

LOADSYS 프로그램의 적용을 통한 RTS법의 검증

김 선 하, 김 석 현*, 유 해 성**

(주)목원엔지니어링, *국민대학교 기계자동차 공학부, **(주)장한기술

The Verification of RTS method using LOADSYS

Seun Ha Kim, Suk Hyun Kim*, Hea Seong Ryu**

Mok Won Engineering Co.,LTD, 170-5, Guro-dong Seoul, Korea

* Department of Mechanical & Automotive, Kookmin University, Seoul, 136-702, Korea

** Janghan Engineers, 671-4 Incheon, Korea

1. LOADSYS PROGRAM의 개요

건물에서의 효과적인 에너지 절약을 추진하기 위해서는 설계계획단계에서부터 에너지 효율을 신중히 고려하여 최적시스템의 채택, 고효율기자재 채용, 시공운영의 합리화 등을 추구하지 않으면 안 된다. 이에 앞서서 무엇보다도 중요한 것은 우선 냉난방 부하를 정확히 계산하여 건물의 에너지수요를 확실하게 파악하는 일일 것이다.

실제로 부하계산의 정확도가 건물 전체의 에너지 성능에 미치는 영향은 실로 막대하고, 선진 외국에서는 이미 그동안 사용되었던 부하계산의 이론을 탈피하여 보다 정확하고 발전 개선된 새로운 부하계산이론을 바탕으로 체계화된 설계업무를 진행하고 있는 실정이다.

현재까지 세계적으로 널리 사용되고 있고 우수한 부하계산 이론으로 인정받고 있는 것은 ASHRAE의 CLTD / CLF 부하계산방법이다.

다음은 ASHRAE에 의한 부하계산이론의 변천 과정을 나타낸다.

① 1960년대 : ETD(상당온도차)부하계산법

- 이것은 주기정상이론에 근거를 둔 방법이다.
- ② 1968년 : ASHRAE에서 Task Group on Energy Requirement for Heating and Cooling of Building 연구위원회 결성
 - 주기정상이론에 기초한 ETD계산방법을 개선하여 Response Factor 개념을 이용한 비정상열전달 계산법의 개발연구
- ③ 1972년 : ASHRAE Handbook Fundamental에서 TETD / TA 부하계산방법과 TETD / TFM 부하계산 방법의 발표
- ④ 1975년 : ASHRAE에서 RP-138 연구 프로젝트 진행
 - TETD / TA 방법과 TETD / TFM 방법의 통합에 의한 새로운 부하계산방법 연구
- ⑤ 1977년 : ASHRAE Handbook, Fundamental에서 CLTD / CLF 부하계산방법 발표
 - * TETD 방법에서는 순간적으로 취득되는 모든 열량이 냉방부하로 된다고 가정하지만 CLTD방법에서는 취득된 열량이 각종 재료에 잠복되었다

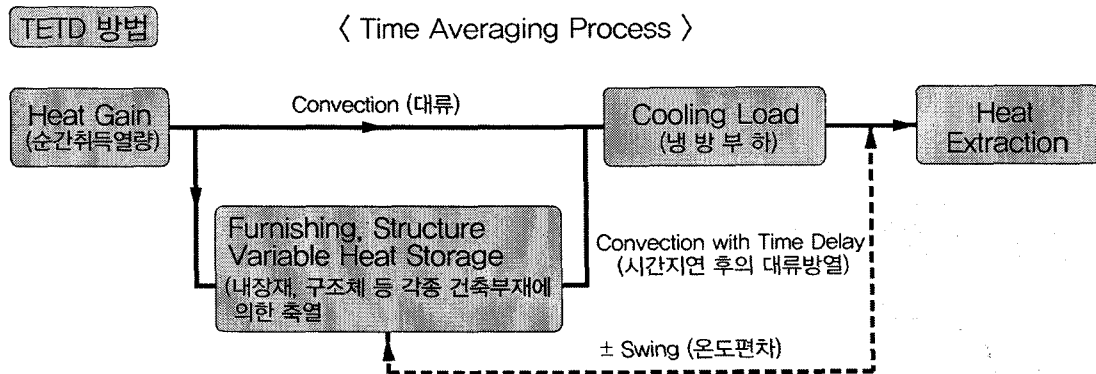


Fig. 1 TETD 와 CLTD부하계산방법의 개념비교

가 일정시간이 지나고 난 후 대류방열되는 축열 효과까지 모두 감안하게 되므로 보다 정확한 실제 냉방부하를 계산하여 일반적으로 계산결과를 TETD보다 약 10% 내외의 범위로 냉방부하가 감소하게 된다.

