

特 別 講 演

新時代に即応する鉄鋼業と需要産業との関連*

外 島 健 吉**

Toward New Relationship between Iron & Steel Industries and Steel Market

Kenkichi TOSHIMA

1. 緒 言

本日は栄誉ある渡辺義介賞をいただき、非常に光栄に存じております。今後とも、微力ながら鉄鋼業の発展のために尽くすべく覚悟を新たにしております。よろしくご指導をお願い申し上げます。

さて受賞にあたって、何か話をしるこのことですが、鉄についてはすでに知りすぎるほど知っておられる皆様を前にして、鉄のことだけお話をしても、釈迦に説法のたぐいになりましようから。今日は若干視点をかえまして、私の経験にもとづいて鉄鋼業とその需要産業との関係をお話してみたいと思います。もつとも需要産業というと、建設業なども含んだ広い意味にとるのが普通ですが、話をまとめる意味で機械工業に焦点を合わせてお話ししたいと思います。

このような話をしてみる気になりましたのは、鉄鋼業というものは年間 9000 万トン以上の生産規模を誇るまでに成長してまいりましたが、どうもその陰の力となつたものは機械工業の進歩ではないか、また今後とももつと機械工業を伸ばしていかねば、鉄鋼業自身も伸びきれないのではないかと思われることから、この機会に機械工業をもつと知っておく必要があると思つたからであります。それと何よりもまず、私の会社が歴史的に見て鉄鋼と機械が密接に絡みついて発展してきたいきさつがありまして、この問題については当然私の口から語る義務があると感じたからであります。

そんなわけで本論にはいりませぬ糸口に、しばらく当社の昔話をさせていただきますと思います。当社は明治 38 年に設立されました。当時すでに官営八幡製鉄所が創立されており、日本の製鋼技術も相当に進んでおりましたが、民間で近代的な製鋼設備を設置した例は少なく、当社では工具 5 名を選抜して英国に留学させ研究実習させた末にシーメンス炉を設置、鋭意自力でもつて製鋼技術をマスターすることに成功いたしました。

その後当社では錨などの製作をきっかけに船舶用の大型鑄鍛鋼品に進出し、大正 2 年には当時としては最大の

1200 トンプレスを設置して鑄鍛鋼品の受注を大々的に拡大していつたのですが、その間圧縮機やエンジンなどの製作も開始しまして後年の機械部門発展の緒を開いたのであります。大正末期第一次大戦後の不況をきっかけに、なんとか品種構成を広げ事業を安定しようと、鑄鍛鋼品と関係の深い大型ジーゼルエンジンとかセメント機械さらに戦車とか冷凍機などを手がけ始めました。

一方機械部門と併行して、圧延部門のほうでも棒鋼を手始めに線材の生産も開始いたしました。棒鋼のほうは大震災直後で鉄筋コンクリートの優秀さが証明されたとあつて、製作開始早々にかかなりの売れ行きがありました。また線材のほうは、当時線材メーカーが八幡と小倉の 2 社だけであつて、生産能力が年間わずか 5 万トンで国内需要をさばききれず、同量の 5 万トンほどは輸入品に頼つておりました。そこで大正 14 年から当社も線材生産を始めました。線材はその後順調に需要が伸びまして、昭和 8 年にはドイツ・クルップ製の当時新鋭の線材設備を購入設置することにしたのですが、この時はもう相当力をつけてきていた機械部門の力を利用して、新設備のかかなりの部分を自社の製造設備で製作し輸入機械に全面的に依存しなくてすみました。

こういうようなわけで、当社は創業当初から鉄鋼といふ機械といつても、どちらの一方が技術的に発展しても他方にすぐ影響が波及してゆくというきわめて緊密な関係を維持できまして、この点では非常に恵まれていたと思います。

2. 鉄鋼業の発展と需要産業

2.1 鉄鋼業と機械工業の発展と両者の関連

さて、ここで本論にはいつて鉄鋼業の発展と機械工業の関連を考察することにします。日本の鉄鋼業は日本経済の重化学工業化の中でめざましい発展を遂げました。

* 昭和 45 年 4 月 8 日第 79 回講演大会特別講演会における渡辺義介賞記念講演
昭和 45 年 5 月 2 日受付

** (株)神戸製鋼所取締役社長

その発展の跡を粗鋼生産で見ますと、10年前の昭和34年1660万トンにすぎなかつた生産が、44年には実に5倍の8200万トンに達し、この間の日本経済の実質成長率11%をはるかに上まわる年平均17%の伸びを記録しました。

