

# 鐵

と

# 鋼

第十年 第五號

大正十三年五月二十五日發行

## F・W・永久磁石鋼に就て

(去る三月廿九日本會講演會に於ける講演)

渡邊 三郎

過日倭會長殿から此機會に於て、私に何か御話しをしろと云ふ事でありましたので、己を顧みず御受けを致して置きました。其の後直ぐに風邪を引きましたので、演題等に就て申し上げる機會を失つて居りましたので甚だ恐縮に存じます。

唯今は俵先生及び服部先生の非常に有益なる且つ面白い御話がありました後に、私が比較的細い仕事で、特に制限された問題を出しまして、且又先般申上げて置いたのと違つた演題に就て御話申し上げるのは、誠に自分としても不本意であります。其等の點は一重に皆様に御詫びしなければならぬ次第であります。

自分は年來特殊鋼を造ることに従事致して居ります。抑も特殊鋼とは如何なるもので如何なる使命を有するものであるか、と云ふと Leon Guille 氏の述べたる如く

- 1 強靱性の大きな材料を興ふること
- 2 使用部分の重量を減ずること
- 3 特殊性質を有すること及び或る種の性質を兼備すること

・W・永久磁石鋼に就て

と等で、特殊鋼の特徴は上記 Guille 氏の言に盡きて居るので特殊鋼發達の経路は實に上記目的をより完全に達せんとしつゝ人々の努力した歴史であります。

此等特殊鋼の特徴は凡て其の中に含有する特殊元素の影響であつて、従つて特殊鋼の性質を完全に知らんとするには先づ鋼に及ぼす特殊元素の影響を知らなければならぬ。而して前世紀の中頃から今世紀の初めにかけて製鋼方法に關しては著しき發展を見たが、此等の製品たる鋼、特に特殊鋼の内部的研究に到りては比較的晩近の發達であつて、従つて其等の有する複雑なる組織性質等に就ては今尙未知のもの多々ある様な状態であります。

然し乍ら各種特殊鋼の大體の特徴に關しては從來數多の試験及び研究の記録に依つて此れを知ることが出来るので、従つて夫々使用用途に應じて適當なるものを判定することが出来るのであります。

例へば高彈性界を有するものとしては、ニッケル、クロム

ニッケル、ニッケルヴァナジウム、クロムヴァナジウム鋼等、靱性高きものとしては、高マンガン、ニッケル、ニッケルヴァナジウム鋼等磨滅に對する抵抗大なるものとしては、硬度を主とする場合には、クロム鋼、靱性を主とする場合には、シリコン、クロムヴァナジウム鋼等、又工具切削用鋼としては、クロム、タングステン、モリブデン、ヴァナジウム、特にクロムタングステン鋼等が要求せられ、その他特殊用途に向けらるゝものとしては耐蝕鋼には高クロムニッケル鋼を、磁石鋼としてはタングステン、モリブデン、クロム鋼等を又非膨脹鋼としては高ニッケル鋼がある。

鋼に加へらるべき此等特殊元素は最初は單に鋼の性質のあるものを改良する爲に用ひられたのであるが、現今に於ては或種の用途に於ては全く炭素鋼の使用を許さなくなつた。然し乍ら前に述べた如く特殊鋼の研究は今尙極めて不完全であつて、多數の元素が鋼中であつて如何なる作用を表はすかは未だ充分明瞭でない。

此等の事項の研究は多く純正科學の理論的援助を待たねばならぬ爲從來餘り行はれて居ないのである、それ故此等の系統的研究は是非共從來の冶金學の發達に待たねばならぬ、若し此れが闡明された曉には種々の應用及び現今使用中のものより一層優秀な特殊鋼が見出さるゝことと思ふ。

