

工学博士荒田吉明君の「超高エネルギー密度熱源の開発と熱加

工への適用」に対する授賞審査要旨

高エネルギー密度熱源の需要は急増しているが、これまでの熱源は一般に材料を瞬時に蒸発させ得る密度を保有せず適用範囲が狭められていた。荒田君は各種大出力超高エネルギー密度熱源の開発に先鞭をつけ、これらの熱源特性と熱加工特性を学理的に詳細に究明し、これを体系づけ、広範な熱加工法の確立と本格的な実用化への道を開いた。次に同君の主要な研究成果について述べる。

(1) 大出力超高エネルギー密度熱源の開発

一九六四年CO₂レーザが米国で発明されると、荒田君は直ちにその大出力工業用熱源として、世界に先駆けて1kW CO₂レーザによる溶接・切断装置を開発し、本格的なCO₂レーザ熱加工の端緒を開いた。さらにこの大出力レーザ熱源の特性を決定する画期的なビーム収束系を開発した。これは凹面鏡と平面鏡を巧みに組合せたもので、世界最大の実用機や米国海軍の巨大なガスダイナミックレーザを始め大出力レーザ収束用としての「Arata Laser Focus System」は国際的に不動の評価を得ている。

同君はさらに超高エネルギー密度熱源の立場から、これと相前後して電子ビーム及びプラズマビーム熱源でも大出力の開発を行い、この分野でも世界的開拓者として高く評価されている。すなわち「大出力用電子銃」と「電磁加速ユ

ニット」を考案開発し、多段に連結することによって、困難視された強収束型大出力電子ビーム熱源装置を次々に実現し、六〇〇kV—三〇〇kWの現在なお世界最大の巨大電子ビーム熱源装置を開発し、画期的「超厚板材電子ビーム溶接法」を確立した。これは世界的な衝撃となり、一挙に大出力電子ビーム溶接実用化への道を開いた。さらに、従来の一本のビームにたいし同君は二本のビームを用いた「タンデム電子ビーム」の開発や、「大気中電子ビーム」の使用に成功し、そのビーム挙動を詳細に解明して国際的に大きな評価を受けている。他方、一九五八年日本では始めてプラズマジェットを開発し、プラズマ切断の実用化に先鞭をつけるとともに画期的ガストンネルの開発によりその超高エネルギー密度化に成功するなどプラズマ熱加工の工業の開発への成果も顕著である。なお同君はすでに一九五六年岡田実博士とともに衝撃大電流放電による超高温の発生と核融合の実験的研究を行い、日本での核融合実験の先鞭をつけたことはよく知られている。

(2) 超高エネルギー密度熱源による熱加工特性の解明

荒田君のもう一つの世界的業績は高密度ビームと材料との相互作用や熱加工特性の学理的解明である。すなわち超高エネルギー密度熱加工で最重要基本現象とされながら、難解不明とされていた熱加工中での、ビームとそのビーム孔の基本的な挙動やその加工機構をX線及び光学的に直接観察し、学術映画に明示し、その詳細な学術的解明は世界的に大きな反響を呼び、多くの受賞の因となっている。また、熱加工特性を決定するに重要なビームの焦点位置、形状及び密度分布などを同時に且つ定量的に判別出来る「Arata Beam Test Method」の外、この分野で Arata の名を冠せられた術語が多いことも同君の世界的評価を端的に示すものである。

一般に溶接部の特性は熱伝導論的解析を基盤として理解される場合が多く、従来、点あるいは線熱源論が適用されていたが、同君は「帯熱源論」を提唱、新しい熱伝導論的手法により溶接部や表面熱処理部の諸現象に明快な学理的説明を行った。

以上、荒田君の主たる業績は大出力超高エネルギー密度熱源問題を中心に展開したものであり、実用化のみならず、一貫して学理的且つ先見性に富んだ研究の多いことが際立った特徴になっている。

かくして同君はその履歴が示す様に海外の諸大学における活躍の外、国際会議や学会での特別招待講演者・議長としてしばしば招聘された。特に一九八〇年同君の提案になる、国際溶接学会の「溶接研究の戦略と協力体制委員会」が彼の委員長のもとに国際的協力研究推進母体として機能しており、また国内でも、大阪大学に「超高エネルギー密度熱源センター」を創立するなどその研究活動は正に顕著である。これらの輝かしい業績に対し一九八〇年、国際溶接学会から個人としては初めて三年に一回の最高賞たる「金賞」、ポーランド機械学会から同学会最高の「金賞」、国際レーザ熱加工会議から第一回表彰状を受け、さらに同君の国際的に広く認められた学理的、工業的成果がポーランド研究者の育成・啓発に大きく貢献したとして、同国国家勲章が溶接関係の外国人としては初めて授与された。また研究成果を高く評価したイタリア溶接学会は一九八二年同君の特集号を出版した。国内でも受賞、表彰状など数多く、研究報告は四〇〇編を越え、特許件数も五三件に達し、世界的な開拓者、指導者として揺るぎない地位を占めている。

