

熱的助走区間における矩形ダクト内の伝熱特性

(第1報：上部の広い壁面から非対称に加熱される層流)

Heat Transfer Characteristics of the Thermal Entrance Region
inside a Rectangular Duct. (1st. report : With laminar flow and
asymmetric heating through the upper broad wall)

ムスタファ・ムーサ*・斎藤彬夫**
Mostafa Mousa Akio Saito

宇高義郎***・片山功藏***
Yoshio Utaka Kozo Katayama

Abstract

Recently, solar fields consisting of rectangular duct arrays have been suggested to be used as an economic solar energy collectors for the large scale solar water desalination plants. This study is an attempt to present basic informations concerning a thermal entrance region heat transfer problem for laminar flow inside a horizontal rectangular duct, suffering from heating with a constant heat flux through its upper broad wall only while the other walls being adiabatic.

The above problem has been investigated analytically and experimentally, for the ranges of : aspect ratio from 0.1 to 1, Reynolds number from 100 to 2000 and heat flux from 0.5 to 1 kW/m².

A good agreement was found between the analytical results, obtained by using Finite Difference Method, and the corresponding experimental ones. By comparing our results with those of other work using symmetric heating boundary conditions, the axial local Nusselt number was found having a value less than that of symmetrically heating case, which reconfirm the necessity of taking the asymmetry effect in consideration.

For application convenience, the final results have been correlated in the form of simple equations which can be directly used in design purposes.

1. 緒 言

本研究は、壁面の一部分が非対称に加熱される矩形管内の層流熱伝達特性を明らかにすることを目的とする。従来、全壁面が一様に加熱される対称境界条件下での管内層流熱伝達の研究は多くみられる⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾が、非対称境界条件を扱ったものは少ない。しかし、例えば、太陽熱の利用機器への応用などを考えると、新たに種々の非対称加熱条件における管内熱伝達特性を知る必要がある。本研究も、次に述べる Solar field への応用に向けた基礎研究の第一歩である。

Rajvanshi⁽⁴⁾により提案された、“Solar field”とは、海水淡水化装置に海水を導くまでの砂漠内に埋設される太陽熱利用の大規模矩形予熱管のことであり、同予熱管の伝熱問題は乾燥地域の多い国々にとって非常に重要な課題となっている。この場合、同管は砂漠地域にはほぼ水平に設置されるため、太陽光の入射角度は当

然日周変化し加熱条件も種々に変化する。特に赤道に近い地域における日射強度の大きな南中時前後では、太陽放射エネルギーはダクト上壁面で熱エネルギーとして吸収されるので、これを有効に吸収するためには、比較的横に広い（アスペクト比の小さな）ダクトが適しており、このようなダクトでは上面からの熱吸収が主となるものと考えられる。以上のこと考慮すると、矩形予熱管内の熱伝達は当然非対称加熱問題に帰着し、さらに上面加熱を受ける場合がその基本となる。また、Rajvanshi は、管内熱伝達率を向上させる

*東京工業大学大学院生

Tokyo Institute of Technology, Mechanical Engineering Department, Graduate Student

**東京工業大学工学部機械工学科 助教授
ibid, Associate Pr.

***東京工業大学機械工学科 助手
ibid, Assistant

****東京工業大学工学部機械工学科 教授
ibid, Professor

ため流れを乱流として利用する方法を提案しているが、海水の送水に要する動力について、同一の総管長および海水流量を考えた場合、少ない本数の管で管内流を乱流に保つのに比べて、多数の並列管を用いて、流れを層流にする方が有利であると考えられる。

上記事例の応用への基礎的な知見を得るために、本研究では上方から一様に加熱される矩形管の層流熱伝達の研究を行なった。

このような非対称加熱を受ける矩形ダクト内の熱伝達に関する従来の研究では、例えば、Lyczkowskiら⁽⁵⁾は、非対称な壁面熱抵抗をもつ等温な矩形管外壁について Dufort-Frankel の差分法によって、種々のアスペクト比における温度助走区間内のヌセルト数を数値的に求めた。Hicken⁽⁶⁾は非対称な熱流束分布の矩形管の温度助走区間内の温度分布を求めている。また最近、黒崎・佐藤⁽⁷⁾は、水平矩形ダクトの 1 つの垂直壁だけが一様加熱を受け他の 3 つの面は断熱された場合の空気流による層流熱伝達の解析を行ない、アスペクト比をパラメータとして自然対流の影響について検討を行なっている。以上のように非対称加熱条件については、いくつかの解析が行なわれているにすぎず、これらの解析はいずれも境界条件の複雑さから数値計算が中心となっている。しかし、この場合特に実際の系との境界条件、内部の自然対流、計算の誤差などの影響についてのチェックの必要から、あらかじめ実験と計算の結果の比較・確認を行なっておくことが望ましいと思われる。

