

名古屋市立大学大学院 様

空調システムの効率化ツールをCFDと連成 建築物のライフサイクルを通した省エネへ

限られたエネルギー資源を有効に使うためには、単に消費エネルギーを削減するだけでなく、エネルギー使用方法の効率化も重要になる。 名古屋市立大学の尹奎英准教授は空調エネルギーマネジメントツールに関する研究を行うとともに、STREAMとの連成に取り組んでいる。



名古屋市立大学大学院 芸術工学研究科

http://www.nagoya-cu.ac.jp/sda/1.htm

学部設置 1996年 大学院設置 2000年 学校種別 公立

本部所在地 愛知県名古屋市瑞穂区



名古屋市立大学大学院 芸術工学研究科 准教授 博士(工学)尹 奎 英 氏

エネルギー消費は、運輸、民生、産業の3部門に大きく分けられる。そのうち日本では民生部門が約3分の1を占める。この民生部門のエネルギー消費量は、40年前と比べて約2.5倍と飛躍的に増えた。民生部門はさらに家庭部門と業務部門に分けられるが、とくに業務部門では、エネルギー消費量のうち空調の占める割合が約半分にもなる。したがって建築物における空調の効率化は、消費エネルギーの低減に取り組むうえで重要な分野の一つとなる。

建設業界における環境に関わる取り組みには、CASBEE(建築環境総合性能評価システム)やBIM(building information modeling)、ZEB(zero energy building)などさまざまなものがある。CASBEEは建築物の環境性能を総合的に評価するものだ。またBIMは、建築物について設計図をはじめ材料やコスト、調達先などあらゆるデータをすべて盛り込んだデータベースと言える。意匠、設備、構造といった今まで分断されがちだった分野を統合することによって建築物の生産性を高めるカギになるとみられている。ZEBという取り組みも世界で進行しつつある。これは建築物が使用したエネルギーを自身で生産してトータルでエネルギー利用をゼロにしようという考え方だ。いずれも消費エネルギーを削減するだけでなくうまくエネルギーの使い方をマネジメントすることが必要だ。その中で、建築物で大きな割合を占める空調の効率化が重要な課題になるのは間違いない。

さまざまな視点から空調の効率化に取り組む

その空調の効率の面から建物の消費エネルギー削減の研究に取り組んでいるのが、名古屋市立大学大学院 芸術工学研究科 准教授の 尹奎英氏である。尹氏は一貫して省エネに貢献する空調システムの研究に取り組んできた。その一つがクール/ヒートチューブという、

地中熱を利用したシステムである。専用の配管を地下に埋めて、冬は暖かく夏は冷たい地中熱を利用する特殊なシステムである。また愛知万博で設置されたドライミストの研究も行った。またダブルスキンという建物の外装を二重にして間に通気させて空気を循環させることで、エネルギーを削減するシステムも尹氏の研究対象である。尹氏が最近とくに取り組んでいるのが、シミュレーションを使った空調システムの検討手法である。

ライフサイクルを通して消費エネルギーを管理

空調の効率化は実際のところあまり進んでいないのが現状だ。そこで空調設備機器 およびシステムの年間エネルギー消費量などをシミュレーションする「LCEMツール」



芸術工学棟 中部建築賞・照明学会照明普及賞 優秀施設賞 受賞(名古屋市千種区)

が開発された。LCEMはライフサイクル・エネルギー・マネジメントの略で、LCEMツールは約7年前に国土交通省の大臣官房官庁営繕部が開発、公開された。さらに2010年からは、公共建築物を建築する際は、LCEMツールを使ってエネルギーマネジメントを検討することが要求されている。

LCEMツールは空調の機械的な動きをシミュレーションするものである。LCEMツールによって、建築物の空調のエネルギー消費量や、空調システムをどんな状態で稼働させればよいかが分かる。ツールは基本的に1時間刻みで空調システムの時間変化を見ていくことができる。それを継続して年間などで検証することも可能だ。天候の変化は、天候による熱負荷を別のツールで計算してインプットすることで反映できる。

LCEMツールは建築物のライフサイクルのすべての段階において使えるのが特徴だ。設計時にはLCEMツールで空調システムを検討しながら設計を進める。施工時には、試運転調整時の性能確認や、最適な運用方法の事前検討などに使える。運用時においては、建築物のエネルギー性能の評価や、どういった運転をすればより少ないエネルギーで目的の効果を得られるかという運用改善の検討に利用することができる。

