

実証実験の紹介

国土技術政策総合研究所
赤嶺嘉彦

発表内容

1. 実証実験の概要

2. 空調システムの構成要素による風量バランスの違い

- ・技術解説書で対象外の空調システムと技術解説書におけるType-B2のシステムにおける風量バランスの比較

3. 給気ファンが処理する圧力損失の構成

- ・実証実験における空調システムの場合

4. 末端圧一定制御における注意点 (末端圧一定制御は技術解説書の対象外)

5. CO2濃度制御に関する実証実験の紹介

1. 実証実験の概要

実験建物の概要

- 元々は集合住宅実験棟の2・3階部分を改修し、中央式空調システムを導入
 - 元々の住戸部分を1つの空調区画とし、203室を空調区画を兼ねた機械室としている



実験棟外観
(北面の共用廊下側)

- 一つの空調区画床面積：76.8㎡
- SA吹出口・RA吸入口：2ヶ所



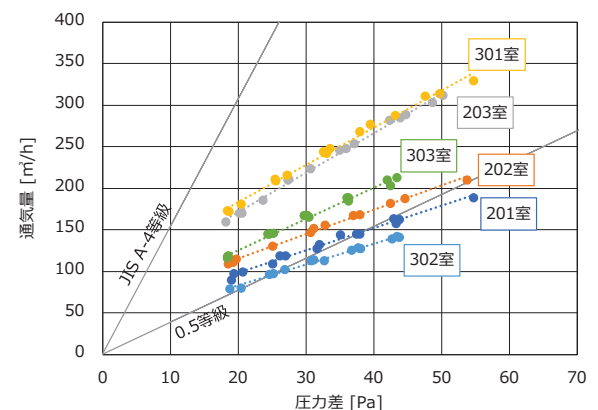
機械室（203室）の内観



空調区画の内観

空調区画の相当隙間面積（C値）[cm²/m²]

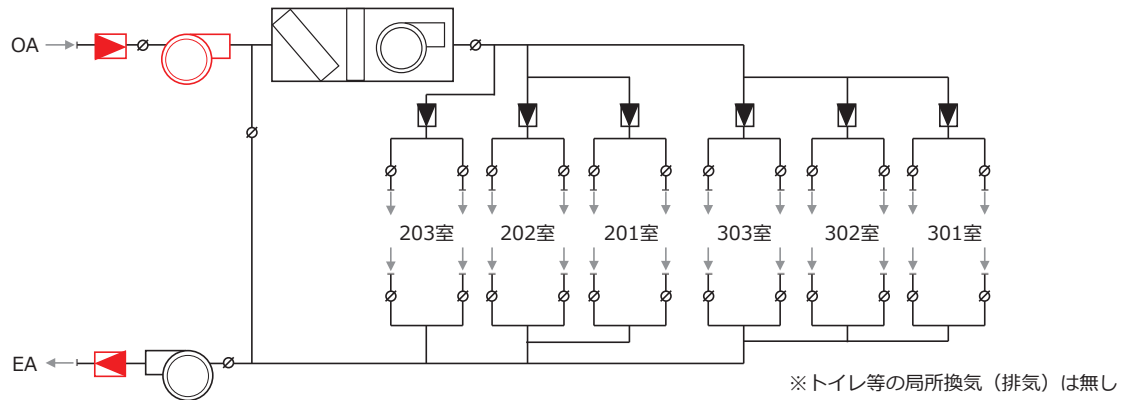
201室	202室	203室	301室	302室	303室
0.5	0.7	1.0	1.1	0.4	0.7



JIS A-4等級	市街地の高層建築物
0.5等級	風の強い地域や超高層建築物

空調システムの概要

- **要求風量制御・吐出圧一定制御・末端圧一定制御**を切り替えて設定可能
- OA・EA系統の「ファンのON・OFF」や「VAVユニットの全開固定・風量制御」を組み合わせることで、**空調システムの構成要素を任意に設定可能**



