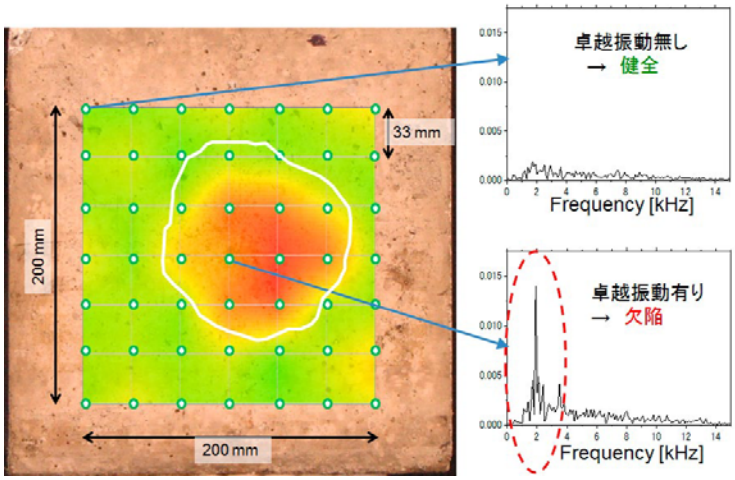
ISSN 0914-9805
Institute for Laser Technology
LASER CROSS レーザー・クロス
2016, Jun.
No. 339

CONTENTS

▌レーザーを用いたインフラ構造物の健全性評価技術
▌島田主任研究員が
日本鉄道サイバネティクス協議会表彰「論文賞」を受賞
▌【光と蔭】日本人の将来感の欠如
▌ILT2016 平成27年度研究成果報告会プログラム
▌主な学会等報告予定



【表紙図】高速振動検出レーザー干渉計測装置によるコンクリート欠陥検出実験結果（赤色領域）と打音法による検査結果（白線で囲った部分）との比較

レーザーを用いたインフラ構造物の健全性評価技術

レーザー計測研究チーム　島田義則

◆はじめに

近年、高度成長期に建設されたコンクリート構造物の老朽化が大きな社会問題となっている。鉄道ではトンネルの覆工コンクリートが剥落して新幹線のパンタグラフや屋根を損傷した事故や、高速道路では吊り天井が崩落した事故などが起こっており、構造物の健全性を効率よく診断できる技術の開発が求められている。

コンクリート構造物の健全性評価には現在、主として打音検査法が用いられている。打音検査法は作業員がハンマー等でコンクリートを打撃し、その音でコンクリートの欠陥を検知する方法である。この方法はハンマー等で打撃するだけなので非常に簡易に検査が可能である利点を有するが、検査員が大面積を検査するとなると、労力がかかることや、人の耳での判断となるため客観的データに乏しいこと、さらに以前の検査と比較した劣化進行状況（経年劣化）の把握が困難であることなどの問題がある。このため、打音検査法にかわる低コスト、高速、高精度な新しい検査手法の開発が求められている。

当研究所では、打音検査法にかわる手法として、レーザーを用いた欠陥検出技術（レーザー法、図1）を開発し、トンネル覆工コンクリートの欠陥検出[1]、コンクリートひび割れ深さの計測[2]、鋼板補強高架橋床版の浮き検出、水中でのコンクリート壁の欠陥検出など、さまざまな応用への展開を目指し研究を行ってきた。本稿では、トンネル覆工コンクリートと高架橋床版を対象とした研究、および水中のコンクリートを対象とした研究の概要について述べる。