次に私は鋼に對する特殊元素の作用の一應用として發見せる F.W. 自硬性永久磁石鋼に就て其理論的經路を紹介しやうと思ふ。

從來永久磁石鋼として最も普通に使用せられてゐるものはタングステン磁石鋼であつて、大體次の如き成分範圍のもの

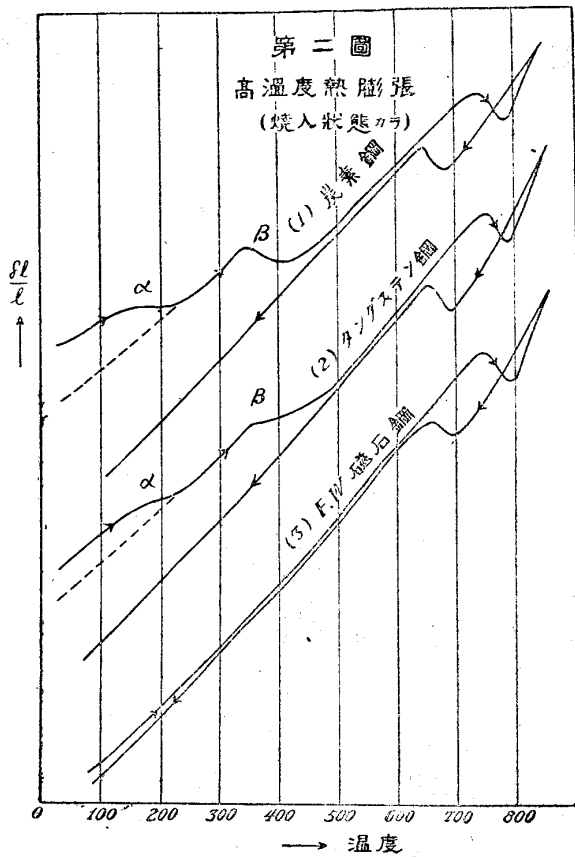
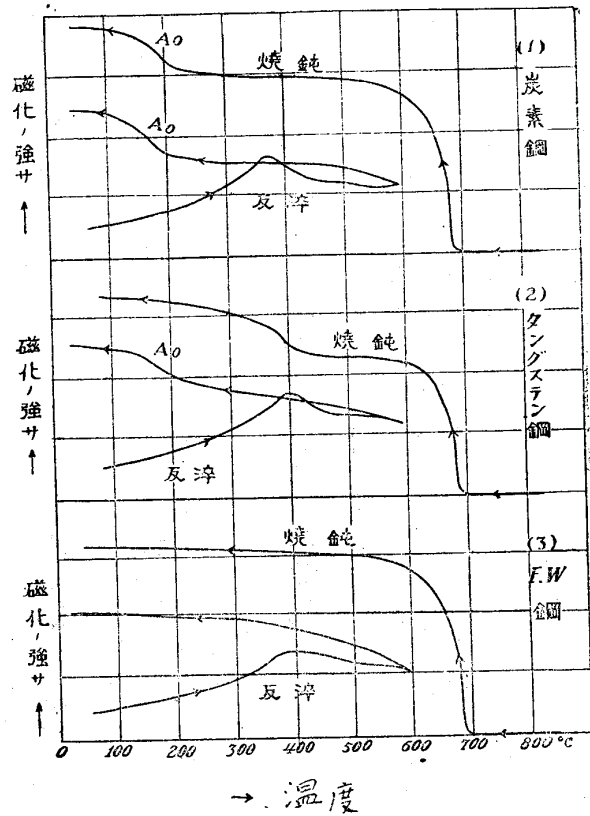
である。

0.7~1.0% C. 4~6% W.

而して此の永久磁石鋼が純炭素永久磁石鋼に優れてゐる點は此の鋼に於ては炭素の一部分は W と化合して  $Fe_3O$  以外に WC となり此の兩者は更に  $Fe_3C \cdot WC$  なる複炭化物を作り此の結果として第一に磁石鋼は健滓状態に於て  $\alpha$  マルテンサイトの量少く従つて磁化後磁氣の強さに變化が少い。第一圖及び第二圖の(1)及(2)は夫々炭素鋼及びタングステン鋼の磁氣分析及び高溫度熱膨脹曲線で、炭素鋼は第一圖に於ては  $\Delta$  變態點以上から緩冷する場合にも又焼入状態から反滓して冷却する場合にも常に多量の  $\Delta_0$  變態即ちセメントサイトの存在を示し、従つて第二圖に於て焼入状態から徐々に加熱して膨脹を測定する際に約  $710^\circ C$  に於ける  $\alpha$  マルテンサイトの反滓に伴ふ收縮量著し、然るにタングステン鋼に於ては第一圖に見る如く  $\Delta$  變態體以上から緩冷却する場合には炭化物は全く複炭化物の形で析出する爲に其の冷却曲線にはセメントサイト變態を認めず、唯四百度に於ける此の複炭化物の變態を見るのみである。而して若し此れを健滓状態から  $600^\circ C$  程に反滓して冷却曲線を取るならば圖に見る如く明に  $A_0$  のセメントサイト變態が顯はれる、此れは健滓鋼内に於ては兩炭化物は別々に分離して存在するを示すものにして、其れ等が反滓せられた場合セメントサイトのみが變態を示すが爲である、此の事は第二圖を見ればよく解る、即ち健滓鋼は反滓曲線上明に  $\alpha$  マルテンサイトの分解による收縮を示してゐるのである。

