

解 說

高層APT에서 排水通氣設備의 再考

金 聖 千* 丁 俊 權* 劉 演 哲*

Review of Drainage and Vent System of Highrise APT

Seong Cheon Kim,* Jun Gwon Choung,* Youn Chul Yoo,*

數年동안 많은 APT가 建設되었음에도 불구하고 年間使用期間이 짧은 暖房設備에 對해서는 많은 研究, 檢討가 되었으나 年間 계속 使用되는 衛生設備에 對해서는 比較的 소홀하였던 것 같으며 이에 對한 많은 研究·檢討가 있어야 할 것이다.

本稿는 APT에서 問題되고 있는 排水通氣設備 및 騒音에 對한 몇가지 問題點을 檢討하고자 한다.

1. 高層아파트에서 排水系統의 問題點

아파트排水設備의 특징을 一般事務所建物과 比較하여 보면,

첫째, 使用時間이 晝夜이고,
둘째, 排水器具의 位置가 分散되어 있으면서 居室과 近接되어 있고,
셋째, 世帶마다 세탁기를 使用하고 있으며
넷째, 發生騒音が 작더라도 夜間에는 크게 느껴지며,

다섯째, 浴室等に 機械換氣를 하지 않으므로 臭氣發生時 그 臭氣가 금방 없어지지 않는點

여섯째, 設備에서 使用하는 SHAFT의 位置·面積 및 CEILING SPACE 등이 많은 制約을 받고 있는點 등을 들 수 있다.

더욱이 最近에는 高層化가 推進되어, 지금까지 15層 程度이던 것이 木洞團地에서는 이미 20層으로 設計가 되었고, 向後 30層程度의 아파트도 建築可能性이 엿보이고 있지만, 既存 15層 程度의 아파트에서도 TRAP의 封水喪失로 인한 臭氣逆流·合成洗劑의 거품역류 및 給·排水時의 騒音 등은 問題點으로 남아있는 實情이다. 그러나 거품의 逆流防止는 外國에서도 完璧한 對策이 없는 실정이므로, 여기서는 排水管内의 壓力變化 및 給排水時의 騒音에 對하여 日本의 實驗·實測 DATA를 근거로 하여 檢討코져 하며, 一般的으로 排水設計는 器具數로 計算하나 日本의 空氣調和·衛生工學會에서는 排水流量으로 計算하는 方法이 規準으로 정해져 있으므로 參考로 紹介한다.

* 正會員, 先進設備研究所

2. 排水通氣의 基礎

一般의 排水方式에서는, 排水는 給水와 달리 大氣壓에 가까운 狀態에서 自然流下式으로 흘러 보내야 하므로 排水管에는 適切한 內徑과 勾配를 주어 흐르는 물의 重力에 의해 부유물질을 포함한 排水를 어떤 장애없이 빨리 所定の 場所로 排出해야 한다.

2-1. 器具의 排水量

그림 2.1에는 流水時間에 따른 排水流量을 나타내고 表 2.1에는 最大排水時의 流量이 표시되어 있다.

그림 2.1의 ②와 같이 LOW TANK 大便器일 때 最大排水時의 流量이 140ℓ/min나 되어, 平均排水流量의 約 2.2倍가 되어 순간적으로 排水管內에 물의 PISTON 作用이 생겨 흐르는 方向의 앞쪽은 正壓, 뒷쪽은 負壓이 發生하게 된다.

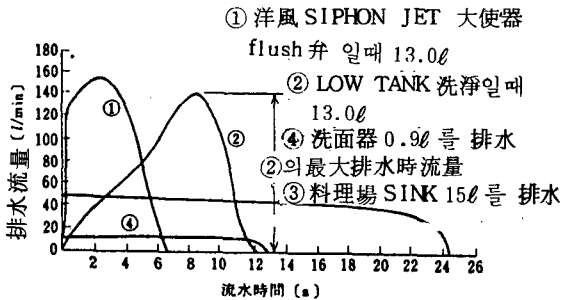


그림 2.1 流量-時間曲線

表 2.1 最大排水時 流量

器具名	最大排水時 流量 [l/s]	器具名	最大排出時 流量 [l/s]
大便器	2.8	料理場 SINK	0.7~1.4
小便器	0.9	洗濯用 SINK	1.4
STALL 小便器	1.4	SHOWER BATH	1.4
洗面器	0.5	住宅用浴槽	0.9
手洗器	0.3	公衆浴場	1.9
掃除用 SINK	1.0	床 排 水	1.4~2.8

2-2 排水管의 流速과 勾配

排水配管은 器具의 豫想最大排水流量이 配管內를 씻으며 흐르도록 해야한다. 즉 排水속에는 찌꺼기等 부유물질이 포함되어 있으므로 어느정도 이상의 流速을 유지해야 찌꺼기等이 같이 흐르기 때문이다.

勾配와 管徑에 따른 流速이 表 2.2에 나타나 있다.

表 2.2 주어진 勾配와 管徑에 對한 概略의 流速

管 徑		流 速 [m/s]			
[in]	(近似) (mm)	1/192	1/96	1/48	1/24
1 1/4	30	0.24	0.35	0.49	0.69
1 1/2	40	0.27	0.38	0.54	0.76
2	50	0.31	0.44	0.62	0.88
1 1/2	65	0.35	0.49	0.69	0.98
3	75	0.38	0.54	0.76	1.08
4	100	0.44	0.62	0.88	1.24
5	125	0.49	0.69	0.98	1.39
6	150	0.54	0.76	1.08	1.52
8	200	0.62	0.88	1.24	1.75
10	250	0.69	0.98	1.39	1.96
12	300	0.76	1.08	1.52	2.15

一般의 雜排水에서는 最小 0.6m/s가 推奨되고 있으며 油性이 포함된 排水는 最小 1.2m/s가 推奨되며, 이것은 油脂가 응고되어 管壁에 붙지 않게 하기 위함으로 廚房 SINK가 여기에 해당된다.

그림 2-2와 같이 污水管은 固形汚物이 물과 같이 흘러야 하므로, 流量에 비해 管徑이 너무 크면 水深이 얇아져 汚物이 管壁과의 마찰에 의해 정지상태가 되고 물만 흐르게 된다. 또 管徑이 너무 적으면 管內가 滿流상태가 되어 大氣壓을 유지하지 못하게 된다. 勾配도 마찬가지로 너무 급하면 流速이 빨라져 水深이 얇아지게 되며

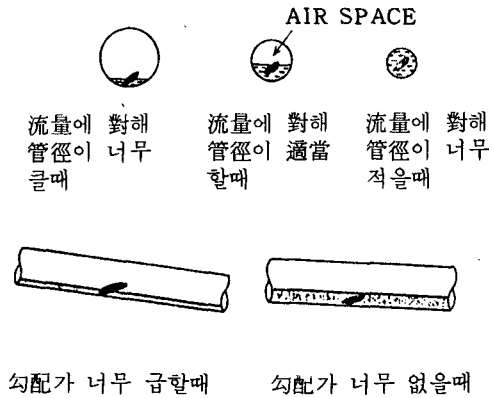


그림 2-2 排水管의 勾配와 管徑이 流速과 水深에 미치는 影響

勾配가 너무 없으면 流速이 느려져 같이 씻겨 흐르지 못하므로 汚物만 管內에 남게된다. 따라서 適當한 管徑, 適當한 勾配라야 한다. 汚水管內의 適當한 水深은 管徑의 約 1/2 ~ 2/3 程度이다.

2-3 排水立管

그림 2.3 에서와 같이 排水橫枝管에서 排水立管으로 흘러내리는 물의 流速은, 重力의 加速度로 급격히 增加되나 無限으로 增加되지는 않는다. 즉 管內壁과의 摩擦抵抗과 管內에서 靜止 또는 上昇하려는 空氣에 의해 BALANCE 되어 一定한 流速을 유지하게 되며, 이것을 終局流速 (TERMINAL VELOCITY, V_t) 이라 하며 다음과 같이 계산된다.

$$V_t = 3.0 (Q_1/d_1)^{2/5} \quad [ft/sec]$$

Q_1 : 立管에 흐르는 流量 [Gal./min]

d_1 : 立管의 管徑 [in]

이를 그래프로 표시한 것이 그림 2.4 이다.

實驗에서의 概略値는 100mm의 新品鑄鐵管에 10 l/s의 流量을 흘렸을 때 約 4m/s 정도이다.