一方機械工業も過去10年間平均伸率21%で、鉄鋼業の伸びをも凌駕する成長を示しました。これを産業別に見ますと、造船業は依然として着実な伸びを示し、また自動車やテレビなどの家電製品は急伸して船舶とともに日本の重要な輸出商品に成長しました。また建設機械や化学機械を含む一般産業機械も、年率20%もの伸びを示し産業全体の盛り上りに力強い支援を与えました。こうして鉄鋼業・機械工業ともども発展に次ぐ発展を続けて日本経済の高度成長に寄与してまいりました。

ここで、発展するこの両者の関係を簡単に分析してみましょう。まず機械工業は鋼材消費量で見ますと、普通鋼では建設業の50%に次いで40%を占めておりますし、また特殊鋼では90%を超える圧倒的な比率を占め鉄鋼業の最大の顧客であります。一方鉄鋼業のぼう大な設備投資の大半は、製鉄機械・発電設備・電子機器などの機械の購入にあてられ、また増大する鉄鋼業の原料・製品の輸送量は船舶需要を喚起してまいりました。この点からみますと、鉄鋼業自身も機械工業の最大の顧客と申してよろしいかと存じます。

このように両者がお互いに自らの製品の最大の顧客として関連している場合、それぞれの技術の向上は他方の技術の向上を強く刺激せずにはおきません。かつての鉄鋼業と機械工業の発展は、この両者の技術進歩の成果の交換の中から生まれてきたと申しても過言ではないと思えます。また今後の両者の発展も、この技術面での交流が決め手になると思われまますので、この点についてはあとで具体的に論ずることにします。

2.2 間接輸出

さてここで若干話題を変えまして、輸出における両者の関係を調べてみましょう。いうまでもなく船舶や自動車などの機械には多量の鋼材が使われ、この機械類の輸出が間接輸出という形で鉄鋼消費を拡大させる要因となつております。現在、この間接輸出は年間約640万トンと推定され鋼材の直接輸出の約半分に相当します。このうち船舶が49%、船舶を除く輸送機械たとえば自動車・鉄道車両などが22%、電気機械が9%で、この三者で全体のほぼ8割を占めています。

外国の間接輸出はどうかと申しますと、41年では西ドイツ910万トン、フランス350万トン、イタリア310万トンと推定されており、鉄鋼の生産水準と比べれば非常に高くなつております。このような差がでている理由は、日本の機械輸出額がまだ小さすぎることであります。たとえば42年の機械輸出額は、西ドイツ98億ドル、フランス33億ドルで、日本の38億ドルは国民総

生産の水準からみるとまだ低いと申せます。さらに機械輸出額の低さは、とりわけ一般産業機械の輸出が伸びていないことにあるようです。たとえば西ドイツの一般産業機械の輸出額は42年49.5億ドルでしたが、日本の場合9.3億ドルにすぎません。ですから今後は日本の競争力の強い船舶や自動車や家電製品の輸出を増加させながらも、一般産業機械のほうもこれと並ぶ輸出商品に仕立てていく努力が必要だと思われまます。

3. 鉄鋼業と需要産業との関連—その技術的側面

3.1 造船と鉄鋼

さてそれでは鉄鋼業と需要産業との関連を、業種別に技術的側面から観察することにします。まず造船と鉄鋼業からはいりましょう。日本の造船業はすでに13年間世界一の地位を保ち最近の世界総進水量では約50%のシェアに達しましたが、これらの船の主機関に使われる大型ディーゼルエンジンの製造もこれに比例して世界一のシェアを占め、昭和43年の一年間で日本だけで340万馬力もの船用ディーゼル機関が製造されております。一方この間に船型の大型化は30万トンクラスにまでおよび、船速のほうもだんだんスピードアップされてきて、最近のコンテナ船などは20ノットを越えるスピードで太平洋を8日間ぐらいで航行するスピードを出せるようになったわけです。

