

熱橋を有する壁の熱貫流率の計算プログラム
(TB1 for Windows)
の使い方

Version 1.0: Apr., 2017

株式会社 気象データシステム (MDS)

Meteorological Data System, Co., Ltd.

目次

TB1 for Windows の概要	1
プログラムの概要	1
動作環境	1
著作権	1
1. TB1 for Windows の実行方法	2
1.1 TB1 の起動画面	2
1.2 ボタンとメニューの説明	3
1.3 TB1 の実行例	4
2. 壁モデルの作成方法	12
3. CAD データを用いたモデルの作成方法	19
4. 物性値データについて	24

TB1 for Windows のホームページについて

TB1for Windows のダウンロードや解説、及び拡張アメダス気象データや WEADAC などに関する情報、お問い合わせは、以下の URL に示す MDS のホームページをご覧ください。

<http://www.metds.co.jp/>

TB1 for Windows の概要

○ プログラムの概要

省エネ基準では、住宅の外皮の熱貫流率は平均熱貫流率で表わされます（エネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準の一部改正，平成 28 年 1 月 29 日）。省エネ基準の平均熱貫流率は、外皮からの貫流熱率と熱橋（構造部材，下地材，窓枠等）からの貫流熱率で構成されています。上記の熱橋とは線熱橋のことでその熱貫流率とは線熱貫流率のことですが、熱橋は外皮にも含まれています。そのため、外皮の貫流熱は、外皮を構成する材料の種類及び厚さ、熱橋により貫流する熱量等を勘案して算出すること、とされています。

外皮に含まれる熱橋とは、熱が外皮を貫流する方向に含まれる熱を通しやすい材料や構造をいいます。外皮に熱橋が含まれていると、断熱力が低下して貫流熱が大きくなったり表面温度が低下したりして、断熱性能や居住性能の低下をもたらします。TB1 for Windows は、外皮に含まれる熱橋を考慮した熱貫流率を計算する 2 次元差分計算によるツールです。熱橋部の熱性能評価は、冬季の外皮の室内側表面温度の局所的な低下、結露、カビの発生等の温熱環境の劣化の診断にも必要です。そのため、TB1 for Windows は、実質熱貫流率（熱橋を考慮した熱貫流率）のほか、外皮内部の温度分布や外皮の室内側表面の最低温度等を表示する機能を有しています。

TB1 では、平均熱貫流率という用語を外皮の断面構造が異なる部位毎に計算した熱貫流率をそれらの部位の面積で重みづけた熱貫流率という意味に用いています。また、実質熱貫流率とは熱橋を考慮した熱貫流率をいい、熱橋係数とは実質熱貫流率を平均熱貫流率で割った値で、平均熱貫流率の割増係数です。一般的にあって、平均熱貫流率が高い壁は断熱不足であり、熱橋係数が高い壁は熱橋の影響を軽減する工夫が不十分で断熱設計に改善の余地がある壁です。すなわち、熱橋係数が高い場合は、断面構造を改善し、できるだけその値を小さくする工夫をすべきです。このように、平均熱貫流率、実質熱貫流率、熱橋係数は、壁の適切な断熱設計の判断基準でもあります。

TB1for Windows を、壁の省エネ基準への適合性の判断に限らず、適切な断熱設計を支援するツールとして用いていただければ幸いです。

○ 動作環境

TB1 for Windows は無料でダウンロードできます。動作保障と起動に関するサポートは終了していますが、現行の Windows で動かないということではなく、ユーザが実行可能な限り使用することができます。

○ 著作権

TB1 for Windows はフリーソフトウェアとして公開しますが、著作権を放棄するものではありません。開発者は、赤坂裕，二宮秀與，武田和夫です。

1 . TB1 の実行方法

1 . 1 TB1 の起動画面

TB1.exe を実行するとメイン画面と物性値テーブルの 2 つのフォームが表示されます。

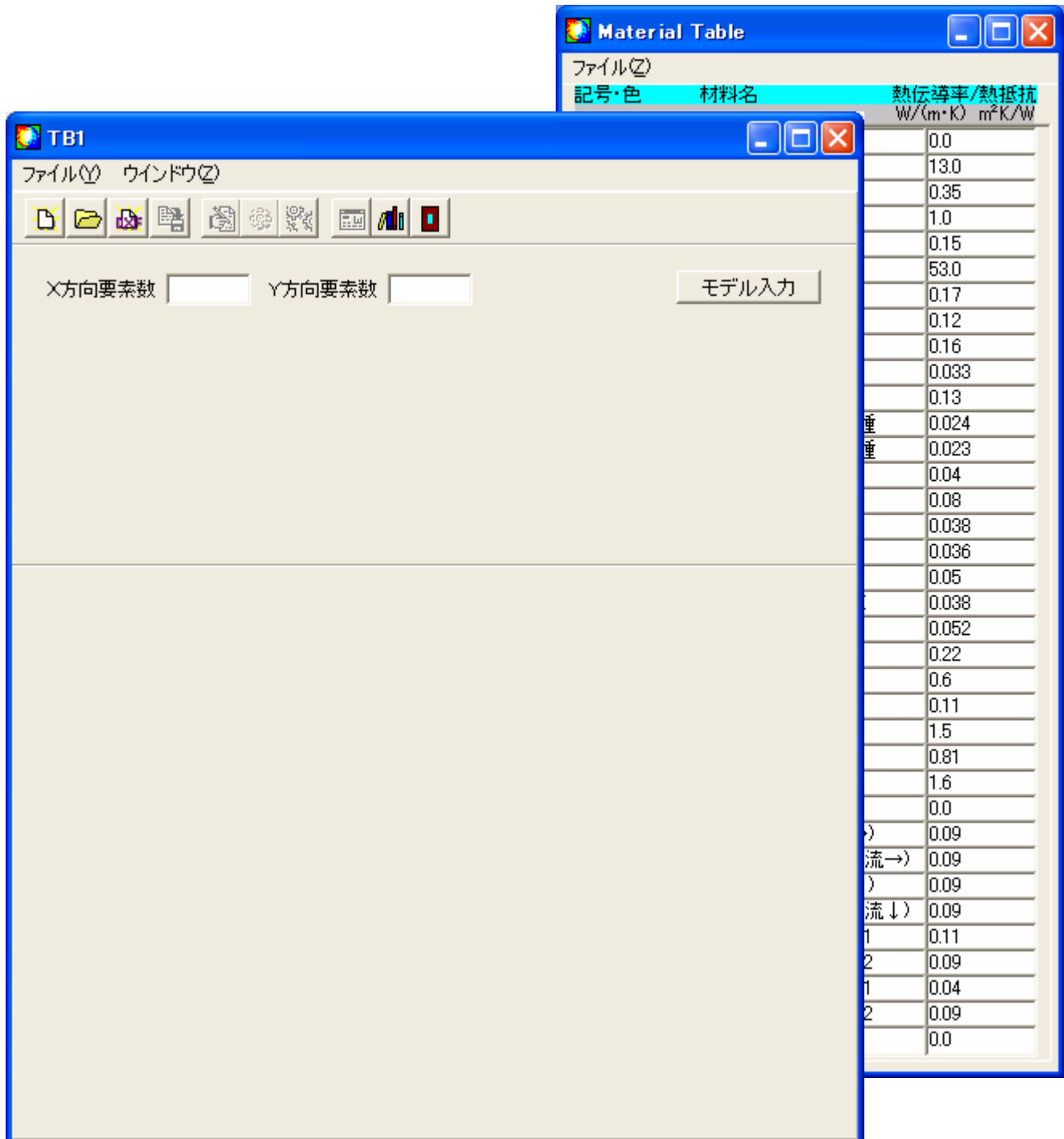


図 1 : T B 1 の起動画面

1.2 ボタンとメニューの説明

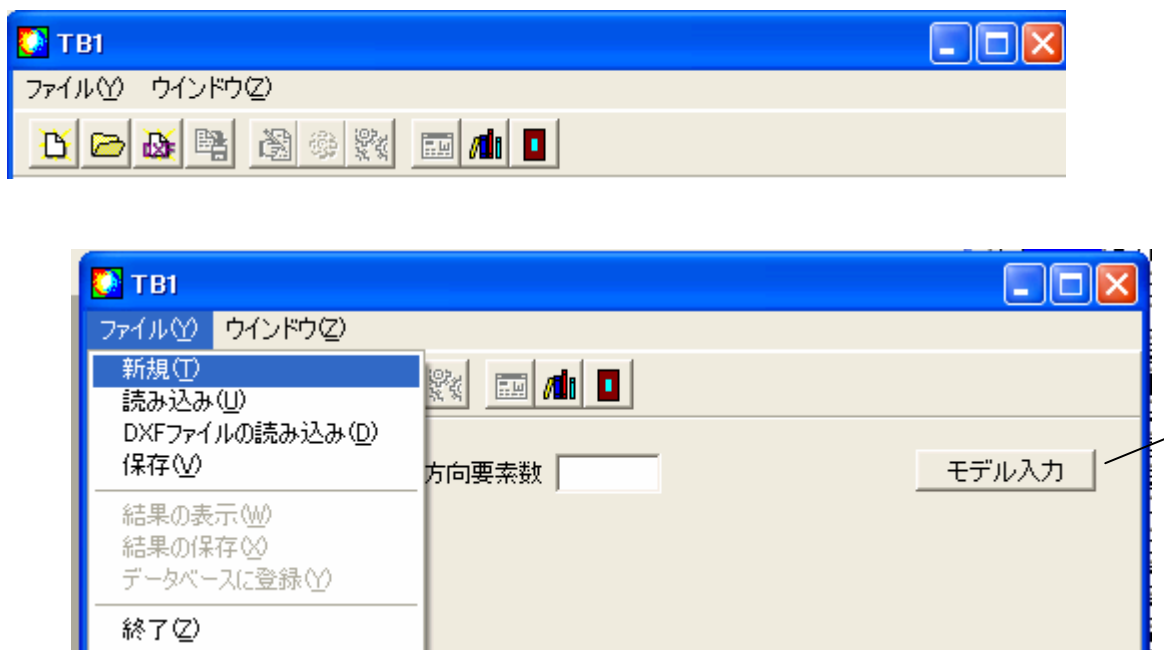


図2：ボタンとメニュー

新規作成： TB1 で計算する壁体モデルを新規に作成する。TB1 の起動直後はこの状態になる。連続して幾つかのモデルを検討したいときに使用。

読み込み： 保存した TB1 モデルをディスクから読み込む。

DXF ファイルの読み込み： 壁体モデルの CAD データ(DXF 形式)を読み込んで TB1 のモデルを作成する。

保存： 壁体モデルをディスクに保存する。

モデルの修正： TB1 では入力したモデルに対して、平均熱貫流率，熱橋係数を計算すると、モデルの寸法や材を修正できなくなります。このボタンをクリックするとモデルが修正できるようになります。

平均熱貫流率の計算： モデルの平均熱貫流率を計算します。

熱橋係数の計算： モデルの熱橋係数を計算します。

結果の表示： 計算結果を表示します。

結果の保存： 自動分割した計算モデルと結果の温度，熱流をファイルに出力します。


データベースに登録： 壁体モデルの計算結果をデータベースに保存します。

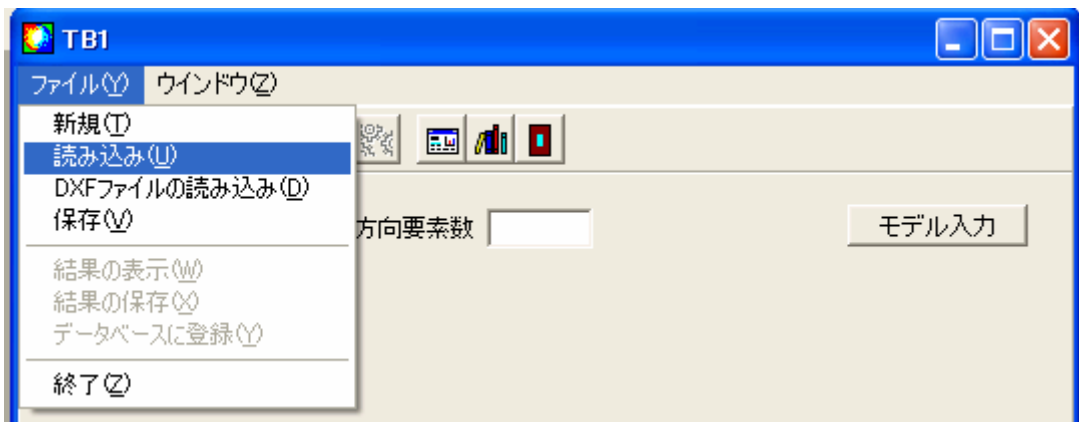
壁全体の実質熱貫流率の計算： 幾つかの壁体モデルを組み合わせせて壁全体の実質熱貫流率を計算します。

