

パソコンCAD, マクロ言語による 空調自動設計製図について

瀧本 昭夫*・岩谷 健治*・藤井 敏男*・大友 浩昭**

On a Semi-Automatic Design and Draft of Air-Conditioning a Building by Use of Macro-Language in a Personal CAD

Akio TAKIMOTO, Kenji IWATANI, Toshio FUJII and Hiroaki OHTOMO

Abstract

Semi-automatic design and draft of air-conditioning a building are performed by using Macro-language in a personal computer. Selections of wall materials and glasses, calculations of interior and perimeter thermal loads, designs of wall structures, capacities of cooling tower and water heater, arrangements of fancoil unit and pipes with their joints are semi-automatically carried out and drafted with and/or without much information given in a conversation-style. Some of the designs and drafts for the two floors having a capacity of 20,593m³ and 26 rooms in a four-story building are reported and the utility of a personal CAD for air-conditioning a building is discussed.

1. 緒 言

近年、設計作業の省略化や設計期間の短縮および効率化を目指して様々なCADシステムが開発され、市場にも多数出回っているが、更に多品種生産と国際競争力に対する要求から設計の質と生産性の向上が強く求められている。特に小さな投資で活用できるパソコンCADは、エレクトロニクスの急激な進歩に伴いより高性能化、低価格化され急速に普及しており、これをより有効的に活用することは技術革新のためにも必須の条件であろう。

筆者らはこのパソコンCADに逸早く着目し、4年前から実際にパソコンCADを用いて自動設計・製図を試行することで、製図機能を主眼にしたパソコンCADを用いた設計方法の確立とその効果を考察し、パソコンCADの利用技術および利用方法を追求している。そこで、これらの利用技術を得るためにはまず、パソコンCADでどこまで設計可能かを多くの例で確

証することが必要である。

そこで今回は、これまでのパソコンとパソコンCAD併用による設計・製図⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾を更に進歩させ、設計から実際に製作するまでの過程の中で設計および製図の段階をプログラム化し、自動設計・製図化を考え、パソコンレベルでは一般的に困難とされている空調の自動設計を例にとり自動配管も試みた。その結果、最小限の対話形式と必要な数値や規格などをデータベース化することで、設計・製図に費やす時間の短縮など有効に活用でき、実際に自動製図による配管まで行う事ができたので、その概要について報告する。

2. 設計対象

最初に決めなければならないことは設計の対象である。これまで手巻ウインチを始めとし圧力タンクや熱交換器など5種類の対象について自動設計を試みているが、これらは設計計算法が確立されており、自動化には好都合であった。逆に、既に設計方法が確立されているものでなければ自動化には適さないとの結果を得ている。従って今回の設計対象は

①部分的な設計例はあるが、系統だった設計の流れ

*機械工学科

**生産機械工学科、現・松下電工株式会社

が確立されていないもの。

②大型コンピュータでは可能でも、パソコンレベルのCADでは一般的に難しいとされているもの。

③実用性が認められるもの。

を考え、これらの条件を備えた対象として、空調の自動設計を選んだ。もちろん、これ以外にも条件を満足する設計対象は存在するが、空調および配管では熱力学、流体および材料力学的な種々の問題を含んでいるため研究を進める上でも興味深いと考えた。今後も更に設計対象を変え、パソコンCADの利用技術を追求する予定である。

3. 使用機器の概要

今回使用した主な機器は次の通りである。

二次元汎用製図システム

武藤工業 M-D r a f 32

プロッタ

武藤工業 i p - 230

プリンタ

武藤工業 P T - 341

本研究では、これまでのパソコンとパソコンCAD併用による設計方法を更に進歩させ、より自動化を行うために、M-Draf32に備わっている機能のうち、特にマクロ機能に着目し自動設計を行った。マクロ機能とは、計算機能と製図機能の両方を実行できるマクロ言語を用いてプログラムを組むことにより、一般のコンピュータと同様に計算が出来かつCADの目的である作図も行える機能のことである。

4. 実施条件

一般に空気調和⁽⁴⁾⁽⁵⁾とは、室内の温湿度・気流・塵埃・臭気などの条件を人間あるいは物品に対し最も良い条件に保つことをいい、室内人員に対し快適環境を作ることを目的にした一般空調と室内で運転している機械に対して最も適当な室内条件を維持するための産業用空調の二種類に分けることができる。

ここでは前者の一般空調（以下、空調と略す）を設計対象に選んだ。更に空調設計には、空調方式・熱源機器の決定や機器設計などが含まれ範囲が広域なものとなるため、空調方式をファンコイルユニット（以下、FCUと略す）方式とし、以下のように限定した。

①各部屋に床置型もしくは天井吊り型FCUを設置し、FCU内配管に冷水・温水を流すことで熱交換を行い、ファンを回すことで冷風・温風を室内

に供給する。

②熱源機器として吸収式冷温水機を採用する。

③冷温水供給方式として基本的には、2パイプ方式を採用し、今回はダクトの設計は省略する。

現時点では、自動配管の対象を冷水管経路の配管のみに考え、ドレーン管や給水管および必要寸法等は手書きとした。これらは今後自動化する予定である。

5. 実施内容

今回の空調設計では、設計から図面の出図までの手順を冷暖房負荷計算、空調機器の使用決定、自動配管、熱応力解析の四段階に分類し、連続した自動設計・製図プログラムを考えた。Fig. 1に空調設計の流れ図を示し、以下その流れに沿った実際の設計方法とその内容について説明する。建物は4階立ての大学の校舎を想定して作図し、そのうちの1階と2階（建物容積20,593m³、部屋数26室）について空調設計を試みた。設計に当たって使用した部屋の名称は便宜上、想定して決めたものである。

