

아파트에서의 적정 급수·급탕량 산정법

Estimating of reasonable amount of cold and hot water supplied in an apartment house

김 석 중
S. J. Kim
한신공영(주) 설비부



- 1972년생
- 건축설비를 전공하였으며 전반적인 건축설비분야에 관심을 가지고 있다.

김 성 남
S. N. Kim
한성기압시스템(주) 기술영업팀



- 1965년생
- 건축설비를 전공하였으며, 급수·급탕 분야에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

최근 들어, 생활수준의 향상과 인구의 증가로 인하여 서울 주변에는 위성도시가 건설되고 이러한 위성도시의 완성으로 공동주거(아파트)의 관심은 날로 높아져 가며, 생활양식의 변화로 인하여 건축물에서 생활용수의 사용량이 급격히 증가하고 있다.

이에, 아파트에서의 적정 급수량 및 급탕량을 결정하는 것은 보다 체계적이고 실질적인 급수·급탕량 예측이 필요하며, 이러한 적정 급수·급탕량 산정은 건설비의 감소와 아울러 유지관리면에서도 상당히 유리한 결과를 가져온다. 그러나, 급수·급탕설비 설계업무에 적용하고 있는 자료는 대부분 외국의 기준을 그대로 사용하거나 현장 경험에 의해 산출된 수치를 수십년 동안 그대로 사용하고 있어 급수·급탕량이 과다 또는 과소하게 적

용됨으로써 장치용량 산정시 문제가 되고 있는 실정이다. 그러므로 현재 일률적으로 적용하고 있는 급수·급탕량은 지역적 특수성과 아파트규모 및 물 사용형태에 따라 차이가 발생되므로 실제 급수·급탕사용량 조사와 사용실태를 파악함으로써 향후 급수·급탕설비업무에 활용할 수 있는 적정 급수량과 급탕량의 제시가 요구된다.

이에 본고에서는 기 발표된 연구¹⁾의 형식을 바탕으로 하여 분당과 일산 등의 신도시 지역의 아파트를 대상으로 일일급수·급탕사용량을 조사하여 평형별 전용면적, 거주인원 및 각세대에 설치된 위생기구 수 조사를 바탕으로 적정급수·급탕량을 산정하고, 이를 기초로 아파트의 고가수조 및 펌프 등의 적정설계자료로 제시하고자 한다. 또한 분당지역의 경우는 기존 연구¹⁾와도 비교함으로써 보다 보편화된 결과를 얻고자 한다.

2. 실제 사용수량의 실태

2.1 조사범위와 조사방법

조사대상을 선정함에 있어서는 최근 급증하고 있는 신도시 아파트를 대상으로 하였다. 급수방식이 고가수조 방식이고 급탕공급방식이 중앙공급식인, 분당지역의 아파트 41개동 3,028세대와 일산지역의 아파트 2개동 288세대를 선정하여 여러 평형별로 세대별 거주인원과 급수·급탕 사용량을 조사하였다.

그러나, 분당지역의 경우 한 단지안에 평형별로 12가지의 유형이 있었으나(23, 32, 33, 37, 38, 48, 49, 50, 51, 66, 67, 69) 평균치를 다뤄야 하는 작업의 특수성때문에 1개동에 여러가지 평형을 가지고 있는 34개의 동을 모두 삭제하고 한가지 평형만을 가지고 있는 7개동 420세대만을 선정하여 분류, 신뢰도를 높였다.

일산지역의 경우는 한 단지안에 한가지 평수만을 가지고 있어 분석하는데 용이하였고, 17평형 2개동 288세대를 조사하였다. 일산지역의 경우 1가지 평형만을 조사하였지만 세대별 급수량 데이터까지 확보할 수 있었다.

분당지역에서 조사된 자료는 'P'로, 일산지역에서 조사된 자료는 '일산'으로 표시하기로 한다. 급수·급탕량 조사에 있어서는 1995년 1월부터 1995년 12월까지의 1년간의 자료를 대상으로 조사하였다. 각 세대당 실제 거주인원의 조사는 1995년 9월 21일, 22일 양일간에 걸쳐 당시의 실제 거주하고 있는 인원을 대상으로 하였다. 정확도를 기하기 위하여 관청이나 사무소에 등재되어 있는 인원보다는 실제 거주하고 있는 인원을 조사

표 1 거주인원에 대한 조사

평형	조사된 세대수	선정된 세대수	전용면적 (m ²)	평균 거주인원 (인)	전용면적당 평균 거주인원 (인/m ²)
17	288	288	42.975	3.309	0.077
38	372	120	101.835	3.717	0.0365
50	300	240	134.910	4.121	0.0355
67	120	60	186.099	4.133	0.0222

하였다.

표 1의 거주인원에 대한 조사 자료를 가지고 그림 1에 전용면적당 평균 거주인원수로 나타내었다. 타 연구 보고¹⁾에서 분당 지역의 자료들을 발췌하여 이번 조사대상 중 분당 지역의 자료들과 비교하였다. 일점쇄선으로 표시된 것은 타 연구의 데이터이며, 본 연구조사자료는 실선으로 표시하였다. 그림 1에서 일점쇄선으로 표시된 것들을 보면 실제 세대당 거주인원이 전용면적이 증가함에 따라 증가하는 기울기가 본 연구의 자료들과 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 이것은 각 자료들이 다른 구역에서 조사되었거나, 세대당 거주인원이 평수에 그리 큰 영향을 받지 않는 경향으로 향하고 있다고 볼 수 있겠다. 분당은 실제 거주지역에 따라 생활수준과 소득수준의 차이를 보이고 있다.

