

지역난방 열사용자 비율별 열부하 패턴변화 분석: 공동주택과 건물

이 훈[†], 이 윤 표^{*}, 김 래 현
서울산업대학교 에너지환경대학원, ^{*}KIST

Analysis on the Heat load Pattern According to Ratio of the Heat Consumers in District Heating

Hoon Lee[†], Yoon-Pyo Lee^{*}, Lae-Hyun Kim

Graduate School of Energy and Environment, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea

^{}Thermal Flow Control Research Center, Korea Institute of Science & Technology, Seoul 136-791, Korea*

(Received October 9, 2009; revision received December 10, 2009)

ABSTRACT: The district heating users can be generally classified into two groups such as apartments and buildings. In consideration that the time zone of the maximum heat load for apartments is different from those of buildings during a day, the maximum heat supply range is presented. In case of the investigated area, the maximum heat supply is occurred at the ratio between apartments and buildings that is 65% : 35%. Thus the heat supply range is increased as much as 15% if the time zone when the maximum heat load is occurred is considered.

Key words: District heating(지역난방), Connected heat load(연결열부하),
Heat supply range(수요개발범위), Average heat load rate(평균부하율)

1. 서 론

에너지의 대부분을 수입하는 국내의 에너지 현실을 고려 시, 에너지의 효율적 사용이 무엇보다 중요하다.

인구의 대도시 집중도가 높고 도시의 주거형태가 아파트와 같은 공동주택의 비율이 다른 나라에 비해 상대적으로 높은 국내의 현실은 지역난방에 유리한 조건을 갖추고 있다. 지역난방을 공급받는 사용자는 크게 아파트나 연립과 같은 공동주택과 사무실이 주로 입주해 있는 업무용 건물로 나눌 수 있다. 제한된 시설을 이용하여 최대한

열을 공급하기 위해서는 예상되는 열수요를 사전에 정확히 예측하여야 한다. 실제로 하루 중에도 최대로 열을 사용하는 시간대가 주택과 건물이 서로 다르므로 주택과 건물의 비율에 따라 수요개발이 가능한 범위가 바뀌게 되고, 연간으로 볼 때는 외기온도의 변화에 따라 주택과 건물의 난방 패턴도 변하게 된다. 본 연구에서는 공동주택과 건물의 비율 변화에 따른 일일 및 연간 열사용 패턴의 변화를 분석하여 수요개발 가능범위를 예측하고 이에 따른 연간 열사용량을 제시하였다.

2. 열부하 패턴

2.1 열원시설 규모 산정 절차

Fig. 1은 지역난방의 계통도를 나타낸다. 열 계

[†] Corresponding author

Tel.: +82-2-970-6009 ; Fax.: +82-2-970-6011

E-mail address: leehoon@kdhc.co.kr

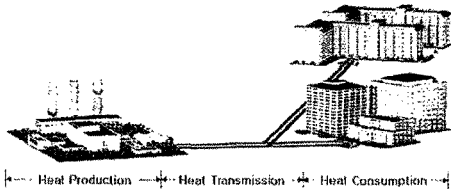


Fig. 1 Schematic diagram of a district heating system.

통도는 물, 증기, 기타 열매체를 가열하거나 냉각하는 기기와 그 부속기기(보일러, 터빈, 발전기, 소각로, 열펌프, 냉동설비, 열교환기, 축열조 등)로 이루어진 열원시설과 물, 증기, 기타 열매체를 수송 또는 분배하는 열 수송시설, 열의 사용을 위한 설비인 열 사용시설과 사업자로부터 집단에너지로 공급받아 사용하는 최종 사용자로 이루어져 있다. 열 공급자는 Fig. 2와 같은 과정을 거쳐 열원시설 규모와 수요개발범위를 결정한다.⁽¹⁾

Fig. 2를 기준으로 수요개발범위를 결정하는 절차를 설명하면 다음과 같다. 우선 지역난방을 공급하려는 지역의 자료를 수집한다. 지역난방은 일단 배관 등의 시설을 갖춘 후에는 증설이 어려우므로 현재의 수요만이 아닌 잠재적인 수요에 대한 기초자료를 수집한다. 수집된 자료로부터 건축연면적을 산출하고 건축연면적에 난방면적비율과 건축용도별 어느 정도의 수요가 개발될 것인지를 예상한 수요개발비율을 곱하여 냉·난방면적을 결정한다.⁽²⁾

연결 열부하는 공급하여야 할 열부하로써 대상 지역의 난방면적과 단위 열부하를 곱한 값을 모두 합한 값으로 산출하는데 단위 열부하에는 단위면적당의 난방부하, 냉방부하, 급탕부하로 구성되어 있다.