終了： TB1 を終了します。

モデル入力： 新規作成で X 方向要素数と Y 方向要素数を元に入力欄を作成します。

1.3 TB1の実行例

メニューの「ファイル」→「読み込み」または  で、ファイル読み込みのダイアログボックスが開きます。ここでは例題の ex_1.tb1 を選択します。



ex_1.tb1 を読み込む

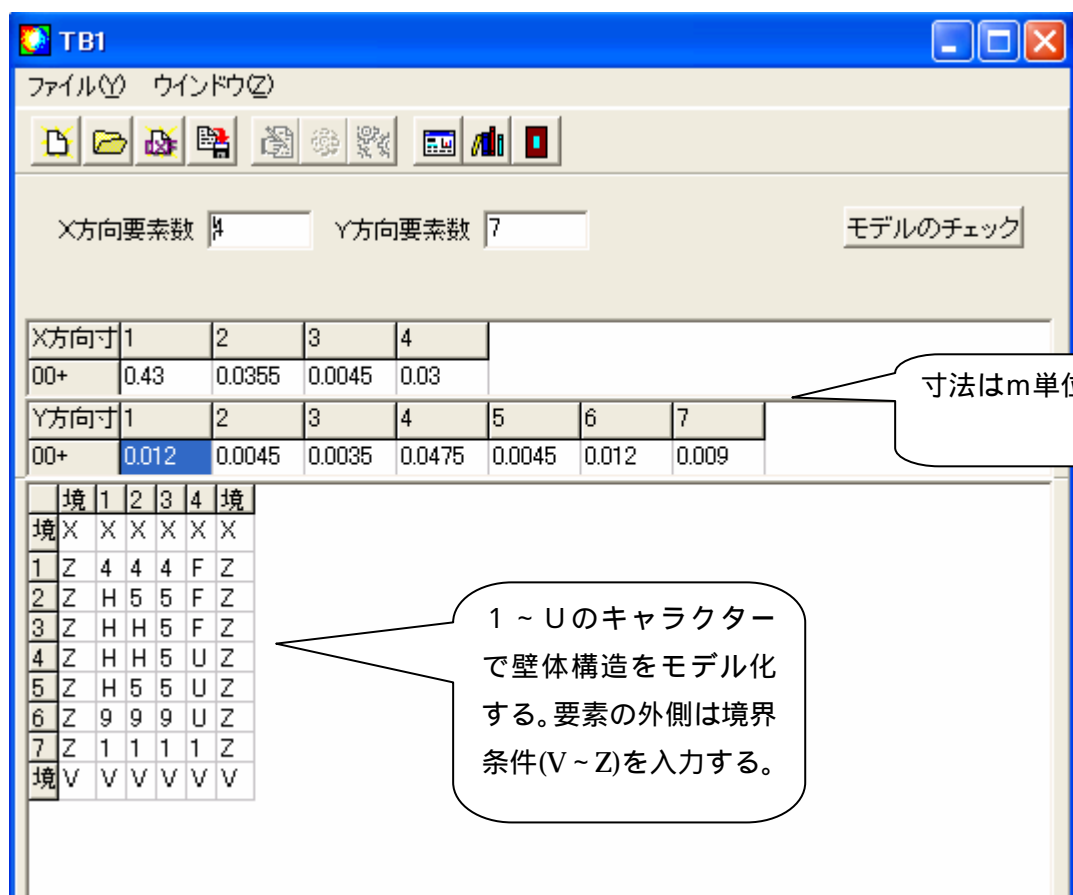


図3：例題の読み込み

X方向要素数の4とX方向寸法(1~4)，グリッドセルの1列~4列が対応
Y方向要素数の7とY方向寸法(1~7)，グリッドセルの1行~7行が対応

壁体モデルが完成したら、**モデルのチェック** を押します。モデルに誤りがなければ、以下の図のように熱橋ピッチ,代表断面,モデルタイプの入力欄と、**モデルの表示** , **平均熱貫流率** が表示されます。

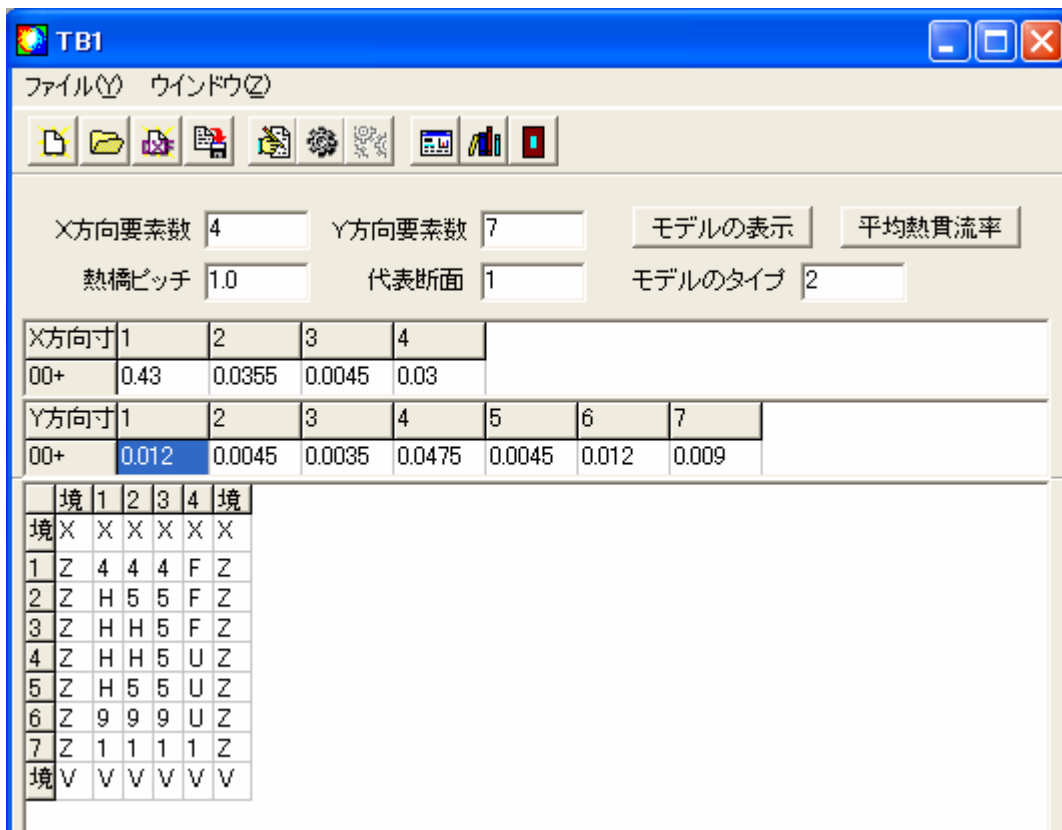


図4：モデルのチェックにパスした画面

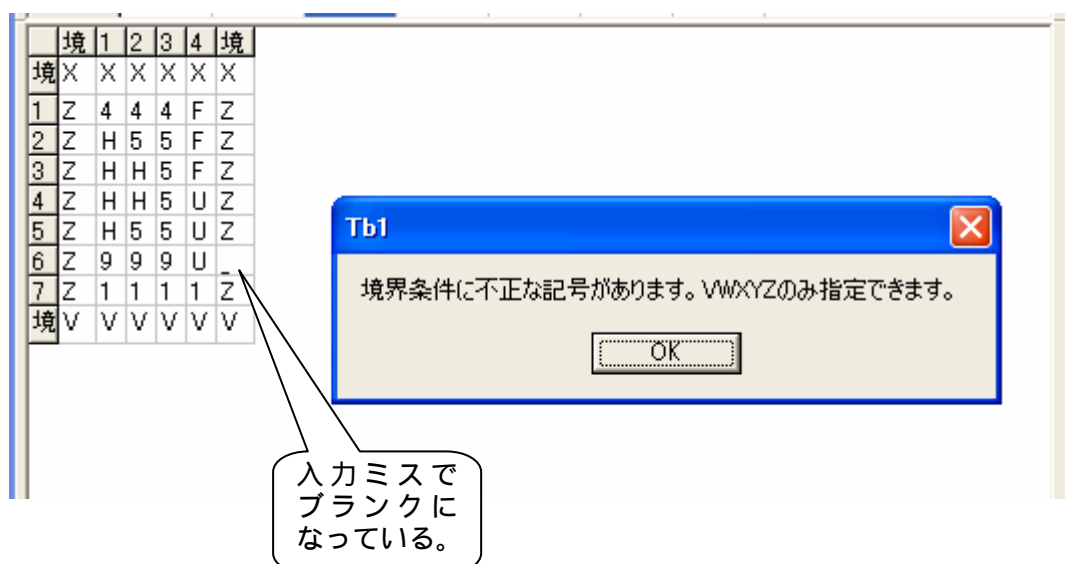



図5：モデルのチェックで不具合が見つかった例

モデルに間違いがあった場合、図5のようなエラーメッセージが表示されます。**OK** をクリックすると、問題のセルにカーソルが移動するのでモデルを修正して再度**モデルのチェック** を行ってくだ

さい。

モデルのチェックにパスすると、それ以降はモデルの寸法およびモデルのパターンを修正できなくなります。この状態でカーソルを寸法のセル，およびモデルのグリッドセルの位置に持っていくと図6のようなメッセージが表示され入力できません。

寸法およびモデルパターンを修正したい場合は、 ボタンをクリックしてください。編集が可能になります。

X方向寸	1	2	3	4			
00+	0.43	0.0355	0.0045	0.03			
Y方向寸	1	2	3	4	5	6	7
00+	0.012	0.0045	0.0035	0.0475	0.0045	0.012	0.009

	境	1	2	3	4	境
境	X	X	X	X	X	X
1	Z	4	4	4	F	Z
2	Z	H	5	5	F	Z
3	Z	H	H	5	F	Z
4	Z	H	H	5	U	Z
5	Z	H	5	5	U	Z
6	Z	9	9	9	11	7
7	Z	1	1	1	モデルは変更できません。	
境	V	V	V	V	V	V

図6：モデルのチェックにパスした後の画面

モデルのチェックにパスしたら次に **平均熱貫流率** をクリックします。正常に計算が終了すると、ボタンの表示が **熱橋係数の計算** に変わるのでボタンをクリックすると、計算が始まって、計算結果が次のように表示されます。