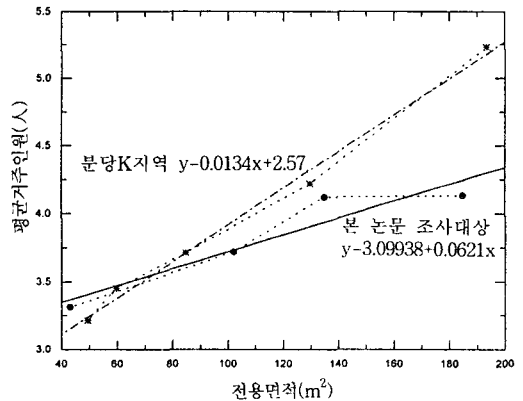


그림 1 전용면적당 평균 거주인원수

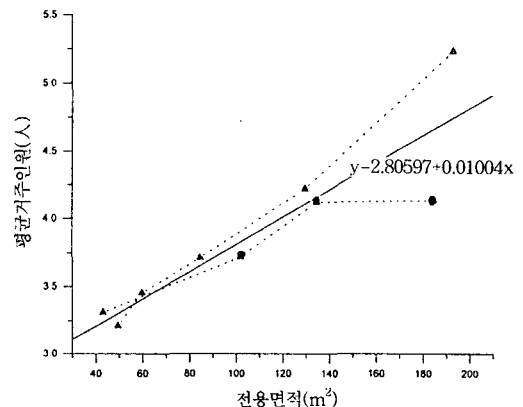


그림 2 분당지역의 전용면적당 평균거주인원수

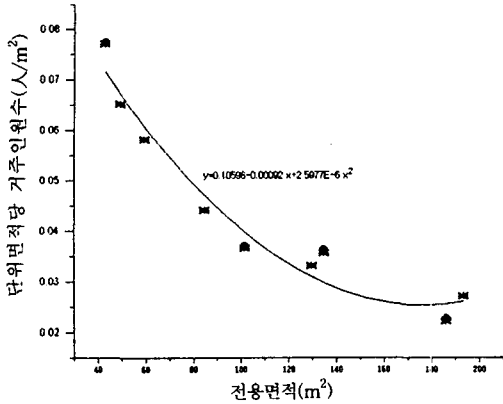


그림 3 전용면적별 단위 전용면적당 평균거주인수

위에 나타난 그림 1의 실험식에 전용면적만 추가하면 간단히 평균거주인원수를 산출해낼 수 있다. 그림 2는 그림 1의 두 개의 데이터를 조합한 것을 그림 1의 방식과 같은 방법으로 나타낸 것이다.

그림 2에서 평균거주인수는 전용면적과 일정한 관계에 있다. 이것을 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{평균거주인수(거주자수)} \\ = 0.01004 \times (\text{전용면적}) + 2.80597 \quad (1) \end{aligned}$$

그림 3은 단위 전용면적당 평균 거주 인원수를 나타낸 것이다. 따라서, 단위 전용면적당 거주자 수는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{단위 전용면적당 거주자 수} \\ = 0.10598 - 0.00092 \times (\text{전용면적}) \\ + 2.5977E - 6 \times (\text{전용면적})^2 \quad (2) \end{aligned}$$

단위 전용면적당 거주자 수(인/m²)은 전용면적이 증가함에 따라서 전용면적의 2차 함수로 감소하고 있다. 위에 나타난 그림 3에서의 실험식은 단위 유효면적당 거주 인원수²⁾(0.16 인/m²) 보다 더 정확한 수치를 예측해 낼 수 있다. 실제로 전용면적이 큰 아파트일수록 예상 급수·급탕량이 본 연구자료보다 과대하게 설계되어지고 있다. 후에 보다 넓은 지역의 폭넓고 다양한 자료를 추가하여 더욱 신빙성있는 계수를 구한다면 보다 일반화 할 수 있을 것으로 사료된다.

2.2 분석

본 절에서 사용한 급수량은 냉수 사용량을 나타내고, 급탕량은 온수 사용량을 의미한다. 아래의 표 2는 실제 각 평형별 일일평균 급수량을 나

표 2 각 평형별 일일 평균 급수량(l)

	일산-17	분당p-38	분당p-50	분당p-67
1월	448.496	497.50	651.25	771.67
2월	440.162	524.72	665.00	850.00
3월	482.408	505.28	633.19	764.44
4월	442.824	622.50	675.97	676.67
5월	582.639	605.83	735.42	788.89
6월	591.4352	595.00	794.03	861.67
7월	651.620	713.61	854.31	901.67
8월	627.894	827.50	961.67	1090.00
9월	595.023	741.11	897.22	1207.22
10월	560.301	653.89	792.92	1061.11
11월	552.894	678.89	765.42	863.89
12월	521.181	521.39	677.50	842.22
평균	541.406	623.94	758.66	890.00
세대수	288	120	240	60

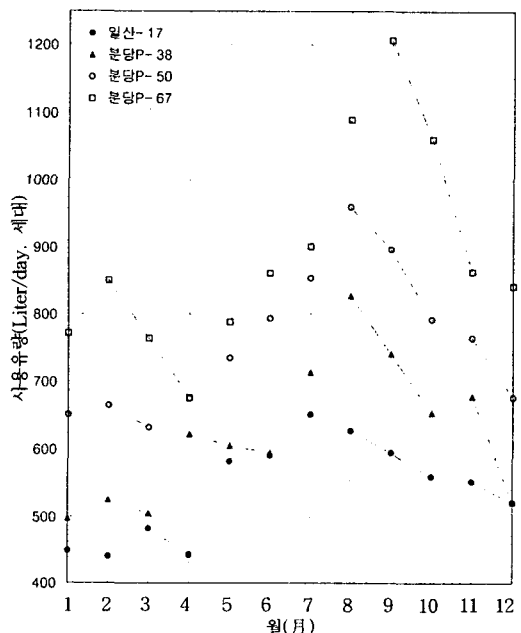


그림 4 지역별 1일 1세대 급수 사용량

타낸다. 대체로 평형이 커질수록 급수의 사용량이 증가하고 있는 것을 표 2에서 보여주고 있다. 아파트의 평형이나 전용면적이 커질수록 급수량이 증가하고 있는 것은 소득수준의 차이로 소비경향이 다르고, 생활수준이 다른 것을 반영한다. 또한, 각 세대의 평수가 증가함에 따라 평균거주인원도 증가하고 있으므로 인원이 많고 생활수준이 높은 쪽이 소비량도 많은 것으로 나타났다. 급수는 비교적 낮은 온도인 상태로 공급되므로 여름철에 사용량이 많게 되는데 대체로 8월과 9월이 소비량의 Peak를 이루게 된다. 그리고, 1월과 3월에 대비해 2월이 사용량이 약간 증가하는 양상을 보이는데, 이것은 우리 민족의 대명절인 '설'에 기인한 것이 아닌가 한다.

