

공동주택에 있어서 중앙식과 개별식 가스난방의 경제적 특성에 관한 연구

홍도유/삼익건설 기획 관리부 과장

본 논문에서는 도시공해 방지를 위해 도시가스를 사용하는 경우 거주자의 생활 수준이나 단지의 밀도 및 난방부하 설정 등에 다소 차이는 있으나 소규모 고층아파트

(공동주택)의 난방방식중 중앙난방 방식과 개별난방 방식의 초기 시설비, 연료비, 시설 관리비의 경제성을 검토하고 난방 시스템의 지침을 제시하였다.

전체 공사비(초기투자비)는 개별난방 방식이 중앙난방 방식보다 약2%정도 절감되었다.

난방비와 시설관리에 따른 인건비 면에서도 난방의 경우 개별난방 방식이 중앙난방방식에 비하여 난방과 하절기 운수만을 별도로 사용하는 경우 개별난방방식이 중앙난방 방식보다 난방비가 9%정도 더 들었으며, 시설관리 인건비 면에서는 중앙난방 방식보다 개별난방 방식이 66.7% 적게 들었다.

전체적으로 중앙난방 방식보다 개별난방 방식이 초기투자비 및 유지관리 면에서 경제성이 우수함이 확인되었다.

본지에서는 삼익건설 기획관리부 홍도유 과장의 「공동주택에 있어서 중앙식과 개별식 가스난방의 경제적 특성에 관한 연구」 자료를 지난 1월호엔 지면관계로 게재하지 못했음을 알려 드린다.



第3章 暖房 시스템의 負荷設計

제 1 절 난방시스템의 설계 및 적용기준

APT난방은 다음과 같은 관점에서 열의 발생 및 공급 시스템의 설계가 요구되고 있다. 그 첫째는 APT단지에서 사용하는 열설비의 향상과 유지, 운영의 합리화를 위한 제반 설계기준을 정리하고, 둘째는(아파트 단지에 따라) 가장 효율적인 난방방식을 취할 수 있도록 하기 위해서

각 난방을 분석하여 최적의 난방시스템이 되도록 할 필요가 있다. 따라서 본장에서는 난방시스템의 설계기준과 열효율 및 기타 제반사항을 기술하였다.

아래표는 APT 난방시스템의 설계기준과 적용기준을 나타낸 것이다.

