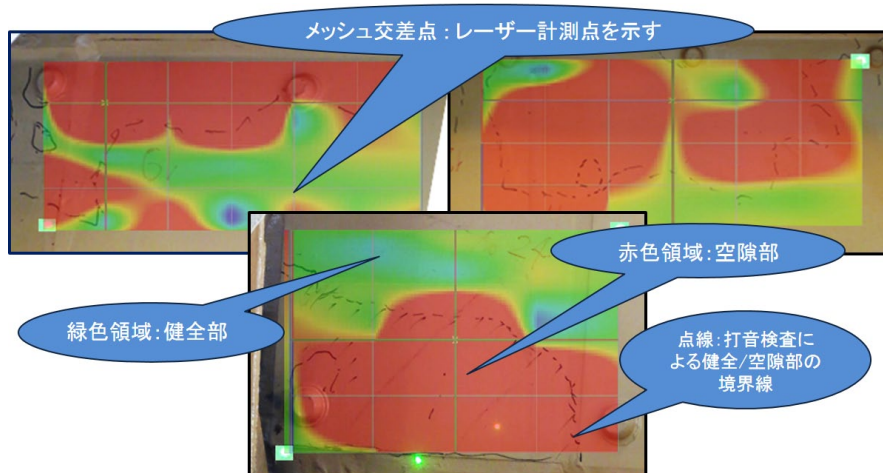


CONTENTS

- レーザーによる高架橋鋼板接着床版の遠隔検査技術の開発
- ILTの最新技術を紹介!レーザー EXPO2018
- 倉橋研究員がレーザー学会第38回年次大会
- 「優秀論文発表賞」を受賞
- ILT2018 平成29年度研究成果報告会(大阪会場)
- 主な学会等報告予定



【表紙図】レーザーによる高架橋床版の遠隔検査例(3カ所)
床版の浮き(空隙)を計測(打音検査とほぼ一致する)

レーザーによる高架橋鋼板接着床版の遠隔検査技術の開発

レーザー計測研究チーム 島田義則、オレグコチャエフ、倉橋慎理

■はじめに

高速道路などの高架橋の床版には、強度の補強を行うため鋼板接着床版が用いられている。この接着が経年劣化などによりはく離すると、強度を保持できず構造物自体の劣化につながる可能性がある。床版の健全性評価には主に打音検査法(床版をハンマーでたたき、その反響音で異音を判別する手法)が用いられるが、危険性をともなう高所作業が必要となることや、定量的なデータを蓄積することができないなどの欠点があり、これに代わる安全で定量的な遠隔検査法の開発が求められている。当研究所では、床版の鋼板部分にパルスレーザーを照射してインパクトを与え、発生した振動をレーザー干渉計により計測し、はく離により発生した床版の浮き(空隙)の有無を高速・高精度で遠隔検査する技術を開発してきた(Laser Cross No. 355,

2017 Oct. 他)。本稿では、実用化を目指したコンパクトな可搬型レーザー検査システムの構築と、実橋梁で行ったフィールド試験、および鋼板の厚みを計測するためのレーザー遠隔計測技術の開発に関して報告を行う。

■可搬型検査システムによるフィールド試験

図1に、構築したコンパクトな可搬型レーザー検査システムの外観を示す。軽トラックにレーザー計測装置や制御装置および結果表示用のモ



【図1】可搬型レーザー検査システム



【図2】計測時の様子(レーザー入射角を鋼板平面に対して45度にして計測)

射する。

表紙図に、レーザーをラスタースキャンして得られた検査結果の例(計3カ所)を示す。検査はすべて同じ高架橋で実施した。表紙図は床版写真の上に検査結果を上書きしたものである。赤色の領域が浮きの部分(空隙部)、緑色の領域が健全部である。床版に黒点線でチョーキングされている部分は、ハンマーでの打音検査により判定された空隙部である。レーザー照射による検査点の間隔が広いと、ハンマーによる検査結果とは正確には一致しないが、空隙部の領域をほぼとることができた。また図2に示すように、床版へのレーザーの入射角度を変更した場合や、騒音レベルが85 dBを超える状況での計測も実施し、健全性の検査が可能であることを確認した。