아래 표 3은 실제 각 평형별 일일평균 급탕 사용량을 나타낸다. 아래 표에서 보듯이 실제 평형이 커질수록 급탕사용량이 증가하고 있음을 알 수 있다. 급탕은 급수보다 더 많은 사용요금이 부과 되기 때문에 급수보다는 소폭의 변동을 보이고 있다. 또한, 급탕은 급수보다 대체로 높은 온도로 공급되기 때문에 동절기인 12월, 1월, 2월, 3월 에 가장 많은 사용량을 보이고 있다. 여기서 특이한 점은 여름에의 급탕 사용량이라 할 수 있겠는데

표 3 각 평형별 일일 평균 급탕량 (ℓ)

	일산-17	분당p-38	분당p-50	분당p-67
1월	171.875	275.00	291.39	304.44
2월	183.449	298.33	317.78	341.67
3월	195.255	279.44	280.83	302.22
4월	166.435	287.78	271.53	257.78
5월	151.504	254.72	201.67	263.33
6월	150.347	194.44	173.19	232.78
7월	122.917	166.94	150.69	183.33
8월	116.319	142.22	123.33	165.00
9월	123.958	156.11	152.22	215.00
10월	172.107	179.72	174.03	233.89
11월	155.787	223.33	213.89	222.22
12월	204.051	229.44	251.39	279.44
평균	159.50	223.96	216.83	250.09
세대수	288	120	240	60

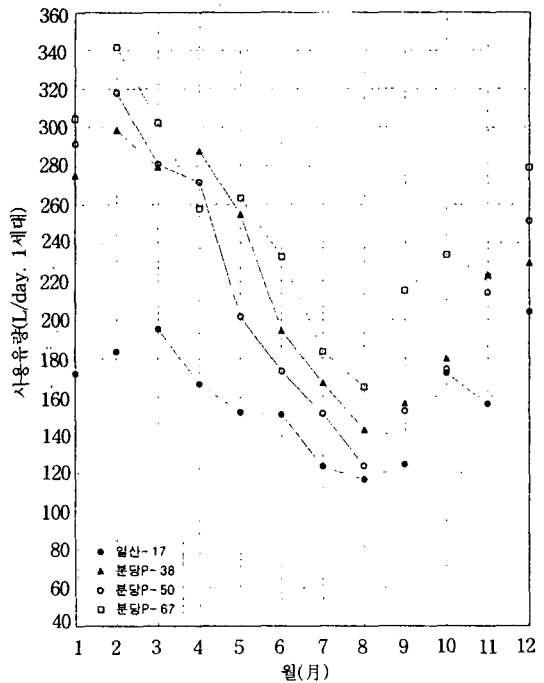


그림 5 지역별 1일 1세대 급탕 사용량

평형에 관계없이 어느 일정량 정도로 수렴되어지는 양상을 보이고 있다는 것이다. 이것은 도시생활속에서 거의 모든 주택에 샤워시설이 구비되어지면서 여름에도 항상 일정량 이상의 급탕량은 항상 사용되어진다고 사료된다. 중앙공급식이라는 것도 여름에의 급탕 사용량의 유지를 돕고 있다고 볼 수 있다.

3. 비교분석

본 장에서는 조사 대상 아파트의 실제 사용수량의 조사치(일산, 분당 P로 표시함)와 이전에 발표한 타 연구의 연구자료(서울 K, 분당 K으로 표시함)를 함께 비교 분석하여 보다 정형화된 결론을 유추하고자 한다.

3.1 종래 방식으로 계산한 예상급수량과 실제 사용된 사용수량 비교

인원수에 의한 방법과 기구수에 의한 방법 및 설계사무소에서 현재 사용하고있는 약식 방법에 의하여 계산한 급수·급탕량과 조사된 실제 사용 급수·급탕량에 관하여 비교하고자 한다.

1) 급수량의 비교

(1) 인원수에 의한 급수량 산정 방법

아파트의 인원수에 의한 급수량 산정을 위하여 연면적과 유효면적의 비를 48%로 하고²⁾, 유효 면적당 인원수를 0.16 인/m², 1일1인당 급수량을 200 ℓ로 한다. 1일 1세대당 예상급수량은 식 (3), 식 (4)를 사용하여 조사 대상 급수량을 구할 수 있다.

$$Q_d = N \times q_d \quad (3)$$

$$N = A \times K \times a \quad (4)$$

여기서,

A : 건물의 연면적 (m²)

K : 건물 연면적에 대한 건물 유효면적에 대한 비율 (%)

a : 유효면적당 인원 (인원/m²)

N : 인원수

Q_d : 1일당 급수량 (ℓ/d)

q_d : 1인당 사용수량 (ℓ/d·인)

그리고 각 평형별 인원수에 의한 산정방식에 따른 1일 1세대당 예상 급수량은 다음과 같다.

17평형 : 17×3.3058×0.16×0.48×200=863 ℓ/d

38평형 : 38×3.3058×0.16×0.48×200=1,930 ℓ/d

50평형 : 50×3.3058×0.16×0.48×200= 2,539 ℓ/d

67평형 : 67×3.3058×0.16×0.48×200=3,402 ℓ/d

(2) 기구수에 의한 급수량 산정 방법

기구수에 의한 급수량 산정 방식은 단위 세대 당 위생기구의 수와 표 4³⁾에 나타난 위생기구별 1일사용유량을 사용하여 산정하는 방식으로 경기도 일산 및 분당의 조사대상 아파트의 각 평형별 위생기구 설치사항을 살펴보면, 표 5와 같이 나타낼 수 있다.

