

空調機の経年劣化がもたらす室内環境の劣化に関する研究

建築都市デザイン学科 2280040029-9 金久 直樹
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

空調機には経年劣化が生じており、不具合発生を防止する目的で、定期的な機器点検・修理・更新が行われている。これら機器の経年劣化は、不具合の発生確率や運転コストの上昇で捉えられることは多いが、室内環境に及ぼす影響に関する検証は少ない。

本研究では、空調機におけるエアフィルターに着目し、その経年劣化である圧力損失の上昇によるファン風量の減少がもたらす室内環境の劣化の検討を行う。

今回、機器劣化の進行に合わせて、空調風量を減らしていく。小規模ビルにおいて最も多く用いられているマルチパッケージ空調（ビルマル）方式を対象とする。

2. 概要

2. 1 解析対象（図 1）

北面に窓を有するオフィスモデル（奥行き 10.8m の連続したオフィスを想定し、この内の 1.8m 幅を解析対象）を対象にする。

2. 2 解析概要（表 1）

夏期の 15 時を想定し、室内に、照明（4 台）、人体（4 体）、PC（4 台）による内部負荷と外気温による外壁（北、南）、窓からの外部負荷を境界条件として与えた。解析対象において、CFD を用い、温度、気流の分布の比較を行った。なお、本研究では、北面に窓を有することから、日射による外部負荷は考慮しない。

2. 3 解析ケース（表 2）

Case1 を基準^{※2}とし、空調機の経年劣化状況をファン風量減少によって表した 3 ケースにおいて解析を実施した。各ケースにおいて、解析対象モデル内にある 2 つの室内機の吸込口温度の平均が 26℃となるように、吹出温度を調整する CAV 制御を行う。

3. 解析結果

3. 1 温度分布（図 2）

Case1 においては、場所による温度差が約 1.0℃しか生じていないが、Case2、Case3 ではそれぞれ約 1.5℃、約 2.0℃生じている。経年劣化が進むことにより、室内に温度差が生じやすくなり、均一な室内環境を実現することが難しくなっていくと考えられる。

3-2. 気流分布（図 3）

Case1、2 においては、幅広い範囲に吹出空気を十分供給できているが、Case3 では、明らかに供給範囲が狭くなっている。これは、経年劣化によって風量が失

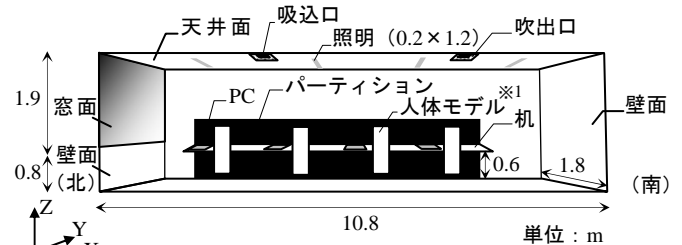


図 1 解析対象モデル

※ 天井埋込カセット型の室内機を 2 台（各室内機の半分が解析対象域）設置している。

表 1 境界条件

	外部負荷			内部負荷		
	壁面 (北)	壁面 (南)	窓面	照明 (4 個)	人体 (4 体)	PC (4 台)
発熱量 [W]	9.1	43.7	168.5	400.0	220.0	1041.4

表 2 解析ケース

ケース名	風量 [m ³ /min]	吹出温度 [°C]	吸込口温度 [°C]	制御方式
Case1	13.0(100%)	22.0	26.0	CAV 制御
Case2	10.4(80%)	21.1		
Case3	7.80(60%)	19.4		

※ 室内機の吹出角度は 45°。

※ 表中の風量が、解析モデル内の全ての吹出口に吹出面積に応じて分配される。

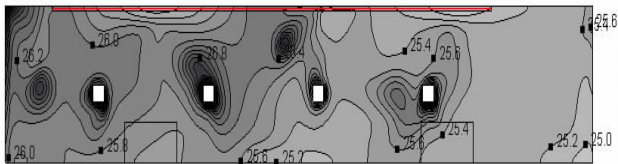
われことだけでなく、それに伴い処理できなくなった負荷を吹出温度を下げることにより、処理しようとしたためだと考えられる。

3. 3 居住域温度^{※3}（図 4）

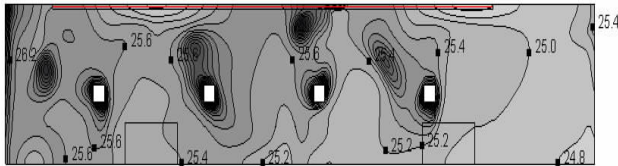
各 Case における、居住域温度と吸込設定温度との差を比較する。その結果、Case1 において、最もその差が小さく、逆に Case3 において、最も大きいということが確認できた。このことより、機器の劣化に伴い、居住環境が劣化するということが言える。