5.1 冷暖房負荷計算

必要な機器の選定および冷温水配管を行うためには、まず、冷暖房負荷（総熱量）の集計が必要である。空調設計では内外気の温度差などが時間帯により異なるため、一定時刻における必要総熱量を夏期と冬期に分けて各々算出し、その時刻の中で最も高い総熱量（ピーク負荷）を冷暖房負荷としている。今回の設計では夏期の場合9時、12時、14時、16時、18時の5種類の時間帯で、冬期の場合一日の平均で計算を行い検討した。その手順としては、

①設計条件を入力する。

まず、建物を建築する地域名をCRT上に表示させた表より選択し、外気と室内との温度差などの温湿度条件を自動的に決定させる。地域入力には北は札幌から南は鹿児島までの22か所から選択できる様にし、必要な各データは選択した地域での結果が得られるようにした。次に、建物の使用目的等を考慮してガラスの構造を同様な方法で選択し、熱負荷の算出に最も必要とされる単位日射伝熱負荷を算出する。Fig. 2に実際の設計段階の一例として、窓ガラスの種類を選択する場合のマクロ実行画面の例を示した。

②壁体構造別の熱通過率を算出する。

ここでは、各壁体構造（例えば外壁・屋根等）について、使用されている材料の種類とそれぞれの材

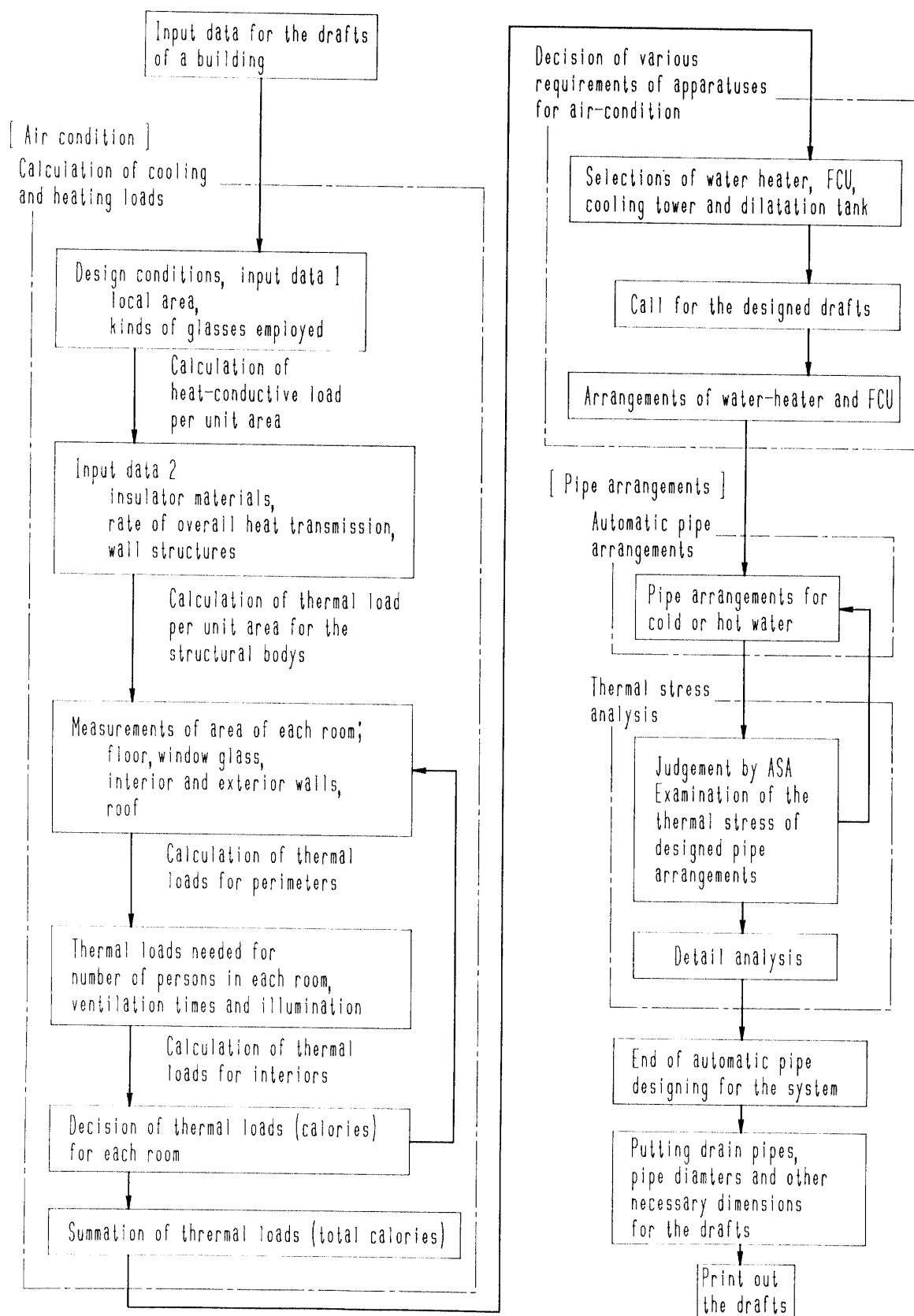


Fig. 1 Block diagram for design of air-conditioning a building.