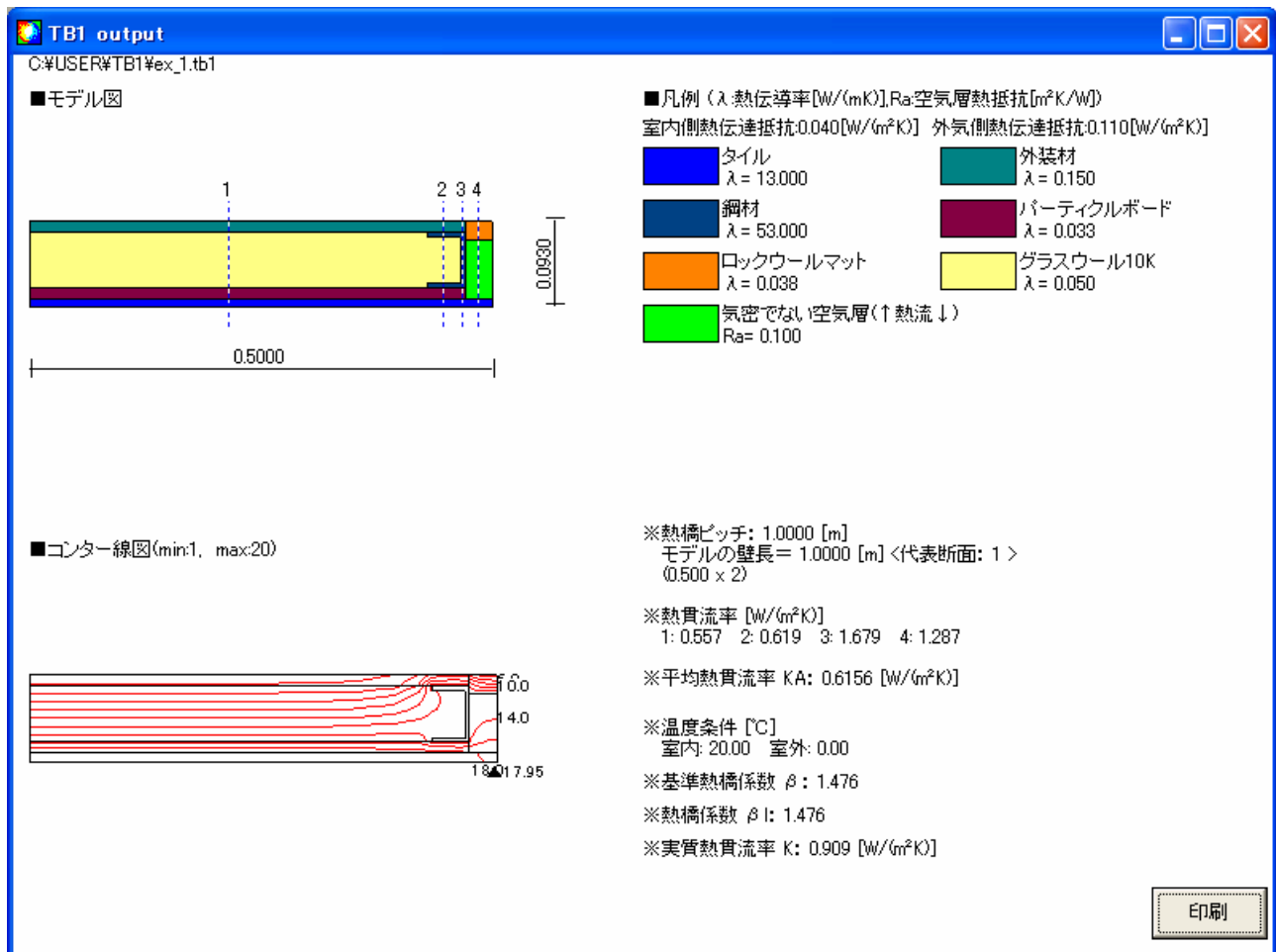





図 7 : 熱橋係数の計算結果の画面

計算結果をプリンターに出力したい場合は **印刷** ボタンをクリックします。

熱橋係数の計算結果が表示された後に、メニューの“ファイル”→“データベースに登録”または  ボタンをクリックすると、以下の画面が表示されます。モデルのイメージ図と計算結果は直前に計算したモデルのもので、モデルの入力欄に適切なコード名を入力し、壁タイプをリストから選択し  ボタンをクリックするとこの計算結果がデータベースに登録されます。登録する場合は、必ずモデル名を入力してください。空欄の場合はエラーになります。削除した場合は  ボタンをクリックします。

