

## 악취 배출 양변기 시스템에 관한 고찰

김종호<sup>\*†</sup>, 서기원<sup>\*</sup>, 손종원<sup>\*\*</sup>

유한대학 건축설비공학과, 대림대학 설비계열, 벤텍스 세라믹스(주)대표

A study on the malodor exhaust in a water closet system

Jong-Ho Kim<sup>\*†</sup>, Kee-Won Suh<sup>\*</sup>, Jong-Won Son<sup>\*\*</sup>

<sup>\*†</sup> Department of Building Services Engineering, Yuhan University, Gyeonggi 422-749, Korea

<sup>\*</sup> Division of HVAC & Fire Engineering, Daelim University, Gyeonggi 431-715, Korea

<sup>\*\*</sup> Ventex Ceramics Co, Ltd, 238-2 Nonhyun, Gangnam, Seoul 135-830, Korea

### ABSTRACT:

This study investigated automatic malodor exhaust ventilating methods in a water closet system. Even though these days advanced equipment has been applied into the toilet in a building or house, the odor due to the evacuating the bowels should be carefully removed to maintain clean and pleasant toilet. Therefore, this study thoroughly considered the main causes of the malodor problems and suggested the best applicable methods to the closet system.

Key words : Malodor(악취), Odor removing system(악취 배출 시스템)

### 1. 서론

농경시대에는 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 발전시켰으며, 1882년 미국에서 사이펀 식 변기와 사이펀 젯트 식 변기의 원형이 고안된 후 발전을 거듭하여 현재에 이르렀다. 이러한 수세식 변기는 오수관이나 정화조의 악취가 유입되는 것을 차단할 수 있고 위생적이어서 화장실을 주거공간내로 끌어들이는데 큰 역할을 하였으며, 오늘날 현대적인 대형 건축물도 가능하게 되었다.

현대인은 하루 중 80%이상을 실내에서 생활한다. 실내 공기의 질(IAQ)은 건강과 직결되는 중요 인자이다. 실내 공기 질을 향상시키는 가장 쉬운면서도 중요한 방법은 환기이다. 화장실에서

발생되는 악취(암모니아, 황화수소, 아민류, 메르캡탄류 등)는 저농도로 생리적으로 크게 영향을 주지 않지만 한순간에 후각을 자극하여 불쾌감, 혐오감, 눈이나 호흡기 점막을 자극하거나 혈압이나 맥박의 변화를 유발시킬 수 있다. 또한 지속적으로 노출될 때 식욕감퇴, 구토, 두통, 불면증, 알레지 증상 등의 원인과 심리적, 정서적인 불안정, 작업능률저하 및 서비스업종은 경제적 손실과 영업상 지장을 받게 된다.

화장실의 악취를 제거하는 방법으로 탈취제를 사용하는 방법과 환기에 의한 방식이 있다. 탈취제를 사용하는 방식은 탈취제의 화학성분 등으로 일시적으로 후각을 마취시키므로 거부감이 발생된다. 환기에 의한 악취제거 방식은 실내공기 전체와 악취를 희석시켜 배출시키는 방법으로서 환기시키는데 시간과 냉난방 에너지 손실이 수반된다.

본 연구는 국부 악취 배출 시스템을 통해서 악취가 화장실 전체로 확산되기 전에 근원적인 방법인 악취원에 대한 국부 배기 시키는 시스템이

다. 가장 에너지 절약적이면서 단시간 내에 만족할만한 수준으로 효과적으로 악취를 제거시키는데 제약점과 부수적인 문제점에 대하여 고찰한다.

## 2. 화장실내의 악취의 주원인

화장실 악취의 주요인은 배변 시 스카톨과 인돌이란 성분과 소변에서 나오는 요소호기성 세균에 의한 암모니아의 주성분인 요소와 체취, 흡연 등이 있다. 이외에 다음과 같은 요인도 들 수 있다.

- ① 사람의 호흡, 땀, 입김, 체내 및 피부로부터의 분비물 등
- ② 흡연, 향료의 사용, 음주
- ③ 새로 칠한 벽 또는 가구의 도료
- ④ 화장실 바닥, 변기, 배수관 등에서 고착되어 있는 침전물과 각종세균 등이 있다.

