減築によりもたらされる低炭素効果に関する研究
オフィス部門におけるＣＦＤと換気回路網計算を用いた考察

建築都市デザイン学科　2280050063-3　長野泰佑
（指導教員　近本智行）

１．はじめに

民生部門において、人口減少に伴いエネルギー消費量削減により CO_2 排出量削減が期待されている。しかし、照明や空調面積が減らなければ床面積当たりのエネルギー消費量は減りにくく、結局エネルギー消費量削減のためには床面積削減が必要である。また、建物の長寿命化によりビルストック数が減りにくい状況になると推測されるが、オフィスワーカー減少とのミスマッチによって余剰床が発生しやすくなっていく。そして、設備や躯体の老朽化によって資産価値が低下した中古オフィスビルは、競争力が低下し採算がとれなくなっていく。これらの建替は無駄な資源消費や CO_2 排出を行う結果になる。

本研究では余剰床により一人当たりの床面積が過大となっている既存小規模オフィスビルを想定し、一人当たりの床面積を適正に減少させつつ、低炭素効果に有効と考えられる減築パターンを考えた。CFD(熱流体シミュレーション)と換気回路網計算[注 1)]を用いて、空調負荷や室内の温熱環境を解析し、低炭素効果につながる環境性能の評価を行うことを目的としている。

２．研究概要

2-1　解析対象[注 2)]

(1) 基本形　大阪市街に建つ既存小規模オフィスビルを想定し、11 階建ＲＣ造、基準階面積 226.6 ㎡(コア部除く)、天井高 2.6m、南向き窓 10.8m×1.8m とした。

(2) ダブルスキン型(以下ＤＳ型)　ペリメーター側床 1/6 を各階除去し、全体で 1/6 の照明及び空調面積削減。室内と吹抜けは 6mm 厚遮熱ガラスを設け、日射を DS 内のブラインドで受け止め、熱だまりを上部開口から排除し、ペリメーター側の日射負荷低減を図る。

(3) オフィスガーデン型(以下ＯＧ型)[注 3)]　ペリメーター側床 1/3 を 2 層毎(隔階)に除去し、全体で 1/6 の照明及び空調面積削減。上層階と吹抜けは 6mm 厚遮熱ガラスを設け、吹抜け上部にできる熱だまりを機械換気で排除し、居住域の熱負荷低減を図る。

以上の 3 パターン(図 2)を夏期と中間期において解析し、比較する。また、解析対象階は図 2 に示す基準階とする。

2-2　設定条件

(1) 境界条件[注 4)]　外界条件と換気回路網計算の結果[注 5)]か

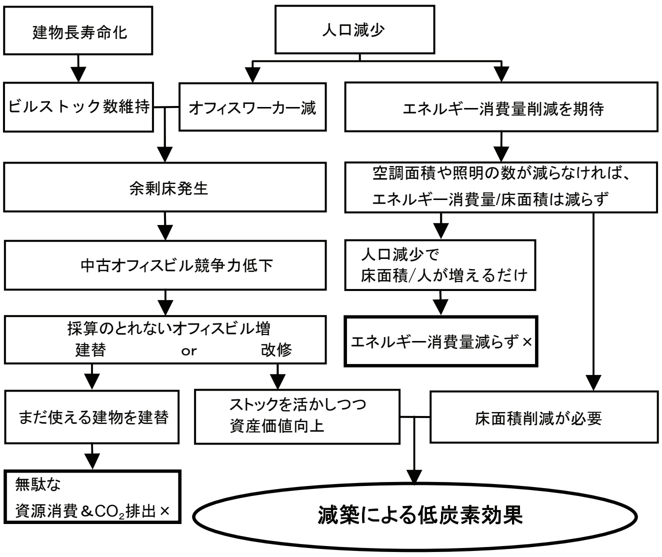

図１　背景のフロー

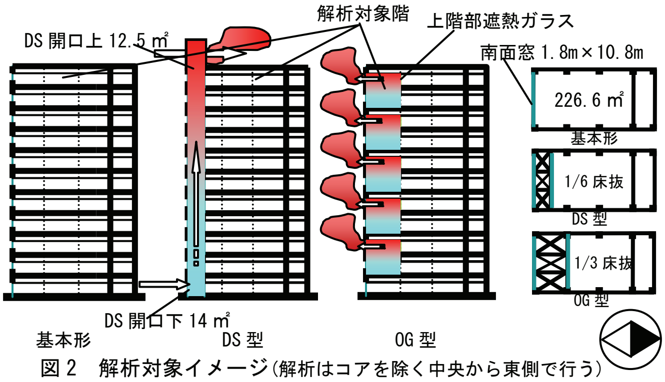

図 2　解析対象イメージ(解析はコアを除く中央から東側で行う)

