

방직공장에서의 공기조화(IV)

4. 공기조화장치의 운전 및 보전관리

4.1 공기조화장치의 운전관리

방직공장에 있어서 공정유지조건의 하나인 공기조화의 필요성은 지금까지 설명한 것과 같다. 운전관리는 알맞는 공기조건을 유지하기 위해 공기조화장치를 어떤 방법으로 운전하는가를 말한다.

4.1.1 운전상의 주의사항

공기조화 장치를 운전하기 위해서는 장치자체의 구조 및 작용, 공기조화 대상인 실내의 구조 및 목표 온습도 등에 따라 그 세부항목까지는 같지 않지만, 여기서는 일반적인 원리를 기술하였다.

(1) 순서

① 실내 온습도의 결정

생산설비의 운전에 필요한 온습도 조건은 취급하는 섬유의 종류, 같은 섬유라도 천연섬유의 경우는 그 산지나 수확년도에 따라, 화학섬유의 경우는 제조회사나 유제, 또는 혼방율 등에 따라 적합한 조건은 다르다. 따라서 적정 온습도 조건은 생산설비의 운전상태를 살피면서 찾아내어야 하며, 외기의 온습도와 현재 운전 중인 공기조화장치의 성능 등을 고려하여 결정할 필요가 있다.

② 외기 온습도의 측정

일반적으로 외기 도입의 주목적은 작업자를 위한 신선한 공기의 공급과 냉열원으로서의 이용을 생각할 수 있다. 방직공장의 공기조화장치에서는 조

화공기의 송풍량이 많으므로 작업자에 대한 신선한 공기의 공급은 충분하여, 외기는 주로 냉열원으로서 이용된다. 때문에 외기 온습도의 측정이 필요하다.

③ 실내 온습도의 측정과 조정

목표로 하는 실내 온습도여부를 측정하고 확인한다. 측정 결과, 목표 온습도와 차이가 있는 경우에는 공기조화장치의 댐퍼(damper) 및 급수 밸브를 조작하여 실내 온습도를 목표치가 되도록 조정한다. 이 순서가 자동적으로 시행되도록 한 것이 공기조화장치의 자동제어로서, 최근에는 생력화 및 안전한 공조조건을 얻기 위해 장치에 자동제어가 많이 채용되고 있다.

(2) 취급방법

① 공기선도의 이용

공기조화장치의 구체적인 운전방법을 결정하는 경우, 온습도에 관한 판단은 반드시 공기선도(空氣線圖) 상에서 검토하여 방향을 설정하는 것이 중요하다.

② 실내 온습도의 균일 정도

실내 온습도의 균일 정도는 공기조화운전에서 중요한 것인데 일반적으로 잇기가 쉽다. 공조 대상의 실내에는 조정된 공기를 공급하고 출입구 및 창으로부터 직접 외기와 같은 미조정의 공기가 유입되지 않도록 하기 위해 송기량을 환기량보다 약간(3~10%) 많게 한다.

③ 급격한 변화의 방지

설비능력 내에서 경제적인 운전을 하여 실내가 가능한 한 항온항습으로 유지되도록 노력하는 것은 공기조화운전 목표의 하나인데, 설비용량, 공조부하 및 그 밖의 요인(경제적인 문제 등)에 의해 실내의 온습도를 일정하게 유

지할 수 없는 경우라도 급격한 변화는 조업상태에 큰 영향을 미치므로 피해야 한다.

4.1.2 운전관리항목

일반적으로 방직공장에서 사용하는 공기조화설비는 캐리어(Carrier) 설비로 불리는 에어·워셔형이 대부분이므로 지금부터는 이 설비를 대상으로 기술한다. 공기조화설비를 운전하는 경우 주된 관리항목으로서 다음의 4가지가 있다.

- ① 워셔의 출구공기 온도
- ② 워셔·스프레이 수온(水溫)
- ③ 실내 온습도
- ④ 외기와 실내공기의 엔탈피

이 항목을 고려하여 운전하여야 하는데, 수동제어형 공기조화 장치에서는 가능한 조작의 단순화를 도모할 필요가 있다. 반대로 조작을 복잡하게 하는 듯한 행위를 자주 볼 수 있는데 충분히 주의하여야 한다. 예를 들어 실내습도가 너무 상승하기 때문에 에어·워셔의 스프레이 수압을 낮추고 워셔 출구공기의 포화도를 저하시키려고 하면 송기(送氣) 상태가 불안정하게 되므로 제어가 곤란하게 된다. 또한 의식적으로 그와 같은 일을 하지 않는 경우라도 스프레이 노즐의 막힘 및 스프레이 펌프 고장(펌프 흡입구의 막힘 및 토출측 배관의 막힘)에 의한 압력저하로 느끼지 못하는 사이에 제어불능 상태로 되어 있는 경우가 있다. 아래에 각 관리항목에 대하여 검토한다.

