

誘引効果を用いた空調制気口に関する研究  
 -解析領域の検討と吸込口の影響について-



数値流体力学      空気余命      解析領域  
 パラメータサーベイ      誘引効果      空調吹出口

AJ12002      阿久津 香里  
 指導教員      西村 直也

1. 概要

本研究は誘引効果を応用し低風量で部屋全体の換気効率を向上させる空調システムの構築を目的とする。解析空間と吹出形状や吹出速度により、誘引効果がどの程度期待できるかについて検討を行った。本報では必要となる解析領域及び建築的要素について検討した。解析の結果、室内の気流性状が安定する範囲が概ね 5.0~7.0m の範囲と判明した。空調吸込口幅は空気余命削減率が非常に大きくなった 200mm 以上が有効な幅だと考えられる。

2. 研究の背景と目的

近年、扇風機等において周囲の空気を誘引することで、吹出した空気より遥かに大量の風量を供給できるものが広まっている。これらは極端に小さい吹出口から空気を高速に吹出すことで誘引効果を発生させている。建築分野ではエアカーテン等に応用され汚染物質の拡散防止などに用いられる。しかし、これは局所的な送風を目的としており部屋全体の換気効率向上に応用した例は少ない。

前述の背景のもと既往の研究<sup>1)</sup>の様な空調システムを提案したが、その解析過程で様々な課題が見つかった。そのため、本報告ではまず十分な解析空間の策定と吸込み口といった建築的な要素の検討を行うことを目的とする。

3. 研究手法

本研究では、ベンチュリー効果を応用した空調システム及び解析対象のモデル化を行い、評価値を算出するために数値流体力学(CFD)を用いて定常解析を行った。評価基準を既往の研究<sup>2)3)</sup>と同様に空気余命の下側累積頻度 95%点とした。解析結果より陰圧部分の広がり方と気流の方向を確認した。図 1 に解析モデル、図 2 に解析モデルの詳細、表 1 にその概要及び解析条件を示す。この中から、室内側の気流の乱れる範囲が最大・最小と考えられるパラメータ(表 2)で解析領域の検討を行う。また、天井吸込口幅の影響に関しては既往の研究では考慮しておらず 200mm で解析を行っていたが本研究では重要なパラメータとし、表 3 で示すような水準で変化させパラメータサーベイを行った。空調ユニットは既往の研究では曲線を用いたが、形状の作成と検討の単純化のために板状のものを用いた。

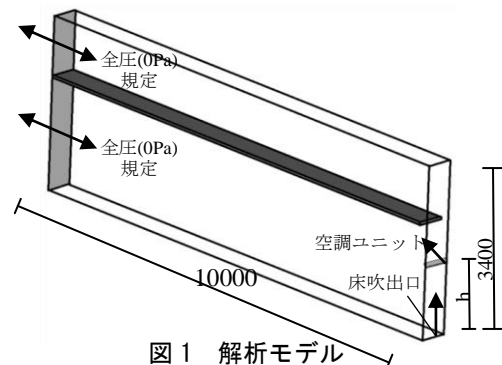


図 1 解析モデル

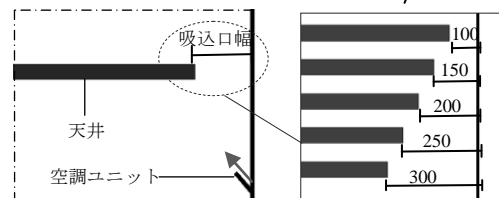


図 2 解析モデルの詳細

表 1 解析モデルの概要及び解析条件

解析モデル	項目	単位	値
解析モデル	床面積	m <sup>2</sup>	5.0
	天井高	m	2.2
	室容積	m <sup>3</sup>	11.0
	高さ	m	3.4
吹出口 (床)	形状	-	スリット
	大きさ	m×m	0.02×0.5
	吹出風速	m/s	1.0~5.0
吹出口 (空調ユニット)	形状	-	スリット
	大きさ	m×m	0.5×0.005
	吹出速度	m/s	2.5~25.0
境界条件 (室内)	大きさ	m×m	0.5×2.2
	条件	-	全圧(0Pa)規定
境界条件 (天井裏)	大きさ	m×m	0.5×1.15
	条件	-	全圧(0Pa)規定

