

國際單位系와 고무工業

張 大 烈*

1. 序 言

SI란 國際單位系의 略稱이다. 그 語源은 France語의 *Système International d'unités*(英語로는 *International System of Units*)의 頭文字를 取한 것이다.

國際標準化機構(ISO)는 1960年 國際度量衡總會(CGPM)에서 可決된 統一單位系의 使用를 권고 받아 1969年 2月에 ISO/R 1000으로 SI單位를 채용할 것을 결정하고 1971년부터 각 ISO規格에 SI單位를 採用하기 시작하였다. ISO는 그 후 ISO/R 1000의 一部를 개선하여 1973年 2月에 國際規格으로서의 ISO 1000-1'73을 制定하였다.

世界 고무工業의 關聯 學界 및 業界에서 보면 종래 使用하던 慣用單位를 SI單位로 바꾸어야 함이 당연한 일이지만 여러가지 문제점들로 아직 時間이 요구되고 있는 것 같다.

學界에서는 1975년부터 美國化學會(ACS)의 Rubber Division의 機關誌인 *Rubber Chemical and Technology*에 SI單位의 全面 採用을 결정하였고 日本고무協會에서도 1975年 10월부터 SI單位 채용을 위한 계속적인 노력을 기울이고 있지만 重力單位系(工業單位系라고도 한다)의 킬로그램힘(重量킬로그램) “kg”을 “kgf”로 表示하며 SI單位系의 質重單位 kg과 區別하는 정도에 불과하다가 1980년부터 本格的으로 고무協會誌上的 캠페인, 고무工業에 사용되는 單位의 整理(negative list와 positive list 결정), SI 사용 기

준(manual) 작성 등을 계속 검토하고 있는 형편이다.

우리나라에서는 ISO 會員國으로서 1977년에 한국 公業 規格으로 KS A 0105{국제 단위계(SI) 및 그 사용법}을 제정하였고 1980년에 개정하였다. 그러나 SI單位의 채용을 강제 규정하기 전에 現行 cgs單位에 SI單位를 { }로 併記하는 것을 권장하고 있다.

지금까지 世界各國에서 SI를 實際 使用하는 形편을 볼 때 SI가 統一된 單位로서 충분히 學會, 産業界에 스며들 때까지는 時間이 걸릴 것이지만 學會, 産業界가 共同으로 “각종 物理量을 SI로 表示한 資料集” 등도 發行하여 조속히 통일적인 單位系를 구성하고 使用를 권장한다면 좀더 빠른 時日에 全世界가 통일된 SI單位系를 使用할 것이라 생각된다.

2. 國際單位系와 Metre法

원래 計量單位란 事物을 數量的으로 취급할 필요성에서 地域社會나 國家에서 共通의으로 統一시킨 하나의 約束된 單位로서 美國, 英國 등의 yard·pound法이나 韓國, 日本 등의 尺貫法이 例子이다.

이와같은 地域的, 國家的 統一單位가 國際通商에서는 여러가지 문제가 야기되므로 1875년에 國際的 統一單位系로서 Metre 條約이 成立되었다.

Metre法이 定해질 무렵에는 實用物理量으로서 길이, 면적, 부피, 시간, 角度 정도가 약속되었

* 國立工業試驗院 高分子化學科

지만 그후 科學技術의 발달과 더불어 科學 및 工業上 필요한 單位가 더 많이 설정되어야만 하였다.

이러한 單位는 物理學의法則에 의한 小數 基本 單位의 組合으로 이루어졌으나 그 基本單位는 學者 또는 使用 分野에 따라 다른 것이 선택되었고, 때문에 오늘날에 각종 單位系가 될 수 있었던 것이다.

Metre法의 基本單位系는 어디까지나 길이(m), 質量(kg), 時間(s)의 MKS 單位系이지만 實用上의 便利度로 보면 物理學分野에서는 길이(cm), 質量(g), 時間(s)으로서 소위 cgs 單位系를 채용하고 機械工學分野에서는 길이 (m), 重量(kgf), 時間(s)의 重力單位系를 채용한다(실제로는 重量의 單位記號로 kgf를 사용하지 않고 質量의 單位記號 kg을 그대로 사용하므로써 오늘날의 혼란을 초래한 것이다). 또 電磁氣學에서는 單位系의 分裂이 科學의 發達과 더불어 더욱 더 진행되어 소위 MKSA 單位系, cgs 靜電單位系, cgs 電磁單位系, Gauss 單位系 등 실로 10여종 以上の 單位系가 사용되고 있다.

Metre法의 目的이 世界의 各種 單位를 1개의 單位系로 統一한다는 것이고 보면 이 目的에 위배되는 것이 없도록 再統一의 필요성이 절실하게 된 것이다.

3. 國際單位系(SI)의 概要

SI의 基本은 MKSA 單位系이다. 즉 力學量의 基本單位로서의 길이, 質量, 時間을 각각 metre (m), kilogram(kg), second(s)로 채용한 MKS 單位系에 電磁氣的量的 基本單位로서 電流의 ampere(A)를 추가한 4개의 基本單位로 된 單位系이다. 이 MKSA 單位系가 가장 合理的인 單位系라는 뜻에서 SI도 이 單位系를 基本으로 展開하고 있다.

SI에서는 SI 單位로서 현재 明確한 定義를 내린 7개의 基本單位를 채용하고 있다.

앞에서 설명한 MKSA 單位系의 m, kg, s, A 以外에 熱力學溫度의 kelvin(K), 物質量의 mole (mol), 光度의 candela(cd) 등 3개의 單位를 추가하여 모두 7개의 基本單位가 있다.

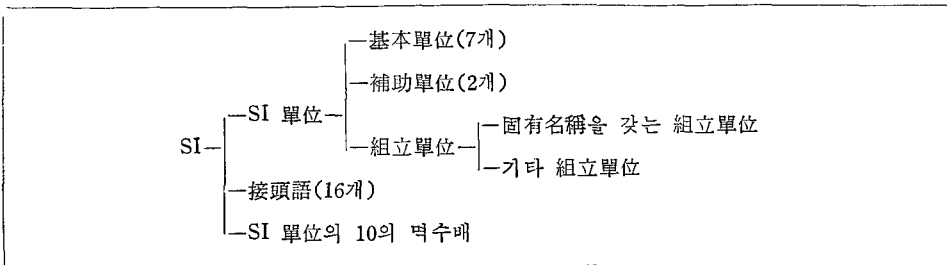
以外 補助單位로 平面角의 radian(rad)과 立體角의 steradian(sr)이 있다.

또 基本單位와 補助單位를 서로 組立하여 만든 組立單位가 있다. 組立單位에는 19개의 固有名稱을 갖는 組立單位와 그 以外의 組立單位가 있다.

또 16개의 接頭語가 있으며 이것을 사용하여 만든 SI 單位의 10의 べき수배를 모두 合하여 SI 單位系로 한다.

SI 構成을 要約하면 表 1과 같다.

表 1. SI의 構成



3.1 SI 單位

SI에 있어서 가장 基礎的인 單位로서 基本單位, 補助單位, 組立單位로 구성되어 있다. 따라서 壓力單位인 pascal(Pa)은 SI 單位이지만 우리 고무工業에서 널리 실용되고 있는 接頭語를

붙인 mega-pascal(MPa)은 SI 單位로 부르지 않는다는 것에 주의하여야 한다.

