

난방방식별 에너지사용 특성 실증 분석 I: 실증 시스템 구축

임 용 훈, 최 규 성, 김 혁 주[†]
한국에너지기술연구원 열병합보일러연구센터

Experimental Investigation for the Characteristics of Energy-Usage of Heating Systems in Apartment Complex

Part I:

Experiment System Implementation

Im Yong Hoon, Choi Kyu Sung, Kim Hyouck Ju[†]
Cogen./Boiler Research Center, Korea Institute of Energy Research, Daejeon 305-343, Korea

ABSTRACT:

The experimental implementation for different heating systems, district heating and separate heating and power, is discussed in the analysis of the characteristics of energy-usage in apartment complex. Total 20 families are chosen for the experiment, 10 for the district heating and the others for separate heating and power. Among the 10 families, the operating temperature was forced to be controled within certain range of temperatures for 5 ones, and it was left as usual for the other ones. The configuration and general features of each facilities and data acquisition systems are mentioned in brief and the technical specifications for it are also described. The analysis for the experiment results of this investigation is going to be carried out and published in a subsequent paper.

Key words: Characteristics of Energy-Usage (에너지사용실태), District Heating(지역난방), Separate Heating and Power(개별난방)

1. 서 론

최근 일반적인 주택형태는 대도시를 중심으로 공동주택의 보급이 일반화되어 있는 상황이다. 대규모의 공동 주택단지를 대상으로 시공되고 있는 지역난방과 개별난방은 중앙난방 방식과 함께 우리나라 대표적인 난방방식 들이다.

최근들어 이러한 공동주택의 난방방식별 경제성 및 에너지절감효과 등에 대한 사업자간 논란

이 확산되면서 공동주택단지의 에너지사용 실태 및 열사용 특성에 대한 관심이 높아지고 있다.

난방방식별 에너지사용실태에 대해서는 이미 많은 연구가 수행되었으며[1~5] 일반적으로 지역난방방식이 개별난방방식에 비해 열량을 많이 소비하는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 최근 난방방식별 편익과 관련하여 논쟁이 일고 있는 지역난방방식과 개별난방방식의 에너지 공급 형태 및 사용자의 열사용 패턴 등에 따른 에너지 소비 특성을 알아보고자 하였으며 기존의 탐문조사 혹은 요금부과서를 바탕으로 한 조사를 벗어나 실제 계측을 통한 분석을 수행함으로써 연구결과의 신뢰성을 확보하고자

[†] Corresponding author
Tel.: +82-42-860-3100; fax: +82-42-860-3098
E-mail address: hjkim@kier.re.kr

하였다. 공동주택의 각 세대의 크기는 최근 아파트 크기의 표준이라 할 수 있는 32평형을 대상으로 표본 설정 하였으며, 그 대상 지역으로는 지역난방과 개별난방 공동주택이 공존하는 도시인 청주지역을 선정하였다. 청주 지역 아파트 단지의 현황을 조사한 후 동일 지역의 상호인근에 위치한 동일 32평형의 아파트 단지를 선정하여 난방방식에 따른 각 세대의 에너지 사용 실태를 에너지 사용량이 많은 동절기 6개월 동안 조사하였으며 이를 바탕으로 난방방식별 공동주택 사용자의 에너지사용 실태 및 열사용 특성을 분석하였다.[6]

본 연구에서는 실증시험을 위해 설계된 시스템 및 필요한 실험장비 위주로 기술하고자 하며 수집된 자료를 바탕으로 한 실증분석 결과는 추후에 정리 발표하고자 한다.

