

# 지역난방 공동주택에서 급탕 2단 열교환기 용량의 적정성 평가에 관한 연구

사 기 용, 정 광 섭<sup>\*†</sup>, 김 영 일<sup>\*\*</sup>, 나 채 문<sup>\*\*\*</sup>, 김 성 민<sup>\*\*\*\*</sup>, 김 상 호<sup>\*\*\*\*\*</sup>

서울산업대학교 주택환경설비공학과, <sup>\*†</sup> 서울산업대학교 건축학부, <sup>\*\*</sup> 서울산업대학교 건축학부,

<sup>\*\*\*</sup> 서울산업대학교 에너지기계설비공학과, <sup>\*\*\*\*</sup> 서울산업대학교 에너지환경공학과, <sup>\*\*\*\*\*</sup> 한국지역난방공사 기술연구소

## A Study on the Design Capacity of 2-stage Hot Water Heat Exchanger in Apartment Housings with District Heating System

Ki-Yong Sa, Kwang-Seop Chung<sup>\*†</sup>, Young-il Kim<sup>\*\*</sup>

Chai-Moon Na<sup>\*\*\*</sup>, Sung-Min Kim<sup>\*\*\*\*</sup>, Sang-Ho Kim<sup>\*\*\*\*\*</sup>

*Department of Housing Environmental Engineering, Seoul National University of Technology,  
Seoul 139-743, Korea*

<sup>\*†</sup> *School of Architecture, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea*

<sup>\*\*</sup> *School of Architecture, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea*

<sup>\*\*\*</sup> *Department of Energy Equipment Engineering, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea*

<sup>\*\*\*\*</sup> *Department of Environmental Energy Engineering, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea*

<sup>\*\*\*\*\*</sup> *Technical Institute of Korea District Heating Corp, Seoul 732, Korea*

**ABSTRACT:** In connection with a recent research project dealing with heating system in apartment buildings by district heating, it was realised that in general very little information on the actual performance of heating and hot water systems in apartment buildings has been documented. In order to improve of district heating systems, a prediction of the heat demand first needs to be determined before a production plan. this is hot water heat system developed in this paper. this is also analyzed relation heat load with preheat load in hot water heating exchanger system.

**Key word :** 지역난방(District heating), 급탕 열교환 방식(Hot water heating exchanger system)

### 기 호 설 명

- $Q_d$  : 급탕부하, 식 (1) [Kcal/h]  
 $n$  : 세대수 [세대]  
 $\Delta T$  : 급탕 1차측과 2차측 공급 온도차 [°C]  
 $A$  : 전열면적, 식 (2) [m<sup>2</sup>]  
 $Q$  : 전열량 [Kcal · h]  
 $K$  : 열전달 계수 [Kcal/m<sup>2</sup> · h · °C]  
 $LMTD$  : 대수평균온도차 [°C]

### 1. 서 론

최근 10여 년간 에너지원의 다원화와 효율적인 에너지 이용의 인식이 고조됨에 따라 지역난방 시스템이 보급이 확대되고 그에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다. 국내 전체 지역난방 사용자 중 공동주택이 차지하는 비율은 전체 사용자의 80%이상이고 나머지가 상업용과 공공용시설로 분포되어 있다. 공동주택의 경우 2003년에 단열기준 강화 등의 내용을 골자로 하는 '에너지 절약설계 기준'(현 국토해양부 고시 제2001-314호)변경, 지구온난화, 거주자 생활패턴의 변화 등으로 인한

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: 02-970-6561; fax: 02-972-4096

E-mail address: kschung@snut.ac.kr

에너지소비 관련 여건의 변화에 맞춘 단위 난방 부하 및 단위급탕부하의 적정 기준 값 재검토의 필요성이 대두되고 있는 상황이다.

선행 연구들에 의해 외기온도와 단위 난방열사용량과의 상관성은 90%이상으로 나타났고, 평균 외기온도 1℃ 상승에 따라 단위면적당 평균 난방열사용량의 비율은 약 7.1%정도 낮아지는 것으로 나타났다<sup>(1)</sup>. 이로써 지구온난화로 인한 외기온도의 상승으로 난방열사용량의 감소추세는 불가피한 것으로 보인다.