3.1.1 基本單位(Base units)

CGPM에서 다음과 같은 見地에서 獨立的인 것으로 볼 수 있기 때문에 결정된 것으로서 表 2에서와 같이 明確하게 定義된 7개의 單位를 말한다.

表 2. 基 本 單 位

量	名 稱	記 號	定 義
길 이	미터(metre)	m	미터는 Kr(krypton) 86 原子的 準位 $2P_{1/2}$ 과 $5d_5$ 間的 遷移에 對應하는 光의, 진공 中에 있어서 波長의 1 650 763.73배에 相當하는 길이.
質 量	킬로그램(kilogram)	kg	킬로그램은(重力도 힘도 아니다) 質量의 單位로서 國際 킬로 그램 原器의 質量과 같다.
時 間	초(second)	s	秒는 Cs(cesium) 133의 原子基底狀態의 2개의 초미세 準位間의 遷移에 對應하는 放射의 9 192 631 770 週期の 계속 時間.
電 流	암페어(ampere)	A	암페어는 진공 中에 1m의 간격으로 평행하게 놓여진 무한히 적은 圓形斷面積을 가진 무한히 긴 2개의 直線狀導體의 각각을 흘려 이들 導體의 길이 1m당 2×10^{-7} 뉴우톤의 힘을 미치는 不變의 電流.
熱力學 溫度	켈빈(kelvin)	K	켈빈은 물의 三重點의 熱力學溫度의 $\frac{1}{273.16}$ 이다.
物 質 量	몰(mole)	mol	몰은 0.012kg의 C(carbon) 12 中에 존재하는 原子의 數와 같은 數의 要素粒子*1 또는 要素粒子의 集合體(組成이 확실한 것에 한함)로 구성된 系の 物質量으로서 要素粒子 또는 要素 粒子의 集合體를 特定하여 사용한다.
光 度	칸델라(candela)	cd	칸델라는 周波數 540×10^{12} Hz의 單色光을 방출하고 所定의 方向에서 放射強度가 $\frac{1}{683}$ watt 每 steradian의 光源의 2 方 向에 있어서의 光度이다*2.

注: ※ 1) 여기서의 要素粒子란 原子, 分子, 이온, 電子, 기타 粒子를 말한다.

※ 2) 이 定義는 1979年 CGPM에서 채용되었다.

3. 1. 2 補助單位(Supplementary units)

原來는 基本單位 또는 組立單位 中 어느쪽에 屬한다고 생각하여도 좋은 單位지만 CGPM에서 는 平面角과 立體角을 위의 두 單位에 포함시키 지 않고 補助單位로 부를 것을 결정하였다. 이러 한 2개의 單位를 基本單位로 취급하든 組立單位 로 취급하든 그것은 自由다.

補助單位의 名稱, 記號 및 ISO에서 定한 定義 를 表 3에 요약하였다.

3. 1. 3 組立單位(Derived units)

國際單位系(SI)는 基本單位 7개와 補助單位 2 개를 사용하여 代數的方法(곱하기 및 나누기셈) 으로 數學記號를 사용하여 表示한 單位이다. 實 用上의 편의를 위해 組立單位 中 19개의 單位는 각각 固有名稱과 記號를 定하여 基本單位나 補助 單位와 마찬가지로 사용되며 그 以外의 組立單位 를 表示하는데 사용할 수도 있다. 따라서 組立單 位는 19개의 固有名稱을 갖는 組立單位(表 4),

表 3. 補 助 單 位

量	名 稱	記 號	定 義
平 面 角	라디안(radian)	rad	라디안은 圓의 둘레 위에서 의 반지름의 길이와 같은 길이의 弧를 절취한 2개의 반지름 사이에 포함되는 平面角이다.
立 體 角	스테라디안(steradian)	sr	스테라디안은 球의 中心을 頂點으로 하고 그 球의 반지름을 한변으로 하는 正方形의 面積과 같은 면적을 球의 表面에서 절취한 立體角이다.

基本單位 및 補助單位만으로 된 組立單位(表 5)와 表 4의 固有名稱을 사용하여 表示된 組立單位(表 6)의 3 group으로 구분한다.

이처럼 SI에서 組立單位는 7개의 基本單位, 2개의 補助單位 및 19개의 固有名稱을 갖는 組立單位的 범위 안에서 곱셈과 나눗셈을 활용하여 構成한다는 기본규칙을 정하고 있을 뿐이므로 필요에 따라 임의로 構成하여 사용하여도 좋다고 되어 있다. 事實 國際度量衡局의 發行文書인 “國際單位系(SI)”에서는 18개의 名稱을 가진 組立單位 以外에 33例를 表示하는데 불과하다. 그러나 이것만으로는 실용상 불편하고 構成方法에 따라서는 一慣性 있는 單位系를 構成하기에 혼란이 생

길 것으로 생각되므로 ISO 1000, KS A 0105에서는 SI 單位로서 최소한 필요하다고 생각되는 것을 그들 10의 べき배와 같이 부속서에 나타내고 있다.

여기에서(KS A 0105 참조) ① 空間 및 時間에 관한 量(KS A 0105의 부표 1)에서 ⑨ 電離性 放射線에 관한 量(KS A 0105의 부표 9)까지 9개 分野로서 많은 物理量의 SI 單位가 表示되었지만 앞에서 설명한 바와 같이 實은 組立單位는 이 부표에 한한 것이 아니고 以外의 量에 대해서도 SI의 構成原則에 따라 임의로 構成하여 사용하여도 좋은 것이다.

表 4. 固有名稱을 갖는 組立單位

量	名 稱	記 號	他 SI 單位에 의한 組立方法	SI 基本單位에 의한 組立方法
周波數	헤르쯔(hertz)	Hz		s^{-1}
힘	뉴우톤(newton)	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
壓力, 應力	파스칼(pascal)	Pa	N/m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
에너지, 일, 熱量	줄(joule)	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
일율, 工率, 동력, 전력, 放射束 電氣量, 電荷	와트(watt)	W	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
電位, 電位差, 電壓, 起電力	쿨롱(coulomb)	C	$A \cdot s$	$s \cdot A$
靜電容量	보울트(volt)	V	W/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
電氣抵抗	페라데이(farad)	F	C/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
(電氣의) 콘덕턴스	오움(ohm)	Ω	V/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
磁力線束	지멘스(simens)	S	A/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
磁力線束密度, 磁氣誘導	웨버(weber)	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
인덕턴스	테슬라(tesla)	T	Wb/m^2	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
센시우스溫度	헨리(henry)	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
光 束	셀시우스 度 또는 度 (degree celsius)	$^{\circ}C$		K
照明度	루멘(lumen)	lm		$cd \cdot sr$
放射能	룩스(lux)	lx	lm/m^2	$m^{-2} \cdot cd \cdot sr$ } *1
吸收線量	베크렐(becquerel)	Bq		s^{-1}
綠量當量*2	그레이(gray)	Gy	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
	시벨트(sievert)	Sv	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$

註: ※ 1) 이 2개의 表示方法에서 steradian(sr)은 基本單位로 取扱하고 있다.

※ 2) 1979년 CGPM에서 채택하였다.