このように船型の大型化とかスピードアップとかが実現されてきた裏には、タービンとともにディーゼルエンジンの出力が大幅に増加したことも重要なきつかけになつております。たとえば2~3年前まで船舶用ディーゼルはせいぜい2万数千馬力が限度だつたのですが、最近開発された大型機関は3万から4万馬力まで出せるようになってきております。

ディーゼルエンジンの中枢をしめるのがクランク軸で、当社では永年これの製作をいたしております。大型ディーゼルのクランクは大きすぎますから、一体物では鍛造できません。鋳鋼や鍛鋼の個々の素材を焼ばめしながら大きなクランク軸に組み立ててゆくわけです。しかし3万馬力や4万馬力のディーゼルエンジンになりますとクランク軸だけで250トンから350トンになりますので、それを加工し運搬する設備も大型化せねばなりません。それに素材が大きすぎるのでこれに素材欠陥が出やすくなります。だいたい船に使う素材はきわめてシビアな規格で検査されるのはご存じのとおりですが、とくにクランクなどは毛ほどの砂きずがあつてもお釈加になるぐらいでありますから、これらの素材を作るのには非常に神経を使います。実のところこれほど無疵の大型鋳鍛造品を作ることは、今日の真空脱ガス技術の進歩発展がなかつたら、よく達せられなかつたものと思つております。

以上当社のPRがましくなりましたが、私どもの経験

のあるクランク軸に関して、船舶の技術革新に対して鉄鋼素材の製造技術の進歩が貢献している点を申し述べてきました。これと同様のことは船舶のあらゆる部分に言えることであります。とくに厚板の切欠靱性・溶接性・フラットネスの改良、高張力鋼の開発などで、造船工事が簡略化されたり船体構造の強化に役立つことはご存じのとおりであります。

しかしこの船舶用鋼材の場合でも問題がすべて解決されたわけではありません。最近の造船界の技術動向の主だつたものを拾いますと、サブマージーク溶接をはじめエレクトロスラグやエレクトロガス溶接などの大入熱自動溶接の導入であり、また LPG・LNG など低温タンクの建造量の増大であり、さらには高速船などの船体強化のための高張力鋼応用範囲の拡大であります。これに原子力船の登場も含めて、造船業は船型の大型化という過程を卒業しないうちにさらに複雑な新しい技術革新の余波を受けつつあるといえます。これらの技術革新は 9% Ni 鋼などの低温用鋼材や各種高張力鋼を構造材として使用する機会を多くしておりますが、それがまた溶接部の脆性破壊などの点から使用鋼材に対して新たな課題を提供しております。このように今後の造船業の技術革新は、さらに新しい材料の開発とその使用方法や溶接技術などのノウハウの提供を鉄鋼業に要請していると考えべきであります。

3.2 自動車と鉄鋼

次に自動車と鉄鋼の関係に話を移します。日本の自動車工業は生産台数が 44 年 467 万台に達して、世界第 2 位の水準に達するほどの急成長を遂げているのはご存じのとおりです。自動車工業における技術開発は、車の性能開発・経済的な設計・量産体制の確立の 3 点に向けられております。

このような技術開発の過程で特殊鋼材料の果たした役割は大きいと思われまふ。特殊鋼は車全体の 15% に相当する量が使われておりまして、エンジンのクランクシャフト・カムシャフトあるいはトランスミッションなど、要するに車の品質に大きな影響を与える部分に使用されており、この面の改良は慎重でなければなりません。必要な特性をより安価な材料を使用して満足させるにはどうしたらよいか。具体的にはニッケル・クロム鋼やニッケル・クロム・モリブデン鋼などの比軽的高価ないわゆる高級鋼に代わつて、クロム・モリブデン鋼・クロム鋼あるいは低マンガン鋼などの低級鋼が使えないだろうか、さらに S C 材が使えないだろうかということが検討されました。こうして鋼種の転換が進んでいつたのですが、低級鋼を活かす熱処理技術の進歩や転炉鋼による S C 材のコストダウンなどが、この間の要請に十分こたえるものであつたことはいふまでもありません。

それから自動車用材料に共通していえることですが、自動車の量産ラインの生産性を確保するために材料の均

一な加工性が要求されております。つまり経済車設計を可能とする機械的性質を満足させながら、熱間および冷間における加工性や被削性を向上させることが必要となるわけでありまふ。この結果各種の深絞り鋼板や非時効性あるいは遅時効性鋼板や快削鋼・コールドヘッジング用鋼などの開発が進みました。

