

論文の内容の要旨

論文題目 東アジア地域での太陽熱暖房・給湯システムの
適用可能性に関する研究

氏 名 崔 榮 晋

本論文は、「東アジア地域での太陽熱暖房・給湯システムの適用可能性に関する研究」と題して実験とシミュレーションに基づいて既存太陽熱システムの暖房と給湯負荷削減効果の向上や東アジア地域での気候変化による各地域での太陽熱システムの利用可能性を把握する。既存の液体式と空気式の太陽熱システムの性能を測る実験を行い、実験の結果や既往研究の計算式を元にシミュレーションモデルを作成する。シミュレーションでは太陽熱システム適用による年間負荷削減効果や負荷削減量を増加されるための改善案の検討を行う。また、東アジアの太陽熱利用気候区分を行うために、太陽熱システムを適用した建物の年間負荷に影響を及ぼす気候要素を選別する。各気候での太陽熱システムによる年間暖房と給湯負荷削減効果を検討し、対象建物の断熱仕様によって太陽熱システム効果の変化を比較する。以下に本論文の各章の構成を示す。

第1章では、本研究の背景と目的として、最近のエネルギー使用の動向や太陽熱利用推移から太陽熱システムの利用必要性について記述した。太陽熱利用システムの拡散に障害になるシステム利用による負荷削減効果や地域別のシステム性能の差異を明らかにするための本論文の目的であるシステム性能評価やシステム改善案提示及び東アジアの各地域別システム適用効果の検討について論文の構成を示した。

第2章では、太陽熱システムの既往研究を調査して研究動向を把握し、液体式と空気式集熱システムの集熱器性能、蓄放熱方法、システム適用による効果などの実験とシミュレ

ーションによる評価結果を整理した。また、中国、韓国、日本の気候区分方法や各気候の断熱基準を調査して、東アジアの太陽熱利用気候区分の基礎データと利用した。

さらに、寒冷地や海外の太陽熱システム適用事例を調べて太陽熱システムの利用可能性や最近の動向を示した。

第3章では、日本工業規格(JIS)と国際標準化機構(ISO)を元に液体式集熱器の性能を測定する実験を行った。対象集熱器は一般的に使っている平板型集熱器だけではなく、集熱面から外気への熱損失を減らすための真空管型集熱器や太陽の角度に関わらず一定の集熱量が確保できる真空管型CPC、透過体と集熱版の間にアルゴンガスを入れて熱損失を減らす平板型集熱器、透過体にARコートすることで日射の透過率を上げる平板型集熱器などである。また、実験時の各集熱器の入口温度と流量を変えることで集熱効果への影響を検討した。実験から求めた集熱出口温度や外気条件から集熱器の性能を示す集熱効率特性線図を作成し、カタログ値との比較を行った。

第4章では、空気式集熱システムによる室内環境の変化を併設した3棟中同じ2棟の実験棟において実験を行った。室内に投入した集熱量がどのような流れで熱を使うかを理論式から示して、基礎下断熱や付加蓄熱設置有無、集熱面積変化などによる建物熱収支の変化を検討し、システム改善案を検討した。各実験結果を元に建物の熱収支を作成して現システムの問題点や改善が必要な部分を把握した。

第5章では、シミュレーションによる液体式と空気式集熱システムの年間負荷削減効果を検討した。また、既存太陽熱システムの年間暖房と給湯の負荷削減量を高める改善案の検討を行った。液体式集熱システムの改善検討では、集熱器を平板型集熱器から真空管型集熱器を使うことで約10%の年間負荷削減効果が上昇した。対象建物の集熱量と負荷に適切な貯湯タンクの容量の検討で、貯塔タンク容量の変更による年間負荷の変化を比較した。空気式集熱システムの改善案としては、ガラス集熱器も集熱面をLow-Eガラスに変更、基礎下断熱設置、非集熱時に室内空気と床下空気の強制循環(室内循環)、付加蓄熱として床下空間に水パック設置、水パックの表面積増加のために水パック代わりにペットボトル利用、室温23℃以下でも給湯と暖房両方に使う貯湯制御による年間負荷削減効果を検討した。

第6章では、東アジアの太陽熱利用気候区分を行うために、太陽熱システムを適用した建物の負荷に影響を及ぼす気候要素をシミュレーションで検討した。日本の842地点に対する空気式集熱システムを適用した住宅の年間負荷を計算し、負荷に影響が大きい気候要素を求めた。

第7章では、6章の気候要素を元に東アジアの太陽熱利用気候区分を行った。気象データは日本の拡張アメダス 842 地点、中国の EPW 323 地点、韓国の EPW 8 地点、北朝鮮の EPW 3 地点の全部で 1,176 地点である。また、東アジアの気候区分を可視化するために MATLAB を使って地図を作成し、色で気候地域を区別した。

第8章では、太陽熱利用気候区分による東アジアの気候の代表地点での一般住宅の年間暖房・給湯負荷、液体式と空気式集熱システム適用による太陽熱システムの適用可能性判断基準になる年間負荷削減量と負荷削減率を計算し、東アジア地図に色で区分した。また、対象建物の断熱仕様による太陽熱利用効果を比較し、低断熱住宅での改善案を検討した。また、地域の給湯負荷の比率による空気式と液体式集熱システムの利用効果を比較した。また、各地域の給湯負荷比率による液体式集熱と空気式集熱システムの太陽熱利用率を示し、地域と建物の断熱性能によって利用効率が高い太陽熱システムを導出した。

最後に第9章では、8章までの検討結果を踏まえ、本論文のまとめと今後の課題について示す。以上により、太陽熱液体式と空気式集熱システムの性能を向上する改善案の効果を検討し、東アジアの各地域での太陽熱利用効果を相対的な比較ができる太陽熱利用地図を作成した。