



Title	設計における電算機利用の実績
Author(s)	佐藤, 信孝; 平間, 秀輝; 若山, 尚之
Description	第4回衛生工学シンポジウム (平成8年11月7日 (木) -8日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 3 計画展望、モデリング . P3-8
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 4, 131-136
Issue Date	1996-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7838
Type	departmental bulletin paper
File Information	4-3-8_p131-136.pdf



3-8

設計における電算機利用の実績

佐藤 信孝 (日本設計)
平間 秀輝 (日本設計)
若山 尚之 (日本設計)

1. はじめに

近年におけるコンピュータ技術の急速な発展は、計算機など、ハードウェアの性能向上のみならず、ソフトウェアについても劇的な進歩を遂げている。とりわけ昨年 windows95 の発売によりパソコンが一般家庭にまで普及してきた。一方、建築設備・環境設計の分野では、CAD が普及しており、さらに各種シミュレーションプログラムの充実により、設計の各段階において計算機が必要不可欠となってきた。

従来の設備設計においては熱負荷計算・サイズ計算・圧力計算・スペース確保・予算算出等の提携業務が大半を占めていた。しかしながら、昨今の設計においては施主や社会の要求が高く、また多岐に及んでいるため、ケーススタディやシミュレーションを行う必要性が増加してきている。

当社の例としては日影計算・構造計算・熱負荷計算等はほぼ100%の利用率となっている。そして、近年の傾向としてはCAD・シミュレーション・プレゼンテーションといった分野でもコンピュータ利用が定着してきた。

本報では設計業務における計算機利用の状況を示すとともに、実際の建築設計におけるシミュレーション等、電算機利用の実績を紹介する。

2. 設備設計用電算ソフトの例

当社では、設計の各段階において様々なソフトを利用している。例えば日影計算・構造計算・熱負荷計算・積算などはほぼ100%の利用率となっている。表-1に環境設備設計用電算ソフトの一覧を示すと共に、設計の流れに沿って主なソフトを紹介する。

2-1 企画設計段階

(1) 竣工データベース

建物が竣工すると設計データ・コストデータを竣工データベースとして蓄積する。

新規物件設計開始時には、この竣工データベースを利用し、建物用途・規模・空調方式などから類似物件を抽出し、おおよその設備容量や概算コストを求めている。

2-2 基本設計段階

基本設計は設備システムの骨格を形成する段階であり、設計内容により様々なケーススタディやシミュレーションを、設計の質の向上を図るために行う。

(1) 熱負荷計算プログラム

建築計画的要素からくる省エネルギー効果算定として、建物の方位・高さ・コアの位置・開口部の大きさ・断熱性能・通風計画を複合的に組み合わせ、最大熱負荷計算および年間熱負荷計算を行う。

表-1 環境設備設計電算ソフト

	定型業務(機械系)	定型業務(電気系)	解析業務	内部データ
自然現象・都市設備 都市環境評価ほか			1)交通騒音 2)交通振動 3)交通大気汚染 4)点煙源大気汚染 5)ビル風(流体シミュレーション) 6)地冷事業採算 7)降水確率と調整池容量	1)全国ピーク日気象データ 2)全国年間気象データ 3)世界主要都市気象データ
建築設備設計	企画設計	1)概算電気容量と概算コスト(竣工技術データより)		1)機械設備竣工技術データ 2)電気設備竣工技術データ
	基本・実施設計	1)PAL/CEC(事務所・店舗・ホテル) 2)最大熱負荷 3)給排水負荷 4)コイル選定(列数) 5)ボイラ煙突高さ 6)機器配管の耐震 7)吹出し気流分布(軸流) 8)天井裏チャンパ(換気回路網) 9)機械設備CAD:製図,ダクト自動設計(サイズ・揚程・積算) 10)機器設備積算(ver2)	1)照度計算 2)負荷電流計算 3)電線サイズ計算 4)短絡容量計算 5)電圧降下計算 6)変圧器容量計算 7)進相コンデンサ容量計算 8)蓄電池容量計算 9)発電機容量計算:電気・冷却水・換気量 10)電気設備CAD:製図・容量集計・サイズ計算・積算 11)電気設備積算(ver2)	1)年間熱負荷 2)空調エネルギーシミュレーション 3)太陽熱利用給湯シミュレーション 4)蓄熱槽シミュレーション 5)コージェネレーションシミュレーション 6)雨水利用シミュレーション 7)パワッサンソーラー 8)自然通風(換気回路網) 9)アトリウム防災シミュレーション 10)室内気流シミュレーション 11)室内照度(自然・人工)シミュレーション 12)室内音響シミュレーション 13)煙流動予測
その他	ファシリティマネジメント:機器設備保守保全等			

