Journal of the Korean Housing Association
Vol. 19, No. 1, 2008

주거건물의 급탕방식별 급수·급탕헤더시스템 적용방안에 관한 연구

A Study on the Application Method of Cold & Hot Water Manifold System for Hot Water Supply System in Residential Buildings

차민철* Cha, Min-Chul　제성호** Je, Sung-Ho　석호태*** Seok, Ho-Tae

Abstract

Hot water is used by having a wash, dishes, taking tub and drinking water in residential buildings, and the use objective is to raise comfort of human body sense, washing and sterilization effect and so on. Cold & hot water supply system is understanded simpler than HVAC systems relatively, so it is true that pace of performance improvement is slower than other systems for plan and technical development. In this study, the performance evaluations are conducted under the condition of composition ratio by 1 : 1 for cold & hot water supply manifold system using functionally complex valves such as constant flow regulating valve and 3-way mixing valve in the area of 105.6 m^2 apartment which consist of the largest part of the whole apartment. Also, flow rate related to simultaneous use of faucets and change of hot water temperature are compared with the existing method.

Keywords : Cold & Hot Water Supply System, Mock-up Test, Constant Flow Regulating Valve, 3-way Mixing Valve
주 요 어 : 급수·급탕헤더시스템, Mock-up 실험, 정유량조절밸브, 3-way 믹싱밸브

I. 서　론

1. 연구의 배경 및 목적

주거건물에서 급수·급탕설비는 청정한 물을 말단 사용개소까지 적정한 압력과 유속, 유량으로 적정량을 안전하게 공급되도록 하는 설비로서 급수와 급탕은 세면, 목욕, 세탁, 식기세척, 음료용 등으로 사용되며, 사용 목적으로는 인체에 감각적인 쾌적함을 주기 위함과 세척효과를 높이는데 있으며, 기타 살균효과와 열에너지를 이용하는 데도 그 목적이 있다.

이중에서 급탕설비는 온수를 공급함에 있어서 에너지를 소비하게 되며, 주거공간의 쾌적한 온열환경 조성을 위해 냉·난방설비로 소비되는 에너지 다음으로 많은 에너지를 소비하고 있다. 주거환경 수준이 향상됨에 따라 급탕설비는 쾌적하고 위생적인 생활을 유지하는데 있어서 필수불가결한 설비에 속하며 급탕을 위한 에너지 수요는 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 그러나 급수·급탕설비는 공기조화설비 등에 비해 상대적으로 간단하게 인식되어 설계 및 기술개발 측면에서 다소 발전이 느린 것이 사실이며, 세대내에서 동시사용에 따른 압력변화, 유량저하 및 급탕온도 변화 등으로 인해 발생되는 문제의 해결에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다.

세대내 급수·급탕 사용시 발생될 수 있는 문제점으로는 급수 및 급탕 동시사용에 따른 압력 및 유량 밸런싱이 맞지 않아 샤워시 급탕온도가 급격히 변화하여 불쾌감을 유발할 수 있으며 심한 경우에는 화상사고를 일으킬 우려가 있으므로, 시스템상으로는 급수와 급탕의 압력 및 유량을 항상 같게 하는 방법으로 고려되어야 하나 충분히 만족스럽지 못한 경우가 많다.

따라서 본 연구에서는 국내 공동주택 규모에서 가장 일반적인 전용면적 105.6 m^2 아파트 세대를 기준으로 현재 전체 공동주택의 59.4%의 비중을 차지하는 개별급탕방식과 지역난방, 중앙난방방식 및 코제너레이션 시스템 등에 적용되는 중앙급탕방식에 대해 정유량조절밸브 및 3-way 믹싱밸브와 같은 기능성 복합밸브를 적용한 급수·급탕헤더시스템을 1 : 1 스케일로 배관을 구성하여 수전 동시사용에 따른 유량과 급탕온도 변화를 기존안과 성능비교분석을 실시하고 주거건물에서 기능성 부속기기 일체화 헤더시스템의 적용 방안을 제시하였다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 급탕방식별 기능성 부속기기 일체화 헤더시스템 성능 평가를 위해 1 : 1 스케일의 Mock-up을 이용하여 검토하였으며, 연구의 절차는 다음과 같다.

*정회원(주저자), 영남대학교 대학원 건축공학과 박사수료
**정회원, 영남대학교 대학원 건축공학과 박사수료
***정회원(교신저자), 영남대학교 건축학부 부교수, 공학박사

이 논문은 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업(바이오하우징 연구사업단)의 지원에 의하여 연구되었음.

(1) 국내 공동주택 규모에서 가장 일반적인 전용면적 105.6 m² 세대를 기준으로 하여 급수·급탕 헤더시스템을 1 : 1 스케일로 배관을 구성한다.

(2) 수전 중에서 사용시 인체와 직접적인 접촉으로 인해 압력, 유량 및 온도 변화에 따라 사용상 불편함이 보다 클 것으로 판단되는 수전에 대해 측정 방법 및 실험 유형을 설정한다.

(3) 실험 유형 및 수전개방 설정은 거주자의 실생활 패턴에 따라서 수전의 사용 형태를 결정한다.

(4) 기존안 및 개선안에 대해 수전 동시사용에 따른 유량 및 급탕온도의 변화 양상을 파악하고 성능 비교 평가를 통해 기능성 부속기기 일체화 급수 및 급탕시스템의 적용 방안을 제시한다.

II. Mock-up[1] 구성 및 방법

고층 주거건물에서 수전 동시사용시 발생되는 문제점에 대한 성능 향상 방안 제시 및 개별급탕방식에서의 적용 가능성을 검토하기 위해 Y대학교 환경 연구실에 1 : 1 스케일로 헤더시스템을 적용한 급수 · 급탕 배관을 제작하여 2007년 2월에서 3월에 걸쳐 실험을 실시하였다.

1. Mock-up 구성

본 실험에서는 국내 공동주택 규모에서 가장 일반적인 전용면적 105.6 m² 세대를 기준으로 하여, 기존안과 기능성 밸브를 적용한 개선안에 대한 성능 비교 평가를 수행하기 위해 <그림 1>과 같이 급수 · 급탕 배관의 길이 및 관경을 동일하게 모델링하여 실험을 수행하였다.

