

授業紹介「材料力学I及び演習」 高木 知弘准教授

機械工学者が必ず身につけるべき学問



大学院工学科学研究科 機械システム工学部門 高木 知弘 准教授

材料力学とは何か

機械工学には、四大力学があります。熱と仕事について扱う熱力学、流れについて論じる流体力学、動力学と振動をテーマとする機械力学、そして材料力学です。この4つの力学が機械系の学問の基本となります。なかでも材料力学は材料の変形と強度について扱います。

機械が簡単に壊れてはいけません。そのため強度を保つことが必要ですが、強度を確保するためにゴツクして全てを鉄鋼材料で造ればいいのかと言えば、決してそうではあ

りません。軽くすることも大切です。こうしたことを考え、最適値を求めるのが機械設計、構造設計です。設計を行う際に、物が力を受けたとき、どのように変形しているか、内部にどのような力が作用しているかを知ることが必要となります。材料力学は、そのようなことの計算を可能にします。私の専門は数値計算による材料組織の予測です。1ミリの1/1000ぐらいの金属の構造を、コンピュータで計算したりしています。先日、そうした研究のうち、スーパーコンピュータを用いたものでゴードンベル賞をいただきましたが、こうした私の研究の基礎には材料力学があります。

機械工学の重要な基礎

『材料力学I及び演習』という科目は、名称のとおり、講義と演習が同時にある科目です。材料力学にはIの他、II、IIIがあります。その関係ですが、IとIIでは、断面形状が一定もしくは徐々に変化するような単純な形状の板や棒に、一様な外力が作用する時の変形と内力を考えます。Iでは、「引張」と「圧縮」それに「ねじり」といった外力について扱います。それに対してIIでは「曲げ」を扱うことになります。材料力学IとIIは、カリキュラム上必修科目となっており、機械工学者として必ず身につけておかなければならない最も重要な学問といえます。それに対し、材料科学IIIは必修ではなく選択科目です。実際の構造物にかかる外力は、引張や曲げのような単純なものではなく、例えば、実際に車が衝突した場合には、様々な力が関わってきます。そうした複数の荷重が同時に作用する問題については材料力学IIIで考えます。

さらに関連する科目としては、機械構造解析学(2回生後期)や機械構造解析特論(大学院)などもあります。これらの科目は有限要素法というものを扱います。自動車の



ような実際の構造物は、形状や外力状態が複雑になりますので、材料力学では評価ができなくなります。そうした際に使われるのが有限要素法です。自動車や飛行機などの場合、有限要素法を用いたコンピュータシミュレーションによる強度評価がなされています。現在、ほとんどの構造物が有限要素法によって強度評価が可能といえます。しかも有限要素法のソフトが市販されていますので、誰でもできる状態になっています。そうであれば、すべて有限要素法で評価すれば足りてしまい、材料力学I、IIで扱うような知識は不要になってしまうのかというと、決してそうではありません。現在でも、簡単な形状の場合には、材料力学の知見は活かすことができますし、それ以外の通常の機械設計でも、構造物を簡単な形状に置き換えて強度評価することが行われています。また有限要素法は近似解法ですので、その結果が正しいかどうか判断するには材料力学の知識が必要となります。やはり材料力学I、IIは重要な基礎であることに変わりはありません。

イメージしやすくするための工夫

『材料力学I及び演習』は、機械システム工学課程の学生が、1回生の後期に受講することになります。1回生は、教養科目を履修し、基礎専門科目は2回生からとなりますが、他の基礎専門科目と異なり『材料力学I及び演習』は、半期ほど早いこととなります。基礎科目の最初の入口となりますので、ここで挫折してしまうと困ります。それだけに授業を行う教員としても責任が重大です。この授業では、材料として金属を扱いますが、学生がイメージしやすいよう

に、授業のなかでステンレス、アルミ、銅の材料の棒を配って、実際に手にとらせ、重さを感じさせたり、曲げさせてみたりしています。当然のことながら、曲げてみようとしても曲がりません。しかし微小でも実は変形しているわけです。実物に触れさせながら、そうした話をします。あるいは、ねじりについて扱う場合には、教室にバットを持ちこみます。二人の学生にそれぞれバットの先のほうと、グリップのほうを持たせて、ねじらせてみます。バットの先とグリップのいずれのほうが少ない力でねじることができるか。実際にやってみると、バットの先のほうです。中心からの距離が長いほど、軽い力で回すことができるわけです。

技術立国日本を支える人材を育成する

『材料力学I及び演習』で演習と言いましても、実験をするわけではありません。具体的な事例を計算してみるわけです。かなりの問題を解いてもらいます。私が学生に望むのは、家で勉強する癖をつけてほしいということです。そうすることで、授業内容が身につきます。家で勉強させることも考え、私は、毎回の授業の最初に小テストを行っています。家で演習問題を解いてもらい、次の授業の最初の小テストで確認をするという流れをつくっています。これまで日本では、あまり目の色を変えなくても、それなりにやっていたという感覚がありましたが、今後も日本が技術立国を目指すのであれば、若い人のモチベーションをあげる必要があります。材料力学の授業がきっかけとなり、材料分野の技術者や研究者が一人でも増えればと思っています。

