

Vol. 11
No. 42

1972
July

伝 熱 研 究

News of HTSJ

第 42 号

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

日本伝熱研究会 第11期役員

- 会 長：小笠原光信（阪 大）
副会長：頼 実正弘（広 大）
幹 事：谷 口 博（北 大）一兼北海道連絡
成 合 英樹（船 研）一兼関東連絡
松 本 隆一（神 大）一兼関西連絡
長 谷 川 修（九 大）一兼九州連絡
関 信 弘（北 大）
武 山 斌 郎（東北大）
大 谷 茂 盛（東北大）
青 木 成 文（東工大）
土 方 邦 夫（東工大）
黒 崎 晏 夫（東工大）
棚 沢 一 郎（東大生研）
山 崎 彌 三 郎（原 研）
鳥 居 薫（横浜国大）
長 島 昭（慶 大）
堀 雅 夫（動 燃）
監 査：植 田 辰 洋（東 大）
平 田 賢（東 大）
江 草 龍 男（東北大）一兼東北連絡
高 浜 平 七 郎（名 大）一兼東海連絡
広 安 博 之（広 大）一兼中四国連絡
塩 冶 震 太 郎（石 播）
岡 田 克 人（森永乳業）
香 川 達 雄（東 芝）
小 関 守 史（三井造船）
小 林 清 志（静岡大）
赤 川 浩 爾（神 大）
岡 崎 守 男（京 大）
国 友 孟（京 大）
河 村 祐 治（広 大）
千 葉 徳 男（広 大）
浦 川 和 馬（徳島大）
伊 藤 猛 宏（九 大）
横 井 資 夫（東 芝）

事務局（〒 113）東京都文京区本郷7丁目3-1

東京大学工学部 船用機械工学科 平田研究室内

電話 03 (812) 2111 内線 7646 振替 東京 14749

第11期「伝熱研究」編集委員長：千葉徳男（広大）

目 次

第11期の初めにあって	小笠原光信	1
第11期の初めにあって	平田 賢	3
第9回日本伝熱シンポジウムを終えて	頼実 正弘	4
第9回日本伝熱シンポジウムを顧みて	広安 博之	6
伝熱研究会の昔話	故橋 藤雄	11
橋 藤雄先生の御逝去をいたむ	甲藤 好郎	14
故橋 藤雄先生を偲ぶ	秋山 守	17
地方研究グループ活動コーナー		
九州研究グループ		18
東海研究グループ		34
北海道研究グループ		42
ニュース		49

第 11 期の初めにあって

小笠原 光 信

中国四国グループの方々のたいへんなご努力と綿密なご配慮によって第9回のシンポジウムは非常な盛会裡に終わりましたが、それから間もない6月11日に、全く思いもかけず、橘 藤雄先生のご訃報を紙上に見てわが目を疑いました。たった2週間前の懇親会では先生がマイクの前に立たれて皆を笑わせておられたのですから。会誌第41号で甲藤先生が本会設立の頃について書いておられるように。橘先生はまさに本会の生みの親ともいうべき方です。まことに惜しんでもあまりがあります。ここにつつしんで先生のご冥福をお祈りいたします。*

先生のご霊前に額づく、「至徳院釈智雄」とあります。智はもとよりのこと、至徳とはまさに至言であり、先生はまさに徳の人でありました。大きなおからだにはきわめて繊細な思いやりが満ちあふれていました。学者としての先生についてはいまさら申しあげるまでもありませんが、その反面の先生は人間味あふれる方でありました。お声からもうかがわれるように歌がお上手で、さらにバイオリンや三味線をよくされ、ことに声色ときては玄人はだしであったと承っています。また客人にはその場で鮎をにぎってもてなされたとのことで、ますます先生に対する親近感を深めています。学会も大きくなってゆくと、とかく理にのみ走りがちですが、同学の士の心のつながりの場でもありたく、橘先生を偲びながらつくづくと念願するしだいです。

実は、千葉先生から会長のあいさつを書けとのご依頼を受けましたが、私には格別な抱負があるわけではなく、要は会員の皆様がたのご意見を

* ご葬儀にさいしましては、平田先生にお願いして、日本伝熱研究会としての生花をおそなえしていただきました。これは私の独断でございますが、お許しいただきたく存じます。

吸上げながら幹事会にはかってゆきたいと思っています。幸にも今期は副会長の頼実先生、平田先生をはじめとして立派な方々に役員をおひき受け願うことができ、ことに今期からは幹事の定数を増していただいて新進気鋭の方々に多数ご参加願えたことを心強く思っております。しかしながら幹事会が独走しないよう、会員の皆様からの卒直なご叱正とご鞭撻を心から期待しております。どうぞよろしくお願い申し上げます。