(2) 空調エネルギーシミュレーションプログラム

上記年間熱負荷と設備システムを入力して、年間の消費エネルギー量を算出し、省エネルギー効果を定量的に把握する。

(3) 太陽熱利用給湯シミュレーションプログラム

集熱器のタイプ・設置位置や蓄熱槽の大きさをパラメータに年間の集熱効率や太陽熱依存率を求める。

(4) 雨水利用シミュレーションプログラム

アメダスの降雨データから集水面積・貯留槽容積・濾過器処理能力をパラメータに年間の雨水利用率・上水供給量等を求める。

(5) コージェネレーションシミュレーションプログラム

システム全体の時刻別・月別・年間の熱動バランス・エネルギー消費量やコージェネレーションの自家発依存率・排熱回収率を求める。

(6) 地域冷暖房事業採算プログラム

地域冷暖房の計画にあたって、エネルギー販売単価をパラメータに累積利益が黒字に転換する事業年度を求める。

(7) 換気回路網計算プログラム

多数室の流量バランスを解く換気回路網プログラムで、窓の大きさや位置をパラメータに自然通風の効果算定を行う。

(8) 蓄熱槽シミュレーションプログラム

1日の時刻別負荷・熱源側出入口水温・空調機側出入口水温・熱源機の運転時間および蓄熱槽タイプ（連結完全混合型・連結温度成層型・バランス温度成層型）をパラメータに必要な蓄熱槽容量・蓄熱槽効率・各時刻の水温変化が計算される。

(9) 気流シミュレーション

空気の流れ・温度分布・汚染物濃度分布・圧力分布などを数値計算により解く。非圧縮性気流を有限差分法により解いており、乱流モデルとしては乱流エネルギー量・粘性逸散率を用いる $\epsilon-\delta$ 型の2方程式モデルを用いている。