(1) 워셔 출구공기 온도

워셔 출구공기의 포화도는 95 ~ 100%로 각 장치에 따라 거의 그 수치는 정

해져 있다. 따라서 워셔의 출구온도는 장치의 노점온도와 상관관계에 있는 대표값이라고 할 수 있다. 공기조화장치를 운전하는 경우는 워셔의 출구온도를 일정하게 하고 그 송풍량을 조절함으로써 실내 온습도를 제어한다. 워셔의 출구온도는 실내 소요 온습도에 의해 결정되지만 공기조화설비의 구성기구, 능력 및 주위 상황에 따라 경제성도 고려해서 정할 필요가 있다.

(2) 워셔 · 스프레이 수온

특히 냉방시의 경우, 워셔 출구온도를 제어하기 위해 장치의 워셔 출구온도와 워셔 스프레이 수온과의 상관관계를 파악하고 워셔의 수온을 제어한다. 워셔 수온의 조절방법으로는,

- ① 지하수 + 순환수
- ② 냉동기에 의한 냉수 + 순환수
- ③ 환기+외기(순환수만의 경우)

등의 조합으로 각각의 양을 조절하는데, 자동제어형 공기조화기에서는 지하수 또는 냉수와 순환수를 3방향 밸브에 의해 제어하고, 전 순환수 스프레이의 경우는 환기, 외기의 혼합비율을 결정하여 워셔의 출구공기 온도를 제어한다.

(3) 실내 온습도

실내공기의 온도는 송풍량에 반비례하고 습도는 송풍량에 거의 비례한다. 따라서 실내의 습도가 내려가면(온도가 상승하면) 송풍량을 늘리고, 습도가 올라가면(온도가 내려가면) 송풍량을 감소시키면 된다. 또한 공기조화기의 송풍량은 실내 온습도를 측정하고 이것을 공기선도상에 기입하여 소요 실내조건과의 관계로부터 결정한다.

(4) 외기와 실내공기의 엔탈피

공기의 엔탈피를 비교하는 경우, 공기선도에 의해서도 알 수 있듯이 대략은 습구온도를 비교하면 좋다(습구온도의 대소가 엔탈피의 대소와 동일한 경향을 보임). 따라서 공기조화기 운전상 환기를 사용할까, 외기를 사용할까는 습구온도의 대소에 따라 결정한다. 이 관계를 <그림 4.1>에 나타내었다.

- 송기(送氣)는 상대습도가 거의 100%이므로 이 그림에서는 송기의 상대습도를 100%로 하였다.

- 외기 상태

- 직선 ①의 우측(엔탈피 또는 습구온도가 환기보다 높은 경우)

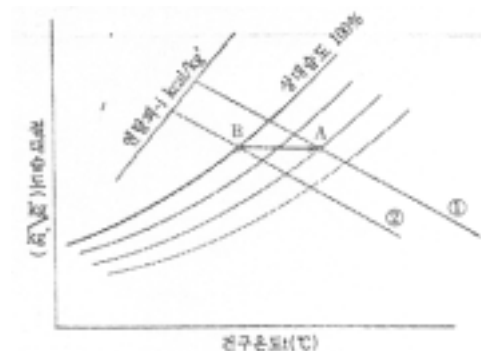
- 전량 환기하며, 냉수 또는 지하수로 냉각이 필요하다.

- 직선 ①, ②의 사이(엔탈피 또는 습구온도가 환기와 송기 사이인 경우)

- 전량 외기를 도입하며, 냉수 혹은 지하수로 냉각이 필요하다.

- 직선 ②의 좌측(엔탈피 또는 습구온도가 송기보다 낮은 경우)

- 환기와 외기를 혼합하여 단열 스프레이만으로 하며, 냉수 혹은 지하수에 의한 냉각은 필요하지 않다.



<그림 4.1> 환기와 외기의 이용기준

(A: 환기(실내상태), B: 송기, ①: 환기 엔탈피, ②: 송기의 엔탈피)

4.2 공기조화장치의 관리

설비의 보전관리에는,

- 장치를 구성하는 개개 기기의 관리
- 장치 전체의 관리 등이 있는데, 공기조화장치의 설계 의도, 장치의 기능, 특성을 충분히 파악하고 보전하여 성능유지에 노력하고 필요한 실내 온습도 조건을 안정시킴과 동시에 설비의 노후화를 예방하는 것이 보전관리의 주목적이다.

(1) 설계조건의 파악

설계조건을 파악하는 것은 설계시 설계자의 의도, 당시의 기술수준, 생산 설비 및 온습도 조건 등을 알 수 있고 설비의 개선점을 검토하는 자료도 된다. 이를 위해서는 <표 4.1>과 같은 내용의 관리자료를 정리해 두면 좋다.