表 5. 基本單位 및 補助單位만으로 된 組立單位

量	名 稱	記 號
넓	이 제곱(평방)미터	m^2
부	피 제곱(입방)미터	m^3
速	도미터 每秒	m/s
加 速	도미터 每 제곱 秒	m/s^2

量	名 稱	記 號
波	數每 미터	m^{-1}
密	도 킬로그램 每 제곱미터	kg/m^3
電 流 密 度	암페어 每 제곱미터	A/m^2
磁 界 的 強 度	암페어 每 미터	A/m

量	名 稱	記 號
(物質量의) 濃 度	몰 每 세제곱미터	mol/m ³
比 體 積	세제곱미터 每 킬로그램	m ³ /kg
輝 度	칸델라 每 제곱미터	cd/m ²
角 速 度	라디안 每 秒	rad/s
角 加 速 度	라디안 每 제곱 秒	rad/s ²

表 6. 表 4의 固有名稱을 사용하여 表示한 組立單位

量	名 稱	記 號
粘 度	파스칼 秒	Pa·s
힘의 모 멘 트	뉴우톤 미터	N·m
表 面 張 力	뉴우톤 每 미터	N/m
熱流密度, 放射照度	와트 每 제곱미터	W/m ²
熱 容 量, 엔트로피	줄 每 켈빈	J/K
比熱, 質量엔트로피	줄 每 킬로그램 每 켈빈	J/(kg·K)
質 量 에 너 지	줄 每 킬로그램	J/kg
熱 傳 導 率	와트 每 미터 每 켈빈	W/(m·K)
體 積 에 너 지	줄 每 세제곱미터	J/m ³
電 界의 強 度	볼트 每 미터	V/m
體 積 電 荷	쿨롱 每 세제곱미터	C/m ³
電 氣 變 位	쿨롱 每 제곱미터	C/m ²
誘 電 率	페라데이 每 미터	F/m
透 磁 率	헨리 每 미터	H/m
물 에 너 지	줄 每 물	J/mol
몰엔트로피, 몰比熱	줄 每 물 每 켈빈	J/(mol·K)
照 射 線 量	쿨롱 每 킬로그램	C/kg
吸 收 線 量 率	그레이 每 秒	Gy/s
放 射 強 度	와트 每 스테라디안	W/sr
放 射 輝 度	와트 每 제곱미터 每 스테라디안	W·m ⁻² ·sr ⁻¹

3.2 SI 單位的 10의 べき배

앞에서 설명한 基本單位, 補助單位 및 組立單位의 총칭인 SI에서 全體의으로는 完全一貫性이 유지되고 있지만 物理量에 따라 常用되는 量의 크기가 반드시 적당한 크기의 SI 單位만으로는 한정할 수 없다. 例를들면 壓力의 單位는 파스칼(Pa)이지만 常用 單位로서는 다소 적어서 Pa의 10³배인 킬로파스칼(kPa) 또는 10⁶배인 메가파스칼(MPa)이 사용하기에 훨씬 편리하다. 또 靜電容量의 페라데이(F)는 常用 單位로서는 너무 크기 때문에 10⁻⁶배인 마이크로페라데이(μF) 또는 10⁻¹²배인 피코페라데이(pF)가 통용된다.

이와 같이 SI 單位만으로는 現實의 物理量을 표시하는데는 다소 無理가 있고 극히 큰 量이나 극히 적은 量도 表示할 需要가 있기 때문에 SI에서는 16개의 接頭語를 정하며 SI 單位에 붙여 그 10의 べき배를 구성하는데 倍數로 사용하도록 하고 있다. 그 接頭語를 表 7에 표시한다.

表 7. 接 頭 語

單位에 乘해지는 倍數	名 稱	記 號
10 ¹⁸	엑사(exa)	E
10 ¹⁵	페타(peta)	P
10 ¹²	테라(tera)	T
10 ⁹	지가(giga)	G
10 ⁶	메가(mega)	M
10 ³	킬로(kilo)	k
10 ²	헥토(hecto)	h
10	데카(deca)	da
10 ⁻¹	데시(dec)	d
10 ⁻²	센티(centi)	c
10 ⁻³	밀리(milli)	m
10 ⁻⁶	마이크로(micro)	μ
10 ⁻⁹	나노(nano)	n
10 ⁻¹²	피코(pico)	p
10 ⁻¹⁵	펨토(femto)	f
10 ⁻¹⁸	아토(atto)	a

SI 單位的 10의 べき배는 常用하는데 편리하다고 해서 제멋대로 각종 接頭語를 붙여 사용하게 되면 無用의 혼란이 일어나므로 單位系의 일관성이 있어야 하겠기에 극히 어려운 문제점이지만 일정한 rule에 따라 構成하여야 한다. 이와 관련하여 KS A 0105의 부속서에서 「SI 單位 및 그와 병용해도 되는 單位와 그 10의 べき배」로 例示하여 하나의 指針으로 하고 있다.

3.3 SI의 記號 사용법과 注意點

組立單位 또는 接頭語를 사용한 10의 べき배를 構成할 때는 몇몇 原則이 정해져 있고 이들 記號의 쓰는법과 사용법, 量을 표시하는 數의 쓰는법에 대해서도 올바른 방법과 주의사항이 있어 이것들을 요약하면 다음과 같다.

① 單位記號는 세움체(로마) 문자(量記號는 빗김체)로 하며 복수형을 쓰지 않고 중지부도 붙이지 않는다.

다만 記號가 固有名詞로 이루어지는 것 卽 基本單位 2개, 組立單位 17개는 처음 문자만을 大文字로 하고 그 외는 모두 小文字로 한다.

例: m(미터), s(초), A(암페어), Wb(웨버),

② 量을 表示하는 數字와 單位記號 사이에는 활자 나비의 $\frac{1}{2}$ 간격을 떼어 표시한다.

例: 1 kgf/cm²

1 d=24 h=1440 min=86400 s

③ 組立單位가 2개 이상 單位의 곱으로 구성될 때는 다음의 어느 방법을 써도 좋다.

例: N·m 또는 Nm

힘의 단위 뉴우톤 미터는 밀리 뉴우톤 mN과의 혼동을 피해 Nm 또는 N·m이라 쓴다.

④ 組立單位가 하나의 단위를 다른 단위로 나누어서 구성할 때는 빗김線, 水平線 또는 負(-)의 べき수를 사용한다.

例: $\frac{m}{s}$, m/s, m·s⁻¹ 혹은 ms⁻¹

⑤ 또 모든 불명확도를 피하기 위해 괄호를 붙이지 않고 같은 줄에 斜線을 2개 이상 겹치지 않아야 한다. 또 복잡한 경우에는 (-)의 べき수 또는 괄호를 사용한다.

例: m·kg/(s³·A) 또는 m·kg·s⁻³·A⁻¹

不可例: m·kg/s³/A 또는

m·kg/s³·A(m·kg·A/s³과 혼동한다)

⑥ 接頭語의 記號는 세움체(로마) 문자로 하고 바로 뒤에 나타내는 단위 기호와 하나가 된 것으로 취급하며 接頭語의 記號와 단위 기호와의 사이에는 공백을 두지 않는다.

⑦ SI 단위 중 質量의 基本單位 킬로그램(kg)은 例外的으로 接頭語의 명칭 킬로(k)를 포함하고 있으므로 質量 單位의 10의 べき수의 명칭은 그램(g)에 接頭語를 붙여 구성한다.