一方加工性という点ではプラスチックなどの競合材料が最近とみに注目を集め、特に安全性や省力化が謳われる時勢においてプラスチックの持つ利点は大きくクローズアップされてきました。米国のある調査機関は、自動車の材料コストに占めるプラスチックの割合が現在の 3.6% から 1980 年には 6.5% に上ると予想しています。この間プラスチックの価格が 20% 下がることを織込んだ数字ですから、実際にはプラスチックの使用量は倍増する計算になります。

鉄は総合的性質では他材料をもつて替え難い長所があります。しかし特定の分野における鉄の使用法については、競合材料との競争の上からもまだ工夫の必要があり、すでに粉末冶金などがその解決の方向を示しておりますが、なおこの面での研究が急がれると思うしだいあります。

3.3 化学機器と鉄鋼

さて、次に産業用機械の一翼をになう化学機器と鉄鋼との関係をお話します。最近の化学工業の伸びは、生産額で 24000 億円とここ 5 年のうちに倍増して、世界一の伸びを示しております。この化学工業の伸びの最大のない手は石油化学工業ですが、たとえばエチレンの生産は昭和 43 年で 179 万トンと米国について世界第 2 位に進出し、なお急激な伸びを示しつつあります。一方規模の経済性を追つて化学プラントの規模も年々大型化し、エチレンプラントでは昭和 34 年石油化学の企業化第一期のころ、年産 1.2~2.5 万トン規模であつたものが、昨年丸善石油化学の 30 万トンプラント稼働を皮切りに続々と国際級の大型プラントが建設されつつあります。この基礎原料部門の大型化は、合成樹脂・合成繊維・合成ゴムなどの中間製品設備についても同様の大型化を波及させております。また化学肥料部門ではアンモニア日産 1000 トンプラントが稼働し始めました。

この化学工業躍進のかげに忘れてならないのは、化学装置に用いられる金属材料の進歩とプラントを建設するためのエンジニアリングの進歩であります。だいたい化学装置に用いられる金属材料は強度とか耐食性を要求されますが、最近の化学工業ではとくに装置の大型化・高温高圧ということが特徴になっておりますので、この点金属材料は非常にきびしい条件をつきつけられております。しかも設備コストの経済性ということも加味せねばなりませんから、材料の選定や構造設計はむずかしい問題をかかえているわけでありまふ。したがつて化学プラントひとつ建てるにしても、昔みたいに人海戦術を利用

したバッチ運転ではいけません。化学・金属材料・装置工学・機械・計測・制御工学・土木建設などいくつもの技術をまとめあげる総合的な実用技術が必要になってきました。もちろんこの総合技術の中で、材料屋としての知識も十分に活用されねばならないことは言うまでもありません。

さて化学装置が大型化し高温高压という条件にさらされますと、構造材料にどのような問題が生じてくるのかかいつまんで申し上げてみたいと思います。まず高压容器ですが、これは大型化になるとどうしても一体物というわけにいかず、溶接構造の容器を用いざるを得ません。このうち鍛鋼性のものは安全性が高いのですが、その反面材料の均質性、溶接性の問題が製造設備の制約の問題と絡んで難点とされておりました。しかし最近大型の鍛造技術も進歩したこと、大型加工設備も設置されるようになったこと、放射線X線等の検査技術も進歩したことなどで、この面での障害は一部除去されるようになりました。それから厚板製の高压容器も、溶接技術が進歩したり、品質のよい極厚鋼板が製造されたり、大型のベンジングプレスが設置されたりして急速に使用率が高まってきました。現在板厚 150 mm 程度までが実用化されていますが、300 mm 以上も可能と言われるようになってきています。また 3~7 mm の薄鋼板を多数積層したマルチレイヤーは容器に関する制限がないので、大容量の製作が可能であるばかりではなく、かなり高い圧力にも耐えて、現在 1000 kg/cm² 以上で使用されている実績もあります。

