

IV-14 高校の土木応用力学をどのように教えるか

東京都立小石川工業高等学校 正会員 三浦 基弘

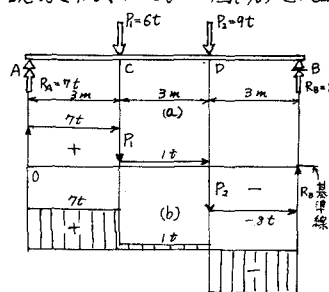
(a) はじめに

職業高校に入学している生徒は、当初、職業科を希望しているのは少ない。しかも最近では学力ばかりでなく気力も失ってきている生徒が少なくない。しかし本来、子供は活動的であり、向学心に燃えているはずである。ところが、小学校、中学校を経る中、小学校、中学校の先生の努力にもかかわらず、いわゆる“落ちこぼれ”の生徒が増えてくるのは、文部省の「学習指導要領」に問題があると私は思うのである。応用力学では教学を用いることが多いのだが、算数は小学校の1年生で1割、2年生で2割、……6年生で6割の生徒がわからなくて授業についていけないといわれている。この原因は文部省が日本の子供たちの実態や現場の教育条件を無視して、外国の「現代教学」なるものを十分な検討もくわえずにもちこんだところにある。

生徒が学習する上で基礎的な知識を身につけないまま職業高校に入学し、いままで教ったこともない教科にぶつかるとなると大変な負担となることは明らかである。しかし、このような困難な条件のもとでも教師が努力をすれば、生徒は一定の力を持ってくるものである。私はいままでにこの土木学会関東支部年次研究会にいくつかの論文を発表してきたが、毎年変わりつつある生徒との授業実践を紹介したい。

(b) 教科書のどこが 生徒にとってわかりにくい

力学のはじめのところではりの計算を教える。図-1はA社の教科書に載っている単純ばりのせん断力図である。ここで生徒が例外なく疑問を持つのは、C点、D点におけるせん断力の値についてである。教科書には、こう説明されている。「図(C)のせん断力図において、……集中荷重の作用点C、Dのせん断力は一つでない。たと



(c) せん断力図
図-1

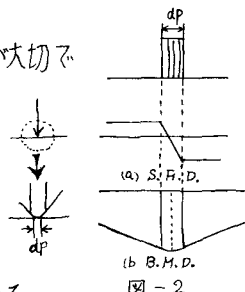
えば、C点のせん断力は7tから1t、D点のせん断力は1tから-8tと急激に変化している。このように、集中荷重の作用点下のせん断力は二つの値をもつ。つまり、なぜC点、D点だけ二つの値をもたなければならないかという疑問である。これは、荷重を加えている物体の厚みを0とみなす、「理想化」を行なっているために理解が困難になっている。

上記の問題をいえば、実際には幅をもたない集中荷重がないのに、幅がないとして扱ったことから生じたことなのである。図-2に示すように、狭いながらも実際には、 dp の幅をもったばりに作用するのである。よって、せん断力図は(a)のように、等分布荷重のときと同じになり曲げモーメントも(b)のように、先の尖りが丸くなってくる。したがって、集中荷重のもとでのせん断力は、D点の場合、0tと考えてもよいのである。

生徒には、このように理論上の問題と実践上の問題を、はっきりさせておく必要が大切である。故に、現実にはC点、D点でのせん断力は二つの値を、とれないのである。

(d) 生徒から学ぶこと

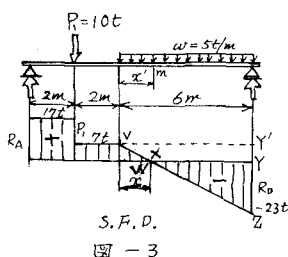
一顧には、教師は教える立場、生徒は学ぶ立場にあると考えられている。しかし、実際には、教師は授業中に生徒から学ぶことが少なくない。ひとつの例を紹介しよう。



