

三菱重工の生産技術

技術本部 荻野周雄*

当社は船舶、航空機、発電プラント、化学プラント、各種産業機械など700機種を超える多岐にわたる機械、装置を製造し物造りを通じて社会に貢献している。昨今の異常な円高の環境下で国際競争力を失わず多様な要求を満たしていくためには世界を凌駕(りょうが)する生産技術力の維持向上が不可欠である。

我が国の製造業の国際化が展開する中で、特に安い労働力を求める海外生産が進み我が国製造業の空洞化が心配されているが、資源に乏しい我が国の経済の発展を支えるものは、国民の知恵と労力を結集して製造業を活性化する以外にないことは論を待たない。当社は、いかなる環境においてもキーコンポーネントは我々の手で造り続けるため、設計技術力の高度化とともに一層の生産技術力の強化に取り組んでいる。品質を確保しながらコストを下げるのにこそ真の技術力が必要である。

生産技術がカバーする範囲は誠に広く溶接技術、機械加工技術などの加工技術はもちろん、生産管理、品質管理などの管理技術から機械設備、レイアウト、運搬搬送などの設備技術まで多岐にわたっている。また、高性能、安価なマイクロコンピュータの実現によってメカトロニクス時代が到来しており、これに伴ってFMF (Flexible Manufacturing Factory) の出現、さらにコンピュータの一層の高性能化とダウンサイジングの流れの下でCIM (Computer Integrated Manufacturing) が試みられるようになっていく。

当社は各種加工技術の一層の高度化、開発とともにシステム化に対しても積極的に取り組み、時代々々に応じた体制変更を行い全社、各工場の生産技術者の切磋琢磨(せつさたくま)を糧として生産技術力の維持向上に努めている。

このたび、久しぶりに生産技術特集を発刊することとなったが、収録する技術論文はどうしても個別技術に偏るので本稿において製品のイメージを写真で紹介しつつ、それを支えている生産技術の全ぶりを概説する。

1. 製品の大型化、高性能化を実現した製造技術

製品の大型化や高性能化の実現のためには的確な生産技術の開発が不可欠である。代表的な例としては、造船ではタンカーやコンテナ船の大型化に対応して、図1に示す船体外板の片面溶接の多電極化、高速化を初めとし、LNG船の厚肉アルミ球形タンクへの狭間先溶接の適用等各種の高効率な施工法や⁽¹⁾CIMの開発と実用化が進められている。

ボイラやタービンにおいては、単機出力の大幅増大に伴う大型化や高温高压化、さらに日々起動停止運転への対応が必要となり、これらに対しては、施工の高効率化によるコストダウンとともに信頼性の高い製造技術の適用が進められてきた。例としては、図2のボイラ火炉壁への付着金物溶接を行うFMSの採用のほか、ドラム、ヘッダ、パイプ等の溶接組立において自動化が進められている⁽²⁾。また、電子ビームや図3に示すレーザビームがタービ

