

# 7 レーザ加工技術研究委員会 (LMP 委員会)

## 7.1 委員会の活動経過

2010年代に入って、ファイバレーザや半導体レーザの高パワー化と高輝度化が計られ、レーザとレーザ加工技術およびその周辺装置や技術において目覚ましい発展が見られる。

当委員会でも、2009年～2016年（杵名宗春委員長、片山聖二副委員長、山岡弘人副委員長、柴田公博幹事長（2011年まで）、木谷靖幹事長（2011年以降））、2016年～現在（片山聖二委員長、西

村仁志副委員長、木谷靖幹事長）の下に、レーザ加工に関連して、年4回委員会を開催し、特別講演、国際会議出席報告、JISやISO国際標準化への対応、レーザ加工関連の文献リストの作成、応用事例集の作成、海外調査（欧州、中国）など、活発に活動してきている。また、年1回シンポジウムを開催し、レーザ加工に関する情報発信を行ってレーザ加工分野の発展に貢献している。

## 7.2 この10年の経過

### 7.2.1 特別講演の実施

この10年間に約70件の特別講演を専門家に依頼して実施してきている。そのタイトルの一例を下記に列挙する。

- 「軟鋼およびアルミニウム合金の薄板継手へのファイバー・レーザ・アークハイブリッド溶接法（FLA溶接法）の適用」
- 「ステンレス鋼厚板における狭開先レーザ溶接の基礎的検討」
- 「レーザ及びハイブリッド溶接におけるポロシティの防止－酸素の効果－」
- 「CFRP複合材料のレーザアブレーション加工」
- 「レーザ溶接現象とレーザ溶接性」
- 「太陽電池製造プロセスにおけるレーザ加工」
- 「低真空中におけるレーザ溶接」
- 「重工業分野におけるレーザ加工の現状」
- 「レーザ溶接継手性能の評価試験及びJSME施工法の取得」
- 「高出力ディスクレーザによる3次元切断」
- 「航空宇宙産業におけるレーザ加工技術について」
- 「大出力レーザによる大気中および低圧雰囲気におけるレーザ溶接現象と溶込み」

- 「街路灯のレーザ造管」
- 「Mg合金のレーザ溶接およびMg合金と他の材料とのレーザ異材接合」
- 「高出力レーザ用光学系と加工への適用」
- 「CFRPのレーザ切断法およびCFRPと金属のレーザ直接接合法の開発」
- 「鉄道車両製造におけるレーザ溶接モニタリング技術の開発」
- 「3kWシングルモードファイバレーザによる各種金属のレーザ溶接特性」
- 「レーザ加工用ビジョンセンサーについて」
- 「直接半導体レーザを用いた矩形集光レーザの溶接性」
- 「CFRP等複合材料のレーザ加工の現状」
- 「加速器へのレーザ溶接適用検討」
- 「レーザ加工用DOEの開発とその応用」
- 「高出力ファイバレーザの適用に向けてのプロセス開発の現状と課題」
- 「高出力半導体レーザ装置及びその用途における最新動向」
- 「高付加価値設計製造を実現するレーザコーティング技術の開発について」
- 「自動車車体フレームへのレーザ連続溶接適用」

「半導体レーザーの最新技術」  
 「環境にやさしいレーザークリーニング技術」  
 「レーザー加工プロセスの高度化に向けた計算科学シミュレーション技術の利用」  
 「ITER TF コイル製作へのレーザー溶接適用」  
 「廃炉に向けたレーザー切断研究」  
 「レーザーラッピングを使ったPMS処理により実現したポジティブアンカー効果による金属-プラスチックの直接接合」  
 「世界のレーザー加工周辺技術の最新動向」  
 「特殊光学系によるレーザー加工技術高度化」  
 「100kWレーザーを利用した厚鋼板溶接の基礎検討」  
 「新たなレーザー樹脂溶着工法」  
 「各種レーザーシステムにおけるCFRP部材の加工」  
 「ファイバレーザー発振器とその周辺装置に関する最新情報」  
 「レーザー・アークハイブリッド溶接の船体建造工程導入に向けた諸検討」など。

## 7.2.2 レーザ加工関連ISOおよびIIW規格等の国際標準化に関する活動

LMP委員会では委員を派遣してISO/TC 44/SC 7およびISO/TC 44/SC 10ならびにIIW-VI委員会のレーザーに関係する規格の開発、承認および定期見直しの審議に参画している。

まず、ISO/TC 44/SC 10/WG 9 (Hybrid welding) およびWG 13 (Beam Welding) に参画し、数々のSR (System Review) および溶接欠陥の評価に関してCD (Committee Draft) を審議した。また、関連のNP (New Work Item Proposal) およびDIS (Draft International Standard) を審議した。その結果、ISO/FDIS 15609-6、ISO/FDIS 15614-14およびISO/FDIS 12932が採択された。