(b) B, M, D.
図-2

せん断力図で最大曲げモーメントを求めるときに、せん断力が0になる位置を求める。

私は、教科書にある図-3の問題のとき、教科書どおり、 $\triangle VWX$ と $\triangle XYZ$ は相似形であるので、 $7 : x = 23 : 6 - x$ と教えたが、I君は $7 : x = 30 : 6$ とし $x = 14$ と答えた。私は、一瞬、とまどったが、すぐその意味がわかり、彼の発想のすばらしさに驚いた。この方法のほうが、簡単に答が求まる。私は彼に $\%b = \%d$ ならば $\%b = \%d = \frac{a+c}{b+d}$ (加比の理) のことを知っていて解いたのかと質問した



ら、図-3のせん断力図に示すように、 VY の三角形を考えて解いたので、この定理のことは知らなかったようだった。私は全員の生徒に、あらためて彼のやり方の正しさを、加比の理を用いて説明した。また別な方法で、 m 点でのせん断力 $S_m = R_A - P - w \cdot x' = 17t - 10t - 5t/m \times x'm$ で、 $S_m = 0$ とおいて、 $x = 1.4$ と解が得られることを教えたのは、もちろんのことである。

生徒に、ていねいに教え、生徒が力をつけてくると、すばらしい発見をすることが少なくないのである。

(d) まったく新しい原理と思われるものでも、その素材は、すでに知らされているものであることが多い。

「この世に新しいものは、何もないのであって、変れば、変るほど、多くの物事は同じになる」というフランスのことわざがある。世の中が進んでくるにつれて、新しい技術が多く導入されてくる。しかし、二十世紀に、アインシュタインの「相対性原理」が生まれたからといって、ニュートンなどの古典力学が必要でなくなったわけではない。いろいろな新しい発見が生まれるとき、よくみとみると、先人の理論の積み重ねの上にできていることに気がつくことが多い。たとえば、教科「土木設計」に鉄筋コンクリートのはりの設計がある。二十世紀の初頭、ドイツのディシナー、フレシナーによって、プレストレスト・コンクリートの実用化がなされた。しかしこの原理は、婦人のコルセット、大砲の焼炭などに、古くから用いられていたものであって、新しいものではない。

生徒に新しい原理などを教える場合、その原理が、すでに存在していたどのような論理をもとにして組み立てられたのかを、しっかりと指導する必要がある。

(e) 理論と実践との関係

授業中に、ある定理を教えるとき「なぜ、そういう式になるのか」と質問する生徒がいる。しかし、多くの生徒は、公式は暗記するだけで、その成り立つ理由をいっても考えることはしない。こういう生徒が多いということは、私の授業のありかたに問題があるのではないかと、いつも自問するのである。

本来、定理を積み重ねていくと、体系ができていき、生徒の思考力をより発展させていくのだが、なかなか生徒に浸透させにくい側面がある。しかし、先人は経験することによって多くの法則をみつけ出してきた。だが、立派な発見をしたにもかかわらず、系統的な学問をしなかったために、理論の発展に限界、制約をもたざるをえなかった人も少なくない。たとえば、鉄筋コンクリートの発明者といわれているフランス人の植木謙人、ジョセフ・モニエは、鉄線をまいてコンクリートで固めた植木鉢を作った。しかし、彼は学問がなかったため、理論的な研究をすることができなかった。しかし彼の発明に目をつけたドイツのケーネンが、彼から研究を受け継ぎ、理論化した。もし、モニエに学問を受ける機会があったら、歴史に残る大きな業績を果たしたに相違ない。

私は、生徒に「モニエは、大変な実践家ではあったが、理論家ではなかった。しかし、実践としては、鉄筋コンクリートの水道管への応用など数多くの発明をしたが、これらのものの研究から抽象化して理論をつくるのには限界があった。」と話をする。一見、なにの役にも立たないような理論でも、体系づけま身につけると、長い間のうちには、必ず発明、発見に生かせることが少なくないのである。

(f) おわりに

年年、変っていく生徒に、工夫をこらして授業をしている。「教師が変われば、生徒が変わる」と、よくいわれている。教師が変わるということは、教科でいえば、生徒のわからないことに敏感になり、生徒の秘めた力を引き出す努力を絶えず追究することだと、私は思っている。

最後に、関係諸氏の忌憚のないご批判をいただければ、幸甚である。