대한기계학회 2000년도 추계학술대회논문집 B pp. 674~679 KSME 00F226

공기조화기 설계프로그램 개발

함진기*· 김종화*· 김영기*· 김영일**· 강병윤**

Development of Design Program for Air Handling Units

J. K. Ham, J. H. Kim, Y. K. Kim, Y. I. Kim and P. Y. Kang

Key Words: Air Handling Unit(공기조화기), Fan(송풍기), Coil(코일), Filter(필터), Damper(댐퍼) Dehumidifier(가습기)

Abstract

An air handling unit(AHU) has been usually designed by manual calculations. Drawing works together with design calculations should be redone for every designing work, and also be needed to make some corrections of them. In order to design the AHU more efficiently, an AHU program has been developed. The developed program on the Windows environment is operated by the graphic user interface(GUI) realized using the Visual Basic Interpreter. The program provides calculation sheet of coils, weights and pressures in a MS-Excel file format as well as design drawing of the AHU in a Auto CAD file format idealized by AutoLISP. Those files of the commercial softwares make easier for a designer to transfer design results to the another company for bid via e-mail.

1. 서 론

공기조화기는 실내 공기의 온도는 물론 습도, 기류 및 청정도를 함께 조절할 수 있는 시설로서 인위적으로 실내 또는 일정한 공간의 공기를 사용 목적에 적합하도록 적당한 상태로 조정할 수 있는 기구이다. 특히 생활수준이 향상되고 건축물의 대형화에 따라 거주인원이 많아지고, 또 쾌적환경의 요구는 점차 증가되어 온도조건인 냉·난방뿐만 아니라 습도, 기류, 공기의 청정화까지를 포함시키는 쾌감용 공기조화에 이르게 되었으며, 더 나아가서는 소음과 진동의 방지영역까지 확대되었다. 또한 산업용 시설에서의 응용범위도 정밀기계공업의 가공과 조립, 반도체산업, 전산실, 제약, 제과, 양조, 섬유, 제지공업을 비롯하여 농작물의 성장촉진 및 억제, 제품창고, 수송 등으로 산업이 다양할수록 응용범위는 확산되고 있다. 따라서 공기조화방식, 설비소요면적, 공기조화기기의 배치, 경제성 등과 같은 설계사양의 변화에 따라 공기조화기의 설계도 달라져야 한다.

본 연구에서는 공기조화기의 형식, 구조, 설치장소, 입구 공기의 온·습도 조건에 따라 공기조화기의 전체 크기 및 코일을 설계하고 승인도면을 자동 제작할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램은 기존의 수계산으로 진행되었던 설계부분을 전산화하였고, 국내에서 생산되는 부품들을 기준으로, 매번 반복되는 도면작업시간

* 현대중공업(주) 산업기술연구소
** 현대중공업(주) 냉열기사업부

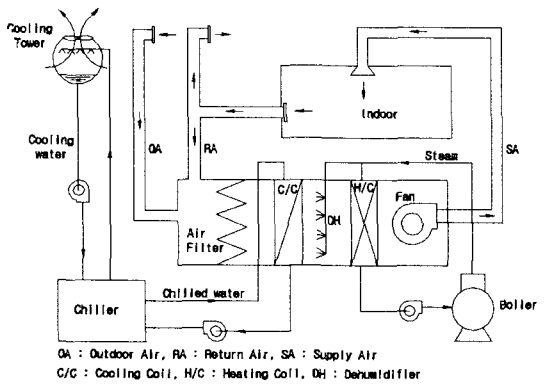

Fig. 1 Schematic Diagram of the Air Handling Units.

을 현저하게 줄여줌으로써, 수요자의 요구에 신속하게 대응할 수 있는 견적에 필요한 설계결과와 승인도면을 작성하고자 하였다. 또한 프로그램의 결과를 검증하기 위하여 기존에 제작된 보고서와 동일한 조건으로 설계사양을 입력하여 그 결과를 비교하였다.

