

### 3) 科学研究費補助金

#### 3) - 1 建築外皮と設備の統合化技術構築のための基礎的研究 (建築設備実態効率データの解析)

##### Fundamental research on integrating technology of building envelope and systems

(研究期間 平成 18~21 年度)

環境研究グループ  
Dept. of Environmental Engineering

澤地孝男  
Takao Sawachi

桑沢保夫  
Yasuo Kuwasawa

The application of scattered elemental technologies and knowledge to the design of energy-saving buildings is an urgent responsibility for experts in architectural environmental systems. There have been lacks of reliable and fair evaluation of effectiveness in energy saving for various elemental technologies and of the framework for practical design processes, that is applicable when designers improve energy performance of their products. This project has been focused on those issues.

##### 【研究目的及び経過】

建築におけるエネルギー消費に起因する CO<sub>2</sub> 排出量の削減は先進諸国に共通した課題であり、より実効性のある技術の普及が求められている。その課題の解決のためには、個々の省エネルギー要素技術の効果の明確化、統合した場合におけるエネルギー消費量推計精度の向上、といった具体的課題の克服のための技術開発が必要となっている。本研究では、統合化技術構築の際に欠落していると考えられる外皮系及び設備系の要素技術に係わる評価技術開発を行うとともに、統合的設計法のフレームワークについて検討を行うことを目的とした。

建築外皮側の要素技術として、外皮構造体の断熱・気密性確保技術及び間仕切壁等内部仕切りの気密性確保技術、自然通風による排熱及び室内気流形成、日射遮蔽外皮による日射取得量の低減技術等を行った。

設備側の要素技術として、空調システムの部分負荷時効率向上に関わる問題点の抽出と解決策の検討に着目し、パッケージ型空調機の部分負荷特性の測定等を行った。また、集合住宅の共用部設備のエネルギー消費の実態及び削減可能性に関する調査検討等を行った。

統合技術としては、建物使用条件、立地及び気象条件を踏まえた、建築外皮と設備を最適に組み合わせる省エネルギー設計プロセスについて検討を行った。

##### 【研究内容】

##### (1) 自然通風による排熱及び日射遮蔽に関する評価設計方法

通風のための措置を勘案して冷房設備の一次エネルギー消費量を算定するために、通風による排熱効果を見込んだ冷房負荷計算を行った。一般に、通風が冷房負荷に及ぼす影響を精緻に算定することは容易ではないため、効果の過大評価の回避を考慮しつつ、仮定を設け計算をすすめた。

複雑な要因を考慮して通風の効果を評価検討すること

は、数値流体計算や換気回路網計算を用いることで可能となるが、設計実務者には複雑で実務上現実的な評価法とはなっていない。そのため、簡易に通風の効果を検討するためにいくつかのモデル化・仮定を導入し、通風の負荷削減効果の有無を判定するための要件の整理を行った。通風の効果の有無は、想定した通風経路上に位置する開口部の開放可能な面積比(対象居室の床面積に対する開口部の開放可能な面積の比)を確保できるかどうかの通風措置の有無によって判定することとし、①無分岐を想定した通風経路上での評価に限定、②通風時には一定の通風量が室内に導入されるという負荷計算上の仮定、③一定の外部風速の設定、④通風経路上の開口部間に作用する妥当な風圧係数差の選定、⑤内外温度差による流入出を考慮しない、といった仮定を設け検討を進めた。一方で、開口部の日射遮蔽性能と通風性能の両性能の相互関係に関する実験を実施するとともに<sup>1)</sup>、窓開閉操作やエアコン使用など居住者の行為を機械的に再現した方法によって、通風による冷房エネルギー消費削減効果の評価を行った<sup>2)3)</sup>。

##### (2) パッケージ型空調機の部分負荷特性測定

運転負荷、外気温度と COP の関係、ならびに室内機運転台数が COP に与える影響について実験を実施し検討した。その結果、負荷調整が冷媒流量によることが明確になり、冷媒温度と流量を同時に調整するルームエアコンと比較した場合、負荷率と COP の関係が大きく異なることが明らかになった。また、ルームエアコンでは吹出し風量の増加と共に COP が上昇する傾向があるが、ビルマルにおいては複数の室内機の一部のみ運転する場合には COP が低下することがわかった。例えば暖房時にルームエアコンでは風量の増加により凝縮温度を下げるので COP が向上する要因となるが、ビルマルでは凝縮温度の調整を行わず液温の低下を招くため COP が悪化する可能性がある。部分台数運転時は冷

媒流量が少なくこの影響が顕著であったと考えられる。  
図 1、2 及び表 1～4 に実験状況及び結果の一例を示す  
(研究分担者：熊本県立大学細井昭憲による)。

