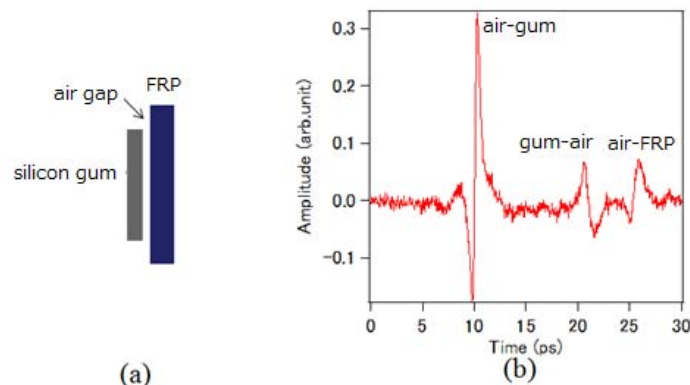


CONTENTS

- テラヘルツ波による絶縁材料非破壊診断
- LiM2015国際会議報告
- 【光と蔭】創造と模倣コピペの時代
- 主な学会等報告予定



【表紙図】模擬剥離欠陥検出

(a) 模擬サンプル概念図 (b) 計測信号

テラヘルツ波による絶縁材料非破壊診断

レーザーエネルギー研究チーム 李 大治

レーザー技術開発室 本越伸二

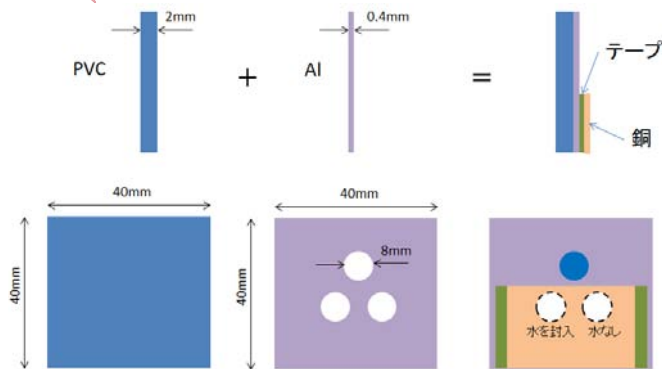
テラヘルツ波は、周波数0.1~10 THz、波長3 mm~30 μ m程度の電波と赤外光の中間にあたる領域の電磁波であり、その最大の特徴は光と電波の両方の長所を兼ね備えていることにある。物質中や大気中の伝播特性は電波に近く、指向性を持つことから光にも近いといえる。またテラヘルツ波はプラスチックや紙等に対しても透過率が高く、X線や放射線とは異なり生体への危険性もない。このことからテラヘルツ波は現在、電子部品や医薬品、文化財などさまざまな対象物の非破壊検査の光源として利用されつつある。当研究所ではこれまで、電力設備用の絶縁材料内部の非破壊検査や、半導体内部に隠された欠陥や劣化の検査など、テラヘルツ波を用いた新しい非破壊・非接触センシング技術の開発を行ってきた。前回本誌にて透過型計測系を利用した絶縁材料の透過特性評価や内部欠陥イメージングなどについて報告した(Laser Cross No.309、2013 Dec.)。しかし、実際の電力設備において、材料の透過特性を計測することは難しいため、本稿では、新たに構築した反射型計測系を用いた実験結果について述

べる。計測系の詳細については、当研究所2015年年報(pp.1-4)を参照されたい。

■ポリマー碍子剥離模擬欠陥検出

近年、外被材にシリコンゴムを用いたポリマー碍子を適用した電力機器の使用が開始されているが、有機材料からなるポリマー碍子の外部絶縁性能の経年変化についてはまだ十分な情報が得られていない。特に、ポリマーブッシングのFRP(繊維強化プラスチック)コアとシリコンゴム外皮の剥離や水分の侵入については、外観の調査では確認できないことから、非侵襲で内部の剥離等を検出する手法の開発が望まれている。我々は、テラヘルツ波によるポリマー碍子の内部欠陥検出を想定し、シリコンゴムを使用した模擬欠陥検出の測定を行った。厚さ1 mmのシリコンゴム平板と厚3 mmのFRP平板を用いて、表紙図(a)のような剥離模擬欠陥サンプルを製作した。反射特性の測定結果を表紙図(b)に示す。時間波形には3つのピークが存在し、早い時間から順にシリコン平板表面からの反射信号、シリコン平板裏面からの信号、そしてFRP表面からの信号であ

次ページへつづく▶



【図1】ケーブル被覆模擬サンプル概念図

る。2番目と3番目の信号ピークの時間差は5.3 psであった。光は空气中(屈折率=1)では1psで約300 μm 進行することから、シリコン平板とFRP平板間の空気およびテラヘルツ波の反射による往復を考慮すると、隙間の間隔は795 μm と求めることができる。我々の装置は更に短い時間差まで信号ピークを分離でき、最小で100 μm 程度の隙間の検出が可能である。

