

고층 아파트에서 응축기 적층문제 분석

최 석 호, 이 관 수*, 김 인 규**, 이 동 혁**

한양대학교 대학원, *한양대학교 기계공학부, **LG전자(주)

Analysis of the Condenser Stack Effect in a High-Rise Apartment Building

Seok-Ho Choi, Kwan-Soo Lee*, In-Kyu Kim**, Dong-Hyuk Lee**

Graduate School, Department of Mechanical Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

*School of Mechanical Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

**Research Laboratory, LG Electronics Inc., Gyeongnam 641-711, Korea

(Received April 9, 2004; revision received July 9, 2004)

ABSTRACT: The stack effect of a new type condenser installed in a high-rise apartment building was studied numerically. A sirocco fan is introduced to the new type condenser instead of an axial flow fan. The new type condenser intakes the cold air through the lower inlet and exhausts the hot air through the upper outlet. The effects of the building height and frontal wind on the performance of an air-conditioner were analyzed. The performance of an air-conditioner was evaluated by using COP (coefficient of performance) and CGPI (condenser group performance indicator). The hot air was exhausted by the new type condenser at an angle of 50° from the outer wall of the building. If there was no draft, the new type condenser installed in the high-rise apartment building had a good performance and its performance on each floor is not influenced by the stack effect. It is shown that the efficiency of the air-conditioner installed in several floors below the top floor decreased when the frontal wind velocity was greater than 8 m/s.

Key words: Condenser(응축기), Stack effect(적층문제), Frontal wind(정면풍), COP(성적계수), High-rise apartment building(고층 아파트), Sirocco fan(시로코 팬)

기 호 설 명

COP : 성적계수
 C_1, C_2, C_3, C_μ : standard $k-\epsilon$ 모델의 실험상수
 g : 중력가속도 벡터(0, 0, -9.8)
 H_b : 아파트 높이
 k : 난류 운동에너지 [m^2/s^2]

L, H, W : 길이, 높이 및 폭 [m]
 n : 건물에 설치된 응축기 총 개수
 P : 압력 [N/m^2]
 Q : 응축기 발열량 [W/m^3]
 T : 온도 [$^{\circ}C$]
 u : x 방향의 속도성분 [m/s]
 u_m : 고도 10 m에서의 평균 유속 [m/s]
 x, y, z : 길이, 폭 및 높이 방향 좌표
 Z_s : 정체점의 높이

† Corresponding author

Tel.: +82-2-2290-0426; fax: +82-2-2295-9021

E-mail address: ksleehy@hanyang.ac.kr

그리스 문자

- ρ : 밀도 [kg/m³]
- ν : 층류 동점성계수 [m²/s]
- ν_t : 난류 동점성계수 [m²/s]
- ϵ : 난류 소산에너지 [m²/s³]
- $\sigma_k, \sigma_\epsilon$: k, ϵ 의 난류 Prandtl 수

하첨자

- a : 건물 외부 해석영역
- b : 건물
- c : 응축기
- i, j : 텐서 인덱스
- ref : 기준

1. 서 론

최근 생활수준이 향상됨에 따라서 쾌적한 생활을 영위하기 위해 에어컨의 사용이 날로 증가하는 추세이다. 특히 현재 많이 건설되고 있는 초고층 아파트의 경우 건설업체들이 주택 시공 단계부터 미리 에어컨을 설치함으로써 에어컨을 기본 사양화하고 있다. 그러나 고층 아파트의 경우 한 건물에 다수의 에어컨이 설치되므로 응축기의 설치위치가 문제되고 있다. 기존의 아파트에서처럼 응축기를 발코니 외부에 설치시 발생하는 여러 가지 문제점들로 인하여 고층 아파트의 경우 실외기실이라는 별도의 공간을 조성하고 있다. 그러나 응축기를 실외기실이라는 밀폐된 공간에 설치함으로써 응축기의 원활한 방열과 관련된 열전달 문제 및 고층 아파트의 특성상 층층이 쌓여 있는 응축기의 적층 문제가 대두되고 있다.

