

暖冷房低減の為の予測技術実用化事業
ソフトウェア開発
仕様書

平成 19 年 3 月

株式会社 環境設備計画

協力：株式会社 システック環境研究所

SYSTECH Environmental Research Laboratory

目次

1.	はじめに.....	1
2.	最大熱負荷計算法の概要.....	1
2.1	最大負荷計算の構成要素.....	1
2.2	最大負荷計算法の整理.....	2
2.2.1	定常計算法.....	2
2.2.2	周期定常計算法.....	3
2.2.3	年間非定常計算法.....	3
3.	採用する最大負荷計算法.....	4
4.	適用範囲.....	5
5.	ソフトウェア化にあたっての変更箇所.....	6
5.1	地域の拡充.....	6
5.2	パラメータの補間.....	7

1. はじめに

ここで作成するソフトウェアは以下のシチュエーションで使用されることを想定して開発を行った。計算根拠は後述するが、このソフトウェアは非常に精度の高い結果を瞬時に表示することができ、また、全体での集計を行う機能も有する。

表 1 開発に当たって想定したシチュエーション

項目	内容
使用される時期	企画もしくは基本設計段階のような初期の段階
使用者	設計者

このソフトウェアの特徴は以下のようにまとめられる。

非常に精度の高い計算結果を少ない入力条件で求められる。

計算エンジンとしてエクセルを使用しているため、マニュアルが無くても操作でき、結果をリアルタイムで表示できる。

北海道内だけで 162 都市に対応している。

なお、ここで採用する計算法はあくまでも簡易計算法であり、実際の設計に当たっては該当する建物の物性などを用いた、より詳細な計算が必要となる。

2. 最大熱負荷計算法の概要

2.1 最大負荷計算の構成要素

最大熱負荷は、建築設備における装置容量を算出するために大変重要なファクターであり、その計算法の開発も非常に多くの研究がなされてきた。熱負荷は室温を設定温度に保つために必要となる熱量であるが、暖房時の最大負荷計算の場合には冷え切った室内を暖房するために、空気の温度を上昇させるための熱量に加え、実際には壁や床などの躯体を暖める熱量が必要となる。模式図を図 1 に示すが、図中の蓄熱負荷の計算方法に経験が必要となる。

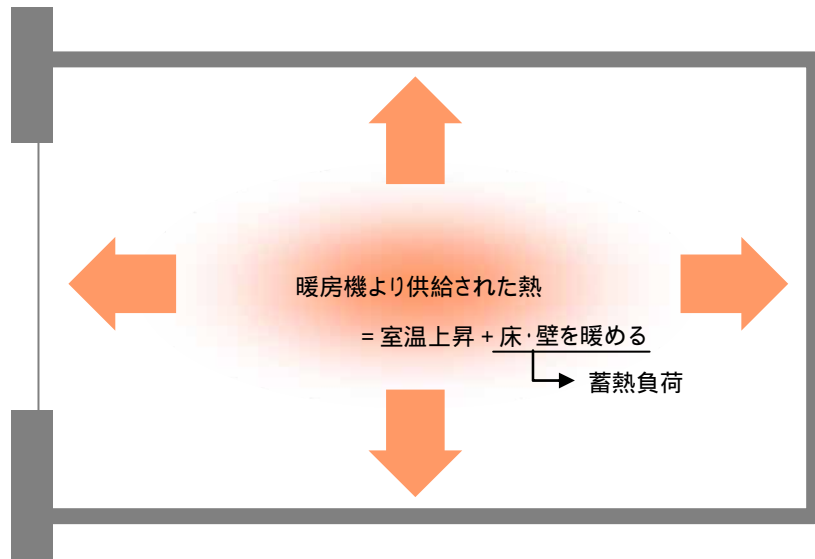


図 1 最大負荷計算の考え方(暖房の例)

2.2 最大負荷計算法の整理

現在、わが国で一般に用いられている最大熱負荷計算法は大きく分けて 3 つに区分される。1 つは定常負荷計算法、2 つめは周期定常計算法、3 つめは年間非定常計算法であり、それぞれの特徴は、図 2 に示すとおりで計算精度と計算に要する時間とが正の相関関係となっている。

