



アラカルト

海外鉄鋼事業 -10

葦の髄から覗いた中国鉄鋼事情－1

A Residential View of Chinese Steel Industry

江見俊彦

Toshihiko Emi

江蘇省沙鋼鋼鉄研究院
院長

1 はじめに

縁あって昨年から、2007年の粗鋼生産中国第3位の民営一貫製鉄所(沙鋼)で、研究所の設立、運営に関わっています。宝山鋼鉄、武漢鋼鉄には立派な研究所が、攀枝花鋼鉄にも一応のものがあります。その他には、本格的なものは無かったのですが、最近、首都鋼鉄にも設置されました。粗鋼生産を年々著しく増し、直近では5.2億トン/年(CISA:中国鋼鉄工業統計月報)にもなる国の事。資源の高騰、環境汚染の拡大に対応しつつ、長期的には付加価値の高い高級量産鋼の比率を高め、その一級歩留を高める生産技術確立する目的でしょう。

沙鋼では、白紙から始め(1)全体計画、(2)建物の設計、建設、(3)内装、調度の選択、(4)実験研究設備の選択、仕様決定、(5)研究員の採用、教育、(6)勤務、評価、知的財産、安全、等の総務諸規則の制定、と進めてきました。7月から本格稼動に入ります。

実態は、研究以前の問題も山積しています。過去9年間に、粗鋼80万トン/年の電炉棒鋼から2400万トン/年の一貫線棒熱延厚板へと、生産量が急増した会社なので、操業技術、標準化、品質管理、人の訓練、等々の向上が先決です。これは、多少の差はあっても、中国各社が抱えている問題だと思います。

品質は別にしても、9年で30倍、2400万トン/年への膨張は生半可なものではなく、丁度日本の1970年代の成長期の熱気を増幅した感があります。建設プロジェクトが多数併走し、増産また増産。研究所を総勢7人で立ち上げ中にも、生産、品質問題が多々持ち込まれました。現場経験も無い、採用したての海外帰国組のPhD達を動員し、それらの解決

にも関わっています。

この過程で、初期には良く分からなかった色々な事情が、漸く見えて来ました。もとより13億人を擁する多民族国家で、国土は日本の26倍あり、地域差も激しい中国です。しかも著しく拡大しつつある鉄鋼業です。場所と時期が異なれば、此処に述べる体験的感想も違う事があるかと思えます。“葦の髄から覗いた…”と題した次第です。以下が多少なりともご参考になれば幸いです。

2 設備と生産

中古の設備を海外から買い漁っていたのは昔話となり、旺盛な国内需要と総生産の十数%に及ぶ輸出で挙げた利益で、次々に新鋭設備が追加されています。この会社でも5800m³の高炉を始めとする増設で、2009年には粗鋼年産3千万トンになりそうです。他社でも大型の増設計画が目白押し。中小



写真 江蘇省沙鋼鋼鉄研究院 (IRIS, JP/SS: Institute of Research of Iron & Steel, Jiangsu Province/Shasteel)

製鉄所の再編による供給増もあります。首都鋼鉄などは近い将来に粗鋼年産5千万トンを呼号しています。

このような増勢は、環境汚染である程度制限はされましよう。しかし、中国が社会基盤を全土にわたって整備し、鉄鋼蓄積が先進国並みの5～10トン／人に達する必要があるとすれば、なお数十億～百億トンが必要です。これだけの量を満たすには、毎年5億トンを生産しても10～20年かかる計算です。いずれは過剰生産に陥る可能性があるにしても、当分は増産に続く増産が続くことでしょう。原料の高騰は、鉄鋼が必要とされる限り、価格への転嫁で凌げると考えている節もあります。

