7) 방폭구조 선정원칙

위험 장소	방폭구조
0종장소	본질안전방폭구조
1종장소	내압방폭구조
	내압방폭구조 유입방폭구조
2종장소	안전증방폭구조
	유입방폭구조
폭발성분진위험장소	분진방폭구조
	특수방폭구조
가연성분진위험장소	분진방폭구조
	보통방진방폭구조

(8) 주요국가의 위험장소표시 분류 방법

국 명 (규 격)	위험장소표시		
한국, 일본 (IEC)	0종장소	1종장소	2종장소
독일 (VDE)	ZONE 0	ZONE 0	ZONE 0
영국 (BS)	DIVISION 0	DIVISION I	DIVISION II
미국(NEC,UL)	DIVISION 0		DIVISION II

(9) 방폭형 회전기기의 적용기준

항 목	전기회전기기	위험장소 방폭구조	1 종 장 소			2 종 장 소		
			내압(耐壓)	내압(內壓)	안전증	내압(耐壓)	내압(內壓)	안전증
1	3상 농형유도전동기	저압	○	○	△	○	○	○
		고압	△	△	×	○	○	○
2	3상 권선형유도전동기	저압	△	△	—	○	○	○
		고압	×	×	—	○	○	○
3	단상농형유도전동기 접점이 안 붙은 것(저압)		○		×	○		○
4	단상농형유도전동기 접점이 붙은 것(저압)		○		—	○		○
5	브레이크 농형유도전동기(저압)		△		×	○		△
6	3상 동기전동기 (브러쉬가 붙은 것)(저압)		×	×	—	△	△	△
7	3상 동기전동기 (브러쉬레스)(저압)		△	△	×	○	○	○
8	단상반작용동기전동기 (접점 있음)(저압)		○		—	○		○
9	단상반작용동기전동기 (접점 없음)(저압)		○		×	○		○
10	캔드전동기(저압)		○	○	×	○	○	○

○ ; 적당함 △ ; 될 수 있으면 피할 것 × ; 적당하지 않음 — ; 구조상 존재하지 않음 공란 ; 실용적이 아니거나 일반적이 아님