第 11 期の初めにあって

東京大学
平田 賢

前期国井大蔵副会長から日本伝熱研究会の事務局担当副会長を引き継ぐこととなりました。会員の皆様様の御支援と、小笠原会長の御指導に基きまして、この重責を全うすべく、好きな酒も慎んで精進いたす覚悟でおりますので、何卒よろしく御願い申し上げます。

第9回の伝熱シンポジウムの懇親会の席上、今は亡き橋先生に「今期から幹事会をはじめ役員が大分若がえりましたよ」と冗談を申しましたら、先生は「若がえった、若がえったと言うけれど、それは逆で、君が年とったんだよ」と言われたのも貴重な思い出になりました。

年とったのか、若がえったのかはわかりませんが、今期の幹事会は、清新潑刺の顔振れが揃っておられるようなので、日本伝熱研究会が草創期の10年を経て、新しい飛躍の時代に入ろうとしている時に、何か新しい企画が生れるとよいと思っております。全会員の皆様から御意見を承わることができればよいのですが、とりあえずは、幹事の皆様様の御意見をよく聞いて、若い第一線メンバーが活躍しやすいような、そして諸先輩が絶大な努力を以て築き上げられた、きびしくも、且つあたたかい日本伝熱研究（同好）会の雰囲気を受け継ぎたいと考えている次第でございます。皆様様の御鞭撻の程をお願い申し上げます。

第9回日本伝熱シンポジウムを終えて

頼 実 正 弘

350名を越える多数の方々が、広島の地にこのシンポジウムを目差して参集され、活発な討論が行なわれ盛会裡に終了したことは、御同慶の至りであります。

このシンポジウムを引受けなければならないということが何となく聞かれ、このシンポジウム実行の母体となる団体として中四国の伝熱研究グループを結成しようということになり、第1回研究グループ結成発起人会が開催されたのは46年2月9日(火)でありました。機械学会中四国支部、中国地区化学工学懇話会のメンバーに働きかけることから始められ、5月14日スムーズにスタートした。6月15日に開催された研究会で、伝熱シンポジウムの準備委員会の件が議せられ、準備委員長を仰せつかり第1回の準備委員会で、開催日と場所を決定した。件数の予測が会場数の予約と直接関係あることから、過去の状況と広島という地理的条件とから100件と仮定した。どんな風にシンポジウムを行なうかについては、準備委員会で種々討議した結果を、本年1月発行の40号でのべているので、参考にして戴きたい。10月2日の準備委員会で特別講演を杉山先生に、シンポジウム・ディスカッションの座長を一色、西川両先生にお願いするためそれぞれの担当者が交渉を始めることとした。12月15日の準備委員会では講演メ切りの日と前刷原稿提出期日をきめ、準備の小廻りをきかせるため実行委員会をスタートさせた。此処までくれば、あとは原稿の集まるのを待って、プログラムを組みさえすれば、シンポジウムの前日の設営まで仕事はスポンサー捜し以外にない。このような大会を引受けて何時も感ずることであるが、開催費用における開催地負担の比重の大きすぎることに、懇親会後のシンポジウムをどうするか(場所と費用など)という2つの大問題の対処の仕

方である。会の性格による違いはあるが、東京・京都・大阪などという大都会はさておき地方都市には、それぞれの特色を演出しようとする試みも加わって、つい逸脱する可能性もある。

御覧の通りの3日間は終了しました。アンケートに現われたことは別文にまとめて頂いた。これはほんの一部分の声ではありますが、多数の皆様からシンポジウムのあり方などについて、どしどし注文を頂いてより良きものにして行きたいと念じています。

最後に、このシンポジウムに各地から参加して頂いた会員各位と、準備と実行のため多大の努力をして頂いた中四国伝熱研究グループの各位に厚く御礼申し上げます。

(第9回日本伝熱シンポジウム準備委員長)

第9回日本伝熱シンポジウムを顧みて (アンケート結果)

広 安 博 之

第9回日本伝熱シンポジウムは5月25日より3日間、広島市で無事開催することができた。発表論文件数107、特別シンポジウムの発表件数11を合せて合計118件、前刷集もこれまでの最大の厚さになった。参加登録者数351名、準備委員会の人数も入れると約370名にもなった。また懇親会は122名とこれまでの最大の参加者となった。

図1にみるように発表論文件数は年々増加し、昨年5月の第1回準備会で予測した論文件数はほぼ適中した。しかし同図にみるように過去の参加者の数は新幹線停車駅の開催地は多いが他は少なく、どのくらいの参加者があるか予想できなかつた。伝熱シンポジウムは独立採算制なので、これが経費に大きくひびいてくる。事実、開催日前日までの参加申込みは170名、懇親会出席者45名と少なく関係者をあわてさせた。