고층 아파트에 설치된 에어컨 응축기에 대한 기존 연구로 Chow and Lin⁽¹⁾은 건물의 외벽(re-entrant)에 응축기가 설치된 경우 건물 층수가 전체 층의 응축기 성능에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 Chow et al.⁽²⁾은 건물의 채광을 위한 광정(light well)에 응축기가 배치된 경우와 빌딩의 외벽에 배치된 경우에 대하여 응축기 성능을 비교하여 연구하였다. Bojic et al.⁽³⁾은 건물 외벽에 부착된 창문형 에어컨(window-type air-conditioner)에 대하여 배치간격에 따른 영향을 분석하였고,

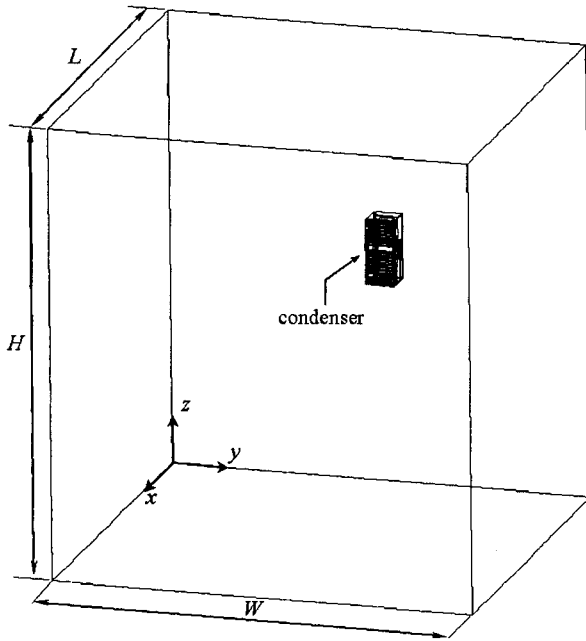
Chow et al.⁽⁴⁾과 Bojic et al.⁽⁵⁾은 다양한 형태의 빌딩 외벽에 대하여 응축기 성능의 변화를 연구하였다. Choi et al.⁽⁶⁾은 고층 아파트의 실외기실 내에 응축기가 설치된 경우의 문제점을 연구하고 개선방안을 제시하였다.

기존의 연구들에 따르면 고층 아파트의 경우 응축기를 건물 외벽이나 아파트 내부의 실외기실에 설치하여도 고층 건물의 특성상 적층문제가 발생하게 된다. 응축기의 적층문제를 개선하기 위하여 본 연구에서는 새로운 형태의 응축기에 대한 연구를 수행하고자 한다. 새로운 형태의 응축기의 경우 축류형 팬(axial flow fan)을 가지는 기존의 응축기와는 달리 시로코 팬(sirocco fan)을 사용하며, 전면의 하부로 저온의 외기를 흡입하고 다시 전면의 상부로 고온의 외기를 배출하게 된다. 이러한 새로운 형태의 응축기에 대한 세부 해석을 통하여 구조적 특징을 분석하고, 새로운 형태의 응축기가 고층 건물에 설치된 경우에 대하여 건물 층수의 영향 및 외풍의 영향을 분석한다.