<표 4.1> 설계조건의 파악과 보전관리자료

자료명	항 목	기록내용
설계계산서	① 설비의 설치이유 ② 실내 온습도 조건 (°C, %) ③ 외기 온습도 조건 (°C, %) ④ 건물구조에 따른 공조부하 (kcal/h) ⑤ 실내부하 (kcal/h) ⑥ 공조기 부하 (kcal/h) ⑦ 송기조건 (°C, %, m ³ /h) ⑧ 냉온열원 ⑨ 실내직접 분무급습장치	· 기술적, 경제적 등의 이유를 알 수 있음 · 지붕, 벽, 바닥, 창유리 등의 사양과 전달열량 · 주요기계의 기종, 운전조건, 대수, 모터입력, 가동률, 조명용량, 인원 등 · 송기온습도, 송기량, 공기조화장치의 효율 · 수량, 수온, 수질, 냉각(냉동)장치, 증기의 압력과 양, 가열장치의 용량 등 · 형식, 분무급습량 등
시공도 공사사양서	① 에어·위셔, 필터 등의 사양 ② 덕트의 다이어그램 ③ 배관의 다이어그램 ④ 계기장치의 다이어그램 ⑤ 도장의 사양	· 경과년도변화, 보전주기 등의 추정이 가능 · 덕트의 치수, 댐퍼의 위치, 측정구의 위치 등을 알 수 있음 · 배관치수, 흐름의 계통 및 압력, 온도의 측정 위치를 알 수 있음. 또한 손실도 추정 가능

취급 설명서 기기 조립도 기기 사양서 기기 성능표	① 점검기준 ② 조작기준 ③ 보전기준	· 점검항목, 점검방법, 점검주기 · 오조작에 의한 잘못을 없앴 · 윤활유, 도장의 사양, 보전항목, 보전주기
준공검사 결과	① 공기조화장치의 성능 ② 각 기기의 성능	· 설계와의 대비(여유율) · 위와 같음

(2) 현상파악

현재의 실내 온습도, 송풍상태 및 공조부하를 조사하고 그 결과를 설계치와 비교한다. 이것은 공기조화 설비의 경과년도 변화 또는 공장내 공조부하 변화에 적응한 공기조화설비 개조 의 자료로서 중요하다. 현재 상태와 설계 조건과의 비교항목 예를 <표 4.2>에 나타냈다.

(3) 보전관리 기록의 보존

설비에 대한 취급설명서 및 준공검사 결과로부터 적정 보전주기를 정하여 실시하고 각 구성기기의 상태를 파악하며 설비 교체시기의 결정자료로 활용할 수 있도록 설비에 대한 관리기록을 작성할 필요가 있다.

<표 4.2> 현재 상태와 설계조건과의 비교

조건 · 기기	내 용	주의사항	점검주기
실내 온습도	온습도	· 분포상황 · 생산설비의 가동상황	1회/년 (부하최대시기)
공조부하	실내부하 공조기부하	· 공기온도, 스프레이 수온, 팬의 동력 등, 측정가능한 상태값을 이용 공조부하 산출.	1회/년 (부하최대시기)
팬	팬 성능	· 정압(靜壓): (흡입측) -에어 필터의 막힘 유무 -엘리미네이터(eliminator), 미늘창 및 히터의 막힘 및 변형 유무 -댐퍼류의 열림정도 확인 및 그 작동확인 (토출측) -상기(흡입측) 3항목 -덕트 내부의 오염 유무 · 동력, 효율:	1회/년 (부하최대시기)

		-블레이드, 케이싱에의 먼지 축적상태 -캐리오버(carry-over)등에 의한 블레이드, 케이싱의 부식 -블레이드, 케이싱, 그 밖의 형상변화 · 회전수: -벨트의 미끄러짐	
냉동기설비	열교환기 터보식 흡수식 냉수, 냉각수	· 증발기, 응축기의 교환열량 · 증발기나 응축기의 교환열량, 증기사용량 · 수온, 수량, 수질 · 냉각탑의 능력(냉각탑 사용의 경우)	1회/년 (부하최대시기)
스프레이 · 펌프	펌프 성능 스프레이 · 노즐	· 수량, 압력, 능력: -밸브의 개폐상황 확인 -석션 여과기의 막힘 · 분무상태 -노즐막힘 체크는 펌프압력을 기준으로 함 -노즐의 탈락, 노즐막힘	수 시
공기 필터	막힘 상황	· 눈으로 확인, 압력손실	수 시
덕트	막힘, 오염, 파손	· 눈으로 확인, 압력손실	1회/년
에어 · 워셔	종합성능	· 처리풍량, 각부의 정압, 출입구 공기의 상태값, 수온 및 수량으로 기능을 체크 · 엘리미네이터의 기능(막힘, 캐리오버)	1회/년
지하수	지하수의 성능 펌프 성능	· 양수량, 수위, 수질, 수온 등 : - (양수량 수위강하 선도)를 작성하여 최적 양수량을 결정 - 지하수간의 간섭 유무 - 계절변화 · 수량, 압력, 동력	2회/년 (농수기와 갈수기) 단, 비수기의 지하수 정비는 계획적으로 실시한다.
직접분무 급습장치	분무상태 루츠 블로어의 성능	· 분무의 질, 공기관 및 수관의 막힘 · 사용분무구 수와 소요 공기량과의 관계 · 토출측 압력 · 필터 막힘 · 동력	수 시

