

고등학교 건축물의 장비용량 산출용 급수량 추정

박 룰[†], 이 학 수, 이 성

동의대학교 건축설비공학과

A Presumption of Water Supply Amount for Calculation of Equipment Capacity in High School Building

Yool Park[†], Hak-Soo Lee, Sung Lee

Department of Building System, Donggeui University, Busan 614-714, Korea

(Received February 13, 2006; revision received August 22, 2006)

ABSTRACT: The water supply system has been designing by decision process such as calculation of water supply amount, capacity of water tanks and pumps, pipe size. Especially, when we estimate excessively water supply amount, the initial cost and running cost will increase according to enlargement of the water tank and pump capacity, and water quality of ground water tank can become worse. Therefore, calculation of water supply amount is basically most important factor. In order to calculate exactly water supply amount, applying domestic real situation, we should set up basic data as well as study calculation methods. This research would consider calculation methods of water supply amount for school building through examine domestic and foreign basic data of water supply amount and characteristics of domestic school, and estimate daily water supply in high school.

Key words: High school(고등학교), Water supply amount(급수량), Number of pupil(학생수), Number of class(학급수), Water consumption(사용수량)

기 호 설 명

A : 건물 연면적 [m^2]
 A_c : 학급당 면적 [m^2/cia]
 K : 건물 유효면적비 [%]
 N : 급수 대상인원 [c]
 n : 유효면적당 인원 [c/m^2]
 N_c : 학급수 [cia]
 N_h : 1시간당 기구의 사용횟수 [회/h]
 N_s : 학생수 [cs]
 N_{sc} : 학급당 학생수 [cs/cia]

q : 1인 1일 급수량 [$L/c \cdot d$]
 q_a : 학급면적당 1일 급수량 [$L/m^2 \cdot d$]
 q_c : 학급당 1일 급수량 [$L/cia \cdot d$]
 Q_d : 1일 평균 급수량 [L/d]
 Q_e : 최대 1회당 사용량 [$L/회$]
 q_s : 학생 1인당 1일 급수량 [$L/cs \cdot d$]
 T : 1일 평균 사용시간 [h]

1. 서 론

오늘날 학교 건축물은 I자형 건축물에서 H형 건물로 주로 계획이 되고 있으며, 규모가 대형화 및 첨단화됨에 따라 급수 사용량도 증가되어 가고 있다. 그러나 이러한 시대적 변화에 맞는 급수시스템이 설계되어야 함에도 불구하고, 현재 급

[†] Corresponding author

Tel.: +82-51-890-1984; fax: +82-51-890-2625

E-mail address: pyool@deu.ac.kr

수설비 설계업무에 적용되고 있는 기준 및 방법은 국내실정에 맞지 않는 외국의 자료를 그대로 사용하거나 경험치에 의한 검증되지 않은 자료 및 관행에 따라 급수량을 산출하고 있는 실정이다.

일반적으로 급수시스템은 급수의 사용처 결정, 급수량 산출, 수조 및 펌프의 용량 결정, 관경 결정이란 과정에 따라 설계되어지고 있다. 따라서 급수량 산출은 급수시스템 설계에서 가장 기본적인 면서도 중요한 요소라 할 수 있다. 특히 급수량이 과대하게 산정될 경우에는 수조 및 펌프의 용량 증가로 인해 초기투자비와 운전비가 증대되며, 지하수조의 경우 수질이 악화되는 부작용이 발생할 수 있으므로 이를 방지하기 위해서는 정확한 급수량 산출을 위한 기초자료가 정립되어야 하며, 아울러 국내실정에 맞는 급수량 산출방식에 대한 연구가 병행되어야 할 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 국내·외 학교와 관련한 급수량 기초자료 및 국내 학교의 특성에 대한 검토를 통해 국내 실정에 맞는 학교 건축물의 1일 급수량 산출방식을 고찰하고, 아울러 울산광역시 소재 고등학교에 대한 월별 사용수량의 조사분석을 통해 급수량 기초자료를 추정하고자 한다.