(10) 環境影響評価プログラム

環境影響評価項目として大気汚染・道路騒音・道路振動・電波障害などを、ある予測式の下にその影響を定量的に評価する。

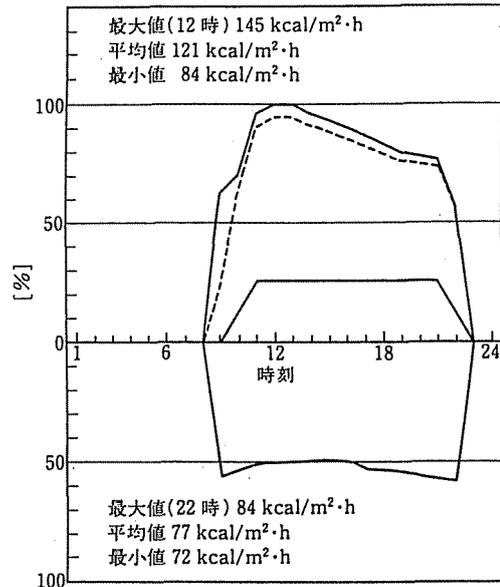


図-1 熱負荷計算例

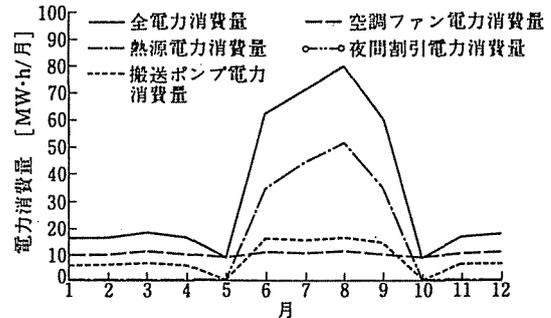


図-2 空調エネルギーシミュレーションの出力

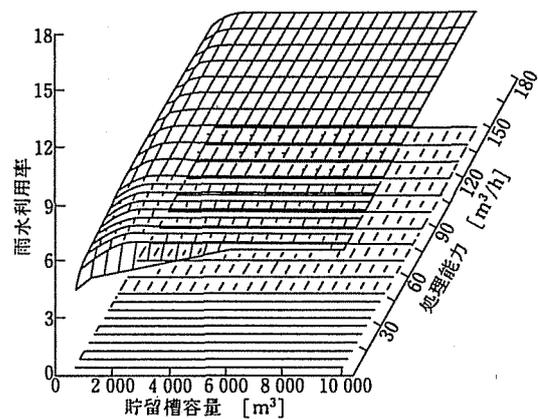


図-3 雨水利用シミュレーションの出力

(11) 照度計算プログラム

照度計算（逐点法）により、室内等照度分布曲線を描き照明計算・室内環境評価を行う。配光曲線としては某メーカーのものを使用し、計算結果は視覚化可能である。

2-3 実施設計段階

実施設計段階では、設備システムがほぼ決定しており、正確な設備容量の決定ならびに収まりの最終チェック・

実施設計図作成・予算書作成などが主な設計行為となる。

(1) 熱負荷計算プログラム

最終的熱負荷計算により、正確な設備容量の決定を行う。

(2) 省エネルギー基準値算出プログラム

”エネルギー使用の合理化に関する法律”に基づき、定められた計算法と書式で省エネルギー計画書を作成する。

(3) 製図CAD

設備・電気系のCADはワークステーションとパソコンの2種類の当社独自のCADを使用していたが、他部、他社との互換性などの問題から、AUTO CADへの転換を図っている状況である。

CADを実施設計レベルで使う場合は、外注事務所との関係やスケジュール調整、オペレータの教育など、運用を効率的に行わない限り生産性向上には結びつかない。しかしながら、CAD化は最早常識となりつつあり、使用しない限りはデータの蓄積がされないことにもつながり、以下のようなことに注意しつつ運用していく必要がある。

- 1) CADと設備の双方を理解できるCADエンジニアの配属
- 2) オペレータの理解しやすい下図の作成
- 3) 設計者自身による軽微な修正
- 4) 製図基準を見直し合理的な表現とする
- 5) 再利用可能な図面は、逐次ライブラリー化する
- 6) コスト管理を行う

(4) 積算プログラム

設計の最終段階である積算作業は、計算量が多いので時間的制約も大きく、1円単位の正確さが要求される。実際に積算を行うと、基本設計時の予算に収まることは希であり、単価の調整を行うのが一般的である。このような膨大な作業量をコンピュータ化し生産性向上につなげている。

3. シミュレーションの実際

ここまで述べてきたように、現在、設備設計の分野では建物内外の熱・光・音・空気などの環境シミュレーション、熱負荷算定や熱源などの検討を行うエネルギーシミュレーション、火災時の煙層降下予測などを行う防災シミュレーションなどがある。次項に実際のプロジェクトで使用したシミュレーションの事例を紹介する。

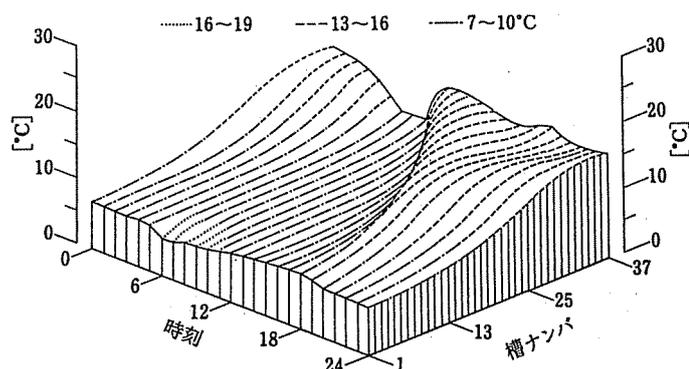


図-4 蓄熱槽水温プロフィール(3D表現)

