

통신시스템실 열부하 예측프로그래밍 기술

The Program Coding Technology for the Heat Load Prediction in Switching Room

노홍구(H.K. Noh)

실장기술팀 선임연구원

전화국사 내 교환기의 신설이나 증설 시에 최적의 열부하 산정이 필요하다. 이를 위해 전화국사의 특성에 알맞은 열부하 계산 프로그램을 윈도우용으로 개발하여 비전문가들도 쉽게 사용할 수 있도록 하고자 한다. 프로그램 구성은 기본자료입력부, 전화국사의 자료입력부, 입력된 데이터를 이용하여 국사의 냉방부하와 냉방시스템의 용량을 계산하는 부분 그리고 출력부분으로 크게 4부분으로 나눌 수 있다. 본 프로그램을 이용하여 한국통신 중앙전화국 5ESS실의 냉방기기용량을 산정해 본 결과, 기존 냉방기기 69USRT의 49%에 해당되는 33.5USRT로 나타나 기존 냉방기기의 용량이 너무 과다하게 선정되었음이 판명되었다. 본 프로그램은 전화국사의 에너지 절약에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

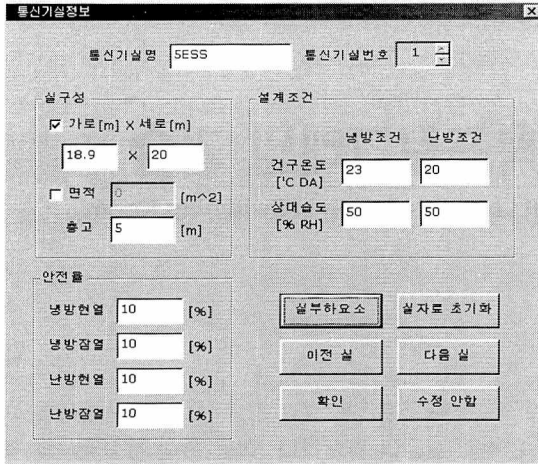
I. 서론

최근 경제위기와 더불어 에너지 절약에 대한 관심이 증대되고 있는 상황에서 교환기의 발달과 교환량의 증가에 따른 냉방 에너지 소비량 증가는 보다 효율적인 국사냉방 기술을 요구하게 되었다. 한국통신의 경우 국사냉방을 위해 소비되는 에너지는 국사 운영에 소요되는 전체 에너지 소비량의 20% 이상을 차지하고 있으나, 선진국의 경우에는 10% 정도만을 차지한다. 이는 현재 국사냉방의 공기 급배기방식이 저효율 고비용 구조로 되어 있을 뿐만 아니라 각종 통신시스템의 안정을 위하여 과다한 용량의 냉방시스템을 선정하고 있기 때문이다. 이러한 냉방 에너지 소비비용을 줄이기 위해서는 우선적으로 전화국사의 정확한 냉방부하 산정이 필요하다. 냉방부하를 정확히 산정함으로써 과다한 냉방시스템 선정에 따른 초기 설비비용과 운영 에너지 비용의 감소를 가져올 수 있다.

따라서 본 연구에서는 전화국사의 특성에 알맞은 부하계산 프로그램을 윈도우용으로 개발하여 비전문가들도 쉽게 전화국사의 냉방부하를 계산할 수 있게 함으로써 교환기의 신설이나 증설의 경우 최적의 냉방기기 선정에 도움이 되고자 한다.

II. 프로그램 구성

본 연구에서 개발한 국사냉방부하계산 프로그램은 전화국사 실사를 통해 얻어진 정보와 5가지 부하계산법들을 비교·검토한 결과 전달함수법을 부하계산법으로 채택하였으며, 사용자가 손쉽게 사용할 수 있도록 윈도우 95용으로 개발하였다. 벽체 구성요소에 대한 자료는 참고문헌[1]의 자료를 이용하였으며, 15개 도시에 대한 기상자료는 참고문헌[5]에 수록된 자료를 이용하였다. 이러한 자료들은 필요에 따라 수정, 추가 및 삭제가 가능하도록 작성되었다. 전반적인 구성은 기본적인



