

国産蓄熱式薪ヒーターの暖房に関する数値シミュレーション

薪ストーブ 放射暖房 数値シミュレーション

正会員○櫻井 謙祐*

正会員 高橋 達**

1. はじめに

本報では、既報の国産蓄熱式薪ヒーター¹⁾の暖房効果に関する実測調査²⁾の結果を用いて、数値シミュレーションによる対象室のモデル化を行い、そのモデルを使い、同ヒーターを住宅に導入する場合の能力算定に関する配慮事項について検討した。

2. 研究方法

数値シミュレーションは、汎用室温計算シミュレーションソフトAE-Sim/Heat((株)建築環境ソリューションズ)を用いて行い、同ソフトの使用者が容易に実行できる計算方法を求めるようにした。

図1にSim/Heatにおける対象室のモデル化の概要を示す。Sim/Heatを用いたシミュレーションでは、暖房機器は温度によるスケジュール運転のみの設定に留まるため、放熱量によるスケジュール運転が設定できる照明機器をヒーターとして扱うようにした。

モデル化にあたって、まず、ヒーターに見立てた銅板0.05mmの間仕切り内で実測放熱量を照明発熱の形で与える設定にした。次に、ヒーターの蓄熱性を再現するために照明機器周囲の間仕切りをキャスト材(比熱、密度、熱伝達率は900J/kgK、1950kg/m³、1.0W/mK)³⁾に置き換え、実測時のヒーターの蓄熱と暖房効果が再現できるようにした。

図4に実測値と計算値を示す。炊き上げ時に、最大で約4℃の誤差があるが、ヒーター表面がキャスト材の場合でも実測値を概ね再現している。そのため、一部の炊き上げ時を除けば、いずれの温度も計算誤差が2℃以下になり、計算精度は本研究の目的に対して十分と判断した。

なお、Sim/Heatではコの字型の間仕切りが設けられないため、背面が外壁の一部になるようにL字の間仕切りにした。蓄熱式ヒーター近傍にある炉壁・炉床の耐火コンクリートは、合計が同容量のものを東壁全面と床の一部に設置されていると仮定した。

次に日本建築学会標準問題モデル⁴⁾の間取を参考に作成した、図2の木造住宅を対象にして、暖房計画上の配慮事項に関する検討を行った。表1に主な計算条件を示す。パラメータ条件は、外皮の断熱性が次世代省エネルギー基準より劣る「低断熱」と、次世代基準と同等の「次世代」の二つを設けた。蓄熱部位(耐火