2. 1일 급수량 산출에 관한 이론적 고찰

2.1 급수량 산출방식

건물 내에서 사용하기 위해 공급되는 물의 양을 급수량 또는 사용수량이라 한다. 보통 기본단위로는 1인당 또는 단위면적당을 사용하며, 건물의 종류나 용도, 계절, 사용인원 및 시간 등에 따라 달라지기에 그 실태를 파악하기에는 어려운 면이 있다. 그러나 물 사용량은 평균 1인 1일당 사용수량의 최대부하를 취하여도 충분하다.⁽¹⁾

일반적으로 급수시스템 설계시 산출하는 급수량은 1일 평균 급수량(L/d)을 기본으로 하여 급수 인입관경, 급수탱크 용량 또는 고가탱크 용량 등의 산정을 위한 시간 평균 급수량(L/h)과 양수펌프의 양수량을 결정하기 위한 시간최대 급수량(L/h), 압력탱크 방식에서 급수펌프의 양수량과 펌프직송 방식의 송수량을 결정하는데 이용하는 순시최대 급수량(L/min)으로 나누어 산출하고 있다.

현재 사용하고 있는 1일 평균 급수량의 산출방법에는 식(1)과 같이 건물 내에 사용인원수를 알

수 있을 경우에 사용하는 인원수에 의한 방법, 사용자수를 정확히 알 수 없을 경우에 식(2)과 같이 건물의 연면적에서 유효면적비를 적용하여 유효면적당 인원수로 산출하는 건물 유효연면적에 의한 방법 및 식(3)과 같이 건물 내에 설치된 위생기구수로 급수량을 산출하는 위생기구수에 의한 방법이 있다.

$$Q_d = N \times q \quad (1)$$

$$Q_d = K \times A \times n \times q \quad (2)$$

$$Q_d = \sum (Q_e \times N_h) \times T \quad (3)$$

2.2 학교의 급수량 산출시 고려사항

상기에서와 같이 급수량 산출시에는 대상인원 및 사용시간이 가장 중요한 요소이다.

급수 대상인원, 즉 사용인원은 건물의 정원 혹은 거주인원이나 유효면적당 인원을 기본으로 하여 산정한다. 사용인원으로 급수량을 산정하는 경우에 초등학교에서 고등학교까지의 교직원수는 전교생의 5%에도 미치지 못하여 학생수에 포함하여도 거의 문제가 없는 것으로 생각된다. 또한 고등학교까지는 정원에 의해서 재실인원을 파악할 수 있는데, 대학에서는 강의의 편성방법으로 인해 등교 인원수가 일정하지 않다. 일반적으로 학생의 재실인원은 정원의 70~80% 정도로 하고 있다. 각종 학교에 있어서는 정원에 의해 실재인원을 파악할 수 있다.⁽²⁾ 특히 사무소, 백화점, 호텔, 병원 등과 같은 상업용 건축물은 설계단계에서 거주인원을 정확히 산출하기 곤란하지만, 학교 건축물의 경우 학급수에 따른 거주인원수를 어느 정도 산출할 수 있는 특성을 지니고 있다.

급수 사용시간은 설치되어 있는 기구의 수와 사용자의 습관에 따라 좌우된다. 학교는 휴식시간에 물사용이 집중하여 순시적인 최대 부하를 발생시킨다. 따라서 학교의 경우 시간최대 급수량과 순시최대 급수량을 더욱 크게 고려할 필요가 있으며, 기구당의 순시수량이 크고, 사용빈도가 높은 변기의 설치수로 산정하는 것이 바람직하다.⁽¹⁾ 또한 인문계 고등학교의 경우 실업계와 달리 대부분의 학교에서 자율학습이 이루어지고 있으므로 이를 고려할 필요가 있다.

3. 고등학교의 1일 급수량 산출방식 고찰 및 추정

3.1 국내 · 외 학교의 급수량 기초자료 검토

정확한 급수설비가 설계되기 위해서는 우선 급수량 산출 기초자료가 정립되어야 한다. 지금까지 학교에 대한 급수량 산출 기초자료 설정과 관련된 국내의 연구현황을 정리하면 다음과 같다.