표 4 각종 건물의 위생기구 1개당 1일 사용수량 (ℓ)

위생기구	건물별							기구수											
	사무실	학 교	병 원	아파트	공 장	회 관 은 행	영화관	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
대변기(세정밸브)	900	600	750	200	750	600	750	100	50	50	40	30	27	23	19	17	15	12	10
대변기(세정탱크)	1200	800	1000	240	1000	800	1000	100	100	70	55	48	45	42	40	39	38	35	33
소변기(세정밸브)	400	240	480	150	420	320	480												
소변기(세정탱크)	400	240	480	150	420	320	480												
세 면 기	960	900	400	200	-	640	3200												
배 수 전	1200	7200	600	550	-	960	-												
욕 조	-	-	-	760	-	-	-												
기구종류																			
대변기(세정밸브)	100	50	50	40	30	27	23	19	17	15	12	10							
일 반 기 구	100	100	70	55	48	45	42	40	39	38	35	33							

표 5 각 평형별 위생기구(급수)

지역	종류	평 형	세면기	세탁기	욕 조	부엌싱크	대변기	다용도실 수전
일 산	17	1	1	1	1	1	1	1
	38	2	1	2	1	2	1	
	50	2	1	2	1	2	1	
	67	2	1	2	1	2	1	

표 5에서 알 수 있듯이 일산의 17평형 아파트는 세면기, 욕조, 대변기가 각각 1개씩 설치되어 있으며, 분당 지역의 아파트는 각각 2개씩 설치되어 있다. 위와 같이 설치된 기구수로 부터 기구수에 의한 1세대당 1일 예상급수량을 위의 표 4와 식 (5)을 사용하여 산정하면,

$$Q_d = P \times \Sigma \times q' \times f \quad (5)$$

여기서,

- Q_d : 1일 급수 사용량 (ℓ/d)
- P : 위생기구 동시 사용률 (%)
- q' : 위생기구별 1개당 1일 급수량 (ℓ/d · 갯수)
- f : 위생기구수

아래와 같은 급수량을 산출할 수 있다. 먼저 일산지역의 17평형 아파트에 대해서 살펴보면, 기구수는 세면기 1개, 세탁기 1개, 욕조 1개, 부엌싱크 1개, 대변기 1개, 다용도실 수전1개 등이며, 계산식은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

- 세 면 기 : $200 \ell/d \times 1 = 200 \ell/d$
- 세 탁 기 : $270 \ell/d \times 1 = 270 \ell/d$
- 욕 조 : $760 \ell/d \times 1 = 760 \ell/d$
- 부엌싱크 : $550 \ell/d \times 1 = 550 \ell/d$
- 대 변 기 : $240 \ell/d \times 1 = 240 \ell/d$
- 다용도실 수전 : $270 \ell/d \times 1 = 270 \ell/d$
- 합 계 : $2,290 \ell/d$

여기서, 동시사용률 55%를 고려하면 1일 1세대당 예상 급수량은 $2,290 \ell/d \times 0.55 = 1,260 \ell/d$ 따라서 기구수에 의한 급수량 산정 방법으로 구한 일산지역 17평형 아파트의 1일 1세대당 예상급수량은 $1,260 \ell/d$ 이다.

다음으로 분당지역의 3개평형(38평형, 50평형, 67평형) 아파트에 대해서 살펴보면, 기구수는 세면기 2개, 세탁기 1개, 욕조 2개, 부엌싱크 1개, 대변기 2개, 다용도실 수전1개 등이며, 계산식은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{세 면 기} : 200 \ell/d \times 2 = 400 \ell/d$$

- 세 탁 기 : $270 \ell/d \times 1 = 270 \ell/d$
- 욕 조 : $760 \ell/d \times 2 = 1,520 \ell/d$
- 부엌싱크 : $550 \ell/d \times 1 = 550 \ell/d$
- 대 변 기 : $240 \ell/d \times 2 = 480 \ell/d$
- 다용도실 수전 : $270 \ell/d \times 1 = 270 \ell/d$
- 합 계 : $3,490 \ell/d$

여기서, 동시사용률 48%를 고려하면 1일 1세대당 예상 급수량은

$$3,490 \ell/d \times 0.48 = 1,675 \ell/d \cdot \text{세대}$$

따라서 기구수에 의한 급수량 산정 방법으로 구한 분당지역의 7개평형의 아파트에 대한 1일 1세대당 예상급수량은 $1,675 \ell/d \cdot \text{세대}$ 이다.

(3) 설계 사무소에서 사용하는 급수량 산정 방법¹⁾

설계 사무소에서 사용하는 급수량 산정방법은 사용인원수에 기초한 약식방법이며 대부분 같은 틀을 가지고 있다. 여의도에 있는 A설계 사무소와 강남에 있는 S설계 사무소의 경우를 비교하여 보면 다음과 같다.

① 여의도 A설계 사무소

- 1일 1인당 급수량 : $200 \ell/\text{일} \cdot \text{인}$
- 1일 급수 사용시간 : 10 시간
- 1세대당 주거인원 : 5인

으로 산정을 하며 1세대당 1일 $1,000 \ell$ 의 급수량을 사용수량으로 설계하고 있다.

② 강남의 S설계 사무소의 경우

- 1일 1인당 급수량 : $250 \ell/\text{일} \cdot \text{인}$
- 1일 급수 사용시간 : 10 시간
- 1세대당 주거인원 : 4인
- 1세대당 매시간당 급수량 : $120 \ell/h \times 1.5(\text{peak 시})$

위의 두 설계 사무소의 경우에서처럼 대부분 비슷한 조건을 사용하고 있으나, 1일 1인당 급수량은 조금 다르게 사용하고 있다. 그리고 위의 두 설계사무소 및 그 밖의 설계사무소등에서도 주거공간의 크기에 관계없이 일률적으로 급수량을 산정하고 있다.

위의 설계사무소에서의 급수량 산정을 참고하

표 6 각 평형별 1세대당 일일 예상 급수량 및 실제 사용수량 (ℓ/d·세대)

종류 지역	평 형	전용면적 (m ²)	인원수에 의한 방법	기구수에 의한 방법	설계사무소의 약산법	실제 사용수량
서울K	18	52.3	913	1,260	1,000	626.3
	34	83.7	1,726	1,260	1,000	798.6
일 산	17	43.0	863	1,260	1,000	541.4
분당K	18	49.4	913	1,260	1,000	686.7
	21	59.6	1,066	1,260	1,000	771.7
	33	84.6	1,675	1,675	1,000	982.2
	47	129.7	2,387	1,675	1,000	1,112.0
	70	193.4	3,554	1,675	1,000	1,126.5
분당P	38	101.8	1,930	1,675	1,000	623.9
	50	134.9	2,539	1,675	1,000	758.7
	67	184.8	3,504	1,675	1,000	890.0

표 7 건물 용도별 급탕량(급탕온도 60℃)

구 분 건물의 종류	1일1인당 급탕량 q _{dl}	1일사용량에 대한 1시간에 대한 최대치비율 q _{hl}	1일 사용에 대한 저탕비율 v	1일 사용에 대한 가열능력의 비율 γ
주택, 호텔, 아파트	75~150	1 / 7	1 / 5	1 / 7
사 무 실	7.5~11.5	1 / 5	1 / 5	1 / 6
공 장	20	1 / 3	2 / 5	1 / 8
레스토랑	3~10	-	1 / 10	1 / 10

여 약산한다. 1인 1일당 200 ℓ, 급수사용시간 10 시간, 1세대당의 평균거주인원수 5인 등의 조건으로 하여 계산하면 1일 1세대당 1000 ℓ의 급수량을 사용하는 것으로 산정치가 나온다.

