

実務者のための空調負荷計算手法

A. 初期計算手法

米国空調系企業のマニュアル、日本大手空調系企業内研究者によるマニュアル、井上宇市ハンドブック 相当温度差理論

B. 詳細計算手法 昭和40年台後半頃から今日迄、伝熱遅れ、実効温度など改定を重ねる。

水冷パッケージエアコンに代表される初期冷房装置が開発され、普及し始めた頃、その機種選定の算定根拠が必要となり、目安としての計算手法が考えられ、国内では一般技術者向けに”井上宇市ハンドブック”が市販され、ソロバン、電卓で出来る計算手法が一応の完成を見た。日射量については”建築資料集成”によるとある。その後米国、日本とも様々な詳細手の工夫がなされ、年間省エネルギー 算定や今日の煩雑な計算手法に至っている。

ここで、いずれも”太陽エネルギー”の誤認(過大な熱量)から始まっている。今やLEDで光や紫外線まで容易に作れ、可視光と熱は別と一般知識の時代に、相変わらず日射を受ける壁からの熱量を算定するに当たり、この熱量を値の大きな熱伝達率で除し、現実近づける事から始めるが、この式に合理性が無い為、様々な修正手法が研究される事になり、詳細研究を進めるほど普遍性が無くなり、様々な矛盾、障害が現れるようになる。この修正のための詳細計算は難解、複雑となるのは当然で、煩雑、繁雑手法(正確には潜在的)故計算結果が過大か不足かも認識できない。熱を通しやすい壁構造の施設、総ガラス貼り、学校建物等は過大傾向となり、一方で断熱性の良い低温倉庫などは過少負荷の傾向となっている。つまり汎用性が無い。ここで明確に”太陽から受ける実際の熱量”は熱線であり従来認識の1/2、水平面においては受熱と同時に宇宙に放熱しており、更に小さな数値となる。この実熱を元に基礎工学的手法を用いれば極めて簡潔に計算結果を得ることが出来る。とりわけBについては、熱伝達率などで古典力学的要素を残した部分も見受けられる為。専門的、難解な計算値など実務者が都度計算する必要が無いように配慮、壁の構造、面積など必要最小限の入力で室内壁温度など詳細結果が算定でき、計算結果に実感を得られる。究極の目的は実務者に時間的余裕が生まれ、更なる向上。



*空気(N₂, O₂)は輻射を受けない

詳細計算手法：輻射、非輻射壁を同じ式で算定。フーリエ級数手法。遮蔽係数、壁タイプの区別。

詳細計算手法

× 日射量 S 地上に到達する日射の全波長{熱線、光線(赤、緑、青)、紫外線}

相当温度 外気温+ t_e t_e = S / (2倍の熱伝達率)

実質 S は1/2程になるが、壁に関連がない式で、傾向だけの結果。この為壁に関連付けるための工夫として、更に修正が必要となる。

<相当温度の修正、詳細手法> 実効温度として、精度を上げる程難解、煩雑、対象施設が限定される。壁タイプの選択、伝熱遅れの手法もこれに含まれる。

断熱性能	小(学校、温室)	大(窓大)	中(一般)	大(低温庫)
日射壁	過剰	過剰	中	不足

(古典力学) ニュートン q = (o -) 大きい (対流、輻射)

5.外壁からの熱解析

下記は同緯度、同外気温で基礎的な計算手法による。外壁表面温度56.6、負荷14.9W。

極めて計算は簡潔、結果は明確である。但し、熱伝達率などの算定には的確な数値を用いる。

<基礎的計算手法> 日射熱 = 外気へ与える熱 + 室内に与える熱

構造	番号	材料	方位 (半角)	厚さ L mm	熱伝導率 λ W/(m·K)	熱抵抗 L/ λ m ² ·K/W	夏 ℃	冬 ℃
輻射率 0.8		任意時刻						
		時刻、方位 15.時	WSW	日射熱 w	167.7		33.3	1.4
	1	α_o 1	18	18.2	5.11	0.196	56.6	2.1
	2	コンクリート普通	118	100 mm	1.63	0.061	55.7	2.6
	3	ガラスウール24k	198	80 mm	0.04	1.905	27.2	20.0
	4	石膏ボード	206	8 mm	0.14	0.057	26.4	20.5
	5	*	206		5.11	0.000	26.4	20.5
	6	*	206		5.11	0.000	26.4	20.5
	7	α_i 1	222	15.5	6.00	0.167	23.9	22.0
	8	α_o	13.5				23.9	22
	9	K1	W/(m ² ·K)	0.457	輻射有	0.0929	2.190	14.9
10	K2 (冬)		0.442	輻射無		2.264	w/hm2	

