

Vol. 6
No. 21

1967
March

伝 熱 研 究

News of HTSJ

第 21 号

日 本 伝 熱 研 究 会
Heat Transfer Society of Japan

目 次

論 説

- § 1. 第3回国際伝熱会議に出席して……………勝田勝太郎…………… 1
- § 2. 日本伝熱シンポジウムの検討……………内田 秀雄…………… 4

ニュース

- § 1. 地方グループ活動…………… 15
 - 1. 関西研究グループ…………… 15
 - 2. 東海研究グループ…………… 18
 - 3. 九州研究グループ…………… 33
 - 4. 東海研究グループ…………… 46
 - 5. 関東研究グループ…………… 51

寄 書

- § 1. この頃思うことなど……………伊藤 猛宏…………… 52

日本伝熱研究会ニュース…………… 55

会 告

- § 1. 第4回日本伝熱シンポジウム参加申込要領
とプログラム…………… 57

文献リスト…………… 68

論 説

§ 1. 第3回国際伝熱会議に出席して

関西大学工学部 勝田勝太郎

本会誌に東大西脇先生また鳥居先生より、既に詳細な御報告を記載されておりますのに、烏辭がましいこととありますが、編集幹事の東北大武山先生、京大岐美先生から御懇意を賜わり、私のような多数の学生の教育指導と研究をしなければならぬ立場の者が、如何に考え、如何に今後の在り方としてとるべきかの印象やら、あるいはお願いやらを書こうと筆を執つた訳であります。

機械学会の会報にて御承知の方もおありのことと存じますが、関西地方を主体としまして二相流研究分科会を数年来毎月開催致しまして、極めて好ましい雰囲気において学界業界協同で二相流動および伝熱のシンポジウム、文献調査および資料の整理といったことを行なっております。たまたま京大岐美先生が凝縮伝熱の解説をして下さいまして、それが非常に私を強く刺戟致し、また岐美先生の恩師菅原先生の御指導を受けております私としまして、少しでも自分らの考えを批判してもらいたい気持で、今回の伝熱会議にレポートを提出した次第であります。前述のような二相流研究会、また京大、阪大および府大といった凝縮関係に立派な業績や深い関心をもたれる方の多い環境は大きな幸せと感謝致しております。

さて、提出しました“Fundamental Study on Dropwise Condensation”に一寸触れてみますと、滴状凝縮の初期の伝熱機構に關しまして、凝縮核より発達し限界滴まで単独に成長するとする見方と、Jakob の推論拡張の薄膜発生の考え方の2通りが対立しているのが現

状と考えますが、この形の対立は前回の国際会議あるいは米国内伝熱会議でもあり、今回も前者の立場と考えられるロンドン大学の Le Fevre-Rose 氏らの論文と、私共の後者の見方に属しますものが対立の態でおかれておりました。そのレポーターの1人としてM.I.T. の Griffith 教授が担当して下さったのですが、教授は前者の立場をとられた論文があります。レポーターの報告は詳細な考察で鋭い所見であります。

Griffith 教授の細い点に亘る質問、また Dr. Erb (同教授の指導を受けられた方の方) から相当皮肉な言葉を交じえた質問を頂きました。残念ながら貧しい会話力では微細な点で誤解を招きますので、反論、回答は後で寄せまして本年5月頃出るとのことです。なお今回 Chair man として活躍された M.I.T. の Westwater 教授は

Dropwise condensation の研究で会において表彰をされたのですが、同教授はいち早く御手紙を下さいましたので、予め実験の写真やら同教授らの実験(薄膜分裂周期に関するもの)結果に対する当方の計算結果などを送りましたので、公式的質問はございませんでした。さらに付け加えますと、レポート提出以来世界の多方面から十数通の手紙を頂き、何処かで関心を懐いてくれる人がいることを知ると同時に、驚いたことはプログラムが手許に届きませぬ前に British Chemical Engineering 誌で手紙を寄せられ、考え方を確めたいという希望の旨には、貧欲までの情報蒐集に敬意を払った次第であります。世界が狭くなつた現在文献ばかりでなく直接接して、意見交換が出来る機会が日本にも

1974年に来る可能性を、西脇、国井両先生の御努力で作りに出して頂いたことは、洵に感謝すべきことと存じます。これには十分な研究業績と少くとも国内での綿密な、且つ活潑な討論の場を作るという両方面が望まれますし、私共深く覚悟するものであります。

もう一つ申し上げたいことは、偶然なことよりシカゴ大学の博士課程の人と、タイの留学生と話をする機会を得ましたが、自分も次回には論文(Extended surface を研究しているそうです)を提供して、是非日本に行きたい希望をもつていと云うこと、日本における論文やら

さらに某教授はどんなお人柄かと云つた深い関心をもつていること、また何故日本から優秀な論文を沢山出してくれないのか、という話が出ました。と同時に語学の問題があれば通訳を連れてくるべきだと希望しておりました。この場合ソ連の報文提出者は仲々勇敢で、兎に角自分の意見を一方的に主張しておりますが、これを補つておりますのは提出者より力のあると推察されるような通訳がおりまして、実に立派にこなしておられることは羨望を感じたところであり、会の雰囲気を実に国際的にしておりました。唯遺憾に思うのは国民性を発揮して、時間を顧みないで意見を述べますので、Zuber 教授や Dr. Hsu などが司会運営の際は中断を申し入れた程でありました。これも両氏の性格をそのまま窺える印象であります。

結論的には、鳥居先生が書かれております研究者の層を厚くする環境と、一団となつて取り組む雰囲気作りは、前記にありますような私達の立場にとって、極めて能率的な而も最適なことと、私自身も強く印象付けられた次第であります。

§ 2. 日本伝熱シンポジウムの検討

東京大学 内田 秀雄

まえがき：日本伝熱研究会では、すでに3回経過した日本伝熱シンポジウムを更に輝かしいものにするため、シンポジウムの組織、運営などを検討するため、筆者に委員長としてその大方の意見のとりまとめを委嘱しました。

筆者は、別紙1の質問書を現在ならびに過去の5期にわたる本研究会役員(47名)に送付し、その御意見をいただきました。それに対し32名から御回答を得ましたので、その結果をまとめましたのが別紙2です。この報告をまとめている間に更に一名の方の回答がきましたが、これは時間の都合で別紙2には入っていません。また別紙2には筆者の意見も入っておりません。別紙3は以上の調査を参考とし筆者の意見を加味してまとめた総括です。

以上を本研究会幹事に報告しましたが、研究会会員皆様にも御検討いただきたく、ここに機関紙に発表する次第です。会員諸君の伝熱シンポジウムに対する建設的な御意見をお待ちします。なお「伝熱研究」Vol.5, No. 18に筆者を含めた数人の方の意見がでておりますので、それらをもあわせて御検討下さい。

別紙1

日本伝熱シンポジウムの検討のアンケートの要旨

1. 大筋のあり方の確認

- 1.1 日本伝熱シンポジウムは日本学術会議の熱工学研究連絡委員会 伝熱部会と各学会と日本伝熱研究会との共催として開いているが

これでよいか。

- 1.2 ここで日本伝熱研究会はシンポジウムの実行機関であり、世話役である。これでよいか。

- 1.3 開催の回数 年に 回がよい。

- 1.4 開催の場所

今迄に京都、東京、仙台、名古屋をまわっているが、

日本の各地をまわるようにする。

その場合、上記4地区のほかに

でも開催したい。

開催地区を上記より少くする。

その場合、開催地として

のなかで定める。

(注：1968年は福岡で開くことが期待されています。)

- 1.5 開催の季節は 月頃がよい。

2. シンポジウム参加の自由は下記の何れがよいか。

- 2.1 a. 日本伝熱研究会会員のみが参加できる。
b. 共催学会会員であれば自由に参加できる。
c. 研究会会員でも、共催学会会員の何れでなくても参加できる。
d. 外人でもよい。

- 2.2 参加者は

- a. 参加費が必要であるか(現行400円)

円位が適当か

- b. 参加費は研究会会員とそうでないものに差をつけるか。

- c. 参加費は不要であるか。

3. 論文発表の申込

- 3.1 a. 日本伝熱研究会会員に限るか。

- b. 共催学会会員ならよいか。
- c. その何れでなくてもよいか。
- d. 外人でもよいか。

3.2 論文発表をする者から(2.2 aの他に)論文発表のための

- a. 費用をとる方がよいか。
 円位が適當か。
- b. 費用はとらないか(現行)

4. シンポジウムのテーマ

4.1 「伝熱」が含む範囲は、

たとえば「狭義の伝熱(伝導, 対流, ふく射, 熱伝達)と, 熱移動を伴う物質伝達と, 燃焼のうち伝熱に関係のふかい範囲」と考えてよいか。

4.2 シンポジウムのテーマは下記の何れがよいか。

- a. 特定のテーマを掲げる。
- b. 特定のテーマを掲げない。
- c. a. bを両立。
- d. 特定のテーマを掲げる場合, たとえばどういうものか。

5. 論文とその発表などについて

5.1 申込論文は

- a. すべて採用するか。
- b. 以下の各項を考えて数を制限するか。

5.2 シンポジウム開催期間は何日間がよいか。

5.3 会場の数は 会場がよいか

5.4 発表論文とは

- a. 発表論文は完成された論文に限るか。
(学会誌に発表できる内容の論文)
- b. 論文は予報, 中間発表的のものでもよいか。

(研究を完成する段階での討論を求めるために)

5.5 前刷集は

- a. 論文梗概にする。(現行のような)
- b. 全論文にする。
- c. 両者何れでもよい。
- d. 伝熱研究会会員には無料配布するか(現行)
- e. 誰でも自由に見えるようにするか。(現行400円)

5.6 論文の発表と討論の時間はどれ位がよいか。

5.7 論文を選択するとした時、その方針と方法はどうか。

- a. 「伝熱」の範囲外のものをするか。
- b. あるグループについての数をきめることで制限するか。
- c. テーマによつて制限するか。
- d. 質的内容によつて制限するか。

5.4の意味ではなく、いわゆる発表論文の質的レベルによつて制限するのがよいが、その方法は。

- e. 質的内容によつて制限する場合、その選考委員会を設けることとなるが、
 - (1) 伝熱研究会内に設けるか。
 - (2) 共催学会の合同で行なうか。

6. その他

別紙2

アンケートに対する回答の集計（回答率 32/47）

I. 大筋のあり方

1. 「日本伝熱シンポジウムは日本学術会議の熱工学研究連絡委員会伝熱部会と各学会と日本伝熱研究会との共催として開いている」現在の方針は全員の賛成が得られ再確認された。
尚、共催学会をふやす努力は望ましい。
2. 「日本伝熱研究会はシンポジウムの実行機関であり、世話役である」現在のあり方も全員から賛成され再確認された。
尚、実行機関の意味が多少不明瞭であるから、共催学会から代表がでている形をとるのが望ましいという意見がある。
3. 「開催の回数」は、大多数の方から年1回を要望されたが、ごく少数の意見として年2回、2～3年に1回という意見がある。
4. 「開催の場所」は日本の各地をまわることに大方の賛成を得られたが、現在迄に開催した京都、東京、仙台、名古屋のほかに、福岡、札幌、大阪の開催についてかなりの要望があり、広島と金沢における開催も少数の要望がある。なお札幌での開催は北海道地区の幹事からも特に要望がある。
5. 「開催の季節」は、5月が大多数（18名）であり、5～6月を希望する5名の意見を加味すれば、開催は5月下旬ということがよいと思われる。尚、開催時を変更したくないという意見がある。

II. シンポジウム参加の自由

1. 「伝熱研究会あるいは共催学会の会員は自由に参加できる」ことに大多数が賛成。以上の会員でなくてもよいということに $\frac{1}{3}$ の方が賛成。尚、外人の参加も大多数が賛成している。
2. 参加者の参加費は大多数が500円を適当としている。研究会会員の参加費は、他の人より安くするという意見が多い。

Ⅲ. 論文発表の申込

1. 共催学会会員であれば研究会会員でなくてもよいとする意見が大多数であるが、Ⅱ. 2と同様に扱うのが望ましいと思われる。外人でもよいとする人が $\frac{1}{3}$ 以上をしめるが、招待外人に限るとする意見もあり、この件は将来の検討課題であろう。
2. 論文発表の費用をとらないという意見が21名であり、費用をとるという4名の意見をはるかに上回るが、これはシンポジウム運営費の収支と関連する。費用をとるとした場合1,000円位とするのが大多数である。

Ⅳ. シンポジウムのテーマ

1. シンポジウムが掲げる「伝熱」の意味を明らかにしておく必要があると思われるが、アンケートに示した例示に大多数の人が賛成を示した。成る可く広い範囲というのが多い一面、ごく少数であるが燃焼を除くべしという意見もある。
2. シンポジウムに特定のテーマを掲げるか否かは、開催期間、費用、論文数と関連があり、一概にそのよしあしの意見を求めることは無理であるが、特定のテーマを「掲げない」12名に対し「掲げる」とした人は4名であつた。尙、その両立に賛成を示す人は16名。

Ⅴ. 論文

1. 2. 3. 発表申込が多くなる実情からみて、発表の数を制限することに賛成の方が多いが、開催期間は2日間、会場は1会場を原則とし、その原則からみて、数の制限を必要とするという意見と考えられる。論文の質等の制限がそれに優先するということではないと考えてよい。
4. 発表論文に予報、中間発表的のものでもよいとするものが18、完成された論文に限るとするものは10である。内容にある程度の要求は必要であつても中間発表的なものを含めることがシンポジウムの目的からいつて要望されていると考えてよい。

5. 前刷集の内容は現行のものが賛成されている。誰でも自由に見えるが、伝熱研究会会員には1部無料で配付するという現在の方法も大多数の賛成を得ている。

小数意見を加えれば、費用が許せば全論文の掲載も望まれていることである。

6. 論文発表と討論の時間については多くの意見があるが、討論に十分の時間を望む点は大多数の一致した意見であり、討論は1講演について10分とするのが大部分である。講演と討論合せて25～30分というのが最大公約数的な意見であり、討論を個人の講演毎にするか数講演まとめて行なうかは両論あるが、シンポジウム実行委員会にまかせられてよいと思う。

7. 「論文の数を制限するとすればその方法」について

a. N. 1の「伝熱」の範囲をはずれるものをすてることには、1つの除外例を除いて賛成である。この方針は、数の制限に優先するとして考えてよいと思われる。

b. グループについての数の制限は、反対が13、賛成が11である。グループの意味は大体判断できるとしても、全体の数の制限のために発表されるべきものが発表されなくなる危険の方が大であるからである。