2. 에너지사용 실태 실험 조사

2.1 개요

본 연구의 실태 조사는 지역난방과 개별난방 방식에 있어 주거세대의 생활패턴이 많이 다르고 알려져 있기 때문에 이를 실증시험을 통해서 확인하고 실제로 얼마나 많은 차이가 나는가를 확인하고자 하였다. 이를 위해서 개별난방과 지역난방 세대 각 10세대를 선정하고, 각 5세대는 생활온도를 일정하게 유지할 수 있도록 각 방 온도 조절장치를 설치하였으며, 나머지 각 5세대는 기존의 생활방식대로 살도록 하였다. 이와 같은 환경에서 각 세대별로 지역난방의 경우에는 난방 열량, 급탕량, 실내온도 분포 등을, 개별난방의 경우에는 개별난방 보일러의 난방, 급탕 공급 라인에 각각 열량계, 또 보일러 공급 가스유량계를 설치하고 각방의 실내온도를 역시 측정하였다. 난방방식별 세대의 주요선정 기준은 다음과 같다.

- 32평형 기준
- 난방방식별 동일온도조건 에너지사용량 시험 표본 각 5세대
- 난방방식별 실생활온도조건 에너지사용량 시험 표본 각 5세대
- 아파트 건축연도가 유사할 것
- 두 난방방식 아파트가 지근 거리에 위치할 것

- 실험세대는 5가구씩 집단으로 집중하여 선정
- 실험세대는 아파트의 최상하층, 바깥쪽세대는 피할 것

상기한 기준을 전제로 실제 선정된 세대를 [그림 2-1]에 나타내었다.

1506	1507
1406	1407
1306	1307
1206	1207
엘. 1106	1107
리. 1006	1007
베. 906	907
이. 806	807
터. 706	707
통. 606	607
로. 506	507
406	407
306	307
206	207
106	107

([] : 일정온도유거세대 [] : 실생활온도세대)

(a) 개별난방 실증세대

<지역난방 아파트 101동>

1502	1503
1402	1403
1302	1303
1202	1203
엘. 1102	1103
리. 1002	1003
베. 902	903
이. 802	803
터. 702	703
통. 602	603
로. 502	503
402	403
302	303
202	203
102	103

<지역난방 아파트 102동>

1502	1503
1402	1403
1302	1303
1202	1203
엘. 1102	1103
리. 1002	1003
베. 902	903
이. 802	803
터. 702	703
통. 602	603
로. 502	503
402	403
302	303
202	203
102	103

([] : 일정온도유거세대 [] : 실생활온도세대)

(b) 지역난방 실증세대

[그림 2-1] 난방방식별 실증 세대

2.2 실증시험 장비 설치

본 연구를 수행하기 위해 각 난방방식별 세대에 설치한 계측설비는 다음과 같다.

- 동일온도조건 및 실생활온도조건 에너지사용량 측정시험을 위하여 각 표본 세대(총 20세대)에 난방 및 급탕용 열량, 가스유량(개별난방) 계측설

비 설치

- 동일온도조건 및 실생활온도조건 에너지사용량 측정시험의 각 세대별 실내 유지온도 및 변화를 측정하기 위하여 각 표본 세대(총 20세대)에 온도 계측설비 설치

- 동일온도조건 에너지사용량 측정시험은 실내온도 동일하게 유지하기 위하여 각 표본 세대(10세대)에 자동온도조절밸브 및 온도제어기 설치

<표 2-1>에는 각 난방방식별 실증시험 장치, 데이터 내역 및 방법을 나타내고 있다. 동일온도조건과 실생활 온도, 지역난방과 개별난방에 있어서 난방열 사용량과 급탕열 사용량은 공통적으로 적산 열량계를 사용하고, 지역난방 급탕의 경우에는 기계실에서 열교환된 온수가 공급되므로 세대 내에서는 저온부가 없어서 열량을 측정할 수 없기 때문에 급탕유량을 측정하였다. 실내외 온도 역시 모든 세대에 걸쳐서 측정하고, 개별난방의 총 공급열량은 도시가스 공급량으로서 적산치를 측정하였다.