例: 1 mg 不可例: 1 μkg

1 Mg 不可例: 1 kkg, 1 μkg

⑧ 接頭語는 2개 이상 병행하여 사용하면 안된다. 다시 말하면 組立한 接頭語를 사용해서는 안된다(⑦의 例도 여기에 속함).

例: 1 nm 不可例: 1 mμm

不可例: 1 μμF

⑨ 接頭語를 포함한 기호에 正 또는 負(+, -)

의 指數를 붙일 때는 그 指數는 單位 기호 및 接頭語의 기호 全體에 적용한다.

例: 1 cm³=(10⁻² m)³=10⁻⁶ m³

1 μs⁻¹=(10⁻⁶ s)⁻¹=10⁶ s⁻¹

1 mm²/s=(10⁻³ m)²/s=10⁻⁶ m²/s

⑩ べき수는 數가 實用範圍에 들어갈 수 있는 편리한 크기의 것을 선택한다. 원칙적으로 그 數가 0.1과 1000 사이에 들어가는 것을 선택한다.

例: 1.2×10⁴ N은 12 kN로 쓴다.

0.003 94 m는 3.94 mm로 쓴다.

1 401 Pa는 1.401 kPa로 쓴다.

다만 같은 量에 관한 값의 表中 또는 일련의 문장 중에서 그 값을 말하는 경우는 비록 몇개의 수가 0.1에서 1000까지의 범위를 초과하는 일이 있더라도 어떠한 경우에도 같은 べき수를 사용하는 것이 일반적으로 좋다. 또한 특수용도가 있는 종류의 量에 있어서는 慣例로서 같은 べき수를 사용한다. 例로서는 대개의 경우 機械製圖에서는 치수에 mm를 사용한다.

⑪ 2개 이상의 SI 單位로 組立된 單位를 べき배하여 구성할 때는 接頭語를 하나만 사용하도록 한다. 接頭語는 先頭에 쓰는 單位에 붙이는 것이 좋고 分母에 붙이는 것은 피하는 것이 좋다. 특별한 경우 基本單位 kg이 分母에 있을 경우에는 接頭語의 “k”는 接頭語의 數에 넣지 않는다.

例: 1 klm·s 不可例: 1 Mlm·ms

1 MJ/kg 1 kJ/g

1 Mg/m³ 1 kg/dm³

1 dm³/kg 1 cm³/g

⑫ 수치는 일반적으로 세움체로 한다.

자리수가 많을 때는 읽기 쉽도록 소수점부터 수를 세어서 좌우로 3자리씩의 群으로 나누면 좋다. 群의 사이는 활자 나비 1/4의 공간을 비우고 쉼표 등으로 구분하지 않는다.

例: 1 kgf/cm²=0.098 066 5 MPa

⑬ KS A 0105의 부표에는 위의 ①~⑪의 原則에서 벗어나는 몇몇 例는 아래와 같다.

kg/dm³, g/cm³, N/mm², C/mm², C/cm²,

V/mm, V/cm, A/mm, A/cm, A/mm²,

A/cm², Wb/mm, Ω·cm, mol/dm³.

4. SI에 포함되지 않은 單位의 취급

지금까지 설명한 바와 같이 SI라는 일관성 있는 單位系가 확립된다면 그 以外的 單位는 배제될 수도 있다. 그러나 실제로는 여러 分野에서 널리 사용되고 있는 單位 또는 아주 중요한 역할을 가진 單位 등에 대해서는 그렇게 간단히 배제될 수 없는 것이다. 그래서 1969년의 國際度量衡委員會에서는

- 1) SI와 병용하는 單位(表 8)
- 2) 特殊分野에 한하여 SI와 병용하여도 되는

單位(表 9)

- 3) 당분간 SI와 병용해도 좋은 單位(表 10)
- 4) SI와 병용하지 않는 것이 좋은 固有名稱을 갖는 cgs 單位(表 11)
- 5) 기타 일반적으로는 추천하기 어려운 單位(表 12)로 分類되고 있다.

한편 ISO 1000 및 KS A 0105에서는 실용상의 중요도로 보아

- 1) SI 單位와 병용하는 單位(表 8과 같음)
- 2) 特殊分野에 限하여 SI 單位와 병용하여도 되는 單位(表 9에 表 10에 bar를 加한 表)를 本文 中에 나타내고 있다.

表 8. SI와 병용하는 單位

量	單位의 名稱	單位의 記號	SI 單位로서의 값
時 間	分	min	1 min = 60 s
	時	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	日	d	1 d = 24 h = 86 400 s
平 面 角	度	°	1° = (π/180) rad
	分	'	1' = (1/60)° = (2/10 800) rad
	秒	"	1" = (1/60)' = (π/648 000) rad
부 피	리터	L(l)	1 L = 1 dm³ = 10⁻³ m³
質 量	톤	t	1 t = 10³ kg

表 9. SI와 병용하여도 되는 單位(SI 單位에 의한 값이 實驗的으로 얻어진 것)

量	單位 名稱	記 號	定 義
에 너 지	電 子 볼 트	eV	1電子 볼트는 眞空中에서 1볼트의 電位差를 橫斷할 때마다 電子가 얻는 운동에너지. (近似的으로) 1eV = 1.602 189 2 × 10⁻¹⁹ J
原 子 質 量	原 子 質 量 單位	u	1原 子 質 量 單位는 核種 ¹²C의 原 子 質 量의 1/12과 같다. (近似的으로) 1u = 1.660 565 5 × 10⁻²⁷ kg
길 이	天 文 單 位	AU	1AU = 149 598 × 10⁶ m (天文體系의 定義)
	파세크(parsec)	pc	1파세크는 1天文單位가 示差 1秒에 해당하는 거리. (近似的으로) 1pc = 206 265 AU = 30 857 × 10¹² m
流 體 壓 力	바 아(bar)*1	bar	1bar = 10⁵ Pa

註: ※ 1) 國際度量衡委員會에서는 SI와 잠정적으로 병용하는 單位로 하고 있다.

表 10. 當분간 SI와 병용해도 좋은 單位

名	稱	記 號	SI 單位로서의 값
海 里		M [*]	1海里=1 852m
노 트(knot)			1노트=1海里每時=(1 852/3 600)m/s
옹그스트롬 (Angström)		Å	1 Å=0.1 nm=10 ⁻¹⁰ m=100 pm
아 르(are)		a	1 a=1 dam ² =10 ² m ²
헥 타 르(hectare)		ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
반 (barn)		b	1 b=100 fm ² =10 ⁻²⁸ m ²
바 아(bar)		bar	1 bar=0.1 MPa=10 ⁵ Pa
標 準 大 氣 壓		atm	1 atm=101 325 Pa
갈 (Gal=galileo)		Gal	1 Gal=1 cm/s ² =10 ⁻² m/s ²
큐 리(curie)		Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
렌 트 겐(roentgen)		R	1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg
라 드(rad)		rad	1 rad=1 cGy=10 ⁻² Gy
텍 스(tex)		tex	1 tex=10 ⁻⁶ kg/m (섬유공업에서의 織度)

註: ※ 1) 이 정의는 1929년 국제수료회의에서 채택.