2. 공기조화기 구성부품별 특성

공기조화기는 냉동기, 보일러 등 냉·온수를 제조하는 열원장치에 의해서 냉·온수를 공급받고, 실내로 공급되는 공기를 사용 목적에 적합한 실내 공기상태를 유지 시켜준다. 공기조화기는 크게 알루미늄 몰드(Mold)형과 용접형으로 나눌 수 있으며, Fig. 1은 일반적인 형태의 공기조화 설비 및 공기조화기 각 부분의 구성요소를 나타낸 것이다. 공기조화기의 설계는 통상 설치공간, 처리풍량, 냉난방 부하 등을 기준으로 설계되며, 이러한 인자들이 결정되면 각각의 유니트(Unit)에 대한 설계가 이루어진다.

2.1 코일

공조기에서 공기를 냉각, 가열하는 코일은 설치목적에 따라 예열·예냉코일, 가열·냉각코일로 분류되고, 관내에 흐르는 열원의 종류에 따라 냉수코일, 온수코일, 냉·온수겸용코일, 증기코일 등으로 구분된다. 냉수 코일의 정면 풍속은 2.0~3.0 m/s의 범위 내로 한다. 그러나 풍속이 2.5 m/s를 초과하면 코일에 부착된 응축수가 날려서 송풍기의 흡입구 측으로 들어오기 때문에 이를 막기 위해 코일 출구 측에 엘리미네이터(Eliminator)를 설치한다. 튜브내의 유속은 1.0 m/s 전후로 하는 것이 배관이나 펌프의 설비비 및 효율상 적당하다. 그러나 단수에 비해 수량이 많으면 코일 내에 수속이 커지고, 따라서 마찰 저항이 증가하므로 더블서킷(Double Circuits) 코일을 택한다. 코일을 통과하는 수온의 변화는 5 ℃ 전후로 한다. 온도차가 너무 크면 수량은 적게 소요되므로 펌프 동력은 절약되지만, 수속이 낮아지므로 열 수가 많아진다. 공조기 내에서 송풍기가 흡입하는 공기와 코일과의 마찰 저항은 송풍기의 용량을 증대시키며, 이 때문에 생기는 공기의 압력 손실량은 풍량이 많을수록, 코일의 열 수가 많을수록 커진다.

2.2 송풍기

일반적으로 송풍기는 압력에 따라 1000 mmAq 미만의 저압용은 팬(Fan), 1,000~10,000 mmAq 범위의 고압용은 블로어(Blower)로 구분되며, 날개형상에 따라 원심팬과 축류팬으로 나눌 수 있다. 공기조화기에서는 동일 용량에 대해서 송풍기 크기가 적고 날개의 끝부분이 회전방향으로 굽은 다익형(Sirocco) 팬과 고속회전이 가능하며 소음이 적은 익형(Air Foil) 팬이 주로 사용된다. 공기조화기에 쓰이는 송풍기를 선정하기 위해서는 먼저 필요한 송풍량과 전정압이 결정되어야 한다. 송풍량은 냉·난방 부하에 따라서 결정되며, 전정압은 코일, 엘리미네이터, 필터, 가습기 및 기외정압을 통해서 계산된다. 전정압과 송풍량으로부터 설계하려는 공기조화기에 적합한 송풍기를 선정할 수 있다.

2.3 필터, 가습기 및 댐퍼

필터(Filter)는 여과효율, 압력손실, 처리풍량에 따라 Table 1과 같이 프리(Pre), 미디엄(Medium), 헤파(Hepa), 울파(Ulpa) 필터로 구분된다

Table 1 The Classification of Filter.

종 류	Pre	Medium	Hepa	Ulpa
여과효율 (%)	70~85	80~95	99.97~	99.97~
압력손실 (mmAq)	4~9	25~30	50	50
처리풍량 (m^3/min)	28~56	28~56	17~31	10~26

Table 2 The Series of Input and Output Variables.

프로그램 입력	프로그램 출력
공조기 설치 장소 공조기 형태 (수평, 수직, 복합) 방진장치 처리 풍량, 압력 손실 코일 지정면 풍속 도입공기의 온도 조건 상자구성순서 코일상자 구성기기 순서	냉/난방 처리용량 코일 사양 및 계산서 공조기 중량 계산서 공조기 기내정압 계산서 공기 조화기 치수 공기조화기 승인도면

에어필터의 형식 및 구성요소의 선정은 외기와 환기에 존재하는 오염물질의 크기, 농도 및 성질을 파악하고, 필터로 제거할 수 있는 효율, 설치 및 운전비 등을 고려해야 한다.

