

# 화장실의 변기 절수기술개발 동향

■ 서기원 / 부회장, 대림대학 설비계열, kwsuh@daelim.ac.kr  
 ■ 김동우 / 대림대학 설비계열, dwkim@daelim.a.kr

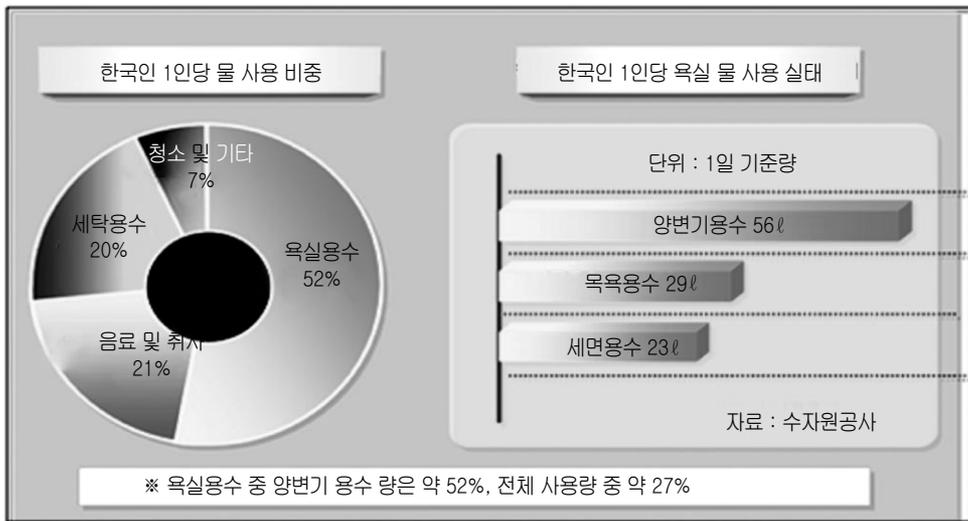
화장실에서 가장 물소비가 많은 변기의 국내외 절수 기술 개발 동향을 소개하고자 한다.

## 서론

최근 급속한 인구증가와 산업화에 따른 물 수요 증가와 지구온난화에 의한 사막화 현상이 가속화되면서 물 부족은 인류의 생존을 위협하는 주요 현안이 되고 있다. 우리나라도 온난화 영향으로 가뭄이 심해지고 있으며, 일부 지역은 제한급수를 시행하는 등 물 부족을 피부로 느끼고 있다. 정부도 상하수도 민영화 추진을 통한 수도요금 현실화를 구상하고 있으며, 물 산업을 미래 전략산업으로 집중 육성하려는 움직임도 있다. 그러나 물 부족 해소를 타개하기 위해 무엇보다 수 절약의 생활화를 위한 변

국민적인 공감대가 전제되어 생활용수의 절약부터 시작되어야 할 것이다.

농경시대는 배변이 중요한 비료의 역할을 했지만, 도시화 되면서 오히려 배변처리에 많은 비용이 수반되게 되었다. 위생적이면서 악취 차단이 가능한 수세식 변기는 1875년 영국의 수학자 알렉산더 커밍이 S자형 파이프에 물을 채우는 장치를 고안하여 오늘날의 변기와 같은 트랩으로 발전 되었으며, 1882년 미국에서 사이펀 식 변기와 사이펀 쉼트 식 변기의 원형이 고안된 후 발전을 거듭하여 현재에 이르렀다. 이러한 수세식 변기는 오수관이나 정화조의 악취가 유입되는 것을 차단할 수 있고 위생적이어서 화장실을 주거공간 내로 끌어들이는 데 큰 역할을 하였으며, 오늘날 현대적인 대형 건축물이 가능하도록 하였다. 그러나 수세식 변기는 물이 많



[그림 1] Distributions of Domestic Water Consumption for a Korean

이 낭비되는 결정적인 단점이 있다.

포춘(Fortune)지에 의하면 20세기는 석유의 시대 였으나 21세기는 물이 석유를 대신할 것으로 전망 하며, 물이 국부를 결정하는 중요한 요소가 될 것으 로 판단하고 있다. 외국의 수절약 예를 살펴보면 중 국은 모든 호텔을 절수 변기설치를 의무화하였으 며, 미국은 절수형 변기 설치 시 국가가 보조금을 지급하며, 영국은 소변 후 변기 물 안내리기 운동을 전개하고 있으며,<sup>1)</sup> 호주는 호스를 이용한 세차금지 및 1인당 하루 140ℓ 이하의 물을 사용하도록 강제 하고 있다. 우리도 2002년 절수기구설치 의무화 및 2005년 공공기관 환경친화적 상품 구매 의무화를 통하여 절수하도록 유도하고 있다.<sup>2)</sup>

수자원의 효율적인 절약을 위해서 우선 물이 소비 되는 양상 및 비율을 먼저 파악하는 것이 중요하다.