表 11. SI와 併用하지 않는 것이 좋은 固有名稱을 가진 CGS 單位

名	稱	記 號	SI 單位로서의 값
에 르 그(erg)		erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
다 인(dyne)		dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
포 아 즈(poise)		P	1 P=1 dyn·s/cm ² =0.1 Pa·s
스 톱 스(stokes)		St	1 St=1 cm ² /s=10 ⁻⁴ m ² /s
가 우 스(gauss)		Gs, G	1 Gs는 10 ⁻⁴ T에 상당한다.
에 르 스테 드(oersted)		Oe	1 Oe는 (1000/4π) A/m에 상당한다.
맥 스 웰(maxwell)		Mx	1 Mx는 10 ⁻⁸ Wb에 상당한다.
스티루브		sb	1 sb=1 cd/cm ⁴ =10 ⁴ cd/m ²
포 트(phot)		ph	1 ph=10 ⁴ lx

表 12. 其他 일반적으로는 추천하기 어려운 單位

名	稱	記 號	SI 單位로서의 값
페 르 미(fermi)		fm	1 fm=10 ⁻¹⁵ m
캐 러 트(carat)		car, ct	1 carat=200 mg=2×10 ⁻⁴ kg
토 르(torr)		torr	1 torr=(101 325/760)Pa
킬 로 그 램 힘		kgf	1 kgf=9. 806 65 N
칼 로 리(calorie)		cal	1 cal=4. 186 8 J
미 크 론(micron)		μ	1 μ=1 μm=10 ⁻⁶ m
X 線 單位			
스테르		st	1 st=1 m ³
감 마(gamma)		γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
감 마(gamma)		γ	1 γ=1 μg=10 ⁻⁶ kg
람 다(lambda)		λ	1 λ=1 μl=10 ⁻⁶ l=10 ⁻⁹ m ³

5. 고무工業과 SI 및 其他 單位

SI에 포함된 單位 및 KS A 0105에 명기된 “SI와 병용하는 單位” 以外的 單位로서 고무工業과 相關 學界에서 널리 常用되고 있는 單位가 몇몇 있다.

이러한 單位를 現時點에서 採用可否를 論하기에는 여러가지 點으로 보아 뒤로 보류하고라도 어떤 單位가 어떻게 慣用되고 있는가를 살펴 볼 필요가 있다.

SI에서는 回轉數를 每秒(s^{-1})로 表示하고 周波數와 振動數를 헬즈(Hz)로 表示하고 있는데 어느 것이나 每秒에 대한 單位인데 反하여 고무工業에서는 主로 每分の 單位를 채용하는 것이 많다. 많은 試驗機에서도 그 單位가 每分으로 되어 있다. 每分の 單位는 그대로 두고 每分(rpm) 또는 사이클每分(cpm)이 종종 사용된다.

이온의 當量濃度를 表示하는 規定濃度는 SI에서는 mol/m^3 의 單位로 표시되지만 慣用單位로서의 N(normality)는 分析化學에서 필요한 것이므로 그 單位記號가 힘의 newton(N)과 같은 記號로 사용된다는 문제점도 있지만 고무工業에

서는 널리 사용되고 있다. ASTM에서는 newton의 “N”과의 혼동을 피하고자 “M”라는 單位記號를 채용하는 예가 있지만 반드시 통일적인 것은 아니다.

또 百分率(%), 千分率(‰), 百萬分率(ppm), 十億分率(ppb)도 필요 불가분한 것이다. 오존 濃度를 表示하는데 사용되는 一億分率(pphm)은 計量法에는 채용되고 있지 않지만 KS M 6518(가황 고무 물리 시험방법)에서 채용되고 있다.

고무工業에서 慣用되고 있는 配合劑의 무게를 原料고무 100 무게部에 對한 配合劑의 무게部數로서 phr(parts per hundred rubber)가 사용된다. 다른 여러 나라에서는 pbw(parts by weight)가 사용되기도 하지만 우리나라에서는 별로 사용하지 않는다.

고무의 引張強度나 應力을 SI 單位에서는 Pa, MPa, N/m^2 등이 사용되고 있는데 反하여 고무工業에서는 kgf/cm^2 를 主로 사용하고 있다.

고무 硬度(無次元量), 무우니 粘度(無次元量), 윌리엄 可塑度(無次元量)도 고무工業에서 사용되는 獨特한 單位이다.

고무工業에 있어서 고무 物理試驗에 主로 사용되는 量의 記號는 다음 表 13과 같다.

表 13. 고무 物理試驗에 사용되는 量 記號

量	略 號	SI 單位	
引 張 強 度	T_B	MPa	
伸 張 率	E_B	%	
引 張 應 力	M_n	MPa	n 는 伸張率의 數值를 표시. 例: 300% 引張應力은 M_{300}
永久伸張늘음率	PS	%	
스프링 硬 度	H_S	—	例: H_S (쇼아 A)
引 裂 強 度	T_R	kN/m	
壓縮永久줄음率	CS	%	例: CS(70°C×22 h)
接 着 強 度	T_A	kN/m 또는 MPa	
密 着 強 度	T_F	kN/m 또는 MPa	
反 撥 彈 性	R	%	
加 熱 老 化 試 驗			
殘 留 率	A_R	%	例: $A_R(T_B)$, $A_R(E_B)$
變 化 率	A_C	%	
膨 潤 試 驗			S의 記號가 많이 사용됨.
무 게 變 化 率	ΔW	%	
부 피 變 化 率	ΔV	%	例: S(No. 1 기름, 20°C×24 h) $\left\{ \begin{array}{l} \Delta V(\%) \\ SR(T_B) \\ SR(E_B) \end{array} \right.$

量	略 號	SI 單位	
殘 留 率	S_R	%	ϵ 는 低伸張伸張率을 표시. 例: 25% 低伸張應力은 σ_{25} 例: $nML_{1+t}(100^\circ\text{C})$, $nMS_{1+t}(154^\circ\text{C})$, L 또는 S 는 rotor size, n 는 무우니 粘度値를 표시 例: t_n , 단 n 은 最小 무우니 粘度에서 上昇한 單位를 표시
變 化 率	S_C	%	
低 伸 張 應 力	σ_E	MPa	
脆 化 溫 度	T_b	$^\circ\text{C}$	
유 리 化 溫 度	T_g	$^\circ\text{C}$	
무 우 니 粘 度	MT	—	
무우니스코치	t_n	—	
最低무우니粘度	V_m	—	
靜 的 應 率	$E(Es)$	MPa	
動 的 應 率	$E_1(Ed)$	MPa	
靜的剪斷彈性率	$G(Gs)$	MPa	
動的剪斷彈性率	$G_1(Gd)$	MPa	
損 失 應 率	E_2	MPa	
損失剪斷彈性率	G_2	MPa	

6. 主要 單位의 SI 換算率表와 이 용 방법

중래부터 SI를 사용하는 單位에는 문제점이 없지만 중래부터 SI와 다른 常用單位를 사용하고 있는 點이나 SI 單位로 表示한 각종 測定機器의 보급 부진 등 오늘날의 時點에서는 부득이 SI 單位의 數値로 換算해야만 하는 번거로움이 따른다. 現在 사용하고 있는 主要 單位의 SI 換算率表는 表 14에 요약하고 換算値의 자리수 및 맺음법과 換算率 使用法을 요약한다.

