レーザーリモートセンシングを用いたコンクリート欠陥探傷技術の検討・開発

—　（1）レーザー自動探傷装置の概要　—

レーザー技術総合研究所	正会員	○島田　義則	非会員	ｵﾚｸﾞ　ｺﾁｬｴﾌ
（財）鉄道総合技術研究所	正会員	篠田　昌弘	正会員	大村　寛和
西日本旅客鉄道（株）	正会員	坂本　保彦	正会員	御崎　哲一
	正会員	近藤　健一		

1．はじめに

鉄道トンネル覆工表面のコンクリート剥落事故対策などに見られるようにコンクリート構造物の安全性を網羅的、正確に把握し、適切な維持管理を行う必要性が高まっている。レーザーリモートセンシングを用いる非破壊検査技術は種々の材料に対して適用できるため、その内部欠陥や疲労状態を検出する方法と多くの手法が研究され、実用に供されている。その特徴は、非接触探傷、遠隔探傷、および高速で探傷できる利点である。研究グループは 5 m 離れた位置からコンクリート供試体の模擬欠陥の探傷が可能であることを実証した。また、最近では自動探傷システムを構築して探傷用レーザーを 2 次元的に走査させることで欠陥形状を自動的に計測できるようになった。本講演では、レーザーリモートセンシング装置の検出原理や自動探傷システムに搭載されている干渉縞安定化装置、レーザー走査装置等について述べる。

2．ダイナミックホログラム結晶を用いた干渉計の原理

レーザーリモートセンシング装置の原理を図 1 に示す。パルス発振信号印加レーザーをコンクリート表面に照射し、コンクリート表面に微小振動を発生させる。次いで、連続発振検出用レーザーをコンクリート表面に照射し反射された光を検出する。この反射光はコンクリート表面の微小振動に起因した周波数変調を受けており、スペクトル解析することで微小振動モードを検出する。コンクリート表面の微小振動は内部欠陥の有無により変化するため、微小振動モードを解析することで内部欠陥の遠隔・非接触検出が可能となる。しかし、反射された光はコンクリート表面形状と微小振動の情報を合わせ持っており検出精度が低下する。これを防ぐために、ダイナミックホログラム結晶を用いた光検出を行う。検出用レーザーを検出装置内でビームスプリッターにより信号光と参照光に分け、信号光をコンクリート

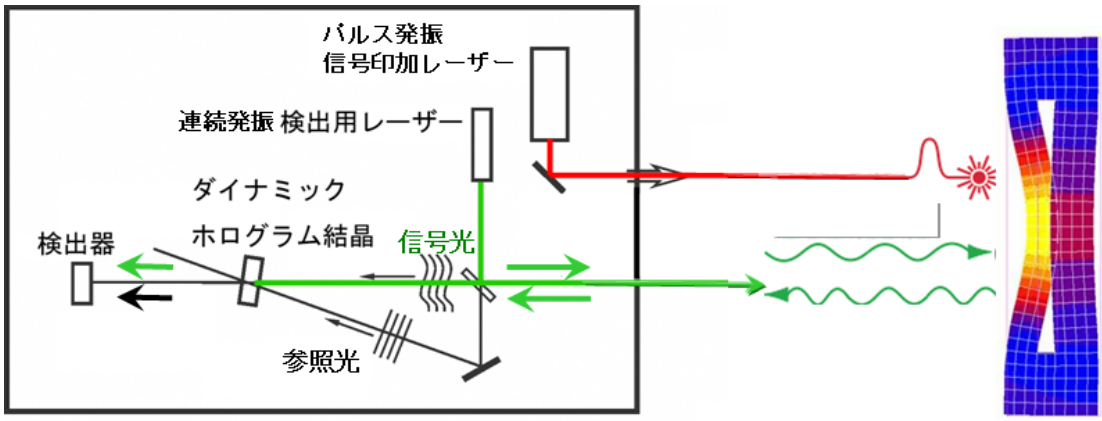

図 1　ダイナミックホログラム結晶を用いたレーザーリモートセンシング装置

キーワード：コンクリート，レーザー，非破壊検査，ダイナミックホログラム
連絡先　〒565-0871　大阪市西区靭本町 1-8-4　大阪科学技術センター4F　（財）レーザー技術総合研究所　レーザー加工計測研究チーム　TEL06-6443-6311