표<3-1> 아파트 난방시스템의 설계 및 적용기준

	설 계 기 준	적 용 기 준																																												
온도 습도	외기온도의 위험율 : 2.5%~5% 적용 습도 : 40%~65% 지방별 기준외기온도(℃) <table border="1"> <tr> <td>서울</td> <td>대구</td> <td>대전</td> <td>부산</td> <td>수원</td> <td>청주</td> <td>춘천</td> </tr> <tr> <td>-10</td> <td>-7.2</td> <td>-9.9</td> <td>-4.6</td> <td>-12.1</td> <td>-8.0</td> <td>-13.3</td> </tr> </table> 실내온·습도 <table border="1"> <tr> <td></td> <td>침실</td> <td>현관</td> <td>주방</td> <td>거실</td> <td>비고</td> </tr> <tr> <td>건구온도℃</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>22</td> <td></td> </tr> <tr> <td>건구습도%</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>50</td> <td></td> </tr> </table>	서울	대구	대전	부산	수원	청주	춘천	-10	-7.2	-9.9	-4.6	-12.1	-8.0	-13.3		침실	현관	주방	거실	비고	건구온도℃	18	18	18	22		건구습도%	50	50	50	50		외기습도의 위험율 : 2.5% 습도 : 50% 지방별외기온도 : 좌동 실내온·습도 <table border="1"> <tr> <td>거실</td> <td>욕실</td> <td>주방</td> <td>기타 부대 시설</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>20</td> <td>18</td> <td>좌항 및 참고문헌 참조</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>50</td> </tr> </table>	거실	욕실	주방	기타 부대 시설	20	20	18	좌항 및 참고문헌 참조	50	50	50	50
서울	대구	대전	부산	수원	청주	춘천																																								
-10	-7.2	-9.9	-4.6	-12.1	-8.0	-13.3																																								
	침실	현관	주방	거실	비고																																									
건구온도℃	18	18	18	22																																										
건구습도%	50	50	50	50																																										
거실	욕실	주방	기타 부대 시설																																											
20	20	18	좌항 및 참고문헌 참조																																											
50	50	50	50																																											
건축물 부위별 열관류 율 Kcal/ ㎡H	외벽, 지붕, 바닥 : 0.5이하 세대별 온수BOILER 설치처 바닥 : 1.0이하 축벽 : 0.4이하 외기에 면하는 창 : 3.0이하	외벽 : 축벽지붕, 최하층바닥 : 좌항 참고 외기에 면하는 창 : 이중창 내벽 : 2.2 > 외벽 : 3.0 실 내 문 : 0.84 현 관 문 : 2.8																																												
유속 (M/S)	증기난방 : 상향급기관 : 3.9 역구배 수평관 : 1.5~6 하향급기관 및 순구배 수평관 : 15~25 온수난방 : 0.1~3.0 이하	증기난방 : 좌항동일 온수난방 : 1.5 이하																																												
압력 강하	증기난방 : 초기계이지 압력의 1/20이하이나 보통 어유를 감안 1/3정도의 값을 사용 온수난방 : 10~20 mmAg범위내	증기 : 증기관 : 2ata : 0.3~0.7ata 10atay1.75~2.0ata 환수관 : 2ata : 0.15ata 10ata : 0.7ata 온수 : 20mmHg 이하																																												

		설계기준					적용기준
방 위 계 수	북	북서/북동	동/서	남동/남서	남	좌향과 동일	
	1.2	1.15	1.1	1.05	1.0		
면 적 산 출 기 준	외벽 : 높이 : 층고의 치수 폭 : 양측벽 두께의 중심치수 내벽 : 높이 : 천정의 치수 폭 : 양측벽 두께의 중심치수 바닥 : 바닥면 주위의 벽두께 중심간 치수					좌향과 동일	
난 방 구 획	*5층이상 10층이하의...2개소이상 *10층을 초과하는 건축물...10층을 초과하는 5개층마다 1개소를 더한 수 이상					5층APT : 1층, 2~5층...2개구획 12층APT : 1층, 2-6층, 7-12층...3개구획 15층APT : 1층, 2-7층, 8-15층...3개구획	
온도차 선 정	실내와 외기, 비난방실과 실내, 지중과 실내, 방과방					좌향과 동일	
틈새에 의한 난방부 하 계산	*발생요소 : 풍속, 풍향, 건물높이, 구조, 창이나 문의 기밀성 등의 영향으로 발생 *산정방법 : (CRACK법)창이나 문의 극간폭, 길이등 틈새단위 길이당 환기량을 이용하는 방법					*크랙법 적용(부대시설은 환기회수법 적용)	

제 2 절 난방시스템의 부하설계

단위세대 아파트의 총손실열량 Q는

$$Q = q_r + q_c$$

$$= K \cdot A (t_i + t_o) + 0.28 Q (t_i - t_o)$$

로서 계산되며, 구조체(APT)의 열관류율 K는

$$K = \frac{1}{\alpha_o + E \frac{d}{X} + \frac{1}{C} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

에서 산출되며, 이 때 1/C은 벽체 내부에 공기층이 있을 때의 열저항을 나타낸다.

