

주거건물의 개별급탕방식 환탕배관 적용에 따른 급탕성능 평가에 관한 연구

차 민 철, 여 명 석*, 석 호 태**†

영남대학교 건축공학과 대학원, *서울대학교 건축학과, **영남대학교 건축학부

A Study on the Performance Evaluation of Recirculation System for Individual Hot Water Supply System in Residential Buildings

Min-Chul Cha, Myoung-Souk Yeo*, Ho-Tae Seok**†

Department of Architectural Engineering, Graduate School, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

*Department of Architecture, Seoul National University, Seoul 151-744, Korea

**School of Architecture, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

(Received July 20, 2007; revision received October 29, 2007)

ABSTRACT: In the current residential building, hot water supply system consumes the second largest energy in order to make the thermal comfort condition of residential space. The more residential environment improves the more the demand for hot water and water consumption is increasing gradually. So this study examines the possibility of applying the recirculation for individual hot water supply system compared with the existing method for waiting time for hot water, wasted water and energy consumption. The results are as follows. (1) In case of recirculation system method the waiting time for hot water can be reduced up to 69~85% in spring and fall period and so dose up to 77~85% in winter period. (2) The total wasted water has a little change compared with the existing method which can make the total wasted water reduced about 77~86%. (3) The efficiency of hot water supply system can be improved, if the method which blocks the inflow of cold water is applied, when return pump is operated to recirculate hot water in recirculation system.

Key words: Recirculation system(환탕시스템), Hot water supply system(급탕설비), Waiting time for hot water(급탕대기시간)

1. 서 론

오늘날 주거건물에 있어서 급탕설비는 보일러, 급수·급탕배관, 수전 등으로 구성되어 있으며 이는 하나의 시스템으로 기능을 하는 설비이다. 이러한 급탕설비는 주거공간의 쾌적한 온열환경

조성을 위해 냉·난방으로 소비되는 에너지 다음으로 많은 에너지를 소비하고 있으며, 주거환경 수준이 향상됨에 따라 급탕을 위한 에너지 수요 및 물 사용량은 지속적으로 증가하고 있는 추세이다.

급탕설비에서 사용되는 에너지를 줄이기 위해서는 급탕기기의 효율을 높여주는 방법과 온수를 사용수전까지 공급해주기 위한 급탕배관의 효율을 높여주는 방법으로 나눌 수 있다.

† Corresponding author

Tel.: +82-53-810-2423; fax: +82-53-810-4625

E-mail address: hotstone@ynu.ac.kr

급탕기기의 경우 지속적인 기술 개발을 통하여 에너지 사용 효율이 점차적으로 높아지고 있고, 급탕방식 중 중앙식 급탕 방법에서는 폐열회수장치 등을 도입하여 급탕에서 사용되는 에너지를 최소화하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 그러나 국내 주거건물의 경우 급탕배관은 모두 개방회로로 구성되어 있어 수전에서 급탕을 사용할 때 급탕 적정용도에 이르기까지의 물은 그대로 버려지는 실정이며, 이는 급탕에 따른 에너지 및 물의 낭비로 이어진다.

기존의 연구⁽²⁾에 의하면 한 가정의 1일 급탕 사용량 중 약 20%의 물이 사용되지 않고 그대로 버려지고 있는 것을 알 수 있다.

우리나라의 경우 화석연료의 대부분을 수입에 의존하고 있고, 국제인구행동단체(UN-PAI)에서 물부족 국가로 분류하고 있어 급탕에 따른 에너지 및 물을 절약할 수 있는 방안을 모색해야 할 것으로 판단된다.

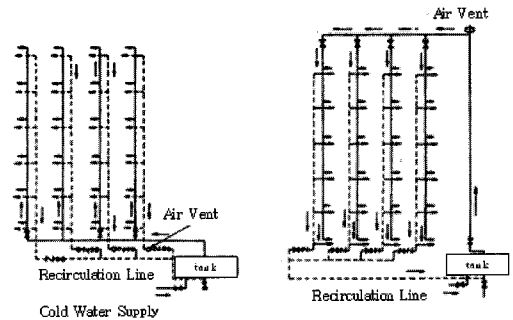
따라서 본 연구에서는 급탕배관에서 환탕배관 적용 방식을 고찰한 후, 국내 공동주택 규모에서 가장 일반적인 30평형대 아파트를 기준으로 개별급탕방식의 급탕배관에 환탕배관을 1:1 스케일로 배관을 구성하고, 1세대의 1일 수전 사용 스케줄을 기준으로 성능평가를 실시하였으며, 기존안과 급탕대기시간, 물 소비량 및 에너지 사용량의 비교 분석을 통해 고층 주거건물 개별급탕방식의 환탕배관 적용 가능성을 검토하였다.