4.3 공기조화기 운전방법

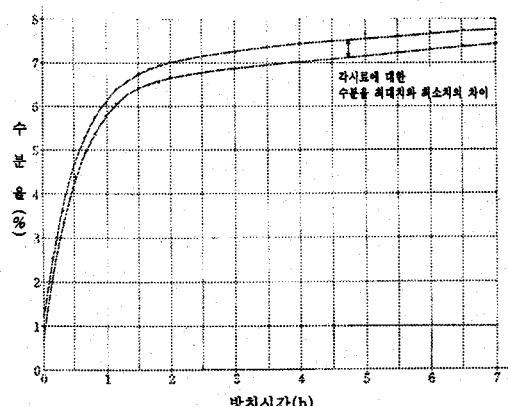
4.3.1 온습도와 수분율

(1) 절대습도와 면섬유 수분율의 관계

일정량의 절대습도가 면의 수분율에 미치는 영향은 온도가 낮을수록 크다. 이것은 일정량의 절대습도 변동량에 대해 건구온도가 낮을수록 상대습도의 변동량이 크기 때문이다.

(2) 원면의 흡습속도

일본방직검사협회가 실시한 수단면(시료수: 6), 브라질면(시료수: 6) 및 파키스탄면(시료수: 5)의 흡습속도 자료중 수단면의 자료를 <그림 4.2>에 나타내었다. 이것은 각 시료를 수분율 1% 정도까지 예비 건조한 후, 표준상태(DB=20°C, RH=60%)의 실내에 방치하여 방치시간과 수분율과의 관계를 조사한 것이다. 시험 결과에 의하면 브라질면은 수단면에 비해 초기 2시간의 흡습속도가 약간 빠른 경향을 보이고 있다. 7시간 경과후 각 시료의 산술평균 값은 수단면 7.47%, 브라질면 7.42%, 파키스탄면 7.37%로 거의 동일한 값을 나타내었다. 모든 원면에서의 공통점은 방치후 2시간까지는 수분율의 증가가 빠르고, 수분율은 6.5 ~ 7%가 되지만, 그 이후는 수분율의 증가가 매우 완만하게 된다는 점이다.



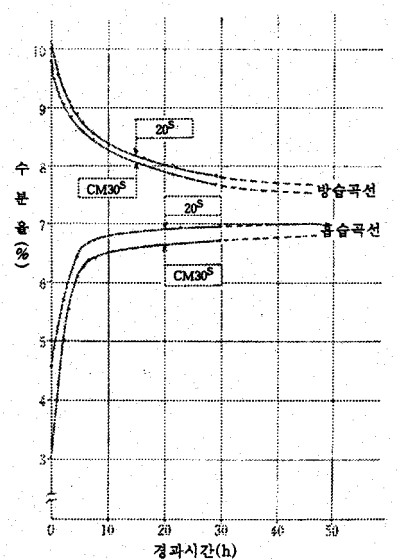
<그림 4.2> 수단면의 흡습곡선

(3) 순면사의 흡습·탈습 속도

순면사의 흡습 및 탈습 속도를 <그림 4.3>에 나타내었다. 이것은 순면 카 드사 Ne 20, 30, 40 및 정소면사 Ne 30, 40의 각 5 행크의 시료 각 10점을 수분 율 4%정도까지 예비 건조한 후, 표준대기(760mmHg, DB=20°C, RH=65%) 중에

방치하고 방치시간과 수분율과의 관계를 조사한 것이다. 방치 후 4~5시간에 모든 시료의 수분율은 6~6.5%가 되지만, 그 후는 급속히 흡습속도가 떨어져 30시간을 방치해도 수분율은 6.7~7%밖에 되지 않는다. 또한 수분율이 10% 정도 될 때까지 수분을 공급한 후, 표준대기 중에 방치하면 약 5시간 경과 후 수분율은 8.4~8.9% 정도가 되고, 그 후에는 서서히 방습이 이루어져 29시간 후에는 약 7.6~7.9%가 되며, 173시간 경과 후에는 7.0~7.3% 정도가 되었다.

<그림 4.3>에서 알 수 있듯이 방치시간이 상당히 길어져도 초기지점에서의 수분율 차이는 쉽게 줄어들지 않는다. 여기에도 공정의 공조조건을 안정시켜야 할 요소가 있다고 생각한다.