난방 부하가 많은 겨울에 실내공기의 온도상승에 따른 상대습도가 낮아지는 것을 보완하고, 항시 습도가 조절되어야 하는 실내의 습도 조절을 위하여 공기조화기에 가습기를 설치하는 경우가 있다. 가습기는 가습방법에 따라 물 분무, 증기 분무 및 팬에 의한 증발 방식 등이 주로 사용될 수 있으나 최근에는 전기·전극봉식에 의한 습도 조절 방식 등도 많이 이용되고 있다.

그 외에도 과도한 공기의 흐름에 따른 진동발생을 제거하고 풍량을 조절하기 위해 댐퍼(Damper)가 설치되며, 날개의 열림 정도에 따라 풍량 조절 또는 폐쇄 역할을 한다.

3. 공기조화기 설계프로그램

공기조화기 설계 프로그램은 Table 2와 같이 설계사양을 입력값으로 하여 견적에 필요한 각종 보고서와 설계도면이 출력되게 된다.

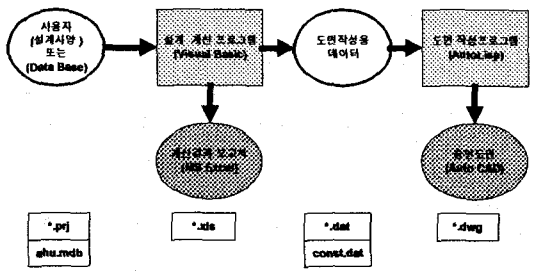

Fig. 2 The Structure of the Program.

따라서 냉각·가열코일, 필터, 가습기 등의 사양을 사용목적에 맞도록 계산하여 결정해 주는 설계 계산 프로그램과 이 결과를 이용하여 도면으로 만들어 주는 도면 제작 프로그램으로 이원화하여 프로그램을 개발하였다. Fig. 2는 프로그램의 전체적인 구성 및 각 부분의 입·출력 파일의 특성을 보인 것이다.

3.1 공기조화기 설계 계산 프로그램

공기조화기 설계 계산 프로그램은 Fig. 3의 흐름도에 따라, 공기조화기 설계에 필요한 데이터를 입력받고, 공기조화기 사이즈(너비, 높이)를 기준으로 하여 코일 정면 풍속을 만족하는 코일의 유효높이와 튜브 단수를 구하여 코일 정면 면적을 결정한다. 코일의 냉·난방 부하를 결정하기 위하여 입·출구 공기 조건을 계산하고 열원의 조건을 입력받아 이들 조건을 만족하는 열관류율, 습면보정계수 등을 구한 후 냉·난방 코일의 열 수를 결정한다. 코일의 열 수가 결정이 되면 코일 통과 풍속 등을 고려하여 공기 측에서의 압력 손실을 계산하게 된다. 필터 계산에서는 주어진 공기조화기의 사이즈를 기준으로 규격화된 필터를 효율적으로 배치하여 가장 적은 수의 필터로 처리풍량을 만족하도록 한다. 댐퍼를 포함하는 상자에서의 댐퍼 사이즈는 댐퍼의 통과 풍속을 기준으로 설계한다. 설계 조건으로 기외정압만이 주어진 경우, 급기용과 환기용 송풍기를 결정하기에 앞서 각각의 구성 상자에서 기내정압을 산출하고, 이들과 처리풍량을 이용하여 급기용과 환기용 송풍기를 선정한다. 공기조화기 내에 사용되는 구성기기들이 선정되고 나면 제작에 필요한 설계 인자를 추가하여 각 상자의 너비, 높이, 길이를 산출하고, 공기조화기 전체의 사이즈를 결정한다.

개발된 프로그램에서는 PC 환경에서의 편리성과 효율성을 고려하여 Windows 운영 체제 환경에서 GUI(Graphic User Interface)를 구현할 수 있도록 Microsoft사의 Visual Basic을 이용하여 작성하였다. 결과보고서는 냉각·가열 코일의 선정뿐만 아니라, 중량 데이터 및 기내정압계산서 등을 얻을 수 있다.