以上の観点から、本論文では上方から加熱を受ける矩形ダクト内の層流熱伝達を取り上げ、次の検討を行なった。

1. 上面が一様加熱され、他の 3 面が断熱されたアスペクト比の異なる矩形ダクトを 2 種類 (0.1 と 0.4) 製作し、それについてレイノルズ数、上面熱流束を変化させて伝熱測定を行なう。

2. 2 次元の発達した流れについて、1 と同一の境界条件のもとで差分法による数値計算を行ない、アスペクト比と無次元位置から決まる局所ヌセルト数を求め上記 1 で得られた実験結果と比較する。

3. 上記 2 の数値計算を、アスペクト比 0.1 から 1 までの範囲で細かく分けて行ない、得られた計算結果をもとに、局所ヌセルト数および温度助走区間長さについて実用上の簡便な表示式を作成する。さらに上記 1 の測定結果、この数値計算の結果および 3 の局所ヌセルト数を表す関係式を比較し、三者が良く一致することを示す。

記号

- a : 矩形ダクト高さの半值, m
 b : 矩形ダクト幅の半値, m
 D_h : ダクトの水力直径 ($=4ab/(a+b)$), m
 h_x : 位置 X での壁面熱伝達率 (式 (3) 参照), W/(m²K)
 k : 水の熱伝導率, W/(mK)
 l : ダクト試験部の長さ, m
 L_{th} : 温度助走区間の長さ, m
 P : 静圧, Pa
 q : 壁面熱流束 (水に向う方向を正), W/m²
 T : 温度, °C
 T_{bi} : 入口での水の混合平均温度, °C
 T_{bx} : 位置 X での混合平均温度, °C
 T_{wx} : 位置 X での平均加熱面温度, °C
 U : X 方向流速, m/s
 U_m : X 方向平均流速, m/s
 X, Y, Z : 座標軸 (図 3 参照), m
 ρ : 水の密度, kg/m³
 ν : 水の動粘度, m²/s
(無次元数)
 L_{th}^* : 無次元温度助走区間長さ
 $(=L_{th}/(D_h \text{ Re } \text{ Pr}))$
 Nu_x : ヌセルト数
 $(=h_x D_h/k = 1/(T_{wx}^* - T_{bx}^*))$
 P^* : $= 2P/(\rho U_m^2)$
 Pr : 水のプランタル数
 Re : レイノルズ数 ($=U_m D_h/\nu$)
 T^* : $(T - T_{bi})k/(qD_h)$
 T_{bx}^* : $(T_{bx} - T_{bi})k/(qD_h)$
 T_{wx}^* : $(T_{wx} - T_{bi})k/(qD_h)$
 X^* : $= X/(D_h \text{ Re } \text{ Pr})$ (グレツ数の 1/4)
 Y^* : $= Y/D_h$
 Z^* : $= Z/D_h$
 u^* : $= U/U_m$
 α^* : アスペクト比 ($=a/b$)

2. 実験装置ならびに実験方法

図 1 に示すような水を作動流体とする循環ループの実験装置を製作した。恒温水は、下部に設置された主タンクから上部のオーバーヘッドタンクへ送られ、ここから測定用の矩形ダクト内へ流入されるようになっている。オーバーヘッドタンクとダクトとの高さの差による水頭を利用してダクト内を加圧し、ダクト出口後に取り付けられたバルブにより流量を調節する。な