MCRO マクロ
PNI LT1 C07 LY001 DS10.0

ガラスの種類
M 97 FREE

ガラスの種類番号の入力 <HIT ---->

窓ガラスの種類		
一重ガラス		
1	普通ガラス	3mm
2	普通厚板ガラス	6mm
3		9, 5mm
4		12mm
5	吸熱ガラス	5, 5mm
6		6mm
7		9, 5mm
二重ガラス		
8	外普通, 内普通	外6, 内6
9	外吸熱, 内普通	外6, 内6

Fig. 2 An example of the out-put information designed automatically. (Kinds of the glasses used)

MCRO マクロ
PNI LT1 C07 LY001 DS10.0

壁体構造を入力
M 97 FREE

壁体構造の種類番号の入力 <HIT ---->

壁体構造の種類	
1	屋根
2	外壁
3	内壁
4	ガラス
5	天井
6	床(1F)
7	床
8	内壁2

4番のガラスは、4で入力しているのと異なるので下さい。

Fig. 3 An example of the out-put information designed automatically. (Kinds of the wall structures)

料の厚さを入力することにより、各々の熱通過率を求め、この値をもとに構造体の単位面積当たりの負荷を算出させる。Fig. 3にマクロ実行時の壁体構造入力画面を示した。ここでは対象建物に使用される壁体構造全てに対応させるため繰り返し入力できるようにした。

③各部屋ごとの冷暖房負荷を算出する。

これは、部屋の面積(床、窓ガラスなど)を図面より読み取った後、冷暖房を行う際の換気回数などの条件入力により、ペリメータ負荷(外壁や、日射などによる負荷)とインテリア負荷(内壁やカーテンなどによる負荷)に分類し熱量を算出する。Fig. 4とFig. 5に地域を大阪と仮定して計算させた応接室のペリメータ負荷とインテリア負荷の出力結果を示した。図中のSH, LHはそれぞれ直接温度の上昇・下降に影響する顕熱と湿度に影響する潜熱を表している。

④熱負荷の集計

ここでは、同じ熱源機器より、冷温水の供給を受ける部屋ごとに熱負荷の集計を行う。Fig. 6に応接室の冷暖房負荷計算表を示した。図中のt hは総熱量を表しており、顕熱に損失係数(1.05)を掛け潜熱を加えたものである。一般に空調設計では建物の各階を一つの系統と見なし熱源機器を決定するため、これらの計算を繰り返すことにより各系統の総熱量を集計する。

5.2 空調機器の仕様決定および配置

冷暖房負荷の計算で得られた結果をもとに冷温水機, FCU, 冷却塔の選定を行う。ここでは、冷凍能力,

ペリメータ負荷 応接室1

構造	面積	負荷=単位負荷*面積						
		9時	12時	14時	16時	18時	冬期	
SH	外壁 N	4.6	83	136	131	122	110	237
	E							
	S							
	窓 N	4.0	1171	276	280	226	78	465
	E							
	S							
	屋根							
	床							
	隙間風	23	19	35	41	38	26	130
	小計		1273	446	453	386	213	832
LH	隙間風	23.4	122	121	121	121	121	55

Fig. 4 Automatically designed perimeter loads for a reception room.

インテリア負荷 応接室1

構造	面積	負荷=単位負荷*面積						
		9時	12時	14時	16時	18時	冬期	
SH	内壁 1	8.1	53	97	116	106	72	364
	2							
	3							
	天井	16.6	39	71	85	78	53	289
	床	10.0	17	31	37	34	23	170
	床 1F	10.0						183
	屋根							
LH	人体		196	196	196	196	196	196
	照明		300	300	300	300	300	300
	小計		605	695	734	714	644	1005
	人体		212	212	212	212	212	0

Fig. 5 Automatically designed interior loads for a reception room.

部屋ごとの冷暖房負荷計算表				
部屋の名前= 応接室1 1 階				
床面積 (m ²)	10.0	換気回数 (回/h)	0.9	
天井高 (m)	2.6	人員 (人/m ²)	0.40	
容積 (m ³)	26.0	照明 (W/m ²)	30	
人体の潜熱 (kcal/h人)	49			
人体の顕熱 (kcal/h人)	53			
集計負荷 (損失係数q=1.05)		単位 (kcal/h)		
	ah	ah*q	lh	th
9時	1878	1971	334	2306
12時	1141	1198	333	1531
14時	1187	1246	333	1579
16時	1100	1155	333	1488
18時	857	900	333	1233
冬期	1837	1929	55	1984

Fig. 6 Automatically designed cooler and heater loads for each room.

加熱能力など9項目を一覧とした8機種種の冷温水機と冷却塔内蔵のもの7機種種を選択できる様にした。選択する際には、各機種種により使用個数などが画面表示されるのでどれを選択するかはその表示を参考にして決める。また、FCUは13項目を一覧にした6機種種から、冷却塔は12項目を一覧にした8機種種の中から同様な方法で選択できる様にした。Fig. 7は得られたピーク負荷を参考に選択した吸収式冷温水機の仕様決定の表であり、Fig. 8にその出力図面を示した。Fig. 9も同様にして求めた冷却塔の出力図面である。

次に建物の図面を呼出し、冷温水機およびFCU配置プログラムを用いて、選定した機器を建築物の図面上に配置する。一般に配管は最短距離を直線で結ぶことが理想的であり、FCUを一つの線上に配置することが必要であった。従って、図面上に50cm間隔の100m²におよぶ格子状の仮想線を一定の基準点より描かせ、その交点上にFCUを配置する様にした。

今回の配管設計では、作製する図面は三面図までであり立体図まで作製することはできないが、平面図上に配置されたFCUは、正面図でその配置高さを入力する事により、残りの面図には自動的に配置できる。

5.3 自動配管

配管⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾において、先ず考えなければならない事は、配管経路を最も短くする事である。そこで冷温水管のうちメインとなる往管を建築物の平面上ほぼ中央に造りそこから各ユニットに配管が枝分かれする様にした。先に配置したFCUの座標点を配列として記憶させることによって、最短距離を通るように自動配管プログラムによって配管させる。

