

아파트 배수통기설비의 사후평가

Past Evaluation for the Ventilation Equipment of Apartment Drain

장 인 상
I. S. Jang
대한주택공사



- 1952년생
- 건물(APT)의 에너지 절약과 관련 난방설비에 기술 개발 및 분석에 관심을 가지고 있다.

1. 서 론

건축물의 위생설비 중에서 오배수배관은 중요한 부분을 차지하고 있으면서도 가볍게 다루어지기 쉬운 분야이다. 난방이나 냉방설비의 가동이 중단되면, 그런대로 참고 지낼 수 있지만, 오배수관이 막히는 등의 사고가 발생하여 화장실 사용이 불가능해진다면, 심각한 문제가 될 수 밖에 없다.

오배수배관은 위생기구등에서 사용된(오염된) 물을 위생적이고 안전하게 공공하수도까지 배출시키는 설비이며 통기배관은 배수시 관내 압력 변화로 하수가스등 냄새가 실내로 역류하거나, 배수장애가 일어나지 않도록 배수관내로 공기를 유통시키는 설비이다.

우리나라 아파트에서는 오배수 분리배관방식 및 결합통기방식과 신정통기 방식이 주로 사용되고 있으며, 오배수 관경의 선정등 설계시에는 실용배수부하단위법이나 NPC 방법을 사용하고 있다. 그러나 이들은 외국의 기준이므로 우리나라에서도 우리실정에 적합한 오배수 배관설계 기준이나 방법이 연구되어야 할 필요성이 있다.

주택공사에서는 국내 건설여건 변화, 즉 인건비나 자재비의 상승, 3D 현상, 건물의 고층화

추세에 따른 새로운 배관시스템의 개발요구등 빠른 변화에 대처할 수 있도록 공사비 절감방법, 단순화된 배관시스템의 개발등에 주력하고 있으며, 특히 1990년 일본 및 덴마크등이 오래전부터 사용하고 있는 배수통기방식에 대한 집중적인 연구검토를 거친 바 있다. 즉 두나라가 사용하고 있는 배수통기방식을 국내에 적용하더라도 문제점이 없는지를 판단하기 위하여 시험시공단지를 선정하여 오배수 배관을 설치하고 입주자 완료된 다음 일정기간이 경과한 시점(정상적으로 시스템이 사용되고 있는 시점)에서 성능위주의 사후평가를 실시하였다.

본 자료는 시험시공된 새로운 배수 통기배관법에 대한 통기력과 배수능력 시험결과를 요약 정리한 것으로, 장차 이러한 시스템을 확대 적용하는데 필요한 최소한의 기준을 제시한 것이다.

국내에서는 위생설비에 대한 연구나 시험실적이 충분하지 못하고, 시험기자재 또한 미비하여 평가 자체가 제한적이었으며, 일부항목은 목측에 의존할 수 밖에 없었으므로 측정시험 결과에 다소간의 오차가 있을것으로 판단되나, 실제의 거주상태이고 거주자의 사용결과에 대한 의견과 문제점들이 종합적으로 고려되었으므로 배수통기설비에 대한 이상유무 확인에는 가장 효과적

이었던 것으로 평가된다.

본 자료를 토대로 향후 더욱 더 발전적인 자료가 얻어지고, 효율적인 설계법과 시공법이 연구되어 지기를 기대한다.

2. 배수통기설비의 설계법

2.1. 우리나라

아파트에 적용하는 배수통기설비는 주로 다음 방법이 널리 쓰인다.

2.1.1 계통분류

아파트세대내 위생기구에서 오수(양변기), 잡배수(주방, 세탁실, 화장실의 세면기 및 욕조등), 우수를 각각 계통을 달리하여 건물밖 공공하수도에서 오수와 잡배수를 합치고 우수와 분리하여 처리하는 분류식을 사용하고 있다.

2.1.2 통기방식

신정통기(단관식 배수방법)와 결합통기방식을 주로 사용하고 있다. 현재 국내에서 사용하고 있는 신정통기방식은 특수이음관을 배수입상관에 설치하여 배수입상관 자체를 통기관으로 사용하는 방식이다. 결합통기방식은 배수입관과 통기입관을 각각 설치하고 배수입관에서 3-4개 층 마다 결합통기관을 분기시켜 통기입상관에 접속시키는 방식이다.

