

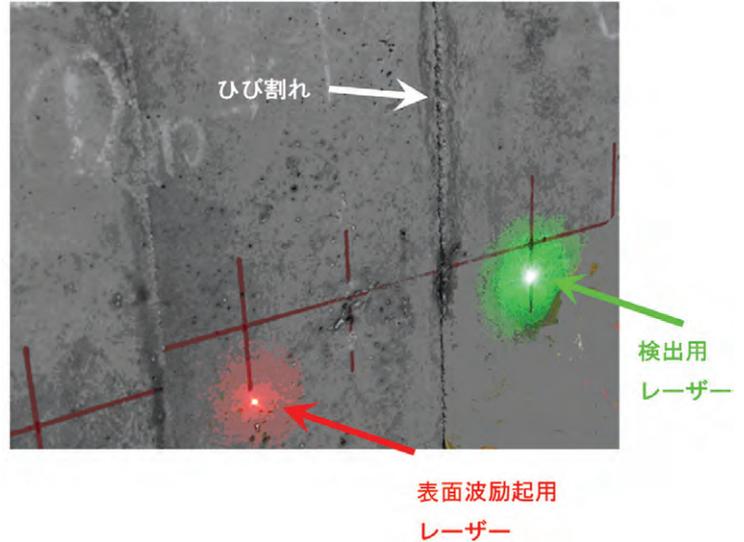
2011, Jun.

No. 279

CONTENTS

- レーザーによるコンクリートひび割れ深さ計測
- 石英ガラスの非線形屈折率の測定
- 古瀬裕章研究員がレーザー学会優秀論文賞を受賞
- 【光と蔭】ロボット大国の錯覚
- ILT2011 平成22年度研究成果報告会報告
- 主な学会等報告予定

【口絵】レーザーを用いたコンクリートひび割れ深さ計測実験



レーザーによる コンクリートひび割れ深さ計測

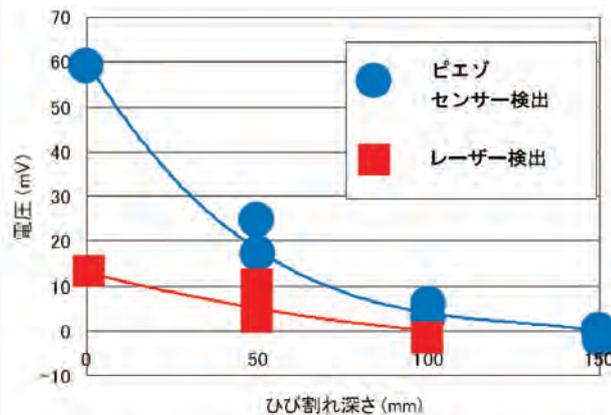
レーザー計測研究チーム チームリーダー 島田義則

■レーザーを用いたコンクリートひび割れ深さ計測を開始

コンクリート構造物の実現場における劣化状態調査において、より安全に精度良く調査が行える技術の開発が求められている。当研究所と関西電力(株)、および(株)環境総合テクノスは、遠方から非接触で行える高精度な検査技術の開発に着手した。

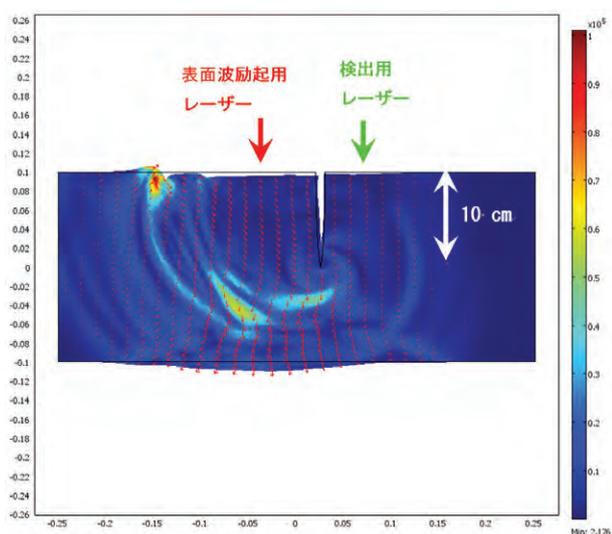
従来のひび割れ深さ評価法は、接触式超音波送信機

により、コンクリートに縦波超音波を励起して、縦波がひび割れの先端で回折して戻ってくる遅延時間等を計測して評価する方法である。しかし、回折して戻ってくる縦波の振幅は非常に小さく、コンクリート表面に接触させる計測法では可能であるが、非接触で遠隔から検出を行うレーザー法ではシグナル/ノイズ比が小さく、現状では計測が困難である。一方、表面波振幅は縦波のそれに比べ大きい。このため、当研究グループ