表 2 解析領域検討のパラメータと変化水準

パラメータ	変化水準
吹出速度(床)[m/s]	1.0, 5.0
空調ユニット設置高さ[mm]	1400, 1800
空調ユニット吹出倍率[-]	0.0, 5.0
天井吸込口幅[mm]	100, 300
空調ユニット角度[°]	40, 60

表 3 天井吸込口幅検討のパラメータと変化水準

パラメータ	変化水準
空調ユニット角度[°]	40, 50, 60, 70
吹出速度(床)[m/s]	1.0, 3.0, 5.0
空調ユニット設置高さ[mm]	1400, 1600, 1800
空調ユニット吹出倍率[-]	0.0, 2.5, 5.0
天井吸込口幅[mm]	100, 150, 200, 250, 300

## 4. 解析結果・考察

### 4. 1 解析領域の検討について

解析の結果、空調ユニット角度 40°の解析モデルの大半では室内側の境界面から気流が流出していた。一方、空調ユニット角度 60°の解析モデルの大半は室内側の境界面から気流が流出せず、天井裏側へ排気されていることが分かった。いずれの状態でも、室内側の解析空間において空調ユニットから約 5.0~7.0m の範囲で気流の乱れが低減されることが分かった (図 3)。これより、解析奥行き幅は 10m で安定した解が得られると考えられる。

### 4. 2 吸込口幅の検討について

解析結果より、吸込口幅 200~300 mmにおいては床吹出速度 1.0m/s、吹出倍率 5.0 倍、空調ユニット角度 50°、設置高さ 1800mm が最適設定であることが分かった。図 4 に上記設定値における吸込口幅 100~300mm の圧力コンター図、図 5 に空気余命コンター図、図 6 に気流ベクトル図、図 7 に空調ユニットを設けなかった時との比較として空気余命削減率を示す。吸込口幅と空気余命削減率には相関関係が見られた。これは、吸込口へ侵入する流量が増えたため、ベンチュリー効果により周囲の気圧が下がり、空調ユニット周辺に発生している陰圧域と繋がることによって、周囲の空気を誘引したことが要因として挙げられる。一方、吸込口幅 100mm,150mm の設定では、大半の解析モデルで室内側の境界面から気流が流出する傾向が確認されたため、該当する最適設定は検討不可であった。これは吸込口の幅が狭いため、床から吹出した気流が天井裏に侵入せずに天井の下面に沿って流れたためである。また、吸込口幅が 200mm から空気余命削減率の値が非常に大きくなることが確認された。図 8 に吸込口幅 100~300mm の空気余命を示す。これより、吸込口幅 200mm 以降は吸込口幅が大きいほど空気余命が短くなる傾向が確認された。以上より、吸込口幅は 200mm 以上が有効な幅であると考えられる。

## 5. 結論

既往の研究から解析空間を最適化し解析を行った結果、空調ユニットを設置しない場合と比べ換気効率の向上が可能であり空気余命を約 53%削減できることが確認された。今回検証したパラメータの組合せに関して、吸込口の幅を大きくするに従って、空気余命の削減率が大きくなる傾向が見られることが分かった。今後は境界条件を更に最適化し、あらゆる条件でも空気余命の算定を行えるような解析空間の作成と評価基準となる空気余命の算定のため、具体的な室用途を想定することが望ましい。

### 【参考文献】

- 1) 柄澤祥雄・西村直也：誘引効果を用いた空調吸込口に関する研究,日本建築学会,学術講演梗概集 環境工学II,p775-776,(2015)
- 2) 石澤啓介・西村直也 他：空調制気口配置計画に関する研究,日本空気清浄協会,研究大会予稿集,p163-p165,(2007)
- 3) 西村直也・望月政成：遺伝的アルゴリズムを用いた空調制気口の最適配置に関する研究,日本空気清浄協会,空気清浄:コンタミネーションコントロール 51(6),p20-25,(2014)