■レーザー超音波法を用いた鋼板肉厚計測

鋼板接着床版に浮きがあると、空隙内部に雨水が侵入し、鋼板が錆びて肉厚が薄くなり床版の強度が低下する可能性がある。このことから、床版の健全性を多

ニターなど一式を搭載した(電源、チャージャーなどは除く)。出口部分に2軸ミラーが設置されており、照射したい箇所をめがけてレーザーを照

射的に評価するためには鋼板の肉厚を検査する技術も必要になってくる。図3に、鋼板肉厚計測の原理図を示す。衝撃波励起用レーザーが鋼板に照射されると鋼板内部に衝撃波が発生する。衝撃波が鋼板裏面と表面を多重反射する時間(周期)を検出用レーザーで計測することで肉厚を計測する。多重反射する周波数 F_{ml} (1/周期)は下記の式で表される。

$$F_{ml} = V / 2d$$

ここで、 V は鋼板内の縦波速度、 d は肉厚である。縦波速度を5.9 km/s、板厚を5 mmとすると F_{ml} は

$$F_{ml} = 5.9 \text{ (km/s)} / \{2 \times 5 \text{ (mm)}\} = 590 \text{ kHz}$$

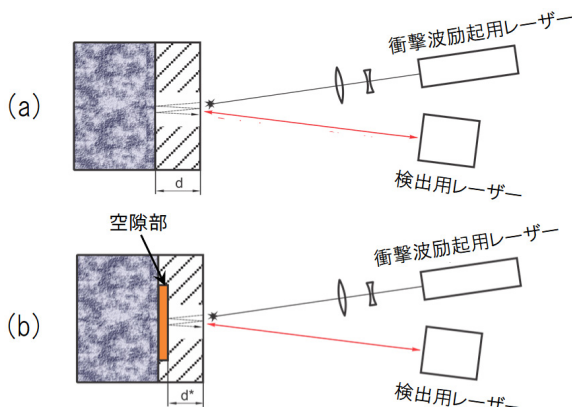
と求めることができる。

鋼板が錆などにより腐食して肉厚が3 mmまで薄くなるとすると、多重反射する周波数は、

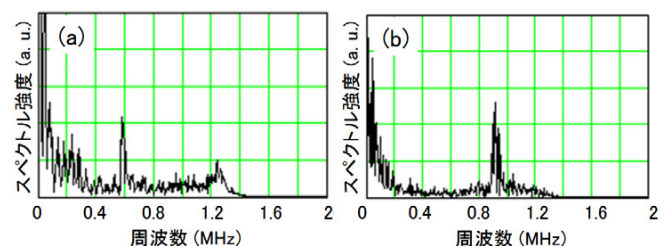
$$F_{ml} = 5.9 \text{ (km/s)} / \{2 \times 3.3 \text{ (mm)}\} = 894 \text{ kHz}$$

となり、健全時の590 kHzと異なるため、肉厚の変化を判定することが可能となる。

厚さ5.0、3.3 mmの2種の鋼板サンプルを用い、肉厚計測実験を行った。衝撃波励起用レーザーと検出用レーザーはコンクリート表面上で数cm離して照射した。図4に実験結果を示す。図4 (a)は鋼板厚さ5.0 mmでの計測結果であり、多重反射の周波数は590 kHz(0.59 MHz)であった。一方、鋼板厚さ3.3 mmの場合には、多重反射の周波数は894 kHz(0.894 MHz)となり(図4 (b))、計測結果に明らかな差が見られた。このことから、多重反射周波数を計測することにより鋼板肉厚の評価が可能であることが明らかとなった。今後、鋼板肉厚計測に関する技術開発を進めるとともに、これまでに発展させてきた遠隔コンクリート検査技術との組み合わせなどにより、高架橋床版検査技術のさらなる高精度化を目指して研究を発展させていく予定である。