1). 소·대변시의 악취와 기타 악취를 발생시키는 세균은 적당한 수분과 공기, 적당한 온도와 영양분이 풍부한 화장실 변기에서 24시간 내내 생장하고 번식한다. 변기는 세균의 온상이며, 매 20분마다 세균수가 2배씩 증식되기 때문에 효과적인 변기 세정제를 사용하여 지속적으로 변기를 세척, 살균, 소독하여야 변기에서 발생하는 악취를 제거할 수 있지만 세균이 주위로 확산되거나 번식되지 못하도록 외부로 빠른 시간에 배출시킨다면 최상의 방법이라 할 수 있다.

2) 화장실 변기표면, 트랩, 배수관에도 각종 오물이 침전되고 고착되어 있다. 특히 변기 안에 물이 내려가는 오수관은 오랜 시간에 거쳐 스케일이 침전되어 원활한 물의 흐름을 방해한다. 스케일이 많아질수록 물의 흐름이 느려지고 적절한 조치를 취하지 않을 경우 변기가 막히거나 역겨운 악취가 역류하는 현상이 발생된다. 이런 문제는 임시방편으로 약품처리도 가능하지만 악취가 발생하는 변기에서 바로 배출시키는 개별 국부환기방법이 가장 효과적이라고 할 수 있다.

## 3. 기존 화장실 환기의 문제점

일반적으로 화장실의 환기는 제3종환기로 천정이나 벽에 환기팬을 설치하여 변기에서 발생된 악취가 실내 공기와 희석된 후 화장실 전체 공간

(2.5~3미터)을 통과하면서 배출되는 시스템을 채택하고 있다. 이 시스템의 문제점은 악취를 배출시키는데 소요되는 시간이 길며, 에너지 측면에서 매우 비효율적이라는 것이다. 환경 유해물질 분석 서비스(ITS)의 화장실 공기 흐름측정 테스트 결과를 보면 천정 팬을 구동하고 있는 상태에서 냄새 발생 후 약 4분20초 정도 후 발생된 가스가 모두 방출되는 것으로 나타났다.

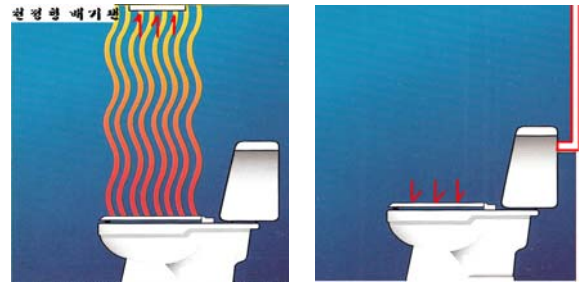


Fig. 1 Old and new part exhaust malodor system



Fig. 2 Wall exhaust malodor old system

## 4. 악취 배출 양변기의 원리

악취 발생원에서 냄새를 국부 배출시키는 것이 가장 효율적인 방법이므로 본 시스템은 세척수가 오물을 씻기 위해 내려오는 통로인 변기의 림(Rim)으로 통하는 통로를 공동(배변 시에는 이 통로에 공기만 통하고 배변 후 세정수 레버를 당기면 세정수가 오물을 씻어 내리는 통로임)으로 사용하며 통로로 물과 공기는 반대 방향으로 향하여 악취를 뽑아내는 환기 시스템이다. 이 냄새는 변기 스톱의 위터 채널에 있는 공간을 따라 림(Rim) 챔버를 통과하여 물탱크와 연결된 벤트 어댑터를 따라 밖으로 배출되며 벤트 어댑터는 오버플로우 플러쉬 밸브 파이프의 바닥에 고정되어, 물탱크로부터 변기의 림을 통하여 세척과 환기의 두 가지 목적을 동시에 수행하게 된다.

변기 물을 사용하지 않는 동안은 물탱크에 물

이 저장되어 있지만 그 하부의 물이 내려가는 통로에는 빈 공간 상태로 남아있게 된다. 이 빈 공간을 이용하여 변기 내에서 발생하는 악취를 강제 배기 팬을 사용하여 배출시키는 구조이다.