본 논문은 추후 개별급탕방식의 환탕배관 시스템 적용시 기초자료 제공을 위한 선행연구로서 기존 급탕 시스템과 환탕배관 시스템의 급탕 성능 분석과 환탕배관 시스템 적용시 문제점 분석 및 개선 방안을 제시하는 것을 본 연구의 범위로 한다.

2. 급탕설비에서의 환탕배관 시스템

2.1 환탕배관 시스템의 특징

일반적으로 주거건물에서의 급탕방식은 난방방식에 따라 결정이 되는 경우가 많으며, 온수의 공급방식에 따라 크게 개별급탕방식과 중앙급탕방식으로 나눌 수 있다. 개별급탕방식은 건물내에서 온수를 필요로 하는 개소에 소형의 급탕기를 설치하여 그 장소에 급탕하는 방식이고, 중앙



(a) Up-feed type (b) Down-feed type

Fig. 1 Piping type of hot water supply system.

급탕방식은 기계실 등에 대형의 가열기와 저탕탱크를 두어 배관에 의해 건물 전체의 필요 개소로 급탕하는 방식이다.

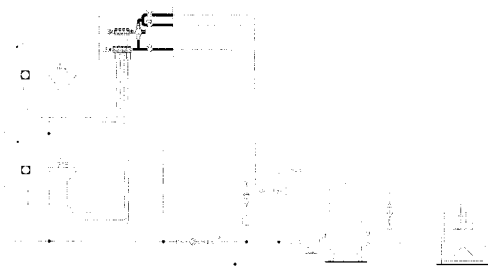
중앙급탕방식의 경우 Fig. 1과 같이 사용수전의 급탕전을 열었을 때 적정온도의 온수가 짧은 시간에 얻어질 수 있도록 환탕배관을 설치하여 배관계통내의 온수를 순환시키는 방식이 이용된다. 그러나 일반적으로 개별급탕방식의 경우 급탕배관이 단관식으로 구성되어 사용수전을 개방했을 때 한 동안은 배관내 정체되어 있는 냉수가 토출되며, 급탕기의 온수 가열 시간으로 인해 적정 사용 온도의 온수를 토출할 때까지는 다소 시간이 걸리므로 경제성 및 사용 편리성으로 보아도 좋지 않다.

2.2 급탕방식별 세대내 환탕배관 시스템의 적용

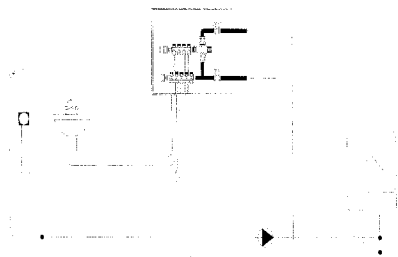
세대내 환탕배관 시스템의 적용 방법은 개별급탕방식 및 중앙급탕방식에 따라 두 가지로 나눌 수 있다.

Fig. 2의 (a)는 중앙급탕방식의 급탕배관에 환탕배관을 구성한 모습을 나타낸 것으로, 환탕배관은 각 수전 또는 급탕헤더와 저탕탱크에 연결되어 항시 또는 사용자 요구에 따라서 급탕을 순환시킬 수 있는 시스템이다. 여기에서 기존 방식과 다른 것은 환탕배관이 세대 인입부뿐만 아니라 세대내에도 구성이 되어 수전 사용시 급탕대기시간을 단축시킬 수 있다.

Fig. 2의 (b)는 개별급탕방식에 환탕배관을 적용한 것으로 각 수전 또는 급탕헤더와 급탕기에 직접 연결하여 순환펌프에 의해 온수를 순환시키는 강제순환방식을 적용한 것으로, 항시 또는 사



(a) Recirculation system of central hot water supply system



(b) Recirculation system of individual hot water supply system

Fig. 2 Recirculation system according to hot water supply system.