■模擬絶縁電線の浸水検出

電力用電線・ケーブルには、架設場所、送電電力量などに応じて多くの種類が存在する。中でも、銅線の周りをポリエチレン、架橋ポリエチレン樹脂で絶縁したOE、OC電線や、ポリエチレン層の外側を塩化ビニルにより耐環境性を向上させたCVケーブルが広く利用されている。これら絶縁層は、温度により膨張収縮を繰り返し吸湿する。我々は、銅線と絶縁被覆の間に水が浸透した場合を想定し、図1に示すような模擬サンプルを作った。厚さ0.4 mmのアルミニウム平板に直径8 mmの穴を3つ開けた。アルミニウム板の前面に厚さ2 mmの塩化ビニル板を密着し、後面の2つの開口部をテープで封じ、そのうち1つには水を封入した。テープの後ろには銅板を接着した。このように、(a)

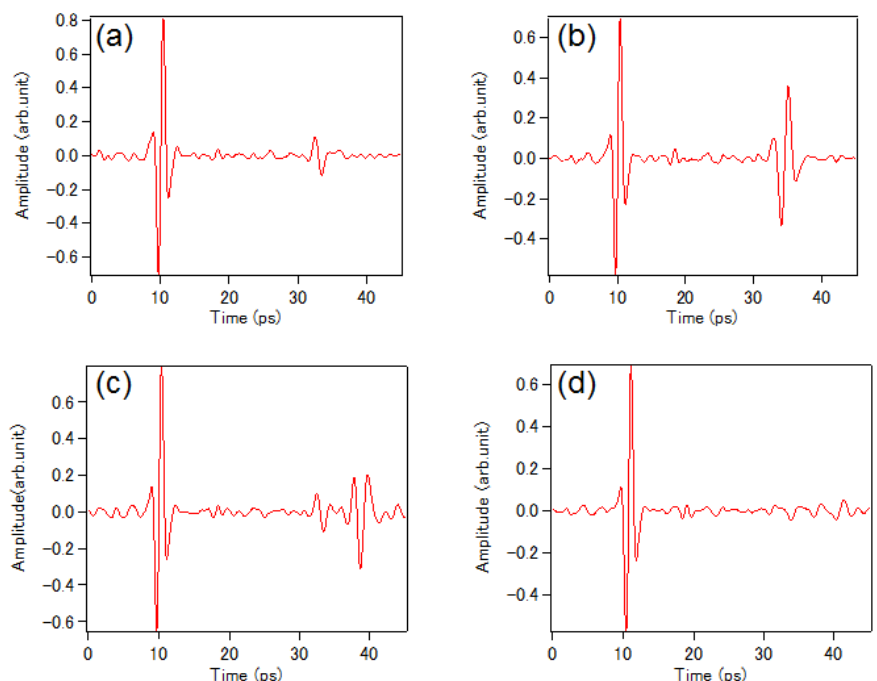
塩化ビニル板のみ(上開口部)、(b)塩化ビニル板とアルミニウム板(開口部以外)、(c)模擬剥離欠陥(下開口部空気層)と(d)模擬浸水欠陥(下開口部水層)の4つの異なったサンプルとした。それぞれの部分の反射特性の結果を図2に示した。図2(a)は、塩化ビニル板のみの信号で、塩化ビニル板の表面(10 ps付近)と裏面(33 ps付近)からの反射ピーク

が確認され、裏面の信号は塩化ビニルの吸収により減少することも分かる。塩化ビニル板とアルミニウム板が密着した図2(b)では、塩化ビニル板裏面の信号とアルミニウム表面の強い反射が重なっている。図2(c)は塩化ビニル板と銅板との間に空気層を含む模擬剥離欠陥部の信号で、塩化ビニル板の裏面反射(33 ps付近)と銅板の表面反射(38 ps付近)が完全に分離して確認できる。一方、水を封入した模擬欠陥部では、図2(d)に示すように、銅板表面からの反射は水に吸収されるため、図2(c)で確認できた38 ps付近の信号は確認できなかった。また、33 ps付近に存在した塩化ビニル裏面からの反射も減少した。これは、塩化ビニルと水との屈折率が近いために反射が減少したことによるものと考えられる。

■まとめと今後

テラヘルツ波反射測定装置を構築し、代表的な絶縁材料の反射特性を研究するとともに、掃引走査装置を導入することによりサンプルの模擬欠陥検出が可能であることを明らかにした。今後は、測定装置の空間分解能を改善するとともに、具体的な電力設備を想定し、その劣化診断へのテラヘルツ波の利用と技術的課題に取り組む予定である。

