

レーザーによるインフラ構造物の表面計測技術開発

Development of Laser-based Surface Inspection System for Infrastructures

理研光量子[○]村上武晴、斎藤徳人、小町祐一、岡村幸太郎

坂下亨男、木暮繁、加瀬究、和田智之、緑川克美

[○]Takeharu Murakami, Norihito Saito, Yuichi Komachi, Kotaro Okamura,

Michio Sakasita, Shigeru Kogure, Kiwamu Kase,

Satoshi Wada, Katsumi Midorikawa

RIKEN Center for Advanced Photonics

E-mail: takeharu.murakami@riken.jp

背景・目的

高度経済成長期に建設されたトンネルや橋梁などの大型建造物は劣化が著しい。これらを安全に維持していくためには、現状では、人為による点検が必須である。一方で、人為的な点検作業の一部、あるいは大部分の自動化を実現するため、さまざまな方法の研究開発が進められている。レーザーを用いた光計測技術もその1つであり、トンネル内壁のコンクリートのひび割れ計測、凹凸の計測、超音響計測などの実現が期待されている。また、計測においては、データ取得から、解析、表示にいたるまで、高速化が必要である。

本研究では、レーザーを用いた遠隔的計測技術を基礎として、特にトンネル内壁のコンクリート表面上に生じるひび割れの検出方法について報告する。従来の近接目視による点検基準では幅が 0.2 mm までのひび割れが確認対象とされている。我々は、この計測を、5 m 離れた地上で、サブピクセル処理に頼らず、完全に光学的検出のみ実現することを目的としている。計測の高速化も念頭に、ヘテロダイン計測などの解析処理をできる限り少なくし、単純に反射光の強度マッピングによるひび割れ検出を目指している。

実験方法と結果

高分解能を実現しつつ高速スキャンを可能にするため、我々は Fig.1 のような同軸かつ共焦点の反射光受光システムを使用する。ガルバノスキャナにより面内方向に数百 Hz のスキャン能力を持つ。

集光性能の向上はシステムコストや高速スキャン要

求とのトレードオフが発生するため、我々は 30 ~ 50 mm を出射ビームサイズとして選択し、回折限界に近い 0.15~0.2 mm 程度の集光サイズを実現した。

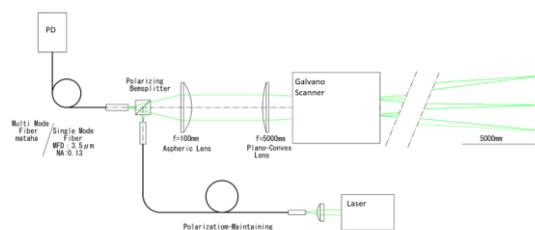


Figure 1

同軸構成による高速スキャンの実現は、フォーカス追従性、スペックル発生、同軸反射の影響といった課題を伴う。我々は Fig.1 の系に小型 VCM を用いた可変焦点光学系を追加し XYZ 全ての方向に数百 Hz のスキャン応答性を実現し、その上で実際にコンクリート上の 0.3 mm までのひび割れを検出できた。

スペックル対策は、ビームの空間モードを犠牲にしないで済む波長の多重化による改善を確認中、同軸反射に対してはウェッジ PBS を用い光学素子からの反射を抑えた系をテストしている。

まとめ

5 m 遠方を拡大して観察する「望遠鏡」でありながら、レーザー共焦点顕微鏡の性質を持った測定系を開発している。ビーム径 $\Phi 50$ mm の 3D スキャナにより、高速スキャンと 0.2 mm に絞られた投受光スポットによる共焦点観察を実現した。