

## 審査の結果の要旨

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している。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し、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っている。また、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検討し、東アジアの太陽熱利用気候区分を行っている。さらに、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している。

本論文は大きく分けて序論、既往研究調査、実験とシミュレーションによる太陽熱システムの改善案提示、東アジアでの太陽熱システムの利用可能性検討の4つの部分で構成され、全9章である。

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ている。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ている。

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検討、蓄熱体の適用効果、太陽熱システムによる負荷削減効果などに関する実験とシミュレーション結果を整理している。また、中国、韓国、日本の気候区分方法、各気候の断熱基準を調査し、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ている。

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について示している。対象集熱器は一般的に使っている平板型集熱器を基準とし、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に対して、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ている。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、製品表示値との比較を行っている。

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、実証のために建設した 3 棟中で同じ条件の 2 棟の実証実験棟において評価実験を行い、集熱によって室内に投入した熱の流れ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、システム改善案を提案している。

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、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ている。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する結果を示している。また、対象建物の集熱量と暖房・給湯負荷に適合な貯湯タンクの容量の検討を行っている。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、付加蓄熱体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、貯湯制御などによる年間負荷削減効果を検討している。暖房熱負荷の低減には、日中の集熱をより効果的に夜間にシフトさせるための吸放熱特性の改善が効果的であることが明らかになった。

第 6 章では、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、東アジアの太陽熱利用気候区分を行っている。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示している。

第 7 章では、6 章の気候要素を元に日本の 842 地点、中国の 323 地点、韓国の 8 地点、北朝鮮の 3 地点（全部で 1,176 地点）の気象データに対する東アジアの太陽熱利用気候区分を行い、地図を作成して東アジアの太陽熱利用の気候区分を可視化している。

第 8 章では、東アジアの各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ている。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、各地域と建物の断熱性能に適合な太陽熱システムを示している。

最後に第 9 章では、本研究で得られた成果をまとめと今後の課題について示している。

以上、本論文は実験とシミュレーションによる検証を地道に積み重ね、住宅における太陽熱システムの性能向上に向けたシステム改善を吸放熱特性の改善を中心として具体的に提案し、暖房負荷削減のポテンシャルが大きいことを示すことに成功している。

また日本国内での適応にとどまらず、より気候が多様な東アジアの各地域での太陽熱利用可能性について明らかにし、日本国内にとどまらず韓国・中国の多くの地域において提案システムが暖房・給湯に消費されるエネルギー低減に有効であることを示している。その意味で、本研究の工学的、社会的な有用性は極めて高いと判断される。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。

以上