⑥ 1981년 : ASHRAE에서 RP-359 연구 프로젝트 진행

- CLTD/CLF 부하계산방법의 발전 심화 연구

한편, CLTD/CLF 방법은 보다 정확하고 체계적으로 발전된 부하계산방법이지만 계산과정에서 적용할 Data 양이 상당히 많고 계산절차가 복잡하여 수계산으로 하는데는 시간과 노력이 많이 든다. 따라서 대부분 외국에서는 전산프로그램으로 개발하여 보다 신속하고 효율적인 부하계산 업무를 수행하고 있다. 그러나 이들 외국프로그램은 우리나라와 단위체계가 다르고 (대개 Btu, Ft-lb 단위), 영문으로 되어 있어 일반설계자가 쉽게 접근하기 힘들 뿐 아니라 공조방식과 다른 부분이 많기 때문에 현실적으로 사용에 곤란한 점이 매우 많았다. 더구나 프로그램사용시 After Service를 전혀 받을 수 없는 입장에 있으므로 LOADSYS 프로그램이 개발되었다.

⑦ 1993년 : TFM(Transfer Function Method)

⑧ 2001년 : RTS(Radiant Time Series)

2. LOADSYS PROGRAM의 기능

본 LOADSYS Program은 건물의 냉난방설계에 있어서 장비용량을 선정하기 위한 최대부하를

계산하는 프로그램으로, 처리능력은 다음과 같다.

- ① 부하계산범위 : 냉방, 난방을 구분하여 또는 냉난방을 동시에 계산할 수 있다.
- ② Room의 종류(부하계산을 위해 설정된 최소의 단위구역 즉, 하나의 Room이나 Room이 클 경우에는 부하특성에 따라 구분한 공조 Zone을 말한다.) : 최대 250개
- ③ 한 프로젝트에서 정의 가능한 Air System (AHU 공조방식)의 종류 : 최대 100개
- ④ 냉방부하계산의 외기조건 : 최대 3개월까지 가능 즉, 3가지 외기 온, 습도조건 및 실내 온, 습도조건에 대해 동시에 수행 가능
- ⑤ 계산 및 출력자료의 내용
 - Room 부하에 대해 부하요소별로 상세한 계산내역 출력
 - Room 부하의 매 시각별 현열부하 집계표 출력
 - 각 Room 별, 풍량계산표 (면적, Peak 시각 급기풍량, 환기횟수 등) 출력
 - Air System 의 부하집계표(소속하는 Room 부하의 적산) 출력
 - 공조기 선정을 위한 설계계산치(풍량, 냉각코일 부하, 코일유량, 가습용량 등)와 설계자의 Check를 위한 분석 자료 출력
 - 건물 전체의 부하집계표 작성 출력
 - 건물 전체의 부하구성내역 및 비율, 설계분석 자료 등 출력
 - 건물 전체에 대해 각 Room 별, FCU 부하집계, AHU 사양의 총괄 List 작성
- ⑥ 빌딩의 방위를 45° 간격으로 회전시켜서

- 변경하면서 부하계산을 실행시킬 수 있다.
- ⑦ 표준이 되는 설계기준자료를 Master file에 보관하여 효율적으로 관리할 수 있다.

3. Program의 자료근거

LOADSYS프로그램의 모든 자료는 ASHRAE 1985 Handbook of Fundamentals를 기준으로 하여 작성했다. 계산에 필요한 각종 CLTD (Cooling Load Temperature Difference) 값 등은 1985 ASHRAE Handbook의 Chapter 26.에 있는 자료를 사용했다. 그러므로 계산되어 출력되는 자료는 수작업으로도 점검해 볼 수도 있다

4. Program 입력자료의 구성

Program에서 입력하는 자료는 다음의 3가지로 구성된다.

① 설계기준자료

계산하고자 하는 Project에 적용할 설계기준을 입력하는 것으로서 Project 일반사항, 기상자료, 건물에 사용될 벽, 창, 외부차폐, 칸막이 벽, 바닥, 내부부하(조명, 기기, 인체, 침입외기)등을 정의하는 Routine이 있음.

② Air System 자료

건물의 Air System(공조방식)에 대한 정의(규정)를 입력하는 Routine이 있음

③ Room 자료

각 Room 의 부하요소 및 관련 데이터를 입력하는 Routine이 있음

5. LOADSYS Program의 특징

부하계산프로그램의 성능은 계산 Algorithm의 정확성 외에도 사용자가 얼마나 쉽게 사용할 수 있도록 만들어져 있는가가 아주 중요하다. 부하계산을 컴퓨터로 처리하는 경우 사용자는 대부분 자료의 입력과 입력된 자료가 정확한가의 여부를 확인하는 작업에 많은 시간을 소모하게 된다. 따라서 입력작업의 효율성과 자료점검기능이 얼마나 충실한가에 따라 프로그램의 이용 효율은 크게 달라진다. LOADSYS Program은 이러한 점을 세심하게 배려하여 모든 점검 작업은 표 형식으로 일목요연하게 정리하여 하나의 단위화면에서 처리하도록 했으며 입력 및 수정은 화면단위 내에서

Cursor를 자유롭게 이동하여 자료를 수정할 수 있도록 구성하였으므로 편집성이 아주 뛰어난 프로그램이기도 하다.

