

621.735 鑄 鍛 鋼 品 の 大 型 化 の 展 望*

小 林 佐 三 郎**

Prospects of Heavier Tendency on Forgings and Castings

Sasaburo KOBAYASHI

1. 緒 言

本日は会員皆様のご推挙によりまして栄誉ある渡辺義介賞を頂き、身に余る光栄に存じ心から御礼を申し上げます。今後も一層鉄鋼業のために微力を尽くしたいと考えておりますので宜しくご指導をお願い申し上げます。

鑄鍛鋼に関してお話をせよとのことで、この機会を与えて頂いたこともまた栄誉あることと存じ、重ねて御礼を申し上げます。

近代工業の発展の特質を鑄鍛鋼分野に求めますと、「大量生産の発展」と「製品の大型化」の2つがあります。

「大量生産の発展」はご承知のとおり家庭電化製品や自動車の部品などに見ることができ、1つの鑄鍛鋼品分野として発展が続いております。

これに対してもう1つの特質の「製品の大型化」は鉄鋼設備のマンモス化をはじめ船舶、発電、化学、石油化学などの諸設備が年々大型化してきており、それに伴ってそれらの部分として使用される鑄鍛鋼品も大型化してきていることを言っておるものであります。

本日は後者の「製品の大型化」に焦点を絞ってお話を進めたいと考えます。

2. 大型化の状況

本日まで出席の皆さんは溶鉱炉を始め製鉄、製鋼の諸設備の大型化については、すでに十分ご承知ですので説明を省略し、大型化の著しい2～3の産業について触れてみたいと思います。

まず、船舶は昭和31年頃に6万トンのタンカーが建造されて、当時世の中を驚かせましたが、昭和41年には20万トン、更に最近30万トン近いタンカーが進水し、その大型化の速さに驚いています。50万トンのタンカーが建造されるのも近い将来となり、英国では100万トンのタンカーの建造研究を始めるとの話もあります。

これらの巨大船のエンジンに使用されるクランクシャフトは鑄鋼または鍛鋼で製作されますが、これらのクランクシャフトも大型化が進んでいて、10万トンの船に用いられるクランクシャフトはエンジンの馬力数によって異なりますが、1本の重量が約120トンだったのが30万トン級では250トン程度になります。そして、これを構成する1個のクランクアームは約10トンであつたのが2

倍の20トン前後の大型になつてきました。

次に、生産能力増大のはげしい石油化学業界の大型化の状況を述べますと、脱硫装置では、3～4年前に日産15,000バレル級であつたのがすでに40,000バレルとなつており、昨今は100,000バレルの時代になりつつあります。

また、エチレンでは昭和40年頃100,000トン設備が話題となりましたが、最近300,000トン設備について新聞紙上にぎわしてあり、僅か4年位の間に3倍になるようとしています。尿素、アンモニアなどの化学工業も同様に大型化が進んでいます。

したがって、これらのプラントを構成する塔槽類の大型化も著しく、1基のベッセルの重量は500トンを越えるものが多く、最近では800トンのものがあります。米国ではすでに1,100トン、1,800トンなどの巨大なベッセルの検討も行なわれています。

これらのベッセルは単一鋼塊からは造れませんので、厚板や鑄鍛鋼による溶接構造物として製作されますが、その構成部分の個々の大きさもきわめて大きく、板の厚さは300mmから400mmに達します。このような厚肉のベッセルを鋼板によつて製作する場合、単位鋼板の鋼塊は100トンに及ぶものがあり、鋼板でも大型化が進んでいます。

次に発電設備について申しますと、火力発電は終戦までは1基の能力は2～30,000kWでしたが、昭和27年ごろに75,000kWとなり、32年ごろに125,000kWの発電所が建設されました。その後、さらに大型化は急ピッチで進み、42年には600,000kWが運転に入りました。

米国ではすでに、1,000,000kW以上の火力発電所が着工されていますが、近い将来、わが国にも出現することと考えられます。

すなわち、近々20年間にその容量は20～30倍に大型化してきています。

原子力発電所の大型化は火力発電より更に急ピッチで昭和41年に着工された日本原子力発電株式会社の敦賀の320,000kWの発電所がまだ完成していない今日、すでに500,000および784,000kW級の建設が始まり、そ