수자원 공사에서 조사한 자료(그림 1)에 의하면 가정에서 1인당 물사용 비중이 가장 높은 곳은 욕실 이며, 욕실 중에서도 가장 물사용 비중이 높은 기기는 양변기로 가정 전체 사용량의 27%나 되는 것으 로 나타났다.<sup>3)</sup> 따라서 양변기의 절수는 물이 부족한 우리로서는 매우 절실하면서도 중요한 일이다.

세계 각국은 핵가족화 및 수세식 변기 보급 확대 등으로 더욱 더 물 기근에 시달리고 있어 수 절약을 위한 다양한 노력과 기술 개발에 박차를 가하고 있 다. 대표적인 화장실 제품 제조 회사인 American Standard사와 ToTo사를 중심으로 수세식 변기 1회 사용 시 물 사용량을 12ℓ 에서 근래에는 6ℓ 수준 까지 절약할 수 있는 절수변기를 개발하였으며, 듀 얼시스템 채택에 따라 대·소변 시 물 소비량을 조 절할 수 있는 변기를 개발하여 수절약에 힘을 쏟고 있다. 국내 경우 D사에서 개발한 친환경 절수형 양 변기는 특별한 보조장치없이 세척수 4.8ℓ 의 분사 력에 의해 오물이 위생적으로 배출되도록 개발하 였다.

본 연구는 현재 주로 사용하고 있는 양변기의 절 수한계는 얼마이며 문제점은 무엇인지 검토해보고, 우리가 아무 생각없이 용변전후 레버를 2~3회 누 르는 잘못된 습관으로 물이 얼마나 낭비되며, 자동 으로 대소변 구별하여 1회만 사용하여도 얼마나 절 약되는지를 실측을 통해서 규명해보고자 한다.

## 베르누이 정리로 살펴본 사이핀 방식의 절수한계

Bernoulli's equation

$$\frac{v^2}{2} + gv + \frac{P}{\rho} = constant$$

where,  $v$  = fluid velocity along the stream line  
 $g$  = gravitational acceleration downwards  
 $y$  = elevation in gravity field  
 $P$  = pressure along the stream line  
 $\rho$  = fluid density

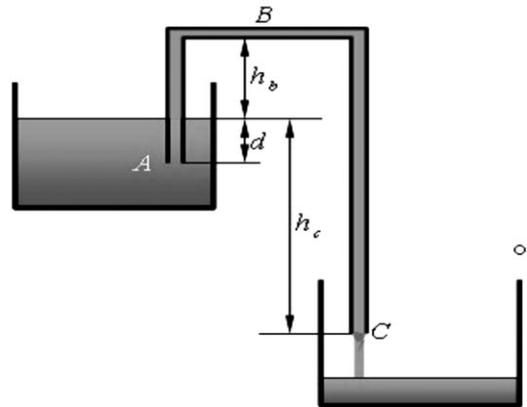
그림 2의 상부저수조의 표면에서 베르누이식을 적용하면,(단, 물의 하강속도는 "0" 이고, 상부 및 하 부 저수조(C)의 표면에 작용하는 대기압은 같다.)

$$\frac{0^2}{2} + g(0) + \frac{P_{atm}}{\rho} = constant \quad (식 1)$$

상부저수조에서 사이핀의 시작점 "A" 에서 베르누 이 식을 적용하면,

$$\frac{v_A^2}{2} - gd + \frac{P_A}{\rho} = constant \quad (식 2)$$

where,  $P = P_A$ ,  $v = v_A$ ,  $y = -d$



[그림 2] Schematic diagram for Bernoulli's equation



사이펀의 최고점 “B”에서 베르누이식을 적용하면,

$$\frac{v_B^2}{2} + gh_b + \frac{P_B}{\rho} = constant \quad (식 3)$$

where,  $P=P_B, v=v_B, y=h_B$

사이펀의 끝점 “C”에서 베르누이식을 적용하면,

$$\frac{v_c^2}{2} - gh_c + \frac{P_{atm}}{\rho} = constant \quad (식 4)$$

where,  $v=v_c, y=-h_c$

단일 사이펀에서 위의 4개식 상수는 같으므로, 식 1과 식 4를 같다고 정리하면,

$$\frac{0^2}{2} + g(0) + \frac{P_{atm}}{\rho} = \frac{v_c^2}{2} - gh_c + \frac{P_{atm}}{\rho}$$

따라서, 사이펀의유속은  $v_c = \sqrt{2gh_c}$

사이펀에서 최대유속은, 식 1과 식 3을 같다고 정리하면

$$\frac{0^2}{2} + g(0) + \frac{P_{atm}}{\rho} = \frac{v_b^2}{2} + gh_B + \frac{P_B}{\rho}$$

$$v_{max} = \sqrt{2\left(\frac{P_{atm}}{\rho} - gh_B\right)}$$

한편, 기존 변기에서 사이펀 현상이 일어나기 위한 최소 수두 높이( $h_B$ )는 사이펀 최상부의 압력

$$P_B=0 \text{ 일때 } h_B = \frac{P_{atm}}{\rho g} - \frac{v_B^2}{2g} = 43 \text{ mm}$$

그림 3에서 보여주듯이 파란색 부분에 해당하는 수량이 사이펀 현상에 필요한 수량이다. 수량 높이는 43 mm이고,<sup>4)</sup> 변기구조에 따라서 채워지는 물량이 달라질 수 있다. 사이펀 후 변기의 저류되는 양이 100 mm 높이라면 1회 세척에 필요한 총 물의 양은 43 mm + 100 mm = 143 mm 높이의 물이 필요하다. 시판되는 사이펀 변기 이용 수량을 측정해보면 약 5.8 l 정도이고 실제로는 6 l 제품까지 출시

되고 있지만 잔류 오물의 완전 세척은 어려운 실정이다.