연결 열부하를 산출한 후에는 연계열량이 어느 정도 되는지를 조사한다. 연계열량이란 열원에서 열 공급 시 주변지사에서 가져올 수 있는 열량을 의미하는데 연결 열부하 즉 공급해야 하는 열부하와 주변에서 가져올 수 있는 연계열량을 조사하여 평균적으로 공급하여야 할 평균 열부하를 산출한다. 평균 열부하는 연결 열부하에 평균적으로 얼마의 부하가 걸리는 가를 나타내는 평균부하율을 곱하여 산출한다. 또한 최대 얼마의 부하가 필요한 지를 나타내는 최대 열부하는 필요한 부하 즉 연결 열부하에 최대 걸리는 부하의 비율, 최대부하율을 곱하여 계산한다. 이와 같이 연결 열부하로부터 평균 열부하, 최대 열부하가 산출되면 주변에서 가져올 수 있는 연계열량을 고려하여 열원규모와 수요개발범위가 결정된다.

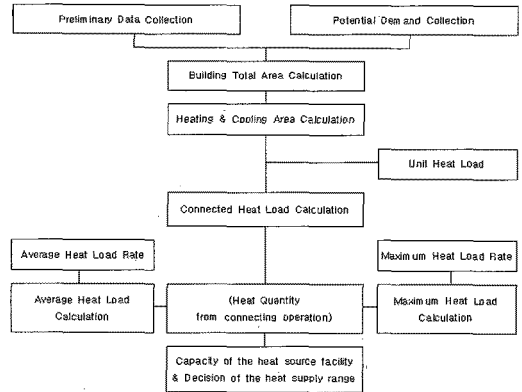


Fig. 2 A decision procedure on the capacity of the heating facility.

2.2 지사별 연결열부하 특징

Fig. 3의 연결 열부하를 살펴보면 A지사는 공동주택이 90%, 건물이 10%로 공동주택이 대부분을 차지하고 있으나 B지사의 경우 공동주택이 40%에 불과하고 건물이 60%로 공동주택보다 건물의 비중이 높은 것을 알 수 있다.

Fig. 3의 지역난방 열공급 지사 중 공동주택의 비율이 높은 A지사, 건물의 비중이 높은 B지사 및 지방에 위치한 C지사에 대한 열공급 범위 계산과정을 좀 더 자세히 정리하면 Table 1과 같다. Table 1에서 C지사의 경우 수요 측에서 필요로 하는 부하 즉 연결열부하는 2008년 12월 기준으로 총 710 Gcal/h인데 공동주택에서 필요로 하는 연결열부하는 618 Gcal/h, 건물은 92 Gcal/h로 공동주택과 건물의 연결열부하의 비율은 87% : 13%이다. 시설용량에 해당하는 기기는 열병합 발전(CHP: Combined Heat and Power)에서 발생하는 열량 71 Gcal/h, 첨두부하용 보일러(PLB: Peak Load Boiler) 용량 428 Gcal/h, 소각 열 15 Gcal/h을 합쳐 시설용량은 514 Gcal/h가 된다. 주변 지구에서

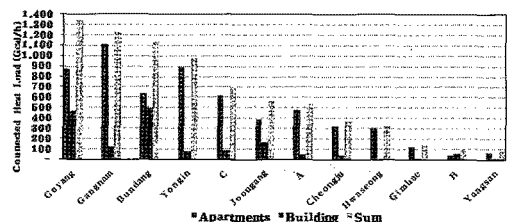


Fig. 3 Connected heat load per each heat source facility(2008. 12).