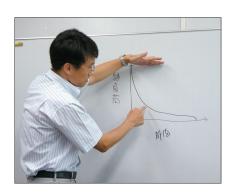
LCEMツールがとくに目指したのは、使いやすさと、オフピーク時の性能を評価できることだという。表計算ソフトをベースとして開発したのは、設備系技術者にとってはExcelがデータ処理において日常的なツールだということもあり選ばれた。オフピーク時の性能評価については、季節や時間により空調システムはさまざまな条件で動く。これをふまえたうえで評価できるもの、つまり、部分負荷運転も考えてマネジメントできるように考えて開発したという。逆に言えば、今まで部分負荷をふまえた空調システムの設計はほとんどされてこなかったとい

うことであり、この現状を解決するため に作られたツールだといえる。

なお部分負荷運転とは、定格能力(あ らかじめ決められた条件での運転能力) より低い能力で運転することである。こ れにより、年間で必要な最大エネルギー をベースに空調システムを設計するので はなく、稼働状態の大半を占めるフル稼 働でない状態にあわせて効率化を行うこ とが可能になる。例えば冷凍機であれば、 設備を設計するときには、1年を通して 一番暑い時期に性能を満足する機器を選 ぶのが普通だ。だが年間を通した運用状 態を見てみると、負荷が最大となる時期 はほんの数時間しかない。残りの期間は 負荷が小さいため、ほとんどの時間はフ ルに性能が生かされず、効率の悪い運転 状態になってしまう。対策としては、温 熱環境を緩和し容量を下げたものを導入 する方法や、小さいものを複数台導入し て、必要な個数だけ使うといった方法が ある。また部分負荷運転において効率の よい機械、つまり例えば80%の消費電力 のときに1番効率がよいなどといった機 器も最近販売されている。蓄熱システム を使って、部分負荷になるところをうま くシフトさせるシステムもあるので、こ れらの方法をうまく組み合わせていく。 LCEMツールは、この部分負荷の性能も 考慮しながら空調システムを評価できる というわけだ。

LCEMとSTREAMを連成でさらに精 度よく

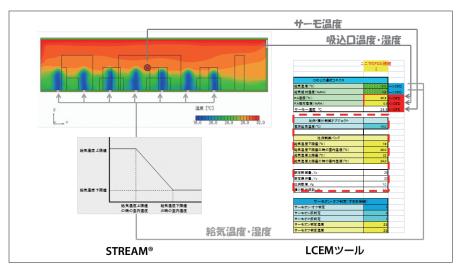
さらにLCEMツールは、ソフトウェアク



レイドルのSTREAMと連成して使い、互 いの精度を上げることができる。部屋の 温度などの状況によって実際の空調の動 作は変わる。だがLCEMツールだけでは、 屋内の状況が考慮されずに計算が進んで いく。空調機器の性能と部屋内の状況は リンクしているので、シミュレーション でもリンクした状態で解析しなければリ アルな状況は再現できない。LCEMツー ルとSTREAMの連成では、空調機の吹き 出し口から出てくる空気の状態をLCEM からSTREAMに渡し、STREAMは部屋の環 境を解析する。その結果をまたLCEMの 空調機の吸い込み口に渡すというサイク ルを繰り返す。実際の動きを如実に再現 できるのがメリットだ。

尹氏がLCEMツールとSTREAMとの連 成を始めたきっかけは、それまでは室内 すべての場所が瞬時一様に設定温度に なると仮定していたことだった。だが実 際は室内は一瞬で温度は変わらず、場所 によって一様でもない。そこでより現実 に近く、より精度よくシミュレーション を行うために連成の検討を始めたという。 実際に連成を使って、節電対策で空調機 を一部停止した場合の環境の変化につい て検討した。これは空調システムをイレ ギュラーな使い方をした場合に環境がど うなるかということだ。それほど環境が 悪化しないことが予測できればその対策 が取れる。昨今の省エネのニーズに応え る活用方法だ。

尹氏がSTREAMを使い始めたのは2006 年だ。きっかけは、ある設計会社からの 相談だった。設計会社は、室内の温度分 布がどうなっているのかわからないため 検討をしたいと考えていた。また自社の 顧客にそれを分かりやすく説明したいと いう。具体的には、今まで屋内の温度を 全部26℃にするという考え方で空調シス テムを設計してきたが、実際には温度分 布が生じるので顧客もそういったことを 気にするようになってきたことや、PCの 性能が上がり3次元でのシミュレーショ ン予測が可能になってきたという背景も