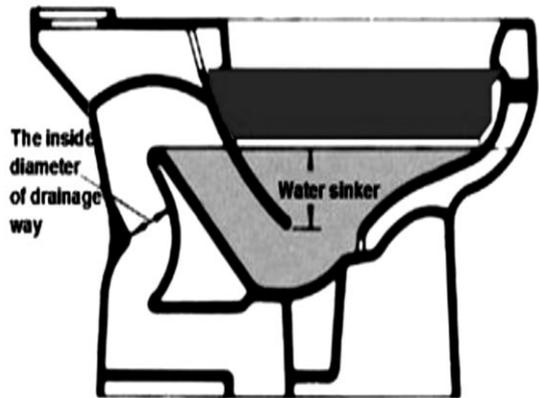
이상에서 살펴본 바와 같이 사이펀 식 양변기를 1회 사용 시 물 소비량을 6 l 이하로 줄이는 데는 구조적인 한계점이 있음을 알 수 있다. 따라서 6 l 이하로 획기적으로 절수하기 위해선 수세식 변기(양변기)의 분뇨배출 구조를 혁신적으로 개선해야만 가능함을 알 수 있다.

### 사이펀 방식 및 기타 절수 변기의 문제점

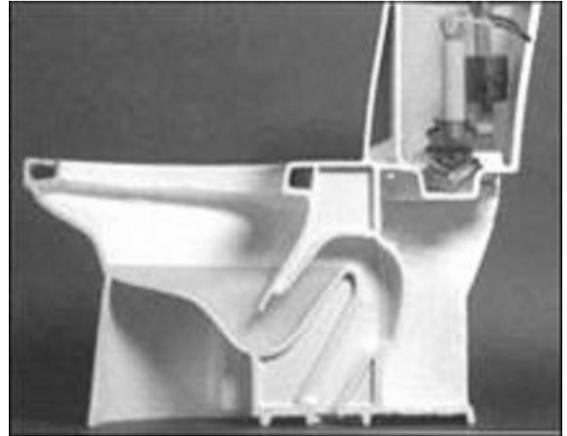
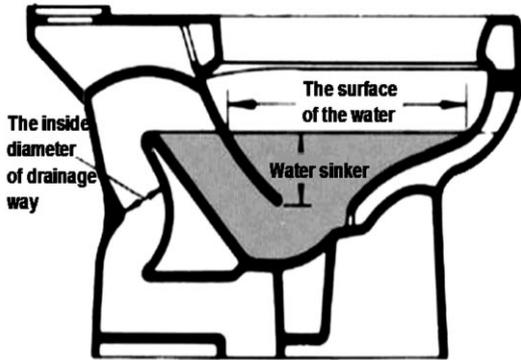
외국 절수 변기는 Pressure 절수형, Power Gravity 사이펀 제트방식, Dual Wash-down방식 및 Power Assist방식 등이 있으나, 이들의 절수 한계가 6 l 이나 세척의 미흡, 보조 장치에 의한 추가 동력이 필요하며, 소음 및 고가 등으로 인해 아직도 개선의 여지가 많다.

그림 4는 기존 사이펀방식의 분뇨 배출구조와 사이펀 현상이 발생되는데 필요한 수압을 나타낸다. 사이펀방식 변기와 사이펀 방식에 근거한 절수형 변기들은 분뇨배출구조가 고정식 S자형 사이펀 관 형태를 갖고 있기 때문에 분뇨를 배출시키기 위해 물과 분뇨가 사이펀 관의 최상부인 S자의 정점을 넘어야 되므로 많은 수량이 필요하며 인위적으로 수압을 높여줘야 오물을 배출시킬 수 있다.

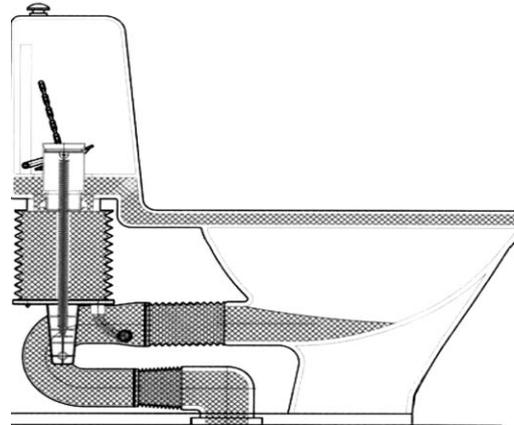
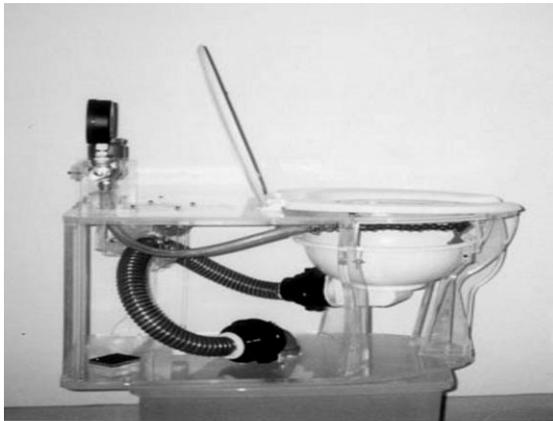
이는 베르누이 방정식을 적용해봄으로서 기존 변기에서 사이펀현상을 유발시키기 위한 최소 물의



