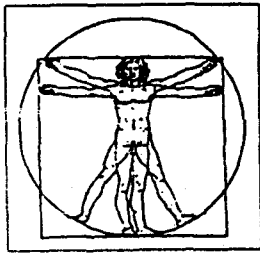


BCR에서의 온습도 제어



머릿말

최근 반도체산업을 중심으로 CLEAN ROOM시장이 급속히 넓어지는 가운데, ICR(Industrial Clean Room)에서는 고집적도화에 따라 청정도의 요구가 매우 엄격하고, 공기조화기술도 정해진 조건하에서 고정도의 SYSTEM제어가 필요하게 된다.

한편 BCR(Biological Clean Room)에서도 최근에 필요한 업종이 크게 늘어나고있고, 금후 많이 발전하는 분야가 생기고 있다. 그러나 ICR과 달리 BCR은 공기중의 미생물 존재에따른 장해를 방지해야한다. 이런 사용목적에따라 다른 조건하에서 적절한 온습도제어가 필요하다. 여기서는 BCR에대한 온습도제어의 사례를 소개하기로 한다.

1. 개 요

BCR은 역사적으로 무균수술실의 필요성에서 발전되어졌고 최근 필요로하는 업종이 확대되고, 이 사용목적으로 사람, 동물, 사물을 대상으로한 제조, 사육등을 하는데 적합한 다른 조건하에서 온습도제어와 청정화조정을 하지않으면 안된다.

2. 관련규격

BCR의 기준으로는 미국항공우주국규격

(NASA) 이 있는데 이 규격을 참고하고 있고, 사용목적에 따라 최적기준은 각기 적당한 조건치를 경험적으로 결정되어지는 경우가 많다. 표 1 에는 미항공우주국규격의 개요를 나타낸다.

3. 병원의 BCR과 온습도

병원의 BCR은 공기중의 세균을 감소시켜 공기감염을 방지하기 위해서 실내환경을 병원 환자의 체내대사에 적절한 온습도조건이 되지않으면 안된다. 그리고 공기중에 부유하는 세균의 수명은 상대습도에 영향을 주고, 높은 습도에서도 낮은 습도에서도 세균이 살아남을 확률이 높아지고, 50%시 높은 사멸이 되므로 습도제어가 필요하다. 표 2에서는 일본에서 일반적으로 채용하고 있

는 실내 온습도조건을 참고로 나타냈다. 또한 환기량에서도 공조설비 설계에서 충분한 검토가 되어져야 한다. 표 3에서는 미국과 독일의 예에서 발췌하였다.

3.1 수술실

병원에서 수술실은 특히 수술후의 감염방지도 포함되고, 온습도보다 청정도가 중요한 요소이다.

(1) 일반수술실

일반수술실은 CLASS100 ~ 10,000의 청정도를 유지하고, 공조의 환기회수는 15 ~ 30회 / 시간로 사용된다. 일반적인 공기조화장치는 Air Handling Unit(그림 1)를 사용하고, 온도는 24 ~ 26 °C 습도는 50% ± 10% 정도로 제어한다. 보통 간단한 수술실에서는 Package형 공조기를 사용하

표 1. 항공우주국규격개요 (NASA)

Bio Clean Room Class	입 자			미 생 물 입 자			권장온도 °C	권장습도 %	실내압 mmAq	기 류 환기회수	조도 Lux
	입경 μm	누적입자수		부 유 량		침강량 개/㎡·주					
		개/ft³	개/ℓ	개/ft³	개/ℓ						
100	≥ 0.5	≤ 100	≤ 3.5	최대수 0.1	0.0035	최대수 12.900	22.2 ± 0.14 ~ ± 0.28	45 + 0 - 5	1.27 以上	층류방식 0.45 m/s ± 0.1 m/s 난류방식 ≥ 20회/h	1.076) 1.614
10,000	≥ 0.5 ≥ 5.0	≤ 10,000 ≤ 65	≤ 850 ≤ 2.8	최대수 0.5	0.0176	최대수 64.600					
100,000	≥ 0.5 ≥ 5.0	≤ 100,000 ≤ 700	≤ 3,500 ≤ 2.5	최대수 2.5	0.0884	최대수 323.000					

표 2. 실내온습도조건 (일본의 일반적인 예)

실 명	하 기		동 기	
	건구온도 (°C)	상대습도 (%)	건구온도 (°C)	상대습도 (%)
(병동부)				
병 실	26 ~ 27	45 ~ 50	22 ~ 23	40 ~ 45
(외래 진료부)				
진 료 실	26 ~ 27	45 ~ 50	21 ~ 22	40 ~ 45
대 합 실	26 ~ 27	45 ~ 50	20 ~ 21	40 ~ 45
응급수술실	23 ~ 26	50 ~ 60	24 ~ 26	50 ~ 60
(중앙진료부)				
수 술 실	23 ~ 26	50 ~ 60	24 ~ 26	50 ~ 60
I C U	23 ~ 26	50 ~ 60	24 ~ 26	50 ~ 55
회 복 실	24 ~ 26	50 ~ 60	23 ~ 24	50 ~ 55
분 만 실	24 ~ 26	50 ~ 60	23 ~ 24	50 ~ 55
육 아 실	25 ~ 27	50 ~ 60	25 ~ 27	50 ~ 60
소독공급센터	26 ~ 27	-	21 ~ 22	-
각종시험실	26 ~ 27	45 ~ 50	21 ~ 22	40 ~ 45
적외선분광기실	25	35	25	35
X선·방사선실	26 ~ 27	45 ~ 50	23 ~ 24	40 ~ 45
동 물 실	25 ~ 27	45 ~ 50	25 ~ 27	30 ~ 40
시 (屍) 실	26 ~ 27	45 ~ 50	21 ~ 22	30 ~ 40
영 안 실	4 이하	-	4 이하	
약 국	26 ~ 27	45 ~ 50	21 ~ 22	40 ~ 45
약품저장실	16	60 이하	16	60 이하
(관리부)				
일반관리실	26 ~ 27	45 ~ 50	21 ~ 22	40 ~ 45

표 3. 환기량의 기준 (외국의 예)