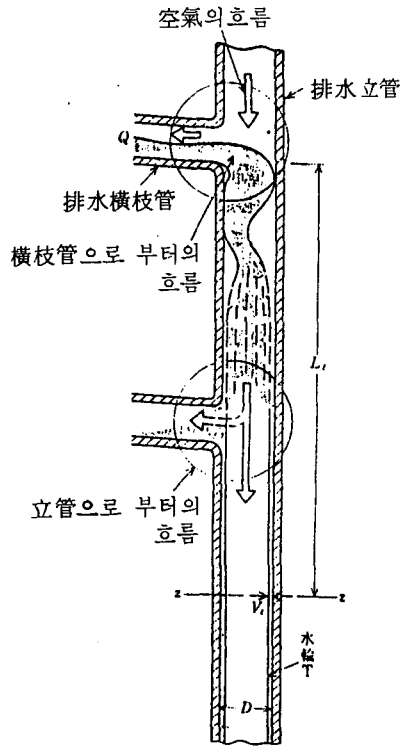


그림 2.3 立管의 終局長

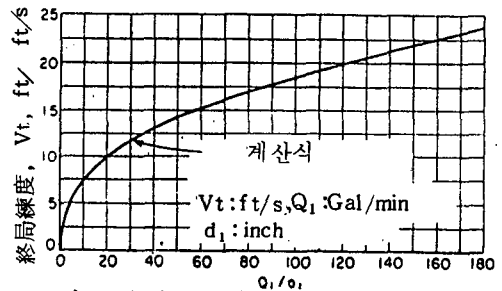


그림 2.4 排水로 管內에서 물의 終局練度

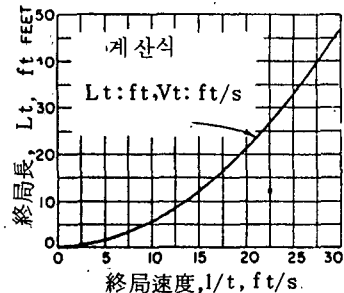


그림 2.5 終局練度에 따른 終局長

〈 表 2·3 〉 Maximum Carrying Capacity of Stacks

Diameter of stack (in.)	Flow in stack in gpm for fullness ratios a_t/a_1 of			Carrying capacity of stock				Dawson and Kalinske [25-7] (gpm)
				National Plumbing Code, over three stories [25-4]		BMS66, Table 805(b)-III [25-6]		
	1/4	7/24	1/3	Fixture units	gpm	Fixture units	gpm	
2	23.5	24	38	24	38	90
3	51.8	67.5	83.7	60	55	80	61	180
4	114.5	145	180	500	141	600	155	560
6	328	425	529	1,900	315	2,800	430	1,200
8	710	910	1,145	3,600	510	5,400	710	
10	1,275	1,675	2,055	5,600	730	8,000	970	
12	2,080	2,680	3,365	8,400	1,020	14,000	1,550	

a_1 = cross-sectional area of stack.

a_t = cross-sectional area of sheet of water where terminal velocity exists.

註) 表 2-3은 各個通氣方式일 때 사용하는 表(NATIONAL PLUMBING CODE)이므로 LOOP 通氣方式에서는 日本의 割引率을 適用한 것을 利用하는 것이 타당하리라 본다.

또한 立管에 流入되어 終局流速이 될때까지의 落下길이를 終局長(TERMINAL LENGTH, L_t) 이라 하며 대개 2~3m 程度이다. 그림 2.5에 終局速度에 따른 終局長을 나타내었다.

2-4 排水橫主管

一般的으로 排水橫主管의 勾配는 1/100 이므로, 이때의 流速은 約 0.6m/s이다. 그러나 排水立管의 終局流速은 이보다 훨씬 빠르므로, 立管에서 橫主管으로 方向轉換할 때는 曲管에서의 遠心力이 作用하여 어느정도 거리는 管의 밑部分으로 흐르나, 高速에서 低速으로 變換되면서 물이 JUMP 하여 滿流狀態가 되어 管內에는 正壓이 생기게 된다. JUMP 이후에도 不安定한 狀態로 흐르다가 100 mm에서 36 m, 75 mm에서 25 m의 下流에서 겨우 定常流狀態가 된다.

그림 2.6은 立管底部에서 물의 JUMP 현상을 나타낸 것이다.

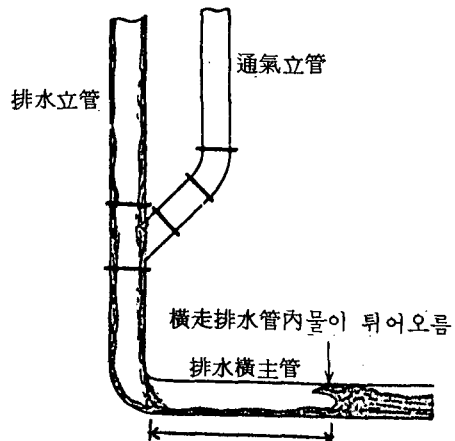


그림 2.6 立管底部에서 물의 JUMP 현상

2-5 排水管內에서 空氣의 흐름

排水系統에 接續된 器具 TRAP의 封水深은 一般的으로 50 mm이므로, TRAP의 水封部에 作用하는 壓力變動의 許容範圍는 ± 25mmAq 以下가 되도록 NATIONAL PLUMBING CODE 및 日本에는 規定되어 있다.

排水立管에서의 壓力變化는, 上部에 있는 器具로부터 排水된 물이 空氣와 같이 下落하므로, 排水立管의 下部에는 大氣壓보다 상당히 높은 壓力이 作用하게 되고, 이때 供給되는 空氣는 上部로부터 흘러내려오게 되므로, 上部에는 大氣壓보다 상당히 낮은 壓力이 發生한다. 따라서 排水管內에 生기는 과도한 壓力變化를 防止하기 위해 通氣管이 必要하게 된다.

2-6 合成洗劑의 거품이 排水管에 미치는 영향

APT에는 電氣세탁기가 各世帶마다 普及되어 있으며, 여기에 使用하는 合成洗劑의 거품은 빨리 없어지지 않으므로, 排水系統에는 部分的으로 과대한 壓力이 發生하여 TRAP의 封水가 파괴 또는 逆流현상이 發生하게 된다. 즉, 上層部에서 洗劑가 포함된 물을 排水했을 때, 排水立管의 管內에 排水가 流下하면서 거품發生原料가 空氣와 混合하여 거품을 發生하며, 이 거품은 흘러내려 排水立管의 下部 및 橫主管에 充滿되어 상당한 時間동안 거품상태를 유지하게 된다. 이때 上層部에서 排水를 하면 물은 거품이 充滿되어 있는 排水立管內로 흘러내리게 된다. 물은 거품보다 무거우므로 거품과 물은 자리바꿈을 하면서 屋外로 排水되지만, 排水된 물의 容積만큼 壓力이 發生되고, 이 壓이 빠져나갈 通路로는 排水橫主管, 排水枝管, 通氣立管等이지만 거품이 充滿되어 있는 狀態이므로, 결국 TRAP의 封水를 壓迫하게 되어 어느정도 12 ~ 13層 APT에서는 3層 以下를 屋外 別途의 排水 LINE으로 分離하였을 때 別 問題

가 없었다. 그림 2.7에 나타낸 것 같이, 거품壓이 많이 發生하는 部分으로는 方向轉換部 즉 구부러진 部分이다. 現在 使用되고 있는 通氣管의 管徑表는 거품의 영향을 考慮하지 않았으므로, 거품에 의한 壓力이 發生하는 部分에는 거품壓도 적용 通氣管을 設置해야 할 必要가 있는데, 표 2.4에는 각각의 排水立管의 管徑에 대해 適當한 거품壓 逃避用 通氣管의 管徑이 나타나 있다.

表 2.4 泡에 의한 壓力上昇部에 排水管을 接續한 경우의 逃避通氣管의 管徑

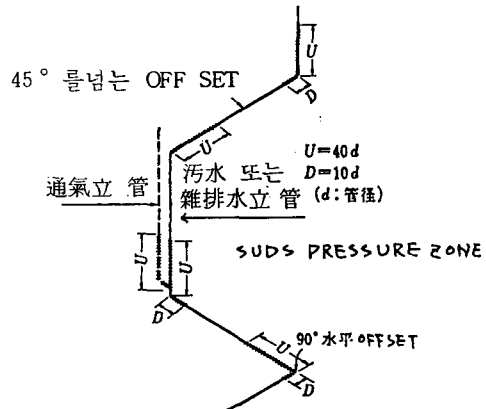


그림 2.7 泡에 의한 壓力下昇部에 (National Standard Plumbing Code (1971) 등을 기초로 作成)

表 2.4 泡에 의한 壓力上昇部에 排水管을 接續한 경우의 逃避通氣管의 管徑 *

排水立管의 管徑 [mm]	逃避通氣管의 管徑 [mm]
40	50
50	50
65	50
75	50
100	75
125	100
150	125
200	150

註：* National Standard Plumbing Code (1971)

2-7 TRAP의 種類 및 封水深

그림 2-8.9.10 에서와 같이 여러종류의 TRAP 이 있으나 一般적으로 많이 使用하는 것은 P TRAP이다. 日本 芝浦工業大學의 安部 照教授의 實驗에 의하면 BELL TRAP이 거품壓(背壓)에는 강한 것으로 나타났으나, BELL 部分을 除去하면 TRAP의 機能이 喪失되므로 日本에서는 BELL TRAP의 使用을 制限하고 있다.

NATIONAL PLUMBING CODE 및 日本에서는, TRAP의 封水深은 最小 50 mm, 最大 100 mm로 規定하고 있다. 最大 100 mm로 規定

한 것은, 이보다 깊어지면 물의 흐름을 저해하기 쉽고 또 自掃力이 弱해져 TRAP의 밑부분에 찌꺼기나 油脂가 附着하기 쉽기 때문이다.

그림 2.11 과 같이 TRAP의 封水는 管内氣壓變動에 따라 變位를 일으키게 된다. 封水深이 50 mm일때를 基準하여 封水部에 作用하는 許容壓力變動範圍를 $\pm 25 \text{ mmAq}$ 以下로 하고 있으므로, 管内의 壓力變動이 이보다 큰部分에는 封水深을 100 mm 程度로 하는 것이 타당하리라 생각된다.

