

「第1編 総論」関係

資料 1.1 国際単位系 (SI)

1. SIに関する各種図表

SIとは、フランス語の“Le Syst me International d’Unit s”の略称であり、農林水産省、国土交通省（旧運輸省及び建設省）における建設事業においては、平成11年4月1日よりSI単位のみを使用とすることとしている。

以下に、次のようなSIに関する事項（図1-1-1及び表1-1-1～9）を記述するので参考とされたい。

図1-1-1 SIの構成図

表1-1-1 SI基本単位

表1-1-2 固有名称を持つSI組立単位

表1-1-3 固有名称を持つその他のSI組立単位例

表1-1-4 SI接頭語

表1-1-5 国際的に使用が認められている主な非SI単位

表1-1-6 計量法で使用が認められている主な非SI単位

表1-1-7 計量法から削除された主な単位

表1-1-8 建設分野で使われる主なSI単位

表1-1-9 主なSI換算率表

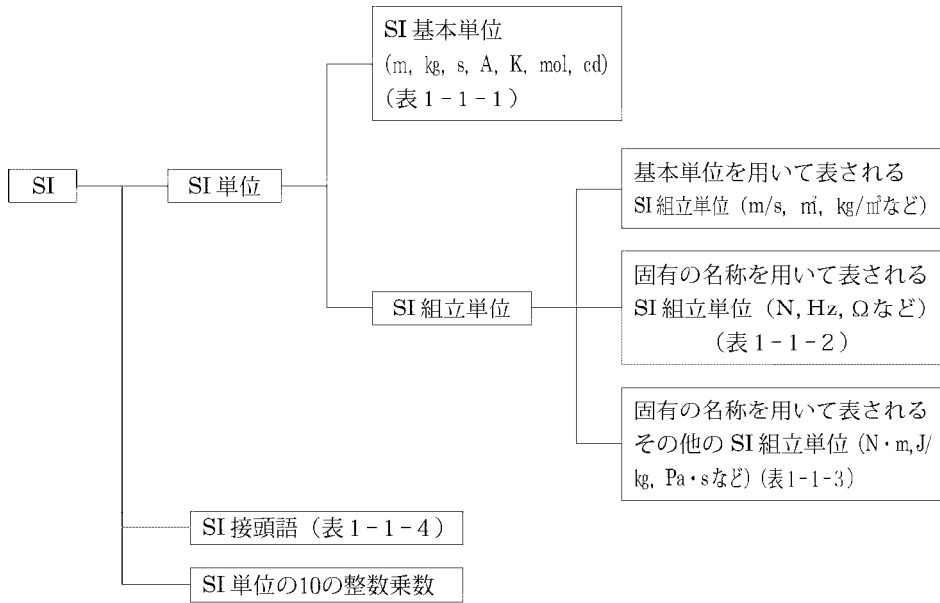


図 1-1-1 SI の構成図

表 1-1-1 SI 基本単位

量	名 称	記 号
長 さ	メートル	m
質 量	キログラム	kg
時 間	秒	s
電 流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物 質 量	モル	mol
光 度	カンデラ	cd

表 1-1-2 固有名称を持つ SI 組立単位

量	名 称	記 号	他の SI 単位による表現
平面角	ラジアン	rad	
立体角	ステラジアン	sr	
周波数	ヘルツ	Hz	1 Hz = 1 s ⁻¹
力	ニュートン	N	1 N = 1 kg · m · s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	1 Pa = 1 N · m ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	1 J = 1 N · m
仕事率, 工率, 電力	ワット	W	1 W = 1 J · s ⁻¹
電荷, 電気量	クーロン	C	1 C = 1 A · s
電位差, 電圧	ボルト	V	1 V = 1 W · A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	1 F = 1 C · V ⁻¹
電気抵抗	オーム	Ω	1 Ω = 1 V · A ⁻¹
コンダクタンス	ジーメンズ	S	1 S = 1 A · V ⁻¹
磁束	ウェーバ	Wb	1 Wb = 1 V · S
磁束密度	テスラ	T	1 T = 1 Wb · m ⁻²
インダクタンス	ヘンリー	H	1 H = 1 Wb · A ⁻¹
温度	セルシウス度	°C	t °C = (t + 273.15) K
光束	ルーメン	lm	1 lm = 1 cd · sr
照度	ルクス	lx	1 lx = 1 cd · sr · m ⁻²