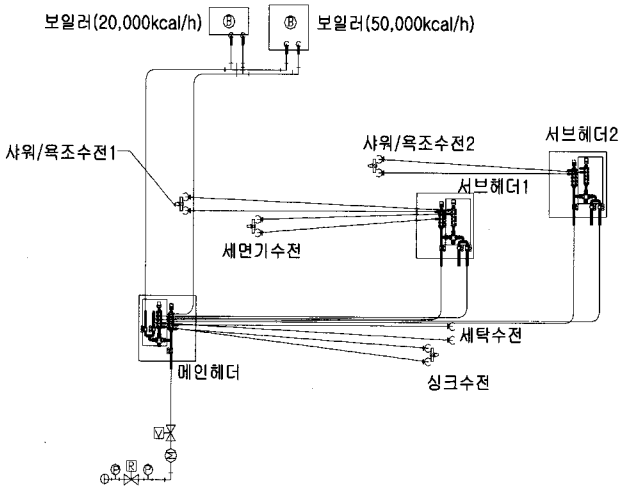


그림 1. Mock-up 평면도

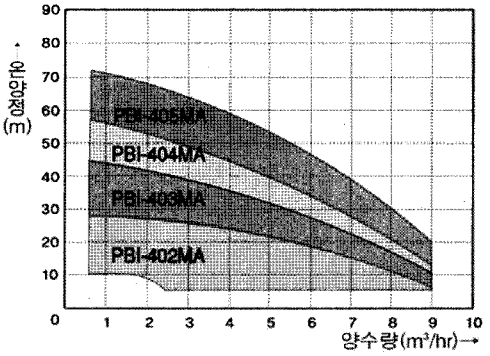


그림 2. 인버터형 부스터펌프 성능곡선도

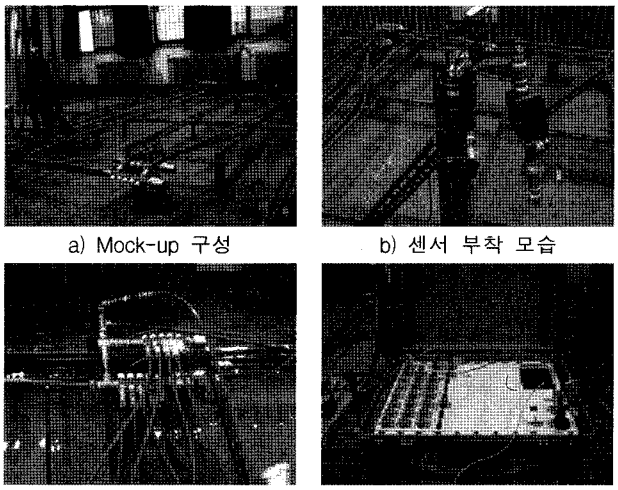


그림 3. 배관방식별 성능 평가를 위한 시스템 구성 모습

정확한 실험을 위하여 <그림 2>[2]와 같은 성능을 가진 압력제어가 가능한 인버터형 부스터펌프(PBI-404MA)를 설치하였고, 급수공급압력은 고층 주거건물의 최상층에 대한 설계압력이 1.5 kg/cm², 최대허용 급수공급압력이 3~4 kg/cm²인 것을 고려하여 유량 및 온도 변화의 경우 2.0~2.5 kg/cm²의 압력으로 실험을 실시하였다. 보일러는 105.6 m² 면적의 아파트 세대를 기준으로 개별급탕방식의 경우 난방 · 급탕겸용가스보일러(순간식급탕: 20,000 kcal/h)를 설치하였으며, 중앙급탕방식은 급탕전용 가스보일러(저탕식: 50,000 kcal/h)를 설치하여 실험을 실시하였다.

배관의 관경은 급수의 경우 부스터펌프에서 급수분기지관 및 헤더까지는 20 A, 그 이후는 15 A로 설치하였고, 급탕은 부스터펌프에서 보일러까지는 20 A, 그 이후의 모든 배관은 15 A로 설치하였으며, 배관은 모두 폴리뷰틸렌관을 사용하였다.

2. 급수 · 급탕 헤더시스템의 구성

본 연구에서는 급수 · 급탕 헤더시스템에 기능성 부속기기를 일체화하여 기존안과 비교분석을 통해 성능 향상 방안을 제시하는 것으로, 기존안(일반 급수·급탕 헤더 적용), 정유량조절밸브 적용안, 3-way 믹싱밸브 적용안 및

1) Mock-up test란 제품을 실제 양산하기 전 외부의 영향으로 인한 사용상, 안전상의 문제점을 사전검토하는 단계로 나아가 실제 설계로서는 검증할 수 없는 실질 모형으로 설치하여, 연구 대상물 설치 및 그 후에 일어날 수 있는 모든 문제점을 검증해 보는 시험

2) http://www.wilo.co.kr 부스터 펌프 specification 참조

급수·급탕 헤더에 모든 부속기기를 일체화한 방안의 4가지 방식에 대해 성능 비교 분석을 실시하였다.

1) 기존안

기존안은 헤더를 적용한 경우 현재 설계되고 있는 방식과 동일하게 메인헤더 및 서브헤더를 설치하여 헤더분기방식으로 구성하였다.

2) 기능성 부속기기 적용안

(1) 정유량조절밸브 적용안

정유량조절밸브의 적용은 각 수전에서 필요로 하는 설계 유량을 설정하여 급수·급탕헤더에 정유량조절밸브를 설치한 방안과 정유량조절밸브를 설치하지 않은 기존안에 대한 비교·분석을 통해 성능 개선효과를 검토하였다.

<표 1>은 각 수전별 설치된 정유량조절밸브의 적용 유량을 나타내고 있으며, <그림 4>의 a)는 실험을 위한 급수·급탕 헤더에 정유량조절밸브의 설치 모습을 나타내고 있다.

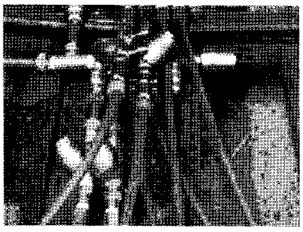
급수 및 급탕용 정유량조절밸브의 경우, 카트리지 방식과 다이어프램 방식으로 구분할 수 있으며, 카트리지 방식은 한번 정해진 설계유량의 범위에서 배관의 1, 2차측의 차압에 따라 일정한 유량으로 공급해주는 방식으로, 임의의 유량조절은 불가능하지만, 설계유량으로의 급수 및 급탕의 정밀도가 높은 장점이 있다. 반면, 다이어프램 방식의 경우는 사용 조건에 따라서 초기의 설계유량의 조절이 가능하나 유량조절의 정밀도가 낮은 단점이 있으므로, 본 실험에서는 카트리지 방식을 채택하여 측정을 실시하였다.

<그림 4>의 b)는 본 실험에서 사용된 정유량조절밸브의 배관 1, 2차측 작동차압 범위에서의 유량조절 정밀도를 나타낸 것으로, 0.4~5.0 kg/cm^{2}의 범위에서 ±5%의 정밀도를 나타내고 있다.

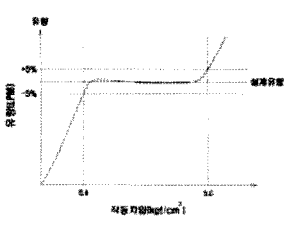
수전 동시사용시 샤워수전에서의 압력과 유량변화를 측정하기 위해 샤워수전 토출구에 디지털압력센서(Keller 21Pro) 및 터빈타입 디지털유량계(LMS: 배관경 15 mm, 유량측정범위 0~38 l/min)를 설치하여 측정하였다.

표 1. 수전별 정유량조절밸브 적용 유량

구분	적정 토수량(l/min)	적용 유량(l/min)
샤워수전	8~12	10
싱크수전	6	6
세탁기수전	8~12	8



a) 정유량조절밸브 설치 모습



b) 정유량조절밸브 작동 범위

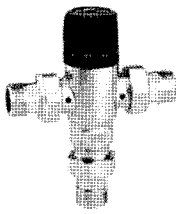
그림 4. 정유량조절밸브 설치 모습 및 작동 범위

(2) 3-way 믹싱밸브 적용안

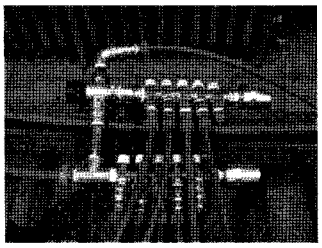
3-way 믹싱밸브가 설치되지 않은 급수·급탕 헤더시스템에 대해 수전 동시사용시 온도변화로 인한 문제점을 분석하고, 급수·급탕 헤더에 3-way 믹싱밸브 적용안에 따른 개선효과를 알아보기 위해 <그림 5>와 같이 실험체를 구성하였다.

3-way 믹싱밸브는 온도조절밸브(thermostat valve)의 일종으로 설정된 온도를 자동으로 조절하는 밸브로 냉수 유입구, 온수 유입구, 혼합수 출구, 제어부로 구성된다. 작동원리는 냉·온수 유입구를 통해 유입된 물이 실린더 내부에서 혼합이 되어 토수되며, 실린더 내부의 제어부는 밸브에 냉수와 온수가 필요한 비율로 유입될 수 있도록 혼합되는 부분에 튜브의 온도센서가 수축 및 이완을 반복하게 된다. 유량의 흐름은 냉수와 온수의 유로사이 실린더 내부의 피스톤 동작으로 조절한다.