손장열(1992년)은 주거용 · 사무소 · 학교 · 호텔 건축물에 대해 급수량 사용실태를 조사하여 각 건물별로 분석하였다. 이 중 학교의 경우 서울시에 소개하고 있는 남, 여 고등학교를 대상으로 하였으며, 1일 1인당 평균 사용량은 21 L/c·d, 면적당 월평균 사용수량은 128.5 L/m²·month로 제시하였다. 또한 사용수량이 가장 많은 7월의 경우 남학교 849 L/c·month, 여학교 936 L/c·month 인 것으로 파악하였다. 특히 실제 급수량보다 설

Table 1 Contents and results of domestic study about water supply amount of school

Researcher	Region	Using data / period	Unit	School type / sample number	Output data
Sohn, J. Y. and Lee, S. J. ⁽³⁾	Seoul	Water consumption per month / Jan. 1981 ~ Dec. 1990	Per pupil + staff	Men, women high / 21	21 L/c·d
Han, O. S. and Park, M. Y. ⁽⁴⁻⁵⁾	Kyungnam	Water consumption per month / Feb. 1995 ~ Jan. 1996	Per pupil + staff	Men high / 4 Women / 4 Coeducation / 2	12 L/m ² ·d 33.8 L/c·d
Song, D. K. and Cho, B. S. ⁽⁶⁾	Daejeon	Water consumption per month / Jan. 2000 ~ Dec. 2000	Per pupil + staff	Elementary / 25 Middle / 25 High / 25	35 L/c·d 81 L/c·d 108 L/c·d

Table 2 Daily mean of water consumption in school of Japan

Categories	Daily mean of water consumption	Standard of application
With pool water	8.31 L/m ² ·d [Standard deviation 4.2 L/m ² ·d] 40.0 L/c·d [Standard deviation 20.3 L/c·d]	Per pupil + staff
Without pool water	11.1 L/m ² ·d [Standard deviation 8.71 L/m ² ·d] 72.5 L/c·d [Standard deviation 52.7 L/c·d]	Per pupil + staff

Table 3 Calculation data of water supply amount for school in Japan

Year	School type	Daily water supply (L)	Daily using time (h)	Unit	Persons per effective area (c/m ²)	Ratio of effective area (%)
1977 ⁽¹²⁾ , 1987 ⁽¹³⁾	Elementary middle	40 ~ 50	5 ~ 6	Per pupil	0.25 ~ 0.14	58 ~ 60
	Over high	80 100	6 6	Per pupil Per teacher	0.1	-
1997 ⁽¹⁴⁾	Under high	70 ~ 100	9	Per pupil + staff	-	-
	Lecture building of college	2 ~ 4 (L/m ²)	9	Per gross area	-	-
2000 ⁽¹⁵⁾	Under elementary	45	6	Per pupil	-	-
		100 ~ 120	8	Per staff	-	-
	Over middle	55 100 ~ 120	6 8	Per pupil Per staff	-	-

Table 4 Calculation data of water supply amount for school in USA

Type	Unit	Gallons / day
Boarding	Per pupil	75~100
Day with cafeteria, gymnasiums, and showers		25
Day with cafeteria but no gymnasiums or showers	Per pupil	20
Day without cafeteria, gymnasiums, or showers		15

계 급수량이 과다함을 지적하고 있다.

한옥수(1996년)는 경남지역(마산, 창원, 진해)에 위치한 고등학교를 대상으로 화장실의 위생기구별 사용횟수를 실측·분석하여 남학교의 경우 대변기 3회, 소변기 8.4회, 세면기 14회, 소제싱크 9회, 여학교의 경우 대변기 4.2회·세면기 22회·소제싱크 20회로 제시하였다. 또한 월별 급수량을 조사하여 연면적당 월별 급수량, 인원수당 월별 급수량으로 각각 0.3, 0.85 m³/c·month을 제시하였다. 유효면적비의 경우 남학교 52~73%, 여학교 53~83%, 남녀공학 55~65%, 전체 평균 60.9%로 일본의 공기조화·위생공학회에서 제시한 58~60%보다 약간 높게 나타내었다. 유효면적당 인원수는 남학교 및 여학교의 경우 0.5 c/m², 남녀공학은 0.4 c/m²로 파악하였다.

송대규(2001년)는 대전지역을 중심으로 초·중·고등학교 건축물에 대해 각 급수량의 사용실태를 조사 분석하여 1일 1인당 사용수량을 초등학교 35 L/c·d, 중학교 81 L/c·d, 고등학교 108 L/c·d로 제시하였다.

