

열원장비의 적정용량산정을 위한 장비가동현황 및 할증률 분석 - 공공업무시설 -

신 무 경[†], 박 성 훈[†], 박 은 하[†], 장 중 운*, 이 지 원*, 김 세 환**
동의대학교 건축설비공학과, *동의대학교 대학원, **동의대학교 교수

The analysis on the operation condition and premium proportion for
estimating the appropriate capacity of Cooling Equipment
- Public office-

Mu-Kyung Shin, Sung-Hun Park, Eun-Ha Park, Jong-Woon Jang,
Ji-Won Lee, Se-Hwan Kim

ABSTRACT: To today with the acceleration due to the preference actual condition of high-class energy national income level it is together improving. It follows hereupon and it is convenient and the neat heat source is increasing a tendency where it is. It investigates the government offices building in commerce portion from the research which it sees and from the draft it analyzes a coat dosage. And comparison it analyzes the movable present condition of thread use dosage and the freezer. It presents the improvement direction against enemy conditions heat source equipment selecting. Also, currently it produces the dosage of heat source equipment and application it tries. The result, the various safety rate and the premium rate which it uses universally are considered above thread using. The reappraisal for enemy conditions heat source equipment selecting which it follows hereupon is necessary.

Keywords : Public Corporation Building(공공기관건물), Cooling Equipment(열원장비), Load(부하), Premium proportion(할증률)

1. 서 론

현대에는 고급에너지의 선호현상에 의한 가속화와 함께 국민소득 수준향상에 따라 편리하고 깨끗한 전기, LNG등이 증가하고 있는 추세이다. 우리나라의 전체 에너지 사용현황 중 가정·상업 부분은 약 16%이고, 그 중 공공건물의 비중은 약

4%에 달하고 있다. 이에 대한 방안으로 건물의 에너지절약대책이 여러 가지가 강구되고 있으나, 항상 효과적이라고는 할 수 없으며, 건물의 입지 조건, 용도, 경제적조건 등에 따라 유효성이 달라진다. 그러나 에너지 소비량을 감소시킬 수 있다고 해도 공조시스템설계 시 설계용량의 증가, 할증률, 열원장비 선정에서 용량의 증가로 인하여 기초공사비가 상승하게 된다. 이와 같은 점에서 에너지절약 건축을 보급 촉진하기 위해서는 소비 에너지량의 절감은 물론, 초기비용과 운전비를 종합적으로 파악하고, 그 합계를 저렴하게 계획하는

† Dong-eui university Department of Building
System Engineering
Tel.: 051 - 890 - 2443; fax: 051 - 898 - 3462
E-mail address: smk3039@hanmail.net

것이 불가분한 조건이다. 그러므로 열원장비의 적정용량 산정과 각 건물의 맞는 할증률을 적용하여야 한다.

본 연구에서는 공공기관을 방문·조사하여 설계도서상의 용량을 분석하고, 실 사용용량과 냉동기의 가동현황을 비교·분석 한 후, 이에 따른 적정열원장비 선정에 대한 개선방향을 제시하고자 한다.

2. 연구의 방법 및 범위

이번 연구에서는 건물의 순부하와 실제 적용된 열원장비의 용량과의 관계를 파악하고, 그 증감의 요인을 분석함으로써 연구의 목적을 달성할 수 있을 것이다. 이에 따른 관점에서 본 연구는 다음과 같은 순서로 진행한다.

1) 문헌고찰을 통하여 건물부하 이외에 열원장비 용량산정 시 고려하는 각종 안전율, 장치부하, 배관부하, 예열부하 등에 관하여 조사·정리한다.

2) 기존 공공기관의 사례조사를 통하여 설계용량 계산결과와 실 사용용량 계산에 따른 관계를 파악한다.

3) 비교분석을 통하여 나타난 열원장비의 용량 산정과정에서 고려하여야 할 요소(할증률, 방위계수 등)를 제시한다.

연구의 범위는 공공기관건물에서 연간공조중 부하가 가장 큰 냉방공조를 대상으로 한다. 조사기간은 6, 7, 8, 9월의 냉동기 사용현황을 토대로 비교·분석한다.

