

エアカーテンを活用したゾーン空調システム「AC Zone」の開発

Development of "AC Zone", a zone air-conditioning system using air curtain

快適な作業空間の実現とエネルギー消費量の約40%を削減

当社は新日本空調（株）および中部電力ミライズ（株）と共同で、主に大・中規模の工場のお客さま向けに、快適な作業空間の提供と省エネを実現するゾーン空調システム「AC Zone」を開発した。本システムは作業空間をエアカーテンで区切り、その中で空調設備を運転させることにより、柱や壁を設置することなく空間内を快適な温度に保つことが可能である。

執筆者
 先端技術応用研究所
 先端技術ソリューショングループ
 中山 浩
 中部電力ミライズ 法人営業本部
 ソリューションセンター
 青 勇志



1 開発の背景と目的

工場の生産工程は、夏季は高温、冬季は低温になり、作業員の熱中症予防や生産性向上の観点から、作業空間を快適な温度に保つことが求められている。作業範囲の狭い作業員に対してはスポット空調で対応できるが、作業範囲の広い作業員に対する適切な空調システムがないことが課題になっていた。加えて、一部のお客さまから「工場内の作業空間だけに空調を効かせたいが、柱や壁を設置すると作業の妨げになる」「工場全体を空調するとエネルギー消費量が多くなる」等の声があった。

そこで、当社は新日本空調（株）および中部電力ミライズ（株）と共同で、この課題解決のため、エアカーテン気流を利用したゾーン空調システム「AC Zone」を開発した。

2 開発システムの概要

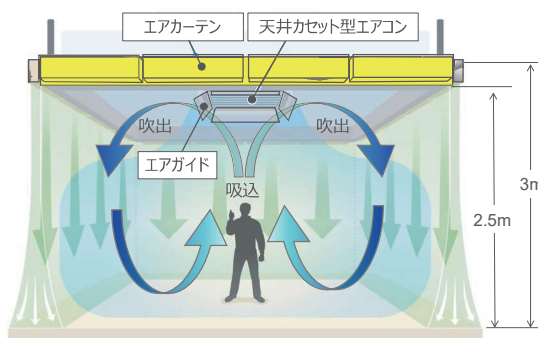
AC Zoneは、周囲空気を吹き出すエアカーテンによって空調ゾーンを形成するもので、天井は有るが柱や壁の設置が不要である。第1図に概要、第1表に仕様を示す。ゾーンの中央には4方向吹出方式の天井カセット型業務用エアコンを設置し、ゾーン境界にはエアカーテンもしくはダクトとノズルを組み合わせた吹出ユニットを吊り下げる。一般的にゾーン空調では、ゾーン内部から一方的に外部に風を吹出し、外乱の影響を最小限にすることが多いが、本技術は吸込みと吹出しが一体となった天井カセット型業務用エアコンを配置して、空調空気をゾーン内で循環させる方式である。

25m² (5m×5m) の空調ゾーンを想定した場合、ゾーンの境界にエアカーテン機器（消費電力37W(カタログ値)）を1辺あたり4台配置し、ゾーン中央には天井カセット型業務用エアコン（冷房能力10kW）を1台設置する。

エアコンの吹出口にはエアガイドを取り付け、吹出角

度を調整している。天井高さは3m、エアカーテン吹出高さは2.5mであり、エアカーテン機器間の隙間を埋めるために、天井から吹出高さまで仕切りを設けている。

本開発品は、建物構造の制約を受けることが少なく、新築・既築を問わず、様々な工場に設置できる。さらに、エアカーテンにより、空調機から供給される冷暖気を作業空間に閉じ込めることができるため、エアカーテンを使用しない従来方式に比較して、エネルギー消費量を約40%削減可能である。



第1図 AC Zoneの概要

第1表 AC Zoneの仕様

ゾーン規模	16m ² ~ 100m ² 程度
エアカーテン	業務用上下流方式
空調機	天井カセット型業務用エアコン (空調能力は工場環境により設定)

3 開発システムの特長

(1) 作業性の確保

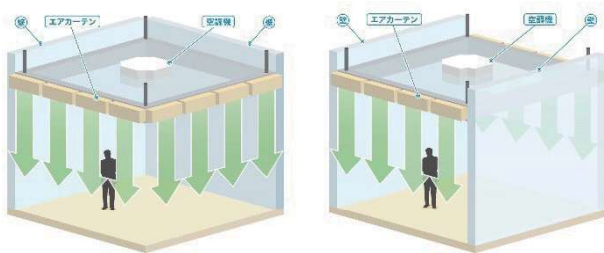
エアカーテンを活用するため、作業に影響を与える壁は必要ない。また、エアカーテン機器やダクトとノズルの吹出ユニットを天井から吊り下げる形態とすれば、柱も必要なく作業空間を効率的に利用できる。