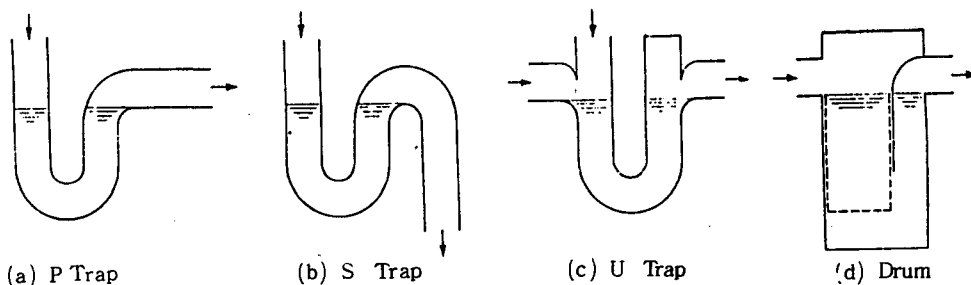
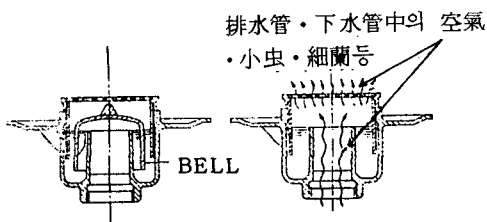
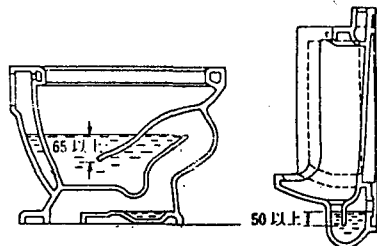


그림 2-8 TRAP의 形狀에의 한種類



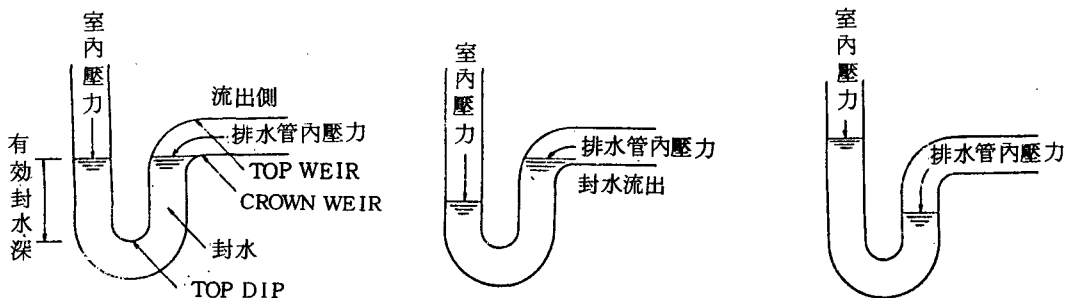
(a) BELL이 있는 상태 (b) BELL이 없는 상태

그림 2.9 Bell Trap



(a) 大便器 (b) 小便器

그림 2-10 衛生器具內藏 Trap



(a) 封水損失이 없는 상태의 Trap (b) 排水管内 負壓時의 Trap 封水の 變位 (c) 排水管内 正壓時의 Trap 封水の 變位

그림 2.11 Trap 封水の 變位

3. 排水通氣配管의 性能에 관한 實驗의 例 (日本)

이번 절에는 林村協同設計事務所(株)의 前島健, TARUYA 設備工業所(有)의 松本正美 그리고 小島製作所(株)의 加藤和久 등 세사람이 1978 年에 공동실험하여 1979 年에 發表한 排水

通氣配管의 性能에 관한 실험을 예로서 나타내었다.

그림 3.1은 實驗供給配管圖를 나타낸 것이고 그림 3.2는 給水管 Flow sheet 를 나타내고 그림 3.3은 水位測定裝置 Flow sheet 를 나타낸다.

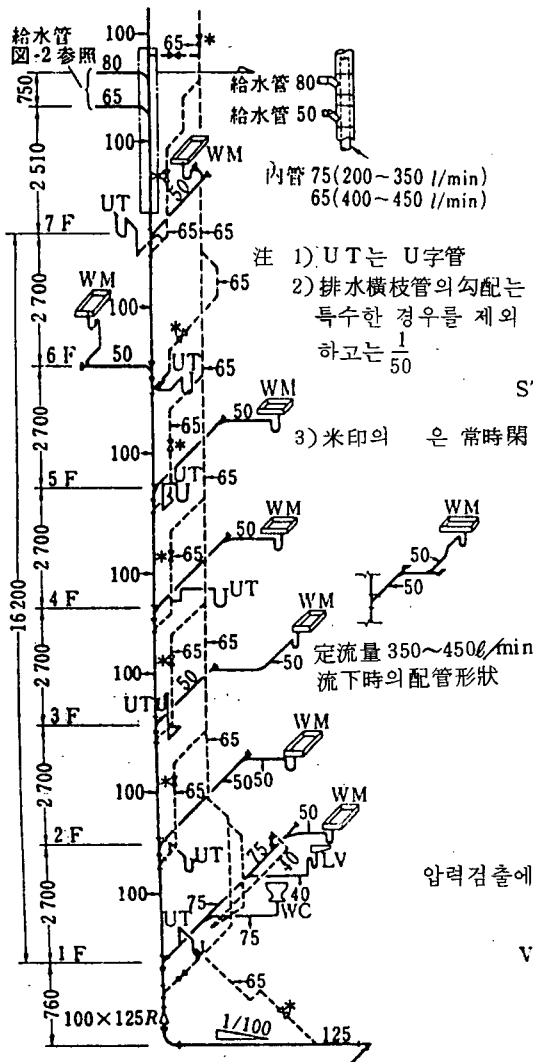


그림 3.1 實驗供給配管圖

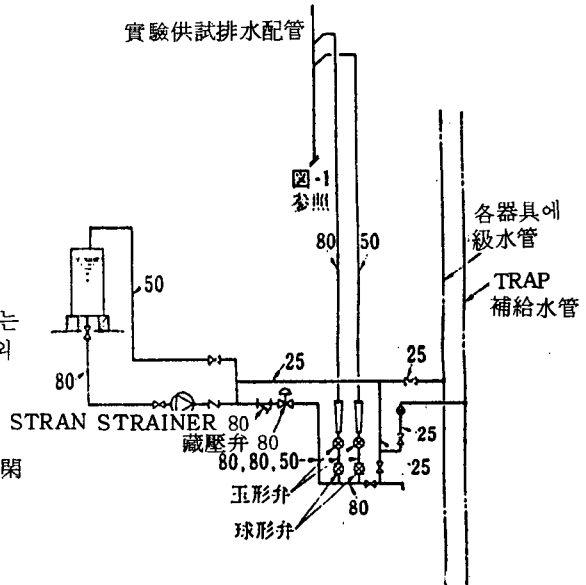


그림 3.2 給水管 FLOW SHEET

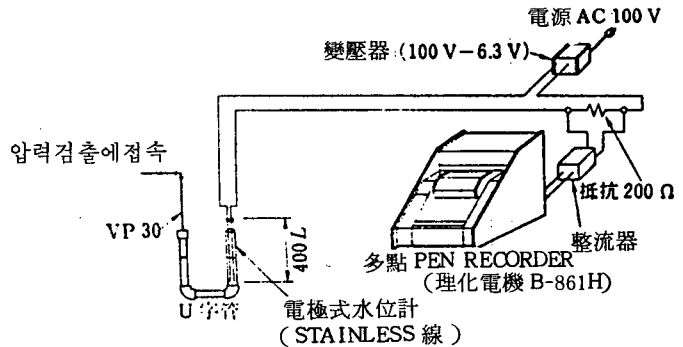


그림 3.3 水位測定裝置 FLOWSHEET

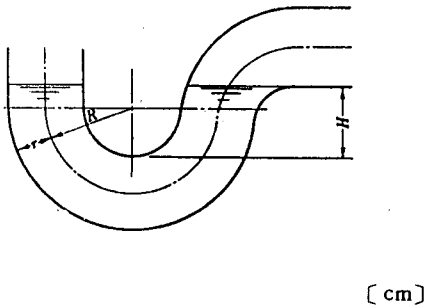
表 3.1 은 욕槽用 및 洗濯機用 50 mm 鑄鐵製 P TRAP 의 經路에 對해 실험한 結果를 나타낸 것이다.

그리고 그림 3.4 는 이 실험에 使用한 各種 P TRAP 의 寸수를 나타낸 것이다.

表 3.1 浴槽用 및 洗濯機用 50 mm 鑄鐵製 P TRAP 의 器具排水量 및 器具排水流量

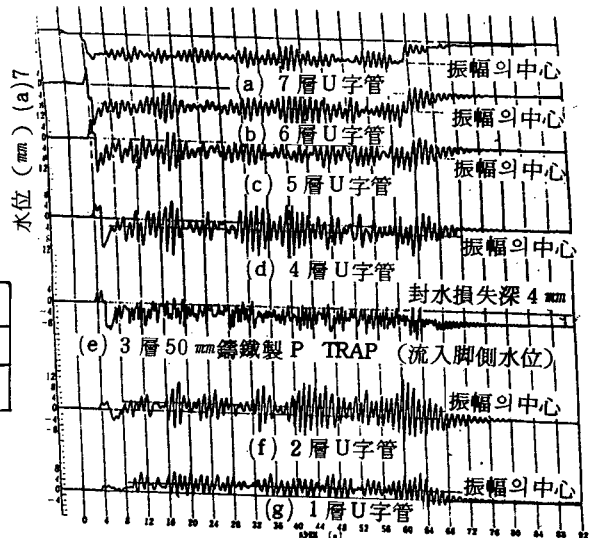
	器具排水量 w [l]	器具排水量の 20%가 排出되고 부터 80%가 排出될 때까지의 時間 t [s]			器具排水流量 qd $0.6w/t$ [l/s]
		1 回째	2 回째	3 回째	
浴槽用	160	96	96.2	平均 95.7	計算值 1.003 設定值 1.0
洗濯機用 (清水일때)	30	47	46.2	平均 46.6	計算值 0.386 設定值 0.4
洗濯機用 (洗劑混入일때)	30	54.7	55.5	平均 55.0	計算值 0.327 設定值 0.35

그림 3.5 는 U字管内水位 및 TRAP 封水水位의 振動例를 나타낸 것이다.



