

전자식비데 발화가능성에 대한 이론적 접근

경기도소방재난본부 최진만

요약

제조물책임법(Product liability Law) 시행이후 각종 전자제품에 대한 분쟁사례가 끊이지 않는 가운데 최근 비데(Bidet)에서 화재발생사례가 대두됨으로서 전자식비데에 대한 전반적인 특성 및 발화가능성에 대한 예측등을 통하여 이해도를 높이고 화재발생사례를 바탕으로 이론적 고찰에 접근해 보고자 한다

1. 서론

국민 대다수 의식수준이 향상되고 정신적, 육체적 건강을 유지하기 위한 웰빙(Well-Bang)문화에 대한 관심이 증폭되면서 누구나 좀더 쾌적하고 깨끗한 환경속에서 생활하고자 하는 생각이 널리 퍼지게 되자 위생관련 편리한 생활도구들의 출현은 어찌 보면 당연한 결과일지도 모른다. 대표적인 위생관련 제품으로 비데의 경우 관련업계에 의하면 국내시장 점유율이 15%내외를 상회하는 실정으로 향후 다른 제품보다 시장의 판매망은 더욱 탄력을 받아 증가할 것으로 예측되고 있는 가운데 심심찮게 전자식비데에서 발화된 것으로 추정되는 화재사례가 관심을 모으고 있어 전자식비데의 제원 및 최근 화재발생사례를 재조명하여 발화원인 검토와 향후 실험적 접근방법을 모색해 보고자 한다.

2 비데 일반

2-1. 정의

용변 후 생식기와 항문주위를 세척하는데 쓰이는 위생용기

2-2 기 원

13세기말까지 8회에 걸쳐 그리스도교인들과 이슬람교인들

간의 전쟁으로 명명되는 “십자군전쟁” 당시 중세기사들에 의하여 발명되었다고 하며 이후 프랑스 귀족사회에서는 “애완용 조랑말”을 가리키는 단어로도 사용되었으나 16세기부터 더운물을 담기놓고 뒷물처리를 하는 도기제품으로 말을 타듯이 걸터앉아서 사용했다는 데서 유래

2-3 비데 종류

국내 비데제조사는 현재 20여군데에 육박하고 있으며 비데 보급율 50%선을 넘고있는 화장실문화의 선진국 일본을 포함 수입제품까지 포함하면 종류별 계량적인 분석은 어려움이 있으나 기능상 전자식과 기계식으로 대별할 수 있다.

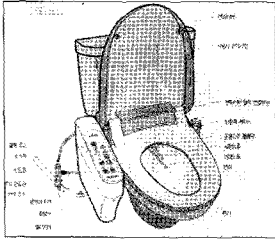
(표1) 전자식과 기계식 비데 비교

구분	전자식(디지털식)	기계식(수동식)
시초(개발)	일본	프랑스
가격	비싸다	저렴하다
기능	성능다양	성능단순
배관	1개 (냉, 온수 겸용)	2개 (냉, 온수 배관분리)
유지비용	비용이 많이 든다	유지관리비용 없음
화재 위험성	가능성 있음	없음

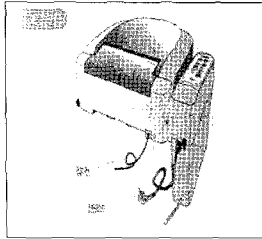
(표 1)을 통하여 특징적인 장, 단점을 구체적으로 살펴보면 기능면에서 전자식은 변좌에 전열선이 깔려있어 겨울철 따뜻한 난방기능이 가능하고 노즐위치조절, 마사지기능, 용변후 온풍건조기능 등 다양한 부가장치가 내장되어 있는 반면 기계식의 경우 기능이 단순하여 노즐위치를 몸으로 조절해야하고 편리한 부가장치가 내장되어 있지 않으나 유지관리비용이 없으며 자유자재로 물청소가 가능하여 화재의 위험으로부터 안전한 장점을 지니고 있다.