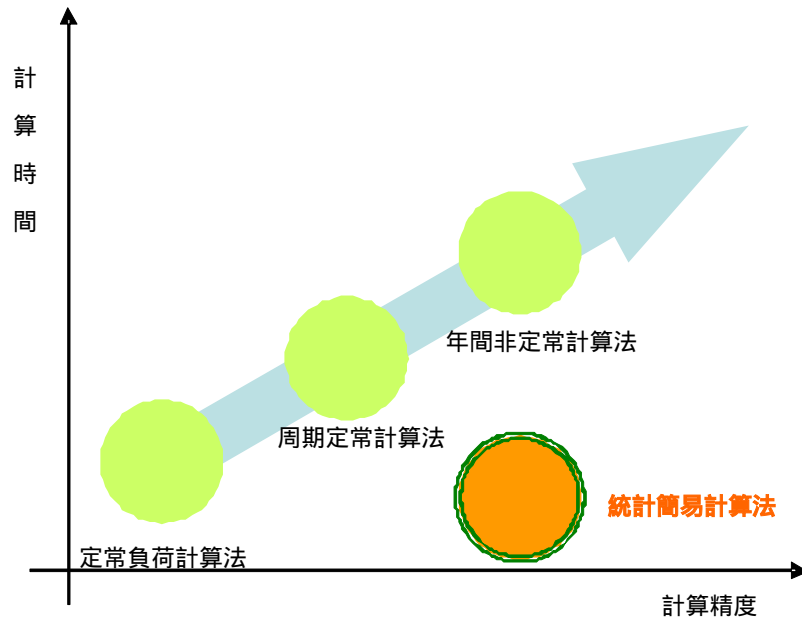


図 2 各種最大負荷計算法の比較

2.2.1 定常計算法

最も簡易な計算法である。計算に用いる外気温度を統計処理し、何十年に 1 度しか発生し

ないような条件での設計を行わないようにしている。壁体などは定常計算であることから、この外気温度が長時間連続した場合の負荷を算出することとなる。実際は、暖房開始時に床や壁などを暖める。

国土交通省大臣官房官庁営繕部設備課より出されている「建築設備設計基準」(通称、茶本)やこれに準じて作成されている株式会社泉創建エンジニアリング発売の IPAC の計算法は定常計算法である。図 1 で示した蓄熱負荷の計算法は明確ではなく、一般には補正係数として数十%見込むなどが多い。官公庁の計算法として非常にオーソライズされた手法である。

2.2.2 周期定常計算法

最も寒い1日が連続するとして熱負荷計算を行う。計算法自体は非定常熱伝導計算法に準じて行われ、前日の熱負荷変動とほぼ同じ計算結果が得られるとしたときに計算を終了する。最も寒い日が長期間連続すると仮定する時点で、最大負荷計算結果が過大になると指摘されている。社団法人 建築設備技術者協会より販売されている Micro Peak は周期定常計算法に準じて作成されたプログラムである。現在、最も多く採用されている計算法である。

2.2.3 年間非定常計算法

ある平均的な年間気象データを用いて時々刻々の非定常負荷計算を実施し、得られた熱負荷をソートして上位 2.5 や 5.0%の負荷を最大負荷とする方法。非常に高精度な結果が得られる反面、計算結果を得るために多くの時間を必要とする点で設計現場では余り用いられていない。

3. 採用する最大負荷計算法

本ソフトウェアで採用する最大負荷計算法は、既存の空気調和・衛生工学会規格である SHASE-S 112-2000 冷暖房熱負荷簡易計算法¹に準じている。なお、計算された結果は外気負荷を含めた全熱負荷である。

表 2 計算根拠の概要

項目	内容
最大熱負荷の定義	冷房期を 6~9 月、暖房期を 12~3 月とし、各期間空調時間数の 2.5%に相当する時間で能力が不足するとした(超過危険率 2.5%の最大負荷と呼ぶ)場合の最大熱負荷
最大負荷計算法	基本的な最大負荷の計算方法は東京平均年気象データを用いた年間非定常熱負荷計算を行い上記の超過危険率 2.5%の最大負荷としている。
補正係数の算出方法	最大熱負荷に影響する要因として、方位、窓面積率、外皮断熱、ひさしの有無、中間開花最上階か、室奥行き、外気量、設計室温をとりあげ、それぞれに 2 または 4 水準を設定し、実験計画法で各要因の効果を設定し補正係数とした

