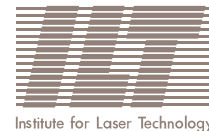


LASER

ISSN 0914-9805



レーザー・クロス

CROSS

2016, Jan.

No. 334

CONTENTS

- レーザー技術総合研究所所員一同
- 【謹賀新年】新年のご挨拶
- ICALEO2015国際会議報告
- 主な学会報告予定



レーザー技術総合研究所所員一同

【表紙写真】

前列左より 藤田雅之、中塚正大、山中千代衛、井澤靖和、中島信昭、松村宏治

中列左より 藤本勲、島田義則、古河裕之、コスロビアン ハイク、コチャエフ オレグ、小野田理恵、幸脇朱美、片岡紀子

後列左より 竹内靖、李大治、本越伸二、染川智弘、谷口誠治、砂原淳、倉橋慎理、北村俊幸

謹賀新年

新年のご挨拶

所長 井澤靖和

2016年の新年を迎え、ご挨拶を申し上げます。

昨年の当研究所の研究開発状況を概観してみますと、「次世代素材等レーザー加工技術開発プロジェクト」、「高効率LPP法EUV光源の実証開発」の二つのNEDOプロジェクトや、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)の中の「レーザーを活用した高性能・非破壊劣化インフラ診断技術の開発研究」、A-STEP「高架橋床板欠陥のリモートセンシング技術開発」に参画し、大学や国立研究機関、ならびに産業界と協力しながら研究を進め、それぞれのプロジェクトで成果を積み上げることができました。

レーザー開発では、低温冷却方式のYb:YAGレーザーやパルスファイバレーザーの多ビームコヒーレント結合技術開発で高出力化を進め、kWを越えるレーザー発振、レーザー増幅の安定動作を達成しました。インフラ診断の分野では、トンネル、高速道路の健全性評価に加えて、滞水中のコンクリート建造物の欠陥検査技術開発にも着手しました。これまでJR西日本などと協力して開発を進めてきたトンネル欠陥検出技術では、実用化をめざした小形の車両搭載システム試作機が完成し、新幹線トンネル内での実証実験が計画されています。一方、欠陥検出の高速化をめざすSIPプロジェクトでは、日本原子力研究開発機構と協力して開発を進めてきた基礎実験装置を用いて、これまでの10倍を超える高速検査の原理実証実験に成功しました。今後は、さまざまな欠陥に対して検出精度の詳細な確認試験を行い、遠隔・安全・非接触の高速健全性検査技術に成長させていく計画です。高架橋検査でも中間評価で高い評価を得ることができ、実用化研究に向けての進展が期待されています。

レーザーミラーなどの耐力向上と耐力評価の標準化をめざす高耐力光学素子研究会も多くの光学素子メーカーの参加を得てデータベースの構築が進展し、国際的にも高い評価が得られるようになりました。EUV光源プラズマのシミュレーション研究、省エネルギー化に資する先端材料のフェムト秒レーザー微細加工、レーザーによる遠隔微量分析技術、テラヘルツ波を利用した欠陥検査技術などでも産業界との強い連携の下で研究を進めており、新しい成果が生まれてきています。

このような研究開発と技術展開を通して蓄積してきた実績と経験は私どもにとって何よりも大きな財産であります。今後これらの成果を皆様に利用して頂き、わが国の光・レーザー産業の発展に貢献できるような新しい仕組みを考えて参りたいと思っています。

当研究所を取り巻く環境は依然として厳しい状況が続いておりますが、所員一同今までにもまして積極的に研究開発に取り組んで参ります。皆様方には、本年もなお一層のご支援、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

ICALEO2015 国際会議報告

主席研究員 藤田雅之

◆国際会議ICALEO2015開催される

去る10月18～22日に米国アトランタで、レーザー加工関連の国際会議であるICALEO2015(34th Int. Congress on Applications of Laser & Electro-Optics)が開催された。参加者数は事前登録ベースで341名(米145、独72、中国37、日13、仏13、英13、他)であった。溶接、切断等の熱加工を中心としたLaser Material Processing Conference (LMP)、微細加工を中心としたLaser Microprocessing Conference (LMF)、ナノテクに関連したNanomanufacturing Conference (Nano)から構成されており、それぞれのセッション数は、20、10、6といった規模であった。

