

IIW Study Group 212 (Physics of Welding)出席報告

慶應義塾大学 菅 泰雄

大阪大学 平田好則, 田中 学

1. 開催期間 2008年7月6日～11日 (SG212は7月7日および8日)
2. 開催場所 Graz, Austria (Graz Congress)
3. 出席者 SG212は約45名.
日本からは, 浅井, 石崎, 石田, 上山, 梅原, 恵良, 大嶋, 沓名, 佐藤, 芹澤, 田中, 中村, 野村, 平田, 藤井, 松岡, 山根, 山本(恵), 山本(健), 山本(英)
の20名(敬称略, 順不同)
IIW年次大会は44カ国約470名, 日本からは74名(同伴者含まず)
4. 開会および前回議事録の承認
平田(阪大)委員長の開会挨拶の後, 今回のAgenda (Doc. 212-1124r2-08)が確認されるとともに, 前回議事録 (Doc. 212-1115-07)が承認された.
5. Study Group 212 研究発表
下記の研究発表が行われた.

7月7日(月)

Regular meeting (SG212), 14:00-18:00

- (a) M. Tanaka, K. Waki, S. Tashiro, K. Nakata, E. Yamamoto, K. Yamazaki and K. Suzuki
Visualizations of 2D Temperature Field of Molten Metal in Arc Welding Process
Doc.212-1122-08
- (b) Yushchenko K.A., Kovalenko D.V., Krivtsun I.V., Demchenko V.F., Kovalenko I.V., and Lesnoj A.B.
Experimental Investigations and Mathematical Simulation of Metal Penetration at Stationary Arc TIG / A-TIG Welding
Doc.212-1117-08
- (c) K. Yamamoto, M. Tanaka, S. Tashiro, K. Nakata, E. Yamamoto, K. Yamazaki, K. Suzuki, A.B. Murphy and J.J.Lowke
Numerical Simulation for Diffusion of Multiple Metal Vapors in a TIG Arc Plasma for Welding of Stainless Steel
Doc.212-1121-08

- (d) J.J.Lowke and M.Tanaka
Electrode Heat Transfer in MIG Welding
Doc.212-1119-08
- (e) K.Nomura, K.Morisaki, Y.Hirata
Magnetic control of arc plasma and its modelling
Doc.212-1128-08
- (f) Suck-Joo Na and Junsu Ahn
A study on laser-matter interaction in laser-arc hybrid welding
Doc.212-1120-08

7月8日（火）

Joint Workshop of Commission IV, XII and SG 212, 8:30-12:30
“Effect of Flux and Shielding Gas in Arc, Laser and Hybrid Welding”

- (1) Toyoyuki Sato, Makoto Takahashi
Trends of Shielding Gases for Arc Welding in Japan
IIW Doc No: XII-1935-08
- (2) S Neumann, C Thomy, T Seefeld, F Vollertsen
Shielding Gas in Remote Welding - Effects and Optimisation of Supply
IIW Doc No: XII-1944-08
- (3) Paul Cooper, Ajit Godbole, John Norrish
Design and Optimisation of a Novel On-torch Fume Extraction Device using CFD and Fluid Simulation
IIW Doc No: XII-1943-08
- (4) Eri Yamamoto, Kei Yamazaki, Keiichi Suzuki, Fusaki Koshiishi
Effect of Flux Ratio of Flux-cored Wire on Wire Melting Behaviour and Fume Emission Rate
IIW Doc No: XII-1936-08
- (5) H Stauer
Laser-GMA Hybrid with Three Arcs : A High-performance Welding Process for Joining Thick-walled Tubes Made of High-strength Steel
IIW Doc No: XII-1945-08
- (6) Yushchenko K.A., Kovalenko D.V., Krivtsun I.V., Demchenko V.F., Kovalenko I.V., and Lesnoj A.B.
Experimental Investigations and Mathematical Simulation of Metal Penetration at Stationary Arc TIG / A-TIG Welding
Doc.212-1117-08
- (7) J Norrish and W Lucas
Update on Classification for Metal Transfer Modes