용자 요구에 따라서 급탕을 순환시킬 수 있는 시스템이다.

순환방식에 있어서 기존 연구의 고찰 결과⁽²⁾, 항시 온수를 순환하는 방식은 급탕대기시간을 최대한 줄일 수 있는 장점이 있는 반면, 급탕배관을 통한 열손실이 커서 많은 에너지 손실을 초래하므로, 본 연구에서는 개별급탕방식에 환탕배관을 적용하여 사용자 요구에 의한 순환방식을 위주로 평가를 실시하였다.

3. Mock-up 구성 및 방법

3.1 Mock-up 구성

본 실험에서는 국내 공동주택 규모에서 가장 일반적인 32평형을 기준으로 하여, 실험안의 경우 급수·급탕 분기헤더만 설치한 기준안(Alt. 1) 및 사용수전의 필요 유량 및 온도를 일정하게 유지하기 위해 정유량조절밸브와 3-way 믹싱밸브를 급수·급탕 분기 헤더에 설치한 방안(Alt. 2)

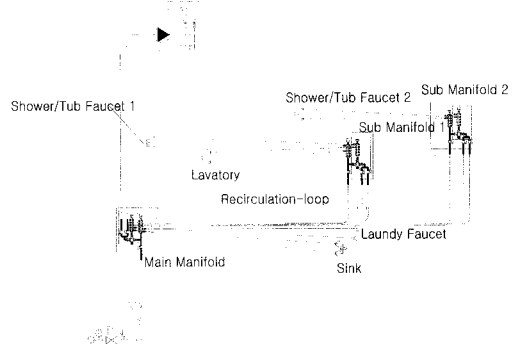


Fig. 3 Plan of Mock-up.

과 Alt. 2에 환탕배관을 설치한 환탕배관 시스템 적용안(Alt. 3)으로 모두 3가지 배관방법으로 구성하였으며, Fig. 3과 같이 급수·급탕 배관의 길이 및 관경을 동일하게 모델링하여 실험을 수행하였다.

정확한 실험을 위하여 압력제어가 가능한 인버터형 부스터펌프를 설치하였고, 급수공급압력은 고층 주거건물의 최상층에 대한 설계압력이 0.147 Mpa, 최대허용 급수공급압력이 0.294~0.392 Mpa 인 것을 고려하여 0.245 Mpa의 압력으로 실험을 실시하였다. 보일러는 30평형대 고층 주거건물의 세대를 기준으로 난방·급탕겸용가스보일러(순간식급탕 : 23,260 W)를 설치하였다.

배관의 관경은 급수배관의 경우 부스터펌프에서 급수분기기관 및 헤더까지는 20A, 그 이후는 15A로 설치하였고, 급탕배관은 부스터펌프에서 보일러까지는 20A, 그 이후의 모든 배관은 15A로 설치하였으며, 배관의 사용 재질은 모두 폴리뷰틸렌관을 사용하였다.

3.2 개별급탕방식의 환탕배관 시스템 구성

개별급탕방식에서 환탕배관 시스템은 Fig. 4와 같이 환탕배관을 헤더시스템과 보일러의 급수 공급관에 설치하였으며, 환탕배관의 온수 순환 및 on/off 제어를 위해 순환펌프와 서모스탯을 설치하여 환탕배관의 온수 온도가 42℃가 되면 순환펌프가 정지되도록 설정하였다.

수전 사용에 따른 압력, 유량 및 온도를 측정하기 위해 부스터펌프 및 감압밸브 전후와 수전 말단배관에 디지털압력센서(Keller 21Pro)를 부착

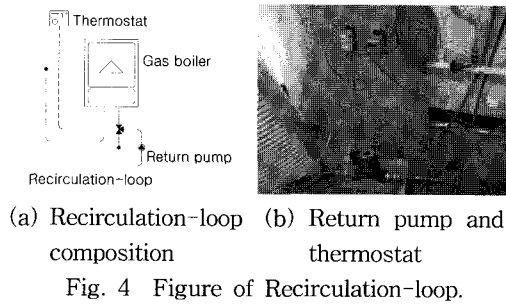


Fig. 4 Figure of Recirculation-loop.