구 분 실 명	DHEW 기 준		ASHRAE 권장치		DIN개정안
	최소외기량 (회 / h)	최소전풍량 (회 / h)	최소외기량 (회 / h)	최소전풍량 (회 / h)	최소외기량 (회 / h)
수 술 실	5	25	5	25	20
응급수술실	5	25	5	25	15
분 만 실	5	12	5	25	10
육 아 실	5	12	5	15	8
회 복 실	2	6	6	15	7
I C U	2	6	6	6	10
병 실	2	2	2	4	3
병실복도	2	4	4	4	3
격 리 실	2	6	12	12	
격리전실	2	10	6	6	
처 치 실	2	6	6	12	6
X선실 (투석실)	2	6	6	6	6
X선실 (처치실)	2	6	6	6	6
물리요법 · 수치료실	2	6	4	4	
오염작업실	2	10	4	12	
청정작업실	2	4	4	12	
해 부 실	2	12	6	15	10
화 장 실	임의	10	임의	10	
육 실	임의	10	임의	10	
멸균기구보관실	임의	10	임의	10	
검사실 (일반)	2	6	6	6	
검사실 (培地移植)	2	4	4	4	
조 리 실	2	10	20	20	
식기세정실	임의	10	임의	10	
식품창고	임의	2	임의	2	
세면장 (일반)	2	10	10	10	
오염 린넨선별 · 창고	임의	10	임의	10	
청정린넨창고	2	2	2	2	
마취약창고	임의	8	8	8	
오 염 실	2	4	4	15	
청정작업실	2	4	4	12	
미멸균창고	2	2	2	2	

주) 미국 - DHEW (미국보건성) 기준

ASHRAE 권장치

독일 - DIN (독일규격) 개정안.

(공기조화위생공학편람, 제 10 판)

여 온습도를 제어하고, Package 형 공조기에 내장되어진 송풍기의 기외정압이 불충분한 경우에 청정도를 유지하기 위해 Clean Booth Unit를 채용하고, Fan과 HEPA Filter를 조합하여 사용하는 방법이 있다. 그림 2에 이 SYSTEM을 나타낸다.

(2) 무균수술실

무균수술실은 층류식 CLEAN ROOM으로 CLASS 100의 청정도를 유지하기 위해 환기회수는 200 ~ 300회 / 시간 정도로 한다. 기류는 수평층류에서 0.5 ~ 0.6 m/s, 수직층류에서 0.25 ~ 0.35 m/s가 적당하다. 공기조화 장치는 Air Handling Unit와 HEPA Filter 그리고 Clean Booth Unit를 조합하여 사용하고 온도는 24 ~ 26 °C, 습도는 50 % ± 5 %로 제어한다.

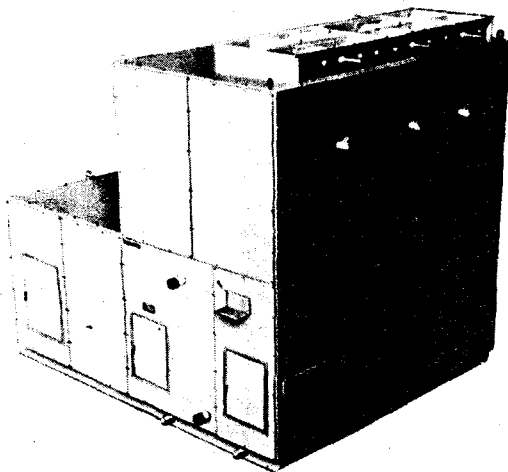


그림 1. Air Handling Unit (공조기)

3.2 무균병실

무균병실은 급성백혈병치료, 열상치료, 장기이식후, 호흡기 질환등의 세균에 대하여 대단히 낮은 저항력을 갖은 환자를 무균상황의 환경에서 장시간 치료하는 병실이다. 따라서 연간 일정한 환경에 온도는 24 ~ 26 °C, 습도는 50 % ± 5 %로 24시간 제어되어야 하고, 열상개방 치료법의 경우에는 고온, 다습한 치료상 요구가 되어서는 주의를 요한다.

여기서 기류는 층류이고 1인·소발진형의 무균실은 0.15 ~ 0.3 m/s 정도의 저풍속으로 기류에 의한 불편감을 피하며 소음이 낮은 상태에서 운전되고, 의사·간호사의 입실시 발진이 많을 때에는 풍속을 0.3 ~ 0.4 m/s까지하여 위에서 제진하는 2단계 절충방식을 채용하는 경우가 많다.

3.3 ICU·CCU

중환자를 대상으로 간호하는 병실은 CLASS 10,000의 청정도를 유지하고 온도는 24 ~ 26 °C, 습도는 50 % 전후로 24시간 제어하고 기류는 무균병실과 같다. 0.15 ~ 0.3 m/s의 저풍속의 기류로 불편감을 피한다.

3.4 미숙아·육아실

미숙아·육아실은 온도와 세균에 대한 저항력이 약한 유아를 24시간 유지하여야 하므로 CLASS 10,000 정도의 청정도를 유

지하고 온도는 약간 높은 25 ~ 27 °C, 습도는 50 ~ 60 %로 제어한다. 또한 다른 실의 환기와 혼합되어 급기가 되지않아야하며 기류가 유아에 적당하지 않는 상태로되어서는 안되므로 토출구의 방향등에 관해서 주의를 하지않으면 안된다.

것을 목적으로 한다.

이 시설은 사용목적에따라 위험도의 L-EVEL이 설정된 물리적 봉입대책으로 P1에서 P4로 분류되고 있다.

이런 시설의 온습도는 일반 연구시설의 거실과 동일한, 하계에는 온도 25 ~ 28 °C, 습도는 40 ~ 60 %정도로 제어되고 환기회수는 10 ~ 15회 / 시간정도이다. 공기조화장치로는 일반적으로 전외기 방식으로 실험구역에 독립적인 SYSTEM으로 하고 위험도 LEVEL이 낮은 P1, P2에는 Room Air

