

# 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2 試験体の水分傾斜による電磁波伝播特性への影響

木材  
電磁波レーダ

大壁  
水分傾斜

含水率

正会員 ○宇都宮 佑太\*<sup>1</sup>  
正会員 馬場 祐\*<sup>3</sup>

正会員 森 拓郎\*<sup>2</sup>

### 1. はじめに

木造建物の不具合を診断する方法として、散水調査や壁などの一部破壊を伴う調査などが挙げられるが、これらの診断方法は時間や費用がかかる。そこで、木造大壁躯体に対する非破壊検査手法の確立が求められる。

前報<sup>1)</sup>では、電磁波レーダ（以下、レーダ）を用いて、含水率を操作した木材を実大壁モデル越しに計測し、含水率と電磁波反射強度（以下、計測値）との関係について検討した。ここで、含水率や比重と計測値に正の相関がみられることを報告した。また診断時は、予め壁内部材の樹種を把握しておくことが有効であることも示唆された。しかし、診断技術の確立のためには、どのような環境下のときに計測値がどのような影響を受けるかということをもさらに検討する必要がある。

本報では、試験体の水分傾斜が計測値に与える影響を把握することを目的とし、水分が試験体内に均一に含まれている状態とある一面のみに含まれている状態における電磁波反射強度を比較した。

### 2. 実験概要

#### 2.1 試験体概要

図1に試験体概要を示す。試験体は、スプルース集成材（120×120×240mm）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（CN50）している。前報と同様に、試験前に試験体の重量を計測し、初期重量や初期含水率との差から試験時の推定含水率を算出した。今回は、表1に示す気乾状態の試験体 W-2'、W-3'、W-5' と推定含水率45～50%程度に設定した試験体 W-7～9 及び W-7'～9' の2種類を用意した。試験体 W-7～9 及び W-7'～9' は含水率変動を抑えるラップ養生開始から約2カ月経過しており、ラップ養生前後の重量変化が小さいことから、比較的試験体内の水分傾斜は小さいと仮定した。試験体 W-1' は、壁挿入時に外壁側となる合板の面のみを水を張った写真1のトレイに入れ、気乾状態から浸水させた。水量は試験体を入れた状態で水深1.5cmとした。まず、浸水から1秒以内に試験体を引上げ、重量計測とレーダを用いた陶版外壁越しの計測を行った。その後、浸水開始後0～5分までは1分ごと、5～30分までは5分ごと、30分～1時間までは10分ごと、1～4時間までは30分ごとに試験体の重量計測と陶版外壁越しの計測を行った。

表1 試験体の推定含水率

試験体名	推定含水率 (%)
W-2'	15.0
W-3'	15.8
W-5'	15.3
W-7	45.3
W-8	48.0
W-9	47.6
W-7'	46.0
W-8'	49.9
W-9'	48.1

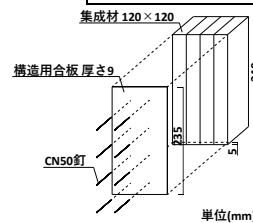


図1 試験体概要

写真1 試験体の浸水

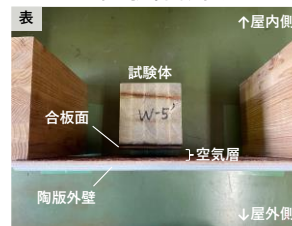


写真2 陶版外壁と試験体の設置方法

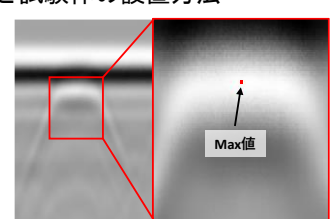


写真3 計測の様子

図2 Max値の取り出し

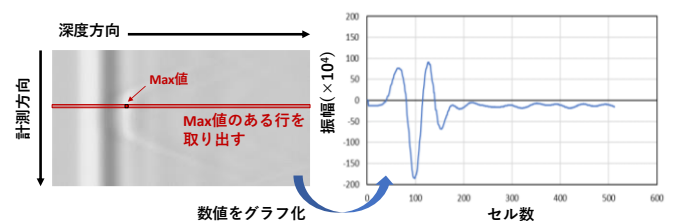


図3 深度方向の反射波の取り出し

## 2.2 計測方法

2種類の水分傾斜パターンを比較するため、写真2、3のように、浸水させた合板面が外壁側になるよう設置した場合（以下、おもて面）と屋内側になるよう設置した場合（以下、うら面）を計測した。試験体より手前から少し通り過ぎたところまでレーダを壁表面上で走査し、計測値を得た。