【図3】レーザーによる鋼板厚計測の原理図 (a)健全部での多重反射、(b)空隙部での多重反射(鋼板厚が薄くなった箇所では多重反射の周期が短くなる(周波数が高くなる))



【図4】鋼板肉厚を変化させた場合の多重反射スペクトル (a)鋼板肉厚5.0 mm(～0.59 MHz)、(b)鋼板肉厚3.3 mm(～0.9 MHz)

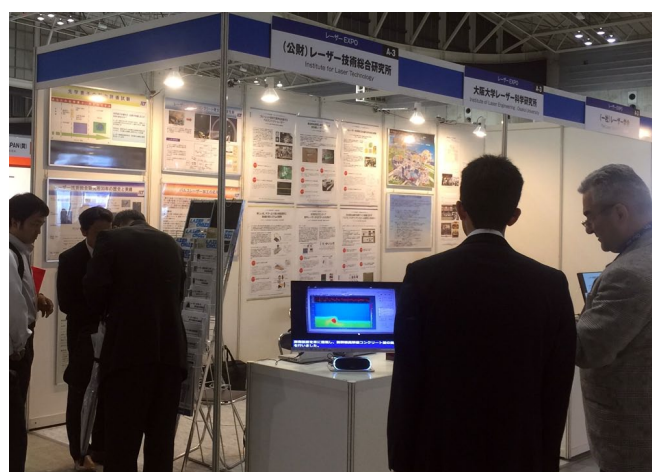
ILTの最新技術を紹介！レーザー EXPO2018

去る4月25日～27日、パシフィコ横浜(横浜市)で開催された「レーザー EXPO 2018」(主催：(一社)レーザー学会)にて、当研究所の技術紹介ならびに技術相談を行いました。

毎年同日程で開催される、国内最大の光・フォトンクスに関する国際会議OPICには、光とレーザーの最新技術・製品・情報が集結した光・フォトンクス国際展示会OPIE (OPTICS & PHOTONICS International Exhibition)が併催されます。今回は、レンズ設計・製造、産業用カメラ、メディカル&イメージングなど7つの展示会が同時開催され、国内外の企業・団体から多くの出展がありました。期間中の来場者は16,000名におよびました。7展示会の一つであるレーザー EXPOは、理科学用途から産業用途まで、レーザーに関する技術や装置、計測器などの最新情報が集結する総合展示会です。当研究所の展示ブースでは、レーザーを用いたコンクリートの健全性評価、レーザー損傷評価試験、レーザー加工を中心に、技術紹介パネルや、本誌のバックナンバーを展示いたしました。またテレビや新聞でも紹介されたコンクリート健全性の高速検査の模

様をスライド放映し、期間中は多くの方にお立ち寄りいただきました。光学素子のレーザー損傷評価試験に参画いただいている企業の方にも多くお立ち寄りいただきました。

来年のレーザーEXPOは、4月24日から3日間開催される予定です。さらに多くの技術をアピールできるように研究・開発を展開していく所存ですので、来場された際にはぜひお立ち寄りください。



【写真】ILT展示ブースの様子

倉橋研究員がレーザー学会第38回年次大会「優秀論文発表賞」を受賞

レーザー計測研究チームの倉橋慎理研究員が、本年1月24日～26日に開催されたレーザー学会学術講演会第38回年次大会において優秀論文発表賞(発表論文名「屋外利用を目指したレーザーによるコンクリート構造物内部欠陥検出の高速化技術の開発」)を受賞いたしました。本褒賞は、レーザー学会年次大会において学会会員の若手研究者が発表した論文の中から、特に優秀な論文が選定され、贈呈されるものです。倉橋研究員は、レーザー干渉計を応用したコンクリート建造物内部検査法の開発における中心メンバーの一人として研究に携わり、従来の10倍の速度(50 Hz)での高速検査システムを構築した点が高く評価されました。また、実際に検査システムを用いてフィールド試験を行い、実用化に向け大きく前進した点も評価の対象となりま



