

# 분리형 전기순간가열기에 의한 온수 비데 설계

고석조\*(동의공업대학 기계시스템계열), 이병우, 김창동

## Design of Hot-water Bidet with an Electric Instantaneous Water Heating Unit

S. J. Go(Division of Mechanical Engineering, Dongeui Institute of Technology), B. W. Lee, C. D. Kim

### ABSTRACT

There are an electronic and a manual type in Bidet. The electronic bidet has some advantages. It supplies multiple functions and is set up easily. However, it has frequent defects and a high price. The manual bidet is not need to supply electric and is cheaper than the electronic type. However, it is needed to supply hot water and is hard to set up. In order to solve these defects, this study designed a bidet heating unit using an electric instantaneous water heating method. To get a proper heating elements, experiments were performed about a Ni-Cr heater and a film heater.

**Key Words :** Bidet(비데), Electric instantaneous water heating method(전기순간가열방식), Ni-Cr heater(Ni-Cr 열선), Film heater(필름히터)

### 1. 서론

비데는 의·식·주의 발달과 더불어 생활 여건이 좁디 정결하고 위생적으로 마렵에 따라 치질이나 변비 등의 질환 예방과 치료 그리고 청결을 목적으로 사용하게 되었다. 국내의 경우에는 약 20년 전부터 보급되기 시작하였으나, 가격이나 질적인 면에서 만족을 주지 못하였고 화장실 문화에 대한 인식 부족과 유통상황의 미미 등으로 해서 지조한 보급률을 보이고 있었다. 따라서 최근에는 고급 주택 및 아파트를 중심으로 비데에 대한 관심이 높아짐으로 해서 다양한 가격대의 비데가 판매되고 있다[1,2].

비데는 전자식과 기계식으로 크게 구분할 수 있다. 전자식의 경우는 보일러와 무관하며 사용자의 취향에 따라 사체에서 냉 온수를 조절하므로 별도의 온수 배관이 필요치 않다. 또한 다양한 기능을 제공함으로써 소비자의 요구를 충족시킬 수 있고 설치비용이하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 전자장비라는 특성 상 설치에 제약을 받고 가격이 고가라는 단점을 가지고 있다. 즉, 전원이 없는 곳, 공간이 좁은 곳, 특수 번기, 수압이 약한 곳에는 설치가 불가능하다. 그리고 수압의 손실도 기계식에 미하여 크기 때문에 세정능력이 떨어지며, 사용 중에는 물 분사밖의

조절이 불가능하므로 사용자에게 불편감을 줄 수 있는 문제를 가지고 있다[1,2].

기계식의 경우는 냉수와 온수 배관을 따로 연결하여 사용하며 보일러 온수 배관과 연결해서 사용하게 된다. 기계식은 전자식과 달리 수도의 수압으로 작동하므로 전기를 사용하지 않고 설치 장소에 대한 제약을 전자식 비데보다는 적게 받으며, 수압의 손실이 거의 없고, 가격이 전자식에 비교해서 저가이다. 그러나 온수 비데의 경우 온수가 바로 나오지 않고 일정 시간 기다려야 하며, 온수배관이 없는 곳에서는 냉수밖에 사용이 안 되는 제약을 가지고 있다. 또한 설치가 전자식에 미하여 두 배나 더 공정이 들어가는데도 있다[1,2].

본 연구에서는 기존의 전자식 비데가 가지는 것은 고장 문제 및 구입 가격의 고가와 기계식 비데에서 문제가 되는 온수 공급 문제를 해결하기 위해 전기순간가열방식에 의한 온수 비데 가열기를 개발하고자 한다. 이를 위해서 먼저 히팅 엘리먼트(heating element)에 대한 성능평가를 하였으며, 열역학적 해석을 통해 가열기에 대한 설계를 하고자 하였다. 그리고 최근 소비 동향의 변화와 수출형 모델에서 발생하는 체결 문제를 해결할 수 있는 모델의 개발을 위해서 본 연구에서는 비데 핸들부와 난방 변화부

및 체결부에 대한 구조 설계 및 제작을 수행하였다. 특히 비데 핸들부의 제작 시에는 3차원 CAD와 고속 광조형기를 이용함으로써 개발 기간을 최소화시키도록 하였다.

## 2. 전자식 비데와 기계식 비데

비데는 전자식과 기계식으로 크게 구분할 수 있다. 전자식의 경우는 설치가 용이하고 보일러와 무관하며 사용자의 취향에 따라 자체에서 냉 온수를 조절하므로 별도의 온수 배관이 필요치 않다. 그러나 전자장비라는 특성 상 설치에 제약이 받고 가격이 고가라는 단점을 가지고 있다. 기계식의 경우는 냉수와 온수 배관을 따로 연결하여 사용하며 보일러 온수 배관과 연결해서 사용하게 된다. 따라서 기계식은 설치가 전자식에 비해서는 어렵지만 전자식과 달리 수도의 수압으로 작동되므로 전기를 사용하지 않고 가격대가 저렴하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 온수를 사용하고자 할 경우에는 보일러를 데워야 하는 단점을 가지고 있다.

