

# 차 례

## 제 1 편 설비 기초

### 제 1 장 열역학

- 1. 열역학 기초 ..... 1.1-1
  - 1.1 열역학 기본개념
  - 1.2 열역학 제 1법칙
  - 1.3 열역학 제 2법칙
  - 1.4 가용에너지
  - 1.5 기체의 상태식
  - 1.6 수증기의 성질
- 2. 동력 사이클 ..... 1.1-5
  - 2.1 Carnot 사이클
  - 2.2 기체 동력 사이클
  - 2.3 증기 동력 사이클
- 3. 냉동 사이클 ..... 1.1-11
  - 3.1 증기 압축 냉동
  - 3.2 흡수식 냉동
  - 3.3 공기 압축 냉동
  - 3.4 특수 냉동

### 제 2 장 습공기 이론과 공기조화 개론

- 1. 습공기 ..... 1.2-1
  - 1.1 습공기
  - 1.2 습공기의 상태량
  - 1.3 습공기표와 선도
- 2. 습공기 선도상의 상태변화와 계산 ..... 1.2-7
  - 2.1 단순 가열 또는 냉각
  - 2.2 단열혼합
  - 2.3 수증기 또는 수가습
  - 2.4 냉각 및 제습
  - 2.5 습공기 프로그램과 실행예제
- 3. 공기조화 ..... 1.2-11
  - 3.1 공조설비와 구성요소

- 3.2 공기조화 설계
- 3.3 공기조화 계획
- 3.4 새로운 환경변화와 공조기술 전망

### 제 3 장 유체역학 및 유체기계

- 1. 개요와 원칙 ..... 1.3-1
- 2. 유체의 물리적 성질 ..... 1.3-1
  - 2.1 밀도, 비중, 비중량
  - 2.2 점성계수, 동점성계수
  - 2.3 체적탄성계수, 압축율
- 3. 유체역학의 기본 방정식 ..... 1.3-3
  - 3.1 연속방정식
  - 3.2 운동량방정식 및 Navier-Stokes 방정식
  - 3.3 에너지방정식
  - 3.4 베르누이 방정식
- 4. 기초적인 유동 현상 ..... 1.3-5
  - 4.1 층류유동과 난류유동
  - 4.2 벽면마찰
  - 4.3 경계층
  - 4.4 유동박리
  - 4.5 온도변화의 효과
- 5. 유동해석 ..... 1.3-7
  - 5.1 베르누이 방정식을 이용한 유동해석
  - 5.2 관로마찰
  - 5.3 관로요소의 마찰손실
  - 5.4 비압축성 유동해석
  - 5.5 차원해석과 상사성
  - 5.6 비정상상태의 유동해석
  - 5.7 압축유동 해석
  - 5.8 캐비테이션 현상
- 6. 유동소음 ..... 1.3-22

7. 펌프 ..... 1.3-22

- 7.1 펌프의 분류와 구조
- 7.2 펌프의 선정
- 7.3 펌프의 운전과 특성
- 7.4 펌프 운전상의 특이현상
- 7.5 펌프의 설치 및 운전

8. 송풍기 ..... 1.3-40

- 8.1 송풍기의 분류
- 8.2 송풍기의 성능특성
- 8.3 송풍기 운전 및 서징
- 8.4 송풍기 시스템 및 선정
- 8.5 송풍기의 구조 및 부품
- 8.6 송풍기의 설치, 운전 및 보수