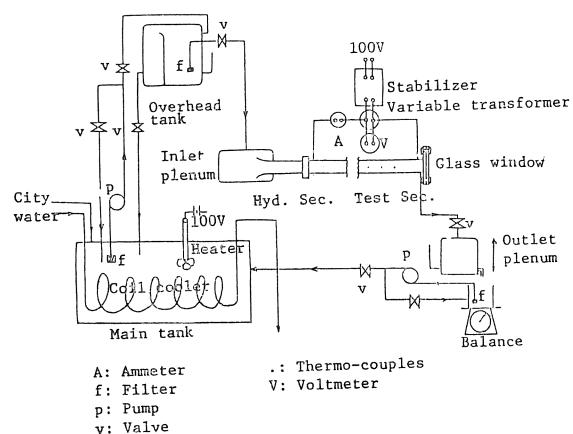
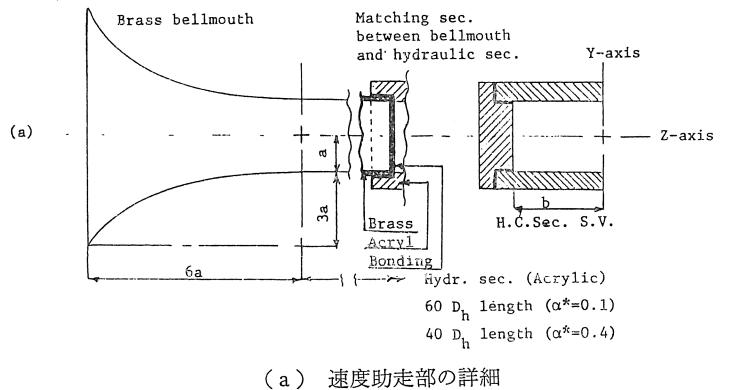


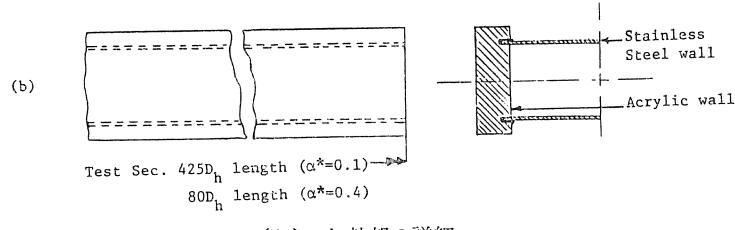
図1 実験装置

お、オーバーヘッドタンクは2重容器となっており内容器からオーバーフローさせることで水位は一定に保たれている。また、流量の計測にはばかりが用いられている。

本実験で用意された矩形管は2種類で、図2に示すように、1つはアスペクト比0.1、もう1つは0.4のよう



(a) 速度助走部の詳細



(b) 加熱部の詳細

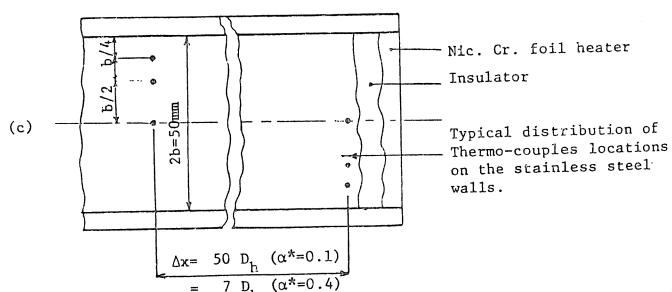


図2 ダクト部の詳細

表1 矩形ダクト諸元

アスペクト比: α^*	0.1	0.4
ダクト高さ: $2a$	5mm	20mm
ダクト幅: $2b$	50mm	50mm
水力直径: D_h	9.1mm	28.6mm
速度助走部長さ	400mm	1200mm
加熱部長さ	4180mm	2270mm

ものである。2つのダクトの主な特徴を表1に示しておく。いずれのダクトとも、非加熱の速度助走区間長さを十分にとる⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ことにより、完全に発達した流れを実現し、その段階で加熱が開始されるようになっている。次に、詳細については2つの矩形管とも構造が類似しているので、アスペクト比0.1の方の管について説明する。すなわち、加熱部(図2(b))では、管の上面と下面は厚さ1mmのステンレス鋼、両側面は厚さ10mmのアクリル樹脂製であり、加熱面から側壁への熱伝導による影響を小さくしてある。また、上壁面上で一様な熱流束分布を実現させるため、上壁面のステンレス鋼板上に、非常に薄いプラスチック箔を電気絶縁用に貼り、その上に厚さ0.15mmのニクロム箔製の電気加熱器を圧接してある。壁温の測定のため、上・下とも、管軸方向に10ヶ所、それぞれスパン方向に3本壁面中心軸の左右方向に交互に線径0.2mmのC-C熱電対をろう付けした。図2(c)は上面の接点位置を示したものである。また、図2(a)に示した速度助走部はすべてアクリルでできている。なお、ダクト外面は断熱のため発泡スチロールで覆い、出入口水温を測定するために、速度助走区間内の加熱開始位置の直前、ならびに混合室出口の直後にC-Cシース熱電対をそう入している。これらの熱電対は、加熱器出力をゼロにして一定温度の水を流し続けることにより、出力の偏差がほとんどないことが確認されている。また、加熱用のニクロム箔に通電したときの軸方向の電位分布の直線性が良好なことを確認している。