【図1(左)】ひび割れ深さに対するレーザー計測およびピエゾ計測で得られた電圧値

【図2(右)】ひび割れが存在する場合の表面波の進展過程(表面波励起用レーザー照射から80 μ s後)



は表面波を励起し、表面波がひび割れを通過する際の減衰特性や遅延時間等を利用して計測する方法を試みた。さらに、コンクリー

次ページへつづく▶

トは表面が粗いため通常のレーザー干渉計では計測が困難であるので、フォトリフラクティブ効果を用いた波面補正技術を使用した。

■実験結果

ひび割れ深さに対する表面波の減衰特性を図1に示す。表面波振幅はひび割れ深さに対して急激に減衰するものの、表面波励起用レーザー照射から表面検出までの時間遅れを計測することで、ひび割れ深さを評価することができた。このように、表面波の振幅減衰と時間遅れを用いることで精度の良いひび割れ深さ計測が行えた。図2にシミュレーションで得られた励起用

レーザー照射から80 μ s後のコンクリート内部応力と表面の変形を示す。励起用レーザー照射により発生した内部応力がひび割れ先端を迂回し、ひび割れをまたいだ表面まで到達することで、表面波を励起させる過程が見て取れる。シミュレーション結果は実験値とほぼ一致した。

■今後の展開

表面波振幅と到達時間遅れを計測する手法で10cm程度までのひび割れ深さを検出できた。今後、シグナル/ノイズ比を向上させることにより、さらに深いひび割れを計測すること等を目指す。

石英ガラスの非線形屈折率の測定

レーザー技術開発室 本越伸二
大阪大学レーザーエネルギー学研究センター 三上勝大

レーザー装置に使用される光学素子に発生するレーザー損傷は、装置の性能を制限する大きな原因の1つになっている。我々は種々の光学素子のレーザー損傷耐力(閾値)の評価を行うとともに、損傷機構の解明、高耐力化の研究を進めている。

レーザー損傷以外にも装置の性能を制限する要因がある。その1つが光学素子の非線形光学効果である。入射レーザー強度の増加に伴い増加する非線形屈折率は、光学材料中に屈折率分布を作り、レンズ効果を引き起こし(自己収束)、空間強度分布の変化やレーザー損傷の原因になっている。

■非線形屈折率の測定法

非線形屈折率は過渡現象であり、高強度のレーザー光が入射された時のみに発生する。それを評価するためには、レーザー光が入射したときの屈折率の時間変化を計測する必要がある。

非線形屈折率の測定方法として、一般に、Zスキャン法が用いられている。通常のレンズを通過したレーザー光は、強度(ビームサイズ)を変えながら伝搬する。そこに光学材料を挿入すると、その位置(強度)に応じて非線形屈折率を生じるため、材料通過後の発散角の計測することにより非線形屈折率を求めることができる。

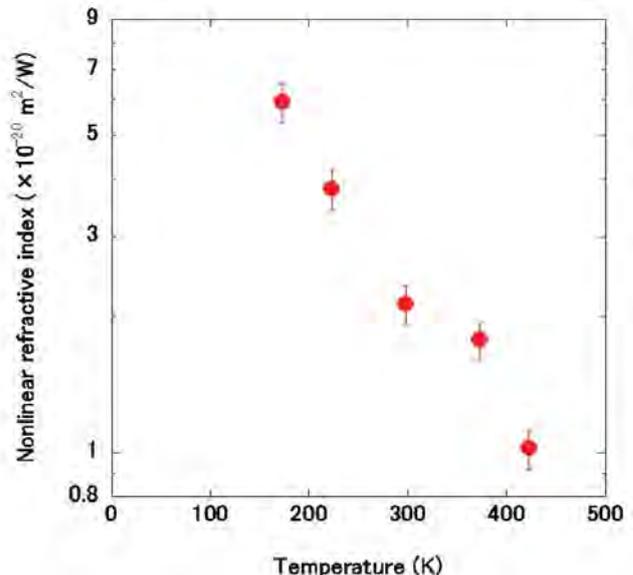
■非線形屈折率の温度依存性

石英ガラスを異なった温度で保持したときに、Zスキャン法により求められた非線形屈折率を図1に示す。非線形屈折率の単位は、 m^2/W であり、レーザー強度の W/m^2 の逆数として示される。石英ガラス材料の非線形屈折率は、 $10^{-20} m^2/W$ オーダーであった。通常、