온도측정은 초기 급탕온도를 40°C로 설정하여 급탕온도가 안정화 된 후 각 유형별로 30초간 연속측정을 실시하였으며, 측정 장비는 K형 열전대와 데이터 로거(Data logger: MDL-M5G)를 사용하였다.



a) 3-way 믹싱밸브



b) 3-way 믹싱밸브 설치 모습

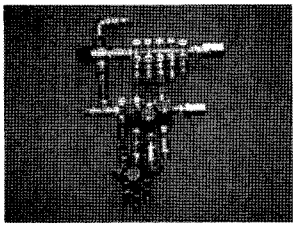
그림 5. 3-way 믹싱밸브 일체화 헤더시스템 적용안

(3) 기능성 부속기기 일체화 헤더시스템 적용안

기존안, 정유량조절밸브 적용안, 3-way 믹싱밸브 적용안 및 <그림 6>과 같이 정유량조절밸브와 3-way 믹싱밸브를 모두 설치한 일체화 헤더시스템 적용안에 대해서 비교 분석을 통해 성능 개선효과를 파악하였다. <그림 7>은 일체화 헤더시스템 구성도를 나타내고 있다.

3. 실험유형 설정

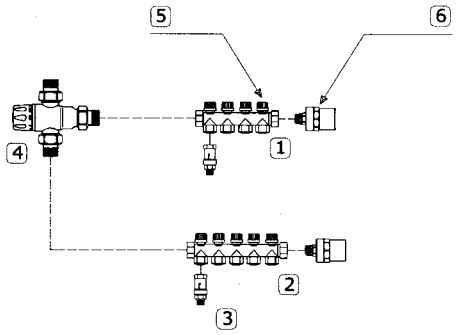
수전 동시사용에 따른 유량, 급탕온도의 변화를 파악하



a) 부속기기 일체화 헤더시스템

b) 부속기기 일체화 헤더시스템 설치 모습

그림 6. 기능성 부속기기 일체화 헤더시스템 적용안



1 급탕용 헤더 2 급수용 헤더 3 정유량조절밸브
4 3-way 믹싱밸브 5 stop 밸브 6 수격방지기

그림 7. 일체화 헤더시스템 구성도

기 위해 선정한 실험 유형은 <표 2>와 같으며, 수전 동시사용에 대한 수전개방유형은 실생활 사용패턴을 중심으로 설정하여 측정을 실시하였다. 실험 유형에 따라 동시사용1은 수전을 1개만 개방했을 경우, 동시사용2는 수전을 2개 동시 개방했을 경우, 동시사용3은 수전을 3개 모두 동시 개방했을 때로 설정하였으며, 수전개방방식을 모두 3가지 경우로 나누어 I은 외욕실(거실에 위치한 욕실) 샤워수전 100% 급수시 동시 개방용 수전을 100% 급수로 개방한 경우, II는 외욕실 샤워수전 50% 급탕시 동시 개방용 수전을 100% 급수로 개방한 경우, III은 외욕실 샤워수전 50% 급탕시 동시 개방용 수전을 50% 급탕으로 개방한경우를 의미한다. 여기서, 100% 급수는 급수를 위해 냉수를 완전히 개방한 상태, 50% 급탕은 사용수전별 적정 온수온도로 설정하기 위해 냉수와 온수를 혼합하여 완전히 개방한 상태를 의미한다.

표 2. Mock-up 실험 항목 및 유형

구분	동시사용1	동시사용2	동시사용3	외욕실 샤워수전	기타수전
I	샤워	샤워+부엌	샤워+부엌+세탁	100% 급수*	100% 급수*
II				50% 급탕**	100% 급수*
III				50% 급탕**	50% 급탕**

*100% 급수는 냉수만 완전히 개방
**50% 급탕은 수전을 사용할 때의 적정 온도를 기준으로 냉수와 온수를 혼합하여 완전히 개방

III. Mock-up test 결과 및 분석

Mock-up 실험 대안별로 급탕방식에 대해 수전 동시사용에 따른 유량변화를 알아보기 위해 급수공급압력별로 수전개방방식 I~III에 대해 실측 및 분석을 실시하였으며, 급탕 온도변화를 알아보기 위해 수전 1개 사용시 온수 온도를 40℃로 유지시킨 상태에서 급수공급압력별로 수전개방방식 II~III에 대해 실측 및 분석을 실시하였다.

1. 수전 동시사용에 따른 대안별 유량변화 분석

1) 기존안 유량변화 분석

개별급탕방식에서 기존안에 대한 급수공급압력별 수전 동시사용에 따른 외욕실 샤워수전의 유량변화를 분석한 결과, <표 3>에서처럼 냉수만을 사용할 경우(수전개방방식 I) 급수공급압력 2.0 kg/cm²에서 수전을 모두 동시사용했을 때 초기 급수 유량에 비해 2.7 l/min이 감소하였으며 약 27.8%의 감소비율을 보이고 있고, 2.5 kg/cm²일 때 수전을 모두 동시사용한 경우 3.0 l/min이 감소하는 것으로 나타나 약 26.5%의 유량감소비율을 보이고 있다.

샤워수전에서 온수를 사용하고 부엌 및 세탁수전에서 냉수를 동시에 사용할 경우(수전개방방식 II) 급수공급압력별로 모든 수전 동시사용시 2.4~2.5 l/min의 유량이 감소하여 약 24.5~26.6%의 유량감소비율을 나타내고 있으며, 모든 수전에서 온수를 사용할 경우(수전개방방식 III) 급수공급압력별로 모든 수전 동시사용시 유량감소 및 유량감소비율이 5.4~5.9 l/min과 57.4~60.2%로 나타나 유량이 급격히 감소하는 것으로 나타났다.

중앙급탕방식에서 기존안에 대한 급수공급압력별 수전 동시사용에 따른 외욕실 샤워수전의 유량변화를 분석한 결과, 샤워수전에서 온수를 사용하고 부엌 및 세탁수전에서 냉수를 동시에 사용할 경우(수전개방방식 II) 급수공급압력별로 모든 수전 동시사용시 2.6~2.9 l/min의 유량이 감소하여 약 21.2~21.7%의 유량감소비율을 나타내고 있으며, 모든 수전에서 온수를 사용할 경우(수전개방방식 III) 급수공급압력별로 모든 수전 동시사용시 유량감소 및 유량감소비율이 5.3~5.8 l/min과 42.0~43.8%로 나타나 개별급탕방식에 비해 유량감소비율이 낮게 나타났으나 중앙급탕방식에서도 급탕을 동시에 사용할 경우 유량감소량 및 감소비율이 큰 것으로 분석되었다.

표 3. 급수공급압력에 따른 수전 동시사용시 외욕실 샤워수전의 유량변화(기존안, 단위: l/min)

구분			동시사용1	동시사용2	동시사용3	ΔQ_1	ΔQ_2
개별급탕	I	2.0kg/cm²	9.7	8.7	7.0	1.0(10.3%)	2.7(27.8%)
		2.5kg/cm²	11.3	10.0	8.3	1.3(11.5%)	3.0(26.5%)
	II	2.0kg/cm²	9.4	8.4	6.9	1.0(10.6%)	2.5(26.6%)
		2.5kg/cm²	9.8	8.9	7.4	0.9(9.2%)	2.4(24.5%)
	III	2.0kg/cm²	9.4	7.0	4.0	2.4(25.5%)	5.4(57.4%)
		2.5kg/cm²	9.8	7.1	3.9	2.7(27.6%)	5.9(60.2%)
중앙급탕	I	2.0kg/cm²	9.7	8.7	7.0	1.0(10.3%)	2.7(27.8%)
		2.5kg/cm²	11.3	10.0	8.3	1.3(11.5%)	3.0(26.5%)
	II	2.0kg/cm²	12.0	10.9	9.4	1.1(9.2%)	2.6(21.7%)
		2.5kg/cm²	13.7	12.3	10.8	1.4(10.2%)	2.9(21.2%)
	III	2.0kg/cm²	12.0	10.0	7.7	2.0(27.5%)	4.3(55.0%)
		2.5kg/cm²	13.6	11.4	8.9	2.2(29.4%)	4.7(55.3%)

* : 동시사용1과 동시사용2의 유량차
** : 동시사용1과 동시사용3의 유량차
ΔQ1과 ΔQ2의 괄호안의 값은 유량감소비율을 나타냄

2) 정유량조절밸브 유량변화 분석

개별급탕방식에서 정유량조절밸브 적용안에 대한 급수공급압력별 수전 동시사용에 따른 외욕실 샤워수전의 유량변화를 분석한 결과, <표 4>에서처럼 냉수만을 사용할 경우(수전개방방식 I) 수전 3개를 동시 개방했을 때 급수공급압별로 0.4 l/min의 유량감소 및 4.0~4.2% 유량감소비율을 보이고 있고, 샤워수전에서 온수를 사용하고 부엌 및 세탁수전에서 냉수를 동시에 사용할 경우(수전개방방식 II) 수전 3개 동시사용시 0.8~1.1 l/min의 유량감소 및 8.5~12.1%의 유량감소비율을 보이고 있다.

