空調設備の近代化*

真 野 勝 美**

1. ま え が き

繊維工業に空調設備が一般に取り入れられたのは昭和8～9年ごろからで、その後、繊維工業の発達、変遷につれて空調設備も増加、発達してきたが、つねにその中心にあったのは綿紡織工場の設備であり、その変遷は繊維工業関係の設備を代表しているものといえる。しかし近年発達した合繊製造工程中には、おもむきを異にした空調もあり、また部分的には特殊目的の空調もあるが、今回はこれらを割愛し、綿紡織工場の空調を主体に述べる。

2. 空調設備の変遷

昭和27～28年ごろから精紡機の回転数がだんだん上昇しはじめ、昭和34～35年ごろからその傾向がいっそう強くなるとともに、合繊混紡品がばつばつ紡出されるようになった。これ以前は精紡機中心の空調設備が多かったが、精紡機1台当たりの設備動力は7.5 HPが普通であったのが最近では15 HPになり、その消費電力も2.5～3倍になったため、精紡部から他部へ風を流す横流し方式は不都合になった。

そのうえ最近では仕掛品、運転条件、労務対策上からも空調設備を増強する必要が生じた。その他に工程の連続化、自動化、運搬の機械化、掃除の機械化など空調負荷の増加する要素が多くなり、これらも考慮に入れ空調設備を設計する必要が生じた。

仕掛品の変化のうち、大きな影響を与えたのは合成繊維が入ってきたことで、このために粗紡から梳綿まで完全な空調を行なうようになったうえに、従来に比し低湿

運転になってきたことも見逃がせない空調設備上の問題である。また、生産工場以外の付属設備（事務所、休憩室、食堂など）もだんだん空調設備の要求度が高まり、これからも増加の情勢にある。

(第1図) 空調送風量および総当り電力

3. 空調設備増強の過程

空調設備は要求の高まりに従い遅れながらも設備は増強されたが、単なる設備増強だけでなく、いろいろの状況変化によりつぎのような事項が実施された。

第1表、第2図のように工程間に負荷の集中度の差が大きくなり、また合繊混紡品の紡出には工程ごとの条件も異なるため、同一空調系統では制御できなくなり、精紡部と前紡部とか巻糸部を別系統にして空調しなければならなくなった。従来のように、そのまま精紡部から他部へ横流しすれば、他部の状態は精紡部からの影響が大きく適切な空調状態が得られないばかりか乱され、その

* Rationalization of an Air Conditioning Equipment in a Spinning Mills.

** K. Matono, 建材社大阪支店 技術部長

(第1表) 紡績工場の負荷分布の一例

項目 室別	全負荷 (kcal/hr)	精紡に 対する 他室の 負荷 (%)	m ² 当 たり負 荷 (kcal/hr)	精紡に 対する 他室の 負荷 (%)	送風量 (m ³ /hr)
精 紡 室	444 000	100	247.0	100	183 000
練, 粗紡室	169 000	38.0	58.8	23.8	70 000
梳 綿 室	128 000	29.0	79.0	32.0	53 000
混 綿 室	117 000	26.5	84.8	34.3	25 000

(第2図) 負荷分布比較図

部の要求する条件が得られない。また、異なる原料の混入防止とか、給気の冷風をできるだけ低い位置まで下げて機台の主要部分の状態をよくし、しかも風綿をおさえるため、風の縦流しが採用され、特に最近の新設工場はほとんど地下リターンダクトを設け理想的縦流しになりつつある。

負荷増加に反して井水が減少傾向をたどり、井水で十分まかないうる工場が少なくなり、井水を十分有効に利用しても不足のところは冷凍機を補足してきた。さらに進み室温が30℃以下で低湿(50%台)が要求されるところでは普通の井水温度(18~19℃)では水量があっても不可能なため冷凍機を併用するようになった。冷熱源の節約と風の流れを規制するために、できるだけリターンダクトの容量と分布を適切にし、リターンエアを空調機に戻すようになった。負荷の増加につれ送風量もだんだん多くなり、その設備も大きくなって、送風動力が増大したので節減のため送風を有効使用するか、抵抗を低減し風量、静圧を減らし、動力を軽減する努力がはらわれた。さらに部分的に状態を制御する目的でダクト系を分割するか、空調機も小型のものに分割し、その送気ダクト、リターンダクトも単独にしたグループ空調というべき方法も取られている。