扱て永久磁石鋼が上述の  $\alpha$  マルテンサイトを含む時と之は

第一圖  
磁氣分析



F·W·永久磁石鋼に就て

其の反淬温度が比較的低い爲に長期間に漸次反淬せられ、従つて磁氣の強さを夫丈減少せしむるのである、其故成るべく此の量の少いのを可とす而してタングステン鋼に於ては第二圖に見る如く明に炭素鋼より少い。第二に炭素は先づタングステンと化合する爲め同じ含炭量の炭素鋼よりも多量の鐵が健淬鋼中に存在する爲め、其の磁化の強さを増すこととなる。又タングステンは健淬鋼の結晶粒を微細にし鐵の頑磁力 (Coercive force) を増すのである。

第三圖は百度の沸騰水中での熱成熟曲線でタングステン鋼はαマルテンサイトの量の少なりと其の頑磁力の大なる爲に此の操作に依る減磁の量炭素鋼より遙に少い。機械的、磁氣的成熟に對しても同様である。尚タングステンは  $A_1$  變態點を降下し健淬作用を増す作用を持つてゐる。

然し其タングステン鋼に於ては上記の諸優點を有するに拘らず又次の三つの缺點がある、第一は其の焼入には水を用ひざれば焼入効果が充分でなく其の爲め焼割變形を起し易く製造能率が甚だ悪い、第二はタングステンは高價である爲め價格が高くなるのである。第三は不安定なるαマルテンサイトが充分除去されて居ない、以上のタングステンの作用はタングステンと類似的他の元素を以てしても表はるゝので、即ち炭化物を造つて  $Fe_3C$  の量を更に減らし、 $A_1$  變態點を下降せしめ、健淬状態に於ける結晶粒を小ならしむるものであればよい理である、而して更にタングステン鋼の缺

點を除去することを得るならば一層永久磁石鋼として適當な鋼材である、此の目的を以てクローム及びマンガンを加へたるものが即ち F.W. 自硬性永久磁石鋼であつて即ち本鋼はタングステン磁石鋼の有する利點を一層顯著ならしめ此の兩元素の量を適當に加減することに依つて鋼を自硬性ならしめ焼入に伴ふ困難から免かれ、又クローム及びマンガンを原料とする爲め價格を廉にして且純國産的ならしめたのである。本鋼の成分範圍は次の如きものである。

0.6~1.0% C. 2.0~5% Cr. 1~4% Mn.

此の磁石鋼に於てはクローム及びマンガンは炭素の大部分をとつて夫々炭化物を作り此等は更に極少量の  $Fe_3C$  と結合して複炭化物となる。健淬状態に於ては  $\alpha$  鐵は固溶態として此等の炭化物を含有し磁化の度及び頑磁力を増し又健淬に際しては此等諸元素は著しく變態點の下降を起し自硬性を表はす。本鋼が優良なる磁氣的性質を有することを述ぶる前に先づ磁石鋼が永久磁石として適當なる爲めの條件を擧ぐれば、第一に残留磁氣 (Residual Magnetism) の大なること第二に頑磁力強きこと、第三に此等が永久的なるべきことである。

扱て F.W. 磁石鋼に於ては上記残留磁氣及び頑磁力共に大にして特に頑磁力に於てタングステン鋼に優る、磁石鋼が優良なる爲には此の兩者が共に大なる事が必要で其の一を缺く時は使用上不便が多い。第四圖は從來知られて居る永久磁石鋼及び F.W. 永久磁石鋼の磁氣的性質を比較したもので本鋼は残留磁氣或は頑磁力の一に就ては或るものに劣つてゐるが兩者を合せ考ふる時は優秀なるものとして推奨するに躊躇し