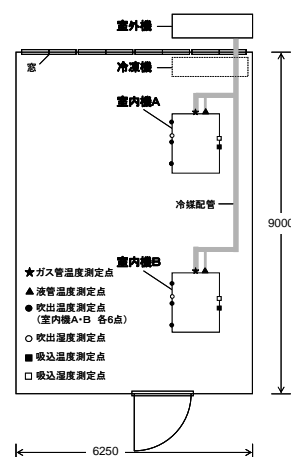


図 1. 測定状況

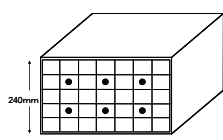


図 2. 吹出温度測定

### (3) 風圧係数データベース改良整備

比較的規模の大きな業務用建築に作用する風圧に関しては、着目する建物と遮風する建物の相対的位置及び風向を変化させた風洞実験を実施した結果に基づき、単独条件における風圧係数より遮風条件下における風圧係数を予測する手法について検討を行って、風圧低下量に関する関数の特性を明らかにした。

また、小規模建物に係る遮風条件における風圧係数の予測についても風洞実験を実施し、次のような結果を得た。すなわち、1)隣棟間隔が狭くなる、すなわち建物密度が増大すると壁面の風圧係数が低下するが、風下壁面についてはさほど大きな差異は生じない。2)建物密度の変化に対する風上風下壁に作用する風圧係数は、住宅群が高密度化すると両者ともに各々ある値に漸近する。3)風上風下壁間風圧係数差に対して、壁と屋根の間の風圧係数差は 2 倍近い。4)配列方法に違いはあるものの、同一密度においては同程度の風圧係数差の変化を示す。5)切妻屋根を有する小規模建物に作用する風圧係数の建築密度に対する風向別評価法の検討の結果、単独建物における風圧係数差に対し住宅群の地域集中度に依存させる方法には可能性がある。

### (4) その他の要素技術に関する検討

上述の検討結果以外に建物外皮の断熱及び日射遮蔽計画に関する設計施工法の検討、中央式空調設備の熱源効

率に関する調査、照明、事務機器等からの発熱負荷量の現状と設計物件における予測方法の検討、集合住宅共用部設備によるエネルギー消費量に関する調査分析<sup>4)</sup>、発熱量抑制のための機器選定方法に関する調査を実施した。  
(5) 建築外皮と設備の最適統合化設計施工手法

蒸暑気候下の住宅を例に取り上げ、冷暖房、給湯、換気、照明、家電に係るエネルギー消費の削減を目的とした設計手法の作成に取り組み、設計法のフレームワークについて検討した。小規模建物を対象とした統合的設計手法の枠組みを規格化することを試みている<sup>6)</sup>。

### 【研究結果】

本研究を通じて、建築省エネルギー性能向上のための統合的設計法開発と普及のための基礎となる調査検討を行った。統合化されるべき要素技術を対象とした等しく公正な評価方法の用意されていることが重要であり、そのために欠落している優先順位の高い評価技術開発を行うとともに、設計法の規格立案を通じ、統合的設計法のフレームワークに関する提案を行うことができた。

### 【謝辞】

本研究成果は、研究分担者又は連携研究者として参加された次の研究者によるところが大きい。記して謝意を表す：丸田榮藏、細井昭憲、西澤繁毅、羽原宏美、齋藤宏昭、倉山千春、三浦尚志、瀬戸裕直、三木保弘、堀祐治、田島昌樹、成田健一

### 【参考文献】

- 1) 小林美和, 澤地孝男, 倉山千春, 西澤繁毅, 瀬戸裕直, 井上 隆, 成田健一: 通風と日射遮蔽の両面からみた日射遮蔽部材の評価, 日本建築学会環境系論文集, NO.613, 57-63, 2007年3月
- 2) Takao Sawachi, Shigeki Nishizawa, Hiromi Habara, Hisashi Miura: Estimation on the Effectiveness of the Cross Ventilation as a Passive Cooling Method for Houses, The International Journal of Ventilation, Vol.7, No.2, P179-, September 2008
- 3) 羽原宏美, 三浦尚志, 細井昭憲, 西澤繁毅, 澤地孝男: 夏期及び中間期における通風冷房行為の再現によるRC集合住宅の室内温熱環境及び冷房消費電力に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, No.633, 1321-1329, 2008年11月
- 4) 佐藤順子, 須田礼二, 田島昌樹, 澤地孝男, 桑沢保夫, 野村 聡: 集合住宅の属性別にみた共用部エネルギー使用量に関する分析, 日本建築学会環境系論文集 NO.641 P.837 2009年7月
- 5) Takao Sawachi, Shigeki Nishizawa, Hiromi Habara and Hisashi Miura: Estimation of Cooling Energy Reduction by Utilizing Cross-Ventilation in Detached Houses, within Japanese Newly Introduced Energy Regulation-Estimating Energy Consumption for Different Uses, Vol.8 No.3, P216-, December 2009
- 6) Takao Sawachi as project leader in ISO/TC205: "Framework of the design process for energy-saving single-family residential and small commercial buildings with the energy consumption ratio as a criterion", January 2010, International Standard Organization