◆CFRPのレーザー加工研究

ICALEO2015では、CFRPのレーザー加工に関する講演が9件(昨年7件)あった(独6件、日2件、米1件)。CFRPのレーザー加工を積極的に進めている研究機関が日独で固定化してきている。独においてはハノーバー、シュツットガルト、アーヘン、ドレスデンの各研究所、日本においては阪大接合研とレーザー総研が常連となっており、広範囲な波長(266nm～1 μ m)やパルス幅(ps～CW)のレーザーを用いて融着強度、切断速度と熱影響層の関係などが調べられている。今回、米のスペクトラ・フィジックス社からUVナノ秒レーザー

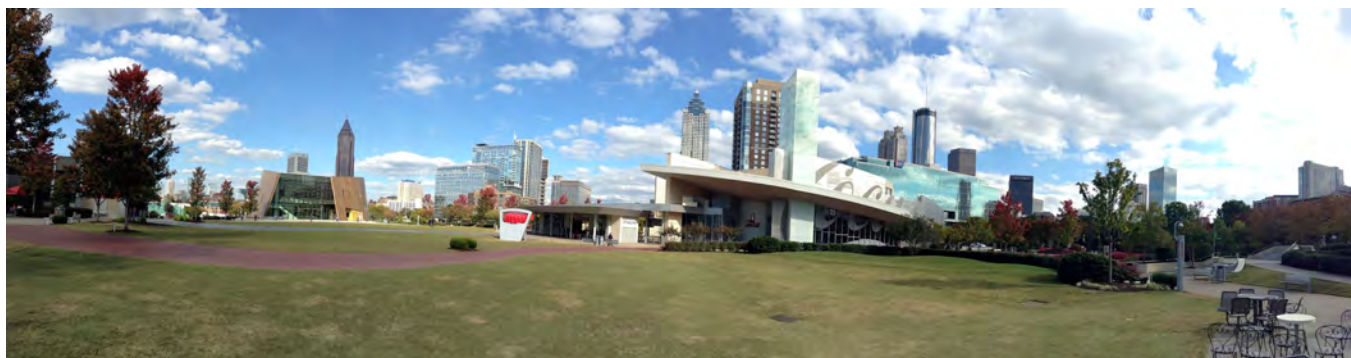
からのバーストパルスを用いたCFRP切断の結果が報告されていた。本報告はレーザー総研との共同研究でもある。

以下に、独におけるCFRPレーザー加工研究の動向を紹介する。

◆レーザーセンターハノーバーでのCFRP加工の動向

レーザーセンターハノーバーからは3件の発表があった。1件はサブプレナリーでの招待講演で、平均出力1.5kWのファイバーレーザー 2台(1台はCWシングルモード、もう1台はパルス幅30nsのマルチモード)を用いて樹脂が異なる2種類のCFRP(1.2mm厚)を切断し、掃引速度を変えながら熱影響層(HAZ)の幅を比較していた。パルスモードの方がHAZ幅は小さくなるが、加工速度は若干遅くなる傾向が得られていた。同じHAZ幅を実現しようとする、掃引速度、回数としてはパルスモードで2m/s、82回に対してCWでは6m/s、12回が要求されるという結果であった。ただし、パルスの場合には途中でレーザーを照射しない冷却時間0.49秒、CWの場合には3秒を設けているため、実効的な切断速度としては10%程度の差にとどまっていた。

他の2件は100WクラスのCW半導体レーザーを用いたCFRPの融着(Laser Transmission Welding: LTW)に関する講演であった。1件目では試料の水分含