とにかく、高压容器は一ぺん事故が起きると大変なことになる。とくに溶接部分は残留応力が残りやすく応力腐食割れの原因になりやすいのですが、溶接性に問題のあるステンレス系統を使用することが多い高压容器にあつては、この面での研究がまだまだ不足しているように思われます。また最近火薬による爆発圧着法の新技術も実用化され、経済性とか溶接性を高めつつかつ内部の耐食性も高めるといことで、クラッド鋼などの使用がふえてきました。高压という条件に加えて高温とか低温とかまた耐食性などの条件が加わるならば、こういった鉄とチタンなど他金属との組み合わせ使用にも意を用いるべきものと思われまふ。

またプラントの大型化とともに、容器内での化学反応を早める目的から使われる圧縮機も、しだいに今までと違つた要請を受けることになりました。たとえば、大型のアンモニアプラントには容量の大きく連続運転の可能なターボ式コンプレッサーが用いられるようになりましたが、この種のコンプレッサーでも内部回転体の強度の問題を解決しますと、もつと効率を上げられると言われております。とにかく高温下の回転部分に用いられる金属の耐熱性や強度に関しましてはまだまだ未解決の問題がありまして、ここらあたりまで参りますと、もう鉄

というより近ごろ言われる新材料の分野になるのかもしれない。

いずれにせよ、ちよつとした新しい金属材料の発見がある産業の技術革新や生産性の向上に著しい影響をもたらす場合も多くなると思われますので、材料屋が頭を使わねばならないのは、まだまだこれからだと覚悟せねばなりません。それに今までは、材料屋が発明したものがたまたまある業界の技術革新を引き起こすという筋道が一般だつたようですが、しかしこれからはあるニーズがあつてこれに必要な金属を意識的に作り出していくという方法もどんどん可能になっていくでしょうから、今までよりもつと短いサイクルで新金属が生みだされることになるかもしれないと、技術屋の楽しい夢を追つている次第です。

3.4 新しい産業と鉄鋼

さて最後に原子力・長大橋・宇宙海洋開発などの新しい科学の分野について鉄鋼業との接点を探つてみることにいたしましょう。

まず原子力の分野ですが、これはすでに原子力発電・原子力船などに実用化され、さらに海水淡水化装置や原子力製鉄などへの利用が検討され始めてきました。このような原子力の利用分野の拡大とともに、原子炉や関連機器に必要な材料もしだいに開発が進んでおります。たとえば原子炉圧力容器は化学用の場合よりもさらに大きくかつ肉厚な構造を要求され、しかも中性子の照射脆化にも耐えることが必要となつてきます。

さらに将来の原子力の多目的利用に最適の炉型とされている高温ガス炉の場合は、熱交換器やその他の構造部に使われる材料が、最高 1900°C の超高温にも耐えるものでなければなりません。いまのところかかる温度に耐える金属材料は開発されていない状況にありまして、現在耐熱合金で最強といわれる NASA 合金でも 800~1100°C が限度であります。そこで高融点金属であるタングステン・モリブデン・タンタルなどの使用によつてさらにそれ以上の高温に耐える耐熱合金を開発しようとする方向にあります。このような高温材料の開発が実用化の域に達してはじめて、たとえば 1100~1200°C の CO ガスを高炉に吹き込むことも可能になるわけです。原子力の発展はいつに材料開発にかかつているということができると思ひます。

さて次に長大橋・海洋開発・宇宙開発について述べます。公共工事でも長大橋クラスになりますと、その工事の効果が影響するところは広範かつ長期的なものがありまして、そのため計画段階で海洋・気象・船舶航行・道路・交通は言うに及ばず、その地域の工業開発計画にまで関連させて総合的に計画を練らねばなりません。もちろん施工技術も工事に使われる機械も、従来の技術では到達し得なかつたところまで立ち入つて考える必要が出て来ております。このように複雑化された大型プロジェク

トが今後海洋開発や宇宙開発と続々と発生してくるでしょうが、これに対する鉄鋼業のアプローチの態度は、単なる部材の提供という段階では留まらなくなってくるだろうと思います。この増加する大型プロジェクトの中でなお鉄鋼業がリーダーシップをとるためには、発生する需要を見通して、材料やその材料の応用技術に関する研究開発を積極的に進めていくことでありましょう。