그러나 모든 수전에서 온수를 동시에 사용할 경우 모든 수전 동시사용시 4.5~4.8 l/min의 유량감소 및 50.0~51.6%의 유량감소비율을 나타내고 있어 급격한 유량저하를 보이고 있다.

중앙급탕방식에서 정유량조절밸브 적용안에 대한 급수공급압력별 수전 동시사용에 따른 외욕실 샤워수전의 유량변화를 분석한 결과, 샤워수전에서 온수를 사용하고 부엌 및 세탁수전에서 냉수를 동시에 사용할 경우(수전개방방식 II) 수전 3개 동시사용시 1.0~1.3 l/min의 유량감소 및 8.4~9.6%의 유량감소비율을 보이고 있으며, 모든 수전에서 온수를 동시에 사용할 경우 모든 수전 동시사용시 2.5~27 l/min의 유량감소 및 20.0~20.8%의 유량감소비율을 나타내고 있다.

표 4. 급수공급압력에 따른 수전 동시사용시 외욕실 샤워수전의 유량변화(정유량조절밸브 적용안, 단위: l/min)

구분			동시사용1	동시사용2	동시사용3	ΔQ_1	ΔQ_2
개별급탕	I	2.0kg/cm²	9.5	9.5	9.1	0.0(0.0%)	0.4(4.2%)
		2.5kg/cm²	9.9	9.9	9.5	0.0(0.0%)	0.4(4.0%)
	II	2.0kg/cm²	9.1	8.7	8.0	0.4(4.4%)	1.1(12.1%)
		2.5kg/cm²	9.4	9.2	8.6	0.2(2.1%)	0.8(8.5%)
	III	2.0kg/cm²	9.0	7.0	4.5	2.0(25.5%)	4.5(50.0%)
		2.5kg/cm²	9.3	7.0	4.5	2.3(27.6%)	4.8(51.6%)
중앙급탕	I	2.0kg/cm²	9.5	9.5	9.1	0.0(0.0%)	0.4(4.2%)
		2.5kg/cm²	9.9	9.9	9.5	0.0(0.0%)	0.4(4.0%)
	II	2.0kg/cm²	11.9	11.4	10.9	0.5(4.2%)	1.0(8.4%)
		2.5kg/cm²	13.5	12.9	12.2	0.6(4.4%)	1.3(9.6%)
	III	2.0kg/cm²	12.0	11.2	9.5	0.8(6.7%)	2.5(20.8%)
		2.5kg/cm²	13.5	12.7	10.8	0.9(5.9%)	2.7(20.0%)

* : 동시사용1과 동시사용2의 유량차
** : 동시사용1과 동시사용3의 유량차
△Q1과 △Q2의 괄호안의 값은 유량감소비율을 나타냄

3) 3-way 믹싱밸브 유량변화 분석

개별급탕방식에서 3-way 믹싱밸브 적용안에 대한 급수공급압력별 수전 동시사용에 따른 외욕실 샤워수전의 유량변화를 분석한 결과, <표 5>에서처럼 냉수만을 사용할 경우(수전개방방식 I) 수전 3개를 동시 개방했을 때 급수공급압별로 2.6~2.8 l/min의 유량감소 및 24.3~25.2% 유량감소비율을 보이고 있고, 샤워수전에서 온수를 사용하고 부엌 및 세탁수전에서 냉수를 동시에 사용할 경우(수전개방방식 II) 수전 3개 동시사용시 1.5 l/min의 유량감소 및 16.1~18.3%의 유량감소비율을 보이고 있다. 그러나 모든 수전에서 온수를 동시에 사용할 경우 모든 수전 동시사용시 4.6~5.3 l/min의 유량감소 및 56.1~57.0%의 유량감소비율을 나타내고 있어 급격한 유량저하를 보이고 있다.

중앙급탕방식에서 3-way 믹싱밸브 적용안에 대한 급수공급압력별 수전 동시사용에 따른 외욕실 샤워수전의 유량변화를 분석한 결과, 샤워수전에서 온수를 사용하고 부엌 및 세탁수전에서 냉수를 동시에 사용할 경우(수전개방방식 II) 수전 3개 동시사용시 1.4~1.7 l/min의 유량감소 및 15.1~16.2%의 유량감소비율을 보이고 있으며, 모든 수전에서 온수를 동시에 사용할 경우 모든 수전 동시사용시 3.1~3.2 l/min의 유량감소 및 30.5~33.3%의 유량감소비율을 나타내고 있다.

표 5. 급수공급압력에 따른 수전 동시사용시 외욕실 샤워수전의 유량변화(3-way 믹싱밸브 적용안, 단위: l/min)

구분			동시사용1	동시사용2	동시사용3	ΔQ_1	ΔQ_2
개별급탕	I	2.0kg/cm²	10.3	9.3	7.7	1.0(9.7%)	2.6(25.2%)
		2.5kg/cm²	11.5	10.3	8.7	1.2(10.4%)	2.8(24.3%)
	II	2.0kg/cm²	8.2	7.6	6.7	0.6(7.3%)	1.5(18.3%)
		2.5kg/cm²	9.3	8.5	7.8	0.8(8.6%)	1.5(16.1%)
	III	2.0kg/cm²	8.2	5.6	3.6	2.6(31.7%)	4.6(56.1%)
		2.5kg/cm²	9.3	6.6	4.0	2.7(29.0%)	5.3(57.0%)
중앙급탕	I	2.0kg/cm²	10.3	9.3	7.7	1.0(9.7%)	2.6(25.2%)
		2.5kg/cm²	11.5	10.3	8.7	1.2(10.4%)	2.8(24.3%)
	II	2.0kg/cm²	9.3	8.7	7.9	0.6(6.5%)	1.4(15.1%)
		2.5kg/cm²	10.5	9.6	8.8	0.9(8.6%)	1.7(16.2%)
	III	2.0kg/cm²	9.3	8.1	6.2	1.2(12.9%)	3.1(33.3%)
		2.5kg/cm²	10.5	9.1	7.3	1.4(13.3%)	3.2(30.5%)

* : 동시사용1과 동시사용2의 유량차
** : 동시사용1과 동시사용3의 유량차
ΔQ1과 ΔQ2의 괄호안의 값은 유량감소비율을 나타냄

4) 일체화 헤더시스템 유량변화 분석

개별급탕방식에서 일체화 헤더시스템 적용안에 대한 급수공급압력별 수전 동시사용에 따른 외욕실 샤워수전의 유량변화를 분석한 결과, <표 6>에서처럼 냉수만을 사용할 경우(수전개방방식 I) 수전 3개를 동시사용 했을 때 급수공급압력별로 0.4 l/min의 유량감소 및 4.0~4.2% 유량감소비율을 보이고 있고, 샤워수전에서 온수를 사용하고 부엌 및 세탁수전에서 냉수를 동시에 사용할 경우(수전개방방식 II) 수전 3개 동시사용시 0.6~0.7 l/min의 유량감소 및 7.1~8.8%의 유량감소비율을 보이고 있다. 그러나 모든 수전에서 온수를 동시에 사용할 경우 모든 수전 동시사용시 4.4~4.7 l/min의 유량감소 및 55.0~55.3%의 유량감소비율을 나타내고 있어 급격한 유량저하를 보이고 있다.