3. 4 吹出温度と吸込口温度（図 5）

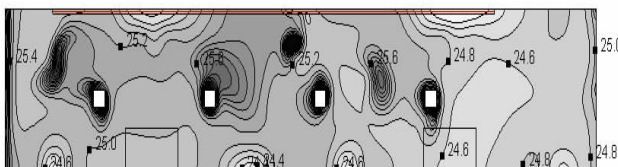
機器の経年劣化により、風量が低下すると、負荷を処理するために、吹出温度が下がる。そのため、吸込口温度と吹出温度の差が大きくなる。温度の低い空気は比重が重いため、床面付近にたまる。そのため、室内の空気サイクルが悪化し、室内に温度差が生じる。



Case 1 風量 100%



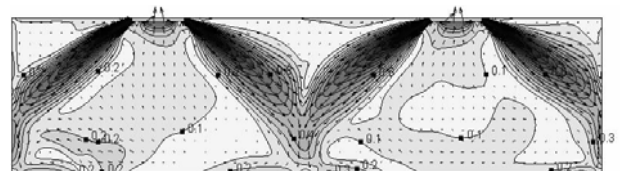
Case 2 風量 80%



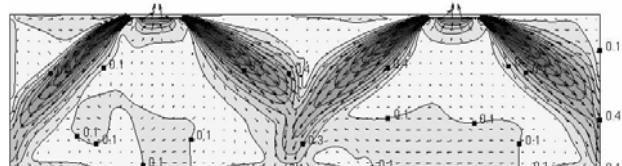
Case 3 風量 60%



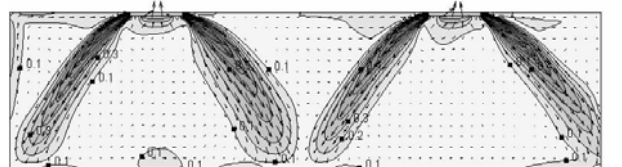
図2 床面から高さ 1.2mにおける温度分布図



Case 1 風量 100%



Case 2 風量 80%



Case 3 風量 60%



図3 空調機中央の鉛直断面における風速コンター・ベクトル図

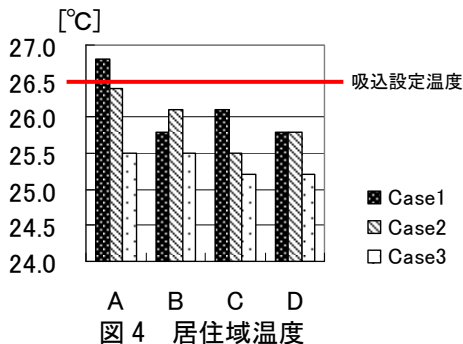


図4 居住域温度

	吸込口温度 [°C]	吹出温度 [°C]	吸込口温度と吹出温度の差 [°C]
Case1	26.0	22.0	4.0
Case2	26.0	21.1	4.9
Case3	26.0	19.4	6.6

表5 吹出温度と吸込口温度

4. まとめ

本研究では、空調機におけるエアフィルターに着目し、その経年劣化が室内環境にどのような影響をもたらすか検討を行った。設定温度と居住域温度の差、室内の温度分布が劣化の程度により異なることが分かった。室内環境を快適に保つには、機器の劣化具合とそれに伴う室内環境の変化を把握することが重要である。

5. 今後の課題

今回、エアフィルターの経年劣化のみ考慮し、室内環境の劣化を検討したが、実際の空調機では、様々な部分において経年劣化が起こる。そのため、様々な部分の経年劣化による影響を複合的に考慮し、室内環境の劣化を捉える必要がある。また、冬季の場合や日射による外気負荷を考慮した場合の検討を今後行っていく必要がある。

参考文献

- 1) 空調調和・衛生工学会：設計用最大熱負荷計算法、1989

- ※1 人体モデルは北からA、B、C、Dとする。
 ※2 Case1を機器に経年劣化の起こっていない状態とし、その時の風量を100%とする。Case2、3となるにつれて、機器の経年劣化が進み、Case1時の風量のうち、それぞれ20%、40%が圧力損失によって失われるとする。
 ※3 居住域温度は、人体モデルの背面から10cm、床面からの高さ0.8mにおける温度。

- 注1) 今回はエアフィルターを例として取り上げた。しかし、実際には、一つの空調機においても、エアフィルターや送風機といったような部分や運転環境等によって、劣化の進み具合やそれに伴い室内環境に与える影響が異なるため、最適な時期に更新が行われていない可能性も考えられる。そのため、最適な更新を行うにあたって、空調機の経年劣化とその影響を受けた室内環境の劣化状況の推移を把握することは、重要であると考えられる。
 注2) ファン風量が減少すると、熱交換器で熱交換を行うことのできる空気量が減少するため、冷房能力が低下する。
 注3) 実際の空調機では、湿度管理も行っており、湿度除去に伴う潜熱処理にも熱量が使われる。風量が減少すると、湿度除去能力が低下するため、快適な室内環境を保つには、より多くの熱量が必要となる。