4. BIOHAZARD 대책시설과 온습도

Biohazard대책은 미생물 감염에 따라 직접, 간접적으로 받는 재해를 방지하는

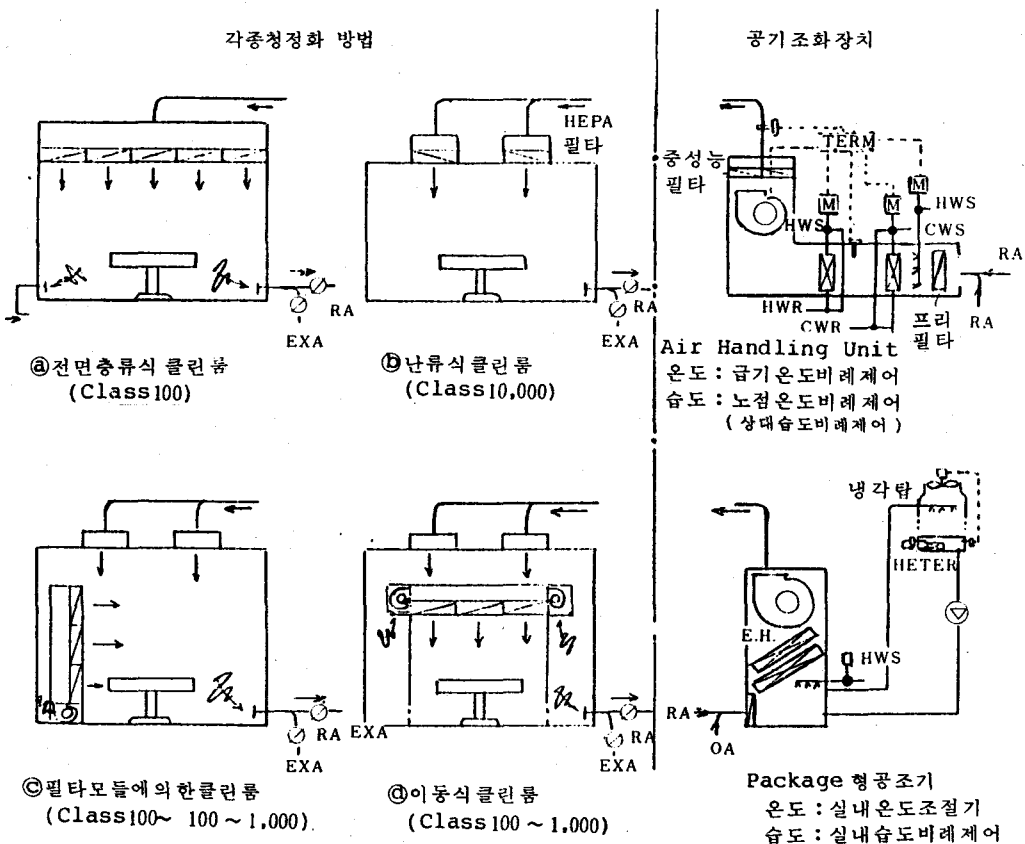


그림 2 수술실의 클린룸 SYSTEM 예

-Con. 등으로 공조하여 가능하다.

청정도에서는 일반적으로 CLASS 10,000 정도 확보된다. 단 다른 BCR과는 다르므로 다음사항을 고려하는것이 필요하다.

① 공조출입구의 동향은 안전캐비닛에 기류의 영향을 고려하여 주의한다.

② 배관과 닥트 또한 전선관등의 오염이 발생할수 있으므로 관통부는 완전히 막아주어야 한다.

③ P3, P4 LEVEL에서는 각실의 실내압은 대기에 비해 부압이어야하므로 위험도 LEVEL에 대하여 $-0.5 \sim -3 \text{ mmAq}$ 차압으로 설계한다. 통상 대기압에대해 $-2 \sim -5 \text{ mmAq}$ 정도의 실내압을 유지한다.

④ 24시간 운전을 원칙으로하고, 실압조정은 급기측에있는 실을 항상 부압을 유지하기위해, 배기 Fan의 운전을 우선하고 재유입 되지않게 주의한다.

⑤ 급·배기 Fan은 고장시를 고려하여 예비로 1대 병렬배치한다.

⑥ 배기는 HEPA Filter로 멸균한다.

⑦ Filter Unit를 설치한 상태에서 Gas 멸균할수있도록 주입구를 두고,보수가 용이한 구조이어야한다. 또한 P4의 경우에는 Filter교환시 손이 접촉되지 않는 구조로 되어야한다.

⑧ 배기닥트는 기밀구조이어야하고 후로 마린 Gas 멸균시에 견딜수있는 재료[경질 염화비닐, 아연도철판+염화비닐라이닝,SU

S304 (P4)]이어야한다.

⑨ 공조기와 제어부는 오염지역에 설치되어서는 안된다.

⑩ 특히 실내에 들어갈때에는 Pass Box를 사용하고 물건이 나올때는 Autoclave (표 4)를 통하거나 또는 에틸렌오キシ도 Gas 멸균처리하여 나와야한다.

⑪ 자가발전장치를 설치하여야한다 (P4) 그림 3에는 BIOHAZARD에 대한 시설의 SYSTEM사례를 표시한다.

5. 의약품제조의 BCR과 온습도

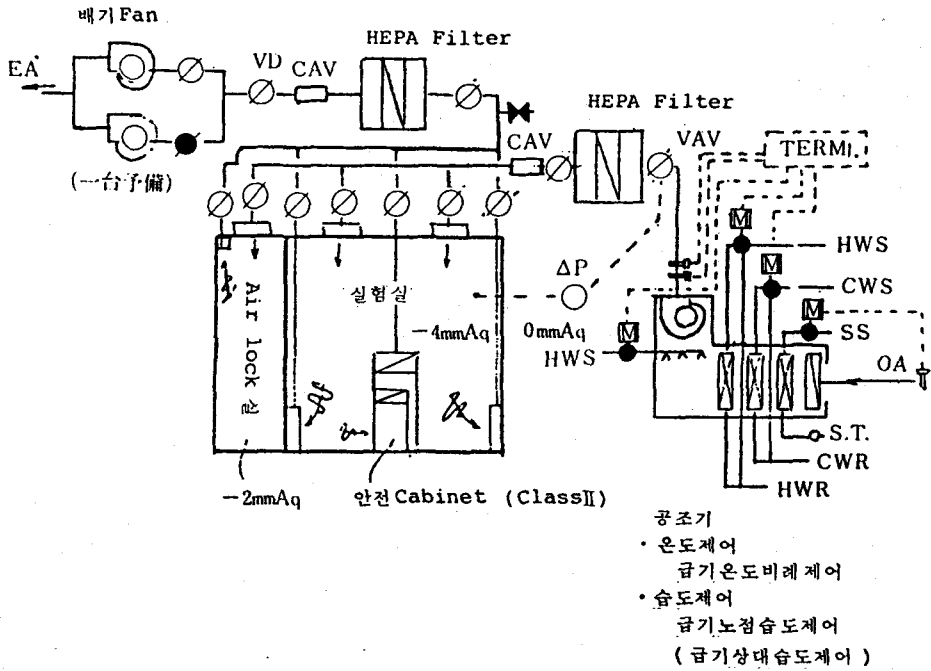
의약품은 사람의 생명과 관계되므로 일본에서는 약사법에 GMP(Good Manufacturing Practice) 라는 「의약품의 제조와 품질관리에관한 기준」이 시행되고, 의약품의 제조과정은 높은 품질을 유지하여야하므로 오염, 혼동(混同), 실수등 품질저하를 방지하는일을 목적으로하고 있다.