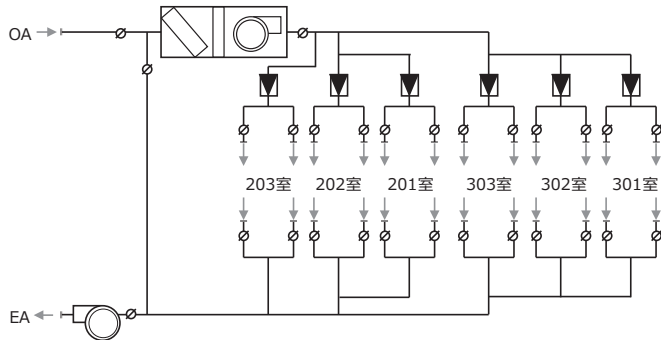
	201室	202室	203室	301室	302室	303室
設計最大風量[m³/h]	1,240	850	1,120	1,500	1,090	1,230
設計最小風量[m³/h]	300	300	300	300	300	300

2. 空調システムの構成要素による風量バランスの違い

技術解説書で対象外の空調システムと技術解説書におけるType-B2のシステムにおける風量バランスの比較

空調システム

技術解説書で対象外の空調システム

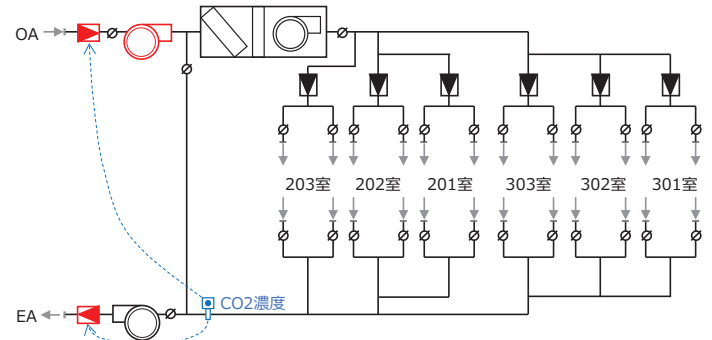


SA系統	要求風量制御
EA系統	ファン：回転数固定 ¹⁾ VAV：なし
OA系統	ファン：なし VAV：なし

技術解説書におけるType-B2の空調システム

(還気ファン無・余剰排気ファン有+還気と余剰排気は兼用経路)

OAとEAの風量バランスを維持するために、技術解説書のType-B2は「RA-MD」を設けているが、ここでは**OAファン**を設置。



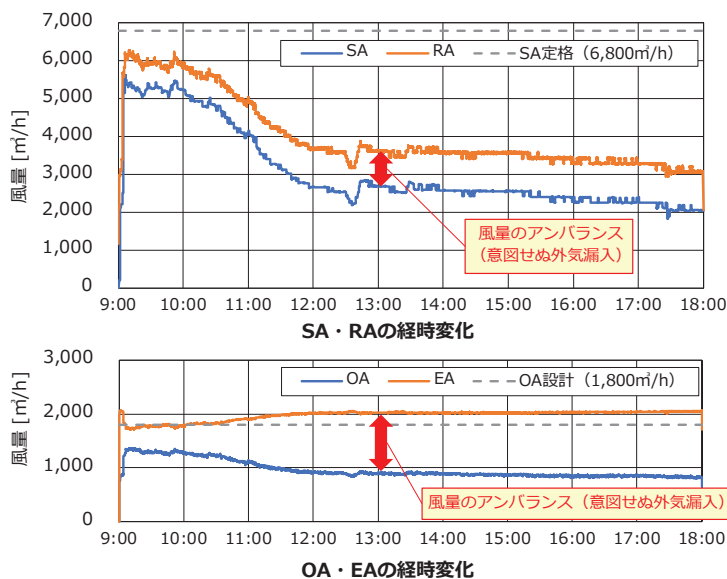
SA系統	要求風量制御
EA系統	ファン：回転数固定 ¹⁾ VAV：CO2濃度による風量制御
OA系統	ファン：回転数固定 ²⁾ VAV：CO2濃度による風量制御