必要なチーズ、エルボは自動的に選んで配置させ、冷温水管の還管は往管にそって配管するようにする。Fig.10は建物に実際にFCUを配置し、自動配管させた図の一部を拡大したものである。この図において①～⑦は空調設計の段階で床の面積入力を行った際付けたもので、これは各部屋と必要なFCUの数などの対応を把握しやすくするために付けたものである。1～12は各部屋に配置したFCUに通し番号を自動的に付けたもので、これにより例えば、7と8をつなげる場合の指示を番号入力することにより行うことができるようになった。

図の中央に通っている実線は冷温水往管を示しており点線はその還管である。管の交わった点や曲った点に記入してあるのがチーズやエルボなどの接続部分で、これらシンボル化された略記号はコンピュータでFCUの座標を自動的に検索する事によって自動的に配置させるものである。更に、配置されたシンボルの座標を検索し、座標間の短いものから順にシンボル間を自動的に線で結んで行くことにより最短距離で自動配管させる。

この冷温水管経路では基準を図面の横方向(X軸)に取ってあるので縦方向(Y軸)が基準になりそうなFCUの配置を行う場合にはサブメイン管を作成する。サブメイン管とは、メインになる冷温水管をY座標を基準にして配管した方が善い場合に用いるもので、Y軸を基準にしてメイン管を引きこのメイン管より枝分かれしてFCUを配管できる様にしたものである。

5.4 熱応力解析

配管終了後、配管系に作用する熱応力に対する検討を行う。

熱応力に対する詳細解析は、かなり複雑な計算を必要とし、多種多様な配管に対して逐一行うことは困難である。そこで、配管に危険性のあると考えられるもの、管の直管部の長いものに対しASA-B・31-1の判定式を用い、詳細解析の要否を判定する。このASA判定式は高い安全率(S=8.2)をとっており、判定式を満たしていれば通常詳細解析は行わない。逆にこの判定式を満たしていない場合は、詳細解析で更に熱応力の検討を行うが、一般的には配管経路を変更しできるだけ詳細解析を用いない方法を取る。ただし詳細解析では、管材質、管外径、肉厚、曲がり管の半径、流体の圧力、温度を入力条件とし、配管センチロイドや各種モーメント、固定端反力、および熱応力が算出され配管の安全性を検討できるので、今回の場合空調設計のプログラムに組み込み、配管したのちに自動的に

吸収式冷温水機の仕様決定			
系統	1階系統		
型式	CH-G40P		
能力		冷温水系	
冷凍能力	120960 [kcal/h]	冷水出口温度	7.0 [°C]
加熱能力	105680 [kcal/h]	温水出口温度	55.0 [°C]
冷却水系		循環水量	367 [l/min]
放熱量	226640 [kcal/h]	機内圧力損失	7 [mH ₂ O]
循環水量	630 [l/min]	最大使用圧力	6.0 [kg/cm ²]
機内圧力損失	7 [mH ₂ O]	保有水量	99 [l]
最大使用圧力	6.0 [kg/cm ²]	接続口径	
保有水量	171 [l]	冷温水管径	65 [mm]
		冷却水管径	80 [mm]

Fig. 7 Automatically designed capacities for a water heater in an absorption type.

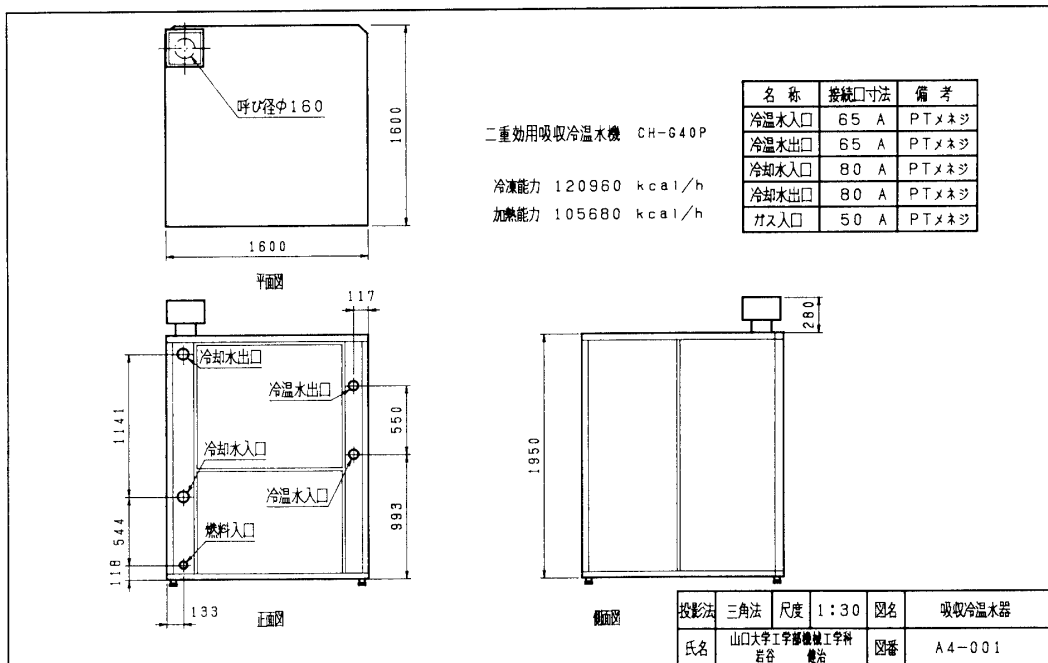


Fig. 8 An automatically out-put draft of a water heater.