<그림 4.3> 순면사의 흡습·탈습 곡선

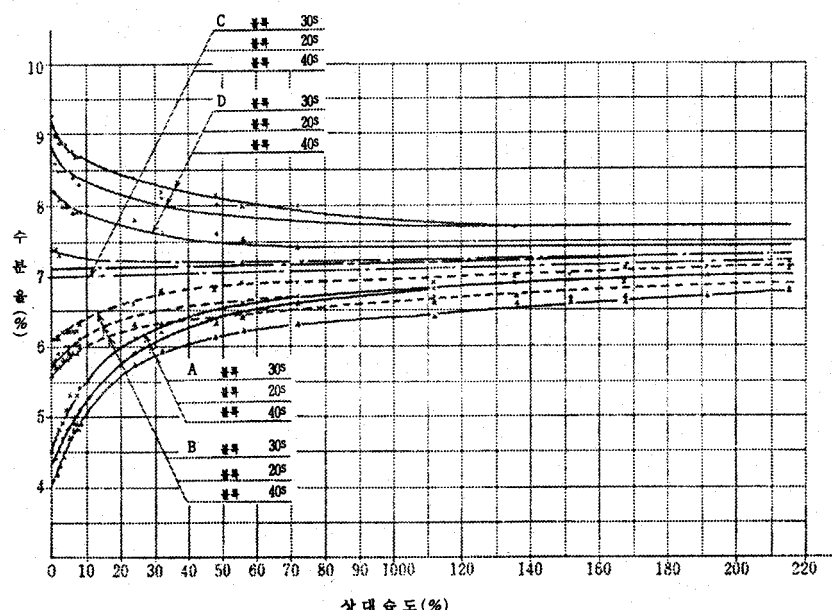
(4) 치즈에 감긴 순면사의 흡습·방출속도

순면 카드사 Ne 20, 30 및 40의 치즈에 감긴 실을 시료로 하여 각 변수당 1개 치즈를 <표 4.3>과 같이 4개의 그룹으로 나누어 수분을 조정하였다.

방치시간과 흡습·방습속도와의 관계를 <그림 4.4>에 나타내었다. 치즈상태 순면사의 경우 초기지점에서의 수분율 차이는 쉽게 균일화되지 않았다. 참고로 상기 치즈를 28일간 방치한 경우의 수분율을 <표 4.4>에 나타냈다.

<표 4.3> 시료의 그룹 분할과 예비 조정방법

그 룹	예비 조정 방법
A: 수분율 5%미만	건조기를 이용한 예비건조
B: 수분율 5 ~ 6.5%미만	예비조정 없음
C: 수분율 6.5 ~ 8.0% 미만	물이 있는 dedicator내에 넣어 가습
D: 수분율 8.0% 미만	물이 있는 dedicator내에 넣어 가습



<그림 4.4> 치즈에 감긴 순면사의 흡습·탈습 곡선

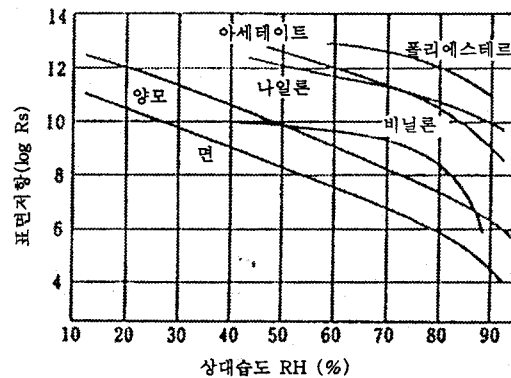
<표 4.4> 28시간 방치후의 수분율

그 룹	변수	방치전 수분율(%)	28시간 방치후 수분율(%)			
			외층	중간층	내층	평균
A	20	4.3	7.3	7.5	7.5	7.4
	30	4.5	7.2	7.4	7.4	7.3
	40	4.0	7.1	7.1	7.3	7.2
B	20	5.7	7.3	7.5	7.4	7.4
	30	6.1	7.1	7.4	7.4	7.3
	40	5.6	7.0	7.1	7.3	7.1
C	20	7.1	7.4	7.3	7.3	7.3
	30	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3
	40	7.0	7.2	7.2	7.2	7.2
D	20	8.9	7.8	7.7	7.5	7.7
	30	9.3	7.7	7.7	7.8	7.7
	40	8.2	7.6	7.4	7.2	7.4
평 균			7.3	7.4	7.4	7.4

4.3.2 온습도와 정전기

정전기는 절연된 이물질의 접촉, 분리, 연신, 압축 등에 의해 전자, 이온의 이동이 일어나고, 이들이 분리할 때 전하가 발생한다고 생각된다. 따라서 방 적기계에서 섬유가 통과하는 지점에서는 모두 정전기가 발생한다고 생각할 수 있다. 발생한 정전기는 전기저항이 큰 물체에서는 축적되고, 전기저항이 비교적 작은 물체에서는 방전 또는 누설에 의해 대전량이 감소한다. <그림 4.5>에 깨끗한 섬유소재의 전기저항치(R_s)와 상대습도와의 관계를 나타내었다.

섬유에서는 표면저항 $\log R_s$ 가 10이상에서 대전한다고 알려져 있으므로 정전기에 의한 장애를 방지하기 위해서는 면의 경우라도 상대습도를 30% 이상으로 할 필요가 있다. 합섬섬유의 경우에는 섬유의 흡습성이 낮고, 방직공장에서 채용되는 상대습도 조건에서는 표면저항 $\log R_s$ 를 10이하로 하는 것이 곤란하므로 합섬섬유의 제조공정에서 오일링을 하여 방직공정에서 정전기의 발생을 방지하고 있다. 오일링 효과는 금속과 섬유간의 윤활 및 섬유상호간의 마찰을 완화시켜 정전기 장애를 방지하는데 있다.



