

天井カセット方式ビル用マルチエアコンを用いた不在エリア制御に関する研究 —放射・湿度を考慮した CFD 解析—

建築都市デザイン学科 2280060002-6 石黒 亮
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

オフィスでは残業時など居住域が限定されている場合においても、室内全体を空調している。これは不必要な空間まで空調していることになり、エネルギーの浪費につながる可能性がある。

これまで本研究では基礎研究として、4 方向吹出天井カセット方式ビル用マルチエアコンを用いた、在席エリアにいる人の快適性を確保しながら不在エリアの空調を抑制もしくは停止することによる、省エネと快適性の両立を目的とした不在エリア制御の効果について対流の解析を用いて検討を行ってきた。

そこで本報では、放射と湿度を考慮して解析を行う。放射は空間の熱輸送の大きな要因であり、湿度は空調機の処理熱、快適性ともに無視できない要因であるため、より高い精度が期待できる。不在エリア制御を行わない常に空調機を全台稼働したケースと不在エリアの空調機を停止させ、在席エリアのみの空調機を稼働したケースにおいて、室内の温熱環境、および消費電力を CFD により検討、結果の比較を行い、不在エリア制御の有効性を検証する。

2. 研究概要

2.1 解析対象(図 1)

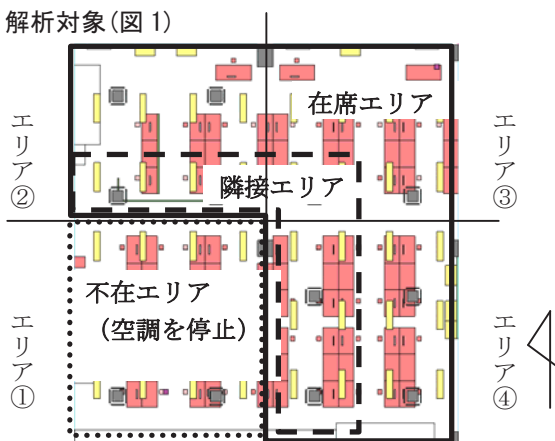


図 1 解析対象および不在エリア制御概念図 (Case2-2 の例)

表 1 空調負荷 (外皮負荷を除く) 注1)

	人体	モニター	PC	照明	プリンタ
Case1	3660W	2745W	6710W	1760W	33W
Case2	2520W	1890W	4620W		
Case3	1980W	1485W	3630W		
Case4	1200W	900W	2200W		

実際に執務しているオフィス空間を対象とし、室内を不在エリア、不在エリアに隣接する在席エリア (以下、隣接エリア)、在席エリアの 3 つに分ける。対象領域の範囲は幅 17.6m×奥行き 17.9m×天井高さ 3.0m である。また、同オフィスは北側に窓があるとし、日射の影響は考慮しない。

2.2 解析概要(図 1・表 1)

風量・吹出温度が個別に制御可能な 16 台のビルマルを設置している。詳しい設定は図 1・表 1 に示す。

2.3 解析ケース(表 2)

在席率を 100% (Case1)、75% (Case2)、50% (Case3)、25% (Case4) の 4 パターンを設定する。それぞれのパターンに対し全体空調 (制御ナシ) と不在エリア制御空調を用いた場合の解析を実施し、比較を行う。

3. CFD 結果

3.1 空気齢^{注3)}解析結果 (図 2)

各ケースの不在エリアの空気齢指標が、全体空調では在席エリアと同等となっているが、不在エリア制御空調では、不在エリアの空気齢指標が大きく上昇している。これは不在エリア制御空調では、不在エリアの空気が在席エリアに比べて、空気の循環がなされていないことを示す。しかしその一方で、在席エリアの空気齢指標は十分小さい値となっているため、空気の流れとしては無駄なく空調が行われていることが分かった。

3.2 熱解析結果 (図 3)

Case2-2 では不在エリアに隣接エリアから冷たい空気が流入しているが、Case3-2, Case4-2 ではそれぞれ全体空調に比べ不在エリアの温度が上昇している。これにより不在エリア制御空調では、不在エリアの熱処理をあまり行うことなく、効率の良い空調が行われていることが確認できた。また、不在エリアの温度が上昇することによって壁からの熱の流入が抑えられ、処理熱量が減少した。