計算できるようにした。

6. 検討および考察

6.1 空調設計

空調設計では、床などの面積、壁体構造、日射量の3つの要因によりその総熱量がほぼ決定される。したがって、この3条件の決定をより効率的に行うことが空調設計では必要とされる。ところが面積を入力する場合、特に面積の測定では、建物の図面作成の際面積

を計算により求めておくかあるいは詳細寸法が正確に記入してある場合を除き、簡単に面積を測定することは困難であり多くの時間を費やす。今回の空調設計では、建物の外形さえ入力しておけば、自動配管まで行えることを大前提としたため、面積入力の時間短縮が重要な問題である。

そこで今回、部屋ごとの面積入力の際に図面から4点を指定するだけで面積を読み取る様にした。Fig.11に面積読み取りプログラムを実行した時のマクロの画面出力を示したが、画面の指示に従って指示するだけ

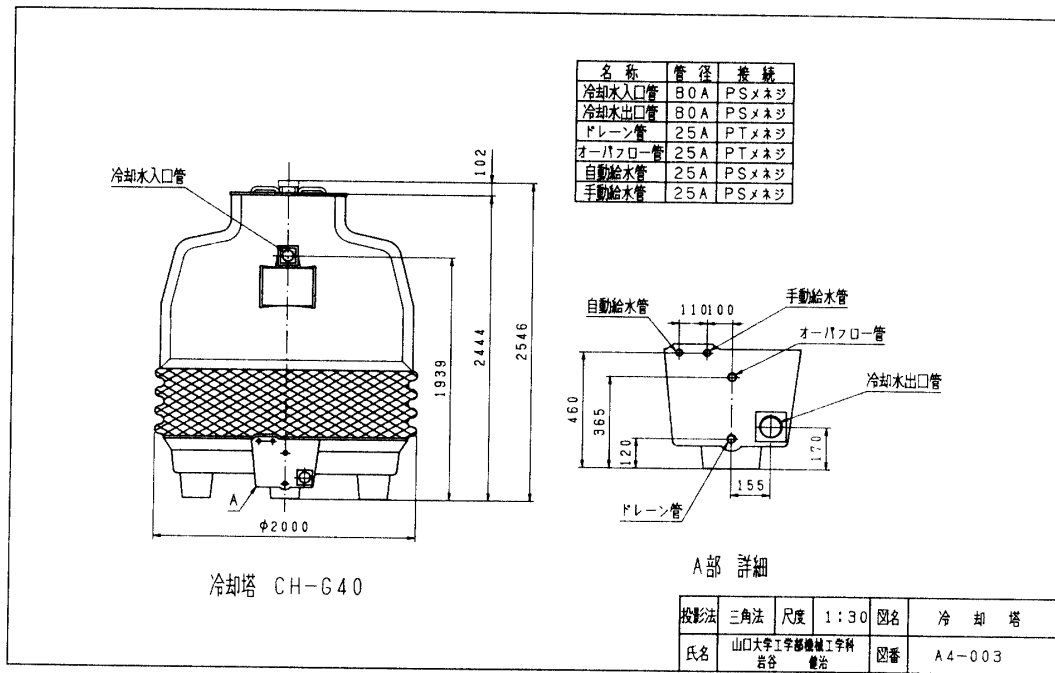


Fig. 9 An automatically out-put draft of a cooling tower.

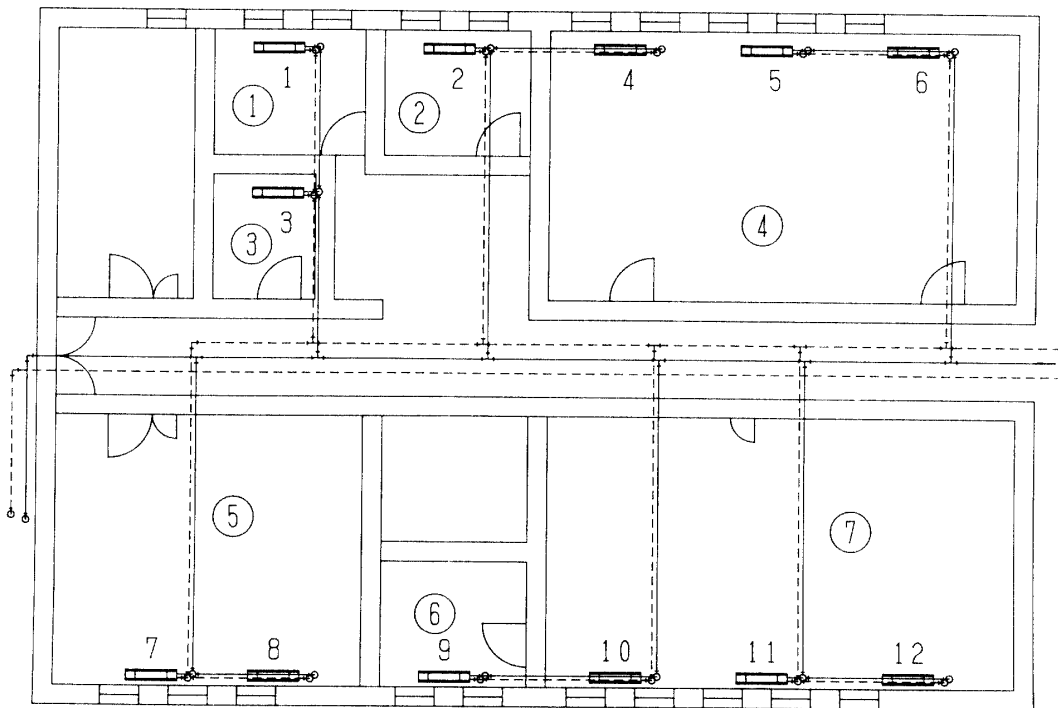


Fig.10 An automatically out-put draft for the arrangements of fancoil units, their pipes and joints for a part of one floor (an enlarged draft in detail).