6.1 換算値의 자리수와 맺음법

SI 單位로 다시 換算할 때는 될 수 있는대로 끝맺음된 數値를 이용하는 것을 원칙으로 한다. 이때 다소 큰 값으로 換算하여도 충분하다면 必要最小限의 자리數를 採用하여 引張強度 약 16 MPa로 表記하여도 좋으나 될 수 있는대로 정확한 換算値를 얻고져 할 때는 그 자리수의 맺음법을 다음 원칙에 따르는 것으로 한다.

有効숫자의 자리수는 0이 아닌 最高位의 수치 자리(位)에서 센다.

例로 설명하면

0.016은 유효수자 2자리

15.7은 유효수자 3자리

15.70은 유효수자 4자리

400은 유효수자 3자리

5000은 유효수자 4자리가 된다.

만일 400과 5000의 경우 첫째 수자만을 유효수자로 표시할 때는 400은 4×10^2 로 表記하면 그 유효수자는 1자리가 되고 50×10^2 은 2자리로 表記된다.

引張強度(MPa)에서 15.6과 15.60의 表記는 本質的으로 다른 값이다. 여기서 15.6(유효수자 3자리)은 15.5 또는 15.7보다 15.6에 더 가깝다는 뜻이고 15.60(유효수자 4자리)은 15.59 또는 15.61보다 15.60에 더 가깝다는 뜻이다.

이러한 數値를 KS A 0021(수치의 맺음법)에 따라 맺음한다면 表示된 數値의 最後 자리 1단위의 $\frac{1}{2}$ 에 相爲하는 不確實度가 포함되고 있는 것이다. 따라서 15.6은 15.55이상 15.65미만의 수치가 끝맺음된 것이므로 그 不確實度는 ± 0.05 이고, 15.60은 15.595이상 15.605미만의 수치가 끝맺음된 것이다. 即 不確實度의 幅으로는 각각 0.1과 0.01이 된다.

KS A 0021에 따라 수치의 맺는 例를 들어 다음 數値를 유효수자 4자리(소수점 이하 2자리가 된다)로 끝맺음 하면

15.764→15.76

15.7648→15.76

15.765→15.76(버려진 경우)

15. 755→15. 76(올려진 경우)

15. 7652→15. 77

15. 766→15. 77로 된다.

6. 2 換算의 原則

종래 사용하던 單位로 表示된 數值를 SI 單位의 數值로 換算할 때는

① 그 計算結果를 어떤 자리수까지 맺음할 때 생기는 計算誤差

② 어떤 자리수로 이미 맺음한 換算率을 사용하므로써 생기는 誤差

③ 原來의 數值 自體가 가진 本來의 誤差가 모두 합쳐진다.

이와같이 換算으로 인한 新生誤差는 될 수 있는대로 적을 수록 좋다. 그렇지만 이러한 오차를 완전히 없앨 수 있다는 것은 實用的인 見地에서나 有効數字의 개념에서나 의미없는 자리수까지 計算하여 表示하는 것은 노력의 낭비이다.

그런 점에서 換算으로 인한 不確實度의 增加를 無視하고 얻어진 크기를 맺음할 경우의 原則을 다음과 같이 定하고 있다.

換算結果는 原來 數值의 不確實度의 幅 Δ를, 換算된 不確實度의 幅 Δ_c에 가장 가까우면서 그 값을 초월하지 않는 單位의 자리수로 끝맺음 한다.

例 : 引張強度 158 kgf/cm²를 SI로 換算하라?
(158은 소수점 이하 1자리로 측정된 값을 끝맺음한 것임)

換算率表에서 1 kgf/cm²=9. 806 65×10⁴ Pa(정확한 값임)이고 158이란 數值는 유효수자 3자리수이고 그 不確實度의 幅 Δ은 1이므로 다음과 같이 計算된다.

$$T_B = 158(\text{kgf/cm}^2)$$

$$= 158(\text{kgf/cm}^2) \times 9. 806 65 \times 10^4 \left(\frac{\text{Pa}}{\text{kgf/cm}^2} \right)$$

$$= 1 549. 450 70 \times 10^4 (\text{Pa})$$

$$\Delta_c = 1(\text{kgf/cm}^2) \times 9. 806 65 \times 10^4 \left(\frac{\text{Pa}}{\text{kgf/cm}^2} \right)$$

$$= 9. 806 65 \times 10^4 (\text{Pa})$$

따라서 SI로 換算한 引張強度 T_B를 1자리 單位까지 택하면 1549×10⁴ Pa 即 15. 49 MPa이 된다.

위에서와 같이 不確實度의 幅 Δ는 原則적으로

유효수자의 최소 자리 單位의 크기를 택하였으나 만일 許容差가 규정되어 있을 때는 그 幅의 1/10을 택한다. 더구나 許容差가 강제성을 띠고 있다면 換算後의 數值는 上限에는 1/10자리 數를 버리고 下限에 있어서는 위의 자리에 1을 올리는 것이 필요하다.

例 : 許容差가 주어진 100% 引張應力 95±0. 5 kgf/cm²를 SI로 換算하라?

$$M_{100} = 95 \times 9. 806 65 \times 10^4 (\text{Pa})$$

$$= 931. 631 75 \times 10^4 (\text{Pa})$$

許容差의 換算值는

$$0. 5 \times 9. 806 65 \times 10^4 (\text{Pa}) = 4. 903 325 \times 10^4 (\text{Pa})$$

許容差의 幅은

$$2 \times 4. 903 325 \times 10^4 = 9. 806 65 \times 10^4 (\text{Pa})$$

$$\Delta_c = \text{許容差의 幅} \times \frac{1}{10} = 0. 980 665 \times 10^4 \text{Pa}$$

따라서 SI로 換算한 100% 引張應力 M₁₀₀과 그 許容差는 (931. 6±4. 9)×10⁴ Pa 即 9. 316±0. 049 MPa로 된다.

만일 許容差가 規格値와 같이 강제성을 띠고 있으면 前記의 원칙에 따라 9. 316 + 0. 049 MPa - 0. 048 MPa로 表記하여야만 한다.

6. 3 換算率 사용법

單位間의 換算率에는 整數가 아닌 많은 유효수자 數를 가진 數도 많다(SI 換算率은 통상 유효수자 6자리까지로 하고 있다). 例로서

$$1 \text{ kgf} = 9. 806 65 \text{ N}$$

$$1 \text{ mmHg} = 133. 322 4 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ cal} = 4. 186 8 \text{ J}$$

$$1 \text{ PS} = 735. 498 8 \text{ W}$$

고무工業에서의 實狀은 반드시 정확한 換算이 必要없는 경우도 많다. 그러한 점에서 종래 사용단위의 數值에 알맞은 換算率의 값, 例를들면 9. 806 65를 9. 81 또는 9. 8과 같이 이미 맺음하여 사용하는 것도 생각할 수 있다. 그렇지만 이와같이 이미 맺음된 換算率을 사용하여 計算한 換算된 자리수와는 각각 약 +0. 034%, 약 -0. 068%의 系統誤差(有効數字의 不確實度와는 다른 점을 주의)가 생긴다. 따라서 이들의 값이 必要로 하는 精度에 比하여 充分히 무시될 수 있다는 것을 확실히 하지 않으면 이와같이 이미 맺음된 換算

率을 사용하여서는 않된다.