LCEMツールとSTREAMの連成解析概念図

ある。またビジュアルを見せるとインパクトもありSTREAMを使って検討を始めたということだ。再び本格的に取り組んだのが、3年前に開業した京阪電鉄中之島線の大江橋駅における『列車が入ってくるときの風の解析』である。その頃STREAMのバージョンがアップした時期で、インタフェースががらりと変わり非常に使いやすくなったという。研究室の学生も、2週間あれば最低限使えるようになり結果も出せる。「ほかのツールに比べてとても習得時間が短くとても使いやすい」(尹氏)という。

ポストの使用範囲が広がれば

ソフトウェアクレイドルに対しては、問い合わせる時の対応がとても速いのがありがたいという。対応内容もとてもしっかりしているということである。一方、新しくできた機能を後のバージョンで廃止するのはできれば避けてほしいとのことだ。機能を使っていた場合、その機能だけで完結していればよいが、他の機能と関連させて使っていると、一つの機能が消えるだけで関連用途すべてで使えなくなるので大変だという。

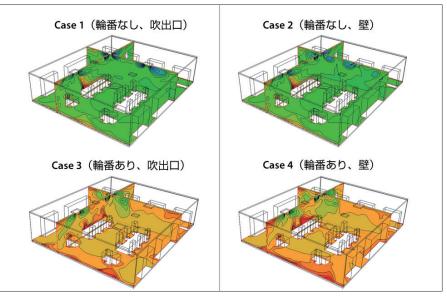
またポストは、PCに入れて持ち運びができるとありがたいという。ネットワーク版は現在は持ち運ぶことができないが、

打ち合わせなどでは紙に印刷した結果だけではうまく伝わらないことがあるからだ。ビューワを使う方法もあるが、あらかじめ設定した画像しか見せることはできない。詳細な質問を受けた時、説明するにはポストで任意の条件で映像を見せられるとありがたいので、ポストだけでもライセンスの制約をはずしてもらえればとのことだ。

尹氏は「LCEMツールを作っても世の中に広く使ってもらわないと意味がないので、普及のために、もっとわかりやすいものにしていかなければならない」と

語る。LCEMツールとSTREAMを連成したシミュレーション手法に関する研究は名古屋大学研究グループ(環境学研究科奥宮政哉教授、飯塚悟准教授)と共同で行っている。「LCEMとSTREAMの連成については、カスタマイズ的なところが多くあるので、今後もより使いやすくしていきたい」(尹氏)ということだ。

建築部門における効果的な空調の設計、 運用は省エネのために今後欠かせない取り組みになる。LCEMツールとSTREAMの 連携は、ますますそれを後押しすること になるだろう。



個別分散空調システムの節電対策検討シミュレーション例



STREAM

STREAMが採用する直交構造格子は計算用格子作成が非常に簡便で、高速に演算が できます。微小な曲面や斜面を忠実に再現しなくても全体の流れを検討できる対象 物において、最大のパフォーマンスを発揮します。また、離散化手法として多くの 熱流体解析で採用している有限体積法を用い、1000万要素の解析でも約5.5GB程度 のメモリで計算が可能です。さらに、VBインターフェースやテーブル入力型の関数 登録など、お客様用にカスタマイズできる機能も充実しています。



● この記事に関するお問い合わせは下記まで。

株式会社ソフトウェアクレイドル

〒530-0001 大阪市北区梅田3-4-5 毎日インテシオ Tel: 06-6343-5641 Fax: 06-6343-5580

〒141-0032 東京都品川区大崎1-11-1 ゲートシティ大崎ウエストタワー Tel: 03-5435-5641 Fax: 03-5435-5645

●名古屋営業所

〒450-0001 愛知県名古屋市中村区那古野1-47-1名古屋国際センタービル Tel: 052-589-8649

Email: info@cradle.co.jp | Web: www.cradle.co.jp

※STREAMは、日本における株式会社ソフトウェアクレイドルの登録商標です。

- ※その他、本パンフレットに記載されている会社名、製品・サービス名は、各社の商標または登録商標です。
 ※本資料の内容、テキスト、画像等の無断転載・無断使用を固く禁じます。
 ※本パンフレットに掲載されている製品の内容・仕様は2013年8月現在のもので、予告なしに変更する場合があります。 また、誤植または図、写真の誤りについて弊社は一切の責任を負いません。