이외에는 세면기와 음수대의 적정수 산정에 대한 연구⁽⁷⁾가 있었으며, 학교보다 공동주택을 대상으로 하여 주로 연구⁽⁸⁻¹⁰⁾가 진행되었다.

이와 같이 국내의 경우 공기조화설비, 냉·난방설비 등에 비해 급수설비의 기초자료 설정에 대한 연구가 다소 진행되었음에도 불구하고, 관련 학회나 협회 등과 같은 공신력이 있는 기관에서 연구되지 않음에 따라 현장에서는 위생설비 관련 문헌에서 제시하고 있는 Table 3과 같은 일본의 1977년 이전의 자료, 즉 초, 중학교의 경우 40~50 L/c·d, 고등학교 이상에서는 80 L/c·d, 유효면적비 58~60%를 주로 적용하고 있는 실정이다.

이에 반해 미국 및 일본의 경우 관련 학회나 협회에서 연구결과를 제시하여 자료의 신뢰성을 확보하고 있다.

일본은 공기조화·위생공학회 등에서 자료를 제시하고 있다. Table 2⁽¹¹⁾는 학교별(초·중·고등

학교) 1일 사용수량이다. Table 3은 학교별 단위 급수량으로서 연도별로 제시된 값이 다소 차이를 보이고 있다. 또한 산출방식도 기존은 유효면적비 및 유효면적당 인원수를 고려하는 반면, 현재의 경우 학생과 교직원 각각에 대해 1인당 사용수량으로 바로 산출 가능토록 하고 있다.

미국의 경우 Manas⁽¹⁶⁾는 최소 급수량이 1일 1인당 50 gallons(189.25 L) 이상이 되도록 권장하였다. ASPE와 IAPMO에서는 학교 건축물의 기초자료로 학생 1인당을 기준으로 Table 3⁽¹⁷⁾과 같이 제시하고 있으며, 또한 위생기구별 최소 설치개수⁽¹⁸⁻²⁰⁾를 나타내고 있다.

상기의 내용을 종합해 볼 때, 현재 국내의 경우 1977년 이전의 일본 자료를 주로 사용하고 있으며, 지금까지의 연구를 통해 제시된 학교 건축물의 급수량 기초자료의 경우 인원수에 의한 방법 및 유효면적에 의한 방법으로 급수량을 산출시 가장 기본인 되는 1인 1일 평균 급수량은 일본의 자료보다 작은 것으로 나타났으며, 학교 규모에 따라 차이가 있음을 알 수 있다. 또한 위생기구수에 의한 방법의 경우에도 시간당 적은 사용횟수를 보였다. 따라서 학교 규모별로 국내 실정에 맞는 기초자료의 정립이 필요할 것으로 판단된다.

3.2 국내 학교의 특징 검토

학교 건축물에서의 급수방식은 이전에는 주로 고가수조 방식이 많이 설계되어 왔으나, 최근 들어 에너지 절약차원 및 물의 오염방지를 위해 가압펌프 방식으로 점차 변해 가고 있는 실정이다. 급수량 산정시에는 건축물의 규모가 정해져 있고, 초기계획단계에서부터 학급수가 결정됨에 따라 학생수가 파악되기에 인원수에 의한 산정방법이 많이 이용되고 있으나, 설계자에 따라서는 인원수, 유효면적, 위생기구수에 의한 방법으로 산출된 급수량의 평균치를 반영하고 있는 실정이

다. 이는 실무자들이 현재의 기초자료를 신뢰하지 못한 것에 원인이 있으며, 또한 3가지 방식으로 산출한 급수량이 차이를 보이기 때문인 것으로 판단된다.