(4) 각 평형별 1세대당 1일 예상급수량과 실제 사용수량(ℓ/d·세대)

종래의 방식으로 구한 예상급수량과 실제 사용량을 표 6과 같이 나타내었다.

종래의 급수량 산정방법에 의한 예상급수량과 실제사용수량을 비교 하였다.

인원수에 의한 방법은 전 평형에 걸쳐서 실제 사용수량에 비해서 과다하게 급수량이 산정 되어 있는데 이 점은 거주면적이 늘어난다고 해서 실제 거주인원이 정비례로 늘어나지 않기 때문이다. 특히 주목할 점은 같은 지역 내에서도 물을 소비하는 패턴이 다르다는 것이다. 전용면적 60 m²이상

의 경우에 분당 K 경우보다도 분당 P의 경우에 더욱 과대하게 선정되어지는 것을 알 수 있다.

기구 수에 의한 방법도 역시 실제사용수량에 비해서 과대 선정 되어지는데 평형이 작을수록 그 오차가 크게 나오는 것을 알 수 있다. 이 점은 위 생기구의 1회 사용수량과 1일 사용횟수의 대한 자료가 실제와는 동떨어져 있는 것이기 때문이다.

설계사무소의 약산법은 위의 방식들에 비해서 는 상당히 그 오차를 줄이고 있지만, 분당 K 47 평형 이상의 평형에서는 오히려 과소 선정 되어지는 점을 보이고 있다. 물을 사용하는 거주인에 상관없이 각 세대별로 균일한 값으로 산정하는 것이 이와 같은 오차를 발생하게 하였다.

2) 급탕량의 비교

(1) 인원수에 의한 급탕량 산정 방법

아파트의 인원수에 의한 급탕량 산정 방법은

앞서 급수량산정에서 나타낸 것과 같이 연면적과 유효면적의비를 48%로 하고, 유효면적당 인원수는 0.16 인/m²으로 하고, 표 7에서 나타낸 것과 같이 1인 1일당 급탕량을 110 l/d · 인으로 하면 조사대상 아파트의 각 평형별 1일 1세대당 급탕량은 다음과 같이 산출된다.

- 17평형 : 17×3.3058×0.16×0.48×110 = 475 l/d
- 38평형 : 38×3.3058×0.16×0.48×110 = 1,061 l/d
- 50평형 : 50×3.3058×0.16×0.48×110 = 1,396 l/d
- 67평형 : 67×3.3058×0.16×0.48×110 = 1,871 l/d

(2) 기구수에 의한 급탕량 산정 방법

각각의 평형별 위생기구수는 표 8과 같이 나타낸다.

표 8 각 평형별 위생기구(급탕)

종류 지역	평 형	세면기	욕 조	부엌싱크
일 산	17	1	1	1
분당 P	38	2	2	1
	50	2	2	1
	67	2	2	1

$$Q_h = Q_{rh} \times P \quad (6)$$

여기서,

- Q_h : 1시간당 최대 급탕량 (l/h)
- Q_{rh} : 각 기구의 1시간당 급탕량 누계
- P : 건축용도별 동시 사용률

일산의 17평형에는 세면기, 욕조, 부엌싱크 등이 각각 1개씩 있으며, 먼저 식 (6)과 표 9를 적용하여서 아래와 같이 기구수에 의한 급탕량 산정을 나타낼 수 있다.

- 세 면 기 : 7.5 × 1 × 10 × 1 = 75
- 욕 조 : 100 × 2 × 10 × 1 = 2,000
- 부엌싱크 : 10 × 4 × 10 × 1 = 400
- 합 계 : 2,475 l/d · 세대

여기에 표 9에 나온 동시사용률 30%를 고려하면 2,475 l/d · 세대 × 0.3 = 742.5 l/d · 세대

표 9 기구의 소요 급탕량과 동시 사용률(급탕 온도 60℃)

기구	구분	1회당 급탕량 (l/회)	1시간당 사용회수 (회/h)	1시간당 급탕량 (l/h)
개인 세면기		7.5	1	7.5
일반 세면기		5	2~8	10~40
양식 욕조		100	1~3	100~300
샤 워		50	1~6	50~300
부엌 싱크		15	3~5	45~75
배선 싱크		10	2~4	20~40
세탁 싱크		15	4~6	60~90
청소 싱크		15	3~5	45~75
건축용도별 동시사용률	병원 · 호텔	주택 · 아파트 · 사무소		공장 · 학교
	25%	30%		40%

으로 산정되어진다.

여기서 표 10 건축용도별 기구의 소요 급탕량과 식 (7)을 적용하여서 급탕량을 산정하여 보면,

$$Q_h = Q_{jh} \times P \quad (7)$$

- Q_h : 1시간당의 최대 급탕량 (l/h)
- Q_{jh} : 건축용도별 기구 1시간당 급탕량 누계 (l/h)
- P : 건축용도별 동시 사용률

아파트의 경우 세면기 1개당 7.5 l/h, 욕조 1개당 75 l/h, 부엌싱크 38 l/h으로 하고 1일 사용할 시간을 10시간으로 하여 급탕량을 아래와 같이 산정한다.

