



Title	Development of Microwave Non-destructive Inspection Equipment for Outer Wall Tiles [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	ALSALEM, Hussain Nasser S
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15550号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89855
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Hussain_Alsalem_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 Alsalem, Hussain

審査担当者 主査教授 田中孝之
副査教授 金井理
副査教授 小野里雅彦

学位論文題名

Development of Microwave Non-destructive Inspection Equipment for Outer Wall Tiles

(外壁タイル用マイクロ波非破壊検査装置の開発)

外壁タイルが建物から剥離すると、建物の美観が損なわれ、構造的にも不具合が生じる可能性がある。そのため、定期的なタイルの点検は義務化されている。しかし、手作業による検査は費用がかかり、資格を持った専門家が必要がある。これまでに、多くの非破壊検査法が提案されてきたが、高価な解析装置や計測の専門家が必要とされるなどの課題があった。

本研究では、非専門家でも容易に定量的な検査を可能とする非破壊外壁検査技術の開発に注力した。1組のパッチアンテナより10GHzの電磁波をタイルに照射した。その際、アンテナとタイル表面との距離を変えることによって、空隙の有無により電磁波反射強度が変化することに着目した。これにより、周波数解析を不要とする、シンプルな信号処理を可能とした。実験的に構築した電磁波反射強度の数理モデルは、健全なタイルの場合、各層から反射される合成波を計算するという考え方に基づいている。欠陥タイルの場合は、空隙からの反射波の値を追加したモデルであり、空隙の大きさが全反射波に与える影響も考慮している。

まず、外壁タイル表面と平行にアンテナを移動させ、タイル表面からのアンテナ高さを徐々に変化させる多層走査(Multi-scanning layered: MLS)法を開発した。MLS法によって欠陥タイルの電磁波反射強度から空隙サイズとタイル付着強度を予測するための実験を行った。タイルの接着強度はボンディングテストで計測した。MLS法の評価値である多層走査の反射強度積分値と空隙サイズには正の相関、接着強度とには負の相関があり、それぞれ推定が可能であることを確認した。ここで、開発したMLS法は反射強度のみを用いて、容易に空隙サイズや接着強度を推定できるものの、アンテナの高さを変えて同一個所を何度も走査する必要があるため、時間コストがかかるという問題がある。そこで、著者はMLSの走査回数を最適化する方法を提案し、実験およびシミュレーションにより、空隙の深さが既知である場合には、1回の走査でも十分な推定が行えることを示した。

次に、健全タイルと欠陥タイルの電磁波反射強度の数理モデルを用いることで、空隙のサイズと深さを同時に推定する手法を開発した。この手法では、まず健全タイルの同一点をタイル面に対して垂直にアンテナを移動させて、反射強度を記録し、健全タイル反射強度の数理モデルのパラメータ同定を行っている。次に、空隙タイルにて同様にアンテナを操作して、反射強度を記録し、欠陥タイルの数理モデルのパラメータ同定によって、空隙サイズと深さを推定する手法である。実験によって、提案手法の有効性を検証し、空隙サイズと深さともに高い精度で推定可能であることを示した。

以上のように、著者はタイルに照射した電磁波の反射強度が空隙の有無により変化することに着目し、高価な解析装置を必要としないシンプルな信号処理からなる画期的な非破壊外壁検査手法を開発した。本論文の成果は、計測工学や信号処理の分野の発展に大きく寄与するとともに、新たな外壁検査法として建造物のヘルスケアに貢献する技術である。よって、著者は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。