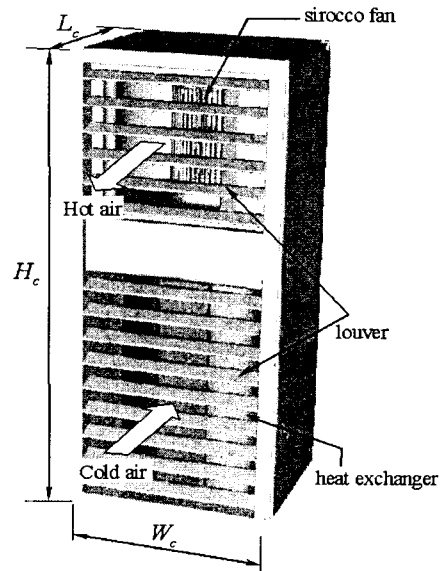
2. 이론해석

2.1 해석모델

Fig. 1(a)에 한 개의 응축기를 해석하기 위한 수치해석 영역을 나타내었다. 응축기에서 배출된 고온 공기가 건물 외부에서 형성하는 유동형태를 분석하기 위해서는 해석영역을 응축기 외부로 충분히 확장하여야 한다. 본 연구에서는 해의 독립성에 영향을 미치지 않는 건물 외부영역의 크기를 조사하여 응축기의 상·하부에서 위·아래로 5m, 응축기 측벽에서 좌우로 각각 5m까지 해석영역을 확장하였고, 건물 외벽에서부터 앞쪽으로 10m 확장하였다. 응축기의 세부적인 형상은 Fig. 1(b)에 나타내었다. 응축기의 전면에는 하단부의 외기 흡입구와 상단부의 고온공기 배출구에 빗물의 출입을 방지하기 위하여 루버가 설치되어 있다. 외기는 하단부의 흡입구로 유입되어 U자 형태의 열교환기를 거쳐 상부의 배출구로 배출된다. 응축기의 상부에는 원심형 팬의 한 종류인 시로코 팬이 설치되어 있다. 팬의 송풍량은 2.17 m³/s이며, 응축기 발열량(28 kW)의 전부가 응축기 하단부의 U자 형태의 열교환기에서 방열된다고 가정



(a) Computational domain



(b) Condenser

Fig. 1 Computational domain and schematic diagram of the condenser.

하였다. 수치해석 영역 및 응축기의 크기를 Table 1에 나타내었다. 응축기의 적층효과를 분석하기 위해서는 건물 전체층을 동시에 해석하여야 한다. 건물 전체층 해석영역은 Fig. 2에 나타내었다. 외풍의 영향을 분석하기 위해 건물 외벽에서부터 전면으로 50 m 앞까지 해석영역을 확장하였다. 자연대류에 의한 상승기류의 영향을 파악하기 위하여 건물 옥상에서 위쪽으로 10 m 확장하였으며, 아파트 전면에서부터 뒤쪽으로 5 m, 응축기 양쪽

Table 1 Design specifications

Contents	Dimension (m)
H	11.69
H_a	106.0
H_c	1.69
L	10.0
L_a	50.0
L_b	5.0
L_c	0.65
W	10.73
W_a	21.33
W_c	0.73

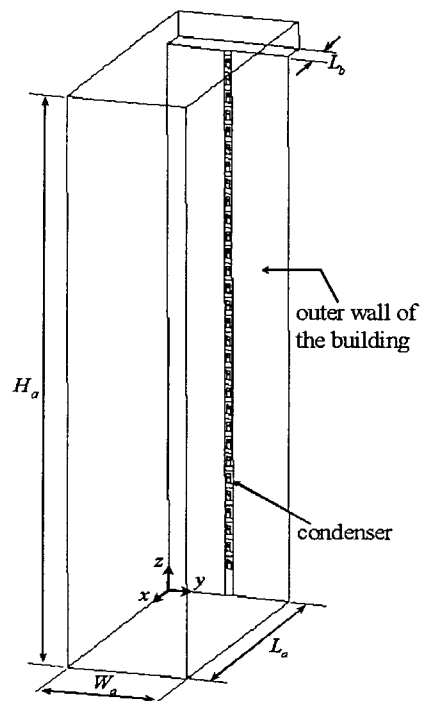


Fig. 2 Computational domain of the high-rise apartment building (30 floors model).

의 측면에서부터 좌우로 각각 10 m 확장하였다. 새로운 형태의 응축기의 경우 그 내부가 복잡하여 세부적으로 모사할 경우 적층효과를 분석하기 위해서는 건물 층수의 제약이 크게 받는다. 따라서 건물 전체 해석에서는 앞선 한 개의 응축기 해석에서 얻은 응축기 출구의 속도분포를 적용하여 해석하며, 응축기 내부는 해석하지 않는다. 응축기 운전조건은 모든 층의 응축기를 동시에 가동시키며, 모든 경우에 대하여 외기온도는 35℃로 한다.

2.2 수치해석

본 연구에서는 응축기의 내부 및 건물 주위의 유동에 있어서 난류발생이 예상되므로 난류모델을 기본적 이론모델로 도입한다. 응축기로부터 나오는 고온공기에 의한 밀도변화가 예상되므로 그에 따른 자연대류의 영향을 고려하기 위하여 Boussinesq 가정을 사용한다. 난류해석을 위한 수치적 시뮬레이션으로 현재 광범위하게 적용되고 있는 standard $k-\epsilon$ 난류모델을 도입하며, 선정된 난류모델의 수치적 해석을 위해 사용되는 지배방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial x_i} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial(u_i u_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial}{\partial x_i} \left(P + \frac{2}{3} k \right) + g_i \beta (T - T_{ref}) + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\nu + \nu_t) \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right] \tag{2}$$