반면 급탕 열사용량의 경우 외기온도와 같은 외부적 요인뿐만 아니라 거주자의 생활패턴(출·퇴근, 등·하교, 휴가, 방학 등)의 변화, 주5일제 확산, 맞벌이가정의 증가, 고령화 사회 등의 환경·사회적요인과 거주면적, 거주층수 등의 내부적인 요인과 같은 여러 요인들이 복합적으로 작용하여 그 특성을 나타냈다<sup>(1)</sup>.

본 연구에서는 지역난방 공급자 측과 사용자 측의 에너지 교환이 이루어지는 기계실에 측정실험을 근래에 준공되는 공동주택에 주로 적용되는 급탕 2단열교환방식의 재열 열교환기와 예열열교환기의 실제 열전달량을 통해 적정한 용량 배분에 관한 검토와 적정 용량 값을 적용하여 향후 신규 지역난방 설계 시 열공급자 측의 열 생산시설 효율화와 사용자 측의 합리적인 사용요금 적용에 관한 방법을 모색하고자 한다.

## 2. 열사용 시설기준 검토

### 2.1 지역난방 급탕부하 산출방식

한국지역난방공사, 대한주택공사 열 사용시설의 급탕부하는 열 사용시설 기준 제11조 제2항의 규정에 의한 순간가열급탕방식으로 하며 공동주택의 경우 급탕부하 산정기준은 다음 계산식(1)으로 산정한다.<sup>(3,4)</sup>

$$Qd = (36 + 9\sqrt{4n - 2}) \times 0.8 \times 60 + \Delta T \quad (1)$$

위의 계산식으로 산정된 급탕부하 값으로 급탕 열교환기의 용량 선정을 하되 안전율, 배관손실, 예열부하 등이 배제되어야 하며 기기선정상의 부득이한 증가분은 더한 값이 가능하다. 또한 단위급탕 열교환기 용량이 150 Mcl/hr 이상의 공동주택은 급탕 재열열교환기와 급탕 예열열교환기로 분리한 급탕 2단 열 교환 방식을 적용<sup>(3,4)</sup>하고 있다.

### 2.2 급탕 열교환기 설계 기준

지역난방 공급 급탕 열교환기는 지역난방 측(1차 측)과 사용자 측(2차 측)의 중온수를 열매체로 사용하여 물 대 물의 간접 열 교환 방식을 적용하고 있다.<sup>(3,4)</sup>

열교환기설비의 단위급탕연결 부하 기준은 공동주택의 경우 15 Kcal/hr·m<sup>2</sup> 으로 적용하고 있으며, 1차 측과 2차 측 설계온도 및 압력기준은 Table 1 과 Table 2에서 나타내었다. 급탕 열교환기는 일반적인 급탕 1단 열교환방식과 재열과 예열로 나누어 기존 회수 열을 재이용하는 급탕 2단 방식으로 나누어 그 설계온도 및 압력기준의 적용을 하고 있다.

Table 1 Design temperature and pressure of 1st part with heat exchanger type.

| Type             | Design temperature(℃) | Design pressure (bar) |        |    |
|------------------|-----------------------|-----------------------|--------|----|
|                  |                       | Supply                | Return |    |
| Hot water supply | 1-stage               | 75                    | 35     | 16 |
|                  | 2stage Reheat         | 75                    | 35     | 16 |
|                  | Preheat               | 55                    | 35     | 16 |

Table 2 Design temperature and temperature distance of 2nd part with heat exchanger type.

| Type             | Design temperatur(℃) | temperature distance (℃) |        |    |
|------------------|----------------------|--------------------------|--------|----|
|                  |                      | Supply                   | Return |    |
| Hot water supply | 1-stage              | 55                       | 15     | 40 |
|                  | 2stage Reheat        | 55                       | 35     | 40 |
|                  | Preheat              | 35                       | 15     | 40 |

### 2.3 급탕 열교환기 방식

#### 2.3.1 급탕 1단 열 교환 방식

급탕 1단 열 교환 방식은 지역난방 측(1차 측) 공급 배관과 연결된 1개의 난방 열교환기와 1개의 급탕 열교환기로 열 교환이 이루어진 뒤 사용자측(1차 측)배관을 통해 열 공급이 이루어진 뒤 지역난방 측(1차 측) 회수 배관을 통해 회수되는 방식으로 Fig. 1은 그 계통도를 나타낸 것이다.