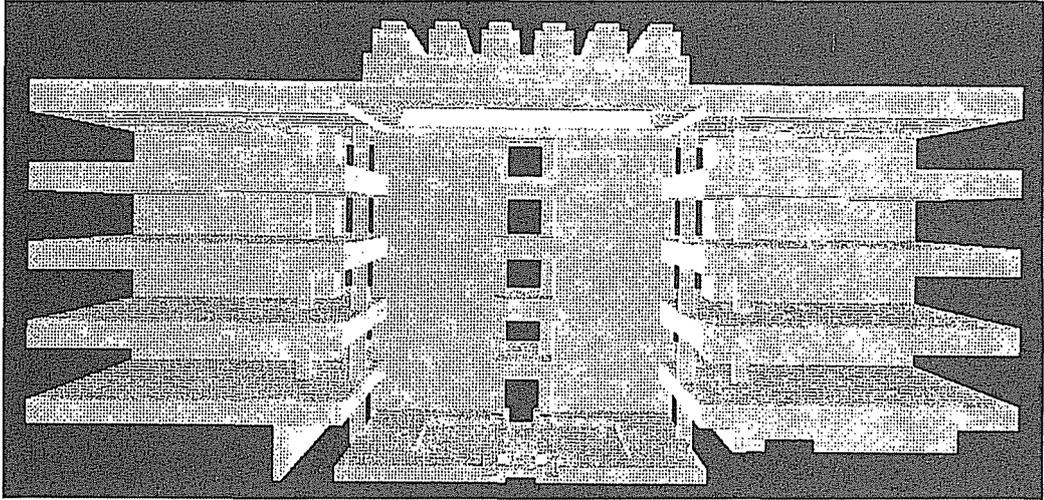


図-5 数値解析モデル

■アトリウム空間における空調・防災シミュレーション

上図のような大空間であるアトリウムにおける空気温度分布、気流分布をコンピュータにより計算し、空調システムや自然通風効果の予測や妥当性の検討を行ったのが右図の結果である。

建築モデルは中心部がアトリウムで、その左右が各階事務室スペースとなっている。アトリウム部分と1～5F事務室部分は手すりを設けているだけで空間的には連続しており、最上階事務室のアトリウム面には、はめ殺しのガラス窓を設定した。

空調シミュレーションは定常状態の解析例として、温度分布を（実際には）カラーで、速度を赤色のベクトルで表現している。冷房シミュレーションでは、アトリウム部分で温度成層が形成され、最上階事務室では35℃程度になり、ガラスの採用が有効に作用している。暖房シミュレーションでは、アトリウムの空気の動きが冷房時よりも激しいことがこの結果より予想される。

防災シミュレーションでは、火災発生3分後の煙濃度分布を0～2%の範囲でカラーで示している。アトリウム上部の排煙口では左側部分より煙が外部に流出し、右側部分より逆に外気が流入している。この影響で右側の煙溜まりが下降しており、この部分でのガラス設置の有効性が認められる。