3. 현장측정

3.1 대상건물의 개요

본 연구는 부산지역의 관공서 건물을 대상으로 하여, 개요는 표2, 3과 같고 설계부하계산서, 공조방식, 열원장비를 토대로 각 건물을 비교·분석하였다. equipment selection

Table 1 outline of buildings (A type)

건물명	A	B
소재지 (부산시)	진구 부암동	강서구 대저동
준공연도	1999. 12	2000. 6
연면적	35,952㎡	17,229㎡
층수	지하 2층 지상 15층	지하 2층 지상 8층

Table 2 outline of buildings (B type)

건물명	C	D	E
소재지 (부산시)	연제구 연산동	금정구 부곡동	중구 대청동
준공연도	2001. 12	1988. 1	1988. 4
연면적	14,863㎡	15,404㎡	9564㎡
층수	지하 1층 지상 5층	지하3층 지상8층	지하2층 지상7층

3.2 설계용량 부하계산

대상건물의 부하계산은 설계도서를 확인하였으며, 각 건물은 설계시의 용량은 다음 표와 같다.

Table 3 cooling load a plan (A type)

건물명	A	B
냉방부하 (kcal/h)	3,281,040	2,196,229
사용률(%)	100	95
안전율 (%)	현열 10 잠열 10	10 10
설계냉방부하	kcal/h 3,281,040 USRT 1085	2,086,417 690
열원장비 (USRT)	흡수식냉온수기 500 × 2EA 150 × 1EA (1150USRT)	흡수식 냉온수기 360 × 2EA (720USRT)

Table 4 cooling load a plan (B type)

건물명	C	D	E (증축전)
냉방부하 (kcal/h)	1,155,900	1,855,882	431,194
사용률(%)	90	70	100
안전율 (%)	현열 10 잠열 10	10 10	10 10
설계냉방부하	kcal/h 1,040,310 USRT 344	2,227,059 515.5	431,194 145
열원장비 (USRT)	흡수식이중 효용냉온수기 180 × 2EA (360USRT)	흡수식냉동기 320 × 1EA 터보식냉동기 200 × 1EA	냉온수 유닛 100 × 2EA

Table 5 premium proportion (A type)

건물명	A	B
냉방부하 (kcal/h)	3,281,040	2,196,229
설계냉방부하	kcal/h 3,281,040 USRT 1085	2,086,417 690
장비선정	흡수식냉온수기 500 × 2EA 150 × 1EA (1150USRT)	흡수식냉온수기 360 × 2EA (720USRT)
장비선정 시 할증률(%)	6	4

Table 6 premium proportion (B type)

건물명	C	D	E (증축후)	
냉방부하 (kcal/h)	1,155,900	1,855,882	611,570	
설계냉방부하	kcal/h	1,040,310	2,227,059	611,570
USRT	344	515.5	202	
장비선정	흡수식냉온수기 (이중효용) 220 × 2EA (440 USRT)	흡수식냉동기 320 터보식 냉동기 200 × 1EA	흡수식냉동기 (이중효용) 100 × 1EA 냉온수유닛 100 × 1EA 왕복동식냉동기 20 × 1EA	
장비선정 시 할증률(%)	22	1	8.7	

3.3 실 사용용량 현장조사

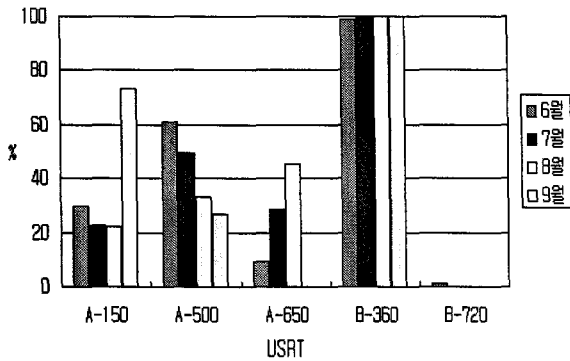


Fig. 1 use by frequency (A type).

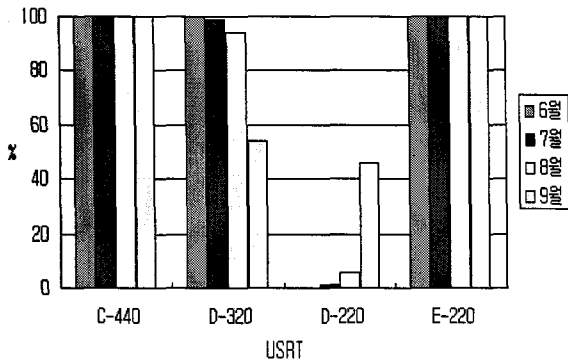


Fig. 2 use by frequency (B type).