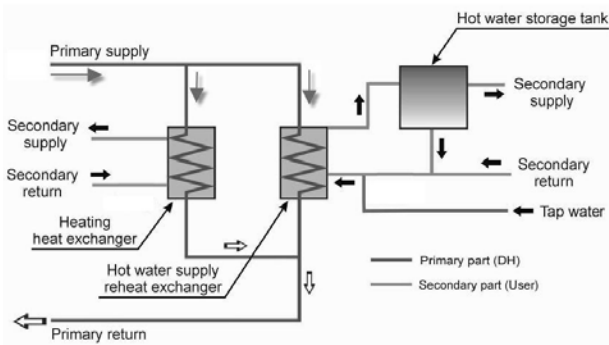


Fig. 1 1-Stage hot water heat exchange system.

### 2.3.2 급탕 2단 열 교환 방식

급탕 2단 열 교환 방식은 일반적인 지역난방측(1차 측) 공급 배관의 중온수가 열교환기를 통해 열전달이 이루어진 뒤 바로 회수되는 급탕 1단 열 교환 방식에서 난방열교환기와 재열열교환기에서 열전달을 마치고 나온 중온수를 급탕 예열 열교환기에 사전 열전달을 하여 급탕 보급수(시수)의 온도를 예열하여 1차 측 회수 온도를 낮추고, 급탕 예열 교환기를 거쳐 데워진 시수는 급탕 재열 열교환기를 통해 중온수와 재차 열 교환을 거쳐 지역난방 측(1차 측) 회수 온도를 재사용하여 열적인 효율을 높고자 하는 방식이다. Fig. 2 은 그 계통도를 나타낸 것이다.

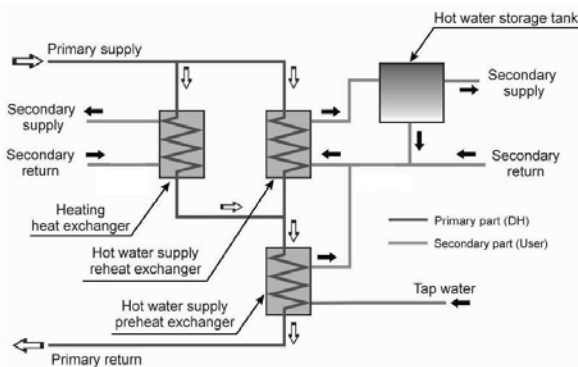


Fig. 2 2-Stage hot water heat exchange system.

한국지역난방공사, 대한주택공사는 ‘열 사용시설 기술기준’ 제 9조의 2-1에서 급탕 재열열교환기와 예열열교환기의 용량배분은 1:1(전체 용량의 증가 없이 5%이내에서 급탕 예열 열교환기 용량 증대가능)로 하여 설치기준을 적용<sup>(3,4)</sup>하고 있다.

## 3. 측정자료 수집 및 시스템 구축

### 3.1 연구의 수행 방법

본 연구의 측정대상은 건축물 에너지절약설계기준이 개정되기 이후 건설된 2003년 이후 건설된 공동주택만 후보지로 선정된 후 급탕 열 공급 패턴에 영향을 미칠 수 있는 여러 요소들을 고려하여 최종적으로 서울시 상암지구의 공동주택 단지 3개소를 선정하여 연구를 수행하였다. 또한 급탕 2단 열 교환 방식의 구체적인 비교분석을 위해 단위면적별로 나누어 예열과 재열 열교환기의 사용량 데이터를 측정하였으며, 비교적 급탕사용량의 변동 폭이 심한 적은 전용면적을 고층과 저층으로 나누어 좀 더 세부적으로 측정할 수 있도록 하였다.

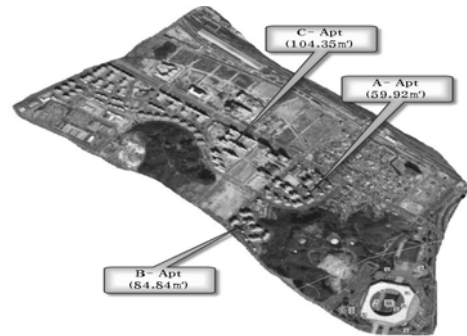


Fig. 3 Locations of data measurement.

각 측정 대상 공동주택의 측정지역과 측정대상 전용면적은 Fig. 3에 나타내었으며, 급탕 열사용량의 기초자료로 활용되는 Raw Data는 2007. 11. 1~ 2008. 10. 31까지 12개월간으로 정해 비교적 계절적 요인에 많은 영향을 받는 급탕 사용량의 변화를 고려하여 측정하였다.

