



# ‘단위(單位)’ 이야기

## - 국제단위계 : 각도 · 길이 · 체적 -

산업자원부 기술표준원 한국교정시험기관인정기구(KOLAS)에서는 국제 단위계의 보급확산 및 이해를 돕기 위해 단위 이야기를 연재함

라디안(radian) : rad(법정계량단위/유도단위)

라디안은 "원의 반경과 같은 길이의 호의 중심에 대한 각도"입니다. James Thomson이 1870년경에 만들었다고 전해지고 있습니다. 원주에 대한 중심각이  $2\pi$  rad로서  $1 \text{ rad} = 57.29578$  입니다.  $0.001 \text{ rad}$ 는 때로는 밀(mil)이라고도 하며,  $1 \text{ mil} = 3.625$  입니다.

\* 밀(mil) : mil(비법정계량단위)

원주를 6,400등분한 단위로 일본에서는 "밀위(密位)"로 썼습니다. 포병의 사격용 미터계 단위로서 대포 조준기의 각 각도반은 이것으로 눈금을 새겼습니다. 1,000m거리에서 1m가 뺀 각도에 해당하는 계산이나 목측시의 편의를 위해 정해졌습니다. 이것을 "포병 밀(artillery mil)"이라 하며, "보병 밀(infantry mil)"이라는 것이 있어 야드·파운드계와 동일한 종류의 단위로서 1,000야드의 거리에서 1야드가 뺀 각을 말합니다. 100 포병 밀이 98.2보병 밀에 해당합니다.

도(angle) : °(법정계량단위/보조단위)

$$1 = (\pi/180) \text{ rad} = 0.0174533 \text{ rad}$$

원의 1/4을 90등분한 것으로, 원을 360로 분할한 것은 바빌로니아시대로 거슬러 올라갑니다. 위도는 16세기 초부터 적도를 편리상 0으로 하여 계측하고 경도는 1884년 워싱턴에서 개최된 자오선 회의에서 영

국의 그리닛치를 0으로 하여 계측하기로 하였습니다.

분(minute) : ' (법정계량단위/보조단위)

$$1' = (1/60)^\circ = 0.000290888 \text{ rad}$$

고대 바빌로니아의 60진법 단위로부터 온 것입니다.

초(second) : (법정계량단위/보조단위)

$$1'' = (1/60)' = 0.00000484814 \text{ rad}$$

점(point) : pt(법정계량단위/특수단위)

$$1 \text{ pt} = 11.25^\circ$$

원주를 32등분한 것으로 각 단위는 나침반의 방위 points of the compass로 불리우며 13세기경부터 사용되었으며, 지금도 항공·항해용으로 사용되고 있습니다.

스테라디안(steradian) : sr(법정계량단위/유도단위)

스테라디안은 "구의 반경의 제곱에 해당하는 면적의 구면 부분의 중심에 대한 입체각"입니다. 이 명칭은 1880년경 사용되기 시작하였다고 하며, 어원은 고대 그리스어의 "스테레(stere)"로서 물체 또는 스테레오처럼 입체를 의미합니다. 구의 표면은 그 중심에서  $4\pi \text{ sr}$ 의 입체각을 형성 합니다.

\* 평면각은 보통 2가지 길이의 비, 입체각은 2가지 면적의 비로 나타내는 것을 고려하여 국제도량형총회(CGPM)는 1995년에 국제단위계에서

라디안(rad) 및 스테라디안(sr)을 "무차원"의 조립 단위에 속하는 것으로 하였다. 이것은 평면각 및 입체각이라는 양이 1 차원의 조립량이 되는 것을 의미한다. 단위, 라디안 및 스테라디안은 생략하여도 좋다. 또한 다른 성질이지만 같은 차원을 가진 양 사이를 쉽게 구별하기 위한 조립단위로서 사용할 수 있다.

□ 미터(metre) : m(법정계량단위/기본단위)

"미터는 빛이 진공에서 1/299 792 458초 동안 진행한 경로의 길이" 이 정의는 1983년 파리에서 열린 제 17차 국제도량형총회에서 정해졌습니다.

미터협약에서 미터에 대한 정의는 2회에 걸쳐 바뀌었으나, 그 크기가 변한 것이 아니며 미터가 더 안정화되고 재현이 쉽게 되어 정도가 높아졌습니다. 빛의 속도가 이렇게 적은 수자로 나와 있다 하더라도 최후의 자릿수까지 정확하게 측정된 것은 아닙니다. 오히려 빛의 속도를 이렇게 약속함으로써 우주의 규모를 계측하는 기준을 통일하는 데에 의미가 있는 것입니다. 그리고 이와 같이 정의됨으로서 우리는 미터와 지구의 크기, 그리고 빛의 속도와의 관계를 다음과 같이 이해할 수 있게 되었습니다.