프로그램은 누구나 쉽게 접근하여 이용할 수 있도록 대화식으로 진행하고 있으며 입력된 자료의 확인을 위해서는 모든 자료에 대해 필요한 경우 화면으로 조회하거나 인쇄, 출력할 수 있으므로 입력된 자료를 쉽게 점검할 수 있게 되어있다.

출력양식은 A4 크기의 종이를 기준으로 설계되어 있으며 왼쪽 또는 윗부분을 칠할 수 있도록 일정한 간격을 마련해 두었으므로 출력자료를 상철 또는 좌철하여 바로 납품서류로 이용할 수도 있게 되어있어 편리하다.

6. LOADSYS와 RTS의 비교검토

6.1 청주대농 다목적 전시시설 신축공사

1) 건물 개요

- 대지면적: 52,799.60 m²
- 건축면적: 3,571.09 m²
- 전체 연면적 : 4,855.67 m²
- 건축규모: 지하 1층 / 지상 2층
- 건물높이: 12 m

2) 부하계산 결과

상기 건물에 대한 부하계산 결과를 Table 1에 나타내었다.

6.2 한국은행 부산본부 신축공사

1) 건물 개요

- 대지면적: 8,188.10 m²
- (* 1,4층 일부만 계산)
- 건축면적: 2,408.48 m²
- 전체 연면적: 9,988.62 m²
- 건축규모: 지하 1층 / 지상 4층
- 건물높이: 12 m

2) 부하계산 결과

상기 건물에 대한 부하계산 결과를 Table 2에 나타내었다.

Table 1 청주 대농 다목적 시설에 대한 부하계산 결과

| 실 명 | 면적 m' | 체적 m' | RTS | | | Loadsys | | |
|----------------|----------|----------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 현 열 | 전 열 | 난방부하 | 현 열 | 전열 | 난방부하 |
| | | | kcal/h | kcal/h | kcal/h | kcal/h | kcal/h | kcal/h |
| 1층 공용홀 | 938.1 | 7,692.4 | 95,332 | 107,603 | 130,288 | 108,882 | 125,289 | 138,286 |
| 1층 휴게실 | 241.4 | 724.2 | 26,018 | 29,195 | 16,534 | 27,556 | 31,778 | 9,525 |
| 1층 37평형 전시실 | 205.4 | 616.2 | 9,681 | 12,379 | 9,727 | 10,685 | 14,277 | 3,693 |
| 1층 57평형 전시실 | 287.1 | 861.3 | 16,882 | 20,668 | 19,528 | 24,288 | 29,309 | 8,395 |
| 1층 분양 사무실 | 191.3 | 573.9 | 27,900 | 29,597 | 19,739 | 30,974 | 33,205 | 10,706 |
| 1층 합계 | 1,863.3 | | | 199,442 | | | 233,858 | |
| 2층 화장실 | 58.2 | 139.7 | | | | | | 2,527 |
| 2층 방제실 | 19.2 | 57.6 | | | | 924 | 1,148 | 1,080 |
| 2층 신영사무실 | 110.9 | 366.0 | 24,542 | 25,543 | 10,865 | 21,667 | 22,960 | 11,102 |
| 2층 도우미휴게실 | 38.7 | 127.7 | 2,275 | 2,623 | 2,006 | 2,040 | 2,491 | 2,122 |
| 2층 48평형전시실 | 240.8 | 794.6 | 33,968 | 37,145 | 18,223 | 31,016 | 35,228 | 18,950 |
| 2층 좌측 복도 | 131.9 | 435.3 | 8,259 | 10,000 | 7,196 | 7,741 | 10,048 | 7,640 |
| 2층 식당 및 휴게실 | 90.5 | 298.7 | 8,156 | 12,334 | 5,116 | | | |
| 2층 공용홀 | 469.1 | 1,548.0 | 27,759 | 33,895 | 21,882 | 27,656 | 36,333 | 24,105 |
| 2층 64평형 전시실 | 330.4 | 1,090.3 | 23,600 | 27,952 | 23,392 | 27,329 | 33,108 | 20,977 |
| 2층 69평형 전시실 | 430.1 | 1,419.3 | 54,620 | 60,277 | 33,587 | 55,666 | 60,681 | 34,519 |
| 2층 합계 | 1,919.8 | | | 209,769 | | | 201,997 | |
| 합 계 | 3,783.1 | | | 409,210 | | | 435,855 | |
| 면적당 부하 | | | | | @ 110 | | | @ 120 |