設備や技術については、ベルレス5000m³級の高炉と中心通風操業、溶銑脱硫設備、大型転炉と炉壁のスラグコーティング、LF/RH、垂直曲げスラブ連铸機、ウォーキングビーム加熱炉、5m幅厚板圧延機、連続熱間板厚形状制御圧延機、制御圧延一制御冷却設備などは、珍しくもなくなってきました。勿論殆どが先進国からの輸入ですが、新鋭設備が全てお金で揃うのを見ていると、嘗て幾つかの開発に関わった身としては、追うのは楽だな、と複雑な心境です。設備は、合併買収で巨大になったVAI、Danielli、ABBなどヨーロッパ勢の供給が過半を占め、日本の重機メーカーの影が薄くなって来たのは寂しいことです。

操業に必要なソフトウェアと技術指導は、設備を買えばある程度のものが調達出来ます。しかし、それには限界があり、操業技術は未だ遅れています。高炉のAI制御、転炉の先進ダイナミック吹錬制御の精度、連铸のタンディッシュ／浸漬ノズル関連溶湯移送技術、TMCP-AcCの緻密な制御やオンライン加熱、CALの多岐にわたる冷却制御、などがその例です。その原因は(1)理解力と意識の高い、熟練した人手の不足、(2)技術の伝承不全、(3)標準化の水準の差(船級認定、API認定やISO9001など、必要なものは勿論合格してはいるにせよ)、(4)保全整備の不十分さ、及び(5)改善活動不足、だと思っています。

中国の鉄鋼製造技術の頂点とされる宝鋼は、POSCOに踵を接した、と考えているそうです。しかし宝鋼を除く他社については、感じに過ぎませんが、日本と現時点では未だ10～15年の技術の差があるように思います。しかし、新鋭設備で毎年5億トンも造れば、この差は割に早く縮まって行く事でしょう。

3 製品と品質

現在、市場における利益率は、造船、高層ビル、橋梁、鉄道車両、ラインパイプなどの旺盛な需要を反映して、厚板が一番良く、線棒、熱延板がこれに次ぎます。冷延板、表面処理板は自動車車体生産がまだ十分伸びていないところに設備過剰と輸入品との競合があり、利益率は最低です。

厚板はEH36、ラインパイプではMoの高騰を避けてNbを0.1%に高めたAPI5LX80、タイヤコード用ワイヤロッドでは82A(ただし冷牽ファイバは3.2MPaどまり、3.6MPaは試作段階)、スパイラルパイプ用熱延板ではX70位までが大量生産されています。ただし一級歩留となると、必ずしも高くはなく、偏析、介在物、表面傷や表面割れ等、日本が嘗て苦労した道を辿っています。

一級歩留を上げるには、製造工程での綿密な操業管理と、検査のための設備と作業が欠かせません。それが不十分なため、歩留低下の原因が必ずしも明確にされず、適切な対策が実施されていない傾向があります。このあたりは、大まかな国民性(或いはこれまで慣れてきた生産第一の進め方)もあるでしょうし、需要に生産が追いつかず、量を作る事が質の確保のための検査に優先する事情や、トン数報奨制等にも問題があるでしょう。客先としては量産中級鋼程度なら、無いよりは準一級品でも買える方が良く、という判断もあるようです。

4 人材採用と学生気質

操業制御による一級歩留まりと製品品質の改善には、十分な知識、技能と経験を持つ有能な技術者、操業者の確保が最重要です。急激に生産量が増えたため、これは容易ではなく、新人の採用と採用後の教育訓練に頼る率が高くなります。操業者については各社それぞれ工夫していると思いますが、実態は良く分かりません。ここでは学卒の技術者、特に院生以上の研究者についての限られた経験を記します。

新卒採用は、修士、博士の卒業期に合わせて、3月と7月の年2回、定期採用活動をしします。大学に行き採用説明会を開き、企業説明資料を配り、予備面接をしします。この内から候補者を選び、前以て履歴書と学業成績を取り寄せ、企業で2次面接と試験をしします。別にウェブサイトにて常設のPRを出し、応募を受け付けます。これまで150人ほどを面接して感じた共通の特徴は次の通りです：