예를들면 앞의 引張強度 158kgf/cm²을 Pa로 환산할 경우 158이라는 數値가 有效數字로는 3자리수이므로 換算率도 3자리수의 有效數字로도 충분하다는 판단하에서 9.81을 사용하면 結果는 $T_B=15.50$ MPa이 되므로 앞에서의 $T_B=15.49$ MPa과는 값이 달라진다.

換算値의 참 값은 환산할려는 數値의 자리수에 관계없이 어디까지나 쉰자리수의 換算率로 換算된 값으로 생각하고 그 값과의 오차는 필요한 最小자리수 數値의 1/10 이하가 되는 것이 좋다. 이와같은 관점으로 보면 유효수가 2자리의 數値가 필요할 경우에는 이미 맺음된 換算率 9.8로서도 충분하다. 만일 3자리까지의 數値가 필요하다

면 오차가 약 +0.034%가 되는 換算率 9.81로서는 불충분하다. 따라서 오차가 +0.0036%가 되는 9.807를 換算率로 사용하는 것이 좋다.

또 主要 單位 換算率表 中에 표시된 SI 單位는 SI 單位만으로 되어 있으므로 實際 사용하는 때는 接頭語를 붙여 SI 單位의 10의 冪수배로 구성하여야 한다.

例 : 1 kgf/cm²=0.098 066 5 MPa

1 kgf/cm=0.980 665 kN

1 mbar=0.1 kPa

1 kWh=3.6 MJ

1 cP=1 mPa·s

1 cSt=1 mm²/s

1 mmHg=0.133 322 4 kPa(近似值)

表 14. 主要 單位의 SI 換算率表(표의 값은 정확히 定義된 값을 意味한다)

部門	量	量記號	SI 單位		從 來 의 單位		SI 單位로 換算率
			名 稱	記 號	名 稱	記 號	
空間 및 時間	平面角, 角度	$\alpha, \beta, \gamma,$ θ, ϕ 등	라디안	rad	度	0	$\pi/180$
					分	'	$\pi/(1.08 \times 10^4)$
					秒	"	$\pi/(6.08 \times 10^5)$
	길이 너비 높이 두께 반지름 지름 행로(距離) 波長	$l, (L)$ b h d, δ r d s λ	미터	m	미크론	μ	10^{-6}
옹그스트롬					\AA	10^{-10}	
피트					ft	0.3048	
인치					in	0.0254	
	넓이	A, (S)	제곱미터 또는 평방미터	m ²	헥타르	ha	10^4
아르					a	10^2	
제곱피트					ft ²	$9.290\ 304 \times 10^{-2}$	
제곱인치					in ²	$6.451\ 6 \times 10^{-4}$	
	부피	V	세제곱미터 또는 입방미터	m ³	리터	L	10^{-3}
세제곱피트					ft ³	$2.831\ 685 \times 10^{-2}$	
세제곱인치					in ³	$1.638\ 706 \times 10^{-5}$	
英겔런					gal(UK)	$4.546\ 092 \times 10^{-3}$	
美겔런					gal(US)	$3.785\ 412 \times 10^{-3}$	
美바렐					barrel(US)	0.158 987	
時間 時間間隔 持續時間	}	t	秒	s	分	min	60
					時	h	3 600
					日	d	86 400
速度	μ, v	미터 每秒	m/s	킬로미터 每時	km/h	1/3.6	

國際單位系와 고무工業

部門	量	量記號	SI 單位		從 來 의 單位		SI 單位로 換算率
			名 稱	記 號	名 稱	記 號	
		w, c			피트 每 秒 마일 每 時 노트	ft/s mile/h kn, kt	0.3048 0.44704 0.514444
	加速度	a	미터 每 제곱초	m/s^2	갈 지 피트 每 제곱초	Gal G ft/s ²	10^{-2} 9.80665 0.3048
	周波數 振動數	f, ν	헤르츠	Hz	사이클 每 秒 사이클 每 分	c/s cpm	1 1/60
周 期 現 狀 및 관 련 현 상	回轉數 回轉速度	n	每 秒	s^{-1}	回 每 秒 回 每 分	rps rpm	1 1/60
	力學 및 熱	質量	m	킬로그램	kg	톤 파운드 온스	t lb oz
	密度, 濃度	ρ	킬로그램 每 세제곱미터	kg/m^3	그램 每 세제곱 센티미터 킬로그램 每 리터 파운드 每 세제곱 피트	g/cm^3 kg/l lb/ft ³	10^3 10^3 16.01846
	比體積	v	제곱미터 每 킬로그램	m^3/kg	세제곱센티미터 每 그램 세제곱피트 每 파운드	cm^3/g ft ³ /lb	10^{-3} 6.242797×10^{-2}
	힘 무게	F G, P, W	뉴우튼	N	톤 힘 킬로그램 힘 다인 파운드 힘	tf kgf dyn lbf	9806.65 9.80665 10^{-5} 4.448222
	運動量	P	뉴우튼 秒	$N \cdot s$	重量 킬로그램 秒 重量 파운드 秒	kgf·s lbf·s	9.80665 4.448222
	토크 힘의 모멘트	T M	뉴우튼 미터	$N \cdot m$	킬로그램 힘 미터 파운드 힘 피트	kgf·m lbf·ft	9.80665 1.355818
	壓力 應力	p σ	파스칼	Pa	바아 킬로그램 힘 每 제곱밀리미터	bar kgf/m ²	10^5 9.80665×10^3
	剪斷應力	τ			킬로그램 每 제곱 센티미터	kgf/cm ²	9.80665×10^4
	세로 彈性係數 (영율)	E			다인 每 제곱센티 미터	dyn/cm ²	10^{-1}
	가로 彈性係數 (剛性率)	G			水柱미터	mH ₂ O	9.80665×10^3
	부피 彈性係數	K			氣壓 水銀柱 밀리미터 토르 파운드 힘 每 제곱인치	atm mmHg torr lbf/in ²	1.01325×10^5 133.3224 133.3224 6.894757×10^3