길이 Xm인 지중의 온도 t_c (°C)는

$$t_c = t_o + K \cdot X$$

이며, K는 연변화의 불역층이하 지중온도의 증가율이다. 아파트 난방의 열부하 계산과정중 중요요소의 하나로써 비난방실 온도 t' 는 다음 식으로 산출된다.

$$t' = \frac{t_i(\sum A_i K_i) + t_o(\sum A_i K_i)}{(\sum A_i K_i) + (\sum A_i K_i)}$$

여기서 A_i : 비난방실과의 경계벽, 문등의 면적 (m²)

A_o : 비난방실의 외벽, 외측 창등의 면적 (m²)

K_i : 비난방실과 난방실과의 경계벽, 문등의 열관류율(Kcal/m²h)

아파트에서 가장 열손실이 많은 부분은 창과 문이며, 창과 문의 극간에 의하여 발생한다.

극간의 환기량 $Q = B \times L$

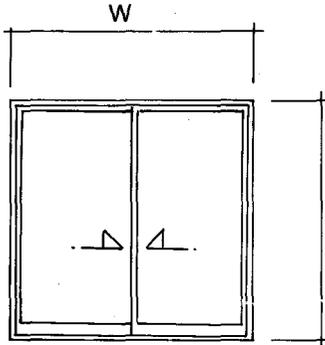
이며, 각부의 극간길이는 다음과 같은 기준으로 계산한다. 이때, 틈새(극간)단위길이당 환기량 L(m³H)는 1면 외벽인 경우 2면의 전 극간길이로, 2면이상인 외벽의 경우는 각 면내의 최대치를 가지는 값을 취하고 전 극간길이의 1/2이하로 계산한다. 또, 창과 문의 경우는

<그림 3> 으로서 설계한다.

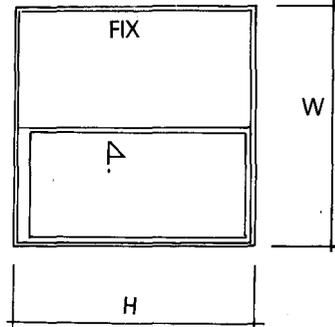
실내에서의 예열부하를 가산하여야 하지만 계산이 너무 복잡하므로 충분한 안전율(10~20%)을 적용하여야 한다. 아파트의 난방설비중 무엇보다 중요한 것은 배관설비이다. 배관의 관경은 증기량(온수량), 관마찰저항, 관내압력, 열

공동주택에 있어서 중앙식과 개별식 가스난방의 경제적 특성에 관한 연구

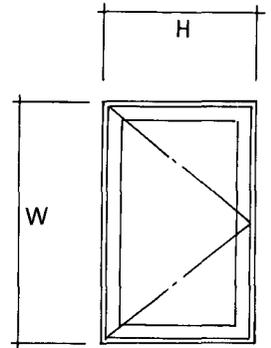
쌍여닫이 창, 문
(L=3H+2W)



오르내리기 창
(L=2H+2W)



여닫이 창, 문
(L=2(H+W))



〈그림 3-1〉 극간 환기량 산출 창호도

손실량등에 의하여 결정되어진다.

관경을 결정하는 방법은 대체적으로 다음 세 가지 방식으로 결정되어지는데 첫째, 계산된 증기량(kg/hr)과 유속(m/s)에 의해서 계산되는 방법

둘째, 증기관내의 허용 전압력 강하범위를 설정하고 이에 의한 관경표를 적용하는 방법

셋째, 증기량(kg/hr), 관길이 100m당 압력손실(kg/cm²), 유속(m/s)중 두요소를 정한 후 차트에서 관경을 찾는 방법이다.

증기난방의 경우 관경결정 및 열부계산은 다음과 같이 설계할 수 있다.