- 1) SA定格6,800m³/hのとき、EAが設計外気量1,800m³/hとなるようにファンの回転数を設定。対象外のシステムのOAは、SA定格のとき設計外気量となるように手動ダンパーで調整。
- 2) SA最小1,800m³/hのとき、OAが設計外気量1,800m³/hとなるように回転数を設定。

7

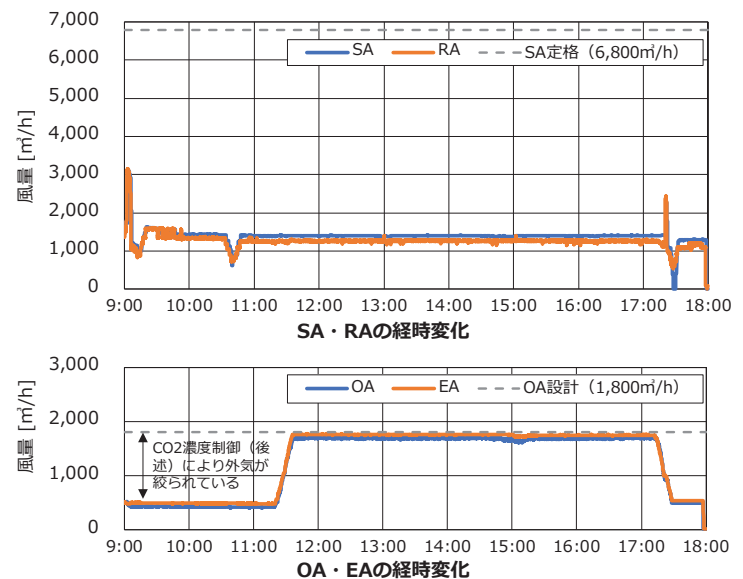
空調機廻りの風量の経時変化

技術解説書で対象外の空調システム (2022/8/8)



- ・ SAが定格より小さくなるにつれて、SAとRA、OAとEAの風量差が大きくなる。
- ・ SAファンの回転数が小さくなると、OAが取り込めなくなる（不足する）。一方で、EAファンは回転数固定、VAVが無いため、EA過剰となる。
- ・ SAが3,000m³/h程度のとき、1,000m³/h程度の外気が漏入している。

技術解説書におけるType-B2の空調システム (2025/4/22)



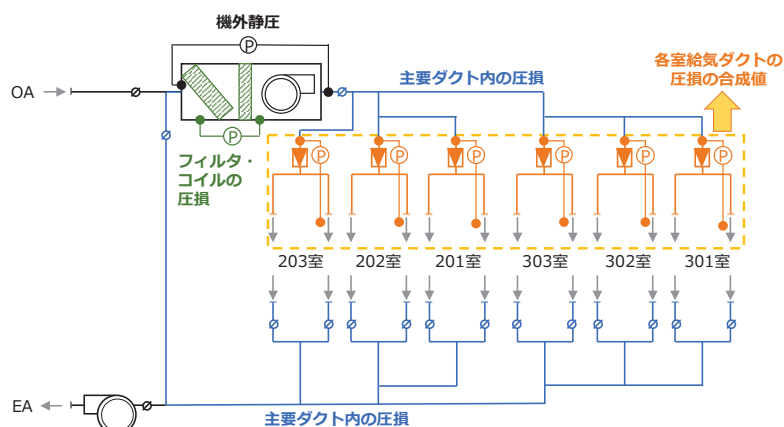
- ・ SAの大小によらず、SAとRA、OAとEAの風量バランスが確保されている。
- ・ 技術解説書は、**風量バランスが確保される空調システムを対象**としている。