중앙급탕방식에서 일체화 헤더시스템 적용안에 대한 급수공급압력별 수전 동시사용에 따른 외욕실 샤워수전의 유량변화를 분석한 결과, 샤워수전에서 온수를 사용하고

표 6. 급수공급압력에 따른 수전 동시사용시 외욕실 샤워수전의 유량변화(일체화 헤더시스템 적용안, 단위: l/min)

구분			동시사용1	동시사용2	동시사용3	ΔQ_1	ΔQ_2
개별급탕	I	2.0kg/cm²	9.5	9.5	9.1	0.0(0.0%)	0.4(4.2%)
		2.5kg/cm²	9.9	9.9	9.5	0.0(0.0%)	0.4(4.0%)
	II	2.0kg/cm²	8.0	7.8	7.3	0.2(2.5%)	0.7(8.8%)
		2.5kg/cm²	8.5	8.3	8.0	0.2(2.4%)	0.6(7.1%)
	III	2.0kg/cm²	8.0	5.8	3.6	2.2(27.5%)	4.4(55.0%)
		2.5kg/cm²	8.5	6.0	3.8	2.5(29.4%)	4.7(55.3%)
중앙급탕	I	2.0kg/cm²	9.5	9.5	9.1	0.0(0.0%)	0.4(4.2%)
		2.5kg/cm²	9.9	9.9	9.5	0.0(0.0%)	0.4(4.0%)
	II	2.0kg/cm²	8.5	8.1	7.7	0.4(4.7%)	0.8(9.4%)
		2.5kg/cm²	9.3	9.1	8.7	0.2(2.2%)	0.6(6.5%)
	III	2.0kg/cm²	8.6	8.0	7.0	0.6(7.0%)	1.6(18.6%)
		2.5kg/cm²	9.3	8.8	8.0	0.5(5.4%)	1.3(14.0%)

* : 동시사용1과 동시사용2의 유량차
** : 동시사용1과 동시사용3의 유량차
ΔQ1과 ΔQ2의 괄호안의 값은 유량감소비율을 나타냄

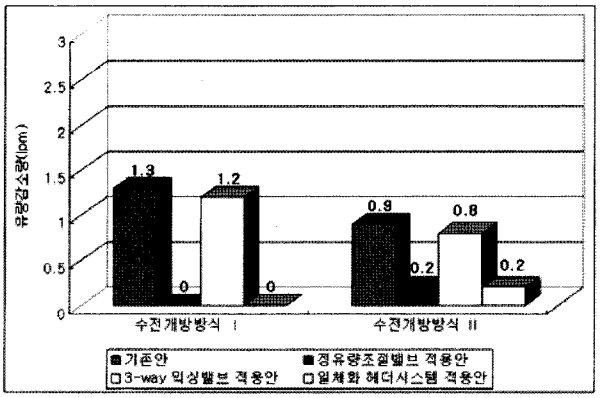
부엌 및 세탁수전에서 냉수를 동시에 사용할 경우(수전개방방식 II) 수전 3개 동시사용시 0.6~0.8 l/min의 유량감소 및 6.5~9.4%의 유량감소비율을 보이고 있으며, 모든 수전에서 온수를 동시에 사용할 경우 모든 수전 동시사용시 1.3~1.6 l/min의 유량감소 및 145.0~18.6%의 유량감소비율을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

5) 종합적 분석

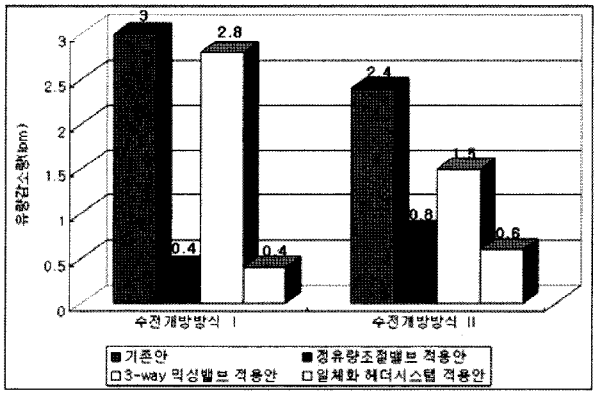
급수공급압력별로 급탕방식별 냉수 및 온수의 개방방식에 따라 수전 동시사용시 대안별 유량감소량을 비교분석하였으며, <그림 8>은 수전 2개 및 3개를 동시사용 했을 때 대안별 유량감소비율을 기준으로 각 대안별 유량감소량을 나타낸 것이다.

개별급탕방식에서 대안별 수전개방방식 I(모든 수전에서 냉수만 사용)에 대해 유량감소량을 기존안과 비교해 보면, 급수공급압력별로 3-way 믹싱밸브 적용안은 수전 2개 동시사용시 0~0.1 l/min, 수전을 3개 동시사용 했을 때 0.1~0.2 l/min의 차이를 보이고 있어 기존안과 비슷한 수준의 유량감소량을 나타내고 있다. 정유량조절밸브 및 일체화 헤더시스템 적용안의 경우 기존안과 비교시 수전을 2개 동시사용 했을 때 1.0~1.3 l/min, 수전 3개 동시개방시 2.3~2.6 l/min의 유량감소량이 낮게 나타났고, 모든 급수공급압력에서 샤워수전의 적정 토출유량인 8~12 l/min을 만족하는 것으로 나타났다.

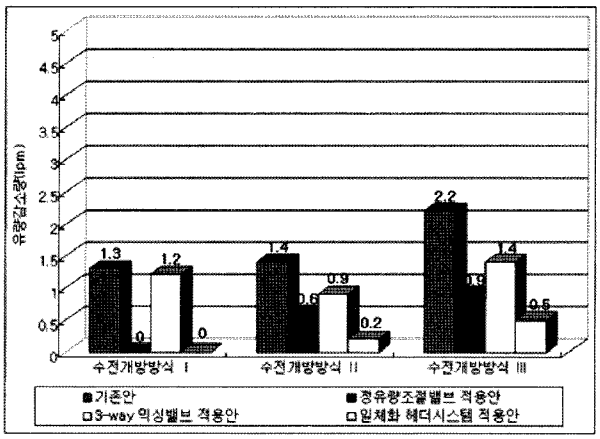
대안별 수전개방방식 II(샤워수전은 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용, 나머지 수전에서는 냉수만 사용)에 대해 수전 동시사용시 기존안과 유량감소비량을 비교해 보면, 급수공급압력별로 3-way 믹싱밸브 적용안은 수전 2개를 동시사용 했을 때 0.1~0.4 l/min, 3개 동시 사용시 0.9~1.0 l/min의 유량감소량의 차이를 나타내었다. 정유량조절밸브 및 일체화 헤더시스템 적용안의 경우 급수공급압력별로 수전 2개 동시사용시 0.7~0.8 l/min, 수전 3개



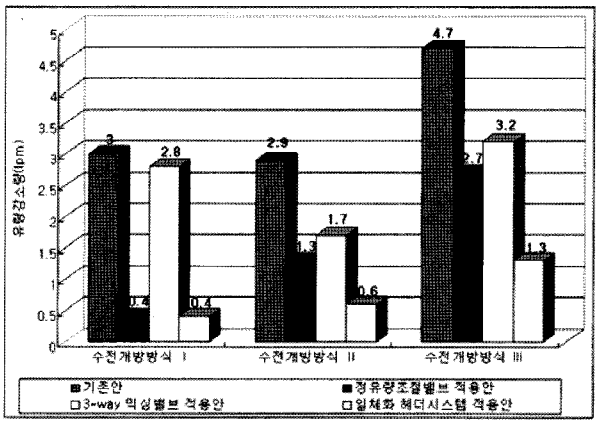
a) 개별급탕방식 대안별 유량감소량(수전 2개 동시사용)



b) 개별급탕방식 대안별 유량감소량(수전 3개 동시사용)



c) 중앙급탕방식 대안별 유량감소량(수전 2개 동시사용)



d) 중앙급탕방식 대안별 유량감소량(수전 3개 동시사용)

그림 8. 급수공급압력에 따른 수전 동시사용시 외욕실 샤워수전의 유량감소량(급수압 2.5 kg/cm², 단위: l/min)

동시사용시 1.8 l/min(정유량조절밸브 적용안의 경우 0.7~1.6 l/min의 차이를 보임)의 유량감소량 차이를 보여 모든 실험 대안과 비교시 유량감소량이 가장 낮은 것으로 분석되었다.

