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）レーザーリモートセンシング装置の概要 ―

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
	非会員	渡辺 英世		
（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5ｍ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

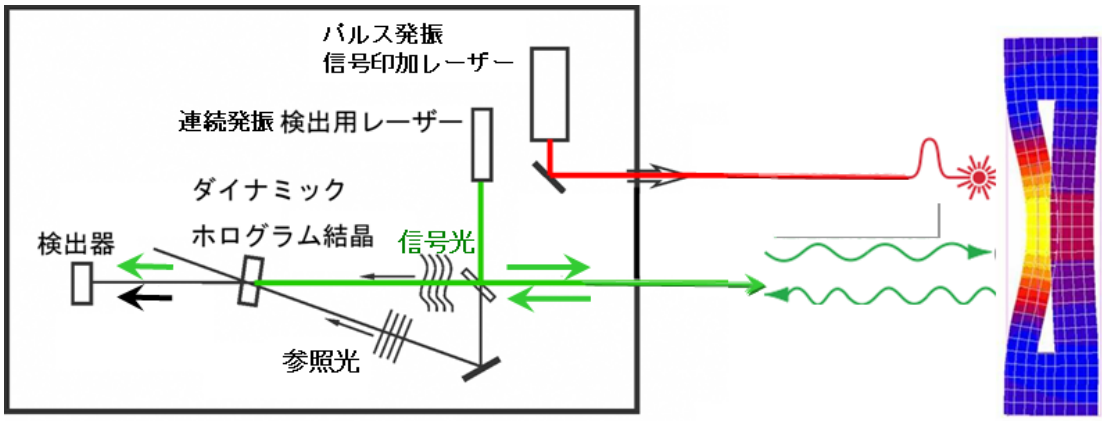

図１　ダイナミックホログラム結晶を用いたレーザーリモートセンシング装置

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　〒550-0004　大阪市西区靱本町 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　レーザー計測研究チーム　TEL06-6443-6311

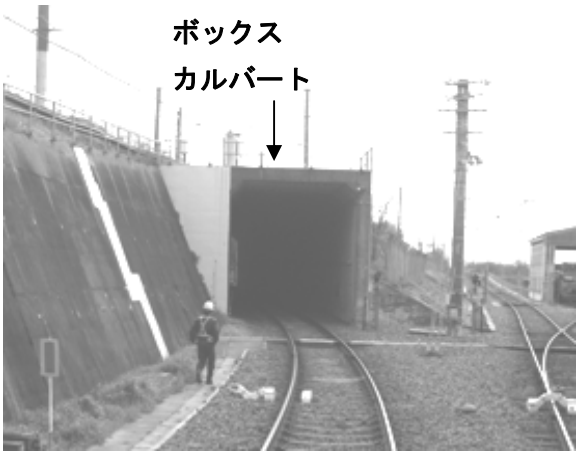

図 2　ボックスカルバート外観

図 3　干渉縞安定化装置の概念

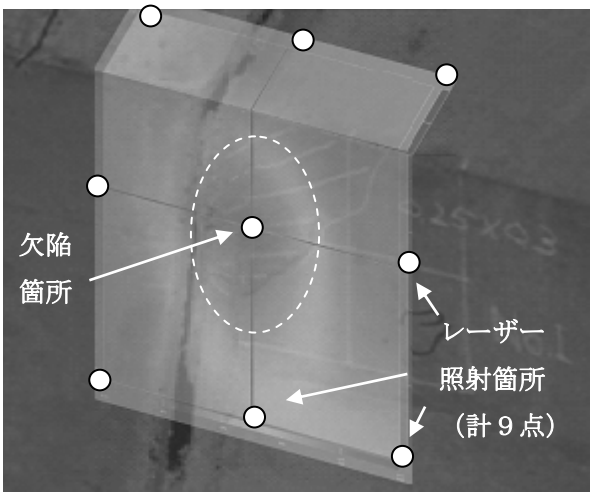

図 4　レーザーを走査することにより得られた 2 次元探傷結果

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できる。野外でレーザー干渉計を動作させるためにはレーザー装置とコンクリートとの相対振動を小さくする必要があるため、干渉縞安定化装置を開発した。また、衝撃波励起用レーザーとして高出力炭酸ガスレーザー2 台を用いた。

３．ボックスカルバート内での実欠陥探傷実験

本装置をボックスカルバートや新幹線トンネルに持ち込み、欠陥探傷実験を行った。ボックスカルバートの外観を図2に示す。実験時の写真を図3に示す。側壁部分の欠陥を探傷した。

レーザーを2次元に走査して得られた結果を図4に示す。高速探傷を行うために走査間隔を15 cmとした。白丸部分にレーザーを照射した（計9点)。図中央部分を探傷した場合、得られた振動スペクトルに卓越周波数が存在し、欠陥検出アルゴリズムによって欠陥であると判断され、マップ上にその箇所が黒く表示された(図4では白点線で囲む部分)。上述の結果より、ボックスカルバート内のコンクリート欠陥を探傷することが出来た。また、この欠陥は打音検査でも欠陥であることが確認出できている。

講演では、これらについて報告する。