

空調室外機の集約化を目的としたレイアウトの性能検証

都市システム工学科 2160090028-2 久保田 敦士
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

近年、事務所ビル等に空冷式ビル用マルチエアコン（以下、ビルマル）が多く採用されている。ビルマルは室外機を設置する必要があるが、屋上は太陽光発電パネル設置など利用目的が多く、室外機の設置スペースを集約化することが求められる。一方で、室外機の設置スペースが十分に確保されていないと、高温の排気を再吸気するショートサーキットを起こし、空調効率が低下してしまう恐れがある。

本研究では、ショートサーキットの防止を考慮しつつ空調室外機の集約化を目的としたレイアウトの提案を行い、CFD 解析により冷房能力の性能検証を行う。

2. 研究概要

本解析では、実空間を想定し CFD 解析を行う上で、滋賀県草津市内の K ビルにて実測を行い、境界条件を決定した。また設置面積が減少するケースを解析し、各室外機の冷房能力の検証を行う。

2-1. 解析空間 (図 1~図 4)

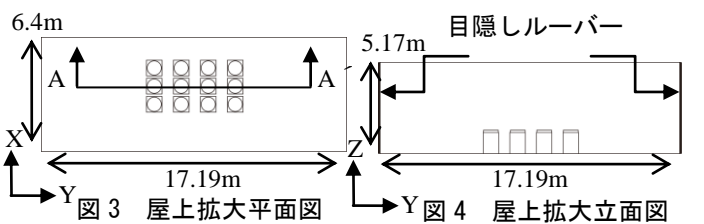
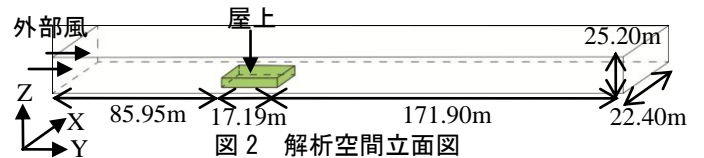
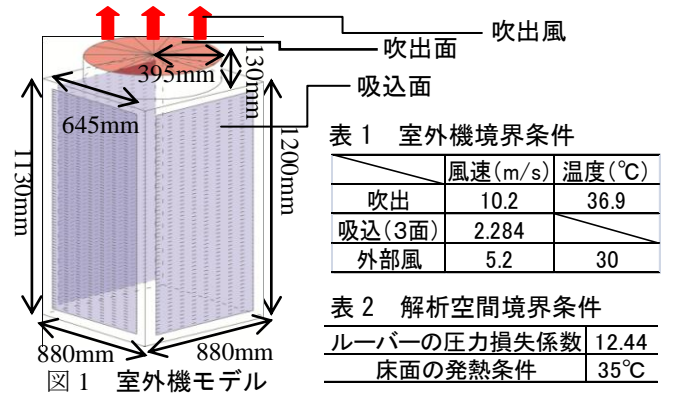
本解析では、K ビルの屋上と外部風を考慮するために設定した仮想空間を解析対象とし、ビルの高さは考慮しない。解析領域は 22.4m(X)×275.04m(Y)×25.2m(Z)で、メッシュ数は 113×193×59 メッシュである。また、乱流モデルは標準 k-ε モデルを使用した。解析領域には、1 機あたり 3 面の吸込面がある室外機が計 12 台設置されており、屋上の周囲は目隠しルーバーに囲まれている。CFD 解析による目隠しルーバーの再現は、メッシュ数が多くなり解析時間が長くなるため、屋上の周囲に圧力抵抗を与えた壁面を設置した。その圧力損失係数は、ルーバーのみの解析を行って求めた。また外部風による影響を考慮するため解析空間を図 2 とした。

2-1. 境界条件 (表 1~表 2)

本解析では、吹出温度を一定としているため、吸込温度上昇による吹出温度の上昇を考慮していない。また実空間を想定するため、屋上面は面発熱条件を与え、日射による影響を再現した。

2-3. 解析ケース (表 3)

表 2 内の D、d はそれぞれ D=136(mm)、d=640(mm)である。また平面図、立面図の太線は室外機の吸込まない面である。本研究では、室外機の吸込面 3 面と吸込まない面がずれるように設置するレイアウトを提案する。



Case	平面図	立面図	内容	面積[%]
1			吸込まない面が対面している室外機が2つのケース	100
2-1			室外機を上(に)2Hの高さに積んだケース	44
2-2			室外機を上(に)5/2Hの高さに積んだケース	44
3			上に積んだ室外機が下からの排気を吸わないように、吸込まない面を設定したケース	76
4-1			Case3を1/2d、Dに変更したケース	71
4-2			Case3を1/2d、1/2Dに変更したケース	69
4-3			Case3を1/4d、Dに変更したケース	68
4-4			Case3を1/4d、1/2Dに変更したケース	66

[D : X 方向の機器間距離 d: Y 方向の機器間距離
H: 機器高さ ➡: 外部風向]

Case1 は実測空間のレイアウトである。Case2 は設置面積を削減させるため室外機を上積み上げたレイアウトである。Case3 は上に積み上げた室外機が下からの排気を吸込みにくいレイアウトである。Case4 は Case3 の室外機との間隔を狭め、設置面積を削減したレイアウトである。