Table 1 Typical heat supply range per each heat source facility(Unit : Gcal/h)

| Item | | A-branch | B-branch | C-branch |
|---|------------------------|--------------|-----------|-----------|
| Connected Heat Load(Dec. 2008) | Apartments | 488(90%) | 44(40%) | 618(87%) |
| | Building | 51(10%) | 65(60%) | 92(13%) |
| | Sum | 539(100%) | 109(100%) | 710(100%) |
| Total capacity of the heat source facility | CHP | 71 | - | 71 |
| | PLB | 272 | 68 | 428 |
| | Incinerator | 27 | 27 | 15 |
| | Sum(a) | 370 | 95 | 514 |
| Heat quantity from connecting operation(b) | | - | 48 | 270 |
| (a + b) | | 370 | 143 | 784 |
| Maximum unit facility(c) | | 71(CHP) | 53(PLB) | 103(PLB) |
| Base capacity(d = a + b - c) | | 299 | 90 | 681 |
| Heat load rate (%) | Maximum(e) | 62 | 65 | 67 |
| | Average(f) | 50 | 52 | 53 |
| Maximum heat load(g = d/f × e) | | 371 | 112 | 861 |
| Maximum heat load- Base capacity(h = g - d) | | 72 | 22 | 180 |
| Accumulator | Discharge flow(i) | 160 | 0 | 107 |
| | Excess flow(j = I - h) | 88 | -22 | -73 |
| | Factor(k = j/e) | 0 (if j > 0) | -34 | -109 |
| Heat supply range($\ell = d/f + k$) | | 597 | 139 | 1,176 |

끌어올 수 있는 열량 즉 연계열량은 270 Gcal/h를 끌어올 수 있으므로 동원할 수 있는 총 열량은 시설용량(a)과 연계열량(b)을 합친 값인 784 Gcal/h가 된다. 여기서 최대 용량의 기기가 정지시의 용량 이하를 고려한 값이 기준용량이 되는데 C지사의 경우 최대용량 기기는 Peak Load Boiler 즉 PLB 103 Gcal/h이므로 열원시설 용량 산정 시 기준이 되는 기준용량은 시설용량(a) 514 Gcal/h에 연계열량(b) 270 Gcal/h를 더하고 여기에 최대용량 기기의 정지를 고려한 용량(c) 103 Gcal/h를 감하면 기준용량은 681 Gcal/h가 된다. 즉 공급용량을 산출할 때의 기준이 되는 용량은 681 Gcal/h가 된다는 뜻이다.

여기서 기준용량 681 Gcal/h를 과거 5년 간의 운영실적을 평균하여 산출한 평균부하율 53%로 나누어 주면 최대 공급할 수 있는 연결 열부하 1,284 Gcal/h가 된다. 그런데 최대열부하가 걸리는 비율이 67%이므로 최대 열부하는 연결 열부하 1,284 Gcal/h의 67%인 861 Gcal/h가 된다. 최대 열부하 861 Gcal/h과 평균 열부하에 의해 보유하고 있는 기준용량 681 Gcal/h과의 차이인 180 Gcal/h가 추가로 수요를 개발할 수 있는 범위가 된다.

그런데 이때 추가로 수요를 개발할 수 있는 범위인 180 Gcal/h 용량을 축열조의 용량과 비교하여

추가 수요개발범위가 달라진다. 즉 C열원의 경우 축열조 용량이 107 Gcal/h로 추가로 수요개발 할 수 있는 양인 180 Gcal/h보다 작다. 이 경우 180 Gcal/h 과 축열조 용량 107 Gcal/h과의 차이는 Fig. 4에서 축열조 초과량으로 73 Gcal/h가 된다. 즉 축열조가 감당할 수 없는 양이므로 수요개발 할 수 없는 양인데 이 양을 최대부하율 67%로 나누는 값 109 Gcal/h은 축열조가 감당할 수 없는 최대량의 의미가 되어 이를 축열조 Factor 로 부르고 이를 수요개발 용량에서 감하여 주어야 한다.