ない。

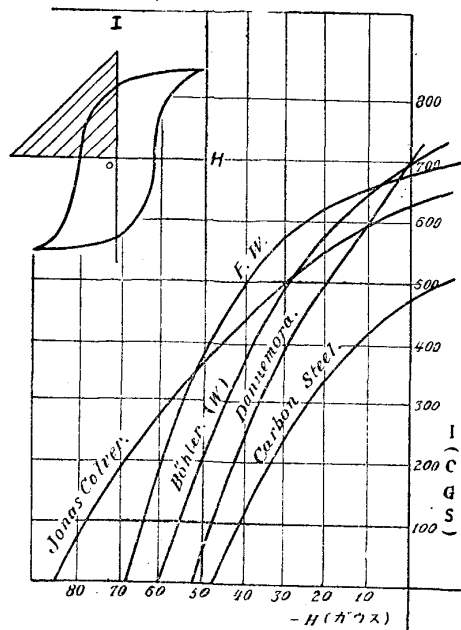
次に本鋼の磁氣の安定性を知る爲め百度の沸騰水中にて熱成熟を施したるに第三圖の(3)の如くタングステン鋼より其の減磁量少し。此れは第一及び第二圖の(3)より知らるゝ如く本鋼には  $\alpha$  マルテンサイトが存在せず従つて其の反淬に伴ふ減磁が皆無なる爲と又頑磁力が大なる爲とである、特に其の減磁すべき量は僅か二三十分間に於て除去せらるゝ故實際上の熱成熟操作が頗る經濟的に行はるのである。機械的、磁氣的成熟に於ても其の減磁量はタングステン鋼より著しく少し。

次にマンガン及びクロームは自硬性強き爲め本鋼は空中或は油中冷却にて充分焼入の目的が達せられ其の作業極めて容易である、即ち製造に際して損耗少く大小形狀を問はず優良なる永久磁石が造られる。

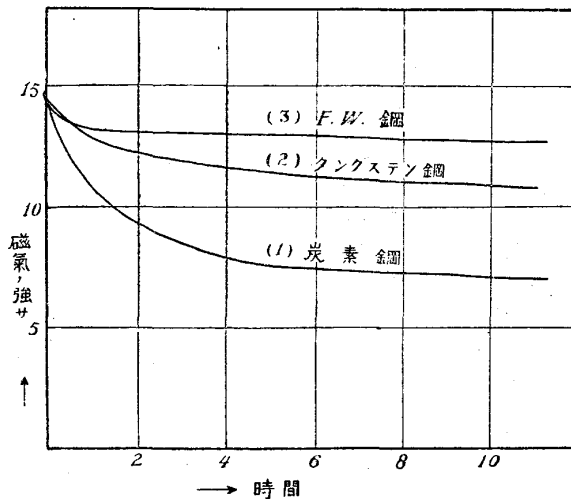
斯様なことを申し上げました序に、一寸本邦製鋼業者の一人としての自分の所感を申し上げ度いと思ひます。

内地鐵鋼業も御列席の先輩諸氏の一方ならざる御盡力に依つて僅々五十年間の日子にして世界の水平線まで擡頭するところが出來或る物に關しては寧ろ一段の優越を示すが如き趨勢にさへなつて來た。然し乍ら此の如き盛となつたのを拜見するに付けて吾々新參のものは靜かに其の今日ある所以を回顧せねばなるまいと思ふ。即ち本邦製鐵鋼業が創業の日淺くして未だ其の母體たる歐米鐵鋼業から獨立し得るか、得ないに早くも引續く日清日露の戦役は此の嬰兒時代にあつた本邦鐵鋼業を一大試鍊の機會に投じたのである。此の間先輩諸氏の御努力と御骨折りは一通りでなかつた事と存じます。従つて

第四圖  
磁氣屢應曲線



第三圖  
熱成熟曲線



F·W·永久磁石鋼に就て

當時に於ては一日も早く一噸の鐵或は一種の鋼を製造すること急であつて到底今日の如く試験とか研究とかの餘裕は持たれなかつた

と存じます。此れ又止むを得ない事情ではなかつたかと存じますので、當時に於ては特に今日の如く種々の試験法とか研究法とかもなく全く經驗的技術として製鐵鋼業を行つて居た爲め品質改良の困難は無理からぬことと思はれます。扱て吾々は當時の先輩諸氏の奮闘努力の結晶である本業を受け繼ぐに當つて又茲に一大覺悟がなくてはならぬと思ふ、即ち外國との間に少くとも五十年のハンディキヤップを有する本業が現今の時代に於て、互角の太刀打をせんに非とも此のハンディキヤップを乗り越えねばならない。自分は同業者の一人として本邦製鐵鋼業者が從來は經驗的であつたのを今後は少くとも此れに研究的態度を以て携はることを必要と思ふ、即ち此のハンディキヤップは唯此の研究の力に依つてのみ乗り越え得るものと云ふ確信を持つてゐる。即ち今後は先輩諸氏の遺された貴い經驗と吾人後輩の研究的努力との完全なる融合の内からのみ新日本の潑刺たる鐵鋼業を生み出すことが出來ると思ふ。