### 제4장 열 및 물질전달

1. 전도열전달 ..... 1.4-1

- 1.1 열전도방정식과 경계조건
- 1.2 정상열전도
- 1.3 비정상열전도
- 1.4 확장표면 열전달
- 1.5 접촉열저항

2. 대류열전달 ..... 1.4-14

- 2.1 자연대류 열전달
- 2.2 강제대류 열전달
- 2.3 열전달 촉진

3. 복사열전달 ..... 1.4-19

- 3.1 복사의 법칙
- 3.2 고체표면 사이의 복사열전달
- 3.3 비흑체 사이의 열교환

4. 상변화 열전달 ..... 1.4-24

- 4.1 해석해
- 4.2 2차원 및 3차원 상변화 열전달
- 4.3 수치해
- 4.4 상변화물질

5. 물질전달 ..... 1.4-27

- 5.1 분자확산
- 5.2 대류물질전달
- 5.3 수직면과 공기사이의 열과 물질 동시 전달

### 제5장 소음과 진동

1. 음파의 기초 ..... 1.5-1

- 1.1 파장, 음압, 주파수 및 음속
- 1.2 반사, 굴절, 회절 및 간섭
- 1.3 주파수 스펙트럼과 대역

2. 소음 ..... 1.5-3

- 2.1 음의 강도 및 음압레벨
- 2.2 잔향, 지향성 및 음압산정
- 2.3 소음의 전달경로
- 2.4 흡음과 차음
- 2.5 소음 저감방안
- 2.6 소음의 측정
- 2.7 소음과 평가
- 2.8 소음의 허용값

3. 진동 ..... 1.5-14

- 3.1 진동의 기초
- 3.2 진동의 측정
- 3.3 진동의 허용치

4. 구조전달음 ..... 1.5-20

- 4.1 방사음향출력 측정
- 4.2 방사효율의 정의 및 측정
- 4.3 방사손실계수

5. 건축물 실내 진동 평가 기준 ..... 1.5-22

- 5.1 국내 기준
- 5.2 국제표준화기구[ISO] - 실내 진동 사용성 권장 기준[ISO 10137:2007]
- 5.3 일본 건축학회 지침
- 5.4 정밀 장비 진동 허용 기준 (BBN Criteria)

### 제6장 자동제어 기초

1. 개요 ..... 1.6-1

- 1.1 제어 목적
- 1.2 전문 용어
- 1.3 제어동작 유형
- 1.4 에너지원에 의한 분류
- 1.5 자동제어용 컴퓨터

2. 작동기 ..... 1.6-5

- 2.1 개요

- 2.2 밸브
- 2.3 밸브 선정과 용량
- 2.4 밸브 구동기
- 2.5 댐퍼
- 3. 검출기와 전송기 ..... 1.6-10
  - 3.1 요구성능
  - 3.2 온도 검출기
  - 3.3 습도 검출기와 전송기
  - 3.4 압력 전송기와 변환기
  - 3.5 유량 검출기
  - 3.6 실내 공기질 검출기
  - 3.7 조도검출기
  - 3.8 전력 검출 및 전송
- 4. 제어기 ..... 1.6-13

- 4.1 디지털 제어기
- 4.2 펌웨어와 소프트웨어
- 4.3 작업자 인터페이스 (operator interface)
- 4.4 전기/전자 제어기
- 4.5 공압수신 제어기
- 4.6 온도조절기
- 4.7 보조 제어장치
- 4.8 변환기(transducer)
- 4.9 기타 보조 제어 장치
- 5. 커미셔닝 ..... 1.6-16
  - 5.1 조정 (tuning)
  - 5.2 비례, PI 및 PID제어기 조정
  - 5.3 제어 시스템의 컴퓨터 모델링

## 제 2 편 설비 계획

### 제 7 장 종합설비계획

- 1. 종합설비계획 개요 ..... 2.7-1
  - 1.1 건축 환경조절 시스템
  - 1.2 건물 에너지 관리
  - 1.3 종합계획 프로세스
  - 1.4 건축설비 계획 시 고려사항
- 2. 환경계획 ..... 2.7-3
  - 2.1 기계설비와 환경
  - 2.2 온열환경
  - 2.3 환기계획 및 환기방식
  - 2.4 자연환기
- 3. 설비계획 ..... 2.7-9
  - 3.1 설비계획의 프로세스
  - 3.2 설비계획법
- 4. 설비소요 공간 계획 ..... 2.7-15
  - 4.1 설비소요 공간
  - 4.2 설비소요공간의 규모산정
  - 4.3 건축 및 설비의 통합적 공간계획
  - 4.4 건축계획과 설비공간 계획

