

電磁波伝播特性を用いた木造大壁躯体の含水率評価に関する研究 その1 高含水率から全乾までの計測結果

正会員 ○宇都宮 佑太*1
正会員 馬場 祐*3

正会員 森 拓郎*2

木材 大壁 含水率
電磁波レーダ 樹種

1. はじめに

1.1 背景と目的

木造住宅における劣化診断方法は、散水調査や壁などの一部破壊を伴う調査など、時間や費用のかかるものが一般的である。RC造の分野では電磁波レーダ法を用いた非破壊検査が進められており¹⁾、その適用範囲や解析手法に関する報告がされている^{2),3)}。しかし、木造の分野では非破壊検査の検討はまだ少ない。電磁波レーダは、十分な測定深度があり、壁内に空気層(写真1)があっても計測が可能な特徴がある。また、電磁波の反射波を利用するため、壁の屋内側もしくは屋外側一方向からの計測が可能であり、簡単な操作で検査ができる。

本研究では、電磁波レーダで木造大壁躯体の含水率を非破壊で診断する方法の確立を目指し、実大壁モデルを用いた含水率と電磁波の反射量の関係について検討した。

1.2 測定原理

本電磁波レーダ(以下、計測器(KEYTEC社製 SIR-EZ XT))は、電磁波が媒質中を各媒質固有の速度で直進し、異なる媒質が接する境界面で反射する性質を用いている。コンクリート中の鉄筋の深度を測定する場合、コンクリートと鉄筋の比誘電率の差によって電磁波が反射される。このときの電磁波の送受信にかかる時間と、コンクリート中の伝播速度から鉄筋深度が算出される。計測器では、測定結果が白黒の画像として表示され、山型の波形(以下、山)の頂部を確認することで鉄筋の位置と深度が計測できる。

木造大壁の場合、壁体がコンクリート、木材が鉄筋に相当する(図1)。各媒質の比誘電率は、空気が1、木材が2~6、水が80であり、含水率が高い木材ほど比誘電率は大きく、電磁波の反射量も大きい。

2. 実験概要

図2に試験体概要、図3に実大壁モデルの構成、写真2、3に実大壁モデルの概要を示す。写真3に示す合板が切り抜かれた位置に試験体をはめ込み(写真4)、陶版外壁の外から計測した。試験体は、スプルース(W)、オウシュウアカマツ(R)、秋田スギ(AS)、吉野スギ(YS)、飢肥スギ(OS)、東濃ヒノキ(TH)、美作ヒノキ(MH)、道産カラマツ(DK)の8樹種、各6体の計48体の集成材を

用い、積層面に直交するように厚さ9mmの構造用合板を釘打ちした。試験体は5回に分けて含水率操作を行い計測に供した。最終的に全乾時の重量と各試験時の重量から、各試験時の含水率を算出した。表1に、それぞれ試験体と同じ材から採材した木材の全乾比重を樹種ごとに平均した値と樹種内での変動係数を示す。

計測により得られたデータを数値として取得し、試験体の山の頂部付近にあらわれた電磁波の反射量の最大値(以下、Max値)を白色部分から取り出し(図4)、比較、検討した。



写真1 陶版下の空気層

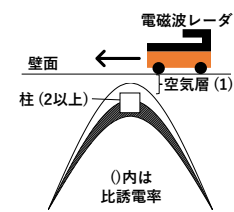


図1 木造大壁における柱の画像表示

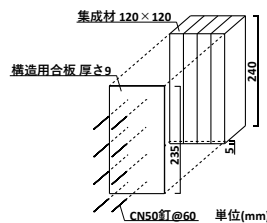


図2 試験体概要

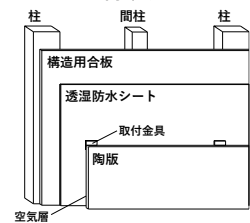


図3 壁モデルの構成



写真2 壁モデル概要

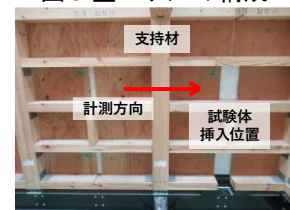


写真3 壁モデル屋内側



写真4 試験体挿入時の壁モデル屋内側

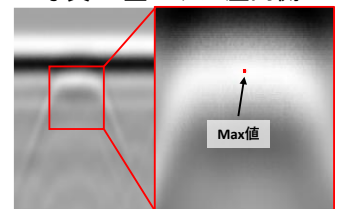


図4 Max値の取り出し

表 1 平均全乾比重 () 内は変動係数

樹種	平均全乾比重	樹種	平均全乾比重
W	0.43(0.04)	OS	0.38(0.05)
R	0.50(0.03)	TH	0.44(0.01)
AS	0.33(0.05)	MH	0.44(0.03)
YS	0.36(0.06)	DK	0.51(0.04)

3. 実験結果と考察

3.1 含水率と Max 値の推移

図 5 に、試験体の含水率と Max 値の推移及び樹種ごとの近似直線を示す。どの樹種においても正の相関が見られる。また、それぞれ樹種ごとに分布が偏っていることがわかる。図 5 のプロットの分布の偏りと表 1 より、同じ含水率でも比重の大きい樹種ほど Max 値は大きくなる傾向が見られる。ただし、含水率 60% 付近はオウシュウアカマツがヒノキを下回っている。また、オウシュウアカマツを除いて、比重が大きいほど近似直線の傾きが大きい。