8

3. 給気ファンが処理する圧力損失の構成

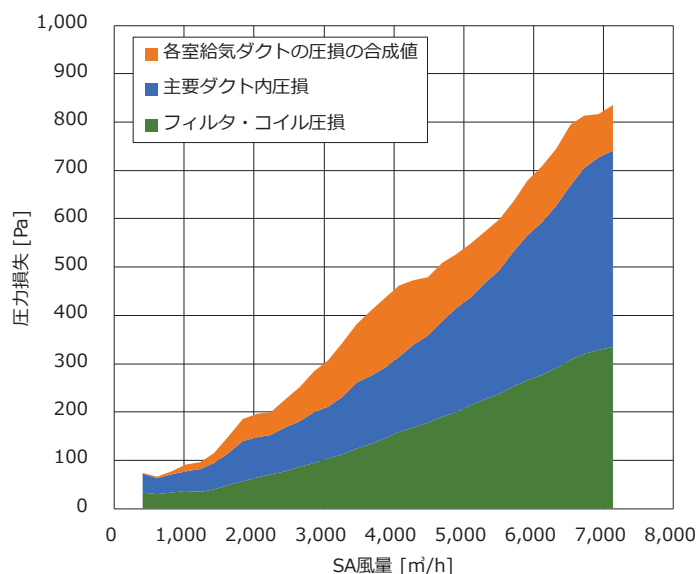
実証実験における空調システムの場合

給気ファンが処理する圧力損失の構成



各圧力の測定方法

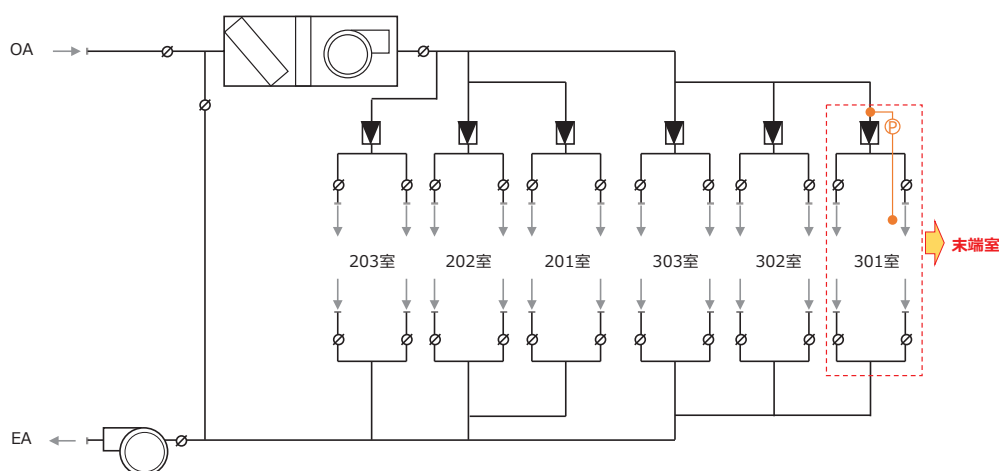
- **各室給気ダクトの圧損の合成値**：「各室の給気ダクトの圧損（実測）」からaAを求め、その並列合成とSA風量から算出
- **主要ダクト内の圧損**：「機外静圧（実測）」から「各室給気ダクトの圧損の合成値」を差し引いて算出
- **フィルタ・コイル圧損**：実測



全風量帯で平均すると、給気ファンが処理する圧力損失のうち、各室給気ダクトの圧損の合成値は19%、主要ダクト内の圧損は43%、フィルタ・コイル圧損は38%であった。