レンガ)は、国内の施工例で一般的な容量のものを「国内一般」として、その2倍を「一般の2倍」、3倍

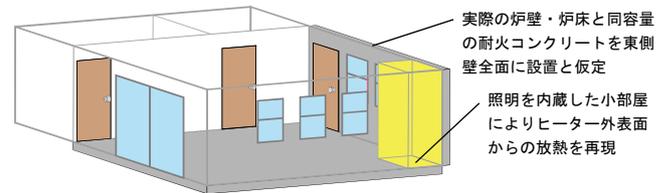


図1 Sim/Heatにおける対象室のモデル化

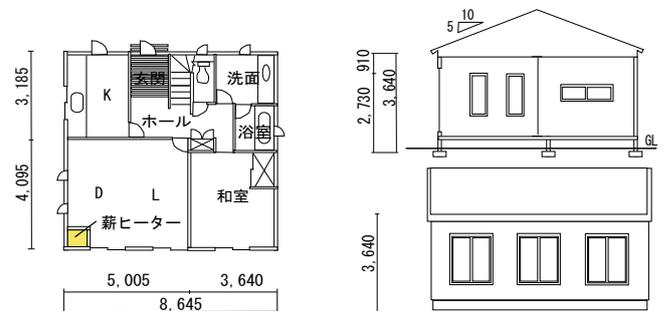


図2 計算対象のモデル住宅

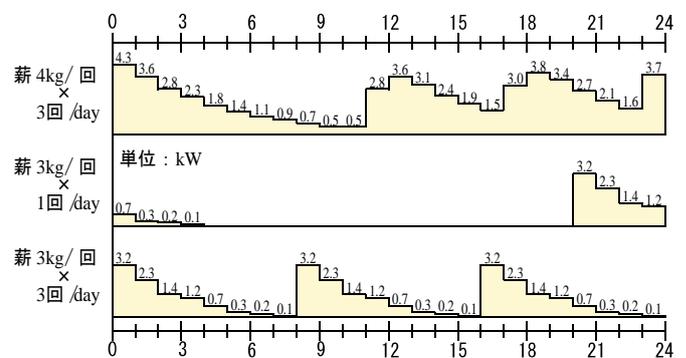


図3 蓄熱式薪ヒーターの炉内発熱スケジュール

表1 数値シミュレーションの主な計算条件

パラメータ項目	低断熱	次世代
壁断熱材の種類	0.045W/m ² ·K	0.038W/m ² ·K
壁断熱の厚さ	天井(mm): 45 壁(mm): 30 床(mm): 30	180 80 115
ガラス窓の種類	単層ガラス	複層ガラス
気密性	1回/h	0.5回/h
薪の投入回数	実測値(薪4kg/回×3回/day)、実測値の50% 薪3kg/回×1回/day、薪3kg/回×3回/day	
蓄熱部位	炉台	炉台
(耐火レンガ)の容量	「国内一般」「一般の2倍」「一般の3倍」	
地域	住宅事業建築主の判断基準における地域区分IVa地域	

※国内一般: 炉壁19mm厚、炉床20mm厚×1800mm×1100mm

を「一般の3倍」として与えた。

図3に蓄熱式薪ヒーターの炉内発熱スケジュールを示す。薪の投入回数は、実測値の薪4kg/回を3回/day投入したものを「実測値100%」、ヒーター外表面に採熱コイルを設けて50%熱回収したと仮定したものを「実測値50%」とし、薪3kg/回を1回/day投入したものを「3kg1回」、3回/day投入したものを「3kg3回」とした。

地点は改正省エネルギー基準における地域区分Ⅳa地域の彦根とした。

3. 結果・考察

図5に外皮断熱が「次世代」、炉台容量が「一般の3倍」で薪の投入回数を変えた場合(上段)と薪4kgを3回/day投入した場合(中段)の室空気温・周壁平均温度を示す。日中の外気温が5℃以下で低い2/17~2/19に注目すると「次世代」の外皮断熱で一般の3倍の炉台容量がある場合、薪投入量が「3kg1回」では室空気温が最高で16℃、最低で7℃になっているのに対して薪投入量「3kg3回」では室空気温が最高23℃、最低15℃であり、比較的温暖な室内熱環境になっている。

次に、外皮が「低断熱」と「次世代」断熱の比較では、「次世代」断熱の室空気温が「低断熱」に比べてピーク時で4℃ほど低くなっているものの、温度変化が小さく、概ね24℃~28℃に留まっている。さらに、「次世代」断熱のヒーター放熱量は実測値の50%としてあり、「低断熱」と同量の薪投入を行った場合、50%の熱回収を行っても、断熱により「低断熱」と同程度の最低室温が再現でき、残りの50%の熱が別室の暖房熱源の一部になると考える。

4. 結論

蓄熱式薪ヒーター利用暖房について数値シミュレーションを行なった結果、以下のことがわかった。

- 1) 室温計算ソフトSim/Heatを用いて、蓄熱式薪ヒーターを同量の炉内発熱量のあるキャスタブル材で仕切られた小部屋に見立てることにより、室空気温・周壁温度の計算誤差がほとんどの時間で2℃以下になるような計算モデルを作成できた。
- 2) リビング・ダイニングにおいて、「次世代」断熱、炉台容量「一般の3倍」、薪投入燃量「3kg3回」の条件では、室空気温15~23℃の室内熱環境を保つことができ、「3kg1回」より常に室空気温が5~9℃高い状態を維持した。
- 3) 「次世代」断熱の住宅リビング・ダイニングに薪ヒーターを導入した場合、「低断熱」住宅で使用する半分の熱でそれと同等に近い暖房効果が得られ、残りの50%の熱が別室の暖房に使用できる。