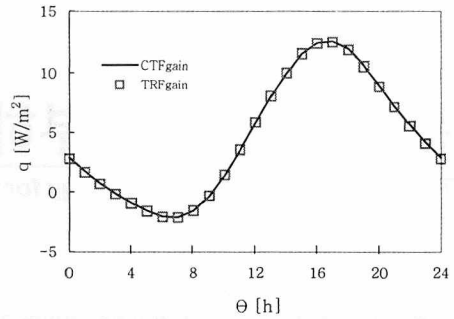
(그림 1) Visual c++ 프로그래밍에 의한 자료 입력부 다이얼로그 박스

자료입력부, 전화국사의 자료입력부, 입력된 데이터를 이용하여 국사의 냉방부하와 냉방시스템의 용량을 계산하는 부분 그리고 출력부분으로 크게 4부분으로 나눌 수 있다. 자료입력부에 관한 예를 (그림 1)에 나타내었다.

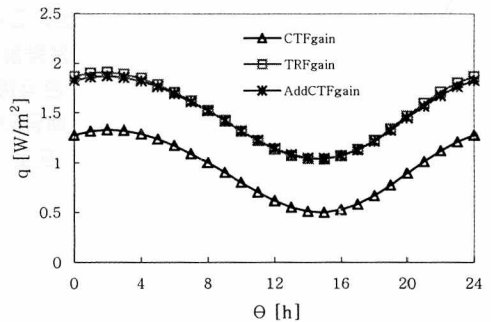
III. 프로그램의 타당성 검토

ASHRAE Table과 응답계수를 이용하여 구한 시간별 열취득을 각각 CTFgain과 TRFgain으로 나타내기로 한다. Set A에 속하는 벽체들을 대표하여 Wall group 5의 시간별 열취득을 (그림 2)에 나타내었다. (그림 2)에서 CTFgain과 TRFgain이 시간별로 거의 일치하는 것을 알 수 있다. Wall group 5는 CTF 계수의 충분조건들을 잘 만족시켰으며, Set A에 속한 다른 벽체들도 역시 CTF 계수의 충분조건들을 잘 만족시켰다. 따라서 CTF 계수의 충분조건을 잘 만족시키는 벽체는 두 방법에 의한 열취득이 잘 일치함을 확인할 수 있었다.

Set B, C, 그리고 D에 속한 벽체들 중 CTF gain₂₄와 TRFgain₂₄의 오차가 가장 큰 Set D의 Wall group 38에 대한 시간별 열취득을 (그림 3)에 나타내었다. (그림 3)에서 보면 CTFgain과 TRFgain의 경향은 유사하나 전체적으로 CTFgain이