TRAP 의 種類	H	R	r
洗面器用 P TRAP	6.065	3.8	1.517
50 mm 鑄鐵型 P TRAP	5.0	6.1	2.650

그림 3.4 實驗에 使用한 各種 P Trap 의 寸수



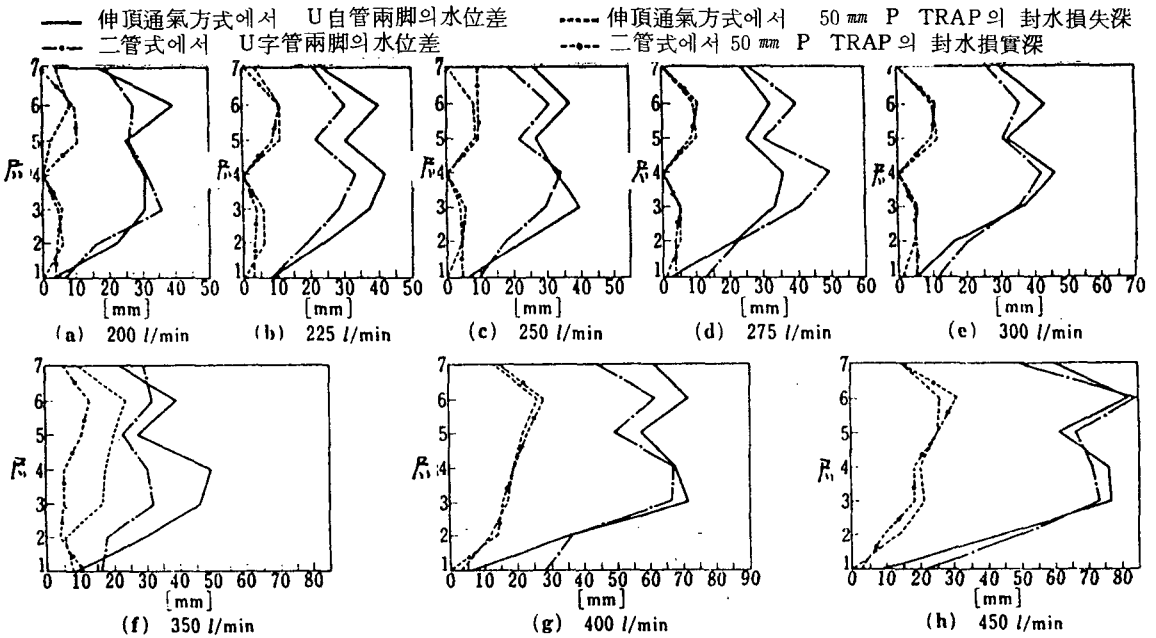
注 PEN RECORDER 의 應答特性은 約 1 Hz 이므로 記錄되어있는 振幅은 實際의 振幅보다 다소 작다.

그림 3.5 U字管内水位 및 TRAP 封水水位의 振動例 (二管式, 200ℓ/min, 1 分間流下)

그림 3.6 은 단위시간당 흘러보내는 流量을 변화시키면서, 각각의 주어진 流量에 對해서 P TRAP의 封水損失深과 U字管大氣壓側脚部가 最低水位가 됐을때의 兩脚의 水位差를 層別로

나타내었다.

그림 3.7 은 각 주어진 流量에 對해서 各層의 排水로 管內의 平均壓力를 실험치의 平均으로 나타내었다.



- 注 1) 水位差의 値는 처음흘렀을때 3회의 平均値로 記入했다.
(1회의 의미는 TRAP에 封水를 채워서 10번 흘러보냄)
- 2) 450 l/min에서는 破封된 回가 있었으므로 2회의 平均値로 했다.
- 3) 200-300 l/min까지는 4,7層과 400, 450 l/min의 1層 封水損失深이 적은 것은, 立管으로부터 TRAP에 逆流가 있었기 때문이다.
- 4) Pen Recorder 應答特性이 約 1Hz 이므로, 記錄되어진 水位差는 實際의 水位差보다 다소 적다.

그림 3.6 P TRAP의 封水損失深과 U字管大氣壓側脚部가 最低水位가 됐을때의 兩脚의 水位差

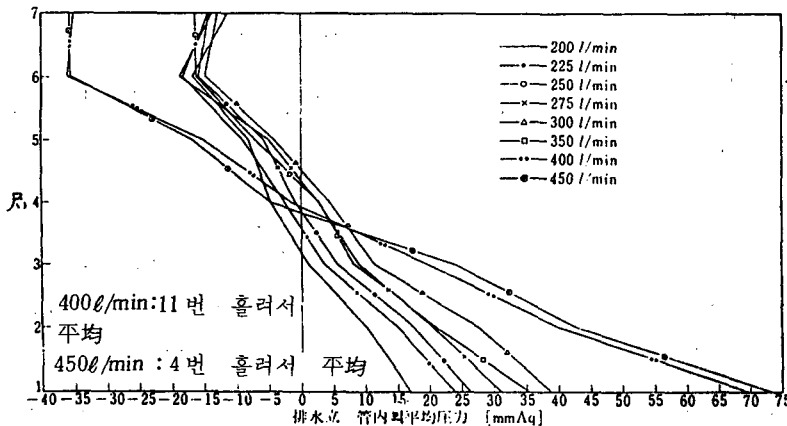


그림 3.7 各層의 排水로 管內의 平均壓力 (伸頂通氣方式)

注 原則으로서 30번 흘러서 平均이지만, 上記流量으로 封水損失이 50 mm를 넘었을때는 그 以前의 實驗壓力의 平均値로 했다.

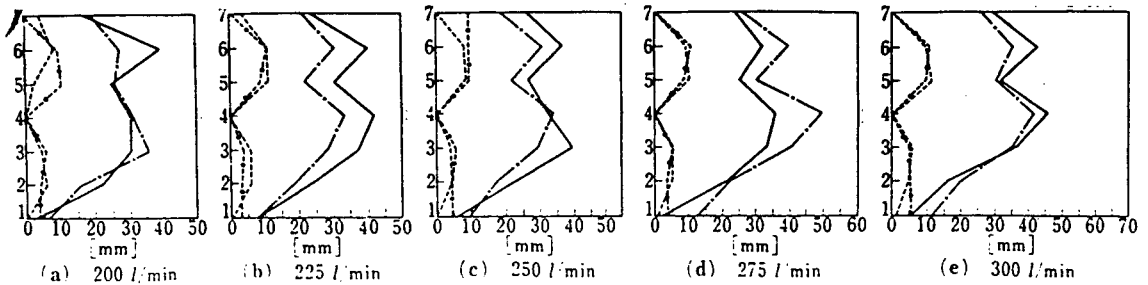
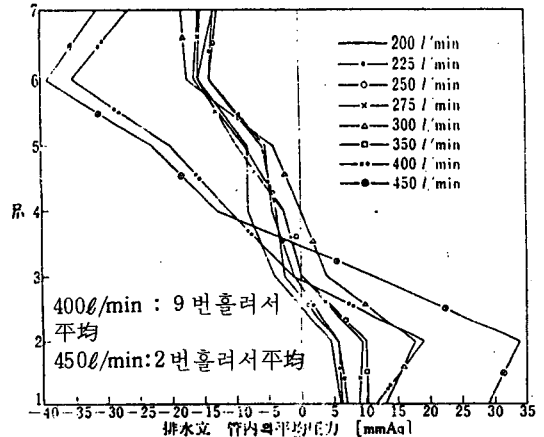


그림 3.8도 그림 3.7 그림과 같은 실험결과 이
지만 그림 3.7의 결과는 伸頂通氣 방식에 대해
서고 그림 3.8은 2 管式에 대하여 실험한 결과
이다.

表 3.2는 損失封水を 補給하지 않고 TRAP의
破封이 생길 때까지 반복 實驗하여 그 결과를
나타낸 것이다.

그림 3.9는 各層 U字管大氣壓側水位의 振動을
시간에 따라 實驗測定한 것을 나타낸 것이다.



註: 原則으로서 30번 흘려서 平均한것이 지만, 上記
流量으로 封水損失이 50mm를 넘었을때는
그 以前의 實驗 壓力의 平均値로 했다.

그림 3.8 各層排水立管內의 平均壓力(二管式)

表 3.2 損失封水を 補給하지 않고 반복 實驗하면서 TRAP의 破封이 생겼을 때

流 量 [l/min]	方 式	破 封 한 TRAP의 層	破 封 했 을 때	破 封 하 기 前의 封水深 [mmAg]
400	伸頂通氣	6 層	1回 8번 흘렸을때	19
			2回 4번 흘렸을때	18
			3回 2번 흘렸을때	24
	二 管	6 層	1回 3번 흘렸을때	18
			2回 2번 흘렸을때	19
			3回 7번 흘렸을때	18
450	伸頂通氣	6 層	1回 4번 흘렸을때	15
			2回 2번 흘렸을때	23
			3回 1번 흘렸을때	50
	二 管	6 層	1回 2번 흘렸을때	16
		5 層	1回 2번 흘렸을때	24
		6 層	2回 1번 흘렸을때	50
			3回 2번 흘렸을때	21

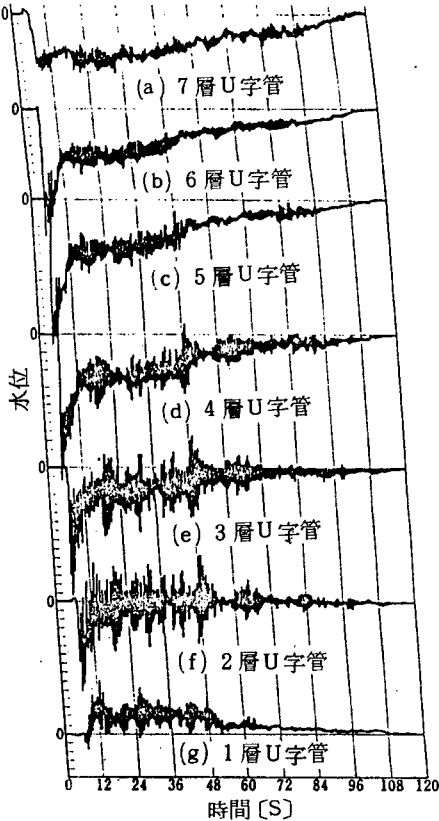


그림 3.9 各層 U字管大氣壓側脚水位的 振動例 (7層 WC, WM, BT 同時排水)

그림 4.1.2.3.4는 給水壓과 騒音과의 關係를 나타내 주고 있다. 그림 4.1은 洗淨 TANK 付 大便器의 發生 騒音을 두가지 경우의 給水壓에 대하여, OCTAVE BAND 中心周波數에 따른 OCTAVE BAND LEVEL 값을 실험 측정하여 나타낸 것이고, 그림 4.2는 주어진 給水壓에 대해서 作動直後와 流水中の 두가지 경우에 있어서의 OCTAVE BAND LEVEL 값을 측정하여 나타낸 것이다.