$$\frac{\partial k u_j}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + \frac{\nu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + \nu_t S + \beta g_i \frac{\nu_t}{\sigma_k} \frac{\partial T}{\partial x_i} - \epsilon \tag{3}$$

$$\frac{\partial \epsilon u_j}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + \frac{\nu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + \frac{\epsilon}{k} \left(C_1 \nu_t S - C_2 \epsilon + C_3 \beta g_i \frac{\nu_t}{Pr_t} \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) \tag{4}$$

$$\frac{\partial T u_j}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\alpha + \frac{\nu_t}{\sigma_T} \right) \frac{\partial T}{\partial x_j} \right] + \dot{Q} \tag{5}$$

여기서, $S = \left(\frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) \frac{\partial u_i}{\partial x_j}$, $\sigma_k = 1.0$, $\sigma_\epsilon = 1.3$, $\sigma_T = 1.3$, $C_1 = 1.44$, $C_2 = 1.92$, $C_3 = 0.7$, $C_\mu = 0.09$,

$$\nu_t = C_\mu (k^2 / \epsilon) \text{이다.}^{(7)}$$

본 연구에서는 컴퓨터를 활용한 수치적 시뮬레이션으로 현재 많이 사용되고 있는 상용 코드인 FLUENT를 이용하였다. 비선형 방정식을 풀기 위해 하향 이완(under-relaxation)을 사용하였으며, 압력과 속도를 결합하여 유동장을 풀기 위해 SIMPLE 알고리즘⁽⁸⁾을 채택하였다. 운동량방정식, 에너지방정식 및 난류방정식에서는 2계 상류도식이 사용되었다. 응축기 내부를 모두 고려한 응축기 상세 해석에서는 2,273,108개의 격자가 사용되었으며, 건물 전체 해석에서는 50층 모델의 경우 2,435,392개의 격자가 사용되었다. 상대오차가 온도의 경우 0.00005% 이내, 다른 물리량의 경우 0.005% 이내에 드는 경우 해가 수렴된 것으로 판단하였다. 건물 외부영역에 대한 경계조건은 대기압조건으로 하였으며, 아파트 외벽에 대해서는 no-slip 조건과 0 구배조건이 사용되었다. 외풍이 있는 경우 외풍이 불어오는 방향의 경계면은 속도분포를 이용한 일정 유속조건이 적용되었다. 응축기 상단에 설치된 시로코 휠의 경우 블레이드를 회전시키기 위하여 Fluent에서 지원하는 회전체 모델링 중 가장 일반적으로 사용되는 MRF 모델링을 사용하여 해석하였다.⁽⁷⁾

건물 외부에서 불어오는 바람이 응축기의 성능에 큰 영향을 미치게 되므로 본 연구에서는 정면풍이 부는 경우에 대하여 응축기의 환기특성을 분석하였다. 건물 외부에서 부는 바람은 고도에 따라 그 속도가 다르므로 정면풍의 속도분포는 다음 식과 같이 가정하였다.⁽⁴⁾

$$u = 0.35 u_m z^{0.25} \tag{6}$$

여기서 u_m 은 고도 10 m에서의 평균 공기속도로 기상청 자료를 바탕으로 2003년 여름철의 고도 10 m에서의 평균 풍속인 1.7 m/s를 사용하였고, z 는 건물 바닥에서부터의 높이를 의미한다.

2.3 에어컨 성능평가 지수

본 연구에서는 에어컨의 성능평가를 위해 다음 두 가지의 지수를 도입한다.

2.3.1 에어컨의 COP

COP(coefficient of performance)는 에어컨의 성

능을 나타내는 대표적인 지수로 본 연구에 사용된 에어컨의 COP는 다음과 같이 계산된다.⁽⁹⁾

$$COP = 2.4 - 0.03(T_c - 35) \quad (7)$$

여기서 증발기가 설치된 건물의 실내온도는 27°C로 가정하였으며, T_c 는 응축기 흡입 면의 평균 온도이다.