- 5. 지역계획 ..... 2.7-17
  - 5.1 지역계획의 필요성
  - 5.2 지역계획의 내용
  - 5.3 수요예측
  - 5.4 플랜트 입지계획
  - 5.5 반송시설 계획

### 제 8 장 에너지 계획

- 1. 에너지원 ..... 2.8-1
  - 1.1 에너지원 유형에 따른 특징
  - 1.2 에너지원 용량 관계
  - 1.3 에너지원 계획
  - 1.4 지구의 에너지자원 개요
  - 1.5 에너지 소비
  - 1.6 국내 에너지 현황
  - 1.7 국내 부문별 에너지 소비현황
- 2. 신·재생에너지 계획 ..... 2.8-11
  - 2.1 신·재생에너지의 종류
  - 2.2 태양광

- 2.3 태양열
- 2.4 풍력
- 2.5 연료전지
- 2.6 수소
- 2.7 바이오에너지
- 2.8 폐기물에너지
- 2.9 석탄가스화·액화
- 2.10 지열
- 2.11 수력
- 2.12 해양에너지
- 2.13 수열

- 3. 지속가능한 계획 ..... 2.8-19
  - 3.1 지속가능성의 정의
  - 3.2 지속가능성 영향 요소
  - 3.3 공기조화 및 기계설비분야의 지속가능 설계 원칙
  - 3.4 설계실무에서 요소들의 지속가능성 제공
  - 3.5 효과적인 에너지자원 이용을 위한 설계

### 제 9 장 에너지절약 설비계획

- 1. 각종 에너지절약 방법 ..... 2.9-1
  - 1.1 패시브 하우스와 제로에너지 하우스
  - 1.2 건축적 에너지절약
  - 1.3 공조부문 에너지절약
  - 1.4 급배수부문 에너지절약

- 1.5 전기설비의 에너지절약
- 2. 에너지절약 성능평가 ..... 2.9-4
  - 2.1 경제성 평가
  - 2.2 LCCO<sub>2</sub>에 의한 환경성능 평가
  - 2.3 열경제성 백터도 등에 의한 평가
- 3. 에너지절약적 설계 방법 ..... 2.9-6
  - 3.1 건축적 에너지절약 방법
  - 3.2 설비적 에너지절약 방법

### 제 10 장 설비 경제성 평가

- 1. LCA 평가 ..... 2.10-1
  - 1.1 LCA 동향
  - 1.2 건축에서의 LCA 기법
- 2. 영향도(임팩트) 평가 수법 ..... 2.10-3
  - 2.1 영향도 평가의 구성
  - 2.2 평가의 특성화
  - 2.3 통합평가법
- 3. 설비시스템의 경제성 평가 ..... 2.10-6
  - 3.1 경제성평가 방법
  - 3.2 생애주기 비용 분석 개요
  - 3.3 LCC 분석의 분석변수
  - 3.4 LCC 분석의 비용항목
  - 3.5 LCC 분석의 위험도 평가

## 제 3 편 설비 에너지계산

### 제 11 장 열적쾌적성과 IAQ

- 1. 온열감 ..... 3.11-1
  - 1.1 체온조절·온열생리의 기초
  - 1.2 온열환경의 6요소
  - 1.3 쾌적환경의 평가
  - 1.4 쾌적성으로서의 온열환경 기준
  - 1.5 국소온열감
  - 1.6 실내·외 쾌적제어 목표