<표 2-1> 각 난방방식별 실증시험 장치, 데이터 내역 및 방법

구 분		난방 열사용량	급탕 열사용량	가스 사용량	실내외 온도
동일 온도 조건	지역난방 표본	적산치 (1)	적산치 (1)	-	구역별 순시치 (6)
	개별난방 표본	적산치 (1)	적산치 (1)	적산치 (1)	구역별 순시치 (6)
	DATA 분석	시간대별, 일별, 월별, 계절별			
실생활 온도 조건	지역난방 표본	적산치 (1)	적산치 (1)	-	구역별 순시치 (6)
	개별난방 표본	적산치 (1)	적산치 (1)	적산치 (1)	구역별 순시치 (6)
	DATA 분석	시간대별, 일별, 월별, 계절별			

<표 2-2>에는 개별난방 및 지역난방 방식의 실생활 온도세대와 일정온도 유지세대에 어떤 계측 및 제어 시스템이 각각 적용되는지를 나타내

었다. 본 실험에서 데이터의 측정은 수동으로는 거의 불가능할 뿐만 아니라 실험세대의 빈번한 출입에 의한 측정이나 세대에 의뢰하여 측정하는 것은 매우 어렵기 때문에 모두 자동으로 기록되고 원격으로 기록된 데이터를 가져올 수 있도록 시스템을 구성하였다.

개별난방 및 지역난방 방식의 실생활 온도세대와 일정온도 유지세대에 계측을 위해서 소요되는 데이터 계측 및 통신 시스템 구성품들과 각각의 정밀도 특성은 <부록>에 나타내었다.

<표 2-2> 각 난방방식 및 온도유지 특성 별 계측제어시스템 적용특성

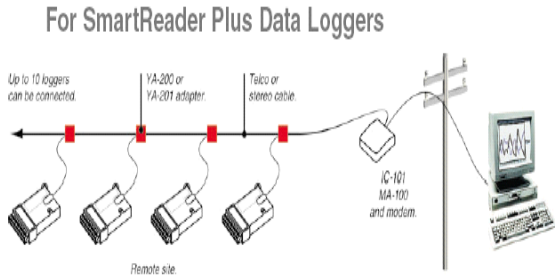
구 분 항 목	개별난방 세대		지역난방 세대		참고사항
	일정 온도	실생활 온도	일정 온도	실생활 온도	
각방 온도측정용 센서 및 측정장치	○	○	○	○	전화모뎀 통신 각방 온도센서 설치 및 배선
난방 열량계	○	○	○	○	CDMA 이동통신
급탕 열량계	○	○	○	○	CDMA 이동통신
가스유량계	○	○	×	×	CDMA 이동통신
온수분배기 및 온도조절 전동밸브	○	×	○	×	분배기 밸브 교체
온도조절기 (룸콘)	○	×	○	×	각방 온도 콘트롤러용 배선 및 룸콘 설치
원격송수신	적용	적용	적용	적용	DATA 원격 송수신설비 구축

2.3 DATA 수집/분석 방법

각 세대 실내온도는 각 표본 세대의 온도 DATA 원격수집을 위한 MULTI-CHANNEL T/C DATA LOGGER 및 유선전송설비를 구축하여 1분 간격으로 측정하고, 이를 자체 메모리에 저장할 수 있는데, 약 1주일분의 데이터 저장이 가능하며, 저장된 데이터는 원격송수신 기능

이 있어서 Modem을 통한 유선통신 원격측정 방식(전화통신)을 이용하여 연구자의 PC로 데이터를 가져올 수 있도록 시스템을 구성하였다.

[그림 2-2]는 온도측정 및 원격 송수신 시스템의 구성 예를 나타낸다.