(2) 設置の容易性と柔軟性

新築・既築を問わず、様々な工場に設置でき、特殊な

工法を用いず、容易に設置できる。エアカーテンと空調機（エアコン）との組み合わせによりゾーンサイズや形態を柔軟に決められる。ゾーンサイズについては、導入事例や実験および検討事例より、 $16\text{m}^2 \sim 100\text{m}^2$ を対象としており、正方形だけでなく長方形のようなエリアにも対応可能である。

また、第2図に示すように、工場のコーナー部など、作業空間のレイアウトに応じて柔軟に設置が可能である。



(a) 壁2面 (直角) (b) 壁2面 (平行)
第2図 壁がある場合の設置形態

(3) 快適性と省エネルギー性の両立

空調機から供給される冷暖気を作業空間に閉じ込めることができるため、快適な空間を提供しながらエネルギー消費量の削減が可能である。

4 冷気閉じ込め効果の検証

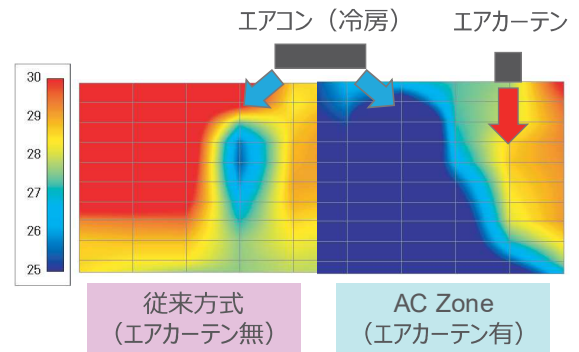
第3図に新日本空調（株）の技術開発研究所にて構築したAC Zoneの外観を示す。ゾーンサイズ $5\text{m} \times 5\text{m}$ の設備において、エアカーテンの吹出風速や角度および位置、天井カセット型業務用エアコンの風量および吹出角度、物理的な壁の面数などをパラメータとして、冷暖房実験を行い温熱環境の違いとその再現性を確認した。

実験では、ゾーン内部の温度分布および内外温度差を確認するために、ワイヤレス型空間温度計測システム Mierutime4D（サーミスタ式温度計）を用いて220点（20箇所×高さ11点）の温度計測を行った。

第4図に、ゾーン外温度 31°C の環境下で冷房運転させた場合のエアカーテン無とエアカーテン有の条件での中心断面温度分布を比較した結果を示す。ゾーン外空気（周囲空気）を吹き出して形成されるエアカーテンによって、冷気が閉じ込められ、ゾーン内の中央部から端部に渡って、温度分布はある程度均一になっていることがわかる。



第3図 AC Zoneの外観



第4図 温度分布の比較

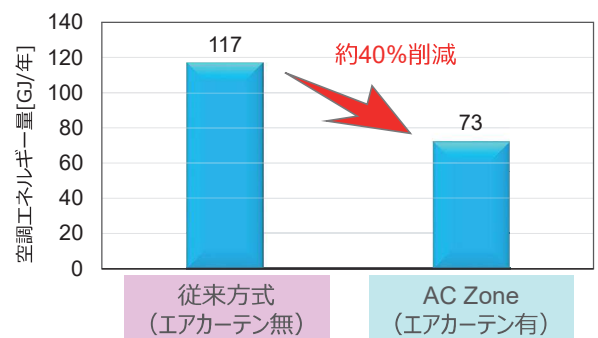
第2表 ゾーン内外温度差 (冷房試験条件)

壁面数	0	0	2 (直角)
エアカーテン有無	無	有	有
ゾーン内外温度差	2.3°C	5.2°C	7.3°C

第2表にゾーン内外温度差の例を示す。ゾーン内温度は高さ2mまでの平均値である。エアカーテンが無く、エアコンのみが稼働している場合と比べて、エアカーテンを用いるとゾーン内が 5°C 差以上となる。さらに第2図(a)の条件のように物理的な壁がある場合には、内外温度差が大きくなり、より快適な作業空間になる。

5 省エネ効果

第5図に $5\text{m} \times 5\text{m}$ ゾーンでの試験結果に基づき、内部の平均温度を冷房 27°C 、暖房 16°C にする想定で年間空調エネルギーの消費量を試算した結果を示す。AC Zoneは従来方式の約40%を削減可能であることがわかった。これは、ゾーン外からの高温（冷房時）または低温（暖房時）の空気流入を抑えられるためである。



第5図 空調エネルギー消費量の比較

6 まとめ

「AC Zone」は新日本空調（株）および中部電力ミライズ（株）から2022年12月より販売を開始している。

暑熱・寒冷対策でお困りの工場に対して、作業員の作業環境改善、生産性向上の一助として、本技術が活用されることが期待される。