光学設計に考慮される線形屈折率は、 10^3 オーダーであることから十分に小さいように見える。しかし、パルス幅がピコ秒以下の高強度レーザーでは、容易にビームの波面(位相面)を変える値である。非線形屈折率が低温になるに従い増加し、170Kでは室温の3倍程度まで大きな値になることが判った。

■非線形屈折率のデータベースも

レーザーの高強度化に伴いレーザー損傷とともに非線形屈折率も重要なパラメータになっている。今後さらに異なった光学材料の非線形屈折率を評価し、レーザー装置設計、光学系設計の基礎データを積み上げていきたい。



【図1】石英ガラス材料非線形屈折率の温度依存性

古瀬裕章研究員がレーザー学会 優秀論文賞を受賞

古瀬裕章研究員は、「次世代大出力レーザーのためのジグザグアクティブミラー増幅器の開発」で、レーザー学会学術講演会第31回年次大会優秀論文賞を受賞しました。5月25日にホテル阪急エキスポパークで開かれたレーザー学会第39回通常総会において、授賞式が執り行われました。

【写真】授賞記念写真。前列一番左が古瀬研究員



山中千代衛



……171

ロボット大国の錯覚

ロボットはチェコの劇作家カレル チャペックの造語で「奴隷」の意である。感情も思考もなくただ他人の意のままに機械的に働くものを意味している。原発事故の現場に4月17日登場したのは米アイロボット社が開発した軍用ロボット「パックボット」であった。同日11am、「パックボット」は東電社員の遠隔操作で原子炉1号機のタービン建屋から、二重扉を開けて原子炉建屋に入り、内部の放射線量、温度、湿度などを測定してきた。このニュースに接し「なぜ日本のロボットが真っ先に入らないのか」と失望を禁じ得なかった日本人は多数にのぼったのでなかろうか。

パックボットは中東の戦争で敵兵が潜む洞窟に突入したり、路肩爆弾を処理して危険な作業から兵士達を解放し、多くの人命を救った実績がある。同社はよく知られたように掃除ロボット「ルンバ」を開発し、全世界で500万台以上の売上げを達成しているベンチャー企業である。わが国の産業用ロボットは自動車生産を始め製造業の各分野で国際的な定評を得ている。人型ロボットでも世界をリードしていて、ホンダの「アシモ」やソニーのペットロボット「アイボ」などイベント会場の人気者になってはいるが実用性はない。大切な市場であるサービス分野でロボットの研究と実用化の間に深い乖離がある。

1999年9月30日茨城県東海村のJCOの核燃料加工施設で臨界事故が発生し、ウラン溶液が臨界に達し核分裂連鎖反応が発生し、中性子線を浴びた作業員2人が死亡した。このような危険な場所でロボットを使用できないかの声が高まり、2000年1月通産省は同年の第2次補正予算で「原子力防災支援システム」の開発に単年度30億円の補助金を準備した。これに三菱重工、日立製作所、東芝、仏サイバネティクスが応募し、同年6月からそれぞれ4機のロボット マルス、スワン、スマート、メニールの開発を始め、当時利用可能な技術をかき集め7ヶ月で製作を完了し、予算年度ギリギリ2001年3月22日～23日に間に合わせ実証実験に至った。ついで2001年6月の実用化評価において利用サイドが出した結論は「改良の余地があり、すぐには利用不可」であった。この辺にいかにも付け焼き刃の技術政策の欠点が見て取れる。新規開発品は当然trial and errorで磨き上げることが大切である。原子力安全神話も大きなブレーキであったのだろう。

国の予算で一定期間研究し、成果報告を提出すれば完了ということでは実用価値は生まれない。人型ロボット偏重の趣味的研究から脱し、さらなる実用化へ自由な発想が望まれる。規制の緩和も大切で実環境でロボットが運用できなければ労働力不足の事態にロボットを活用するという戦略は絵に描いた餅となる。

日本のロボット技術は真の評価に十分答えられる実力の涵養が求められる。ロボットは実用に耐えてこそロボットである。絡繰り人形のショーで終わってはならない。

【研究名誉所長】

ILT2011 平成22年度研究成果報告会

大阪会場

日時／平成23年7月5日(火)10:00～17:30
場所／千里ライフサイエンスセンター5階 サイエンスホール
大阪府豊中市新千里東町1-4-2 TEL 06-6873-2010