<그림 4.5> 섬유의 전기저항 R_s 와 상대습도와의 관계

4.3.3 공기조화기 운전방법

공기조화 연수회에서 수강자의 질문 중 가장 많은 것은 휴일 직후 및 중간기에 공기조화기 운전이 가장 어렵다는 것이다. 따라서 이 때의 운전방법에 대해 기술하고자 한다.

(1) 휴일 직후의 공기조화기 운전방법

① 실내 공기상태의 변화와 면의 수분율

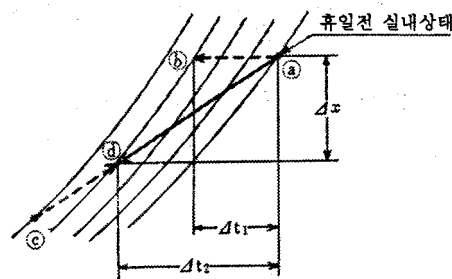
휴일 중에 실내의 공기상태는 어떻게 변화할까. 실내 공기상태의 변화 개념을 <그림 4.6>에 나타내었다.

㉑→㉒는 건물 출입구가 이상적으로 완전 폐쇄되어 외기의 유입이 전혀 없는 경우로, Δt_1 의 크기는 건물의 단열성능과 시시각각으로 변하는 실내온도-외기온도의 2가지 조건에 의해 결정된다.

㉑→㉔는 실제 공장에서 일반적으로 발생하는 휴일중 실내상태의 변화이다.

㉑는 외기를 나타낸다. Δx 및 Δt_2 는 외기의 침입 양으로 정해지는 값이다. 어느 쪽이라도 건구온도가 저하하고, 상대습도가 상승하는 변화이므로 면 및 실의 수분율을 증가시킨다. ㉒점과 ㉔점의 상대습도가 동일해도 ㉔점에서 방치된 면 또는 실의 수분율은 ㉒점에서 방치된 면 또는 실의 수분율보다 크게 된다. 이 때문에 ㉔점의 공기상태에서 보관된 면 및 중간제품은 ㉒점에서 보관된 면 및 중간제품보다도 더욱 건조시켜야 한다. 따라서 건조조작에 시간이 걸리고, 조업 초반에 시간이 걸리게 된다.

이와 같이 한번 바뀐 공기상태로부터 영향을 받은 면의 수분율은 좀처럼 원래상태로 돌아가기 어렵기 때문에 큰 변동은 피해야 한다. 휴일에 들어가기 전 출입구의 문을 폐쇄하여 외기의 침입을 방지하려는 것은 ㉑→㉔의 변화를 가능한 한 ㉑→㉒의 변화에 근접시키려는 대책의 하나라고 볼 수 있다.

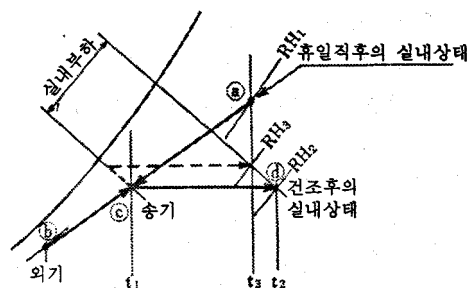


<그림 4.6> 휴일 중의 실내상태 변화

② 면의 건조작업

휴일전에 개표되어 공장내에 방치된 면 및 중간제품은 흡습하여 수분을 과다 함유하고 있다. 이 때문에 휴일 직후에는 조업의 준비작업으로 면 및 중간제품이 과잉으로 함유하고 있는 수분을 건조시키는 것이 필요하다.

예를 들어, 휴일전 공정의 공조조건이 30°C , 55%이었다면 면의 수분율은 대략 6.2%가 된다. 이 면이 휴일 중에 완전히 흡습하였다고 가정하고 이 면을 다시 6.2%까지 건조시키려고 한다면 공조조건은 30°C 이상, 46% 이하로 할 필요가 있다. 면의 수분율은 상대습도선에 거의 평행하므로 면을 건조시키려면 온도를 높이고 상대습도를 낮게 하면 좋다. 이를 위해서는 기계를 공운전하고 저온·저습의 외기를 투입, 환기와 혼합하여(바이패스가 있는 공기조화기는 바이패스를 통해) 송기(送氣)한다. 운전방법을 공기선도에 나타내면 <그림 4.7>의 ㉔→㉕와 같이 된다. 건조조작을 하기 전에 실내상태 및 외기상태를 계측하고, 건조작업 후의 실내상태 3가지를 공기선도 상에 표시하여 조작선을 긋고 작업하는 것이 필요하다. 조작선이 그려지면 외기와 환기의 혼합비를 각각의 댐퍼로 결정하여 이론에 맞춘 송기를 한다.



<그림 4.7> 휴일직후의 건조작업

③ 에어·워셔의 스프레이 방법 및 타이밍

조업의 초기 준비로서 건조작업이 끝나고 이어서 정상운전에 들어가면 실

내부하가 서서히 증가하여 외기와 환기를 혼합해 송기하는 것만으로는 실내가 너무 건조하기 때문에 실내부하를 냉각하여 낮출 수 없게 된다. 이와 같이 되면 공기조화기는 순환수를 스프레이 한다. 이때 공기상태의 변화는 <그림 4.7>의 점선처럼 된다. 스프레이의 타이밍은, 기계의 표면온도가 송기의 노점온도보다도 높게 되어 있는 것을 확인한 후 하지 않으면 기계표면에 결로(結露)가 발생한다.