表 1　境界条件

			夏期	中間期
外界負荷	気温		35℃	26℃
	風向		西南西	北北東
	風速		2.8m/s	1.6m/s
	南面日射		153.5W/㎡	568.7 W/㎡
外部負荷	壁面	南側	7.2W/㎡	7.2W/㎡
		東側	4.5W/㎡	-1.8W/㎡
	窓面（ＤＳ窓面）		208.9W/㎡ (62.8W/㎡)	581W/㎡ (45.1W/㎡)
内部負荷	ＰＣ		110W/台	
	モニター		45W/台	
	プリンター		33W/台	
	照明		80W/台	
	人体		60W/体	

表 2　解析ケース分けと吹出条件

			吹出温度	吹出風量
case-1	夏期	基本形	18℃	11.9 ㎥/min
case-2		DS 型	20℃	12.8 ㎥/min
case-3		OG 型	20℃	12.9 ㎥/min
case-4	中間期	基本形	16℃	16.5 ㎥/min
case-5		DS 型	18℃	11.7 ㎥/min
case-6		OG 型	18℃	15.8 ㎥/min

Removing Floor for Low Carbon Effect
In Office Section, Consideration by Using CFD and Airflow Network Model

NAGANO Taisuke

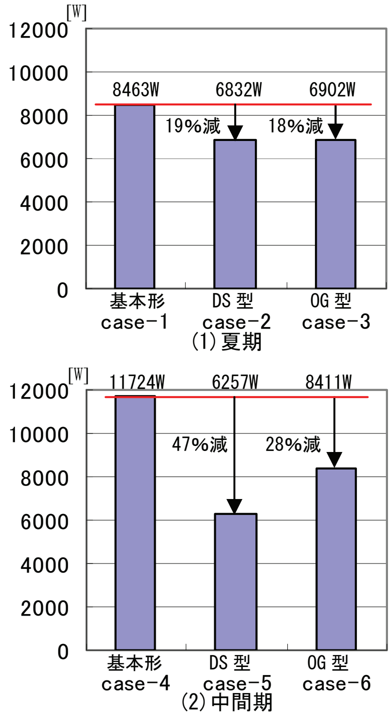

図３　空調負荷

（注 外気負荷含まず。コアを除く解析領域内のみの値。）

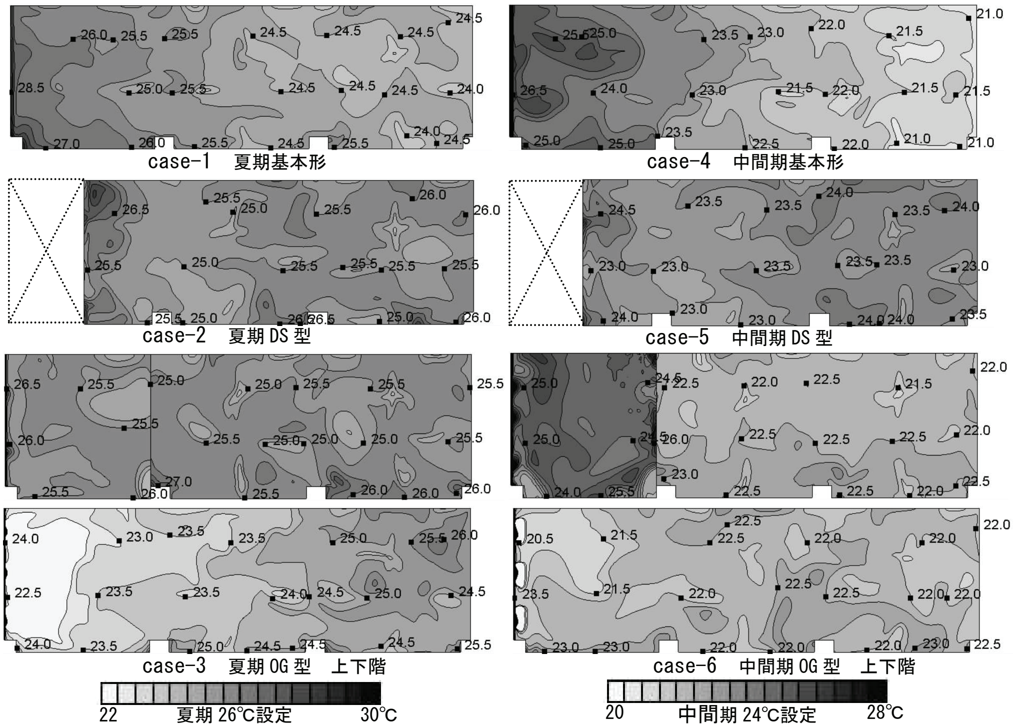

図４　室内温熱環境比較（1m 水平断面　OG 型は２階分）

ら外部負荷を算出。内部負荷は床面積当たりの発熱量に換算して床に均一に与える。境界条件を表１に示す。

(2)空調方法　$Q=Cp\cdot\rho\cdot V\cdot\Delta T$ [注 6)] の式と境界条件から室内平均温度を夏期 26℃、中間期 24℃にするために必要な空調負荷[注 7)] を各ケース算出し(図 3)、室内全台同一制御で吹出温度及び風量を固定運転させる。各ケースの吹出条件を表２に示す。

３．解析結果と減築の効果考察

3-1　床面積削減効果

各減築パターンで床を削減した分(両パターン共に全床面積の 1/6)の照明及び空調面積削減が図れた。

3-2　ＤＳ型の特徴

(1)空調負荷(図 3)　基本形比で夏期 19%減、中間期 47%減が見られる。理由として、ＤＳ内で日射を受け止め熱だまりを吹抜け上部開口から換気できたので日射負荷を大きく低減できたことがある。また、日射取得の大きい中間期では特に効果が大きかった。

(2)室内温熱環境(図 4)　夏期、中間期共にペリメーター側とインテリア側で温度差が小さくなることで、基本形より室内を均一に保ちやすくなっている。