"미터는 처음에 지구 자오선 전길이의 4,000만분의 1"로 결정되었으며, 이 전길이는 40,000 km입니다. 빛은 1초간 거의 300,000 km로 진행하며, 이는 지구를 7바퀴 반도는 것에 해당합니다. 실제 300,000 km를 7.5로 나누면 40,000 km가 됩니다.

- \* 1921년 "미터는 계속 용해해가는 순수한 물과 얼음의 온도에서 국제미터 원기를 나타내는 곳의 길이"

- \* 1951년 "미터는 온도 0도에서 국제 미터원기에서 미터로서 표시된 길이"
- \* 1960년 국제 미터원기가 폐지되고 빛의 파장으로 대체
- \* 1961년 우리나라는 계량법에서 "미터는 트립톤-86의 원자 준위 2P10과 5d5 사이의 천이에 대응하는 빛이 진공에서 파장의 1 650 763.73배에 해당하는 길이로 하며, 국제도량형 총회의 의결에 따라 현시함"으로 명기
- \* 현재 우리나라는 옥소 안정화 헬륨-네온레이저를 길이의 국가표준으로 사용 합니다.

□ 옹스트롬(ngstr m) : (법정계량단위/특수단위)

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

원자물리학이나 전자파의 파장측정 등에 사용됩니다. 이 단위는 표준대기압, 온도 15 , 체적 0.03 %의 탄소가스를 함유한 건조한 공기속에서 국제도량형총회가 결정한 6 438.469 6 파장의 카드뮴 적색선으로부터 유도되었으며, 1907년 International Solar Research에서 제안되었습니다. 명칭은 태양 스펙트럼선을 설명하는데 10<sup>-8</sup>cm를 사용한 스웨덴 물리학자 Ångström(1814~1874)에 의합니다. 옹스트롬은 때로 tenth meter라고도 합니다.

- \* 1860년대 Stoney라는 사람이 10의 거듭제곱을 나타내기 위해서 10의 거듭제곱지수가 옳다면 기수를 단위 뒤에 붙이고, 옳지 않다면 서수를 앞에 붙여 나타내는 기명법을 제안하였습니다. 이것에 따르면 10<sup>10</sup> m는 1미터 텐, 10<sup>-10</sup> m는 1텐스미터(a tenth metre)로 한 것입니다.

□ 해리(nautical mile, n mile) : M, n m(법정계



**량단위/특수단위)**

1 M = 1,852 m

처음에는 위도 1분에 대한 해면상의 거리였습니다. 지구가 타원형이기 때문에 영국은 6 080 ft(1853.2 m)로, 다른 나라에서는 1,852 m로 하였습니다. 이것이 1929년 모나코에서 제1회 임시국제수로회의에서 1 해리 = 1,852 m로 정하였습니다. 전화관계의 해리는 6 078 ft(1 852.57 m)입니다. 해리는 Gunter(1581~1626)가 제안하여 17세기 초부터 사용하였으며, 지금은 해면과 항공용으로 사용되고 있습니다.

**□ 천문단위(astronomical unit) : ua(법정계량단위/특수단위)**

1 ua = 149 597.870 10<sup>6</sup> m

천문학상의 단위로서 지구와 태양 사이의 평균거리를 말하며, 주로 태양계 내에서 천체간의 거리를 나타내기 위하여 사용되어 태양거리라고도 합니다. 정의는 "86 400억초표의 1일당 0.017 202 098 950 rad의 각속도에서 태양주위를 돌며 질량을 무시하는 물체의 움직임이 없는 원 궤도의 반경의 길이"로 국제천문연합이 1976년에 채택한 값은 1 ua = 149 597.870×10<sup>6</sup> m입니다. 이거리를 빛이 진 행하는 데에 요하는 시간은 499.01초 입니다. 다시 말하자면 지구와 태양사이의 거리는 1억 5천만 km로서 빛으로는 500초 걸리는 것이 됩니다.