Fig. 1은 현재 시판되고 있는 전자식 비데와 기계식 비데에 대한 외형을 나타내며, Table 1은 전자식 비데와 기계식 비데에 대한 특성을 비교하고 있다.



(a) Electronic bidet (b) Manual bidet

Fig. 1 Photo of the bidet

Table 1 Characteristics of the electronic bidet and the manual bidet

Items \ Bidet	Electronic bidet	Manual bidet
Cost(만원)	40~100	8~25
Electricity	With	Without
Installation	Simple	Complex
Function	Various	Simple
Electric shock	Possible	Impossible
Electric wave	Possible	Impossible
Breakdown	frequency	nearly
Warm air drying	With	Without
Jet-stream	With	With
Water pressure	Weak	Strong
Warm water	Discontinuous	Continuous
Heated seat	With	Without

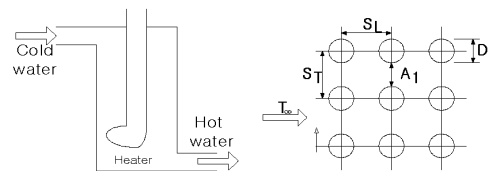
## 3. 가열기의 구조 설계

### 3.1 가열기의 구조

가열기의 구조 설계에서는 Fig. 2와 같이 저탕용기에 의한 가열 구조와 관군을 통한 가열 구조, 두 가지 구조에 대한 특성에 대해서 비교 검토 하고자 한다.

저탕용기에 의한 가열방식의 경우는 전자식 비데에서 주로 많이 사용하는 방식으로 내부 수조에 저장되어 있는 1,000cc 분량의 물을 전기히터로 데워서 사용한다. 그러나 초기 사용 후 30초가 지나면 수조 내부에 유입된 냉수에 의해 비데 노즐에서는 찬물이 나오는 문제를 가지고 있다. 그리고 히터가 물 속에 직접 담겨서 물을 가열시키므로 히터의 부식에 따른 위생문제와 히터 고장으로 인한 수리 요구가 잦고, 저수조의 크기로 인하여 제품의 전체 외형이 커지게 된다. 또한 사용자의 안전을 위한 여러 가지 부가 장치로 해서 생산 원가가 높아져서 소비자 가격이 높게 된다. 따라서 본 연구에서는 Fig. 2(b)와 같이 관로 형상의 통로로 물이 흐르고 관로 주위에서 가열기에 의해 열이 전달되는 방식을 고려하고자 한다.

저탕식의 구조를 순간가열식으로 변경할 경우 온수를 계속적으로 공급할 수 있고, 저탕식 구조에서의 단점인 제품의 크기도 줄일 수 있다. 그리고 저탕식과는 달리 물이 파이프를 지나갈 때 외부에서 물



(a) In a hot metal (b) In a tube bank

Fig. 2 Structure of the heating unit

을 간접적으로 가열함으로써 사용하는 물의 위생 문제 및 전기 안전 사고에 대한 위험을 최소화 할 수 있다. 또한, 부가적인 안전장치를 부착할 필요가 없어 제품 제조 원가를 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

### 3.2 히팅 엘리먼트의 특성 평가

일반적으로 사용되고 있는 열선으로는 무자계 열선, 일반열선, Ni-Cr계 열선 등과 최근에 개발된 필름히터 등이 있다. 본 연구에서는 자료 조사를 통해 순간 가열기에 적합한 히터를 선정하기 위해 Ni-Cr 열선과 필름히터에 대한 특성을 비교 평가하고자 한다.

실험 조건은 실험실 환경에서 수행하였으며 실험실의 실내 온도는 18.5℃이고 실험에 사용된 물의 온도는 15.6℃이다. Fig. 3은 각각의 히터에 대한 실험

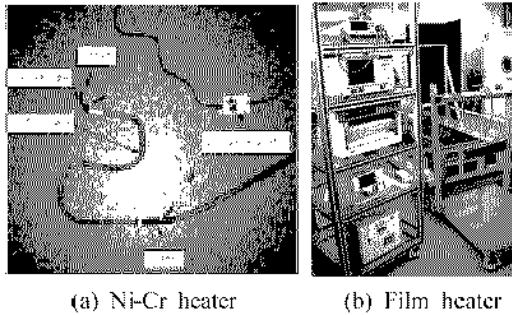


Fig. 3 Heating experiments

구성을 나타낸다. 실험에서 시간에 따른 온도 변화를 측정하기 위해서는 하이브리드 레코더(hybrid recorder)를 이용하였다.