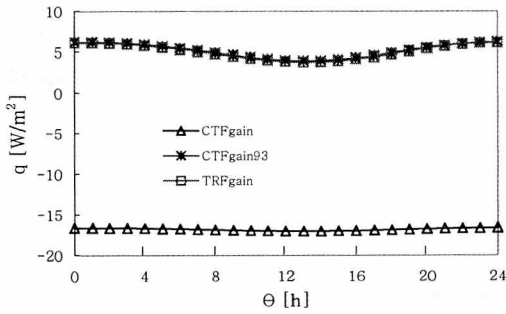
(그림 2) Set A의 대표 Wall Group 5의 열취득 결과



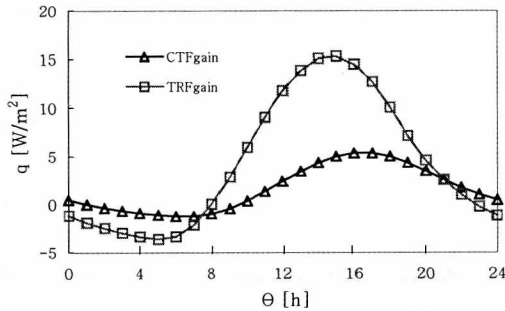
(그림 3) Set D의 대표 Wall Group 38의 열취득 결과

작게 나타나 있다. 이는 Wall group 38의 CTF 계수 유효항수가 부족하여 충분조건을 잘 만족시키지 못하기 때문으로 판단된다. 따라서 유효항수 b_7 을 0.000007로, 그리고 d_7 을 -0.000848로 추가하여 열취득을 재산정하였으며 그 결과를 (그림 4)에 AddCTFgain으로 나타내었다. (그림 4)에서 AddCTFgain과 TRFgain이 정량적으로 거의 일치하는 것을 알 수 있다. 또한 Set B와 C에 속하는 벽체들도 b_j 와 d_j 의 항수를 추가한 결과 CTFgain과 TRFgain이 잘 일치함을 확인할 수 있었다. 따라서 Set B, C 그리고 D에 속하는 벽체들에서 나타난 24시간 동안의 총열취득의 계산 오차는 b_j 와 d_j 의 유효항수를 부족하게 선정했기 때문임을 확인할 수 있었다.

Set E의 Wall group 34에 대한 시간별 열취득



(그림 4) Set E의 대표 Wall Group 34의 열취득 결과



(그림 5) Set F의 대표 Wall Group 4의 열취득 결과

량을 (그림 4)에 나타내었다. (그림 4)에서 CTF gain93은 ASHRAE 1993 Fundamentals 자료를 이용하여 ASHRAE Table 참조법으로 구한 열취득을 나타낸다. (그림 4)에서 보면 CTFgain이 24시간 동안 음의 열취득을 가지므로 정량적으로 타당하지 못함을 알 수 있다. 그러나 CTFgain93은 TRFgain과 거의 일치한다. 1993년판의 자료는 CTF 계수의 충분조건을 만족시키나 1997년판의 자료가 충분조건을 만족시키지 못하는 데서 기인한다고 판단된다. 따라서 1997년판 ASHRAE Fundamentals 개정작업에서 Wall group 34의 CTF 계수의 표기 오류가 있었던 것으로 사료된다.

Set F의 Wall group 4에 대한 시간별 열취득량을 (그림 5)에 나타내었다. 이 벽체의 CTF 계수

< 통신실별 최대부하계산결과 >

부하계산법 : ASHRAE TFM Load Calculation Method				단위 (kcal/h)		
국시명	용양	도시명	서울	계산일자	98.2.20	
통신실명	5ESS	실번호	1	(충분선상수 : 1)		
상세조건	냉방	23°C(DB), 50%(RH)	외기조건	냉방	30°C(DB), 60%(RH)	
	난방	20°C(DB), 50%(RH)		난방	-5°C(DB), 85%(RH)	
부하요소						
	냉방부하 (1월 22일 18h)			난방부하 (1월 22일 5h)		
	분	열	량	분	열	량
지붕	0			0		
외벽	363			950		
창문	688			375		
바닥	0			0		
간벽외벽	1717			1717		
교실인발	0			0		
조명	4981					
컴퓨터기	0			0		
발전부하소계	7760			3041		
5ESS(1.158kW, 50k)	7566			-71977		
기타기	0			0		

(그림 6) 프로그램 실행 후 출력 형태

는 충분조건을 만족하고 있으나 CTFgain과 TRF gain이 정량적으로 다르게 나타난다. ASHRAE에 표기된 Wall group 4의 열관류율 $U_p (=0.0266 \text{ W/(m}^2\text{K)})$ 가 실제값과 다르게 산정되었기 때문에 사료된다[1]. 이 벽체를 구성하는 물질의 물성치로부터 계산한 실제 열관류율 U_p 는 $0.71 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ 이었다. (그림 5)에서 최대 열취득시의 TR Fgain이 CTFgain의 약 3배로 나타나는 것으로 보아 Wall group 4에 적절한 열관류율과 CTF 계수가 선정된다면 CTFgain과 TRFgain이 거의 일치할 것으로 추정된다. 이로써 ASHRAE의 41개 벽체에 대해 동적 열취득을 계산해 본 결과 본 연구에서 제안한 열응답계수법에 의한 열취득의 타당성을 입증할 수 있었다.

