

大気熱負荷削減量等のシミュレーションについての解説

1. 大気熱負荷の考え方

ヒートアイランド現象は、都市化の進展により建物や道路等から大気への顕熱移動量が増加することを主な原因とする、地域特有の環境問題である。大阪ヒートアイランド対策技術コンソーシアム（以下「大阪 HITEC」という。）では、この大気への顕熱移動量を「大気熱負荷」と呼び、ヒートアイランド現象に対する環境負荷と位置づけている。ヒートアイランドの緩和には、この大気熱負荷を低減することが主要な対策となるが、今までこの点に着目した対策の論議はほとんど行われていない。

2. 大気熱負荷による対策技術の評価

大阪 HITEC は、「大気熱負荷削減量を基本情報とする対策体系の構築とその推進」を目指しており、大気熱負荷削減能でヒートアイランド対策技術の性能を評価することを提案している。また、地方自治体の政策目標として大気熱負荷の削減量を定めること、さらに、これを達成するためには、建築や地区等の開発に際して、「大気熱負荷削減量を満足させる設計」の普及が必要であり、適切な制度化をすべきこと等も提案している。このとき、「公正な機関により算定された大気熱負荷の値があれば、優秀な技術による対策の普及が進む」というシナリオを考えている。

上述のような制度の実現に先駆けて、今回の技術認証制度では、各認証技術に対して、この大気熱負荷削減量の算定値も提供する。この値は、大阪 HITEC の認証制度運営委員会が、独自の計算プログラムで認証技術の日射吸収率、表面での蒸発性能、断熱特性等を用いたシミュレーションにより求めたものである。

3. 計算方法の概要

大阪の夏季の熱帯夜日の1日の平均的気象条件を用いて、1次元周期定常計算を行う。外表面は日射、長波放射、熱伝達（顕熱、潜熱）と壁体への伝導熱の熱収支境界条件とする。室内側は一定室温を想定し、熱伝達の境界条件とする。室内への熱負荷は、冷房 COP を考慮して、冷房動力を上乗せして、大気熱負荷に加算する。なお、大気への冷房排熱は乾式で行われるとしてすべて大気熱負荷になるとしている。これに加え、再帰性高日射反射率外壁材、再帰性高日射反射率窓フィルムでは、下方日射反射成分を大気熱負荷に加算する。更に再帰性高日射反射率窓フィルムに関しては、日射透過成分を室内への熱負荷に加算する。

4. 計算条件の概要

(1) 気象条件

大阪管区気象台の2001年から2010年の熱帯夜日の平均気象条件（水平面の場合）（付表—1）を用いる。ここでは、この気象条件を繰り返し用いて周期定常値を求める。

(2) 屋根等の計算条件

大気熱負荷は屋根や壁等の構造によって値が異なる。ここでは、標準的な屋根等のモデルとして、付表—2のモデルを用いる。これは、環境省の「環境技術実証事業」の建物モデルの屋根や外壁部分に合わせたものである。

(3) その他の計算条件

室内気温：28℃、冷房 COP：4（連続空調）

(4) ベースライン条件

大気熱負荷の削減量は、比較対照のベースラインとなる屋根等の大気熱負荷値との差で求められる。ベースライン条件として、表面の放射特性を日射反射率 0.2、長波放射率 0.9 としたそれぞれ対応する付表-2 の屋根等、舗装材、標準外壁とする。なお、ベースライン熱負荷等の計算値を付表-3 に示す。

(5) 認定証に表示する計算値

大気熱負荷削減量は、日中と夜間で大気の拡散特性が異なり、同じ熱負荷でも気温に与える影響が異なるため、日中と夜間に分けて表示する。すなわち、日中の平均大気熱負荷削減量 (W/m^2)、夜間の平均大気熱負荷削減量 (W/m^2) を表示する。なお、日中は付表-1 の毎正時の計算値の 6～17 時、夜間は 18～5 時の平均とする。また、参考データとして、日中の最高壁温の低下量 ($^{\circ}C$)、屋根や壁の場合は室内への貫流熱の 1 日平均値の削減率 (%) も表示する。

(6) 各認証対象技術に関する計算対応屋根等

- ◇屋根用高日射反射率塗料：工場屋根①、ビル陸屋根、折板屋根
- ◇高日射反射率舗装：舗装材
- ◇高日射反射率防水シート：工場屋根②、ビル陸屋根
- ◇高日射反射率屋根材：木造瓦屋根、工場屋根①
- ◇保水性舗装ブロック：舗装材
- ◇外断熱仕様（屋根面）：ビル陸屋根
- ◇外断熱仕様（外壁面）：標準外壁
- ◇再帰性高日射反射率外壁材：標準外壁
- ◇再帰性高日射反射率窓フィルム：標準窓