2.3.2 모델의 CGPI

CGPI(condenser group performance indicator) 지수는 건물에 여러 대의 에어컨이 설치되어 있는 경우 건물 전체 에어컨의 성능을 나타내는 지수이다. 이 지수는 에어컨의 COP를 이용하여 다음과 같이 정의한다.⁽⁴⁾

$$CGPI_{T_i}(T_{ref}) = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left[1 - \left\{ \frac{COP(T_c)}{COP(T_{ref})} \right\}_i \right] \quad (8)$$

이 지수는 기준 응축기 흡입면 평균 공기온도 (T_{ref})에서의 응축기 COP에 대한 각 층의 COP 하락률의 평균을 퍼센트로 나타낸 것이다. CGPI 지수를 결정하기 위해서는 기준 응축기 흡입면의 공기온도를 선정하여야 하는데, T_{ref} 는 보통 외기온도(35°C)를 이용한다. T_i 는 에어컨의 증발

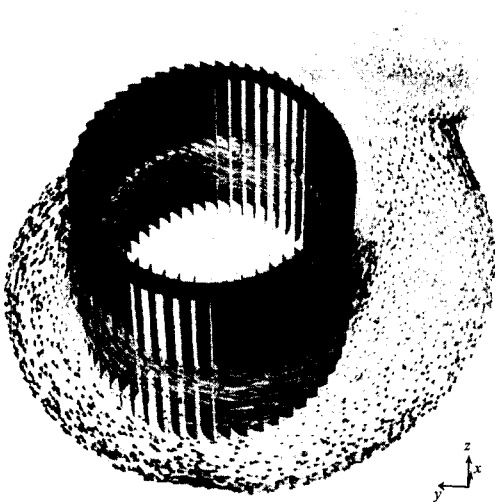
기가 설치되어 있는 실내온도로 27°C로 하였다. 이 지수를 이용하여 층수가 다른 건물 및 서로 다른 형태의 응축기를 가진 건물의 전체 에어컨 성능을 비교 분석할 수 있다.

3. 결과 및 고찰

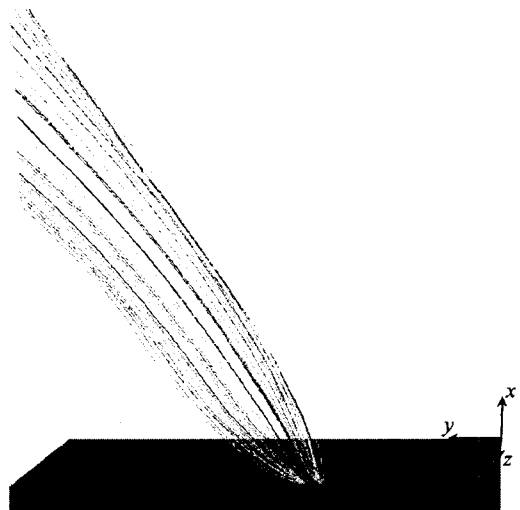
3.1 응축기의 고온공기 유동형태

응축기에서 증발기를 통과한 고온공기의 배출 형태는 고층 건물에서 응축기 적층 문제에 큰 영향을 미치게 된다. 기존의 축류형 쉘을 장착한 응축기의 경우 고온공기를 건물 정면으로 배출하는데, 이때 건물 정면으로 배출된 고온공기가 상승하게 되면 위층에 있는 응축기의 성능을 저하시키는 적층문제가 발생하게 된다.⁽⁶⁾ 따라서 시로코 쉘을 적용한 새로운 형태의 응축기의 경우 고온공기 배출형태를 알아볼 필요가 있다.

Fig. 3(a)에 응축기 내부의 블레이드 주위에서 고온공기의 유동 패턴을 나타내었다. 시로코 쉘을 장착한 새로운 형태의 응축기는 고온공기의 배출 방향이 건물 외벽에 수직된 방향이 아니고 블레이드가 회전하는 방향으로 편향된다. 시로코 쉘 출구의 최대속도는 14.7 m/s이며, 평균 속도는 7.2 m/s로 나타났다. Fig. 3(b)에 응축기에서 배출되는 고온공기의 주유동을 유적선(path line)으로 나



(a) Velocity vectors near the blade



(b) Path line in the outside of the building

Fig. 3 Flow pattern of the hot air.