**□ 퍼섹(parsec) : pc(비법정계량단위)**

1 pc = 3.26광년 = 206 265 ua = 3.085 7 10<sup>16</sup> m

"1천문단위가 뻗친 호의 1초의 각에 해당하는 거리"로서 지구로부터 행성을 봤을 경우와 태양으로부터 봤을 경우와의 방향의 차가 1초에 해당하는 거리로 행성의 거리를 나타내는 데에 사용되는 천문학의 단위입니다. 1922년의 국제천문학연합에서 채택되었습니다.

**□ 광년(light year) : ly(비법정계량단위)**

1 ly = 9.460 53 10<sup>15</sup> m

"전자파가 자유공간을 1년에 통과하는 길이"로 천문학상의 단위로 사용되고 있습니다. 예를 들면 은하계의 직경은 8만 광년, 두께는 중심부가 1만5천 광년 등 입니다.

**□ 마이크로론(micron) : (법정계량단위/특수단위)**

1 μ = 1 μm

1891년에 이미 사용되었고 기호 μ는 1895년 영국의 공문서에서 볼 수 있다고 합니다. 1968년 국제도량형 총회에서 마이크로론을 폐지하고 마이크로미터 μm로 하기로 결정하였습니다.

**□ 야드(yard) : yd(비법정계량단위)**

1 yd = 3ft = 0.914 4 m

야드 파운드법의 기본단위지만 나라마다 약간의 차이가 있습니다. 영국은 1855년 청동제 제국 표준 야드로 정의를 내고 있었

으나, 이것이 미터월기와 비교하면 점점 줄어드는 결과가 되어, 1963년 일본에서는 1야드를 0.914 4m로 결정했습니다. 미국은 1893년 미터



를 법률상의 정규길이 단위로 했을 때 야드를 관용단위로하여 그 크기를 3 600/3 937 m로 하였습니다. 이 값은 1868년에 물리학 교수로 일본을 방문한 Mendenhall(1841~1924)이 귀국한 뒤 연안 측량기관의 장관으로 재임하는 동안 정한 것으로 이것을 정한 법령은 멘덴홀링이라 불리었습니다. 이 값은 0.914 401 83m로서 영국의 값과는 무시할 수 없는 차이가 있습니다. 그래서 미국 규격협회(ASA)는 1933년 0.914 4m를 채택하였습니다. 결국 1958년 앵글로색슨계의 모든 국가 사이의 협정으로 과학, 공업용 단위를 통일하는 표를 만들어 이로 인하여 1야드는 0.914 4m로 통일되었습니다. 따라서 인치도 정확하게 25.4 mm로 된 것입니다.

일본은 1909년 도량형법을 개정하여 야드·파운드법의 사용을 인정했을 당시 아직 척관법이 기본이었기 때문에 1야드를 "1자의 37 719/12 500"으로 정의 내렸습니다. 이것은 영국식으로 0.914 4m입니다.

#### □ 마일(mile) : mile(비법정계량단위)

1 mile = 5 280 ft = 1 609.344 m

왕복 1 000걸음을 의미하는 그리스어의 밀리어리엄에서 유래합니다. 이 밀리어가 마일이 된 것입니다. 5 280 ft라는 어중간한 수치는 전담용의 "퍼롱"과의 관계를 잘 나타냈기 때문입니다. 8퍼롱 = 1마일, 1퍼롱 = 10체인입니다.

#### □ 체인(chain) : chain(비법정계량단위)

1 chain = 22 yd

체인은 그 이름대로 측량용 쇠사슬로 단위길이의 철

사 100개가 링에 결합되어 있고, 일정 순서의 링에 철사의 수를 나타내는 표식이 되어 있습니다. 일본에서는 "측쇄"라고도 합니다. 체인이라는 단위는 여기에서 나온 것입니다.

영국에서는 단순히 체인이라고 합니다만, 미국에서는 "건터의 체인" 또는 "서베어의 체인"이라 부릅니다. 건터는 해리를 정한 17세기초의 에드먼트 건터에서 유래합니다. 또 이 건터의 체인 1마디도 길이의 단위로서 영국체인의 1/100 즉 7.92 in입니다. 링이 인치의 정수배가 되지 않는 것은 1마일 = 80체인이 되도록 정해져 있기 때문입니다.

#### □ 칸(間), 정(町間), 리(里), 자(尺), 치(寸), 분(分) : (비법정계량단위)

척관법에서 길이의 기본단위는 자(尺)입니다.