然らば現在に於ける製鐵鋼業如何と云へば(自分は主として製鐵に従事する者故此の方面に就て申し上げます)歐洲戰亂以來創立された製鐵鋼業者の數も中々多く其の内自分の携はつて居る様な特殊製鐵鋼業者の數も決して少くない。而して此の種製鐵鋼業に於ては其の作業が中々困難であることは自分のみならず同業者御一同の等しく感ぜらるゝ所と思ふ。即ち其の品質に就ても相當に經驗研究を経た製造者でなければ理想的の結果が得られないし、又一般の要求が甚だ特殊であります丈に其の數量も極めて制限されてゐる結果、製造業者間には常に相當な競争が絶えない現狀である。此れに關係して最も重要なことは外國品の輸入である。先般俵會長殿のお話では本會の建議による鐵鋼材の關稅復舊が實施さるゝ様になる

さうであるが、誠に機宜を得た處置と思ひます。

由來此の鐵鋼輸入は遠く源を日清日露の戰役に發し、爾來陸海軍及び民間に於ける外國品の勢力は常に壓倒的數量を示してゐた。従つて本邦は海外製鐵鋼業會社の或るものにとつては一大顧客であつたかの様に思はれる。勿論此れには相當な理由があつたのである。即ち數量とか、品質とか、價格とかの原因が然らしめたのは周知の事實である。然し乍ら現今に於ては如何と云へば、此の第一の理由たる量の點に於ても自給し得るし、質に關しても近時着々此の方面の研究の隆盛と共に品質が向上されつゝあるは事實にして、決して外國品に遜色を示さざる様になつて來た、尙此に就ては自分は本邦

○會長（俄國一君）一寸御挨拶致します。只今渡邊博士からF.W.磁石鋼に付きまして御講演がありました、斯う云ふ價の安い、さうして新しい材料を御發明になつて日本の市場に御出しになるのに、殊に其御研究の経路等を御説明になり如何に御苦心の結果此新しい鋼が現れたかを御話になつたことは大いに一同参考になることと思ふのであります、又本邦特殊鋼に付きましての發展策と

## 製鐵業の現況に就て

（去る三月廿九日總會に於ける講演速記）

俄國 一

私は會長たる一つの義務と致しまして製鐵業の現況に就ての題目で御話することになつて居り、今日此の壇に立ちましたのであります、誠に準備が居きません、農商務省の足立技師を煩し、又單に二、三雜誌等を調べました揚句、其の責を塞ぐやうな次第で誠に恐縮であります、暫くの間御清聴を煩はしたのであります。

私は昨年の總會で本邦の製鐵事業の趨勢に付いて御報告を

製鋼業者諸君に向つて一層の努力を熱望するので御熱心なる研究的改良の結果は必ずや他日の勝利に依つて報いらるゝことと、自信してゐる、第三の價格に就ては外國が特別な値段を持つて來ない限り現今に於ても内地製品の方が廉價で供給される。これは纏まつた數量で、相當な期間を與へられ外國注文の規格に依るものであれば一層安價で提供され得ると思ふ。何れにしても自給と云ふ見地からしても一層内地製品の需要を御願ひし度いのである。自分の口からこんな事を申し上げるのは甚だ恐縮ですが、一寸此の機會を以つて私見やら御願ひやら申し上げた次第であります。時間のない處を長々しいことを申上げまして、誠に申譯ありませんでした。（終）

しての御意見は、是は皆さん色々御考の有ること、又後程の懇親會に於きまして之に付きまして色々御考を御發表になることと思ひます、茲に渡邊博士に對しまして會員一同に代つて御禮を申し上げますが、どうか皆さんも拍手を以て贊同の意を表されんことを願ひます。（一同拍手）

致しました。

それから一年間經過いたしましたのであります、本邦の製鐵業も御承知置きのやうに、矢張り不振の狀況を脱しないのであります、殊に昨年の九月に震災を蒙りました爲に東京附近の工場は多大の損害を受けた次第であります、併し我が國の製鐵業者は是等の不況或は損害にも拘はらず大いに努力されまして、謂ゆる捲土重來、他日發展の基を開く爲め、着々と其