小数意見として「同一人の発表者の名のでる論文は一つに限るべきである」というものがあるが参考となる。

c. テーマによる制限については賛否同数である。これはアンケートとしての問の出し方が不明瞭であつたからと思われる。シンポジウムに特定のテーマを掲げるか否かというN-2の点と「伝熱」の範囲N-1との関連において、その都度検討すべき問題としたい。

d. 質的レベルによつて制限を加えることに賛成が18という大多数であるが、反対6名の意見にはかなり強い反対が見られるので、選考委員会を設けて選考するとしても最小限の制限を加えるに限

るべきであると思われる。質レベルの検討こそがシンポジウムの本質であるとする意見もあり、いかにすれば公平な質の判断が可能であるか慎重に幹事会で研究していただきたい。

- 選考委員会を設ける場合、それは伝熱研究会に設けるとするものが大多数である。

§. その他参考となる意見のまとめ

1 シンポジウムのあり方について

- シンポジウムが学会の講演会（JSM Eの総会のような）に近づかないことを希望する。
- 実用上の問題をいれるとか、現場技術者の問題も引き出すことに努め、学会のなし得ない機能をシンポジウムに期待する。
- 特定の学会の色の濃くないことを望む。
- ゆつくりしたスケジュールにしたい。
- 内外からの招待講演を設け、十分な時間をかけた討論を行なうことも考えたい。
- 特定のテーマをあげるとしても、それ以外のものを全部制限することには賛成できない。
- 前刷を読むことによつて、討論できるほどに分る必要がある。前刷の書き方を注意させたい。
- 前刷にのせる梗概には論文の「成果」と「結論」をはつきりと書くように希望したい。
- シンポジウムの点から考えると、論文発表者に謝礼を出すべき面もある。

2 特定のテーマとしてとりあげるものの例

- 鉄鋼などにおける伝熱（開催地と関連させ）
- 原子炉の伝熱
- 冷暖房の伝熱

- 対流伝熱
- 状態変化を伴う伝熱
- 伝熱装置
- 熱交換器
- 燃焼を伴う伝熱

3. 伝熱のはんい

- なるべく広く解釈したい。

4. 論文の制限

- 研究会なり，学会に所属している会員は少なくとも口頭発表の権利と自由はもっている筈。口頭発表の際，正当な評価をうければよい。会場における批判がきびしくなれば，自然次回から質の向上も期待できる。
- テーマによつてしぼる場合でも，ユニークなものが常に除外されるおそれがないことを望む。
- 予報，中間発表的な論文を可とする場合も，それ自体ある程度オリジナルであることが必要。
- 質的内容の判断に各学協会で事情がことなる点に注意したい。
- 密度の高い討論を行なうことがシンポジウムの趣旨であるから，そのためにはテーマもしぼり，テーマに対する論文もしぼらなければならない。

別紙3

意見の総括

1. 日本伝熱シンポジウムは日本学術会議の熱工学研究連絡委員会伝熱部会とシンポジウムの企画に賛成する各学協会と日本伝熱研究会との共催として開催する。

尚、共催学協会の数を増すことに努力したい。この場合共催負担金の有無は問題とせず、精神的な共催団体を増したい。

2. 日本の電熱研究会がシンポジウムの実行機関であるが、その組織は各学協会の協力が得られている形にしたい。特定の学会の色を濃くしないためにも必要である。
3. シンポジウムは年1回5月中～下旬開催と定め、東京、京都、大阪、名古屋、仙台、福岡、札幌を含む各地区をまわるようにしたい。開催の便を考えると各地区での開催のひん度が同じである必要はないと思われる。例えば東京に多く開催されるのも止むを得ないだろう。
4. シンポジウムに参加する者は、伝熱研究会会員であることが望ましい。共催学協会会員なら差支えないが、伝熱研究会へ入会を推めたい。外人の参加もかんげいする。

参加費は各人一率に当分500円が妥当である。

5. 論文発表の申込は、4に掲げる人なら誰でも自由でよいと思う。外人については当分の間招待者あるいは研究会幹事会の推薦者位と考えてはどうか。

論文発表のための費用はとらない。

6. 「伝熱」とはなるべく広い意味に解釈したい。伝熱に関係の少ない燃焼は燃焼研究会での発表を期待した方がよい。要するに

「狭義の伝熱と熱移動（伝達）を伴う物質伝達」とし、この範囲で考えられる伝熱に関連の深い熱焼はとりあげればよいと思う。

7. シンポジウムは学会などという論文発表会ではないことに注日し、シンポジウムの一部に特定のテーマを掲げ、質の高い討論をする場を

設けることがよいと思うが、一方日本の現状からみて、論文発表の場の目的もかね、またなごやかな研究者間の親睦会の面も強調したい。この考え方と企画はシンポジウム実行委員会と研究会幹事会の仕事であり、その都度十分に研究されたい。

8. 会期は2日間、会場は1会場、止むを得ない場合2会場とする。
9. シンポジウムの一面として、論文発表会の必要性は7に述べたように考えられようが、その発表論文の数は8の制限のためにのみ制限する必要があろう。質的内容の制限は慎重にしたい。「伝熱」の範囲をはるかに越えるもの、オリジナリティーの少ない中間発表的なものを除く位としたい。
10. 論文発表についても討論を十分にできるスケジュールを望む。テーマの近い論文を教論文まとめたの討論がよいと思う。平均すれば1論文当り発表15～20分討論10分という所と思う。

ニ ュ ー ス

§ 1. 地方グループ活動

1. 関西研究グループ

昭和41年11月11日 於神戸大学工学部会議室

a. 滴状凝縮における初期機構に関する一考察

関西大学工学部 勝田勝太郎

滴状凝縮過程中の熱伝達機構は極めて複雑で、そのため今日まで明確な結論が得られていない。Welch-Westwater は総熱量の97%は約1/4 mm以下の滴や膜を通して伝達されるという報告を行なっているの
で、冷却面の粗さの効果を考慮に入れつつ、極めて緩慢に進行する湿り
空気中の水蒸気の凝縮状態を顕微干涉計で写真観察を行ない、その結果
を用いて理論的計算および考察を施した。

写真において干涉縞の変化から、安定な最小滴の発生以前に核の充満
による不安定な膜が出現することが確認された。最小滴の出現後の成長
過程では、滴への直接凝縮よりむしろ相互の合体でより大きく成長し、
表面粗さの効果は1/1000mm以下のオーダーでも、中間過程に液膜が存
在することから、表面張力にもとづく力学的平衡に影響するものと考え
られた。また目撃可能の滴より顕微鏡的大きさに至る範囲で、その平均
直径と単位面積中の個数の間に関係がみられ、それによれば薄膜の形成
分裂を繰り返し行なうであろう余地は、全面積の27%位に見積られる。

観察にもとづく理論計算を3段階にして行なつた。すなわち、(1)核発
生に対して一冷却面近傍の熱伝導方程式より、過冷熱層厚さと核の半径
との関係、また過冷熱層形成に要する時間を予測した。(2)限界厚さをも

つ液膜（分裂直前）について - Ruckenstein の計算方法にしたがい、限界液膜厚さを仮定して核半径と最小滴半径との関係を求めた。(3)液膜形成の周期、蒸気側熱伝達率について - 凝縮は冷却表面近傍で熱伝導のみによつて起ると仮定して、熱伝導方程式と Clausius-Clapeyron の式から計算した。薄膜限界厚さ 0.63 ミクロン、凝縮係数 0.04 として求めた周期と熱伝達率は、蒸気飽和温度、温度差に関して考察され、さらに Shea-Krase, Welch-Westwater の実験値と比較された。それより温度差の小さい場合小滴を通しての伝熱量を加えて考慮する必要も推測し得た。

b. 気流と液膜の並行流について

神戸大学工学部 赤川浩爾・二宮佳夫

環状二相流および film cooling などにおける気体流に伴なわれる液膜に関する研究は極めて新しいものであつて液膜の流動に関する性質はよく知られていない。

本研究は幅 150 mm, 高さ 50 mm, 長さ 5276 mm の水平流路中の空気-水二相流の実験により、底面上の液膜波面の諸性質（液膜構造）、流路中の圧力損失、速度分布および液膜表面におけるせん断力の解明を行なつたものである。それらの結果の一部は次のようである。

触針法により求められた液膜厚さ h の累積時間率の一例は図 1 のようであり、この図から平均液膜厚さ、液膜最小厚さ h_{\min} 、最大厚さ h_{\max} 、波高の最大振幅 Δh_{\max} などが求められる。その一例は図 2 に示されている。なお波長、周期が測定されていて、これらにより液膜構造が明らかにされている。

気液界面上のせん断力 τ_i に関する一整理方式は次のようである。せん断力を摩擦係数 c_f を用いて次式で表わすことにする。

$$\tau_i = c_f \frac{\rho}{2} (u_{\max} - u_i)^2, \quad \tau_s = c_{fs} \frac{\rho}{2} u_{\max}^2$$

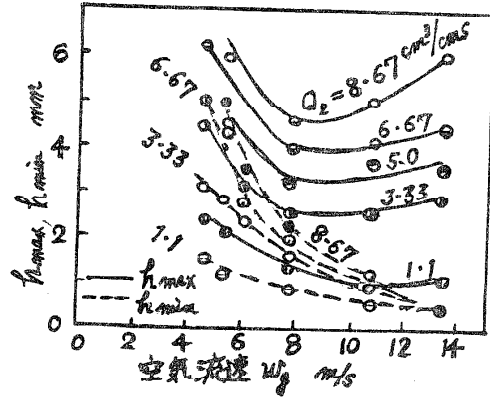
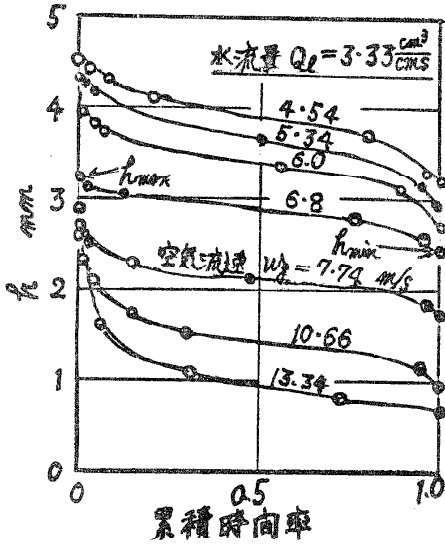


図2. h_{max} と h_{min} の値

図1. 液膜厚さの累積時間率

ここで u_{max} は流路断面の最大速度, u_i は測定された液膜表面の速度であり, 添字 s は平滑固体面を表す。実験により求められた c_{fs} , c_{fs} の値を図3に示す。ここで $R_e = (u_{max} - u_i) b / \nu$, b は u_{max} の位置と

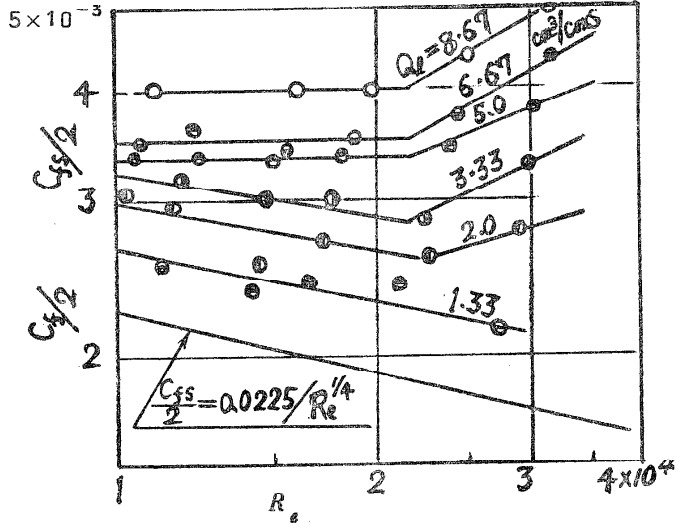


図3. 気液界面の摩擦係数

平均液膜厚さの位置との距離である。これらの摩擦係数比 c_f/c_{fs} (同一 Reynolds 数における) は図 4 に示されるように $(\Delta h_{max}/b)$ のみにより定まる。すなわちこのような取扱法によると波面上のせん断力は流動様式に無関係に波高最大振幅比 $(\Delta h_{max}/b)$ のみにより決定されるのである。

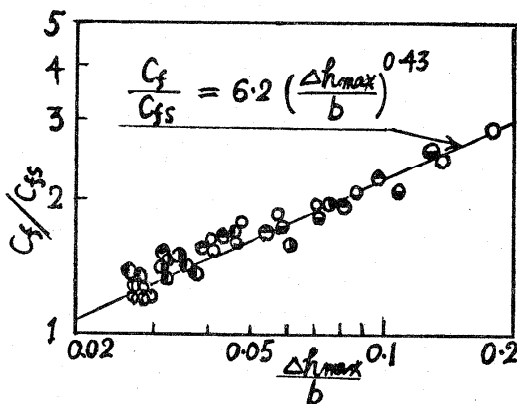


図 4. 摩擦係数比 c_f/c_{fs}

2. 東海研究グループ

昭和 41 年 11 月 24 日 於日本染色機械株式会社

a. 熱交換器の動特性

今枝正夫, 杉山幸男

(序)

従来より熱交換器の動特性の解析は多く行なわれており, その線形理論モデルの正当性も実験的に立証されている。

しかしその結果は比較的複雑であり, 熱交換器の仕様が与えられた場合, アナログ計算機を用いてその動特性を表したり, 最適化の数学的手法に応用するに便利な形を作る方法は未だ完成されていない。本報の目的は, 工業上使用頻度の高い蒸気-液型多管式熱交換器について, その方法を完成することである。また従来の熱交換器の動特性の研究はその

流体の出口温度の応答に主眼がおかれてきた。しかし関与する流体に圧縮性あるいは相変化を伴う流体を扱う場合、その流体が刻々に授受する熱流量を知ることが重要である。そこで熱交換量に対する解を求め上記のように簡単化モデルに変形した。

(基礎式)

Shell 側流体の温度が一樣で tube 側流体と熱交換をする場合において、従来の仮定のもとに、次の基礎式が熱収支より導かれる (Fig 1 参照)