최종 선정된 공동주택의 급탕 열교환기 방식과 시설용량은 Table. 3 에 나타내었다.

Table. 3 Information of apartment facilities

| Location | Heating area (m <sup>2</sup> ) | Type    | Households | Capacity of hot water heat exchanger (Mcal/hr) |         |
|----------|--------------------------------|---------|------------|--|---------|
|          |                                |         |            | Reheat   | Preheat |
|          |                                |         |            | A-Apt  | 59.92   |
| B-Apt    | 84.95                          | 2-stage | 115        | 224  | 225     |
| C-Apt    | 104.35                         | 2-stage | 136        | 236  | 236     |
|          |                                |         | 125        | 228  | 228     |

### 3.2 측정 데이터 전송 및 저장

각 측정 대상 공동주택 기계실에 설치된 유량계(F/M), 압력계(P/M), 온도측정센서(T/C)를 통해 측정 장치(Data Logger)로 매2초에 한번씩 측정값이 읽힌다. 이 데이터를 매 30초마다 평균하여 측정 점의 측정값으로 초기 데이터(Raw Data)를 형성 한다.

데이터 로거에 저장된 파일은 매 1시간마다 생성된 데이터 파일을 인터넷을 통해 데이터 관리 서버로 전송되어 각 공동주택별로 지정되어 있는 각각의 폴더에 저장된다.

### 3.3 측정 장비 제원 및 설치 현황

데이터 측정 장비는 압력계, 유량계 및 컨버터, 온도측정센서, 데이터로거도 구성 하였다.

압력계는  $\pm 0.5\%$  정밀도의 계측기, 유량계는 정밀도  $\pm 0.5\%$ 의 전자식 유량계를 사용하였으며, 온도측정센서는 +극 니켈·크롬합금, -극 니켈·알루미늄 합금으로 되어있으며, 측정온도 범위가  $-200\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 인 K-type 열전대를 사용하였다.

온도센서 측정지점은 1단 급탕 열교환기 방식의 경우 급탕 열교환기의 효율 값 산정에 필요한 공급자 측 급탕 공급온도와 회수온도, 사용자측 급탕 공급온도와 회수 온도를 측정할 수 있는 지점으로 하고 2단의 경우는 재열과 예열열교환기 각각의 효율 산정을 위해 각각의 공급 및 회수온도 측정을 하였다. 압력 측정 포인트는 공급자 측 배관에 공급압력과 회수 압력 2개소로 선정하였다. 또한 측정데이터를 저장하고 전송할 수 있는 데이터로거를 각 공동주택단지 마다 1개소씩 설치하였다.

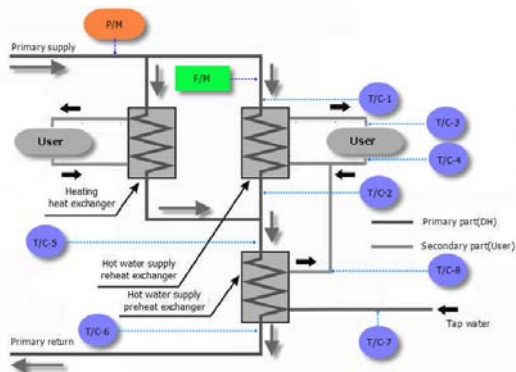


Fig. 4 Measurement points of 2-stage hot water heat exchange system.

각 측정 대상 공동주택의 측정 항목, 측정 장비 설치 지점 및 공동주택 단지의 기계실 계통도는 Fig 4에 나타내었다.

## 4. 실험결과 및 고찰

본 연구에 활용된 분석 데이터는 각 공동주택 단지에서 측정된 데이터의 평균 급탕 부하값이다.

### 4.1 최대 급탕 열교환기 실제 사용열량

#### 4.1.1 월별 최대 급탕 열교환기 사용열량 비교

실제 급탕 재열 열교환기와 예열 열교환기 열량을 나타낸 Table 4 를 살펴보면 전용면적  $59.92\text{m}^2$ 의 경우 예열대비 재열 열교환기 평균 열량이 약 1.40배, 전용면적  $84.84\text{m}^2$ 의 경우는 약 1.36배, 전용면적  $104.35\text{m}^2$ 의 경우는 약 1.94배로 전용면적  $104.35\text{m}^2$ 는 평균 약 2배 가까운 차이를 보였음을 알 수 있다.