【写真】受賞式にて(左)倉橋研究員、(右)井澤靖和所長

した(Laser Cross No.358, 2018 Jan.他)。5月31日にホテル阪急エキスポパークにて受賞式が開催され、賞状と記念品が授与されました。今後も同研究員の活躍にご期待いただきたいと思います。



ILT2018 平成29年度研究成果報告会(大阪会場)

場所／千里ライフサイエンスセンター 8F 801・802号室
大阪府豊中市新千里東町1-4-2 TEL 06-6873-2010
日時／平成30年7月20日(金) 10:00～16:30

◆プログラム

10:00～挨拶 所長 井澤靖和
10:05～特別講演
「緑色光源の農業応用－緑色光の多様な効果と実用化について－」
株式会社四国総合研究所
主任研究員 工藤りか氏
10:50～えっ！こんなものを・・・建築部材のレーザー加工
主席研究員 藤田雅之
11:15～高精細！UVプリンティング光源開発
主任研究員 本越伸二
11:40～ジェット水流で熱制御！常温駆動高出力レーザーの開発
副主任研究員 ハイコスローピアン
12:05～－休憩－
13:00～泰山賞贈呈式
◇レーザー進歩賞
「フォトリソ結晶レーザーの発明とその産業展開」
野田 進氏
「高輝度X線レーザー科学の開拓」
米田仁紀氏
13:40～レーザーで簡単にできる！液中アブレーションによるナノ粒子の作製と応用
副主任研究員 谷口誠治
14:05～繰返しパルスによるレーザー損傷！平成29年度データベース化試験報告
主任研究員 本越伸二
14:30～レーザーで海中モニタリング！竹富島海底温泉での海上ラマンライダー観測
主席研究員 染川智弘

14:55～ポスター発表
●ロボットフォトリソ産業の創出を目指して
●Polarization Properties of Corner-Cube and Axicon Retro-reflectors.
●石垣島での海上ラマンライダー観測
●実用化を目指すレーザーを用いたコンクリート欠陥検査
●Field tests of laser-based remote inspection system for highway bridges.
●レーザー打音法の高速度化と屋外検査装置の開発
●レーザー打音診断におけるAI(ディープラーニング)の応用研究
●複合放射構造体によるコヒーレントなテラヘルツ波放射の観測
●レーザー計測による蛋白質の機能阻害効果の研究
●レーザー損傷しきい値データベース化試験結果－1064nm光学素子100-on-1試験－
●大地震前の電離層における電子密度増加の物理メカニズムの研究
15:25～新型テラヘルツ光源！周期構造体によるテラヘルツ波放射研究 研究員 李 大治
15:50～アッという間に欠陥計測！レーザー打音法によるコンクリート欠陥の高速度隔検査 研究員 倉橋慎理
16:05～実用化を目指して！レーザーを用いたコンクリート欠陥検査 主任研究員 島田義則

■開催概要、お申し込み

【定員】 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】 3,000円(賛助会員、理事・評議員会社等無料)
【参加申込】 当財団のホームページをご覧ください。



主な学会報告

6月25日(月)～28日(木) LPM2018 (エジンバラ)
藤田 雅之「Formation of laser-induced periodic surface structure on transparent materials with metal coating by femtosecond lasers」
9月9日(日)～14日(金) IRMMW-THz 2018 (名古屋国際会議場)
李 大治「Development of terahertz radiation source based on composite grating」
9月10日(月)～13日(木) SPIE Remote Sensing (ベルリン)
染川 智弘「Development of the Marine Raman Lidar System」