

## 談 話 室

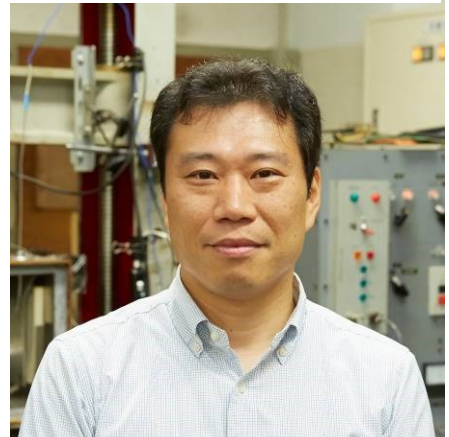
### 一番楽な切り方は？

吉岡 真弥 (よしおか しんや)

所属：工学研究科 機械物理系専攻

専門分野：高分子レオロジー

趣味：ビールを飲みながら野球観戦 (ライトスタンド下段席),  
ギター演奏 (下手ですが)



少し前から機械工学科の必修科目「設計製作実習」の世話役を担当している。「設計製作実習」は3回生対象の通年科目で、課題に沿って学生が自分たちで設計した機械装置を自分たちで作り上げるという全国的に見ても{珍しい|無茶な}内容で実施している科目である。製作課題はこここのところずっと「簡易引張り負荷装置」としている。人の力を動力として一軸の引張り荷重(最大1000N)を引張り試験片に負荷する装置であり、平たく言えば、万力と同様の機構を用いて引張り力を発生する手動機械である。図1は過去の作品の一例である。万力のようなメカニズムなので大掛かりな機械では全くないが、剛性や強度などに基づく各部品の主要寸法の決定[設計計算]、部品の加工に不可欠な“言葉”である図面の作成[製図]そして実際に機械装置の製作を行う[加工実習]のいずれについても、3回生にとってはそれなりに{手応えのある|手強い}科目だろうと思う。本稿では加工実習時の3回生達を見ていて“機械工作”について筆者自身が改めて感じていることを紹介したい。

ものづくりや機械が好きで入学してきたとはいえ、大部分の3回生にとって金属の本格的な加工はおそらく初めての経験である。したがって最初は上手に加工できない。これは仕方のないことである。でも授業が進んでもなかなか上手にならない人が結構な割合で毎年必ずいる。ちゃんと一生懸命



図1 簡易引張り負荷装置(過年度の作品)  
上端のハンドルを回して雄ネジを回転させて雄ネジと噛み合った雌ネジを上昇させ、下側にある試験片を上方へ引っ張る。人力で1000N出せる。(だいぶ錆びてきていた。)

やっているのに、である。このことをいつも最も強く感じるのは金ノコの使い方についてである。金ノコを上手に使えないのは、日本の木工ノコギリが引いたときに切れるのと切れる方向が逆である（押すときに切れる）ことが原因といった単純な話ではない。

金ノコは金属用のノコギリであり、当たり前のことだが金属を切ることができる。しかし相手は身近にある材料の中ではとても硬い部類に属する。簡単には切れない。それで一生懸命に力を入れてギコギコ切る。ご承知の通りノコギリで材料を切るには前後に動かすだけでは不十分で、切断したい方向つまり材料にノコギリを押し付ける必要がある。どちら向きにノコギリを動かしたときに切れるのかもちょっと不安な状況で相手は硬い鉄である。力を入れなくちゃいけない。すると、腕力に頼って図2のような感じになる。腕が疲れるし、力のコントロールも難しく、少しずつしか切れないし、きれいにも切れない。でも少しずつでも切れるので、鉄はこんなに切りにくいものなのかと納得して作業を続ける。とても真面目である。でもこういう時は「どうやったら楽に切れるか」を当然考えなければいけない。①押したときに切れる、②材料側にも押し付ける必要がある。この2点を楽に満足させようと落ち着いて考えれば図3の切り方に辿り着く（はずだと信じている）。ノコギリを前方に押す力と材料に押し付ける力に自分の体重を利用する。そのために片手はノコ刃の前方の近くを持つ（押さえる）のが得策である。体重をうまく載せられれば、あとはノコギリをまっすぐ前方に動かすことに集中すればよい。腕力は要らない。

3回生達が「どうやったら楽に切れるか」を考えていないはずはない。普通だれでも絶対に考える。でも彼らが図2の状態から図3の状態に辿り着けないのには実は別の理由がもう一つあることに気付く。それは金ノコで切断しようとする位置が万力での固定位置から離れてしまっていることだ。たいてい固定端から10cmは離れたところを切ろうとする。彼らはおそらくこんなことを直感的に考えている。{相手は硬いので力を入れなければならない|でも勢い余って万力に手をぶつけるのは嫌だ}。固定点から突き出した棒は材料力学の言葉で言うと“片持ちはり”である。片持ちはりに集中荷重 $P$ を負荷した場合（「はりに負荷」と言った時、材料力学でははりの長手方向と直角の力をかけることを通常意味し、ノコギリによる負荷は実際この状態にある）、固定端から負荷位置に向かって棒材の傾き（“たわみ角”と言う）はどんどん大きくなる。負荷位置のたわみ角は、荷重 $P$ の大きさが同じであれば、固