1 분 = 1/10 치

1 치 = 1/10 자

1 자 = 10/33 m( 0.303 030 m)

\* 가축류를 재는 경직적인 경우 25/66 m ≒ 0.378 787 m

1 칸 = 6 자

1 정 = 60 칸

1 리 = 36 정

척관단위는 고대 중국에서 시작된 단위로서 점점 퍼져 당나라 시대의 단위가 우리나라로 전래되었지만, 우리나라 최초로 미터법을 도입한 1902년(광무 6년)의 도량형 규칙에 1자는 현재와 같이 10/33 m로 정의하였고, 1리는 420 m로 정해짐으로 1리가 1 386자(또는 2 100 주척)로 되어 있습니다. 따라서 통상적 거리 10리는 4.2 km로 보는 것이 옳습니다.



그러나 대한제국의 고종황제가 제정한 조선도량형 규칙은 1905년 도량형법 제정까지 우리나라에서 길이단위로 유지되다가 1910년 한일 강제합방이 되면서 폐지되고, 이후 일본 계량법과 제도의 영향을 받게 되어 1리는 약 3.9 km, 10리는 39 km로 환산하게 되었습니다.

당시 일본 계량법에서 규정하고 있는 척관단위를 보면, 1모(毛)=10<sup>-4</sup>척, 1리(厘)=10<sup>-3</sup>척, 1분=10<sup>-2</sup>척, 1촌=10<sup>-1</sup>척, 1장=10척, 1간=6척, 1정=360척, 1리=12960척(약 3 927.268 m)

**□ 세계공미터 : m<sup>3</sup>(법정계량단위/유도단위)**

기본단위로 표시되는 유도단위로 1변의 길이가 1 m인 직육면체의 부피를 말합니다. 흔히 입방미터로 부르는 것은 일본식 표현입니다.

**□ 리터(litre) : l 또는 L(법정계량단위/보조단위)**

1 L = 1 dm<sup>3</sup> = 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>

리터는 계량법을 만들 때 지구기준으로 정한 미터의 1/10을 1릉(陵)으로 하는 입방체의 체적으로 할 예정이었습니다. 즉 1 dm<sup>3</sup>입니다. 그리고 이 체적의 물의 질량이 1 kg이 되어야 하나, 킬로그램 원기가 조금 무거워서 물 1 kg의 체적을 측정하는 데에 있어서 사람이나 방법을 바꾸어 행하였습니다. 1907년 국제도량형위원회가 발표한 값은 하나로 정해지지 않고 다음과 같이 정해졌습니다.

|                |                           |
|----------------|---------------------------|
| 검의 측정결과        | 1,000 029 dm <sup>3</sup> |
| 샤푸이유의 측정결과     | 1,000 027 dm <sup>3</sup> |
| 리피네와 그 외의 측정결과 | 1,000 028 dm <sup>3</sup> |

이에 일본은 1,000 028 dm<sup>3</sup>를 채택하고, 미국은

1,000 029 dm<sup>3</sup>를 채택하는 등 나라마다 제 각각이었습니다. 그래서 1950년 국제도량형위원회는 "가장 좋은 측정결과로서 표준기압 하에서 온도 4℃의 공기를 함유하지 않는 1 kg의 물의 체적은 1,000 028 dm<sup>3</sup>로 할 것을 승인한다"라고 결의하였고, 1964년 제 12회 국제도량형총회는 "① 리터라는 명칭을 입방데시미터로 부여한 특별한 명칭으로 사용가능하다. ② 리터라는 명칭을 높은 정밀도의 체적측정결과를 나타내기 위해서 사용하지 않을 것을 권고한다."라고 결의하였습니다.

또, 1979년 제16회 국제도량형총회에서는 리터의 기호인 l(인쇄체 소문자 엘)과 숫자 1은 혼돈되므로 대문자인 L을 사용할 수 있도록 하였는데, 여기서 대문자는 인명에서 유래하는 단위에 사용하다는 원칙이 무너졌습니다. 또한 세계공센티미터의 단위기호에서는 cm<sup>3</sup>를 사용하고, cc는 되도록이면 사용하지 않도록 하였습니다.

**□ 용적톤(tonne) : T(법정계량단위/특수단위)**

1 T = 1,132 674 m<sup>3</sup>

선박의 체적단위로서 질량(무게)의 보조단위인 톤(t)과는 전혀 다른 단위입니다. 선박의 크기를 나타내는 톤은 일반적으로 중량이 아니라 부피입니다.