本研究は、関西電力からの受託研究により実施された。また実験装置構築および測定解析について、大阪大学レーザーエネルギー学研究センターの北原英明氏に多大なご指導を頂いた。この場を借りて感謝したい。



【図2】サンプルにより反射された時間信号

LiM2015国際会議報告

主席研究員 藤田雅之

◆国際会議LiM2015開催される

去る6月22～25日にドイツ・ミュンヘンの国際会議場でLiM2015(Lasers in Manufacturing 2015)が開催された。LiMは“World of Photonics Congress”(WoP)と呼ばれる巨大なイベントの一部となっており、2年おきに開催されている。LiMの参加者は約450名であった。WoP全体での来訪者はのべ30,000人で前回よりも10%増とのことである。巨大な展示会が併設されており、出展社数は1,227と報告されている。WoPは基礎科学をカバーするCLEO-EuropeとEQEC、応用分野をカバーするLiM(レーザー加工)、EOS(European Optical Society)主催のEOSMTOC(Manufacturing and Testing of Optical Components)、EOSOF(Optofluidics)、EOSMOC(Optomechanical

Engineering)、EOSLE(Light Engineering)、Optical Metrology(計測)、ECBO(生体/医療)といった主に8つの国際会議の集合体であり、いずれかに参加登録するとすべての会議および展示会に入場できる仕組みとなっている。

◆CFRPのレーザー加工

LiM2015では、CFRP(炭素繊維強化樹脂)のレーザー加工に関する講演が14件あった(独12件、日2件)。独は、シュツットガルト大学から3件、ミュンヘン工科大学、ハンブルグ工科大学、レーザーセンターハノーバー、フ라운ホーファーILTからそれぞれ2件、DresdenのIWS研究所から1件の講演があった。また、日本からは、阪大接合研、レーザー総研から各1件の講演があった。研究に用いられるレーザーはパルス幅200nsの1kW-

山中千代衛



創造と模倣コピーの時代

ジャーナリズムはまこと風の随に全くどの方向に吹くか不安定極まりない。要するに無責任なのだ。かつて女子のお手本と新聞で讃えられた小保

方晴子さんがSTAP細胞で味噌をつけると、これでもかこれでもかと懲罰のむちがとんでくる。とうとう早稲田大学の博士論文まで掘り出してコピーで作られたことになり、理研は審査料の返還を求めるという始末である。どうも戦後教育が誇りを植え付けず、自虐を旨としたためか、かつての矜持や自負心が若者に無となったのはまことに残念である。

そしてまたまた2020年東京五輪公式エンブレムをめぐるコピー疑義が一向に収束しそうにない。7月下旬、公式エンブレムのデザインがベルギーのある劇場のロゴに似ているとネットで話題になった。デザイナーの佐野研二郎氏は当然疑惑を完全否定した。世間もたまたま似たデザインになったと大人の受け止め方であった。ベルギーのデザイナーはIOCを相手取り地元の裁判所にエンブレムの使用差し止めを提訴してきた。

ところが佐野氏はサントリービールの賞品トートバッグのデザインの一部にコピーがあったと謝罪している。このためエンブレムをめぐる状況は一挙に不透明になってしまった。

おそらくデザインが似ているのか、似ていないのか、盗用があったのか、なかったのかは別にして、世間に不信感をもたれた以上、この一件はもう救いようがないのである。もう少し日本人は自信をもってコピーに頼らず自らの頭で独創性を発揮してもらいたいものだ。それにつけても戦後教育は全くよくなかった。日本の歴史、日本の伝統、日本の民族性を若者にちゃんと伝えなければ初中等教育は落第である。

一言付言。親を大事にするかとのアンケートで日、米、韓、中国の中、日本が最低なのである。米国よりも低い。親を大切にしない国に成り下がったのは偏に若者への教育の間違いである。

文部科学省はこれこそ自覚すべき第一歩だ。文部と科学は別の方がいい。

【名誉所長】

CO₂レーザー、数kWクラスのCW半導体レーザーやファイバーレーザー、ディスクレーザー、1kWクラスのピコ秒レーザー、紫外ナノ秒レーザー、サブナノ秒ファイバーレーザーと多種多様である。