[그림 3] Detailed diagram for a toilet stool



[그림 4] Inside of siphon style toilet stool



[그림 5] Schematics of flexible and variable position drainage toilet stools

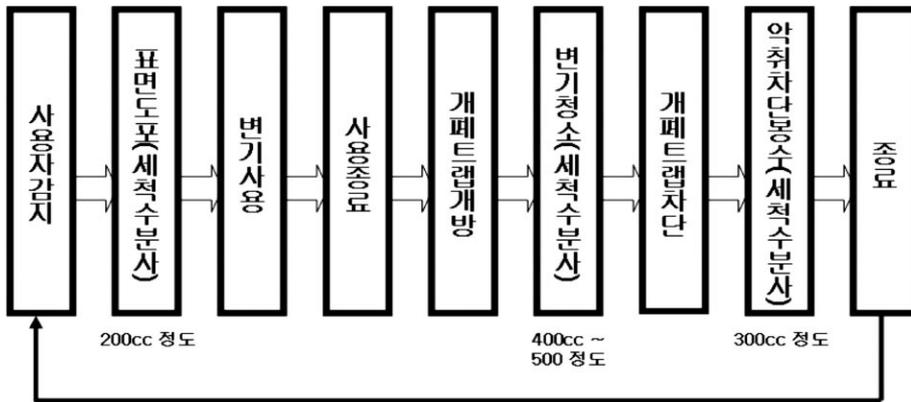
높이인 필요 수압을 구할 수 있다. 변기 수조의 크기 및 형태에 따라 차이는 있으나 현재 최소 6ℓ 정도이다.

최근에 개발된 시중의 일반제품은 최소 6ℓ의 물을 사용하는 절수형 변기로, 사이펀 관의 정점을 낮출 경우 오물이 변기 도자기 표면에 부착되기 쉽고 세척력이 약해져서, 두세번의 세척수 사용에 따른 물의 낭비가 많아지며, 사이펀 현상에 의한 소음이 큰 단점이다.

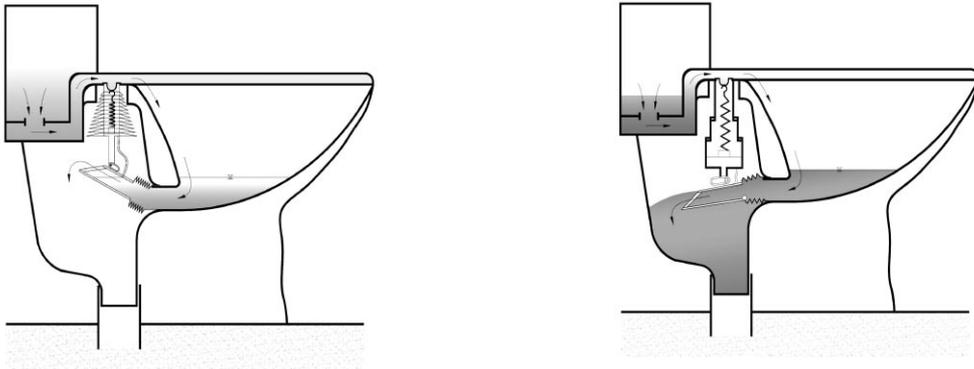
그림 5는 이러한 고정식 사이펀 방식의 절수 한계와 소음 등의 문제점을 극복하기 위해 개발된

Flexible 방식 및 가변식 사이펀관 절수 변기로 기존 고정식 사이펀 방식 변기의 절수 한계와 소음 문제는 어느 정도 해결되었으나, Flexible 방식의 경우, 변기 내 Flexible관이 작동하기 위해서 변기 내 공간이 넓고 튜브 연결부위에서 오물 걸림 현상, 디자인 제약, 세척력 및 부품 노출에 따른 외관상의 문제 등 해결해야 할 문제점이 많다.

그림 6은 지금까지 소개한 변기와는 전혀 다르게 변기 내는 오수관로가 없는 배출구 개폐식 양변기로 기존 Flexible 방식과 가변식 사이펀 양변기 보다 여러 면에서 진일보되었다.