◆トンネル覆工コンクリートの欠陥検出

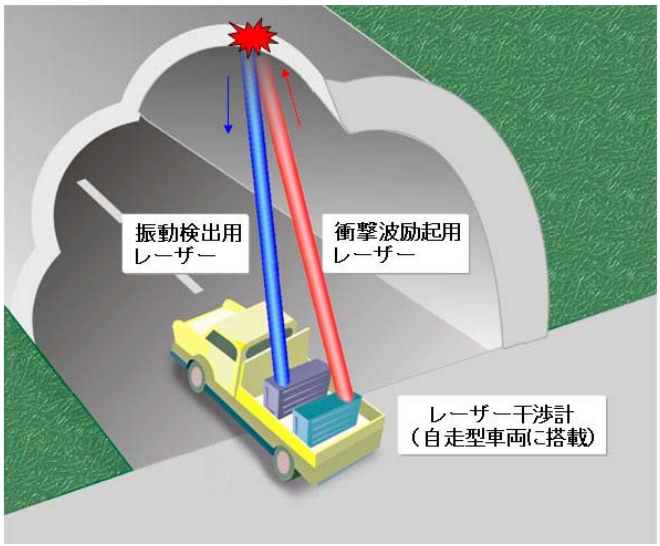
トンネル覆工コンクリートの欠陥検出の研究は、西日本旅客鉄道株式会社とともに実用化を目指して進めてきた。これまでに山陽新幹線トンネルで実験を行い、レーザー法によるコンクリート欠陥検査が可能であることを示した。現在は、新幹線トンネルの中央通路を自走してトンネル覆工コンクリート検査を行う小形装置の開発に取り組んでおり、その性能確認試験を実施中である。また、内閣府が推し進めるSIPプログラムの支援の下、更なる検査速度の向上を目指して日本原

次ページへつづく▶

子力研究開発機構(現　量子科学技術研究開発機構)とともに研究を行っている。平成27年度は、当研究所が構築した高速振動検出レーザー干渉計測装置と、日本原子力研究開発機構が開発した高速繰り返し衝撃波励起用レーザーを組み合わせた欠陥検出システムを開発(Laser Cross No.337、2016 Apr.)し、高速(繰り返し25Hz)でのコンクリート欠陥検出実験を行った。表紙図に実験結果を示す。200×200mmのエリア内で7×7点のラスタースキャンを行い、コンクリートの欠陥を計測した。白丸点が計測を行った箇所である。左上部分(健全部)と中央部(欠陥部)の各振動スペクトルを表紙図(右)に示す。健全部ではコンクリート表面振動は観測されないが、欠陥部では2kHzの卓越振動が計測された。また本装置では、各点における計測データをコンクリート平面上にマッピングすることで(2次元マッピング)、欠陥部の大きさや形状を推定することが可能である。図中赤色領域は2次元マッピングにより得られた欠陥部(卓越振動数が現れる箇所)、緑色領域は健全部(卓越振動数が観測されない箇所)である。従来法である打音法による欠陥箇所(白実線で囲んだ領域)と比較すると、欠陥形状は両手法でほぼ一致することがわかった。また、このエリア(200×200mm)での計測から欠陥部の評価、結果の表示までに要する間はわずか2秒であり、検査の高速化にも成功した。

◆鋼板接着高架橋床版の欠陥検出

高架橋では車両の走行によって橋梁自体がたわみ、床版は交通量に比例して劣化が進むことが分かっている。劣化が進むとコンクリートの強度が低下して橋の崩落につながる可能性がある。コンクリートの強度低下を補うためにコンクリート床版の下に鋼板をボルトで固定して、その隙間を樹脂で密着させる鋼板接着高架橋床版技術が一部の高架橋で採用されている。この方法は劣化しつつあるコンクリートの補強方法として簡便であるが、鋼板と樹脂とが何らかの理由で剥離を起こしてしまうと強度が保てなくなる。このため鋼板が樹脂と密着していることを確認するために定期的に打音検査法が行われる。しかし、この検査は高所作業車等を用いて鋼板近くまで接近する必要があることや防鳥ネット等があるとそれを取り外す必要がある等の課題がある。当研究所では高所作業車を用いることなく、レーザーで橋梁下から鋼板の浮きを検査する技術の開発を進めている(Laser Cross No.324、2015 Mar.)。



【図1】レーザーを用いたトンネル覆工コンクリート検査の概念

平成27年度は、軽トラックにレーザー装置を積載し、実際の橋梁を計測対象に野外試験を行った。その結果、いくつかの箇所で鋼板の浮きを検出することができた。

◆水中コンクリート施設への応用

コンクリート建造物は上記のような大気中で使用されるものだけではなく、貯水施設のように水中で使用されるものも多い。水中施設のコンクリート検査は基本的に、貯水を抜いた後で打音法により行われるため、その頻度は数年に一度程度と低い。水を抜かずにコンクリートの欠陥検査ができればコンクリート構造物の保守管理に役立つ。当研究所では、水中でレーザーをコンクリートに照射し、コンクリートの振動を励起してその振動モードからコンクリートの欠陥検出を行う基礎研究を進めている(Laser Cross No.333、2015 Nov.)。平成27年度はレーザー波長の違いやレーザーエネルギーを変化させた場合のコンクリート振動振幅の違いを評価した。