필요 증기량 Q는

$$Q = \frac{650 \times S}{539} \quad (\text{kg/hr})$$

로 설계하며, 여기서 539는 게이지압 0.2kg/cm²인 증기의 잠열(Kcal/m³h) 650은 단위 방열면적에서의 방열량(Kcal/m²h)이며 S는 방열 면적(m²)으로서

$$S = \frac{\text{손실열량(Kcal/h)}}{650(\text{Kcal/m}^2\text{h})} \quad \text{이다.}$$

저압증기관 및 회수관의 단위 마찰저항(R) dms

$$R = \frac{100 \times \Delta P}{L + L'} = \frac{100 \times \Delta P}{2L}$$

여기서, L은 보일러에서 가장 멀리하는 방열기까지의 거리(m)

L'는 관의 저항+국부저항(m)

2L은 전저항을 직관부저항의 2배로 할 경우

ΔP 는 증기관내의 허용 압력강하(kg/cm²)이며,

고압 증기관 및 환수관의 경우 전압력강하는 이론적으로는 초기 게이지압을 넘지 않으면 되지만 실용적으로는 초기게이지 압력의 1/2을 초과하지 않으면 된다. 그러나, 일반적으로 초기 게이지 압력의 1/3정도로 산정한다.

또한, 방열기는 열손실이 많은 곳에 배치하고, 방열기 한 조의 방열면적은 10m²이하가 되도록 하며, 방열기의 수(Ns)는

$$N_s = \frac{\text{전열손실량(Kcal/h)}}{650 \times \text{방열기의 방열면적(m}^2\text{)}}$$

이며, 650은 표준방열량(Kcal/m²h)으로 증기온도 120℃, 실내온도 21℃때 이므로 온도차가 다를 경우 방열량의 보정계수를 곱하여야 한다.

보일러 보급수의 펌프는 보일러 대수에 따라 설치(예비펌프는 보일러 최고사용압력+보일러에서 응축수 탱크까지의 높이+마찰손실 및 여유

(15~20%)로 한다.

이때, 보일러의 동력L(HP)은

$$L = \frac{HQ}{75 \times 60 \times \eta} \times \text{안전율}(10 \sim 15\%)$$

으로 설계한다.

온수 난방의 경우 배관의 관경을 결정하기 위해서는 온수 순환량과 배관저항을 먼저 산정한다.

$$\text{온수순환량 } Q = \frac{H}{\gamma \times C \times \Delta T} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{배관계통의 저항 } R = \frac{H_L}{L(1+K)} = \frac{H_L}{L+L'} \quad (\text{mmAg/m})$$

로 계산하며, H는 손실열량(cal/h)

ΔT 는 부하기의 입출구 온도차 ($^{\circ}\text{C}$)

C는 유체의비열(Kcal/m³)

γ 는 물의 비중량(kg/m³)

H_L 은 이용하는 배관계의 순환수두(mmAg)

L은 보일러에서 가장 먼 방열까지의 왕복관의 길이(M)

L'는 왕복관 중 국부저항의 상당길이 합계(m)

K는 국부저항과 직관저항의 비(1.0~1.5)

이다. 또, 방열기의 설치 개수 Nw는

$$NW = \frac{\text{전 손실열량}(H_L) \text{ Kcal/H}^2}{450 \times \text{방열기의 방열면적} (A) \text{ m}^2}$$

이며, 표준방열량 450 Kcal/m² h는 평균 온수 온도 80 $^{\circ}\text{C}$, 실내온도 18.5 $^{\circ}\text{C}$ 일때로서 온도차가 이것과 다른 경우 방열량의 보정계수를 곱하여야 한다.

중온수의 경우 순환펌프의 용량은 보일러의 한대당

$$Q = \frac{qs}{\gamma \cdot CP \cdot \Delta T \cdot 60} \times S$$

이며, 이때, qs는 손실열량이고 S는 안전율로서 약 15% 정도다.

난방 순환펌프의 동력도 증기난방의 경우와 같으며 단지 안전율의 범위가 10~20%이다.