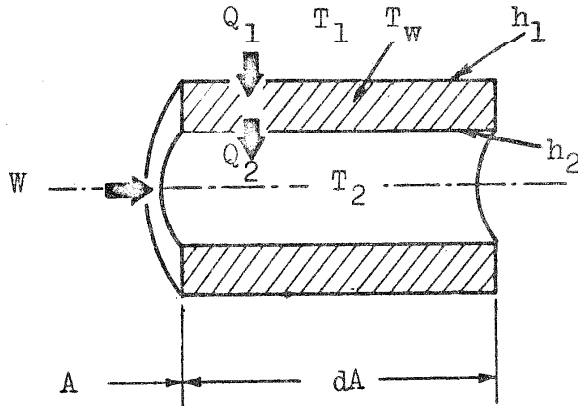


Fig.1 微小伝熱管

$$\text{tube 側流体} \quad \frac{\partial T_2}{\partial a} + \bar{\tau}_2 \frac{\partial T_2}{\partial t} + \alpha \frac{T_2}{r_2} = \alpha T_W / r_2 \quad (1)$$

$$\text{tube 壁} \quad \bar{\tau}_W \frac{\partial T_W}{\partial t} + T_W = r_2 T_1 + r_1 T_2 \quad (2)$$

定常状態の解からこの種熱交換器の温度効率が次式で求められる。

$$\eta = (T_{20} - T_{2i}) / (T_1 - T_{2i}) = 1 - e^{-\alpha} \quad (3)$$

(1), (2) 式の時間スケールを $\bar{\tau}_t$ で無次元化し, $\bar{\tau}_2 / \bar{\tau}_t$, $\bar{\tau}_W / \bar{\tau}_t$ を改めてそれぞれ τ_2 , τ_W とすれば (1), (2) 式と全く同形の式がえられる。

$$\partial \theta_2 / \partial a + \tau_2 \partial \theta_2 / \partial \tau + \alpha \theta_2 / \tau_2 = \alpha \theta_W / \tau_2 \quad (4)$$

$$\tau_W \partial \theta_W / \partial \tau + \theta_W = \tau_2 \theta_1 + \tau_1 \theta_2 \quad (5)$$

ここで θ_j は初期定常状態の変化を $(T_1 - T_{2i})$ の初期定常値で無次元化したものである。

(アナログ計算機用モデル)

$\Delta U/U = kw$ $\Delta r_2/\tau_2 = lw$ として基礎式(4)(5)を τ でラプラス変換し、 a について積分すれば理論伝達関数は table.1 のようになる。

table.1

$$G_A = \frac{\theta_{20}(S)}{w(S)} = \alpha(k-1)(1-\eta)G_5(1-G_1)/S$$

$$G_B = \frac{\theta_{20}(S)}{\theta_1(S)} = \eta G_2 G_3 G_4$$

$$G_C = \frac{\theta_{20}(S)}{\theta_{2i}(S)} = (1-\eta)G_1$$

$$G_D = \frac{q(S)}{w(S)} = k - \alpha(k-1)G_5(1-G_2G_3)/S$$

$$G_E = \frac{q(S)}{\theta_1(S)} = \frac{\alpha}{\eta} - G_2G_4(\alpha/\eta - G_2G_3)$$

$$G_F = \frac{q(S)}{\theta_{2i}(S)} = -G_2G_3$$

但し q の計算に当つては次の如き方法を用いる。たとえば $q_1(S)/\theta_{2i}(S)$ を求める場合、table(1),(3)より $[q(S)/\theta_{2i}(S)] \times [1/(1+\tau_W S)]$ を計算すればよい。table.1の伝達関数は

$$G_M = K(1+TS)^{\pm 1} / \{1 + 2\zeta S/\omega_n + S^2/\omega_n^2\} \quad (6)$$

の形でかなり正確に近似出来る。table.2にある諸成分伝達関数の特

性値を table.4 にしめた。これら特性値の意味およびそれより近似モデルを作る方法は文献(1)に述べられている。

table.2

$$G_1 = e^{-\tau_2 S} e^{-C \tau_W S / (1 + \tau_W S)}$$

$$G_2 = \frac{1 + \tau_W S}{1 + \left(\frac{1}{\alpha} + \tau_W\right) S + \frac{\tau_2 \tau_W}{\alpha} S^2}$$

$$G_3 = \frac{1}{\eta} \left[1 - (1 - \eta) e^{-\{\tau_2 S + C \tau_W S / (1 + \tau_W S)\}} \right]$$

$$G_4 = \frac{1}{1 + \tau_W S}$$

$$G_5 = \frac{1 + (1 - \beta) \tau_W S}{1 + (1 - C \tau_W) \tau_W S} \quad \beta = \frac{l}{k - 1}$$

table.3

	q_1	q_2
θ_{2i}	$\frac{1}{1 + \tau_W S}$	$\frac{1 + \tau_W S / r_2}{1 + \tau_W S}$
θ_1	$\frac{1 + (\alpha / r_1 \eta) \tau_W S}{1 + \tau_W S}$	$\frac{1 - (\alpha / \eta - 1) \tau_W S / r_2}{1 + \tau_W S}$
w	$\frac{1}{1 + \tau_W S} \left[1 + \frac{k + r_2 l / r_1}{1 + \alpha (1 / \eta - 1) (k - 1)} \tau_W S \right]$	$\frac{1}{1 + \tau_W S} \left[1 + \frac{1}{r_2} \right. \\ \left. \times \left\{ 1 - \frac{r_1 k + r_2 l}{1 + \alpha (1 / \eta - 1) (k - 1)} \right\} \tau_W S \right]$

	a_1/a_0	a_2/a_0	a_3/a_0	a_4/a_0
G_1	1	$1+2c\tau_D^2$	$1+6c\tau_D^2+6c\tau_D^4$	$12\left[\frac{1}{12}+c\tau_D^2+2c\tau_D^4+e(c+2)\tau_D^6\right]$
	0	$2c\tau_D^2$	$6c\tau_D^4$	$24c\tau_D^6$
G_2	1	$2\left[\left(\frac{D}{1}\right)^2+\frac{D}{c}\tau_D^2\right]$	$6\left[\left(\frac{D}{1}\right)^3+2\frac{D}{c}\tau_D^2+\frac{c}{D}\tau_D^4\right]$	$24\left[\left(\frac{D}{1}\right)^4+5\frac{c}{D^2}\tau_D^2+2\frac{c}{D^2}\tau_D^4+\frac{c}{D}\left(\frac{c}{D}+1\right)\tau_D^6\right]$
	0	$\left(\frac{D}{1}\right)^2+2\frac{D}{c}\tau_D^2$	$2\left[\left(\frac{D}{1}\right)^3+5\frac{c}{D^2}\tau_D^2+3\frac{c}{D}\tau_D^4\right]$	$6\left[\left(\frac{D}{1}\right)^4+4\frac{c}{D^2}\tau_D^2+2\frac{c}{D^2}\tau_D^4+2\frac{c}{D}\left(2+\frac{c}{D}\right)\tau_D^6\right]$
G_3	1	$\left(1-\frac{k}{1}\right)(1+2c\tau_D^2)$	$\left(1-\frac{k}{1}\right)(1+6c\tau_D^2+6c\tau_D^4)$	$\left(1-\frac{k}{1}\right)\left[1+12c\tau_D^2+24c\tau_D^4+12c(c+2)\tau_D^6\right]$
	0	$\left(1-\frac{k}{1}\right)\left(\frac{k}{1}+2c\tau_D^2\right)$	$\left(1-\frac{k}{1}\right)\left[\frac{k}{1}\left(\frac{k}{1}+2\right)+6c\tau_D^2\right]$	$\left(1-\frac{k}{1}\right)\left[\frac{k}{1}\left(\frac{k}{1}+2\right)-\frac{12}{k}\left(1-\frac{2}{k}\right)c\tau_D^2+\frac{24}{k}c\tau_D^4\right]$
G_4	1	$2\tau_D^2$	$6\tau_D^4$	$24\tau_D^6$
	0	τ_D^2	$2\tau_D^4$	$6\tau_D^6$
G_5	1	$2(1-c\tau_D^2)(\beta-c\tau_D^2)\tau_D^2$	$6(1-c\tau_D^2)^2(\beta-c\tau_D^2)\tau_D^4$	$24(1-c\tau_D^2)^3(\beta-c\tau_D^2)^2$
	0	$((1-c\tau_D^2)^2-1)(1-\beta)^2\tau_D^2$	$2((1-c\tau_D^2)^2-1)(1-\beta)^2\tau_D^4$	$6((1-c\tau_D^2)^2-1)(1-\beta)^2\tau_D^6$

(応答の数値例)

table.1 の諸伝達関数のうち G_A について近似モデルと table.1 の原伝達関数との比較を周波数応答を用いて Fig.2 にしめた。但し諸パラメータ値は $\alpha=1.5$, $\tau_1=\tau_2=0.5$, $k=\beta=0.5$ なる熱交換器として典型的な数値を用い, $\tau_W=0, 0.25, 0.50$ の三種について比較した。この結果このような簡単なモデルで, かなり高周波部まで精度よく近似出来る。詳細については文献(2)を参照されたい。

(後記)

これら近似モデルを用いて冷凍系の動特性をシミュレートした結果が文献(3)に述べられている。

最後に, 有益な御助言を頂いた京都大学・堀田和之助教授に感謝いたします。

記号

A : 伝熱面積	[m^2]
a : A/A_0	[-]
c_W : 管壁熱容量	[$Kcal/^\circ C$]
c : $\alpha\tau_1/\tau_2$	[-]
h : 境膜伝熱係数	[$Kcal/m^2 \cdot min.^\circ C$]
M_2 : 管内流体重量	[Kg]
Q : 伝熱量	[$Kcal/min$]
q : $(Q-Q_S)/Q_S$	[-]
τ_1 : $=1-\tau_2=A_2h_2/(A_1h_1+A_2h_2)$	[-]
S : ラプラス演算子 $=(\partial/\partial\tau)$	[-]
T : 温度	[$^\circ C$]
t : 時間	[min]
U : 総括伝熱係数	[$Kcal/min \cdot ^\circ C \cdot m^2$]
W : 管内流体流量	[Kg/min]
w : $\Delta W/WS$	[-]

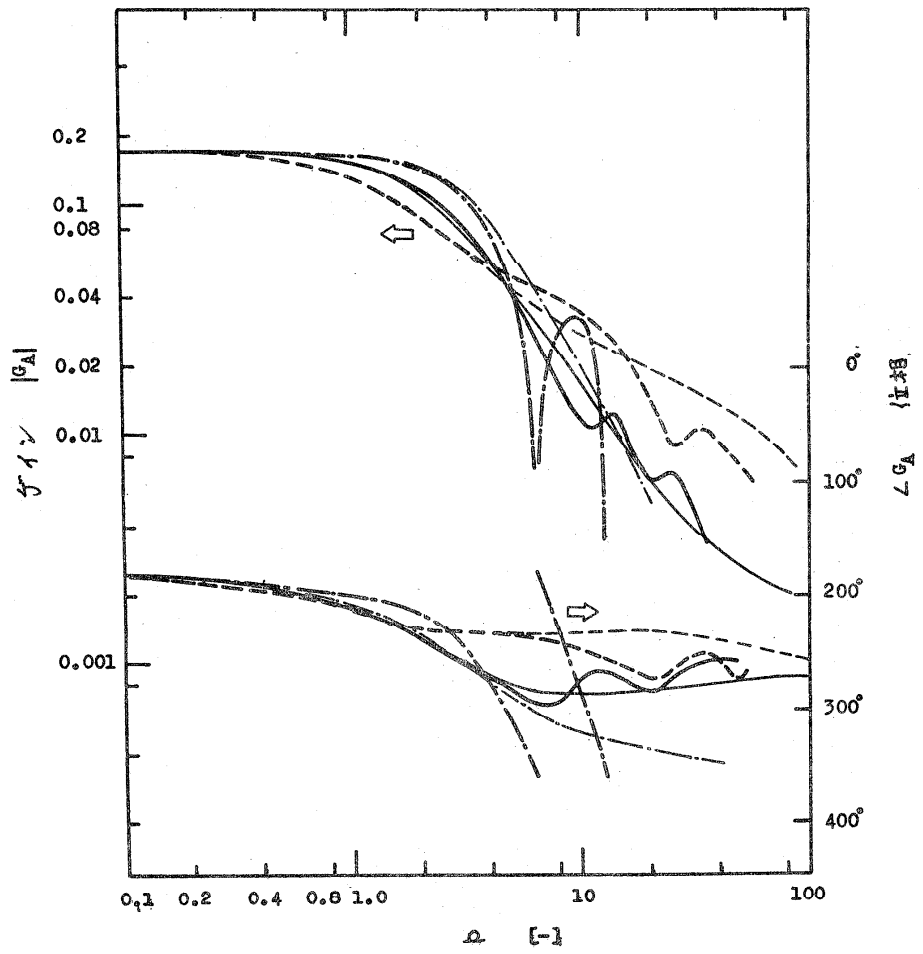


Fig. 2 周波数応答線図

α	$: h_1 A_1 h_2 A_2 / W c_2 (A_1 h_1 + A_2 h_2)$	[-]
Q	$: \text{無次元温度}$	
	$Q_j = (T_j - T_{jS}) / (T_{1S} - T_{2iS})$	[-]
τ	$: \text{無次元時間} = t / \tau t$	[-]
$\overline{\tau}_2$	$: M_2 / W$	[min]
$\overline{\tau}_W$	$: c_W / (A_1 h_1 + A_2 h_2)$	[min]
$\overline{\tau}_t$	$: \overline{\tau}_2 + c \overline{\tau}_W$	[min]
Ω	$: \text{無次元角周波数}$	[-]

添 号

- 1 : shell 流体
- 2 : tube 流体
- w : 管壁
- i : 入口
- o : 出口
- s : 定常状態
- A : 定常状態からの微小変化

文 献

1. 堀田, 日本機械学会 論文集 28, 194, (1962)
2. 堀田, 今枝, 化学工学 29, 980, (1965)
3. 堀田, 今枝, 井伊谷, 化学工学, 30, 557 (1966)

b. 熱交換器製作上の2, 3の問題点

日本染色機械株式会社 藤田 環

まえがき

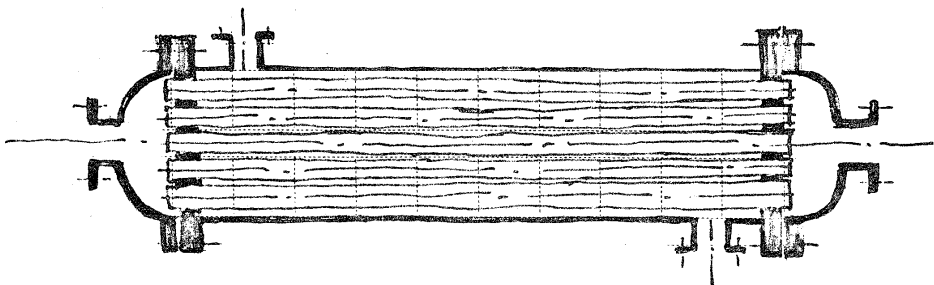
製作上の問題を論ずることは伝熱機構を究明する上にも又熱伝達を研究する上にも大切なことである。