[그림 2-2] 온도측정 및 원격 송수신 시스템

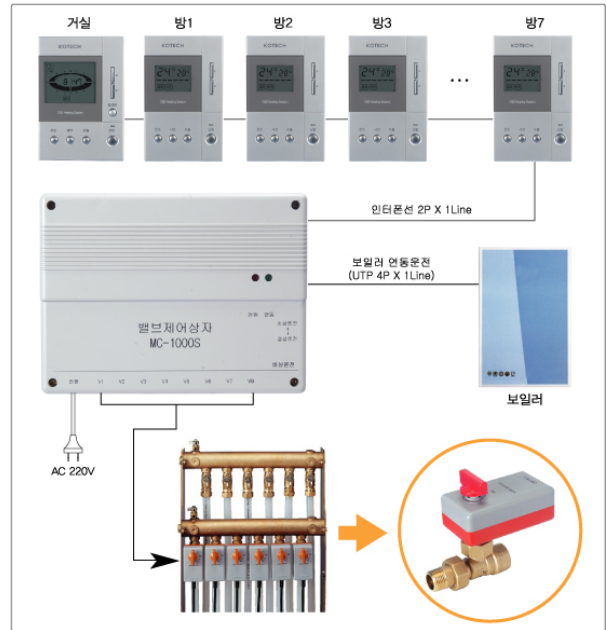
일정온도세대의 실내온도 유지방식은 실내로 공급되는 열량을 제어할 수 있도록 각 세대별로 온수분배기에 온도조절 밸브를 설치하여 각 방으로 공급되는 난방수 유량을 조절하여 제어하는 것으로서 각 방으로 공급되는 난방수 유량의 조절은 립콘에 의해서 각 밸브를 제어하여 조정한다. [그림 2-3]은 실내온도 제어를 담당하는 시스템의 구성 예로서 가정용 보일러가 설치된 개별 난방 세대의 각방 온도 조절 시스템이다.

밸브제어 상자는 립콘에서 신호를 받아서 보일러를 동작시키며, 여러개의 립콘 중에서 어떤 것으로 부터나 실내 온도가 낮은 상태가 되면 신호가 보일러를 작동시키는데 보일러가 동작되는 동안에는 유량제어 밸브의 On-OFF 동작에 의해서 실내 온도가 조절되고 실내 온도가 설정치 이상이 되면 밸브가 닫혀서 온수가 해당 방으로는 순환되지 않으며, 온도가 낮은 방으로 집중 공급되어 적정온도가 된다.

2.4 지역난방방식 측정시스템 구축

지역난방 시스템은 기관실에서 지역난방 배관으로부터 공급되는 온수로부터 열교환 시스템에서 사용자 배관망 순환수에 열을 전달하여 순환펌프로 가압하여 아파트 전체에 난방열을 공급하는 구조이다. 급탕열도 마찬가지로 기관실의 급탕용 열교환기에서 열을 받아서 각 세대로 가는 배관을 통해서 계속 순환하고 있으며, 급탕수요가

발생하면 수도수가 열교환기를 통해서 직접 공급되는 구조이다. 따라서 각 세대에는 보일러나 열교환기가 없으며, 세대에 공급되는 열은 세대내의 안방이나 거실에 설치된 온도 센서의 신호를 받아서 동작되는 온도 조절 밸브에 의해서 난방수가 제어됨으로서 쾌적도를 유지한다.



[그림 2-3] 실내온도 제어 시스템



(a)난방열량계 교체전



(b)온수유량계 교체전



(c)난방열량계 교체후



(d)온수유량계 교체후

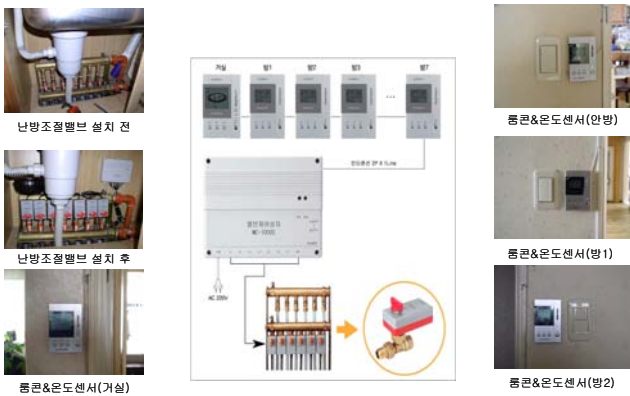
[그림 2-4] 지역난방 세대의 열량 측정 설비

[그림 2-4]~[그림 2-7]은 본 연구를 수행하기 위하여 지역난방 세대에 구축한 측정시스템을 나

타낸다.