설계 계산 프로그램의 주화면 구성은 Fig. 4와 같이 풀다운 메뉴와 아이콘 입력 방식의 툴바로 이루어져 있다

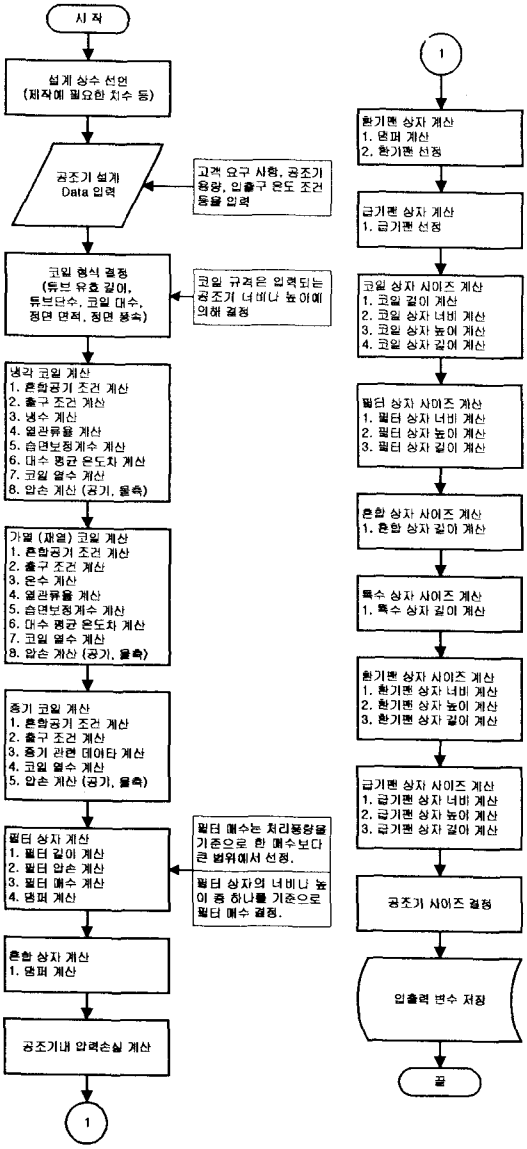

Fig. 3 Flow Chart of the Program.

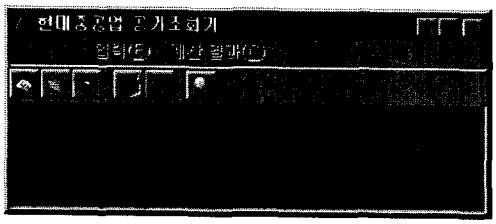

Fig. 4 The Main Scene of the Program.

입·출력부의 경우는 설계자가 계산 과정이 수

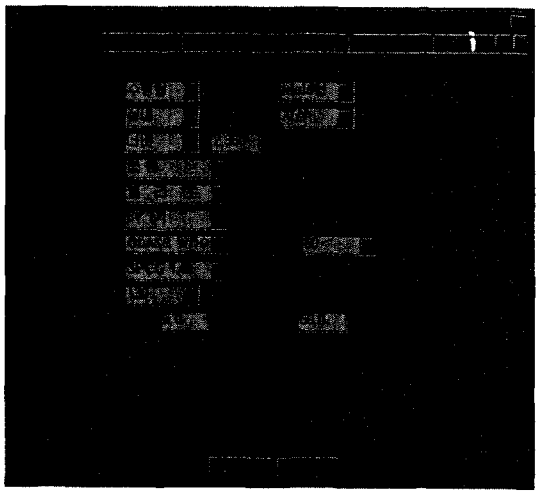

Fig. 5 Data Input Scene of the Program.

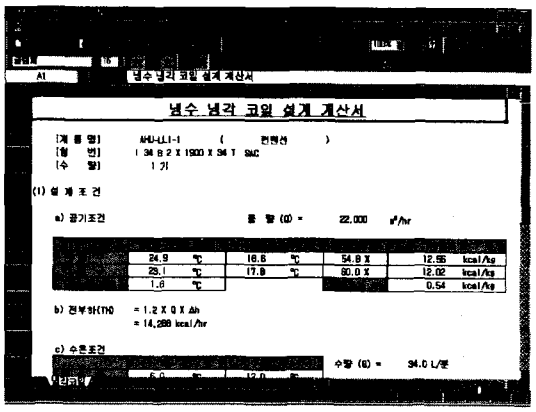

Fig. 6 A Result Sheet of the Program.