Table 4 Maximum hot water load in three areas with average of monthly.

| Time (month) | $59.92\text{m}^2$ |    |        | $84.84\text{m}^2$ |     |       | $104.35\text{m}^2$ |       |       |
|--------------|-------------------|----|--------|-------------------|-----|-------|--------------------|-------|-------|
|              | Re                | Pr | Ratio* | Re                | Pre | Ratio | R e.               | Pr e. | Ratio |
| Nov.         | 11                | 6  | 1.82   | 6                 | 5   | 1.14  | 6                  | 6     | 1.09  |
| Dec.         | 4                 | 7  | 0.49   | 9                 | 8   | 1.19  | 7                  | 7     | 0.89  |
| Jan.         | 9                 | 9  | 1.02   | 5                 | 7   | 0.84  | 7                  | 8     | 0.82  |
| Feb.         | 6                 | 8  | 0.77   | 6                 | 7   | 0.89  | 7                  | 8     | 0.83  |
| Mar.         | 8                 | 8  | 0.94   | 7                 | 6   | 1.08  | 9                  | 7     | 1.37  |
| Apr.         | 8                 | 6  | 1.26   | 6                 | 6   | 0.98  | 8                  | 5     | 1.50  |
| May.         | 6                 | 4  | 1.52   | 6                 | 5   | 1.06  | 6                  | 3     | 2.28  |
| Jun.         | 6                 | 4  | 1.75   | 5                 | 4   | 1.19  | 5                  | 2     | 2.66  |
| Jul.         | 4                 | 2  | 2.12   | 4                 | 4   | 1.03  | 5                  | 2     | 2.88  |
| Aug.         | 4                 | 2  | 2.58   | 5                 | 1   | 3.15  | 4                  | 2     | 2.56  |
| Sep.         | 5                 | 3  | 1.76   | 4                 | 2   | 1.89  | 7                  | 2     | 4.30  |
| Oct.         | 5                 | 7  | 0.82   | 5                 | 3   | 1.81  | 6                  | 3     | 2.11  |
| Aver.        | 1.40              |    |        | 1.36              |     |       | 1.94               |       |       |

\*Ratio = Reheat/Preheat  
Unit = Kcal/kcal/hr·m<sup>2</sup>

전용면적  $59.92\text{m}^2$ 의 경우 예열 최대 열량은 1월  $9.25\text{ Kcal/kcal/hr}\cdot\text{m}^2$ , 재열 최대 열량은 11월  $10.66\text{ Kcal/kcal/hr}\cdot\text{m}^2$ 로 나타났으며, 전용면적  $84.84\text{m}^2$ 의 경우는 예열 최대 열량은 12월  $7.54\text{ Kcal/kcal/hr}\cdot\text{m}^2$ , 재열 최대 열량은 12월  $8.97$

Kcal/kcal/hr·m<sup>2</sup>로 나타났고, 전용면적 104.35m<sup>2</sup>의 경우는 예열 최대 열량은 3월 9.15 Kcal/kcal/hr·m<sup>2</sup>, 재열 최대 열량은 1월 8.49 Kcal/kcal/hr·m<sup>2</sup>로 나타났다.

12개월 간 최대 예열·재열 급탕 열부하는 Table 5에 나타내었다.

Table 5 Maximum hot water load in three areas with yearly.

| Sec.         | 59.92m <sup>2</sup> |       |       | 84.84m <sup>2</sup> |       |       | 104.35m <sup>2</sup> |       |       |
|--------------|---------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
|              | Re.                 | Pr e. | Ratio | Re.                 | Pr e. | Ratio | R e.                 | Pr e. | Ratio |
| Maximum load | 10                  | 9     | 1.15  | 8                   | 7     | 1.19  | 9                    | 8     | 1.08  |

Ratio = Reheat/Preheat  
Unit = Kcal/kcal/hr·m<sup>2</sup>

Table 5 을 살펴보면 예열열교환기 대비 재열열교환기의 최대 사용열량은 전용면적 59.92m<sup>2</sup>의 경우 약1.15배, 전용면적 84.84m<sup>2</sup>의 경우 약1.19배, 전용면적 104.35m<sup>2</sup>의 경우 약1.08배로 전용면적별로 차이를 보였다. 특히 전용면적 84.84m<sup>2</sup>의 경우는 약 1.2배정도 차이를 보였다.