熱交換方式は各液（或は気体）相互間で熱の受授が直接か或は間接に行なわれるかのどちらかである。吾々が通常熱交換器と称しているものは後者に属するもので2流体の間に媒体を介して熱が移動するものである。

構造上より熱交換器を分類すると次のように分けることが出来る。

- a) 多管式
 - 固定管板式
 - 遊動頭式
 - U字管式
- b) コイル式
- c) ジャケット式（反応器等に使用される）
- d) 二重管式
- e) トロンボーン
- f) プレート式
- g) 渦巻型（一名ローゼンプラト型）

これ等のうちでよく知られている多管式熱交換器の製造順序とその要点について述べる。



固定管板式熱交換器

1) 熱交換器製造の過程

他の機器と同じように設計→製造→検査の順序で作られる。

(i) 設計：

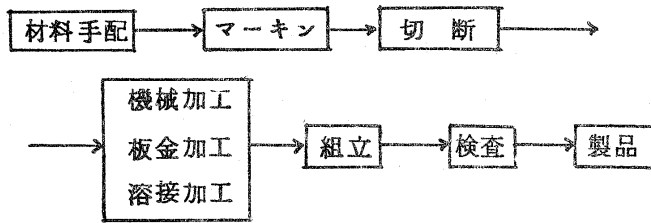
筆者は設計を化学工学設計と機械構造設計に分け前者は伝熱計算を他は機械強度計算を担当せしめる。(敢えて化学工学設計と名付けたのは取扱う流体の物性が流体の流れや熱移動に影響が多く化学工学分野で多く使用されるから便宜上このように名付けた。)

設計では

- a) 型式及び大きさの決定(性能)
- b) 材料の選定
- c) 適要法規の採用
 - イ) ボイラー及び圧力容器取締安全規則
 - ロ) 高圧ガス取締法
 - ハ) 危険物取締法
 - ニ) その他の関係法規
- d) 機械強度の計算

の四項を次の構造規格に則つて設計される。

- イ) ボイラー及び圧力容器の構造規格
 - ロ) ASMEの火無容器の構造規格
 - ハ) TEMA(Standard of Tubular Exchanger Mant. Association)
 - ニ) フランジ規格
 - JIS(日本工業規格)
 - ASME(American Society of Mech. Eng.)
 - ASA(American Standard Association)
 - DIN(独乙規格)
 - ホ) その他の規格
- (ii) 製造及び検査



このような順序で材料手配から製品となる。

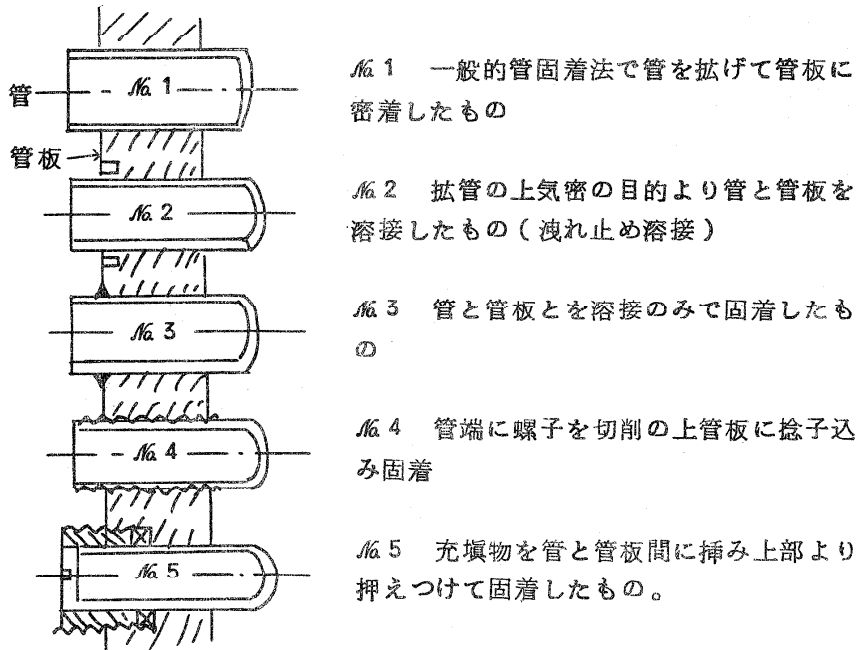
2) 設計，製作上のポイント

a. 材料の選定

高温，高圧，或は腐食又はその他材質に影響を及ぼす流体を扱う場合や環境のもとではそれ等に堪えるものが選定されねばならない。又材質の加工特性を十分識つて選ばねばならない。誤つた選定による多くの事故例もあるが紙数の関係上ここでは省略する。

b. 管固着方法と拡張

(i) 管と管板の固着方式



上記の方法によつて管は固着される。

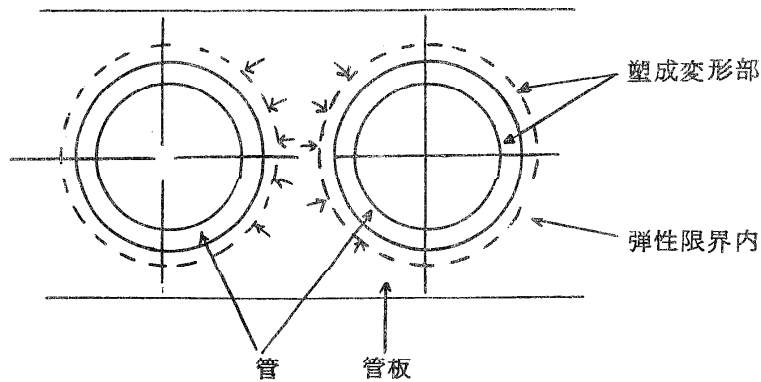
№1, №2, №3のものが主として用いられている。

(ii) 拡管の理論

固着力を決定する要素は多く、その算出は難しい。又之を究明した論文も少ない。Nadai⁵氏及び斎藤¹氏等のものが僅かにある。その大略を説明する。

一次拡管：管外径より僅か大きな孔をあけた管板に管を挿入した上拡管ローラーを用いて管外径が管板孔に接触する迄拡管する。……この間管は塑成変形を起す。

二次拡管：一次拡管後一定固着力を附与する迄拡管をつづける。……この時管の周辺は次図のようになる。



管及びその周辺の極僅少環状部は塑成変形を起し、その外部は弾性限界内に止りローラーを取外すとその残留応力で管は管板に締付けられて固着される。

(iii) 固着力と拡管率

固着力 F は

$$F = P_r \times \mu A = P_r \mu \pi d l$$

によつて表わされる。

P_r の計算法については斎藤氏

P_r 残留応力 Kg/cm^2

F 固着力 Kg

μ 摩擦係数

A 拡管部の表面積 cm^2

の分献を参照されたい。また μ の値は同氏の実験結果より 0.15 (セレーションのある時は 0.23) が求め

l 拡管部の長さ cm

d 管の外径 cm

られている。

拡管率について関根²、田賀³ 両氏の算出方法は異つているので参考のためそれを並記する。

関根式

$$K = \frac{d_2 - d_1 - G}{2t}$$

K = 有効拡管率 (肉厚減少率)

d_2 = 拡管後の管内径 mm

d_1 = # 前の # #

G = 拡管前の管板の孔径と

拡管前の管外径の差 mm

t = 拡管前の板厚 mm

田賀式

$$S = \frac{d'' - d'}{d} \times 100$$

$$K = \frac{t' - t''}{t'}$$

S = 有効拡管率

d'' = 拡管後の管内径 mm

d' = 一次拡管時の管内径 mm

d = 拡管前の管内径

R = 板厚減少率

t' = 拡管前の板厚 mm

t'' = # 後の # mm

両式による有効拡管率の比較はともかく筆者等は田賀式を採用している。

両者とも適当な固着力を得るため有効拡管率の値を次の範囲に定めている。

$$S = 1 \sim 1.7 \%$$

$$K = 4 \sim 7 \%$$

さきに説明したように色々な要素によつてこの値は変化することは当然である。

TEMA においては有効に拡管を行なうために

- 1) 管板厚標準値を定めている。
- 2) 管配置 (ピッチ) を定め管板の歪発生と管及び管板の破損を防い

でいる。

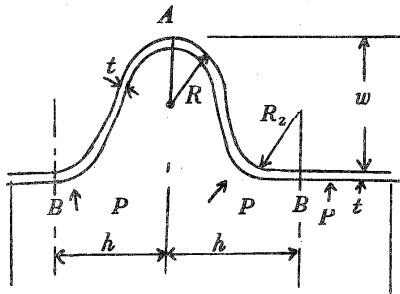
- 3) 管板孔径を定め一時拵管の範囲を決めている。
- 4) 固着力を大きくするため管板孔にグループを設けることを規定している。

c) 熱膨張に対する考慮

固定管板式熱交換器では熱膨張によつて生ずる伸びの吸収はパツキングランド方式、O-リングによる摺動方式或いは膨張継手によるものなどが用いられている。このうち代表的な膨張継手式のものについて記す。

1) 膨張継手の大きさの決定

構造上よりその応力計算は大変厄介であるが計算方法としてM.W. KELLOGG, A. SAMOILOFF, American Locomotive Co. 等のものがあるが一番信頼性のある次に示したKELLOGGのものが多く使われている。



- σ = 継手部の最大応力
- t = 継手部の板厚
- δ = 胴軸方向の変位量
(B・B間の伸び又は縮み量)
- E = 使用材の縦弾性係数
- w = 伸縮継手部の突出量
- h = 波形部ピッチの半分
- N = 半波形の数 (図の場合は2とする)
- P = 内圧

軸方向の変位量によつて生ずる応力は次の式によつて表わされる

$$\sigma = \frac{1.5 E t \delta}{h^{0.5} w^{1.5} N} + \frac{P w^3}{2 t^3}$$

前項は伸び(又は縮み)によつて生じた応力であり次項は圧力(内圧)によつて生じた応力で示し σ はそれ等の複合応力である。

計算によつて求められた σ が材料の抗張力以下であれば設計された伸縮継手は使用に堪える。

勿論伸縮継手が必要であるか否かは胴に働く熱応力、管に働く熱応力

の各々が材料の許容応力に比して大きい時に必要であつて小さいときには使用しなくてよい。

むすび

熱交換器の製作にあつてはさきに述べた材料の選定、管固着方法、熱膨張に対する考慮を払わなければならない。このほか過去の実績を取入れて正確な設計をするとともに又加工方法、例えば成形においての熱処理、溶接加工、切削加工にも十分な注意が必要であることは勿論である。

以上

参 考 文 献

1. 拡がり管の固着力について 齋藤禎三郎
機械学会論文集 19-87 (昭.28) P-47
2. 熱交換器の拡管作業の問題点 関根 次男
化学装置 62年8月号 P.11~21
3. 管板及び拡管法 田賀 喜一
日本機械学会誌 59-446 P.229
4. 熱交換器胴に設ける伸縮継手の設計について
山中秀男他, ボイラー研究80号 P.25~32
5. Theory of Flow and Fracture of Solids.
A Nadai 1950 P.472~481

3. 九州研究グループ

昭和42年2月1日 於九州大学工学部生産機械工学部

a. 狭い間隔の冷却板による消炎について

九州大学工学部 拓植盛男, 小野信輔

火炎の伝播方向に未燃ガスの主流が存在する場合、消炎間隔は定常火炎の存在の可否をもととして考えた通常の消炎距離⁽¹⁾とは異なつたものとなる。壁で囲まれた通路中を可燃混合気が流れており、その方向へ火炎が伝播する場合この通路中に火炎が非定常に存在し、ある距離を進む間に壁へ一定の熱量を失なつて消炎に至ると考えることができる⁽²⁾。流れが火炎の伝播速度に比べて速い場合、火炎は自己伝播能力とは一応関係なく流体力学的に通過できる可能性が増大し、消炎間隔は小さなものとなる。そこで冷却板を通過した火炎がもはや着火源として働き得ない限界を実験的に求め、火炎の熱損失を簡単な高温流体からの熱伝達であるとして、冷却板通過時間と火炎伝播方向の冷却板の長さ、冷却板の間隔の関係を導びき比較検討した。

火炎が進行しているかぎり前面からの放射熱損失は存在し、その割合は狭い通路を通過するときも変わらないものと考え、第1図の様な模型を考えることができる。

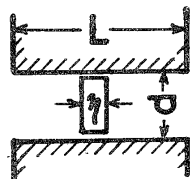


fig.1

冷却板内火炎の模型

火炎側面から壁面への熱損失は次式で表わされる。

$$q_L \approx 2 \frac{N_u \lambda}{L} (T - T_0) \eta \quad (1)$$

η は火炎の厚さ、 T_0 は冷却板の温度である。消炎長さ L を通過する間に火炎の単位容積から壁面へ失なわれる熱量は、火炎の

通過時間を τ として次式で表される。

$$Q_c = \int_0^\tau \frac{q_l}{\eta \cdot d} dt = 2 \int_0^\tau \frac{N_u \cdot \lambda}{d \cdot L} (T - T_0) dt \quad (2)$$

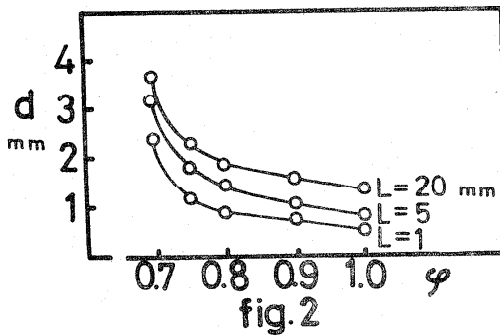
Spalding らによれば、濃度一定の火炎に対し Q_c は一定となっている⁽²⁾。断熱火炎温度 T_f^a 、消炎部出口ガス温度 T_g の平均温度 \bar{T} を用いて上式を積分すればつぎの様になる。

$$\tau = \frac{d \cdot L}{N_u \lambda} \cdot \frac{Q_c}{\bar{T} - T_0} \quad (3)$$

