

급수제어장치 설치에 따른 건축물의 에너지 효율 및 경제성 평가

박강현*, 차정훈**, 김수민***

*숭실대학교 대학원 건축학과(textbookman@ssu.ac.kr), **숭실대학교 대학원 건축학과(jhpiarate@ssu.ac.kr)
***숭실대학교 건축학부(skim@ssu.ac.kr)

A Study on Economic Evaluation and Energy Efficiency for the Installation of Water Control Device in Building

Park, Kang-Hyun*, Cha, Jung-hoon**, Kim, Su-min***

*Dept. of Architecture, Graduate School, Soongsil University(textbookman@ssu.ac.kr),

**Dept. of Architecture, Graduate School, Soongsil University(jhpiarate@ssu.ac.kr),

***Dept. of Architecture, Soongsil University(skim@ssu.ac.kr)

Abstract

Water usage for cleaning the toilet bowl accounts for 27% of the total water usage. Water-saving valve that can select the amount of water for cleaning toilet bowl can be reduced expenditure. After installing water-saving valve, analysed the economic effects. Water-saving valves compared with flush valves, and researched the amount of water usage. Then analyzed for the economic effects. Water-saving valve was used 5.6 ℓ/time for cleaning toilet bowl. In contrast, flush valve was consumed 8.4 ℓ/time. Water-saving valve's water-saving rate was 33.3%. The initial payback period for Water-saving valve was 459.5 days. By a small investment in water saving valve, the economic benefits can be obtained.

Keywords : 건물에너지(Building Energy), 수자원(Water Resource), 절수밸브(Water-saving Valve), 투자비회수기간법(Payback Period Method), 경제성 평가(Economic Evaluation)

기 호 설 명

		WAdS : 절수 밸브 일평균 수도사용량 [ℓ/day]
		WCI : 수도 단가 [Won/ℓ]
IC	: 초기투자비용 [Won/EA]	WCdf : 기존 밸브 일간 수도 요금 [Won/day]
WAdf	: 기존 밸브 일평균 수도 사용량 [ℓ/day]	WCds : 절수 밸브 일간 수도 요금 [Won/day]
		PP : 투자비 회수 가능 기간 [day]

1. 서 론

한정된 수자원을 확보하기 위해 상수도 사용량을 줄여야 한다는 필요성이 제기되고 있다. 연간 1인당 이용 가능한 수자원량에 대한 전망을 보면 2002년 현재 1인당 가용 수자원량은 1,493 m³이지만 2025년에는 1,307 ~ 1,378 m³로 줄어들 것으로 예상하고 있다.

위생적인 환경에 대한 요구가 높아짐에 따라 생활용수의 사용량도 점차적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 표. 1은 수자원장기 종합계획 중 수자원 부존량 및 이용현황 변화에 대한 자료로써 수자원 총량은 증가 후 감소하는 양상을 보여주고 있다. 이에 비하여 생활용수 사용량은 지속적으로 증가하고 있다. 또한 총 사용량 중에서 생활용수가 차지하고 있는 비율이 점차적으로 증가하고 있다.

표 1. 수자원 사용량

Year Classification	1990	1994	1998	2003
Total amount of water resources	1,267	1,267	1,276	1,240
Total consumption	249	301	331	337
Living	42	62	72	76
Industry	24	26	29	26
Agriculture	147	149	158	160
Maintenance	36	64	71	75

건축물에 공통으로 설치되어 있는 화장실의 용수 사용량이 1인당 용수 사용량의 52%를 차지하고 있고, 욕실 용수 중 양변기 세척을 위한 용수량이 차지하는 비율이 52%에 이른다. 양변기 세척에 사용되는 용수의 양을 조절함으로써 얻을 수 있는 경제적인 효과 정도가 클 것이라는 것을 예상 할 수 있다. 이에 따라 본 연구는 기존에 사용 중에 있는 양변기의 플러시 밸브와 대소변 구분형 절수밸브의 용수 사용량을 비교함으로써 비

용 절감 효과를 확인하였다.

2. 실험장치 및 방법

실험은 서울시 도봉구 소재 대학교의 행정동 건물 내 화장실을 대상으로 하였다. 대학 전반에 대한 행정업무 및 학생과 교직원에 대한 서비스 기관으로 불특정 다수의 사용자들이 화장실을 이용하고 있다. 그 중 사용자가 가장 많은 1층의 여자화장실의 양변기를 대상으로 하였다. 실험 기간은 대소변 구분형 절수밸브를 설치한 후 7일간으로 하였다.

표 2. 대상 건물 개요

Location		Dobong-gu, Seoul
Gross Building Area		99,856 m ²
Annual water usage		68,885 m ³
Water consumption per person		11 m ³ /year
Target Building	Gross Building Area	3,323 m ²
	Building Area	1,255 m ²
	Number of stories	B1 ~ 3F



그림. 1 절수밸브 및 디지털 유량계

그림. 1와 같이 디지털 유량계를 대소변 구분형 절수밸브를 설치한 양변기와 절수부속을 설치하지 않은 일반 플러시 밸브가 부착된 양변기에 각각 설치하여 기존 설비의 용

수 사용량과 절수 밸브를 설치한 설비의 용수 사용량을 비교할 수 있도록 하였다. 세척 용수 유입 배관에는 양변기 세척 횟수를 체크할 수 있도록 카운터를 설치하여 사용 횟수에 따른 세척 용수의 사용량을 확인할 수 있도록 하였다. 유량계와 카운터의 초기 수치를 기록하여 실험 오류를 방지하였다.