Moon, Jung-Hwan<sup>(2)</sup>의 연구에서는 특수 열 사용시설의 급탕 2단열 교환 방식의 경우 예열 열교환기 보다 재열 열교환기 사용열량이 1.44배 큰 것으로 나타나 예열 열교환기와 재열열교환기 용량 분배 기준을 40:60으로 제시하였다. 공동주택의 경우도 현행 재열열교환기 용량과 예열열교환기 용량의 1:1 분배기준<sup>(3,4)</sup>의 전용면적별 용량 산정 기준의 재검토가 필요한 것으로 사료된다.

#### 4.1.2 난방열교환기 사용열량과의 상관성

지역난방 공급 배관의 특성상 난방 공급 관과 급탕 공급관이 동일 관으로 공급되어 난방 열교환기의 사용열량에 따라 급탕에 주는 영향의 분석이 필요한 것으로 판단하여 급탕 열교환기와 난방열교환기의 사용열량에 대한 상관성을 도출하게 되었다.

회귀분석 데이터 난방열교환기 사용열량의 경우 전용면적별로 동절기(11,12,1,2월)의 월 평균값을 사용하였으며, 또한 재열과 예열 열교환기 사

용열량도 전용면적별로 동절기의 월 평균값을 사용하였다. 아래 Fig. 9, 10의 분포도에 나타난 독립변수는 난방 열교환기 사용 열량이고, 종속변수는 각각 급탕 재열열교환기 사용열량, 예열열교환기 사용열량으로 R<sup>2</sup>은 결정계수, R은 상관계수로 회귀분석에 활용된 표본 데이터의 몇 %가 도출된 회귀식에 의하여 연관되는가를 나타내는 척도이다.

아래 Fig. 5 를 살펴보면 난방열교환기 사용열량 당 급탕 재열 열교환기 사용열량은 전용면적 84.84m<sup>2</sup>를 제외하고 일관적인 상관성을 보이지 못했던 반면, 아래 Fig. 6를 살펴보면 난방열교환기

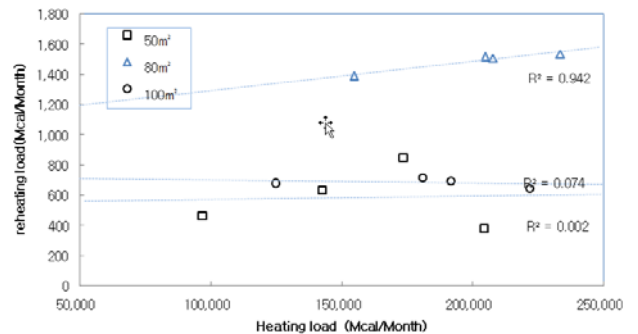


Fig. 5 Correlation of reheat heat exchanger with heating load.

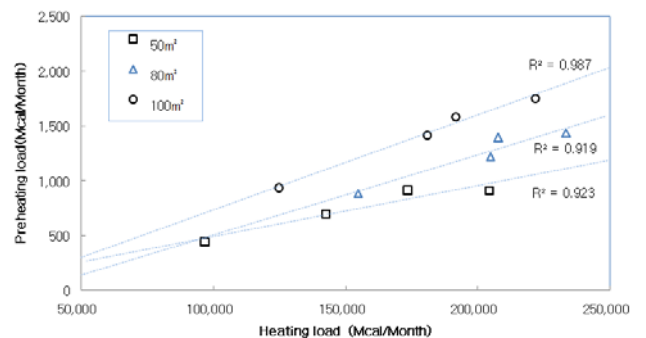


Fig. 6 Correlation of reheat heat exchanger with heating load.

사용열량 당 급탕 예열 열교환기 사용열량은 모든 전용면적별로 일관적인 상관성을 보이고 있다. 이로 인해 난방열교환기와 재열열교환기에서 열 전달을 마치고 나온 중온수를 급탕 예열 열교환의 열전달을 통해 시수를 예열하는 과정에서 난방 열교환기의 사용열량이 매우 큰 영향을 미치는 것으로 보인다.