그림 4.3은 給水壓을 減壓했을 때의 OCTAVE BAND LEVEL의 變化를 알아보기 위해 給水壓을 낮추면서, 각각의 給水壓에 대해서 OCTAVE BAND LEVEL을 실험 측정하여 나타낸 것이다. 그리고 그림 4.4는 실험 DATA로 부터 給水壓

과 OCTAVE BAND LEVEL의 關係를 그래프로 표시한 것이다.

그림 4.5는 弁의 開度를 변화시키면서 그 각각의 開度에 대해서 給水壓과 吐水時間과의 關係를 그래프로 나타낸 것이고, 그림 4.6은 測定 對象住戶의 平面圖를 나타낸 것이다.

마지막으로 그림 4.7은 각각의 給水栓에 대해서 騒音 LEVEL을 측정하여 나타낸 것이다.

4. 給·排水의 騒音에 대하여

APT가 高層化가 됨에 따라 下部層에는 과대한 給水壓이 作用하게 되며, 그 配管은 埋設이 대부분이므로, 水栓等에서 發生하는 騒音은 建物構造體를 통해 左右上下 世帶로 傳達하게 된다. 또 排水管은 아래層 天井配管이 대부분이므로 排水 騒音은 아래層에 직접 전달하게 된다. 現在 APT의 바닥 SLAB 및 壁體의 두께는 150 mm 以上이므로 이것의 遮音效果는 500 Hz 基準일 때 50 dB 程度이다. 그러나 給水인 경우, 埋設配管을 하고 있으므로 오히려 騒音傳達體가 되고 있는 實情이다.

4-1 給水壓과 騒音

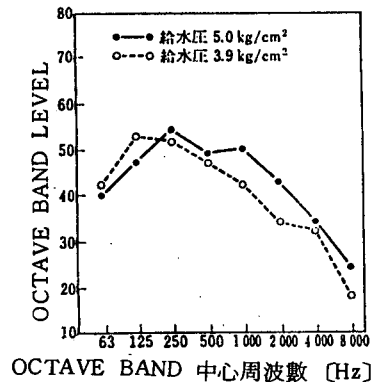


그림 4.1 洗淨 TANK 付 大便器의 發生 騒音 (和室中央에서 測定)

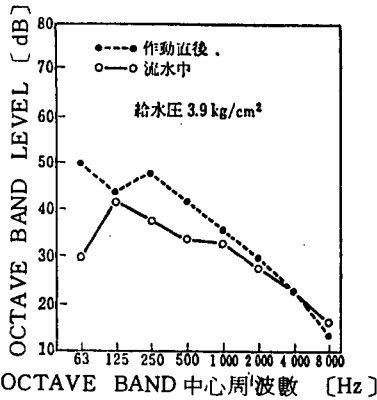


그림 4.2 洗淨弁付大便器의 發生 騒音 (和室中央에서 測定)

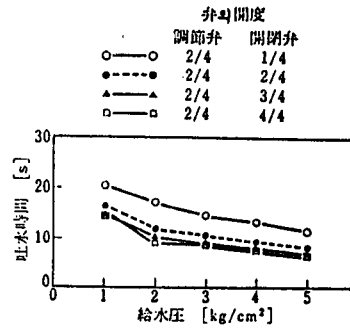


그림 4.5 洗淨弁의 給水壓과 吐水時間

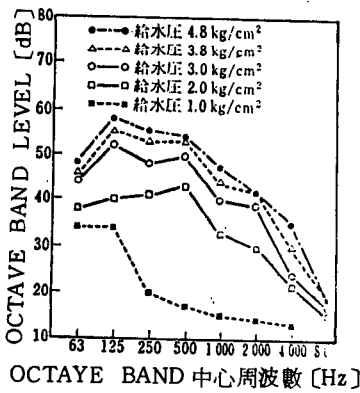


그림 4.3 給水壓을 減壓했을 때의 效果

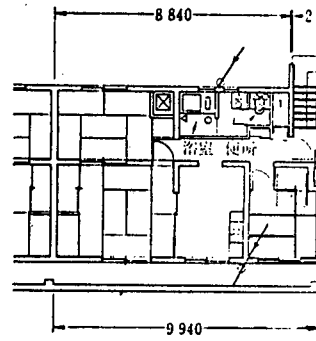


그림 4.6 測定對象住戶의 平面圖

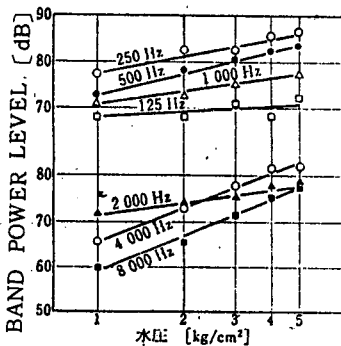


그림 4.4 給水壓과 OCTAVE BAND LEVEL의 關係 (洗淨弁)

실험결과로부터 알 수 있듯이 騒音을 줄이기 위해서는 첫째, 給水壓을 낮추는 方法, 둘째, 配管을 埋設하지 않고 防振支持하여 露出시키는 方法, 셋째, 騒音이 적은 水栓 (日本에서는 消音形 水栓)을 開發하여 使用하여 方法 等이다.

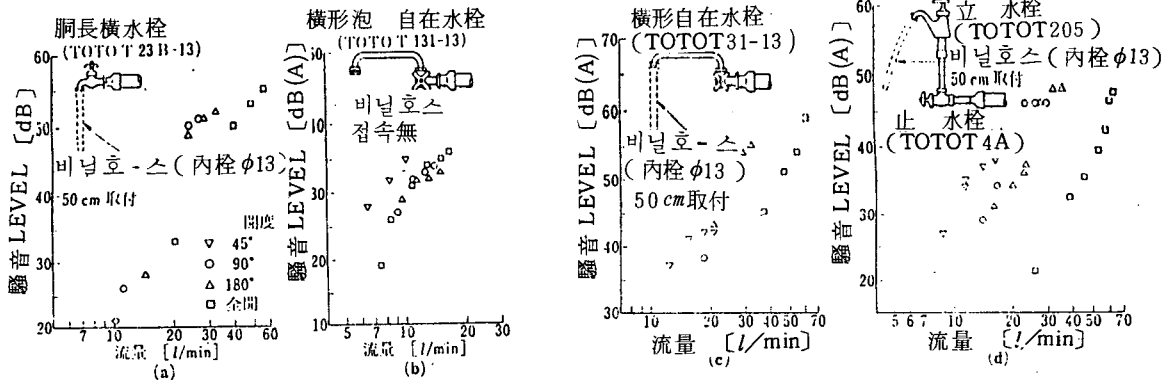


그림 4.7 給水栓의 發生騒音

4-2 排水騒音

表 4.1 浴槽의 給排水時騒音의 測定結果

層	音源室 304 號室(給水)										音源室 304 號室(排水)										
	05 號室			04 號室				03 號室			04 號室										
	和室(4.5)	D K	浴室	和室(8)	和室(6)	和室(8)	和室(6)	浴室	D K	和室(4.5)	和室(4.5)	D K	浴室	和室(6)	和室(8)	和室(8)	和室(6)	浴室	D K	和室(4.5)	
4	27	31	34	34	38	39	43	50	44	43	37	33	34	30	28			35	23		
3	24	32	34	36	37	55	57	66	65	54	43	37	34	30	30	26	25	63	40	28	
2	27	30	30	34	35	42	45	47	48	45	40	35	32	26	28	18	25	35	25	17	
1	23	27	29	31	34	36	41	45	41	40	36	33	29	24	24		21	32	23		

註：()內的 數字는 和室의 크기(疊數)를 表示. □內는 音源의 位置를 表示.

表 4.2 大便器의 給排水時騒音의 測定結果

層	音源室 304 號室										音源室 104 號室									
	04 號室				03 號室						04 號室				03 號室					
	和室(8)	和室(6)	D K	和室(4.5)	便所	便所	和室(4.5)	D K	和室(6)	和室(8)	和室(8)	和室(6)	D K	和室(4.5)	便所	便所	和室(4.5)	D K	和室(6)	和室(8)
4	27	27	36	36	43	30	31	30	23	23	18	17	23	23	37	28	24	22	19	19
3	42	42	55	45	75	34	40	38	31	27	21	21	28	29	40	30	30	28	21	21
2	29	28	38	40	50	28	36	32	23	23	27	29	36	37	44	33	34	31	24	23
1	23	24	32	33	46	26	32	28	17	20	38	41	51	43	71	34	40	36	27	27

註：()內的 數字는 和室의 크기(疊數)를 表示. □內는 音源의 位置를 表示.

