

# “Manganese-Steel: Manganese in its application to metallurgy, some newly-discovered properties of iron and manganese”

R. A. Hadfield (著), J. Forrest (編)  
Kessinger Publishing 1888年

東北大学金属材料研究所 小山元道

鉄を愛する筆者であるが、その愛の始まりは高 Mn 鋼にある。今回紹介させていただく書籍について語るためには、少し私の学生時代の研究履歴をお話しする必要がある。筆者は学部時代に Fe-Mn-Si 形状記憶合金の研究を開始するが、そこから派生して2000~2010年に大ブームとなった Fe-Mn-Si-Al 双晶誘起塑性 (TWIP) 鋼に関連する研究に携わる機会に恵まれた。この流れを受けて、博士課程は TWIP 鋼の改良組成である Fe-Mn-C オーステナイト鋼の研究をするのだが、よくよく調べると TWIP 鋼の代表組成である Fe-22Mn-0.6C 鋼 (mass%) および関連組成の合金は低温非磁性鋼として日本ではかなり詳細に研究されており、どこに研究上のオリジナリティを見出せるのか悩む時期があった (博士課程のテーマは自分で設定することができるという非常に恵まれた環境にあったのだが、その分、研究開始後に気づいた従来研究の膨大さに焦りを感じていた)。

Fe-Mn-C TWIP 鋼の特徴は優れた力学特性にあるのだが、それそのものには新しさはない、と研究上の独創性の観点からは見切りをつけて、その加工硬化メカニズムに軸を置いて研究を進めたのだが、ここで認識された鋼種が Hadfield 鋼である。この鋼も Fe-Mn-C を主成分としたオーステナイト鋼である。Mn-C 相互作用や双晶変形挙動、ひずみ時効硬化などの硬化に関連するメカニズムの多くがすでにこの Hadfield 鋼を用いて議論されており、その議論の深さに愕然とした。

さて、この状態になると開き直って先行文献を遡ってどこまで昔から Fe-Mn-C オーステナイト鋼が研究されていたのか明らかにするべく時間を割いたわけであるが、そこで行き当たった書籍がここで紹介するものである。本書籍の著者はまさに Hadfield 鋼の名前の由来そのもの R. A. Hadfield である。本書ではその歴史、および製造から応用先まで一貫して記述されている。力学特性の観点では、pp. 40-53 に示される表に様々な Hadfield 鋼の特性が網羅、列挙されている。特に優れた力学特性が発現する Fe-12~14Mn-0.8~1.2C Hadfield 鋼の組成もこの表にある。例えば、Fe-14Mn-0.85C 鋼を溶体化処理し、水焼き入れした試料は 1 GPa を超えてかつ 44% 伸ばしても破断せず、測定限界に至ったと記載されており、その驚くべき特性が示されている (彼らが使っていた試験片での試験機の伸び測定限界は 44~

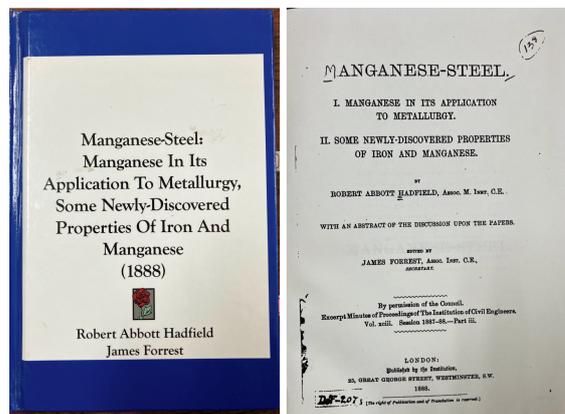


図1 本書表紙(左)および内表紙(右)。

50%程度であった模様)。備考に “This bar is still unbroke. Wonderful!” とあり、当時の測定結果に興奮している様子うかがえる。

特性が悪くなる方向の記述も充実しており、例えば溶体化処理後、水焼き入れではなく空冷だと機械的特性劣化、炭素量は 1.5% に迫ると大きな特性劣化が起こる、などの現代でも欠かせない注意点が明示されている。この表のデータなどをまとめた Hadfield 鋼の力学特性の化学組成依存性を示す図が書籍最後に付録として示されている。この図は当時最高峰の詳細なデータではないかと私は思っており、Fe-Mn オーステナイト鋼を研究している方々は必見である。この書籍の刊行は 1888 年。21 世紀に流行った、当時 Next generation steel と言われていた Fe-Mn-C TWIP 鋼の力学特性に関する熱処理条件、化学組成依存性の基礎的実験の多くは 19 世紀に研究されていたのである。ぐぬぬ、となったものの、気持ちを切り替えて「ありがとうございます、巨人の皆様!」と、心で感謝をして研究に勤しむ事とした博士課程であった。

この書籍の表紙と内表紙を図 1 に示す。この書籍に出会えたのは Kessinger Publishing が Legacy Reprint を複製して先人の知恵を現代に広く伝える活動があったおかげである。図 1 (左) の表紙は現代風にハードカバーとして製本されたものであるが、内表紙 (図 1 右) に当時の書籍表紙と思われるものが印刷されている (表題の M が手書きなのは何故だ?)。表題に “Newly-discovered” とあるところに Hadfield の意気込みを感じる。この書籍の後半は Hadfield 自身や、英国で初めてフェロマンガンを有効利用すべく研究に取り組んだ金属学者である F. Gautier などを変えて多くの研究者が集まって討論した内容が収められている。当時、十分な金属組織、結晶構造情報がない状態で可能な限り深い議論をしようとしている雰囲気十分に伝わり、現代のインターネットや e-mail 文化が発達した状況とは異なる、“確かな情報共有” への努力がうかがえるので、興味をもった方々は序盤だけでも読んでみると面白いと思う (という私も全文を読み切っているわけではないので、時間を見つけて読み進めたい)。本書は古いこと、英文であること、対象が Fe-Mn 鋼と少しニッチなテーマであること、などを理由に手に取られた方は少ないかと思う。だからこそ、この場を借りてこの思い出深い書籍を紹介させていただいた。是非、ご一読を!

(2023年10月13日受理) [doi:10.2320/materia.63.195]