一、主要論文目録

1. Studies of Plasma in Heavy Current Linear Discharges. K. Nishiguchi, Y. Arata and M. Okada; Tech. Rept. of the Osaka Univ. 10-403 (1960) 423
2. The Transatron Accelerator S-1 (Report 1). M. Okada and Y. Arata; Tech. Rept. of the Osaka Univ. 13-567 (1963) 289
3. Plasma Electron Beam of Very High Current. Y. Arata, M. Tomie and Y. Katayama; Tech. Rept. of the Osaka Univ. 16-724 (1966) 485
4. Generation and Application of CW High Power CO₂ Laser. Y. Arata and I. Miyamoto; Tech. Rept. of the Osaka Univ. 17-775 (1967) 285
5. Non Vacuum Electron Beam (1). Y. Arata and M. Tomie; Tech. Rept. of the Osaka Univ. 17-777 (1967) 303
6. Some Fundamental Properties of High Power CW Laser Beam as a Heat Source. Y. Arata and I. Miyamoto; Tech. Rept. of the Osaka Univ. 19-887 (1969) 379
7. Some Fundamental Properties of Non Vacuum Electron Beam. Y. Arata and M. Tomie; IITW Doc. IV-28-70 (1970)
8. Analysis of Distributed Surface Heat Source and Its Application to Laser Heating. Y. Arata, I. Miyamoto and T. Yamada; IITW Doc. IV-21-70 (1970)
9. CO₂ Laser Absorption Properties of Metal. Y. Arata and I. Miyamoto; Tech. Review FINOM-MECHANIKA (1971), IITW Doc. IV-50-71 (1971)
10. Metal Heating of Laser Beam. Y. Arata and I. Miyamoto; IITW Doc. IV-51-71 (1971)
11. Electron Beam Welding Process by Introduction of Insert Metal. Y. Arata; IITW Doc. IV-89-72

- (1972)
12. Quench Hardening and Cracking in Electron Beam Weld Metal of Carbon and Low Alloy Hardenable Steels. Y. Arata, F. Matsuda and K. Nakata; Trans. of JWRI 1-1 (1972) 39, IIW Doc. IV-109-72 (1972)
 13. Focusing Characteristics of CO₂ Laser Beam. Y. Arata and I. Miyamoto; Techn. Rept. of the Osaka Univ. 22-1033 (1972) 77
 14. Theoretical Analysis of Weld Penetration due to High Energy Density Beam. Y. Arata and I. Miyamoto; Trans. of JWRI 1-1 (1972) 11
 15. Some Fundamental Characteristics of Microwave Plasma Beam as a Heat Source (1). Y. Arata, S. Miyake and S. Takeuchi; Trans. of JWRI 1-1 (1972) 115
 16. 100kW-class Electron Beam Welding Technology (Report 1). Y. Arata and M. Tomie; Trans. of JWRI 2-2 (1973) 17, IIW Doc. IV-111-73 (1973)
 17. Narrow Gap High Density Beam Welding. Y. Arata; Trans. of JWRI 2-2 (1973) 119
 18. Shape Decision of High Energy Density Beam. Y. Arata, M. Tomie, K. Terai and H. Nagai; Trans. of JWRI 2-2 (1973) 130, IIW Doc. IV-114-73 (1973)
 19. Investigation of Moving Line Heat Source (Report 1). Y. Arata and K. Inoue; IIW Doc. IV-118-73 (1973), Trans. of JWRI 2-1 (1973) 41
 20. High Energy Density Beam Welding. Y. Arata; 4th Inter. Conf. of Vacuum Metallurgy (1973)
 21. Focusing Characteristics of High Energy Density Beam. Y. Arata, T. Ishimura and I. Miyamoto; Trans. of JWRI 2-1 (1973) 1