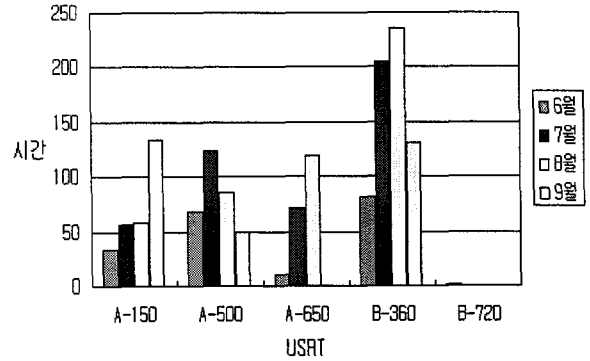


Fig. 3 use by an hour (A type).

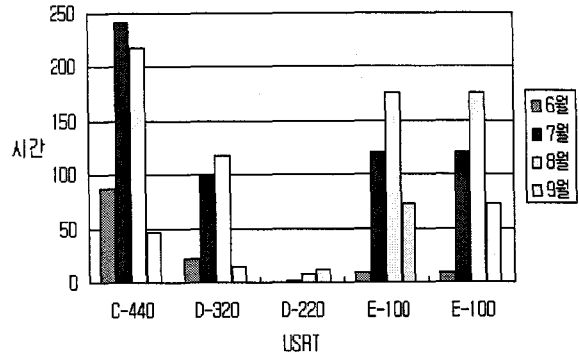


Fig. 4 use by an hour (B type).

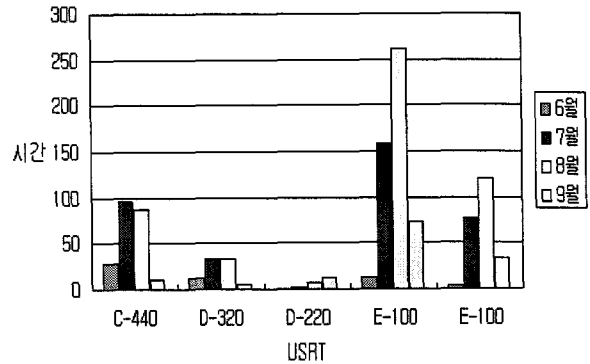


Fig. 5 deduction an hour of gas used (B type).

3.4 월별 냉동기가동시간

다음 표는 각 건물 7, 8월의 냉동기 가동시간을 나타낸다.

Table 7 A type running time of seven a month

7월 가동시간 (단위:시간)							
날짜	온도 (°C)	A				B	
		150	500	650	1000	360	720
1	25/22		9.5			9.1	
2	25/22	4.4					
3	23/21	2.3	4.1	0.1			
4	26/22		9.3			10	
5	26/22		9.3			9	
6	25/21		9.3			9.2	
7	24/20	3.2	9.2	0.1		9.1	
8	24/20		10			10	
9	23/20	8.4					
10	24/20	4.3					
11	23/20					10	
12	24/18	8.4				4.3	
13	24/19	4.8	3.8	0.2		8.2	
14	24/20		9.2			9.3	
15	23/20		9.4			8.5	0.2
16	26/22	5.1					
17	26/21	4.5					
18	28/23		4.2	8.1		10.2	
19	29/23		6.4	4		10	
20	30/24		5.4	4.4		10.2	
21	31/25		2.1	8.1		10.2	
22	28/22		3	7.1		10.2	
23	28/22	7				5	
24	29/22						
25	29/23		3	7.2		10.2	
26	30/23		3	7.2		10	
27	29/22		3.1	7		10	
28	27/23		2.2	8		10.4	
29	27/24		1.5	8.3		10.2	
30	29/23	2	3.3	0.1			
총합		56.4	124.1	71.1		205.3	0.2

Table 8 A type running time of eight a month

8월 가동시간 (단위:시간)							
날짜	온도 (°C)	A				B	
		150	500	650	1000	360	720
1	27/23	1.1	5	5.5		10.2	
2	28/24		1.3	8.5		10.1	
3	29/24		1.5	8.3		10.3	
4	30/24		2	8		10.2	
5	29/24		1.5	8.4		10.2	
6	29/24	5.1					
7	30/24					2	
8	29/24		1.4	8.4		10.3	
9	28/24		1.3	8.5		10.2	
10	30/24		1	9.2		10.2	
11	29/25	2	1.5	8.3		10.1	
12	30/24		1.3	8.5		10.2	
13	30/25	4.5					
14	30/24	3.3				3.1	
15						3	
16	30/25		1.3	8.5		10.3	