4. 合理化の施策

紡績工場の熱負荷の主なものは、生産機械からの発熱が最も大きく、そのほか屋外からの熱伝導、輻射熱、照明の発熱の順になっており、作業員による発熱は人員減少もあって他に比較し問題ないほど少なくなった。一方、生産機械以外の付属装置の動力が増加し、全負荷の5%くらいは現在見込む必要がある。これら定常的負荷に対し、外気の取り入れ量とか、外気のもれ込みなど変動する負荷に対しては運転方法、建物管理に十分注意を要する。これに関係のあるものに、ニューマフィルの排気、集塵装置の排気などの処理がある。屋外にこれらを排出すればそれだけ外気を取り入れなければならないから、熱量計算と送風機の能力を検討のうえ、処理方針を決定すべきで、必ず空調と関連をつけた方法でなければならない。

(第2表) 種類別熱負荷の一例

工程別 種別	精 紡 (kcal/hr)	前 紡 (kcal/hr)	梳 綿 (kcal/hr)	混 綿 (kcal/hr)	計	%
建 物	75 000	43 000	32 000	60 000	210 000	16.4
動 力	570 000	139 000	85 000	105 000	899 000	70.4
照 明	35 000	20 000	15 000	29 000	99 000	7.8
作 業 員	5 000	1 500	1 500	1 000	9 000	0.7
装置動力	34 000	10 000	6 500	10 000	60 500	4.7
計	719 000	213 500	140 000	205 000	1 277 000	100.0
%	56.3	16.7	11.0	16.0		

4.1 動力の増加

工場内で使用される動力はほとんどなんらかの形で熱になるから、動力増加に比例して空調には大きな負荷になる。大きい発熱源である動力を少しでも削減することが大切であるが、室内で使用された動力による発熱はなんらかの方法で取りのぞかなければ蓄積し、温度が上昇する。空調機はこれらの熱量を空気を媒体として排出するもので、この多量の空気を冷却して送るには大きな設備と動力がいることになる。

4.2 井水の活用

冷熱源として従来、深井戸の井水が主として使用されてきたが、負荷の増大に対し、井水は相対的に減少をたどり、井水で十分空調しうる工場は少なくなった。能力不足分を冷凍機で補足する場合でも、利用できる井水は活用すべきで、たとえば18℃くらいの井水が必要量の半分くらいある場合、その仕掛品が合繊混紡と綿糸のと

き、18°Cの井水を冷凍機で冷却し、合繊混紡部に使用し、その排水で綿糸部を空調する。さらに、この排水で冷凍機を冷却する。これの一例を第3図に示す。このように井水なり冷水を使用できるかぎり有効に使用して、さらに必要なら、上記の排水を簡単な処理により飲料水、洗浄水、雑用水などに使用できる。

(第3図) 井水、冷凍機、組み合わせ使用例

4.3 負荷の軽減と風量の配分

熱負荷の総量が増加し、また集中負荷の程度も増したので、送風機の容量が大きくなり、ダクトも大きくなった。したがって、設備費と運転動力を節減するため、冷風を有効に使用し、総風量を減少させるために負荷の分布に応じて風量を配分し、主要部分に有効に到達するような配慮し、他の重要でないところで減少させる。また、送風量を減少させるとともに、空調機と送風系の抵抗を少なくし、送風機の静圧を下げ、動力の減少を特にはかるべきである。

4.4 保 守

設備費は最初一時に資金を要するので十分検討されているが、同時に設備後、永年使用する場合の保全、管理費も今後合わせ十分考慮すべきである。特に人員減少を要する現状では、点検、掃除の必要度を減らし、修理箇所、修理回数の少なくすむ設備を選ぶことが賢明である。これは人件費、修理費の軽減からだけでなく、順次24hr連続運転になる時代に入り、夜間、休日でも生産設備は部分的に停止しても、全体が休止することが少なくなるので、総括的になっている空調は停止できない状

況が考えられるからである。掃除の点ではフィルター、スプレーノズル、エリミネーターなどが問題であり、回転体のモーター、ベルト、ベアリングおよびファンローターなどの点検、維持も注意を要するし、また腐食については空調機まわり、ダクトおよびダンパー類が問題である。それぞれ方針と対策を立て、それに合致する設備をすべきである。

5. 空調設備の今後のあり方

5.1 総合的な配慮の必要

製造現場の空調であるから必要効果を出し、加工費を下げるのが第1の目標で、有効な空調を設備し、設備費、運転費を上回る効果を出し、加工費を減少するのが理想である。この点から単に空調設備に関する合理化だけでなく、井戸水(冷水)、電力、蒸気、人件費などの合理化、また負荷側の生産設備および運転も合理化し、総合的に配慮すれば効果は大きくなる。逆に既設工場に対しては空調設備を工場の建物、生産設備、仕掛品およびこれらの配置分布に適合した設備にし、適切な運転状態を見だし、必要最少限の設備をすることが最上の方法である。