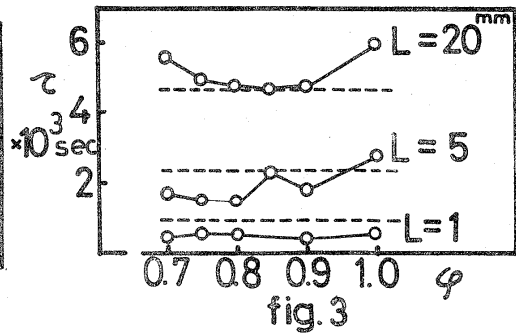
冷却板内流速は $\bar{u} \approx 5 \text{ m/s}$ 、 $L \approx 2 \times 10^{-2} \text{ m}$ 、 $\nu \approx 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ だから $Re_g \approx 5 \times 10^3$ したがって実験の範囲内では層流熱伝達と考えるべく、 $N_u \sim \sqrt{Re_g} \sim \sqrt{\bar{u} L}$ となるとすればつぎの関係が成立つ。

$$\bar{u} \propto \frac{L}{d^2} \quad (4)$$

閉止端より開放端へ伝播する火炎前面の混合気流速を熱線を用いて測定し、火炎の冷却板内滞留時間を求めた。消炎限界の冷却板間隙 d を、消炎長さ L をパラメータとして当量比 ϕ を横軸にとつて示すと第2図の様になる。限界では流れと共に稼動する火炎がちょうど消炎長さ一ぱいに稼動して再着火能力を失なうと考え、冷却板によつて冷却される時間 τ と ϕ の関係を求めた。これを第3図に示す。



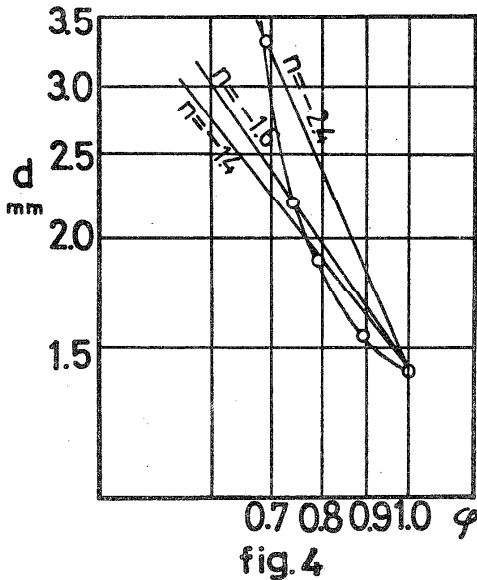
消炎間隙と当量比 ϕ の関係



限界滞留時間と当量比 ϕ の関係

第2図から $d \sim L^{\frac{1}{4}}$ となっている⁽³⁾ので一定の ϕ については(4)式より $\tau \sim \sqrt{L}$ となる。測定された平均速度 \bar{u} は熱線の感度などの問題もありかならずしも定量的に満足すべきものではないが、ほぼこの関係が成立つていると考えることができる(第3図破線は ϕ を一定とした場合の $\tau \sim \sqrt{L}$ の尺度)。

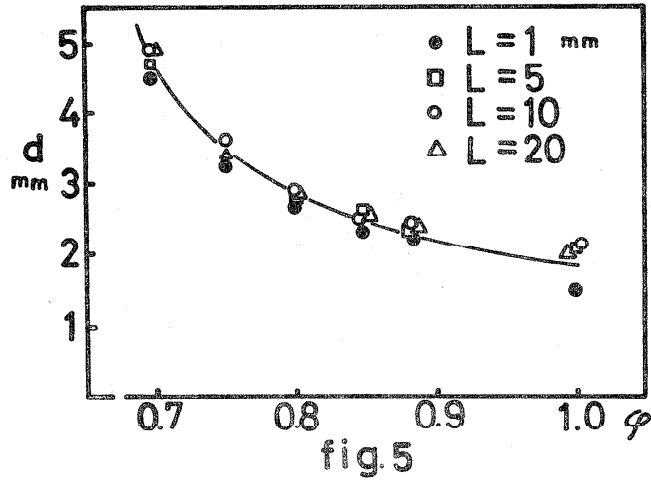
L が一定の場合の(3)式の変数の ϕ への依存性は $\phi \leq 1$ で大略つぎのようになっている。 $(\bar{T} - T_0) \sim \phi^{0.5}$, $Q_c \sim \phi^{2.4}$, $N_u \lambda \sim R_c^{\frac{1}{2}} \lambda \sim \tau^{-\frac{1}{2}}$, したがって τ と ϕ の関係は, $\tau \sim d^2 \phi^{3.8}$ となる。 d と ϕ の関係は $L = 20 \text{ mm}$ のものをとってみると第4図の様になり, τ の ϕ に対する依存性が逆転することがわかる(第3図参照)。



対数スケールでプロットした d と ϕ の関係 ($L = 20 \text{ mm}$)

火炎伝播に伴う流れが無視できる様な場合, すなわち静止混合気中を火炎が開放端より閉止端へ伝播する場合には消炎のモデルは上記のものとは異なつたものとなり第5図に示す様に消炎長さ L の影響をほとんど受けない。

結論として流れを伴つた火炎伝播においては, 消炎長さを火炎が通過するまでに火炎の単位容積から一定の熱量を壁面へ失なうことによつて消炎に至ることが, この場合にも言えることが判つた。



流れを伴わない場合の消炎間隙 d と当量比 ϕ の関係

文 献

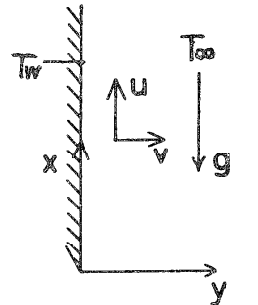
- (1) G.von Elbe, B.Lewis. Third Symposium on Combustion, Flame and Explosion Phenomena. 1949.pp68-79
- (2) D.B.Spalding, J.P.Botha. Proceedings of Royal Society A225 1954
- (3) 拓植他 日本機械学会前刷集 № 150 .pp61-64

b. 超臨界圧流体の自由対流に関する一計算

九州大学 西川兼康, 伊藤猛宏, 兼井広之

超臨界圧流体の特徴は、物性値が擬臨界点近傍を中心に急激に変化する点にあり、熱伝達の解析の困難さもここから生じてくる。自由対流においてもこの例外でなく最初の報告がなされて既に十余年を経たが、未だ定説的なメカニズムも確定的なデータも提出されていない。理論的研究では、Fritsch と Grosh, 長谷川と吉岡の解析がおもなものであるが、何れも実際の測定結果を十分に説明するものでない。従つて従来の理論解を拡張, 補充するため, 物性値の温度依存性を忠実に考慮した層流境界層理論による垂直等温平板からの自由対流熱伝達の解析を行ない, さらに種々の理論解および実験結果との比較を試みた。

図1に示すような系に対して物性値の温度依存性を考慮して連続の式, 運動方程式, エネルギーを境界層的に記述するとそれぞれ(1), (2)および(3)式のようなになる。



$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) = 0 \quad (1)$$

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} = g(\rho_\infty - \rho) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu \frac{\partial u}{\partial y}) \quad (2)$$

$$\rho c_p (u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y}) = \frac{\partial}{\partial y}(\lambda \frac{\partial T}{\partial y}) \quad (3)$$

ここに, ρ ; 密度, λ ; 熱伝導率, g ; 重力の加速度, μ ; 粘性係数, T ; 温度, であり, (∞) は周囲流体温度に対応する値を意味する。境界条件としては, 次の(4)および(5)を用いる。

$$y = 0; \quad u = v = 0, \quad T = T_w \quad (4)$$

$$y \rightarrow \infty ; u \rightarrow 0, T \rightarrow T_{\infty} \quad (5)$$

ここに, T_w ; 伝熱面温度, T_{∞} ; 流体温度である。

ここで次の関係を満足する密度の変化する流体に対する流れ関数を導入する。

$$u = \frac{\rho_{\infty}}{\rho} \cdot \frac{\partial \Psi}{\partial y}, \quad v = -\frac{\rho_{\infty}}{\rho} \cdot \frac{\partial \Psi}{\partial x}$$

更に相似関係を仮定し独立変数 x, y を相似変数

$$\eta = c_1 x^{-\frac{1}{4}} \int_0^y \frac{\rho_{\infty}}{\rho} dy$$

でおきかえ, 流れ関数 Ψ , 温度関数 H をそれぞれ次のように仮定する。

$$\Psi = c_2 x^{\frac{3}{4}} F(\eta), \quad \frac{T - T_{\infty}}{T_w - T_{\infty}} \equiv \frac{T - T_{\infty}}{\Delta T} = H(\eta)$$

定数 c_1, c_2 をそれぞれ

$$c_1 = \left(\frac{g}{4\nu_{\infty}^3} \right)^{\frac{1}{4}}, \quad c_2 = (4^{\frac{3}{4}} g \nu_{\infty}^{\frac{3}{4}})^{\frac{1}{4}}$$

と定義し, 上記の変換を実行すると(2),(3),(4)および(5)式は, それぞれ(6),(7),(8)および(9)式に変換される。

$$\left(\frac{\mu \rho}{\mu_{\infty} \rho_{\infty}} F'' \right)' - 2F'^2 + 3FF'' + \frac{\rho_{\infty}}{\rho} - 1 = 0 \quad (6)$$

$$\left(\frac{\lambda \rho}{\lambda_{\infty} \rho_{\infty}} H' \right)' + 3P_r \frac{c_p}{c_{p\infty}} FH' = 0 \quad (7)$$

$$\eta = 0 ; F' = F = 0, H = 1 \quad (8)$$

$$\eta \rightarrow \infty ; F' \rightarrow 0, H \rightarrow 0 \quad (9)$$

ここに, P_r ; プラントル数, (') は η に関する微分を示す。

解は、(6)および(7)式の微分を差分商でおきかえ、逐次近似法で数値解として求めた。関係する物性値は全て有限個の温度点に対して与え、任意の温度に対する物性値はそれらの中で直線補間して求めた。水および炭酸ガスに対して系統的な計算と比較の為の計算を行なった。実験結果との比較では、水に関する Fritsch らのものとかかなりよく一致することが見いだされた。これは、彼らの実験におけるレイレイ数の範囲が $10^7 \sim 10^9$ と層流境界層理論が妥当である範囲内にあるためと思われる。加藤らの炭酸ガスに関するレイレイ数が $10^9 \sim 10^{10}$ の実験結果や九大における同じく炭酸ガスのレイレイ数が $10^9 \sim 10^{12}$ の実験結果はレイレイ

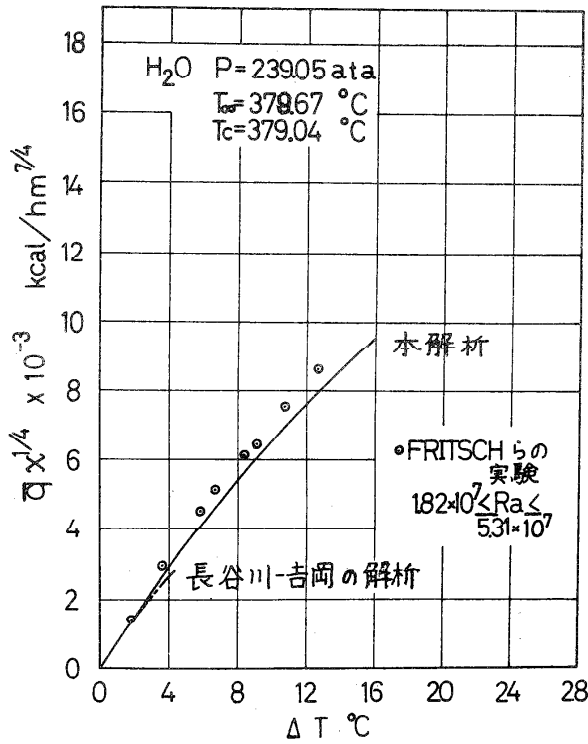


図 2 従来の研究結果との比較

水, 239.05 ata, 長谷川-吉岡の解は, 240 ata に関するもの。

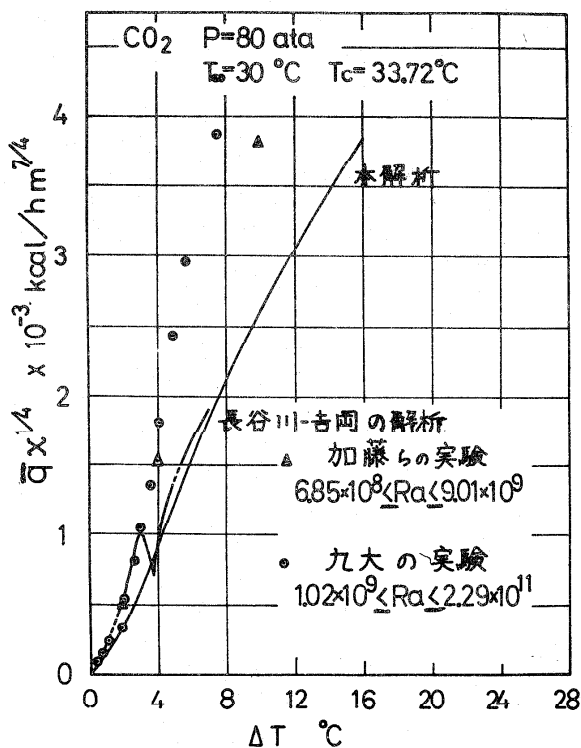


図3. 従来の研究結果との比較
 炭酸ガス, 80 ata.

