

「たたら」体験を10倍活用するプロジェクト

Additional Application of “Tatara” Iron Making Experiment to Education of Materials Science and Engineering

○森園 靖浩^{※1} 松田 光弘^{※1} 小塚 敏之^{※1} 山室 賢輝^{※2}
Yasuhiro MORIZONO Mitsuhiro MATSUDA Toshiyuki KOZUKA Takateru YAMAMURO

キーワード: たたら, 製鉄, 組織, 硬さ

Keywords: Tatara, Iron making, Microstructure, Hardness

1. はじめに

熊本大学工学部マテリアル工学科では、これまでの改組等で学科名称や組織の変更があったが、一貫して、金属を中心とした材料(マテリアル)工学に関する教育カリキュラムを実施している。本学科では2000年度に大幅なカリキュラム改訂を行い、実験・実習科目を1年次後期から3年次後期にかけて継続的に組み込んだものに変更した。その最初となる科目が「実践!ものづくり」であり、実際に材料作製を行う「ものづくり実習」と材料特性の評価法を学ぶ「測定技術実習」の2つの内容より構成されている。前者の実習においては、平成17年度より熊本大学工学部で実施されている「ものづくり創造融合工学教育事業」の支援を受けて、この2~3年「たたら製鉄」を実施している。これは、粘土で築いた箱形の低い炉で、原料に砂鉄を用い、木炭を燃料とし、送風動力に鞆(ふいご)を使用しておこなう、日本で古くから行われてきた製鉄技術で、千年以上の歴史を持つものである。このたたらにチャレンジし、現在でもなお中心的な役割を担う鉄(鋼)を自らの手で作り出すことで、その歴史や製鉄原理の理解だけでなく、「ものづくり」のおもしろさも体感してもらうことを目的としている。

さらに、このときに得られる「ケラ(素鋼塊)」を2年次、3年次の実験・実習科目に活用することも検討している。このケラは学年進捗と共に深まる材料工学の知識を活かせる、最も身近な教材と成り得るものであり、またその利用によって、1年次のたたら体験を一時的な感動で終わらせないようにする効果を期待する。ここでは、1年次後期に開講される「実践!ものづくり」でたたら製鉄を実施し、その2年後、3年次後期開講科目である「材料創造実習」を利用して、「1年生のときに作った鉄はどのようなものだったのか?」という疑問の解決に取り組んだので紹介する。

※1 熊本大学大学院自然科学研究科マテリアル工学専攻

※2 熊本大学工学部技術部

2. 実施内容

2.1 たたら製鉄

ビデオなどを用いた事前学習の後、たたらの準備に取りかかった。原料の砂鉄には、市販のものに加え、阿蘇山の麓を水源とし、本学キャンパスの南側を流れる「白川」の河川敷において採取した砂鉄も使用した。砂鉄採取には1年生約50名全員が参加し、磁石を使って黙々と作業し、数日かけて約30kgを集めることができた。また木炭は、あらかじめこぶし大に切っておく必要があり、たたら前日までに約200kgの炭切りを行った。たたらの実施にあたっては、学生を3班に分け、班ごとに炉を組立てた。火入れの後、砂鉄と木炭を交互に炉内に投入し、ノロ出しを経て、ケラを取り出して作業を完了した。

2.2 ケラの調査

たたらを通して得られたケラの一部は学外にて「短刀」に加工された。その残りを「材料創造実習」における試験片に用い、ケラに含まれる炭素量の推定を試みた。作業内容は、①ケラからの試験片採取、②組織観察・硬度試験、③熱処理、の3つが主なものであり、得られた成果については実習の最後に行われるポスター発表会で報告した。

3. 結果および考察

図1は、たたら製鉄の様子を示した写真である。この中の3枚は火入れ、ノロ出し、ケラ出しに相当する。最終的にはケラを取り出し、ハンマーで叩いて「鉄」ができていることを確認した。参加した学生のほとんどは、砂鉄から実際に鋼塊が出来上がったことに非常に感動したようで、大変面白く勉強になったという意見が大半を占めた。また、集団で作業するため、チームワーク作りにも役立ったと思われる。自分の手を動かしてものを作り出すという一連のプロセスが体験できるたたらは、この2~3年、毎年実施して好評を得ており、学科における主要な行事として欠か

すことができないものとなっている。なお、取り出したケラから最終的な製品を作ることを希望する学生が多いため、学外にて「短刀」に仕上げてもらい展示している。

学年進行に伴って「状態図と熱力学」「結晶回折学」「固体動力学」「鉄鋼・構成材料学」などの多くの専門科目を受講し、それによって材料工学に対する知識や興味が深められる。その状況で1年次のたたら体験を振り返ると、「どのような鉄ができていたのか?」という疑問が生じるようである。それを解決するため、図1の右下に示すようなケラを使って、その中に含まれる炭素量を調べる実験に取り組んだ。この場合、学部3年間の学習効果を一層高めることを目標に、実験・実習科目を通して学んだ実験技術を利用することに重点を置いた。