◆プログラム(大阪会場)

- 10:00～挨拶 所長 井澤靖和
10:10～特別講演 「光・レーザー技術による新産業創成」
技術研究組合次世代レーザー加工技術研究所 理事長
社団法人レーザー学会 会長 中井貞雄氏
当研究所の研究概要 副所長 中塚正大
- 11:00～高出力、高品質レーザーを目指して！
全反射アクティブミラー増幅器の熱解析 研究員 古瀬裕章
全反射とアクティブミラー増幅器を組み合わせた新方式で、理想光源の開発を試みて
いる。高出力動作時の結晶温度、波面等の熱解析を実験的に行い、キロワット級出力の
ための新しい知見を得たので報告する。
- 11:50～(休憩)
12:40～核変換性能の向上！コンプトン散乱核変換実用化に向けて
主席研究員 今崎一夫
高エネルギー γ 線を大量に照射するとTRUは核分裂をおこす。これを利用しエネルギー
増倍=中性子増倍を引き起こす。(n, γ)反応により2次核変換を行ない超長寿命
核を全て核変換する。
- 13:10～省エネ性能を向上！軽量アルミ合金の低摩擦加工
主席研究員 藤田雅之
フェムト秒レーザーを用いて摺動面に微細構造を形成することで表面摩擦の低減が可
能となる。油圧ポンプ等で用いられている軽量アルミ合金のレーザー加工特性をうまく
利用すると表面形状を制御でき摩擦低減効果が確認された。
- 13:40～液体中で作る！液相レーザーアブレーションによる金属ナノ粒子
研究員 谷口誠治
液相レーザーアブレーション法は様々な機能を持つナノ粒子を簡便に作成する手法し
て知られる。講演では、二酸化チタンナノ粒子の生成に関する研究を中心に、金属の酸
化、還元を伴うナノ粒子生成法について報告する。
- 14:10～量産機開発！高効率極端紫外(EUV)光源を実現するプラズマ条件
研究員 砂原 淳
2016年量産開始予定である回路線幅22nmの次世代半導体製造用光源として、EUV光
源開発を行っている。EUV発光効率を理論的限界に近づけるためにはどうすればいい
か、放射流体シミュレーションを中心に報告する。
- 14:40～新しいロケットエンジン！
レーザーアブレーションによるロケットエンジン着火の
シミュレーション 研究員 古河裕之
レーザーアブレーションによるロケットエンジン着火に関する理論的研究
を行い、ロケットエンジン着火に必要な最小レーザーエネルギー、最適パルス波形など
を見積もる。
- 15:10～ポスター発表
15:40～自社ミラーの損傷閾値がわかる！ 主任研究員 本越伸二
355nm用ミラーの損傷データベース
レーザー装置を設計、使用する上で、出力の上限を理解する事が重要である。そのため
には光学素子の「レーザー損傷閾値」を把握する必要がある。今回は国内外素子メーカ
の紫外用光学素子のデータベース化試験結果を報告する。
- 16:10～ストップ地球温暖化！レーザーで二酸化炭素を測る
研究員 染川智弘
温室効果ガスであるCO₂はレーザーと相互作用させることで濃度評価が可能である。
大気中では白色光レーザーの赤外域を利用した吸収分光、水中の濃度評価手法として
ラマン散乱を利用した水溶存CO₂の測定を紹介する。
- 16:40～実用化が見えた！レーザーコンクリート劣化検査
主任研究員 島田義則
レーザーを利用したコンクリート欠陥検出のためのリモートセンシング技術開発を
行った。シグナル/ノイズ比の向上、橋梁コンクリートの欠陥検査実験、および実用化
への課題について報告する。
- 17:10～技術相談

◆ポスター発表(大阪会場)

- コンプトン散乱による核変換 (今崎一夫)
小型テラヘルツ源研究開発 (李 大治)
フェムト秒レーザーを用いた軽量アルミ合金の低摩擦加工 (藤田雅之)
TRAMを用いた10kW増幅器の概念設計 (古瀬裕章)
白色光ライターの開発 (染川智弘)
レーザーリモートセンシング装置を用いたコンクリート欠陥検出 (島田義則)
レーザーを用いた硝子塩分計測 (島田義則)
355nm用ミラーのレーザー損傷データベース化試験 (本越伸二)
Coherent Beam Combining (CBC) Using Interferometric Phase Compensation Technique (ハイク コスロービアン)