実験の手順は次の通りである。

1. 水を流し続け、所定のレイノルズ数になるようにバルブを調節する。
2. 上壁面のニクロム箔加熱器を作動させ、所定の熱流束値を実現させる。
3. 主タンク内の加熱器あるいは冷却

器によって水温を一定に保つ。

4. ほぼ安定した状態で再度上記1, 2, 3について微調節を行なう。

5. それぞれの熱電対の出力が十分安定した状態を実現し、定常状態で測定を行なう。

なお、実験はレイノルズ数 Re が大きく熱流束の小さな場合から始め、順次 Re が小さく熱流束の大きな方向へと進めていく。なお、外部への熱損失は、実験を行なった水温が混合平均温度で $12^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ と室温に比較的近いので、最大でも 5% 以下である。

3. 基礎方程式および計算方法

解析を行なうにあたって、次のようなモデルを考える。

1. 水平な矩形管において、上壁面から一様な熱流が入り、他の3面は断熱されているとする。そのため自然対流の影響は、上方から加熱されるため小さいものと考えられるので無視する。

2. 流れは完全に発達した層流定常2次元流れを考える。

3. 流体の物性値は一定とする。

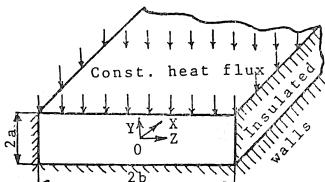


図 3 解析モデルと座標系

このとき、図3の管断面の中心部に原点をおく座標系について、次の無次元数

$$X^* = (X/D_h)/(RePr), \quad Y^* = Y/D_h,$$

$$Z^* = Z/D_h, \quad u^* = U/U_m, \quad P^* = 2P/(\rho U_m^2)$$

$$T^* = (T - T_{bi})k/(qD_h)$$

を定義すると、無次元化された運動方程式とエネルギー式は周知の形となる。

$$\frac{dP^*}{dX^*} = 2Pr \left(\frac{\partial^2 u^*}{\partial Y^{*2}} + \frac{\partial^2 u^*}{\partial Z^{*2}} \right) \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$u^* \frac{\partial T^*}{\partial X^*} = \frac{\partial^2 T^*}{\partial Y^{*2}} + \frac{\partial^2 T^*}{\partial Z^{*2}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

また境界条件は

$$Y^* = \pm a/D_h, \quad Z^* = \pm b/D_h : u^* = 0$$

$$Y^* = 0 : \frac{\partial u^*}{\partial Y^*} = 0$$

$$Z^* = 0 : \frac{\partial u^*}{\partial Z^*} = 0$$

$$X^* \geq 0, \quad Y^* = a/D_h : \frac{\partial T^*}{\partial Y^*} = 1$$

$$X^* < 0 : T^* = 0$$

$$Y^* = -a/D_h : \frac{\partial T^*}{\partial Y^*} = 0$$

$$Z^* = \pm b/D_h : \frac{\partial T^*}{\partial Z^*} = 0$$

と表される。

さらに、位置 X における流体の混合平均温度 T_{bx} と平均壁温 T_{wx} を用いて、局所熱伝達率を

$$h_x = q/(T_{wx} - T_{bx}) \dots \dots \dots (3)$$

と定義すると、局所スセルト数は、

$$Nu_x = h_x D_h / k = 1/(T_{wx}^* - T_{bx}^*) \dots \dots \dots (4)$$

と表わされる。流れが十分に発達した領域では、 u^* は a/b , Y^* , Z^* だけの関数となり、式(2)(4)から得られる Nu は a/b と X^* を与えると決まる。