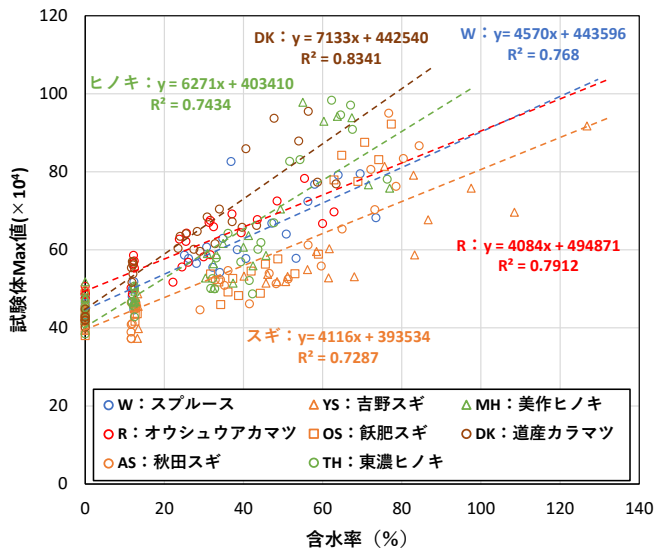


図 5 含水率と Max 値の推移及び樹種ごとの近似直線

3.2 水分量と Max 値の推移

図 6 に、水分量と Max 値の推移及び樹種ごとの近似直線を示す。水分量は各試験時の試験体重量と全乾時の試験体重量の差から求めた。全乾比重の大きい樹種は小さい樹種に比べて、同じ含水率上昇に対して多くの水分増加を必要とするため、水分量が増えるほどばらつきが大きくなると考えられる。また、全乾時 (水分量 0g) では単純な木材の比重による差を示すと予想したが、全乾比重と Max 値の相関は得られなかった。樹種間の全乾比重による差は、本計測器で、大きな値の差を示さなかった。

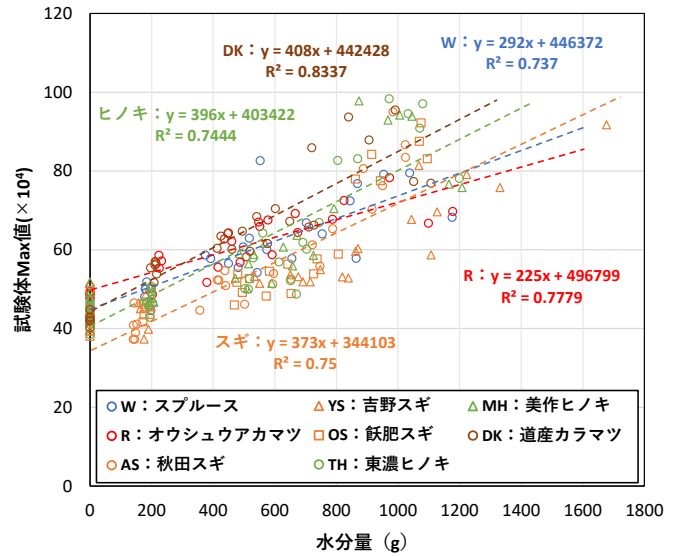


図 6 水分量と Max 値の推移及び樹種ごとの近似直線

4. まとめ

本研究では電磁波レーダを用いて、試験体を実大壁モデル越しに計測し、Max 値を用いて試験体の含水率を評価した。

全ての試験体を通して推定含水率と Max 値に正の相関が見られた。また、比重が大きいほど Max 値が大きい傾向が見られた。水分量と試験体 Max 値で比較した結果から、樹種間の全乾比重による差は、大きな値の差を示さなかった。

しかし、含水率で比較した際に樹種ごとでプロットの分布に偏りが見られることから、非破壊診断時は、事前情報として壁内部材の樹種を把握しておくことが有効であると考えられる。

謝辞

本研究は、積水ハウス総合住宅研究所との共同研究として実施した。また、実験を進めるにあたり、積水ハウス総合住宅研究所の高橋一聡氏、当時広島大学大学院の有木彩乃氏にご協力いただいた。ここに謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 朴錫均, 魚本健人: レーダ法による多層コンクリート床版の非破壊検査のシミュレーション解析, 土木学会論文誌 No. 538/V-31, pp.95-104, 1996.5
- 2) 西尾荘平, 他 3 名: 電磁波レーダ法によるコンクリートの内部探査に関する有限時間領域差分法解析, 日本建築学会構造系論文集 第 557 号, pp.29-36, 2002.7
- 3) 黒川善幸, 他 3 名: 電磁波レーダ法によるコンクリート内部探査画像の改善手法に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 25, No. 1, pp.1691-1696, 2003

*1 広島大学 大学院生

*2 広島大学 准教授・博士 (工学)

*3 積水ハウス (株) 修士 (工学)

*1 Graduate Student, Hiroshima University

*2 Associate Professor, Hiroshima University, Dr. Eng.

*3 Sekisuihouse Co., Ltd., Institute of Research and Technology, M. Eng.