

テラヘルツ波 3次元イメージング技術を用いた壁面内部欠陥診断に関する研究

Study of an inspection system for defects in walls using terahertz 3D imaging

株式会社トプコン¹, 理化学研究所 光量子工学研究センター (RAP)², 山形大学³

○(D) 榎山 蒼^{1,2,3}, 佐々木 芳彰², 吉峯 功², 永野 繁憲¹, 湯浅 哲也³, 大谷 知行²

Topcon Corporation¹, RIKEN Center for Advanced Photonics², Yamagata Univ.³,

○Homare Momiyama^{1,2,3}, Yoshiaki Sasaki², Isao Yoshimine², Shigenori Nagano¹, Tetsuya Yuasa³, and
Chiko Otani²

E-mail: h.momiyama@topcon.co.jp

1. 背景および目的

近年、日本ではインフラなどの大型構造物の老朽化や維持管理が深刻な社会問題となっている。その一例として、構造物の壁面剥落事故がある。現在、このような事故を防ぐため、目視点検や打音検査、赤外線サーモグラフィ等の各種試験が実施されている。しかし、これらの検査方法は「熟練作業員の人員不足」や「作業の安全性確保」などの課題がある。そのため、作業員の技量に依らない非接触かつ非破壊で三次元 (3D) の内部情報を取得可能な検査手法のニーズが高まっている。本研究では、剥落事故防止に貢献することを目標とし、テラヘルツ (THz) 波を活用した構造物壁面内部の空隙検知手法について考察した。

2. 実験および結果

90±2 GHz の可変周波数型光源 (ガン発振器) とマイケルソン干渉計を用いて、THz 波長掃引型光干渉断層計 (THz-SS-OCT [1]) 測定システムを構築した。撮像特性を評価したところ、横方向の分解能は 9 mm (半値全幅)、深さ分解能は Boxcar 窓関数使用時 44 mm、ガウシアン窓関数使用時 68 mm であった。次に、タイルとモルタルを組み合わせた多層構造サンプルを作成し、本システムを用いて、タイル裏側の空隙の 3D イメージングを行った (Fig. 1(a))。Fig. 1(b) に再構成されたタイル裏側のモルタル間の空隙のスライス画像 (C-scan 画像) を示す。この画像から幅 20 mm の空隙を定量的に測定できていることを確認した。しかし、実際の検査応用においては、より高い深さ分解能が求められる。分解能改善のためには、位相情報を活用する事が重要であると考え、90 GHz の固定周波数光源 (ガン発振器) を用いた位相シフト干渉計 (THz-PSI [2]) 測定システムを構築し、深さ分解能の評価を行った。測定サンプルにはミラーを用いて、ミラーを深さ方向にステップ状に移動させながら、繰り返し変位量の測定を行い、各位置における平均値と標準偏差を算出した。各位置における、測定した変位量の標準偏差を Fig. 2 に示す。この結果から、深さ方向の分解能が約 3 μm であることを確認した。この結果は、THz-SS-OCT の測定結果と比較して、非常に高分解能である。しかし、THz-PSI は一般的に表面形状測定にしか適応できないため、多層構造物の測定においては、新しい測定手法を検討する必要があると考えられる。

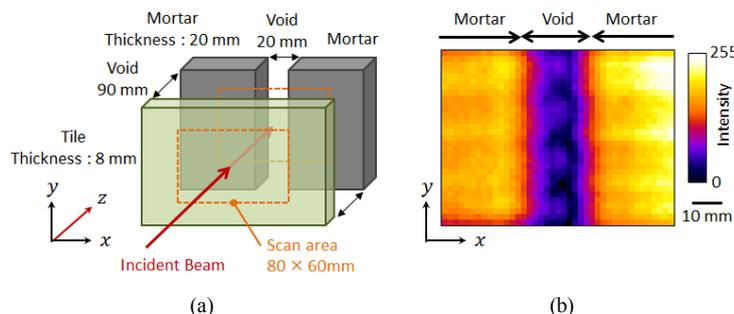


Fig. 1. (a) Schematic diagram of the sample.
(b) C-scan image of the void between mortar behind the tile

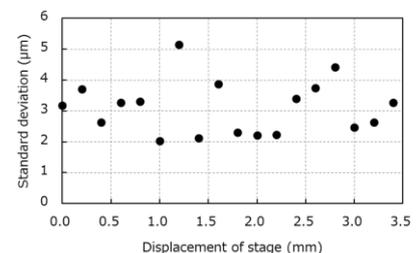


Fig. 2. Repeatability at each position by THz-PSI

参考文献

- [1]. T. Ikeo, T. Isogawa, and T. Nagatsuma "Three dimensional millimeter-and terahertz-wave imaging based on optical coherence tomography," IEICE Trans. Electron, Vol. E96-C, No. 10, pp. 1210-1217, 2013.
- [2]. Y. Sasaki, C. Otani, H. Kasuga, H. Ohmori, M. Suga, and T. Yuasa, "Terahertz 3D imaging with a CW source and phase-shifting interferometry," Proc. of SPIE, Vol. 8716, pp. 87160V-1-6, 2013.