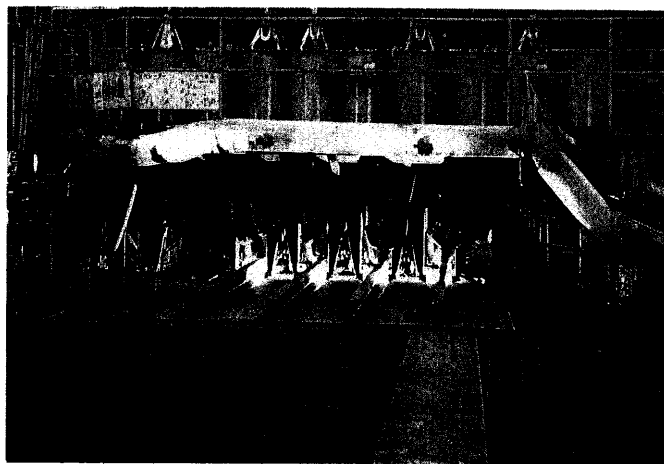


図1 20電極隅肉溶接装置 船体外板に5本のロンジ材を同時に溶接する装置。

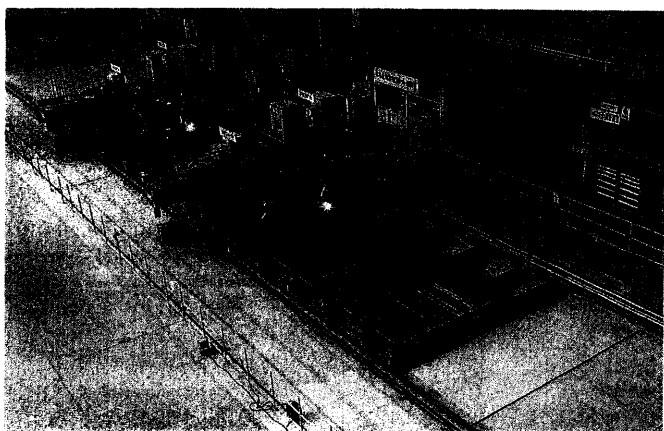


図2 ボイラ火炉壁への付着金物溶接ロボットシステム 火炉壁パネルに仮付けされた種々の付着金物を無人で溶接するFMSラインを示す。

ン部品の溶接、切断へ実用化されており、今後もこれらの適用拡大が進むものと考えられる。

2. 新製品の出現を可能とした製造技術

新製品の開発においては新しい製造技術の開発が不可欠である。

大型溶接構造物の例では大型豪華客船の建造や高速増殖炉“もんじゅ”の機器製作、深海潜水調査船“しんかい6500”の製作、宇宙分野ではH-IIロケットの打上げ等がある。小型のものではエレクトロニクス分野での半導体、センサ用のマイクロ加工技術等が挙げられる。図4に示す“クリスタルハーモニー”を初めとする豪華客船の建造では、一流の客船とするため一流の品質が要求され、美観の確保のため、薄板の船殻構造に対する低ひずみ溶接施工法の開発がポイントの一つであった。“もんじゅ”では厚