数の大きい範囲で計算結果より相当大きい熱伝達を示すことが明らかになった。結果の一部を図2および図3に示す。以上の結果より物性値が温度に依存して急激に変化をする場合にも、適当なレイレイ数の範囲では、層流境界層理論が成立することが確かめられた。

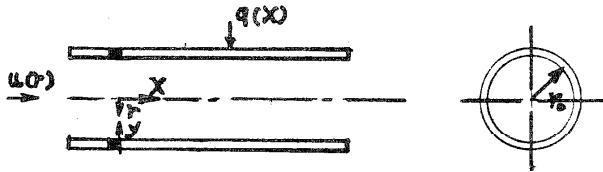
c. 管内乱流熱伝達の漸近ヌセルト数

(熱流束が指数関数状分布をする場合)

九州大学工学部 長谷川修, 藤田恭伸

管内流熱伝達のヌセルト数が一様熱流束と一様壁温の二つの加熱条件の場合に漸近値をもつことは周知の事実であるが、一般に熱流束が管軸方向の距離の関数として任意に与えられたときに十分発達した温度プロファイルをもった発達状態がいかなる熱流束分布の場合に存在するかを検討し、十分発達したヌセルト数を乱流について計算した。

第1図のように座標系を選ぶとエネルギー式は次のごとくなる。



第1図

$$v \frac{\partial t}{\partial z} = \frac{4}{s} \frac{\partial}{\partial s} \left[s g \frac{\partial t}{\partial s} \right] \dots \dots \dots (1)$$

ここに t : 流体の温度, $z = \frac{x}{2 r_0 R_e P_r}$, $s = \frac{r}{r_0}$, $v = \frac{u}{u_m}$,

$g = 1 + \frac{\epsilon_n}{a}$, r_0 : 管の半径, R_e : レイノルズ数, P_r : プラントル数,

u : 流体の速度, u_m : 平均速度, a : 温度伝導率, ϵ_n : 熱移動にたいする渦拡散係数である。

発達状態を規定する条件は、次式に示すように無次元温度が流れ方向に不変であることを要する。^[1]

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{t - t_b}{t_w - t_b} \right) = 0 \dots \dots \dots (2)$$

ここに添字 w は壁面における値，添字 b は混合平均値を表わす。(2)の

条件は $\theta = \frac{t_w - t}{\frac{2r_0 q}{\lambda}}$ とおいた θ が r すなわち s だけの関数であるこ

とを意味する。ここで q : 熱流束， λ : 熱伝導率である。(1)式を θ で表わせば次のごとくなる。

$$v \left[(\theta - \theta_b) \frac{1}{q} \frac{dq}{dz} - 4 \right] = \frac{4}{s} \frac{d}{ds} \left[s g \frac{d\theta}{ds} \right] \dots\dots\dots (3)$$

θ が s だけの関数であることを考慮すると，(2)式を満足する発達状態は，熱流束 q が次式に示すごとく指数関数状の分布をするときに限り存在することが明らかである。

$$\frac{1}{q} \frac{dq}{dz} = \beta \quad \text{あるいは} \quad q = C e^{\beta z} \dots\dots\dots (4)$$

ここに C, β : 定数である。

発達した温度プロファイルを定めるエネルギー式と境界条件は次のごとくなる。

$$v (4 - \beta \varphi) = \frac{4}{s} \frac{d}{ds} \left[s g \frac{d\varphi}{ds} \right] \dots\dots\dots (5)$$

$$s=0 \text{ で } \frac{d\varphi}{ds} = 0, \quad s=1 \text{ で } \frac{d\varphi}{ds} = \frac{1}{2} \dots\dots\dots (6)$$

ここに $\varphi = \theta_b - \theta$ である。

ヌセルト数は φ が求まると次式で計算される。

$$N_u = \frac{q}{t_w - t_b} \times \frac{2r_0}{\lambda} = \frac{1}{\theta_b} = \frac{1}{\varphi_w} \dots\dots\dots (7)$$

乱流速度分布として次に示す Deissler の式^[2] を用いる。

$$0 \leq y^+ \leq 26 \text{ で } \frac{du^+}{dy^+} = \frac{1}{1 + (0.124)^2 u^+ y^+ [1 - e^{-(0.124)^2 u^+ y^+}]}$$

$$26 < y^+ \text{ で } u^+ = \frac{1}{0.36} \ln\left(\frac{y^+}{26}\right) + 1.28493 \quad \left. \vphantom{\frac{1}{0.36}} \right\} \dots\dots (9)$$

ここに $y^+ = \frac{y \sqrt{\frac{\tau_w}{\rho}}}{\nu}$, $u^+ = \frac{u}{\sqrt{\frac{\tau_w}{\rho}}}$, $y = r_0 - r$, τ_w : 壁面の剪断応

力, ρ : 密度, ν : 動粘性係数である。

(5)式中の v , g は次式で表示される。ただし g については, ϵ_n を運動量輸送にたいする渦拡散係数に等しいとしている。

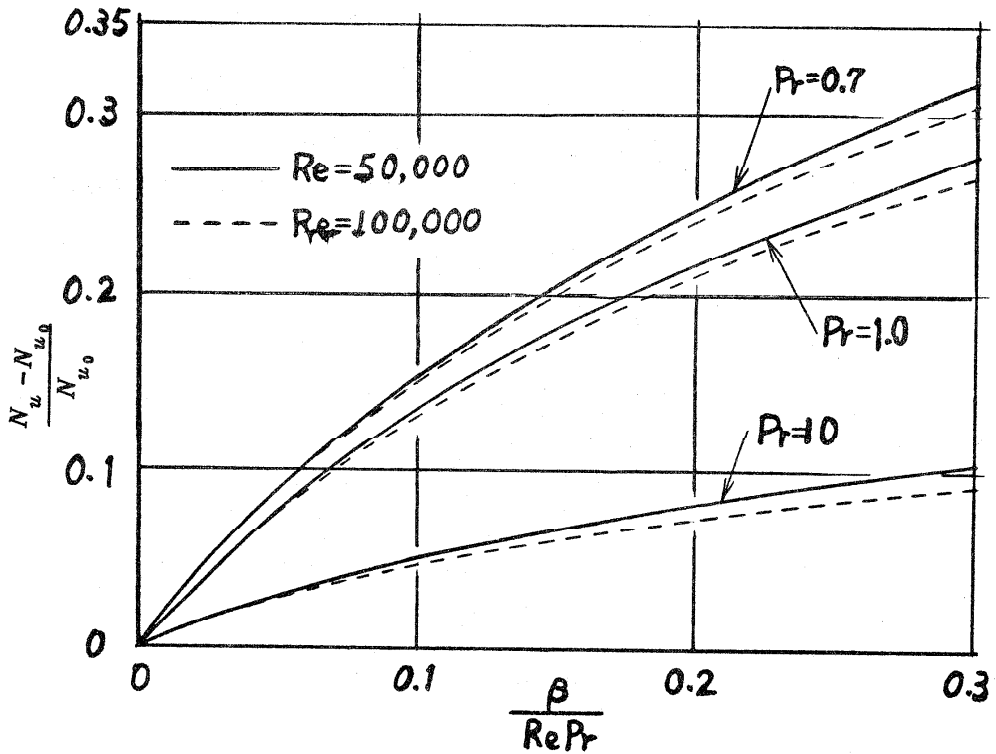
$$\left. \begin{aligned} v &= \frac{u}{u_m} = \frac{u^+}{u_m^+} \\ g &= 1 + \frac{\epsilon_n}{a} = 1 + P_r \left[\frac{1 - \frac{y^+}{r_0^+}}{\frac{d u^+}{d y^+}} - 1 \right] \end{aligned} \right\} \dots\dots (10)$$

R_e , u_m^+ , r_0^+ の間には次の関係式が成り立つ。

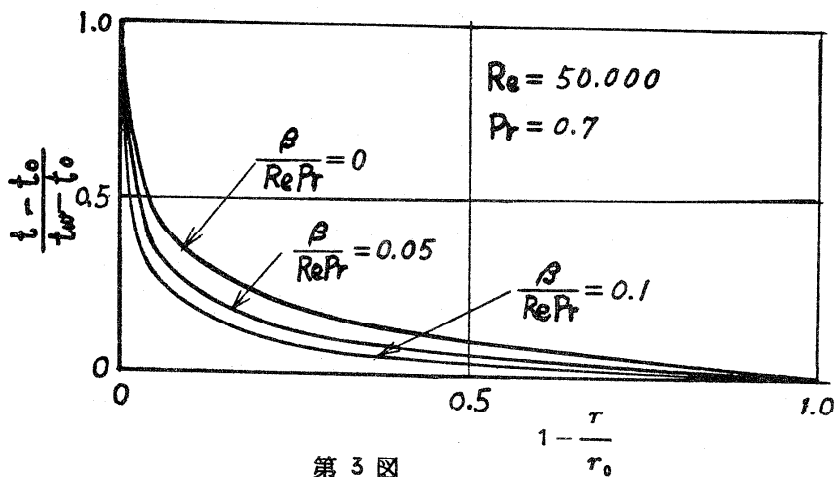
$$R_e = 2 r_0^+ u_m^+, \quad u_m^+ = \frac{2}{r_0^+} \int_0^{r_0^+} u^+ r^+ d r^+ \dots\dots (11)$$

従つて R_e を定めれば r_0^+ , u_m^+ は一義的に定まる。

ヌセルト数の計算結果を第2図に示す。図中の N_{u_0} は $\beta = 0$ とした一様熱流束の場合のヌセルト数である。第3図は温度プロファイルの一例を示したものである。図中の t_c は管中心における温度である。両図から発達状態のヌセルト数は β の増加とともに単調に増加し、温度プロファイルは β の増加とともに、平坦な部分が増し、壁面近傍での温度落差が増大することがわかる。なお β が負の値をとる場合については別の機会にゆずる。



第 2 图



第 3 图

文 献

- [1] R.A.Seban and T.T.Shimazaki, "Heat Transfer to a Fluid Flowing Turbulently in a Smooth Pipe With Walls at Constant Temperature," Trans.ASME,1951.
- [2] R.G.Deissler, "Analysis of Turbulent Heat Transfer, Mass Transfer, and Friction in Smooth Tubes at High Prandtl and Schmidt Numbers" NACA Rep.1955.

4. 東海研究グループ

昭和42年2月4日 名古屋大学工学部機械工学部

a. 超音波による液体微粒化

名古屋大学 工学部化学工学科

杉山幸男, 伊藤銈造, 長谷川宏

液体燃料の微粒化は、燃料の着火及び、燃焼において、重要であり、燃料の単位容積あたりの燃焼速度を大きくする為には、比表面積を出来るだけ大きくするのが有効で液体燃料を使用する燃焼装置の大部分は、霧化方式を採用している。その微粒化方法には、回転板による霧化、空気等を用いての加圧霧化、サイレン形式のもの等があるが、我々はザウテル平均径の小さい、大粒を持たない良好な粒度分布を得る事を目的として、微粒化に、超音波の音波エネルギーを利用した。超音波は、ほとんど液体中で電氣的に発生されていたが、本実験では、機械的に発生させ、安価で簡単に作れしかも効率のよい超音波発生器を使用した。実験において超音波の周波数及び、試料液体の粘度、表面張力を変えて、それらの粒度分布に対する影響を調べると共に、同条件下で、超音波をあてない場合、すなわち相対速度だけによる噴霧と超音波をあてた場合の噴霧を比較検討した。

超音波の周波数は、155000c/s, 200000c/s, 274000c/sの三種を使用した。又試料としては、表面張力の影響を調べる為、エチルアルコール蒸溜水混合液、粘度の影響を調べる為、グリセリン蒸溜水混合液を使用した。

実験時には、音波エネルギーの最大の位置に、注射針を固定し、その注射針より液体試料を流出させ、微粒化を行なわせた。生じた噴霧を、潤滑油を薄くぬったプレパラート上に捕捉し、油中の液粒を顕微鏡写真で5×10倍にし、それを投影機で20倍に拡大して、粒径及び粒数を

測定した。空気量、空気流速、試料を Table.1 に示す。

ザウテル平均粒径を Table.2 に示す。

Table.1

試料 番号	粘 度 [c.p]	表面張力 [dyne/cm]	試料 流量 [cm ³ /min]	空気流量 [cm ³ /min]
1	1.2	21.6	105	0.107
2	1.5	46.1	105	又は0.481
3	1.0	73.5	105	
4	2.7	62.4	138	
5	8.0	63.0	138	
6	20.0	62.4	138	

Table.2

試料 番号	15500 [c/s]	20000 [c/s]	27400 [c/s]	相対速度 472[m/s]	相対速度 379[m/s]
1	3.1	3.1	1.4	1.6	1.4
2	1.5	2.6	3.8	3.5	5.5
3	1.0	1.5	1.1	1.2	1.9
4	6.9	6.2	3.3	9.1	11.4
5	5.3	5.2	10.1	11.4	13.7
6	3.2	3.2	6.0	15.4	15.3

Table.2 において、超音波をあてた場合の平均粒径と、ジェット空気と試料の相対速度だけによる噴霧の平均粒径[μ]を示す。

粒度分布曲線の1例を Fig-1 に示す。

Table.2 及び、Fig-1 から次の事が判明した。

- 1 超音波をあてた場合、大粒の少ない、しかも平均粒径の小さい粒度分布が得られる。特に高粘度の液体に著るしい。
- 2 表面張力の影響は、あまりないものと思われる。

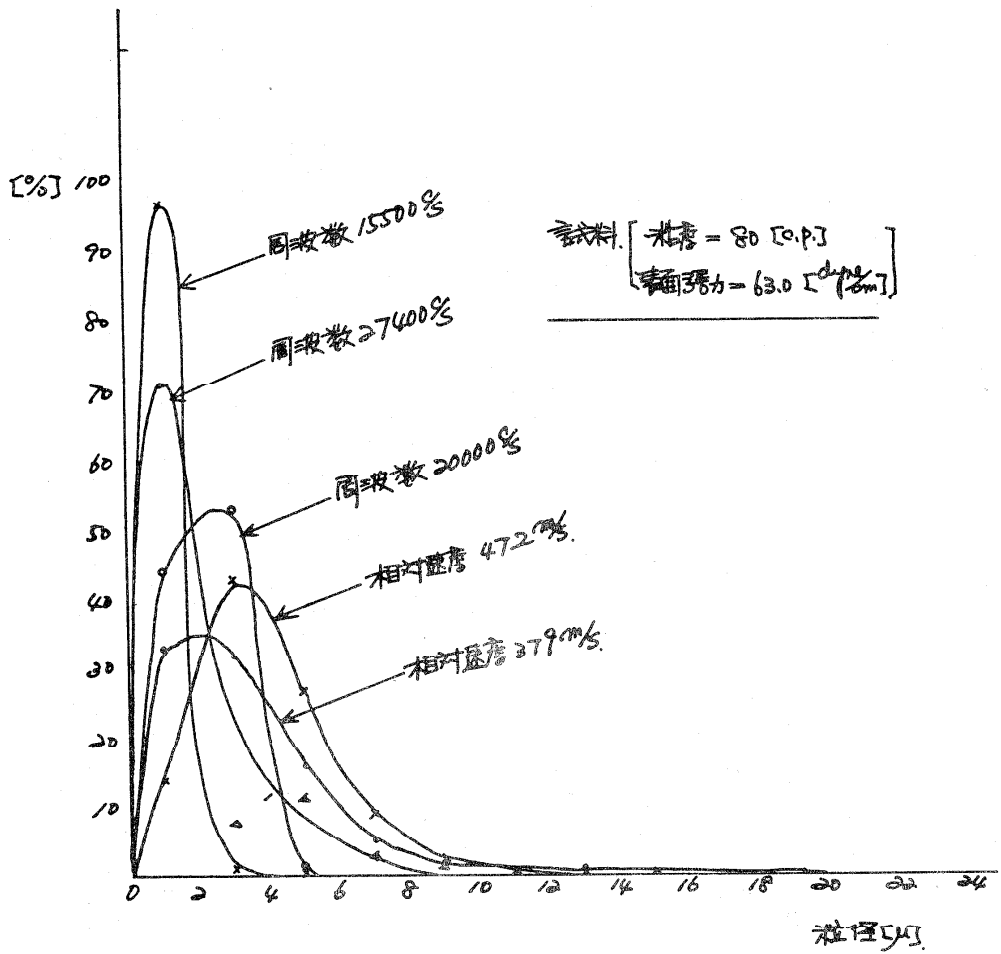


Fig - 1

3. 粘度が高くなるにつれ、相対速度だけによる噴霧では平均粒径が大きくなる。

b. 回転円板からの対流熱伝達に関する研究

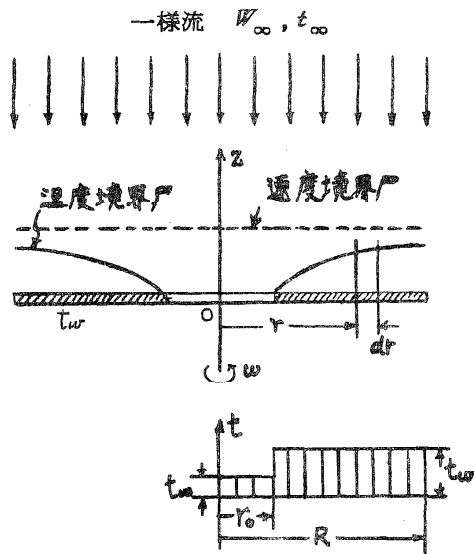
(第4報, 一様流中で回転する円板の表面温度がStep変化する場合の層流対流熱伝達)