[그림 6] Flow diagram for the operation of the open and shut style toilet stool



[그림 7] Schematic diagram for the variable position straight trap stool

### 가변식 직선트랩 양변기

지금까지 살펴본 바와 같이 기존 사이펀식 변기는 물 소비 과다, 절수 한계, 소음 문제, 디자인 제약, 외관상의 문제, 세척력의 문제 등 해결해야 할 문제점들이 많은 제품이었다. 그림 7은 가변식 직선트랩 양변기의 오물배출 구조도이다. 오수관到有는 경우의 최저 물 사용량 문제를 해결한 새로운 배출 구조를 가진 변기로, 최대의 절수효과와 저소음을 실현하면서 가격 경쟁력을 유지하고 있는 것이 큰 장점이다.

가변식 직선트랩 양변기의 특징은 트랩을 고정식에서 가변식으로 획기적으로 변경 적용하였으며 분

노배출 구조를 S트랩에서 직선트랩 + 커버 타입으로 정상시에는 상향형태를 유지하다가 작동 시에만 직선하향 구조로 운동하게 하여 적은 물량(평균 3.3ℓ)으로도 완벽한 세척이 가능하고, 적정 시점에서 트랩이 복원되므로 오물의 역류나 악취가 침입될 우려가 없으며 또한 충분한 유수면이 형성되어 도기에 오물이 문을 염려가 적다. 물 소비량이 대변 시 4.5ℓ, 소변 시 3ℓ로 기존 제품보다 50 ~ 75% 이상 물을 절약하면서도 세척력은 향상되었다는 점과 사이폰 관을 없앴으로써 사이폰 현상에 의한 배수소음을 절감시켰으며 기존 변기 생산에서 가장 어렵고 불량률이 많은 사이폰관 공정을 없앴으로써 도기 생산수율을 향상시켜 생산원가 상승을 줄이

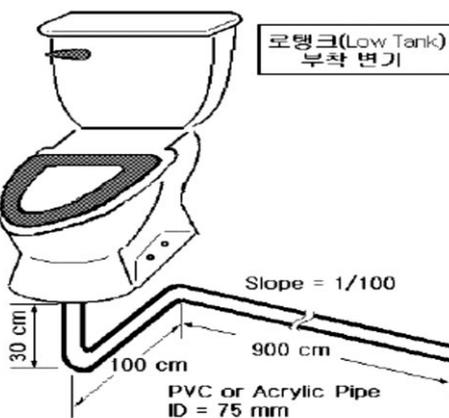
고, 사이폰 관 부위의 막힘현상을 현저하게 줄였다는 장점이 있다.

이러한 특징들은 구동장치의 위치, 가변직선 트랩의 크기와 상하 작동범위, 구동장치의 최적 용량(0.9ℓ)이 세척 능력과 직접 연관되어 있다는 점, 직선 트랩과 바닥 배출구 연결부위에 굴곡부위가 없어 분노배출시 막힘 현상을 현저히 감소시키는 기술을 통해 실현 가능하게 되었다.

이러한 기술을 바탕으로 가변식 직선 트랩 양변기는 한국건설자재시험연구원의 세척력 시험 및 내구성 시험 15만회와 NET 신기술인증 및 환경표지 인증 획득은 물론 NEP 신제품 인증을 획득하였다. 이 과정에서 위생도기의 국가산업표준규격인 KSL 1551 시험규격에는 배관을 통과하는 성능 기준이 마련되어 있지 않아, ASME의 기준을 참조한 EL223 환경인증 기준을 적용하여 성능을 시험한 결과, 정상적인 작동상태와 성능을 확인할 수 있었다. 그림 8은 EL223의 시험 장치이다.

### 무전원 자동물내림 장치 및 실험방법

무전원 변기자동물내림 변환시트 기술은 전기 혹은 건전지를 전혀 사용하지 않고도 하중에 의해 인체감지를 하여 압력만으로 대변과 소변을 구분하게 되며, 용변 후 일어나면 휴지를 변기에 버릴 시간을 대, 소변에 따라 다르게 기다려준 다음 시트뚜껑을



[그림 8] Experimental schematic diagram for EL223 water saving stool (EL223-1992/5/2007-186)

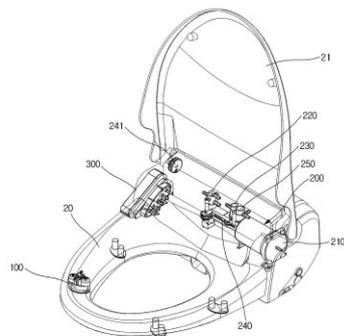
자동으로 닫고 변기의 물을 대, 소변에 따라 자동으로 배출해 줌으로써 소변 시 30 ~ 50%까지 물을 절약해 주는 기술이다.

특히 대, 소변 구분은 시트에 앉아있는 시간으로 구분하는데 4세 정도의 어린이부터 80세 어르신까지 절대 일정한 시간이 넘지 않고는 대변을 볼 수 없다는 시간을 체크하여 적용된 기술이며 핵심기술은 시계, 타이머 등이 없어도 메커니즘 구성을 통해 대, 소변 구분시간을 각 환경에 따라 장착한 기술이다.<sup>5)</sup>

또한 0.6 kgf/cm<sup>2</sup>의 수압이면 어디나 사용이 가능하며 아무리 오래 앉아서 용변을 보아도 종이컵 반 컵 정도의 물을 구동 에너지로 사용하는 혁신기술이다.