4. 末端圧一定制御（技術解説書の対象外） における注意点

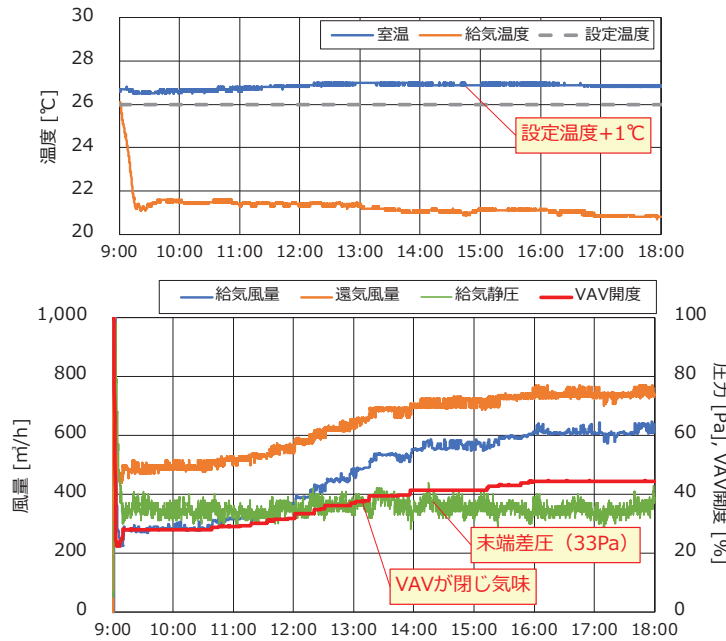
末端圧一定制御の概要



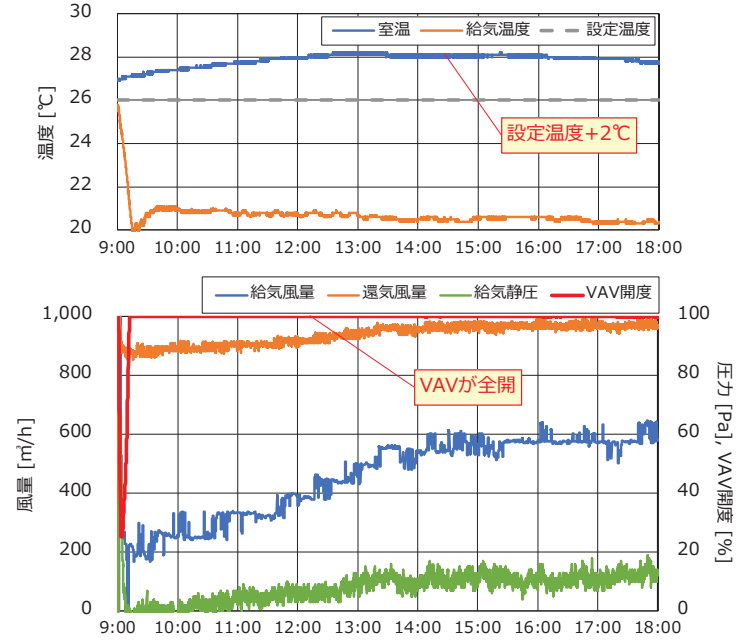
- 機械室（203室）から最遠の301室を末端室とする。
- 末端圧が一定となるように、SAファンの回転数を制御する。
- 末端圧は、各室定格風量を満たすときの301室の給気ダクト内と室の差圧（給気静圧）とした。

低負荷時における室温、給気風量・静圧、VAV開度の経時変化

末端室（301室）



303室



- SAファンは末端室（301室）の給気静圧33Paを維持する制御のため、303室は必要な風量を確保するための給気静圧が得られず、VAVが全開となっている。

5. CO2濃度制御に関する実証実験の紹介



CO2ガスポンプ



マスフローコントローラ（各室設置）

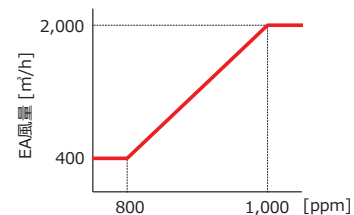
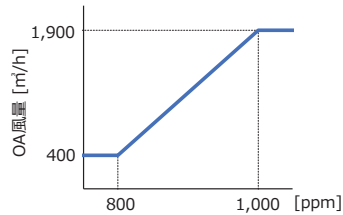