部門	量	量記號	SI 單位		從 來 의 單位		SI 單位로 換算率
			名 稱	記 號	名 稱	記 號	
粘度 (粘性係數)	η, μ		파스칼 秒	Pa·s	포아즈	P	10^{-1}
					킬로그램 힘 秒 每 제곱미터	kgf·s/m ²	9.806 65
動粘度 (動粘性係數)	γ		제곱미터 每秒	m ² /s	스토크스	St	10^{-4}
					제곱미터 每時	m ² /h	1/3 600
					제곱피트 每秒	ft ² /s	9.290 304×10 ⁻¹²
熱擴散率	$a(\alpha, \kappa)$				제곱피트 每時	ft ² /h	2.580 64×10 ⁻⁵
表面張力	σ, γ		뉴우톤 每 미터	N·m	킬로그램 힘 每 센티미터	kgf/cm	980.665
					킬로그램 힘 每 미터	kgf/m	9.806 65
					파운드 힘 每 피트	lbf/ft	14.593 90
流量	q, qv, Q		세제곱미터 每秒	m ³ /s	세제곱미터 每 分	m ³ /min	1/60
					세제곱미터 每 時	m ³ /h	1/3 600
					리터 每 秒	L/S	10 ⁻³
					리터 每 分	L/min	10 ⁻³ /60
					리터 每 時	L/h	10 ⁻³ /3 600
					세제곱피트 每 秒	ft ³ /h	2.831 685×10 ⁻²
					세제곱피트 每 時	ft ³ /h	7.865 791×10 ⁻⁶
質量流量	q_m		킬로그램 每秒	kg/s	킬로그램 每 分	kg/m	1/60
					킬로그램 每 時	kg/h	1/3 600
					톤 每 秒	t/s	10 ³
					톤 每 分	t/min	10 ³ /60
					톤 每 時	t/h	103/3 600
					파운드 每 秒	lb/s	0.453 592 37
					파운드 每 時	lb/h	1.259 979×10 ⁻⁴
質量速度			킬로그램 每 제 곱미터 每秒	kg/(m ² ·s)	킬로그램 每 제 곱미터 每 時	kg/(m ² ·h)	1/3 600
					파운드 每 제 곱피트 每 秒	lb/(ft ² ·s)	4.882 426
에너지 일 熱, 熱量 엔탈피	E, W A, W Q $H(I)$	줄	J		에르그	erg	10 ⁻⁷
					킬로그램 힘 미터	kgf·m	9.806 65
					와트 時	W·h	3 600
					칼로리 (IT)	cal	4.186 8
					英熱量	Btu	1.055 056
					佛馬力時	PS·h	2.647 79×10 ⁹
일率, 工率 動力, 出力 熱流量	} P		와트	W	에르그 每 秒	erg/s	10 ⁻⁷
					킬로그램 힘 미터 每 秒	kgf·m/s	9.806 65
					칼로리 每 時	cal/h	1.163×10 ⁻³
					佛馬力	PS	735.498 8
					파운드 힘 피트 每 秒	ft·lbf/s	1.355 818

國際單位系와 고무工業

部門	量	量記號	SI 單位		從 來 의 單位		SI 單位로 換算率
			名 稱	記 號	名 稱	記 號	
	熱發生率		와트 每 제곱미터	W/m ²	킬로칼로리 每 제곱미터 每時 英熱量每 제곱피트 每時	kcal/(m ² ·h) Btu/(ft ² ·h)	1.163 10.34971
	熱流密度	q	와트 每 제곱미터	W/m ²	킬로칼로리 每 제곱미터 每時 英熱量每 제곱피트 每時	kcal/(m ² ·h) Btu/(ft ² ·h)	1.163 3.154591
	燃料消費率		그램 每 와트 每秒	g/(W·s)	그램 每 킬로와트 每時	g/(kW·h)	10 ³ /3600
	熱傳導率	$\lambda(\kappa)$	와트 每 미터 每 켈빈	W/(m·K)	킬로칼로리 每 미터 每時 每度 칼로리 每 센티미터 每秒 每度 英熱量 每 呎 每時 每華氏度	kcal/(m·h·°C) cal/(cm·s·°C) Btu/(ft·h·°F)	1.163 418.68 1.730735
	熱傳達係數 (熱通過率)	h, K	와트 每 제곱미터 켈빈	W/(m ² ·K)	킬로칼로리 每 제곱미터 每時 每度 英熱量 每 제곱피트 每時 每華氏度	Kcal/(m ² ·h·°C) Btu/(ft ² ·h·°F)	1.163 5.678264
	熱抵抗	R	제곱미터 켈빈 每 와트	m ² ·K/W	제곱미터 時 每 킬로칼로리 제곱피트 時 每 英熱量	m ² ·h·°C/kcal ft ² ·h·°F/Btu	1/1.163 0.1761102
	熱容量 엔트로피	C, S	줄 每 켈빈	J/K	칼로리 每 度	cal/°C	4.1868
	比內部 에너지 比엔탈피 質量潛熱	$u, (e)$ $h, (i)$ l	줄 每 킬로그램	J/kg	칼로리 每 킬로그램	cal/kg	4.1868
比熱 比엔트로피	c, s	줄 每 킬로그램 每 켈빈	J/(kg·K)	칼로리 每 킬로그램 每 度	cal/(kg·°C)	4.1868	
電氣 및 磁氣	電荷, 電產量	Q	쿨롱	C	암페어 時	A·h	3600
	磁氣場의 세기	H	암페어 每 미터	A/m	에르스테드	Oe	10 ³ /4 π
	磁氣線束密度 磁氣誘導	B	테슬라	T	가우스	Gs	10 ⁻⁴
	감마				γ	10 ⁻⁹	
	磁束	ϕ	웨버	Wb	맥스웰	Mx	10 ⁻⁸
電力量	W, P	줄	J	킬로와트 時	kW·h	3.6×10 ⁶	
빛 및 관련 전자 발사	光量	Q, Q_v	루멘 秒	lm·s	루멘 時	lm·h	3600
	輝度	L, L_v	칸델라 每 제곱미터	cd/m ²	스티루브	sb	10 ⁴
	照度	E, E_v	룩스	lx	포토	ph	10 ⁴

部門	量	量記號	SI 單位		從 來 의 單位		SI 單位로 換算率
			名 稱	記 號	名 稱	記 號	
물리학 및 분자물리학	몰 부피	V_m	세제곱미터 每 몰	m^3/mol	리터 每 몰	l/mol	10^{-3}
	몰 濃度	c, C_B	몰 每 세제곱미터	mol/m^3	몰 每 리터	mol/l	10^3
방사선	放射能	A	베크렐	Bq	큐리	Ci	3.7×10^{10}
	吸收線量	D	그레이	Gy	라드	rad	10^{-2}
	照射線量	X	쿨롱 每 킬로그램	C/kg	렌트겐	R	2.58×10^{-4}

付表 그리스 文字

대문자	소문자	호 칭 방 법	대문자	소문자	호 칭 방 법	대문자	소문자	호 칭 방 법
A	α	알 파(alpha)	I	ι	요 타(iota)	P	ρ	로 (rho)
B	β	베 타(beta)	K	κ	카 파(kappa)	Σ	σ	시 그 마(sigma)
Γ	γ	감 마(gamma)	Λ	λ	람 다(lambda)	T	τ	타 우(tau)
Δ	δ	델 타(delta)	M	μ	뮤 (my)	Υ	ν	울 시 론(ypsilon)
E	ϵ, ϵ	엡 실 론(epsilon)	N	ν	뉴 (ny)	Φ	ϕ, ϕ	파 이(phi)
Z	ζ	지 타(dzeta)	Ξ	ξ	크 사 이(xi)	X	χ	카 이(khi)
H	η	이 타(eta)	O	o	오미크론(omicron)	Ψ	ψ	프 사 이(psi)
Θ	θ, θ	시 타(theta)	Π	π	파 이(pi)	Ω	ω	오 메 가(omega)

참 고 문 헌

- 1) ISO 1000—1981, "SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units"
- 2) ASTM E 380, "Excerpts from Standard for

Metric Practice"

- 3) KSA 0102—'82, 양의 기호, 단위 기호 및 화학 기호
- 4) KS A 0105—80, 국제 단위계(SI) 및 그 사용법
- 5) KS A 0021, 수치의 맺음법
- 6) 張賢中, 해외규격가이드북, 賢文出版社(1979), p. 25