◆最後に

我々が開発した検査技術は、上記のようなトンネルや高架橋のみならず、他のインフラ構造物にも適用可能な汎用性の高い高速遠隔検査システムである。今後さらに応用範囲を広げていきたい。

参考文献

1) 島田義則、他、非破壊検査、61(10)、p. 519、(2012).
2) 倉橋慎理、他、コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレードシンポジウム論文、11, p299, (2011).

島田主任研究員が日本鉄道サイバネティクス協議会表彰「論文賞」を受賞

レーザー計測研究チーム島田義則主任研究員が、平成27年度日本鉄道サイバネティクス協議会表彰において論文賞（会誌技術情報部門優良賞）を受賞いたしました。本表彰は、（一社）日本鉄道技術協会の特定部会である同協議会が、会誌「サイバネティクス」に掲載した技術論文の中から特に優秀なものを選定し、表彰する制度です。今回は、当研究所が西日本旅客鉄道（株）（JR西日本）、（公財）鉄道技術研究所（JR総研）と共同で発表した「レーザを用いたコンクリート剥離検知装置の開発」が高く評価されての受賞となりました。島田主任研究員は、本技術に関してレーザー学会進歩賞（Laser Cross No.305）、土木学会技術開発賞（Laser Cross No.317）に続いての受賞となり、遠隔コンクリート検査技術への期待が社会的にも高まりを見せていることがうかがわれます。今後も同研究員ならびにレーザー計測研究チームの活躍にご期待いただきたく思います。

【写真】表彰式にて。左から御崎哲一氏（JR西日本）、島田、篠田昌弘氏（JR総研）

5月29日にホテルメトロポリタンエドモンド（東京都）にて表彰式が行われ、賞状ならびに記念品が授与されました。

山中千代衛 花信……226

日本人の将来感の欠如

今年は年初から国際的な不安定が続いている。

それにも増してもっと大きな問題がある。それは日本国の将来に対する優柔不断、いい加減な対応である。

日本人は殆んど多様性のない社会に安住している。まるで江戸幕府体制に戻ったようである。明治維新で国を開き、日清、日露の戦いに勝利を得た世界構想は、その後日米大戦に敗退し思考停止の状況にある。

安定な生活が送れればいいという考えの下、他人と異なることをしないでおこうという思想である。この思考停止とも言える知的決断を避ける文化を直さなければ、日本の将来はない。これはもう日本人の民族性と言えるのかもしれない。