수전개방방식 III(모든 수전에서 냉수와 온수를 혼합하여 4℃의 온수 사용)의 경우 모든 대안에서 수전 동시사용 개수의 증가에 따라 샤워수전에서의 온수 유량의 급격한 감소로 인해 유량감소량이 높게 나타났다.

중앙급탕방식에서 대안별 수전개방방식 I(모든 수전에서 냉수만 사용)은 개별급탕방식과 동일하며, 대안별 수전개방방식 II(샤워수전은 냉수와 온수를 혼합하여 40℃의 온수 사용, 나머지 수전에서는 냉수만 사용)에 대해 수전 동시사용시 기존안과 유량감소비량을 비교해 보면, 급수공급압력별로 3-way 믹싱밸브 적용안은 수전 2개를 동시사용 했을 때 0.5 l/min, 3개 동시 사용시 1.2 l/min의 유량감소량의 차이를 나타내었다. 정유량조절밸브 및 일체화 헤더시스템 적용안의 경우 급수공급압력별로 수전 2개 동시사용시 0.6~0.8 ℓ/min 및 0.7~1.2 l/min, 수전 3개 동시사용시 1.6 l/min 및 1.8~2.3 l/min의 유량감소량 차이를 보여 모든 실험 대안과 비교시 일체화 헤더시스템 적용안이 유량감소량이 가장 낮은 것으로 분석되었다.

수전개방방식 III(모든 수전에서 냉수와 온수를 혼합하여 40℃의 온수 사용)의 경우 개별급탕방식과 달리 일체화 헤더시스템 적용안이 기존안에 비해 수전 2개 동시사용시 1.4~1.7 l/min, 3개 동시사용시 2.7~3.1 l/min 정도 유량감소량이 적은 것으로 나타나 기능성 부속기기 적용시 효과가 큰 것으로 나타났다.

일체화 헤더시스템을 적용했을 때 수전 1개 사용시 개별급탕방식에서는 기존안에 비해 토출유량이 급수공급압력별로 1.3~1.4 l/min, 중앙급탕방식은 3.4~4.5 /min 정도 낮게 나타났는데, 이는 정유량조절밸브의 경우 각 수전별 설정 유량으로 유량이 토출되기 때문이며, 3-way 믹싱밸브에서 적정 온수 온도(본 실험에서는 40℃로 설정)를 유지하기 위해 냉수와 온수를 적정 비율로 조절하는 과정에서 발생하는 저항 등으로 인해 유량감소가 나타난 것으로 판단된다.

2. 수전 동시사용에 따른 대안별 온도변화 분석

1) 기존안 온도변화 분석

<표 7>은 급수공급압력별로 급탕방식별 수전 동시사용에 따른 기존안의 샤워수전 온도변화를 나타낸 것으로, 개별급탕방식의 경우 수전개방방식 II(샤워수전은 냉수와 온수를 혼합하여 40℃의 온수 사용, 나머지 수전에서는 냉수만 사용)의 경우 수전 2개 동시사용시 1.50~1.70℃ 정도 온도가 상승하였고, 수전 3개 모두 동시사용시 약 3.21~4.71℃ 정도 급탕 온도가 상승함을 알 수 있었으며, 수전개방방식 III(모든 수전에서 냉수와 온수를 혼합하여 40℃의 온수 사용)에서는 수전 2개 동시사용부터 급탕 온도가 8.72~10.1℃ 정도 저하되었으며, 3개 동시사용시 급탕온도가 23.16~24.54℃까지 낮아져 급탕 사용이 불가능하게 됨을 알 수 있었다.

표 7. 급수공급압력별 수전 동시사용시 외욕실 샤워수전의 온도변화 (기존안, 단위: ℃)

구분			동시사용1	동시사용2	동시사용3	ΔT_1*	ΔT_2*
별개별	II	2.0kg/cm²	39.9	41.6	43.1	+1.7	+3.2
		2.5kg/cm²	40.0	41.5	44.7	+1.5	+4.7
	III	2.0kg/cm²	39.9	31.2	24.5	-8.7	-15.4
		2.5kg/cm²	40.0	30.0	23.1	-10.1	-16.9
중앙	II	2.0kg/cm²	40.0	41.5	43.8	+1.5	+3.8
		2.5kg/cm²	40.1	41.9	44.4	+1.9	+4.3
	III	2.0kg/cm²	39.8	39.2	36.7	-0.6	-3.1
		2.5kg/cm²	40.0	39.4	36.9	-0.6	-3.1

* : 동시사용1과 동시사용2의 온도차
** : 동시사용1과 동시사용3의 온도차

중앙급탕방식의 수전 동시사용에 따른 급탕온도 변화를 살펴보면 수전개방방식 II(샤워수전은 냉수와 온수를 혼합하여 40℃의 온수 사용, 나머지 수전에서는 냉수만 사용)의 경우 수전 2개 동시사용시 1.50~1.90℃ 정도 온도가 상승하였고, 수전 3개 모두 동시사용시 약 3.80~4.30℃ 정도 급탕 온도가 상승함을 알 수 있었으며, 수전개방방식 III(모든 수전에서 냉수와 온수를 혼합하여 40℃의 온수 사용)에서는 수전 2개 동시사용시 급탕 온도가 0.6℃ 정도 저하되었으며, 3개 동시사용시 급탕온도가 3.1℃ 전도 낮아지는 것으로 분석되었다.

2) 정유량조절밸브 온도변화 분석

<표 8>은 급수공급압력별로 급탕방식별 수전 동시사용에 따른 정유량조절밸브 적용안의 샤워수전 온도변화를 나타낸 것으로, 개별급탕방식의 경우 수전개방방식 II(샤워수전은 냉수와 온수를 혼합하여 40℃의 온수 사용, 나머지 수전에서는 냉수만 사용)를 살펴보면, 수전 3개 모두 동시사용시 급수공급압력별로 0.8~1.0℃ 정도 상승하여 어느 정도 초기 급탕온도를 일정하게 유지시켜 주는 것으로 나타났다. 그러나 수전개방방식 III(모든 수전에서 냉수와 온수를 혼합하여 40℃의 온수 사용)에서는 수전 3개를 모두 동시사용 했을 때 급탕온도가 29.0~30.6℃ 까지 저하됨을 알 수 있었다.

