

# 창의적 문제해결 이론(TRIZ)를 활용한 초절수형 양변기 시스템의 설계 및 제작

이 경 원\* · 이 홍 석\*\*

## Design and Fabrication of Super Water-Saving Toilet System by Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)

Lee Kyeong-Won and Lee HongSuk

**Key Words :** Theory of Inventive Problem Solving (창의적 문제해결이론), TRIZ (트리즈), Water-Saving Toilet Bowl (절수형 양변기), CAD (컴퓨터 원용 설계), Design and Fabrication (설계 및 제작)

### Abstract

This paper describes the design and fabrication process of super water-saving toilet bowl system by the theory of inventive problem solving (TRIZ). The physical contradiction in TRIZ is defined to obtain the conceptual design for saving water in toilet bowl system with preventing the bad smell from septic tank. The super water-saving toilet bowl system is obtained by using the separation principle in time for resolving the physical contradiction. The consumption of water in the prototype system fabricated, is estimated about 3ℓ comparing with 13ℓ of that in conventional toilet bowl system. The noise from water in the prototype toilet bowl system is decreased by 1/3 of that in conventional toilet bowl system.

### 1. 서 론

본 논문에서는 개발 중인 초절수형 양변기 시스템의 설계 및 제작 과정을 기술한다. 우선 수세식 변기가 18 세기 말에 발명되기까지는 큰 저택에서는 집안 한구석에 휴대용 변기, 요강을 놓아 두고 사용했다고 한다. 일을 본 후에 하인들이 이것을 들어다 집 밖에 내놓으면 변을 치우는 사람이 수기해 갔다고 한다. 일반 사람들은 집 밖의 변소에서 용변을 보았다. 수세식 변기는 상하수도 설비가 없으면 그 기능을 제대로 발휘 할 수가 없다. 런던에서도 상하수도 공사가 이루어 진 것은 겨우 1860 년대가 되어서 였다. 점차 상하수도와 수세식 변기가 보편화되고 마침내 지금의 화장실 처럼 악취가 없이 청결하고 편리하게 용변을 볼 수 있는 화장실이 보편화된 것이다.

지금은 우리나라에서도 수세식 변기 그 중에서도 양변기가 아주 보편화되었다. 최근 지구촌의 물 부족 문제를 접하게 되면서 물 먹는 하마 양변기의 절수문제가 급부상하고 있다. 양변기가 물을 많이 사용한다는 것을 누구나 느끼고 있고 벽돌 넣기라는 고전적인 절수 방법을 잘 알고 있다. 물 내려가는 소리만 들어봐도 느낄 수 있기 때문이다. 실제로 양변기는 한번 사용할 때마다 한 번에 13 리터의 물을 사용하며 일반 가정에서 사용하는 물의 27% 를 차지한다.

본 논문에서는 물을 많이 사용하게 되는 양변기 구조의 문제점과 러시아에서 나온, 창의적 문제해결기법인, 트리즈 라는 이론의 물리적 모순 해소 방법을 적용하여 초절수형 양변기 구조의 개념안을 도출하였고 시제품을 설계, 제작하고 간이 실험을 통해서 물이 혁신적으로 10 리터씩 절약이 되며 양변기에서의 소음도 1/3 로 줄음을 확인할 수 있었다. 또한 물을 내릴 시, 3 리터만의 물을 사용할 수 있게 되어 양변기 물통이 아예 없는 초절수형 양변기의 시제품이 제작되었다.

\* 한국산업기술대학교 기계설계학과, lkw@kpu.ac.kr

\*\* 한국산업기술대학교 기계설계학과

## 2. 기존 양변기의 구조

Fig. 1 은 기존 양변기 구조에서 “트랩”이란 하수관에서 올라오는 악취를 막기 위해 “S”자 또는 “P” 자 형상의 배관을 눕혀놓은 형태로 설치해서 소량의 물을 항상 고여두게 하고, 이 물이 하수관에서 올라오는 악취를 막게 하는 유용한 배관 부품이다. 양변기의 본체는 배출구 자체가 “S”트랩으로 되어있어 항상 물이 고여있는 것이고, 이 물은 정화조에서 올라오는 악취를 막아 실내로 들어가지 못하게 한다. 이 고여있는 물의 양은 변기의 크기, 종류별로 약간 차이는 있지만 일반적인 중형 양변기가 약 2.5 리터 정도이다. 물탱크에 저장되어 있는 물은 13 리터 이고 용변을 내릴 때 한꺼번에 쏟아지듯이 양변기 속으로 들어와서 용변과 같이 나가고 그 중 2.5 리터는 남아서 고여 있게 된다.