이런 목적을 달성하기위해서는 원재료, 자재의 납품에서부터 최종상품의 출하에 이르

표 4. Autoclave 사양 (예)

	멸균 온도	시 간
기구류	132 °C	5 분
Glass류	132 °C	10 분
면 류	121 °C	20 분
고무류	121 °C	20 분

P3 Level SYSTEM 예



P4 Level SYSTEM 예

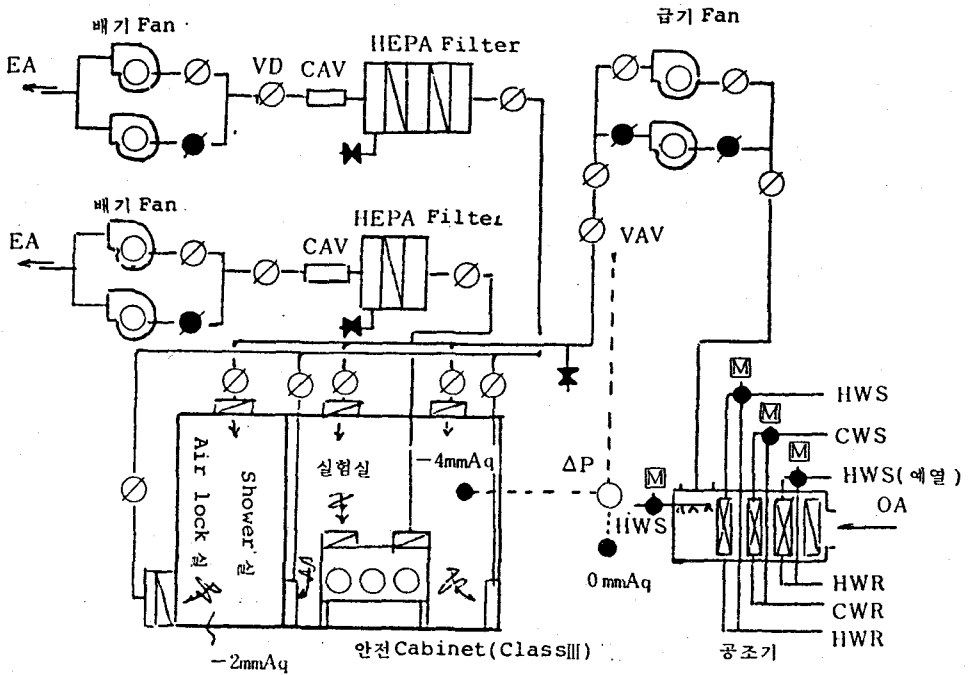
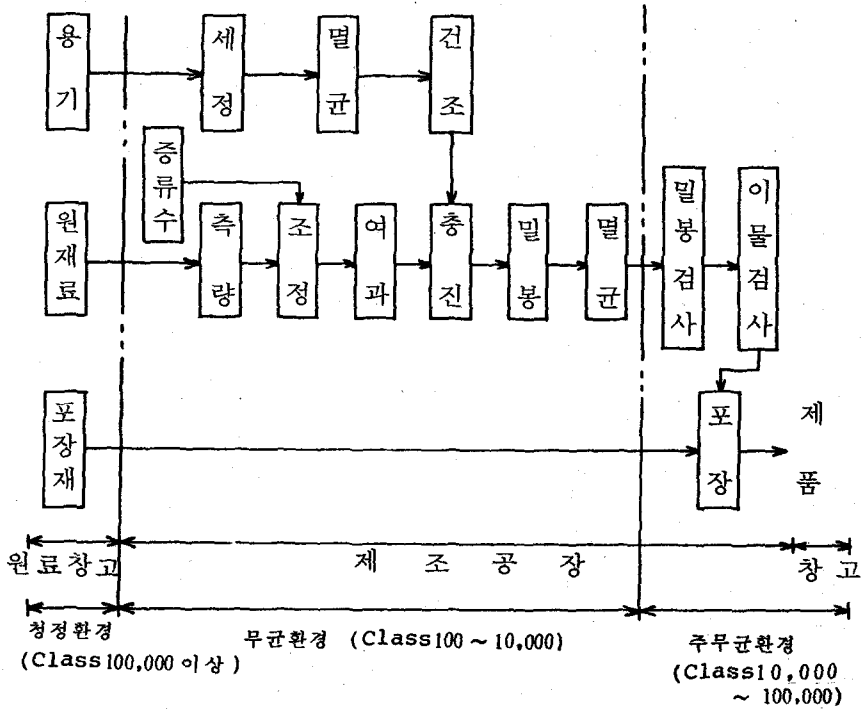


그림 3 P 4 LEVEL SYSTEM 예

① 주사제 제조공정과 청정도



② 정제제 제조공정과 청정도

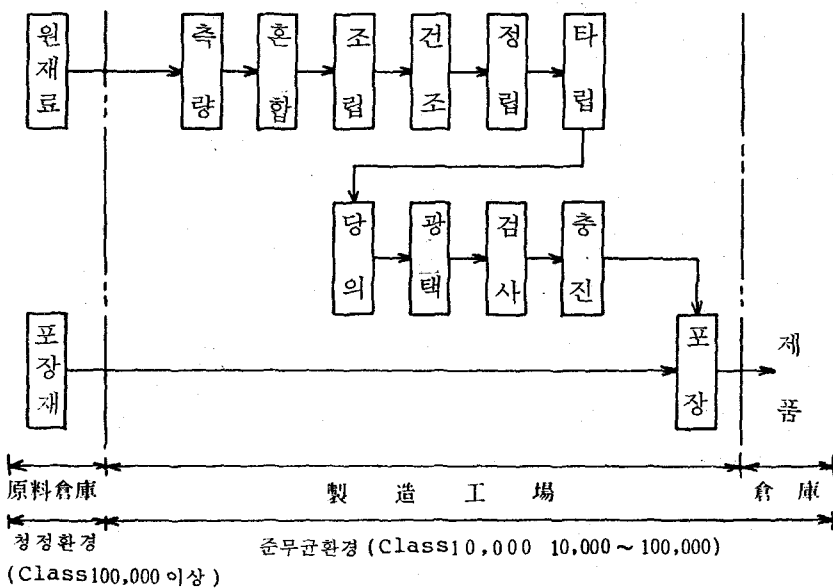


그림 4 의약품제조공정과 청정도 예

기까지 전공정에서 제조과정에서의 품질, 제조관리 그리고 제조기준을 정하고있다.

의약품에서 요구되어지는 품질특성은 유효성, 안전성, 안정성 그리고 균질성이다. 특히 안전성에서의 오염에 관해서는 균에 의한 오염과, 분진등에 의한 오염, 기타 의약품간의 오염, 건축내장, 제조기계에서의 오염등에 있어서 제조공정관리뿐아니라 작업실의 공기청정도가 필요하다. 의약품의 청정도 기준은 명확하지않지만 제조공정마다 GMP의 오염방지를 가미하였고 경험적인 청정도를 설정하는 경우가 많다. 그림 4는 제조공정과 청정도예를 나타낸다.