【写真1】アトランタ市内の100周年オリンピック公園のパノラマ

有量に対する融着強度の比較が報告されていた。LTWでは、レーザー光を透過する樹脂材またはガラス繊維を含んだGFRPとレーザー光を吸収する熱可塑性のCFRTPを融着するのであるが、120°Cで48時間乾燥させた試料、その後湿度39%の環境に放置した試料、17日間水に浸した試料を用意して実験が行われていた。樹脂の種類にも依るが、多数回ビームを掃引させることで融着強度が向上し且つ(おそらく照射中に水分が蒸発するために)試料毎の差が小さくなる傾向が得られていた。もう1件の発表では、CFRTPに樹脂部品を接合するにあたり、接着剤を用いる場合とLTWを用いる場合での接合強度の比較が報告されていた。概ね、LTWで試料を融着した方が接着剤を用いるよりも高い接合強度を得ることができるとのことであった。

◆シュツットガルト大学IFSWでのCFRP加工の動向

シュツットガルト大学IFSWからは2件の発表があった。1件目では、CFRPの除去効率を高めるための照射方法の提案とその実証結果が報告されていた。CFRPは炭素繊維さえ細切れにすれば、樹脂を蒸発させるだけで除去が可能な複合材である。講演では、集光ビーム(15J/cm²)を用いて溝を1~2mm間隔で掘り(炭素繊維を切断し)、溝の間をデフォーカスしたビーム(0.18J/cm²)で照射して(樹脂だけを蒸発させて)CFRPを除去する手法が提案された。実験により、CFRPを全て蒸発させるよりも1/4のエネルギーで済むことが示されていた。

もう1件の発表では、平均出力1.1kW、パルス幅170nsのCO₂レーザーと平均出力1.4kW、パルス幅8psのディスクレーザーを用いた切断加工の比較が報告されていた。同じkW級の平均出力であるが、集光強度(フルエンス)はCO₂レーザーの場合で6×10⁸ W/cm²(102J/cm²)、ディスクレーザーの場合で7×10¹² W/cm²(56J/cm²)となる。講演者のWeber氏の理論解析によると、集光強度が10⁸ W/cm²以上であれば波長やパルス幅に

依らずHAZが少ない加工ができると以前から提唱されていたが、それを裏付ける実験結果が報告されていた。

◆アーヘン大学RWTHでのCFRP加工の動向

アーヘン大学RWTHはFraunhofer ILTとの共同研究として、平均出力約500Wレベルでパルス幅8psと500μsのレーザーを用いたCFRPプリフォーム(熱硬化させる前の素材)への穴開け(5mmφ)に関する発表を行っていた。前者はAMPHOS社製のINNOSLABレーザー、後者はIPG社製のQCWファイバーレーザーである。極端に異なるパルス幅のレーザーを用いた実験から、長パルス加工ではHAZが顕著に生じるが加工時間が短く真っ直ぐな穴が開く、超短パルス加工では(条件にもよるが)HAZが小さい反面、加工時間が長くなりテーパがついた穴が開いてしまう、といった特徴が報告されていた。ただ、使用された超短パルスレーザーの繰り返し周波数が大きい(240kHz~1.4MHz)、掃引速度が追いつかずに熱加工に近い状態で実験が行われている、といった印象を受けた。

◆次回の開催予定

今回は、米国サンディエゴにて2016年10月16日~20日に開催される予定である。



【写真2】アトランタ市内の100周年オリンピック公園にて

主な学会報告予定

- 3月19日(土)~22日(火) 第63回応用物理学会春季学術講演会(東京工業大学大岡山キャンパス)
 李 大治 「Spatial growth rate of a Cherenkov free-electron laser with negative-index material」
 ハイク コスロービアン 「A model for quantitative analysis of CW regime, multi-pass amplifier system characteristics including optical losses」
 柴川 智弘 「偏光子を用いたフェムト秒ダブルパルスLIBSの信号増強効果」
- 3月24日(木)~27日(日) 日本化学会第96春季年会(同志社大学京田辺キャンパス)
 谷口 誠治 「ヒト由来D-アミノ酸酸化酵素の蛍光ダイナミクス：機能阻害効果の検討」