④ 공기조화기는 차분하게 이론적으로 운전

위에 기술한 바와 같이 휴일직후는 면의 수분이력이 복잡하여 방적공정이 안정하게 될 때까지 공조조건을 설정이 곤란해진다. 따라서 이와 같은 경우에는 원리, 원칙에 의거하여 천천히 정상운전으로 복귀하려는 여유가 필요하다. 조급해서 일을 서두르면 오히려 방적공정 재정비에 시간이 걸린다. 공조조건이 방적공정 안정의 전부는 아니지만 큰 비중을 차지하고 있는 것도 사실이다. 이를 위해서는 공기조화기의 조작과 그 결과와의 대응이 가능하도록 이론적으로 조작해야 한다.

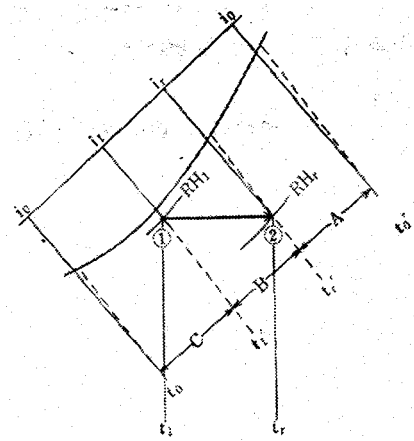
(2) 중간기에서의 공기조화장치 운전방법

① 공기조화기의 운전 패턴

<그림 4.8>은 방직공장 공기조화기의 운전조작을 공기선도 상에 그린 것이다. ①은 송기, ②는 실내상태를 나타낸다. 방직공장 공기조화기의 운전 패턴은 <표 4.5>에 나타낸 바와 같이 3가지로 분류할 수 있다.

그러나 실제 외기 상태는 시시각각 연속적으로 변화하고 있어 공장 공기조화기의 운전 패턴은 <표 4.5>과 같이 명확히 구분할 수 없고, 아침-낮-저녁의 하루 사이클에서는 III형→I형→III형(또는 이에 준함)의 운전 패턴으로 된다는 점에 문제의 복잡성이 있다.

냉열원을 냉동기에 의존하고 있는 공장에서는 운전비용 절감을 위해 외기의 냉열원을 최대한 이용해야 한다. 운전패턴이 바뀌더라도 안정한 공기조화 장치의 운전을 확보하기 위해서는 자동제어장치의 도입이 이상적이지만, 차선택으로서 조작과 결과를 판단할 수 있도록 송기온도 기록계의 설치가 바람직하다.



-17-

<표 4.5> 공기조화기의 운전패턴

운전패턴	외기상태	공기 엔탈피와의 관계	공기조화기의 운전조작
I	A의 범위	$i_r < i_0$ 근사적으로 $t_r' < t_0'$	· 외기량은 최소로 한다. · 공기조화기의 냉각부하는 모두 냉수 또는 지하수로 냉각해야 한다. · 송기온도의 조절은 냉수량 또는 지하수량을 조절하고 스프레이수 온도를 변경하여 실시한다.
II	B의 범위	$i_r > i_0 > i_1$ 근사적으로 $t_r' > t_0' > t_1'$	· 외기를 100% 투입하고 환기는 100% 배기한다. · 공기조화기의 냉각부하는 I 과 동일 · 송기온도 조절은 I 과 동일
III	C의 범위	$i_1 > i_0$ 근사적으로 $t_1' > t_0'$	· 환기(②의 상태)와 외기를 공기선도에 표시하여 혼합공기의 엔탈피 또는 습구온도가 i_1 또는 t_1' 가 되도록 혼합비를 결정, 외기를 투입한다. · 공기조화기의 냉각부하는 외기에 의해 냉각된다. · 송기온도의 조절은 외기 투입량과 환기량을 증감하여 한다. · 스프레이 펌프는 외기와 환기의 혼합공기를 절연 가습하기 위해 이용된다.

② 냉동기의 용량분할

냉수계의 열용량(냉수 저수량)에도 관계하는데 냉동기 용량이 비교적 큰 경우에는 공기조화기의 부하가 감소하고, 냉동기 용량제어의 하한이 되면 냉

동기는 자동 정지하며, 일단 자동 정지하면 기동준비를 위해 재기동을 하기 까지 정해진 시간이 필요하다. 그 사이에 냉수온도가 상승하고 송기의 노점 온도가 높아져 공조조건을 혼란시키는 원인이 된다. 이러한 경우에는 필요한 냉동기 용량을 대소 2대(또는 3대)로 분할한다면 냉동기를 공기조화기의 부하에 대응하여 운전할 수 있으므로 송기온도의 변동을 적게 할 수 있고 에너지도 절약된다.