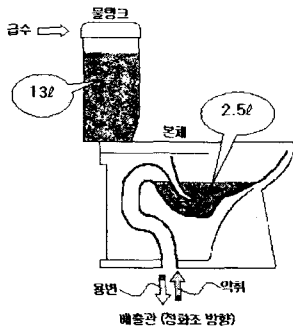


Fig. 1 Structure of Conventional Toilet

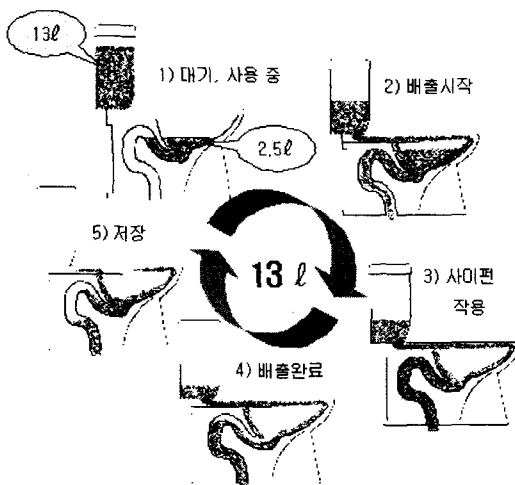


Fig. 2 Working Principle of Conventional Toilet

Fig. 2 에서 좀 더 자세히 보면 기존 양변기에서는 용변을 본 후에 물을 내리면 물탱크에 저장된 13 리터의 물이 급속히 내려오고 용변과 기존에 고여있는 오염된 물을 배출하기 시작한다. 배출되는 용변과 물은 처음에는 물탱크에서 들어오는 물에 밀려서 배출구로 서서히 빠져나가지만 배출구가 물로 꽉 차게 되면 사이펀 작용이 일어나 흡인력이 발생되면서 용변과 오염된 물을 빼내게 된다.

사이펀 작용이란 대기압과 용기내의 압력차이를 이용하여 유체를 낮은 곳에서 높은 곳으로 올리는 작용으로 “토리첼리 원리”를 이용한 것이다. 누구나 어려서 한번쯤은 이 사이펀 작용을 실험해보는데, 컵과 같은 용기에 물을 채우고 호스를 한쪽 끝을 담그고 호스의 반대쪽 끝으로 물을 빨아낸 후 컵보다 낮은 위치로 내려두면 용기 속의 물이 호스를 통해 반대쪽으로 이동하게 하는 종류의 실험이다. 여기에서 호스의 중간부분을 용기내의 수면보다 훨씬 더 높게 하여도 물은 아랑곳하지 않고 계속 이동한다. 이러한 사이펀 작용이 양변기의 배출 원리이며 사이펀 변기라고 부르는 이유이다.

사이펀 작용에 의해 용변과 고여있던 물을 깨끗이 배출해 내려면 이것들이 완전히 배출될 때까지 새로운 물이 계속 들어와 사이펀 작용을 유지시켜야 한다. 배출작용은 양변기내부의 물이 바닥을 드러내고 배출구내에 공기가 유입되면서 사이펀 작용이 끝나면서 종료된다.

미처 배출구의 상부를 넘지 못한 물과 유입되는 나머지 물이 새롭게 고이게 되며 처음상태로 돌아간다.

이상과 같이 양변기는 트랩구조로 물을 고이게 해서 정화조에서 올라오는 악취를 막아주며 용변을 본 후에는 물을 한꺼번에 많이 부어 사이펀 작용을 일으켜 용변을 배출해 낸다.