2.1.3 관경결정

배수통기설비의 관경결정시에 사용하는 자료는 미국의 National Plumbing Code(NPC)와 NPC를 일본실정에 맞도록 수정한 실용기구배수부하단위법을 적용하고 있으며 국내실정에 적합한 자료는 없는 상태에서 결합통기와 신정통기방식 설계는 이에 준하여 설계하고 있다.

2.2 해외

2.2.1 미국, 영국등

미국과 영국은 주로 National Plumbing code를 적용하고 있으며 고층아파트에서는 각 개통기방식 및 루프통기방식을 기본으로 하고 있으며 오배수통합 및 분리방식을 선택적으로 적용하고 있다.

2.2.2 덴마크, 프랑스등

유럽대륙 각국은 자국 실정에 맞도록 연구개발한 배수통기설비방식을 가지고 있으며 정형적인 일식설비를 갖춘 고층아파트, 호텔등은 신정통기와 오배수통합(또는 분리방식)을 사용하고 있으며, 60년대에 신정통기의 단점을 보완한 특수이음관에 의한 신정통기방식을 일부에서 사용하고 있다.

2.2.3 일본

일본에서는 실용배수부하단위법이 있으며, 실용배수부하단위법의 단점을 보완한 정상유량법이 일본 공기조화 위생공학회에서 HASS-206-1976(1991년 개정)로 제정되었으나 계산방법이 복잡하여 널리 사용되지 못하고 있다. 또한 일본 주택 도시정비공단에서는 경험과 시험연구결과를 종합하여 자체 설계기준을 작성하여 사용하고 있다.

전반적으로 일본에서는 아파트, 호텔등 정형적인 일식설비가 설치된 건물은 오배수통합과 신정통기방식을 사용하며 초고층에 소벤트를 사용하여 신정통기를 적용하고 있다.

일본도시정비공단의 배수설비설계기준을 요약하면 다음과 같다.

1) 배수종류에 의한 구분

분류배수 또는 합류배수(오배수 통합)로 한다. 단, 합류배수에 의한 경우에는 주방싱크계통을 별도 배관한다.

2) 통기관

주택에 관한 오수관 및 합류입상관의 통기방식은 배수입상관에 접속되는 횡지관이 14개층 이하의 경우에는 신정통기방식으로 하고 당해 횡지관이 15개층 이상의 경우에는 통기입상관을 설치한다.

기타 시설(아파트 이외)의 오수관 및 잡배수관의 통기는 원칙적으로 루프통기방식을 적용한다.

3) 배관경

(1) 입관의 관경은 그 계통에서 담당하는 기구배수부하단위의 누계에 의하여 결정한 관경으로서 최상층까지 연장하며, 실용배수부하단위법 기준으로 한다.

(2) 횡주관과 입상관의 접속의 경우에는 장반경 엘보를 사용한다.

(3) 신정통기관의 구경은 배수입상 주관과 동일관경으로 하고 6층이상 14층 이하의 신정통기 방식의 배수입상관 배관경은 계산에 의해 산출된 배관경보다 1단계 이상 큰 광경을 사용하며 일반 통기관의 설계는 NPC 규정에 의한다.

(4) 정형적인 1식설비의 세대기구급수부하는 동시사용율을 고려한다.

① 기구급수부하단위

기구	변기	욕실배수	주방배수	세면기	세탁기
		트랩 (50A)	트랩 (40A)	배수트랩 (32A)	배수트랩 (50A)
부하단위	4	4	4	1	4

② 세대기구급수부하

변기+세면기	4FU
변기+욕실배수트랩	6
변기+욕실배수트랩+세탁실트랩	8
세탁실트랩+주방배수트랩	6
세탁실트랩+주방배수트랩+욕실배수트랩+세면기	8

(5) HASS-206의 정상유량법 설계는 국내 번역서에 이미 소개되어 있으므로 본 고에서는 생략한다.

(6) 기타 일본 도시정비공단의 30층 초고층 아파트에 오배수통합 및 소벤트를 이용하여 신정통기 방식을 적용하고 있으며 배수입상관의 관경은 100mm 이며, 이때 위생기구는 양변기, 세면기, 욕실트랩, 세탁실트랩등이다.