- 1.7 온냉환경
- 2. 공기 오염 ..... 3.11-9
  - 2.1 실내 오염물질의 발생
  - 2.2 실내공기환경과 건물병증후군
  - 2.3 실내공기환경과 적절한 환기
  - 2.4 실내공기환경 기준
- 3. 냄새 ..... 3.11-18
  - 3.1 냄새와 농도
  - 3.2 냄새 대책

**제 12 장 기상 및 설계자료**

- 1. 개요 ..... 3.12-1
- 2. 설계용 기상자료 ..... 3.12-5
  - 2.1 설계용 온습도 자료
  - 2.2 설계용 일사량
  - 2.3 지중온도
  - 2.4 풍향 및 풍속
  - 2.5 ASHRAE 기상자료
  - 2.6 ASHRAE 연간설계조건
  - 2.7 ASHRAE 설계조건외 계산
- 3. 기간열부하 계산용 기상자료 ..... 3.12-9
  - 3.1 시간별 표준기상자료 형태
  - 3.2 DOE-2 프로그램용 기상자료
  - 3.3 HASP 프로그램용 기상자료
  - 3.4 ESP-r 프로그램용 기상자료
  - 3.5 Energy Plus 프로그램용 기상자료
  - 3.6 TRNSYS 프로그램용 기상자료
  - 3.7 시간별 기상자료의 신뢰성
  - 3.8 시간별 기상자료의 활용방법
- 4. 실내 온습도 조건 ..... 3.12-10
- 5. 환기 및 침입외기 ..... 3.12-12
  - 5.1 환기 및 침입외기의 운영 메커니즘
  - 5.2 자연환기
  - 5.3 상업 및 공공건물의 누기
- 6. 내부열 취득 ..... 3.12-22
  - 6.1 인체
  - 6.2 조명
  - 6.3 동력
  - 6.4 기기
- 7. 침입외기와 습기 이동으로 인한 열취득 ... 3.12-31
  - 7.1 침입외기

**제 13 장 부하계산**

- 1. 주거용 건물의 부하계산 ..... 3.13-1
  - 1.1 주거용 건물의 부하특성
  - 1.2 주거용 건물의 부하계산법
  - 1.3 부하계산 조건과 개념

- 1.4 냉방부하계산
- 1.5 난방부하계산
- 2. 비주거용 건물의 부하계산 ..... 3.13-12
  - 2.1 부하계산법 변천
  - 2.2 냉방부하 계산 원리
  - 2.3 일사 열취득
  - 2.4 열평형법(heat balance method)
  - 2.5 복사시계열법
  - 2.6 난방부하계산
  - 2.7 시스템의 냉난방 부하

**제 14 장 에너지 예측 및 시뮬레이션 방법**

- 1. 검토사항 ..... 3.14-1
- 2. 에너지 시뮬레이션 일반사항 ..... 3.14-1
  - 2.1 시뮬레이션 도구의 개발 현황
  - 2.2 시뮬레이션 모델과 방법
  - 2.3 시뮬레이션 모델의 특성
- 3. 시뮬레이션 구성요소 모델링 및 해석 ..... 3.14-4
  - 3.1 건물 열부하 해석
  - 3.2 건물 열부하 구성요소
  - 3.3 2차 시스템 구성요소
  - 3.4 1차 시스템 구성요소
  - 3.5 시스템 모델링 통합방법
- 4. 종합 시스템의 해석 ..... 3.14-19
  - 4.1 전체 시스템의 구축방법과 연성 해석법
  - 4.2 연성계산의 유의점 및 응용
  - 4.3 데이터 구동 모델링

**제 15 장 실내환경 관련 시뮬레이션**

- 1. 전산유체역학 ..... 3.15-1
  - 1.1 기본 이론
  - 1.2 격자 생성(mesh)
  - 1.3 경계 조건
- 2. 멀티 존 기류 및 오염물질 전달 모델링 ... 3.15-8
  - 2.1 건물의 공기유동 개요
  - 2.2 멀티 존의 공기유동 모델링 기본 이론
  - 2.3 멀티 존 오염물질 전달 모델링 기본 이론