지금 양변기가 사용하는 물의 양은 배출 시에 사이펀 작용을 일으키고 완전한 배출이 이루어지기까지 유지시키기 위한 최소한의 양이다. 여기에서 물을 줄이는 것 - 벽돌 넣기 식 - 은 배출성능을 떨어뜨린다. 양변기 중 철도차량이나 항공기 등에서 사용하는 진공흡입방식이나 거품을 사용하는 포세식은 물을 적게 사용하지만, 별도의 아주 복잡한 장치와 외부동력 등을 사용하고 있다.

## 3. 창의적문제해결기법(트리즈)를 이용한 초절수형 양변기의 개념설계안 도출

### 3.1 문제정의 (Problem Definition)

트리즈의 창시자 알트슐러는 “창의력이란 문제를 정확하게 기술하는 솜씨에 달려 있다.” 라고

했다. 그리고 많은 문제들이 문제를 정확하게 기술하면 저절로 해결되기도 한다고 말한다.

문제를 분석해보면, 양변기는 현재 본래의 기능을 충실히 수행하고 있다. 다만 물을 많이 소모한다는 부작용을 일으키고 있는 것이다. 또한 양변기는 발명 된지는 오래되었지만 그 구조는 거의 변화하지 않았다. 그러므로 양변기의 기본 원리를 유지하고 개선하는 것이 바람직하다. 이를 바탕으로 문제를 정의한다.

"양변기는 악취를 막기 위해 S 자의 구부러진 배관모양을 하고 있다. 고인 물은 악취를 잘 막아낸다. 그러나 용변을 내려보낼 때는 많은 물을 한꺼번에 부어 강제로 내려보내야 한다. 악취를 막기 위해 구부러진 배관구조를 가지면서도 적은 물로 용변을 내려보낼 수 있는 방법이 필요하다."

트리즈에서는 문제를 기술할 때 전공 용어 대신에 평이한 아주 일반적인 용어로 풀어 쓰도록 한다. 그렇게 함으로써 용어자체에 스며있는 고정관념으로부터 우리의 사고를 자유롭게 해 준다. 위에서 보면 '트랩'을 '구부러진 배관', '사이핀작용'에 의한 '배출'을 "물을 한꺼번에 부어 강제로 ....." 이런 식으로 기술했다.

### 3.2 이상적인 최종결과 (Ideal Final Result)

어떤 문제에 대해 동화 속에서나 가능한 이상적인 결과와 이상적인 해결책을 상상함으로써 심리적 장벽인 고정관념을 무너뜨리고 혁신적인 문제 해결책(Solution)의 실마리를 발견할 수 있도록 해 준다. 혁신적인 사고는 잘 다듬어진 상상력에서 나온다. 문제에 대해 이상적인 최종결과와 이상적인 해결책을 다음과 같이 상상했다.

"항상 고여 있는 물의 양은 약 2.5 리터이다. 만일 이상적인 어떤 방법으로 용변과 물을 바로 내려보내고 변기표면을 약간의 물- 0.5 리터로 세척한다면 3 리터의 물만을 사용하면 된다."

"이것을 만족시킬 수 있는 이상적인 방법은? 물을 저장하기 위해서 S 자의 구부러진 배관구조가 있지만 용변을 내려보낼 때는 없어야 한다. 즉, 필요에 따라 구부러진 배관이 있거나 없어야 하거나 하면 된다."

### 3.3 물리적 모순 (Physical Contradiction)

어떤 시스템 내부의 한 부분이 목적으로 하는 작동을 하기 위해서 필요한 특징이 다른 작동을 할 때는 그와 반대되는 특징이 있어야 하는 것. 즉, 서로 상반되는 특징을 동시에 만족시켜야 할 때 이것을 트리즈에서는 물리적 모순이라고 한다.

TRIZ에서는 모순을 분명히 하고 그 모순과 타협하지 않고 극복해 나갈 수 있는 다양한 도구

(Tools)들을 제공한다. "물리적 모순의 전형적인 해결책은 물리적 요소는 시간적, 공간적으로 분리할 수 있다." 이다.