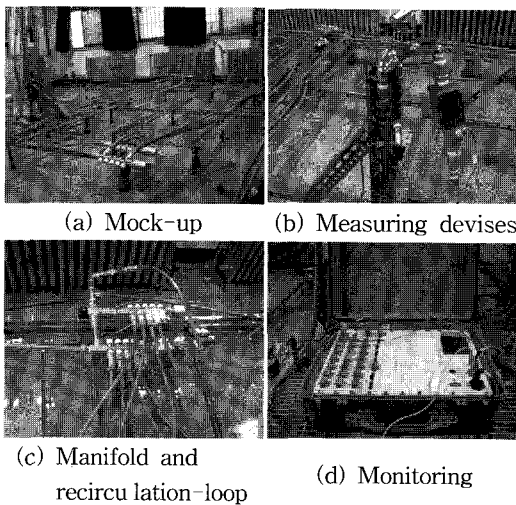


Fig. 5 Figure of Mock-up.

하였고, 측정 대상 수전의 토출구에 터빈타입유량계를 부착하였으며, 수전의 말단배관 및 토출구에 열전대(K-type thermocouple)을 설치하였다. 또한, 계절에 따른 급탕 사용시 대안별 가스소비량 측정을 위해 습식 가스미터기를 부착하였다.

Fig. 5는 Mock-up 구성, 센서 부착 및 측정모습을 나타내고 있다.

3.3 실험내용 및 방법

Mock-up 실험은 Fig. 6 및 Table 1과 같이 각 수전 사용 스케줄에 따라서 1일간 및 월간 대안별 급탕대기시간, 수전별 급탕 적정온도 이하의 버려지는 물의 양 및 소비되는 에너지 사용량을 비교 분석하였다. 각 수전별 사용 스케줄은 기존 연구를 토대로 하여 작성하였으며,^(2,5) 하절기에는 샤워와 목욕시에만 급탕을 사용하는 것으로 하였고, 중간기 및 동절기에는 모든 수전에서 급탕을

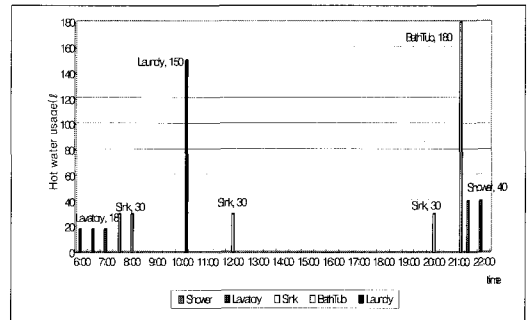


Fig. 6 Usage schedule assumption of test cases.

Table 1 Flow rate and water usage assumption

Division	Lavatory	Sink	Laundry	Shower	Tub
Flow rate (lpm)	6	6	8	8	8
Quantity of water usage(ℓ)	18	30	150	40	180

Table 2 Experiment condition

Division	Alt. 1 and Alt. 2	Alt. 3
Cold water Supply temperature	Summer : 20°C, Spring/Autumn : 15°C, Winter : 10°C	
Usage hot water temperature	Lavatory : 40°C, Sink : 45°C, Laundry : 40°C, Shower/Tub : 42°C	
Return pump Control	-	ON/OFF control (Off at 42°C)
Measurement devise	Water pressure : Keller 21Pro Flow rate : turbine type flowmeter Temperature : thermocouple K type	

사용하는 것으로 설정하였다. 목욕 및 세탁은 월 4회 사용되는 것으로 가정하여 가스 소비량 및 버려지는 물의 양을 산정하였다.

대안별 급탕대기시간 및 급탕시 사용되지 않고 버려지는 물의 양에 대한 비교·분석은 각 수전별 급탕 적정온도에 도달할 때까지 걸리는 시간을 측정하고 이 때 토출되는 유량은 사용되지 않고 버려지는 유량으로 가정하여 산정 후 평가하였다. 그리고 급탕대기시간, 버려지는 물의 양 및 에너지 소비량은 계절을 고려하여 하절기 20°C, 중간기 15°C, 동절기 10°C로 급수 온도를 설정하

였으며, 일반적인 실험 조건은 Table 2와 같다.