표 8. 급수공급압력별 수전 동시사용시 외욕실 샤워수전의 온도변화 (정유량조절밸브 적용안, 단위: ℃)

구분			동시사용1	동시사용2	동시사용3	ΔT_1*	ΔT_2*
개별	II	2.0kg/cm²	40.0	40.6	41.0	+0.6	+1.0
		2.5kg/cm²	40.1	40.5	40.9	+0.4	+0.8
	III	2.0kg/cm²	40.1	33.1	29.0	-7.0	-11.1
		2.5kg/cm²	40.0	33.8	30.6	-6.2	-9.4
중앙	II	2.0kg/cm²	39.9	40.2	40.9	+0.3	+1.1
		2.5kg/cm²	40.0	40.3	41.3	+0.3	+1.3
	III	2.0kg/cm²	39.8	39.0	38.0	-0.8	-1.8
		2.5kg/cm²	40.1	39.5	38.3	-0.6	-1.8

* : 동시사용1과 동시사용2의 온도차
** : 동시사용1과 동시사용3의 온도차

중앙급탕방식의 경우 수전개방방식 II(샤워수전은 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용, 나머지 수전에서는 냉수만 사용)를 살펴보면, 수전 3개 모두 동시사용시 급수공급압력별로 1.1~1.3°C 정도 상승하였고, 수전개방방식 III(모든 수전에서 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용)에서는 개별급탕방식과는 달리 수전 3개를 모두 동시사용 했을 때 급탕온도가 1.8°C까지 낮아졌으나 급탕온도를 어느 정도 일정하게 유지시켜주는 것으로 나타났다.

3) 3-way 믹싱밸브 온도변화 분석

<표 9>는 급수공급압력별로 급탕방식별 수전 동시사용에 따른 3-way 믹싱밸브 적용안의 샤워수전 온도변화를 나타낸 것으로, 개별급탕방식의 경우 수전개방방식 II(샤워수전은 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용, 나머지 수전에서는 냉수만 사용)를 살펴보면, 수전 3개 모두 동시사용시 급수공급압력별로 1.0°C 정도 상승하여 어느 정도 초기 급탕온도를 일정하게 유지시켜 주는 것으로 나타났다. 수전개방방식 III(모든 수전에서 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용)에서는 수전 3개를 모두 동시사용 했을 때 급탕온도가 30.6~31.9°C까지 저하됨을 알 수 있었다.

중앙급탕방식의 경우 수전개방방식 II(샤워수전은 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용, 나머지 수전에서는 냉수만 사용)를 살펴보면, 수전 3개 모두 동시사용시 급수공급압력별로 0.8~1.0°C 정도 상승하여 어느 정도 초기 급탕온도를 일정하게 유지시켜 주는 것으로 나타났다. 수전개방방식 III(모든 수전에서 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용)에서는 수전 3개를 모두 동시사용 했을 때 급탕온도가 1.8°C 정도 저하되는 것으로 나타났다.

표 9. 급수공급압력별 수전 동시사용시 외욕실 샤워수전의 온도변화 (3-way 믹싱밸브 적용안, 단위: °C)

구분			동시사용1	동시사용2	동시사용3	ΔT_1*	ΔT_2*
개별	II	2.0kg/cm²	40.0	40.6	41.0	+0.60	+1.0
		2.5kg/cm²	40.0	40.8	41.0	+0.80	+1.0
	III	2.0kg/cm²	40.1	32.6	30.6	-7.51	-9.5
		2.5kg/cm²	40.0	33.5	31.9	-6.51	-8.1
중앙	II	2.0kg/cm²	39.8	40.1	40.8	+0.30	+1.0
		2.5kg/cm²	40.1	40.7	40.9	+0.60	+0.8
	III	2.0kg/cm²	40.0	39.5	38.2	-0.40	-1.8
		2.5kg/cm²	40.1	39.5	38.3	-0.60	-1.8

* : 동시사용1과 동시사용2의 온도차
** : 동시사용1과 동시사용3의 온도차

4) 일체형 헤더시스템 온도변화 분석

<표 10>은 급수공급압력별로 급탕방식별 수전 동시사용에 따른 정유량조절밸브 및 3-way 믹싱밸브 일체화 헤더시스템 적용안의 샤워수전 온도변화를 나타낸 것으로, 개별급탕방식의 경우 수전개방방식 II(샤워수전은 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용, 나머지 수전에서는 냉수만 사용)를 살펴보면, 수전 3개 모두 동시사용시 급수공급압력별로 0.1~0.2°C 정도 상승하는 것으로 나타나 초기 급탕온도를 일정하게 유지시켜 주는 것을 알 수 있었으며, 수전개방방식 III(모든 수전에서 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용)에서는 수전 3개를 모두 동시사용 했을 때 급탕온도가 33.6~34.4°C까지 저하됨을 알 수 있었다.

중앙급탕방식의 경우 수전개방방식 II(샤워수전은 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용, 나머지 수전에서는 냉수만 사용)를 살펴보면, 수전 3개 모두 동시사용시 급수공급압력별로 0.3~0.4°C 정도 상승하였고, 수전개방방식 III(모든 수전에서 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용)에서도 수전 3개를 모두 동시사용 했을 때에도 급탕온도를 일정하게 유지시켜주는 것으로 나타났다.

표 10. 급수공급압력별 수전 동시사용시 외욕실 샤워수전의 온도변화(일체화헤더시스템 적용안, 단위: °C)

구분			동시사용1	동시사용2	동시사용3	ΔT_1*	ΔT_2*
개별	II	2.0kg/cm²	39.9	39.9	39.9	0.0	0.0
		2.5kg/cm²	40.0	40.1	40.2	+0.1	+0.2
	III	2.0kg/cm²	40.1	36.1	33.6	-4.0	-6.5
		2.5kg/cm²	40.0	36.6	34.4	-3.4	-5.6
중앙	II	2.0kg/cm²	40.1	40.5	40.5	+0.4	+0.4
		2.5kg/cm²	40.1	40.4	40.4	+0.3	+0.3
	III	2.0kg/cm²	40.1	40.0	40.0	-0.1	-0.10
		2.5kg/cm²	40.0	40.0	40.0	0.0	0.00

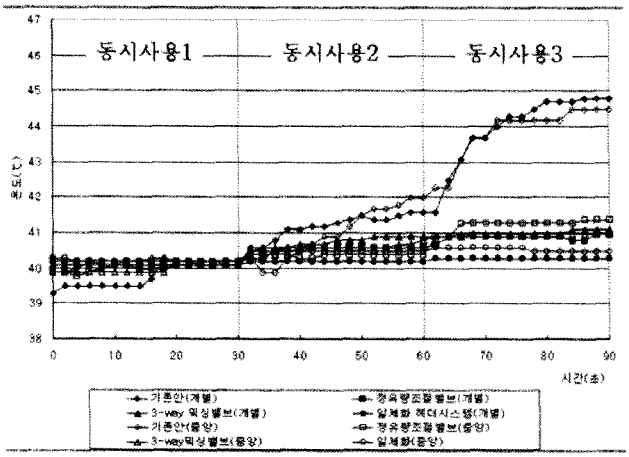
* : 동시사용1과 동시사용2의 온도차
** : 동시사용1과 동시사용3의 온도차

5) 종합적 분석

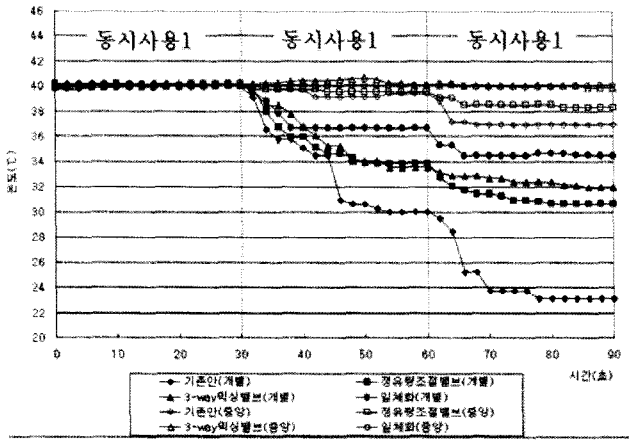
대안별 수전개방방식 II(샤워수전은 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용, 나머지 수전에서는 냉수만 사용)에 대해 수전 동시사용시 샤워수전의 급탕온도 변화를 살펴보면, <그림 9> a)에서처럼 정유량조절밸브 및 3-way 믹싱밸브 적용안의 경우 모든 급수공급압력에서 수전 3개 모두 동시사용시 개별급탕방식은 0.8~1.0°C, 중앙급탕방식은 0.8~1.3°C 정도 급탕온도가 상승하였으나 초기 급탕온도를 어느 정도 일정하게 유지되는 것을 알 수 있었으며, 일체화 헤더시스템의 경우 3-way 믹싱밸브의 추가로 냉수와 온수의 혼합비를 일정하게 유지시킴으로써 초기 급탕온도 40°C를 보다 안정적으로 유지시켜주는 것을 알 수 있었다.