*1 常務取締役 技術本部長

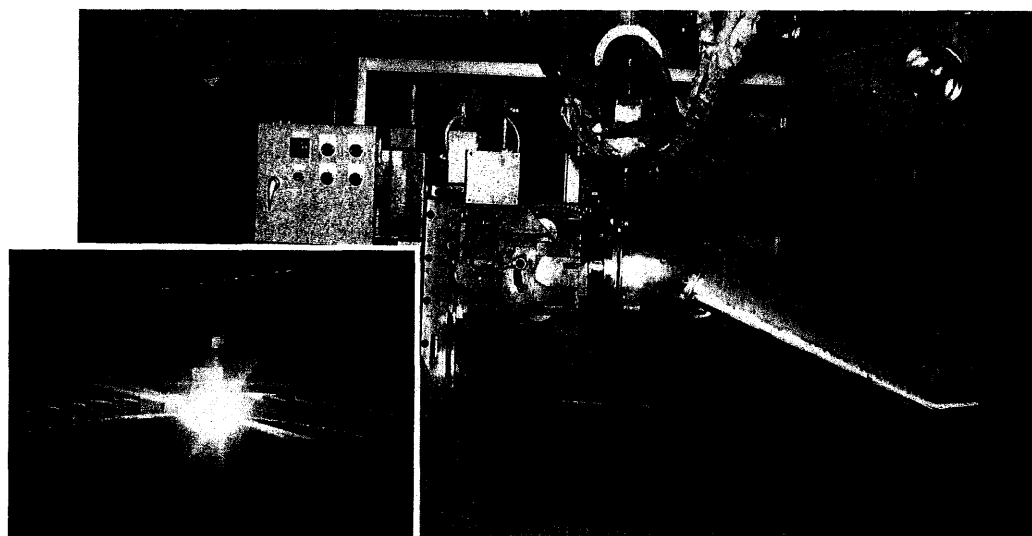


図3 タービン部品へのレーザービーム溶接の実用化 タービン燃焼筒尾筒へのレーザー溶接適用状況。

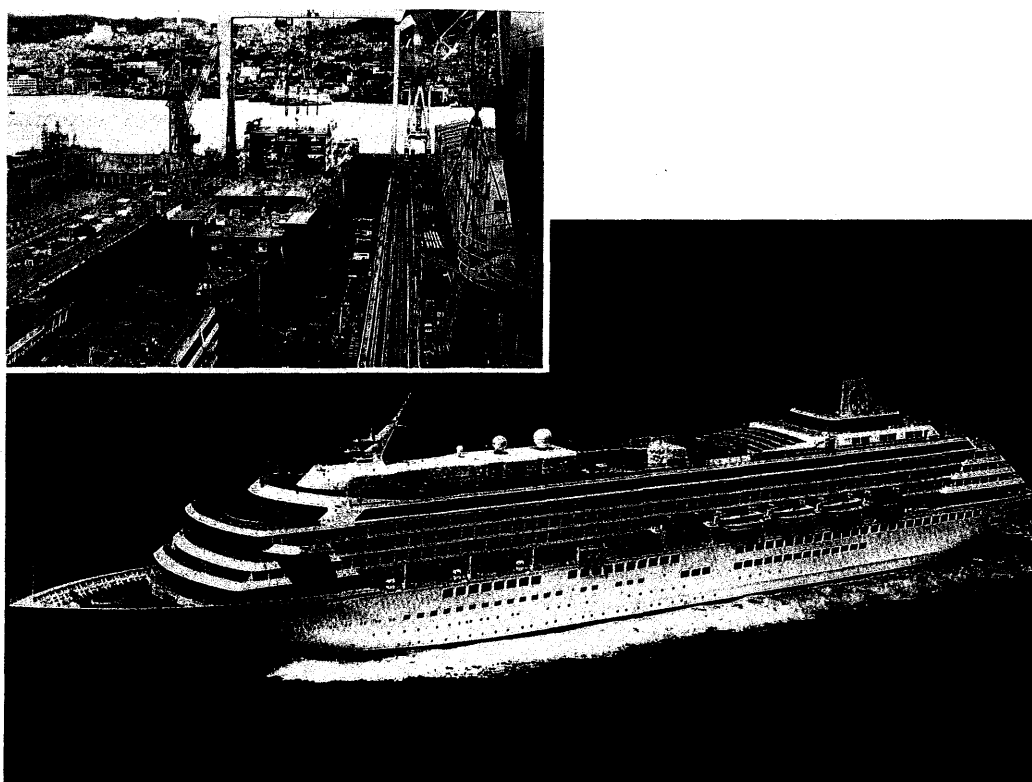


図4 豪華クルーズ客船の建造 “クリスタルハーモニー”の建造中と就航中の写真。

肉ステンレス鋼加工の高能率化のため 150 mm の厚板への狭開先溶接の適用や、図5に示す大型の機械加工機“スーパーミラー”の導入によって、直径約 13 m の超大型部品の高精度な製作が実現され、“もんじゅ”の完成に大きく貢献した。“しんかい 6500”では図6に示すように、肉厚約 100 mm のチタン合金製の有人耐圧殻への電子ビーム溶接の適用によって高品質で信頼性の高い溶接継手が得られた⁽³⁾。

宇宙機器関係では軽量化と信頼性を上げるため各種の加工法の開発と実用化が図られてきた。図7に示す H-II ロケットでは機体の重量軽減対策として、アルミ製の燃料タンクは機械加工によってアイソグリッド構造化されており、軽量化と強度的な要求の両者を満足させている⁽⁴⁾。また、主エンジンの LE-7 の信頼性を上げるため、素材加工、溶接組立て等における品質向上と局部的

応力集中を避けるために工法の改良が図られた。新素材の実用化も強力に進められており、将来の宇宙往還機 HOPE のノーズキャップに炭素繊維強化複合材を適用するため、成形加工技術の開発が行われている⁽⁵⁾。

このように、新しい製造技術の開発が新製品の出現を可能とし、他の多くの製品の製造技術の高度化にも大きく貢献してきた。

また、生産設備に関する新製品にも触れておく必要があるが、大きなものの代表は製鉄機械であり、製鉄会社における鋼材の製造コストの一層の低減を図るため、顧客との協力で新しい工法の開発を行っている。例えば、図8に示す溶鋼から直接厚さ数 mm の薄板を鍛造することによって、熱間圧延工程を大幅に省略できる新しい連続鍛造技術であるドラム式ストリップキャスト⁽⁶⁾や、ツインベルト式連铸機⁽⁷⁾等を開発している。また、工作機械では、