表 2 解析ケース

		在席エリア	空調機台数 ^{注2)}
Case1	全体空調	100% (①②③④)	16 台
Case2-1	全体空調	75% (②③④)	16 台
Case2-2	不在エリア空調	75% (②③④)	12 台
Case3-1	全体空調	50% (③④)	16 台
Case3-2	不在エリア空調	50% (③④)	8 台
Case4-1	全体空調	25% (④)	16 台
Case4-2	不在エリア空調	25% (④)	4 台

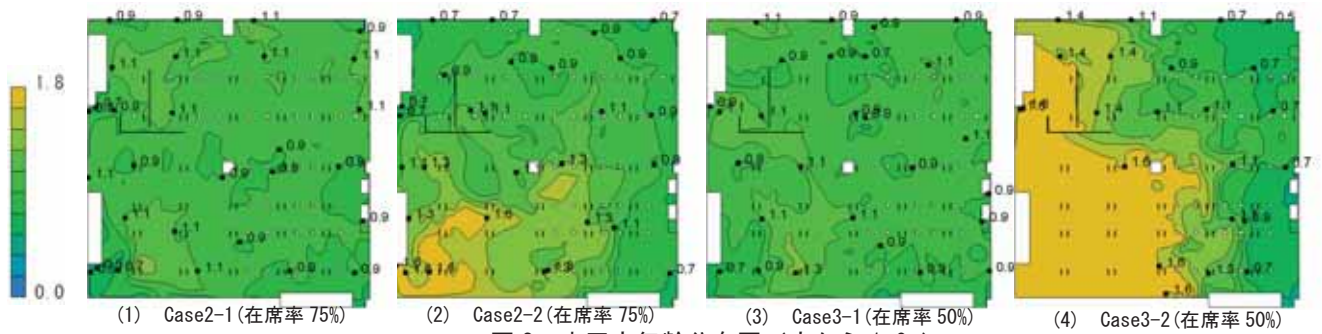


図2 水平空気齢分布図 (床から1.0m)

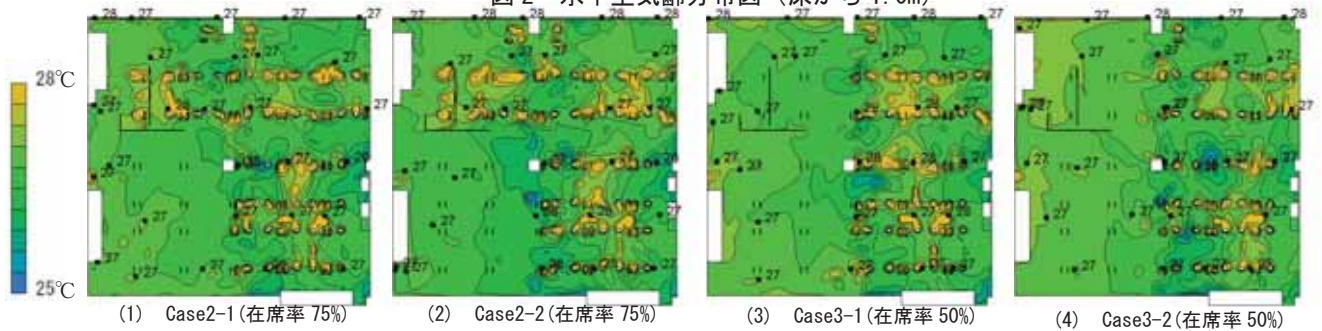


図3 水平温度分布図 (床から1.0m)

4. 空調機消費電力 (図4)

不在エリア制御を用いた場合の空調機消費電力は、全体空調と比較して Case2 において 10.8%、Case3 において 24.2%、Case4 において 45.5%削減できた。これは不在エリア制御を行うことによって、処理熱量の減少と、空調機の停止による動力分の消費電力の削減が大きな要因となっている。