일반적으로 초, 중, 고등학교의 경우 교사를 신축시에는 초기계획단계에서부터 해당 교육청에서 신축예정 지역의 학생수를 파악하여 교육부 지침(교육여건 개선 계획, 2001. 7. 20)에 따라 학급당 인원수를 35인 이하로 하여 일반교실의 학급수를 결정하고 있으며, 교직원만이 사용하는 건물이 거의 없는 실정이다. 또한 대학에 비해 초, 중, 고등학교의 경우 학급당 면적이 표준화(7.5m × 9m = 67.5m²)되어 있으며, 교육인적자원부의 통계자료에 의하면 Fig. 1에서와 같이 학생 대비 교직원의 평균 비율은 초등학교 3.6%, 중학교 4.3%, 고등학교 5.5%, 전문대학 3.3%, 종합대학 5.2%로 매우 낮기 때문에 물의 주 사용자는 학생이라 할 수 있다. 그러나 대학의 경우 대학본부와 같이 교직원만으로 구성될 수 있는 건물이 있을 수 있기에 학생당 기초자료 이외에 교직원당의 자료가 부가적으로 필요하며, 강의실 외에 실험실 등과 같은 부대실의 사용빈도가 높은 특성이 있다.

따라서 초, 중, 고등학교의 경우 급수량 산출과 관련하여 일반 건축물에 비해 다음과 같은 특징이 있다.

- (1) 초기계획단계에서부터 학생수 및 일반교실의 학급수는 정확히 파악할 수 있다.
- (2) 학생수 및 일반교실의 학급수는 설계단계에서도 변경되지 않는다.
- (3) 학생 대비 교직원의 비율이 매우 낮기에

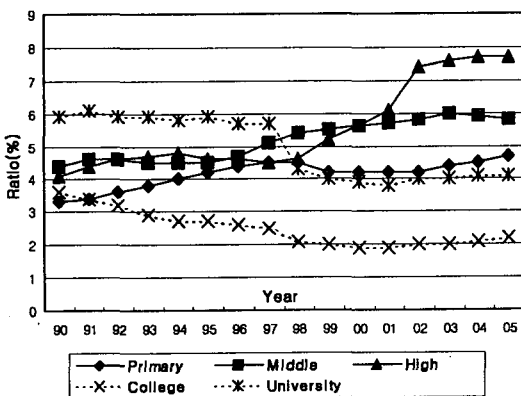


Fig. 1 Ratio of staff to pupil.

물의 주 사용자는 학생이다.

(4) 학급당 인원수가 정해져 있으며, 학급면적이 표준화되어 있다.

(5) 다양한 실로 구성되어 있으나, 대부분의 활동은 일반교실에서 이루어지고 있다.

3.3 1일 급수량 산출방식 고찰

정확한 급수량을 추정하기 위해서는 산출시 적용되는 요소(인원수, 유효면적, 위생기구수 등)들이 초기계획단계에서부터 정확히 산출 가능하여야 할 것이며, 계산시 적용되는 값의 추정과정에서도 그 특성들이 정확히 반영될 수 있어야 한다. 그러나 유효면적의 경우 오늘날 이전에 비해 다양한 실로 구성됨에 따라 그 경계가 불명확 점이 있으며, 위생기구의 경우 절수기능의 중대에 따라 그 소비수량의 차이가 발생할 수 있다. 또한 실시설계단계에서 건축도면이 수정될 경우에는 다시 계산해야 하는 문제점이 있다.

이에 비해 앞 절에서 살펴본 바와 같이 국내의 초, 중, 고등학교의 경우 초기계획단계에서부터 면적이 표준화되어 있는 일반교실의 학급수와 물의 주 사용자인 학생수는 정확히 파악할 수 있으며, 설계단계에서도 변경되지 않는 특징이 있다. 따라서 본 연구에서는 ‘학급수’와 ‘학생수’를 기준으로 한 급수량 산출방식을 적용하는 것이 합리적인 것으로 판단하여 다음과 같은 산출방법을 정리하였다.