上記の基礎式(1), (2)および境界条件を差分形にし、これを用いて、種々のアスペクト比 α^* と X^* の組合せに対する Nu_x を数値計算により求めた。差分式の誘導においては $0 \leq x \leq l$, $0 \leq y \leq a$, $0 \leq z \leq b$ をそれぞれ20分割した。また、壁面熱流束は、壁面近傍の三節点に放物線温度分布をあてはめ、壁面での勾配から決めるようにした。計算は、アスペクト比をパラメータとして、0.1から1まで0.1おきの値について行なった。なお、計算値と比較するため、実験値を無次元化する際、物性値として 15°C の水の値を採用した。

4. 結果と考察

4. 1 速度および温度分布

図4(a)(b)に、アスペクト比0.5の発達した流れの無次元速度分布の計算結果を示す。 Z^* の中央部付近の比較的広い範囲で速度がほぼ一様になっており、

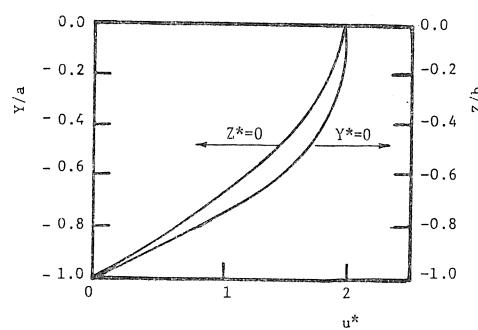


図 4 (a) Y 軸および Z 軸上の速度分布
($\alpha^* = 0.5, Re = 300$)

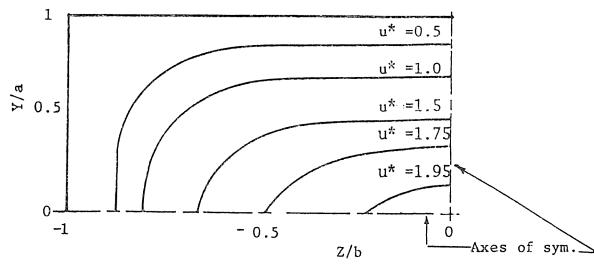


図 4 (b) $\alpha^* = 0.5, Re = 300$ に対するダクト断面内の等速度線

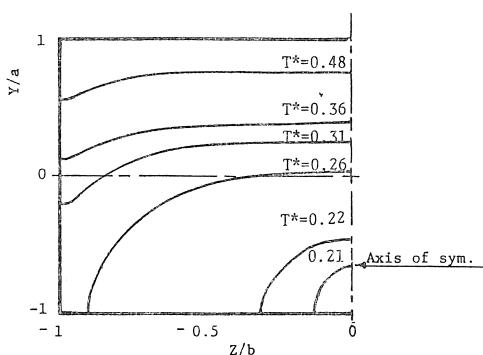


図 5 $\alpha^*=0.5$, $Re=300$, $X^*=0.192$ に対するダクト断面内の等温線

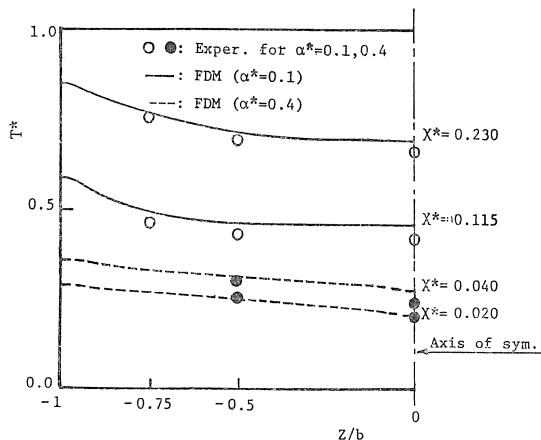


図 6 実験結果と FDMによる数値計算結果の比較 ($Re=200$)

角の付近の速度は小さい。このことに対応して同一のアスペクト比における温度分布(図 5)にも同様な傾向がみられる。なお、この温度分布は $X^*=0.289$ の十分に発達した領域について示したものである。

