防虫対策陽圧化設備について*

—外気導入防虫自動フィルターの紹介—

ジャパンルーワ株式会社 縄 田 順 一

Insect Protective System by Pressurized Room Air Taken-in from Outside

—Introduction of Automatic Disc Type Insect Filter—

Junichi Nawata
LUWA JAPAN LTD.

To keep the air pressure of production room positive greatly contributes to protect insects from coming into the room. However, introduction of great deal outdoor air needs higher costs for air filter installation as well as for operational and/or maintenance.

This system is the solution of above problem, by possibly being applied to the domestic consuming paper plants, with the use of automatic insects evacuation style rotary disc filter together with outdoor air intake fans, aiming at the insect protection by the pressurized room air in economical way.

(はじめに)

戦後の高度成長をへて、バブルがはじけたといえども、現代の日本人消費者の衛生、清潔感はマスコミの影響も受けて非常に敏感になっており、それは特異な文化と呼べるほど対象となる食品や薬品等、直接の経口物のみならず、その梱包材（箱等）まで清浄度の尺度が要求されるようになってきている。美観、外観があたかも対象物そのものの安全度をイメージさせるような配慮があちこち行われ包装があたかも奇麗なら中身も良いという安全神話を作り出している。

一方、製造者側では平成7年からのPL法（製造物責任者制度）やGMP等への対応が、製造施設での重要条件になってきており、この問題を度外視して品質

管理は成り立たない時代に入っており、企業経営戦略上、見落としてはならない課題となりつつある。とはいえ、現実の職場環境は、その製造設備の構造ゆえに簡単には防虫対策、クリーン化、環境改善等が行える条件はそろっていないし、どこから手をつけるべきか思考錯誤されているのが現実であり、理想を追えば、コストがあわず、中途半端では失敗というのが実態であると聞いている。

そこで本稿では、確実に有効で、なお経済的な解決手法を主に防虫陽圧化を中心に、クリーン化、集塵、空調対策等を紹介し、既設、新設、を問わず、解決構想の参考になれば幸いである。

1. 一般的防虫対策等の現実

製品への異物混入クレームの内、昆虫の混入によるものは、その半数以上を超えると聞く。食品や薬品の

*平成9年度年次大会講演（講演No.B1-17）

クリーンルームの中をハエが飛んでいたという泣きたくなるような笑い話もある。それは、これら昆虫が異物の中でも、自発的に飛翔、歩行することができる点であり、管理者側から考えるとなんともやっかいな代物である。

一般的に虫対策の要諦は

- ①工場内部で虫を発生、増殖させないこと（定住昆虫の内部発生防止策）
- ②外部より工場建物内に虫を侵入させないこと（外部昆虫侵入防止策）

の2点である。

表1に主たる昆虫を侵入経路別にまとめた。

これまでに行われている具体策としては、定住昆虫の内部発生防止策として殺虫剤による駆除が最も効果があり、補助的に電激殺虫器、補虫器等が使用されている。

外部より工場内に虫が侵入するのを防止するのは、出入口等の開口部からの侵入を防ぐ為と風除室（前室）、高圧シャッター、エアシャワー、エアカーテン等を設けること。建屋の隙間から侵入するのを防止する為に、目バリ等で、スキマをなくして、建築構造をより気密化することがなされている。資材とともに持ち込まれるのを防止する為に、圧縮空気のエアブロー、又は、物品エアシャワー等による付着排除等が考えられている。

さらに、敷地内や外溝及び緑地にて発生するものを駆除することも積極的な防止策として、一般に行われているようである。

3. 防虫陽圧化対策とは

前記の対策の中に、見落とされているのは、一般的

に工場からは、必ずといってよい程の機械排気がある。それは、排熱、集塵排気、蒸気排気、ガス、有機剤の排気といったものである。

これは、この排気量に相当するだけの外気導入を行わないと建物内部が陰圧になるだけでなく、いろいろなところに問題を残すことになる（温度上昇、結露、集塵能力不足、製品不良、虫の侵入）。

ここで、建物内外の圧力差が虫の侵入にどう影響するのか、虫の特性から考えてみたいと思う。虫が侵入してくる誘引要素としては、光、臭い（アルコール臭）、熱、気流、さらに、蚊などは、炭酸ガス（CO₂）等がよく知られている。これは、虫の採餌本能による行動等を一般的にいったものである。ところが、虫には、天敵から逃避しなければならぬという本能（神経細胞、ニューロン）もある。普通、虫には、体の末端に感覚毛を持っており、これで、風や音、又は熱等を感知して、逃避行動をとるといわれる。例えば、カエル等が、虫を捕食するときは、舌をのばして食べる。この時、虫はカエルの早い舌の動きによる瞬間的な風刺激（エアパフ）を検知して、逃避司令ニューロンは、風下は逃げることを命令する。

この本能在、例えば虫が、建物の隙間に近づいた時、中が陽圧ならば、隙間よりエアパフに似たものを感じ、入れない。逆に陰圧の場合、簡単に吸い込まれることになる。このことが、室内を陽圧化して、隙間の内側から外側への気流を作ることがいかに虫の侵入防止に効果があるかのポイントである（図1）。したがって、陽圧設備を無視して建物の気密化を計ることは、室内をより陰圧化して逆効果になる。

表1 都市害虫百科（朝倉書店）より

侵 入 経 路	昆 虫 種 類
①建屋内で繁殖しているもの（定住昆虫）	ゴキブリ、チョウバエ、コナチャタテ、コクヌストモドキ、ノシメマダラメイガ、クモ
②自力で飛来、歩行して侵入（来訪、迷入昆虫）	ハエ、ユスリカ、ウンカ、ガ、甲虫、アリ、ヨコバイ
③資材と共に持ちこまれる（ダンボールやパレットコンテナに付着）	シミ、コナチャタテ、ヒメマキムシ、コナダニ、クモ
④敷地内で発生する	ユスリカ、チョウバエ、ニセケバエ、クロバネキノコバエ、アブラムシ、コウロギ、ヤスデ、ダンゴムシ