의약품제조공장에있어서의 온습도는 일반공조와 같은조건이나, 청정도가 높은 작업실에있어서 작업자는 통기성이안되는 무진복, 마스크, 모자를 사용하는것이 일반공조와 다르고, 조금낮은 온도, 저습도가 요구되고 일반적으로 온도는 19 ~ 25 °C (통상 22 °C전후), 습도는 흡습성과 곰팡이의 발육방지의 점인 45 ~ 50 %정도 제어된다. 특히 분말주사제등 흡습성이 강한 제품의 작업장에서는 30 ~ 40 %의 저습도로 제어되는 경우도있다. 이런경우 에너지 절약면에서 특정의 저습도 작업지역의 공조계통은 별도 제습장치를 설치하여 저습도화를하는 경우도있다.

표 5는 미국제약공업협회 (PMA)가 1973년에 협회가맹회사를 대상으로 GMP시설

상황의 앙케이트조사에의하여 공조와 CLEAN ROOM 내부구조 관련사항을 정리하였다 (일본공기청정협회 : 공기청정핸드북 P 556에서)

6. 실험동물사육실의 BCR과 온습도

실험동물은 미생물의 통제정도에따라 4종류로 분류된다.

6.1 무균동물 (Germ Free Animals)

최고 청정동물로 검출가능한 방법으로의 미생물, 기생충도없는 완전무균동물로 일반적인 무균이되어져있는 자궁내에서 동물을 제왕절개 또는 자궁절단술에의해 외기와 접하지않고 무균상태에서 나오며, 무균환경하에서 사육되어져야한다. 수술과 사육은 전부 Isolator라하는 격리용기에서 행한다.

6.2 Gnotobiot

특정한 미생물, 기생충의 모두가 명확하게 되어있는 동물, 일반적으로 무균동물에 특별한 미생물이있는 기생충을 정착하여 나타내는 방법이있으며 이것또한 Isolator에서 사육된다.

6.3 SPF동물 (Specific Pathogen Free Animal)

특별히 지정되어있는 미생물, 기생충이있는 동물, 지정이외의 병원체에대해서는 필히 Free가 아니다. 지정미생물의 종류에

표 5. 의약품제조 (GMP 시설) 관련 공조와 클린룸내부 조건

항 목	고형제제 (정, 캡슐, 트로우시, 산제)	액 제 (액제, 현탁제, 유제)	무 균 제 제
공조의조건	온도: 21 ~ 26.7 °C 습도: 40 ~ 50 % RH 환기회수: 0 ~ 10 회/h (응답수의 비율 35%) 10 ~ 25 회/h (응답수의비율 55%) 신선공기량: 5 ~ 25 % (응답수의 비율 64%) 75 ~ 100 % (응답수의 비율 25%) 제습기의 종류: 냉각수	온도: 21 ~ 26.7 °C 습도: 40 ~ 50% RH 환기회수: 5 ~ 10 회/h 응답수의 비율 36%) 10 ~ 20 회/h (응답수의 비율 45%) 신선공기량: 10 ~ 15 %	온도: 21 ~ 26.7 °C 습도: 40 ~ 50% RH (액체) 20 ~ 50% RH (고체) 30 ~ 50% RH (충진실) 환기회수: 0 ~ 50 회/h 신선공기량: 5 ~ 50% (액체) 10 ~ 20 % (고체) 0 ~ 25 % (충진실)
바닥 구조	○ 콘크리트에 도장 ○ 콘크리트에 우레탄 또는 에폭시코팅 ○ 타일, 리놀륨 (linoleum) ○ 테라조 (Terrazzo)	○ 콘크리트에 도장 ○ 콘크리트에 우레탄 또는 에폭시코팅	○ 타일, 리놀륨 (linoleum) ○ 테라조 ○ 콘크리트에 우레탄 또는 에폭시코팅
벽의 구조	○ 콘크리트 블록 또는 콘크리트 블록에 도장 ○ 콘크리트 블록에 우레탄 에폭시 코팅 ○ 광택있는 타일	○ 광택있는 타일 ○ 콘크리트 블록에 도장 ○ 콘크리트 블록에 우레탄 또는 에폭시 코팅	○ 콘크리트 블록에 도장 ○ 금속 Partition ○ 건식벽 ○ 광택있는 타일 ○ 석고보드 에폭시도장
천정의구조		○ 콘트리트 ○ 방음판 (Acoustic tile)	○ 석고보드 ○ 플라스틱 또는 금속판넬의 고정천정 ○ 플라스틱 또는 금속판넬을 매달은 천정 ○ 방음판 (Acoustic tile)

(일본공기청정협회: 공기청정핸드북 p.556에서)

대해서는 반드시 통일되어있지않고, 전염병에 감염되지않는 계통의 동물자격으로 의학, 약학, 생물연구에 매우 중요한 동물이다. 일반적인 실험동물사육시설에서의 BCR이라는것은 SPF 동물시설을 말한다.

6.4 Conventional Animals

상기 3종류이외의 지정미생물이 명확하지않는 일반동물.

동물사육에서의 온습도는 동물의 쾌적환

경면에서 선정되어진다. 동물은 체온조절을 위해서 피하조직의 발한작용이 사람과다르고 중량당의 체적면적이 크기때문에 온습도의 변화와 기류의 영향을 잘받는다. 동물실의 온습도는 표 6에있고 실험동물의 발열량과 환기량을 표7에 표시한다. 표 6에의하여 온습도는 넓게분포되어있고, 일반적인 온습도에서는 23℃ ± 1 ~ ± 2℃, 습도는 50% ± 5 ~ 10%로 제어한다. 기류는 0.2 ~ 0.25

표 6 동물실 온습도

동 물	공기조화위생공학편람①		GV-SOLAS②	
	온 도 (℃)	습 도 (%)	온 도 (℃)	습 도 (%)
생쥐 (Mouse)	21 ~ 27	40 ~ 70	20 ~ 24	50 ~ 60
큰쥐 (Hamsfer)	21 ~ 23	40 ~ 70	20 ~ 24	50 ~ 60
쥐 (Rat)	21 ~ 27	40 ~ 70	20 ~ 24	50 ~ 60
모르모트	21 ~ 23	40 ~ 70	16 ~ 20	50 ~ 60
토끼	16 ~ 24	40 ~ 45	16 ~ 20	50 ~ 60
고양이	21 ~ 24	40 ~ 45	20 ~ 24	50 ~ 60
개	18 ~ 24	45 ~ 55	16 ~ 20	50 ~ 60
영장류	16 ~ 29	40 ~ 60*	20 ~ 24	50 ~ 60

주) * 쥐원숭이와 다마린 (키누원숭이의 일종) 은 60 ~ 65 % , 허용범위는 ± 0.5℃ , 상대습도 ± 5%

① 공기조화위생공학회 : 공기조화위생공학편람 제 10 판, 1980 (ASHRAE Guide & Data Book, Applications(1978) 인용)

② Society for Laboratory Animal Science (1980) : Planning Structure and Construction of Animal Facilities for Institutes Performing Animal Experiments, GV-SOLAS, Basel

m/s 이하가 적당하다. 실험동물 시설기준연구회의 Guide Line에서는 기준치가 0.13~0.18m/s이다. 이런경우 실내온도분포에 나쁜영향을 줄수있으므로 Sensor의 위치를 고려하여 공조의 토출구, 흡입구의 수에의한 형상, 위치에 주의를 요한다. 또한 동물이 나가거나 배설물의 악취, 배설물 분해의 악

취, 체취등의 제거를위해 10~15회/시간 정도의 환기(외기도입)가 필요하고 배기는 활성탄등에의해 냄새를 처리하는것이 필요하다. 청정도는 CLASS 10,000~100,000 정도이다. 그림 5에는 실험동물 사육실의 공조 SYSTEM의 예이다.