Regular meeting (SG212), 14:00-18:00

- (g) F.Briand, F.Valensi, N.Pellerin, S.Pellerin, C.Izarra, S.Zielinska, K.Musiol
Anode experiments in the globular/spray transition in GMAW
Doc.212-1123-08
- (h) T. Nakamura and K. Hiraoka
Wire melting behaviour of coaxial hybrid solid wire in pure Ar shielding gas
Doc.212-1118-08
- (i) B.Y.B. Yudodibroto, M.J.M. Hermans, G. den Ouden, I.M. Richardson
Observations on Droplet and Arc Behaviour during Pulsed GMAW
Doc.212-1125-08
- (j) M.Schnick, U.Fussel and A.Spille-Kohoff
Numerical Investigations of the Influence of Design Parameter, Gas Composition and Electric Current in Plasma arc Welding (PAW)
Doc.212-1127-08
- (k) Y. Hirata, H. Shinohara and T. Hirano
Weld Shape of Butt Welding with V Groove by GMAW
Doc.212-1126-08 : Circulated
- (l) Yu-Ping Yang, W. Zhang (Presented by I. Harris)
Online Weld Modeling Tool – Recent Developments
Doc.212-1129-08 : Circulated

SG212 の一般セッションでは、12 件の発表の中で日本人による発表が 5 件であり、日本の SG212 への貢献は非常に大きい。内容については、終始 Study Group らしく 1 件あたりの講演時間を十分に確保した中で (30 分程度)、溶接において生じる現象の物理的背景を中心にフランクで活発な質疑応答がなされた。

第一日目では、Dr. Yushchenko (PWI, ウクライナ) が A-TIG 溶接の深溶込みメカニズムに関して実験および数値計算シミュレーションの双方から考察を加えて発表した。マランゴニ効果は小さく、主として熔融池表面のスラグによる絶縁皮膜形成によってアーク通電経路が中央部に集中し、結果的に電磁ピンチ効果に起因した深さ方向への熔融池対流の発生が本質である、という持論を展開した。一方、Dr. Lowke (CSIRO, オーストラリア) は、GMAW の数値計算モデル化の際に避けては通れない非熱陰極現象の物理について発表した。一般的に信じられている電子の電界放出は大気圧アーク放電ではシース厚さ 10 nm 程度になることが推定され、非現実的であることが述べられた。これに代わる電子放出のメカニズムとして、シールドガスを構成する分子の中で準安定順位に励起されたラジカル種の陰極 (母材) 表面へのエネルギー輸送が提案された。また、Prof. Na (KAIST, 韓国) は、レーザ・アークハイブリッド溶接プロセスの数値計算モデル化への取り組みについて紹介した。特に、キーホ

ール内でのレーザ光の吸収過程を厳密にモデル化することに注力し、溶融金属から蒸発した金属原子がキーホール内でナノ粒子クラスターを形成し、それらがレーザ光をレーリー散乱する現象のモデル化を実施した。未だモデル化途上の段階であるが、オリジナリティに溢れる研究発表であった。