Ni-Cr계 열선은 높은 전기저항, 우수한 열적 안정성을 가지며, 고온 강도가 크고 높은 내식성을 가지고 있다. 필름히터(film heater)는 PET 필름에 고저항체인 카본(carbon)을 도포하여 카본에 의하여 열을 발산하는 것을 특징으로 하며, 1mm 이하의 인쇄 정밀기속로 만들어진 필름형 막막 히터이다. Fig. 3(b)와 같은 필름히터는 가위로 잘라 내지 않는 한 반영구적으로 사용할 수 있는 특성을 가지고 있으며 제품의 특성상 표면온도가 75℃를 넘지 않아 과열의 위험이 없다[3].

Ni-Cr 열선에 대한 성능 평가 결과는 Table 2와 같고, 필름 히터에 대한 성능 평가 결과는 Table 3과 같다. 두 가지 열선에 대한 평가에서 보면 필름히터의 경우는 제품 사용 시의 용이성과 전기적인 안정성은 우수하였으나, 냉수를 가열하기 위한 시간이 너무 오래 소요되는 문제를 가지고 있음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 Ni-Cr 열선을 가열기의 열선으로 선정하였다.

## 4. 온수 비데 설계

### 4.1 순간가열기 설계

Fig. 4는 전기순간가열방식에 의한 온수 비데의 전체 구성도를 나타낸다. Fig. 4에서와 같이 공급된 물은 전기순간가열기에서 가열된 후 수압식 비데에 공급되는 방식으로 구성되어 있다.

Fig. 5은 전기순간가열기의 내부 구조도를 나타낸다. 물이 가열되는 가열부는 Fig. 5과 같이 동 파이프( $\phi 19$ )의 외부를 열선으로 감아서 구성한다. 따라서 공급되는 물은 가열된 동 파이프를 따라 흐르면서 원형관 내를 흐르는 유체의 열전달 특성에 따라 급속히 데워지게 되며, 가열효과를 극대화하고 열효율을 높이기 위해 가열부를 1차 가열부와 2차 가열부로 구분해서 구성한다. 또한 가열기의 외부는 단열 처리하여 열손실을 최소화하도록 한다.

Table 2 Experimental results about the Ni-Cr heater

No	AC voltage (V)	Ampere (mA)	Power (W)	Time (minute)	Temp. (°C)
1	44V (60Hz)	17.68	0.77	10	19.3
2	88	35.18	3.10	10	22.0
3	132	52.80	7.00	10	27.0
4	176	69.18	12.28	10	32.0
5	220	87.17	19.22	10	35.4
6	264	103.88	27.47	10	42.0
7	300	117.55	35.30	10	48.2

Table 3 Experimental results about the film heater

No	AC voltage (V)	Ampere (mA)	Power (W)	Time (minute)	Film (°C)	Water (°C)
1	220V (60Hz)	87.17	19.22	30	43.0	22.0
2	264V (60Hz)	103.88	27.47	30	60.0	29.0
3				30	66.0	32.0
4				30	65.8	35.3
5				30	66.0	36.0
6				30	66.7	36.8

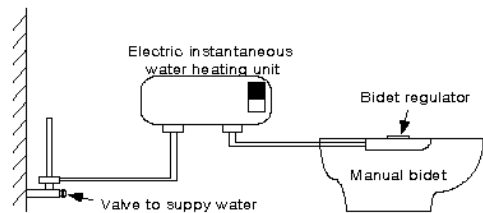


Fig. 4 Schematic diagram of the developed bidet

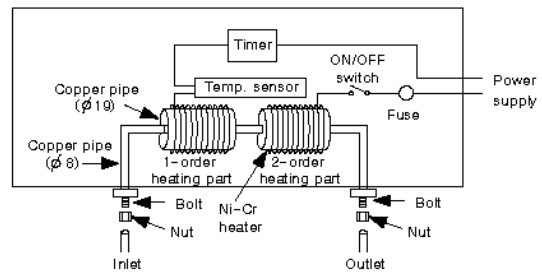


Fig. 5 Architecture of the heating unit using the electric instantaneous water heating method

본 연구에서 개발한 순간 가열기에서 출구 측의 물의 온도를 요구하는 온도까지 올리기 위한 가열기의 관로 길이를 결정하기 위해서 원형관로를 통과하는 유체에 대한 열전달 특성을 해석적으로 분석하고 이를 설계에 적용하고자 한다. 관의 외부 표면을 단열로 가정하면 열선에서 발생한 전체열은 모두 물로 전달된다고 볼 수 있으므로 가열기의 관로 길이 L은 다음과 같이 구할 수 있다[5,6].