실험동물사육실의 BCR은 다른 BCR과

표 7. 실험동물의 발열량과 환기량

동 물*1	중 량 [gf]	발열량 [kcal/h·匹]				고유공간 [m ³ /匹]	환기량 [m ³ /h·匹]
		기초대사*2	통상활동시				
			현열	잠열	전열		
생쥐 (Mouse)	21	0.17	0.28	0.14	0.42	9.62×10^{-4}	0.25
큰쥐 (Hamster)	119	0.61	1.02	0.50	1.52	1.87×10^{-3}	0.7
쥐 (Rat)	280	1.17	1.96	0.97	2.93	3.34×10^{-3}	1.4
모르모트 (Guinea Pig)	410	1.54	2.58	1.27	3.85	1.16×10^{-2}	2.0
토끼 (Rabbit)	2,450	5.90	9.89	4.87	14.8	0.116	21
고양이 (cat)	3,000	6.86	11.5	5.66	17.2	0.170	21
영장류 (Nonhuman Primate)	5,440	10.7	18.0	8.85	26.9	0.283	31
개 (Dog)	10,300	17.3	26.4	14.2	40.6	1.02	92
개 (Dog)	22,700	31.3	58.2	31.3	89.5	1.27	128
염 소	36,000	44.2	74.1	36.5	111.		
양	44,900	52.2	87.5	43.1	131.		
돼 지	68,000	71.1	93.5	73.6	167.		
닭	1,820	4.71	3.25	5.52	8.77	5.66×10^{-2}	12~23

주) * 1) 발열량 Data가 불명한것은 $ATHG = 2.5 M^{-10}$ 을 기준으로 산정하였다.

각 잠열은 전열의 약 33%, 현열은 전열의 약 67%로 산정하였다.

* 2) 기준 신진대사량 = 6.6 body wt. 0.75 (BTU·h/animal) 에 준하였다.

공기조화위생공학회 : 공기조화위생공학 편람 제 10 판 (1980)

달리 다른배려를 하는것이 필요하다.

① 사육은 24 시간 연속으로 장시간 (때로는 3년이상) 으로 연속운전을 하여야하므로 기기의 고장을 고려한 예비기를 설치한다.

② 사육실에서는 발병이 다른실에 감염되지않는 교차감염방지 SYSTEM으로한다.

③ 급기측에 HEPA Filter, 살균등을 설치하여 미생물의 침입을 방지한다.

④ 배기는 활성탄등에 의한 탈취처리를 고려한다.

⑤ 사육실에는 실험동물의 탈모가 많으므로 흡입구에는 Filter를 설치한다.

⑥ 소독, 멸균이 가능한 SYSTEM, 재료를 사용한다.

⑦ 사람의 출입시에는 갱의실, 샤워실을 통하여, 물건이 출입시에는 Autoclave, Airlock 등으로 관리한다.

⑧ 자가발전장치를 설치한다.

7. 식품공업의 BCR과 온습도

최근 가공식품을 중심으로 식생활의 변화가 매우크게일고 있으므로해서, 식품의 제조를 포함한, 안전성뿐만아니라 품질면에서도 엄격한 품질관리가 요구되고있다. 특히 제조, 포장공정에서의 품질관리가 중요한 문

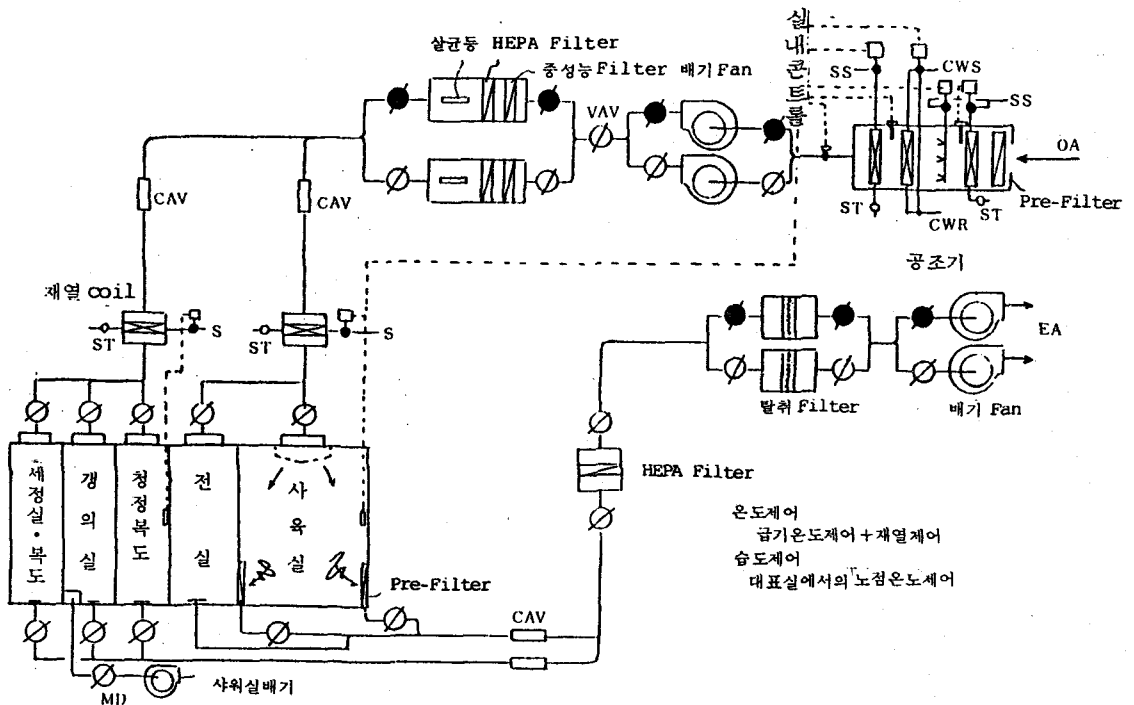


그림 5 실험동물 사육실의 공조 SYSTEM에

제이다.