* (株)田中建築事務所(当時、東海大学大学院生) 修士(工学)

** 東海大学工学部 教授・博士(工学)

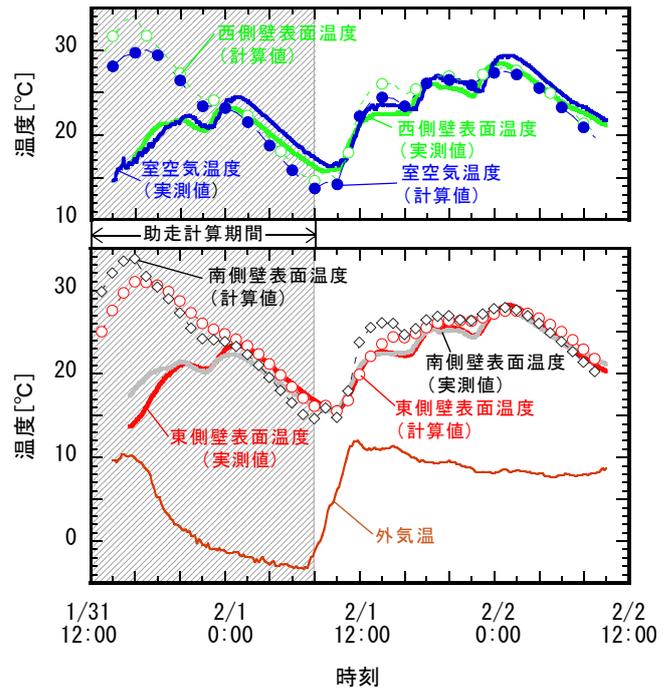


図4 炉内発熱・ヒーター蓄熱を考慮したヒーター表面温度の計算精度

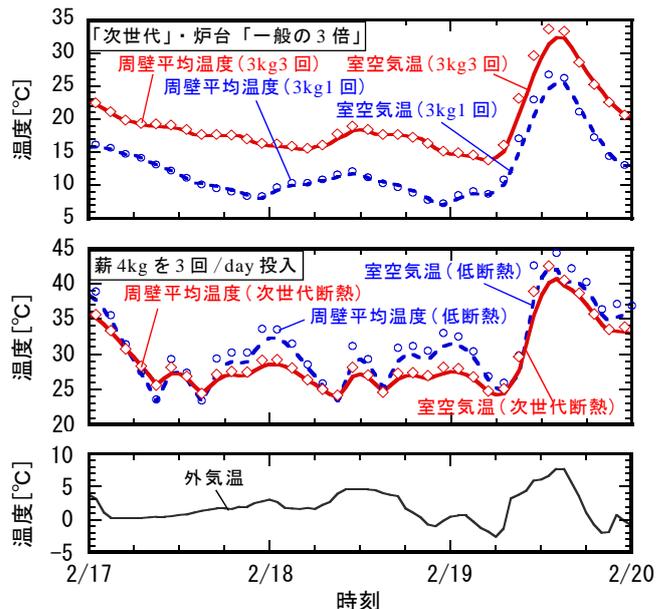


図5 外皮断熱・炉台容量等を変えた場合の予測室内熱環境

参考文献

- 1) 薪のある暮らし方研究所、(<http://makilab.jimdo.com/>)
- 2) 櫻井謙祐・根本晋吾・高橋達：国産蓄熱式薪ヒーターの暖房効果に関する実測調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1411-1412、2013年。
- 3) 前出産業(株)：針葉樹を主燃料にできる純国産セラミック製蓄熱式薪ストーブの開発、平成24年度森の資源研究開発成果報告書、pp.1-19、2013年。
- 4) 宇田川光弘：標準問題の提案、日本建築学会環境工学委員会、熱分科会第15回熱シンポジウム、pp.23-33、1985年。

* Tanaka Planners, Architects & Engineers, M. Eng. (Ex-Graduate Student of Tokai Univ.)

** Prof., Faculty of Eng., Tokai Univ., Dr. Eng.