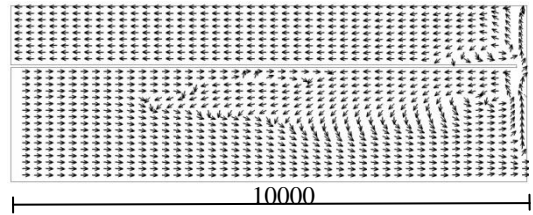


図 3 気流ベクトル図

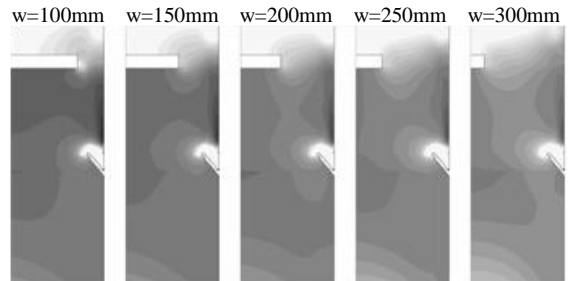


図 4 圧力コンター図 (w=100~300)

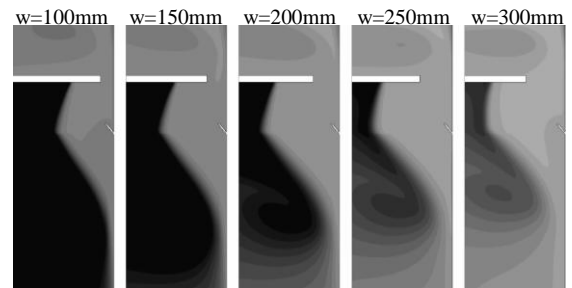


図 5 空気余命コンター図 (w=100~300)

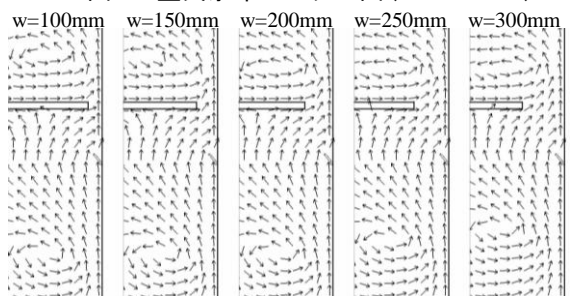


図 6 気流ベクトル図 (w=100~300)

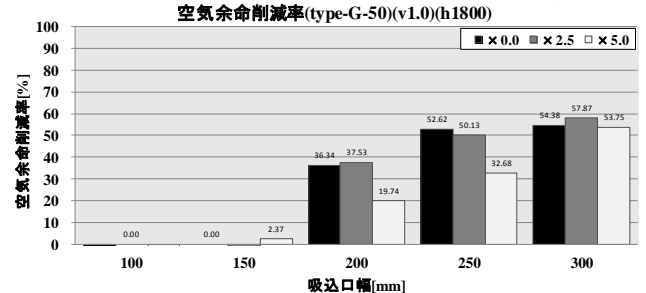


図 7 空気余命削減率 (w=100~300)

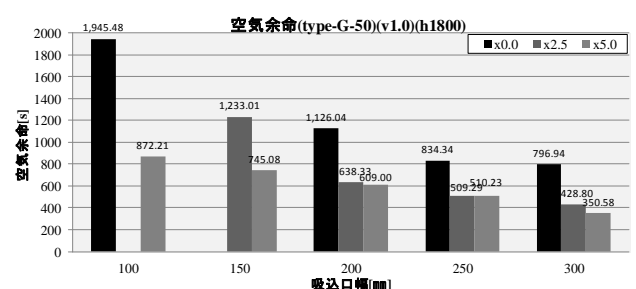


図 8 空気余命 (w=100~300)