4. 2 実験結果と解析結果との比較

図 6 にはアスペクト比が 0.1 および 0.4 のときの上壁面の温度分布について、実験値と計算値を、 X^* をパラメータとして、比較して示してある。白ぬき印がアスペクト比 0.1、黒印が 0.4 の場合の実験値を示しており、実線および破線が計算値である。これより計算値と実験値が良く一致していることがわかる。前節 4.1 で述べたことに対応してアスペクト比 0.1 の場合特に加熱壁温の分布は中央でほぼ一定値を示しているのに対して、端に寄るに従って温度が上昇しており、中央部の伝熱能力の大きさがわかる。

図 7 には、アスペクト比が 0.1 で、図 6 と同一条件の軸方向温度分布を、上壁面、下壁面および混合平均水温の 3 つについて、実測値と計算値とを比較して示した。ここで、壁温は各 X^* における Y^* 方向の平均値を表している。また、混合平均温度の測定値は測定用矩形管の入口と出口の 2 ケ所で得られたものである。

それぞれの測定値は実線で示されている計算値と良く一致していることがわかる。さらに同図から、上壁温は $X^*=0$ から急激に立ち上がるのに対して、下壁温はゆるやかに増加してゆくが、 $X^*=0.053$ 附近からは 3 本の線ともほぼ平行に増加して、発達した領域になることがわかる。これらの傾向は Sparrow ら⁽¹¹⁾ の空気の管内乱流熱伝達の場合と定性的に一致しており、一様熱流束条件下の管内強制対流伝熱の一般的な傾向であると考えられる。

4. 3 非対称加熱の影響

図 8 (a) の実線は、温度助走区間におけるヌセルト数 Nu_x をアスペクト比 $\alpha^*=0.25$ の場合について示したもので、同じアスペクト比に対する Montgomery⁽²⁾ による全面加熱の結果も参考までに破線で示してある。なお、Montgomery の計算においても自然対流の影響は考慮されていない。同図では全面加熱の場合の方が上面加熱の場合に比べてヌセルト数が大きく、温度助走区間も長くなっている。しかしながら、 D_h を一定に保ったままアスペクト比を 0.25 より 1 に近づけると全面加熱の場合には温度助走区間が短くなり、逆に上面加熱の場合は長くなるので温度助走区間

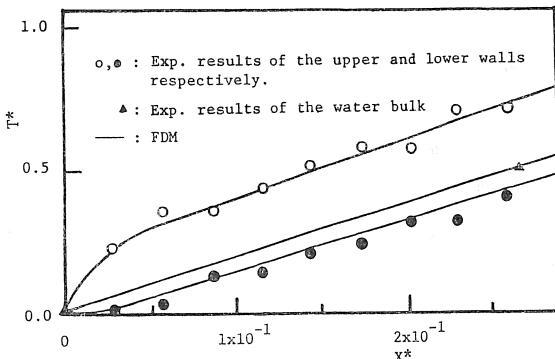


図 7 実験結果と FDMによる数値計算結果の比較 ($\alpha^*=0.1$)

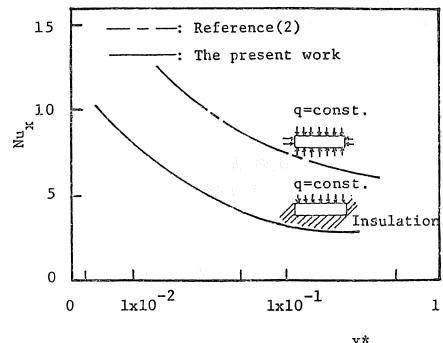


図 8 (a) 加熱方法の違いによる Nu_x の変化 ($\alpha^*=0.25$)