第二日目では、Dr. Briand (Air Liquide, フランス) が GMAW のアーク現象および溶滴移行現象に関する実験研究について紹介した。アーク現象では、詳細なプラズマ分光分析を実施し、ArI および FeI のそれぞれのスペクトル線の Stark 拡がりをつなぐことにより GMA における電子温度および電子密度を同定した。GMA の数値計算シミュレーションで予測されていたプラズマ温度に比べて約 1 万度も低い値が実験的に示され、その原因としてプラズマ中への金属蒸気の混入が考えられた。溶滴移行現象では、溶滴表面に形成される溶融スラグ (酸化物) に着目し、グローブ移行からスプレー移行への遷移に重要な役割を果たしていることを実験的に示唆した。特に、重要な点として、電流が増加するほど、あるいはシールドガス中の CO₂ 混合比率が低下するほど (電気抵抗率、粘性、融点ともに高い) 溶融スラグの厚さが減少すること、Li, K などを微量添加することで酸化物の融点が低下し、グローブ移行からスプレー移行への遷移電流が著しく低下する、という結論を導き出した。一方、Dr. Hermans (TU Delft, オランダ) は、パルス電流の後の溶滴と溶融池の振動を解析するとともに溶滴近傍に現れるアークプラズマの高輝度領域の観察を行った。溶滴形成の成長と共にプラズマの高輝度領域が拡がり、またそれに同期してアーク電圧が上昇することが実験的に見出された。溶滴の過熱、金属蒸気の発生、その発生量によってはアーク電圧の上昇に繋がる、という一連の現象メカニズムの可能性が示唆された。Mr. Schnick (TU Dresden, ドイツ) は、市販コード (ANSYS) をベースにしてプラズマアーク溶接プロセスの数値計算モデル化を試み、そのシミュレーション結果を報告した。プラズマアーク特性に与える種々のプロセスパラメータの影響が示されるとともに、Ar-He 系および Ar-H₂ 系混合ガスをプラズマガスあるいはシールドガスに用いた場合の de-mixing 発生の可能性が示された。最後に Dr. Harris (EWI, USA) は、市販コード (ABAQUS) をベースにして 2007 年秋に開発した、インターネット上での溶接ビード形成予測ソフト「E-Weld Prediction」について紹介した。ソフトに保存されているデータベース内のプロセス条件 (例えば、母材材質、ワイヤ種、溶接法、シールドガス、継手、溶接姿勢など) であれば、比較的精度の良い溶接ビード形成の予測が可能であることが示された。

なお、二日間とも日本からの発表に対しては、外国人参加者からたくさんの質問があり、質の高さにおいて多くの賞賛の言葉があった。内容については、JIW212 委員会 (溶接アーク物理研究委員会) において既に発表されているので、ここでは省略した。

第二日目の午前中、シールドガスの溶接環境への影響として、IV 委員会と XII 委員会との合同委員会が開催され、7 件の報告の内、日本からは 2 件の報告が行われた。アルゴンガスを主成分とした混合ガスの溶接品質への影響、CO₂ レーザリモート溶接へのシールドガスの影響、ガスノズルのシールドガスの流れを調べるための数値モデルと実験、フラックスの比率による溶滴移行への影響、レーザハイブリッド溶接の動向とタンデム溶接への応用、A-TIG の数値モデル例の紹介、IIW 溶滴移行分類の更新についての報告が行われた。

6. Study Group 212 議事

① Welding in the World への論文推薦

IIW 機関誌 Welding in the World への推薦論文として、平田委員長より 9 論文が提案され、承認された。これらの論文は peer review を経て、学術研究論文として掲載されることになる。なお、推薦された 9 論文は以下のとおりである。

Doc.212-1122-08, Doc.212-1117-08, Doc.212-1121-08, Doc.212-1128-08, Doc.212-1120-08, Doc.212-1118-08, Doc.212-1125-08, Doc.212-1127-08, Doc.212-1129-08

② IIW Business Plan の紹介

平田委員長より IIW Business Plan について紹介があり、SG212 の 2012 年までの戦略プランが説明された。内容の変更は自由にできるので、委員各位からの提案が要請された。

③ 次期委員長について

2011 年まで 3 年間の次期 SG212 委員長の選任について意見が交わされた結果、現委員長（2005 年～2008 年）の継続が提案され、出席者全員の賛成により平田委員長が継続することになった。

④ 8WS の紹介

田中委員（8WS 論文委員会副委員長）より 2008 年 11 月 16 日～18 日に京都で開催予定の溶接学会主催の第 8 回国際溶接シンポジウム（8WS）に関する詳しい紹介がなされた。特に、XII 委員会と SG212 の合同の中間会議を兼ねていることが説明され、積極的な参加が呼び掛けられた。

7. 閉会

平田委員長より今回の講演者と出席者に対して謝辞が述べられ、盛会の下に閉会された。

以上