表 1-1-3 固有名称をもつその他の SI 組立単位例

量	名 称	記 号	SI 基本単位による表現
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	m · m ⁻¹ /s ⁻¹ = s ⁻¹
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m · m ⁻¹ /s ⁻² = s ⁻²
粘度	パスカル秒	Pa · s	m ⁻¹ · kg · s ⁻¹
力のモーメント	ニュートンメートル	N · m	m ² · kg · s ⁻²
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	kg · s ⁻²
熱束密度, 放射強度	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg · s ⁻³
放射密度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ² · kg · s ⁻³ · sr ⁻¹
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² · sr)	kg · s ⁻³ · sr ⁻¹
熱容量, エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² · kg · s ⁻² · K ⁻¹
比熱	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg · K)	m ² · s ⁻² · K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² · s ⁻²
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m · K)	m · kg · s ⁻³ · K ⁻¹
エネルギー密度	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ · kg · s ⁻²
電界強度	ボルト毎メートル	V/m	m · kg · s ⁻³ · A ⁻¹
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ · s · A
など			

表 1-1-4 SI 接頭語

倍 数	名 称	記 号	倍 数	名 称	記 号
10^{24}	ヨ タ	Y	10^{-1}	デ シ	d
10^{21}	ゼ タ	Z	10^{-2}	セ ン チ	c
10^{18}	エ ク サ	E	10^{-3}	ミ リ	m
10^{15}	ペ タ	P	10^{-6}	マイク ロ	μ
10^{12}	テ ラ	T	10^{-9}	ナ ノ	n
10^9	ギ ガ	G	10^{-12}	ピ コ	p
10^6	メ ガ	M	10^{-15}	フェム ト	f
10^3	キ ロ	k	10^{-18}	ア ト	a
10^2	ヘ ク ト	h	10^{-21}	セ プ ト	z
10^1	デ カ	da	10^{-24}	ヨ ク ト	y

表 1-1-5 国際的に使用が認められている主な非 SI 単位

量	名 称	基本単位	他の SI 単位による表現
平 面 角	度 分 秒	° ' "	$1^\circ = (\pi/180) \text{ rad}$ $1' = (\pi/10,800) \text{ rad}$ $1'' = (\pi/648,000) \text{ rad}$
体 積	リットル	ℓ, L	$1 \ell = 1,000 \text{ cm}^3$
時 間	日 時 分	d h min	$1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 86,400 \text{ s}$ $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3,600 \text{ s}$ $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
質 量	トン	t	$1 \text{ t} = 1,000 \text{ kg}$

表 1-1-6 計量法で使用が認められている主な非 SI 単位

量	名 称	単位記号	SI による換算	適用分野
長 さ	海 里	M, nm	1 海里=1,852m	海面に係わる長さ
	オングストローム	Å	Å = 10 ⁻¹⁰ m	光学, 結晶学
面 積	アール	a	1a = 10 ² m ²	土地面積
速 度	ノット	kt, kn	1 kt = 1 海里毎時 = (1,852/3,600) m/s	航海, 航空
加 速 度	ガ ル	Gal	1Gal = 1cm/s ² = 10 ⁻² m/s ²	測地学, 地球物理学
回 転 速 度	回毎分	r/min, rpm	1rpm = 1/60s ⁻¹	一般
	回毎秒	r/s, rps	1rps = 1s ⁻¹	一般
圧 力	気 圧	atm	1atm = 1.01325 × 10 ⁵ Pa	一般
	バール	b, bar	1bar = 10 ⁵ Pa	一般
音圧・振動レベル	デシベル	dB		一般
粘 度	ポアズ	P	1P = 0.1Pa · s	一般
動 粘 度	ストークス	St	1St = 1cm ² /s = 10 ⁻⁴ m ² /s	一般
濃 度	質量百分率	質量%, mass%		一般
	体積百分率	体積%, vol%		一般
	ピーエッチ	pH		一般