3 비데의 구조

전자식 비데는 (그림1), (그림2)와 같이 좌측에 물탱크(1~2 l)를 내장한 조작부가 설치되어 있어 용변전후 세정기능, 리듬기능(수압의 강, 약조절), 변좌온도조절 및 온풍기능과 비데 기능 등을 원터치동작으로 편리하게 사용할 수 있는 구조로 되어 있으며 제품 후면에는 전원리드선과 접지선이 설치되어 사용상 철저한 관리만 이루어진다면 누전방지와 화재의 위험으로부터 안전할 수 있도록 설계되어 있다



(그림1) 비데 전면구조



(그림2) 비데 후면구조

4 화재발생사례 검토

4-1. 사례 1

4-1-1. 일시 및 장소

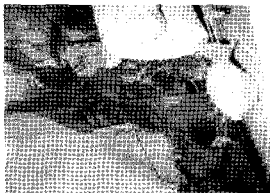
- 일시 : 2004년 *월 *일 13:36경
- 장소 : 부산직할시 **구 **동 **아파트 (2층)

4-1-2. 조사내용 및 현장상황

2층 거주자에 의하면 집안에 있는데 갑자기 정전이 되어 원인을 확인 하던 중 화장실에서 연기가 새어나와 문을 열어보니 비데 오른쪽부품과 휴지통에 불이 붙어있어 복도의 소화기를 이용하여 초기진화 하였다고 하며, 현장 상황은 (그림3)과 같이 비데기 좌측 조작부는 전혀 연소되지 않은 상태로 비데우측 인쇄회로기판이 내장된 부근의 부품이 용융, 탄화된 형태로 직하방으로 비화되어 플라스틱휴지통에 착화되었고 국부적으로 탄화된 형태를 유지하고 있었음(그림4)



(그림3) 비데 연소형태



(그림4) 회로기판 부근 용융

4-1-3. 발화원인 검토

조작부 및 좌변전열선은 손상 없이 우측 인쇄회로기판이 내장된 주변으로 연소 후 형태 변형된 점으로 미루어 주기판 회로내 과열방지장치(바이메탈), 온도퓨즈, 온도센서 등의 정상동작여부에 대한 검토가 필요하다고 보여짐.

4-2 사례 2

4-2-1. 일시 및 장소

- 일시 : 2008년 *월 *일 01:30경
- 장 소 : 경기도 수원시 **구 **동 **아파트 (6층)

4-2-2. 조사내용 및 현장상황

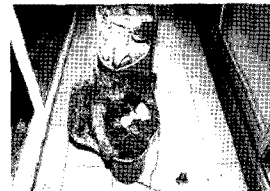
화재당일 6층 내부에는 사람이 없는 상태에서 7층 이상 위층에 살고 있는 사람들이 연기가 계속 위층으로 올라와 119로 신고된 사항으로 화재는 안방내부 05평 규모 화장실의 비데 부위에서 발화되어 연소 확산 중 산소공급부족으로 자연 진화되었으며, 현장상황은 화장실 전소상태로 실내 공간(32평) 전체 대류작용에 의한 다량의 연기응축물이 부착되어 있었음 (그림5).



(그림5) 안방내부 화장실입구



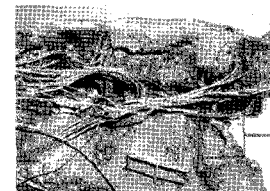
(그림6) 화장실내부 연소형태



(그림7) 수거한 좌변기 연소잔해



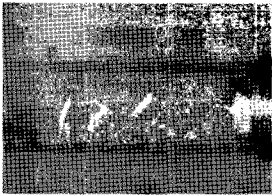
(그림8) 비데조작부 및 기판내부



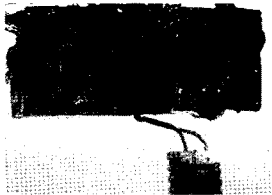
(그림9) 회로기판내부 배선단락



(그림10) 단락흔 식별



(그림11) 전원선전류퓨즈(용단됨)