表 4.1 과 表 4.2 는 각각 浴槽와 大便器의 給排水時 騒音を 測定하여 그 結果를 표시한 것인데 이로부터 浴槽 및 大便器에서 發生하는 騒音은 상당히 크다는 것을 알 수 있다. 大便器인 경우에는 먼저 排水騒音이 發生하면서 바로 LOW TANK의 給水騒音이 發生하게 된다.

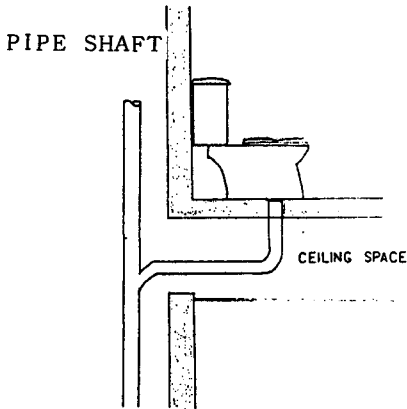


그림 4.8

그림 4.8은 既存 APT의 配管狀態를 나타내고 있다. 즉, 大便器의 排水管이 아래層의 天井內에 配管되어 있으므로, 排水時의 騒音이 아래層에 直接 傳達하게 되어 있다. 또한 SHAFT가 크게 뚫려 있는 狀態이므로 騒音의 傳達通路로 利用되고 있다.

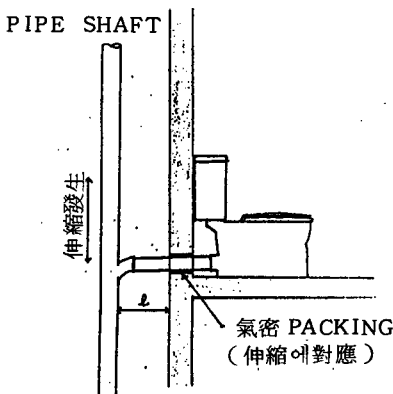


그림 4.9

그림 4.9는 床下配管이 되었을 때이다. 이 때에는 排水立管의 伸縮을 考慮하여 排水立管과는 어느정도의 거리(l)가 必要하며 壁관통部分도 伸縮에 對備해야 한다.

5. 日本 空氣調和衛生工學會의 排水通氣設計規準 (1976年)

이번 절에는 排水通氣設計規準을 1976年 日本에서 제정된 給排水設備規準에서 발췌하여 실었다. 그리고, 排水·通氣管 管徑設計에 관하여 몇가지 예를 들어 두었다.

5-1. 排水通氣設計規準

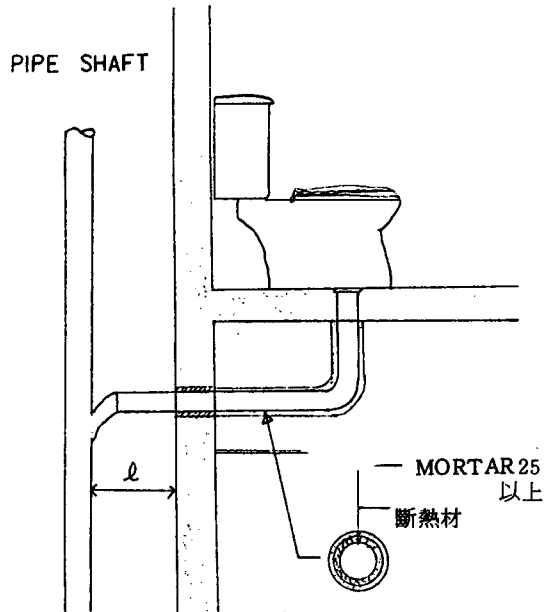


그림 4.10은 天井內 配管할때의 補完法을 나타내고 있다.

排水管에 斷熱材의 위에 다시 MORTAR를 피복하여 遮音性を 높여주고 있다.

表 5.1은 각각의 器具에 대해 TRAP의 口徑 및 器具排水管 管徑 設計時 그 規準을 나타내고 있다. 그리고, 表 5.2는 各種 衛生器具의 器具

排水量 w 및 器具排水流量 qd 의 標準値를 나타내고 있다.

表 5.1 트랩의 口徑 및 器具排水管의 管徑

器 具	트 랩 의 最 小 口 徑 [mm]	器 具 排 水 管 의 最 小 管 徑 [mm]	器 具	트 랩 의 最 小 口 徑 [mm]	器 具 排 水 管 의 最 小 管 徑 [mm]
大 便 器	75	75	浴 槽 (和 風)	30	30
小 便 器 (大 形)	40 ~ 50	40 ~ 50	浴 槽 (洋 風)	40	40
小 便 器 (小 形)	40	40	비 네	30	30
洗 面 器 (大 形)	30	30	掃 除 用 싱 크	65	65
洗 面 器 (中 形)	30	30	洗 濯 用 싱 크	40	40
洗 面 器 (小 形)	30	30	連 合 싱 크	40	40
手 洗 器	25	30	污 物 싱 크	75 ~ 100	70 ~ 100
手 術 用 手 洗 器	30	30	醫 療 用 싱 크	30	30
洗 髮 器	30	30	實 驗 用 싱 크	40	40
飲 水 器	30	30	調 理 用 싱 크 (住 宅 用)	40	40
唾 具	25	30	調 理 用 싱 크 (營 業 用)	40	40

註 : HASS 206-1976 給排水設備規準

表 5.2 各種衛生器具의 器具排水量 w 및 器具排水流量 qd 의 標準値 *

器 具		트랩口徑 [mm]	器 具 排 水 量 w ** [l]	器 具 排 水 流 量 qd [l/s]
大 便 器	普 通 形	75 ~ 100	사 이 폰 젣 트 · 사 이 폰 · 블 루 우 아 우 트 15	1.5 (사 이 폰 젣 트 는 2.0)
			洗 出 · 洗 落 11	
	節 水 形 **	75	사 이 폰 젣 트 · 사 이 폰 13	
			洗 出 · 洗 落 8	
小 便 器	小 形	40	4	各 個 洗 淨 0.5 自 動 洗 淨 : 同 時 洗 淨 個 數 × 0.5 단, 2.0을 最 大 値 로 한 다.
	大 形	40 ~ 50	6	
洗 面 器	小 中 大 形	30	滿 水 씻 기 5	1.0
			7	
			8	0.3
			流 水 씻 기 3	
手 洗 器		25	3	0.3

器 具		트랩口徑 [mm]	器具排水量 w^{**} [l]	器具排水流量 qd [l/s]
醫科(手術)用手洗器		30	20	0.3
洗 髮 器		30	40	0.3
浴 槽	和 風	30	190~230~250	1.0
	洋 風	40	90~140~180	
샤 위		50	50	0.3
掃 除 用 筥 크		65	40	滿水씻기 2.0 流水씻기 1.0
洗 濯 用 筥 크		40	40	滿水씻기 1.0 流水씻기 0.3
污 物 筥 크		75~100	15	2.0
實 驗 筥 크		40	40	0.3
調 理 用 筥 크		40	50	滿水씻기 1.0 流水씻기 0.3

註 * : HASS 206-1976 給排水設備規準, 技術要項

** : 이排水量은 設計用的 標準値이고, 必要最小水量을 意味하지는 않는다.

*** : 排水量을 줄여서 사용하는 경우에는, 配管에 適切한 措置를 講究해서 그 水量의 排水量 w [l]로 하여 使用하여도 지장이 없다.

表 5.3 은 各種衛生設備·器具의 使用頻度와 正常流量의 標準値를 나타내고 있다.

表 5.4 는 橫走排水管의 許容流量 Qp 를 나타내는데, Qp 는

$$Qp = 26000 \delta^{1/2} D^{3/2} [l/s]$$

에 의거한다.

거기서 δ 는 排水管의 勾配로 단위높이를 길

이로 나눈 값으로 사용하고, D 는 管의 內徑을 사용한다.

또한 v 는 流速으로 그에 對한 實驗式은 다음과 같다.

$$v = (1/n) \delta^{1/2} R^{2/3} [m/s]$$

n : 粗度係數

R : 徑深(=流水斷面積/流水潤邊長) [m]

表 5.3 各種衛生設備·器具의 使用頻度와 定常流量의 標準値 *

設備·器具種別		待時式 使用**	平均排水間隔 T_0 [s]											
			即時式使用** (1個所에 設備되는 器具數 N_F)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
便 所	女子便器	60	400	280	220	190	170	150	140	140	130	130	120	120
	男子便器	200	600	600	600	600	560	510	480	460	440	420	400	390
	小便器 (各個洗淨)	35	240	160	130	110	100	90	85	80	75	75	70	70
	洗面器	25	170	120	90	80	70	65	60	55	55	50	50	50

小便器 (自動洗淨)	$T_o = 180 \sim 900$ (平均 600), T_o 은 使用頻度에 따라 設計者의 判斷에 의해 180 ~ 900 s 사이에서 決定한다.
浴槽	$T_o = 1,800$
샤워	$T_o = 300$
其他의 器具	매우 빈번하게 사용되는 경우 $T_o = 60$ 상당히 빈번하게 사용되는 경우 $T_o = 300$ 기타의 경우 $T_o = 600$
定形的인 一式設備 集合住宅의 雜排水, 호텔의 욕실, 화장 실 유닛	$\bar{q} = 0.033 \text{ l/戶} \cdot \text{s}$

註 * HASS 206-1976 給排水設備規準, 技術要項

** 待時式使用: 劇場·學校 등의 경우에 使用이 短時間에 集中하여 利用되는 形態

** 即時式使用: 事務所·HOTEL 등의 경우에 特定時間에 使用이 集中되지 않고 利用되는 形態
* 即時式의 利用形態는 利用人口에 對하여 그 設備規模가 適正한 것이 전제이다.

表 5.4 橫走排水管의 許容流量 Q_p^* [l/s]

排水管徑 D [mm]	$\delta = 1/25$		$\delta = 1/150$		$\delta = 1/100$		$\delta = 1/150$		$\delta = 1/200$	
	Q_p	v	Q_p	v	Q_p	v	Q_p	v	Q_p	v
30	0.45	0.64								
40	0.97	0.77								
50	1.76	0.90	1.25	0.63						
65	3.50	1.10	2.50	0.76						
75			3.70	0.83	2.62	0.59				
100			7.90	1.00	5.60	0.71				
125			14.3	1.17	10.1	0.83	8.30	0.68		
150			23.3	1.32	16.5	0.93	13.5	0.76	11.7	0.66
200			50.3	1.60	35.5	1.13	29.0	0.92	25.1	0.80
250			91.1	1.86	64.4	1.31	52.6	1.10	45.6	0.93
300			148.	2.10	105	1.18	85.5	1.21	74.1	1.00

註 1) 橫枝管·橫主管許容流量은 $Q_p = 26,000 \delta^{1/2} D^{8/3}$ [l/s]에 의거한다.

