

ミニ講座

土質工学におけるSI—第2回—

風間秀彦 (かざま ひでひこ)

埼玉大学工学部建設工学科

3. SIのあらまし

前回、計量法の改正とこれに伴う土質工学会の取組みについての概要を紹介しましたが、よく分からない点もあったと思います。そこで、今回はSI導入の状況、従来単位とSIとの主な相違なども含めて、そのあらましを学生のA子嬢とB先生の会話で、分かりやすく説明することにしましょう。

A子：SIとは何の略で、どこで決めたのですか。

B先生：SIはメートル法を基本にした一貫性のある単位系として、1960年に第11回国際度量衡総会という計量分野の最高審議機関において決定した国際単位系のことです。SIはフランス語の *Le Système International d'Unités* の頭文字をとった国際的な略称です。

A子：各国のSI導入は、どんな状況ですか。

B先生：メートル系はもとより、ヤード・ポンド系の先進諸国の大半は1990年頃までに非SI単位の使用禁止やSI化がほぼ終了しています。また、開発途上国も比較的スムーズに導入されている国が多いようです。しかし、イギリスは非SI単位の容認期限が1994年末（一部は1999年末）、アメリカはメートル系への転換が1996年末の予定で、先進国の中では日本を含めてこの三か国の導入が遅れています。

A子：計量法にSIを全面的に導入したのは、国際化に対応するためのようですが、どのようなメリットがあるのですか。

B先生：産業、学術などあらゆる面の国際交流を促進するためには、計量単位を国際的に統一する必要があります。例えば、国際的な基準の統一によって国際取引の活性化、共同研究・事業などの推進、情報交換、生産性の向上、旅行などによる人の移動の増大など、多くの利点が期待されるわけです。

A子：我が国のSI化は、どんな状況ですか。

B先生：学校教育では、1989年に小中高等学校の教科書検定基準が改正され、1992年度から小学校、1993年度から中学校、1994年度から高等学校がSI表記の原則を導入しています。従来から高校の物理ではSIで教えられていたことは周知のとおりです。一方、JIS（日本工業規格）は1995年4月までに完全にSIに移行します。これに伴って、自動車、鉄鋼、試験機などの産業界は、製品規格をSIに統一する動きが急激に進みつつあります。また、電気業界は既にSI導入済みです。

A子：土質工学に関係するほかの工学分野はどんな状況ですか。

B先生：土木、建築関係を除くと、移行完了または準備が順調に進んでいるといえます。例えば、鉄鋼関係のJISは1991年1月1日から一斉にSIに切り替わり、SS41の材料記号はSS400に変わっています。

A子：計量法では、取引・証明に使用する単位を規定するとしていますが、この取引・証明とは具体的にどんなものをいうのですか。

B先生：法律的には「取引とは、有償であると無償であるを問わず、物または役務の給付を目的とする業務上の行為をいい、証明とは公または業務上他人に一定の事実が真実である旨を表明することをいう。」という難しい表現になっています。移行猶予期限以降は、具体的につぎのようなものが規制されることとなります。

- a. 非SI単位表示の計量・計測機器などの製造・販売が禁止されること
- b. 外部発注図面、部品仕様書、見積書、取引契約などに非SI単位の使用ができないこと、また使用を強要できないこと
- c. 取引証明としての契約書は非SI単位の使用が

