

ZEB 内部発熱低減 室内顕熱比
外気処理

1. はじめに

民生部門における省エネルギー対策の強化は国が掲げる脱炭素社会の実現に欠かせないソリューションの一つであり、その取り組みの明示的な目標は国のエネルギー基本計画にある ZEB 化推進であろう。

ZEB は建築物の熱負荷低減、エネルギー利用効率向上、そして再生可能エネルギーの積極的な導入により実現できる。また、熱負荷低減とエネルギー利用効率向上は建築物の熱負荷構造を大幅に変える要因となっており、顕熱負荷の低減、外気負荷比率の増大、部分負荷性状の変化、といった変化をもたらしている¹⁾。

顕熱負荷の低減は、室内負荷の顕熱比低下をもたらして温度と湿度を同一空調機で制御するやり方（例えば、変风量単一ダクト方式）では、冷房運転時においてこれまでの湿度制御不全問題²⁾がより顕著に現れる可能性が高い。また、室内負荷の減少をうけて空調負荷に占める外気負荷の比率は増大し外気負荷抑制策及び高度な処理が今後も重要視されると予想される。加えて、部分負荷性状の変化を的確にとらえ、システム設計に反映させることが求められる。

本研究はこのような従来と異なる建築物の熱負荷性状を分析し的確に把握したうえで、空調設備設計を合理的に行うための設計の考え方を示すことを目的とする。とりわけ、室内顕熱比低下と外気負荷比率増大をうけて合理的な外気処理空調システムの考え方について検討し示す。そこで本報と次報ではまず、本研究のために設定したモデル建物の概要を述べるとともに、年間熱負荷計算結果をもとに ZEB 化推進にともなう熱負荷性状の変化を分析し明らかにする。

2. モデル建物とケーススタディ概要

本報のモデル建物は東京都にたつ SRC 造の事務所ビルであり、文献³⁾を引用し設定した。東西面に長辺を持つスクエア型で、基準階床面積は 900m²、執務室面積は 576m²、また西面にサイドコアを有する。執務室は南北面と東面に窓を有し窓面積率は 43%である。

外壁は 10mm の断熱材を使用したコンクリート壁で熱貫流率は 1.276W/m²K である。また、窓は 6mm の透明複層

ガラスを採用し、熱貫流率と日射熱取得率はそれぞれ 1.1W/m²K、62%であり、ブラインドは用いないものとした。本モデル建物の PAL*は 349MJ/m²年であり、他の詳細は引用文献を参照されたい。

簡便のために基準階 1 フロアのみを本検討対象とし、北、南、東側の外周部から 3.6m までの執務空間をペリメータゾーン、それ以外をインテリアゾーンとし年間熱負荷計算を行った。熱負荷計算の条件等は平成 28 年省エネルギー基準に準拠したエネルギー消費性能の評価に関する技術情報（非住宅建築物）に定める標準室使用条件（以下、標準室使用条件と記す。）の事務所等（事務室）に準じて与えた。空調運転時間について、冷房期は平日の 7 時より 21 時までの一日 14 時間、暖房期は平日の 6 時より 21 時までの一日 15 時間とし、部屋の使用開始時刻は 8 時とした。なお、冷房期は 6 月から 9 月、暖房期は 12 月から翌年 3 月までとし、それ以外を中間期とした。また、照明と機器発熱、人体発熱スケジュールは標準使用条件のとおりとした。室内設定温湿度は表 1 のように、室内温湿度の上限と下限を設定し熱負荷を算出した。

ZEB 化を推進する建物を模擬するために、本検討では照明と機器発熱強度を表 2 に示すとおり異なる 3 つのケースを設定した。ZEB 化の推進は単に内部発熱の低減に限らず、今回の想定は十分とは言えない。しかし、室内顕熱負荷の低減幅を任意に設定できることからこのような設定を行った。3 つの異なる水準を想定し、高水準を 20W/m² とし、中水準は標準室使用条件を引用した。低水準は中水準の半分としたが、これは LED 照明採用で設計照度 500lx 時の実績値に近いといえる。また、在室者数は 0.15 人/m²、人体発熱は全熱で 120W/人とし、一人当たりの新鮮外気導入量は 30m³/h とした。

表 1 年間の室内設定温湿度範囲

	乾球温度	絶対湿度
上限	26℃	10.5g/kg ⁴⁾
下限	22℃	8.2g/kg ⁴⁾

表 2 照明・機器発熱強度

水準	低	中	高
発熱強度 (W/m ²)	6	12	20

年間熱負荷計算は TRNSYSver18 を用いて室内負荷と室内温湿度を算出したのち、室内温湿度を用いて外気負荷を表計算ソフトより別途求めた。気象データはアメダス標準年（2001-2010）東京を用いた。

3. 年間熱負荷計算結果と各ケース期間積算負荷比較

図1に基準階フロアにおける年間熱負荷結果(内部発熱強度高水準のケースのみ)を示す。室内負荷と外気負荷を顕熱と潜熱に分けて日積算して示す。図中の正の負荷は冷房負荷、負の負荷は暖房負荷である。図1より、大部分の室内負荷は年間を通して冷房負荷であり、暖房期と中間期では暖房室内潜熱負荷の発生も見られた。外気負荷は冷房期に冷房負荷、暖房期と中間期に暖房負荷となった。