上式은 MANNING式에 따른 非壓送滿流時를 나타낸다. 表中 v 는 終局速度 [m/s]이다.

2) 上記許容流量은 通氣管決定法에 準하여 適正하게 通氣管을 설계한 것으로 한다.

* HASS 206-1976 給排水設備規準, 技術要項

表 5.5 는 各流水率에 따른 管徑別 許容流量을 나타내는데, 그 許容流量을 Q_α 라 할때 實驗式은

$$Q_\alpha = 31365 \alpha^{5/3} D^{8/3} \text{ [l/s]}$$

으로 주어진다.

단, α 는 充水率 (= (流水部斷面積) / (管内斷面積))

D : 管의 內徑 [m]

表 5.6 은 通氣管의 必要通氣量 및 許容壓力差를 種別에 따라 나타낸 것이다.

表 5.7 은 通氣管設計用局部 抵抗相當長을 나타내고, 表 5.8 은 各兩水立管의 管徑에 대한 許容最大지붕面積을 나타낸다.

表 5.5 各充水率에 따른 管徑別許用流量* [l/s]

管徑 [mm]	充水率 α			
	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.25$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.18$
30	0.36	0.27	0.18	0.16
40	0.78	0.58	0.4	0.34
50	1.41	1.05	0.72	0.61
65	2.8	2.11	1.45	1.20
75	4.2	3.09	2.13	1.80
100	9.0	6.66	4.6	3.90
125	16.3	12.1	8.3	7.0
150	26.5	19.7	13.6	11.4
200	57.1	42.4	29.2	24.6
250	104.0	77.0	53.0	44.6
300	169.0	125.0	86.3	72.6

註 : * HASS 206-1976 給排水設備規準, 解說

表 5.6 通氣管의 必要通氣量 및 許容壓力差*

種別	必要通氣量 [l/s]	許容壓力差 [mmAq]
各種通氣枝管 또는 루우프通氣管	排水橫枝管 負荷流量과 同量	10
通氣立管	排水橫枝管 負荷流量의 2倍	25
伸頂通氣管 또는 通氣헛다	排水橫枝管 負荷流量의 2倍	25
排水槽	排水橫枝管 負荷流量의 2倍, 또는 펌프 排出量과 큰쪽	25

註 : * HASS 206-1976 給排水設備規準, 技術要項

表 5.7 通氣管設計用局部抵抗相當長* [m]

管徑 (A)	30	40	50	65	80	100	125	150
90° 엘보	1.2	1.5	2.1	2.4	3.0	4.2	5.1	6.0
45° 엘보	0.72	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6
90° T繼手(分流)	1.8	2.1	3.0	3.6	4.5	6.3	7.5	9.0
90° T繼手(直流)	0.36	0.45	0.6	0.75	0.90	1.20	1.50	1.80
135° T繼手(分流)	5.1	6.1	8.4	11.7	14.6	20.2	27.3	33.0
45° T繼手(直流)	0.4	0.5	0.7	0.9	1.2	1.6	2.2	2.6

註 : 90° 엘보, 45° 엘보, 90° T繼手의 數値는, 空氣調和·衛生工學便覽, Ⅲ卷(昭50) 참조.

* HASS 206-1976 給排水設備規準, 技術要項

表 5.8 雨水立管의 管徑*

管 徑 [mm]	許容最大지붕面積[m ²]
50	67
65	135
75	197
100	425
125	770
150	1,250
200	2,700

註 1) 지붕面積은 모두 水平으로 投影한 面積으로 한다.

- 2) 許容最大지붕面積은 雨量 100mm/h에 基礎하여 算出한 것으로 한다. 그러므로 이 以外의 雨量에 對해서는 表의 數値에 “100/當該地域의 最大雨量”을 곱하여 산출한다.
- 3) 正方形 또는 長方形의 雨水立管은 이에 接續되는 流入管은 斷面積以上을 취하고, 또한 內面의 短邊을 相當管徑으로 하여 “長邊/短邊”의 倍率을 表의 數値에 곱하여 그 許容最大屋根面積으로 한다.

* HASS 206-1976 給排水設備規準, 技術要項

表 5.9는 雨水橫走管의 管徑과 配管 勾配에 따른 許容 最大 지붕面積을 나타내고 있다.

그림 5.1은 通氣管内의 抵抗을 나타내는 線圖이다.

表 5.9 雨水橫走管의 管徑*

管 徑 [mm]	許 容 最 大 地 붕 面 積 [m ²]								
	配 管 勾 配								
	1/25	1/50	1/75	1/100	1/125	1/150	1/200	1/300	1/400
65	127	90	73	—	—	—	—	—	—
75	187	131	107	—	—	—	—	—	—
100	400	283	231	200	179	—	—	—	—
125	—	512	418	362	324	296	—	—	—
150	—	833	680	589	527	481	417	—	—
200	—	—	1,470	1,270	1,130	1,040	897	732	—
250	—	—	—	2,300	2,060	1,880	1,630	1,330	1,150
300	—	—	—	3,740	3,350	3,050	2,650	2,160	1,870
350	—	—	—	—	5,050	4,610	3,990	3,260	2,820
400	—	—	—	—	—	6,580	5,700	4,650	4,030

註 : 1) 지붕의 面積은, 모두 水平으로 投影한 面積으로 한다.

2) 許容最大지붕面積은, 雨量 100mm/h을 基礎로 하여 算出한 것이므로, 그 以外의 雨量에 對해서는 表의 數値에 “100/當該地域의 最大雨量”을 곱하여 算出한다. 流速이 0.6m/s 未滿 또는 1.5m/s를 超過하는 것은 좋지 않으므로 除外한다.

3) 都市의 下水道條例에 適用되는 地域에서는, 그 條例의 基準에 適合하게 한다.

* HASS 206-1976 給排水設備規準, 技術要項

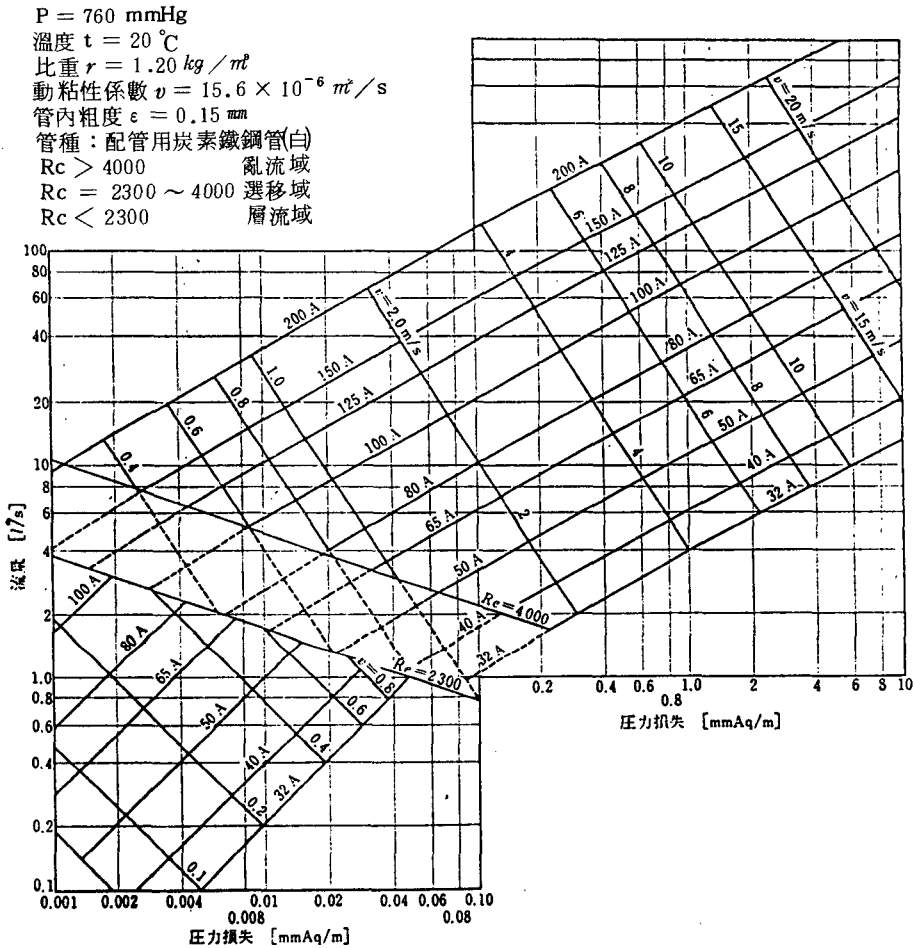


그림 5.1 通氣管抵抗線圖 (HASS 206-1976 給排水設備規準, 技術要領)