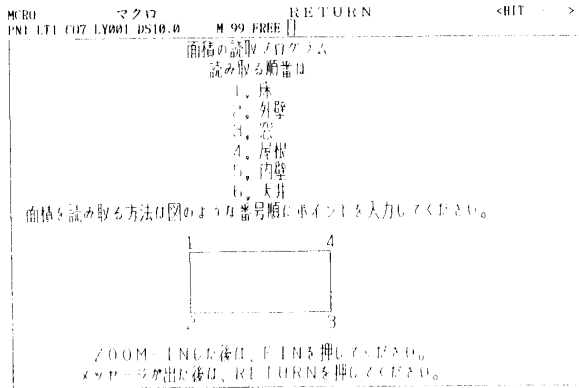


Fig.11 An example of the out-put information.
(Ways and orders in calculation of each constitutional area)

で建物のどんな部分でも自動的に測定し面積を算出できる。実際の建物および部屋には当然凹凸があり、4点で近似したものと凹凸まで正確に測定した値で計算したものとを較べると多少誤差が生じるが、総熱量を計算し較べた場合これらは大差がない事が計算結果から確認できたので、面積入力において長方形で近似させるこの方法を用いた。これにより面積入力を簡略することが出来、時間短縮に貢献できた。天井は床と面積が同じと考え、実際に測定せず床面積をそのまま用いる事で行程を省略した。

壁体構造については、その構造が多種あり使用目的により異なるので特に重視して、使用材料を74種類から選定できるように汎用性をもたした。Fig.12はマクロ実行時における壁体材料の種類選択の画面出力を拡大したものであり、より居住性を重視した近年の多層内外壁にも十分対応できると考える。

結果として言えることは、パソコンCADでマクロ言語を使用して空調の設計プログラムを作成したことによって、空調を含めた配管設計の自動化を試みる場合のかなりの手助けになるのではないと思われる。ただし、空調設計には、その使用目的や設計者の経験などにより数多くの設計パターンがあり、あらゆるパターンを網羅することは難しい。しかし、一般的に使われる空調に関しては十分対応できた。

今回作成したプログラムは、長さが膨大なため、コンピュータの対応時間や、容量のことを考え簡潔なプログラムとなるよう設計時に重要と思われないデータは極力省略するよう考慮した。例えば、建物の方位は北、南、など4方位のみ考えた。もちろん、北東、南東などの場合単位日射量の値などが異なってくるが、

壁体材料の種類		
1 銅	26 ヒノキ	51 ガラス綿
2 アルミニウム	27 ナラ	52 鉛とい綿
3 黄銅	28 ラワン	53 吹付け石綿
4 鉄(軟鋼)	29 合板	54 岩綿成形板
5 ステンレス鋼	30 石こうボード	55 ガラス綿成形板
6 大理石	31 ハーライトボード	56 発泡硬質板
7 花 岩	32 石綿セメント板	57 発泡フェノール
8 大谷石	33 フレキシブルボード	58 発泡ポリエチレン
9 土	34 木毛セメント板	59 発泡ポリスチレン
10 砂(乾)	35 タイル	60 発泡硬質ポリウレタン
11 砂利	36 普通れんが	61 ケイソウ土
12 水	37 耐火れんが	62 マグネシア
13 氷	38 ガラス	63 保温れんが
14 雪(200Kg/m ²)	39 アスファルト	64 泡ガラス
15 雪(600Kg/m ²)	40 アスファルトルーフィング	65 炭化コルク
16 普通コンクリート	41 アスファルトタイル	66 蛭石
17 軽量コンクリート	42 リノリウム	67 炭灰
18 泡コンクリート	43 ゴムタイル	68 カヤ草
19 シンダーコンクリート	44 ベークライト	69 おがくず
20 モルタル	45 軟質繊維板	70 羊毛
21 しっくい	46 硬質繊維板	71 栗石
22 プラスチック	47 厚紙	72 空気(外)
23 壁土(荒木田)	48 墨	73 空気(内)
24 松	49 毛織布	74 空気(中)
25 スギ	50 岩綿	

Fig.12 An example of the out-put information.
(Kinds of the wall materials)

この場合南、西、東、北の順に単位日射量が少なくなるため、より高い値(例えば南東の場合南の単位日射量)で対応することにした。また、建築物の壁体構造(例えば外壁など)において、一つの建物ではその壁体構造は全て同じ事を仮定した。従って外壁の位置によって、使用される材料を変える場合などを考えるならばプログラム自体の修正が必要であるが、これらは一般的にはあまり有り得ないと考え省略した。

また、もうひとつの目的として、誰でも使える自動配管ということがある。条件の入力を極力直接数値入力させないようにして、なるべく分かり易くしたつもりであるが、空気調和プログラムにおいては入力すべき条件が多いため逆にコンピュータの対応時間が長くなる場合が多く、これらのことを解決するには創意工夫によりプログラムに改良を加える必要がある。FCUの選択の場合もそうであったが、機種選択のために使用ユニットの数を参考値として表示させたが、どの機種を選択するかは自動的に決定せず、あえて選択の自由を持たした。自動化に対する認識の違いもあるが、多少汎用性に欠けても自動的に決めるほうが良いのかその判断は大変難しいものである。

6.2 自動配管設計

配管した結果は、Fig.13に示す。今回はメイシ管を作成しこれにそって支管を作成する様にした。サブメイン管を設けることにより建築物の凹凸によるFCUの配置方向の変化に対応できるようになったと思われる