図 2　干渉縞安定化装置の概念

表面に照射する。コンクリート表面形状の情報を持った反射光と擾乱を受けていない参照光をダイナミックホログラム結晶中で干渉させ、コンクリート表面形状のホログラムを形成する。このダイナミックホログラムには、微小振動の情報を持つ信号光が来る前にコンクリート表面形状の情報が書き込まれているので、位相共役効果で表面形状に起因する信号は差し引きされ、シグナル／ノイズ比（S/N 比）の高い微小振動の検出が可能である。

３．自動探傷システム

図2に自動探傷システムの写真を示す。走査ミラーを2次元に動かすことにより、コンクリート欠陥の形状を描画することが出来る。

本装置を山陽新幹線の第2滝ガ谷橋梁へ持ち込み、実コンクリート欠陥探傷実験を行った。図3に20×30 cmの大きさのコンクリート平面を2.5 cm間隔でレーザーを走査して得られた探傷結果を示す。図中、中央部分がコンクリート欠陥である。また、レーザー検出器で得られた振動スペクトルは1.1 kHzに卓越したピークが現れた。衝撃振動試験により得られた振動スペクトル（卓越周波数 1.1 kHz）と一致した。

本研究の一部は（独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構の支援をうけて行った。

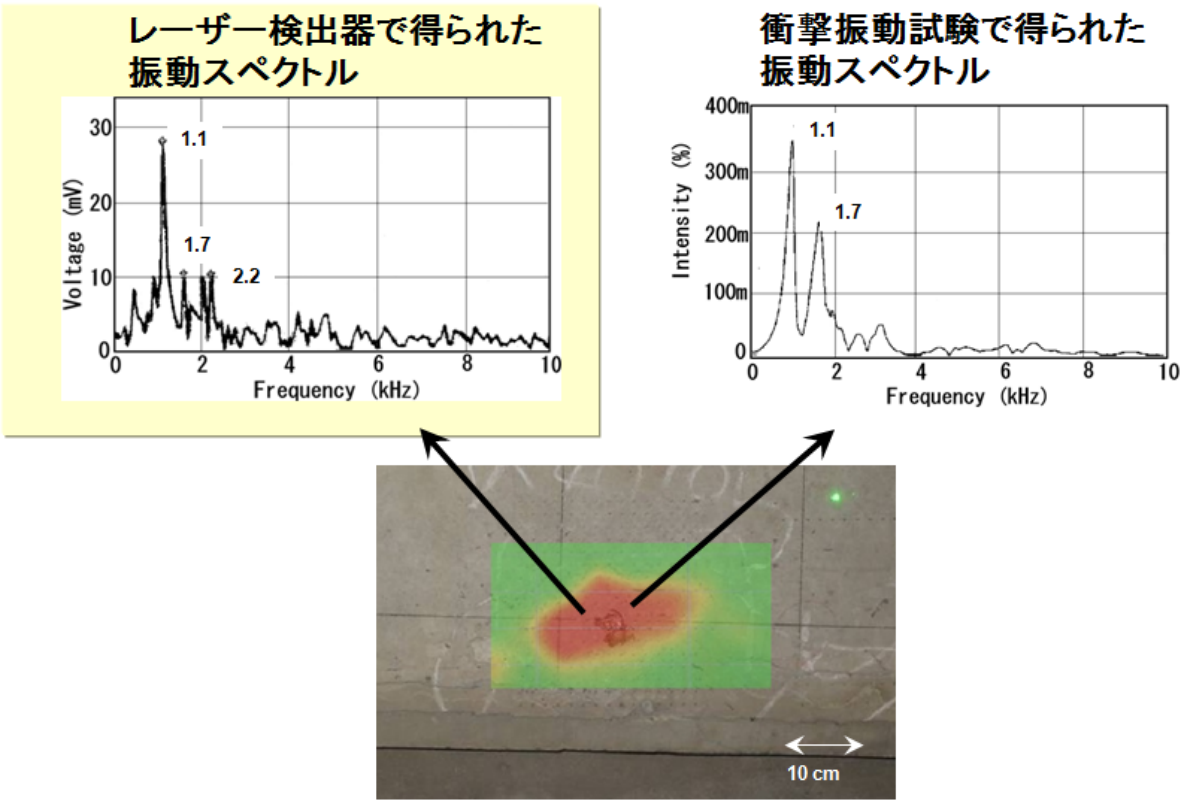

図 3　レーザーを走査することにより得られた 2 次元探傷結果（下図）と振動スペクトル（左上）、衝撃振動試験より得られたスペクトル（右上）