절수부속을 설치함에 따른 경제적 효과를 확인하기 위하여 식(1)과 같이 절수부속을 설치하지 않은 일반 플러시 밸브가 부착된 양변기에서 소비하는 일간 물사용에 따른 발생비용과 대소변 구분형 절수밸브를 설치한 양변기에서 소비하는 일간 물 사용에 따른 발생비용을 각각 산정하였다. 각 설비에서 산정한 일간 발생비용의 차이에서 나타난 일간 절감비용을 이용하여 식(2)에 대입하여 투자비 회수 가능 기간을 산출하였다. 수도 단가는 2010년 한 해 동안 대학에서 지출된 수도 요금을 기준으로 하였다. 수도 단가는 1,284원/㎥로 조사되었고, 리터 단위로 변환한 1.284원/ℓ를 적용하였다. 일평균 사용횟수는 기존 밸브와 절수 밸브의 사용횟수를 평균한 값인 79.9회를 적용하였다.

$$WCdf = WCl \times WAdf$$

$$WCds = WCl \times WAds \quad (1)$$

$$PP = \frac{IC}{WCdf - WCds} \quad (2)$$

3. 실험결과 및 고찰

3.1 절수량 측정 결과

기존 플러시 밸브가 설치된 양변기와 대소변 구분형 절수밸브를 설치한 양변기의 사용횟수는 각각 617회와 502회로 나타났다. 기존 플러시 밸브는 1일 평균 88.14회를 사용하였고, 대소변 구분형 절수밸브를 설치한 양변기는 1일 평균 71.71회를 사용하였다. 용수 사용량에 대한 결과는 표. 3과 같았다.

표 3. 실험기간 용수 사용량

	Quantity used(unit: ℓ)		
	Total	Daily average	Average
Flush Valve	5,185.01	740.72	8.40
Water-saving Valve	2,818.10	402.59	5.61

3.2 경제성 분석

투자비 회수 가능기간을 산정함으로써 절수밸브 교체에 따른 경제적인 효과를 분석한 결과는 표. 4와 같았다. 일간 절감요금으로 개소당 초기 투자비용인 132,000원을 나누었을 때 투자비용 회수 가능기간은 개소당 461.18일로 나타났다. 수자원공사의 수익성 악화로 인하여 공공요금 인상 억제 정책에 묶여 있는 수도요금의 인상 필요성이 제기되고 있어 교체에 따른 투자비용 회수 가능기간의 단축이 가능할 것으로 보인다. 투자비용 회수 가능기간의 산정에 있어 기존 양변기의 사용 수압 및 사용 수량과 양변기의 사용횟수, 수도 단가가 변수로 작용할 수 있다.

표 4. 경제성 분석

	Unit	Results
Water usage	Flush Valve ℓ/day	671.45
	Water-saving Valve ℓ/day	448.54
Unit price of water	Won/ℓ	1.284
Water rates	Flush Valve Won/day	862.14
	Water-saving Valve Won/day	575.93
Intial Cost	Won/EA	132,000
Payback Period	day	461.18

3.3 비용 절감 효과 분석

1인당 용수 사용량 중 52%를 욕실에서 사용하고 욕실 용수 중 52%를 화장실 양변기

용수로 사용하고 있어 양변기를 사용함에 따라 소비하는 용수량은 1인당 용수 사용량의 27% 정도이다. 양변기의 사용빈도와 사용수량이 유사하다고 가정할 경우 용수 절감율 33.2%를 적용하면 표. 5와 같은 결과가 나타났다.

표 5. 비용 절감 효과

	Unit	Results
Annual water usage	m ³	68,885
	Won	88,457,290
Annual water usage for toilet bowl cleaning	m ³	18,599
	Won	23,883,468
Annual water saving	m ³	6,175
	Won	7,928,531

4. 결 론

에너지 효율을 높이고 고정 지출 비용을 줄이기 위한 건축물의 전면적인 개보수와 설비 교체를 시행할 경우 초기 투자비용이 과다하게 투입되거나 투자비 회수 기간이 길어짐에 따라 경제성이 떨어질 수 있다. 이에 비하여 대소변 구분형 절수밸브 설치의 소액의 초기 투자로 고정 지출비용을 절감할 수 있으며, 투자비용의 회수 기간이 상대적으로 짧아 경제적인 효과가 있는 것으로 나타났다.

기존에 설치된 양변기 세척배관의 수압과 세척수 유량, 양변기 사용 빈도에 따른 절수율 및 경제적 효과에 대한 연구가 필요하다. 또한 절수밸브 설치에 따른 세척수 유량의 변화로 인한 세척력 약화 여부와 사용자 만족도에 대한 추가적인 조사와 연구가 필요하다.

후 기

본 과제(결과물)는 지식경제부의 지원으로 수행한 에너지자원인력양성사업의 연구결과입니다.

참 고 문 헌

1. Korea Water Resources Corporation, 2009, The basic statistics for the water resources, Korea Water Resources Corporation.
2. <http://kwater.aky.co.kr>
3. Kim, J. Y., Lee, C. M., Hong, W. H., 2007, A study on the energy and consumption unit of the university, Proceeding of Conference in Architectural Institute of Korea, pp. 1033-1036.
4. <http://www.kwater.or.kr>
5. Gong, S. H., 2006, Architectural facility design, Keimyung University Press.
6. Suh, K. W., 2010, Water-saving technology development trend of the bathroom toilet, Magazine of SAREK, Vol. 39 No. 9, pp. 31-40.
7. Kim, M. Y., 2002, The type of water-saving facilities and water-saving devices and water-saving effects, Journal of the KGBC, Vol. 3 No. 2, pp. 47-51.
8. Yun, W. C., 2010, Social and economic necessity of wholesale water tariff adjustment, Journal of Water Policy & Economy, Vol. 15, pp. 19-29.