- 세 면 기 : 7.5 × 1 × 10 = 75
- 욕 조 : 75 × 1 × 10 = 750
- 부엌싱크 : 38 × 1 × 10 = 380
- 합 계 : 1,205 l/d · 세대

여기에 동시사용률 30%를 고려해주면,

$$1,205 \text{ l/d} \cdot \text{세대} \times 0.3 = 375 \text{ l/d} \cdot \text{세대}$$

따라서, 표 9를 사용한 경우 급탕량은 742.5 l

표 10 기구의 소요 급탕량과 동시 사용율(급탕온도 60℃)

용도 기구	아파트	클럽	체육관	병원	호텔	공장	사무소	개인주택	학교
세면기(개인)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
세면기(공중)	15	22	30	22	30	45	22	-	57
양식욕조	75	75	100	75	75	-	-	75	-
식기세척기	57	190~ 570	-	150~ 570	190~ 750	75~ 375	-	57	75~ 375
부엌 싱크	38	75	-	75	110	75	75	38	75
세탁 싱크	75	106	-	106	106	-	-	75	-
배선 싱크	19	38	-	38	38	-	38	19	38
샤 워	110	570	850	280	280	850	110	110	850
청소 싱크	75	75	-	75	110	75	57	57	75
동시사용율	0.30	0.30	0.40	0.25	0.25	0.40	0.30	0.30	0.40
저탕용량계수	1.25	0.90	1.00	0.60	0.80	1.00	2.00	0.70	1.00

/d·세대 이며, 표 10을 사용한 경우의 급탕량은 375 l/d·세대 산정되어진다.

분당지역의 3개평형(38평, 50평, 67평)에 대한 위생기구수는 위 표 8를 이용하며, 위와 같은 방법으로 급탕량을 산정한다. 먼저 표 9를 이용한 방법으로 산정하면, 아래와 같이 산정되어진다.

세 면 기 : $7.5 \times 1 \times 10 \times 2 = 150$
 욕 조 : $100 \times 2 \times 10 \times 2 = 4,000$
 부엌싱크 : $10 \times 4 \times 10 \times 1 = 400$
 합 계 : 4,550 l/d·세대

여기에 표 9에 나온 동시사용률 30%를 고려하면 4,550 l/d·세대 \times 0.3 = 1,365 l/d·세대

다음으로 표 10을 사용한 급탕량 산정은 다음과 같다.

세 면 기 : $7.5 \times 2 \times 10 = 150$
 욕 조 : $75 \times 2 \times 10 = 1,500$
 부엌싱크 : $38 \times 1 \times 10 = 380$
 합 계 : 2,030 l/d·세대

여기에 동시사용율 30%를 고려해주면, 2,030 l/d·세대 \times 0.3 = 609 l/d·세대

표 9와 표 10을 사용한 기구수에 의한 급탕량 산정치를 아래의 표에 다시 나타내었다. 실제 사용치와 비교시에는 보다 근접한 값이 나오는 표

10을 사용하여서 구한 수치들로 비교하고자 한다.

<기구수에 의한 방식 비교>

종류 지역	표 9에 의한 급탕량산정치 (l/d·세대)	표 10에 의한 급탕량 산정치 (l/d·세대)
일 산	742.5	375
분당 P	1,365	609

(3) 각 평형별 1세대당 1일 예상급탕량과 실제 사용수량(l/d·세대)

종래의 방식으로 구한 예상급탕량과 실제 사용 급탕량을 표 11과 같이 나타내었다.

표 11에서 알수 있듯이 인원수에 의한 방법이 다른 산정 방법에 비해서 실제 사용 급탕량과 가장 큰 차이를 보여주었고 있다. 이는 연면적당의 인원수, 1인 1일 급탕사용량 등의 값에 오차가 있음을 반증하는 것이다. 또한 기구수에 의한 방법에서는 실제 사용인원수가 고려 되어지지 않았기 때문에 실제 사용수량과는 동떨어진 산정치가 나오게 되었다. 그리고 급수량 산정에서 제시되었던 설계사무소 약산법에 대한 항목은 본 연구 대상지가 지역난방을 실시한 지역으로 그 자료를 구할 수 없어 제시하지 못했다.

표 11 각 평형별 1세대당 일일 예상 급탕량 및 실제 사용수량 (ℓ/d · 세대)

종류 지역	평 형	전용면적 (m ²)	인원수에 의한 방법	기구수에 의한 방법	실제 사용수량
서울 K	18	52.3	502	375	141.7
	34	83.7	949.5	375	189.9
일 산	17	43.0	475	375	159.5
분당 K	18	49.4	502	375	149.2
	21	59.6	586.5	375	154.3
	33	84.6	922	609	190
	47	129.7	1,312.6	609	260
	70	193.4	1,954.9	609	295
분당 P	38	101.8	1,061	609	223.9
	50	134.9	1,396	609	216.8
	67	184.8	1,871	609	250.1

표 12 각 평형별 1인당 1일 급수사용량 (ℓ/d · 인)

종류 지역	평 형	전용면적 (m ²)	평균거주인원 (인)	세대수	세대별 급수사용량 (ℓ/d · 세대)	1인당 1일 급수량 (ℓ/d · 인)
서울 K	18	52.3	3.59	180	626.3	174.5
	34	83.7	3.98	200	798.6	200.7
일 산	17	43.0	3.31	288	541.4	163.6
분당 K	18	49.4	3.21	62	686.7	213.9
	21	59.6	3.45	60	771.7	223.7
	33	84.6	3.71	114	989.2	266.6
	47	129.7	4.22	60	1,112.0	263.5
	70	193.4	5.23	60	1,126.5	215.4
분당 P	38	101.8	3.72	120	623.9	167.9
	50	134.9	4.12	240	758.7	184.1
	67	184.8	4.13	60	890.0	215.3

이와 같이, 급수 급탕 모두 산정치들이 실제의 사용량과는 큰차이를 보이고 있으므로 실거주인원수, 전용면적, 실제 사용한 수량 등의 자료를 통하여 아파트에서의 적정 급수급탕량 산정을 위한 방안을 제시하고자 한다.

3.2 전용면적별 1인당 1일 사용수량에 대한 비교 분석 및 고찰

(1) 급수량의 비교

1) 전용면적별 1인 1일 급수사용량

앞 절에서 언급한 표 11의 실제 사용수량부분을 각 평형별 1인당 1일 급수사용량의 표로 작성하면 아래의 표 12와 같이 나타낼 수 있다.