4. Mock-up test 결과 및 분석

4.1 대안별 급탕대기시간 비교 분석

대안별 계절에 따른 급탕대기시간을 분석한 결과를 살펴보면, Table 3에서처럼 Alt. 1 및 Alt. 2는 하절기 및 중간기에 비해 동절기에서 급탕대

Table 3 Wait time for hot water

Division		Summer (sec)	Spring/Autumn (sec)	Winter (sec)
Alt. 1	Lavatory	-	38~85	50~108
	Sink	-	28~77	37~81
	Laundry	-	61	80
	Shower	35~40	38~52	53~69
	Bathtub	73	67	68
Alt. 2	Lavatory	-	36~83	47~101
	Sink	-	24~72	32~77
	Laundry	-	56	72
	Shower	34~36	33~44	49~58
	Bathtub	70	63	63
Alt. 3	Lavatory	-	10~13	12~15
	Sink	-	11~15	13~16
	Laundry	-	15	17
	Shower	11~15	12~16	14~16
	Bathtub	13	13	15

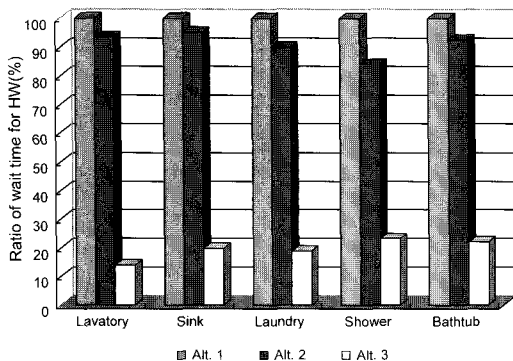


Fig. 7 Ratio of waiting time for hot water in winter period.

기시간이 보다 길게 나타났다. 동절기 하루 중 최초로 급탕이 사용되는 세면수전의 경우 급탕대기시간이 Alt. 1은 최대 108초, Alt. 2는 101초로 나타났고, 8시간 이후 급탕 사용이 이루어지는 싱크수전에서의 급탕대기시간은 각각 최대 81초 및 77초인 것으로 분석되었다. 연속된 급탕 사용에서는 Alt. 1의 경우 세면수전이 38~50초, 싱크수전이 28~37초, 샤워수전이 약 38~53초로 나타났으며, Alt. 2에서는 세면수전이 36~47초, 싱크수전이 24~32초, 샤워수전이 33~59초로 나타났다. 따라서 하절기 및 중간기에 비해 동절기 때 급탕대기시간이 최소 4초, 최대 23초 정도 더 긴 것으로 분석되었다.

하절기 목욕을 위한 수전 사용시 중간기 및 동절기보다 급탕대기시간이 더 길게 나타난 이유는 하절기 수전 사용 스케줄에서 급탕 사용이 최초로 이루어지기 때문이다.

Alt. 1과 Alt. 2의 급탕대기시간 비교 결과 각 수전별로 Alt. 2에 비해 Alt. 1이 약 2~5초 정도 길게 나타났는데 이는 Alt. 2의 경우 정유량조절 밸브 및 3-way 믹싱밸브 등의 기능성 밸브가 설치되어 있어 수전을 급탕측으로 완전히 개방하는 것으로 수전별 설정된 급탕 사용 온도로 온수 토출이 가능한 반면 Alt. 1은 급탕 적정 온도의 온수 토출을 위해 수전의 냉수 및 온수를 수동으로 조절해서 개방해야 되기 때문에 나타난 현상으로 판단된다.

반면 환탕배관 적용안(Alt. 3)의 경우 계절 및 하루 급탕 사용 스케줄에 관계없이 약 10~17초로 급탕대기시간이 일정한 것을 알 수 있으며, 환탕배관 적용안이 Alt. 1에 비해 급탕대기시간을 중간기에 약 69~85%, 동절기에 약 77~86% 정도 줄일 수 있는 것으로 나타났다. Fig. 7은 동절기 때 Alt. 1의 급탕대기시간을 기준으로 각 대안별 급탕대기시간의 비율을 나타낸 것이다.