3-3　ＯＧ型の特徴

(1)空調負荷　基本形比で夏期 18%減、中間期 28%減が見られる。理由として、吹抜け上部は空調せず熱だまりを機械換気により効果的に排除することで、熱負荷の大きいペリメーター側の空調負荷が削減できたことがある。

(2)室内温熱環境　夏期、中間期共に吹抜け上部にできる熱だまりを機械換気で排除し、熱負荷が軽減できていることで、夏期は吹抜け下部、中間期は居住域全体が設定温度よりも過冷却が見られる。そのため、今回算出した空調負荷よりも少ない空調機投入熱量で室内を設定温度に保てると考えられる。

４．まとめ

本研究では、各減築パターンで照明及び空調面積削減を図ると同時に、低炭素効果につながる環境性能の向上が見られた。

今後の課題として、外気負荷の影響を考慮した空調負荷の算出や VAV 制御[注 8)] などの室内空間を最適に保つ空調制御方式での室内環境の評価が必要である。また、減築手法が汎用化されるためには年間通してのコスト計算などから減築による採算性の総合評価を行う必要がある。

【注】　注 1)日射取得や風向、風量、気温、開口方位、高さ及び面積の係数から、空間への空気の流入量、流出量と完全拡散状態での気温を算出する解析法。ダブルスキン内の温度分布[注 5)] から境界条件及び空調負荷（図 3)を算出する。　注 2)南面窓への日射は周辺建物に遮られないものとする。南面以外は隣接建物の日陰に入るものとする。また、解析はコア部分を排除した中央から東側のみで行い、反対側は対称境界設定にした。　注 3)OG 型の場合、吹抜け空間において下層部のみを窓面近くからの吹出空調し、上層部にたまる熱だまりは機械換気により排除する方式を取る。　注 4)外界条件は設計用最大熱負荷計算法(空気調和・衛生工学会、1989 年)と AMeNET EA DateNavi から大阪の標準年における値を出した。内部負荷は解析対象室内を分割したモジュール内にある各種発熱体の数を想定して算出し、床面全体から平均化して与えている。注 5)DS 内は上層階ほど比例して温度が高くなり、基準階(最大負荷)の実効温度差 ETDｎは夏期 10.19℃、中間期 7.32℃となった。　注 6) Q=Cp・ρ・V・(Tout−Tin)。Q:空調負荷(空調処理熱量) [W]、Cp:定圧比熱 [j/ (kg・k)]、ρ:空気密度[kg/m³]、V:空調換気吹出風量 [m³/h]、Tin:空調換気吹出温度[℃]、Tout：室内空気平均設定温度[℃]である。本研究において Q は表１に示す外部負荷と内部負荷から算出。　注 7)外気負荷の影響は考えていない。ＯＧ型は２層を平均化した値で表す。　注 8)室内の熱負荷状況に合わせ風量を変化させる制御方式。