

# 丸太組工法外壁の熱貫流率計算方法

## 1. はじめに

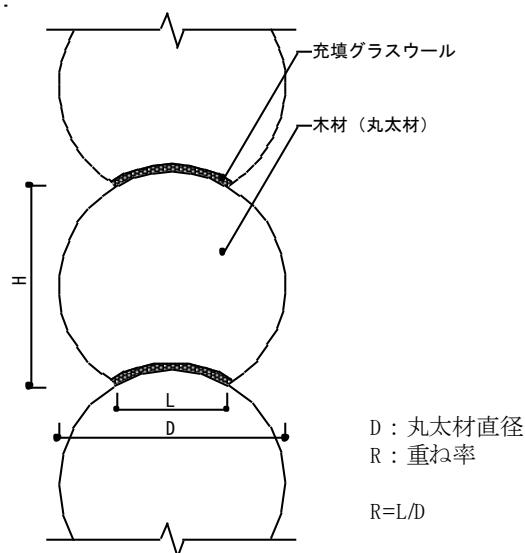
住宅の省エネルギー設計において、各部位の熱貫流率の算定は、非常に重要である。丸太組工法（以下ログハウス）の外壁は、文字通り丸太材を積上げて作成される。

従来この丸太材による外壁の熱貫流率は、断面面積が等しくなる均質な厚さの外壁に置き換えて、その熱貫流率を算定していたが、その計算結果が疑問視されることもあった。これらの現状を踏まえて、簡易でかつ比較的精度の高い計算方法を作成した。

## 2. 丸太材による外壁の詳細

図 2-1 は、外壁の垂直断面の模式図である。

図 2-1



丸太材と丸太材の重なる部分には、グラスウールなどを挟み込んで、隙間が発生しないように充填施工される。

外壁の形状は、丸太材の直径と重ね率  $R$  により定義される。

## 3. 求める式のスペック

実際に設計者が業務の中で用いることが出来る式を求めることが第一に重要であると考えた。

### 1) 重ね率ごとの式とする。

設計に用いられる重ね率  $R$  は、0.4、0.5、0.6、0.7 がほとんどであり、利用される丸太材の直径  $D$  は、88mm～290mm 程度である。

### 2) 木材の熱伝導率等を固定した式とする。

通常ログ材の熱伝導率は、 $0.12[W/(m \cdot K)]$  が利用されることがほとんどである。また、表面熱伝達率も室内側、外気側で固定した。

直径を入力するのみで丸太材による外壁の  $U$  値が算定できる式を定義する。

## 4. 式の作成方法

重ね率が 0.4、0.5、0.6、0.7 の場合のそれぞれについて、丸太材直径を 88mm から 10mm ピッチで 290mm までの 21 種類のモデルを設定した。（重ね割合との組み合わせにより 84 ケースとなる。）

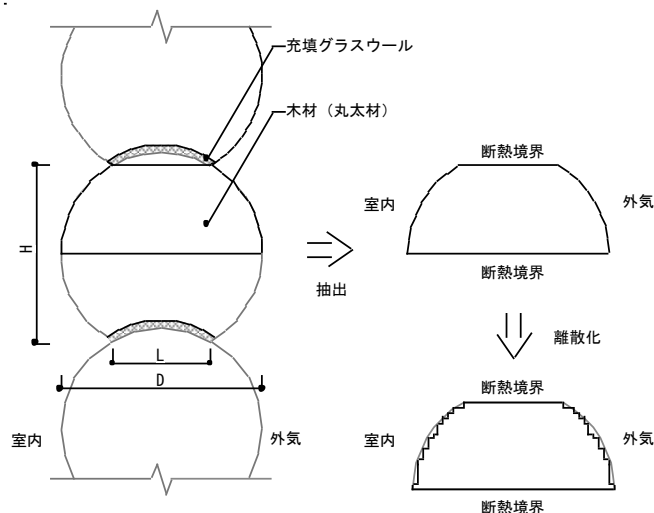
設定したモデルについて、FEM 二次元伝熱計算により伝熱解析を行い、貫流熱量、熱貫流率を算定した。