5-2 排水·通氣管 管徑設計例

[예제 1]

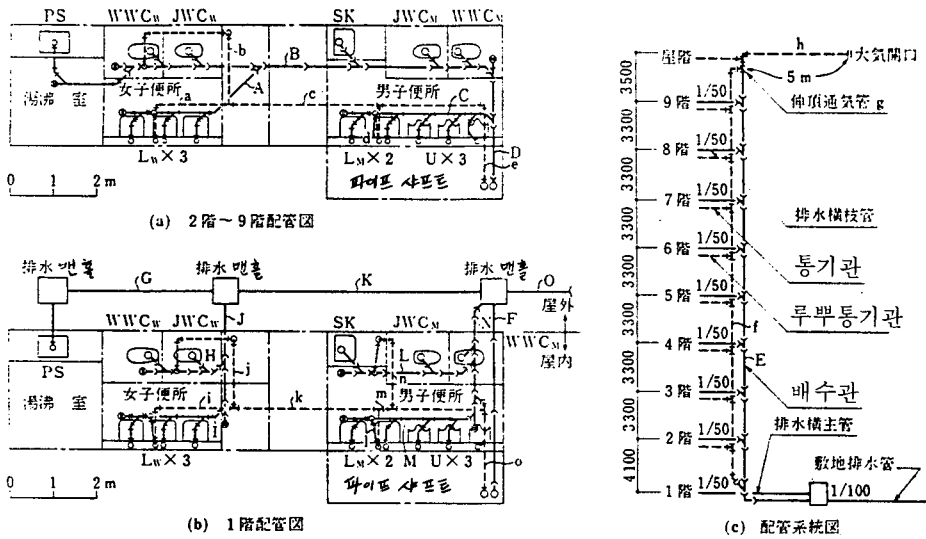
그림 5.2와 같은 配管圖를 갖는 事務所建築의 便所·湯沸室系統의 排水·通氣管各部에 對하여 管徑을 구하라.

[解]

表 5.10 에는 이 建築物內에 設置된 各 器具에 對해서 그 器具排水量, 平均排水間隔, 定常流量 그리고 器具排水流量이 나타나 있다. 이表를 使用하여 排水管各部의 定常流量, 器具排水流量,

負荷流量 그리고 排水管徑을 計算하여 表 5-11 에 나타내었다.

이번에는 表 5.11의 排水負荷流量을 基礎하여 通氣管各部의 必要通氣量을 計算하고, 通氣管 1m當의 許容壓力差를 고려하여 通氣管徑을 決定하여 表 5-12에 나타내었다.



WWC_M : 洋風男子大便器 (사이 폰젝트, 洗淨弁) JWC_M : 和風男子大便器 (洗出형, 洗淨弁)
 WWC_W : 洋風女子大便器 (사이 폰젝트, 洗淨弁) JWC_W : 和風女子大便器 (壁川스틀형)
 L_M : 男子洗面器 L_W : 女子洗面器 PS : 湯沸싱크 SK : 掃除싱크

그림 5.2 例題 1의 配管圖

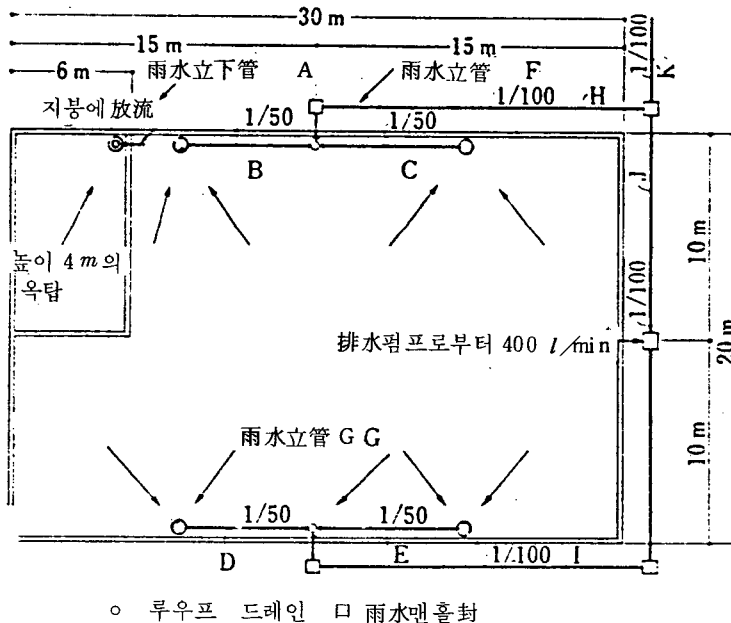


그림 5.3 例題 2의 配管圖

[예제 2] 그림 5.3 과 같은 配管圖를 갖는 建物の 雨水管各部の 管徑을 求하라. 단, 雨量은 75mm/h이다.

[解] 表 5.8과 表 5.9를 使用하여 雨水管徑을 求하여 그 結果를 表 5.13에 나타내었다.

區間	定常流量 [l/s]	器具排水量 [l/s]	負荷流量 [l/s]	管徑 [mm]	器具排水負荷單位法에 의한管徑 [mm]
M	0.080	1.5	1.7	65	75
N	0.190	2.0	2.5	75**	100
O	3.582*	2.0	10.5	150	200

表 5.10 例題 1에 대한 各種器具의 器具排水量等

器具名	器具排水量 [l]	平均排水間隔 T ₀	定常流量 [l/s]	器具排水量 [l/s]
WWC _M	15	600	0.025	2.0
JWC _M	11	600	0.018	1.5
WWC _w	15	280	0.054	2.0
JWC _w	11	280	0.039	1.5
U	6	600	0.010	3×0.5=1.5
L _M	3	120	0.025	0.3
L _w	3	90	0.033	0.3
PS	50	600	0.083	0.3
SK	40	600	0.067	1.0

註 L_M, L_w, PS, SK은 流洗로 한다.

表 5.11 例題 1의 排水管의 管徑

區間	定常流量 [l/s]	器具排水量 [l/s]	負荷流量 [l/s]	管徑 [mm]	器具排水負荷單位法에 의한管徑 [mm]
A	0.099	0.3	0.6	50	40
B	0.385	2.0	3.2	75	100
C	0.080	1.5	1.7	65	75
D	0.465	2.0	3.4	75	100
E	3.184*	2.0	12.5	125	125
F	3.184*	2.0	9.5	125	150
G	0.083	0.3	0.56	50	40
H	0.093	2.0	2.0	75**	100
I	0.099	0.3	0.6	50	40
J	0.192	2.0	2.5	75**	100
K	0.275	2.0	2.8	75	100
L	0.085	1.5	1.6	75**	100

註 * SK은 負荷의 對象으로 하지 않음.

** 器具排水管의 管徑으로부터 決定.

表 5.12 例題 1의 通氣管의 管徑

區間	必要通氣量 [l/s]	許容壓力差(mm Aq)	通氣管의 距離 [m]	1m當 許容壓力差 [mmAg/m]	管徑 [mm]	器具排水負荷單位法에 의한管徑 [mm]
a	0.6				32	40
b	2.6				40	65
c	3.2	10	23.6	0.43	40	75
d	1.7				32	65
e	3.4				40	75
f	21.0	25	120	0.21	100	100
g	21.0	25	5.3	4.72	125**	125
h	21.0	25	7.3	3.33	125**	125
i	0.6				32	40
j	2.0				40**	65
k	2.5				40	75
l	1.7	10	24.5	0.41	32	65
m	2.8				40	75
n	2.1				40**	65
o	3.4				40	75

註 * 通氣立管 f에서는, 基部의 135° 曲部를 考慮하여 直管長의 3倍, 기타 部分에 대해서는 直管長의 1.5倍로 하였다.

** 排水立管의 管徑으로부터 決定

** 排水橫枝管의 1/2로부터 決定

表 5.13 例題 2 의 雨水管의 管徑

區 間	面 積 [m ²]	雨量 100 mm/h로 換算한 場合의 面積 [m ²]	管徑 [mm]
A	$6 \times 10 = 60$	$60 \times 75 / 100 = 45$	50
B	$15 \times 10 + 10 \times 4 \times 1 / 2 = 170$	$170 \times 75 / 100 = 127.5$	75
C	$15 \times 10 = 150$	$150 \times 75 / 100 = 112.5$	75
D	$15 \times 10 + 6 \times 4 \times 1 / 2 = 162$	$162 \times 75 / 100 = 121.5$	75
E	$15 \times 10 = 150$	$150 \times 75 / 100 = 112.5$	75
F	$170 + 150 = 320$	$320 \times 75 / 100 = 240$	100
G	$162 + 150 = 312$	$312 \times 75 / 100 = 234$	100
H	320	$320 \times 75 / 100 = 240$	125
I	312	$312 \times 75 / 100 = 234$	125
J	$312 + 0.6 \times 400 = 552$	$552 \times 75 / 100 = 414$	150
K	$320 + 552 = 872$	$872 \times 75 / 100 = 654$	200

7. 結 言

앞으로 이 分野에 學界, 研究所, 設計事務所, 施工會社, 製造會社 등에서 많은 研究와 實態調査 및 實驗이 이루어져 設計 및 施工에 반영되어야 할 것으로 思慮된다.

參考文獻

1. 給排水 · 衛生設備의 實務의 知識 日本空調學會 1977年
2. 空氣調和 · 衛生設備의 やさしい 知識 日本空調學會 1981年
3. NATIONAL PLUMBING CODE HAND BOOK 1957年
4. 空氣調和 · 衛生工學 1977-7 日本空調學會
5. " 1977-8 "
6. " 1977-9 "
7. " 1978-12 "
8. " 1979-5 "
9. " 1979-6 "