최종적으로 수요개발이 가능한 범위는 기준용량 681 Gcal/h을 평균부하율 53%로 나눈 1,284 Gcal/h에서 축열조 Factor(-109 Gcal/h)을 반영한 1,175 Gcal/h가 수요개발범위가 된다.

반면, A지사의 경우 수요개발범위 394 Gcal/h와 기준용량 299 Gcal/h의 차이인 추가로 수요개발 할 수 있는 범위가 95 Gcal/h인데 축열조 용량 160 Gcal/h 보다 작으므로 Fig. 5에서와 같이 축열조 용량이 충분하여 수요 개발 시 축열조의 용량 부족으로 고려되는 축열조 Factor가 0이 된다. 따라서 수요개발범위는 기준용량 299 Gcal/h에 평균부하율 50%로 나눈 값 597 Gcal/h 전체가 최대 수요를 공급할 수 있는 양이 된다.

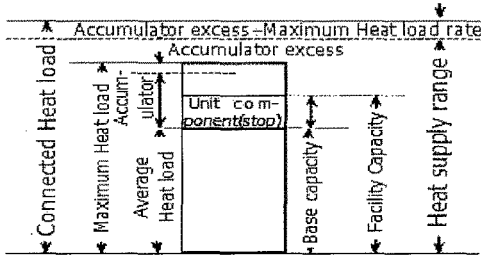


Fig. 4 Accumulator Factor related connected heat load in C-branch.

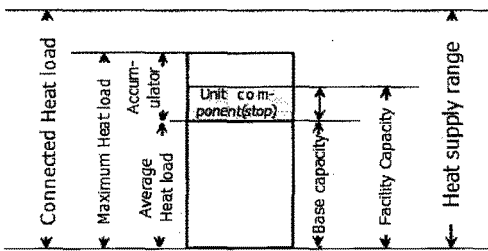


Fig. 5 Accumulator and Connected Heat Load in A-branch.

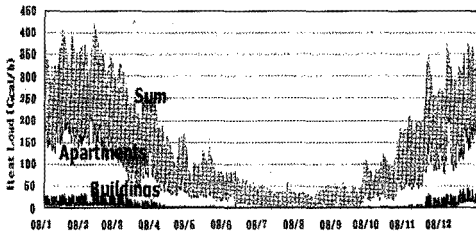


Fig. 6 Operating record of the C-branch according to time.

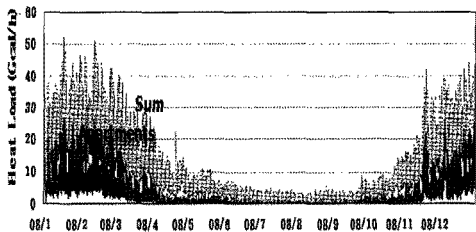


Fig. 7 Operating record of the B-branch according to time.

C 및 B 지사의 운영실적을 1년 기준으로 나타낸 것이 Fig. 6 및 Fig. 7이다.

C 및 B지사의 운영실적을 살펴보면 공통적으로 겨울철인 12월과 1월에 부하가 집중되고, 여름철인 7월과 8월에는 열부하가 매우 미미한 것을 보

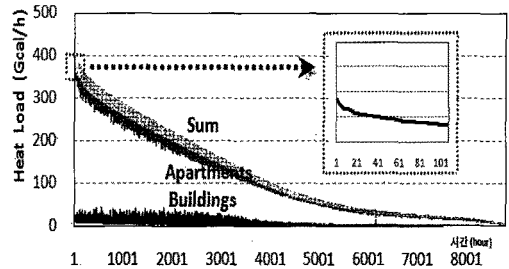


Fig. 8 Operating record of the C-branch according to the load amount.

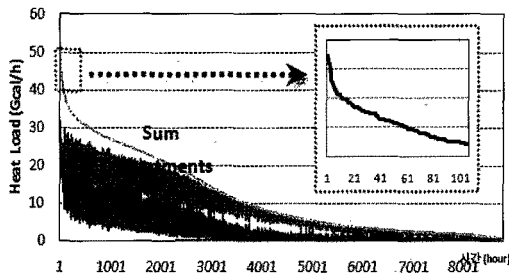


Fig. 9 Operating record of the B-branch according to the load amount.