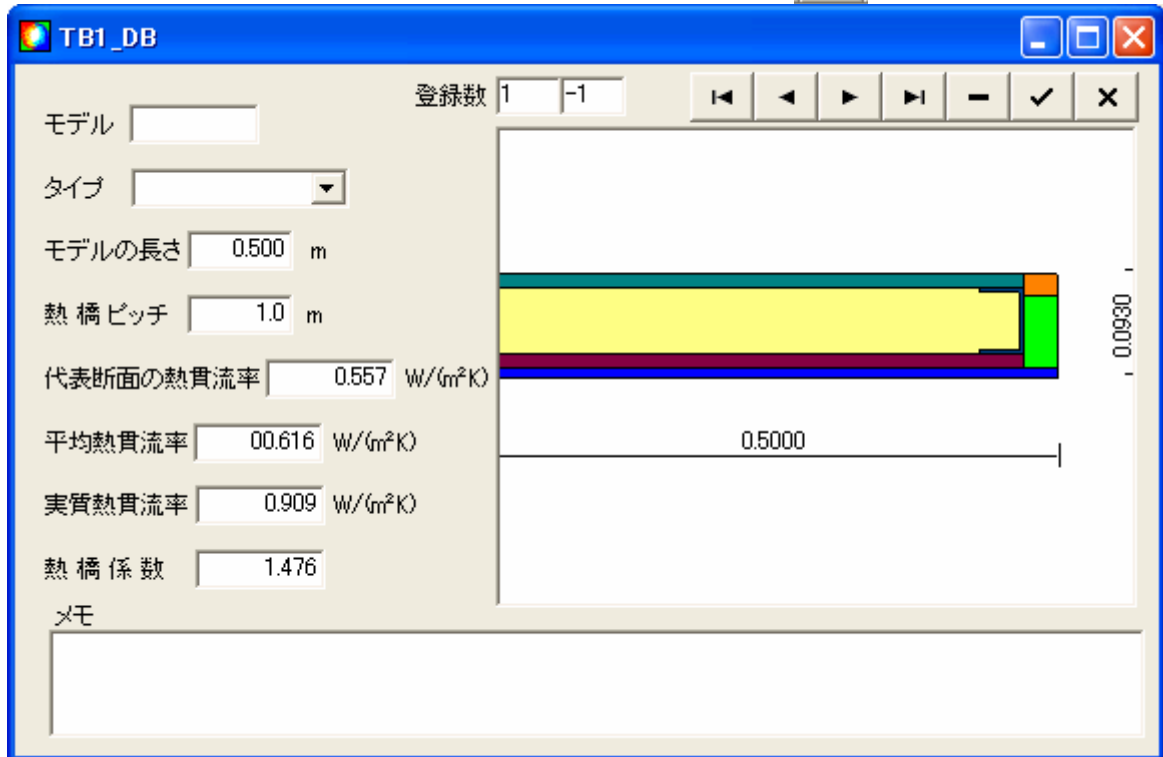


図 8 : データベースへの登録画面

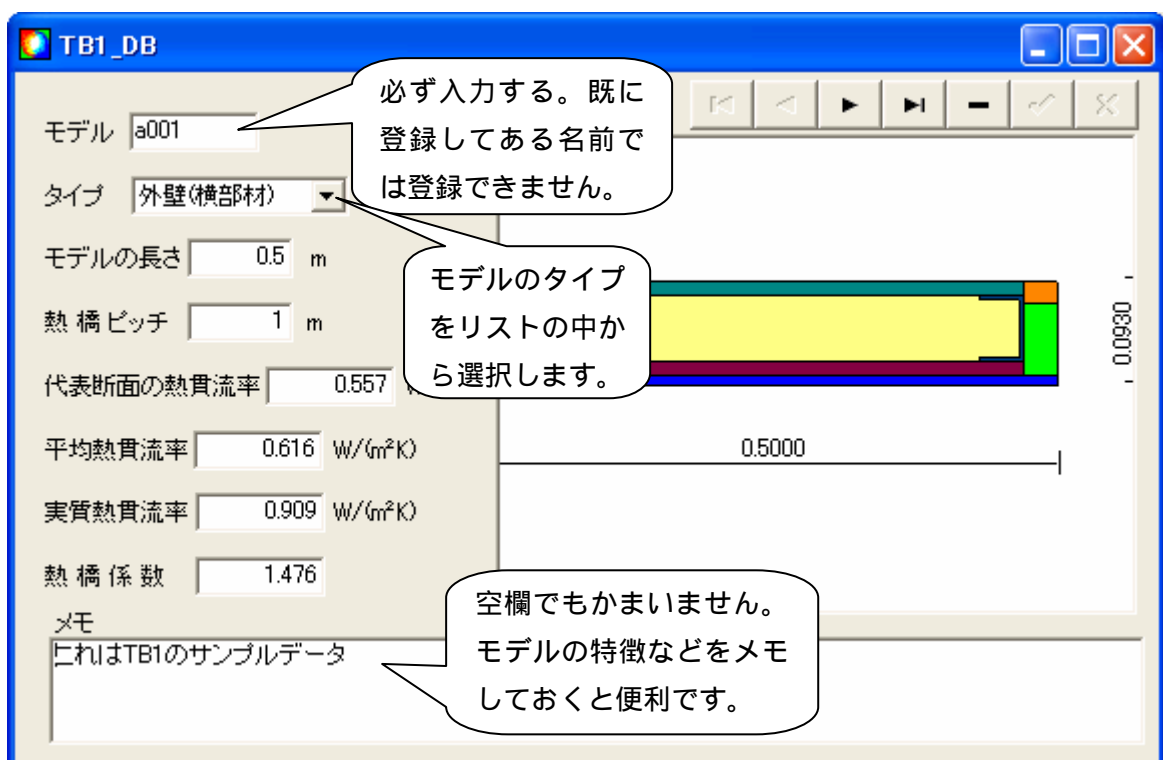


図 9 : データベースへ登録した状態

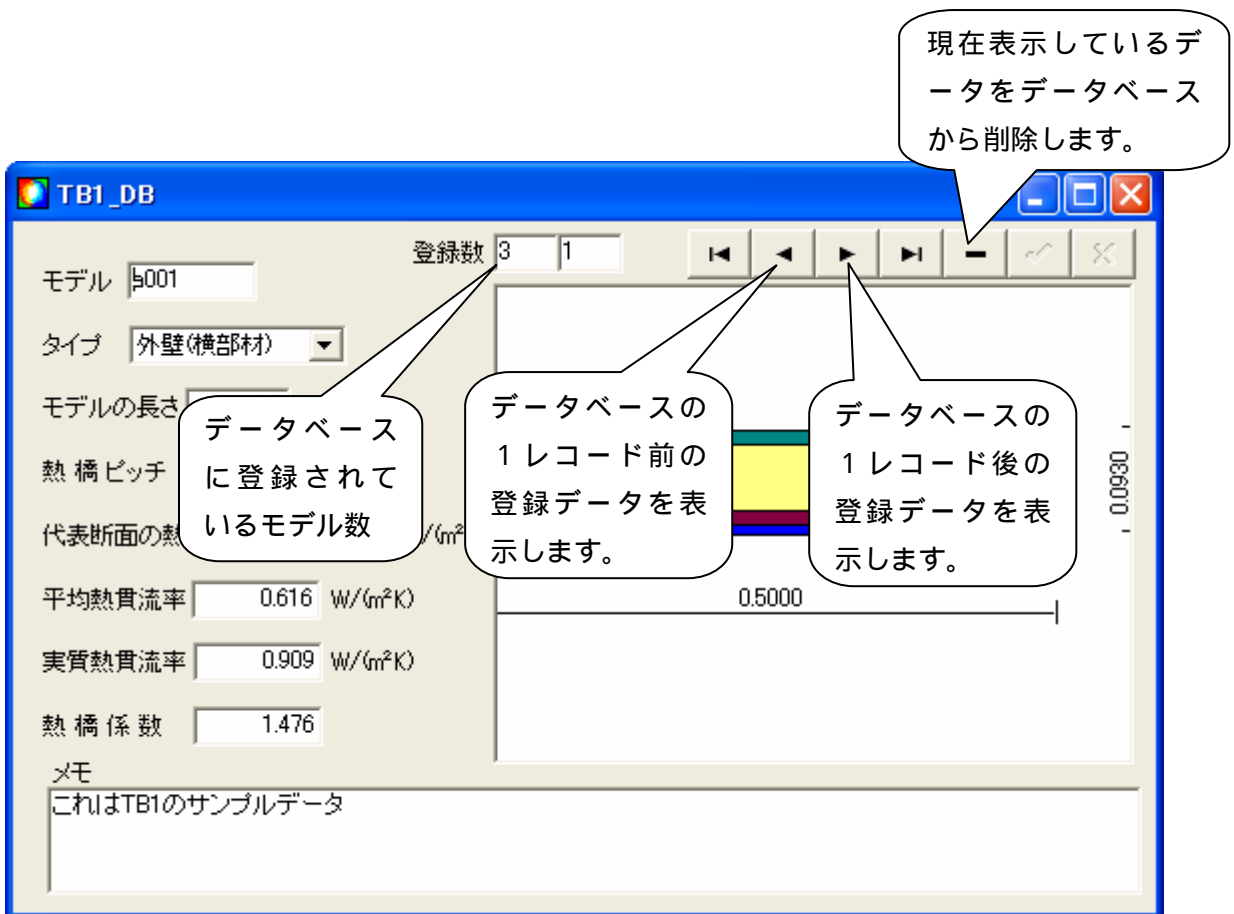

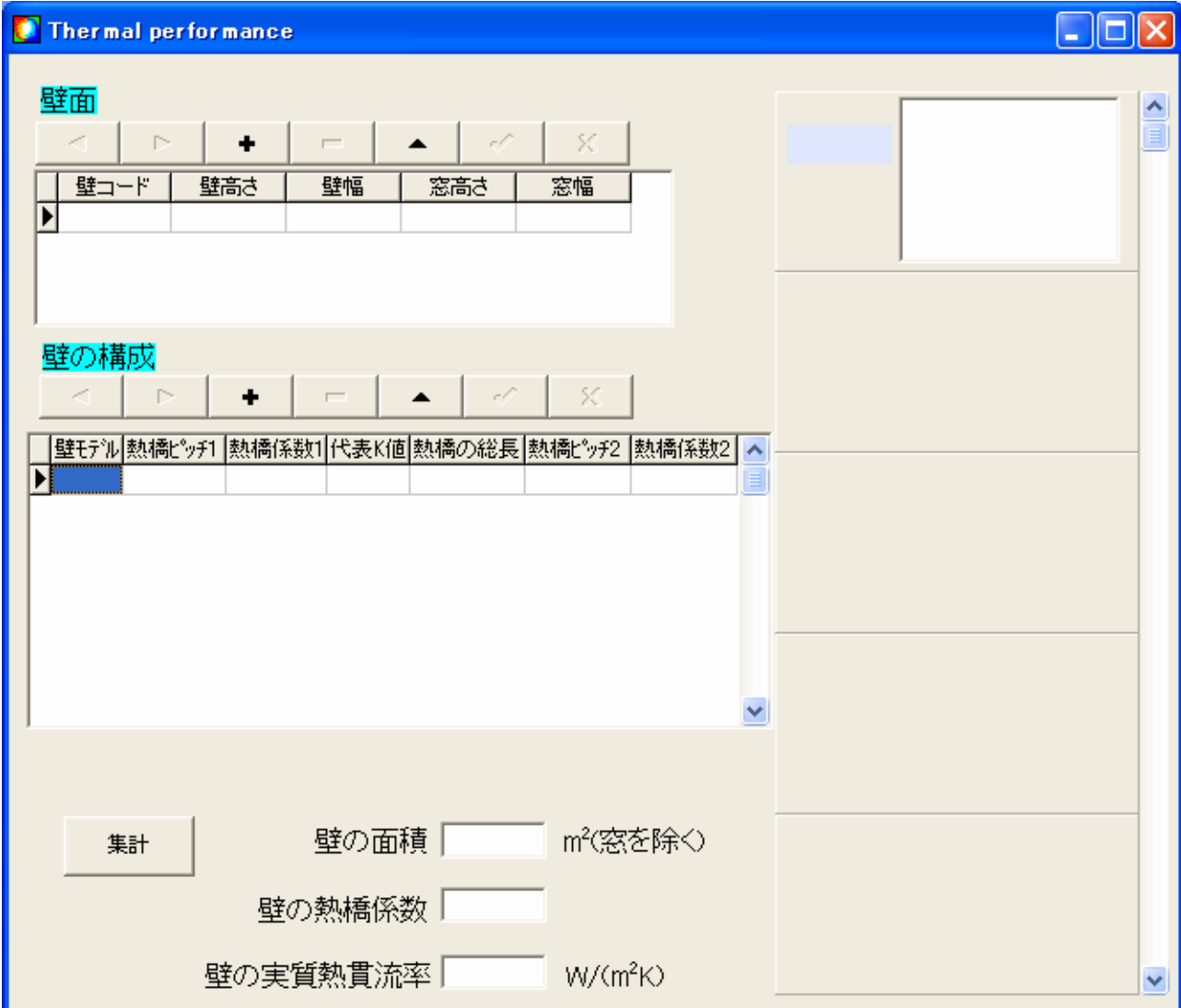


図 10 : データベース画面の説明

データベースに熱橋係数の計算結果が登録されていれば、壁全体の実質熱貫流率を計算できます。

 ボタンをクリックして、Thermal performance 画面 (図 11) を開きます。



Thermal performance

壁面

壁コード	壁高さ	壁幅	窓高さ	窓幅

壁の構成

壁モデル	熱橋ピッチ1	熱橋係数1	代表K値	熱橋の総長	熱橋ピッチ2	熱橋係数2






集計

壁の面積 m²(窓を除く)

壁の熱橋係数

壁の実質熱貫流率 W/(m²K)

図 11：壁全体の实質熱貫流率の計算画面

まず、画面上部のグリッドセルで  ボタンをクリック。グリッドが入力モードになるので、任意の壁コード名、壁の寸法（高さ、幅）、窓（開口部）の寸法（高さ、窓幅）を入力し  ボタンで壁データをデータベースに登録します。次に画面下部のグリッドセルに対する  ボタンをクリックし、入力モードにします。壁モデルの欄は登録している壁モデルリストの中から選択します。リスト表示するには  ボタンをクリックします。次にその壁モデルの熱橋の総長を入力し、カーソルを他のセルに移動させると、熱橋ピッチ2、熱橋係数2が自動的に計算されます。複数の熱橋部位が含まれる場合は  ボタンをクリックして、考慮すべき壁モデルをすべて登録します。

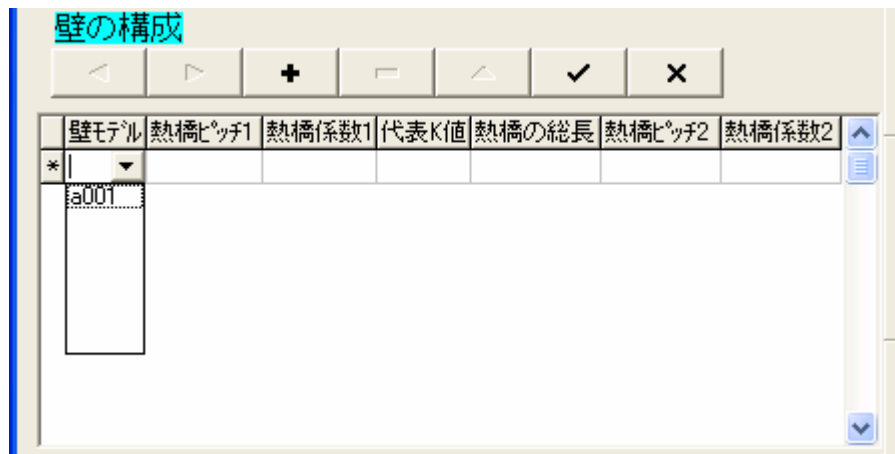


図 12 : 壁モデルをリスト表示している状態

壁面に含まれる全ての熱橋の登録が済んだら **集計** ボタンをクリックします。
自動的に壁の面積，熱橋係数，壁の実質熱貫流率が表示されます。図 13 に例を示します。

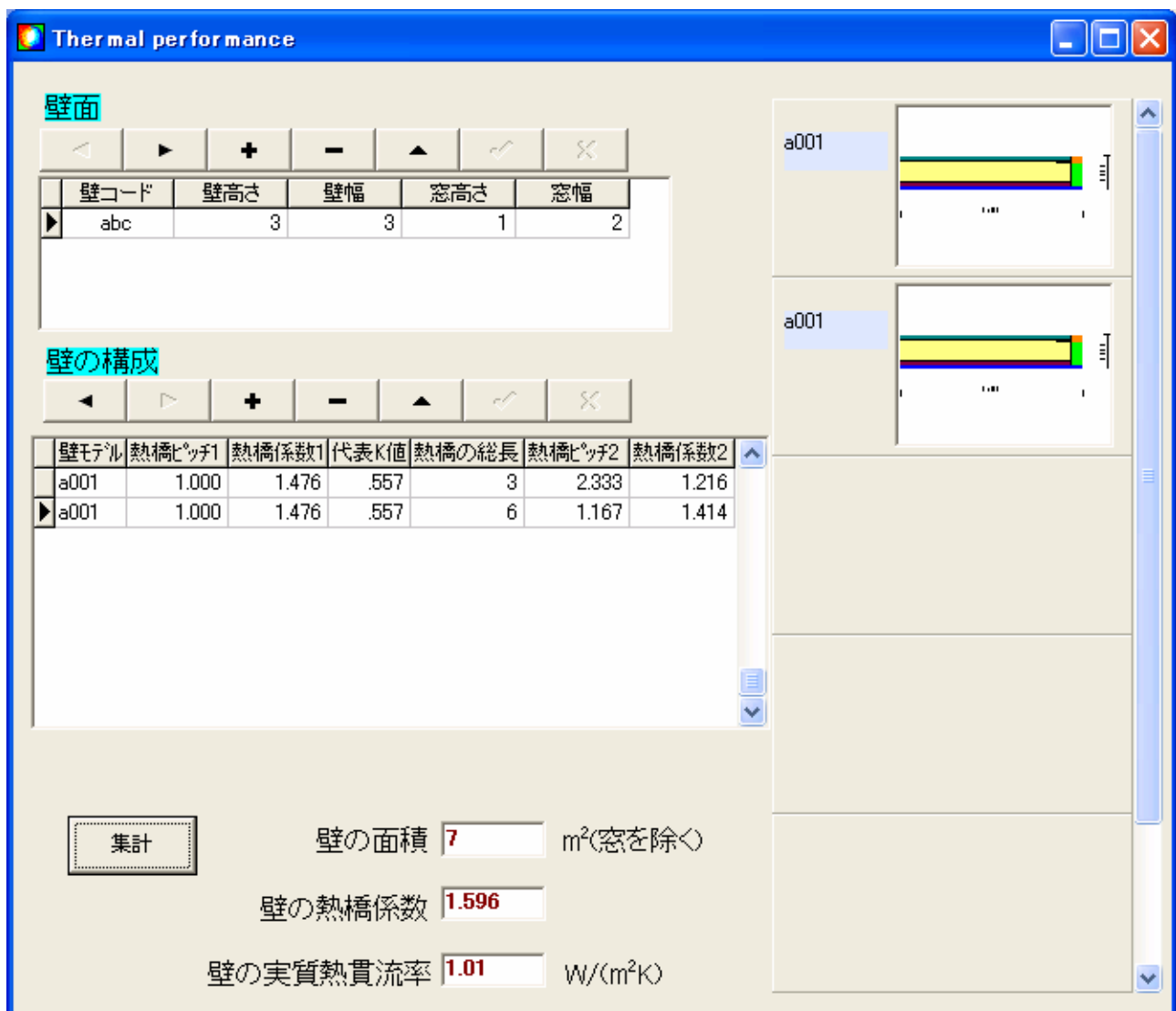


図 13 : 壁全体の実質熱貫流率の計算例

2. 壁モデルの作成方法

図 13 に示す壁体のモデルを作成します。このモデルでは C 型鋼が熱橋になっています。

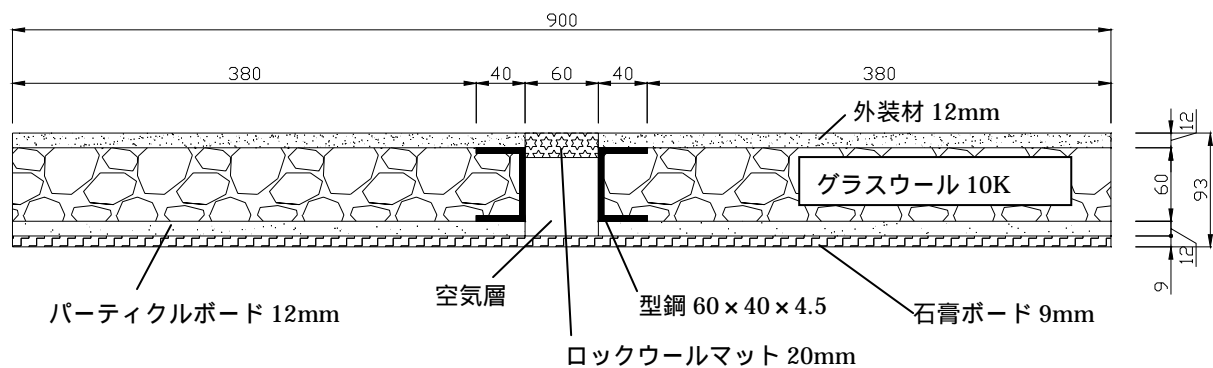


図 13 外壁の例題

まず、縦方向にモデルの断面形状を調べて、形状が異なる部位毎に番号を振ります。この例では以下の図のように 7 つの部位に分けられます。このことからモデルの X 方向の要素数は 7 となります。