計算方法は至ってシンプルで、最大負荷計算結果が一覧表示されているので、該当の最大負荷を選ぶだけである。建築躯体に無関係な設定温度や室内発熱条件、外気量などについては、別途用意されている表や計算式によって算出結果を加えることで対応する。

外皮断熱	階	室奥行き	ペリメータ				インテリア
			南	西	北	東	
高	中間階	8	107	128	131	115	110
		12	95	116	119	103	87
		16	88	109	112	96	76
	最上階	20	83	104	107	91	69
		8	121	142	145	129	127
		12	109	130	133	117	104

図 3 計算方法の概要

¹ 原案作成、改定小委員会主査は都立大学大学院(現 首都大学東京大学院) 石野 久彌教授

4. 適用範囲

本ソフトウェアの適用範囲は、計算根拠となる SHASE-S112-2000 に準じており、表 3 の通りである。

表 3 本ソフトウェアの適用範囲

項目	内容	パラメータの変更
建物用途	事務所建物	×
建物構造	鉄筋コンクリート造、外壁カーテンウォール	×
階高、天井高	3.75m、2.55m	×
外壁の熱通過率	直接入力する	
屋根の熱通過率	0.53W/m ² K	×
窓の熱通過率	直接入力する	
窓面積率	30～60%より入力	
室奥行き	8～20mより入力	
ひさしの有無 ²	有無より選択	
階位置	最上階、中間階より選択	
境界条件	上下階：空調室、隣室：非空調室(外気温度と自室温の中間温度)	×
ブラインド	夜間：閉鎖、日中：透過日射強度と差し込み長さから開閉調整	×
すきま風	ペリメータ容積基準で 0.2 回/h	×
家具類熱容量	1.5kJ/m ³ K	×
冷房用室内条件	照明・コンセント：25～50W/m ² 、在室人員：0.1～0.2 人/m ²	
暖房用室内条件	照明・コンセント：6.25W/m ² 、在室人員：0.05 人/m ²	×
外気量	2～5m ³ /m ² ・h	
全熱交換器の採用	全熱交換器効率を直接入力する	
設定温度	冷房：24～26、暖房：20～24	
冷暖房設定湿度	冷房時、暖房時共に 50%	×
空調時間	平日：8～18 時、土曜：8～13 時、日曜・祝日：なし 週休 2 日制としても補正は不要	×
予熱時間	0.5～3 時間より入力(暖房時のみ) 予冷・予熱時間帯は外気の取り入れはカットする	×
地域	道内の 162 代表都市より選択	

² ひさしは、1m のひさしがあるかどうかで選択する

5. ソフトウェア化にあたっての変更箇所

SHASE-S 112-2000 をソフトウェア化するにあたって、計算方法は同規格に完全に準じているが、幾つかの拡張を行っているのでここで説明する。

5.1 地域の拡充

SHASE-S 112-2000 では、日本全国を対象に 28 都市が完備されている。これは、SHASE-S 112-2000 を作成したときに用意されていた標準気象データを用いて地域補正係数を作成したことによるが、昨今では日本を平均 20km グリッドで区切って 842 地点をカバーする拡張アメダス気象データが用いられており、これを使用することで圧倒的な地域の拡充が可能となる。

地域の拡充には、実際に最大負荷計算を行って基準熱負荷で除すことで可能となるが、これでは多くの労力を必要とし、現実的ではない。そこで、既存の 28 都市の地域補正係数を外気温度から回帰する回帰式を作成し、この回帰式に拡張アメダス気象データの外気温度を代入することで地域の拡充を図ることとした。

外気温度と地域係数の関係を図 4、図 5 に示す。同図は SHASE-S 112-2000 に収録されている 28 地点から寒冷地、準寒冷地である 12 地点(旭川、根室、札幌、室蘭、青森、八戸、盛岡、秋田、仙台、山形、福島、新潟)を選定してプロットした。また、今後更に地点数を拡充するとき容易となるよう推定式には月平均外気温度を用いる方針とするが、暖房を 12~1 月の 3 ヶ月、冷房を 6~8 月の 3 ヶ月採用し、推定式の決定係数 R^2 が最も大きくなる暖房が 12 月、冷房が 8 月の平均温度を使用することとした。