### 무전원 자동물내림 장치의 구성

그림 9는 무전원 자동물내림 변환시트의 설치상세도를 보여준다. 본 기기는 변환시트(20)에 앉는 용변자 하중으로 수로를 개방 및 폐쇄하여 수전으로부터 물을 공급/차단하는 인체감지 및 수로제어부(100)가 있고, 이를 통해 공급되는 물의 수압으로 이동하는 실린더로드의 이동거리에 따라 용변자의 대소변을 판단하고, 아래 변환시트(20)에서 용변자 탈좌시, 복원부재의 복원력으로 복원되는 실린더로드에 의해 시트커버(21)가 변기본체(20) 상면에 밀착되어 폐쇄한 후, 대소변에 대응하는 세척수가 배출



20: 변환시트 21: 시트커버 100: 인체감지 및 수로제어부  
200: 작동부 210: 로드작동부 220: 대소변판단부  
230: 휴지버리는 시간조절부 241: 시트커버회전부  
250: 물내림조절부 300: 조절밸브

[그림 9] Schematic Diagram for Non-Electric Automatic Flushing Toilet Seat



되어 용변을 세척하도록 자동 물내림 장치에 물을 공급하는 작동부(200)를 포함하며, 아울러 이에 공급된 물이 변기본체로 되수될 때, 되수되는 물의 속도 및 물량을 조절하는 조절밸브(300)로 구성된다.

**무전원 자동물내림 장치 작동원리 및 순서**

무전원 자동물내림 장치의 작동원리는 그림 10에서 보여주듯이 전기를 전혀 사용하지 않고 화장실에 설치된 급수관의 수압을 이용하여 모든 과정이 이루어진다. 이에 대한 구체적인 동작을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 착좌 : 사용자가 변기시트(변좌)에 앉는다.
- ② 인체감지 : 사용자가 앉을 경우 압력식 인체감지스위치가 개폐되어 본체 실린더로 물이 공급되어 진다.
- ③ 탈좌 : 사용자가 용변을 마친 후 일어나면
- ④ 시트커버 자동차단 : 위생을 위해 먼저 시트커버가 자동으로 닫히게 되며
- ⑤ 물내림장치 작동 : 자동으로 대변, 소변이 구분되어 물내림장치가 작동하여
- ⑥ 자동물내림 : 자동으로 대소변을 구분하여 알맞은 양의 물로 변기 물내림을 하여 절수가 된다.

**무전원 자동물내림 장치 절수 실험방법**

절수 실험의 공정성을 기하기 위해 하나의 장소가 아닌 여섯 곳(병원, 관공서, 빌딩)에서 실험할 변기를 선정하여 기존변기의 물소비량과 자동물내림 설치 후의 물소비량의 실험 데이터를 산출하였다. 설치장소는 서울대학병원, 건국대학병원, 경희의료원, 관동대 명지병원, 과천종합청사, 세브란스병원이다.

실험 전 선정된 기존 변기에 수도계량기와 사용수량수와 같은 개념의 사용횟수를 체크할 수 있는 카운터를 설치하여 7일간 총 사용횟수와 총 사용된 물 소비량을 산출하였다.

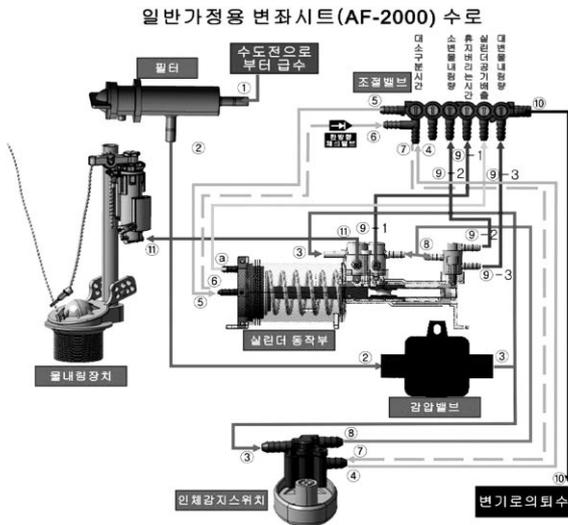
선정된 동일한 변기에 무전원 자동물내림기기를 설치하여 7일 총 사용횟수와 총 물소비량을 기존변기 물소비량 산출과 동일하게 산출하였다.

그림 11과 같이 무전원 자동물내림 기기 설치 전, 후의 데이터를 비교하여 절수된 량을 산출하였으며, 그에 대한 계산 예는 표 1과 같다.