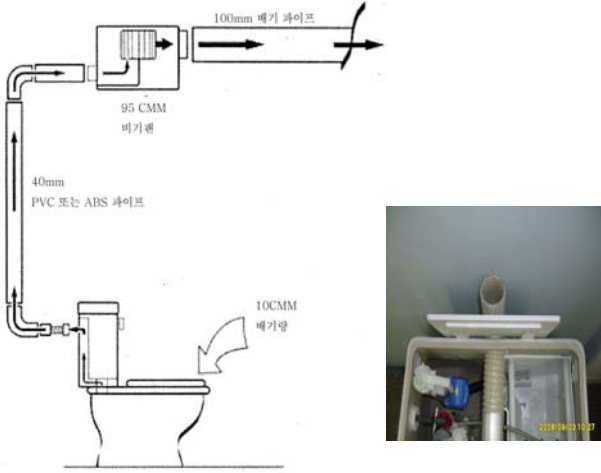


Fig. 3 Malodor exhaust new system fundamental

### 5. 악취 배출 양변기의 구조

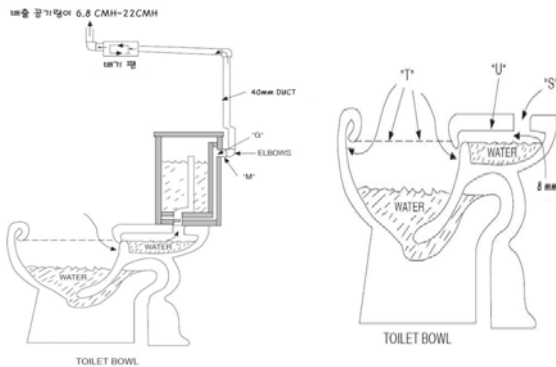


Fig. 4 Odor removing system

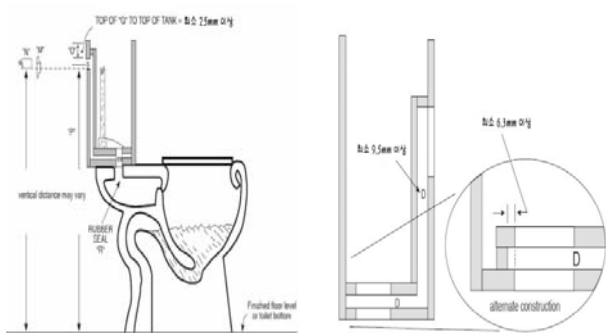


Fig. 5 Malodor path way and bowl, low tank

위 그림처럼 양변기 볼(bowl) 테두리에 물과 공기 통로로 사용하기 위해서 물 수위와 도기사이의 공간이 8mm 이상의 공간과 물탱크 내에 공기가 통과하는 통로의 높이는 최소 9.5mm 이상의 공간이 필요하며 물탱크에서 배기 팬까지 연결하는 덕트 규격은 40mm이상 필요하다. 이때 배기량을 22 CMH를 넘지 않도록 해야 하고 최소 6.8 CMH 이상이 되도록 해야 한다. 배기량이 22 CMH 이상일 때는 공기흐름이 높아져 사용자의 체감 온도가 급격히 내려가고 너무 낮을 때는 배기에 영향이 있다.