付表—1 気象条件（水平面の場合）

時刻	気温 (°C)	絶対湿度 (g/kg)	全天日射 (W/m ²)	大気放射 (W/m ²)
0	28.3	19.3	0.0	422.2
1	28.0	19.4	0.0	439.8
2	27.8	19.4	0.0	437.3
3	27.6	19.4	0.0	435.3
4	27.4	19.4	0.0	433.6
5	27.2	19.3	0.0	432.0
6	27.3	19.3	15.7	433.1
7	27.9	19.4	116.3	439.7
8	29.0	19.2	267.2	450.0
9	30.1	18.9	420.2	461.2
10	31.2	18.7	553.1	471.8
11	32.0	18.5	633.2	480.6
12	32.7	18.5	700.6	487.6
13	33.0	18.4	710.3	491.4
14	33.1	18.3	656.7	492.2
15	32.9	18.3	566.8	489.9
16	32.3	18.6	427.5	483.7
17	31.5	18.8	280.5	475.5
18	30.8	19.1	126.9	468.7
19	30.1	19.3	20.6	461.2
20	29.5	19.3	0.1	455.3
21	29.1	19.3	0.0	450.9
22	28.8	19.3	0.0	447.4
23	28.5	19.3	0.0	444.6
24	28.3	19.3	0.0	422.2

付表—2 屋根等の構造

屋根等の種類	部材	厚み (mm)	備考
工場屋根① (呼び：工場①)	ガルバリウム鋼板	0.6	
	グラスウール 10K	50	
	鋼板	0.8	
工場屋根② (呼び：工場②)	防水シート	2	
	ポリスチレンフォーム保温材	30	
	鋼板	2	
ビル陸屋根	軽量コンクリート	60	
	スタイロフォーム	25	
	アスファルト	10	
	コンクリート	150	
	空気層	—	
	プラスターボード	9	
	岩綿吸音板	12	
木造瓦住宅	瓦	12	
	合板	12	
	空気層	—	
	グラスウール 24K	50	
	石膏ボード	12	
折板屋根	鋼板	—	角度 45 度、厚み無視
舗装材	コンクリート	300	裏面断熱
標準外壁 (外断熱仕様 (外壁 面)、及び再帰性高 日射反射率外壁材)	タイル	8	
	モルタル	20	
	コンクリート	150	
	ポリスチレンフォーム保温材	25	
	空気層	—	
	プラスターボード	12	
標準窓	フロートガラス	3	

※屋根・壁の構成は外側から内側の順に示す。

付表ー3 ベースライン熱負荷等

(1) 屋根材 (日射反射率 : 0.2、長波放射率 : 0.9)

工場屋根①

日中平均大気熱負荷 (W/m ²)	夜間平均大気熱負荷 (W/m ²)	最高表面温度 (°C)	平均室内貫流熱 (W/m ²)
256.1	-15.4	57.7	9.4

工場屋根②

日中平均大気熱負荷 (W/m ²)	夜間平均大気熱負荷 (W/m ²)	最高表面温度 (°C)	平均室内貫流熱 (W/m ²)
257.5	-15.2	57.6	10.8

ビル陸屋根

日中平均大気熱負荷 (W/m ²)	夜間平均大気熱負荷 (W/m ²)	最高表面温度 (°C)	平均室内貫流熱 (W/m ²)
218.6	21.3	54.7	7.3

瓦屋根

日中平均大気熱負荷 (W/m ²)	夜間平均大気熱負荷 (W/m ²)	最高表面温度 (°C)	平均室内貫流熱 (W/m ²)
247.8	-10.4	57.8	6.3

折板屋根

日中平均大気熱負荷 (W/m ²)	夜間平均大気熱負荷 (W/m ²)	最高表面温度 (°C)	平均室内貫流熱 (W/m ²)
344.3	-19.7	49.7	47.4

(2) 舗装材 (日射反射率 : 0.2、長波放射率 : 0.9、蒸発効率 : 0)

日中大気熱負荷 (W/m ²)	夜間大気熱負荷 (W/m ²)	最高表面温度 (°C)
180.5	53.6	50.4

(3) 外壁面 (日射反射率 : 0.2、長波放射率 : 0.9)

・外断熱仕様 (外壁面) の外壁面

	日中平均大気熱負荷 (W/m ²)	夜間平均大気熱負荷 (W/m ²)	最高表面温度 (°C)	平均室内貫流熱 (W/m ²)
東面	123.2	46.7	43.2	9.4
南面	89.1	45.2	41.8	8.2
西面	92.9	86.1	46.1	9.7
北面	24.7	29.4	34.5	5.6

・再帰性高日射反射率外壁材の外壁面

	日中平均大気熱負荷 (W/m ²)	夜間平均大気熱負荷 (W/m ²)	最高表面温度 (°C)	平均室内貫流熱 (W/m ²)
東面	117.7	39.5	41.7	8.3
南面	80.5	36.0	39.8	7.1
西面	88.1	79.7	44.3	8.6

(4) 窓面 (長波放射率 : 0.856)

	日中平均大気熱負荷 (W/m ²)	夜間平均大気熱負荷 (W/m ²)	最高表面温度 (°C)	平均室内貫流熱 (W/m ²)
東面	246.3	21.0	31.1	115.4
南面	208.6	-5.4	31.1	92.9
西面	254.9	29.2	31.1	121.3