表 1-1-7 計量法から削除された主な単位

量	法定計量単位から削除された計量単位	国際単位系 (SI) への換算関係	猶予期間
力	ダイン	1dyn=1×10 ⁻⁵ N	H7.9.30
仕事	エルグ	1erg=10 ⁻⁷ J	
熱量	エルグ	1erg=10 ⁻⁷ J	
	重量キログラムメートル	1kgf・m=9.80665J	
長さ	ミクロン	1μ=10 ⁻⁶ m	H9.9.30
周波数	サイクル毎秒, サイクル	1c/s, c=1Hz	
音圧レベル	ホン	1ホン=1dB	
濃度	規定	1N=(10 ³ イオンの電荷数) (Nor) mol/m ³	
力	重量キログラム	1kgf=9.80665N	H11.9.30
	重量トン	1tf=9.80665kN	
力のモーメント	重量キログラムメートル	1kgf・m=9.80665N・m	
	重量トンメートル	1tf・m・9.80665kN・m	
応力, 圧力	重量キログラム毎平方メートル	1kgf/m ² =9.80665N/m ² (=Pa)	
	重量トン毎平方メートル	1tf/m ² =9.80665kN/m ² (=kPa)	
	重量キログラム 毎平方センチメートル	1kgf/cm ² =98066.5N/m ² =98.0665kN/m ² (=kPa)	
	重量キログラム 毎平方ミリメートル	1kgf/mm ² =9.80665×10 ⁶ N/m ² =9.80665MN/m ² (=MPa)	
単位体積重量	重量グラム毎立方センチメートル	1gf/cm ³ =9.80665kN/m ³	
	重量トン毎立方メートル	1tf/m ³ =9.80665kN/m ³	
仕事	重量キログラムメートル	1kgf・m=9.80665J	
工率	重量キログラムメートル毎秒	1kgf・m/s=9.80665W	
熱量	カロリー	1cal=4.18605J	
熱伝導率	カロリー毎秒毎メートル毎度	1cal/(s・m・℃)=4.18605W/(m・k)	
比熱	カロリー毎キログラム毎度	1cal/(kgs・℃)=4.18605J/(kg・k)	