図 1 室内の陽圧化

4. 防虫陽圧化技術

陽圧が虫侵入防止に効果があることを以上に説明した。それならば、どのくらいの外気量を導入し、どのように処理すればよいかが、陽圧化技術といえる。

建物に隙間や開口部が多ければ多いほど、陽圧化に要する外気導入量は増える。そのため、まず、建築から不必要な隙間や開口部を無くすることが必要である。

その上で、一般に室内の陽圧は、現実的な数値として、 $0.5 \sim 1.0 \text{ mmAq}$ 前後に保持する。これには、毎時3~5換気（1時間に室容積の3~5倍の外気量を導入すること）の陽圧外気が必要である（建築構造に左右されるので一概にいえませんが目安として）。さらに、室内からの機械排気量、開閉頻度の多いドアがあれば、そのもれ量等を付加する。図2にその簡単な計算方法を示す。

つづいて、外気導入に際して、導入時に持ち込まれる虫類をどう処理するかが外気エアフィルターの役割である。従来、一般空調の考え方の延長でフレドロン等の不織布マットフィルターを固定で用いて施工し、運転してみるとすぐ目づまりして風量が落ち、所定の陽圧を保持できず、保守作業に苦慮されている話がよく聞かれる。さらに、空気抵抗が大きく、必然的に大きな送風動力が必要となっているようである。

防虫のいう一点にしなければ、このようなフィルターは必要であろうか。実害となる飛翔系の虫の外寸は最小でも 0.8 mm 程度である（ダニ等は除く）。これなら線間が $0.6 \sim 0.7 \text{ mm}$ 程度の網状のフィルターで充分補集できる（間隙 0.4 mm 程度）。

要点は、このフィルターが目づまりせず、再生できておれば、定風量の外気導入が可能である。その為に、フィルター表面に付着した虫、ゴミ等を、いつも真空吸引するように除去すれば問題はないし、こういった

網状のフィルターを用いれば、通過風速を 4 m/sec 程に上げて空気抵抗は 5 mmAq 程度で、送風圧力をいちじるしく減少でき、送風効率も大きく増大でき、大幅な動力のコストダウンが計れる。

このように防虫陽圧フィルターは、写真1の如く、網状フィルターを張ったディスクが回転して、その上にスリット状の吸引ノズルを設け、吸引ファンにて、ダスト虫類を外部へ搬出するコンパクトで簡単なシステムである。

防暑冷房、冬の暖房、クリーン化等が必要な場合は、これにエアワッシャー、パッケージエアコン、蒸気コイル、高性能フィルターユニット等を追加接続していけば、広い範囲の要求に対応できる。

5. 総合的工場換気対策

抄紙工程から加工工程迄の一貫工場では、各工程にて、その役割作業、天井高、室内発熱、室内水分発生、排気量、要求される清浄度等がそれぞれ異なる。防虫に対する要求度も若干異なるはずである。

もし、これらの工程が、ドアやシャッター等を介して隣接している場合、ドアやシャッターの解放時、隣接した部屋間で気流の移動が生ずる。この移動は、排気量の差による気圧差、温度差、天井高の違いによる空気の対流、その他いろいろな因子が原因で発生する。

これは、予期せぬ問題、例えば、結露、温度の急上昇急下降、紙粉の飛来、クリーン度の低下等を招来する場合がある。

工場建設時にこれらをあらかじめ予測しておかなければ、運転立上げ後、上記の問題の為、生産効率の低下、品質の不良等の問題に悩まされるだけでなく、問題解決に莫大な二重投資の必要性にみまわれる。建築は単なる生産機械の入れ物（収納場）ではなく（倉庫ではない）、生産プロセスを機能させる為の生産設備

図 2 陽圧外気量算定図

写真 1 防虫陽圧フィルター

の一部と考えるべきである。

したがって、工場レイアウトが工程要求より決定したら、次のような視点で建築構造、換気システムも平面的、立体的、両面で考えておくべきである。

- (1) 各部屋の気圧差と気流の流れの方向はどうなっているのか。そして、これは清浄度要求と、防虫の要求度にあっているのか。
- (2) 結露防止対策は、建築の断熱性能、蒸気排出能力、空気対流特性及び室内での推定露点温度と天井、壁面との表面温度との差からいって問題ないか
- (3) 防暑対策は、経済的、効率的に可能か。
- (4) 暖房対策は問題ないか。
- (5) 湿度の制御が要求される場合の、部屋構造は、(2)の検討をなされているか。
- (6) 集塵設備と換気（給、排気）はうまくバランスしているか。

(7) 人、物等の動線計画上、その出入口 ドア、シャッター、コンベアの通過路（壁、床）は機能的で防虫対策はなされているか。虫の侵入境界はどこに設定すべきか。

(8) 二重投資の無駄をできるだけ押さえこめたか。

以上を充分検討しておけば、初期投資で若干高くなろうとも、あるいは、予算的に不可能な場合でも、覚悟の上で、次善の対応策をステップ的に検討できるはずである。

6. おわりに

防虫の視点から、総合換気の検討というところまで、話を広げたが、これからの紙パ工場は、時代の要求に合わせながら、コストの面でも競争力のあることが要求される厳しい状況に立たされている。投資効果をはっきり見極める上でも、これらの検討は決して無駄に終わることはないものと信じ、この稿を終わります。