

学 位 論 文 題 名

空間シミュレーションルームによる
天井ブリーズライン空調方式に関する研究

学位論文内容の要旨

天井ブリーズライン空調方式によるペリメータ空調システムは、オールエア方式でありダクト併用型天井吹出しタイプである。この方式は、水配管を伴わないという利点を持ち、漏水事故防止の観点から、室内に OA 機器が多く導入されるインテリジェントビルを中心にその採用が増えつつあるが、天井ブリーズライン方式に対する適切な設計基準は確立されていないため、吹出口の設置位置や形状は建築構造や意匠の制約を受けて選定されているのが現状である。吹出口の設置位置や形状を不適正に設定すれば、日射の変動に追従できないばかりでなく、良好な室内温熱環境を達成できない可能性があり、特に冬期における暖房条件では、天井付近に熱溜りが生じてしまい床付近は一向に暖まらないことや、天井から下向きの吹出気流となるため窓面のコールドドラフトを助長するなどの不具合が生じる可能性がある。そこで本研究では、ペリメータ空調方式としてブリーズライン型吹出口を用いた場合の、設置位置や長さなどの形状に関する設計基準を作成するために、温熱環境の特性を把握することを目的とした。

第 1 章では、序論として、窓まわりの空間の環境とペリメータ空調方式の変遷について述べ、関連する既往の研究について概説し、本研究の目的を示した。

第 2 章では、空間シミュレーションルームの概要として、天井ブリーズライン空調方式の研究を実施するに当たり、製作した実験装置について説明した。実験装置を製作した場所である空間シミュレーションルームは、模擬居室、天井ふところ、床下ふところ、外気室および観測スペースで構成され、外気室には、太陽光とほぼ等しい波長と強度を持ち、太陽高度が調整できるソーラシミュレータが設置してある。この空間シミュレーションルームに標準的な事務所ビルの居室を模擬した実験装置を製作した。

第 3 章では、ブリーズラインの有効性の実験方法として、本研究で実施した実験方法について説明した。まず、本研究で実施した実験の室内条件や外界条件などの諸条件について示し、次いで、パラメータであるペリメータ吹出口のブリーズラインを設置した条件 (窓からの距離、吹出方向、長さ和本数等) を示した。さらに実験で使用した測定装置と測定ポイントについて示し、ペリメータゾーンの温熱環境を評価するために設定した評価指標について示した。

第 4 章では、冷房時のブリーズラインの長さ和本数の検討として、ブリーズラインの長さ和本数をパラメータとし、夏期条件で実験を行い、室内温熱環境への影響を検証した。室内温熱環境が良好でない条件は、吹出口を 1 本に集中し、吹出口長さをスパン幅の半分とするものである。室内温熱環境が良好となる条件は、吹出口を 1 本に集中する場合は吹出口長さをスパン幅まで広げるもの

であり、吹出口長さの合計がスパン幅の半分の場合は吹出口を 2 本に分割するものである。実建物への応用を考えると、吹出口を 2 本に分割し、吹出口の長さの合計をスパン幅の半分とすることが推奨されることを示した。

第 5 章では、冷房時のブリーズラインの吹出方向の検討として、ブリーズラインの吹出方向をパラメータとし、夏期条件で実験を行い、室内温熱環境への影響を検証した。水平吹きは、放射不均一度は小さく居住域の気流速度が小さい。垂直吹きは気温は想定より低いが居住域の気流速度が大きい。後ろ吹きは、放射不均一度が大きく PMV も大きい。斜め吹きは、居住域の気流速度がやや大きい、という特徴がある。室内温熱環境が良好となる冷房時の吹出方向は、ブラインドの上端に向かって吹出す水平吹きが最適であることを示した。

第 6 章では、冷房時のブリーズラインの窓からの距離の検討として、ブリーズラインの窓からの距離をパラメータとし、夏期条件で実験を行い、室内温熱環境への影響を検証した。窓のすぐ近くに吹出口を設置すると、上下温度差が大きく温度成層を形成する。窓から 1m 程度に吹出口を設置すると概ね良好な室内温熱環境となる。窓から 2m 程度に吹出口を設置すると、気流速度が大きく、ドラフト発生の可能性がある。室内温熱環境が良好となる吹出口の窓からの距離は、窓から 1m 程度であることを示した。

第 7 章では、暖房時の室内温熱環境への影響の検討として、ブリーズライン長さとし、吹出方向をパラメータとし、冬期の暖房条件で実験を行い、室内温熱環境への影響を検証した。暖房時の室内温熱環境は、冷房を基準とした吹出条件を採用した場合、暖房時に良好な室内温熱環境になるとは限らない。良好な室内温熱環境を達成するため、何らかの工夫が必要であることを示した。

第 8 章では、暖房時の室内温熱環境の改善の検討として、暖房条件での居住域の気流速度に着目し室内温熱環境の改善のために、垂直吹きと水平吹きについてペリメータ供給熱量を等しくしたまま給気風量を減少させる実験を行い検証した。暖房時に良好な室内温熱環境を達成する方法として、ペリメータ供給熱量を等しくしたまま給気風量を 60% レベルまでの範囲で減少させることが有効であることを示した。

総括として以上の検討結果をまとめ、室内温熱環境が良好となるブリーズラインの吹出条件を示した。冷房時のブリーズラインの吹出条件は、吹出口を 2 本に分割しブリーズラインの長さの合計をスパン幅の半分とすること、ブラインドの上端に向かって吹出す水平吹きとすること、吹出口を窓から 1m 程度離して設置することである。暖房時のブリーズラインの吹出条件として、冷房を基準とした吹出条件を採用した場合は暖房時に良好な室内温熱環境になるとは限らず何らかの工夫が必要である。暖房時に良好な室内温熱環境を達成する方法として、ペリメータの供給熱量を等しくしたまま給気風量を 60% レベルの範囲で減少させることが有効である。