表 1-1-8 建設分野で使われる主な SI 単位

区分	量	SI 単位及び併用できる単位	従来単位及び固有名称単位間の関係
空間・時間関係	平面角	rad	$1\text{rad} = 180/\pi^\circ$
	立体角	sr	
	長さ	km, m, cm, mm	
	面積	km ² , m ² , cm ² , mm ²	
	体積	km ³ , m ³ , cm ³ , mm ³ , L, ℓ	$1\ell = 1,000\text{m}^3$
	時間	yr, d, h, min, s	
	角速度	rad/s	
	角加速度	rad/s ²	
	速度	km/h, m/s, cm/s, cm/d	$1\text{kine} = 1\text{cm/s}$
	加速度	m/s ² , cm/s ² Gal	$1\text{Gal} = 1\text{cm/s}^2$
	周波数	MHz, kHz, Hz	$1\text{c/s} = 1\text{Hz}$
	回転速度	s ⁻¹ , r/s, rps, min ⁻¹ , r/min, rpm	
	波数	m ⁻¹	
熱関係	熱量	J, W・s	$1\text{cal} = 4.18605\text{J} = 4.18605\text{W} \cdot \text{s}$
	温度・温度間隔	K, °C	
	線膨張係数	K ⁻¹ , °C ⁻¹	
	熱伝導率	W/(m・k)	$1\text{cal}/(\text{h} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C}) = 0.001163\text{W}/(\text{m} \cdot \text{k})$
	比熱	J/(kg・K)	$1\text{cal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) = 4.18605\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
	熱伝達率	W/(m ² ・K)	$1\text{cal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) = 0.001163\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
力学	質量	Mg, kg, g, mg, t	$1\text{t} = 1,000\text{kg}$
	密度	g/cm ³ , t/m ³ , Mg/m ³	$1\text{g}/\text{cm}^3 = 1\text{t}/\text{m}^3 = 1\text{Mg}/\text{m}^3$
	力	MN, kN, N, mN	$1\text{kgf} = 9.80665\text{N}$ $1\text{tf} = 9.80665\text{kN}$ $1\text{dyne} = 10\mu\text{N}$
	単位体積重量	MN/m ³ , kN/m ³ , N/m ³	$1\text{kgf}/\text{cm}^3 = 1\text{tf}/\text{m}^3 = 9.80665\text{kN}/\text{m}^3$
	力のモーメント	MN・m, kN・m, N・m	$1\text{kgf} \cdot \text{m} = 9.80665\text{N} \cdot \text{m}$
	仕事・エネルギー	MJ, kJ, J, mJ, W・s, W・h	$1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 9.80665\text{J}$ $1\text{cal} = 4.19\text{J}$
	応力・圧力	MN/m ² , kN/m ² , N/m ² , N/mm ²	$1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 98.0665\text{kPa} = 98.0665\text{kN}/\text{m}^2$
	弾性係数	MPa, kPa, Pa	$1\text{atm} = 101.325\text{kPa}$
	地盤反力係数	MN/m ³ , kN/m ³ , N/m ³	$1\text{mmHg} = 133.322\text{Pa}$
	体積圧縮係数	(MPa) ⁻¹ , (kPa) ⁻¹	
連	圧密係数	cm/y, cm/d, cm/min	
	透水係数	cm/s	
	粘度	Pa・s, P	$1\text{P} = 0.1\text{Pa} \cdot \text{s}$
	動粘度	m ² /s, St	$1\text{St} = 10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$
	表面張力	N/m	$1\text{gf}/\text{cm} = 0.980665\text{N}/\text{m}$
その他	電流	kA, A, mA	
	電圧・電位差	MV, kV, V, mV	
	電気抵抗	MΩ, kΩ, Ω, mΩ	
	電力	MW, kW, W, mW	
	濃度	kg/m ³ , mol/m ³ , mol/l % (質量百分率, 体積百分率) pH	

表 1-1-9 主な SI 換算率表

①

力	dyn	kgf	N
	1	1.01972×10^{-6}	1×10^{-5}
	9.80665×10^5	1	9.80665
	1×10^3	1.01972×10^{-1}	1

②

モーメント	kgf・m	tf・m	N・m
	1	1×10^{-3}	9.80665
	1×10^3	1	9.80665×10^3
	1.01972×10^{-1}	1.01972×10^{-4}	1

③

応力	kgf/mm ²	kgf/cm ²	N/m ² (=Pa)	kPa	N/mm ² (=MPa)
	1	1×10^{-3}	9.80665×10^6	9.80665×10^3	9.80665
	1×10^2	1	9.80665×10^4	9.80665×10	9.80665×10^{-2}
	1.01972×10^{-7}	1.01972×10^{-5}	1	1×10^{-3}	1×10^{-6}
	1.01972×10^{-4}	1.01972×10^{-2}	1×10^3	1	1×10^{-3}
	1.01972×10^{-3}	1.01972×10^{-1}	1×10^4	10	1×10^{-4}
	1.01972×10^{-1}	1×10^6	1×10^3	1	

④

単位 体積 重量	gf/cm ³ (=tf/m ³)	N/cm ³	kN/m ³	N/m ³
	1	9.80665×10^{-3}	9.80665	9.80665×10^3
	1.01972×10^2	1	1×10^3	1×10^6
	1.01972×10^{-1}	1×10^{-3}	1	1×10^3
	1.01972×10^{-4}	1×10^{-6}	1×10^{-3}	1

⑤

粘度	cP	P	Pa・s
	1×10^3	1×10	1
	1	1×10^{-2}	1×10^{-3}
	1×10^2	1	1×10^{-1}

⑥

動粘度	cSt	St	m ² /s
	1×10^6	1×10^1	1
	1	1×10^{-2}	1×10^{-6}
	1×10^2	1	1×10^{-4}

(次頁につづく)