식(1)의 인원수에 의한 방법에서 ‘인원’을 ‘학생’으로 대체하면 식(4), (5)와 같으며, 본 연구에서는 “학생수에 의한 방법”이라 칭하였다.

$$Q_d = N_s \times q_s \tag{4}$$

$$Q_d = N_c \times N_{sc} \times q_s \tag{5}$$

식(2)의 유효면적에 의한 방법에서 ‘유효면적’ (연면적×유효면적비)을 ‘학급면적’과 ‘학급수’로 대체하면, 식(6), (7)과 같이 표현할 수 있으며, 본 연구에서는 이를 “학급수에 의한 방법”이라 칭하였다.

$$Q_d = N_c \times A_c \times q_a \tag{6}$$

$$Q_d = N_c \times q_c \tag{7}$$

3.4 1일 급수량 추정

학교 건축물의 경우 일반 건축물과는 달리 방학이라는 건물의 비사용 기간이 있으며, 학생의 구성원에 따라 물 소비패턴에 차이를 보일 수 있는 특성이 존재하고 있다. 이에 본 연구에서는 전술한 산출방식별 기초자료를 학생의 구성원에 따라 추정하기 위해 울산광역시에 소개하고 있는 인문계 고등학교 15개소(남학교 3개소, 여학교 4개소, 남녀공학 8개소)를 대상으로 1년간(2002.11~2003.10)의 월별 사용수량, 학생수, 학급수 및 방학기간 등을 조사하여 이를 분석하였다.

조사대상 건물을 최대한 확보하기 위해 2003년 현재 울산광역시에 있는 총 24개교(남학교 4개소, 여학교 5개교, 남녀공학 15개교)를 대상으로 조사하고자 하였으나, 1차 현장조사 결과 신설 및 지하수만을 사용하고 있는 6개교의 경우 자료를 신뢰할 수 없다고 판단되어 제외하였다. 또한 분석 자료의 신뢰성을 확보하기 위해 조사된 18개교에 대한 월별 사용수량을 우선 검토하여 다른 학교에 비해 많은 차이를 보이는 학교에 대해서는 판

리자와 면담을 실시하였으며, 그 결과 배관누수로 확인된 2개교와 방송통신대학 강의 등을 실시하고 있는 1개교를 분석대상에서 제외하였다.

Fig. 2는 각 월별 사용수량을 평균한 것으로 남·여·공학·고등학교 전체별 1년 평균 수량은 각각 2,050.8·1,772.2·1,550.9·1,791.3 m³이다. 최소·최대 사용월은 남학교의 경우 2월·9월인 반면, 여학교와 남녀공학의 경우 1월·6월, 고등학교 전체의 경우에는 1월·6월로 나타났다. 또한 7월과 8월의 사용수량이 상대적으로 낮은 것은 방학으로 인하여 사용일수가 적기 때문인 것으로 사료된다.

Fig. 3은 월별 평균 사용수량에 방학기간 및 공휴일을 제외한 실 사용일수를 나누어 산출한 1일 평균 사용수량으로 남, 여, 공학, 고등학교 전체별 연평균 수량은 각각 83.0, 71.8, 62.7, 72.5 m³/d이며, 최소·최대 사용월은 월별 평균 사용수량과 동일하게 나타났다.

Figs. 4~6은 1일 사용수량에 학생수, 학급수, 학급당 면적을 나누어 산출한 학생 1인당 사용수량과 학급당 사용수량 및 학급면적당 사용수량을

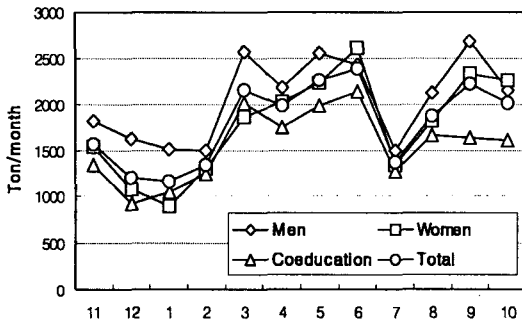


Fig. 2 Monthly mean of water consumption.

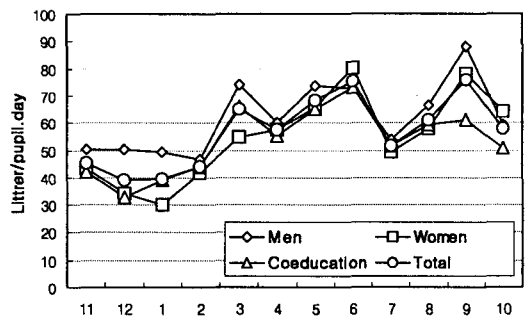


Fig. 4 Daily water consumption per pupil.