①ケラからの試験片採取

使用したケラは1kg程度の塊であったため、機械的に切断して適切なサイズの試験片を得ることにした。しかし、帯鋸などではその途中で異音が発生し、上手く切断することができなかった。そこで、ハンマーでケラを叩き割り、小片に分割した後、高速切断機で試験片を採取した。ケラの切断面を図2に示す。多数の気孔が存在するものの、表面には金属光沢が見られる。また、X線回折で得られるピークも α -Feとして指数付けできることを確認した。

②組織観察・硬度試験

研磨によりケラの切断面を鏡面に仕上げ、エッチングを施した。その後、光学顕微鏡や走査型電子顕微鏡による組織観察ならびに硬度試験に供した。複数個の試験片を用意したが、組織や硬さはいずれも不均一であり、ケラの組成や冷却速度が影響していると考えられた。

③熱処理

ケラを高温に加熱・保持した後、炉内でゆっくり冷却し、フェライトとパーライトから成る組織を得た。これらの面積割合を測定し、ケラ中の平均炭素量を0.36%と推定した。さらに、市販の鋼材との比較によりケラ中の炭素量の妥当性を検証するとともに、ケラの冷却速度も推測した。

4. おわりに

今回の成果は、図3に示すように「材料創造実習」の最後に行われたポスター発表会で報告された。その内容は大変興味深く、先人の技術の奥深さに非常に感動することができた。また、学部3年間のカリキュラムにおいて「点」として学生に認識されることが多かった専門科目が、たたら体験を通して「線」で結ばれることを実感したようであり、学習教材としても利用

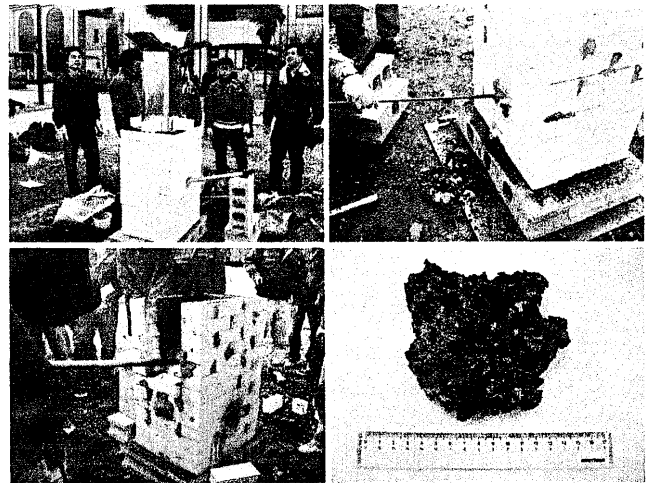


図1 火入れ（左上）、ノロ出し（右上）、ケラ出し（左下）の様子。右下の写真はたたらによって得られたケラの外観。

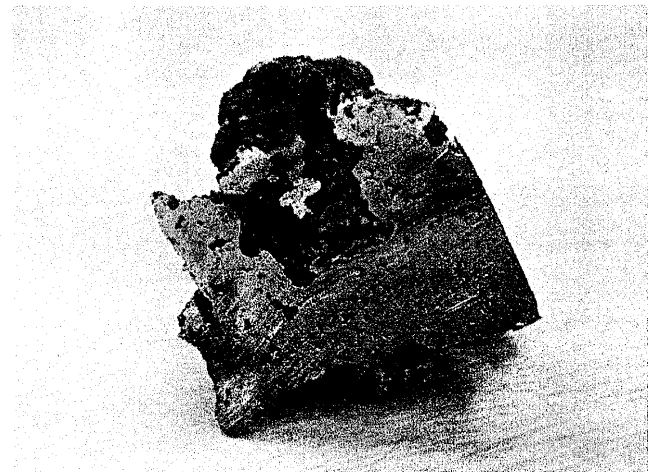


図2 ケラの切断面。多くの気孔が存在するが、金属光沢がはっきりと確認できる。

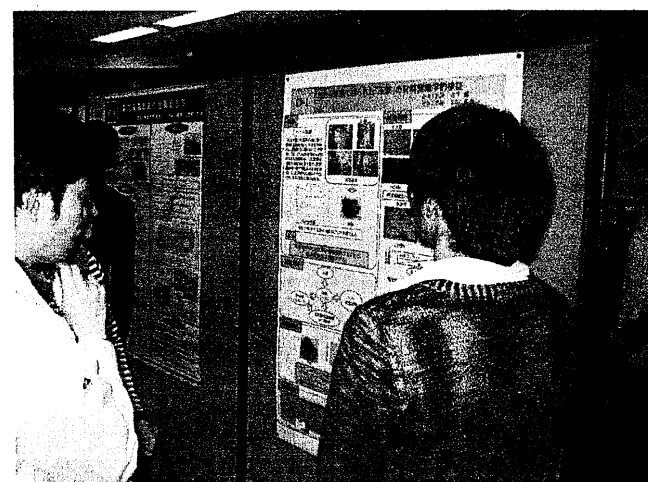


図3 「材料創造実習」でのポスター発表。

価値が極めて高いと考えられる。