기존안의 경우, 모든 수전을 동시사용 했을 때 샤워수전에서 급수공급압력별로 개별급탕방식은 약 2.4~2.5 l/min, 중앙급탕방식은 약 2.6~2.9 l/min 정도의 냉수 유량 감소로 인해 냉수와 온수의 유량 밸런싱이 맞지 않아 급탕온도가 급격히 상승한 것으로 분석된다.

대안별 수전개방방식 III(모든 수전에서 냉수와 온수를 혼합하여 40°C의 온수 사용)에 대해 수전 동시사용시 샤워수전 급탕온도 변화를 살펴보면, <그림 9> b)에서처럼 중앙급탕방식은 기능성 부속기기를 적용한 일체화 헤더시스템의 경우 수전 3개 동시사용시에도 급탕온도를 약 38°C



a) 수전개방방식 II의 대안별 급탕온도변화



b) 수전개방방식 III의 대안별 급탕온도변화

그림 9. 수전개방방식에 따른 대안별 온도변화(급수압 2.5 kg/cm²)

이상으로 유지시켜 주는 것으로 분석되었다. 반면 개별급탕방식에서 기존안의 경우 수전 2개 동시사용부터 급탕온도가 급격히 저하하였으며, 정유량조절밸브, 3-way 믹싱밸브 및 일체화헤더시스템 적용안의 경우 수전 3개 모두 동시사용시 기존안에 비해 급탕온도를 어느 정도 유지시켜 주지만, 샤워시 적정 급탕온도를 상당히 하회하는 것으로 분석되었다.

3. 급탕방식별 기능성 부속기기 적용 방안

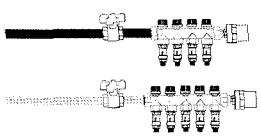
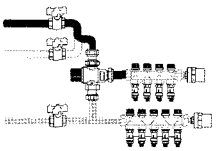
주거건물에서 급탕방식의 경우 개별난방, 중앙난방 및 지역난방방식 등의 난방방식에 따라 결정되는 경우가 많으며, 개별난방방식의 경우 난방 및 급탕 겸용 보일러를 적용한 개별급탕방식이 적용하는 경우가 많으며, 중앙 및 지역난방의 경우 중앙급탕방식을 적용하고 있다.

일반적으로 개별급탕방식의 경우 난방·급탕겸용가스보일러(순간식급탕: 20,000 kcal/h, 105.6 m²를 기준)를 사용하며, 급탕시 온수능력이 시수와 급탕 적정온도와의 차가 25℃일 경우 약 13.3 l/min, 40℃일 경우 약 8.3 l/min로 수전 두 군데 이상에서 급탕을 사용할 경우 급탕 유량의 급격한 감소로 인해 급수와 급탕의 밸런싱이 되지 않아 급탕 동시 사용시 급탕온도 저하 등의 문제점이 있는 것으로 분석되었다. 따라서 급수 및 급탕의 밸런싱을 위한 정유량조절밸브의 적용이 필요할 것으로 판단되며, 3-way 믹싱밸브를 적용하기 위해서는 설정온도의 물을 안정적으로 공급하기 위해서는 최소한 5 l/min 이상의 유량이 확보되어야 하지만, 급탕 동시사용시 급탕 유량이 급격히 감소되는 문제점이 있으므로 이에 대한 대책이 필요할 것으로 판단된다.

중앙급탕방식의 경우 개별급탕방식과 달리 급탕주관을 통해 급탕이 각 세대로 공급되므로 급탕 동시사용시에도 어느 정도 충분한 급탕이 가능하지만, 급수와 급탕의 밸런싱이 맞지 않아 급탕 온도의 변화 및 화상의 위험이 있으므로, 정유량조절밸브 및 3-way 믹싱밸브의 적용이 필요할 것으로 판단된다.

<표 11>은 급탕방식별 특징 및 헤더시스템의 적용 방안을 나타내고 있다.

표 11. 급탕방식별 헤더시스템 적용 방안

구분	개별급탕방식	중앙급탕방식
특징	· 급탕 사용이 자유로움 · 세대별 보일러가 필요 · 개별적 유지관리 · 충분한 급탕이 힘듬	· 충분한 급탕이 가능 · 세대별 보일러 불필요 · 급탕 시간이 제한됨 · 급탕에 의한 화상 위험
적용부속기기	· 급수급탕헤더 · 수격방지기 · 정유량조절밸브	· 급수급탕헤더 · 수격방지기 · 정유량조절밸브 · 3-way 믹싱밸브
적용모델안		

IV. 결 론

본 연구에서는 주거건물 급탕방식별로 정유량조절밸브 및 3-way 믹싱밸브와 같은 기능성 복합밸브를 적용한 급수·급탕 헤더시스템을 1 : 1 스케일로 배관을 구성하여 수전 동시사용에 따른 유량과 급탕 온도 변화를 기존안과 비교분석을 통한 성능 평가를 실시하고 개선안의 적용 방안을 검토하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 급수공급압력별 수전 동시사용에 따른 대안별 샤워수전의 유량변화 분석 결과, 수전개방방식 I~II에서 개별 및 중앙급탕방식 모두 일체화 헤더시스템 적용안이 기존안에 비해 유량감소비율을 현저히 감소시킬 수있는 것으로 분석되었다. 그러나 개별급탕방식에서 수전개방방식 III의 경우는 수전 동시사용 개수 증가에 따라 샤워수전에서의 온수 유량의 급격한 감소로 인해 유량감소비율이 높게 나타나 기능성 밸브의 적용 효과가 작은 것으로 분석되었다.

(2) 급수공급압력별 수전 동시사용에 따른 샤워수전의 급탕온도 변화 분석 결과, 수전개방방식 II에서 개별 및 중앙급탕방식 모두 일체화 헤더시스템 적용안이 모든 급수공급압력에서 급탕온도가 일정하게 유지되는 것으로 분석되었다. 그러나 개별급방방식의 경우 수전개방방식 III에서는 일반적인 난방·급탕겸용가스보일러의 온수능력이 낮아 모든 수전을 동시사용 했을 때 샤워수전의 급탕온도가 급격히 저하되는 것으로 분석되었다.

(3) 개별급탕방식의 경우 수전 두 군데 이상에서 급탕을 사용할 경우 급탕 유량의 급격한 감소로 인해 급수와 급탕의 밸런싱이 되지 않아 급탕 동시 사용시 급탕온도 저하 등의 문제점이 있는 것으로 분석되었다. 따라서 급수 및 급탕의 밸런싱을 위한 정유량조절밸브의 적용이 필요할 것으로 판단되며, 중앙급탕방식의 경우 급수와 급탕의 밸런싱이 맞지 않아 급탕 온도의 변화 및 화상의 위험이 있으므로, 정유량조절밸브 및 3-way 믹싱밸브의 적용이 필요할 것으로 판단된다.

향후 추가 측정 및 시뮬레이션을 통해 급탕방식별 일체화 헤더시스템의 성능 개선 방안 및 현장 적용 가능성에 대한 연구를 진행할 계획이다.

참 고 문 헌

1. 석호태 외(2006), 부속기기 적용에 따른 고층 주거건물 급수·급탕 헤더시스템의 성능개선 방안에 관한 관망해석 연구, 대한건축학회논문집, 계획계, 22(9).
2. 차민철 외(2005), 고층 주거건물의 급수·급탕 배관방식별 성능 평가에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 25(1).
3. ASHRAE (1996), Basic Water System Design, ASHRAE Hand-book.

(接受: 2007. 12. 12)