(1) 英語：沙鋼の研究所では英語を共通言語にしています。院生は大体国家試験で CET-6 (Certificate of English Test) の 6 級。この下は CET-4 で学部クラス) を取得しています。この程度だと応募者は例外なく、「自由に読み書き出来、流暢に話せる」と履歴書に書いてきます。ところが面接してみると、曲がりなりにも何とか意思疎通が図れたのは、150 人中で数人どまり。この比率は韓国のソウル国立大学、浦項工科大学、日本の東北大学で講義していた時の経験に照らし、日中韓で大差は無いと思います。

しかし、日本の学生なら「自由に読み書き」は兎も角、「流暢に話せる」とは書かないでしょうね。殆ど喋れない何人かに、面接すれば直ぐ分かるのに、どうして「流暢に…」と書くのだろう? と聞いて見ると、異口同音に「何とか履歴書段階で篩い落とされずに、2 次面接に滑り込みたかった」とのこと。生存競争の激しさと、日本の恥の文化との違いを実感させられます。

(2) 履歴書：上と同義ですが、計算機能力は国家試験計算機 2 級まででも、何でも出来る様書いて来ますが、MS-Office 等は別として、余り役立ちません。4 級以上、且つプログラミング言語で C-Language、Visual Basic、Matlab あたりまでやっていると採用後が楽になるのですが…。自己評価も企業が好みそうな、誠実にして勤勉力行、統率力あり交渉能力高し、等々と、ここまで書くかと思うほど続きますが、全員大同小異で、これも参考になりません。

結局学部 (本科と呼ぶ) と修士 (碩士) の時の各科目の成績、各種奨学賞受賞歴、修士、博士の論文、を参照します。実験技術については、面接者の多くが TEM、SEM、EDS、EBSD、XRD などが使えると書いてきます。しかし、良く聞いてみると、試料作成はしたが、機器の操作は専門職に任せ、データ解析は指導者と共同で、というのが殆どで、これも日本と似ています。裏を返せば、多くの有力大学に上記の機器がある、ということで、研究予算の充実ぶりが窺えます。韓国では上位 3～4 位までの大学を除き、これらの設備は揃っていませんでした。

論文の出版状況は一時とは様変わり。博士課程の院生は 1 人数篇程度の業績の内、Acta Mater., Scripta Mater., Met. Trans., ISIJ Inter., Mater. Sci. Engr. 等、7～8 割を世界の一流誌に出版しており、随分国際的になったものと感じます。夫々の論文の SCI まで書き込んで来る院生も少なくありません。模倣や追試に過ぎない論文が多かった時代は確実に終わりつつあります。

(3) 大学：USA ですと学部については大学別に上位 250 校の順位、大学院については専攻別に上位 10 校の順位が、十数項目にわたって採点され、毎年 7 月に発表されます。その順位は学生の爾後の応募数に影響するので、7 月になると先生方は落ち着かなくなります。中国でも大学の順位は毎年公表され、採点は 6 項目、表彰・名声、学術資源、学術成果、学生状況、教師資源、物質資源です。

2007 年の結果は 716 大学中の 1～12 位が、清華大、北京大、復旦大、南京大、浙江大、中国科学技術大、上海交通大、北京師範大、中国人民大、南開大＝中山大、ハルビン工業大。少し飛んで 22 位が北京科技大、30 位が東北大と続きます。物質科学／材料工学系での順位は見付からず、関係者に聞くと、1 位清華大、2 位上海交通大、3 位北京科技大、4 位ハルビン工業大、5 位西北工業大とのこと。鉄鋼関係は大規模に研究する大学が減りましたが、総合では 1 位到北京科技大と東北大が併立しています (鉄鋼圧延関連では東北大、鉄鋼材料関連では北京科技大が夫々 1 位)。