식품공업에서의 반제품, 완제품의 일반적인 미생물 오염경로를 그림 6에 표시한다.

그림 6에 표시된것같이 종래에는 식품제조 의 품질에는 공기중의 부유균, 낙하균등의 미생물에 의한 세균오염이 비교적 경시되고 있는 현상이있고, 식품위생상의 위해방지책 으로는 이 공기중의 부유균, 낙하균에 대한

미생물제어와 세균증식에 영향을주는 온습도제어가 완전포장의 식품에 대해 매우 중요한 요소이다. 또한 품질의 안정을위해 무첨가식품으로 이행함으로써 고온살균에서 저온충진으로의 이행등의 점에서 제조뿐 아니라 포장공정에서도 BCR이 필요하다. 식품에 대해서는 BCR 관련 청정도와 온습도의 명확한 기준이없고 NASA규격 (전 2항 표 1

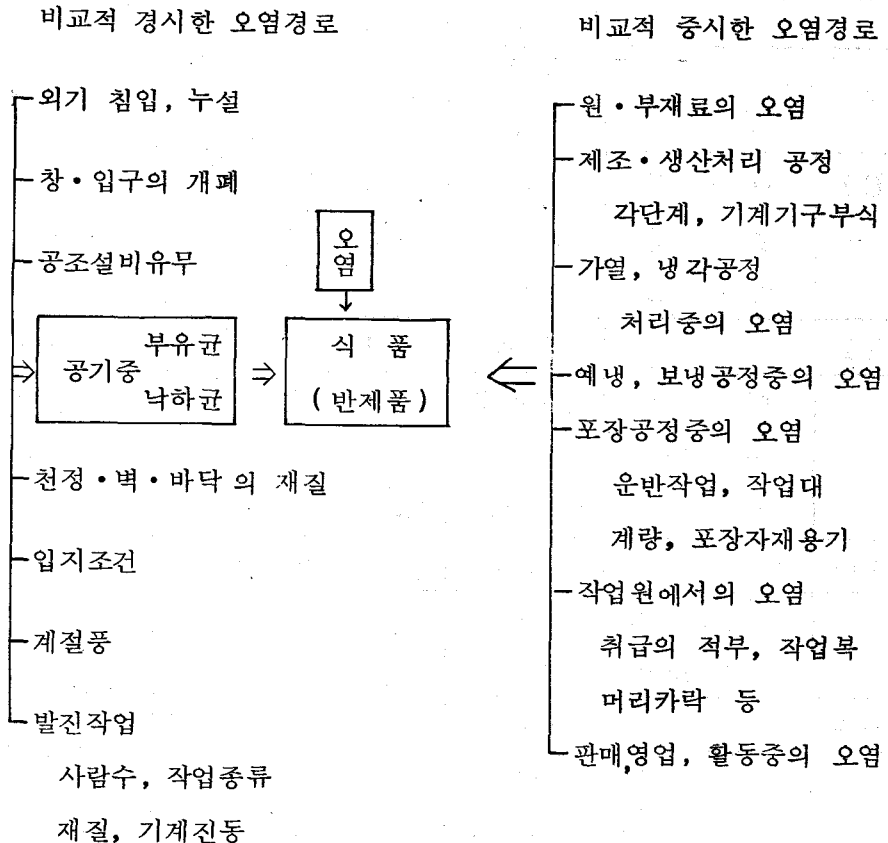


그림. 6 식품공장에서의 제품오염경로 (西田, 1977)

(사)일본공기청정협회 : 공기청정 Hand book p 594

참조)을 참고로한다. 여러가지 제조조건을 기준으로 경험적으로 결정하고있다. 참고자료로는 후생성 환경위생국 식품위생과가 집단시설의 위생적 시설기준과 이런 관리수법에 대하여 연구를하여 환경위생기준을 표 8에 나타낸다.

식품은 종류, 신선도, 가공공정등에의해 위생물의 종류가 다르고 청정도제어, 온도제어

도 다르며 일반적인 청정도는 CLASS 10,000 정도가 요구되고, 온도는 제조공정에 따라 영하에서 고온까지이고 작업실에서는 세균의 증식대책으로 15℃이하가 좋으나 작업자의 환경면에서 보통 15~20℃로 제어한다.

공기조화장치로는 설비의 경제성을 가미하여 BCR의 규모 온습도제어의 범위에따라 P-package형 공조기, Air Handling U-

표 8. 환경위생기준 (1974)

구 분		쾌적혹은 청 정 치	목 표 치	허 용 치
온도 [℃]	여 름	25	26~27, 24~23	28~21, 22~20
	봄 · 가을	22~23	24~25, 21~20	26~27, 19~18
	겨 울	20	21~22, 19~17	23, 16~15
습도 [%]		50~60	61~70, 43~42	71~80, 41~35
기류 [m/S]	여 름	0.40~0.50	0.51~0.74, 0.39~0.25	0.75~1.09, 0.24~0.10
	봄 · 가을	0.30~0.40	0.41~0.57, 0.29~0.18	0.58~0.82, 0.16~0.08
	겨 울	0.20~0.30	0.31~0.45, 0.19~0.12	0.46~0.65, 0.11~0.06
탄산 Gas 량 [%]		< 0.07	0.071~0.099	0.100~0.140
분진 량	계산법 [개/CC]	< 200	201~499	500~699
	중량법 [mg/m ³]	< 2	3~4	5~8
낙하세균수		< 30	30~50	50~100
조도 [1X]	표 준	200	100	50
	범 위	300~150	150~70	70~30

(비고) 낙하세균수는 낙하법에 의하여 5분간 노출 (집단급식시설의 위생적 시설기준과 이것의 관리수법에 대한 연구) (후생성 환경위생국식품위생과)

(사) 일본공기청정협회 : 공기청정 Hand book p.608.

nit(15℃이하의 저온의 경우에는 냉동기, 저온제습기와 조합하여 사용)와 HEPA Filter Unit(그림 7), Clean Booth(그림 8), Clean Bench(그림 9) 등을 겸용한다. 표 9에는 식품공장의 청정도를 표시한다.