#### 4.2 급탕 재열과 예열열교환기 적정용량분배

위 Table 5 예열 열교환기 대비 재열 열교환기 사용열량의 비율 차를 바탕으로 급탕 재열과 예열 열교환기의 용량의 재분배를 통한 열교환기 판수의 절감효과를 가져올 수 있는 것으로 판단하여 예측하여 보았다.

아래 Table 6 는 용량의 재분배를 통한 실제 설치된 급탕 열교환기의 열판수의 절감 효과를 나타낸 것으로 이러한 열판수의 감소로 인해 초기 설치비의 절감이 가능 할 것으로 보인다.

Table 6 Information of hot water heat exchanger

| Loc. (m <sup>2</sup> ) | Type   | No. of Existing HX Plate (SH) | Ratio | No. of Modified HX Plate (SH) | Ratio | No. of Savings HX Plate (SH) |
|------------------------|--------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|------------------------------|
| 59.92                  | Re:Pre | 30: 30                        | 1:1   | 30:24                         | 1:0.8 | 6                            |
|                        | Re:Pre | 30: 30                        | 1:1   | 30:24                         | 1:0.8 | 6                            |
| 84.84                  | Re:Pre | 30: 32                        | 1:1   | 30:24                         | 1:0.8 | 8                            |
| 104.35                 | Re:Pre | 20: 22                        | 1:1   | 20:18                         | 1:0.9 | 4                            |

$$A = \frac{Q}{K \cdot LMTD} \quad (2)$$

위 식(2)는 현행 열교환기 전열면적 산정 식으로 위 식(2)식의 전열면적을 통해 급탕의 경우 재열과 예열의 1:1로 용량 분배를 하게 되는데, 그러한 용량분배의 전용면적별 재분배가 필요한 것으로 사료된다.

#### 4. 결론

본 연구는 지역난방 공동주택의 기계실 급탕 2단 열 교환 방식의 재열 열교환기와 예열 열교환기의 적정용량 산정에 관한 기초자료를 수집하고, 실제 사용열량의 차를 분석하여 이를 통해 사업자와 사용자에게 열사용 설비에 대한 이해와 기준에 반영 할 것을 목적으로 진행하였다.

(1) 급탕 2단 열 교환 방식의 급탕 재열 열교환기 사용열량이 예열 열교환기 사용열량보다 전용면적별로 59.92m<sup>2</sup>와 84.84m<sup>2</sup>는 약 20%, 104.35m<sup>2</sup>는 10% 큰 것으로 나타나 용량 분배 기준을 현행 50:50에서 전용면적별로 좀 더 세부적인 재분배할 필요가 있다.

(2) 난방 열교환기 사용열량 당 급탕 예열 열교

환기 사용열량은 모든 전용면적별로 95%이상의 상관성을 보이고 있어, 예열 열교환기 용량 산정에 있어 각 공동주택 난방 부하 패턴의 적용이 가능할 것으로 보인다.

(3) 급탕 재열 열교환기와 예열 열교환기 용량의 재분배를 통한 실제 설치된 각각의 열교환기 열판수의 절감 효과를 나타낸 것으로 59.92m<sup>2</sup>의 경우 6 SH, 84.84m<sup>2</sup>의 경우 8 SH, 104.35m<sup>2</sup>의 경우 4 SH의 열판 감소를 가져올 수 있는 것으로 보인다. 이러한 열판수의 감소로 인해 초기 설치비의 절감이 가능 할 것으로 보인다.

#### 후기

본고는 한국지역난방공사 과제인 “지역난방 공동주택 열사용자 실태 분석 및 평가연구”의 일환으로 작성되었다.

#### 참고 문헌

1. Chung, Kwang-Seop, Kim, Sung-Min, 2009, A study on the effect of variable outdoor temperature upon heating load pattern in apartment housings with district heating system, Architectural Institute of Korea, Vol. 25. No. 2, pp.233-240.
2. Moon, Jung-Hwan, 2007, Improvement of special facility system using district heating by heat load pattern analysis, DS thesis, HanYang University, Seoul, Korea
3. Korea National Housing Corporation, 2003, Design Criteria of Heat Energy Usage, Vol. , No. , pp.6-16
4. Korea District Heating Corporation, 2006, Design Criteria of Heat Energy Usage, Vol. , No. , pp.8-20
5. Monitoring the energy consumption in district heated apartment building in Copenhagen, with specific interest in the thermodynamics performance, 2004, Energy and Buildings, Vol 36, PP.229-236