党益、省益、会社益、地域益など自分の属する仲間益しか考えない。国全体、社会全体で何をすべきか思いを致さず近視眼的に既得権益を守ろうとする。

中国では習近平が国家百年の計を語っている。一方日本の政治家は誰一人として将来の日本のあり方を考えていない。

先の大戦のショックは余りにも大きい。米国の思いのままの状況が続いている。

大和魂は桜と共に散ってしまった。伊勢賢島でのG7サミットで日本の新しいリーダーシップを発揮してもらいたいものだ。（5月2日記）

【名誉所長】

ILT2016 平成27年度研究成果報告会プログラム

大阪会場

日時／平成28年7月8日(金)10:00～17:00
場所／千里ライフサイエンスセンター 8階 801.2号室
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～ 開会挨拶　所長　井澤靖和
10:05～ 特別講演
「動き出したレーザーの新しい産業応用
－照明、ディスプレイから植物工場まで－」
大阪大学光科学センター　副センター長・特任教授
山本和久氏
10:55～ 当研究所の研究概要　副所長　中塚正大
11:05～ ここがサイテキ！ CFRPのレーザー加工
主席研究員　藤田雅之
11:30～ kWクラス！ クライオジェニックYb:YAGレーザー
副主任研究員　ハイク コスロービアン
11:55～ －　昼食休憩　－
13:00～ レーザー損傷しきい値の標準化へ！ 多層膜偏光子のデータベース化　主任研究員　本越伸二
13:25～ 100Wを超える出力達成！極端紫外光源開発の成果と今後の課題　副主任研究員　砂原　淳
13:50～ レーザーでリサイクル！ 還元金属ナノ粒子の作製と応用　副主任研究員　谷口誠治
14:15～ レーザーで海中探査！水中ガスラマンライダーの開発　副主任研究員　染川智弘
14:40～ －　休　憩　－
14:50～ ポスター発表
15:20～ 電力絶縁設備をチェック！ テラヘルツ波による劣化・欠陥検出　研究員　李　大治
15:45～ 瞬く間に計測！ レーザーによる高速遠隔コンクリート欠陥検査　研究員　倉橋慎理
16:10～ 音から光へ！ 打音検査に代わるレーザーによるコンクリート健全性評価技術　主任研究員　島田義則
16:35～ 閉会挨拶　事務局長　松村宏治
16:40～ 技術相談

東京会場

日時／平成28年7月15日(金)13:00～17:00
場所／KKRホテル東京 11階 白鳥の間
東京都千代田区大手町1-4-1 TEL 03-3287-2921

◆プログラム(東京会場)

13:00～ 開会挨拶　理事長　大石富彦
13:05～ 当研究所の研究概要　副所長　中塚正大
13:15～ ここがサイテキ！ CFRPのレーザー加工
主席研究員　藤田雅之
13:35～ kWクラス！ クライオジェニックYb:YAGレーザー
副主任研究員　ハイク コスロービアン
13:55～ 電力絶縁設備の劣化診断！ テラヘルツ波による劣化・欠陥検出技術の研究　研究員　李　大治
14:15～ レーザーで海中探査！水中ガスラマンライダーの開発　副主任研究員　染川智弘
14:35～ レーザーでリサイクル！ 還元金属ナノ粒子の作製と応用　副主任研究員　谷口誠治
14:55～ －　休　憩　－
15:10～ 100Wを超える出力達成！極端紫外光源開発の成果と今後の課題　副主任研究員　砂原　淳
15:30～ レーザー損傷しきい値の標準化へ！ 多層膜偏光子のデータベース化　主任研究員　本越伸二
15:50～ 音から光へ！ 打音検査に代わるレーザーによるコンクリート健全性評価技術　主任研究員　島田義則
16:20～ 泰山賞贈呈式
レーザー功績賞　伊賀健一氏
レーザー進歩賞　兒玉了祐氏
17:00～ 閉会挨拶　所長　井澤靖和
17:10～ 懇親会

■開催概要、お申し込み

【定　　員】大阪会場70名、東京会場70名
【参　加　費】無料
【資　料　代】非賛助会員 3,000円
(賛助会員、理事・評議員会社等　無料)
【参 加 申 込】参加申込は下のURLからお願いします
http://www.ilt.or.jp/event-seika-form.html
【問い合わせ】公益財団法人レーザー技術総合研究所総務部

◆ポスター発表(大阪会場)

- CFRPレーザー加工のパルス幅、波長依存性
- レーザーラマン分光法を用いた変圧器の異常診断手法の開発
- CWマルチパス増幅器の線形損失を含んだ特性解析
- レーザーを用いたインフラ構造物の健全性評価技術
- レーザーによる水中コンクリート構造物内部欠陥検出技術の開発
- Laser technology for remote inspection of highway bridges.
- コンクリート欠陥検査のためのレーザー高速掃引技術の開発
- テラヘルツ波によるポリマー碍子非破壊診断
- フェムト秒レーザー計測による酵素の機能阻害効果の研究
- 極端紫外光源開発における輻射流体シミュレーション
- レーザーピーニングにおける残留応力生成の解析
- 平成27年度レーザー損傷耐力データベース化試験

主な学会等報告予定

6月27日(月)～7月1日(金) 17th International Conference "Laser Optics 2016"(サンクトペテルブルグ)
ハイク コスロービアン 「Coherent Combining of High Average Power Nanosecond Pulse Laser Beams」

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。
(E-mail:taniguchi@ilt.or.jp)