2.4 멀티 존 모델링의 보정  
 2.5 멀티 존 모델링의 검증  
 3. 건축 환경 시뮬레이션 ..... 3.15-14

3.1 일조환경 평가  
 3.2 빛 환경 평가  
 3.3 음 환경 평가(소음·진동)  
 3.4 실내 환경 통합 시뮬레이션 도구

## 제 4 편 설비 일반

### 제 16 장 덕트설계

1. 송풍계통 ..... 4.16-1  
 1.1 개요  
 1.2 베르누이 방정식  
 1.3 압력과 수두  
 1.4 송풍계통의 구성  
 1.5 송풍계통의 설계  
 2. 실내공기분포 ..... 4.16-4  
 2.1 취출 및 흡입기류의 일반성질  
 2.2 취출기류와 실내공기분포  
 2.3 취출기류에 대한 설계지침  
 2.4 실내기류분포의 예측  
 3. 덕트 압력손실 ..... 4.16-16  
 3.1 덕트내의 기류  
 3.2 덕트의 압력 손실  
 3.3 덕트의 국부압력손실  
 3.4 덕트의 압력손실계산  
 4. 덕트설계 ..... 4.16-35  
 4.1 덕트 설계시 고려 사항  
 4.2 덕트 설비의 누기  
 4.3 덕트기구의 설계풍속  
 4.4 덕트형상의 선정  
 4.5 덕트 설계법  
 4.6 밸런싱 댐퍼  
 4.7 덕트 설계절차  
 4.8 산업용 배기덕트  
 5. 덕트 구조와 시공 ..... 4.16-41  
 5.1 덕트재료  
 5.2 덕트시공  
 5.3 덕트 기밀시험

6. 송풍기 선정 ..... 4.16-52  
 6.1 송풍기 압력  
 6.2 송풍기의 송풍량  
 6.3 송풍기와 덕트 연결  
 6.4 덕트 시스템 영향  
 6.5 송풍기 선정  
 6.6 TAB 고려 사항

### 제 17 장 배관설계

1. 개요 ..... 4.17-1  
 1.1 일반사항  
 1.2 배관의 압력강하  
 2. 수배관 ..... 4.17-6  
 2.1 유량  
 2.2 배관소음  
 2.3 부식  
 2.4 수배관의 노화  
 2.5 수격현상  
 2.6 기타 배관재료 및 고려사항  
 3. 순환수 배관 ..... 4.17-8  
 3.1 일반사항  
 3.2 압력강하선도의 사용범위  
 3.3 공기분리  
 3.4 밸브와 부속류의 압력강하  
 4. 온냉수배관 ..... 4.17-11  
 4.1 일반사항  
 4.2 제어방식  
 4.3 배관방식 분류  
 4.4 수온과 수량의 결정

- 4.5 압력유지계획
- 4.6 기수분리기
- 4.7 배관계의 유량분배
- 5. 환경 산정법 ..... 4.17-21
  - 5.1 직관의 압력손실
  - 5.2 국부저항
  - 5.3 환경 결정법
  - 5.4 자동제어 밸브의 선정
- 6. 펌프의 선정 ..... 4.17-26
  - 6.1 펌프의 소요양정 및 축동력
  - 6.2 펌프의 특성곡선과 운전점
  - 6.3 펌프의 연합운전
  - 6.4 배관설비저항의 합성
- 7. 수격현상의 방지법 ..... 4.17-28
  - 7.1 개 요
  - 7.2 수격현상의 방지책
- 8. 배관의 지지설계 ..... 4.17-29
  - 8.1 지지장치
  - 8.2 고정점의 반력

**제 18 장 약어 및 심벌**

- 1. 문자표기, 설계도서, 프로그래밍을 위한 약어표기 ..... 4.18-1
- 2. 글자 심벌 ..... 4.18-1
- 3. 첨자 ..... 4.18-1
- 4. 배관시스템표기 ..... 4.18-16