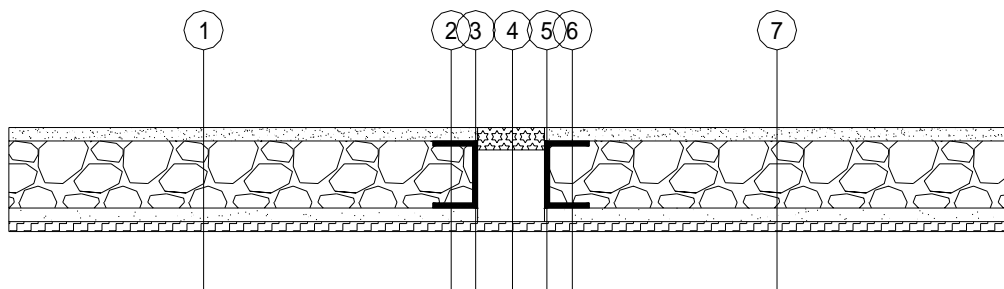


図 14 モデルの X 方向の要素数

同様にモデルの断面形状を横方向に調べて、形状が異なる部位毎に番号を振ります。この例では以下の図のように 7 つの部位に分けられます。このことからモデルの Y 方向の要素数は 7 となります。

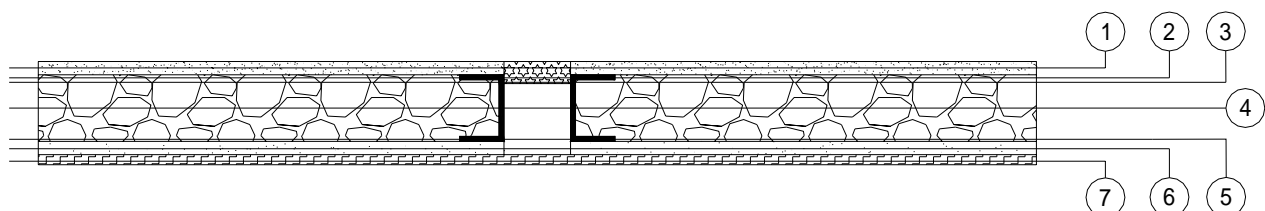


図 15 モデルの Y 方向の要素数

TB1 を起動して、X 方向要素数の欄に 7 , Y 方向要素数の欄に 7 と入力します。

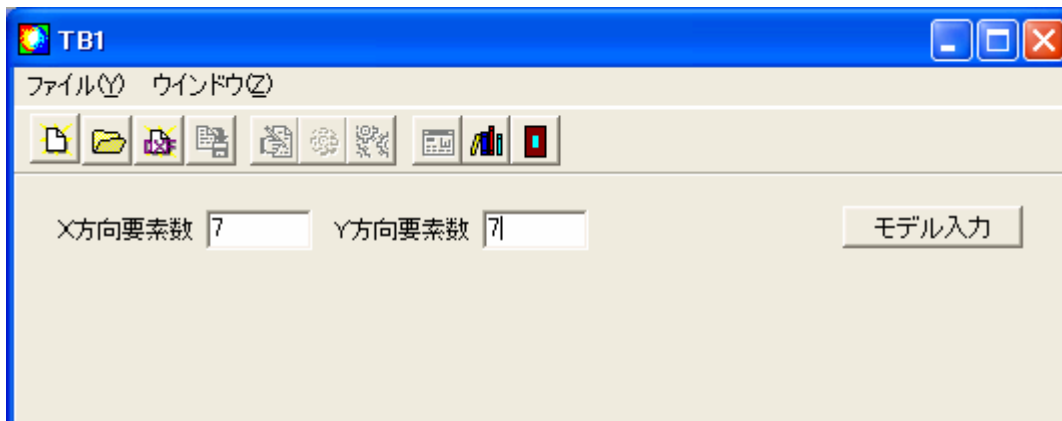


図 16 モデルの要素数の入力

要素数を入力したら **モデル入力** のボタンをクリックします。

以下の入力画面が表示されます。コメントにあるように、「X方向寸」「Y方向寸」の入力欄は、X方向 Y方向の各要素の長さを入力します。下のグリッドはモデルの断面形状を入力する欄です。

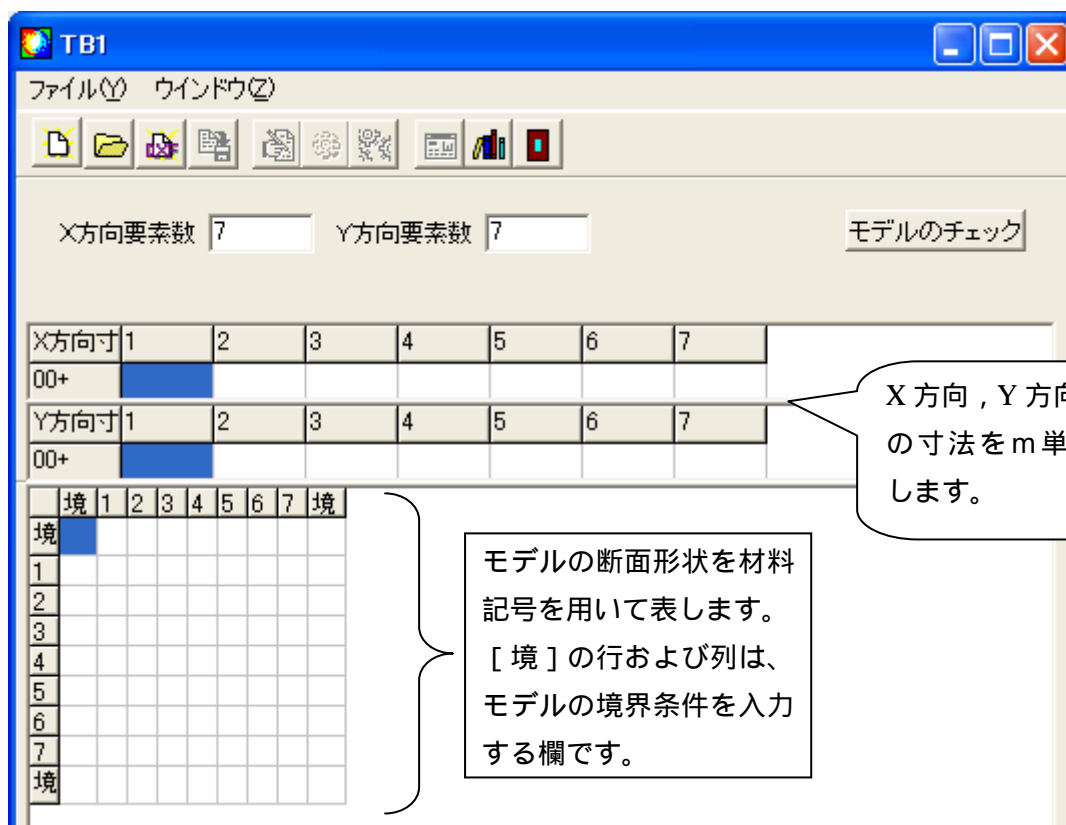


図 17 モデルの入力画面

The image shows two windows from the TB1 software. The top window, titled 'TB1', displays model dimensions and a material pattern grid. The bottom window, titled 'Material Table', lists various materials with their thermal conductivity and resistance values. A callout box points to the material 'K' in the grid, which is '石膏ボード' (Gypsum Board).

TB1 Model Dimensions:

X方向寸	1	2	3	4	5	6	7
00+	0.38	0.0355	0.0045	0.06	0.0045	0.0355	0.38

Y方向寸	1	2	3	4	5	6	7
00+	0.012	0.0045	0.0035	0.0475	0.0045	0.012	0.009

Material Table:

記号・色	材料名	熱伝導率/熱抵抗 W/(m·K) m ² K/W
0	無	0.0
1	タイル	13.0
2	シリコン	0.35
3	ガラス	1.0
4	外装材	0.15
5	鋼材	53.0
6	PVC	0.17
7	天然木材1種	0.12
8	合板	0.16
9	パーティクルボード	0.033
A	レンガ	0.13
B	硬質ウレタンフォーム1種	0.024
C	硬質ウレタンフォーム2種	0.023
D	押出法ポリスチレン	0.04
E	ポリエチレン	0.08
F	ロックウールマット	0.038
G	ロックウールボード	0.036
H	グラスウール10K	0.05
I	高性能グラスウール16K	0.038
J	シーリングボード	0.052
K	石膏ボード	0.22
L	石膏プラスター	0.6
M	たたみ床	0.11
N	セメントモルタル	1.5
O	軽量コンクリート	0.81
P	コンクリート	1.6
Q	材	0.0
R	気密な空気層(←熱流→)	0.09
S	気密でない空気層(←熱流→)	0.09
T	気密な空気層(↑熱流↓)	0.09
U	気密でない空気層(↑熱流↓)	0.09
V	室内側表面熱伝達境界1	0.11
W	室内側表面熱伝達境界2	0.09
X	外気側表面熱伝達境界1	0.04
Y	外気側表面熱伝達境界2	0.09
	断熱境界	0.0

材料テーブルの中の
該当する材料の記号
で形状をパターン化
する。

図 18 モデルの作成

モデルの要素毎の寸法(m単位)と、モデルの断面形状を入力します。X方向、Y方向のそれぞれの要素は、図 14, 15 に対応したものです。

Y方向寸法の1~7の順番と、断面形状の入力欄の1~7行の番号は対応しています。

図 15 で壁の上側から下向きに1,2,...と番号を振っていますが、TB1ではモデルの左上を基準点として、X方向は右側へ1,2,..., Y方向は下向きに1,2,...と番号を振ります。

図 18 の例では、モデル形状の7行目はKの材(石膏ボード)になっていますが、その厚さは、Y方向寸法の7列目の0.009mに対応しています。要素の寸法とモデル入力欄の関係を良く理解しておいてください。

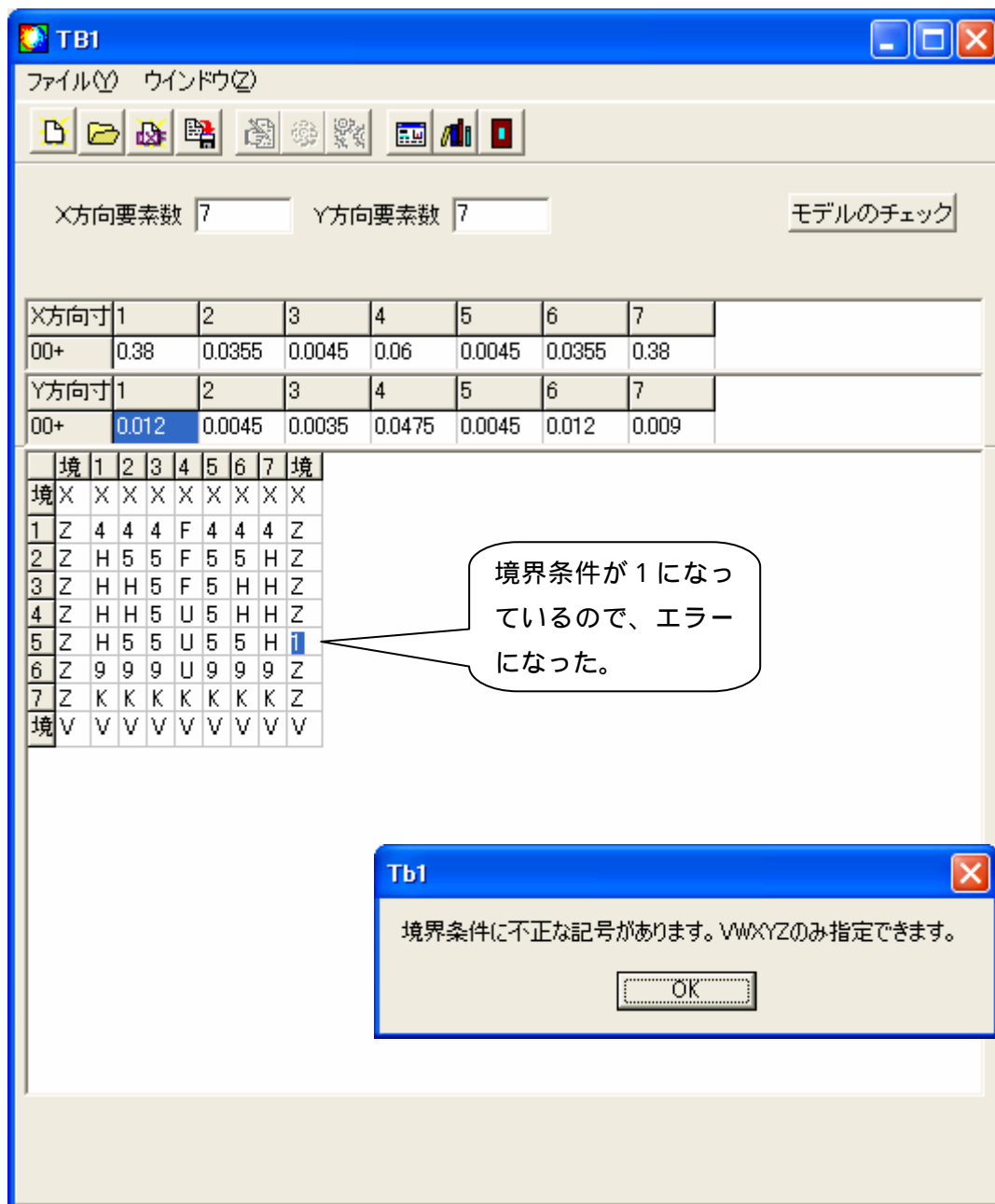



図 19 モデルのチェックでエラーになった例

X方向，Y方向の各要素の寸法と、モデル形状の入力が完了したら、**モデルのチェック** ボタンをクリックします。モデルに誤りがある場合は、図 19 のようにエラーメッセージが表示されます。**OK** をクリックするとエラーになったセルにカーソルが移動します。正しい数値または記号に修正し、再度、モデルのチェックを行ってください。