(그림12) 주기판과 히터잔해

4-2-3. 발화원인 검토

수거한 비데를 감정한 결과 주기판이 내장된 우측부분을 중심으로 연소 확대된 형태를 보이고 있으며 전원선부분의 전류퓨즈(250V, 6A)의 용단된 잔해와 주기판과 접속된 배선 상에서 단락흔이 식별되는 위치등으로 볼 때, 주위에 기타 발화원이 존재하지 않을 경우 단락흔 또는 그 주변에서 발화되었을 가능성 있음

4-3. 사례 3

4-3-1. 일시 및 장소

- 일시 : 2004년 9월 **일 17:44경
- 장소 : 부산직할시 **군 **읍 **아파트 (5층)

4-3-2. 조사내용 및 현장 상황

화재발생당시 집안에는 아무도 없는상태에서 플라스틱 타는 냄새와 연기가 새어나오는 것을 목격한 이웃주민들에 의하여 초기진화 및 119 신고된 상황으로 화장실 천장부분 소실되었으며 고온의 연기확산 진행되어 실내공간 전체 탄화된 연기응축물이 부착되어 있었음



(그림13) 비데주변 연소형태



(그림14) 화장실 천장 소실형태

4-3-3. 발화원인 검토

전원 및 좌측 조작부 용융되었으나 특이점 식별되지 않았고 주기판회로가 내장된 우측부분 내, 외부 형태 소실된 잔해로 직상방 천장으로 연소 확대되어 출화된 형태를 나타내고 있으며 화장실에서 기타 발화원이 확인되지 않는 점으로

볼 때 비데내부 전기적 발화가능성 있음

5. 화재사례 종합검토 결과

전자식비데 좌측 조작부 및 전원배선은 2차 화염접촉으로 용융, 탄화되어 전기적 발화요인으로 인식할만한 특이점이 없었으나 온도퓨즈, 온도센서, 과열방지장치등이 내장된 변좌보온기, 온풍건조용히터 등 우측 주기판 쪽에서 연소확대된 공통적 특징을 보임에 따라 인쇄회로기판내부 또는 분기된 회로소자 등에 대한 발열, 발화가능성에 대한 기능적인 이해와 실험적 연구가 필요하다고 판단됨

6. 전자식비데의 화재 가능성

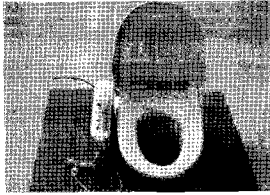
전기를 에너지원으로 발열작용을 동반하여 작동하는 제품은 소비전력이 클뿐더러 그만큼 부하가 뒤따르기 때문에 화재의 발생가능성도 잠재해 있다고 할 것이다. 특히 전기의 경우 수분에 서서히 노출되어 착상되었을 경우 예측하지 못한 곳에서 발화될 수도 있는데 전자식비데의 경우 어린이들의 호기심에 온풍건조용(Dryer)히터 쪽으로 소변을 본다든가, 물청소시 변좌커버사이 틈새를 통하여 쉽게 물기가 침투하여 습기가 착상할 수도 있으며 주기판(PCB) 또는 트랜스 주변(온도퓨즈, 모터, 밸브 등)으로 기능 저하시 화재로 이어질 가능성이 있다.

7. 전자식비데내부 기능별 도해(圖解)

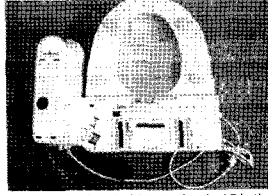
기능별로 나누어 보면 외함(Case)에 내장되어 있는 트랜스 주변부의 인쇄회로기판과 조작부, 물탱크, 변좌히터, 온풍건조히터로 나누어 볼수 있다