기존 양변기의 물리적 모순을 다음과 같다.

정화조에서의 악취를 막기 위해서는 트랩구조가 있어야 하고 물을 적게 사용하여 내려보내려면 트랩구조가 없어야 한다.

이 물리적 모순은 모순 요소(Control Parameter)를 시간적으로 분리하는 것이 가능하다. 즉, 트랩구조가 있어야 되는 시간과 없어야 되는 시간을 명확히 구분할 수 있다.

양변기 배출구는 항상 물을 저장하기 위해 트랩구조를 형성하지만, 사용 후 용변 배출 시에는 트랩구조를 상실하고 용변을 바로 배출하고 배출과 세척이 끝나면 다시 트랩구조를 형성한다.

Fig. 3 과 같이 양변기 배출구는 물을 저장하기 위해 트랩구조를 형성하고, 용변배출 시에는 트랩구조를 상실하여 사이핀 작용이 없이 바로 배출해낼 수 있어야 한다. 즉 배출구가 목적에 맞게 유연하게 대처해 주어야 하는데, 트랩구조의 형성과 상실을 자유로이 구현할 수 있는 방법은 배출구를 유연한 배관(Flexible Tube)으로 설치함으로써 가능할 것이다. 배관을 트랩의 굴곡형상으로 해주어 트랩처럼 물을 고이게 하고, 굴곡부의 높이를 배출구 높이보다 낮게 해줌으로써 사이핀 작용 없이 배출하는 것이 가능하다. 이때 물을 공급하면 표면 세척이 이루어지고, 다시 유연한 배관의 굴곡부위를 원래대로 높여주면 깨끗한 물이 고이게 된다.

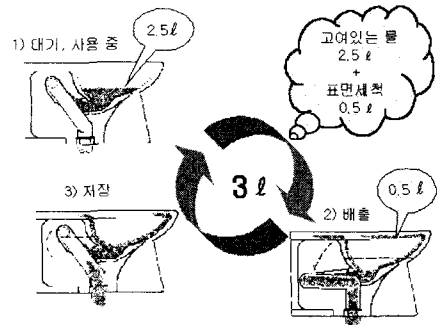


Fig. 3 Conceptual Design of Super Water-Saving Toilet

## 4. 초절수형 양변기 시제품제작 및 실험

### 4.1 작동 구조 설계

용변 배출 버튼을 누르면 별도 동력, 모터, 펌프 등이 없이 양변기에 고인 물과 양변기 표면을 세척해 주는 물 (0.5 리터)의 무게만으로 유연성 튜브가 밀로 내려오면서 용변을 정화조쪽으로

내려보낸다. 용변 및 물 (3 리터)이 빠지면 유연성 튜브가 원래대로 가벼워지며 반대편에 있는 복원용 균형추의 무게에 의해서 시이소오의 원리로 유연성 튜브가 원래위치로 올라 온다. 이 구조의 작동 및 실제 구현된 시제품은 Fig. 4 와 같다. 이 시제품은 FRP, 아크릴, 유연성 호오스 및 소변기용 Flush Valve 를 사용하여 구현하였다. 양변기 물통이 필요 없어서 양변기 사이즈를 줄일 수 있고, 양변기 외관 디자인도 다양하게 할 수 있게 된다.