IV. 프로그램의 적용 사례

냉방설계조건 23°C DB, 50% RH, 난방설계조건 20°C DB, 50% RH인 서울 중앙전화국 5ESS실에 대해 본 연구에서 개발한 부하계산 프로그램을 이용하여 공조부하와 냉방기기용량을 산정하였으며, 그 결과 냉방부하는 80,243kcal/h로, 난방부하는 -21,646kcal/h로 나타났다. 10%의 안전율과 15%의 팬부하를 추가한 냉방기기용량은 기준

냉방기기용량 69USRT의 49%에 해당되는 33.5 USRT로 나타나 기존 냉방기기의 용량이 너무 과다하게 선정되었음을 알 수 있다. 그리고 난방부하 계산결과가 음으로 나타난 것으로 보아 겨울철에도 냉방을 해야 할 것으로 판단된다. 이에 관한 출력 결과를(그림 6)에 일부 나타내었다.

V. 결론

최근 경제위기와 더불어 에너지 절약에 대한 관심이 증대되고 있는 상황에서 국사 전체 소비 에너지의 20% 이상을 차지하는 국사냉방용 소비 에너지 절감에 대한 연구가 절실히 요구되고 있다. 본 연구의 목적은 국사의 정확한 냉방부하를 산정할 수 있는 냉방부하 산정 프로그램을 개발함으로써 과다한 냉방시스템 선정에 따른 초기 설비비용과 운영 에너지 비용을 감소시키는 데 있다. 본 프로그램 개발 결과는 다음과 같다.

- ① 부하발생요소 중 일사의 영향을 많이 받는 벽체와 유리, 그리고 통신기기의 부하가 전부하의 대부분을 차지할 것으로 판단되어 벽체의 축열과 장비의 부하를 가장 정확하게 계산할 수 있는 전달함수법을 부하계산법으로 채택하여 공조부하 산정 프로그램을 윈도우 95용으로 개발하였다.
- ② 열응답계수법에 의한 열취득, 일사량 그리고 냉방부하를 ASHRAE 및 HASP/ACLD 프로그램의 산정치와 비교한 결과 본 연구에서 작성한 국사냉각 공조부하계산 프로그램의 타당성을 객관적으로 입증할 수 있었다.
- ③ 본 연구에서 개발한 프로그램을 이용하여 중앙전화국 5ESS실의 냉방기기용량을 산정해 본 결과 기존 냉방기기 69USRT의 49%에 해당되는 33.5USRT로 나타나 기존 냉방기

기의 용량이 너무 과다하게 선정되었음을 알 수 있다. 그리고 난방부하 계산결과가 음으로 나타난 것으로 보아 겨울철에도 냉방을 해야 할 것으로 판단된다.

참고 문헌

- [1] *ASHRAE Handbook 1997 Fundamentals*, Chap. 28, ASHRAE, 1995, pp. 444-450.
- [2] 김성완, 금중수 편저, PC를 이용한 공기조화계산법, 기문당, 1996, pp. 197-219.
- [3] F.C. McQuiston, J.D. Spitler, *Cooling and Heating Load Calculation Manual*, 2nd Edition, ASHRAE, 1996.
- [4] 건물의 공조부하계산용 표준 전산프로그램 개발 및 기상자료의 표준화 연구에 관한 최종보고서, 통상산업부, 1996, pp. 94-118.
- [5] Morris G. Davies, "A Time-Domain Estimation of Wall Conduction Transfer Function Coefficients," *ASHRAE Transactions*, Vol. 37, ASHRAE, 1996, pp. 102-108.
- [6] D.G. Stephenson, G.P. Mitalas, "Cooling Load Calculations by Thermal Response Factor Method," *ASHRAE Transactions*, Vol. 37, ASHRAE, 1996, pp. 73-79.
- [7] D.G. Stephenson, G.P. Mitalas, "Room Thermal Response Factors," *ASHRAE Transactions*, Vol. 37, ASHRAE, 1996, pp. 79-85.
- [8] T. Kusuda, "Thermal Response Factors for Multi-layer Structures of Various Heat Conduction System," *ASHRAE Transactions*, Vol. 37, ASHRAE, 1996, pp. 246-252.
- [9] D. G. Stephenson, G. P. Mitalas, "Calculation of Heat Conduction Transfer Function for Multi-layer Slabs," *ASHRAE Transactions*, Vol. 38, ASHRAE, 1997, pp. 77-83.