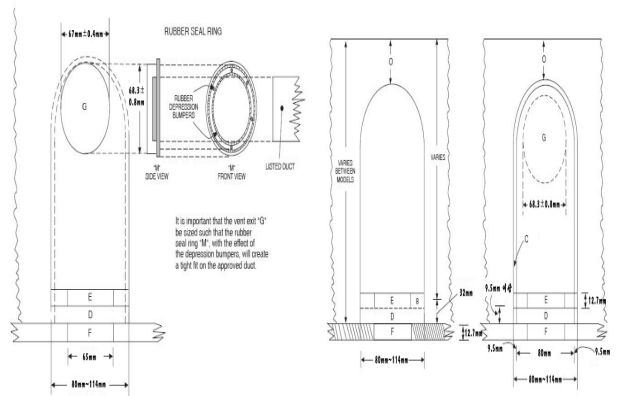


Fig. 6 Assembly for back of water closet

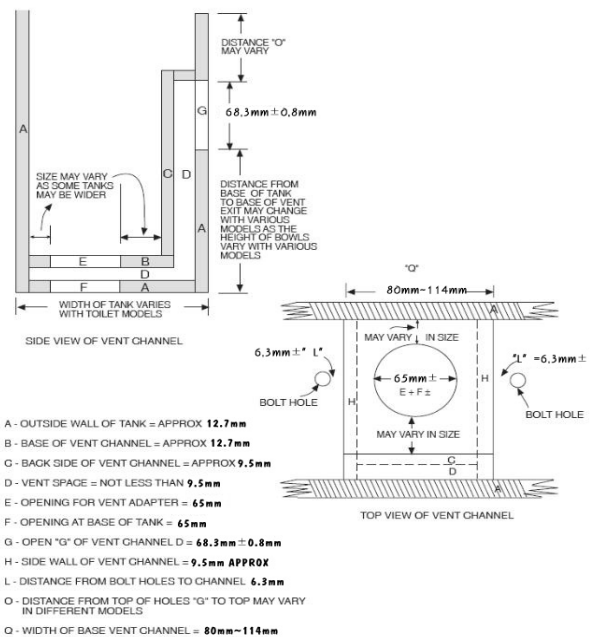


Fig. 7 Side and top view of vent channel

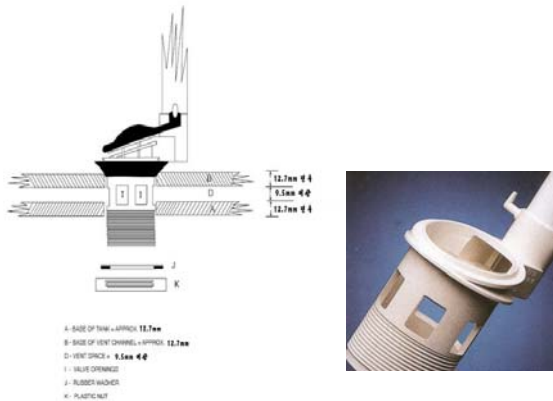


Fig. 8 Dimension of fresh valve and picture

## 6. 성능 시험

### 1) 약취 검증

이 시스템의 검증을 위하여 전문 테스트 기관인 환경유해물질 분석 서비스 ITS에 의뢰하여 얻은 실험의 결과는 다음과 같다.(별표 참조)

#### ○ 실험 방법

실험장소는 캐나다 브리티시 컬럼비아주 Intertek Testing Services NA Ltd 실험실에서 실시했으며 실험을 위하여 실험실에 일반 양변기를 설치한 화장실과 약취 배출 시스템 양변기를 설치한 화장실 각각 환경을 구성한 후 일정 거리에 냄새감지기(Teledyne Analytical Instruments model Max-5 S/N 101930)를 설치한 후 각 양변기에 샘플 가스(Carbon Monoxide gas, 510ppm 한병)를 10초간 주입하고 측정하였다.

샘플 가스는 플라스틱 튜브를 이용하였고 rim의 가장자리 앞쪽에서 125mm위치하게 하여 bowl에 세트된 압력으로 10초간 주입하였다. 샘플 튜브는 rim으로부터 대략 100 mm아래쪽 bowl의 가운데에 위치한다.

#### ○ 일반 양변기를 이용한 화장실 배기방식

일반 화장실의 천정 팬이 구동되고 있는 상태에서 샘플 가스는 49초 만에 91 ppm을 최고점으로 다시 원상회복(0 ppm)되는 데 4분20초가 소요됨을 확인하였다.

#### ○ 약취 국부 배출 양변기 방식

약취 배출 시스템 양변기가 설치된 양변기에 샘플가스의 주입 후 동일한 위치에서 동일한 방법으로 측정한 결과 91 ppm에서 0 ppm로 되는 데 2분이 소요되었다.

#### ○ 팬의 소음 검증

천정 팬(진도리빙텍, Himpel model no.

HV3-120, 220V/31W)과 냄새 배출 팬(선우산업, model no. VTX-100, 220V/20W)을 동일한 화장실 내에 설치한 후 이동식 소음기로 측정하였다. (측정 장소: 경기 용인 동백지구 삼성중공업(주)타운하우스 '라포리움' 모델하우스 내)

1. 화장실 내의 주변 소음은 34 dbA이었다.
2. 냄새 배출 팬(VTX-100)을 구동시키고 소음을 측정한 결과 37 dbA로 측정되었다. (약 10 dbA감소)
3. 천정 팬(HV3-120)을 구동시키고 소음을 측정한 결과 47 dbA로 측정되었다.