5.2 紡出調子と適確な空調

それには従来、長年の間に経験され、案出された方法があり、またいろいろ説もあるが、空調における適確な紡出条件は何か、これがあるようでない状態ともいえる。もちろん、空調以外にもいろいろ乱調の原因があり、純粹に空調の影響だけを表現にくいものであるが、空調での温湿度は現在主として工場の床から1.5~2mの高さにある温湿度計なり記録計により示される温湿度を代表的に使用しており、紡出主要部の状態がどのようなになっているか、そこの仕掛品はどのような変化をしているか、もっと掘り下げて解明し、空調状態と紡出調子の関係を適確につかむ必要がある。

まず前提条件はどうか、紡出工程の設備と配置(建物との関係)、各紡機の仕様、運転条件、仕掛品の種類と紡出条件、空調設備および運転状態などを把握し、これをもとに細部の分析、検討を行ない個々の必要条件をつかみ、その結果を必要目的に応じ関連事項を集計して、実際に必要な条件を出せないものか。

さらに少し具体的に綿紡績の精紡機について説明すると、その精紡機は何か社製の何型で、ローラーパートの構造は何か、回転数は何回転、仕掛品は何か、室の温湿度は何度、何%で、空調方式が何々のときローラーパ

ートとかスピンドルまわりなど主なところで、どのような状態（風向き、風量、温湿度、機械部品の温度、仕掛品の温度、含水量など）になっているかを推定し、これと紡出調子との関係が判断できないか、そうなれば現在より紡出上、空調上のまよいが少なくなり、適切なる設備ができると考えられる。

5.3 温湿度の変動影響

また、適切な温湿度範囲であっても変化速度が早くて紡出の調子を乱すことがある。すなわち、温湿度が許容限界内であっても温度なり湿度の変化速度が早い場合安定状態がくずれ調子を乱す。この状態を推察して見ると、空調の風はこれら主要部分にはだいたい到達しにくく、また回転体による乱流、上昇気流などで見だされ、一様に到達せず、むらがあるうえに仕掛品の原料、紡機の紡出部を構成している各種材料はそれぞれ熱容量、熱伝導度などが異なり、またその構造上、接触物、接触状態が異なり、回転体は発熱しているが、そうでないものもある。このような状況で周囲の環境が特に急変した場合、その変化に追従するそれぞれの温度変化速度は材料、条件でおのおの異なるのは当然で、変化前の相似状態に落ち着くにはある時間を要するもので、その過程において一時相互の関係が乱れた状態になる。この度合いがある限度を越えると紡出調子を乱すものと考えられる。特に顕著なのは室温が低温のとき送気の温度と湿度の高いものを送った場合、露点に達する部分もできて調子を乱す。このような状態では主要部分まで空調されているとはいえない。これを少しでも改良するためには、主要部分になるべく接近したところまで調整した風（その部分に適合した送気）を送り、一方、発熱体からの熱伝導を防がねばならぬ。また、発熱量を減少することも考えるべきで、そのため消費動力を減少しようよう運動部分の

質量を軽くし、摩擦を減少することが先決である。

5.4 静電気

静電気の発生は構成物質と、それに対する接触物、接触状態により定まるが、発生した静電気の滞電、放電はその部分の構造と空調状態による仕掛品およびクリヤラーなどの含水量に左右される。含水量の多いほど放電しやすくなるのは当然である。まず発生の防止を考え、発生した静電気は滞電量が増加しすぎぬよう、放電のためのインターバルを置くか、放電対策を考え、工程中で滞電量の過大になることを防ぎ、ある一定量の範囲に入れることが望ましい（滞電が±0となっても調子を乱すことがある）。

5.5 水冷却の効果

先にも動力による発熱を抑制することが先決であると述べたが、現状では簡単にできることでなく、入力的大部分が熱になることは避けられない。発生した熱は有効な方法で取り除くことである。それには空間に飛散しない前に発生部の近くで有効な方法で取り除くには、水冷装置による冷却が最も望ましい。たとえば、精紡機の発熱部に近接して水冷却すれば、発熱量の25～40%程度は除去できるものと推定できる。残りの発熱量は空間に飛散するから、これは従来どおりの空調で排除することになる。

6. あ と が き

この項は「空調設備の今後のあり方」と題したが、今後のあり方を指示したものというより、今後の方向とか、あるいは問題を提起したものにとどまったことをお許し願いたい。以上全般に抽象的な表現になったが、いくぶんでもご参考になれば幸いである。