* 昭和44年3月28日第54回通常総会における特別講演

** (株)日本製鋼所代表取締役社長 工博

して昭和 47 年には 1,000,000kW が着工の予定と発表されています。さらに米国では 1,500,000kW の設計が進められているといわれています。

これらの発電所に使用される代表的な鍛鋼品は発電機のローターシャフトであつて、70,000kW の火力発電機では、その重量は 20 トン余りのものでしたが、500,000kW 用のローターシャフトは 1 本約 55 トンとなります。それが原子力発電になりますと、同じ出力の 500,000kW で 130~140 トン、780,000kW 級では 170~180 トンと大型になってきます。

すなわち、火力発電用ローターシャフトが今まで大型と見られていましたが、原子力用のものは実にその 3 倍の重量となります。

ここで一言申したいことは、この 180 トンのローターシャフトを製作するには、400 トン近い重量の巨大な鋼塊を必要とすることです。米国で現在、製作できる最大鋼塊は約 350 トン、欧州では最大 300 トンといわれています。これに対し日本では、400 トン鋼塊を製作する体制が現在整えられつつありますので、日本の鍛鋼業界もこの面では世界の上位に位することになってきます。

3. 鍛鋼品の生産状況と生産伸び率

ここで、わが国の鍛鋼品の生産状況を簡単に申ししますと、その生産量は昭和 36 年に 325,000 トンであつたのが昭和 43 年には 530,000 トンと順調に伸びてきており、昭和 50 年には 800,000 トンの生産が予想されています。

しかし生産伸び率では 6~7% となつておりまして、鉄鋼全体の伸び率と比較しますと若干低い値を示しています。このことは個々の鍛鋼品が前述のように大型化することによつてその重量を増加してきているのに対して需要の数が減少している結果によつていものです。

このことは産業設備の大型化と関連があり、火力発電を例にとつて説明しますと、100,000kW の発電所が 5 ケ所に建設されれば 5 本のゼネレーター・ローターシャフトが必要でしたが、発電設備が大型化してこの電力量が 500,000kW の発電所 1 ケ所で賄われることになりましてローターシャフトは 1 本でよいことになり、その重量は 5 本分の重量よりも当然減少する結果となつています。

船舶の大型化でも同様で、300,000 トンの大型タンカーに使われる鑄鍛鋼品の数量は 50,000 トンタンカーの 6 隻分よりはるかに少ない数量になつています。

すなわち、発電設備の出力も船舶建造量も飛躍的に伸びているのに、それらに使用される鑄鍛鋼品は大型化はしましたが、その数量があまり伸びず、結果的に多量生産の形態になつておりまして、ここに大型鑄鍛鋼業界の一つの悩みがあります。

4. 鍛鋼品の設備能力

この現状を鍛鋼品の製造設備の面から見ますと、戦時

中、兵器などの製造によつて支えられた鍛鋼業界は由自鍛造のみで年間 650,000 トンの設備能力を有すると評価されています。

これに対して昭和 36 年には前述のとおり年間 320,000 トン以上を生産していますが、設備能力 650,000 トンに対する設備稼働率は僅々 50% に該当するにすぎず、したがつて、大型鍛鋼品の諸設備の新設はほとんど行なわれないまま今日まで経過してきています。

この設備能力に関する状況は欧米でも大体同じでありまして、私は欧米を回り実際に見聞して参りましたが、著名な鍛造品メーカーがいずれも相当老朽化した鍛造プレスを使用して仕事をしていました。

これはわが国の厚板、薄板などの圧延部門で行なわれた活発な設備拡充と近代化に比較しますと、はなはだ停滞を感じさせられるところであります。

しかし、昭和 46 年ごろになりますと、現在の設備能力では不足が生じてくるのは明らかで、業界では鍛造諸設備の増強や更新による近代化を行なおうとしているのが現況であります。

しかし、設備投資は鍛鋼品の需要の動向を十分に洞察して、特に大型鍛鋼品にあつては過剰投資にならぬよう留意せしめんと過去の苦しい歴史を繰り返すことになりま

す。すなわち、各企業の相互理解と協調とによつて生産分野の調整を行なうことや専門的製品の集約化を行なうことなどの配慮が肝要であると考えております。

5. 技術的問題について

設備、機器は大型化するにつれて設計も高度化しますので、その安全性も一層必要となつてくるために使用される鑄鍛鋼品に対しても品質確保のために厳格な仕様や検査が適用されます。

ご承知のとおり、放射線透過試験や超音波探傷試験などの非破壊検査法も厚肉の製品に適用できるように進歩して参り、大型鑄鍛鋼品の内部の性状がくまなくチェックされることになり、微細な欠陥といえども見のがされないようになつて参りました。