Fig. 9 Ventex compaction fan

일반 양변기가 설치된 화장실과 약취 배출 시스템 양변기가 설치된 화장실에서 샘플가스를 배출하는데 약취배출 시스템 양변기가 설치된 화장실의 약취 배출 성능이 훨씬 우수한 결과를 얻었다. 또한 화장실 배기 팬 소음도 약취 배출 시스템을 갖춘 양변기의 배기 팬 소음이 일반 양변기가 설치된 화장실의 배기 팬 소음보다 10 dbA 감소되는 결과를 얻었다.

## 7. 기대 효과

### 7.1 약취 및 유해 세균의 효과적인 제거

약취 국부 배출 시스템은 화장실의 사용 중 변기로부터의 기분 나쁜 냄새 및 유해 세균이 화장실 전체로 퍼지기 전에 건물 밖으로 배출시킴으로 실내 환경 개선 및 타인이 변기를 사용한 직후에도 불쾌감을 상당히 줄일 수 있다.

물을 내릴 때 수많은 미세한 크기의 물방울 입자가 화장실 대기 중으로 방출되게 된다. 이때 오염된 물방울들은 화장실에 비치한 칫솔과 타월 등의 표면에 부착되게 되어 공기 중의 바이러스나 박테리아가 접촉하는 실내를 오염시킬 수 있다.

변기 내 세척수의 와류회전은 좌변기의 구석에 붙어있던 박테리아와 바이러스에 의해 오염된 안개형태의 물방울들을 실내로 퍼트리는 효과가 있다. 이 에어로졸 안개는 아주 미세하여 육안으로는 보이지 않지만 우리의 폐로 흡입되어 혈관으로 인입(引入)될 수도 있다. 항생제에 내성이 생긴 슈퍼 박테리아의 출현 등 위험한 환경으로의 노출 시대에 사는 우리는 이제 감염의 가능성을 줄일 수 있는 위생적인 환경 구성에 보다 민감해야 할 때이다.

이용자가 전혀 느끼지 못하면서 악취가 자동 배출되는 시스템(Odor Removing System)은 이러한 가능성을 예방하는 가장 적절한 시스템이라 생각된다.

### 7.2 악취 배출 양변기의 설치에 따른 수절약 효과

이용자의 관점에서 일반 양변기와 악취 배출 양변기를 사용할 때 가장 실제적인 차이는 ①악취가 자동 배출됨으로 쾌적한 환경이 조성되고 ② 따라서 물 사용의 횟수가 절반으로 줄어든 것이다. 일반적으로 화장실 환경이 불결하면 이용자는 물을 한 번 더 내리게 되는 경우가 많아진다.

전 국민이 양변기의 물을 하루에 한 번씩만 안 내린다면 1회 6리터 절수형 양변기를 기준해도, 오천만 명 x 6리터는 1일 30만 톤의 수돗물 절약 효과가 발생된다.

### 7.3 국부 환기에 의한 에너지 절감 효과

기존 화장실 배기 방식은 벽부형이나 천정형 배기 팬으로 배기량이 보통 60CMH이나 악취 배출 시스템을 이용할 경우 환기량이 22CMH이하로 환기에 의한 열 손실이 약 63%정도 절약되며 또한 폐기 팬 구동에 의한 전기 에너지절약 효과도 기대된다.

### 7.4 화장실 유지보수 비용 절감 및 화장실의 환경개선 효과

국내 방향제 및 방취제 시장의 규모를 볼 때 대부분이 화장실의 악취 제거용임을 알 수 있다. 이는 단지 악취의 마스킹 효과(masking effect)를 이용하는 것 외에 근본적인 개선 대책이 되지 못한다. 현재 화학제품들이 인체에 미치는 영향에 대한 연구는 미진한 실정이나 본 악취 배출 시스템은 발생 악취를 근원적으로 발생 즉시 건물 밖으로 배출시킴으로써 화장실의 공기 정화비용을

대부분 절감시킬 수 있을 뿐만 아니라 화장실의 공기 질을 향상시키는 가장 우수한 방법이다.

### 7.5 양변기 및 소변기도 활용 가능

양변기외에 물을 사용하는 위생기구에 물을 내리는 림이 있는 위생기구(소변기)도 기존의 기구를 약간 개선 시켜 Fig. 10과 같이 국부 악취 배출 시스템으로 활용할 수 있다.