新卒を採用する時は上記の諸大学に加えて、上位 40 位前後までの、武漢大 (14 位)、大連理工大 (18 位)、四川大 (19 位)、東南大 (22 位)、南京理工大 (41 位) を選びます。その上で、各専攻内で成績がなるべく上位 10% 以内の卒業生を 2 次面接にかけます。大学院への入試の競争率は本科へよりも低いので、相当数の学生が順位の低い大学の本科から、順位の高い大学の大学院に受験、移動します。大学間の連携もそれを加速しています (例えば武漢科技大学から北京科技大に)。この様な院生は、移ろうとする意欲とそのための努力を買って、成績と研究成果さえ良ければ採用する事にしています。

個人の評価には、所属大学の順位などは必ずしも参考にならず、専攻の順位のほうはまだしも参考になるかもしれませんが、それでも順位を超えて意欲があり出来の良い学生は居る筈です。しかし、本科を 100 位以下の大学で過ごし、上位校の大学院を出た学生の入社後の仕事の成績は、必ずしも良くありません。専門での能力差は余り無くても、英語能力、交渉力、等を含めた総合力に差が出るようです。解放后、社会構造がそれなりに安定して来て、規格化、序列化が進んだためかと思います。

(4) 就職と給与：給料は地域と学歴により大差があります。鉄鋼関連では、瀋陽、武漢地区などは低く (生活費は安い)、これに比べ北京、上海、等の政府直轄市および浙江省、江蘇省など、全国有数に豊かな地域の院生の年俸は 1.5 倍位になります。また学歴による歴然たる格差もあります。

日本では、学士の初任給の2年先に修士、5年先に博士の給料が乗るかと思いますが、中国では、江蘇省の学士の年俸を3万元（～45万円）とすると、修士は6万元、博士が12万元位と、夫々2倍、4倍になります。企業側からは同学歴の院生間に、原則として初任給の差は付けません。一方、院生側には個人差が大きく、大多数は採用に対し諾否の意思表示で終わりますが、上位校の成績の良い院生の中には、幾ら出ずなら就職する、とか両親を養うので平均より増やせ、とか仲々の交渉力を発揮する者もいます。

中国のもう一つの特徴は、年間の収入に占める賞与の比率がかなり高い点です。初任の院卒生の場合、幾つかの製鉄会社では賞与比率が30～60%にも及び、賞与の力で努力を促す構造です。勤める側からすれば年収が不安定になります。給料と賞与の和は宝鋼が最も高く、他の大手は上記江蘇省の数字に近いようです。緩やかながらこの不安定さを是正する動きもあり、宝鋼では賞与比率が60～70%だったのを最近30%位に下げた、という話を聞きます。

企業、学生が合意に至ると、学位取得までの内定契約として企業、大学、本人の間で三角協定を結びます。これは学生がより良い就職先を見つけた場合、違約金を払えば破棄出来るものです。卒業後は企業に出頭して、雇用契約に署名します。雇用契約の内容は詳細なもので、契約書の各頁に企業の代表者と本人が署名します。

長々と書き連ねましたが、このようにして選んだ院生達は、激戦を勝ち抜いて上位5%の大学に入学し、さらに専攻過程で上位10%以内を確保して卒業しただけに、全般に優秀です。また、上昇志向が強く、意欲的に研究に取り組んでいます。社風が誠実勤儉でもあり、面接では採用基準に人柄を重視していますから、年齢の割りに練れています。生産現場の設備や操業を理解した後、どの程度伸びてくれるか楽しみです。

5 産学協同の進展

競争的研究資金の大きなものは種々の国家プロジェクトです。例えばNo.863（ハイテク研究開発プログラム）、No. 973（基礎研究プログラム）、全国に分野毎に只1つ設置する国家重点研究室、最近ではNo.985、等に、国家が集中的に研究資金を配分し、科学技術振興への強い意志を感じます。資金配分は一説では、全予算の内、上位50大学に半分以上、残りをその他全ての665大学に配分している、という話がありますが確認してはいません。確かに、有力大学の建物、実験