**제 19 장 공학표기 및 단위**

- 1. 단 위 ..... 4.19-1
  - 1.1 차원과 단위
  - 1.2 단위계
  - 1.3 단위환산
- 2. 물리상수 및 물성치 ..... 4.19-7
  - 2.1 물리상수
  - 2.2 재료의 물성치

- 3. 무차원수 ..... 4.19-7

**제 20 장 측정법**

- 1. 용 어 ..... 4.20-1
- 2. 오차분석 ..... 4.20-2
  - 2.1 오차원
  - 2.2 오차의 평가
- 3. 온도측정 ..... 4.20-3
  - 3.1 유리막대 온도계
  - 3.2 열전대
  - 3.3 저항온도계(RTD)
  - 3.4 서미스터
  - 3.5 압력 온도계
  - 3.6 바이메탈 온도계
  - 3.7 서모커플러
  - 3.8 복사고온계
  - 3.9 광고온계
  - 3.10 온도 측정상 주의사항
- 4. 온열쾌적도 측정 ..... 4.20-6
  - 4.1 활동량과 착의량
  - 4.2 물리적 변수
  - 4.3 온열쾌적도의 계산
- 5. 압력 측정 ..... 4.20-7
  - 5.1 절대압력 측정
  - 5.2 차압 측정
  - 5.3 변동압력 측정
- 6. 유속측정 ..... 4.20-9
  - 6.1 피토관에 의한 측정
  - 6.2 열선에 의한 측정
  - 6.3 회전날개차에 의한 측정
  - 6.4 컵 풍속계
  - 6.5 레이저도플러 유속계
  - 6.6 유동가시화에 의한 유속측정
- 7. 유량측정 ..... 4.20-12
  - 7.1 벤투리, 노즐 및 오리피스 유량계
  - 7.2 위어에 의한 측정
  - 7.3 로타미터(면적가변형 유량계)
  - 7.4 터빈 유량계

- 7.5 용적식 유량계
- 7.6 전자 유량계
- 7.7 칼만 보텍스 유량계
- 7.8 초음파 유량계
- 7.9 질량유량의 측정
- 7.10 속도분포 이용 유량 측정
- 7.11 후드형 풍량계
- 7.12 환기량에 의한 풍량 측정

8. 회전속도 측정 ..... 4.20-18

- 8.1 회전속도계
- 8.2 스트로보스코프
- 8.3 교류 속도 발전기

9. 습도 측정 ..... 4.20-19

- 9.1 기본사항
- 9.2 건습구 온도계
- 9.3 노점습도계
- 9.4 전기식 습도계
- 9.5 모발 습도계

10. 실내공기질 측정 ..... 4.20-21

- 10.1 가스상 오염물질
- 10.2 입자상 오염물질

11. 소음 및 진동 측정 ..... 4.20-23

- 11.1 소음측정
- 11.2 진동측정

12. 전기량 측정 ..... 4.20-24

- 12.1 전압
- 12.2 전류

- 12.3 전력량
- 12.4 전기저항
- 12.5 역률과 위상
- 12.6 주파수

**제 21 장 규격, 기준 및 표준**

**제 22 장 건축기계설비의 역사**

1. 문명의 발달과 기계설비 ..... 4.22-1

- 1.1 과학사 개요
- 1.2 기계설비사 개요

2. 기계설비 기술별 발전사 ..... 4.22-2

- 2.1 위생설비
- 2.2 난방기술
- 2.3 냉동과 냉장 기술
- 2.4 공조설비

3. 국내 기계설비 기술의 발전 ..... 4.22-18

- 3.1 선조들의 지혜
- 3.2 위생설비
- 3.3 난방설비
- 3.4 냉동과 냉장
- 3.5 공조