Atlanta

風速

1.0m/s 5.11 14.9

2.9m/s 11.97 9.1

ASHRAE例題 15 12.9

に25を使うと負荷は小さくなる

(古典手法) 外壁の両面に熱伝達率が介在

日陰 輻射無し面での熱負荷

外壁の両面に熱伝達率が介在。

日射面 輻射面での熱負荷

外気側に外気温+日射量/大きな熱伝達率の(仮想)相当温度。

(基礎的手法)

日陰 非輻射面での熱負荷

従来と同様。

日射面 輻射面での熱負荷

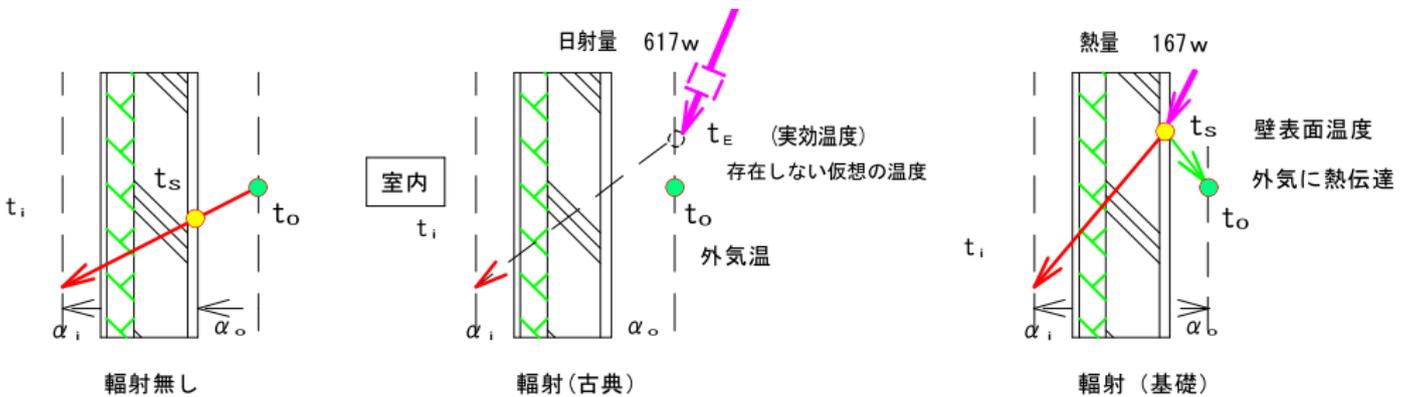
外壁の外側表面温度を算定すれば良く、計算式が同じでは求まらない。
この場合実温度差は日射量よりなだらかになる。

日陰面は外気で暖められ、日射面は外気で冷やされる。

日射面と日陰面で同じ計算式(熱通過率)を用いる事に無理がある。

存在しない仮想(実効)温度を求める必然性はない。

輻射熱 = 外気放熱 + 室内へ侵入熱



熱抵抗 $R1 = 1/\alpha_i + L_1/\lambda_1$ 熱伝導抵抗 + $1/\alpha_o$

$R2 = 1/\alpha_i + L_1/\lambda_1$ 熱伝導抵抗

伝熱量 日陰面 $Q1 = (to - ti) / R1$

実輻射熱x吸収率 = $\alpha_o(ts - to) + (ts - ti) / R2$

伝熱量 日射面 $Q2' = (te - ti) / R1$ 輻射(古典)

$Q2 = (ts - ti) / R2$

地表温度を上昇させ、これが熱伝達によって外気温度を上げるメカニズムを考えれば、自ずと分かる事で、温度上昇した建物外壁表面から、その熱伝達率に応じて外気側に熱は移る。一方外壁から室内空気に伝導率、室内側熱伝達率に応じた割合の熱が侵入する。

つまり従来の相当温度手法は非日射面と同じ計算式を使って、輻射熱に応じた外気より高い実負荷に相当する温度をイメージしたもので、輻射熱が作用しない空気に対し、大きな日射量を大きな熱伝達で除した温度を外気温に加える。太陽熱を薄めることに成功しても、そもそも相当温度などは存在しないし、壁との関連性も無い。(重要)更に実情に近づける為、この後種々の修正手法(出口無しの迷路)が試みられる。この修正手法が壁タイプ選択であり、煩雑な伝熱遅れ、蓄熱理論、24時間の時間係数である。温度拡散率については壁両面に熱伝達率