



ミニ講座

土質工学における SI—第 6 回—

鳥 光 照 雄 (とりみつ てるお)

日本セメント(株)グリーンセット事業部

7. 数値の換算の仕方

私たちは、長い間重力単位を使用してきましたが、今後は SI に切換えて行くこととなります。その場合、前月号までにも換算式や SI への換算の考え方が紹介されていますが、ここでは従来単位の数値を SI の数値に換算する方法について述べます。

7.1 換算係数

従来単位の数値を SI に換算する場合、通常は必要に応じた有効数字の桁数をもつ換算係数を用います。ここで、有効数字とは数値の表現において誤差を含まない数字または誤差の影響を受けない数字のことをいいます。また、必要に応じた有効数字の桁数をもつ換算係数とは換算される数値の有効数字を損なわない程度に換算前にあらかじめ丸めた（もとの数値の精度と同程度になるよう桁数を選択した）換算係数をさします。土質工学において、特に頻繁に使う換算係数は標準重力加速度 g_n を用いる場合であり、【kgf】から【N】への力の換算や【kgf/cm²】から【kN/m²(=kPa)】への応力の換算では、従来単位で示された数値の有効数字の桁数に応じて、次のように覚えておくとよいでしょう。

【SI 単位の力=重力単位の力×換算係数】の場合には

正確な換算係数 : 9.80665

有効数字が 4 桁の換算係数 : 9.807

有効数字が 3 桁の換算係数 : 9.81

有効数字が 2 桁の換算係数 : 9.8

有効数字が 1 桁の換算係数 : 10

(末尾の 0 は位取り)

換算係数には単位を付けると分りやすいのですが(例えば, 9.81 N/kgf) 普通は省略します。応力の換算の場合は上記の係数をそれぞれ10倍した値となります。具体的な換算例は 7.3 で示します。

有効数字の桁数について、いくつか例を示しておきましょう。

25.5 tf 有効数字 3 桁

50 tf 有効数字 1 桁

(末尾の 0 が位取りの場合)

有効数字 2 桁

(末尾の 0 が位取りでない場合)

6.4×10^{-7} cm/s 有効数字 2 桁

0.01230 kgf 有効数字 4 桁

(小数点のつぎの 0 は位取り)

また、土質工学の分野においては室内実験等で特別に高い精度を要求する場合を除き、現場で計測したり室内試験で土質データを求める際の計測誤差を考慮すると通常扱う数値の有効数字は、2 ないしは 3 桁でよいといえます。

国際的あるいは計量法等では、標準の換算係数を規定しているものもあり、その主な例を表 7.1 に示します。

7.2 数値の丸め方

単位の換算により得られた数値は、その数値の土質工学的意義を考慮して丸める必要があります。そこで、つぎのような目安を考えると良いでしょう。

① 計器の容量や目安等の概略的な値の場合

換算係数の有効数字は 1～2 桁とし、換算した値の有効数字も 1～2 桁に丸める。

② 通常の土質データの場合

換算係数の有効数字は 2～3 桁とし、換算し

表 7.1 主な換算係数

量	換算係数 (従来単位←→SI 単位)
力, 重量	1 kgf=9.80665 N
応力, 圧力	1 kgf/cm ² =98.0665 kN/m ² =98.0665 kPa 1 atm=101.325 kPa 1 mmH ₂ O=9.80665 Pa 1 mmHg=133.322 Pa
熱量, エネルギー	1 cal=4.18605 J

た値の有効数字も2～3桁に丸める。

③ 高い精度が必要な場合

換算係数の有効数字は4～6桁とし、換算した値の有効数字も4～6桁に丸める。

ここで、換算値を有効数字 n 桁に丸める場合($n+1$)桁目以下の数値の処理は、通常は四捨五入によって行います。

7.3 換算例

SI接頭語は換算値が実用的に便利な桁数の数字の範囲に入るように選択します。原則として、次の例に示すように数値が0.1～1000の間に入れるように接頭語を選ぶことが望ましいといえます。

① 従来単位の数値の有効数字が3桁の場合

例1: 荷重25.5 tfをNに換算する場合、

$$\begin{aligned} 25.5 \text{ tf} &= 25\,500 \text{ kgf より,} \\ 25\,500 \text{ kgf} \times 9.81 &= 250\,155 \text{ N} \\ &= 250 \text{ kN} \end{aligned}$$

例2: CBR 荷重2030 kgfをNに換算する場合、

$$\begin{aligned} 2\,030 \text{ kgf} \times 9.81 &= 19\,914.3 \text{ N} \\ &= 19.9 \text{ kN} \end{aligned}$$

② 従来単位の数値の有効数字が2桁の場合

例3: 一軸圧縮強さ3.5 kgf/cm²をN/m²に換

算する場合、

$$\begin{aligned} 3.5 \text{ kgf/cm}^2 \times 98 &= 343 \text{ kN/m}^2 \\ &= 340 \text{ kN/m}^2 = 340 \text{ kPa} \end{aligned}$$

例4: 静弾性係数350000 kgf/cm²をN/m²に換算する場合、

$$\begin{aligned} 350\,000 \text{ kgf/cm}^2 \times 98 &= 34\,300\,000 \text{ kN/m}^2 \\ &= 34 \text{ GN/m}^2 = 34 \text{ GPa} \end{aligned}$$

③ 従来単位の数値の有効数字が1桁の場合

例5: 許容支持力5 tf/m²をN/m²に換算する場合、

$$\begin{aligned} 5 \text{ tf/m}^2 &= 0.5 \text{ kgf/cm}^2 \text{ より,} \\ 0.5 \text{ kgf/cm}^2 \times 100 &= 50 \text{ kN/m}^2 = 50 \text{ kPa} \end{aligned}$$

以上、従来単位の数値をSIの数値に換算する例で述べたように土質工学分野の実務では、力関連の単位の換算が頻繁に行われるので、次に示す概算換算関係を覚えておくと便利です。

力 : 1 kgf ≒ 10 N, 1 tf ≒ 10 kN

応力 : 1 tf/m² ≒ 10 kN/m² = 10 kN/a

(圧力) 1 kgf/cm² ≒ 100 kN/m² = 100 kPa

10 kgf/cm² ≒ 1 MN/m² = 1 MPa

力のモーメント : 1 kgf・cm ≒ 0.1 N・m

<コラム>

標準重力加速度はどのようにして定まったか

物体の重さ(重量)はその質量と重力加速度の積であり、その大きさを表すには、そこに作用している重力の強さ(重力加速度に比例する値)を知らなければならない。しかし、地球重力は地表面であっても場所によって異なり、一般に表に示すように極より赤道の方が小さな値になる。そこで、国際的協約として1901年の第3回国際度量衡総会で標準の重力加速度として $g_n = 9.80665 \text{ m/s}^2$ が定められた。この値は、北緯45°の平均海面での値として、当時の国際度量衡局が測定値をもとに理論的に計算して求めた値である。

(文責: 鳥光照雄)

表 各地の重力加速度の値

緯度	地点	$g \text{ (m/s}^2\text{)}$
60°10.5'N	ヘルシンキ	9.81901
45°23.7'N	オタワ	9.80606
22°20.2'N	ホノルル	9.78945
1°17.8'N	シンガポール	9.78066
37°47.2'S	メルボルン	9.79965
69°0.3'S	昭和基地	9.82526
45°25.0'N	稚内	9.80623
40°39.2'N	青森	9.80311
35°38.6'N	東京	9.79763
31°34.4'N	鹿児島	9.79472
24°47.6'N	宮古島	9.78997

備考 g の値の最終桁の数は四捨五入してある(理科年表, 平成5年版による)