타내었다. 건물 외부에 고온공기의 주유동은 건물 외벽에서 약 50°의 각도를 가지고 배출된다. 이와 같이 새로운 형태의 응축기의 경우 시로코헨을 도입하여 응축기에서 배출되는 고온공기를 편향시킴에 따라서 기존 응축기에서 발생한 적층 문제를 최소화할 수 있다. 그러나 이와 같은 경우는 외풍이 없는 경우에 국한된 것이며, 적층효과를 고려하지 않은 것이므로 건물 전체층 해석을 통하여 응축기 상호간의 영향을 조사해 볼 필요가 있다.

3.2 건물 층수의 영향

응축기가 고층 아파트에 설치되어 있는 경우에 대한 적층효과를 알아보기 위하여 건물 층수의 영향을 분석하는 것이 매우 중요하다. Chow and Lin⁽¹⁾에 따르면 건물 층수 하나만으로는 응축기의 성능에 큰 영향을 미치지 않는다고 하였으나, 이는 해석 응축기의 특성에 따라서 달라질 수 있

으므로 본 연구에 적용된 응축기에 대한 분석을 직접 조사해 볼 필요가 있다. 적층효과를 분석하기 위하여 가능한 높은 층수의 모델을 해석하는 것이 바람직하나 층수가 높으면 격자수의 증가에 따라 계산시간이 너무 길어지게 되고, 또 층수가 낮으면 고층화에 따른 영향을 충분히 고려할 수 없게 된다. 따라서 건물 층수의 영향을 분석하기 위해서 본 연구에서는 20층 모델에서 50층 모델까지 5층 간격으로 7가지 모델에 대하여 적층효과를 비교 분석하였다. Fig. 4는 20층, 35층, 그리고 50층 모델에 대한 고온공기 유동 패턴을 나타낸 것이다. 새로운 형태의 응축기의 경우 배출되는 고온공기의 특성상 고층부에서도 고온공기가 겹쳐지는 현상이 발생하지 않는 것으로 나타났다. 층수에 따른 모든 모델에 대하여 CGPI 지수는 0으로 나타났다. 이는 앞서 응축기의 유동 패턴에서 살펴보았듯이 고온공기가 한쪽 방향으로 편기되어 배출되기 때문이다. Fig. 4를 살펴보면 층수에 상관없이 각 층에서 나온 고온공기가 건물 정면에서 봤을 때 오른쪽으로 편기가 되어 배출되며 서로 겹쳐지지 않는 것을 알 수 있다. 따라서 층수가 증가하여도 응축기에서 배출된 고온공기의 유동 패턴은 바뀌지 않으며 층수에 상관없이 적층 문제는 발생하지 않는 것으로 나타났다.



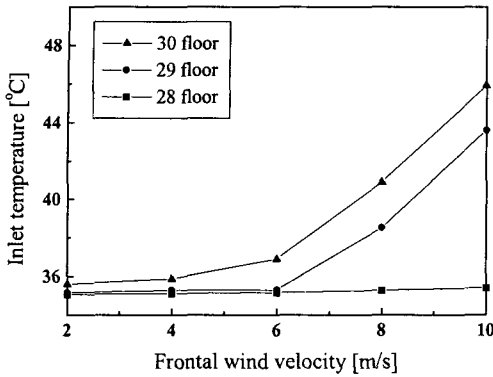
Fig. 4 Flow pattern of the hot air.

3.3 외풍의 영향

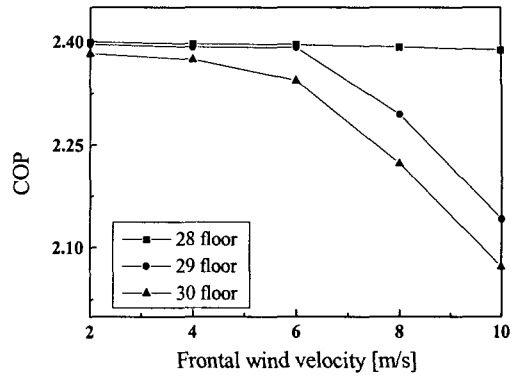
건물의 측면에서 불어오는 측면풍보다는 건물 정면에서 불어오는 정면풍이 적층 문제를 유발하여 고층 건물에 배치된 응축기의 성능을 악화시키는 것으로 나타났다.⁽⁶⁾ 따라서 본 연구에서는 정면풍이 불 경우 정면풍의 풍속에 따른 응축기 성능을 분석하였다. 건물 주위에서 정면풍이 부는 경우의 유동 패턴을 분석한 기존의 연구결과에 따르면, 정면풍이 건물 외벽에 도달하면 대부분 좌·우의 측면의 벽을 타고 빠져나가게 되며 일부는 건물 위쪽을 타고 넘어가게 된다. 이때 건물 정면에서 발생하는 정체점(stagnation point)의 높이는 다음과 같이 나타난다.⁽¹⁰⁾