モデルのチェックにパスすると図 20 のように、熱橋ピッチ，代表断面，モデルタイプの入力欄と，**モデルの表示**，**平均熱貫流率**が表示されます。またこれ以降、モデルの寸法およびモデルのパターンを修正できなくなります。寸法およびモデルを修正したい場合は、 ボタンをクリックしてください。編集が可能になります。この場合、再度モデルのチェックが必要になります。

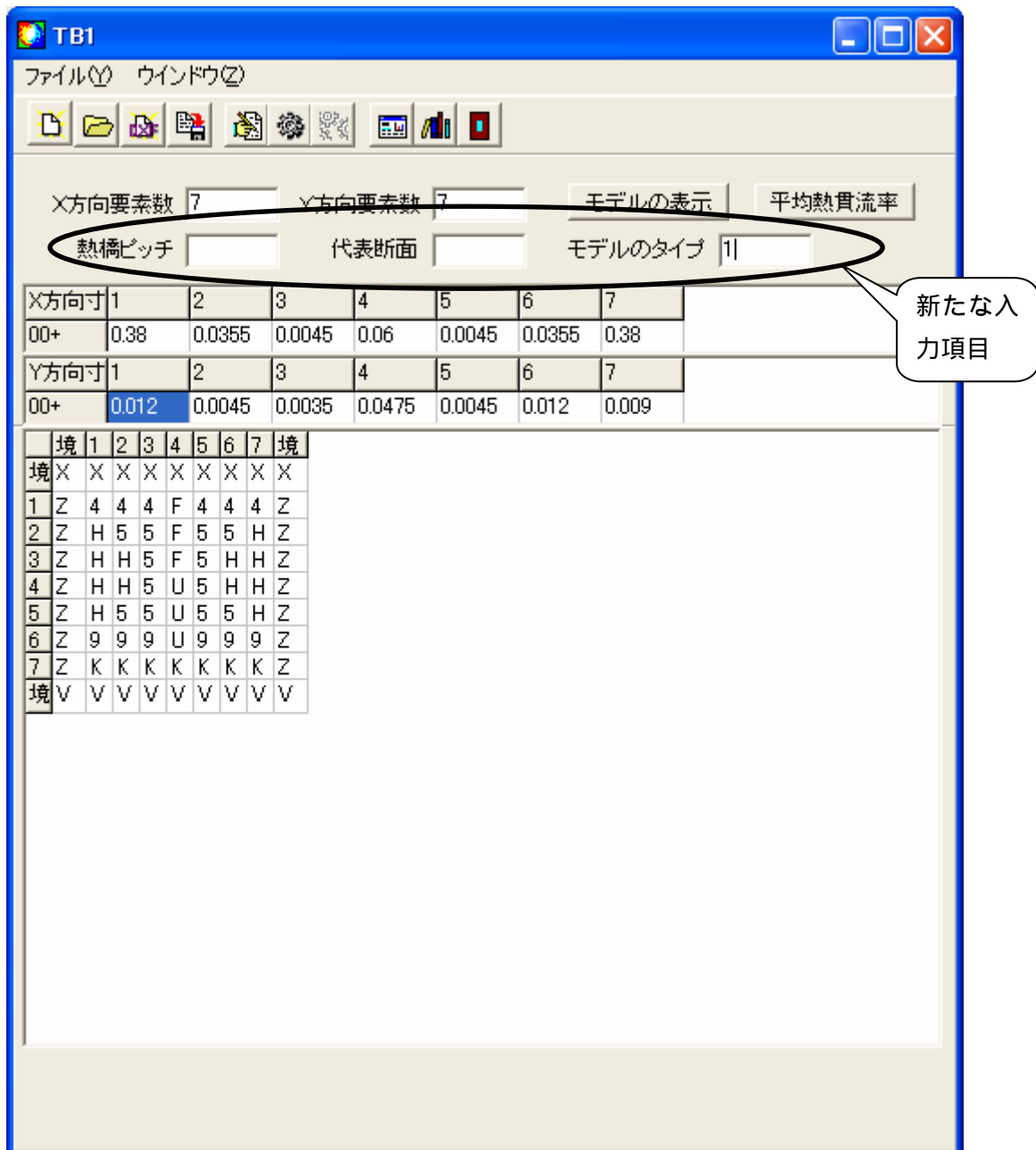


図 20 モデルのチェックをパスした直後の画面

熱橋ピッチは、以下の図のように熱橋となる柱や間柱の間隔で、寸法をm単位で入力します。

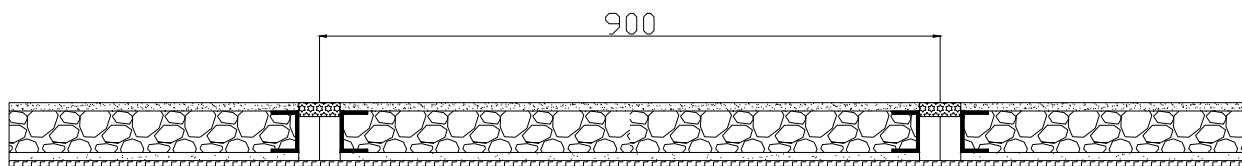


図 21 熱橋ピッチの説明

代表断面とは熱橋を有する壁の非熱橋部分で、その壁の大部分を占める断面のことです。

モデルの表示 ボタンをクリックすると、図 22 のように作成したモデルが図示され、異なる断面形状毎に番号が振られています。断面番号はX方向の要素数に対応しています。代表断面の番号はモデル図の中から選択してください。この例では1か7が代表断面となります。

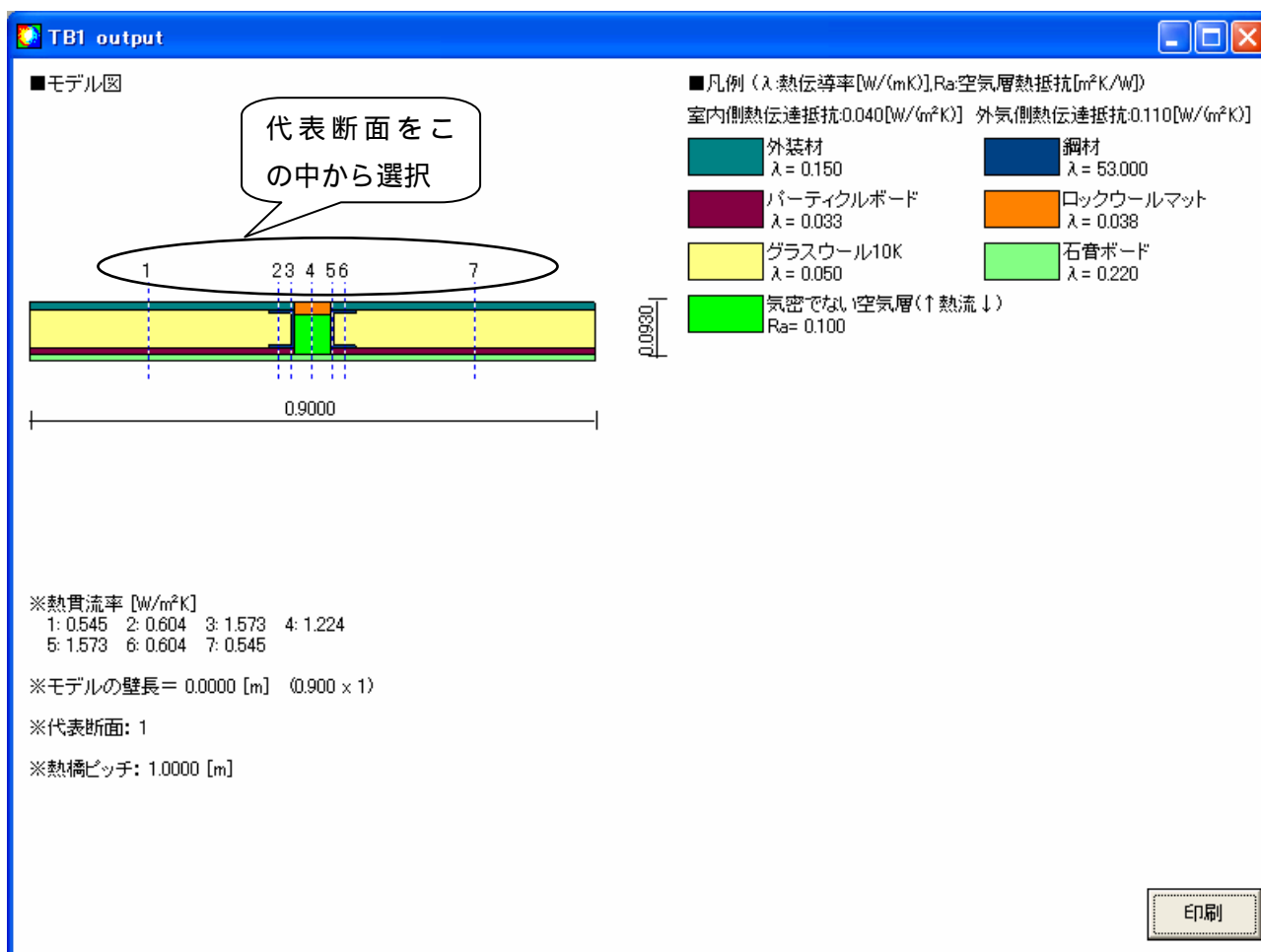


図 22 代表断面の説明

「モデルのタイプ」の入力欄は、作成した壁体モデルが、以下のどちらのタイプ(1または2)に該当するか入力します。

タイプ1：壁の切断面が左右両方とも非熱橋部の場合

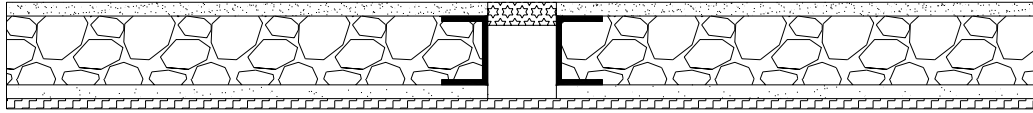


図 23 モデルのタイプが1の例

タイプ2：壁の切断面の一方が熱橋部で、かつ切断面を中心にして対称な壁構造の場合。

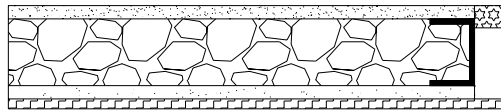


図 24 モデルのタイプが2の例

上の例のように、熱橋部の中心を軸として左右対称な壁構造の場合、どちらのモデルで計算しても実質熱貫流率は同じ値になります。TB1は「モデルのタイプ」が2の場合、入力された壁モデルをタイプ1のモデルに拡張して熱橋係数を計算します。

これ以降の操作方法は「1.3 TB1の実行例」を参照してください。

3 . CAD データを用いたモデルの作成

TB1 for Windows では CAD データを読み込んでモデルを作成することができます。ただし、読み込む事ができるデータには条件がありますので、以下の から に注意して CAD データを修正してください。

TB1 は斜線を読めません。モデルは水平な線と垂直な線だけで作図してください。

ブロック図形(複合図形)は読み込み時に無視します。ブロック図形は線分に分解してください。

実際の壁断面のまわりに、境界条件を設定するための仮想の材が必要です。材の大きさは適当でかまいませんが、慣れないうちは 50mm ぐらいの厚さで設定してください。図 25 を参照