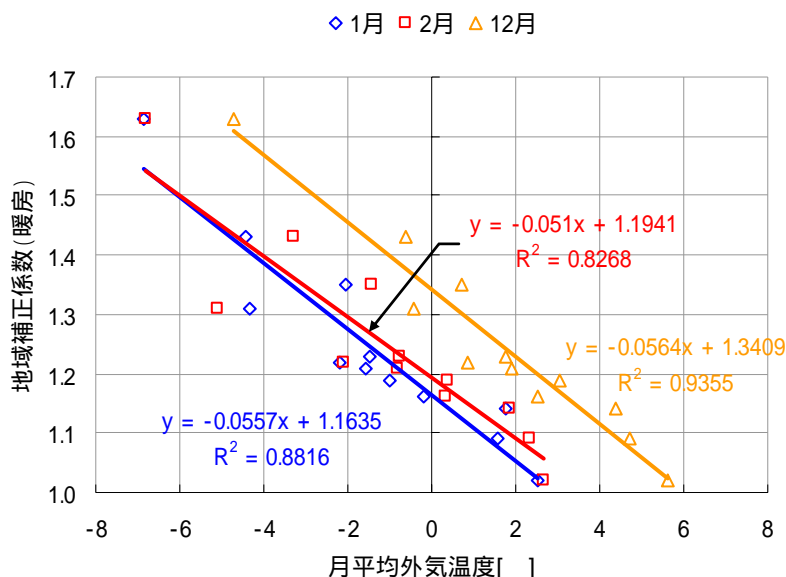


図 4 月平均気温と地域補正係数(暖房)の関係

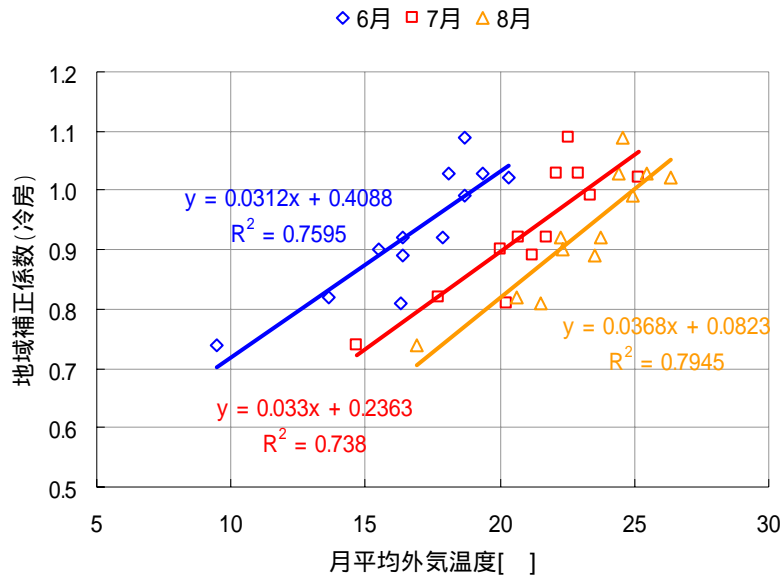


図 5 月平均気温と地域補正係数(冷房)の関係

5.2 パラメータの補間

本ソフトウェアの計算法は既述の通り SHASE-S 112-2000 に準じているが、一方で図 3 に示したように一覧表となっていることから実際の建物を入力する場合には補間が必要となる。ここでは、2次元のスプライン曲線を用いて補間するようにしている。