17	29/24	0.3	0.4	9		10.3	
18	30/25		2	8.2		10.3	
19	28/24		2.4	8.4		10.3	
20	27/24	6				6	
21	27/20	7				1.1	
22	26/21		10.1			9.3	
23	26/21	4.3	4.5			7.1	
24	25/21	5.4				10	
25	26/21	1	8.1			10	
26	28/22		8.2				
27	29/20	5.4					
28	28/19	4.1					
29	29/21		9.4			9.3	
30	29/22		9.4			9.4	
31	28/22		9.3			10.1	
총합		57.5	86.3	118.5		236.1	

Table 9 B type running time of seven a month

7월 가동시간 (단위:시간)							
날짜	온도 (°C)	C		D		E	
		440	320	220	100	100	
1	25/22	11.3(4.35)	6(2.23)				
2	25/22						
3	23/21						
4	26/22	11.3(5.00)					
5	26/22	11.3(4.32)					
6	25/21	11.3(4.23)	6(3.30)		8(12.26)	8(0)	
7	24/20	11.3(5.06)			8(10.52)	8(0.36)	
8	24/20	11.3(4.50)		1.1	8(10.48)	8(0)	
9	23/20						
10	24/20						
11	23/20	11.3(4.24)					
12	24/18	11.3(4.35)					
13	24/19	11.3(5.08)					
14	24/20	11.3(4.43)			8(8.13)	8(4.55)	
15	23/20	11.3(4.45)	4(2.12)		8(8.39)	8(4.10)	
16	26/22						
17	26/21						
18	28/23	11.3(5.01)	7.3(4.06)		8(14.02)	8(7.24)	
19	29/23	11.3(4.48)	8.2(2.29)		8(12.17)	8(6.59)	
20	30/24	11.3(4.55)	8.3(2.05)		8(11.56)	8(6.36)	
21	31/25	11.3(4.55)	8.3(2.28)		8(13.38)	8(6.56)	
22	28/22	11.3(4.40)	8.3(2.34)		8(13.22)	8(5.55)	
23	28/22						
24	29/22						
25	29/23	11.3(5.03)	8(2.11)		8(10.50)	8(6.42)	
26	30/23	11.3(4.50)	8.3(2.18)		8(11.02)	8(5.13)	
27	29/22	11.3(4.12)	8.3(2.16)		8(10.55)	8(8.41)	
28	27/23	11.3(4.56)	8.3(2.19)		8(1.48)	8(7.43)	
29	27/24	11.3(5.02)	8.3(2.12)		8(12.16)	8(4.57)	
30	29/23						
총합		241.3 (95.22)	99.2 (33.05)	1.1	120 (159.04)	120 (76.47)	

*()는 가스사용량으로 가동시간을 추정한 것.

Table 10 B type running time of eight a month

8월 가동시간 (단위:시간)						
날짜	온도 (°C)	C		E		
		440	320	220	100	100
1	27/23	11.3(4.50)	8.3(2.24)		8(13.52)	8(6.38)
2	28/24	11.3(5.07)	8.3(2.03)		8(12.02)	8(6.49)
3	29/24	11.3(5.01)	8.3(2.04)		8(13.13)	8(8.51)
4	30/24	11.3(5.58)	8.3(2.00)		8(12.10)	8(7.22)
5	29/24	11.3(4.56)	8.3(2.32)		8(12.19)	8(7.09)
6	29/24					
7	30/24					
8	29/24	11.3(4.56)	8.1(2.28)		8(12.26)	8(8.11)
9	28/24	11.3(4.57)	8.3(2.25)		8(12.23)	8(6.16)
10	30/24	11.3(4.56)	8.3(2.26)		8(12.42)	8(5.53)
11	29/25	11.3(4.50)	8.3(2.19)		8(13.20)	8(5.07)
12	30/24	11.3(4.53)	8.3(2.24)		8(12.40)	8(5.32)
13	30/25					
14	30/24					
15						
16	30/25	11.3(5.04)	8.3(2.32)		8(12.42)	8(5.44)
17	29/24	11.3(4.44)	8.3(2.26)		8(12.28)	8(5.41)
18	30/25	11.3(4.47)	8.3(2.27)		8(10.48)	8(5.16)
19	28/24	11.3(4.23)	8.3(2.27)		8(12.21)	8(5.44)
20	27/24					
21	27/20					
22	26/21	11.3(2.41)			8(11.58)	8(4.15)
23	26/21				8(10.17)	8(2.41)
24	25/21				8(10.22)	8(3.10)
25	26/21				8(11.09)	8(5.39)
26	28/22	11.3(4.08)			8(11.09)	8(2.57)
27	29/20					
28	28/19			7		
29	29/21	11.3(4.06)			8(9.59)	8(3.54)
30	29/22	11.2(4.04)			8(11.13)	8(3.28)
31	28/22	11.2(3.16)			8(10.34)	8(3.37)
총합		218.1 (87.37)	118.4 (32.57)	7	176 (262.07)	176 (119.54)