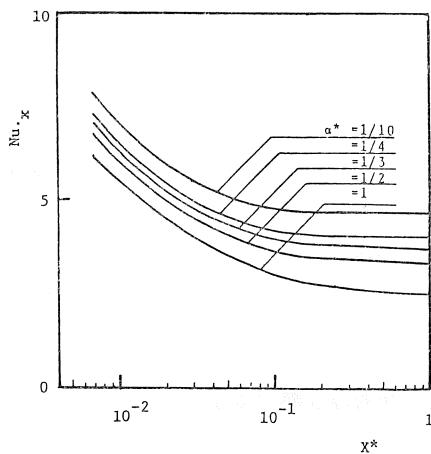


図 8 (b) 局所ヌセルト数に及ぼすアスペクト比の影響

の長さに対する上記の関係は逆転する。図 8 (b) は、 Nu_x と X^* の関係を種々のアスペクト比 α^* について計算した結果である。

4.4 Nu_x と α^* , X^* の関係式

前章で明らかなように、アスペクト比を決めれば Nu_x は X^* だけの関数として一義的に決まる。しかし、図 8(a)(b) に示したように、アスペクト比の影響は簡単ではないことから、局所ヌセルト数 Nu_x を簡単に求めるための関係式を作成することは、実用上有効であろう。また、 Nu_x は温度の発達した領域では一定値をとるが、 X^* の小さな温度助走区間ではその値も減少率も大きい。このような Nu_x の値の大きい領域の長さ、すなわち温度助走区間の長さ L_{th} を表示する式も実用の目安になると考えられる。本論文では、 X^* および α^* を変化させて Nu_x と L_{th} の数値計算を行い、それらの計算結果を X^* と α^* の比較的簡単な表示式にまとめることを試みた。その結果、 $X^* < 0.5$, $\alpha^* = 0.1 \sim 1.0$ の範囲で Nu_x および L_{th}^* を精度良く表わす次式を得た。

局所ヌセルト数 Nu_x の表示式：

$$Nu_x = [\{(Nu_x)_{0.1} - (Nu_x)_1\}(0.728\alpha^{*2} - 1.91\alpha^* + 1.12)] + (Nu_x)_1 \quad \dots(5)$$

$$(Nu_x)_{0.1} = \frac{0.383}{(X^* + 0.674)^2} + 4.06 \quad \dots(6)$$

$$(Nu_x)_1 = \frac{0.571}{(X^* + 0.488)^2} + 2.53 \quad \dots(7)$$

$(0.1 \leq \alpha^* \leq 1)$

温度助走区間長さ L_{th}^* の表示式：

$$L_{th}^* = 0.103 + 0.123\alpha^* - 0.103\alpha^{*2} + 0.087\alpha^{*3} \quad \dots(8)$$

式 (5)～(7)において添字 0.1 と 1 は α^* がそれぞれ 0.1 と 1 であることを表している。上式から計算さ

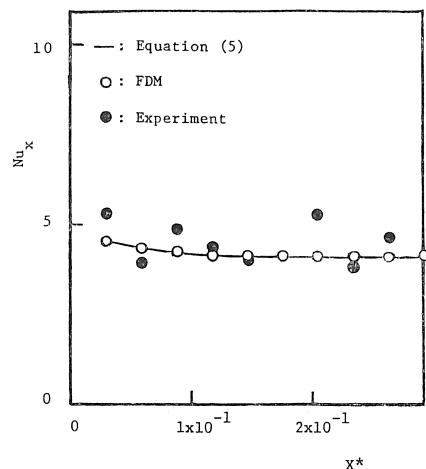
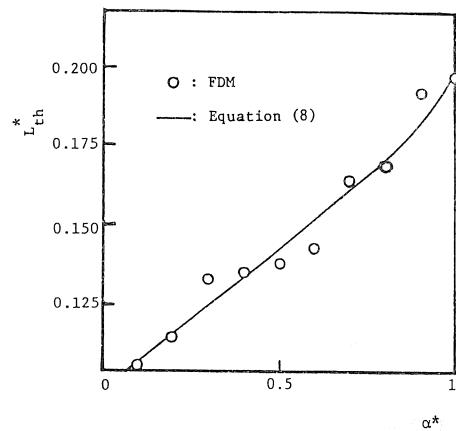
図 9 式 (5) と FDMによる数値計算および実験結果との比較 ($\alpha^* = 0.1$)

図 10 式 (8) と FDMによる数値計算結果との比較

れる Nu_x の値と、個々に数値計算して得られる Nu_x の値は全範囲で 0.03 以内の偏差で一致する。また、式 (8) を導くにあたって、温度助走区間の長さ L_{th}^* は図 10 に示した FDM の解を相関して得たものであり、 Nu_x が発達した領域での値の 1.01 倍に収束する位置と定義した。なお、図 10 の FDM 解がばらついているのは、流れ方向の差分粗さが比較的大きいためである。