4.2 대안별 버려지는 물의 양 비교 분석

대안별 계절에 따른 급탕시 사용되지 않고 버려지는 물의 양에 대해 비교 분석한 결과를 살펴보면, Table 4에서처럼 Alt. 1 및 Alt. 2는 하절기 및 중간기에 비해 동절기에서 급탕시 버려지는 물의 양이 증가되는 것을 알 수 있으며, 이는 급탕 적정온도에 이르기 전 버려지는 물의 양이 급

Table 4 Comparison of wasted water

Division		Summer (L)	Spring/Autumn (L)	Winter (L)
Alt. 1	Lavatory	-	17.1	21.3
	Sink	-	19.7	22.9
	Laundry	-	8.1	10.7
	Shower	10.6	12.0	16.1
	Bathtub	9.7	8.9	9.0
	Daily total	20.3	65.8	80.0
	Monthly total	356.8	1532.0	1887.8
Alt. 2	Lavatory	-	15.7	20.0
	Sink	-	18.1	19.6
	Laundry	-	7.5	9.6
	Shower	9.5	10.3	14.2
	Bathtub	9.3	8.5	8.4
	Daily total	18.8	60.1	71.8
	Monthly total	322.2	1,387.0	1,686.0
Alt. 3	Lavatory	-	3.5	4.1
	Sink	-	4.8	5.7
	Laundry	-	2.0	2.3
	Shower	3.5	3.7	4.0
	Bathtub	1.7	1.8	2.0
	Monthly total	71.8	375.2	431.2

탕대기시간에 비례하여 증가하는 양상을 보이고 있다. 한달 동안 급탕 적정온도 이하의 사용되지 않고 버려지는 물의 총 누적 양은 Alt. 1의 경우 하절기 356.8 L, 중간기 1532.0 L, 동절기 1887.8 L로 나타났고, Alt. 2는 하절기 322.2 L, 중간기 1387.0 L, 동절기 1686.0 L로 나타나 중간기에 비해 동절기에 각각 약 35.8 L, 299.0 L 더 많은 것으로 나타났다.

반면 환탕배관 적용안(Alt. 3)의 경우 한달 동안 급탕 적정온도 이하의 사용되지 않고 버려지는 물의 총 누적 양은 하절기 71.8 L, 중간기 75.2 L, 동절기 431.2 L로 나타나 계절에 따라서 버려지는 물의 양의 변화가 크지 않음을 알 수 있었다.

Table 5 Comparison of gas usage quantity

Division		Summer (m ³)	Spring/Autumn (m ³)	Winter (m ³)
Alt. 1	Lavatory	-	0.1388	0.1814
	Sink	-	0.2769	0.3396
	Laundry	-	0.2329	0.2671
	Shower	0.1433	0.1518	0.2034
	Bathtub	0.2407	0.2721	0.3201
	Daily total	0.3840	1.0725	1.3116
	Monthly total	5.2618	19.045	24.081
Alt. 2	Lavatory	-	0.134	0.167
	Sink	-	0.255	0.307
	Laundry	-	0.227	0.241
	Shower	0.126	0.133	0.183
	Bathtub	0.238	0.264	0.312
	Daily total	0.364	1.012	1.210
	Monthly total	4.732	17.586	21.918
Alt. 3	Lavatory	-	0.141	0.158
	Sink	-	0.280	0.304
	Laundry	-	0.207	0.244
	Shower	0.140	0.142	0.174
	Bathtub	0.256	0.264	0.316
	Daily total	0.396	1.034	1.196
	Monthly total	5.223	18.774	21.320

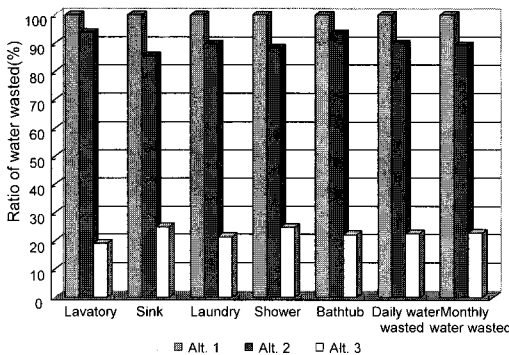


Fig. 8 Ratio of water wasted in winter period.

Fig. 8과 같이 환탕배관 적용안이 Alt. 1에 비해 각 수전별로 버려지는 물의 양을 중간기 약 69~80%, 동절기 약 75~81% 정도 감소시킬 수 있는 것으로 나타났으며, 한달 동안 총 누적 양은 중간기와 동절기에 약 76% 및 77% 적은 것으로 나타났다.