たとえば長大橋の設計にあたっては、超高層ビルと同じ地震への対応策として柔構造設計を採用し、これで 1500 m にもおよぶ長スパンの橋げたが架けられるようになったのですが、この理論の実現に対して耐候性の高張力鋼の研究開発が重要な役割を果たしました。また同じく長大橋の主要鋼材であるケーブルワイヤーに関しては、優秀な材料の開発ばかりでなく、その特性を損傷することなく、有効にこれを活用する架設技術の開発が迫られていたのですが、これに対し鉄鋼業自身がいち早くエアースピニング工法とかパラレルワイヤ・ストランド工法を体得したことが長大橋の計画推進に非常に役立っております。

またアポロ宇宙開発計画ではそのシステムエンジニアリングの優秀性もさることながら、新しい材料の開発も計画の促進剤になったことは言うまでもありません。たとえば宇宙船のエンジン・チャンバーに使われたマルエーシング鋼は 150~200 kg/mm² の抗張力を持ちながら、なお靱性にも富み溶接性・成形性にもすぐれた超高張力鋼であります。これが数年前日本にも技術導入され航空機部品・ダイキャスト金型・高圧容器などに徐々に使用範囲が拡張されつつあることはご承知のとおりであります。

さらにまた将来に予想される本格的海洋開発にあたっては、耐海水性・耐水圧性等特殊な条件に耐える鋼材の開発が必要とされます。もちろん現在でも普通鋼より 2~3 倍の耐海水性を持つ U S スチールのマリナーズスチールとか、深海での水圧に耐える高張力鋼・チタン合金・アルミニウム合金などが開発されておりますが、まだ決定的な材料は出ておりません。今後はこれらの特殊条件に耐える、より優秀な材料の開発と並んでこれを安価に供給する体制を整えること、あるいはこれらの材料の加工溶接技術まで含めたノウハウを作り上げることが、未来産業に参画する鉄鋼業の責務でありましょう。

4. 今後の展望

さて日本経済は昭和 50 年まで年率 11% 前後の成長を遂げることが確実視されて参りましたが、これをベー

スにした粗鋼生産 50 年 16000 万トンの予測が出ていることは皆様ご承知のとおりです。しかしこの 16000 万トンという数字は昨年の生産量の 2 倍にあたり、これを今後 6 年間で達成しようとするのですから容易なことではありません。しかも労働不足や原料不足という成長の制約要因は、年々強まってきた状況にあります。

そこで鉄鋼自身がこの隘路を切り抜けなお順調な発展を維持していくためには、どうしたらよいのでしょうか。私はその解決の鍵は今までの申し上げてまいりましたように、需要産業なかんづく機械工業とのより緊密な結託にあると思います。

その理由の第一は、鉄鋼業自身が今後に飛躍的な技術革新を余儀なくされており、この面で機械工業の技術に依存せねばならないということでもあります。この技術革新の方向は、一つはコンピューターの徹底活用による生産から経営に到るまでの完全なシステム化であり、一つは原料不足を補う意味での直接製鉄法の実用化あるいはその延長線上にある原子力製鉄の実現という方向であります。このいずれの技術革新も、これから先は日本独自の力で解決していかねばなりません。

理由の第二は需要の大半を占める機械工業における技術革新が、より高級なあるいはより加工性に富む鉄鋼材料とその応用技術を求めているということでもあります。機械工業は今後好むと好まざるにかかわらず、より高級なより特殊な用途に向けられる機械の構成比率を高めて行かねばなりません。また今後に発展を予想される海洋開発・宇宙開発などの新しい産業に使われる機械は、なおさらしかりであります。したがってこれに対応する鉄鋼業においては、なお一層需要家の意に添う材料の開発や材料の応用技術の開発が望まれます。その意味から最近アメリカのある雑誌が、西暦 2000 年までに構造材料における使用強度が倍増すること、また鉄鋼の使用可能な抗張力が 350~700 kg/mm² になることを予想しているのを興味深く読んだ次第であります。

かくして、このような機械工業との協力の果には、鉄鋼業の内部で研究開発にたずさわる頭脳的な部分は、機械工業の技術部門と融合してシステム的情報産業に生れ変わることも可能でありまして、むしろこの姿がより遠い将来における鉄鋼業と機械工業との関連を象徴していると申してよろしいのではないのでしょうか。