図 9 は、 Nu_x の測定値、数値解および式 (5)～(7) の関係式による値をアスペクト比 0.1 の場合について比較したものであり、それらは良好な一致を示している。また、図 10 は数値解と式 (8) による L_{th}^* の値とを比較するとともに、アスペクト比と温度助走区間長さの関係も同時に示したものである。

5. 結論

上壁面が一様熱流束で加熱され他の 3 面が断熱されている矩形管内水流の非対称加熱層流熱伝達について

次のことを明らかにした。

1. 2種類のアスペクト比をもつ矩形管を用いて実験を行なうとともに、差分法による数値解析を行ない、両者の結果は良く一致することがわかった。

2. 広い範囲の矩形管アスペクト比と無次元長さ $X^*=x/(D_h Re Pr)$ について数値計算を行い、上面加熱の非対称矩形管内層流熱伝達特性について量的に明らかにした。

3. 上記2で求めた結果を基に、局所ヌセルト数 Nu_x と無次元温度助走区間長さ L_{th}^* に関する実用式を導き検討を加えた。

最後に、本研究は東京工業大学学生梶山博司、石川宏、服部圭輔君の援助を受けた。ここに感謝の意を表す。

文 献

- (1) Sparrow, E. M. and Siegel, R., Int. J. Heat Mass Transfer, 1 (1960) 161.
- (2) Montgomery, S. R. and Wibulswas, P., Proc. 3rd Int. Heat Transfer Conf., 1 (1966) 104.
- (3) Chandrupatla, A. R. and Sastri, V. M.

K., Int. J. Heat Mass Transfer, 20 (1977) 1315.

(4) Rajvanshi, A. K., Solar Energy, 23 (1980) 551.

(5) Lyczkowski, R. W., Solbrig, C. W. and Gidaspow, D., Inst. Gas Tech., Tech. Inf. Center. File 3229, 3424 S, Chicago, Illinois (1969).

(6) Hicken, E., Wärme Stoffübertrag., 1 (1968) 104.

(7) 黒崎、佐藤、日本機械学会講論集、No. 820-17 (1982) 12.

(8) Han, L. S., J. Appl. Mech., 27 (1960) 403.

(9) Sparrow, E. M., et al., Trans. ASME, J. Basic Eng., 89 (1967) 116.

(10) Beavers, G. S., et al., Int. J. Heat Mass Transfer, 13 (1970) 689.

(11) Sparrow, E. M., et al., Trans. ASME, J. Heat Transfer, 88 (1966) 171.

(昭和58年10月26日 原稿受理)

→ (36ページよりつづく)

◆評議員会議事録（抄）

日 時 昭和59年3月26日（月） 17:30—20:00

場 所 学士会館 307号室

出席者 評議員：金島（清水建設）、植崎（矢崎総業）、岩井（飛島建設）、原（前川製作所）、理事：押田会長（上智大）、木村副会長（早大）、渡部副会長（慶大）、斎藤（大阪工大）、田中（東海大）、野口（名工試）、事務局（高尾）

議 事

1. 昭和58年度事業報告及び決算報告について
田中理事（総務担当）から総会上程の事業報告についてまた渡部副会長（会計担当）から同じく決算報告について説明があり、続いて審議の結果、それぞれ承認された。

2. 昭和59年度事業計画及び予算案について
田中理事から総会上程の事業計画（案）について、また渡部副会長から同じく予算（案）について説明があり、続いて審議の結果、それぞれ承認された。

3. 監事の選出について

第6期監事として昭和アルミニウム（株）浅野専務取締役及び（社）ソーラーシステム振興協会、武弓専務理事が推薦され異議なく両氏が選任された。

4. 第6期理事選挙結果について

押田会長より理事選挙結果の報告が行われた。

5. 名誉会員の推薦について

押田会長より、本学会の前身である日本太陽エネルギー利用協会時代から日射の分野で太陽エネルギー利用の促進に貢献のあった関原彌氏（元・気象研究所所長）を名誉会員に推薦することが第3回理事会で決められているので、次の総会に提案したいとの報告が行われ、承認された。

◆昭和59年度第1回理事会議事録（抄）

日 時 昭和59年4月6日（金） 10:00—12:30

場 所 主婦会館 会議室

出席者 押田、木村、渡部、田中（俊）、前川、吉田、伊藤、宇田川、篠木、高倉、田中（辰）、谷、外村、野口、穂積、松尾、事務局（高尾）

（50ページへつづく）→