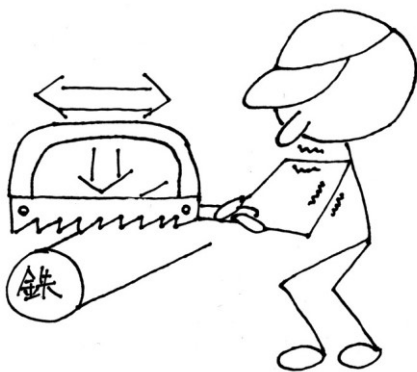


図2 経験の浅い人がやりがちな切り方

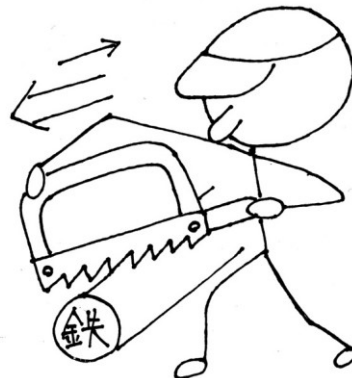


図3 楽な切り方

定端からの距離の2乗に比例して大きくなる。棒材が傾けば棒材を切断しつつあるノコ刃が通っているミゾも同じだけ傾く。ノコ刃が作ったミゾはもともとノコ刃ほどの幅しかないのだから、力をかけるたびにミゾが傾けばノコ刃が“咬まれ”て前後にスムーズに動かさない。それで体重をかけるのを諦める。機械工学科の3回生は片持ちはりの力学を知っている。しかし、切ろうとしている材料は機械の部品に使う程度の高い曲げ剛性（たわみにくさ、断面の寸法と弾性率で決まる）を持っているから目で見てすぐにわかるほどにはたわまない。それでも固定端から離れた位置を切ろうとするとノコ刃を咬む程度にはたわむ。それで鉄はこんなに切りにくいものなのかと再び納得してそのまま作業を続ける。というより、ノコギリが咬まれるとよけいに力が必要になる上に引っかかるので、勢い余って手をぶつける心配が大きくなり、万力の近くに“寄る”という発想は出ないのだろう。自分で気付かないとよい経験にならないので、“それ、片持ちはりやなあ”程度の指摘にとどめるよう心がけている。

以上は加工経験のある程度ある人なら誰でもわかっていることであり、改めて説明するほどのことでもない。しかし3回生の多くが、少し作業を続けたあとでも、それになかなか気付かない。こんな様子を繰り返し見ていて筆者自身が改めて感じているのは、「一番楽に作るにはどうしたらよいか」を作業開始前によく考えることが大切だという至極当たり前のことだ。「楽に」というのは手を抜くことではない。出来上がりが雑になるようでは本末転倒も甚だしい。作ろうとしている部品に必ず実現される必要のある機能は何か、それを実現するために最も確実に簡単で楽な方法は何か、を作業開始前にまず十分に考える（言葉で書くと凄く大げさになった）。なにより「どうすれば楽になるか」を考えることは人にとって自然なことだ。時には作業そのものの簡単さを越えて、設計自体をさらによいものに変更できることだってある（本来は設計時に十分に考えておくべきことだが）。さらに、楽に作れるならば色々な意味で作業に余裕ができるので、結果として精度が高まることだってあるに違いない。最近、研究室の学生と話す時も「それ簡単に作れるかな」とか「一番楽に作るにはどうしたらいい？」といった質問をすることが多くなった。3回生が金ノコを上手に使えないのはもちろん経験が不足しているからだが、「一番楽に切るには？」を丁寧に考えずに作業を始めていることが大きな理由の一つだろう。最初から難しそうな作業であれば誰でも慎重によく考えてから始めるだろうが、“ノコギリで切る”作業は一見とても単純で簡単な作業である。

年のせいだろう、説教じみた話になった。ついでに言ってしまうと、「何のためにするのか」＝[目的]をしっかりと見極めた上で「そのために最善の方法は何か」を考えてから取りかかるというのは、別に工作に限らず、どんなことをする時にも通用する合理的な段取りである。むしろ特別なことではない。上述した金ノコの例は“簡単に見える作業であっても”本当に重要なポイントは何かを落ち着いて考えることが大切であることを示している。残念ながら“本当に重要なこと”を見失った事例が学内で最近多い。筆者は昨年25年勤続表彰状の“配布”を受けた。「平成25年勤続表彰状の配布のお知らせ」というタイトルで表彰状を工学部支援室で受け取れという短い事務連絡メールが届き、工学部支援室に出向いて受け取った。対象者一覧表に受取り済みのチェックを入れて“配布”は完了した。「勤続表彰」という字面だけ見ても何を目的としているかは明白である。もっと言えば、大昔から広く行われている

ことであり「慣れていなかった」なんて言い訳が通るはずもない。今年度は表彰式が行われたようだが、昨年度実施された“配布”についての説明などは今もない。金ノコで例えれば上手な使い方を教わっただけの状態である。本質は全くわかっておらず、なんとも情けない。ものごとの本質・真理の探求が使命である大学だからこそ、何事においても本質を見極めて行動するという姿勢を失ってしまっては困ると強く思う。

話を工作に戻そう。簡単そうな作業であっても、その作業では一体何が重要なポイントなのかを考えてから始めよう。それが上手に作業する近道である。とにかくいつでも“一番楽にできる方法”を一生懸命に考えればよい。ただそうは言っても、全く初めての作業で何を考えればよいのかまるっきり見当もつかない、という場合だってあるだろう。そんなときは遠慮なく工作技術センターでアドバイスを求めよう。経験豊かな技術職員諸氏が加工のテクニックに留まらず設計にまで遡って一緒に考え、そして的確な助言をくれる。偉そうなことを書いてきた筆者もこれまで本当にいろいろと助けていただいたし、これからもお世話になるのはまちがいない。この場を借りて工作技術センター職員の皆様にお礼申し上げる。