の仮想の材まで含めて、図形の左下の座標が (0 , 0) になるように設定してください。マイナスの座標は読み込めません。

モデルに関係ない線 , 点は全て消去してください。

モデル図が完成したら DXF ファイル形式でデータを保存してください。

CAD の作図例

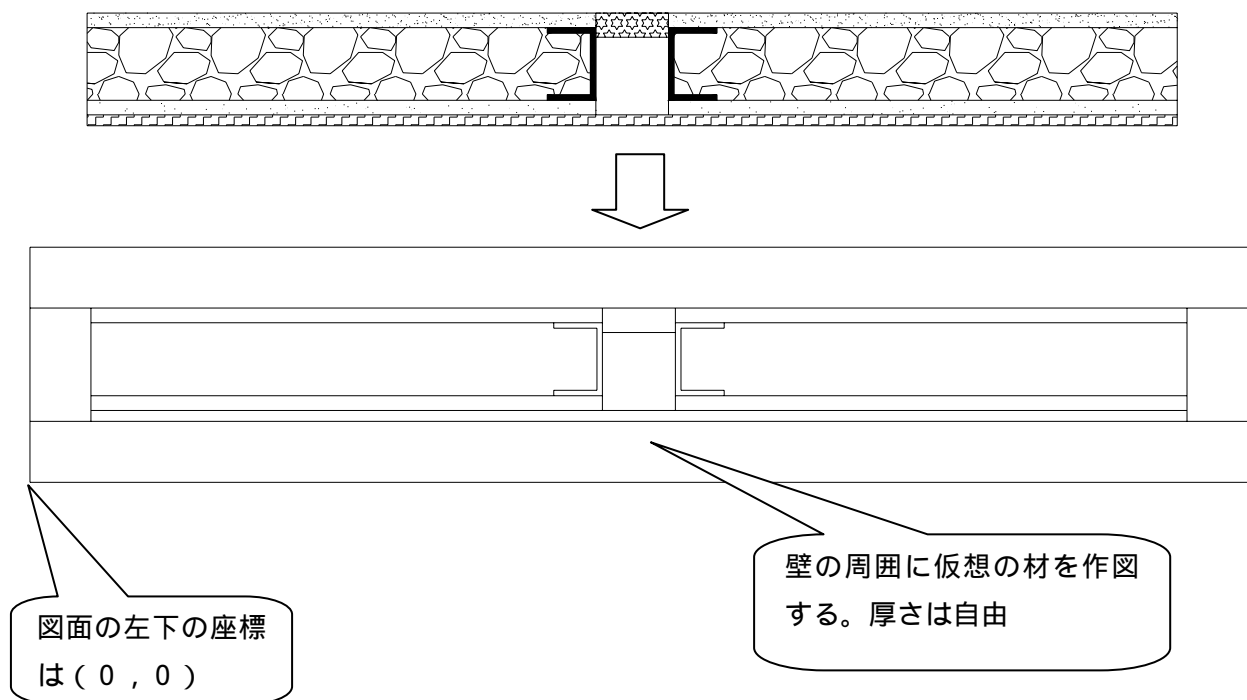

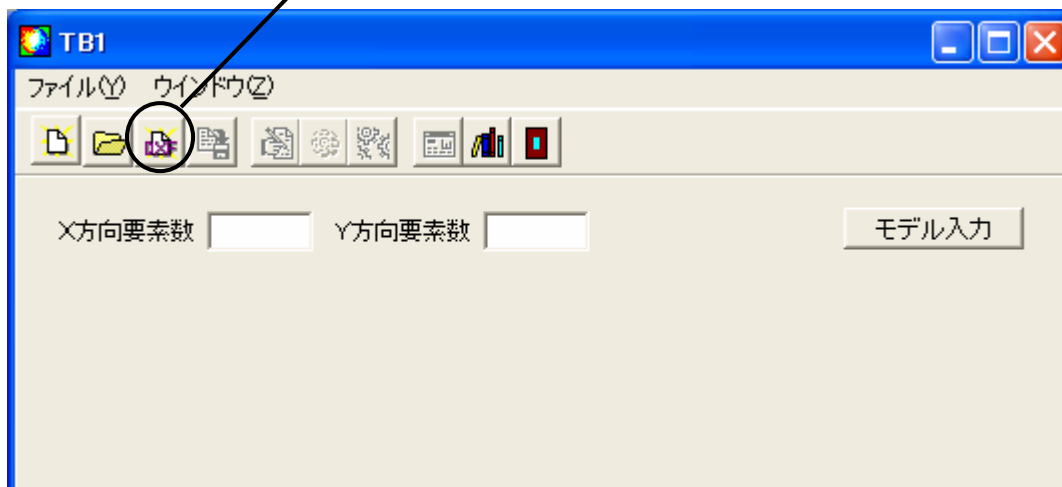


図 25 TB1 用の CAD データ

CAD データ(DXF ファイル)が用意できたら、TB1 を起動します。

起動画面のメニューボタンの  をクリックすると、「ファイルを開く」ダイアログボックスが表示



されるので、入力する DXF ファイルを指定すると、以下の図のような「モデルの作成」ウィンドウが開き、読み込んだ壁体モデルが表示される。

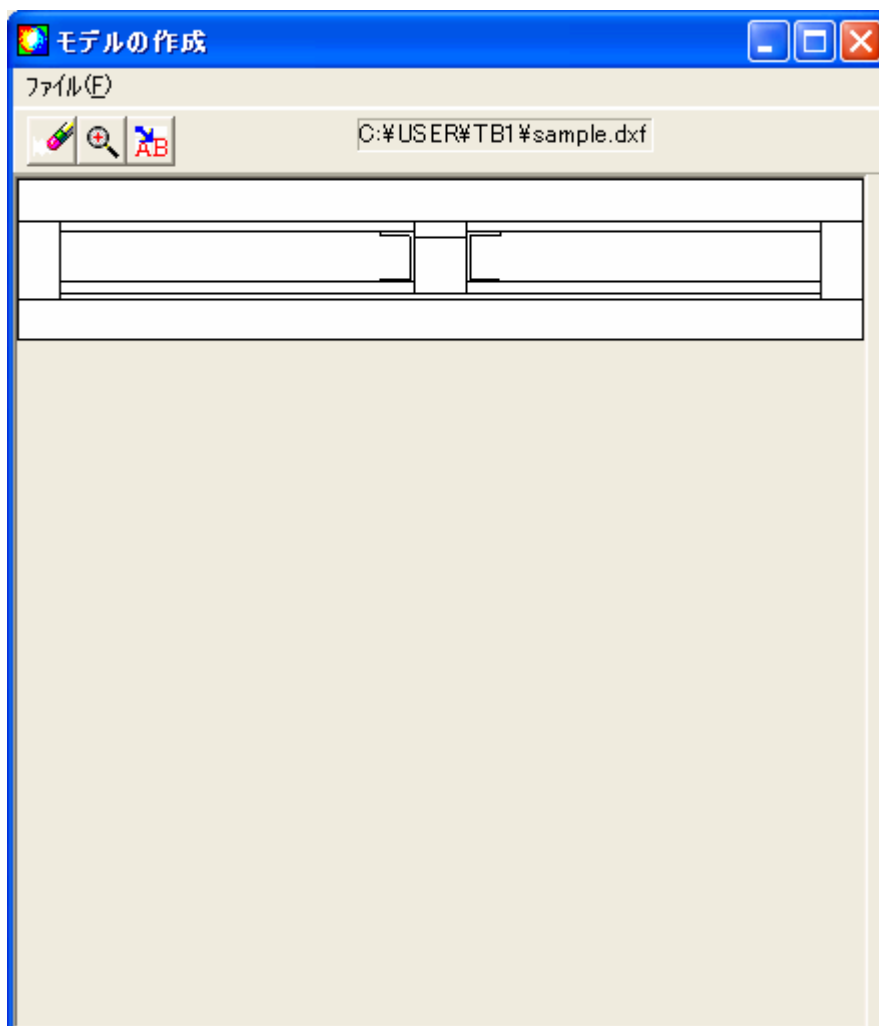



図 26 DXF ファイルを読み込んだ画面

メニューボタンの  をクリックすると、図 27 のような「拡大表示」ウィンドウが表示される。

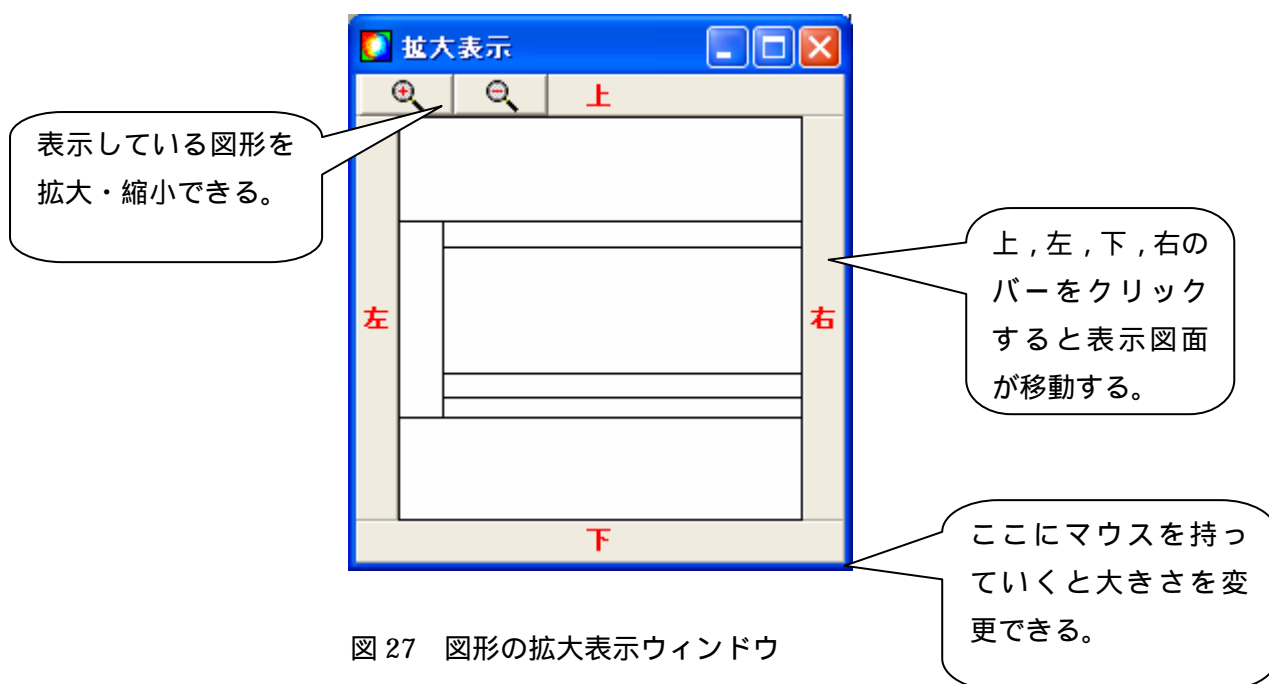
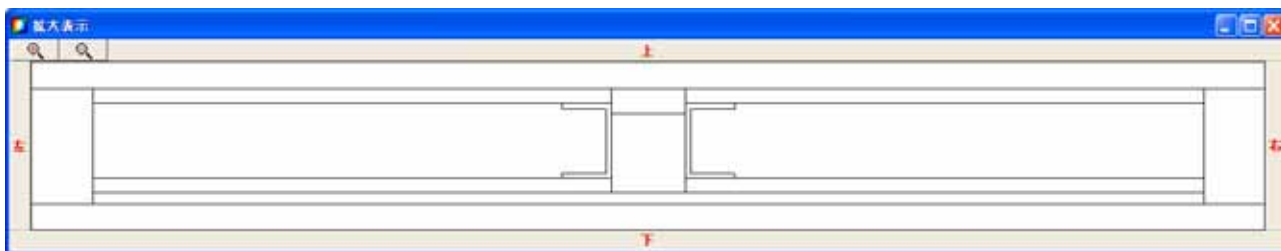
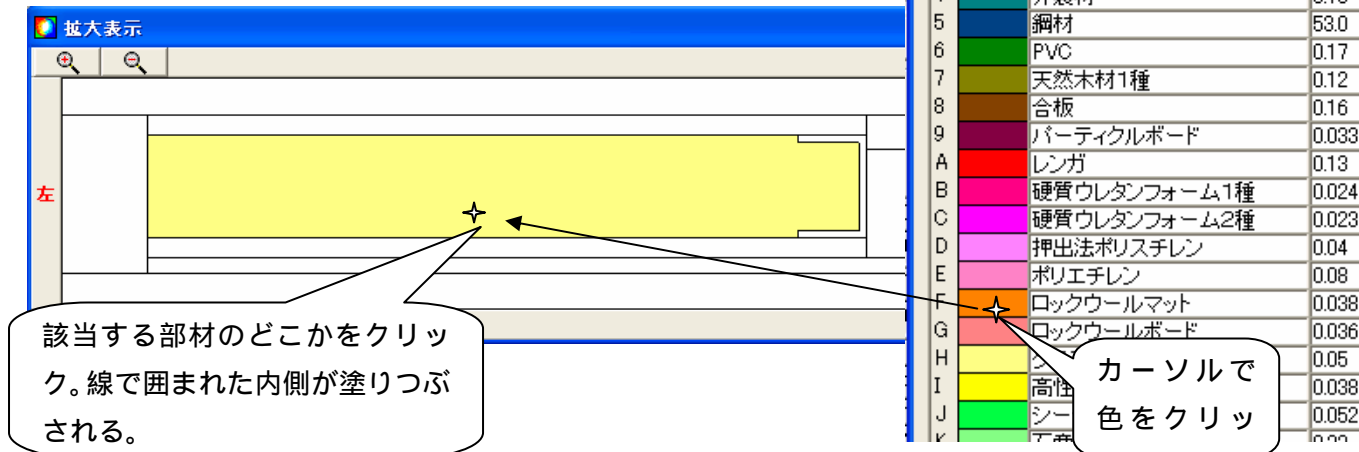


