

調味料充填工場における空調設備

鹿島建設(株) 広島支店 建築設計部 平林 一 浩

キーワード/工場・HACCP・クリーンルーム・ヒートポンプ

1. はじめに

近年、食品関連工場におけるHACCP対応は食品メーカーの主導のもと常識的なものになってきており、実際の製造工場のみならず、加工・充填などを本業とする工場までもが厚生労働大臣のHACCP認証を得るための建築、設備的な対応を行っている。

本稿では調味料の充填・殺菌・包装までを行う某食品充填工場に対して、空気熱源ヒートポンプマルチエアコンを用いてHACCP対応をはかった事例を紹介する。

なお今回は建築主の要望で、建物の名称、図面、写真などは掲載できないことをあらかじめ了承いただきたい。

2. 建物概要

建物用途 食品(調味料)充填工場

建築面積 1,566.08m²

延床面積 1,437.32m²

階数 地上1階

構造 鉄骨造

設計監理 鹿島建設(株) 一級建築士事務所

施工 鹿島建設(株) 広島支店

工期 平成12年11月10日～平成13年2月28日

3. 空調機器概要

空気熱源ヒートポンプマルチエアコン

室外機(耐塩害仕様)	× 1台
冷房能力 72.8kW	
暖房能力 81.5kW	
室内機 天井カセット形	× 5台
冷房能力 7.1kW	
暖房能力 8.0kW	
室内機 天井カセット形	× 1台
冷房能力 5.6kW	
暖房能力 6.3kW	
室内機 天井カセット形	× 5台
冷房能力 4.5kW	
暖房能力 5.0kW	
室内機 天井カセット形	× 1台
冷房能力 2.8kW	
暖房能力 3.2kW	
室外機(耐塩害仕様)	× 1台

冷房能力 78.4kW	
暖房能力 88.0kW	
室内機 天井カセット形	× 10台
冷房能力 8.0kW	
暖房能力 9.0kW	
室外機(耐塩害仕様)	× 1台
冷房能力 95.0kW	
暖房能力 106.5kW	
室内機 天井カセット形	× 12台
冷房能力 8.0kW	
暖房能力 9.0kW	
外調機	× 1台
風量 6,700m ³ /h	
空気熱源冷凍専用(生産設備用)	× 2台
冷却能力 19kW	

4. 工場生産ライン概要

本工場では先に述べたように、主にレトルト食品に使用される液状のソース類の充填、殺菌、包装といった生産工程が行われている(ちなみに筆者が試運転時に見学した際には、スパゲッティにかける「たらこソース」を扱っていた)。

細かな工程としては、すり鉢状のコンテナに入ったソースを冷蔵庫(5～10℃)にいったん保管し、これをコンテナ室(準清潔エリア)に搬入する。ここでコンテナからタンクに製品が移され、液送ポンプで充填室(清潔エリア)へと送られる。ここで消費者が通常見かける小袋が帯状につながった状態に充填された後、搬送ラインで殺菌室(準清潔エリア)に送られる。殺菌室ではまず帯状につながった状態で連続殺菌器(温水槽：75℃ × 2槽、冷水槽：25℃ × 1槽)で殺菌され、一定の長さごとに小袋が切断され、パレットにためられる。さらにこの後バッチ式殺菌器(温水槽：75℃ × 1槽、冷水槽：25℃ × 1槽)で殺菌されたものが自動搬送ラインによって包装室(汚染エリア)内の立体自動倉庫に収納される。

5. 空調設備概要

5-1 HACCP対応

HACCP対応においてまず考慮しなければならない点は、作業内容に伴い各室を清潔エリア、準清潔エリア、汚染エリアと明確にゾーニングを行い、コンタミネーションを防ぐことである。

このためには、まず建築計画において作業動線を検討することから始まり、設備的な対応としては空気の流れ(エアバランス)を清潔エリアから準清潔エリア、汚染エリアへと導くよう対処する必要がある。

今回の計画においてはエアバランスを適切に保つため、①清潔エリアの室圧を10Pa、②準清潔エリアの室圧を5Pa、③汚染エリアの室圧を大気圧程度に保つことを目標として、それぞれの室に外気を導入した。