岐阜大学工学部 馬淵幾夫, 田中敏雄, 熊田雅弥

図は一様流中(速度 W_∞)におかれた円板(半径 R)が一定角速度 ω で回転する定常流の様子を示す。半径 r_0 の中心部は非加熱部分で一様流中の流体温度 t_∞ に等しい。しかし r_0 以後表面温度は一定 t_w に変化する。図の下方は対応するステップ変化する表面温度の分布を示す。

この問題は対流熱伝達理論における中心的問題の一つと考えられる。すなわちセテツプ変化する表面温度の解(step function factor)は重ね合せの方法⁽¹⁾⁽²⁾により任意の温度分布の表面からの熱伝達率を予測することが可能となるからである。

本研究はプロフィール法によりこの問題を解析した。次にその内容を項目により紹介する。



モデルと座標系

- (1) 軸流速度比0 (静止流体中で円板が回転) から ∞ (一様流中の静止円板) にわたる任意の値に対し, 数値的厳密解とよく一致する近似式を提案した。
- (2) 温度分布は三次の多項式により仮定し, エネルギー式の解を IIIPAO 103 により求めた。
- (3) ステップ変化直後 ($r/r_0 \rightarrow 1$) の漸近解, また $r/r_0 \rightarrow \infty$ の漸近解 (等温表面に対応) と比較し, 近似解の精度を確かめた。
- (4) $r/r_0 \rightarrow 1$, $r/r_0 \rightarrow \infty$ の両漸近解を含むステップ変化直後から全域にわたる解を, 重ね合せの方法を適用する場合便利のよう Step function factor の公式化を行なった。
- (5) この Step function factor の精度を検討するため, 非等温表面の一例として, 単純二次分布 (表面温度が r 乗則に従う, すなわち $t_w - t_\infty = a_1 r^2$, $a_1 = \text{定数}$) に対する既報⁽³⁾ の厳密解と比較し, その精度を解めた。
- (6) 部分等温加熱円板からの平均熱伝達率を求めた。とくに軸流速度比0, プラントル数0.72 に対しては Schnurr の解⁽⁴⁾ との比較を行なった。
- (7) 一般に軸流が存在する場合に Davies の解析⁽⁵⁾ を拡張した場合, 解の適用範囲について考察を行なった。

文 献

- (1) M.J. Lightill, Proc. Roy. Soc. A. 202 (1950) 359.
- (2) M. Tribus and J. Klein, Heat Transfer Symposium, Univ. of Michigan (1953) 211.
- (3) 筆者ら, 日本機械学会論文集, 33巻, 248号掲載予定
- (4) N.M. Schnurr, Trans. ASME., J. of Heat Transfer, 86 (1964) 467.
- (5) D.R. Davies, Quart. J. Mech. and Appl. Math., 7 (1959) 14.

5. 関東研究グループ

昭和42年2月13日 電力中央研究所 技術研究所

- a. 電力中央研究所技術研究所における伝熱関係施設の見学および懇談会

電力中央研究所技術研究所における伝熱関係の研究について

(1) 煙突からの煙の拡散の問題

(2) SO₂除去に関する研究

を中心として説明があり、研究施設の見学及び映画観賞を行なった。

寄 書

§ 1. この頃思うことなど

九州大学 機械工学教室 伊藤 猛宏

私は昭和36年に大学を卒業し、その後5年間大学院に在籍し、41年の春から大学に奉職しております。ですから生れ育つた山口県のある小さい町での18年間の後のちよろど10年を九大のある福岡市で生活したという勘定になります。

さて、人間が論理を構成する際の思考の担い手は言語であると考えられます。したがって、このことから飛躍して、「まずい文章を書く者は頭が悪い」という命題も、少くともその文章を書いている瞬間には正しいと言えるかもしれません。ところで私は作文にはなはだ弱く、それゆえ「……頭が悪い」のではないかと永い間心配しておりました。しかし現在では、いつか読んだ本に書いてあつたことの都合の良いところを真にうけて、あるいは都合の良いように記憶を歪めてしまつたのかもしれませんが、とにかく勉強してみようという心境になつております。つまり、「頭が悪い」ことのある一部は過去の精神生活の貧弱さに原因して、大脳を鍛える努力が足らなかつたことを意味すると考え、残りの一部の方は臨終の時まで気にすまいというわけです。

ところで近頃考えたことの一つはengineerのあり方あるいはengineeringの研究者のあり方に関するものであります。現在ではengineeringは物理学上での根本的な議論にも無関心ではありえないようです。しかし一方では切つたりつないだりの泥縄式の解決法や、juke-boxについては10円硬貨を入れれば必ず鳴り出すものであるということを理解すれば差し当たり十分であると同様に、操作に対する反応や入力に対する出力を経験的に確実に知つてしまえば、当座は不自

由しないですむといった安易な方策を、engineer は場合によつては否定できそうにありません。そしてこの両極端の間に theory と practice のさまざまな混合度を要求する事態が存在しているのだと考えられます。

engineering の全体像がこのようなものであるとすると、一人の engineer あるいは engineering の研究者に期待される経歴と訓練はどのようなものであればよいのでしょうか。個人の性癖のちがひ、能力の性質と多少などを別にしても、この疑問はなお問われるに値すると思えます。

一体人間は自分の理解の外に多くのことがあるのを好まないようにできているようです。ある人にとってはそれは潜在的な不幸感を意味するかもしれませんし、ある人にはそれがかえつて研究活動の potential になつているのだとも考えられます。私の場合はどうかと言いますが、potential のように作用しているとは思いますが、少しばかり焦燥感と無力感を伴つておりますようです。この余計な道連れを退治するのがなかなか大変です。

さて、先ほどの問題ですが、少しばかり考えたのではとても解けそうにありません。しかし、総じてこのような類いの問いに対する決定的な解答は望むべきではありませんのでしようから、またそのような解答を得ることを直接目指すということは、私共 junior にとつて好ましいことではなさそうですので、この問題は今後の研究課題として暖めておきたいと思ひます。

書けば書くほど話が怪しげになりそうですから、これで「伝熱研究」のこの頁の今回の打者としての責を放免してもらおうと思ひます。

最後に伝熱研究会に提案というか、お願いというか、そのようなものを二つだけこの機会に述べさせてもらひます。

一つは「伝熱研究」の誌上に討論や質疑応答の頁を設けてほしいということです。討論の方は、それによつて研究のごく初期の段階にあるテーマにかんする議論が可能になるし、伝熱シンポジウムでの討論の不

足を補い、進んでさらに深い議論ができるのではないかと思うからです。質疑応答の方は、私共の提出する勝手な疑問に対し諸先輩が懇切に指導して下さいれば、研究上大いに有益だと思うからです。

いま一つは「若い人」と称せられている私共が、この頁であれこれと言いたい放題のことを書きましたあとで、ぜひ今度は senior member の方々に御登場願いたく思います。そして「伝熱学勉強法」、「……のすすめ」あるいは「……の極意」等について御被歴下さるよう待望いたしております。

日本伝熱研究会ニュース

1. 国際伝熱会議連絡委員会の成立

前号(21~23頁)でお知らせした、国際伝熱会議連絡委員会がわが国を代表して Assembly for International Heat Transfer Conferences の下部機構となる件について、その後の動きを記します。

a) 日本機械学会、化学工学協会、空気調和・衛生工学会、日本原子力学会、日本航空学会、日本建築学会、日本冷凍協会の7学協会が上記の件について了承しました(事務手続上の問題で正式書類未着のものが一部にありますが、問題ありません)。なお上記委員会委員名は本誌 Vol.5 No.18(19~20頁)に出っていますが、学協会代表委員に次の交替がありました。

化工代表は国井大蔵君から水科篤郎君に交替、建築代表は斎藤平蔵君のかわりに前田敏男君、また日本冷凍協会代表は鈴木崇君に指名がありました。

b) Assembly へのわが国からの代表二名は、西脇仁一君(委員長)および水科篤郎君ときました。

c) 本年4月3日、パリで開催される Assembly の会議には西脇委員長が出席される予定です。この会議の予定議題は次のごとくです。

1. Election of a Chairman for the meeting.
2. Report on ratification and nomination of delegates.
3. Discussion of the rules.

Some representative organizations have proposed the following changes to the listed points of the rules:

(210) It should be added that amendments of the rules have to be ratified by the national representative organizations.

(51) The sequence of conferences in(51) should not be fixed.

(61) This paragraph should be changed to "A President, Vice President, and Secretary shall be elected by the Assembly and these shall not be Delegates of their national organizations as long as they hold office .

(82) It should be additionally specified what number of delegates constitutes a quorum.

4. Discussion of the plans for the International Haat Transfer Conference at Paris, 1970.

2. 日本伝熱シンポジウムの検討

日本伝熱シンポジウムのあり方についての検討結果が内田教授より幹事宛に提出され、幹事会の議により本誌に発表することになりました。本号の論説欄 § 2 がそれであります。今後の運営上、いろいろの参考になると思います。

3. 伝熱・夏季セミナーの開催（予告）

主として比較的若い会員の研究、勉学、懇親を兼ねて、本年7月末大学セミナーハウスを利用、会期2日間の合宿夏季セミナーが計画されています。平田助教授（関東連絡幹事）が任にあたっていますが、学生、社会人、教官を含め五十名程度のものになりましよう。セミナー会場は冷房付であります。追って詳細は全会員に連絡する予定です。

（甲藤記）

会 告

§ 1. 第 4 回日本伝熱シンポジウム

参加申込締切 5月5日・開催 5月18・19日

- 共催：日本学術会議熱工学研究連絡委員会，日本伝熱研究会，
日本機械学会，日本機械学会東海支部，化学工学協会，
化学工学協会東海支部，空気調和・衛生工学会，
日本原子力学会，日本航空学会，日本建築学会
- 日時：昭和42年5月18日（木），19日（金）
- 会場：愛知県産業貿易館（名古屋市中区丸ノ内町3-1-6号，
Tel.231-6351）

————— ☆ ————— ☆ ————— ☆ —————

- 参加諸費：シンポジウム参加費（講演論文集代を含まず）1名 400円
講演論文集 1部 600円
懇親会費 1名 1000円
- 申込要領：①氏名，②勤務先，③所属学会（日本伝熱研究会の会員はその旨明記），④通信先，⑤シンポジウム出・欠，⑥前刷部数，⑦懇親会出・欠をハガキ大の用紙に明記し，該当費用を添えて現金封筒で下記の所に申込みください。⑧伝熱研究会会員には講演論文集を1部ずつ無料送付しますから，そのほかにさらに講演論文集を必要とする分のみ，1部600円でお申込みください。
- 申込先：名古屋市千種区不老町 名古屋大学工学部機械工学科内
第4回日本伝熱シンポジウム準備委員会

○申込締切：昭和42年5月5日(金)までに着信

☆ ☆ ☆

プ ロ グ ラ ム

第1日 5月18日 (木)

第I部(第1室)

I-1部(9.00~10.40) (講演は各15分、討論40分)

座長 牧 忠(名工大)

(I-1.1) 拡散を伴う熱伝導の解析

永井 四郎(防衛大)

※福田 興作(#)

鶴野 省三(#)

(I-1.2) 2.3のガス体を含む岩綿の熱伝導率と空隙率

※広沢徳三郎(日本アスベスト)

渡辺 常正(#)

龍谷 光三(東工大)

(I-1.3) 繰返し冷却加熱における板ガラスの温度変化

※龍谷 光三(東工大)

広沢徳三郎(日本アスベスト)

(I-1.4) 多孔質-中空ゴムボール系における熱伝導アナログについて

※一色 尙次(船研)

藤井 石根(東工大)

塚田 悠治(船研)

天田 重庚(#)

山本 俊一(東工大)

(休 憩 10分)

I - 2 部 (10.50 ~ 12.05) (講演は各 15 分, 討論 30 分)

座長 佐藤 俊 (京大工)

(I - 2.1) 輻射と伝導が共存する系の熱伝達

(とくに高温溶融ガラス内の一次元定常伝熱)

兼西村 誠 (名大工)

架谷 昌信 (#)

杉山 幸男 (#)

(I - 2.2) 炭酸ガスと水蒸気の混合気のふく射率

越後 亮三 (九大工)

(I - 2.3) 伝熱促進の研究 (統一電場附与)

※浅川 勇吉 (日大理工)

宮林 修二 (#)

昼 休 (12.05 ~ 13.00)

日本伝熱研究会総会 (13.00 ~ 13.30)

特別講演 (13.30 ~ 15.10)