以上のことから、ペリメータ空調方式としてブリーズライン型吹出口を用いた場合の、窓からの距離、吹出方向、長さ和本数等をパラメータとした室内温熱環境の特性について明らかにした。その結果、天井ブリーズライン空調方式の設計基準を作成するための基盤が確立された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 横 山 眞太郎

副 査 教 授 繪 内 正 道

副 査 教 授 長 野 克 則

副 査 准教授 前 田 享 史

学 位 論 文 題 名

空間シミュレーションルームによる 天井ブリーズライン空調方式に関する研究

天井ブリーズラインによるペリメータ空調システムは、オールエア方式でありダクト併用型天井吹出しタイプである。この方式は、水配管を伴わないという利点を持ち、漏水事故防止の観点から、室内に OA 機器が多く導入されるインテリジェントビルを中心にその採用が増えつつある。しかし、天井ブリーズライン方式に対する設計基準は確立されておらず、吹出口の設置位置や形状は建築構造や意匠の制約を受けて選定されているのが現状である。吹出口の位置や形状を不適正に設定すれば、日射の変動に追従できないばかりでなく、良好な室内温熱環境を達成できない可能性がある。特に暖房条件では、天井付近に熱溜りが生じてしまい床付近は一向に暖まらないことや、天井から下向きの吹出気流となるため窓面のコールドドラフトを助長するなどの不具合が生じる可能性がある。その中で本研究は、ペリメータ空調方式としてブリーズライン型吹出口を用いた場合の、設置位置や長さなどの形状に関する設計基準を作成するために、温熱環境の特性を解明することを目的としたものである。

著者は、天井ブリーズライン空調方式の研究を実施するに当たり、まず、実験装置を製作した空間シミュレーションルームの特性を述べている。その特徴は、模擬居室、天井・床下ふところ、外気室および観測スペースで構成され、外気室には、太陽光とほぼ等しい波長と強度を持ち、太陽高度が調整できるソーラーシミュレータが設置してあることにある。

次いで、本研究で実施した実験の室内条件や外界条件などの諸条件について示し、パラメータであるペリメータ吹出口のブリーズラインを設置した条件(窓からの距離、吹出方向、長さとお数等)を示した。さらに実験で使用した測定装置と測定ポイントについて示し、ペリメータゾーンの温熱環境を評価するために設定した評価指標について示した。

次に、冷房時のブリーズラインの長さとお数の検討を行った。その結果、室内温熱環境が良好でない条件は、吹出口を1本に集中し、吹出口長さをスパン幅の半分とするものであるを明らかにした。室内温熱環境が良好となる条件は、吹出口を1本に集中する場合は吹出口長さをスパン幅まで広げるものであり、吹出口長さの合計がスパン幅の半分の場合は吹出口を2本に分割するものであることを示した。実建物への応用を考えると、吹出口を2本に分割し、吹出口の長さの合計をスバ

ン幅の半分とすることが推奨されることを示した。

本文の第5章では、冷房時のブリーズラインの吹出方向の検討として、ブリーズラインの吹出方向をパラメータとし、夏期条件で実験を行い、室内温熱環境への影響を検証した。水平吹きは、放射不均一度は小さく居住域の気流速度が小さい。垂直吹きは、気温は想定より低いが居住域の気流速度が大きい。後ろ吹きは、放射不均一度が大きく PMV も大きい。斜め吹きは、居住域の気流速度がやや大きい、という特徴がある。室内温熱環境が良好となる冷房時の吹出方向は、ブラインドの上端に向かって吹出す水平吹きが最適であることを示した。

第6章では、冷房時のブリーズラインの窓からの距離の検討として、ブリーズラインの窓からの距離をパラメータとし、夏期条件で実験を行い、室内温熱環境への影響を検証した。窓のすぐ近くに吹出口を設置すると、上下温度差が大きく温度成層を形成する。窓から 1m 程度に吹出口を設置すると、概ね良好な室内温熱環境となる。窓から 2m 程度に吹出口を設置すると、気流速度が大きく、ドラフト発生の可能性ある。室内温熱環境が良好となる吹出口の窓からの距離は、窓から 1m 程度であることを示した。

第7章では、暖房時の室内温熱環境への影響の検討として、ブリーズライン長さとし、冬期の暖房条件で実験を行い、室内温熱環境への影響を検証した。暖房時の室内温熱環境は、冷房を基準とした吹出条件を採用した場合、暖房時に良好な室内温熱環境になるとは限らない。良好な室内温熱環境を達成するため、何らかの工夫が必要であることを示した。

第8章では、暖房時の室内温熱環境の改善の検討として、暖房条件での居住域の気流速度に着目し、室内温熱環境の改善のために、垂直吹きと水平吹きについてペリメータ供給熱量を等しくしたまま給気風量を減少させる実験を行った。暖房時に良好な室内温熱環境を達成する方法として、ペリメータ供給熱量を等しくしたまま給気風量を 60% レベルまでの範囲で減少させることが有効であることを示した。

これを要するに、著者は、ペリメータ空調のブリーズライン方式における配置、吹出方向、長さとお本数等をパラメータとした室内温熱環境の特性について新知見を得たものであり、その成果は暖冷房工学ならびに空気調整工学に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。