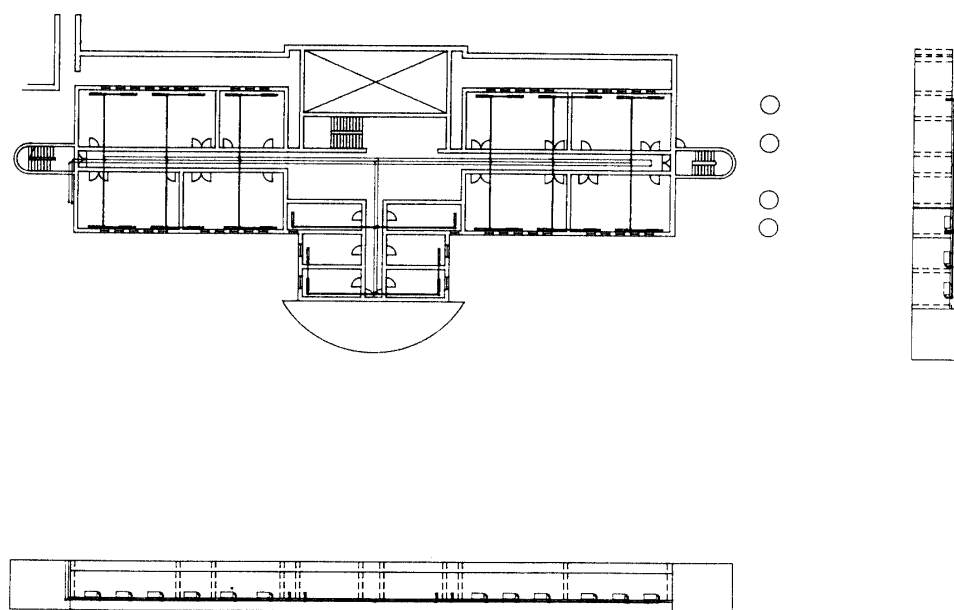


Fig.13* An automatically out-put draft for the arrangements of fancoil units, their pipes and joints for a building (the second floor).

る。FCUおよび仮想線のシンボル化, ユニットに番号を付け全てを番号入力させること, チーズ, エルボを自動配置する事などにより, 配管図面作成時間の短縮, 誰にでもできる空調配管という目的は達せられたと思われる。例えば, 時間の短縮という点で見ると, 配管のみを手書きすると約8時間掛かり自動配管させた場合は約1時間程度であり, 使用者にもよるが1系統図面で約6~7時間自動配管の方が早く作図できる。ただし, 自動配管をより完全なものにするには, 今後, 配管の障害物となる下水道配管, ガス配管, 水道配管などの他の配管を考慮する必要がある。Fig.14は冷温水管のみを自動配管させた Fig.13にドレーン管, 管径および必要寸法などを手書きで作図し完成させたものである。もともと, 空調配管は他の配管をしたあとに作成されるのでそれらを回避して引かせる様になければならない。手書きの部分の自動化はもちろん, 自動配管には作図の自動認識を含めて, もっと多くのことを考慮しなければならないと思われる。

今回は, メイン管が建物の中央を通る場合のみ考えたが, 配管には, その使用目的や設計者の経験などにより, 数多くの配管パターンがあり, 建築物は洋々な形があるのでそれに見合う配管パターンを何種類も造らなければならない。しかし, 多くの例をみると今回のように, メイン管が中央を通る場合, メイン管が左右2本に分かれる場合, あるいは, メイン管が建物の

周りを1周する場合の3種類に大別でき, これらのパターンも作成できれば, 天吊り形FCUを使用した場合も含めて, 全ての配管に対応できると考えている。

6.3 パソコンCAD利用技術について

現時点でパソコンCADによる自動設計や利用技術などについて完全に定義する事はできないが, 今回自動設計を行った範囲内で得られた事について考察してみる。

パソコンCADで自動設計プログラムを考えようとする場合, 単に自動設計のプログラムといってもその作り方によって設計能力は大きく異なる。そこで最初に考えることは, プログラムに必要最小限の対話形式を用いることでより汎用性をもたせることであろう。これは例えば同じ設計条件であっても, その設計目的の違いにより設計者の意志をより反映した設計結果を得るためである。設計条件が決まれば全ての設計結果が決まってしまうような設計プログラムは, プログラムとしての価値があるとは言いがたく, 設計条件に対するその結果が一つであれば, 時間をかけてプログラムを組むよりは手計算により結果を得ればそれで良いことになる。