*()는 가스사용량으로 가동시간을 추정한 것.

4. 결 론

4.1 가동시간 및 가동을 비교

조사대상건물의 부하계산시 안전율과 장비선정시 안전율을 살펴보면 다음과 같다.

1) 안전율 : 모든 건물에서 냉방부하계산시 현열10%, 잠열10%, 총 20%를 적용하였다.

2)장비선정시 안전율 : A - 6 %, B - 4%, C - 22%, D - 1%, E - 8.7%를 적용하였다.

3)가동율

(1) A건물 : 전체 냉동기용량 1,150RT중 가장 큰 가동용량은 650RT(전체용량 중 56.5%)로 6월 9.3%, 7월 28.2%, 8월 45.1%, 9월 0.1%이다. 실제로 가동된 냉동기는 500RT(전체용량 중 43%)를

격일제로 가동하고, 150RT를 추가로 가동하였다.

(2) B건물 : 전체 냉동기용량 720RT중 대부분의 가동용량은 360RT(전체용량 중 50%)를 격일제로 가동하였고, 전체사용시간 중 98.8%이상을 가동하였다. 720RT(전체용량 중 100%)는 6월 1.2%, 7월 0.1%를 가동하였다.

(3) C건물 : 냉동기 가동 일지상의 전체 냉동기 용량 440RT(100%)를 모두 가동하였다. 가동시간으로는 6월 87.3시간, 7월 241.3시간, 8월 218.1시간, 9월 46시간을 가동하였다. 그리고 흡수식냉온수기(이중효용)를 100% 가동시의 가스사용량으로 추정하여 본 결과 6월 28.49시간, 7월 95.22시간, 8월 87.37시간, 9월 10.20시간으로 분석되었다.

(4) D건물 : 전체 냉동기 용량 540RT중 대부분은 320RT(59%)를 가동하였다. 6, 7, 8월은 전체의 94%이상을 가동하였고, 9월의 경우 220RT(41%)를 46.2% 가동하였으나 가동시간이 12시간이었다. 그리고 흡수식냉동기(이중효용)를 100% 가동시의 가스사용량으로 추정하여 본 결과 6월 12.52시간, 7월 33.05시간, 8월 32.52시간, 9월 4.44시간으로 분석되었다.

(5) E건물 : 냉동기 가동 일지상의 전체 냉동기 용량 220RT(100%)를 모두 가동하였다. 가동시간으로는 6월 8시간, 7월 120시간, 8월 176시간, 9월 72시간을 가동하였다. 그리고 각 유니트를 100% 가동시의 가스사용량으로 추정하여 본 결과 흡수식 냉동기(이중효용)의 사용시간은 6월 12.28시간, 7월 159.04시간, 8월 262.07시간, 9월 73.49시간으로 분석되었으며, 냉온수유니트의 사용시간은 6월 4.06시간, 7월 76.47시간, 8월 119.54시간, 9월 33.15시간으로 분석되었다.

4.2 분석

A건물은 1150RT(전체용량 중 100%) 중 650RT(전체용량 중 56.5%)를 최대 가동용량으로 사용하였다. 설계냉방부하는 1085RT였으나, 실제 가동된 것은 650RT였다. 650RT의 가동시간은 8월이 전체가동시간 중 45.1%로 가장 높았다.