여주고 있다. 이를 부하의 크기순서로 재배열하면 Fig. 8 and Fig. 9와 같다. 이러한 경향은 일반적인 연중 열부하 변동 경향이라 할 수 있으며, 다른 연구 결과에서도 동일한 경향을 보이고 있다.²⁾

Fig. 8과 Fig. 9의 C지사와 B지사의 연간 열부하 곡선을 비교해 보면 C지사의 경우 열부하 Peak인 동절기 최고점에 비해 다소 완만하게 열부하가 감소됨을 보여주고 있으나, B지사의 경우는 동일한 조건에서 곡선의 기울기가 상대적으로 급격하게 하락되었음을 보여주고 있다. 이는 B지사의 경우 열공급 대상에서 건물의 비중이 높기 때문에 외기온도가 상승될 경우 급격히 난방수요가 줄어들기 때문이다.

따라서, 열사용자 중 건물의 비율이 높아질수록 전체 열 판매량은 감소되어 짐을 예측할 수 있다.

Fig. 10은 A지사를 대상으로 연중 열부하가 가장 큰 1월 한달 간의 각 시간대별 열부하를 평균하여 값을 산출한 후 그래프로 제시한 일일 열부하 현황이다.

Fig. 10에서 특징적인 점은 건물 열부하와 공동주택의 열부하 변화 추이이다. 즉, 공동주택의 열부하는 22시에 최고 부하가 형성됨에 반하여 건물의 열부하는 출근 직후인 9~10시에 최고 부하

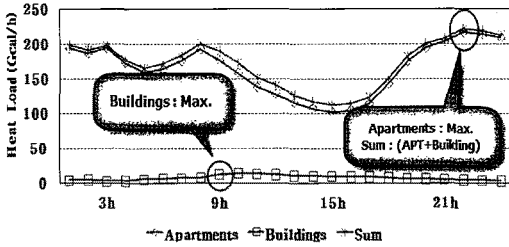


Fig. 10 Daily heat load of A-branch (monthly average, 2008.1.1~1.31).

가 나타난다. 이는 공동주택의 경우는 가족이 모두 귀가한 시간대인 22시에 난방부하가 최고가 되는 반면 오피스가 주를 이루고 있는 건물인 경우에는 업무시작 시간인 오전 9~10시에 가장 큰 부하를 필요로 하기 때문이다. 9~10시 이후도 사무실의 온도를 일정온도로 유지하기 위해 지속적인 열부하가 필요하지만 사무실의 온도가 일단 상승한 이후에는 이온도를 유지하기 위해서는 열손실만을 보충하여 주기만 하면 되고 넓은 창문을 통한 채광의 영향 등으로 9~10시 이후에는 점차 열부하가 감소하게 된다.

이와 같이 공동주택과 건물은 최고 부하가 걸리는 시간대가 서로 다르므로 공동주택과 건물의 부하를 합친 전체 열부하가 최고로 걸리는 시간

대는 공동주택과 건물의 비율에 따라 달라지 개똥을 예상할 수 있으며 이에 따른 수요개발 범위의 변화도 예상이 가능하다.

3. 열사용자 비율에 따른 수요개발 범위 및 열사용량 예측

Fig 10에 의하면, 공동주택과 건물은 하루 중 최대로 열을 사용하는 시간대가 서로 다르다. 따라서, 공동주택과 건물의 열사용자 비율이 변할 경우, 사용자가 열을 최대로 사용할 때의 최대열부하도 바뀌게 된다.

이를 이용하여 지역난방 열사용자 비율에 따라 수요개발 범위 및 열사용량을 예측하기 위하여 A 지사를 대상으로 2008년 1월 1일부터 2008년 12월 31일까지의 모든 공동주택과 건물에 대한 열사용 현황을 조사, 분석하였다.

그 결과, 공동주택과 건물의 연결열부하 비율이 90 : 10인 A지사의 경우, Table 2에서처럼 공동주택은 연결열부하 432 Gcal/h, 최대열부하 262.8 Gcal/h, 최대부하율 60.8%이고 건물은 연결열부하 51 Gcal/h, 최대열부하 15.6 Gcal/h, 최대부하율 30.6%로 조사되었다.