[그림 2-4]는 난방열량계와 급탕열량계 교체하기 전후의 사진으로 각각의 계량기는 원격검침 기능이 있는 열량계 및 유량계로 교체 설치하였다.

[그림 2-5]는 지역난방 세대의 실내온도를 일정하게 유지하기 위하여 설치한 온도제어 설비의 구성이다. 지역난방 온수가 세대에서 들어와서 다시 온수 분배기를 거쳐서 각방으로 공급된다.



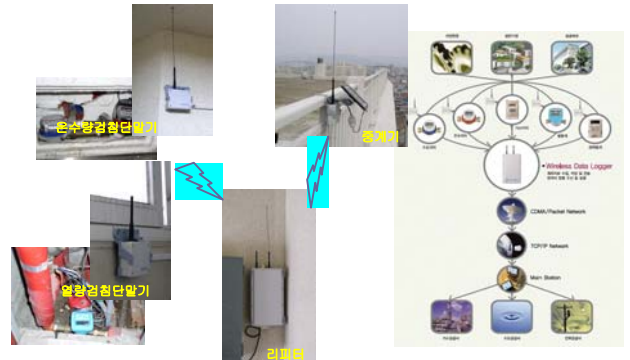
[그림 2-5] 지역난방 세대의 온도제어 설비 구성

일정온도를 유지하는 세대는 이 온수 분배기에 난방수 유량조절 밸브를 설치하고, 각방에는 온도 컨트롤러를 설치하여 실내온도를 감지하여 실내온도를 설정온도로 일정하게 유지할 수 있도록 밸브가 ON-OFF 동작된다. 실생활 온도 유지세대에는 이 시스템이 설치되지 않는다. 일정온도 및 실생활 유지세대 모두에는 실내온도를 측정하는 T-type 열전대를 설치하였다.

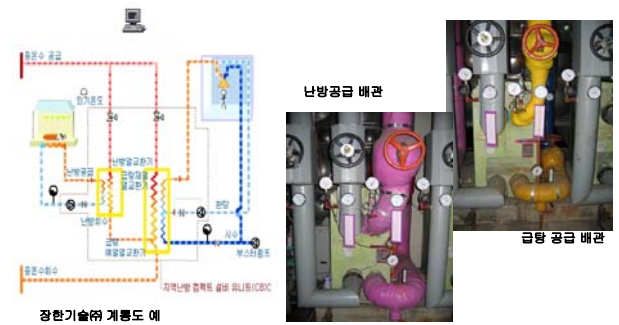
[그림 2-6]에는 검침단말기, 리피터, CDMA 중계기 등을 나타내고, 업체에서 제공하는 원격검침 시스템의 개략도를 나타낸다. 열량계 및 유량계는 유선으로 검침단말기에 신호를 주고 받으며, 이 신호는 리피터를 통해서 중계기로 전달되고 중계기는 CDMA 통신망을 타고 원격검침업체의 메인 서버에 데이터를 저장한다. 이 데이터는 인터넷망을 통하여 연구자가 업체의 메인 서버에 접속하여 다시 제공 받게 된다.

[그림 2-7]은 지역난방 단지의 기관실 배관 계통도 예와 난방 및 급탕 배관으로서 난방 및 급탕 공급 열교환기가 설치되어 있으며, 각 세대에는 각각 두 개의 배관망을 통해서 공급된다. 본 연구에서는 참고로 난방 및 급탕 온도를 측정하

기 위하여 배관 표면에 온도 센서를 부착하여 1분 간격으로 온도변화를 측정하였다.



[그림 2-6] 지역난방 세대의 무선검침 시스템 구성



[그림 2-7] 지역난방 기관실 배관 계통

2.5 개별난방방식 측정시스템 구축

개별난방의 열 및 급탕은 각 세대에 설치된 가정용 가스보일러에서 생산되어서 각 방으로 공급된다. 가정용 보일러에서 생산된 난방수는 온수 분배기에서 각 방으로 나누어지는데 각 방을 순환한 물은 다시 보일러로 환수되며, 급탕의 경우에는 수도수가 흐르는 것을 감지하여 보일러가 가동되고 보일러 내부의 급탕열교환기에서 열을 받아서 공급된다. 연료로는 가스를 사용하기 때문에 가정용 보일러에는 가스유량계, 난방열량계 및 급탕열량계가 각각 원격검침 송수신 기능을 갖는 것을 선정하였으며, 기존의 배관을 절단하고 이들의 설치 예를 [그림 2-8]에 나타내었다.