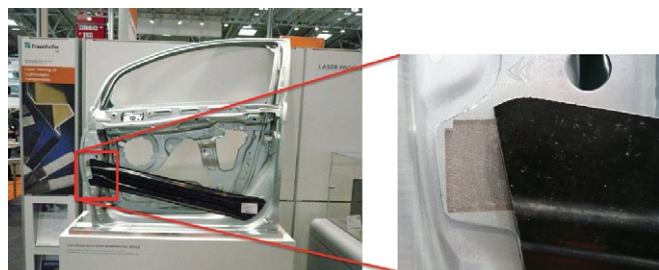
◆高速加工と高品質加工のトレードオフ

CFRPのレーザー加工(切断)には2つの方向性が見えてきた。1つはkWクラスのCWレーザーを用いていかに高速で切断できるのかを探る方向、ただし、熱影響領域(HAZ: Heat Affected Zone)は数100 μ mを許容する。もう1つは、短波長光や超短パルス光を用いていかにHAZが小さい(<数10 μ m)加工を実現できるのかを探る方向である。いずれの場合でも、レーザー光の高速掃引が不可欠となるが、掃引方法に工夫を凝らすことでHAZを抑制しようとノウハウが蓄積されてきている。例えば、同じ場所を何度も往復掃引させる(同じ場所に熱が溜まりやすい)よりも、切り代を設けて切り代の両端を先に溝加工してから切り代内部を除去していく手法や、1回または複数回の掃引毎に短い冷却時間(数10ms程度)を設ける手法などが確立しつつある。

◆金属/FRPの接合が実用化の第一歩か

会議ではCFRPの切断加工が数多く報告されていたが、展示会場では金属と熱可塑性樹脂を用いたFRP(CFRPまたはGFRP: ガラス繊維強化樹脂)の接合が実用味を帯びて展示されていた。金属とFRPは金属同士の溶接のように混じり合うことはなく、金属とFRPを密着させて熱をかけると融点が高い樹脂が先に溶けることになる。したがって、金属とFRPの接合では、溶けた樹脂に金属をいかに密着させるかがポイントとなる。

展示会場では、フラウンホーファーILTのブースに図1に示す様な金属(ドアパネル)とGFRPの接合サンプルが展示してあった。レーザーで金属側に粗面を形成して接合している。表面の粗さは数100 μ m程



【図1】金属(ドアパネル)とGFRPの接合例

度で、この金属面の突起が樹脂に食い込んでいる(アンカー効果)。またiwb (Institute for Mechanical Tools and Industrial Management)の展示ブースでは、FRPの柄と刃を模したアルミの接合が実演され、作製されたペーパーナイフ状のサンプルが配布されていた。CWファイバーレーザーを集光し3回、0°/45°/90°と方向を変えながら掃引してアルミ表面を荒らした後、FRPと密着させてアルミ側から半導体レーザーを照射して熱をかけ接合させていた。HCJ (Heat Conduction Joining)と呼ばれる手法である。

◆最新動向を俯瞰できる講演会

WoPでは、最新の研究成果を現場でどのように応用できるのか、を紹介する"Application Panels"と呼ばれる講演会が複数のテーマで企画されている。レーザー加工関連では、"Industrial Laser Applications"というテーマで5つの講演会(超短パルスレーザー加工、3Dプリンター、ガラス加工、等)、"Lasers and Optics"というテーマで3つの講演会(超短パルスレーザー、CW固体レーザーとファイバーレーザー、高出力半導体レーザー)が設けられていた。2時間ほどでそれぞれのトピックスに関する最新動向を把握することができる。

◆Phillips社のハイパワーVCSEL

"High-Power Diode Lasers"のApplication Panelsでは、端面発光LDと面発光LD(VCSEL)の現状と将来予測が紹介されていた。代表的な半導体レーザーメーカー5社から端面発光LDの高出力化・高輝度動向が紹介されるとともに、Phillips社からハイパワーVCSELの講演があった。直径30 μ m程度のVCSEL素子をアレイ状に並べて約2mm角のチップを形成し、56チップをマイクロチャンネル冷却の基板上(8.6mm×65mm)に配置し、駆動電流10Aで400W出力のエミッターが開発されていた。このエミッター6個をブロック化し、複数個並べることで65mm×2000mmの領域から100kWが出力できるとスケーリングが示されていた。また、122mm×87mm×60mmの4.8kW出力モジュールのデザインも紹介された。

◆次回の開催予定

今回のWoPは、2年後の2017年6月26~29日に開催される予定である。

主な学会等報告予定

10月18日(日)~22日(木) ICALEO 2015 (米国・アトランタ)

藤田 雅之「Evaluating Performance of CFRP Laser Cutting with Ultra-Short Pulses」

Laser Cross No.330 2015, Sep.

<http://www.ilt.or.jp>

発行/公益財団法人レーザー技術総合研究所 編集者代表/谷口誠治 〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4 大阪科学技術センタービル4F TEL(06)6443-6311 FAX(06)6443-6313

掲載記事の内容に関するお問い合わせは、編集者代表・谷口誠治までお願いいたします。
(TEL:06-6879-8761, FAX:06-6877-0900, E-mail:taniguchi@ilt.or.jp)