表-3.1 重力単位系と SI の主な相違

	重力単位系	SI
標準重力の加速度 g_n	($g_n=1 \text{ kgf/kg}=1 \text{ gf/g}$)	$g_n=9.80665 \text{ m/s}^2$
質量 $m=1 \text{ kg}$ の物体	$m=1 \text{ kg}$	$m=1 \text{ kg}$
質量 $m=1 \text{ kg}$ の物体によって生じる荷重 (重量) W	$W=g_n m=(1 \text{ kgf/kg}) \times (1 \text{ kg})=1 \text{ kgf}$	$W=g_n m=(9.80665 \text{ m/s}^2) \times (1 \text{ kg})=9.80665 \text{ N}$ 注)
密度 $\rho=1 \text{ g/cm}^3$	密度 $\rho=1 \text{ g/cm}^3$	密度 $\rho=1 \text{ g/cm}^3$
密度 $\rho=1 \text{ g/cm}^3$ の物体の単位体積重量 γ	$\gamma=g_n \rho=(1 \text{ gf/g}) \times (1 \text{ g/cm}^3)=1 \text{ gf/cm}^3$	$\gamma=g_n \rho=(9.80665 \text{ m/s}^2) \times (1 \text{ g/cm}^3)=9.80665 \text{ kN/m}^3$
質量 $m=1 \text{ kg}$ の物体が水平面積 $A=1 \text{ cm}^2$ に作用したときの鉛直応力 σ	$\sigma=g_n m/A=(1 \text{ kgf/kg}) \times (1 \text{ kg})/(1 \text{ cm}^2)=1 \text{ kgf/cm}^2$	$\sigma=g_n m/A=(9.80665 \text{ m/s}^2) \times (1 \text{ kg})/(1 \text{ cm}^2)=98.0665 \text{ kN/m}^2=98.0665 \text{ kPa}$
備 考	質量と重量、密度と単位体積重量は、それぞれ数値が一致するが、単位は異なる。	質量と重量、密度と単位体積重量は、それぞれ数値および単位が異なる。

注) 1 N は、質量 1 kg の物体に 1 m/s^2 の加速度を生じさせる力の大きさ

できないこと

d. 非 SI 単位を使用した許認可の申請書が受理されなくなること

などです。ここでいう非 SI 単位には、計量法で使用が認められている非 SI 単位は含みません。

A子：具体的にはまだよく分からない点もあります。しかし、私達の日常生活には取引・証明や SI 単位は、ほとんど影響がないと思っていますのですか。

B先生：多分、問題になることは少ないと思います。ただし、既に気圧が mb(ミリバール)から hPa(ヘクトパスカル)に変わったような単位の変更や、従来は重量と表示していたものが質量を表す場合には質量に変わるなどの用語の変更はあるでしょう。

A子：学術論文など、その分野における単位の使用は取引・証明の対象にならないので、学会の出版物は従来単位のままでもいいのではないですか。

B先生：出版物の中の単位は取引の対象ではありませんので、確かにそのとおりです。しかし、JIS や学会基準に基づいた調査・試験業務、また設計・施工業務は契約行為に該当するので、猶予期限以降は SI を使用しなければなりません。学会の出版物は程度の違いがあるにせよ、規格、基準、設計要領などに密接にかかわっているものが多く、単位が異なると不要な混乱を招くとともに、他分野や国際的にも取り残される恐れがあります。

A子：土質工学において、従来単位と SI との相違点はどんな単位ですか。

B先生：大きな相違点は表-3.1 に示したように、

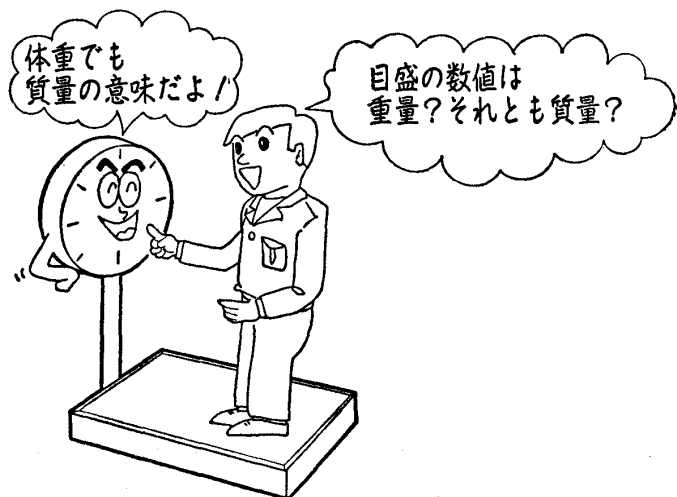
重力単位系が絶対単位系に変わることです。つまり、質量と重量および密度と単位体積重量の概念を明確に区別する必要があります。