이를 Table 1에서 산출한 최대로 공급할 수 있는

Table 2 The example of heat load calculation with operation data(A-branch)(Unit : Gcal/h)

| Item | | Apartments (90%) | Building (10%) | Sum | Apartments (87%) | Building (13%) | Sum |
|---|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------|-------------------------|-----------------------|-------|
| Feb. 13 2008 (Maximum heat load in 2008) | Connected heat load (a) | 432 | 51 | 483 | "Operation data" | | |
| | Maximum heat load (b) | 262.8 | 15.6 | 278.4 | | | |
| | Maximum heat load rate (c = b/a) | 60.8% | 30.6% | - | | | |
| When the connected heat load will be 597 Gcal/h | Connected heat load (d) | 537.3 (= 597 × 90%) | 59.7 (= 597 × 10%) | 597 | 519.4 (= 597 × 87%) | 77.6 (= 597 × 13%) | 597 |
| | Maximum heat load (e = c × d) | 326.8 (= 537.3 × 60.8%) | 18.3 (= 59.7 × 30.6%) | 345.1 | 315.9 (= 519.4 × 60.8%) | 23.7 (= 77.6 × 30.6%) | 339.7 |
| | Maximum heat load rate (f = e/d) | - | - | 57.8% | - | - | 56.9% |

Table 3. Heat load trend depending on the ratio of Apartments and building(A-branch)

| Item (%) | If heat supply range is constant | | | | | If heat supply range is changeable | | | | |
|----------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|
| | Connected heat load (Gcal/h) | Max. heat load (Gcal/h) | Max. heat load rate (%) | Annual heat consumption (Gcal/yr) | Annual amount of heat sales (\100,000,000/yr) | Connected heat load (Gcal/h) | Max. heat load (Gcal/h) | Max. heat load rate (%) | Annual heat consumption (Gcal/yr) | Annual amount of heat sales (\100,000,000/yr) |
| A 100 | 597 | 369.4 | 61.9 | 853,313 | 541 | 558 | 345.1 | 61.9 | 797,569 | 505 |
| B 0 | | 0.0 | 0.0 | - | 0 | | 0.0 | 0.0 | - | 0 |
| Sum | | 369.4 | 61.9 | 853,313 | 541 | | 345.1 | 61.9 | 797,569 | 505 |
| A 90 | 597 | 326.8 | 60.8 | 767,981 | 487 | 597 | 326.8 | 60.8 | 767,981 | 487 |
| B 10 | | 18.3 | 30.6 | 49,586 | 40 | | 18.3 | 30.6 | 49,586 | 40 |
| Sum | | 345.1 | 57.8 | 817,568 | 527 | | 345.1 | 57.8 | 817,568 | 527 |
| A 87 | 597 | 315.9 | 60.8 | 742,382 | 470 | 607 | 321.0 | 60.8 | 754,817 | 478 |
| B 13 | | 23.7 | 30.6 | 64,462 | 52 | | 24.1 | 30.6 | 65,542 | 53 |
| Sum | | 339.7 | 56.9 | 806,844 | 523 | | 345.1 | 56.9 | 820,359 | 531 |
| A 65 | 597 | 236.0 | 60.8 | 554,653 | 351 | 687 | 271.6 | 60.8 | 623,274 | 395 |
| B 35 | | 63.9 | 30.6 | 173,552 | 141 | | 73.5 | 30.6 | 199,716 | 162 |
| Sum | | 300.0 | 50.2 | 728,206 | 492 | | 345.1 | 50.2 | 822,991 | 557 |
| A 60 | 597 | 149.9 | 41.8 | 511,130 | 324 | 678 | 170.1 | 41.8 | 581,453 | 368 |
| B 40 | | 154.2 | 64.6 | 198,013 | 160 | | 175.0 | 64.6 | 225,257 | 182 |
| Sum | | 304.1 | 50.9 | 709,143 | 484 | | 345.1 | 50.9 | 806,710 | 551 |
| A 0 | 597 | 0.0 | 0.0 | - | 0 | 533 | 0.0 | 0.0 | - | 0 |
| B 100 | | 386.2 | 64.7 | 495,864 | 402 | | 345.1 | 64.7 | 442,706 | 359 |
| Sum | | 386.2 | 64.7 | 495,864 | 402 | | 345.1 | 64.7 | 442,706 | 359 |

A : Apartments, B : Building.