3. 시범시공개요

덴마크, 일본기술자료등을 국내기구배수관경은, 연결기구수, 사용율등을 종합검토하여 15층 아파트에 다음과 같이 적용하였다.

3.1 오배수분리 및 결합통기 방식

- (1) 기존과 같은 공법으로서 실용배수부하단위법 적용
- (2) 하층부는 2차 발포시의 배수장애를 배제하기 위하여 주방, 화장실오배수는 1층,

세탁실은 2층까지 완전 분리 구획하여 지하 횡주관에 연결하였다.

(3) 기구배수부하단위는 다음과 같다.

기구	트랩구경 (mm)	기구배수부하단위(FU)
양 변 기	75	4
세 면 기	32	1
욕 조	40	2
화장실트랩	50	1
싱크 배수	40	2
세탁실배수	50	2

(4) 입상관배수부하단위 및 관경은 다음과 같다.

입관별	연결층수 (층)	FU합계	배관경 (mm)	배관경의	
				최대FU 단위	통기관경
화장실 배수	14	56	100	400	75
화장실 오수	14	56	100	400	배수관과 동시사용
주방배수	14	28	75	54	
세탁실 배수	13	26	75	54	50

3.2 오배수분리 및 신정통기 방식

- (1) 종합분석 결과 실용배수부하단위법의 관경적용 가능
- (2) 하층부는 2차 발포시의 배수장애를 배제하기 위하여 주방, 화장실오배수는 1층, 세탁실은 2층까지 완전 분리 구획하여 지하 횡주관에 연결하였다.
- (3) 관경은 3.1항과 동일. 다만, 통기관만 설치하지 않음

3.3 오배수통합 및 신정통기 방식

- (1) 화장실의 오수, 배수를 동일입관에 연결하고 지하횡주관도 오수, 배수관을 통합하여 설치
- (2) 종합분석 결과 실용배수부하단위법의 관경적용 가능

- (3) 하층부는 2차 발포시의 배수장애를 배제하기 위하여 주방, 화장실오배수는 1층, 세탁실은 2층까지 완전 분리 구획하여 지하 횡주관에 연결하였다.
- (4) 환경은 3.1항과 동일. 다만, 화장실 오·배수관이 통합되어 있으므로 동시 사용을 고려 1단계 큰 관을 사용하였다.

화장실 오배수통합관 : 125mm

FU 수(적용층수 : 14층) : 112

화장실 위생기구 : 세면기, 양변기, 욕조, 바닥 배수

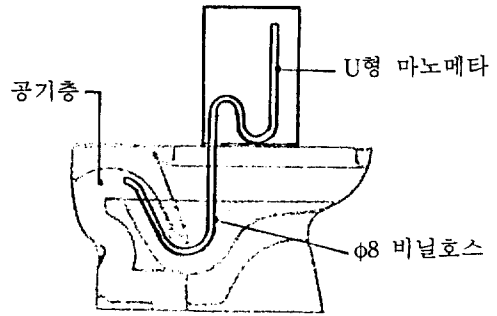


그림 1 양변기내부에 U형 수주계 설치방법

3.4 각 방식별 공사비 비교

오배수 분리및 결합통기	오배수 분리및 신정통기	오배수 통합및 신정통기
408,000원/세대	381,000원/세대	333,000원/세대

* 정부품셈에 의한 '92년 단가로 산출공사비이며 '93년 공사비상승폭은 '92년대비 약 11%임

* 지하횡주관은 주철관, 입상관 및 세대는 PVC관임

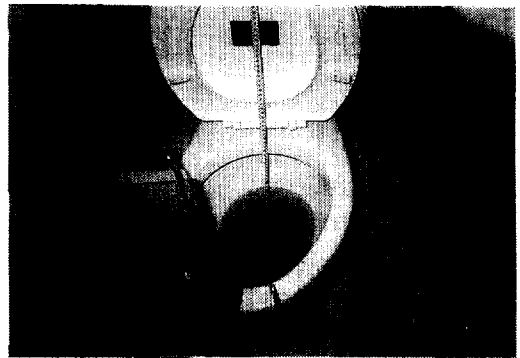


사진 1 시험기기 설치 상태

4. 평가방법 및 대상지구

4.1 배수성능

배수성능은 각 세대의 위생기구에서 배수상태를 확인하였다.

