



研究室紹介

溶接工学科 第一講座

丸 尾 大

『-----』

徳之島ノ北西二百哩ノ洋上、「大和」轟沈
シテ巨体四裂ス 水深四百三十米
今ナオ埋没スル三千骸
彼ラ終焉ノ胸中果シテ如何 』

「戦艦大和ノ最期」吉田 満

僅か40年前の苦難の時代の痛みを、一つの技術資料と観る乾いた気持では決して無いが、巨艦大和・武蔵は鉄構造であった。それまでの艦船に使用する鉄（リベット）の径は15mmが普通で、稀に28mm程度のものが使用されていた。大和・武蔵の弾火薬庫床甲板は、実に40mm径の、しかも高張力鋼の鉄が使用された。特大形のこう鉄ハンマーをホイストで吊し、ジャム・リベッターを他方から作業員2名で支え、鉄焼作業員1名を加え、都合4名の作業員が一本、一本と鉄を打って行ったと伝えられている。（三菱長崎造船所史）

戦後まもなく R. S. Campbell を団長とするアメリカの「日本造船工業調査団」が調査を終えて日本を離れるとき、「日本の溶接技術は米国に較べ30年遅れている」と評した。団員の一人であったアメリカの溶接学会副会長 H. W. Pierce 氏はしかし、日本の溶接研究レベルを適確に評価し、当時の岡田 實教授（大阪大学元総長、名誉教授）らの日本溶接協会設立の構想に多くの助言を与えた。帰国後も援助の手を伸ばし、復興と工業生産の拡大に大きな影響を与えた。日本の溶接学会は、氏を名誉員に推薦して報いた。

大阪大学工学部溶接工学科は、敗戦に先だつ昭和19年10月、わが国唯一の教室として、2講座をもって発足した。岡田 實、大西 巖（大

阪大学名誉教授）両教授が第一期生15名に講義を始められ、昭和21・22年にそれぞれ1講座が増設されて4講座になった。

昭和30年代後半の工業拡大期に合せて4講座が増設され、学科の改組拡充が昭和41年に完成した。

溶接工学科第一講座（溶接物理学）は昭和39年に設置され、当初、荒田吉明教授（現溶接工学研究所長）が担当し、溶接技術の進展の中で溶接熱源、溶接現象および溶接材料のそれぞれの物理的特性を研究し、大学教育に反映させることを目的とした。荒田教授は、電子ビーム、レーザー、プラズマの研究に精力を注がれたが、昭和47年溶接工学研究所の創設にともない同研究所に移られ、昭和50年10月、教授 丸尾 大が講座担当となり現在に到っている。

現在の教官は、教授 丸尾 大、講師 宮本 勇、助手 平田好則、大久保 曙、技官 森田 全紀 が在籍し、大学院前期課程 5名、4年生 6名が研究に当たっている。

1. 溶接工学

部材と部材を接合し、構造物を作っていくプロセスは、工業生産には不可欠の要素技術と見てよい。現在の経済環境下では重厚長大産業が衰退傾向にあることは否定しきれないとしても、かつての造船工業の隆昌時に溶接工作が如何に重要であったかと一考すれば、その優位性が理解願えると思う。鉄構造から溶接構造に急速に変わった裏には、しかしながら、多くの日夜を分たぬ研究があった。溶接構造に問題があるのか？と工学を専攻されている方から質問をうけてとまどうことがある。「一つ考えて見て下さい。1枚の板と1枚の板を突き合せて、接触部だけを融合します。溶接です。しかし融けた部分は、鋼板ならば1800℃から2000℃に上って

また凝固した部分に相当します。組織変化、熱膨張、収縮、それぞれの差による変形、変形が周辺部材に拘束されていることによる残留応力、融合部の強度は？、……」「溶接工学はまさに学際的研究領域といえることが理解できるでしょう！」「材料、力学、電気、計測、試験法等々のあらゆるソフトが揃って溶接ができるのです」「生産性、品質保証、信頼性、システム・オートメーション、溶接技術の分野でも他の生産手法と同じ課題が課せられています」と答えても、溶接工学の極く限られた部分像を訴えるに止まるのである。

2. 溶接工学科第一講座の研究現状

溶接という字が誤解を招く一因かと思われるが、部材の接合は溶融溶接（融接）によるしか方法がないように思われていることが多い。融接が現在及び将来も接合技術の主流を占めることは疑問のない所であるが、固体のまま接合する領域（圧接）、部材は溶融させずに融体を利用して最終的に合体を計る技術とその領域が確実に増大してきている。しかも高信頼度を要求されているので、あらゆる意味でハイテク化してきているのである。

融接だから熱源を要す。これを溶接熱源と云って来たが、現在では溶接エネルギー源と云い換えることが多い。制御された状況でエネルギーを接合に利用するからである。いかにエネルギーを制御するか、それによって現象はどのように変るのか、ということが我々の第一講座の研究主題となっている。

(1) レーザー熱加工の研究

熱加工に利用し得るレーザーはYAGレーザー、CO₂レーザーに限られる。微少部の加工には他のものも使えるが、ここで云う熱加工とは工業材料の溶接、溶解、切断、合金化、表面熱処理などの技術を指し、レーザーのエネルギーによる加熱効果を利用していることに由来する。

レーザー溶接および切断は、レーザービームを1mm以下の局所域に集中させて行うので、他のアークを利用するアーク溶接、ガス炎と酸素噴流を利用するガス切断とは現象が大きく異なる。

レーザー切断では500～1000Wのレーザー発振器と多次元ロボットと組合せ、主として5mm以下の板厚の鋼板切断装置として、現在急速に普及しつつある。ビームの性質（ビーム・モード）、集光系の性能によって切断性能とその現象が著しく変化する。集束点でのエネルギー分布が切断現象を大きく変えるからで、実験的に確認するとともに理論的追求を急いでいるわけである。

溶接では、同じく1mm以下の局所域を溶融させる。溶接ビード幅が細くなって、真空雰囲気中での電子ビームによる溶接ビードと競合している。レーザー溶接は大気圧中で施工できることのメリットが大きいので、種々の材料、とくにセラミックス材料の接合には重要な方法の一つとなっている。すでにアルミナ系統のセラミックスについては研究結果を国際会議等に報告し注目された。

材料表面層を溶融させずに、高温域から急冷することによって、焼入れする熱処理はレーザー焼入れとして生産行程に導入されている。急冷は材料自体の熱伝導による熱拡散を利用するので、理論的予測が可成りの精度で成立つ。表面改質法の一つで重要な研究課題は、たとえば炭素鋼中の炭素原子の拡散、固溶に要する時間とレーザーによる加熱保持時間との適合化である。

(2) 固相拡散接合の研究

宇宙船で接触した金属片がパタパタとくっついて困った、という報告がNASAのレポートにある。このとき接合に関与するのは金属の表面であり表面科学を重視し研究を進めている。分子ポンプで10⁻⁶torrにすれば、接合は著しく改善される。表面拡散、粒内拡散、蒸発などの素過程を理論的に追求すると同時に実験的に検証している。

(3) 制御アーク溶接の研究

固体素子による精確な電流制御が可能となったので、例えばパルス・アークによる溶接現象が容易に実験できるようになった。アーク物理学的領域でも溶融池の振動現象などをうまく利用すれば新しい溶接手法となり得ると考えている。