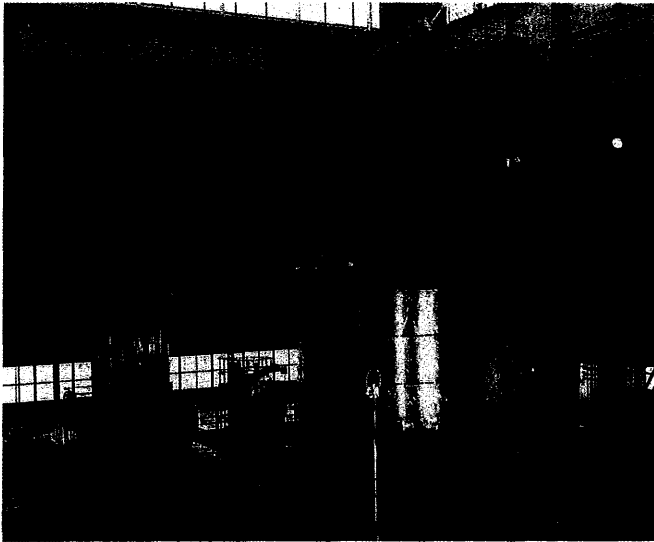


図5 超大型機械加工機“スーパーミラー” “スーパーミラー”による“もんじゅ”容器の加工状況。



図6 “しんかい 6500”とチタン合金製耐圧殻 “しんかい 6500”の外観と電子ビーム溶接されたチタン合金製耐圧殻。

自動車生産の増大とともにトランスミッション歯車の高速ギヤシェーバや同軸5軸制御加工機を開発し市場に出している⁽⁸⁾。さらに、最近では各種の光学部品用のガラス等高脆性材の超精密加工機が要求されており、従来の研削、ポリッシングに代わる超精密切削加工機を開発している⁽⁹⁾。今後とも、新製品の創出のため、新しい製造技術の開発はとどまることがないであろう。

3. 生産性向上を目指した製造技術

より高効率な施工技術の適用が生産性向上に直接的に効果があるのは論を待たない。この分野で顕著な例として、溶接では従来のアーク溶接に対して、先ず自動化による高能率化が行われ、近年では厚板溶接に対して狭開先溶接が適用され、大幅な溶接量の低減がなされた。さらに、それまでは専ら航空宇宙製品等の比較的薄肉の精密部品の組立てに適用されていた電子ビーム溶接を、100 mm を超える超厚板製品の高能率施工法としていち早く実用化を図ってきた。近年進歩の著しいレーザビームの利用についても、既に当社の多くの事業所に導入され、溶接、切断、熱処理の分野で生産性向上に貢献している。