4.2 통기성능

각 방식이 세대내에 설치된 위생기구(트랩포함)에 미치는 영향을 파악하기 위하여 세대내 위생 기구내부의 통기압력차와 봉수량 변화를 측정하였으며, 동시사용을 변화에 따른 배수상태의 영향을 파악하기 위하여 1개의 입상관에 연결되어 있는 세대의 배수량을 2세대에서 7세대까지 단계적으로 증가하여 시험을 하였으며 배관내 배수량이 최고도에 달할 수 있도록 각 세대간 배수시차를 두었고, 배수시차는 직상층의 배수가 직하층 배수와 만날 수 있도록 하였다.

4.2.1 오배수분리배관

통기성능은 배수를 하지 않는 층에서 다음과 같은 방법으로 시험기기를 설치하고 배수직전부터 배수가 완료되어 배관내부에 공기이동이 없을 때까지 공기압 변동을 측정하였다.

양변기는 세정특성상 사이폰작용에 의해 오물을 세척하므로 사이폰작용을 일으키기 위해서 배수시간이 짧은 반면 순간배수량이 많아 배수관내부가 만수상태, 수륜상태등이 반복되는 심한 수류변동이 발생하므로 통기력에도 변동이 많다. 이 결과로 일반 배수관의 통기력에 대한 해석이 가능하다.

4.2.2 오배수 통합배관

시험방법은 오배수분리방식과 같은 방법이나 입상관에 연결된 기구수가 많으므로 기구동시사용율을 감안하여 만수상태의 세면기와 양변기를 동시배수하여 통기력을 측정하였다.