능력 즉, 수요개발 범위 597 Gcal/h로 환산하면, 공동주택의 연결열부하는 597 Gcal/h의 90%인 537.3 Gcal/h이 되며, 건물의 연결열부하는 597 Gcal/h의 10%인 59.7 Gcal/h이 된다.

공동주택의 최대열부하는 연결열부하인 537.3 Gcal/h에 최대부하율 60.8%를 곱하면 326.8 Gcal/h이 되고, 건물의 최대열부하는 건물의 연결열부하인 59.7 Gcal/h의 30.6%에 해당하는 18.3 Gcal/h이 된다.

결론적으로 수요개발범위 597 Gcal/h로 환산할 때의 최대열부하는 주택 326.8 Gcal/h과 건물 18.3 Gcal/h의 합인 345.1 Gcal/h이 되어 최대부하율은 연결부하 597 Gcal/h의 57.8%가 된다.

이와 같은 방법으로 A지사 열공급 포화년도에 공동주택과 건물의 비율이 현재의 비율과 같이 90% : 10%이라면, 최대열부하는 345.1 Gcal/h, 최대부하율은 57.8%로 예측되지만, 주택 및 건물의 비율이 87% : 13%으로 열사용자 중 건물비율이 높아진다면 Table 2에서와 같이 최대열부하 339.7

Gcal/h, 최대열부하율 56.9%로 낮아지게 된다.

즉, 건물 사용자 비율이 10%에서 13%로 높아질 경우 최대부하율이 57.8%에서 56.9%로 낮아지게 되어, 그 차이만큼 열원의 이용율이 낮아지게 되는 현상을 초래하게 되어 열원시설을 효과적으로 이용할 수 없게 되는 문제점이 발생하게 된다.

따라서, 설비의 효율적인 이용을 위해서는 열사용자 비율 변화에 따라 수요개발 범위의 변화가 필수적이며, 이를 반영하기 위해 “공동주택과 건물의 비율이 변하더라도 최대열부하는 항상 일정한 값을 가지도록 열사용자 비율에 따라 수요개발 범위를 변경”하는 방법을 도입하였다.

Table 3은 이러한 분석 자료를 토대로 A지사가 열공급 포화년도에 도달 시 열사용 현황을 예측한 결과로 공동주택과 건물의 비율을 각각 0%에서 100%까지 변경할 때의 최대 열부하, 수요개발 범위, 연간 열사용량 및 연간 열 판매금액의 변화를 보여주고 있다.

Table 3에서 열사용자 비율이 공동주택 90%, 건물

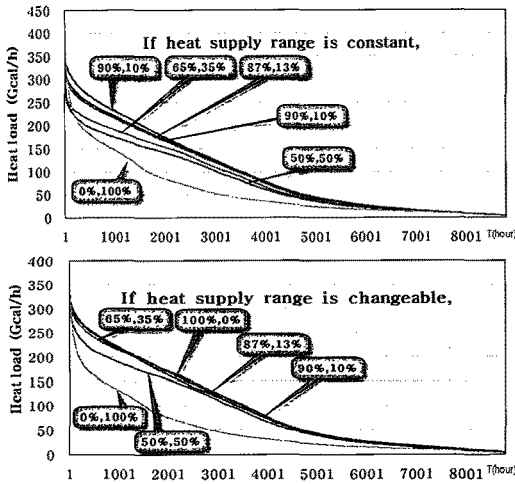


Fig. 11 Maximum heat load and Annual heat consumption.

10%에서의 수요개발 범위는 597 Gcal/h이지만, 공동주택 87%, 건물 13%에서는 수요개발 범위가 607 Gcal/h로 증가하게 된다. 그 계산과정은 다음과 같다.