22. Experimental Investigation of Coaxial Microwave Plasmatron in Nitrogen Gas. S. Miyake, S. Takeuchi and Y. Arata; J. Appl. Phys. Japan 13 (1974) 296
23. A Study on Dynamic Behavior of Electron Beam Welding by a Fluoroscopic Observation. Y. Arata, E. Abe and M. Fujisawa; Proc. 2nd Inter. Symp. of JWS (1975)
24. Wall-Focusing Effect of Laser Beam. Y. Arata and I. Miyamoto; Proc. 2nd Inter. Symp. of JWS (1975) 125
25. Dynamic Behavior of Laser Welding and Cutting. Y. Arata, H. Maruo, I. Miyamoto and S. Takeuchi; IW Doc. IV-194-76 (1976)
26. Research of Stationary High Power Microwave Plasma at Atmospheric Pressure. Y. Arata, S. Miyake, A. Kobayashi and S. Takeuchi; J. Phys. Soc. Japan 40 (1976) 1456
27. Tandem Electron Beam Welding. -High Speed Welding of a Thin Metal Plate-. Y. Arata and E. Nabegata; IW Doc. IV-221-77 (1977)
28. Concept of Vortex Gas Tunnel and Application to High Temperature Plasma Production. Y. Arata; J. Phys. Soc. Japan 43 (1977) 1107
29. High Power Microwave Discharge in Atmospheric Hydrogen Gas Flow. Y. Arata, S. Miyake and A. Kobayashi; J. Phys. Soc. Japan 44 (1978) 998
30. Weldability Concept on Hardness Prediction. Y. Arata, K. Nishiguchi, T. Ohji and N. Kohsai; Trans. of JWRI 8 (1979) 43, IW Doc. IV-263-79 (1979)
31. What Happens in High Energy Density Beam Welding and Cutting? Y. Arata; IW (1979)
32. Condition Setting Method Utilizing Data Base System in CO₂ Laser Surface Hardening (Report

33. D. Y. Arata, K. Inoue and S. Matsumura; Trans. of JWRI 8-2 (1979) 21
Dynamic Behavior in Laser Gas Cutting of Mild Steel. Y. Arata, H. Maruo, I. Miyamoto and S. Takeuchi; Trans. of JWRI 8-2 (1979) 175
34. Fundamental Research on Horizontal Electron Beam Welding. Y. Arata and M. Tomie; Proc. of Inter. Conf. on Welding Research in the 1980's (1980)
35. Characteristics of High Power CO₂ Laser Welding. Y. Arata, K. Inoue, H. Maruo and I. Miyamoto; Inter. Beam Tech. Conf. in Essen (1980) 181
36. Mechanism of Bead-Transition in Laser Welding. I. Miyamoto, H. Maruo and Y. Arata; Proc. of Int. Conf. on Welding Research in the 1980's (1980)
37. Stationary High Temperature Plasma in a Vortex Gas Tunnel at Atmospheric Pressure. Y. Arata and A. Kobayashi; Proc. Int. Conf. on plasma Phys. 1 (1980) 183
38. Basic Phenomena in High Energy Density Beam Welding and Cutting. Y. Arata; First European Conf. on Cineradiography with Photons or Particles (1981)
39. CO₂ Laser Welding of Ceramics. H. Maruo, I. Miyamoto and Y. Arata; The First Inter. Laser Proc. Conf. (1981)
40. Improvement of Cut Quality in Laser-Gas-Cutting. Y. Arata, H. Maruo and S. Takeuchi; The First Inter. Laser. Proc. Conf. (1981)
41. Basic Characteristics of Large Output High Energy Density Heat Sources. Y. Arata; The First Inter. Laser Proc. Conf. (1981)
42. Development of Ultra-High Power Energy Density Heat Source and Weldability of Thick Plate

Materials for Fusion Reactor. Y. Arata: Invited Paper, AWS (1981)

43. New Laser-Gas-Cutting Technique for Stainless Steel. Y. Arata, H. Maruo, I. Miyamoto and S. Takeuchi; IIW (1982)
44. The Present State of Ceramic Spraying in Japan. Y. Arata and A. Ohmori; Proc. of the 7th Int. Conf. on Vacuum Metallurgy (1982)
45. Caratteristiche fondamentali di sorgenti termiche ad elevata densità di energia di grande potenza. Y. Arata; Rivista Italiana Della Saldatura N. 6 (1982) 343
46. Evaluation of Beam Characteristics by the AB Test Method. Y. Arata; IIW Doc. IV-340-83 (1983)
47. Dynamic Observation of Beam Hole during Electron Beam Welding. Y. Arata, N. Abe, F. Wang, M. Tomie and E. Abe; IIW Doc. IV-338-83 (1983)
48. Beam Hole Behavior during Laser Beam Welding. Y. Arata, N. Abe and T. Oda; Invited Report in ICALFO '83 (1983)
49. Development of Ultra High Energy Density Heat Sources and Their Application to Heat Processing. Y. Arata; Trans. of JWRI 13-1 (1984) 121
50. Fundamental Characteristics of Stationary Plasma Arc in Gas Tunnel. Y. Arata and A. Kobayashi; Trans. of JWRI 13-2 (1984) 173

その他論文二二七編、和文二四八編、著書五編