위의 표 12의 서울 K지역, 분당지역(분당 P)과 일산지역에 대해 1인당 1일 급수량 부분과 전용면적과의 관계를 나타낸 것이 다음의 그림 6이다. 다음의 그림 6의 점선부분은 비교적 작은 전용면적인 일산지역과 서울 K지역 18평, 분당 K지역

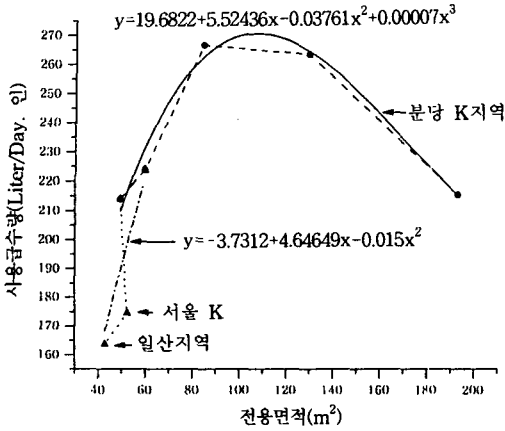


그림 6 전용면적에 따른 1인 급수 사용량

의 18평·21평 데이터에 적합하도록 전용면적에 따른 1인 1일 급수사용량을 전용면적의 2차함수로 나타낸 것이며, 그림의 상단부의 실선쪽의 그래프는 비교대상인 분당 K지역의 전용면적에 따른 1인 1일 급수사용량을 전용면적의 3차함수로 나타낸 것이다.

2) 비교 분석

먼저, 그림 6에서 분당 P지역의 데이터는 제외하고 비교하고 있는데, 그 이유는 분당의 P지역의 데이터와 분당 K지역의 데이터간의 상당히 다른 경향의 양상을 보이고 있기 때문이다. 같은 분당이라는 지역이지만, 지역간의 주민 생활수준차이와 아파트의 준공 연도 상의 차이 등의 여러 가지 요인의 영향을 받는 것으로 사료된다. 결과치만을 가지고 보면 분당 K지역이 분당 P지역의 경우보다도 물을 많이 사용하는 것으로 나타난다. 따라서, 보다 더 보편화된 결과치를 얻기 위해서 여러 지역의 비슷한 평수대의 데이터(서울 K(18평), 일산(17평), 분당 K지역(18평, 21평))를 가지고 비교·분석하고자 한다.

위의 그림 6에서 볼 수 있듯이 분당 K지역의 그래프와 비교대상(서울 K(18평), 일산(17평), 분당 K지역(18평, 21평))의 그래프는 비교적 비슷한 양상을 보여주고 있다. 비교대상(서울 K(18평), 일산(17평), 분당 K지역(18평, 21평))의 그래프의 식을 쓰면 다음과 같다.

$$y = -3.7312 + 4.64649x - 0.015x^2 \quad (8)$$

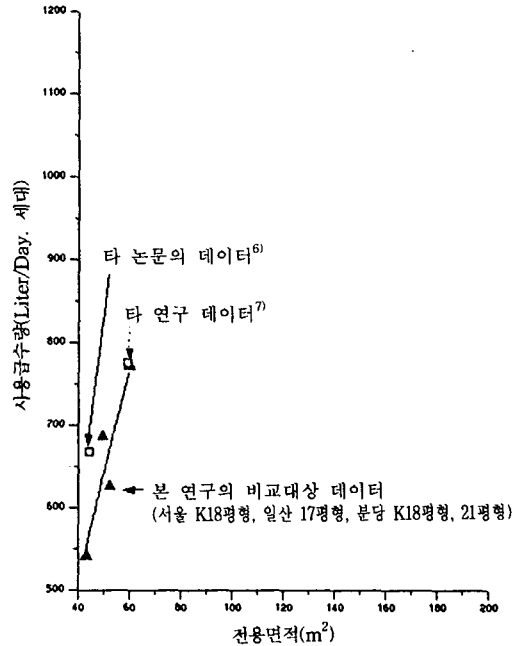


그림 7 1일 1세대당 실제 사용량과 타 연구 등과의 비교

위의 식 (8)과 식 (2)를 사용해서 식 (9)와 같은 실제 사용수량과 유사한 1일 1세대 필요 급수량을 산출할 수 있다.

$$\begin{aligned} & \text{1일 1세대 필요 급수량 } l / \text{1일} \cdot \text{1세대} \\ &= \text{전용면적 } m^2 / \text{세대} \times \text{단위 전용면적당 거주인원수 인} / m^2 \times \text{1일 1인 물사용량 } l / \text{1인} \cdot \text{1일} \end{aligned} \quad (9)$$

그림 7은 본 연구에서의 비교대상 데이터, 타 논문 데이터⁶⁾, 1990년~1992년 사이의 서울의 아파트 평형별 1세대당 일일 평균 급수사용량 조사 결과 데이터⁵⁾를 앞의 식 (8)과 비교하기 위한 그림이다.

(2) 급탕량의 비교

1) 전용면적별 1인 1일 급탕사용량

앞 절에서 언급한 표 2의 실제 사용수량부분을 각 평형별 1인당 1일 급탕사용량의 표로 작성하면 아래의 표 13과 같이 된다.

표 13의 분당지역(분당 K지역과 분당 P지역)에 대해 1인당 1일 급수량 부분과 전용면적과의

표 13 각 평형별 1인당 1일 급탕사용량(ℓ/d·인)

종류 지역	평 형	전용면적 (m ²)	평균거주인원 (인)	세대수	세대별 급탕사용량 (ℓ/d·세대)	1인당 1일 급탕량 (ℓ/d·인)
서울 K	18	52.3	3.59	180	141.7	39.5
	34	83.7	3.98	200	189.9	47.7
일 산	17	43.0	3.31	288	159.5	48.2
분당 K	18	49.4	3.21	62	149.2	46.5
	21	59.6	3.45	60	154.3	44.7
	33	84.6	3.71	114	190.0	51.2
	47	129.7	4.22	60	260.0	61.6
	70	193.4	5.23	60	295.0	56.4
분당 P	38	101.8	3.72	120	223.9	60.2
	50	134.9	4.12	240	216.8	52.6
	67	184.8	4.13	60	250.1	60.6