各室のCO2ガスの発生・攪拌の様子

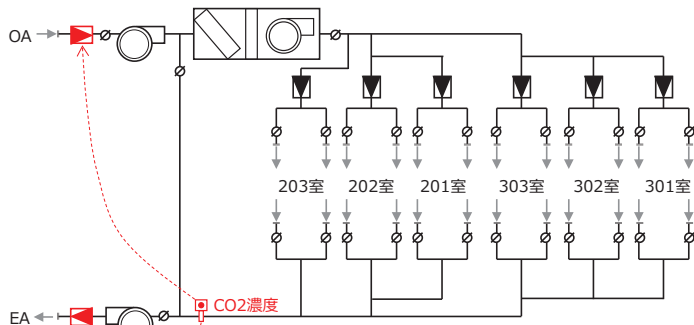
CO2濃度制御の概要

還気合流部のCO2濃度に応じて、
VAVによりOAとEAの風量を制御。

※OA、EAそれぞれの最大風量は、VAVユニットの風量測定誤差を確認の上、実際の風量1,800m³/hに相当する風量を設定。

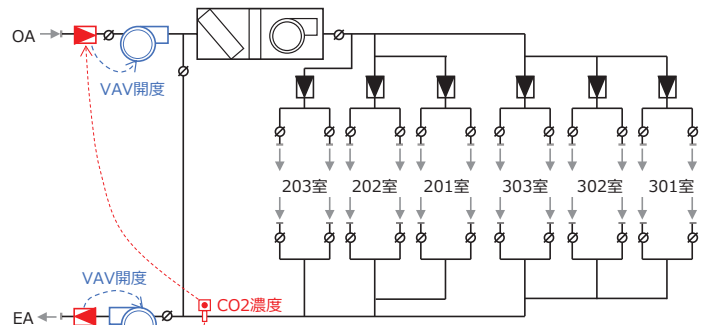


EA・OAのVAV風量制御



SA系統	要求風量制御
EA系統	ファン：回転数固定 VAV：CO2濃度による風量制御
OA系統	ファン：回転数固定 VAV：CO2濃度による風量制御

EA・OAのVAV風量制御+ファン最適開度制御



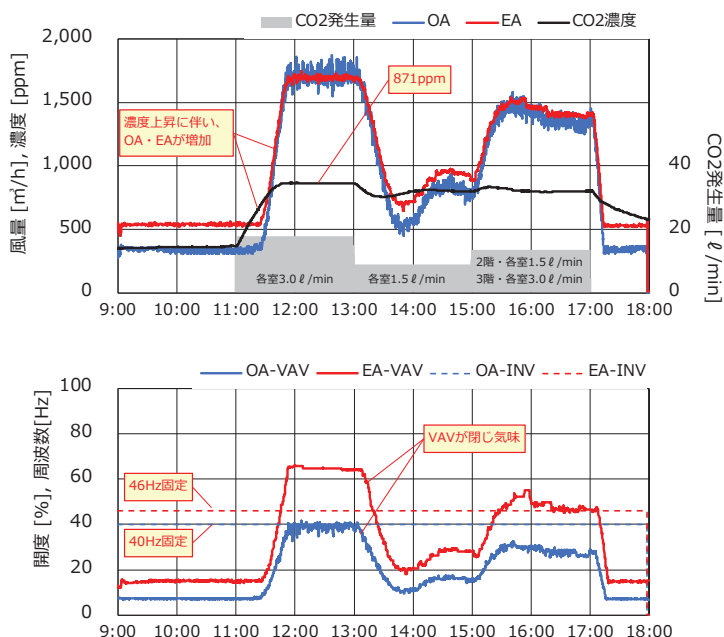
SA系統	要求風量制御
EA系統	ファン：VAV最適開度制御 ¹⁾ VAV：CO2濃度による風量制御
OA系統	ファン：VAV最適開度制御 ¹⁾ VAV：CO2濃度による風量制御