$$Z_s = 0.76 H_b \tag{9}$$

건물의 정체점 이상에 위치한 응축기의 경우 상승기류로 인하여 그 성능이 저하될 수 있다.



(a) Condenser inlet temperature

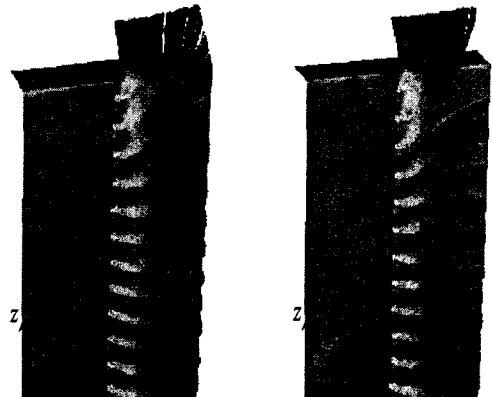


(b) COP of air-conditioner

Fig. 5 Condenser inlet temperature and COP values for 28~30th floors.

본 연구에서는 30층 모델에 대하여 식(6)에 고도 10m에서의 평균 풍속(u_m)을 2~10 m/s의 범위에서 2 m/s의 간격으로 변화시켜 가면서 정면풍 풍속의 영향을 조사하였다.

본 연구에서 정면풍이 부는 경우 건물 정면의 정체점은 건물 높이의 77%에 해당하는 지점에서 발생하였으며 식(9)와 잘 일치하는 것을 알 수 있다. Fig. 5에 30층 모델에서 건물 정면의 정체점 이상에 위치한 3개의 층(28~30층)에 대하여 풍속에 따른 응축기 흡입면의 평균 온도 및 에어컨의 COP 변화를 나타내었다. Fig. 5(a)를 살펴보면 28층은 정면풍이 10 m/s까지 불어도 응축기 흡입면의 온도 상승은 나타나지 않는다. 그 이하의 층은 28층과 마찬가지로 응축기 흡입면의 온도 상승이 없기 때문에 생략하였다. 응축기 흡입면의 온도가 상승하게 되면 에어컨의 성능이 저하하게 되는데, 정면풍의 풍속에 따른 에어컨의 COP 변화를 Fig. 5(b)에 도시하였다. 30층 모델에서 29층과 30층의 경우 외기 흡입면의 온도가 상승함에 따라서 에어컨의 COP가 하락하는 것을 볼 수 있다. 그러나 그 하락률이 크지 않고 모든 층의 COP가 2 이상의 값을 가지므로 에어컨의 운전에는 큰 문제가 없다. 정면풍이 10 m/s인 경우에서도 CGPI 지수가 0.83으로 새로운 형태의 응축기는 기존의 응축기에 비해서 정면풍에 대하여 상당히 개선된 성능을 나타내고 있다. 새로운 형태의 응축기의 경우 6 m/s 이하의 정면풍에서는 아파트 전체층의 응축기에 문제가 없는 것으로 나타났다. 8 m/s 이상의 정면풍에서는 상부 몇 개의 층에서만 응축기 성능이 저하된다. 이와 같



(a) 6 m/s frontal wind (b) 10 m/s frontal wind

Fig. 6 Flow pattern of the 30 floors model.

이 정면풍이 부는 경우에 건물 상층부에서 에어컨의 성능이 떨어지는 것은 Fig. 6에 나타난 것과 같이 정면풍이 건물 상층부를 타고 넘어가기 때문이다. Fig. 6(a)를 살펴보면 정면풍이 6 m/s인 경우에는 건물 상층부에서 상승기류가 발생하여도 적층 문제가 거의 발생하지 않는 것을 볼 수 있다. 그러나 Fig. 6(b)에서 보듯이 정면풍이 10 m/s로 불면 29층 및 30층의 응축기 흡입구에는 그 아래층에서 배출된 고온공기가 유입되어 응축기 흡입면의 온도가 상승한다.