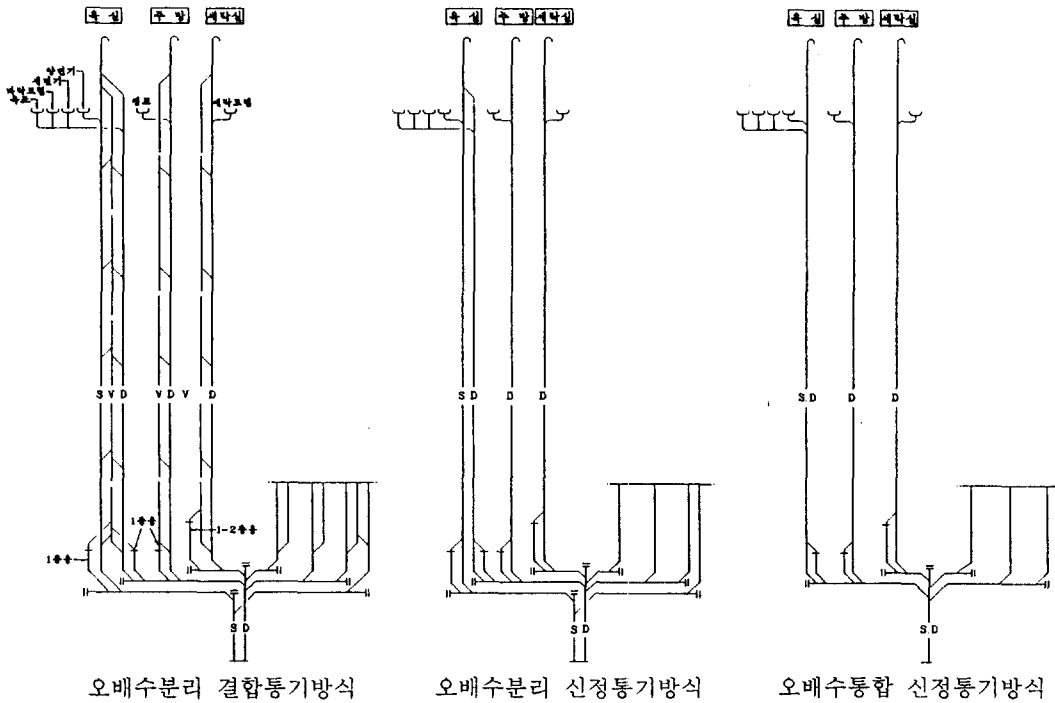


그림 2 각 방식별 배관계통

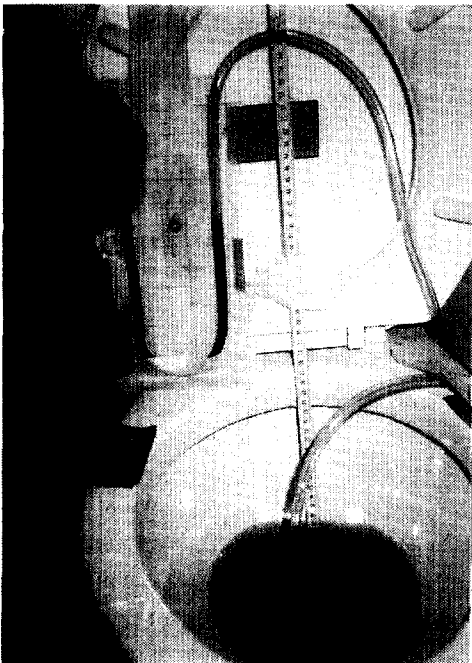


사진 2 통기 압력차 발생상태

4.3 봉수량 변화

봉수량 측정은 배수를 하지 않는 층의 위생기구의 시험 전후의 봉수높이를 측정하여 그 차를 변화량으로 측정하였으며, 물에 색소를 넣어 측정이 용이하도록 하였다.

4.4 시험기기

시험에 사용한 시험기기 및 측정방법은 다음과 같다.

시험항목	시험기기	측정방법
통기압력차측정	U형 수주계	최대, 최소치 측정
봉수변화량	스케일	시험전후 봉수깊이 측정
배수시차	초시계	—
배수량	유량계	세대시험 전후 유량계측

* 수주계(Differential Manometer)는 수제작한 기기로서 1mm 단위의 모눈종이위에 $\phi 8\text{mm}$ 비닐 튜브를 U자형으로 구부려 고정한 것으로 사용유체는 측정이 용이하도록 착색한 물이다.

4.5 시험대상지구

(1) 시험시공지구로서 시험대상지구는 다음과 같다.

공 법	대상단지	시험시공 세 대 수	사후평가 세 대
오배수분리 및 결합통기	서울 J지구 2단지	일반지구	15층 1개 입상관
오배수분리 및 신정통기	산본 S단지	1,167	〃 〃
오배수통합 및 신정통기	안양 P단지	475	

(2) 시험대상지구 위생도기 사양

위생도기	규격	실유출수량 (KS규격)
양변기	KSL1551의 C1210 서양식 밀결형 사이폰 변기	13L
세면기	KSL1551의 L610 평면볼임 테두리 달린 세면기	6L

5. 시험결과

5.1 기본실험

- (1) 양변기에서 배수시 배수입관의 직하층에 도달하는 시간은 2-3초로 극히 짧다.
- (2) 양변기 로탱크 급수배관에 설치한 유량계로 측정한 양변기의 배출물의 양과 배출 시간은 다음과 같다.

총배출수량	로탱크보유수량	배출시간
약16L	13L(KS 규격)	약10초 이내

- * 총배출수량은 로탱크 사이펀 마개가 열린 상태부터 볼탭이 정지될때까지 배출 물량
- * 배출시간은 로탱크의 사이펀 마개가 열려 사이펀 작용이 발생하는 시간임.
(대부분 로탱크의 보유 물량이 배출되는 시간)

(3) 만수상태 세면기의 배출시간은 약 15초이다.

(4) 기구배수량은 다음과 같다.

기구명	문헌(HASS-206)	측정배수량
양변기	1.5L/S	약 1.3L/S
세면기	1 L/S	약 0.4L/S

5.2 배수성능

세대에서의 위생기구 배수상태는 특별한 차이를 발견할 수 없으며, 입주자 역시 문제점을 인지한 사항이 없다.