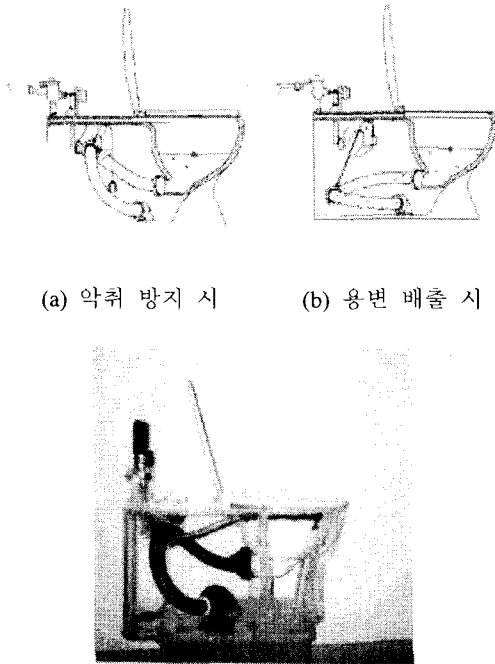


Fig. 4 Prototype of Super Water-Saving Toilet

#### 4.2 시제품의 성능

초절수형 양변기 시제품에서, 1 회 작동시, 대변, 소변 경우 모두 3 리터만의 물로 세척됨을 확인할 수 있다. 즉 한 번 용변을 내릴 때, 10 리터씩의 물을 획기적으로 줄일 수 있다.

양변기에서는 물을 내릴 때, 공기가 빨려 들어가면서 큰 소음이 발생한다. 양변기의 뚜껑을 덮어두고서 1.5 m 높이 위에서 양변기 소음을 측정하는 것을 일본 마쓰시다에서 사용하고 있는 바, 이 위치에서 기존 양변기와 초절수형 양변기 시제품의 소음을 측정, 비교하였다. 기존 양변기에서는 평균 73.3 dB, 초절수형 양변기 시제품에서는 62.7 dB 가 측정되어 약 10.6 dB 감소됨을 확인할 수 있다. 소음이 약 1/3 정도로 감소하는 효과가 있다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 창의적 문제 해결이론(TRIZ)의 물리적 모순 해결의 분리 원리를 적용하여 초절수형 양변기의 개념설계안이 도출되었다. 이 개념설계안에 대해서 상세 설계되고 시제품이 제작되어 절수 효과 및 소음 감소 효과가 확인되었다.

창의적인 문제해결기법을 통해서 이 시스템은 양변기의 물통 아래의 위생도기로 고정된 S 트랩 구조의 고정관념을 깨고 유연성 배관으로 교체된 새로운 초절수형 양변기의 아이디어를 얻게 되었다.

만들어진 시제품은 절수 성능면에서 1 회 양변기 용변 배출 시, 사용되는 물의 양은 기존 양변기는 13ℓ, 종래 절수형 양변기는 6~7ℓ 인 것에 비해 3ℓ 로써 절수능력이 혁신적으로 개선되었고, 양변기에서 나는 소음도 약 10 dB (1/3 정도)나 감소되어 아파트의 위, 아래 층의 화장실 소음을 감소하는 데 큰 도움을 주리라 기대된다.

이 시제품은, 유연성 배관의 내구성 문제 해결과 양변기의 주요 부분이 위생도기로 구워져 위생 성능의 문제가 해결된다면, 가정에서 사용되는 전체 물의 27 %를 소비하는 양변기 물을 혁신적으로 절약하고 화장실 소음 감소에 효과가 큰 제품이 될 수 있다.

#### 참고문헌

- (1) 김영일, 이경원, 1999, "TRIZ 이론에 대하여", 기계저널, 대한기계학회, 제 36 권, 제 6 호, June, pp. 57~63
- (2) 한국산업규격, 1994, "KSL 1551-1994 위생도기"
- (3) Yuri Salamatov, 1999, The Right Solution at The Right Time, Insytec B.V.
- (4) 조형희 역, 1998, 트리즈, pp.51~58, 현실과 미래사
- (5) 박영택, 박수동, 1999, 발명 특허의 과학, pp. 85~93, 현실과 미래사
- (6) Genrich Altshuller, Lev Shulyak, Steven Rodman, 1999, "The Innovation Algorithm", Technical Innovation Center
- (7) 이홍석, 이경원, 2000, "창의적인 문제해결이론 (TRIZ)을 이용한 새로운 절수형 양변기의 개념설계", 춘계 한국정밀공학회, 논문집 (I), pp. 39~42
- (8) 이홍석, 이경원, 2001, "창의적인 문제해결기법의 물리적 모순해결에 의한 초절수형 양변기 시스템의 설계", 한국 CAD/CAM 학회 학술발표회 논문집, pp.111~115