図2に各ケースにおける期間積算熱負荷を示す。冷房期間の期間積算負荷は内部発熱強度の低下に伴い減少しており、その主な原因は室内顕熱負荷の減少であることが見て取れる。これに対して、外気負荷は変化しないため、全負荷に占める割合が増大する結果となった。また、暖房期間の室内負荷は冷房負荷が優勢であり、内部発熱強度の低下にともない減少した。このような負荷は外気負荷と相殺されるか、室温上昇を許容して処理しないなどシステム設計の考え方によって取扱いが異なってくる。

4. 各ケースにおける部分負荷性状比較

ここからは各ケースの部分負荷性状を比較する。本検討には室内負荷と外気負荷を時刻ごとに合計して求めた熱負荷を用いた。単一空調機で室内負荷と外気負荷を一緒に処理すると仮定した場合、ここで求めた負荷は当該システムにおける装置負荷や熱源負荷の部分負荷性状を概ね表しているといえる。また冷房期間中の各ケース最大値をもとに負荷率を算出し分析を行う。

図3と図4に冷房期と暖房期それぞれに対する負荷率を降順にソートして示す。なお、図中に負荷率算出に用いた期間最大負荷を示す。まず冷房期(図3)には発熱強度の低下に従い期間中の負荷率も低下した。負荷率30%に着目すると、冷房期間の1,204時間中にこれを下回る時間数は発熱強度ごとに約100時間の差があった。

また暖房期では冷房期に比べて全体的に低く、内部発熱強度の低下に伴い負荷率は増大した。また、内部発熱強度の12W/m²と20W/m²ケースではほぼ全ての時間で30%未満となり、6W/m²では980時間で30%を下回った。

以上より、内部発熱強度の低下に伴う部分負荷率性状の変化を確認できた。このような変化は水搬送系及び熱源機器の運転負荷率に影響することから、機器の選定や

台数分割などシステム設計時に十分な検討が必要とされる。また暖房期については、前述の室内冷房負荷が存在し内部発熱強度の低下に従い低減されることから、居室内の温熱快適性及び省エネルギー性の両立を考えた対応が求められるといえる。

5. まとめ

本報では、モデル建物と熱負荷計算の概要を述べて、内部発熱低減に伴う期間積算熱負荷と部分負荷性状の変化を分析した。次報では、室内顕熱負荷と室内顕熱比への影響を分析検討する。

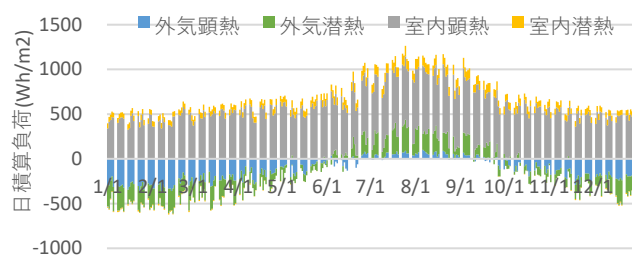


図1 日積算熱負荷結果(発熱強度高水準のケース)

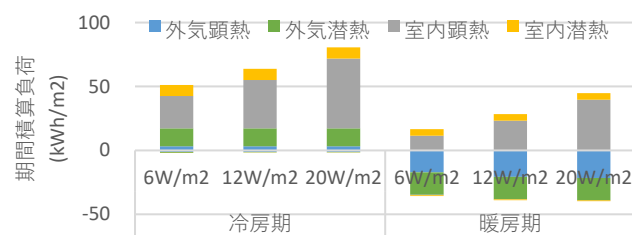


図2 各ケースにおける期間積算熱負荷比較

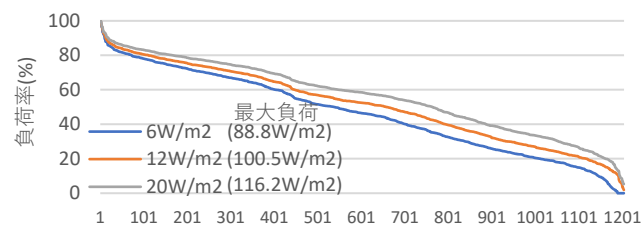


図3 各ケースにおける冷房期の部分負荷率性状

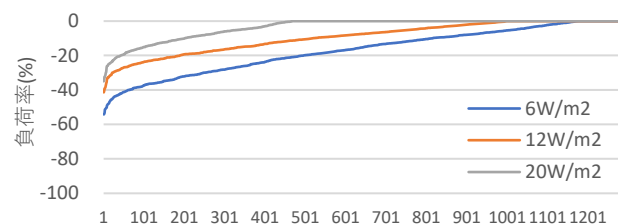


図4 各ケースにおける暖房期の部分負荷率性状

参考・引用文献

- Gyuyoung Yoon, Heat load profile for ZEB and requirements for heat pump technology, Heat Pumping Technologies Magazine 35(3) 27-30, 2017.12
- 空気調和・衛生工学会、第14版 空気調和・衛生工学会便覧 3 空気調和設備編、p.28、2010.2
- 平成25年省エネルギー基準(平成25年9月公布)等関係技術資料-非住宅建築物の外気性能評価プログラム解説-平成26年9月