4.3 대안별 가스 소비량 비교 분석

대안별 계절에 따른 급탕시 가스 소비량에 대해 비교 분석한 결과, Table 5에서처럼 Alt. 1과 Alt. 2 및 환탕배관 적용안(Alt. 3) 모두 하절기 및 중간기에 비해 동절기 때 가스 소비량이 보다 더 큰 것으로 나타났다. 계절별 한달간 소비된 가스 소비량을 비교해 보면 Alt. 1의 경우 중간기에 비해 동절기에 가스 소비량이 약 5.036 m³ 높게 나타났고, Alt. 2는 중간기에 비해 동절기에 가스 소비량이 약 4.332 m³ 높게 나타났으며, 환탕배관 적용안(Alt. 3)은 약 2.546 m³ 높게 나타나 Alt. 1 및 Alt. 2에 비해 가스 소비량 증가율이 약 42~49% 정도 낮은 것으로 분석되었다. 그러나 환탕배관 적용안이 Alt. 2에 비해 동절기를 제외하고 하절기 및 중간기에는 가스 소비량이 다소

높게 나타난 것을 알 수 있다. 환탕배관의 온수 설정온도(42℃)에 이르기까지 걸리는 시간은 하절기의 경우 약 1분 20~40초, 중간기는 약 1분 20초~2분, 동절기는 약 1분 30초~2분 20초 정도로 나타나 동절기가 다른 절기에 비해 설정온도까지 소요되는 시간이 다소 길게 나타났으나 계절별 급수 온도를 가만할 때 큰 차이를 보이지 않고 있다. 이는 개별급탕방식에서 환탕배관은 보일러의 급수 인입관에 연결되어 순환펌프에 급수 압력이 영향을 미쳐 환탕배관 내 온수의 순환 유속을 감소시켜 급탕 적정 사용 온도까지의 가열 시간을 지연시키고, 이로 인해 환탕 효율이 낮아져서 발생된 것으로 판단된다. 따라서 보일러 급수 공급 배관 전 후와 환탕배관에 3-way 밸브를 설치하여 Fig. 9와 같이 환탕배관의 순환펌프 작동시 보일러 급수 공급 배관을 폐쇄시켜 환탕배관으로의 급수 유입을 차단할 수 있는 방법을 적용한다면 환탕배관 시스템 적용에 따른 급탕 효율을 높여 환탕배관내 온수설정온도까지의 가열시간 및 가스 소비량을 보다 더 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다. Fig. 9는 개별급탕방식 환탕배관시스템 적용시 3-way 순환펌프 및 3-way 밸브의 작동 알고리즘을 나타낸 것이다.

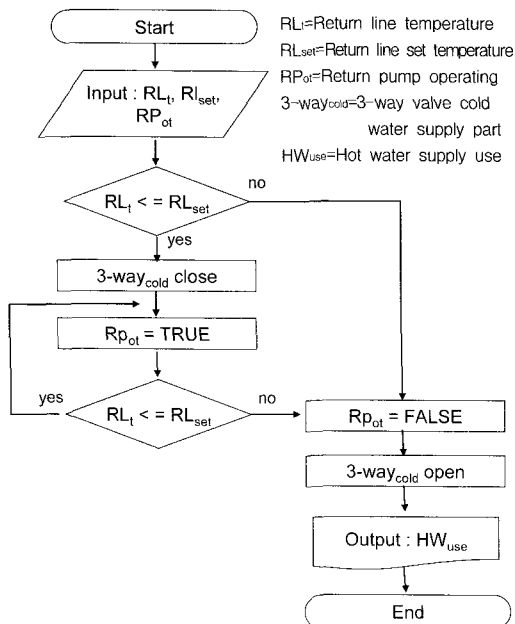


Fig. 9 Control algorithm of recirculation system for gas boiler.

5. 결 론

본 연구에서는 고층 주거건물의 1일 급탕 사용 스케줄 및 계절에 따라서 급수·급탕 분기헤더만 설치한 기존안(Alt. 1) 및 급수·급탕 분기헤더에 정유량조절밸브 및 3-way 믹싱밸브를 적용한 방안(Alt. 2)과 환탕배관 적용안(Alt. 3)에 대해 Mock-up test를 통하여 급탕 사용시 급탕대기시간, 버려지는 물의 양 및 가스 소비량을 비교·평가하였으며, 개별급탕방식에서 환탕배관 적용 가능성을 검토하였다. 또한, 개별급탕방식에 환탕배관 시스템 적용시 발생할 수 있는 문제점에 대한 개선 방안을 제시하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 대안별 계절에 따른 급탕대기시간을 분석한 결과, Alt. 1 및 Alt. 2는 하절기 및 중간기에 비해 동절기에서 급탕대기시간이 최대 약 24초 정도 더 길게 나타났다. 반면 환탕배관 적용안(Alt. 3)의 경우 계절 및 하루 급탕 사용 스케줄에 관계없이 약 10~17초로 급탕대기시간이 일정

하며, 급탕대기시간을 기존안(Alt. 1)에 비해 중간기에 약 69~85%, 동절기에 약 77~86% 정도 줄일 수 있는 것으로 나타났다.