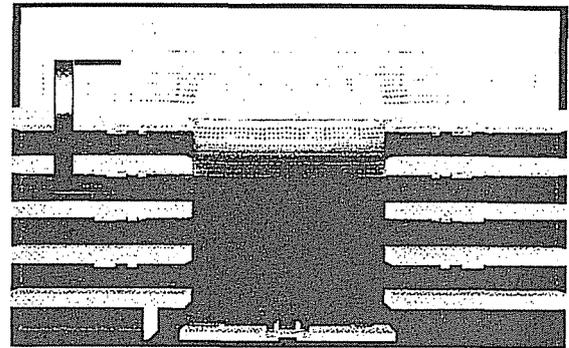


図-6 全館冷房解析例（温度・速度分布）

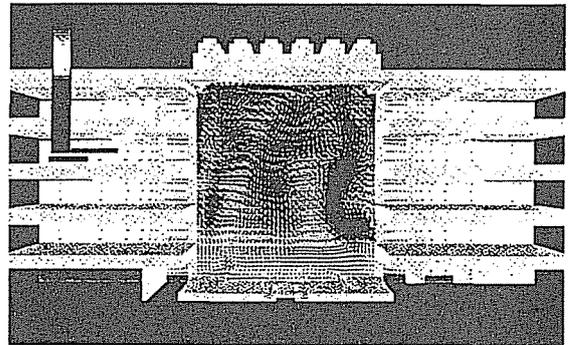


図-7 全館暖房解析例（温度・速度分布）

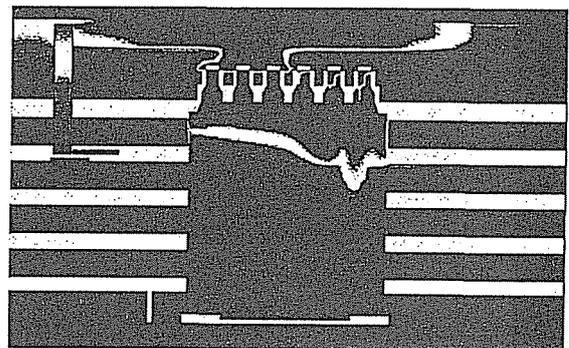


図-8 防災解析例（煙濃度）

■風環境シミュレーション

右図は超高層ビル周辺の風環境に関するシミュレーションの結果である。風の流れを可視化することにより、ビル風の影について正確に把握することが可能となる。

図10についても大空間の気流シミュレーションであり、自然換気の有用性についての検討を行っている。

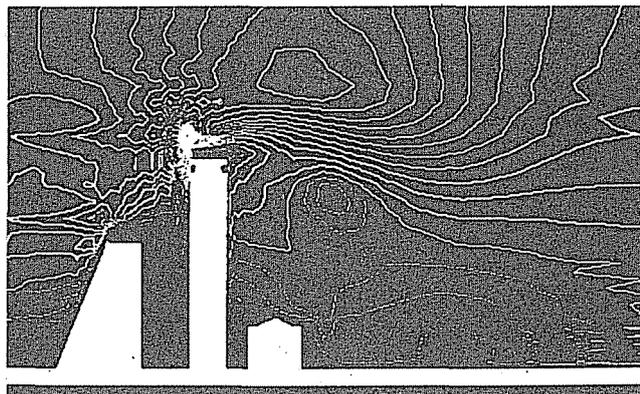


図-9 風環境シミュレーション例

4. 設計CADの開発

電算機の活用については、これまで述べてきたように、熱負荷計算、サイズ計算、圧力計算、予算算出などの定型業務とシミュレーションやケーススタディ、そして設計図そのものの作成であるCADの利用など、電算機利用なくしては設計業務が成り立たないといえるほど密接に組み込まれている。

これまでのCADは単に鉛筆の代わりに線を引くという、いわば作図ソフト、ドローイングソフトとしての利用がほとんどであった。つまり、作図機能という

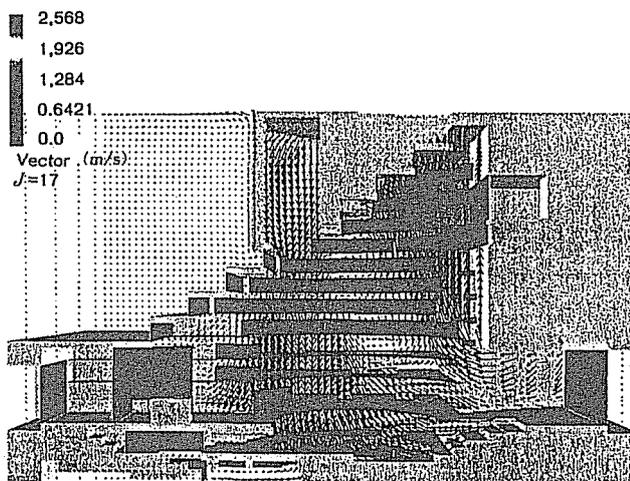


図-10 大空間気流シミュレーション（風速表示）

技術の要素のみの利用にとどまっている。設計の順序としては熱負荷計算を行い、ダクトなどのサイズを計算し、その結果を基にして建築図、構造図などおさまりを検討した上で線を引くというプロセスが必要であり、電算機上で全く別のソフトを独立させて運用させている。

ただ、それぞれの要素ごとには高い技術力があり、生産性の向上に寄与しているといえるが、点としての利用であり、これを線として連結させた一貫システムとして設計CADを構築することが望まれる。これはマンマシンインターフェースとしてCADを位置づけ、その周辺を熱負荷計算などの技術計算プログラムが、サブシステムとして取り囲むイメージである。このような設計CADシステムは、シミュレーションプログラムやプレゼンテーション機能などリンクしたシステムであり、目的によっては、座標データを3次元とし立体的な表現を行うなどきめの細かい応用が可能となる。

5. おわりに

環境・設備の設計は資源・エネルギーや環境問題といった非常に難しい問題を抱え、業務量の増大、内容の複雑化と同時に、今後益々社会的責任が重くなってくると思われる。効果的な電算機の利用を含め、技術力向上の必要性を痛切に自覚する必要がある。

※参考文献 平間秀輝：設備における設計の生産性向上、空気調和・衛生工学題67巻第4号