次に、ISO/TC 44/SC 7およびISO/TC 44/SC 7/WG 1に参画し、ISO/FDIS 2553: Welding and allied processes-Symbolic representation on drawingsの最終審議を行った。そして、日本案のレーザー溶接記号を導入したISO 2553: 2013が2013年12月に発行された。さらに、改訂検討では日本案の意見が採用され、FDISが2018年8月24日の評決で採択された。

また、ISO/TC 44/SC 7においては、溶接用語関連の規格の審議が、国際溶接会議のIIW-VI委員会との共同作業で継続的に行われた。その規格作成について、IIW-VI委員会でISO用語規格案の作成に参加し、まず約200件のレーザー用語の素

案を審議した。特に、ISO/TR 25901-7: レーザ溶接用語の規格作成に参画した際に、日本のJIS Z 3001-5「溶接用語-第5部: レーザ溶接」のレーザー溶接用語をISOに取り入れるように提案し、採択が受諾された。そこで、レーザー用語の分類と定義について日本案を提示した。また、ISO/TC 44/SC 7/WG 1に参画し、ISO 6947: 溶接姿勢の規格改正における修正作業に積極的に協力し、多くの日本提案が採択された。

## 7.2.3 レーザ加工関連JISおよびWES規格に関する活動

LMP委員会では規格委員会に委員を派遣してJISおよびWES規格の制定・改正に参画している。

JIS Z 3001-5: レーザ溶接の制定では、素案作成委員会を2010年2月に設立し、2012年9月に原案作成委員会を設けて審議し、2013年7月に発行した。

JIS Z 3001-1: 一般およびJIS Z 3001-2: 溶接方法の改正、ならびにJIS Z 3001-7: アーク溶接の制定に協力し、2018年2月に発行した。

JIS Z 3021: 溶接記号の改正では、2008年1月から審議を進め、新たにキーホール溶接の記号を新設し2010年3月に発行した。その後、改正されたISO 2553: 2013年と整合を図るためにJIS Z 3021の改正を進め、記号の用語をステイク溶接に変更して2016年9月に発行した。

WES 9020: 高出力レーザー溶接及び切断の安全基準の制定は、ガス溶断部会と協力して素案作成委員会を2013年2月に設立し、2013年7月に原案作成委員会を設けて審議し、2014年1月に発行した。

WES 9009-3: 溶接、熱切断及び関連作業における安全衛生第3部: 有害光の改正は、レーザー光に関する事項が新設されLMP委員会では、2017年10月から審議に参加してきた。2018年7月に改正版が発行されたが、引き続き安全委員会に委員を派遣して審議に協力している。

## 7.2.4 国際会議出席報告

レーザー加工に関する各種国際会議に出席し、得られた情報を世界の研究開発動向として紹介した。

- ① IIW年次大会第IV委員会
- ② 米国レーザー協会 (LIA) 主催 ICALEO
- ③ レーザPhotonics + LiM (ドイツ ミュンヘン)
- ④ LPC (中国 上海)

表 7.1 LMP シンポジウム開催実績 (2010 ~ 2018 年)

| 開催年  | 開催日            | 開催場所                        | テーマ                  | 見学会訪問先                 | 参加者数 |
|------|----------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|------|
| 2010 | 3/8(月)         | 荒田記念館 (大阪大学)                | レーザおよびレーザ加工の基礎と応用    | 接合科学研究所                | 100名 |
| 2011 | 1/31(月)-2/1(火) | 名古屋国際会議場 (名古屋・熱田)           | レーザ加工技術の欧州および国内の最新動向 | 前田工業                   | 125名 |
| 2012 | 2/2(木)-3(金)    | アマダフォーラム 246 (伊勢原)          | レーザ加工の基礎と最新動向        | アマダ                    | 92名  |
| 2013 | 1/28(月)-29(火)  | 名古屋市工業研究所, 三菱電機名古屋製作所 (名古屋) | レーザ加工 技術に関する最新動向     | 三菱電機名古屋製作所, SUNX       | 115名 |
| 2014 | 2/24(月)-25(火)  | ダイヘン六甲事業所 (神戸)              | レーザ加工技術に関する基礎と最新動向   | ダイヘンFAセンター, 川崎重工業 兵庫工場 | 91名  |
| 2015 | 2/23(月)-24(火)  | 新横浜国際ホテル (横浜)               | レーザ加工技術の最新動向と基礎      | トルンプ                   | 90名  |
| 2016 | 2/8(月)-9(火)    | 名古屋市工業研究所 (名古屋・熱田)          | 最新のレーザ加工技術と自動車車体への応用 | 前田工業, レーザックス, ALTREC   | 120名 |
| 2017 | 2/9(木)-10(金)   | 銀杏会館 (大阪大学)                 | レーザ加工技術の基礎・応用と最新動向   | 接合科学研究所, パナソニック溶接システム  | 129名 |
| 2018 | 2/22(木)-23(金)  | 溶接会館2階ホール (東京・秋葉原)          | レーザ加工技術の基礎・応用と最新動向   | なし (ショートプレゼンテーション実施)   | 134名 |