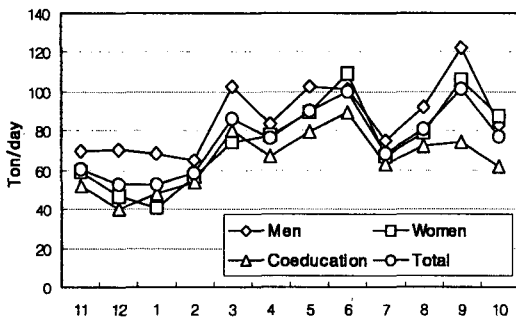


Fig. 3 Daily mean of water consumption.

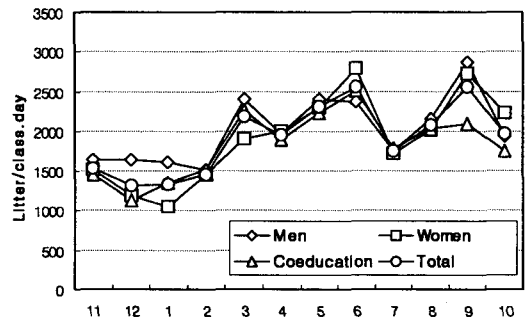


Fig. 5 Daily water consumption per class.

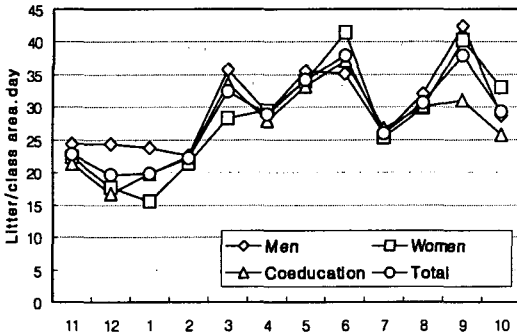


Fig. 6 Daily water consumption per class area.

나타낸 것이다. 학생 1인당 연평균 사용수량은 남, 여, 공학, 전체별로 각각 62.3, 54.8, 53.4, 56.8 L/csa·d로 여학교와 남녀공학은 유사하게 나타났으나, 남학교는 여학교에 비해 약 12%, 즉 7.5 L/csa·d 많은 것을 알 수 있다. 따라서 고등학교의 급수량 산출자료는 성별 구성에 따라 정립될 필요가 있는 것으로 사료된다. 또한 학급당 연평균 사용수량의 경우 남, 여, 공학, 전체별로 각각 2,025.6, 1,910.6, 1,839.9, 1,925.4 L/csa·d이며, 학급면적당 연평균 사용수량의 경우에는 30, 28.8, 27.2, 28.5 L/m²·d로 나타났다.

Table 5는 본 연구에서 추정된 1일 급수량이다. 특히 학생 1인당 전체 평균 사용수량 56.8 L/csa·d의 경우 현재 실무에서 많이 적용하고 있는 Table 3의 80 L/csa·d보다 29%인 23.2 L/csa·d 정도 차이를 보이고 있어 국내 실정에 맞는 자료의 정립이 필요함을 알 수 있다. 또한 학생 대비 직원의 비율은 6.9%로 매우 낮게 나타나 학교에 대한 1인 1일 급수량 자료를 산출시에는 학생만을 적용하여도 무방할 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 학교 건축물의 급수용 장비용량 선정시 국내 실정에 적합한 급수량 산출방식을 고찰하고자 국내·외 학교와 관련한 급수량 기초자료 및 국내 학교의 특성에 대해 검토하고, 아울러 울산광역시 소재 15개교 인문계 고등학교에 대한 월별 사용수량을 조사하여 분석하였다. 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 지금까지 국내에서 연구된 1인 1일 급수량 기초자료 및 본 연구에서 추정된 학생 1인당 1일

Table 5 Daily water supply estimated for high school

School type	q_s (L/csa·d)	q_c (L/csa·d)	q_a (L/m ² ·d)
Men	62.3	2,025.6	30.0
Women	54.8	1,910.6	28.8
Mixed	53.4	1,839.9	27.2
Total	56.8	1,925.4	28.5

급수량이 현재 실무에서 많이 사용하고 있는 일본의 자료와 차이가 있는 것으로 나타나 이에 대한 개선이 필요한 것을 알 수 있었다. 또한 초, 중, 고등학교의 경우 초기계획단계에서부터 학생 수 및 학급수가 정확히 파악될 수 있는 특징이 있어 이를 적용한 식(4)~(7)과 같은 급수량 산출방식을 정리하였다.