[그림 2-9]는 개별난방 일정온도 유지세대의 온도제어를 위한 설비구성이다. 지역난방의 경우와 마찬가지로 난방수는 온수 분배기를 거쳐서 각방으로 공급된다. 일정온도를 유지하는 세대는

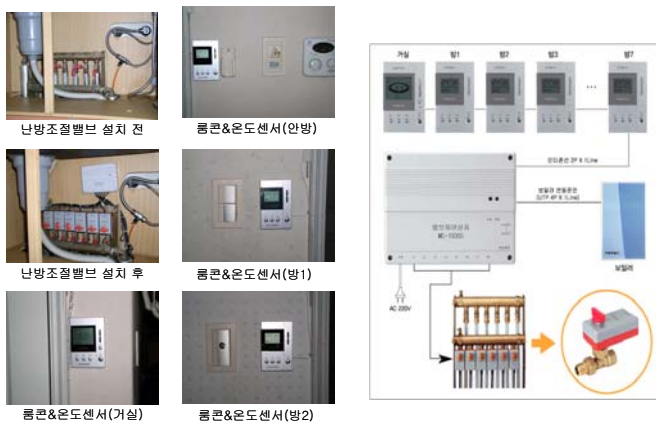
이 온수 분배기에 난방수 유량조절 밸브를 설치하고, 각방에는 온도 컨트롤용 룬콘이 설치되며, 룬콘은 실내온도를 감지하여 실내온도를 설정온도로 일정하게 유지할 수 있도록 밸브를 ON-OFF 동작시킨다. 역시 실생활 온도 유지세대에는 이 시스템이 설치되지 않는다. 일정온도 및 실생활 유지세대 모두에는 실내온도를 측정하는 T-type 열전대를 설치하였다.



(a)계량계설치전

(b)계량계설치후

[그림 2-8] 개별난방 세대의 열량 측정 설비 구성



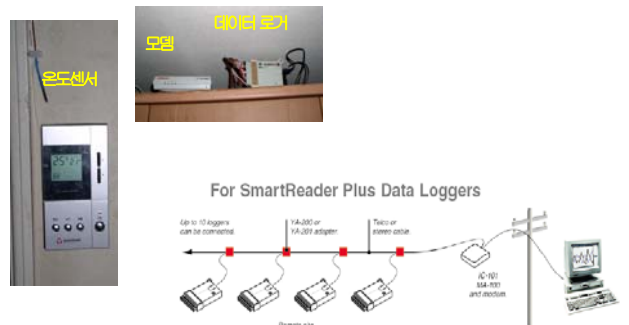
[그림 2-9] 개별난방 세대의 온도제어 설비 구성

[그림 2-10]은 검침단말기, 리피터, CDMA 중계기 등을 나타내고, 업체에서 제공하는 원격검침 시스템의 개략도를 나타낸다. 열량계 및 유량계는 유선으로 검침단말기에 신호를 주고 받으며, 이 신호는 리피터를 통해서 중계기로 전달되고 중계기는 CDMA 통신망을 타고 원격검침업체의 메인 서버에 데이터를 저장한다. 이 데이터는 인터넷망을 통하여 연구자가 업체의 메인 서버에 접속하여 다시 제공 받게 된다. 이는 지역

난방의 경우와 같으며, 단지 급탕용 유량계 대신 급탕용 열량계와 도시가스유량계가 추가로 설치되어 있다.