계량법에서는 "선박의 부피측정을 하는데 사용하는 특수단위로 1,132 674m<sup>3</sup>로 한다"라고 정의하고 있습니다. 15세기 초 영국은 세금징수의 편의를 위하여 252와인갤런 용량의 술통보다 적은 양의 짐을 싣는 것을 금지하였습니다. 그래서 선적할 통의 수가 화물톤수의 기준에 맞도록 된 것입니다. 252 와인갤런은 약 40 ft<sup>3</sup>으로 "적하 용적톤"입니다. 한편 선박 측정법은 18세기 말경 영국에서 나온 것입니다만 여

기에는 여러가지 결함이 있어 그에 대한 개량안이 1854년 상선법으로 채용되었습니다. 그 결과 종래의 측정방식에 의한 영국의 선박보유 톤수가 370만 이었던 것이 새로운 방식에 의하여 363 422 456 ft<sup>3</sup>이 되고 종래의 1톤이 98.22 ft<sup>3</sup>에 해당하였으므로 이것이 100 ft<sup>3</sup>으로 정착된 것입니다.

□ 영국 갤런(Imperial gallon) : gal(UK)(비법정계량단위)

$$1 \text{ gal(UK)} = 277.420 \text{ in}^3 = 4.546 \text{ 095 dm}^3$$

1963년 영국도량형법에 의하면 영국 갤런에 대한 정의는 "0.001 217 ml의 밀도를 가진 공기중에 8.136 g/ml의 밀도를 가진 10 lb의 분동에 맞는 0.998 859 g/ml의 물의 체적"입니다. 277.42 in<sup>3</sup>에 해당합니다. 옛날에 영국에서는 "엘갤런"과 이것보다 "와인갤런"이 있었습니다만 1824년 엘갤런으로 통일되고 대륙으로 건너가 미국에서 231 in<sup>3</sup>의 와인갤런을 채택하므로서 양자간에 커다란 차이가 생겨 현재에도 통일이 되지 않은 채 있습니다.

양자를 구별하기 위하여 US gal, UK gal 등으로 나타내기도 합니다.

$$1 \text{ US gal} = 3.785 \text{ 413 L}$$

$$1 \text{ UK gal} = 4.546 \text{ 095 L}$$

□ 영국 뷔셸 : bushel(UK)(비법정계량단위)

$$1 \text{ bushel(UK)} = 8 \text{ gal(UK)} = 36.368 \text{ 7 dm}^3$$

영국의 곡물용 단위로서 갤런과 어깨를 나란히 했습니다만 갤런은 액체용으로, 뷔셸은 곡물용이 되었습니다. 13세기 헨리 3세 때 술 8갤런의 체적으로 정하였으며, 현재의 값은 36.368 7 L이며, 미국은 35.239 06 L입니다.

□ 미국 배럴 : barrel(US)(비법정계량단위)

$$1 \text{ barrel(US)} = 9 \text{ 702 } 8 \text{ in}^3 = 158.987 \text{ dm}^3$$

기원은 나무 몸통의 불룩한 중간형의 통, 나중에 35 영국갤런이 되었습니다. 현재는 영국이나 미국에서도 법률상의 단위로 정해져 있지 않은 데도 국제적으로 석유용으로 사용되고 있는 것은 석유자본의 국제성을 말해주고 있습니다. 이 갤런은 42 미국갤런입니다. 배럴은 이외에 피 계량물에 따라 많은 종류가 있습니다.

□ 되(升) : (비법정계량단위)

$$1 \text{ 되(升)} = 0.001 \text{ 803 } 91 \text{ m}^3 = 1.803 \text{ 9 L}$$

$$1 \text{ 홑(合)} = 0.1 \text{ 되} = 180.39 \text{ ml}$$

$$1 \text{ 작(勺)} = 0.01 \text{ 되} = 18.039 \text{ ml}$$

$$1 \text{ 말(斗)} = 10 \text{ 되} = 18.039 \text{ L}$$

$$1 \text{ 섬(石)} = 10 \text{ 말} = 180.39 \text{ L}$$

척관법상 체적의 기본단위로 중국이 기원이 되는 일종의 국자를 나타낸 문자입니다. 한나라시대의 1되 는 지금 우리나라 1되의 약 1/10정도였습니다만 3차 원의 형태여서 간단하게 바뀔 수 없었습니다. 10되가 1말, 10말이 1섬입니다. 1964년 1월부터 거래나 증명에는 사용하지 않게 되었지만 그 관습으로 1.8 L짜리 병은 많이 사용되고 있습니다.

참고자료(standards.go.kr) : KS A ISO 31-1 양 및 단위-1부: 공간 및 시간