(2) 남학교, 여학교, 남녀공학별 학생 1인당 1일 급수량(q_s), 학급당 1일 급수량(q_c), 학급면적당 1일 급수량(q_a)은 Table 5와 같이 추정되었다. 또한 각 학생 1인당 연평균 사용수량을 비교한 결과, 여학교와 남녀공학은 유사하였으나 남학교의 경우 여학교에 비해 약 12% 많게 나타나 고등학교의 1일 급수량 산출자료는 성별 구성에 따라 정립될 필요가 있는 것으로 사료된다.

(3) 그러나 추정 기초자료 및 산출방식이 실질적으로 적용되기 위해서는 향후 보다 많은 고등학교를 바탕으로 분석되어야 할 것이며, 아울러 초등학교 및 중학교에 대해서도 각 방식별 1일 급수량 산출시 필요한 기초자료를 추정하여야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Lee, Y. H. and Park, H. S., 1997, Water supply and drain·plumbing equipment, SeJin, Seoul, pp. 44-45.
2. Park, B. S., 2001, Architectural equipment design, Kimundang, Seoul, pp. 243-245.
3. Sohn, J. Y., Kang, J. S., Park, B. Y. and Lee, S. J., 1992, Survey on the characteristics of water supply in building, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 8, No. 8, pp. 117-124.

4. Han, O. S., 1996, A study on the estimation of the quantity of the water supply in the school building, MS thesis, Donga University, Busan, Korea.
5. Han, O. S. and Park, M. Y., 1997, Planning for the water supply equipment in school building, Proceedings of the SAREK 1997 Summer Annual Conference, pp. 15-19.
6. Song, D. K., Kim, H. B. and Cho, B. S., 2001, Field survey on the estimation of reasonable amount of water supply in school building - Focusing on Dajeon city, Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, Vol. 17, No. 9, pp. 313-319.
7. Lee, H. R. and Hong, S. O., 2005, A study on the planning lavatories and drinking fountains required in school, Journal of the Korea Institute of Educational Facilities, Vol. 12, No. 1, pp. 14-28.
8. Kim, S. N. and Ha, T. W., 1996, A model for the estimation of reasonable amount of cool & hot water supplies in apartment house, Proceedings of the SAREK 1996 Summer Annual Conference, pp. 625-658.
9. Kim, S. S. and Kim, J. H., 1997, Investigation on the water consumption of the apartment applied domestic water pressure boosting system, Proceedings of the SAREK 1997 Summer Annual Conference, pp. 27-32.
10. Kim, H. B. and Han, C. H., 2002, A survey on the amount of using water in apartment buildings depending on the size of the housing unit, Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, Vol. 18, No. 10, pp. 219-226.
11. The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan, 1987, The Handbook, Vol. 11, No. 3, p. 71.
12. The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan, 1977, Field knowledge of water supply and drain of plumbing equipment, p. 88.
13. Japan Building Mechanical and Electrical Engineers Association, 1987, Building services design manual II - Section of water supply and plumbing equipment, Gijutsu-Shoin, Tokyo, p. 26.
14. The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan, 1997, The Handbook, Vol. 12, No. 4, p. 92.
15. The Society of Public Architecture of Japan, 2000, The standard and method of architectural equipment design, p. 456.
16. Manas, V. T., 1957, National Plumbing Code Handbook, Standards and Design Information, McGraw-HILL Book Company, New York, p. 15-2.
17. American Society of Plumbing Engineers, 1978, ASPE Data Book Vol. 2 - Special Plumbing Systems Design, p. 4-4.
18. Woodson, R. D., 1993, National Plumbing Codes Handbook McGraw-HILL Inc., New York, pp. 247-252.
19. International Association of Plumbing and Mechanical Officials, 2000, Uniform Plumbing Code, pp. 31-33.
20. American Society of Plumbing Engineers, 2003, Data Book Vol. 4 - Plumbing Components and Equipment, pp. 19-22.