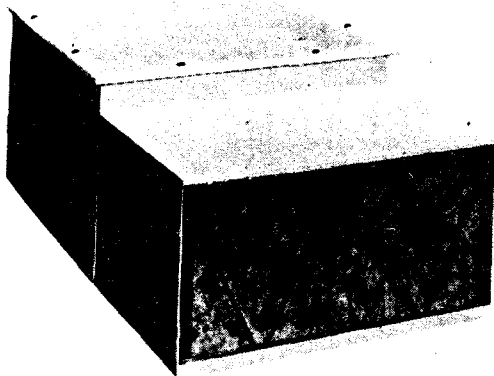


그림 7 Filter Unit

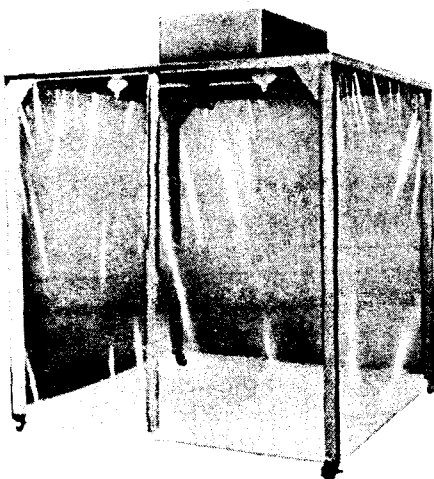


그림 8 Clean Bench

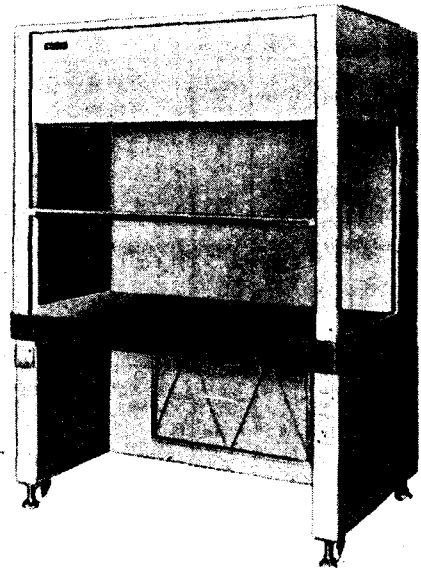


그림 9 Clean Booth

표. 9 식품공장의 청정도

업 종	내 용	CLASS
어육가공	어육냉각실	1,000
	포장실	10,000
식육가공	햄버거입입실	10,000
	" 냉각실	1,000~10,000
	" 포장실	10,000
	햄 포장실	10,000
	전 실	100,000
과자공장	가스테라포장실	1,000~10,000
	생 과 자포장실	10,000
버 섯	균 실	1,000
	묘식실	100
음료수공장	생쥬스 충전	1,000~10,000
	우 유 충전	1,000
떡공장	포 장	1,000~10,000

표 10 BCR의 일반제어 방식

공기조화장치		제 어 방 식		주 의 점	
패 캐 이 지 형 공 조 기	온 도	냉각	실 내 온 도	1. 압축기의 ON-OFF 제어는 정도가 나쁨 (단 Inverter 용량제어 제외) 온도 : $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 이상 습도 : $\pm 10\%$ 이상 2. Pan형 Heater 가습기는 응답이 늦는데 주의를 요함	
		가열	조절기		
	습도	가습	실 내 상대습도 조절기		
		제습	냉각 COLL로 냉각제습하고, 가열 coil로 재열		
에 어 핸 드 링 유 니 트	온 도	냉각	급기공기 온도조절기	냉각 3Way-Valve 비례 제어	1. 재열 : 각실의 설정온도가 다를 경우, 공급온도 경로에 사용한다. 2. 예열 : 전외기방식 또는 그와 비슷한 방식에서는 동계에 열교환기의 동결을 방지하기 위하여 사용한다.
			급기노점온도 조절기		
			다점온도점출온도조절기		
			실내온도 조절기		
	가열	급기공기온도 조절기	1. 온수 3Way-Valve 비례제어 2. 증기 2Way-Valve 비례제어 3. 전기 Heater 비례제어		
		실내온도 조절기			
다점온도점출온도조절기					
재열	실내온도조절기				
예열	OA 온도조절기	1. 증기 2Way-Valve 제어 2. 전기 Heater 제어			
습 도	가습	급기공기 또는 실내공기 상대습도 조절기	1. 온수 Spray 2Way-Valve 제어 2. 증기 Spray 2Way-Valve 제어		
	제습	노점온도 조절기	냉각 coil로 냉각제습하고 가열 coil로 재열		

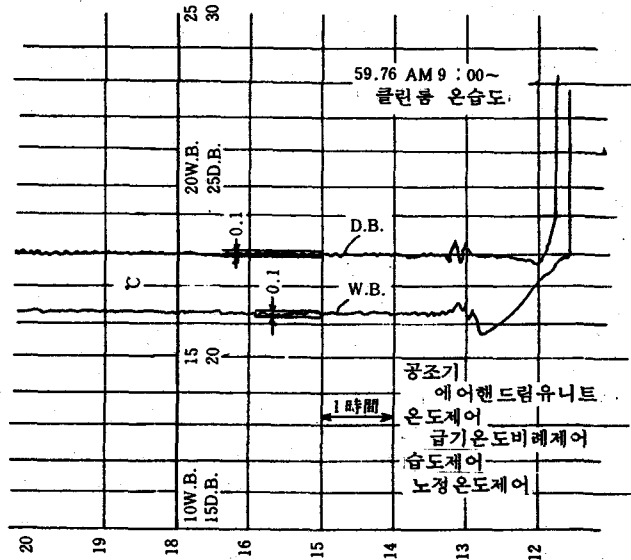


그림 10 온습도 제어 사례

8. 온습도제어

BCR의 일반제어방식으로는 표 10에, 그림 10에는 제어온습도사례를 나타낸다.

맺음말

최근 BCR을 필요로하는 업종이 크게 확대되고있고, 업종내용에따라 제어내용이 전혀다른 경우도있다. 여기서는 대표적인 사례를 들었다. 앞으로 계속해서 BCR에대한 연구와 개발을 하는데 더욱 박차를 가하여야한다.

참고문헌

- 1) 미국항공우주국 규격 NASA 5340.2
NASA Standards for Clean Room and Work Stations for the Microbially Contralled Environment NASA.1967.8
- 2) 空氣調和衛生工學便覽 第10版 II-632,

633,795,796

- 3) 日本空氣清淨協會 空氣清淨ハンドブック P 556, 594, 608, 647
- 4) Society for Laboratory Animal Science(1980):Plannin-g Structure and Construction of Animal Experiments, GV-SOLAS Basel
- 5) 茂利喬泰:食品工業における微生物管理, 第三回食品最新技術講座;光琳書院(1967)
- 5) 厚生省環境衛生局食品衛生課:集團給食施設の衛生基準とその管理手法, 食品衛生研究 24.8
- 7) 日本冷凍協會:冷凍空調技術 '84-2 Vol35 No 408
- 8) 實驗動物施設基準研究會:ガイドライン 實驗動物施設の建築および設備(58年版)