5. PMV 算出結果 (表3)

各ケースにおいて人体首筋付近における PMV を算出、比較した。全体空調と比較すると、不在エリア制御空調では、全ケースで PMV 値の低下がみられた。また、は在エリア制御空調において隣接エリアでの PMV と在席エリアの PMV 値に大きな差がみられなかった。よって快適性の低下は確認されなかった。

6. まとめ

CFD 結果・消費電力・PMV 比較結果から、不在エリア制御による十分な省エネ効果と全体空調と同等な快適性を確認した。

今回は不在エリア制御の効果を調べるために大きく四つのエリアに分けたが、今後はさまざまな不在パターンを検討していく必要がある。

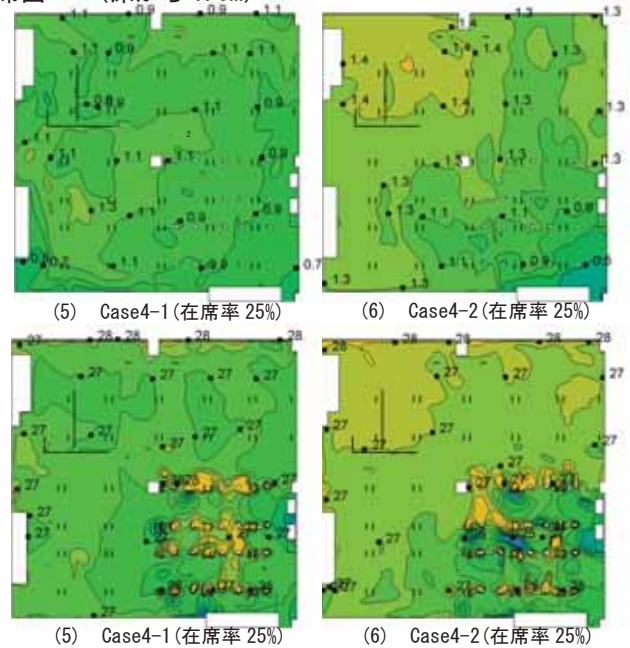


表3 エリア別 PMV 平均結果^{注4)}

	隣接エリア	在席エリア	全在席エリア
全体空調 (制御ナシ) Case2-1	1.11	1.01	1.04
不在エリア制御 Case2-2	1.09	0.97	1.01
全体空調 (制御ナシ) Case3-1	1.10	1.00	1.01
不在エリア制御 Case3-2	1.07	0.99	1.02
全体空調 (制御ナシ) Case4-1	1.02	1.09	1.04
不在エリア制御 Case4-2	0.87	0.95	0.91

注1) 外皮負荷はサーモカメラによる対象オフィスの実測で得られた壁面温度 (27.3~30.9°C)、対流熱伝達係数は 4.6[W/m²・K] を用いた。

注2) CFD は、ビルマルの吸込口 (1 台につき 1 つ) の平均温度が 27°C になるように吹出温度を変化させる吹出温度制御を行っており、個別に制御している。

注3) 空気齢指標 (SVE3 (X)) = Cx (X) / Cs
Cx (X) : 室内一様に総量 q の汚染質発生がある場合の X 地点の濃度 [kg/m³]
Cs: 瞬時一様拡散濃度 [kg/m³]

注4) 各ケースにおけるエリアごとの PMV 平均値。

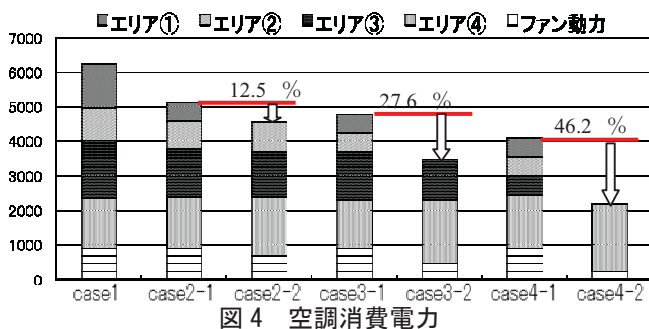


図4 空調消費電力