7-1. 변좌히터의 구조

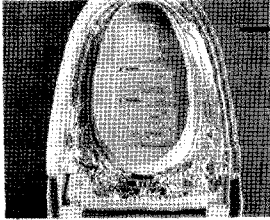
변좌는 보통 내충 격성에 양호한 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene)를 재질로 사용하며 (그림17)과 같이 알루미늄으로 바닥면을 마감한 후 전열선을 깔아서 난방기능을 돕고 있는 구조로 전열선의 리드선 사이에 온도퓨즈(바이메탈식, 250V/10A, 77°C)를 삽입하여 과전류, 과열발생시 접점을 끊어주는 기능을 할 수 있도록 되어있다



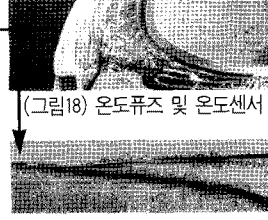
(그림15) 전자식비데 앞면형태



(그림16) 전자식비데 밀면형태

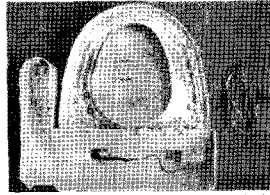


(그림17) 변좌하단부 전열선형태

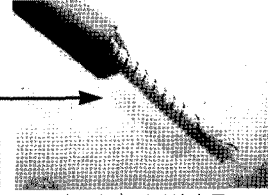


(그림18) 온도퓨즈 및 온도센서

(그림19) 온도퓨즈와 전열선



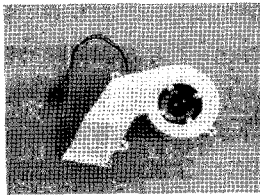
(그림20) 전열선 제거 후 형태



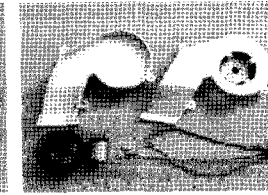
(그림21) 전열선의 구조

7-2. 온풍건조용 히터의 구조

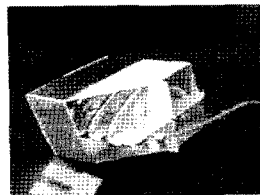
온풍건조히터는 모터(24V), 전열선으로 이루어져 있으며 전열선 사이 온도퓨즈(192°C), 과열방지 바이메탈이 접속되어 날개깃의 회전에 의하여 작동하는 구조로 되어 있다



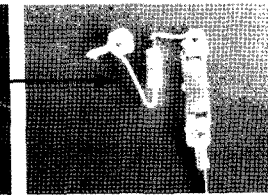
(그림22) 건조히터 외관형태



(그림23) 건조히터 내부



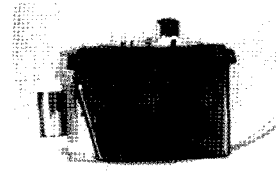
(그림24) 히터전열선 형태



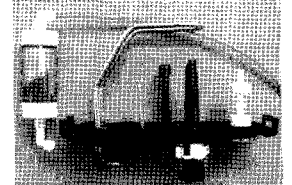
(그림25) 온도퓨즈 및 바이메탈

7-3. 물탱크의 구조

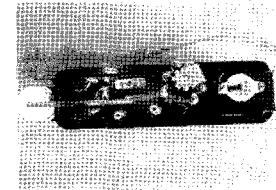
급수관을 통하여 물탱크(1~2l)에 저장된 물은 온수 사용시 시즈히터가 발열(800W)되며 급수밸브를 지나 급수모터(24V)로 전달되어 사용하는 구조로 온도조절용 센서, 수위(水位)감시장치, 오버플로우관, 급수용 솔레노이드밸브(24V/260mA), 및 후면에 과열방지용 바이메탈이 설치되어 있다.