この算定結果を最小二乗法により近似し式を求める。

## 5. 解析モデル

図 5-1 に示すように半円形の部分を離散化して解析場とした。丸太材と丸太材の接合部のグラスウール等は、無視する。解析場のメッシュは、1mm ピッチで離散化し、丸太材輪郭を越えない範囲とした。

図 5-1



6. 計算プログラム

HeaTr\_FEMS (株式会社サードアイ)

境界条件：一次式

要素：長方形アイソパラメトリック要素

計算精度の検証：ISO/DIS 10211 の例題により検証  
(教育機関、公的研究機関等には無償ライセンス)

マイクロソフトエクセルをプリポストとするためバッチ処理に向いている。

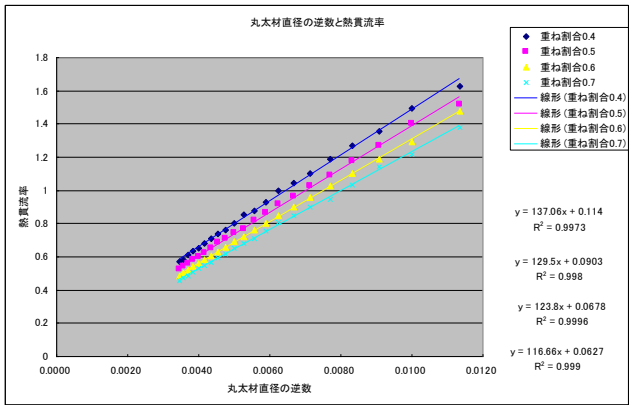
7. 結果

算定した熱貫流率を表 7-1 に示す。U 値を単純増加関数とするため X を直径の逆数(1/D)としたグラフをグラフ 7-1 に示す。

表 7-1

| 番号 | 直径mm | 直径逆数   | 重ね割合0.4  |     | 重ね割合0.5  |     | 重ね割合0.6  |     | 重ね割合0.7  |     |
|----|------|--------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
|    |      |        | 角材換算     | 貫流率 | 角材換算     | 貫流率 | 角材換算     | 貫流率 | 角材換算     | 貫流率 |
| 1  | 88   | 0.0114 | 1.024782 | 58  | 1.520039 | 61  | 1.474448 | 64  | 1.378764 | 70  |
| 2  | 100  | 0.0100 | 1.491915 | 63  | 1.402827 | 68  | 1.291289 | 75  | 1.216391 | 81  |
| 3  | 110  | 0.0091 | 1.35515  | 71  | 1.268333 | 77  | 1.18868  | 83  | 1.139651 | 88  |
| 4  | 120  | 0.0083 | 1.270874 | 77  | 1.177593 | 84  | 1.100485 | 92  | 1.0355   | 98  |
| 5  | 130  | 0.0077 | 1.187767 | 84  | 1.088987 | 93  | 1.024246 | 100 | 0.948321 | 109 |
| 6  | 140  | 0.0071 | 1.09938  | 92  | 1.028375 | 99  | 0.958639 | 108 | 0.901071 | 116 |
| 7  | 150  | 0.0067 | 1.045074 | 97  | 0.960884 | 107 | 0.899762 | 116 | 0.848738 | 124 |
| 8  | 160  | 0.0063 | 0.996494 | 103 | 0.919218 | 113 | 0.845088 | 124 | 0.806283 | 131 |
| 9  | 170  | 0.0059 | 0.930967 | 111 | 0.864122 | 121 | 0.802009 | 132 | 0.755784 | 141 |
| 10 | 180  | 0.0056 | 0.875778 | 120 | 0.818369 | 129 | 0.760983 | 140 | 0.708854 | 152 |
| 11 | 190  | 0.0053 | 0.85167  | 123 | 0.768972 | 139 | 0.723973 | 148 | 0.681554 | 159 |
| 12 | 200  | 0.0050 | 0.804697 | 132 | 0.74203  | 144 | 0.690316 | 156 | 0.654    | 166 |
| 13 | 210  | 0.0048 | 0.762869 | 140 | 0.709592 | 152 | 0.659544 | 164 | 0.618677 | 176 |
| 14 | 220  | 0.0045 | 0.736908 | 145 | 0.683986 | 158 | 0.631636 | 172 | 0.594006 | 185 |
| 15 | 230  | 0.0043 | 0.711737 | 151 | 0.65043  | 167 | 0.605822 | 181 | 0.566049 | 194 |
| 16 | 240  | 0.0042 | 0.678246 | 159 | 0.625396 | 174 | 0.582172 | 189 | 0.5471   | 202 |
| 17 | 250  | 0.0040 | 0.654745 | 166 | 0.59946  | 183 | 0.560273 | 197 | 0.531382 | 208 |
| 18 | 260  | 0.0038 | 0.635541 | 171 | 0.580895 | 189 | 0.539863 | 205 | 0.507153 | 215 |
| 19 | 270  | 0.0037 | 0.609166 | 179 | 0.559129 | 197 | 0.521177 | 213 | 0.486783 | 229 |
| 20 | 280  | 0.0036 | 0.584505 | 188 | 0.544928 | 203 | 0.503566 | 221 | 0.472717 | 236 |
| 21 | 290  | 0.0034 | 0.568463 | 194 | 0.524878 | 211 | 0.488814 | 229 | 0.456853 | 245 |