特に原子力関係で使用されるメイン・フランジや、チューブ・シートなどの鍛鋼品、あるいはチャンネル・ヘッドなどの鑄鋼品は大型であるばかりでなく、きわめて高度の品質が要求される代表的な製品で、いずれもとくに厳格な品質管理下で製作され、製作工程中で各種の厳格な試験、検査に合格しなければなりません。

しかし、内部まで健全性の高い鑄鍛鋼品を製作することはその大型化とともに加速度的にむづかしくなつてきます。

大型鑄鍛鋼品を製作する際の技術的な詳しいことについては本日は省略しますが、製作上の困難性の主要因は大型鋼塊の内部偏析とそれに伴つて生じるゴーストや非

金属介在物と有害なガス、すなわち水素および酸素などによるものです。

換言すれば鋼中のガスを除去することが製鋼作業上の根本問題とも言えますが、今日では各種の真空脱ガス法が実用化されて、良質の大型鋼塊が比較的容易に得られるようになったことは皆様すでにご承知のとおりであります。

しかし、200 トン、300 トンを越す大型鋼塊を製作するに当つては真空鑄造技術のほかに溶解炉 2 基以上の溶鋼を合せ湯とするために、同一化学成分の溶鋼を同時刻に出鋼させる技術も必要になりますし、鍛造作業においても鍛錬成形比の問題や、押湯部分とボトム側の沈殿晶部分の切捨量の問題などの多くの問題が出てきます。

さらに、製作した大型鋼塊から製品歩留りを向上させて、できるだけ大型で、かつ良質の製品を製作するためにも高度の技術が必要でありまして、これらについてわれわれは一層の研鑽を積みねばならないと痛感している次第です。

一方、大型化に対応する方法として、比較的安価な鑄鋼品が鍛鋼品に代わつて使用されたり、また 1 体物として製作される鑄鍛鋼品に代わつて溶接構造物が用いられていくという大きな流れがありまして、最近はずしも 1 体の大型鋼塊の使用を必要としない技術も発達しつつあります。

たとえば原子力発電の蒸気発生器に用いられるチャンネル・ヘッドは鍛鋼品から鑄鋼品に代わつてきています。

また、船舶のスタンフレイムは 1 体の鑄鋼品で製作されていましたが、最近の大型タンカー用のものは重量が 200 トンを越すようになり、鑄鋼と厚板の組合せによる溶接構造物に変わりつつあります。

なお、この原子力用蒸気発生器は「鑄鋼のチャンネル・ヘッド」と「鍛鋼のチューブ・シート」と「鋼板製の胴部」との合理的な組合せによつて構成された溶接構造物であります。このように大型の溶接構造物は厚板、鍛鋼品および鑄鋼品のそれぞれの特徴や性能をフルに利用して、自由な組合せによつて構成されるようになってきました。

また、最近溶接技術が著しく進歩したため、厚肉のものに対する溶接部に対しても十分の信頼が持たれるようになり、大型の鑄鍛鋼品の分割溶接方式が採用されるようになって参りました。

たとえば圧延機用ロールスタンドが大型化して 300 トンを越す重量となつてきて、単体の鑄鋼では製作できない場合があります。神戸製鋼所で行なわれたように 2 分割で別々に鑄込み、それを溶接で組み合わせて 1 体とする方式が開発されております。

ローターシャフトなどの大型鍛鋼品を製作するのに 1 個の大型鋼塊を使用せず、いくつかに分割した大ききで鋼塊を鑄込み、その鋼塊または鍛造荒地をエレクトロス

ラグ溶接などによつて継ぎ、溶接後に鍛造を行なつて 1 本のシャフトに仕上げる新しい方式なども研究されています。

6. 将来の展望

大型鑄鍛鋼の将来については先程も触れましたが、現段階における私見の 2～3 を述べて私の話を終わりたいと思います。

第一に、原子力、宇宙開発および海洋開発などのいわゆるビッグ・サイエンスに使用される鑄鍛鋼品の開発の問題があります。これらの鑄鍛鋼品は今後、ますます、大型化するでしょうし、また品質、性能においても従来より一層高度の開発が必要になると考えられます。すなわちこれらに使用される鑄鍛鋼品に対しては高温でないしは低温に耐える性能の必要性が増加し、その上、超高圧や耐食性などの性能も必要となりますので、これらの性能を有する製品の開発ということになるかと考えます。