⑦

	kgf/cm ²	mmH ₂ O	Pa	kPa	MPa
圧	1	1×10 ⁴	9.80665×10 ⁴	9.80665×10	9.80665×10 ⁻²
	1×10 ⁻⁴	1	9.80665	9.80665×10 ⁻³	9.80665×10 ⁻⁶
	1.01972×10 ⁵	1.01972×10 ⁻¹	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶
力	1.01972×10 ⁻²	1.01972×10 ²	1×10 ³	1	1×10 ⁻³
	1.01972×10	1.01972×10 ⁵	1×10 ⁶	1×10 ³	1

⑧

	atm	mmHg	Pa	kPa	MPa
圧	1	7.60000×10 ²	1.01325×10 ⁵	1.01325×10 ²	1.01325×10 ⁻¹
	1.31579×10 ⁻³	1	1.33322×10 ²	1.33322×10 ⁻¹	1.33322×10 ⁻⁴
	9.86923×10 ⁻⁶	7.50062×10 ⁻³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶
力	9.86923×10 ⁻³	7.50062	1×10 ³	1	1×10 ⁻³
	9.86923	7.50062×10 ³	1×10 ⁶	1×10 ³	1

⑨

	kW・h	kgf・m	kcal	J
仕事 熱量 エネルギー	1	3.67098×10 ⁵	8.6000×10 ²	3.600×10 ⁶
	2.72407×10 ⁻⁶	1	2.34270×10 ⁻³	9.80665
	1.16279×10 ⁻³	4.26858×10 ²	1	4.18605×10 ³
	2.77778×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻¹	2.38889×10 ⁻⁴	1

⑩

熱伝 導率	kcal/(h・m・°C)	W/(m・k)
	1	1.16279
	8.6000×10 ⁻¹	1

⑪

熱伝 達率	kcal/(h・m ² ・°C)	W/(m ² ・k)
	1	1.16279
	8.6000×10 ⁻¹	1

⑫

比熱	kcal/(kg・°C)	J/(kg・k)
	1	4.18605×10 ³
	2.38889×10 ⁻⁴	1

2. SI 換算と数値の丸め方

- (1) 従来単位の数値を SI 換算する場合、原則として換算係数は換算される数値の有効数字の桁数を損なわない程度にあらかじめ丸めた係数とする。

また、有効数字の桁数は、重要性、安定性や精度・誤差の影響等、工学的意義を考慮し、実用上、問題のない数字の桁数とする。

表 1-1-10 有効数字の桁数及び換算係数

有効数字の桁数	換算係数
正確な換算係数	9.80665
有効数字が 4 桁	9.807
有効数字が 3 桁	9.81
有効数字が 2 桁	9.8
有効数字が 1 桁	10

- (2) 有効数字の桁数が十分多い換算係数を用いて計算した後、JISZ8401「数値の丸め方」にしたがい数値を丸める。

単位の換算における数値の丸め方は、換算される数値の有効数字を損なわないように有効数字の桁数+1 桁目を通常四捨五入する (JISZ8401「数値の丸め方」。)

- (3) 数値の丸め方の例

例 1)

10.5tf を SI 換算する (有効数字 3 桁)。

$$10.5 \times 9.81 = 103.005 = 103 \text{ kN}$$

例 2)

35 kgf/cm² を SI 換算する (有効数字 2 桁)。

$$35 \text{ kgf/cm}^2 \times 9.8 = 343 \text{ N/cm}^2 = 340 \text{ N/cm}^2$$

例 3)

(加・減算) 有効数字の末位を、四捨五入によって最も高い位にそろえてから、加・減算を行う。

$$7.28 + 24.6 - 0.364 = 7.3 + 24.6 + 0.4 = 31.5 \text{ (m)}$$

例 4)

(乗・除算) 有効数字の桁数を四捨五入によって最も少ないものにそろえてから、乗・除算を行い、その結果も四捨五入によって同じ桁数とする。

$$9.8765 \text{ (N)} \times 2.464 \text{ (m)} / 3.21 \text{ (s)} = 9.88 \text{ (N)} \times 2.46 \text{ (m)} / 3.21 \text{ (s)} = 7.57 \text{ (N} \cdot \text{m/s)}$$

(参考文献)

- 1) 先端建設技術センター：建設事業における国際単位系 (SI) 移行のガイド (1997)