(2) 대안별 계절에 따른 급탕시 사용되지 않고 버려지는 물의 총 누적 양에 대해 비교 분석한 결과, Alt. 1 및 Alt. 2는 하절기 및 중간기에 비해 동절기에서 급탕대기시간에 비례하여 급탕시 버려지는 물의 양이 증가되는 반면, 환탕배관 적용안(Alt. 3)의 경우 버려지는 물의 총 누적 양의 변화가 크지 않으며, 기존안(Alt. 1)에 비해 한달 동안 버려지는 물의 총 누적 양을 각 수전별로 중간기 약 69~80%, 동절기 약 75~81% 정도 감소시킬 수 있는 것으로 나타났으며, 한달 동안 총 누적 양은 중간기와 동절기에 약 76% 및 77% 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다.

(3) 대안별 계절에 따른 급탕시 가스 소비량을 분석한 결과, 중간기와 동절기 비교시 Alt. 1 및 Alt. 2에 비해 환탕배관 적용안(Alt. 3)이 가스 소비량 증가율이 약 42~49% 정도 낮은 것으로 분석되어 동절기 때 환탕을 이용한 급탕시 기존안에 비해 보다 경제적인 것으로 판단된다.

(4) 환탕배관 적용안(Alt. 3)이 Alt. 2에 비해 동절기를 제외하고 하절기 및 중간기에는 가스 소비량이 다소 높게 나타났는데, 환탕배관의 온수설정온도(42℃)에 이르기까지 걸리는 시간이 동절기가 다른 절기에 비해 설정온도까지 소요되는 시간이 다소 길게 나타났으나 계절별 급수 온도를 감안할 때 큰 차이를 보이지 않고 있다. 이는 환탕을 위해 순환펌프 작동시 환탕배관으로 급수가 유입되어 급수 압력이 역으로 영향을 미쳐 온수의 순환 유속 감소 등이 초래되어 급탕 적정온도까지의 가열 시간의 지연으로 인해 가스 소비량이 다소 높게 나타난 것으로 판단된다. 따라서 환탕배관 내 온수 순환을 위해 환탕배관의 순환펌프 가동시 환탕배관으로 급수 유입을 차단할 수 있는 방안을 적용한다면 개별급탕방식의 환탕배관 시스템 적용시 급탕 효율을 보다 높일 수 있을 것으로 판단된다.

후 기

이 연구는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2003년도 건설핵심기술연구개발사업(03산학연C 03A104001-03A 0204-00310))에 의한 것임.

이 논문은 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업(바이오하우징연구사업단)의 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. Choi, C. H. and Suh, S. J., 2000, An experimental study on the efficiency evaluation of hot water supply system, Journal of the AIK, Vol. 16, No. 9, pp. 169-177
2. Baskin, E. Wendt, R, Lenarduzzi, R, Woodbury, K. A., 2004, Numerical evaluation of alternative residential hot water distribution systems, ASHRAE Transactions, Vol. 110 No. 2, pp. 671-681
3. Hiller, C. C., 2006, Hot water distribution system piping time, water, and energy waste-phase 1 : test results, ASHRAE Transactions, Vol. 112, No. 1, pp. 415-425.
4. Klein, G., 2005, National impact of hot water distribution system losses in residences, ASHRAE Transactions, Vol. 111, No. 2, pp. 423-429.
5. Lutz, J. D., 2005, Estimating energy and water losses in residential hot water distribution systems, ASHRAE Transactions, Vol. 111, No. 2, pp. 418-422.
6. ASHRAE, 1996, Basic water system design, ASHRAE Handbook, U.S.A.
7. Erwin, G. H., 1985, Hydronic System Design and Operation, McGraw-Hill, U.S.A.