B건물은 720RT(전체용량 중 100%) 중 360RT(전체용량 중 50%)를 총 가동시간 중 98.8%이상을 사용하고, 720RT를 가동한 시간은 최대 1.2%에 불과하였다.

위의 자료를 보면 A건물은 최대가동용량이 650RT(56.5%)로 절반이상 가동하지 않은 것으로

분석 되었으며, 장비선정용량에 비하여 실제 가동하는 용량이 현저히 적음을 알 수 있다. 또한 B건물은 최대가동용량 720RT(100%)를 모두 가동하였으나, 가동률이 최대 1.2%였고, 360RT(50%)는 최대 98.8%를 가동하였다. 이것은 장비선정시 부하율, 안전율의 증가요소는 반영되었고, 사용율에 대한 감소요소는 반영되지 않거나 아주 적은 사용율을 적용하여, 장비선정시 과도한 할증이 된 것으로 보인다.

C건물은 440RT(전체용량 중 100%)를 모두 가동하였다. 이 건물은 설계부하계산시 180RT×2EA로 설계되었으나 장비선정시 220RT×2EA로 교체설치하였다. 이 건물의 경우 중앙부분에 1층에서 5층까지 중정이 두 곳이 있어 냉방부하계산시 오차의 범위가 커진 것으로 분석된다. 현장실측시 냉동기의 노후로 인하여 효율이 떨어져 냉방의 효과가 부족한 실에 한하여 천정매립형 펙키지 에어컨을 증설하였다.

D건물은 540RT(전체용량 중 100%) 중 320RT(전체용량 중 59%)를 6, 7, 8월에 94%이상 사용하였고, 540RT를 가동한 적은 없었다. 냉동기가동시간을 보면 8월에 최대 가동시간인 125.4시간을 가동하였다. 이 건물은 다른 건물에 비하여 약 50%정도 줄어든 가동시간을 볼 수 있다. 그 이유로는 전력소비량증가로 인한 전력기본요금의 상승으로 전기사용에 제한을 받기 때문이다. 이것은 각 지자체의 운영방식에 관한 차이로 해석이 된다.

E건물은 220RT(전체용량 중 100%)를 모두 가동하였다. 이 건물은 신축한 뒤 증축을 한 경우로 신축 시 장비선정은 냉온수유닛 100RT×2EA로 설치되었으나, 증축 시 노후된 냉온수유닛 1EA를 흡수식냉동기(이중효용) 100RT로 교체하고 왕복동식냉동기 20RT×1EA를 증설하였다. 설계냉방부하와 실제가동현황이랑 비교분석이 어렵고, 냉동기가동현황 또한 전체시간을 가동하고 자동제어를 통한 온도조절로 실제 냉동기 가동현황을 분석할 수 없었다.

C, D, E건물을 종합해 볼 때, 장비가동현황의 자료가 불충분하여 가스사용량으로 추정해 본 결과, 100% 가동 시 최대 가동시간은 C건물 95.22시간, D건물 33.05시간, E건물 119.54시간으로 분석되었다. 각 건물은 건물 형태의 특성, 지자체의 운영형태, 장비의 노후와 증축으로 인하여 이 연구에서 하고자 하는 목적을 달성하지 못하였다.

4.3 고찰

공공기관을 선정하여 건물의 순냉방부하와 실제 적용된 열원장비의 용량과의 관계를 파악하고 그 증감요인을 분석하였다. 현재 열원장비의 용량을 산출하고 적용해 볼 때 보편적으로 사용하는 각종 안전율과 할증률을 실사용 이상으로 고려하고 있는 점에서 적정열원장비 선정을 위한 재검토가 필요하다. 일반적으로 사용하고 있는 안전율과 할증율을 연구하여 보다 정확한 자료를 바탕으로 설계냉방부하 시 적용하여야 할 것으로 사료되어진다.

참고문헌

1. Korea Energy Managment Corporation (<http://www.kemco.or.kr/>), 2004, Type of business star and energy unit star consuming result, Energy supply and result, Energy consumption statistics
2. Korea Energy Economics Institute (<http://keei.re.kr/index.html>), 2005, Energy statistical annual report
3. Youn, J. I., 1997, Freeze equipment engineering, Tae Hoon publishing company, pp. 223-249
4. Lee, E. H., 2002, The Analysis of Operation Features on Boilers and Chillers for Altering Equipments of Heat Sources in Big Office's Buildings, Proceedings of the SAREK, pp. 514-519