たとえば海洋開発において深海作業に使用される材料は超高压に耐えるため、将来は厚肉のものが必要となります。この材料は耐食性および低温靱性などのすぐれた特性を有していなければなりません。安価にしてこのような特性を有する鋼材の開発、研究が必要になると考えられます。

次に、各種の工業でステンレス鋼その他の高合金鋼も一層多く使用されるようになりますから、これらの大型化に対しても対処しなければならないと考えます。

たとえば火力発電用スチーム・タービンのローターシャフトに高温強度の高い 13% クロム鋼が使用されるようになってきており、米国ではすでに 130 トン以上の大型鋼塊から製作した 13% クロム鋼系のローターシャフトが実際に使用されています。

また、欧州で開発されている重水減速型の原子炉には 18-8 系ステンレス鋼のチャンネル・ヘッドが 100 本以上使用されますが、1 本のチャンネル・ヘッドを完成するのに英国では数個の鍛造製の円筒を製作して、それらを溶接によつて組み立てています。その個々の鋼塊の重量は 55 トンと報ぜられていますが、わが国ではいまだこのような大型の 18-8 系ステンレス鋼の鍛鋼品は製作されていません。

このような製品を開発するためにはそれぞれ基礎研究および応用研究も行なわなければならない、研究投資の重要性についても考慮を払わねばなりません。

次に大型鍛鋼品の偏析を減少し、その品質を飛躍的に向上させる一つの手段として、真空溶解法などが、従来の真空鑄造法の代わりに次第に採用されるようになると想像されます。

特に、エレクトロスラグ溶解法および真空アーク溶解法などの溶解方法は偏析の少ない極めて均質な鋼塊を製

作できる特徴を持っています。ただ、これらの方法は溶解費が高いために現在では 20 トン程度以下の容量のもので高級鋼を製作しているにすぎませんが、原子力の利用などによって安価な電力が得られる時代が来れば 100 トン以上の大型鋼塊の製作にも適用されるようになり、現在より更に均質な製品が得られるようになることが考えられます。すなわち、こういう分野の大型化にも注目していく必要があります。

さてここで、鑄鍛鋼品の大型化はどこまで進むかということになりますが、その限界は諸工業の大型化によって影響されるものであつて、設備または機器の大型化とともに、どこまで進むものかは計り知ることができません。

一方、その構成部分である鑄鍛鋼品は先ほど述べました各種の組合せ、結合によつて 1 体の鑄鍛鋼品の場合よりもかなりの大さまで拡大することが可能となります。

しかし、個々の鑄鍛鋼にはおのずから大型化の限界があります。

前述しましたとおり、わが国でも 400 トン鋼塊を製作する体制ができつつありますが、これより更に巨大な鋼塊を必要とする需要は今の予測段階では昭和 50 年を想定してもきわめて僅かでありす。

この少ない需要に対して大型の製鋼設備、鍛造プレスおよび大型熱処理設備などの巨額の投資を行なうことはきわめて不経済ですので、ここ当分の間は現状程度が続くものと考えられます。

欧米の鍛造品メーカーも経済性の理由から現在の最大鋼塊よりも更に大型の鋼塊を作るために設備を増強する考えは現在も持っていないと聞いております。

われわれは設備面と技術面とから鍛鋼品としては重量 400 トンの鋼塊を大型化の一つの限界として研究を続け、設備の体制を整えてきました。

しかし現在以上の大型品の需要が増加してきた時代には、結合組立てによる方法と 1 体鋼塊による方法との経済性の比較をその時点で行なうとしても、更に大型の鋼塊とそれを加工する設備が必要になるかも知れないという心構えは持っていないと存ずる次第です。

7. 結 言

以上鑄鍛鋼品の大型化に関連したことを述べてきましたが、鑄鍛鋼業界は戦後、過剰設備をかかえ、諸工業の大型化の結果に基づく少量生産に苦しみながら 20 年を過ごしてきました。最近に至つてその需要量が設備能力とも見合うようになってきたので、今後の生産増加に対処して、電気炉の増設、鍛造プレスの更新、増設などを始め各種設備の近代化を進める段階を迎えました。

また、大型化による鑄鍛鋼品の品質、健全性などについても一応安定した姿になりつつあることは喜びに耐えません。

しかし、私共は現状に甘んずることなく、世界的視野に立つて開発と研究を続け、大型鑄鍛鋼と取り組んでいきたいと存じております。

普通鋼や特殊鋼の分野に追従しながら大型鑄鍛鋼品の分野においても、質、量ともに世界のトップ・レベルに立つことの 1 日も早からんことを願つて私の話を終わります。