## ⑤ LANE (ドイツ フェルト)

## 7.2.5 レーザ加工技術に関するシンポジウム

レーザ加工技術に関する2日間のシンポジウムを2002年から、東京、名古屋、大阪の各地区で開催してきている。

2010年～2018年までの開催年月日、開催場所、開催テーマ、見学会訪問先、参加者数をまとめて表7.1に示す。参加者は、開催会場の定員数によって変動があるが、90～134名である。

## 7.2.6 レーザ加工関連文献の調査と文献リストの作成

2005年から現在まで毎年、当該年度に発行される国内外の学会誌や雑誌、IIWやICALEO、その他国際会議の発表論文など、30を超える学術情報誌から約400～500件のレーザ加工に関連する文献をリスト化し、マイクロソフトのエクセルファイルとしてデータベース化している。

## 7.2.7 レーザ加工応用事例集の作成

2005～2014年度の10年間でデータベース化された文献リストからレーザ加工の産業応用に関する文献を337件選別し、2011～2015年度の5年間に文献ごとのデータシートを作成し、「レーザ加工の応用事例集」として完成させ、委員会内で情報として共有化した。

## 7.2.8 共同研究・共同調査

レーザ加工技術動向の現地調査として、2010年10月10日～10月20日に、ドイツの大学・企業・研究所のレーザ関連部門を7名で訪問し、実情を調査した。ドイツでの訪問場所は、①トルンプ、②アーヘン工科大、③フランホーファILT、④ロフィン、⑤IMG、⑥フォルクスワーゲン、⑦BAM、⑧フランホーファIWSであり、レーザとその加工状況、レーザ溶接法、レーザ・アークハイブリッド溶接法、レーザ切断法、レーザ表面処理法などの情報が得られた。

また、2014年11月3日～12日に中国の大学・企業の研究機関を8名が訪問し、最新のレーザ技術動向について現地調査を行った。中国での訪問場所は、①瀋陽工業大学、②北京工業大学、③精華大学、④上海交通大学、⑤華中科技術大学、⑥Raycham Laser、⑦Max Photonics、⑧激紫レーザ、⑨南京中科Raycham、⑩Hong Lei Laser、⑪Wuhan Sintec Optronics、⑫Wuhan HE Laser、⑬Raycus Fiber Laserであり、レーザ製品の製造の実態から、研究開発、応用までの状況が認識された。

これらのドイツおよび中国の調査結果については、報告書にまとめて委員会内で情報共有したことに加えて、シンポジウムでの講演として一般向けに情報発信も行った。

## 7.3 今後の展望

レーザーは、自動車、電機、造船、鉄道車両、素材、機械産業、航空機などの各種分野において、溶接、切断、穴あけ、マーキング、表面焼入れ、3D積層造形、微細加工などの種々の加工法が採用されている。

レーザーの開発動向としては、連続発振レーザーの高パワー化・高輝度化についてはファイバレーザーと半導体レーザーで多少見られるが、一段落した感がある。最近では、レーザーとしては、銅の溶接加工や穴加工の面からブルーレーザーやグリーンレーザーの高パワー化が計られ、穴あき加工の高精度化や高速化の面から短パルスレーザーの短パルス化と高ピークパワー化の開発が活発である。また、レーザーの周辺技術としてOCT（光干渉断層画像診断

法）技術を使ったモニタリングやキーホール深さ計測法の開発が活発である。一方、低真空中のレーザー溶接や異種材料のレーザー接合などの研究も継続的に行われている。切断加工においては、薄板ではファイバレーザーの採用が増加していたが、厚板のファイバレーザー切断においても切断品質の大幅な改良が計られ、CO<sub>2</sub>レーザーに代わる可能性も見されつつある。レーザー加工技術研究(LMP)委員会では、情報の収集・提供や意見交換、講演会やシンポジウム開催などの活動を通じて、これらの技術の進歩を確実に把握し、委員会各位のポテンシャルの向上とレーザー加工分野の発展に貢献していく所存である。