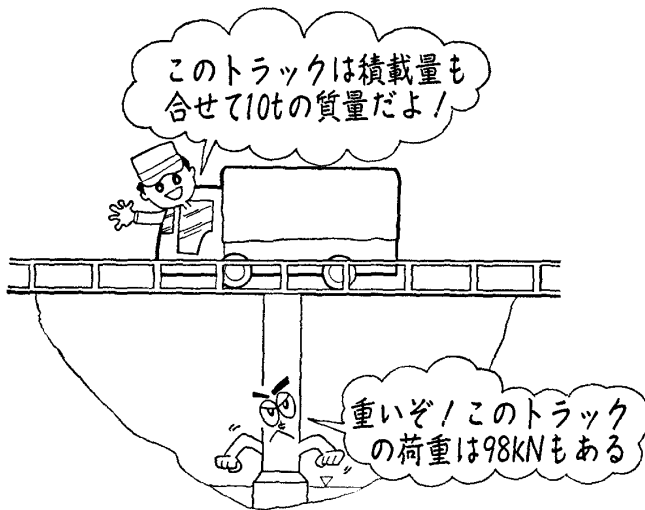
A子：土質工学でも、従来から質量と重量などを区別して用いてきたと思いますが、その違いをもう少し分かりやすく説明して下さい。

B先生：質量は、はかり(質量計)ではかって得られた数値で、単位は g, kg, t などて表すものをいいます。一方、重量は表-3.1 に示したように質量に標準重力の加速度を乗じた値で、従来単位では gf, kgf, tf などて表していましたが、SI では N, kN, MN などて表します。

A子：通常、はかりでの測定は重力下で行っているのですから、重量ではないのですか。事実、ヘルスメーターではかった値を体重というじゃないですか。

B先生：重力下で測定しても、実際は質量を計量し





ていることになっているのです。つまり、はかりには質量に換算した目盛が付けられているのです。これはばねばかりの場合も同様です。したがって、ヘルスマーターではかった値も当然質量で、本来は

「体の質量」とでもいうべきでしょうが、「体重」という古くからの言葉があまりにも定着し過ぎているので、変えることは容易でないでしょう。

A子：車両重量など、重量という用語がよく使われますが、この表現は正しいのですか。

B先生：従来用いてきた重量や荷重などの用語が、質量の概念を表すと判断される場合は、適切な概念を表す用語に改める必要があります。例えば、車両重量が自動車のカタログの場合は、質量に改めるべきです。しかし、橋を設計する立場で考えれば車両荷重ということになります。

A子：大まかな内容はほぼ分かったような気がしますが、具体的にはよく分からない点もあります。

B先生：今回の話は、概要ですから、具体的内容や対応方法などについては、次回から順次説明していきますから、楽しみに待っていて下さい。

〈コラム〉

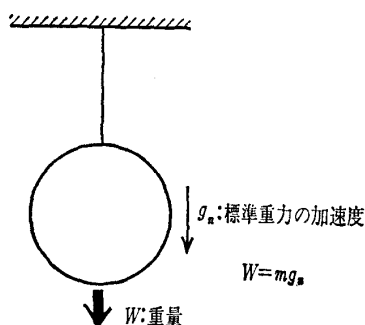
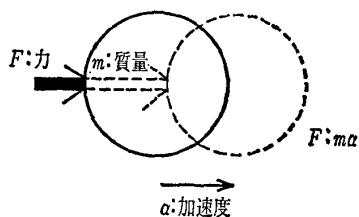
ニュートンと kgf

1 ニュートン (N) とは、質量 1 kg の物体に 1 m/s^2 の加速度を生じさせる力と定義されている。

物の重さ (重量) は、その質量と重力加速度の積であり、標準重力の加速度 g_n を用いると

$$1 \text{ kgf} = 9.80665 \text{ N}$$

となる。



$m = 1 \text{ kg}$ の物体に $F = 1 \text{ N}$ の力を加えると加速度 α が生じる。

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2$$

$m = 1 \text{ kg}$ の物体の重さ(重量)は、次のようになる。

$$\begin{aligned} 1 \text{ kgf} &= 1 \text{ kg} \times g_n \text{ (m/s}^2\text{)} \\ &= 9.80665 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \end{aligned}$$

ここで、 g_n ：標準重力の加速度 ($=9.80665 \text{ m/s}^2$)

したがって、SI と重力単位の相互の換算は

$$1 \text{ kgf} = 9.80665 \text{ N}$$

で表される。

文責：大藪勝美