현재의 열사용자 비율(90% : 10%)을 기준으로 하여, 기준 수요개발 범위는 597 Gcal/h이고 기준 최대 열부하는 345.1 Gcal/h이므로 87% : 13%에서도 90% : 10%와 같은 최대 열부하 값인 345.1 Gcal/h를 갖는다고 하면 최대부하율은 56.9% 이므로 수요개발범위는 최대 열부하값 345.1 Gcal/h를 56.9%로 나눈 607 Gcal/h가 수요개발범위가 된다.

이런 방식으로 공동주택과 건물의 비율을 변화시키면 공동주택 65%, 건물 35%에서 최대 687 Gcal/h까지 수요개발이 가능하다. 그러나, 건물비율이 35%를 초과하게 되면 다시 수요개발범위는 감소하게 된다.

Fig. 11에서는 열사용자 비율에 따른 수요개발 범위의 변화를 반영하여 연간 열사용량을 비교 분석해 보았다.

Table 3과 Fig. 11에 의하면, 열사용자 비율에 관계 없이 수요개발범위가 일정할 경우, 공동주택 90%, 건물 10%에서 연간 열사용량은 817,568 Gcal/yr이고 87%, 13%로 변화 시에는 806,844 Gcal/yr으로 감소되었다.

하지만, 공동주택과 건물 열사용자의 비율에 따라 수요개발범위를 변경하는 방법을 도입 시에는 90%, 건물 10%에서 연간 열사용량은 817,568 Gcal/yr로 동일하나 87%, 13%로 변화 시에는 820,359 Gcal/yr로 오히려 증가되었다.

이를 수요개발범위가 가장 큰 65%, 35%에서 비교해 보면, 각각 728,206 Gcal/yr, 822,991 Gcal/yr

되어 수요개발범위를 변경하는 방법을 도입 시 연간 약 13% 정도 열사용량이 증가 되었다. 동일한 조건에서 연간 열 판매금액 비교 시에도 각각 492 억원, 557억 원으로 약 13% 증가되는 결론을 얻었다.

이와 같이 수요개발범위, 연간 열사용량 및 연간 열 판매량이 공동주택 사용자 비율 약 65%~70%에서 최대값을 가지게 되는 이유는 공동주택과 건물의 열사용 시간대 차이로 인하여 “수요개발 범위를 변경시키지 않을 경우”에 공동주택 비율 대략 65%~70%에서 최대부하율이 가장 작아지기 때문이다.

따라서 역으로 “수요개발 범위를 변경하는 방법”을 도입한 결과, 공동주택 65%~70%, 건물 30%~35%에서 수요개발 범위, 연간 열사용량 및 연간 열 판매량이 가장 커지는 결론을 얻었다.

4. 결론

하루 중 최대로 열을 사용하는 시간대가 공동주택과 건물이 다르므로 “공동주택과 건물의 비율이 변하더라도 최대열부하는 항상 일정한 값을 가지도록 열사용자 비율에 따라 수요개발 범위를 변경” 하는 방법을 도입하면, 열사용자의 비율이 바뀔 때 수요개발 가능범위가 바뀌게 되고 이에 따라 연간 열사용량 및 연간 열 판매금액이 최대인 열사용자 비율도 바뀌게 된다.

이러한 개념을 이용하여 A지사를 분석한 결과, 최대 수요개발 범위는 주택과 건물의 비율 65%, 35%에서 시간대를 고려하지 않을 때에 비하여 약 15%의 추가적인 열수요 개발이 가능함을 확인 하였다.

또한, 이를 반영하여 연간 열사용량과 연간 열 판매금액을 분석해보았을 때도 각각 약 13%가 증가되었다.

이상을 종합하면, 결론적으로 수요개발범위를 산정할 때 주택과 건물의 최대열부하가 발생하는 시간대를 고려하여 열부하를 산정하게 되면 일정 부분 수요개발 범위를 확대할 수 있다.

참고문헌

1. Korea District Heating Corporation, 2008, Guidebook for Construction, pp.3-7.
2. Chung, K. S., 2006, Investigation into actual condition of heat consumption for district heating users, Seoul National University of Technology, Seoul, Korea, pp.2-3.