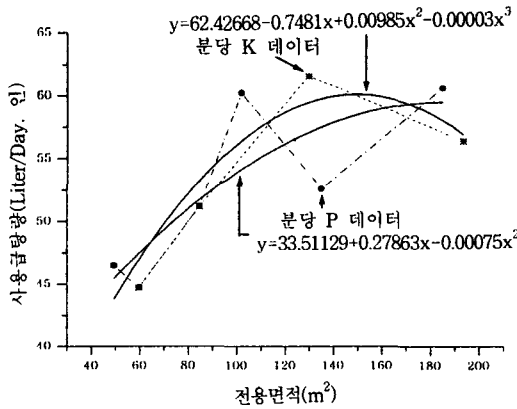


그림 8 전용면적에 따른 1인 1일 급탕 사용량

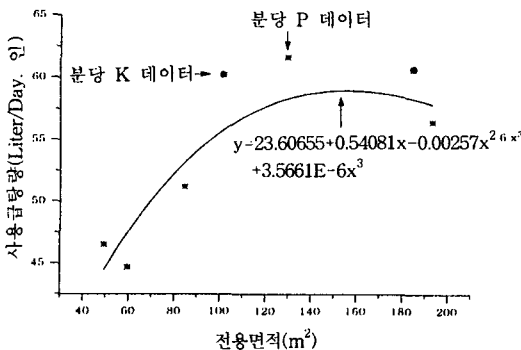


그림 9 분당지역의 전용면적에 따른 1인 1일 급탕 사용량

관계를 나타낸 것이 다음의 그림 8이다. 본 연구를 위해서 조사한 분당P지역의 자료에는 전용면적 100m²이하의 자료가 없으므로 전용면적 10m²이하의 부분에서는 위의 표 13에서 분당 K의 자료를 참고로 하여서 데이터에 적합하게 그래프를 그려 보면,

$$y=33.51129+0.27863x-0.00075x^2 \quad (10)$$

의 2차함수의 꼴로 나타낼수 있다.

여기서, 같은 지역이라는 점을 고려 하여서 분당 K지역과 분당 P지역의 자료를 같이 사용하여 전용면적에 따른 급탕사용량을 그래프로 나타낸 것이 아래의 그림 9와 같으며, 데이터에 적합하게 그린 그림에서 식 (11)과 같은 실험식을 구할 수 있다.

$$y=23.60655+0.54081x-0.00257x^2+3.5661E-6x^3 \quad (11)$$

2) 비교 분석

급수에서와 같이 1일 1세대의 급탕 사용량을 예측하기 위해서 식 (1)과 앞서 나온 '단위 전용면적당 거주자수'를 나타내는 식 (2)를 사용해서 식 (12)와 같은 실제 사용수량과 유사한 1일 1세

표 14 고가수조의 용량비교

동수 \ 종류	층 수	세대수	고가수조 갯수	V _D (ton)	V _A (ton)	V _D /V _A (%)
분당P-38-08	15	60	2	9	5.18	174
분당P-38-20	15	60	2	9	4.99	180
분당P-50-05	30	60	1	18	12.36	146
분당P-50-19	30	60	1	18	11.56	156
분당P-50-30	30	60	1	18	10.76	167
분당P-50-33	30	60	1	18	12.14	148
분당P-67-14	30	60	1	18	13.68	132

* (주) V_D : 설계된 고가수조의 용량 (ton)
 V_A : 실제 사용수량에 근거한 용량 (ton)
 V_D/V_A : 필요 고가수조 용량에 대한 설계고가수조 용량비 (%)

대 필요 급탕량을 산출할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & \text{1일 1세대 필요 급수량 (ℓ/1일·1세대)} \\
 & = \text{전용면적 (m}^2\text{)} \times \text{단위 전용면적당 거주인} \\
 & \quad \text{원수 (인)} \times \text{1일 1인 물사용량 (ℓ/1인·} \\
 & \quad \text{1일)} \tag{12}
 \end{aligned}$$

3.3 고가수조의 경제적 설계 여부 판단

본 논문에서는 조사대상 지역 아파트의 양수 펌프와 열원기기의 용량의 정확한 파악이 이루어지지 않았으므로 단지 고가수조의 적정 설계여부만을 판단하기로 한다. 여기서 설계된 고가수조의 용량은 급수전용의 경우 세대당 0.2 ton, 급수·급탕 병용 고가수조의 경우는 0.3 ton을 기준으로 하여 산정된 것이며, 실제 사용수량에 근거한 고가수조의 용량은 식 (13)을 이용하여 구하였다. 이 때, 1일 사용시간은 10시간으로 하며, 안전율은 2.0을 사용한다. 그 결과치를 표 14에 나타내 고 있다.

$$V = \frac{Q_d(\ell/day)}{T(hour/day)} \times (1.5 \sim 2.0) \tag{13}$$

여기서, V : 고가수조의 용량 (ℓ)
 Q_d : 1일 사용급수량 (ℓ/day)
 T : 1일 사용시간 (hour/day)
 (1.5~2.0) : 안전율

표 14에 의하면 최저 32%에서 최고 80%까지 과대 설계되어지는 것을 알 수 있다. 따라서, 식 (9)·식 (12)와 같은 실제사용 수량과 유사한 급수·급탕 예측식을 사용한 급수·급탕량의 예측이 적정 고가수조의 선정의 설계단계에서 경제적인 면을 도모할 수 있을 것으로 생각한다.

4. 맺음말

아파트에 있어서 적정한 급수·급탕량의 예측을 통한 고가수조, 펌프, 열원기기 등의 경제적인 선정을 도모하는 것을 목적으로, 일산 17평형 2개동 288세대와 분당 3개평형(38평형, 50평형, 67평형) 7개동 420세대의 실제 급수·급탕사용량, 세대별 실제 거주인원 등을 조사하였다. 더불어 조사된 data와 인원수, 기구수에 의한 산정 방법, 설계사무소의 약산법등과 비교하여 적정 급수·급탕사용량 예측이 가능한 식을 제시하고자 하였다. 그러나, 본 조사에서 대상 지역이 국한된 점, 급수·급탕 사용기간면에서는 1년이라는 극히 짧은 기간을 대상으로 하였으며, 많은 세대수 및 보다 다양한 평형별로 조사되어지지 못한 점 등 아직 더 많은 부분에서 수정 보완되어야 한다고 사료되어진다.

참 고 문 헌

1. 김성남, 1996. 10, “공동주거(아파트)에서의 적정 급수 급탕량산정에 관한 연구”, 경원대학교대학원 석사논문.
2. 박우근 편저, 1986, “건축급배수설비설계”, p. 104, 도서출판 세진사.
3. 정광섭외 2인, 1997, “건축급배수설비”, p. 86 ~87, 기문당
4. 황용연, 1985. 12, “사무소 건축 및 공동주택(아파트) 건물에서의 사용수량에 관한 연구”, 한양대학원 석사논문
5. 김홍수의 1인, 1994. 10, “아파트의 적정 급수급탕량 실태조사”, 공기조화 냉동공학회.