そこで問題となるのはその汎用性の度合いである。あまりに広い汎用性をもたせると, プログラム自体が大きくなり規格等のデータ量も多くなり使用する機器

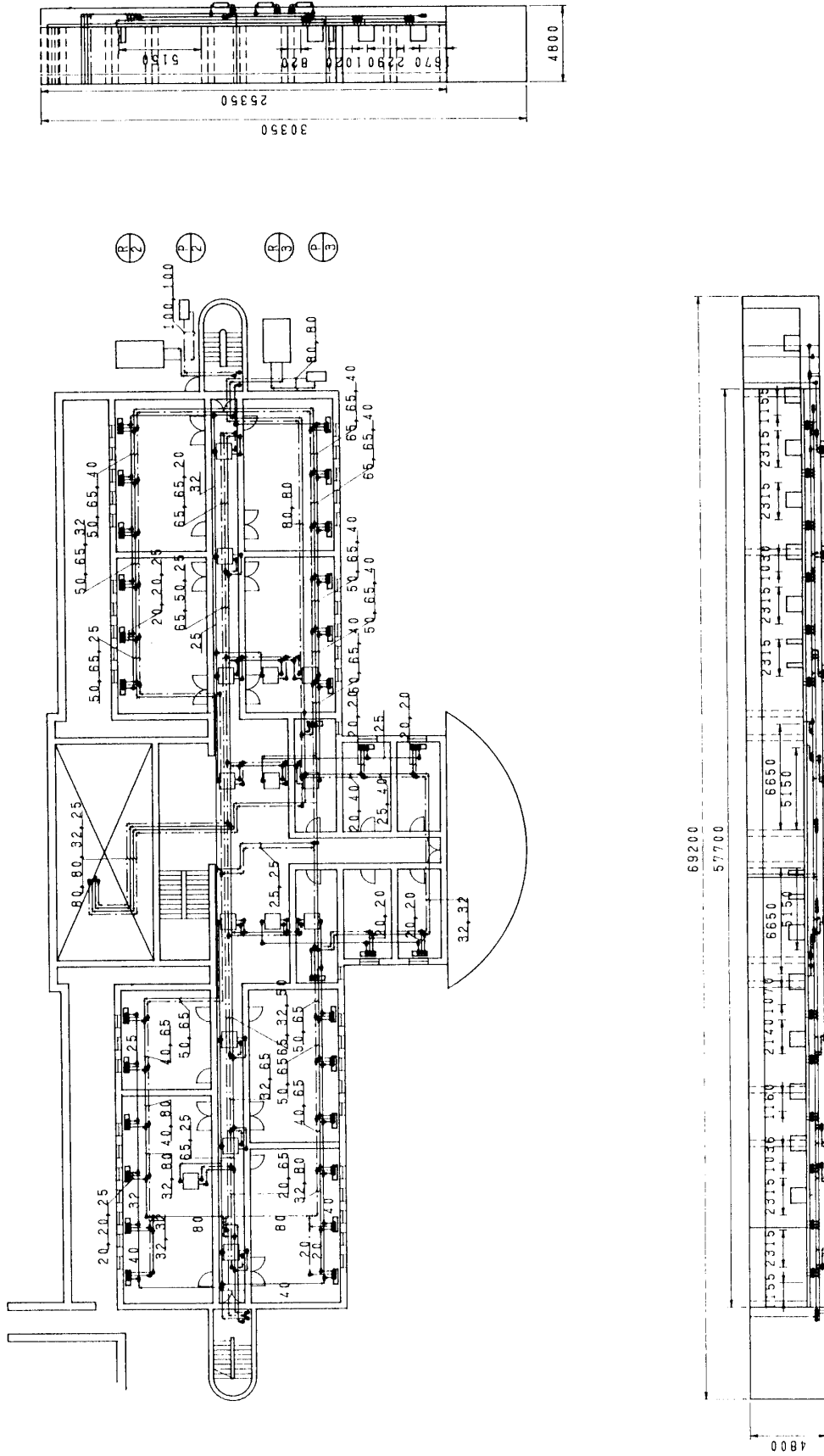


Fig.14 Dimensions of each part, locations of a water heater, a pump and the drain pipes, etc. are added manually to the automatic draft (Fig.12).

がパソコンレベルであることによる容量等の制限の問題が出てくる。更に、コンピュータの対応時間も長くなるのも当然である。

つまり、より汎用性を持たせ、より自動化を進めて行けば行く程その対応には時間を必要とし、逆に反応時間を短縮しようとするれば汎用性の全くないプログラムにせざるを得ないと言う相反する問題が生じてくる。更に自動化ということからも遠ざかり、人間の判断も必要以上に大きくなってしまふ。これらはパソコンレベルのCADの持つワークスペースメモリの問題であり、大型のコンピュータによるCADでは問題にもならない点がパソコンレベルでは大きな問題となってしまう。この事がパソコンレベルのCADでは一番に考慮しておかなければならない点である。

従って使用する機器がパソコンレベルであることによる容量等の制限の中でプログラム自体の特性をよく考慮し、一貫して設計製図が行える事が大切である。

7. 結 言

製図機能を主眼にした二次元パソコンCADを用いて、設計・製図業務をどのように有効に行えるかを空調の自動配管の場合を例にとり検討した結果次のことを得た。

(1) マクロプログラムを自分で作成することは、CAD自体に解析能力を持たせることになり、解析作業と製図を同時進行で行うことができ、設計する上においては有効である。

(2) 自動設計を含めてコンピュータとの対話形式をとることは、設計に自由度を持たせることになり、設計者の使用目的にあった設計を可能にする。

(3) パソコンレベルのCADで空調自動配管設計することは容量的に多少問題を残すが、プログラムの

作成時の創意工夫により、よりよく自動配管させることは可能である。

(4) 空調自動配管を完成させるためには、ここで試行したもの以外にまだ多くの配管パターンのプログラムや自動認識のプログラムを組み込む必要がある。

(5) パソコンCAD利用技術を追求する事において、使用する機器がパソコンレベルである事による容量等の制限の中で、その設計対象は一貫して設計・製図が行えるものを選択する事が大切である。

謝 辞

パソコンCADの利用技術の開発、研究にご支援戴きました武藤工業株式会社に厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 瀧本ほか5名, 山田大学工学部研究報告, 39-1, (昭63), 53.
- (2) 瀧本ほか3名, 日本設計工学会講演論文集, 88-秋季, (昭63), 15.
- (3) 瀧本ほか3名, 山田大学工学部研究報告, 40-1, (平1), 97.
- (4) 空気調和ハンドブック, 丸善, (昭57), 井上宇市 著.
- (5) 空気調和衛生工学便覧II 空気設備編, (昭62), 空気調和衛生工学会編.
- (6) J I Sハンドブック 配管, (1982), 日本規格協会編.
- (7) 配管技術の基礎, 哲学出版, (1987), 森田泰司 著.
- (8) 応用機械設計 配管工学, (昭62), 工学図書, 小河内美男 著.

(平成3年4月15日受理)