③ 송풍량

중간기에서 동절기에 걸쳐서는 건물을 통해 실내로 침입하는 열이 적어지므로 당연히 필요 송풍량은 가장 더운 때에 비해 적어도 좋다. 이 경우 송풍량의 결정 요인이 되는 것으로는 다음과 같은 항목을 생각할 수 있다.

- 방적기로부터 뉴매틱에 의해 배기되는 공기량

최근 방적기계는 공기조화에 필요한 공기량보다도 뉴매틱 공기량이 많은 경우가 있어 공기조화기로부터 송풍량을 결정할 때 무시할 수 없다.

- 실내 온습도의 균일성

특히 실내온도를 자동 제어하는 경우에 균일성 및 응답성에 관계한다.

- 실내 풍면 농도

실내 풍면 농도는 송풍량에 반비례한다.

이상 뉴매틱 공기량, 실내 온습도의 균일성 및 실내 풍면농도 등 3가지를 고려해 송풍량이 결정되면, 이 이상의 풍량은 에너지 측면에서도 송풍할 필요는 없다.

또한 실내 상대습도의 조정방법에는

- ① 바이패스 제어
- ② 송풍기의 회전수 제어
- ③ 에어·워셔의 스프레이·뱅크수의 증감

등이 있다. 실내의 풍면 농도는 리턴 에어 필터의 정밀도에도 영향을 받는데 에어 필터를 통과한 공기 중에는 미세한 먼지가 함유되어 있으므로 바이패스 공기량이 많아지면 그 먼지의 제거에도 한계가 있다.

이러한 경우에는 바이패스를 통과하는 공기량을 줄이고 에어·워셔의 세정효과를 기대하여 ㉠와 ㉡의 조합으로 행하는 경우도 있다. 에어·워셔의 스프레이 뱅크수를 조정하는데는 예를 들어 3뱅크를 22kW의 펌프 1대로 운전하고 있던 경우에는 7.5kW의 펌프로 1뱅크를, 15kW의 펌프로 2뱅크를 담당하게 하고, 동절기는 7.5kW의 펌프 1대, 중간기에는 15kW 펌프 1대, 무더운 하절기에는 양쪽 펌프를 운전하는 등 자유롭게 선택할 수 있어 에너지가 절감된다.

4.3.4 공기조화장치의 과제

“이상적인 방직공장의 공기조화장치는?”라고 질문한다면 공기조화설비로 해결할 수 있는 범위 내에서 존재해서는 곤란한 문제를 제어하고, 최소한의 에너지로 운전할 수 있는 공기조화장치라고 말할 수 있다. 다시 구체적으로 언급하면,

- ① 방직공정이 향상할 것
- ② 최소의 에너지로 운전이 가능할 것
- ③ 건강적, 위생적 환경을 얻을 수 있을 것
- ④ 운전, 보전에 일손이 들지 않을 것

(1) 방직공정의 향상을 위한 공기조화장치는

사질이 발생하지 않고, 로울러에 감김이 없고, 뉴매틱 찌꺼기가 적고, 풍면이 없으며, 노동 생산성을 향상할 것 등 공기조화장치로서 구비해야 할 점은

많다.

(2) 최소의 에너지로 운전이 가능한 공기조화장치는

- 공기조화기에서 온습도 조절을 위해 사용되는 에너지량이 적고, 저품위 에너지를 효율적으로 이용할 수 있을 것(에어·워셔 전열효율, 스프레이 펌프의 효율, 외기 냉열원의 이용)

- 냉동기, 보일러 등의 에너지 사용량이 적은 것(클리닝 타워, 펌프, 배관, 단열)

- 온습도가 조절된 공기의 수송, 배분에 사용되는 에너지가 적은 것(팬, 덕트, 흡출구, 흡입구)

- 수송된 공기의 효과적 이용(실내에서 발생한 고온공기의 배기, 기계부하의 경감, 링 레일의 수냉)

이들을 실현할 수 있다면 최소의 에너지로 공기조화기의 운전이 가능하다. 에너지절감을 위해 “생에너지 사례”를 들고 싶지만, 사례의 실행만으로는 사례영역을 넘어서기가 힘들다.

우선 사용되고 있는 에너지가 바르게 이용되고 있는가를 판단하기 위해서는 에너지 사용량의 이론치를 계산하여 실제와의 차를 구하고 그 차이를 가능한 적게 하는 것이 필요하다.

(3) 건강적, 위생적인 환경은

- 집면, 집진

- 작업자에 대한 보다 가치있는 업무로의 전환

- 불필요한 업무의 해소

- 풍면 발생 메카니즘의 추구가 발생량 절감으로 연결.

(4) 운전보전의 생력화

- 각 구성요소의 신뢰성 향상
- 재료, 재질의 선정
- 가공, 공사방법의 검토
- 도장, 방식(防蝕)기술의 확립
- 자동제어, 컴퓨터의 도입

(외기 냉열원의 최대한 이용, 외기상태의 예측, 열원설비의 자동 발정(發停), 운전, 보전관리, 작업자의 가치있는 업무로의 전환 등)