이와 같이 정면풍이 부는 경우에 건물 상층부에서 발생하는 에어컨의 성능 저하는 건물 정면의 정체점 이상의 높이에서 발생하는 상승기류 때문이다. 상승기류가 발생하는 위치는 식(9)에서 볼 수 있듯이 건물의 높이에 따라 달라진다. 따

Table 2 Floors with low performance at the frontal wind velocity of 8 m/s

Model	Low performance floors
20 floors	20 th floor
30 floors	29~30 th floors
40 floors	38~40 th floors
50 floors	47~50 th floors

라서 건물 층수가 증가하면 에어컨의 성능이 저하되는 층수가 달라질 수 있으므로 20~50층까지 10층 간격으로 각 층별 모델에 대하여 8 m/s의 정면풍이 부는 경우의 에어컨 성능이 저하되는 층수를 조사하여 Table 2에 나타내었다. Table 2를 살펴보면 20층 모델의 경우 최상층인 20층에서만 성능 저하를 보이며 층수가 10층씩 증가할 때마다 성능 저하를 나타내는 층수가 한 층씩 증가하여 50층 모델의 경우 47~50층까지 상부의 4개 층에서만 다소 성능이 저하되었다. 따라서 새로운 형태의 실외기가 고층 아파트에 설치될 경우 8 m/s 이상의 고속의 정면풍이 불어도 상부 몇 개 층을 제외한 모든 층에서는 성능저하가 나타나지 않는다.

4. 결 론

하부 흡입·상부 토출의 구조를 가지며 시로코펜을 도입한 새로운 형태의 응축기가 고층 건물에 설치될 경우에 대한 적층 문제를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 새로운 형태의 응축기에서 토출되는 고온 공기는 건물 외벽과 약 50°의 각도를 가지며 측면으로 편기되어 배출된다.

(2) 외풍이 불지 않는 경우에는 새로운 형태의 응축기가 고층 아파트에 설치되어도 층수에 상관없이 적층 문제는 발생하지 않는다.

(3) 새로운 형태의 응축기의 경우 6 m/s 이하의 정면풍에서는 아파트 전체 층의 응축기에 문제가 없으며, 8 m/s 이상의 정면풍이 부는 경우에는 상부의 몇 개 층에서만 에어컨의 성능이 저하된다.

후 기

이 연구는 LG전자(주)와 한국과학재단 지정 최

적설계기술연구센터(IDOT)의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 고마움을 표한다.

참고문헌

1. Chow, T. T. and Lin, Z., 1999, Prediction of on-coil temperature of condensers installed at tall building re-entrant, Applied Thermal Engineering, Vol. 19, pp. 117-132.
2. Chow, T. T., Lin, Z. and Wang, Q. W., 2001, Flow analysis of condenser cooling air delivery via building light well, Applied Thermal Engineering, Vol. 21, pp. 831-843.
3. Bojic, M., Lee, M., Yik, F. and Burnett, J., 2002, Influence of clearances on the energy performance of window-type air-conditioners at the same level outside residential buildings, Building and Environment, Vol. 37, pp. 713-726.
4. Chow, T. T., Lin, Z. and Wang, Q. W., 2000, Effect of building re-entrant shape on performance of air-cooled condensing units, Energy and Buildings, Vol. 32, pp. 143-152.
5. Bojic, M., Lee, M. and Yik, F., 2002, Influence of a depth of a recessed space to flow due to air-conditioner heat rejection, Energy and Buildings, Vol. 34, pp. 33-34.
6. Choi, S. H., Lee, K. S. and Kim, B. S., 2003, Analysis of the condenser performance installed in the air-conditioning plant room of a high-rise building, SAREK Journal, Vol. 15(7), pp. 586-594.
7. Fluent Version 5.0 Users Manual, Fluent Inc.
8. Patankar, S. V., 1980, Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Taylor & Francis.
9. Empirical correlation provided by LG Electronics Inc.
10. Lakehal, D. and Rodi, W., 1997, Calculation of the flow past a surface-mounted cube with two-layer turbulence models, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 67&68, pp. 65-78.