

SI 単位と慣用単位の上手な使い方

構造材料工学研究室 吉川 弘道
菊池 陽介

SI 単位(国際単位系)および従来単位(メートル法重力単位)との換算については,かなり複雑で解り難いが,力学系に限定(特にコンクリート工学)すると以下のようにまとめられる.速習コースとして,是非身に付けてもらいたい.

0. まず,はじめに確認したいこと.

- ・kg(キログラム), g(グラム): 質量の単位で物質の量を表し,荷重(力)とは直接関係なし.
- ・kgf(キログラム重), gf(グラム重): 重さ(重量)を表し,そのまま荷重(力)と等価である.
- ・N: ニュートンと読み,荷重の単位. Pa: パスカルと読み,圧力/応力の単位.

1. 基本的な単位換算の原則を復習しよう.

荷重: $1\text{kgf} = 9.80\text{N}$ $1\text{N} = 1/9.80\text{kgf} = 0.102\text{kgf}$

モーメント: $1\text{N}\cdot\text{cm} = 0.102\text{kgf}\cdot\text{cm}$

応力/強度: $1\text{N}/\text{mm}^2 = 0.102\text{kgf}/\text{mm}^2 = 10.2\text{kgf}/\text{cm}^2$

ここで,応力/強度では,Pa なる単位も多く用いられ,これは,

$1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ $1\text{N}/\text{mm}^2 = 1 \times 10^6\text{Pa} = 1\text{MPa}$

のように対応する.

2. 次に SI 接頭語をマスターする.

SI 単位をうまく使いこなすには,接頭語をマスターしなければならない.鉄筋コンクリートに必要な接頭語として,次のものを必ず覚えてもらいたい.

オーダーの大きいものに対して: k(キロ) = 10^3 , M(メガ) = 10^6 , G(ギガ) = 10^9

オーダーの小さいものに対して: c(センチ) = 10^{-2} , m(ミリ) = 10^{-3} , μ (マイクロ) = 10^{-6}

3. 概略の換算値を覚えよう.

重力加速度 G に関して,

$1\text{G} = 9.80665$ 10

と考え,かつ上記の接頭語を上手に使うと,換算の概略値を要領よく覚えることができる.

・荷重: 10N 1kgf , 10kN 1tf , 1MN 100tf

・応力 / 強度: $1\text{N}/\text{mm}^2 = 1\text{MPa}$ $10\text{kgf}/\text{cm}^2$, $1\text{kN}/\text{mm}^2 = 1\text{GPa}$ $10^4\text{kgf}/\text{cm}^2$.

・モーメント: $10\text{N}\cdot\text{cm}$ $1\text{kgf}\cdot\text{cm}$, $10\text{N}\cdot\text{m} = 10^3\text{N}\cdot\text{cm} = 1\text{kN}\cdot\text{cm}$ $0.1\text{tf}\cdot\text{cm}$,
 $10\text{kN}\cdot\text{m}$ $1\text{tf}\cdot\text{m}$

4. 最後に-----覚えると便利なコンクリートの単位

さて、SI 単位といっても力学系に限るとそれほど難しくないが、今までの説明に混乱した場合、次のコンクリートと鉄筋の例を覚えるだけで、鉄筋コンクリートに必要な SI 単位をほぼ理解できる。

・コンクリートによく出てくる単位として：

$$\text{圧縮強度: } f_c = 30\text{N/mm}^2 = 30\text{MPa} \quad 300 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{引張強度: } f_t = 2.2\text{N/mm}^2 = 2.2\text{MPa} \quad 22 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{弾性係数: } E_c = 28\text{kN/mm}^2 = 28\text{GPa} \quad 2.8 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$$

5. もうひとつ最後に-----覚えると鉄筋の単位

もうひとつ、鉄筋の単位として、次の例を暗記しちゃおう。

・鉄筋によく出てくる単位として：

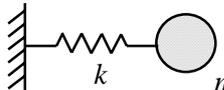
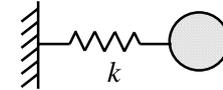
$$\text{降伏強度 SD345 の場合: } f_y = 345 \text{ N/mm}^2 = 345 \text{ MPa}$$

これまでの慣用単位では、SD35 ($f_y = 3500 \text{ kgf/cm}^2$) に相当し、

$$\text{弾性係数: } E_s = 200\text{kN/mm}^2 = 200\text{GPa}$$

$$\text{慣用単位: } s = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$$

として用いていた。

	SI単位	工学単位
ニュートンの法則 (力=質量×加速度)	$N=[kg] \cdot [m/s^2]$	$kgf=[kgf \cdot s^2/m] \cdot [m/s^2]$
質量	kg	$kgf \cdot s^2/m$ (これまでは慣用的に $kg \cdot s^2/m$)
	$1kgf \cdot s^2/m=9.8kg$ $(1/9.8)kgf \cdot s^2/m=1kg$	
力	1N=1kg(SI単位)の質量に $1m/s^2$ の加速度を生じさせる力	1kgf=1kg(SI単位)の質量に重力加速度($9.8m/s^2$)を生じさせる力
	1kgf=9.8N	
	1tonf= 9.8×10^3 N	
剛性	N/m	kgf/m (kg/m,慣用)
	9.8N/m=1kgf/m	
減衰定数	粘性減衰係数 c ばね定数 k	$h = \frac{c}{2\sqrt{km}}$
応力 (強度)	Pa(Pascal)= N/m^2	kgf/m ² (kg/m ² ,慣用)
	圧縮強度: $f_c=30N/mm^2=30MPa$ 300kgf/cm ² 引張強度: $f_t=2.2N/mm^2=2.2MPa$ 22kgf/cm ² 弾性係数: $E_c=28kN/mm^2=28GPa$ 2.8×10^5 kgf/cm ²	
	例1. 鉄筋(SD345)の降伏強度 $f_y=324N/mm^2=345MPa$ (=3500kgf/cm ²)	
	例2. 鉄筋(SD345)の弾性係数 $E_s=200kN/mm^2=200GPa$ (=2.1×10 ⁶ kgf/cm ²)	
エネルギー,仕事と仕事率	J(Joule)= $N \cdot m$	kgf·m
	9.2J=1kgf·m	
	W(Watt)=J/s	kgf·m/s
	9.8W=1kgf·m/s	
1質点系		
	質量 1kg 剛性 9.8N/m 固有周期 T(s)	重量 1kgf 剛性 1kgf/m 固有周期 T(s)
	$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	
	$T = 2\pi \sqrt{\frac{9.8}{9.8}} = 2\pi$ (sec)	$T = 2\pi \sqrt{\frac{1.0}{1.0}} = 2\pi$ (sec)