I - 3 部 (15.10 ~ 16.00) (講演は各 15 分, 討論 20 分)

座長 国井 大蔵 (東大工)

(I - 3.1) 2 平行二次元噴流の干渉

(二噴流の合流点以後の流れについての実験)

田中 栄一 (岐大工)

(I - 3.2) 拡散炎の安定に関する研究 (第 2 報)

佐藤 俊 (京大工)

※鈴木健二郎 (#)

緒方 公夫 (#)

森下 光(京大工)

I-4部(16.00~16.50) (講演は各15分, 討論20分)

座長 水科 篤郎(京大工)

(I-4.1) 充填層管壁における流体境界膜の研究

※鈴木 基之(東大工)

国井 大蔵(#)

(I-4.2) 多孔質内の自然対流熱伝達

増岡 隆士(東大工)

(休憩 10分)

I-5部(17.00~18.15) (講演は各15分, 討論30分)

座長 小林 清志(東北大工)

(I-5.1) ミスト・クーリングに関する研究(第3報)

戸田 三朗(東大工)

(I-5.2) 水平円柱から噴霧気流への強制対流熱伝達

※阿部 章(東北大工)

清水 信吾(#)

大内 雅樹(#)

武山 斌郎(#)

(I-5.3) 噴霧・冷却の基礎的研究

青木 成文(東工大)

※高橋 忠男(#)

懇親会 愛知県産業貿易館国際会議場広間

(18.30~20.00)

第 2 日 5 月 19 日 (金)

第 I 部 (第 1 室)

I - 6 部 (9.00 ~ 10.40) (講演は各 15 分, 討論 40 分)

座長 一色 尚次 (船研)

(I - 6.1) ウォータージャケット付ボルトテックスチューブの実験

※ 高浜平七郎 (名大工)

池田 多門 (#)

(I - 6.2) 金網製充填物に金属ホルダアツプを附着させて製作した
内部フィン付管の伝熱

※ 武岡 壮 (東工大)

高瀬 忠夫 (#)

森元 英俊 (大阪ガス)

(I - 6.3) 管内乱流の温度分布について

水科 篤郎 (京大工)

伊藤 竜象 (#)

※ 荻野 文丸 (#)

家森 明夫 (#)

(I - 6.4) 曲り矩形チャンネル内強制対流熱伝達に関する研究
(第 1 報 ; アスペクト比 1, 層流)

森 康夫 (東工大)

※ 内田 豊 (#)

武藤 芳之 (#)

岡田 衛 (#)

(休 憩 10 分)

I - 7 部 (10.50 ~ 12.30) (講演は各 15 分, 討論 40 分)

座長 森 康夫 (東工大)

- (I-7.1) 管軸方向に熱流束分布のある円管内熱伝達
黒柳 利之(日本原研)
- (I-7.2) 管軸に沿って指数関数状に熱流束の変る管内発達流のヌセ
ルト数について
長谷川 修(九大工)
※藤田 恭伸(#)
- (I-7.3) 管壁の温度分布を考慮した円管流非常熱伝達
山口 富夫(三菱重工)
※福栄 久宜(#)
- (I-7.4) 磁場を横切る水銀の管内流の熱伝達
※岐美 格(京大工)
滝谷 絃一(#)
天野 禎嗣(#)

————— 昼 休 (12.30~13.20) —————

I-8 (13.20~15.00) (講演は各15分, 討論40分)

座長 青木 成文(東工大)

- (I-8.1) 液体金属用熱交換器における熱衝撃実験
佐川 憲彦(日立研)
- (I-8.2) 空調装置用熱交換器の放熱特性
坂本 守義(東芝中研)
※村崎 裕昭(#)
- (I-8.3) 異なる伝熱面を用いた場合のアルミラジエーターの性能
変化について
※宇佐見久雄(富士重工)
金敷 晋(#)
茂呂 信光(#)

(I - 8.4) スチームジャケット並流液膜熱交換器の熱交特性

葛岡 常雄 (日立研)

※飯島 徳治 (")

(休 憩)

Ⅲ 部 一般討論 (15.10 ~ 16.00)

座長 杉山 幸男 (名大工)

第 1 日 5 月 1 8 日 (木)

第 Ⅱ 部 (第 2 室)

Ⅱ - 1 部 (9.00 ~ 10.40) (講演は各 15 分, 討論 40 分)

座長 平田 賢 (東大工)

(Ⅱ - 1.1) 静止する円板に対向する回転円板よりの熱および物質移動
(第 1 報)

※井口 朗 (名大工)

泉 亮太郎 (静岡大工)

(Ⅱ - 1.2) 鉛直細線に沿って落ちる水から周囲空気への熱移動について

※吉田 豊明 (名工大)

落水 浩光 (")

(Ⅱ - 1.3) 熱と物質同時現象に関する一考察

吉川 進三 (同志社大工)

(Ⅱ - 1.4) 飽和水のオリフィス流にみられる二三の問題

小笠原英雄 (日立研)

(休 憩 10 分)

II-2 部(10.50~12.05) (講演は各15分, 討論30分)

座長 甲藤 好郎(東大工)

- (II-2.1) 超臨界圧流体の自然対流熱伝達に関する研究
(第2報 - Freon-12で行なつた実験結果について)

近藤 浩司(慶大工)

- (II-2.2) 超臨界圧流体の熱伝達に関する研究(第6報)
強制対流乱流熱伝達III

※田中 宏明(東大工)

塚原 茂司(")

西脇 仁一(")

平田 賢(")

- (II-2.3) 超臨界圧流体の自由対流に関する一計算

西川 兼康(九大工)

※伊藤 猛宏(")

兼井 宏之(")

——— 昼 休 (12.05~13.00) ———

II-3 部(15.10~17.15) (講演は各15分, 討論50分)

座長 岐美 格(京大工)

- (II-3.1) 垂直円管内における自然対流熱伝達
(第3報 - 熱流束一定の場合)

※影山 学(沼津工専)

泉 亮太郎(静岡大工)

- (II-3.2) 垂直フィン列からの自然対流熱伝達(第1報)

相原 利雄(東北大速研)

- (II-3.3) 傾斜平板からの自由対流熱伝達の実験

藤井 哲(九大生研)

※井村 英昭(熊大工)

(II - 3.4) 縦横比の小さい垂直密閉流体層の熱伝達 (第 2 報)

平田 賢 (東大工)

西脇 仁一 (#)

鳥居 薫 (#)

宮下 秀三 (#)

※ 伊藤 正昭 (#)

(II - 3.5) 低グラスホフ数における水平円柱の熱伝達について

※ 中井 誠一 (東大工)

岡崎 卓郎 (#)

(休 憩 10 分)

II - 4 部 (17.25 ~ 18.15) (講演は各 15 分, 討論 20 分)

座長 長谷川 修 (九大工)

(II - 4.1) 回転円板の熱伝達について

※ 服部 直三 (東大宇宙研)

八田 柱三 (#)

小竹 進 (#)

(II - 4.2) 物性値を考慮した層流境界層熱伝達

※ 鶴野 省三 (防衛大)

永井 四郎 (#)

第 2 日 5 月 19 日 (金)

第 II 部 (第 2 室)

II - 5 部 (9.00 ~ 10.40) (講演は各 15 分, 討論 40 分)

座長 泉 亮太郎 (静岡大工)

(II - 5.1) 二相流の圧力振動の測定上の問題点について

(歪みゲージ法) 安達 公道 (日本原研)

(II-5.2) 粗面管における環状二相流の研究

西川 兼康(九大工)

世古口 諺(#)

中里見正夫(#)

※西 英俊(#)

(II-5.3) 細管二相流の圧力損失に関する一考察

菅原 菅雄(関西大工)

※勝田勝太郎(#)

石原 勲(#)

武藤 哲生(豊田中研)

(II-5.4) 高温壁面上の水膜移動速度

山内 淳男(日立研)

(休 憩 10分)

II-6部(10.50~12.30) (講演は各15分, 討論40分)

座長 武山 斌郎(東北大工)

(II-6.1) 水滴による過熱限界の研究

成合 英樹(東大工)

(II-6.2) 液体薄膜の存在と核沸騰

小竹 進(東大宇宙研)

(II-6.3) 核沸騰の様相に関する一実験

※千葉 徳男(電力中研)

田代 久夫(#)

石川 浩(#)

(II-6.4) 強遠心力場での沸騰

小泉 尙夫(東芝中研)

————— 昼 休 (1230~1320) —————

Ⅱ-7部(13.20~15.00) (講演は各15分, 討論40分)

座長 西川 兼康(九大工)

(Ⅱ-7.1) プール沸騰における平面伝熱面上のボイド分布

小林 清志(東北大工)

※飯田 嘉宏(#)

(Ⅱ-7.2) 過渡沸騰における伝熱および極大熱流束の研究

(第1報)

橘 藤雄(東人工)

秋山 守(#)

巖河村 洋(#)

(Ⅱ-7.3) 過渡沸騰バーンアウトの研究

桜井 彰(京大工研)

(Ⅱ-7.4) プール沸騰バーンアウト機構の研究

※甲藤 好郎(東大工)

横谷 定雄(#)

文 献 リ ス ト

前号 (Vol. 5-No. 20) の文献リストには、印刷の手違いで書名が脱落しました。これは第二回ソ連邦伝熱会議の論文集 (ТЕПЛО-И МАССО ПЕРЕНОС) 第1~6巻であります。なお第7巻の内容を次に掲げます。

(ついでながら第三回会議は昭和43年5月14~18日、ミンスクで開催される予定です)。

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Г. Н. Дульнев, А. Ф. Чудновский, Современное состояние проблемы оценки и анализа теплофизических свойств материалов	3
Р. Е. Кржижановский, О теплопроводности титана	13
Л. П. Филиппов, О измерении тепловых свойств твердых и жидких металлов при высоких температурах	19
Б. М. Могилевский, А. Ф. Чудновский, Измерение теплопроводности металлов и полупроводников в области фазового перехода методом «движущейся границы»	26
И. З. Копп, Некоторые обобщенные зависимости характеристик фазовых переходов I рода чистых металлов	34
Б. А. Хрусталева, А. М. Раков, А. А. Дмитриев, И. П. Колченогова, Исследование коэффициентов излучения жаропрочных материалов	43
Я. М. Беккер, А. Ф. Чудновский, Теплофизические свойства никель-магнневых ферритов стехиометрического состава	57
А. Р. Гордон, Г. Ф. Мучник, Определение интегральной степени черноты электропроводных материалов при высоких температурах в зависимости от степени шероховатости поверхности	69
М. Я. Губергриц, К. А. Куйв, М. А. Волль, Теплофизические свойства сланца-кукерсита	73
И. И. Маричевский, Б. В. Спектор, Теплофизические свойства перлитовых материалов	82
Г. Н. Дульнев, З. В. Сигалова, Теплопроводность монодисперсных зернистых материалов	87
А. Ф. Чудновский, Полуэмпирическая связь между температурой и влажностью почвы	98
А. А. Вассерман, В. А. Рабинович, Расчет вязкости и теплопроводности воздуха и его компонентов в широком диапазоне изменений параметров	107
А. Д. Ид, Экспериментальные методы исследования физических свойств жидких и газообразных сред, применяемые Национальной Технической лабораторией	120
Г. Х. Мухамедзянов, А. Г. Усманов, Экспериментальное исследование теплопроводности жидких предельных углеводородов (н.-C ₈ H ₁₈ ÷ н.-C ₁₇ H ₃₆) и нормальных спиртов (н.-C ₄ H ₁₀ O ÷ н.-C ₁₈ H ₃₈ O)	135
С. Л. Ривкин, М. Р. Шингарев, Б. Н. Егоров, Экспериментальное исследование теплоемкости растворов этилового спирта в воде в сверхкритической области параметров состояния	145

	Стр
И. С. Радовский, Экспериментальное исследование термодинамических свойств аргона при низких температурах ультразвуковым методом	152
Г. Н. Дульнев, Е. С. Платунов, В. В. Курелин, С. Е. Буравой, Новые методы и приборы для исследования теплофизических параметров материалов	164
Е. С. Платунов, Теоретические основы методов исследования теплофизических параметров материалов в режиме монотонного изменения температуры	175
В. С. Волькенштейн, Температурное поле системы четырех тел, находящихся во взаимном тепловом контакте (Сообщение I)	185
В. С. Волькенштейн, Температурное поле системы четырех тел, находящихся во взаимном тепловом контакте (Сообщение II)	199
А. Б. Вержинская, Универсальный прибор для массовых теплофизических испытаний неметаллических материалов	203
О. Блага, И. Шобр, Методы и приборы для измерения теплопроводности и удельной теплоемкости жидкостей в области температур до 250°С и давлений до 100 ат	211
А. Б. Камнев, В. Е. Леонас, Об одном методе определения коэффициентов переноса газов при высоких температурах	220
Н. В. Антонишин, В. И. Крылович, О возможности использования акустического эффекта Допплера в теплофизике и других областях	228
М. А. Каганов, И. Г. Мушкин, Анализ схем приборов с термосопротивлениями для измерения некоторых физических параметров жидкостей и газов по изменению теплоотдачи	234
Г. С. Амброк, Методика измерения нестационарной теплоотдачи пленочными термометрами сопротивления	242
А. Г. Шашков, Построение схем контроля с теплозависимыми сопротивлениями (полупроводниковыми термосопротивлениями)	249

「伝熱研究」投稿規定

1. 本誌は伝熱に関する論文の予報，討論，国の内外の研究・技術の紹介，研究者の紹介，情報，資料，ニュースなどを扱います。
2. 本誌には，日本伝熱研究会の会員の誰もが自由に投稿できます。
3. 投稿原稿の採用・不採用は，編集委員会によって決定されます。
4. 採用の原稿は，場合によって，加筆もしくは短縮を依頼することがあります。
5. 投稿原稿は，採用・不採用のいずれの場合でも執筆者に返送されます。
6. 採用された原稿についての原稿料は，当分の間ありません。
7. 原稿用紙は，A・4原稿用紙を使用して下さい。
8. 本誌の仕上りは，当分の間謄写によって行ないますから，図面は現寸大のものを書いて下さい。
9. 原稿の送り先は，下記宛にお願いします。

東京都文京区本郷7丁目3-1

東京大学工学部機械工学科内

日本伝熱研究会

伝 熱 研 究

Vol.6, No.21

1967年3月31日発行

発行所 日本伝熱研究会

東京都文京区本郷7丁目3-1

東京大学工学部機械工学科内

電話(812)2111, 内7190

振替 東京 14749

(非売品)(謄写をもって印刷にかえます)