**실험결과 및 고찰**

**자동물내림 절수량 측정결과**

표 2에서 무전원 자동물내림 기기 설치 전, 후의



<p>착좌시 ③ ⇒ ④번으로 수로가 열리고</p> <p>대, 소변조절밸브를 거쳐 ⑤번수로로 통해 실린더에 물 공급 시작.</p> <p>실린더가 전진하며 끝까지 가는 시간에 따라 대, 소변 판단. (59초까지는 소변 / 1분넘으면 대변)</p> <p>탈좌시 실린더 내부수압이 ⑥ ⇒ ⑦번수로로 통해 ⑧번으로 퇴수.</p> <p>퇴수되는 물이 ⑧ ⇒ ⑨-1번 수로를 통해 ⑩번수로로 거쳐 퇴수. 변기 내에 휴지버리는 타임진행. 시트자동닫기체인로라가 후진하는 힘으로 체인줄을 당겨 뚜껑을 닫고</p> <p>착좌시에 59초까지는 ⑧ ⇒ ⑨-2번 통해 ⑩번수로로 거쳐 소변량 퇴수. 착좌시에 1분 넘어가면 ⑧ ⇒ ⑨-3번 통해 ⑩번수로로 거쳐 대변량 퇴수.</p>
--

[그림 10] Mechanism Procedures for Non-Electric Automatic Flushing Toilet Seat



선정된 변기에 절수기능을 적용하지 않은 상태에서 7일간 측정 후, 자동물내림 기기를 적용한 상태에서 7일간 측정

[그림 11] Experimental Scheme for Non-Electric Automatic Flushing Toilet Seat

데이터를 비교하여 절수된 양을 산출하였다. 평균 53% 절수율이 도출되었으며, 한 사람당 1회 절수량이 평균 14.8ℓ 나 되는 예상 밖의 놀라운 결과로 나타났다. 여기서 주목할 부분은 기존 변기의 1인 1회 사용량이 평균 27.8ℓ 인 것이다. 이는 1회 용변 시 평균 2회 이상의 변기물내림 조작을 하는 이용자의 습성을 보여준다. 다시 말해 수동절수 방식의 경우 1회 용변 시 2회 물내림사용을 제어할 수 없으므로 실제 절수데이터를 산출할 경우 절수율이 이론보다 훨씬 낮아질 것으로 예상할 수 있다.

### 자동물내림 신뢰성 측정결과

자동물내림 장치의 신뢰성 및 내구성 테스트를 위해 1,470 N의 추와 흙탕물을 이용하여 2009년 1월 19일부터 2009년 9월 20일까지 1분주기로 하루 840회 14시간씩(총 200,909회) 반복 성능테스트를 실시하였다.

1,470 N의 추를 총 20만번 이상 반복해서 변화에 가하는 반복실험에도 인체감지 스위치, 감압밸브, 실리콘튜브, 자동시트장치 그리고 물내림밸브 등이 이상없이 모두 정상 동작하였다. 아울러 2009년 9월 21일부터 2010년 4월 30일까지 하루 840회 14시간씩 석회질 물 및 쌀뜨물을 이용하여 상기의 실험을 반복하여도 자동물내림의 모든 부품이 이상이 동작하였다.

<표 1> Method of Calculating the Energy Savings on Non-Electric Automatic Flushing Toilet Seat

구 분	설치 (수동레버사용)	설치 후 (자동물내림 사용)	비 고
측정기간	7일	7일	
총사용횟수	1,000회	1,000회	
총사용량	14 Ton	7 Ton	총 7 Ton 절수
1회사용량	14 ℓ	7 ℓ	7 ℓ 절수
절수 효과	없음	50%	
1회 사용시 절수량 : 14 ℓ - 7 ℓ = 7 ℓ			

### 결론

지금까지 살펴본 바와 같이 양변기가 갖추어야 할 기능적인 요건은 완벽한 세척력과 절수 성능 그리고 저소음이다. 그러나 기존의 양변기는 고정식 사이펀 구조로 절수 한계가 있으며 배수소음이 커서 아파트나 사무실에서 층간소음문제 때문에 큰 어려움이 있었다. 따라서 이러한 분노배출 구조의 해결책이 없는 근본적인 절수 효과는 물론 배수소음 문제도 기대하기 어렵다. 여기에 듀얼시스템의 자동물내림 장치의 결합 및 진화로 우리의 잘못된 습관 교정 및 절수문제를 어느 정도 해결할 수 있을 것으로 예상된다.

이상의 연구 결과를 요약해 보면 다음과 같다.

- (1) 현재 주로 사용하고 있는 사이펀방식 양변기의 절수한계는 6ℓ 임을 알 수 있었다.
- (2) 양변기의 1회 사용 시 6ℓ 이하로 줄이기 위해선 기존 고정식 S드랩으로 한계가 있으므로 가변식이나 다른 구조 및 특별한 보조장치 등이 필요함을 알 수 있었다.
- (3) 국내 H사에서 세계최초로 가변식 직선트랩을 개발하여 1회 사용 시 소변은 3ℓ, 대변은 4.5ℓ 로 세척이 가능하며 배수소음도 약 10 dB(A) 절감됨을 알 수 있었다.
- (4) 가변식 직선트랩 및 초절수 변기로 어느 정도 대체되어 가면 심도 있는 오수관경에 대한 연구, 개선 및 설계기준제정도 반드시 필요하다.