이상과 같은 증기난방과 온수 난방방식을 근거로 하여 실내는 복사 난방 System으로 설계하는 것이 일반적이다. 실내의 복사열 전달은 주로 패널(Pannel)에 의해 발생하므로 Pannel만을 제외한 비가열면의 평균복사 온도(UMRT)는

$$UMRT = \frac{\sum t_s \cdot A}{\sum A}$$

로 표시할 수 있으며, 여기서 실내의 비가열면 표면온도(t_s)는

$$t_s = t_r - \frac{U}{8.05} (t_r - t_a)$$

이다. U는 비가열면의 열 통과율(Kcal/m²h $^{\circ}\text{C}$)이며, A는 실내의 비가열표면적 (m²)이다.

또, 패널면을 포함 실내 가열면의 평균 복사 온도(MRT)는

$$MRT = \frac{\sum t_s \cdot A + t_r \cdot A_p}{\sum (A + A_p)}$$

이다. t_r 는 패널의 표면온도이고, A_p 는 패널 표면적(m²)이다.

저온복사 패널을 채용한 경우의 방열량은 다음과 같이 계산된다.

-복사에 의한 방열량:

$$q_r (\text{Kcal/m}^2\text{h}) = 4.3 \left(\frac{t_r - 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{UMRT - 273}{100} \right)^4$$

-대류에 의한 방열량:

(q_c)는 -천정패널인 경우: $q_c = 0.12(t_r - t_a) \cdot 1.25$

-바닥 패널인 경우: $q_c = 1.87(t_r - t_a) \cdot 1.31$

-벽 패널인 경우: $q_c = 1.53(t_r - t_a) \cdot 1.32$

이다. 각종 참고 문헌과 도표에 의해 부하와 콘크리트 표면에서 하층공기까지의 전열계수를 구하여 계산된 열손실 부하가 거의 일치하도록 코일의 관경 피치 및 표면온도 등을 결정한다. 적용기준은 중앙난방과 개별난방의 경우 모든 저온수 바닥 패널 파이프 매설방식이며, 온수온도 70 $^{\circ}\text{C}$ - 60 $^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$)의 경우이고,

공동주택에 있어서 중앙식과 개별식 가스난방의 경제적 특성에 관한 연구

코일피치(m/m)는 아래표와 같다.

실 명	Coil pitch(m/m)
1층, 최상층, 축벽세대 및 침실	200
기준층 침실, 1층, 최상층의 거실 및 주방	230
기준층의 거실 및 주방	250

주택난방 설비의 설계에 있어서 중요사항은 주요 장비류의 용량 산정이다.

(1) 보일러

- 상용압력(P_s) = $P_s + h_x + \Delta P$

P_s : 장치 최고수온에 상당한 포화압력(저온수) (kg/cm^2)

h_x : 장치의 최고높이에 상당한 압력(보일러와 팽창탱크와의 높이차)

ΔP : 부가압력($1kg/cm^2$)

- 최고사용압력: 육용강제 보일러의 형식승인 기준에 의한 강도계산 압력 여기서, 강도계산 압력이란 보일러 및 그 부속품 등의 강도 계산에 사용되는 압력으로서 사용압력 및 사용온도와 관련하여 가장 가혹한 조건에서 결정한 압력을 말한다.

〈표 3-2〉 최고사용압력구분

압력 구분	최고사용압력(kg/cm^2)
1	0.7, 1, 3, 5
2	5, 7, 8.5, 10
3	12, 14, 16, 18, 20

- 보일러의 용량(Kcal/h)

중앙식 보일러 부하(H) = 난방부하(H_1) + 급탕부하(H_2) + 배관손실부하(H_3) + 예열부하(H_4)

여기서, $H_1 = (H_1 + H_2) \times (15 \sim 25\%)$

$H_1 = (H_1 + H_2 + H_3) \times (20 \sim 30\%)$

- 개별난방인 경우는 각세대별 열손실부하량 + 급탕부하량에 의거 산정

(2) 압입 송풍기

- 연소 공기량 = $\frac{273 + T_b}{273} \times U \times L_o \times C$

T_b : 보일러실 온도

U : 연소방식에 따른 공기 과잉율(1.2정도)