グラフ 7-1



グラフ 7-1 から、線形近似式で十分な精度があると  
考え一次式により近似した。

以下表 6-2 に式をまとめる

表 6-2

| 重ね率 | 近似式                     | R <sup>2</sup> |
|-----|-------------------------|----------------|
| 0.4 | U= 137.06(1/D) + 0.114  | 0.9973         |
| 0.5 | U = 129.5 (1/D)+ 0.0903 | 0.998          |

|     |                         |        |
|-----|-------------------------|--------|
| 0.6 | U = 123.8(1/D) + 0.0678 | 0.9996 |
| 0.7 | U= 116.66(1/D) + 0.0627 | 0.999  |

また、角材との換算も頻繁に行われるため、この式も作成した。

グラフ 7-2

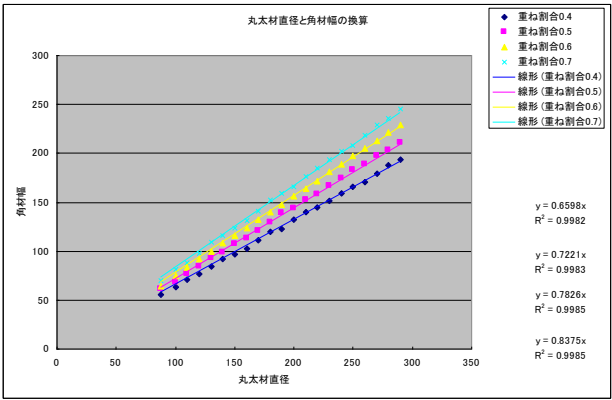


表 6-3

| 重ね率 | 近似式         | R <sup>2</sup> |
|-----|-------------|----------------|
| 0.4 | y = 0.6598x | 0.9982         |
| 0.5 | y = 0.7221x | 0.9983         |
| 0.6 | y = 0.7826x | 0.9985         |
| 0.7 | y = 0.8375x | 0.9985         |

8・まとめ

従来よりも精度の高い計算方法を提案する事が出来たと考えているが、以下のような課題があると考えている。

1) 実験との照合

従来よりも精度が高く、実用性の高い式が得られたと考えているが、実験と照合してその精度を確認すべきと考えている。

2) 境界条件の2次式化

今回は、境界条件が 1 次式のソフトウェアを用いて算定したが、より丸太形状を精緻に表現するため、2 次式を用いて算定する事が望ましいと考えている。

3) 木材の熱伝導率の説明変数化

今後さまざまな樹種の熱伝導率の測定が行われつつあるため、熱伝導率を説明変数に加えた式を構築する必要性が高まると考えている。