행되는 도중에 지속적으로 입력을 요구받지 않게 하기 위하여, Fig. 5에 보인 것처럼 입력부와 출력부를 구별하여 프로그램이 시작되면 모든 설계 데이터를 먼저 입력 가능하게 하였다.

출력부는 출력물 관리의 편의성을 고려하여 일반적으로 많이 사용하고 있는 상용 프로그램인 Microsoft사의 Excel과 연결하여 쉽게 편집하고 호환될 수 있도록 하여, 전자메일을 통한 파일 송수신에 무리가 없도록 하였다. Fig. 6은 냉수 코일에 대한 계산결과를 MS Excel 파일 형태로 나타낸 예이다.

파일 관리에서는 Fig. 7과 같이 설계대상인 공기조화기 각각의 입력 데이터를 보고서 목록과 함께 데이터베이스화하여 검색 및 효율적인 관리가 가능하도록 하였다.

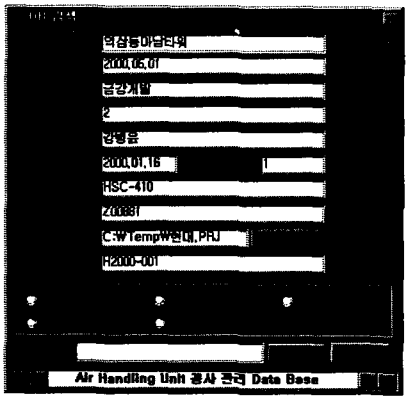

Fig. 7 File Control Scene of the Program.

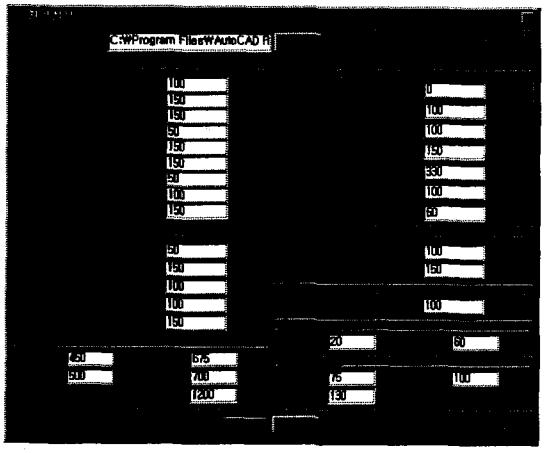

Fig. 8 Preference Scene of the Program.

제작 및 유지·보수시 필요한 여유공간 등과 같은 계산과정 없이 인위적으로 쓰이는 설계변수들에 대해서는 각각의 값들을 설계자가 직접 변경할 수 있도록 하기 위하여 Fig. 8과 같이 환경설정 창에서 변경이 가능하도록 하여 설계에 유연성을 보완하였다. 프로그램을 이용한 공기조화기의 설계는 공기조화기 대부분을 이루고 있는 기본형을 중심으로 수행되므로 특수사양들에 대해서는 설계대상과 가장 유사한 기본형에 대한 해석을 수행한 후에 이를 설계사양에 맞도록 수정해야만 한다.

3.2 도면 제작 프로그램

본 연구에서 설계조건에 따른 승인도면을 제작하기 위해 사용된 프로그램은 오토캐드(Auto CAD)이다. 다른 S/W에 비해 지명도가 있으므로

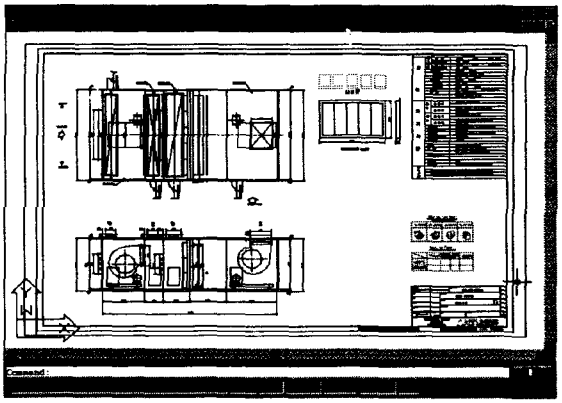

Fig. 9 The Example of Drawing of the Program.