[그림 2-10] 개별난방 세대의 무선검침 시스템 구성



[그림 2-11] 난방방식별 온도측정 설비

[그림 2-11]에는 지역난방과 개별난방 그리고 일정온도, 실생활 온도 등 전 실험세대에 걸쳐서 공통으로 적용된 온도측정 설비의 구성이다. 각 세대에는 안방, 거실, 방1, 방2, 주방 등 5개의 온도센서가 각 세대별로 룬콘 설치 주변, 출입문 주변의 거의 같은 위치에 설치되고, 4개의 각 집단의 북측 외기온도를 각각 1점씩 측정하였다.

각방 실내온도는 데이터 로거에서 1분 간격으로 측정되고, 측정된 데이터는 데이터로거의 메모리에 저장되며, 이는 전화선 모뎀을 통해서 연구자가 데이터를 주기적으로 다운로드하게 된다.

3. 결론

본 연구에서는 지역난방 및 개별난방을 적용하고 있는 청주지역 아파트 단지를 대상으로 하여

에너지사용 특성 분석을 위해 실증시험을 수행하였다. 본 실증시험은 난방방식별 에너지사용 특성 분석을 위해 크게 지역난방, 개별난방에 대하여 일정온도 유지 5세대, 실생활 온도 5세대로 각각 나누어 진행되었다.

각 난방방식별, 유형별 실증시험을 위해 세대내 온도측정, 난방·급탕 열량 및 가스유량 측정, 그리고 동일온도조건 유지를 위한 자동온도조절 밸브 및 제어기를 설치하였으며 데이터 수집을 위한 원격검침 시스템을 구축하였다.

상기한 실증시험 장치를 구축하여 난방이 집중적으로 이루어지는 동절기 6개월 동안 실증시험을 수행하였으며 데이터 수집을 바탕으로 에너지사용 특성을 분석하였다. 수집한 데이터를 바탕으로 한 분석결과는 본 연구의 후속으로 추후 게재할 예정이다.

참고문헌

1. 이봉진 외, '한국형 아파트의 난방에너지 분석 2: 난방방식에 따른 차이', 설비공학회논문집, 제 16권, 제 5호, pp. 459-466, 2004
2. 손장열 외, '공동주택의 열, 공간환경 개선 및 최적 난방시스템의 개발연구', 한양대학교, 1991
3. 이소정, '아파트의 난방방식에 따른 소비자의 에너지 절약의식에 관한 연구', 석사학위논문, 건국대학교 건축공학과, 1999
4. 정찬교, '공동주택의 규모에 따른 적정 열공급 방식의 제안', 1991
5. 김동우 외, '난방방식별 에너지 효율성과 환경오염에 관한 비교 연구', 설비: 공조, 냉동, 위생, 2003
6. 임용훈 외, '개별난방 대비 지역난방의 에너지 절감 및 환경개선 효과 분석에 관한 연구', 2006

<부록>

<표 A-1> 데이터 계측 및 통신 시스템 구성품 특성

장 비 명	규 격	정밀도	비고
◇ DATA 원격송신설비			
CDMA 중계기	WDL-200	-	
검침단말기	WDT-200	-	
REPEATER	WDR-200	-	
통신용 MODEM	MOD-5630B	-	
SERIAL INTERFACE CABLE MODULE	IC-101	-	
RS-232 NULL MODEM	MA-100	-	
Y-ADAPTOR TELEPHONE TYPE	YA-201	-	
◇ 계측제어 설비			
적산열량계	20MM(통신용)	±2%(온도차10℃기준)	
온수미터	13MM(통신용)	±2%(5등급)	
가스계량기	5등(통신용)	±1.5% (5등급)	
자동온도조절밸브	1/2(15A)	-	
온도조절기	MRC-200(거실형)	설정온도 ±0.5℃	
온도조절기	SRC-200(표준형)	설정온도 ±1℃	
마스터 콘트롤러	MC-900S(분산형)	-	
MULTI-CHANNEL T/C DATA LOGGER	SRP-006-128K	±0.5%of span + resolution	사급
열전대 SENSOR	T-TYPE(Ø3.2)	정밀급	
◇ DATA 원격수신 설비			
DATA 수신장비 및 프로그램	유선-무선 (종합시험포함)		