1) VAVが最適開度以上となるようにファンの回転数を操作する制御。

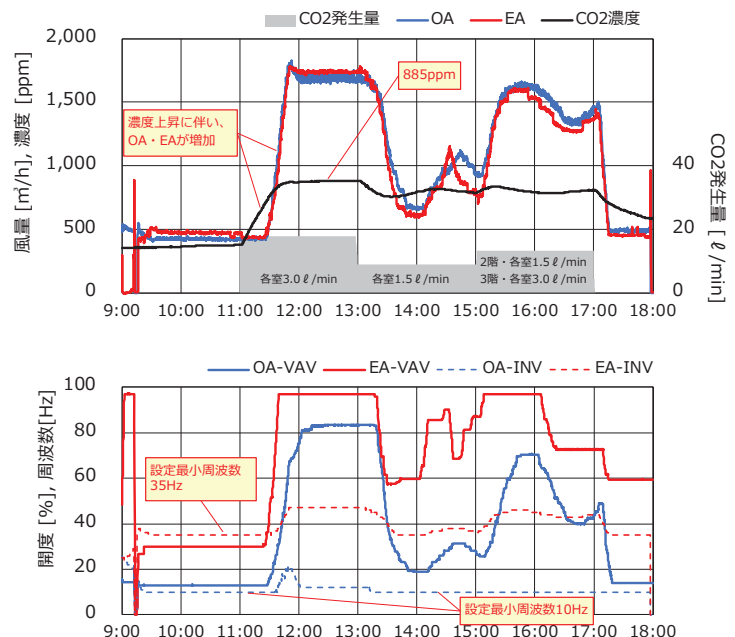
15

CO2濃度制御に関するデータの時系列変化

EA・OAのVAV風量制御



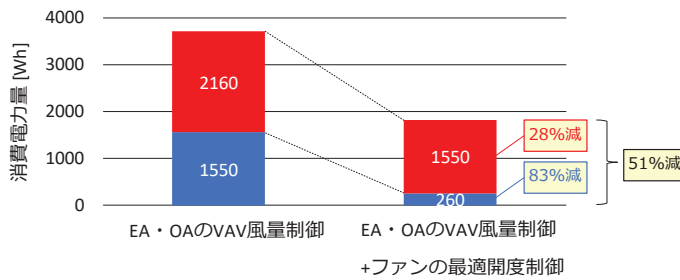
EA・OAのVAV風量制御+ファン最適開度制御



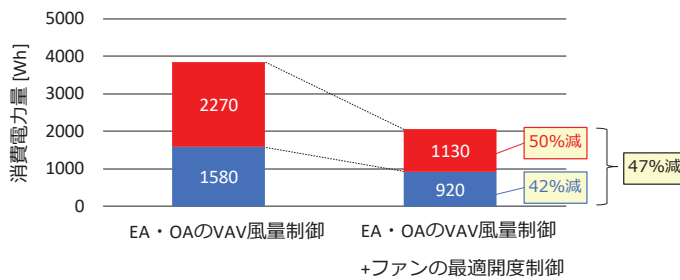
16

EA・OAファンの消費電力量

空調稼働時間9:00～18:00におけるEA・OAファンの消費電力量



空調負荷が大きい日の場合



空調負荷が小さい日の場合

【注意】

ファン消費電力の削減量は、CO2発生量を意図的に操作した実験での結果であり、実建物でどれだけ削減できるかは、人員密度がどの程度変動するか等にも依存する。

まとめ

- 実証実験の概要を紹介。
- 空調システムの構成によっては、風量（SAとRA、OAとEA）のバランスを確保できない場合があることを示した。技術解説書は、風量バランスが確保されるシステムを対象としている。
- 給気ファンが処理する圧力損失の具体例として、実証実験におけるシステムの場合について紹介した。全風量帯で平均すると、給気ファンが処理する圧力損失のうち、各室給気ダクトの圧損の合成値が19%、主要ダクト内の圧損が43%、フィルタ・コイルの圧損が38%であった。
- 末端圧一定制御を行う場合、末端室以外でも風量が確保できるように、末端圧の選定・設定に注意が必要であることを示した。技術解説書は、ダクト圧力によるファンの回転数制御ではなく、要求風量制御のみを対象としている。
- CO2濃度制御に関する実証実験を紹介。

参考文献

- 木村他：空気調和システムの給気VAV制御及びCO₂濃度制御の省エネルギー効果に関する研究 第1報 3種類のVAV制御を行った排気送風機を有する空気調和機システムを対象とした各部圧力損失、風量バランス及び温調機能に関する実験結果，空気調和・衛生工学会大会学術梗概集，2025.9
- 皆川他：同題 第2報 3種類のVAV制御における給気送風機負荷の分析と消費電力の推定方法の検討，空気調和・衛生工学会大会学術梗概集，2025.9
- 横松他：ビル空調・熱源システムの変風量・変流量制御による省エネ効果の評価方法に関する研究 第11報 在室者からのCO₂を模擬した実験手法を用いた還気CO₂濃度による換気量制御による性状把握，空気調和・衛生工学会大会学術梗概集，2025.9