## 2.3 解析方法

前報と同様に、計測により得られたデータを数値として取得し、試験体の山形波形の頂部付近における、電磁波の反射量の最大値（以下、Max 値）を図2のように白色部分から取り出し、比較した。また、Max 値のある深度方向の行の数値を取り出し、図3のようにグラフ化する（以下、深度方向の反射波）。数値は Excel から取り出しており、横軸は深度を表すセル数、縦軸は計測値を表す振幅となっている。

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 浸水時間と試験体重量、推定含水率、Max 値の推移

図4に試験体 W-2'の浸水時間と試験体重量、推定含水率の推移、図5に試験体 W-2'の浸水時間と Max 値の推移を示す。浸水時間に対していずれも対数的に増加しているが、試験体重量や推定含水率に比べて Max 値のばらつきは大きい。浸水から1秒以内に引上げたときのおもて面の計測値（492352）は、浸水なしのおもて面の計測値（582848）に比べて小さくなっており、一瞬濡れた程度では判別できないことがわかる。また、うら面は水分量に関係なくおおよそ一定の値をとっている。しかしその値は、おもて面の浸水前よりも大きい値になっている。うら面の方が大きい値となった原因は不明であるため、検討を進めたい。試験体 W-3'、W-5'についても同様の結果となった。

### 3.2 試験体の水分傾斜が計測値に与える影響

図6に、試験体 W-2'おもて面及びうら面と試験体 W-7'及び W-7'~9'おもて面の計測値を浸水時間に関係なく示す。最大浸水時間である4時間時点で試験体 W-2'の推定含水率は18.6%であり、試験体 W-7'~9'及び W-7'~9'より26~31%程度低い値に留まっているが、Max 値は同程度まで上昇した。図7に試験体 W-2'おもて面及びうら面と試験体 W-7'の深度方向の反射波を示す。負側の振幅に差がみられる。W-2'うら面は試験体から電磁波が抜け出る側に水があるため、負側の振幅は大きくなると予想したが、結果はおもて面が最も大きい振幅を示した。試験体 W-3'、W-5'についても同様の結果となった。

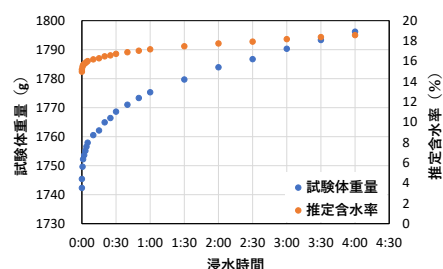


図4 試験体 W-2'の浸水時間と試験体重量、推定含水率

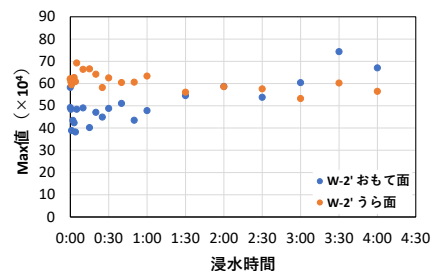


図5 試験体 W-2'の浸水時間と Max 値

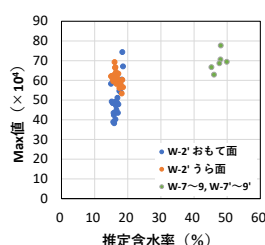


図6 推定含水率と Max 値

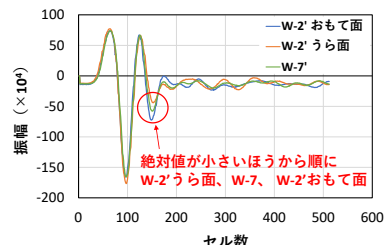


図7 試験体 W-2'と試験体 W-7'の深度方向の反射波

## 4. まとめ

本報では、試験体の水分傾斜が計測値に与える影響を把握することを目的とし、水分が試験体内に均一に含まれている状態と合板の面のみに含まれている状態における電磁波反射強度を比較した。

その結果、初期推定含水率が15.0%である試験体の合板の面のみを4時間浸水させても推定含水率18.6%に留まったが、合板面を屋外側に向けて設置したときのMax 値は推定含水率45~50%で水分が材内に均一に分布する試験体と同程度にまで上昇した。合板面を屋内側に向けて設置したときのMax 値は、試験体の水分量によらずおおよそ一定となった。

## 謝辞

本研究は、積水ハウス総合住宅研究所と広島大学の共同研究として実施したものである。

## 【参考文献】

- 1) 宇都宮佑太, 他 2 名: 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, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.233-234, 2023.9

\*1 広島大学 大学院生

\*2 広島大学 教授・博士 (工学)

\*3 積水ハウス (株) 修士 (工学)

\*1 Graduate Student, Hiroshima University

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

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