Table 2 한국은행 부산본부 부하계산 결과

| 실 명 | 면적 | RTS | | | Loadsys | | |
|----------|----------------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| | | 현 열 | 전 열 | 난방부하 | 현 열 | 전열 | 난방부하 |
| | m ² | kcal/h | kcal/h | kcal/h | kcal/h | kcal/h | kcal/h |
| 1층 강당 | 190.0 | 15,348 | 21,791 | 13,889 | 18,559 | 25,513 | 13,814 |
| 1층 영업장 | 550.0 | 40,180 | 60,756 | 28,468 | 50,093 | 72,868 | 26,547 |
| 1층 로비 | 380.0 | 26,000 | 34,120 | 25,787 | 22,691 | 37,014 | 33,166 |
| 1층 화폐전시실 | 200.0 | 13,768 | 20,653 | 10,964 | 14,053 | 21,278 | 11,436 |
| 2층 체력단련실 | 170.0 | 17,362 | 24,512 | 9,097 | 19,537 | 26,716 | 8,640 |
| 2층 식당 | 160.0 | 14,304 | 22,457 | 7,146 | 16,012 | 24,472 | 6,632 |
| 합 계 | 1,650.0 | 126,962 | 184,289 | 95,351 | 140,945 | 207,861 | 100,235 |
| 면적당 부하 | | | | @ 112 | | | @ 126 |

6.3 인천 아쿠아리움 신축공사

1) 건물 개요

- 대지면적 : 47,043.00 m²
- 건축면적 : 6,733.56 m²
- 전체 연면적 : 14,266.42 m²
- 건축규모 : 지하 1층 / 지상 4층
- 건물높이 : 26 m

2) 부하계산 결과

상기 건물에 대한 부하계산 결과를 Table 3에 나타내었다.

Table 3 인천 아쿠아리움 부하계산 결과

| 실명 | 면적 (m ²) | 체적 (m ³) | RTS | | | Loadsys | | |
|-----------|-------------------------|-------------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|------------------|
| | | | 현열 (kcal/h) | 전열 (kcal/h) | 난방부하 (kcal/h) | 현열 (kcal/h) | 전열 (kcal/h) | 난방부하 (kcal/h) |
| 3층 아쿠아센터 | 192.2 | 1,576.0 | 15,381 | 22,080 | 9,156 | 25,124 | 31,481 | 8,899 |
| 3층 아쿠아영상관 | 121.2 | 363.6 | 8,738 | 12,951 | 3,244 | 8,821 | 12,830 | 3,137 |
| 합계 | 313.4 | | 24,120 | 35,030 | 12,400 | 33,945 | 44,311 | 12,036 |

| 실명 (아쿠아센터) | RTS | | | Loadsys | | | |
|---------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | 현열 (kcal/h) | 전열 (kcal/h) | 난방부하 (kcal/h) | 현열 (kcal/h) | 잠열 (kcal/h) | 전열 (kcal/h) | 난방부하 (kcal/h) |
| 지붕 | 462 | | 1,924 | 753 | | | 1,578 |
| SW. 벽 | 162 | | 818 | 766 | | | 767 |
| SW. 창 | 1,637 | | 3,584 | 275 | | | 3,101 |
| SW. 일사 | | | | 9,677 | | | |
| 간막이벽 | 41 | | 300 | 47 | | | 229 |
| 조명 | 6,356 | | | 5,951 | | | |
| 기기 | 1,755 | | | 1,653 | | | |
| 인체 | 4,967 | | | 4,805 | 6,054 | | |
| 침입외기 | | | 2,531 | | | | 2,416 |
| 계 | 15,381 | 22,080 | 9,156 | 23,927 | 6,054 | 29,981 | 8,091 |

| 실명 (영상관) | RTS | | | Loadsys | | | |
|-------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | 현열 (kcal/h) | 전열 (kcal/h) | 난방부하 (kcal/h) | 현열 (kcal/h) | 잠열 (kcal/h) | 전열 (kcal/h) | 난방부하 (kcal/h) |
| 지붕 | 344 | | 1,213 | 508 | | | 995 |
| 간막이벽 | 60 | | 438 | 69 | | | 334 |
| 조명 | 4,058 | | | 3,752 | | | |
| 기기 | 1,114 | | | 1,042 | | | |
| 인체 | 3,162 | | | 3,030 | 3,818 | | |
| 침입외기 | | | 1,594 | | | | 1,523 |
| 계 | 8,738 | 12,951 | 3,244 | 8,401 | 3,818 | 12,219 | 2,852 |

* RTS계산은 인천아쿠아리움 건물중 3층 AHU-3 ZONE에 대해서만 하였음