5.3 통기압력차 및 봉수손실량

- (1) 오배수분리 및 결합통기(3회 시험 평균)
- (2) 오배수분리 및 신정통기(3회 시험 평균)
 - ① 1차 시험
 - ② 2차 시험
- (3) 오배수 통합 및 신정통기(3회시험 평균)
(3, 7층 동시 측정)

6. 고찰 및 결론

6.1 실험과정에서 확인된 사항

- 1) 동시배수량이 많을수록 통기력이 저하되며 배수점에 근접할수록 통기력변화가 심하다.
- 2) 배수시 배수되는 기구수에 따라 배관내에서 공기출입이 짧은 시간내에 수차 반복되며 순간적으로 통기가 단절되어 공기압력변화가 발생하지만 바로 배관내에 통기구가 형성된다.
- 3) 이로 인하여 트랩 봉수의 진동이 발생하고 관성에 의해 가중되며 이때 봉수손실이 발생한다.
- 4) 통기관에서의 허용압력차는 ±25mm Aq로서 실험대상에서 측정된 통기압력차가 모두 이 기준이내에 있다.
- 5) 오배수통합배관방식이 오배수분리방식보다 통기력이 우수한 것은 배관경이 커 통기가 보다 원활한 것으로 평가된다.

6.2 실험결과

피크부하에 따라 배수설비의 성능이 좌우될수 있지만 양변기의 경우에는 기구 평균배수량이 큰 반면 지속시간이 짧아 순간동시사용비율이 낮으며, 기타 위생기구는 지속시간이 긴 반면 기구 평균배수유량이 적어 배관내부에 통기구 형성에 지장이 없을 것으로 판단된다.

- (1) 정형적인 일식설비를 사용하는 국내 아파트에서도 오배수통합, 신정통기방식(특수 이음관 없음) 사용이 가능하며
- (2) 배관경은 계산관경을 사용할 수 있으나 입관의 기구급수부하단위의 합계가 선정된 배관의 최대기구급수부하단위에 근접하는 경우에는 선정관경보다 1단계 큰 관경을 사용하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

1. 기계설비설계요령 일본 주택·도시정비공단
2. HASS-206(1991)
3. 공기조화 위생공학 편람 III, 국제이연사
4. 건축설비핸드북, 금탑
5. 해외연수 귀국보고서 '90.6 대한주택공사
6. 유체역학

(1) 오배수분리 및 결합통기(3회 시험 평균)

배 수 층	봉수변화량 (CM Aq)	통기 압력차(MM Aq)		시험측정층
		최 고	최 저	
11, 10층 (2개층)	0	+0.66	- 4.66	8층
13 - 10층 (4개층)	-0.23	+0.66	- 12.33	〃
14 - 10층 (5개층)	-0.33	+2.33	- 14.66	〃
15 - 10층 (6개층)	-0.4	+2.33	- 18.66	〃

(2) 오배수분리 및 신정통기(3회 시험 평균)

① 1차 시험

배 수 층	봉수변화량 (CM Aq)	통기 압력차(MM Aq)		시험측정층
		최 고	최 저	
9,8 (2개층)	0	-3	- 14	6층
15, 13, 11, 9 (4개층)	-0.06	+2	- 7.3	8층
15, 13, 11, 9, 8(5개층)	-0.66	+4	- 17	6층

① 2차 시험

배 수 층	봉수변화량 (CM Aq)	통기 압력차(MM Aq)		시험측정층
		최 고	최 저	
11, 10 (2개층)	0	+ 2	- 11.4	8층
12 - 9층 (4개층)	-0.63	+ 1.6	- 21	〃
12 - 8층 (5개층)	-0.16	+ 10.3	- 20.3	3층

(3) 오배수통합 및 신정통기(3회 시험 평균) (3, 7층 동시 측정)

배 수 층	봉수변화량 (CM Aq)	통기 압력차(MM Aq)		시험측정층
		최 고	최 저	
11, 10층 (2개층)	0	-2	- 9	3층
12 - 19층 (4개층)	-0.06	+ 3.66	- 8.33	〃
14 - 9층 (6개층)	-0.36	+ 8.66	- 16.66	〃
15 - 9층 (7개층)	-0.3	+ 1.66	- 13.66	〃
11, 10층 (2개층)	0	- 1.66	- 13.66	7층
12 - 9층 (4개층)	-0.03	+ 0.66	- 14	〃
14 - 9층 (6개층)	- 1.26	+ 0.33	- 19.33	〃
15 - 9층 (7개층)	- 0.7	+ 1.33	- 18.66	〃

* 봉수변화량에서 “-”는 배관내부로 흡입되어 봉수가 줄어든 상태임.

* 통기 압력차에서 “+”는 배관내부의 압력이 외부 공기압 보다 높은 상태이고 -는 배관내부의 압력이 외부 공기압보다 낮아 흡입되는 상태임.