また、製造技術をうまく機能させるため新しい生産システムや生産管理技術の開発、導入は不可欠である。機械加工分野では、

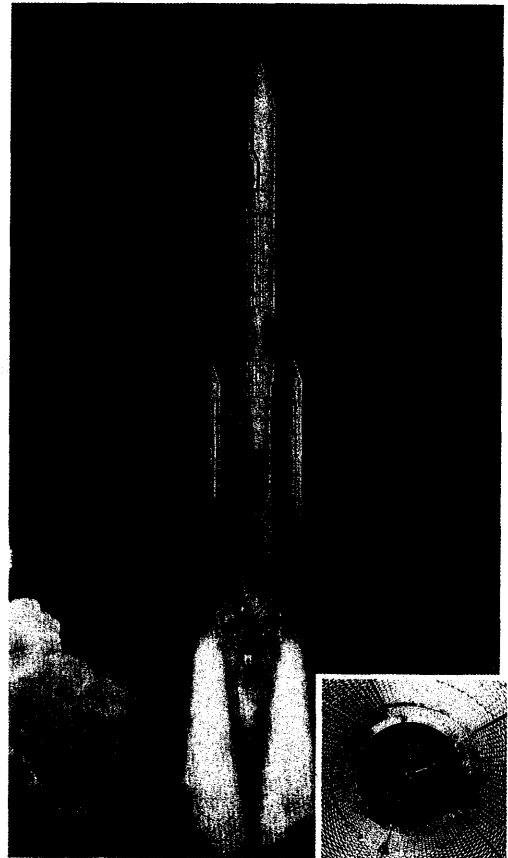


図7 H-IIロケットの打上げ H-IIロケットの打上げとロケットタンクのアイソグリッドスキン。

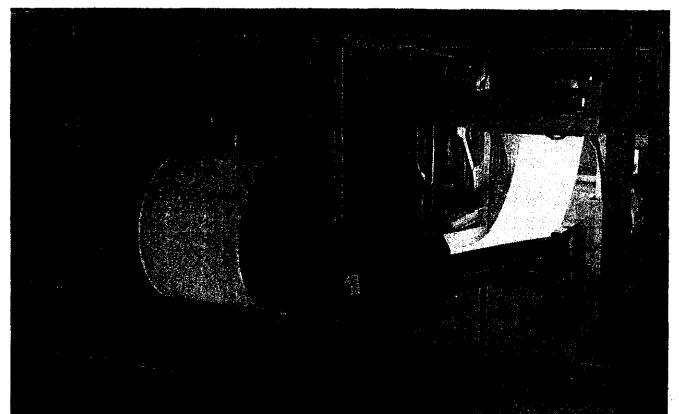


図8 ドラム式ストリップキャスト試験状況 600 mm 幅ストリップキャスト試験機によるステンレス鋼の連続 casting 状況。

タービン翼の機械加工と組立ての一貫した FMS ラインの採用等、多くの製品で実用化されているが、造船、鉄構分野における溶接組立てにおいても CAD/CAM や CIM の適用が進められている。造船では、設計と生産現場一貫した管理システムが各造船事業所で実用化されており、最適な生産計画とその実行が行われている。鉄構分野においても橋梁、原子炉格納容器、鉄骨等の一品一様の部材を対象とし、これらに共通して使用できる汎用性のある CIM 対応三次元オフラインシステムロボットの実用化が図られている。今後とも、生産性向上のために高効率施工法の適用と新しい生産システムの導入が不可欠である。

また、当社の数少ない量産製品としてエアコンがあるが、図9に示すように製品性能と生産性を共に満足するろう付技術や組立技術の改良、開発が続けられている。

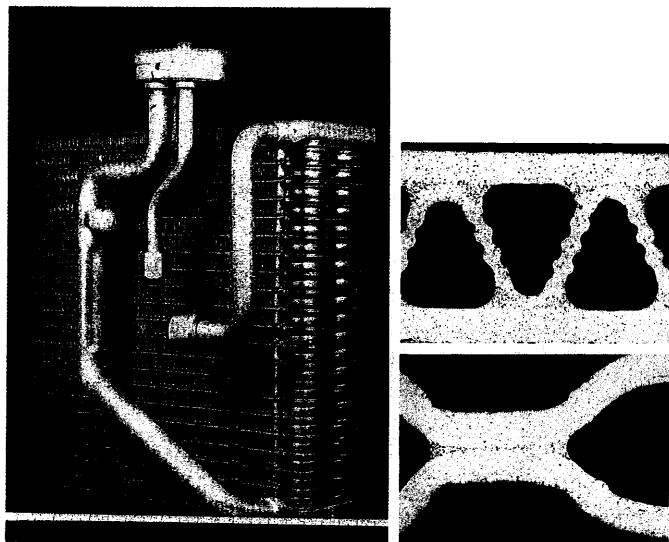


図9 エアコン熱交換器のろう付組立状況 自動車用エアコンの積層型蒸発器の外観とろう付部の拡大。



図10 ゾーンモジュール工法による現地組立状況
ゾーンモジュール工法による油圧ジャッキを用いた吊上げ組立状況。

さらに、近年では現地建設現場の合理化が重要になっており、ボイラの現地建設工事においては、従来大型ブロック化や大梁一体化等により工期短縮を進めてきたが、さらに画期的な新工法として1基が600~1000tのモジュールになるように平面及び立面方向に分割したゾーンモジュール工法を開発している。図10は現地でモジュールを油圧ジャッキで吊上げて組立てている状況を示したものである⁽¹⁰⁾。このように、各種プラントの現地建設における生産性向上に対し、組立工法の改良は製造固有技術の開発とともに重要な生産技術の課題である。