ただし、暖房予熱時間については、SHASE-S 112-2000 から図 6 の推定式を作成し、これを組み込むこととした。

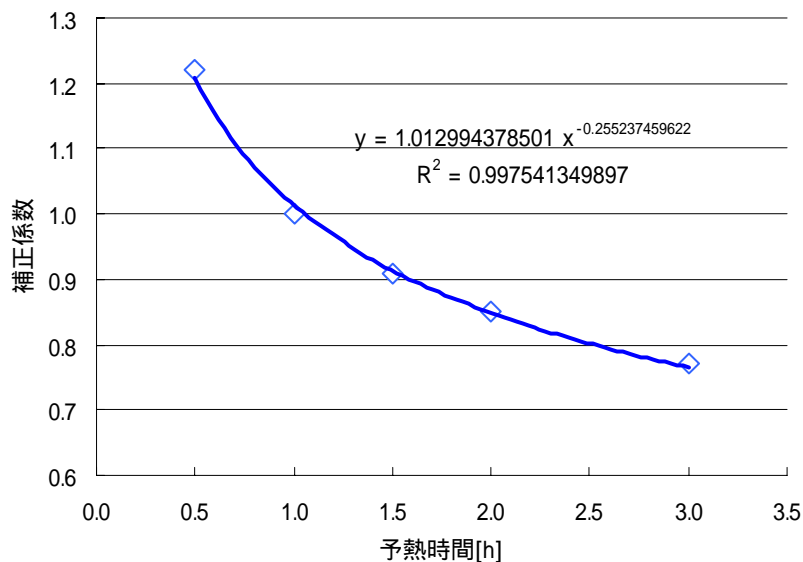


図 6 暖房予熱時間に関する補正係数

5.3 集計機能

SHASE-S 112では、入力した空調ゾーンごとの単位面積あたり最大負荷が求められるが、実際の設計では機器容量を求めることが主目的であることから、単位面積あたりではなく絶対値の最大負荷が必要である。そこで、空調ゾーンごとの最大負荷機能と熱源機容量を求めるための建物全体の最大負荷を算出する機能を追加した。

空調機容量算定のための最大負荷は、SHASE-S 112より算出された単位面積値の最大負荷に入力されたゾーン面積を乗じることで求められるが、図8に示すように熱源機容量を計算するときには最大負荷の発生時刻にずれが生じるため、最大負荷同士の合計では非常に過大となる。

ここでは、設計者が最大負荷補正率を入力し、この補正率を乗じたゾーンごとの最大負荷を合計することとしている。ただし、最大負荷補正率の入力値についてこのソフトウェアでは言及しないこととする。

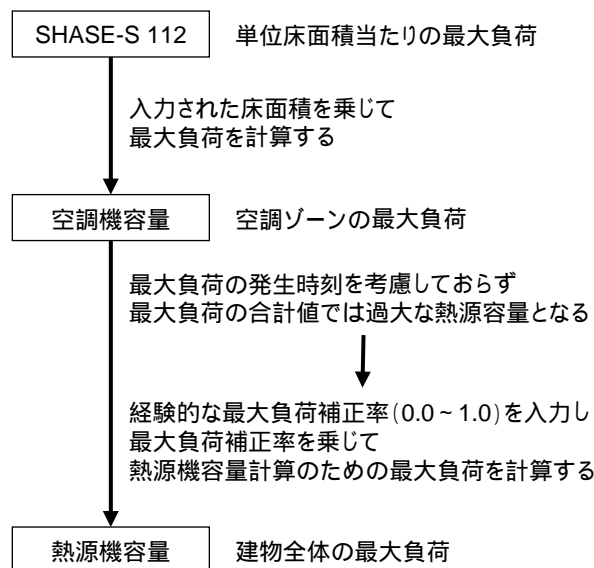


図7 集計機能の問題点と対処法

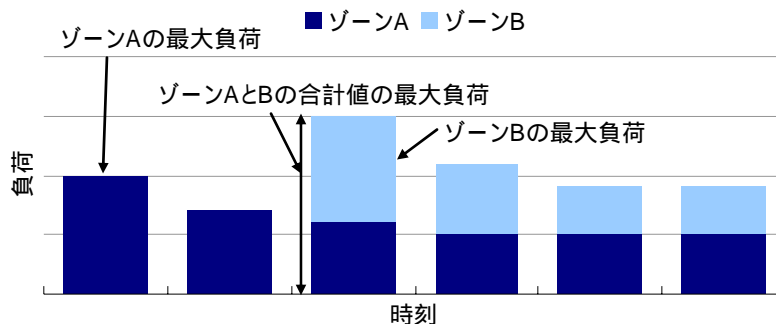


図8 ゾーンごとの合計値と建物全体負荷が一致しない例