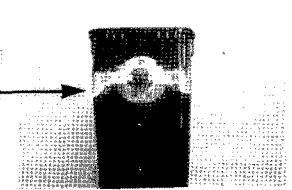
(그림26) 물탱크 외관형태



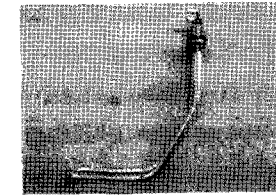
(그림27) 물탱크 내부구조



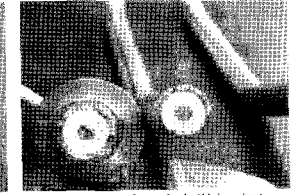
(그림28) 물탱크 뒀면 형태



(그림29) 후면 바이메탈부착



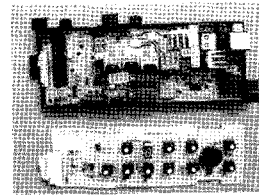
(그림30) 물탱크내 시즈히터



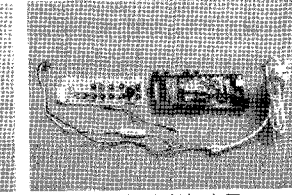
(그림31) 시즈히터내부 단면

7-4. 회로기판 및 조작부 등

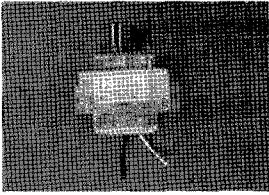
비데 뒀면에 내장된 회로기판은 각종 회로소자가 습기 등 이물질 접촉에 따른 오동작과 누전방지 등을 위하여 회로기판 위에 실리콘으로 몰딩(Molding)처리된 구조로 전원퓨즈(250V/6A), 트랜스(220V/60Hz) 및 배선 등으로 구성되어 있다.



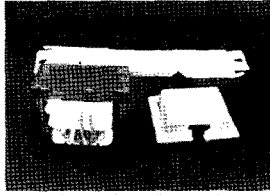
(그림32)회로기판(위), 조작부(아래)



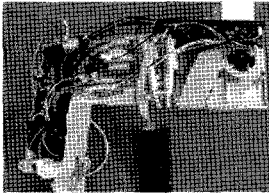
(그림33) 전원선 및 퓨즈



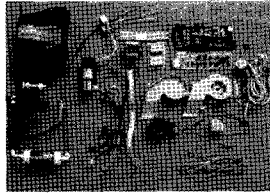
(그림34) 전원 트랜스



(그림35) 트랜스 내부



(그림36) 분해전 비데내부형태



(그림37) 비데 분해후 형태

8. 결론

지금까지 살펴 본 비데의 기능적인 도해(圖解)는 비교적 안전장치를 갖추고 있다는 제품을 대상으로 조사한 것으로 비데의 전부라고 단언할 수는 없다. 시중에는 OEM(Original Equipment Manufacturer)방식의 소규모 제조공장에서 출고된 제품과 중국 등 해외에서 제작, 수입된 종류도 다양하여 일괄적으로 설명하는 데는 한계가 있기 때문이다. 그러나 화재와 관련하여 전자식 비데의 특성상 기능면에서는 거의 유사점이 많기 때문에 개괄적인 원리를 이해 하는데는 무리가 없을 것이라 생각한다.

한편, 연소실험 방법론적 측면에서 안전장치 결여시 기능상 문제점, 수조탱크에서의 과열발화가능성, 회로기판위에 몰딩처리된 실리콘이 장시간 통전상태를 유지하면 부품소자에서 열이 발생하여 틈새가 갈라지거나 들뜨게 되어 습기 등의 착상가능성을 고려한 연소방법, 온풍건조히터에서의 발화가능성등에 대한 지속적이고 다각적인 연구 또는 실험행태가 이루어져야 할 것이다.

■ 참고문헌

1. 부산시 남부소방서, “화재발생종합보고” 2004.
2. 부산시 해운대소방서, “화재발생종합보고” 2004.
3. 경기지방경찰청, “화재현장 조사결과” 2003.
4. 김만건, “전기안전 용어사전” 성안당. 2002
5. 홈페이지 [www. bidetnuri.net](http://www.bidetnuri.net)