4. 労働環境の変化に対応する製造技術

製造現場における労働総時間の短縮や熟練技能者の減少に伴い、それを補う技術開発や技能の伝承策が重大課題となっている。当社においても、これらに対応していくための手段として、各種の

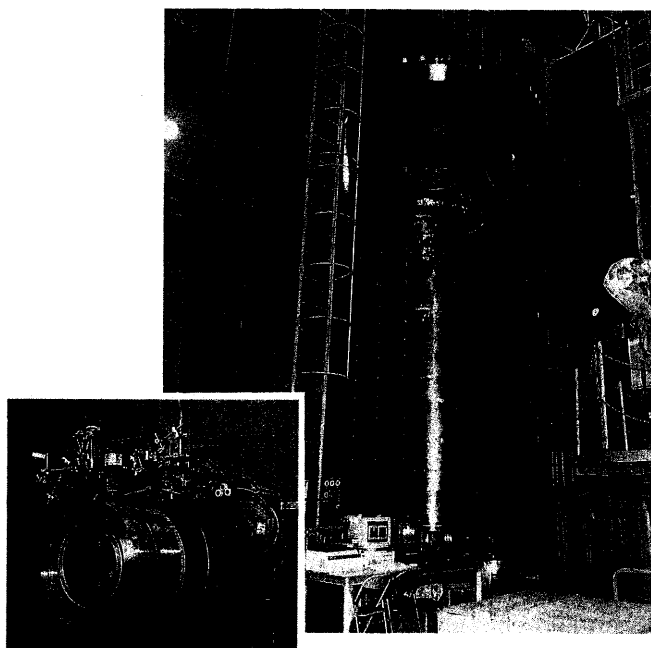


図11 無監視化TIG溶接の実機適用 視覚センサ等を装備したTIG溶接の原子力プラント容器への実用化状況。

製造技術分野で技能の定量化とデータベース化によるエキスパートシステムの構築や製造技術管理支援ツールの開発、無監視化/無人化溶接のためのセンシング技術の開発が行われている。

図11は原子力及び火力プラント機器への無監視化溶接の実用化例を示したものである。また、プレス曲げ等の塑性加工作業の脱技能化に向けて制御技術と装置の開発を進めている。今後、各種作業の脱技能化さらには無人化に向けての開発が精力的に推進されるものと考ええる。

以上、三菱重工における生産技術の取組み姿勢と状況を述べたが、今後、エネルギー、物流、環境対策等のあらゆる分野で、技術のブレークスルーが求められている。そのために革新的製造技術の開発とともに、生産技術の開発は、従前のように製品仕様決定の時点から技術検討を始めるのではなく、研究者、設計技術者、生産技術者、現場技術者などのエキスパートの知識を持ち寄って同時平行的に製品開発を行うシステム的な手法、いわゆるコンカレントエンジニアリングによるスピーディーかつ適正な組織運用を目指すべきである。今後とも国際競争力を保ってより良い製品をより安く、より早く作り出すため、一層の生産技術力の強化に努めていきたい。

本特集によって当社の生産技術への取組みの一端を御理解いただければ幸いである。

参考文献

- (1) 竹田, IIW Advanced Techniques and Low Cost Automation (1994) p.67
- (2) 河野ほか, ボイラ研究 第260号 (August 1993)
- (3) 難波ほか, 三菱重工技報 Vol.27 No.2 (1990) p.143
- (4) 鈴木ほか, 三菱重工技報 Vol.27 No.6 (1990) p.497
- (5) 三宅ほか, 三菱重工技報 Vol.30 No.6 (1993) p.476
- (6) 柳ほか, 三菱重工技報 Vol.32 No.3 (1995) p.207
- (7) 岡田ほか, CAMP-ISIJ Vol.7 (1994) p.187
- (8) 江川ほか, 三菱重工技報 Vol.27 No.2 (1990) p.139
- (9) 横山, 機械技術 第43巻 第3号 (1995) p.48
- (10) 高橋ほか, 三菱重工技報 Vol.32 No.1 (1995) p.27