設備などは素晴らしく、特に、清華大の建物とか、最近郊外に移転した上海交通大や上海大の敷地、建物は広大で、驚くほど立派です。

企業も研究開発には応分の負担をします。それなりの企業は大学院生の実験研究のためのプラットフォームを提供し、特定の主題について大学の教授を招聘し、プロジェクトを組んで共同研究を行うことがよくあります。院生はプラットフォームでの滞在研究の結果を所属大学に持ち帰り、碩士、博士の学位論文の一部に使います。この過程で、その企業に採用される機会も増えます。

本科の学生は主として夏に、専攻に応じた企業に滞在します。初年次は1ヵ月間、幅広い分野を見学、2年半後講義で知識を高めた段階で、更に1ヵ月の範囲を絞った見学、4年次の後半には一種の実習生として3ヶ月間勤務します。卒業までに大体1～3企業と関わるようです。

国家重点実験室となると、企業との連携は更に密接になります。例えば、成功例の1つである瀋陽の東北大学の圧延自動化実験室（State Key Laboratory of Rolling and Automation, RAL）など、実験工場内にAGC熱間圧延機1基、冷間圧延機2基とTMCP-AcC設備を設置。加えて自力で種々改良したGleeble試験機等も備え、これが大学の施設か、と思うほどです。更に驚かされるのは、主要製鉄会社の試験研究用熱間、冷間圧延設備約10基（AGC、TMCP-AcC、coiling simulatorを含む）を受注。独力で設計、下請け会社に部品発注、組み立て納入。また、数年前になります。宝鋼、首鋼その他12社の2.7～3.5m幅厚板ミルに、AGC、形状制御、TMCP-AcC、を組み込んだ技術を提供し、工業生産の近代化を成功させている事です（現在最大の厚板ミルは宝鋼と沙鋼の5m幅のもの）。

このあたり、国を挙げて科学技術振興、工業立国に取り組んだ様子が良く窺われます。私共も熱間圧延設備一式（AGC、2段ロール750mm径x500mm、TMCP-AcC、coiler simulator付き）を発注しましたが、教授が1人で来社し、仕様全てを打ち合わせ。設計能力の高さ、経験の豊富さ、納期の早さ、値段の全てに感心しました。日本で発注しようとしたのですが、MHI-Hitachiなどは別として、到底敵わないほどの仕事でした。

6 政治、軍事との関わり

社会主義国家らしく、本科、碩士の教科目には、「毛沢東思想」、「鄧小平理論」、「自然弁証法」「科学社会主義理論」等の内2つ位が必修となっています。学生も「中共黨員」になっているものが過半です。だからといって全員が熱心な黨員という訳では無く、これらの科目の点数は他の学科に比べて低い院生が多いようです。黨員というのも、我々の大方が宗教を問われれば仏教とか神道、と書くのに似ています。

尤も、ある程度以上の規模の企業には、その地域の党書記、党副書記が要職を占めています（例えば、会長＝党書記、総務担当副社長＝党副書記等）。これは党から書記や副書記を企業の要職に派遣するというよりは、企業で昇進するにつれ黨員としての地位が上がった、という場合が多そうで

す。また、院生の研究テーマの中には、USAのDARPAのように、軍からの資金によるミサイル、戦車など、武器に関連する研究がかなり見受けられます。

国家の本質としては社会主義国家でしょうし、日本としては、毅然と是々非々を貫いてより良い共生を計ってゆく必要がある、と思います。このあたりの事情は、黒田勝弘、古森義久「日、中、韓 三国志」、徳間文庫（2005）や、やや違った視点からの、清水美和「中国が反日を捨てる日」講談社（新書（2006））等に詳述されています。しかし、会社を含め日常生活で接する身の回りの人々は、当方の立場にもよるでしょうが、概して真面目で卒直、且つ良く働くという印象を受けます。この点は、続編を書く機会があれば触れたいと思います。

（2008年6月24日受付）