L_o : 연소의 이론 공기량

- 동력 (L)

$$L = \frac{\text{연소 공기량 (cmH)} \times (\text{mmAq})}{75 \times 60 \times 60 \times \text{송풍기 효율}}$$

(3) 난방용 열교환기

- 용량 (Q)

$$Q = \frac{H}{\gamma \cdot \Delta T \cdot C}$$

$$= \frac{\text{난방부하 (kcal/m}^2)}{\text{비중(kg/cm}^3) \times \text{부하기기의 입출구}}$$

온도차($^{\circ}C$) \times 비열(kcal/kg $^{\circ}C$)

hr) = 난방부하 + 배관손실(20%)

○ 가열코일면적 (m^2)

$$\text{코일면적} = \frac{\text{가 열 량}}{\text{코일의 열관류율(온수 또는}}$$

중기온도 - 평균온도)

○ 코일길이 (m)

$$\text{코일길이} = \frac{\text{가열면적(m}^2)}{\text{관의 외경} \times \pi}$$

○ 연도 및 연돌

· 연소 가스량 (m^3/s)

$$W = \frac{V_c \times G_o \times G}{3,600}$$

V_c : 연소 가스의 비체적(m^3/kg)

G_o : 연료 소비량 (kg/hr)

G : 단위 연료 가스량 (m^3/kg)

○ 굴뚝내의 통풍력

· 자연 통풍력

$$h = 0.8H \left(\frac{353}{t} - \frac{367}{T} \right)$$

- h : 자연 통풍력 (mmAq)
- H : 굴뚝의 높이 (m)
- t : 외기 절대온도(°C)
- T : 배기가스의 절대온도 (°C)

· 굴뚝에서의 마찰저항

$$\Delta T = \Lambda \times \left(\frac{H}{d}\right) \times \frac{V_1}{g} \times \lambda_m$$

- λ : 마찰저항, 계수
- H : 굴뚝의 높이 (m)
- d : 굴뚝의 직경 (m)
- V : 가스 속도 (m/s)
- g : 중력 가속도
- λ_m : 가스의 평균 비중량 (kg/Nm³)
- t_m : 가스 평균 온도 (°C)

$$t_m = \frac{\text{입구온도} + \text{출구온도}}{2}$$

$$\lambda_m = \frac{273}{273 + t_m} \times 1.29$$

○ 연도에서의 마찰손실 저항

$$h_r = \frac{C \times L \times W^2}{d^5}$$

- L : 연도 길이
- W : 연소 가스량
- d : 연도의 등가직경 (4A/V)

○ 총마찰의 저항

$$h_t = h_r + \Delta P$$

* 자연 통풍력 > 총 마찰저항

○ 굴뚝의 단면적 및 높이

· 연료 소비량

$$Go = \frac{Q}{H_i \times \eta}$$

보일러 용량

- η : 보일러의 효율
- H_i : 연료의 저발열량 (kcal/hr)

· 연돌 단면적

$$A = \frac{W}{V_c \times V} \left(\frac{273 + t_c}{273} \right)$$

- A : 연돌 단면적 (m²)
- W : 연소 가스량 (m³/hr)
- V_c : 연소 가스의 비체적 (m³/kg)
- V : 가스의 유속 (m/s)
- t_c : 표준 배기가스온도 (°C)

○ 굴뚝의 높이

$$H < \frac{(Go)^2}{(147A - 27\sqrt{A})} \text{ (KENT식)}$$

- Go : 연료소비량
- A : 연돌 단면적 (m²)

* 단지내 최고 높은 동의 높이 + 5m 이상

○ 기 타

- 가스의 유속
- 자연통풍 : 3~4 m/s
- 강제통풍 또는 충분한 통풍력 : 6~10 m/s
- 연도내의 온도강하
- 철 판 제 : 1.8°Cm
- 콘크리트 벽돌 : 0.1~0.5°Cm
- * 적용기준 : 1 °Cm

[다음호에 계속]