<표 2> Results of the Energy Savings on the use of Non-Electric Automatic Flushing Toilet Seat

설치장소	서울대학병원		건국대학병원	경희 의료원
자동물내림 적용 전 7일간의 사용량 산출하고, 자동물내림을 설치 후 7일간 비교하여 사용량 산출				
설치모델	AF-2100		AF-2100	AF-2100
자동물내림 적용 전	23.21 ℓ		26.95 ℓ	28.66 ℓ
자동물내림 적용 후	15.31 ℓ		11.47 ℓ	16.30 ℓ
1회 절수량	7.9 ℓ		15.48 ℓ	12.36 ℓ
절수율	34%		57%	43%
설치장소	관동대 명지병원		과천 종합청사	세브란스 병원
설치모델	AF-2000	AF-2100	BTR-3510S	AF-2100
자동물내림 적용 전	19.6 ℓ	34.5 ℓ	33.00 ℓ	29.10 ℓ
자동물내림 적용 후	7.45 ℓ	14.9 ℓ	14.6 ℓ	11.10 ℓ
1회 절수량	12.2 ℓ	19.6 ℓ	18.40 ℓ	18.00 ℓ
절수율	62%	57%	56%	62%

- (5) 소변기와 같이 대변 시도 용변만 보고 변기를 떠나는 이용문화로 개선할 필요가 있다. 자동물내림장치를 설치하면 용변만 보고 떠났으면 자동으로 소·대변을 구별하여 1번만 세척해서 평균 53% 절수된다. 이는 한사람이 소변 1회에 절약할 수 있는 절수량은 평균 14.8ℓ로 나타났다. 이는 대·소변구분 듀얼시스템 및 1회 용변 시 평균 2회 이상 레버를 조작하는 잘못된 습관에 기인한다.
- (6) 기존 자동물내림장치는 대부분 건전지를 전원으로 사용하는 제품이거나 전기 제품이어서, 작동 되지 않거나 오작동하면 다음 이용자가 아주 큰 불편함을 느낄 수밖에 없었다. 이를 해결하기 위해서 사전에 건전지를 교체해야 하는데, 여러 개의 변기가 있고 사용빈도가 제각각인 공공화장실이나 빌딩에서는 불가능했다. 이로 인해 건전지가 아닌 전기를 이용한 제품이 개발되었지만 가격상승 문제와 감전사고에 대한 위험 그리고 다습한 화장실 환경으로 인한 전기제품의 내구성 문제 등 해결해야 할 과제가 산적해 있다. 무전원 자동물내림 장치는

수압만으로 작동되며 신뢰성 및 내구성 테스트를 위한 흙탕물, 쌀뜨물 및 석회질물을 사용한 실험결과 감지부 및 작동부 등의 성능에 이상이 없음을 확인할 수 있었다.

### 제 언

기존 빌딩이나 아파트와 같은 일반 건축물에 설치된 오수관은 양변기 1회 사용 시 세정수를 13ℓ 정도 사용하는 것으로 설계 시공되었다. 오수관도 이에 맞춰 75 ~ 100A로 설계하였다. 이는 오랜 기간 동안 지속되어 왔지만 최근 절수기구 사용이 일반화되면서 보다 친환경적인 설계의 필요성이 대두되고 있다. 따라서 학회 차원에서 새로운 양변기 기술에 적합한 오수관 수평주관의 길이 등 다양한 변수에 대한 추가 연구를 통해서 양변기 절수기술발전을 지원할 필요가 있다. 이를 위한 최선의 진보된 양변기 기술에 적합한 오수관에 대한 지속적인 연구, 개선 및 설계기준 제정이 마련되어야 할 것으로 생각된다.

또한, 지구촌 약 65억의 인류가 화장실에 사용하

는 1년 예산이 약 2,000조 정도로 추산된다. 화장실의 기술은 대단한 첨단기술이 아니므로 IT강국이면서 세계화장실협회 의장국인 우리가 지구촌의 화장실 산업을 선도할 수 있도록 산학관이 협력하여 화장실 관련 품목을 국가 전략 수출산업으로 육성 발전시켜야 할 시점이다.

### 참고문헌

1. Malin Myhrman, Nathalie Furrer, "Saving Europe's water its place in the EU' green strategy", Report of the European Policy Summit co-organised by Friends of Europe and the European Water Partnership(EWP), 5 November 2008. pp.1 ~ 56.
2. 大久保麻友, "大便器の節水化", 「日本ミ機械學會誌」, 112(1084), 2009, pp.176 ~ 177.
3. '위생도기 산업경쟁력조사', 무역위원회, 한국건자재시험연구원, 2006년 11월.
4. 가변식 직선 트랩 양변기 시스템에 관한 고찰, 서기원 외 2인, 대한설비공학회 2009 하계학술발표대회 논문집, pp.465 ~ 470.
5. 무전원 자동물내림 변좌시트를 이용한 에너지 절약에 관한 고찰, 서기원 외 4인, 대한설비공학회 2010 하계학술발표대회 논문집, pp.910 ~ 916. 