

丸太組工法住宅用木材の物性値測定結果の報告

1. はじめに

各種文献に記載されている木材の物性値は、樹種が少なく、また出典が曖昧なことも多い。たとえば、省エネルギー計算に用いられ「省エネルギー基準の解説」(財団法人 建築環境・省エネルギー機構)には表 1-1 に示す 3 種に分類されて熱伝導率が記載され、樹種毎の詳細、出典については記述がない。丸太組工法住宅（以下ログハウス）は、無垢の木材のみで外壁を構成するため、木材の性質が直接外壁の温熱性能を決定することになるため、木材の物性値の重要性が高い。また、使用される樹種もさまざまであるが、その樹種の物性値が把握されていないことも多い。木材の物性値の整備が丸太組工法の温熱環境設計上の意義が高いと考えている。

表 1-1

材料	樹種	熱伝導率 [W/(m・K)]
天然木材 1 種	桧、杉、そぞ松等	0.12
天然木材 2 種	松、ラワン等	0.15
天然木材 3 種	ナラ、サクラ、ブナ等	0.19

2. 測定樹種

ログハウスの建設には、国産材、輸入材と多種多様な木材が使用される。用いられる代表的な樹種を表 2-1 に示す。

表 2-1

樹種	産地等
桧	国産
杉	国産
松	国産
北欧パイン	輸入
欧州赤松	輸入
レッドシダー	輸入
ダクグラスファー	輸入
スプルース（北米）	輸入カナダ
欧州スプルース	輸入フィンランド等

これらの中で、使用実績が多いと思われる樹種を選択して測定を行った。(表 2-2 参照)

表 2-2

No.	樹種	産地等
1	桧	
2	杉	
3	北欧パイン	

3. 測定項目

物性値の測定項目としては、各種シミュレーションに用いることを考慮すると表 3-1 の要素が挙げられる。

表 3-1

物性値項目	目的等
熱伝導率	U 値、Q 値、伝熱解析、熱水分同時移動解析、熱負荷計算等
比熱	非定常伝熱解析、熱負荷計算等
比重	非定常伝熱解析、熱負荷計算等
湿気伝導率	熱水分同時移動解析等
飽和含水率	熱水分同時移動解析等
含水率	他のパラメータに影響を及ぼす

この中で、今回は躯体の断熱性能の設計に必須な物性値のとして熱伝導率と比熱の測定を行った。(なお、同時に、含水率や比熱も測定される。)

4. 熱伝導率の測定方法

- ・ JIS A 1412-2(HFM 法)
- ・ 試験体形状 200mm×200mm×30mm 程度
- ・ 測定数 N=5 とした。
- ・ 密度 (23℃50%にて養生後に測定)
- ・ 含水率 (JIS A 1476) (23℃50%にて養生後に測定)

5. 比熱の測定方法

- ・ 測定方法
断熱状態のもとで試験体に一定熱量を加え、試験体の温度上昇と時間を測定し算出する。(測定温度範囲は常温～80℃、この間の平均比熱)
- ・ 試験体形状 50mm×50mm×100mm 程度
- ・ 測定数 N=5 とした。
- ・ 密度 (絶乾状態)

6. 測定機関

財団法人 建材試験センターに依頼した。

7. 熱伝導率の測定結果

表 5-1-1 桧

		熱伝導率 [W/(m・K)]	密度 [kg/m3]	含水率 [10 ⁻² kg/kg]
N=1		0.111	476.6	11.3
N=2		0.114	478.6	11.3
N=3		0.122	471.8	12.1
N=4		0.122	473.9	12.1
N=5		0.126	485.6	11.8
全測 定値	中央値	0.122	476.6	11.8
	平均	0.119	477.3	11.7
極値 除外	中央値	0.122	473.9	12.1
	平均	0.119	474.8	11.8

表 5-1-2 杉

		熱伝導率 [W/(m・K)]	密度 [kg/m3]	含水率 [10 ⁻² kg/kg]
N=1		0.108	315.4	11.8
N=2		0.111	304.4	11.8
N=3		0.111	293.9	11.5
N=4		0.111	301.6	11.6
N=5		0.111	307.6	11.9
全測 定値	中央値	0.111	304.4	11.8
	平均	0.110	304.6	11.7
極値 除外	中央値	0.111	301.6	11.6
	平均	0.111	300.0	11.6

表 5-1-3 北欧パイン

		熱伝導率 [W/(m・K)]	密度 [kg/m3]	含水率 [10 ⁻² kg/kg]
N=1		0.107	473.6	11.7
N=2		0.107	466.5	11.8
N=3		0.108	480.3	11.5
N=4		0.108	475.8	11.8
N=5		0.112	492.2	11.7
全測 定値	中央値	0.108	475.8	11.7
	平均	0.108	477.7	11.7
極値 除外	中央値	0.108	475.8	11.8
	平均	0.108	474.2	11.7

8. 比熱の測定結果

表 5-2-1 桧

		比熱[J/(g・K)]	密度[kg/m3]
N=1		1.47	425.5
N=2		1.48	447.1
N=3		1.50	433.5
N=4		1.50	430.4
N=5		1.54	426.4
全測 定値	中央値	1.50	430.4
	平均	1.50	432.6
極値 除外	中央値	1.50	433.5
	平均	1.49	437.0

表 5-2-2 杉

		比熱[J/(g・K)]	密度[kg/m3]
N=1		1.51	282.8
N=2		1.53	281.4
N=3		1.54	273.6
N=4		1.55	272.2
N=5		1.55	270.1
全測 定値	中央値	1.54	273.6
	平均	1.54	276.0
極値 除外	中央値	1.54	273.6
	平均	1.54	275.7

表 5-2-3 北欧パイン

		比熱[J/(g・K)]	密度[kg/m3]
N=1		1.47	547.1
N=2		1.48	513.5
N=3		1.49	486.1
N=4		1.49	523.5
N=5		1.51	574.7
全測 定値	中央値	1.49	523.5
	平均	1.49	529.0
極値 除外	中央値	1.49	513.5
	平均	1.49	507.7

9. まとめ

桧の測定値のばらつきが比較的大きいといえるが、樹種毎に熱伝導率や比熱の大きなばらつきはなく、安定した試験結果といえる。

今回測定した 3 樹種では、天然木材 1 種として規定されている熱伝導率 0.12[W/(m・K)]以下となる測定結果が得られた。

一般的に、熱伝導率は、密度や含水率を説明変数とする関数で表現されることも多いが、今回の測定結果では、相関性を示すまでに至らなかった。

今後の課題を以下に挙げる。

- 1) さらに多くの樹種について測定
- 2) 含水率や密度の変化と熱伝導率の相関性が示す事
- 3) 産地による物性値の違い

また、近年は、ログハウスと言えども、集成材が用いられることも多くなる傾向がある。このログハウスに利用される集成材は、一般的な構造用集成材とは集成方法が大きく異なるため、従来の物と同一の材料とする事は不適切であるためこれについても、その物性値を明らかにする必要がある。