### 7.6 제 언

1. 악취 배출 시스템은 배변 시 발생하는 악취 배출에 탁월한 효과가 있다. 그러나 인체에서 나는 체취, 바닥 하수구등에서 나오는 악취의 배출은 도리어 효과가 낮을 수도 있다.

일반 양변기나 소변기를 이용할 경우 물을 내리는 통로인 림(rim)과 림에서 나오는 구멍(hole)에 공기가 통하여야 하므로 악취가 잘 빨려나갈 수 있게 공기저항을 고려하여 신중하게 림의 크기와 구멍을 제작해야 한다.

2. 배기 팬의 배기량이 6.8CMH 이하일 경우 공기가 양변기 bowl을 통과하기 어렵고, 한 개의 양변기에 통과하는 공기량은 22CMH 이내로 하여야 하므로 전용 배기 팬의 개발이 동시에 이루어져야 한다.

### FLUSHING MECHANISM and FAN OPERATION

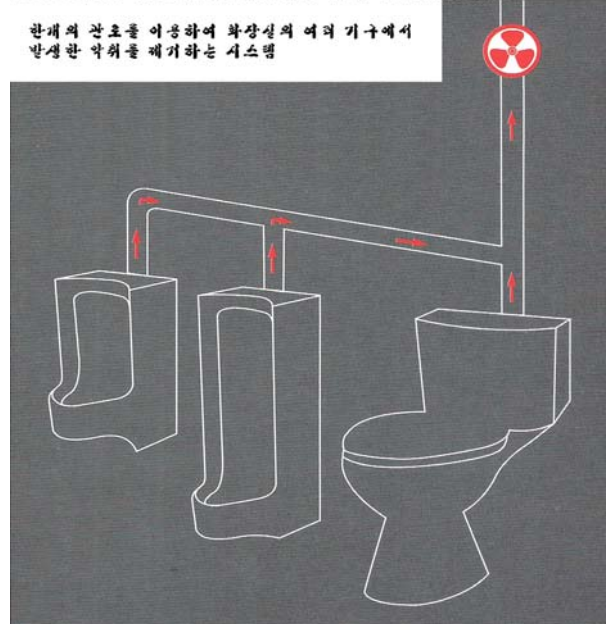


Fig. 10 Water closet and urinal of odor removing system

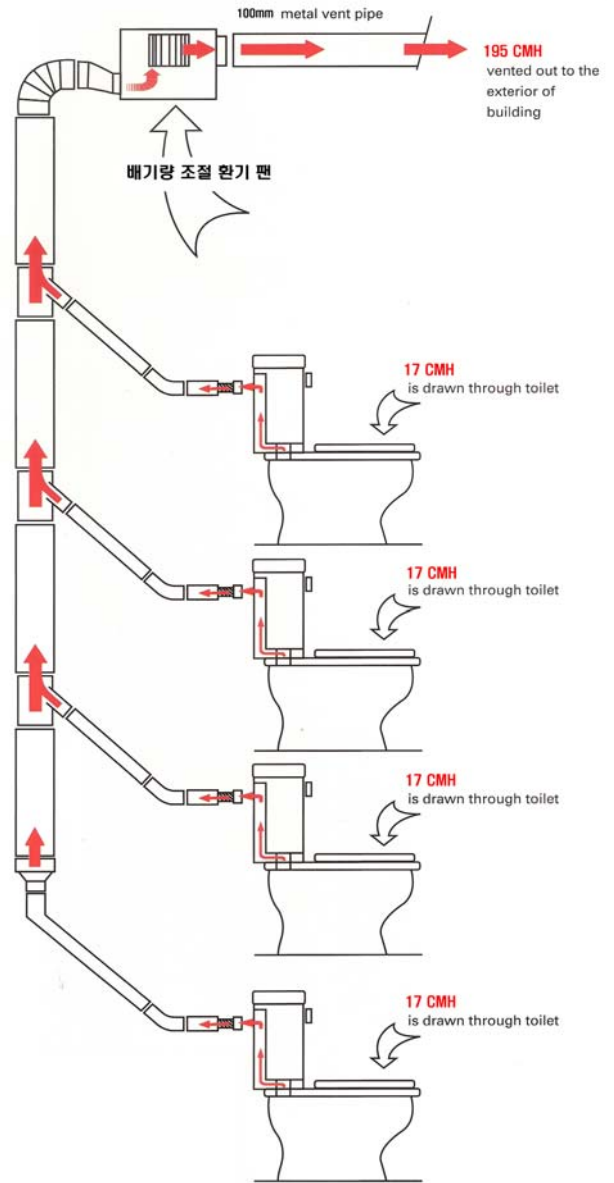


Fig. 11 Venting system is designed for public washroom with 2 toilet or more

## 8. 적용 사례

1. 한국도로공사 죽전 휴게소, 화성휴게소 및 칠곡 휴게소
2. 요진 건설 산업(주) 아산 Y-city 주상 복합빌딩
3. 몽골 울란바타르 아파트
4. 삼성중공업(주) 타운하우스 '라포리움'의 화장실 환기시스템. (양지, 자곡, 오포 및 파주 현장)

REPORT OF: Airflow Measurements  
AT: Coquitlam Laboratory DATE: Oct. 2/98  
PROJECT: 484-0925 REPORT NO: 1/98  
REPORTED TO: Ventex Systems Corp. PAGE: 1 of 2  
102 - 32134 Wheel Avenue  
Abbotsford, BC  
V2T 6G9 Attention: Mr. Henry Martens

### 참고문헌

1. 양성봉, 이성화, 약취의 성분분석, 동화기술 (1994)
2. 표혜령, 화장실 시민연대, 약취문제의 이해 (2007)
3. ITS, 환경유해물질 분석 보고서 (1998)

#### INTRODUCTION

As requested, we have conducted airflow measurements on a ventilated water closet system supplied and installed by Ventex Systems Corp. A standard porcelain water closet complete with a standard bedroom exhaust fan was used as a comparison to measure the effectiveness between the two systems. The tests were conducted on September 21, 1998.

#### DESCRIPTION

The water closet tank and bowl was made of porcelain and is identified as Western Pottery Model Artis LoPro 822LP. The tank was modified to allow a 1-1/2" diameter flexible PVC hose to insert and seal to the back. A series of rigid 1-1/2" PVC pipe complete with 90° elbows connected to the side of a ceiling mount fan. The ceiling fan (Model VB-100) was connected such that air was drawn in through both the fan vent grill and the 1-1/2" rigid PVC pipe. The air was exhausted through 12 ft. of 4" galvanized pipe complete with two 90° elbows.