東京会場

日時／平成23年7月12日(火)13:00～17:00
場所／メルパルク東京 3階 牡丹
東京都港区芝公園2-5-20 TEL03-3433-7210

◆プログラム(東京会場)

- 13:00～挨拶 所長 井澤靖和
13:10～泰山賞贈呈式
◇レーザー功績賞
大出力レーザーと慣性核融合の先導的研究ならびに
レーザー学会創立等による永年の科学技術への顕著な貢献
山中千代衛氏
- ◇レーザー進歩賞
ファイバーレーザー、セラミックレーザーなど
高出力レーザーの開発と応用に関する研究 植田憲一氏
当研究所の研究概要 副所長 中塚正大
省エネ性能を向上！軽量アルミ合金の低摩擦加工
主席研究員 藤田雅之
フェムト秒レーザーを用いて摺動面に微細構造を形成することで表面摩擦の低減が可
能となる。油圧ポンプ等で用いられている軽量アルミ合金のレーザー加工特性をうまく
利用すると表面形状を制御でき摩擦低減効果が確認された。
実用化が見えた！レーザーコンクリート劣化検査
主任研究員 島田義則
レーザーを利用したコンクリート欠陥検出のためのリモートセンシング技術開発を
行った。シグナル/ノイズ比の向上、橋梁コンクリートの欠陥検査実験、および実用化
への課題について報告する。
- 15:05～ストップ地球温暖化！レーザーで二酸化炭素を測る
研究員 染川智弘
温室効果ガスであるCO₂はレーザーと相互作用させることで濃度評価が可能である。
大気中では白色光レーザーの赤外域を利用した吸収分光、水中の濃度評価手法として
ラマン散乱を利用した水溶存CO₂の測定を紹介する。
- 15:30～(休憩)
15:45～核変換性能の向上！コンプトン散乱核変換実用化に向けて
主席研究員 今崎一夫
高エネルギー γ 線を大量に照射するとTRUは核分裂をおこす。これを利用しエネルギー
増倍=中性子増倍を引き起こす。(n, γ)反応により2次核変換を行ない超長寿命
核を全て核変換する。
- 16:10～量産機開発！高効率極端紫外(EUV)光源を実現するプラズマ条件
研究員 砂原 淳
2016年量産開始予定である回路線幅22nmの次世代半導体製造用光源として、EUV光
源開発を行っている。EUV発光効率を理論的限界に近づけるためにはどうすればいい
か、放射流体シミュレーションを中心に報告する。
- 16:35～自社ミラーの損傷閾値がわかる！ 主任研究員 本越伸二
355nm用ミラーの損傷データベース
レーザー装置を設計、使用する上で、出力の上限を理解する事が重要である。そのため
には光学素子の「レーザー損傷閾値」を把握する必要がある。今回は国内外素子メーカ
の紫外用光学素子のデータベース化試験結果を報告する。
- 17:00～技術相談

■開催概要、お申し込み

- <定員> 大阪会場80名、東京会場70名(定員になり次第締め切らせて頂きます)
<参加料> 無料
<資料代> 非賛助会員 3,000円(賛助会員、理事会社等 無料)
<参加申込> 必要事項(会社名・機関名、所属・役職、お名前・ご連絡先・参加
開催場所(大阪・東京)等)をご記入のうえ、FAXまたはE-mailで
お申込下さい。なお、参加証は発行いたしません。
<申込先> 財団法人レーザー技術総合研究所 総務部(担当:小野田・諸白(TEL))
〒550-0004 大阪市西区靱本町1丁目8番4号
TEL 06-6443-6311 FAX 06-6443-6313 E-mail seika@ilt.or.jp

主な学会等報告予定

6月26日(日)～30日(木) 38th International Conference on Plasma(アメリカ・シカゴ)
砂原 淳「Numerical Simulation of Laser-produced Plumes」

7月10日(日)～15日(金) Femto10(スペイン・マドリッド)
ハイク コスロービアン「Fluorescence dynamics and photoconductivity effect in PYP single crystals」

Laser Cross No.279 2011, Jun.

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

発行/財団法人レーザー技術総合研究所 編集者代表/島田義則 〒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・島田義則までお願いいたします。
(TEL:06-6879-8737, FAX:06-6878-1568, Email:shimada@ile.osaka-u.ac.jp)