図 27 図形の拡大表示ウィンドウ

このウィンドウは大きさを変更できるので、作業しやすいように大きさでモデルを表示する。



モデルの作成は、ペイント系のソフトと同じ要領で材に色を塗ることで材料を指定する。例えば、材料テーブルでグラスウール 10K(記号 H) の色をマウスでクリックし、拡大表示ウィンドウグラスウールの部分の部分をクリックすると、その部分が黄色く塗りつぶされる。



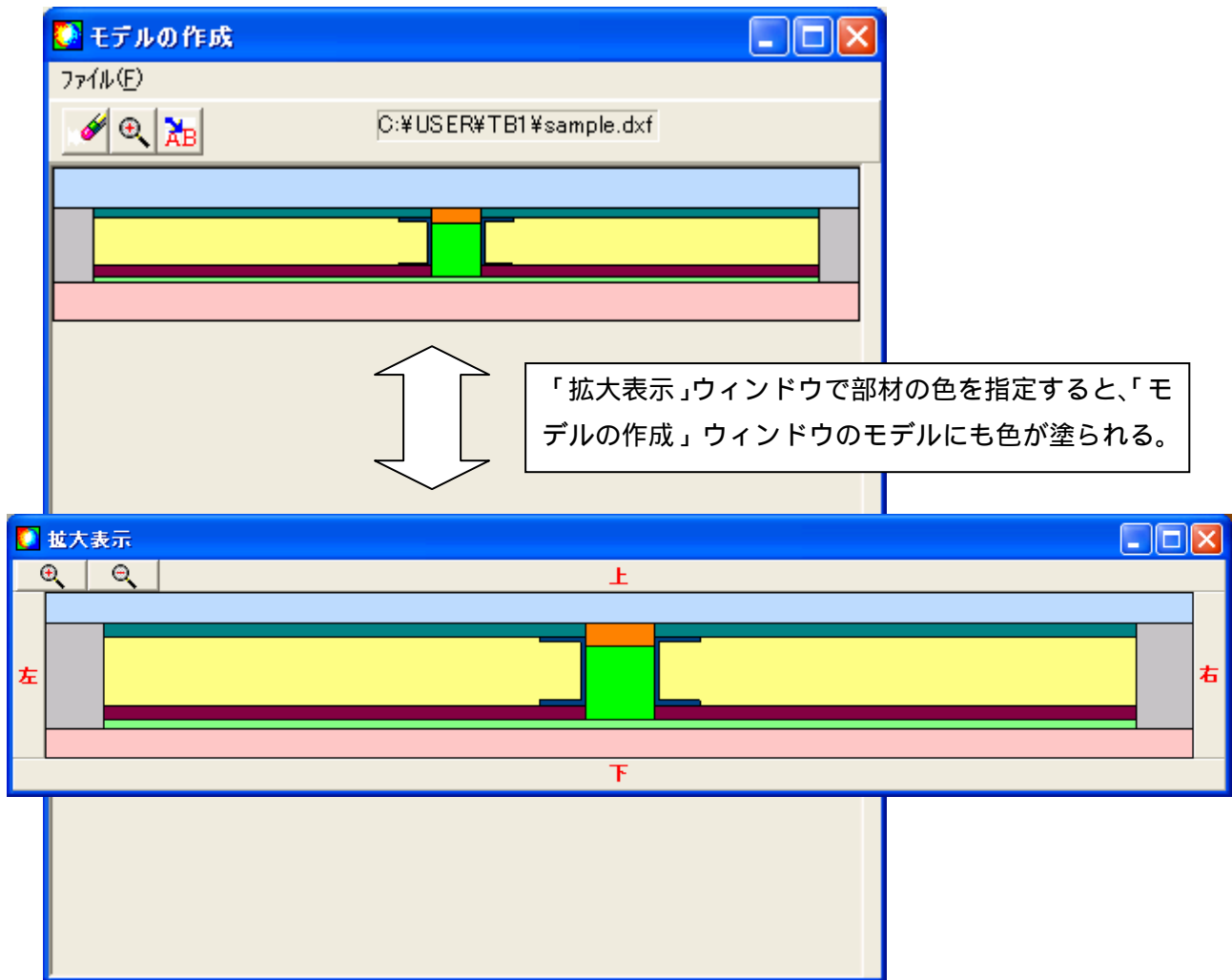



図 29 全ての部材の色指定が終了した状態

モデルの全ての部材の色指定が終了したら、「モデルの作成」ウィンドウの  ボタンをクリックする。TB1 は CAD データから X と Y の要素数および寸法値を読みとり図 30 のようにモデルを生成する。

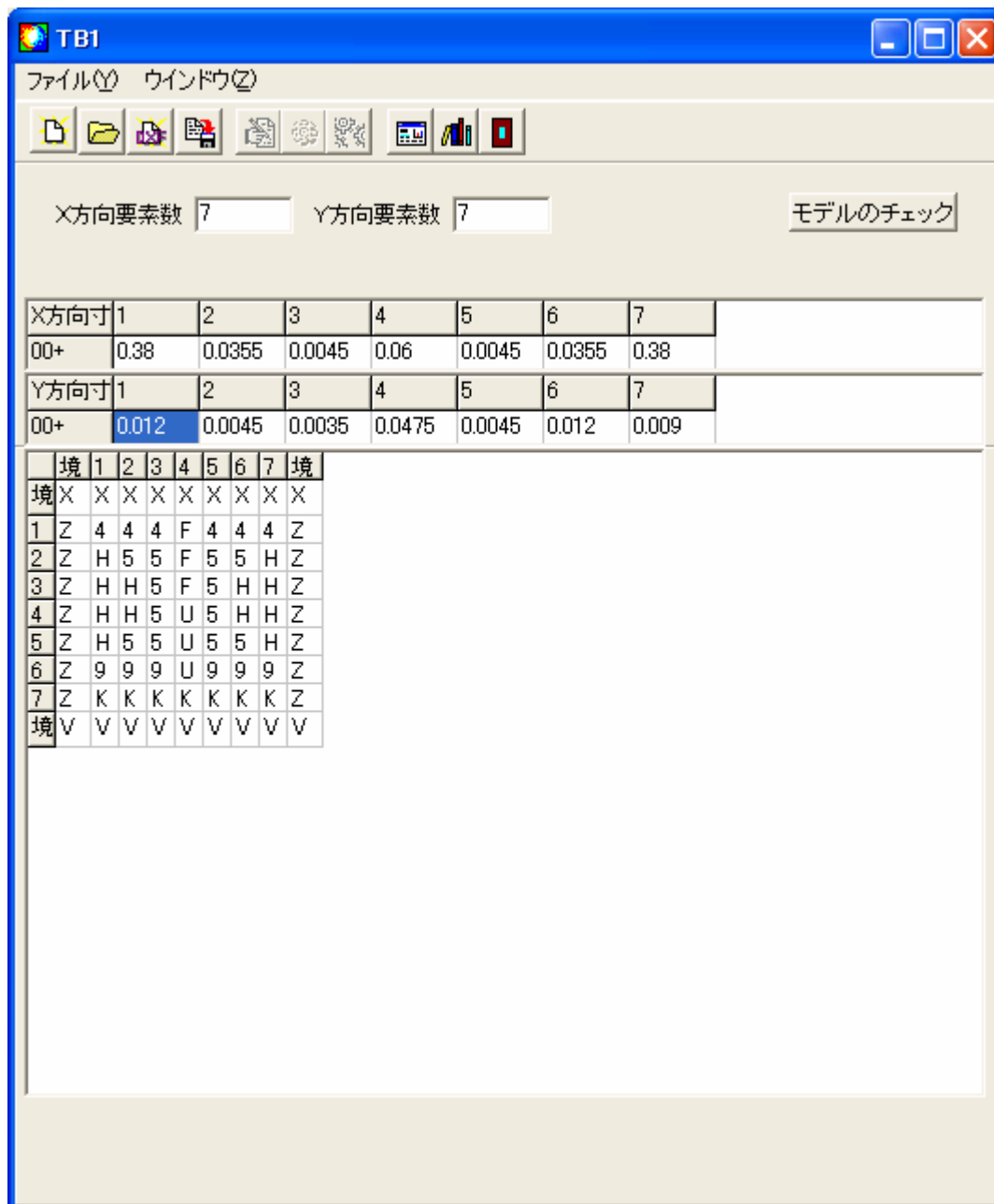


図 30 CAD データを元に構築したモデル

4. 物性値データについて

TB1 を実行すると Material Table が表示されます。建材として登録できるのは、記号 1 ~ Q までです。任意の材料名と物性値を登録できます。0 と RSTUVWXYZ はそれぞれ固有の条件を表す記号です。このうち VWXY は熱伝達抵抗を修正することができます。

修正した物性値データはファイルに保存できます。メニューの「ファイル」をクリックし、「物性データの保存」を選択してください。同様に保存している物性値データを読み込むときには、メニューの「ファイル」をクリックし、「物性値データの読み込み」を選択してください。

記号・色	材料名	熱伝導率/熱抵抗 W/(m·K) m ² K/W
0	無	0.0
1	タイル	13.0
2	シリコン	0.35
3	ガラス	1.0
4	外装材	0.15
5	鋼材	53.0
6	PVC	0.17
7	天然木材1種	0.12
8	合板	0.16
9	パーティクルボード	0.033
A	レンガ	0.13
B	硬質ウレタンフォーム1種	0.024
C	硬質ウレタンフォーム2種	0.023
D	押出法ポリスチレン	0.04
E	ポリエチレン	0.08
F	ロックウールマット	0.038
G	ロックウールボード	0.036
H	グラスウール10K	0.05
I	高性能グラスウール16K	0.038
J	シーリングボード	0.052
K	石膏ボード	0.22
L	石膏ブラスター	0.6
M	たたみ床	0.11
N	セメントモルタル	1.5
O	軽量コンクリート	0.81
P	コンクリート	1.6
Q	材	0.0
R	気密な空気層(←熱流→)	0.09
S	気密でない空気層(←熱流→)	0.09
T	気密な空気層(↑熱流↓)	0.09
U	気密でない空気層(↑熱流↓)	0.09
V	室内側表面熱伝達境界1	0.11
W	室内側表面熱伝達境界2	0.09
X	外気側表面熱伝達境界1	0.04
Y	外気側表面熱伝達境界2	0.09
Z	断熱境界	0.0

記号の 1 ~ Q まではユーザーが材料と熱伝導率を設定できます。

RSTU は熱抵抗値を修正しないでください。

熱抵抗値は変更できます。ただし、「住宅の省エネルギー基準の解説」で定められた値に限ります。

図 31 物性値テーブル

熱橋を有する壁の熱貫流率計算プログラム
(TB1 for Windows)
の使い方

2017 年 4 月 18 日 第1版 第2刷

編集・著作 株式会社 気象データシステム
印刷・発行 株式会社 気象データシステム

© 気象データシステム 2017

URL <http://www.metds.co.jp/>