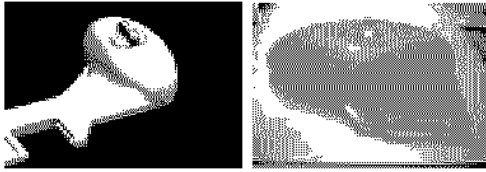


Fig. 6 3D CAD file and RP model

$$L = \frac{4\dot{m}c_p}{\dot{q}\pi(D_o^2 - D_i^2)}(T_{m,o} - T_{m,i}) \quad (1)$$

단,  $\dot{q}$  : 열선에서 발생하는 열

$D_o, D_i$  : 관의 외경 및 내경

$\dot{m}$  : 물의 질량 유량

$c_p$  : 물의 비열 ( $c_p = 4179 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ , 평균 온도  $35^\circ\text{C}$ 에서 물의 비열)

$T_{m,i}, T_{m,o}$  : 가열기 입구온도 및 출구온도

가열기 내부를 동 제철로 사용한 이유는 물에 대한 내식성과 열의 전도성면에서 우수하기 때문이다. 그리고 동 파이프의 외부에 감겨진 열선은 열선에 대한 성능 평가를 통해서 Ni-Cr 열선을 선정하였다. 그러므로 Fig. 5에서와 같이 본 연구에서 개발된 전기 순간 가열기를 활용함으로써 기존에 보급되어 있는 기계식 냉수 비데에도 간단한 작업만으로 적용 가능함을 알 수 있다.

#### 4.2 비데 핸들부 RP 및 난방변좌 제작

최근 비데의 판매 동향을 살펴보면 제품의 기능적인 평가뿐만 아니라 제품 외형적인 평가에 비중을 많이 두고 있다. 따라서 본 연구에서는 비데 핸들 조작부에 대한 디자인 및 설계를 통해 시장 동향에 부응하는 제품을 개발하고자 한다. Fig. 6은 UG(Unigraphics)를 이용하여 설계된 3차원 설계와 SLA 세속광조영기를 이용하여 제작된 RP 시제품을 나타낸다.

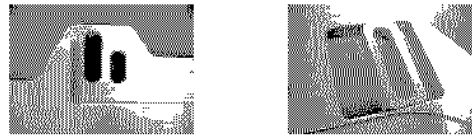
그리고 개인주택의 경우 추운 겨울에는 변좌가 차갑다는 문제가 있으므로 기온변화에 따라 변좌 온도를 조절할 수 있도록 하기 위한 난방 변좌를 개발하고자 한다. 난방 변좌에 사용하기 위한 발열체로는 Fig. 7과 같은 직조식 발열체[4]를 사용하여 난방 변좌를 제작하였다.

#### 4.3 체결부의 구조 설계

수출형 비데의 경우에는 각 나라마다의 변기 규격 차이로 인해 비데 몸체와 변기를 연결하는 부위에 대한 구조적인 유연성이 필요하다. 따라서 비데 체결부의 형상을 다양한 종류의 변기에도 설치 가능한 구조로 설계하고자 한다. Fig. 8은 기존 비데 체결



Fig. 7 Heating seat



(a) The existing shape (b) The modified shape

Fig. 8 Union of a bidet and a chamber pot

부의 구조와 본 연구에서 개발된 체결부의 구조를 나타낸다.

### 5. 결론

본 연구에서는 기존의 전자식 비데가 가지는 잦은 고장 문제 및 구입 가격의 고가와 기계식 비데에서 문제가 되는 온수 공급 문제를 해결하기 위해 전기 순간 가열 방식에 의한 온수 비데 가열기를 개발하였다. 본 연구를 통해 얻어진 기대 효과는 다음과 같다. 먼저 기존제품들의 설치가능비율이 60%에 지나지 않는 데 반하여 어디서나 100% 설치가 가능하다. 히팅부를 따로 분리시킴으로써 고장율이 저하되었고, 전기적인 복잡한 구조로 인하여 기존제품에서 발생하는 잔 고장이 없다. 그리고 온수가 계속 분사되므로 원하는 대로 세정과 마사지를 할 수 있다. 또한 현재의 수출 구조에서는 수출에 제약이 너무 많고 전자식의 경우에는 거의 불가능하였으나 세계 시장에 판로개척이 가능한 것으로 기대된다.

### 후기

본 과제는 2003년도 산·학·연 공동기술개발 전 사업사업의 지원에 의한 것입니다.

### 참고문헌

1. 한샘산업, <http://hanssemq.koreasmc.com>, 2003.
2. 삼성노비타비데, [www.bdmall.net](http://www.bdmall.net), 2003.
3. 우창, 필름히터 카다로그, 2003.
4. 한홍시스템, 직조발열체 카다로그, 2003.
5. 이택식, 이재현, 이준식, 열전달, 희중당, 1992.
6. 고석조, 이병우, 김창동, "순간가열방식을 이용한 비데 가열기 설계," 한국기계기술학회 2004년도 하계학술대회논문집, pp. 64 - 69, 2004.