

平成 26 年度研究開発成果概要書

課題名 : 電磁波を用いた建造物非破壊センシング技術の研究開発
採択番号 : 16501
副題 : 建造物評価用 3 次元イメージングレーダ技術の開発

(1) 研究開発の目的

在来工法による木造家屋の健全性評価には、強度部材である、柱、梁、筋交いなどの状態を正確に把握することが求められる。これらの部材は、壁面の（内壁もしくは外壁）内部にあるため目視等による検査は不可能である。コンクリート構造でよく利用される打音検査や超音波検査などの非破壊検査手法は、壁面と構造部材との間に空間が存在するため、適用できない。X 線を利用する手法は可能であるが装置が大型化し、また周囲への影響を考慮すると使用しにくい方法である。これに対して電波は空気層を含む建材を容易に透過することから、こうした目的に最も適していると考えられる。

電波を用いた非破壊検査装置として地中レーダ (GPR) 及びその応用機器が実用化されているが、これらはその主な対象が地中埋設物やコンクリート構造体であった。電波は媒質の電気的な性質によって伝搬、反射・散乱特性が大きく変化する。従って、木造家屋の健全性評価には、目的に適応した周波数を利用する新しい装置の開発が必要である。

個々の研究開発項目として

- 木造建築物用部材の電気的特性計測
- アレイ型 GPR の単体性能検証
- 高精度位置追尾装置の試作
- データ統合システムの開発

以上の 4 項目を実施することにより、プロトタイプの基本構成要素を確立させ、最終年度におけるプロトタイプ製作の足掛かりとする。

(2) 研究開発期間

平成 24 年度から平成 27 年度（4 年間）

(3) 実施機関

東北大学、三井造船（株）

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 363 百万円（平成 26 年度 97 百万円）
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題 1. 木造建築用部材の電気的特性の計測

課題 1-1…計測器、計測場所の提供 (情報通信研究機構)

課題 1-2…計測の実施 (東北大学、三井造船)

課題 2. 高精度 3 次元イメージングレーダの開発

課題 2-1…高精度イメージング技術 (東北大学)

課題 2-2…3 次元イメージングレーダ技術 (三井造船)

課題 3. 高精度 3 次元イメージングレーダに関する実証実験

課題 3-1…高精度イメージング技術の実証 (東北大学)

課題 3-2…3 次元イメージングレーダの実証 (三井造船)

課題 4. データ統合システムの開発

課題 4-1…データ統合システムの基本技術 (東北大学)

課題 4-2…データ統合システムの詳細技術 (三井造船)

(6) これまで得られた成果 (特許出願や論文発表等)

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	1	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	2	1
	その他研究発表	20	5
	プレスリリース・報道	4	4
	展示会	9	5
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

課題 1. 木造建築用部材の電気的特性の計測

- ・ 課題 1-1…計測器、計測場所の提供 (情報通信研究機構)

ミリ波帯においては NICT 所有の装置を利用し空中透過法による評価を行った。

- ・ 課題 1-2…計測の実施 (東北大学、三井造船)

東北大学が保有している TEM ホーンアンテナとネットワークアナライザを用いてマイクロ波での木造建築用部材の電気的特性の計測を実施した。

課題 2. 高精度 3 次元イメージングレーダの開発

- ・ 課題 2-1…高精度イメージング技術

三井造船によって、32Ch の高速なデータ取得システムのプロトタイプが完成した。本機は、本研究で目的とする 10-20GHz 周波数帯における、実証試験に利用する予定であるが、送受信アンテナは 1 次元等間隔配列となっている。このとき、レーダ装置を配列に直交する方向に走査して、データ取得、イメージングを行うが、アンテナを 2 次元配列することによって、更に効率的なイメージングを行うことについて、研究を進めた。合成開口レーダ処理で得られた結果目標の金属球が確認できている。

一方、レーダポーラリメトリを利用した対象物の微小な変位を検知する手法について、破損を想定して屈曲のある木製角柱を偏波計測した。並行偏波では屈曲している様子が画像からは分からないが、直交偏波では変化が起きていることが容易に検知できることを確認した。

- ・ 課題 2-2…アレイ型 GPR の開発

プロトタイプセンサ試作機においては一度に演算可能な距離の制限があり、また計測試験結果より改良が必要な項目も明らかになってきた。これらの点に対する改良を実施する。

課題 4. データ統合システムの開発

データ統合システムの構成案を検討し、図 4-1 に示す原案を作成した。本案を叩き台として診断に必要な情報を建築関係の専門家と協議し、システムの検討を進めた。また現状で木造住宅の耐震診断がどのように実施されているかを、仙台市建築設計士協会の協力を得て、現地で見学を行った。現在の検査手法に対して、本プロジェクトで開発するセンサがどのように役立つかに関して、重要な情報を得た。これらを元に実用されている診断ソフトウェアへの適用を検討し、その仕様書やマニュアルを入手、連携の検討を進めた。

一方、このような耐震診断を実施する木造住宅は一般住宅であるため、開発したセンサの現状に近い対象物に対する試験を繰り返し行うことには、非常に強い制約がある。そこで、耐震診断を実施する木造住宅の壁、天井、土台部などを模擬する木造構造物の構築と、これを収容する実験施設を建設することとした。

実験施設では建物の内部だけでなく外部に対しても、天候などに左右されることなく検査試験を行うことができること、また現状では電波法のため屋外での電波放射が行えないような周波数に対しても実験室内での実験として研究が行えるようなスペースを考慮している。