5-2 外気処理方式

外気処理に関しては、この地域が工業地域であったことと清潔エリアの一部の室をクラス100,000のクリーンルームにしてほしいとの要望から、外調機にプレフィルター、中性能フィルターを、外気吹き出し口に準HEPAフィルター(DOP95%)をそれぞれ設置した。

温湿度処理に関しては、当初の意図は室内温湿度条件と同じ状態で吹き出すこととしたかったがイニシャルコストの制約があり、また作業環境上、生蒸気が室内に充満するような状況であったため、多少のドラフトや室内温湿度に対する外乱となることはいたしかたないということで、未処理のまま吹き出すことで建築主の了承を得た。

この結果、清潔エリア、準清潔エリアなど外気を大量に導入する室においては空調負荷が350~400W/m²とかなり大きくなったが、これが結果的に後述のクリーン度確保につながったと言える。

5-3 クリーンルーム設備

5-3-1 設計条件

HACCP対応の観点からは室内をクリーンルームにする必要はないが、今回は建築主の要望により、原材料が室内に露出される充填室のみクラス100,000のクリーンルームをつくることとなった。

クリーンルームといえば、通常は室内をシーリングなどにより完全密閉化し、HEPAフィルターを通した空気でクリーンクラスに応じた循環回数を確保することが原則であるが、前述したとおり生産ラインが室同士でつながっているため内壁には多数の開口があり、またビル用マルチエアコンを使うという前提があったため、当初感覚的にはクリーン度が確保できるかどうかという懸念があった。

室内の気密性の問題については、充填室が清潔エリアで、開口でつながっているコンテナ室、殺菌室が準清潔エリアとなっていたため、導入外気量を調整して定常的に空気がクリーンルームから外に向かって流れていく状態をつくることで、ほこりの進入は防げるのではないかと予測した。具体的にはクリーンルームに3回/h程度、隣接する準清潔エリアには1回/h程度の外気量をそれぞれ導入した。

また、ビル用マルチエアコンを使用することに関して

は室内機にメーカーオプションの高性能フィルター(比色法90%)を設置した。DOP法に換算すると70~80%程度の捕集率となり室内発塵の量によっては清浄度の確保が難しくなるが、室面積約100m²に対して作業人員が6名程度と比較的少ないこと、無塵服着用の上での作業であること、生産機器からの発塵がほとんど無視できることなどから設計計算上はクリアできるという結果であった。

また前述したように単位面積あたりの空調負荷が大きかったため、マルチエアコンの送風量だけで15回/h以上の循環風量が確保できたことも有利に働いたと言える。

5-3-2 清浄度およびエアフローの検証

建物竣工後、建築主の協力を得て生産ライン試運転時に清浄度およびエアバランスの検証を行った。

清浄度に関してはJIS規格に基づいて測定を行ったところ、目標値であるクラス100,000に対して8,000~15,000(対象粒径0.3μm)と目標をクリアしていた。生産機械はほぼ100%稼動しており、従業員も作業を行っていたことを考えると本稼動時でも清浄度は達成されるものと考えられるが、測定時にはマルチエアコンの室内機の風量を強運転としていたので、中間期など空調負荷がない場合や室内が設定温度に維持されている場合でも室内機は送風状態で強運転にさせていただくよう建築主にはお願いした。

HACCP対応に肝心なエアバランスに関しては、各々の開口部で気流の向きと風速を測定した結果、清潔エリア 準清潔エリア 汚染エリアというエアフローが確認され、外調機が設計意図どおりに運転されていることを実証された。

6. おわりに

HACCPの発端は、米国航空宇宙局(NASA)における食品の安全性を高度に保証する衛生管理手法として開発されたものである。わが国においてはO-157の集団発生以来急速に普及されつつあり、今後も一層その需要が高まってくると予想される。

今回の建物において設計段階はもとより、工事途中にも試行錯誤を繰り返しながらシステムをつくりこんできたため、工事の手戻りもあった。今後は、今回の経験をいかして設計段階において早期にシステムの確定を行い、より良いものを作っていくよう努力したいと思う。

また室内の結露の問題、温度制御の問題など夏季を迎えなければ設計の妥当性が立証されていない問題も残っているため、今後の追跡調査が必要である。

最後に当施設を施工するにあたり、数多くのご協力をいただいた建築主の方をはじめ、関係各位の皆さまに深く感謝申し上げます。