A bottle of 510 ppm (Analyzed) carbon monoxide gas was used as the sample gas. A Teledyne Analytical Instruments model Max-5, S/N 101930 was used to measure the sample gas concentrations.

#### TEST RESULTS

##### Standard Water Closet

The sample gas was introduced into the bowl at a set pressure (through a plastic tube and was positioned 5" from the front edge of the rim) for 10 seconds. A sampling tube was positioned in the centre of the bowl approximately 4" down from the rim.

From the time the gas supply was shut off (with the ceiling fan running) it had taken 4 minutes and 20 seconds for the gas concentration to go from 0 ppm up to 91 ppm @49 seconds down to 0 ppm again.

##### Ventex Systems Corp. Water Closet

The sample gas was introduced into the bowl at a set pressure (through a plastic tube and was positioned 5" from the front edge of the rim) for 10 seconds. A sampling tube was positioned in the centre of the bowl approximately 4" down from the rim.

The fan system was turned on prior to turning on the gas supply for 10 seconds. The reading from the gas analyser read 0 ppm and was left on for a period of 2 minutes without any trace of sample gas.

#### CONCLUSION

The Ventex Systems Corp. vented water closet system performed significantly better at removing the sample gas than a typical water closet fan.

INTERTEK TESTING SERVICES NA LTD.  
Warswick, Ontario

Reported by: Dong Doohyeon, ASCT  
Supervisor  
Building Sciences

Reviewed by: Sheldon Warman, P.Eng.  
Manager  
Physical Testing and Certification

DD/cr

030927/10/01/01/01/01

Intertek Testing Services NA Ltd.  
211 Sunnyside Street, Coquitlam, BC V3K 1G9 Canada  
Telephone 604-620-0321 Fax 604-624-1188 Home Page www.intertek.com