3. 解析結果の評価

3-1. 評価方法

室内温度 26℃、湿度 50%を想定した部分負荷曲線を基に Case1~Case4-4 の各室外機の吸込温度と設置面積から全室外機の合計冷房能力(kW)、1 m²あたりの冷房能力(kW/m²)を算出した。設置面積は積み上げた室外機の面積、室外機の放熱に必要なスペースも含む^{注1)}。本研究では各ケースの 8 号機、11 号機の吸込温度と、合計冷房能力と 1 m²あたりの冷房能力に着目して評価を行った。

3-2. 解析結果の評価 (図5~図8)

1) Case 2-1、Case 2-2 の評価

他のケースより吸込温度は上がり合計冷房能力が下がったが、1 m²あたりの冷房能力が最も高くなった。Case 2-2 は上に積み上げた室外機の設置位置を高くなったため、Case 2-1 より吸込温度が下がり、1 m²あたりの冷房能力は同じだが、合計冷房能力は上がった。

2) Case3 の評価

合計冷房能力が Case1 とほぼ同等の値を示したが、室外機を積み上げたケースの中で 1 m²あたりの冷房能力は最も低くなった。

3) Case4-1~Case4-4 の評価

Case4-1 は積み上げたケースの中で最も吸込温度が低く、合計冷房能力も上がった。Case4-3 の吸込温度は多少上がったが、1 m²あたりの冷房能力が上がった。Case4-2、Case4-4 の吸込温度は上がったが、1 m²あたりの冷房能力が上がった。

4. まとめ

本研究では CFD 解析による室外機の集約化を目的としたレイアウトの性能検証を行った。上に積んだ室外機が下からの排気を吸わないように吸込まない面を設定し、室外機の吸込まない面同士の間隔を狭めた Case4-1、Case4-3 の合計冷房能力は多少の変化しか見られなかった。室外機を積み上げた Case2-1、Case2-2 は 1 m²あたりの冷房能力が最も高くなったが、室外機の吸込温度が高く合計冷房能力が低くなった。この結果より冷房能力は、室外機を積み上げるレイアウトより、下からの排気を吸込みにくくなるよう積み上げたレイアウトの方が高くなる。本解析は吸込温度上昇に伴う吹出温度の上昇を考慮しておらず、実際は各ケースの吸込温度、吹出温度が上昇すると予想される。今後は、各ケースのレイアウトの再現現及び実測を行い、解析精度やレイアウトの検証を行っていく必要があると考えられる

注1) 積み上げられた室外機の設置面積が重複している場合は除外する。

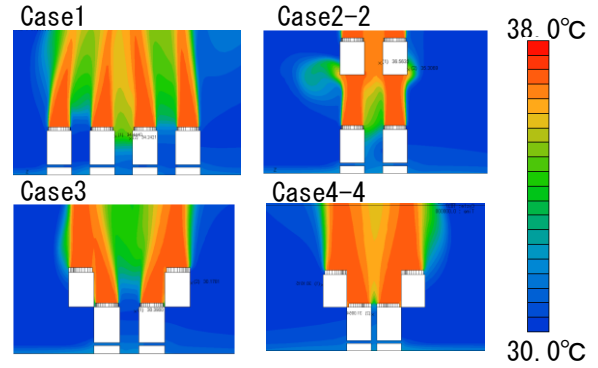


図5 温度コンター A-A' 断面

	平面図	立面図	立面図
Case1			
Case2-1 ~ Case2-2			
Case3 ~ Case4-4			

図6 室外機番号

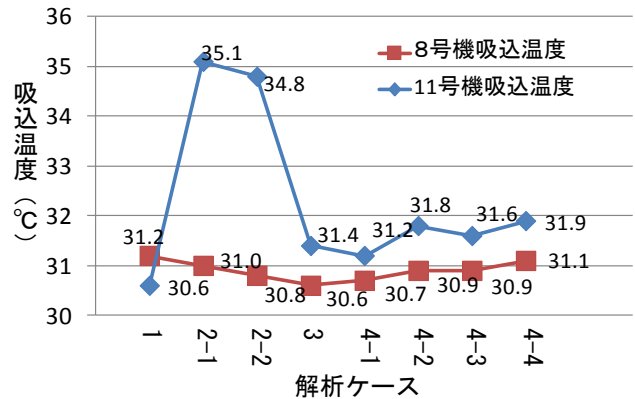


図7 8号機、11号機吸込温度

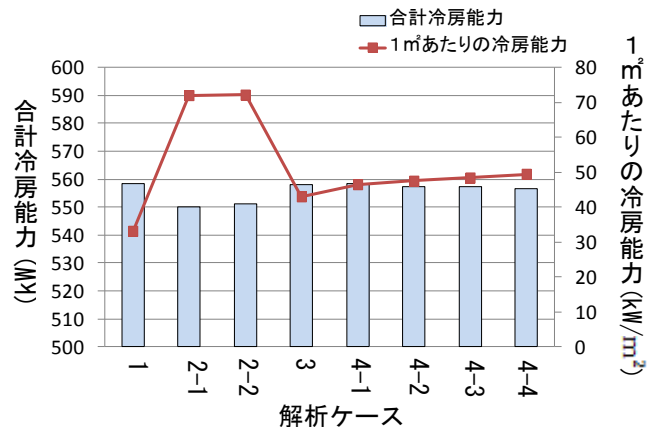


図8 合計冷房能力と 1 m²あたりの冷房能力