전자메일을 통한 도면 파일의 송수신에도 전혀 문제가 없으며, 컴퓨터 사양에 크게 구애를 받지 않고 사용할 수 있다는 장점이 있다. 또한 매번 반복되는 작업으로 인한 비효율성을 해결하고 설계사양을 완벽하게 적용할 수 있는 오토리스프(AutoLisp)를 이용한 자동 도면 제작 프로그램을 개발하였다.

도면 제작 프로그램에 필요한 입력 데이터는 Fig. 2에서 나타낸 바와 같이 설계계산 프로그램에서 출력되는 *.dat 파일이다. *.dat 파일은 공기조화기 도면을 그리는데 필요한 각종 치수와 성능, 기기 사양으로 구성된 텍스트 파일로 그 구조만 파악하면, 유사한 공기조화기 설계의 경우 설계 계산 프로그램의 실행을 거치지 않고도 파일의 치수조작만으로도 도면을 신속히 제작할 수 있는 장점이 있다. Fig. 9는 자동 제작된 도면의 예이다.

Table 3 Comparison of Cooling Coil Performance.

공기조화기명		TH	FA	K	Cws	Δt	N
AHU-1	기존 설계	102,95	2.47	651.0	1.33	11.01	4.38
	개발 프로그램	102,28	2.47	649.9	1.33	11.02	4.37
AHU-2	기존 설계	810,60	8.46	722.0	1.69	12.06	6.50
	개발 프로그램	810,48	8.44	722.6	1.69	12.06	6.51
AHU-3	기존 설계	101,30	0.96	688.0	175	14.44	6.04
	개발 프로그램	101,58	0.96	688.7	1.75	14.40	6.08

Note) TH : 전부하 (kcal/hr), FA : 정면면적 (㎡),
K : 전열 계수 (kcal/㎡hr℃), Cws : 습면보정계수,
Δt : 평균온도차 (℃),
N : 산출열수, $N = TH/(K \times Cws \times FA \times \Delta t)$

3.3 기존 보고서와의 비교 및 검증

개발된 설계프로그램을 검증하기 위하여 풍량, 입구 건·습구 온도, 출구 건·습구 온도, 입·출구측 수온, 튜브 유효 길이의 입력에 대한 계산 결과를 기존에 제작된 보고서와 Table 3에서 비교하였다. 비교 결과로부터 알 수 있듯이 개발된 프로그램에 의한 설계는 기존에 기 수행된 설계치와 거의 일치하는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 수요자의 요구에 신속히 대처할 수 있는 공기조화기 설계를 위하여, 사용자가 쉽게 이용할 수 있는 설계전용 프로그램을 개발하였다.

1. 개발된 프로그램은 사용자의 편의를 위하여 GUI 개념을 도입하였으며, 설계된 결과를 지명도가 있는 상용 프로그램의 파일형식으로 제공함으로써 전자메일에 의한 송·수신의 유연성을 확보하였다.

2. 개발된 프로그램은 냉수, 온수 및 증기 코일의 사양을 냉방부하에 맞게 설계하고 이를 통한 필터, 송풍기 등의 설계사양을 결정할 수 있는 자료를 제공할 수 있다.

3. 수계산 및 경험에 의한 설계를 전산화하였으며, 설계대상인 공기조화기 각각의 입력 데이터를 보고서 목록과 함께 데이터베이스화하여 검색 및 효율적인 관리가 가능하도록 하였다.

4. 개발된 프로그램은 특수사양 설계 시에는 추가적인 작업이 불가피하며, 가장 유사한 기본형 설계를 수행한 후에 결과를 수정하는 과정이 필요하다.

참고문헌

(1) Heating, Ventilating, and Air Conditioning, 4th Edition, McQuistob and Parker, Willey, 1997.
(2) 냉동공조기기 기술자료집, 현대중공업, 1999.
(3) 空氣調和設備, 申致雄, 技文堂, 1989.
(4) 송풍기, 압축기, 김희재, 세진사, 1984.
(5) 유체기계, 박윤동, 동명사, 1993.