準備委員会では、シンポジウムの方法について頭初から種々議論を行なった。伝熱研究21号の内田先生のアンケート結果⁽¹⁾、および毎年のシンポジウム後の反省記事を伝熱研究から拾い出し、それに委員のシンポジウム出席の経験をもとに、いかに行なうべきかを話合った。問題は(1)年々増えている論文件数をどう処置するか。(2)講演発表会化しているシンポジウムをどうするか。であった。シンポジウムの理想的なやり方としては、(1)1室で討論を十分に行なえるようにすること。(2)講演発表の場でもありたい。以上の2つの相反する事柄を満足さす必要があった。これらを行なうための一番大きな障害は発表件数の多いことである。これを少なくする一つの方法は査読をほどこし数を制限することであるが、これにはかなりの日数が必要であり、今年度は無理であった。

そこで考えられたのが、討論も行なおう、講演発表も行なおうという

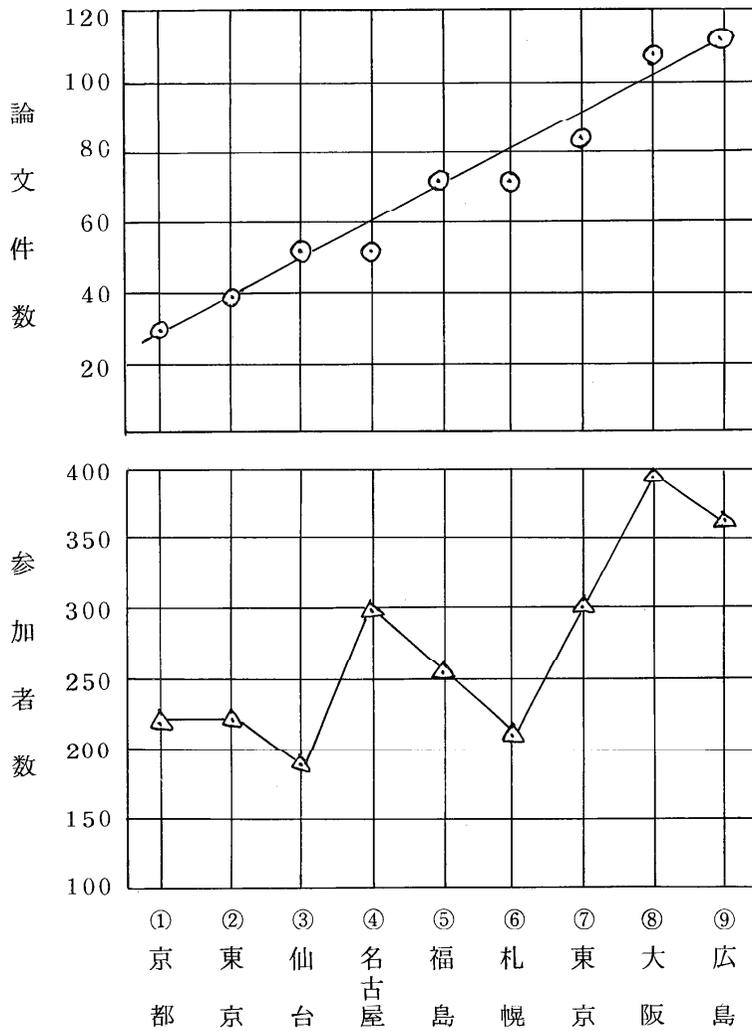


図1. 日本伝熱シンポジウム論文件数と参加者数

ものであった。その結果、特別シンポジウムⅠおよびⅡを計画した。これをパネルディスカッションとせず、シンポジウムとしたのは、パネルディスカッションは、パネラーが意見を出し、パネラー同士で討論を行

ない、それを会場の聴衆者がただ聴くという形になる。ところがシンポジウムでは、話題提供者が話題を提供したのちは座長を中心に、話題提供者も含めて会場にいる全員から討論を盛り上げていく形をとるということから、少々まぎらわしくなったがシンポジウムという名称にした。そして西川、一色両先生には御奔走いただいて話題提供者をご用意願った。

さて開催当日、参加者からいただいたアンケートを中心に伝熱シンポジウムを考えてみたいと思う。(アンケート結果、42通)

(1) 発表件数について

- | | |
|---------------|-------|
| (a) 制限しない方がよい | 23/42 |
| (b) した方がよい | 19/42 |

制限する方法としては、a) 査読を行なう、b) テーマをしぼる、
c) 原則として1研究室あたり1題、d) 同一人が2度以上講演しない、
同一人が3度以上連名者にならない。などの意見があった。

(2) 開催日数

- | | | | |
|--------|-------|--------|-------|
| a) 2日間 | 17/42 | b) 3日間 | 28/42 |
| c) 4日間 | 4/42 | | |

(2～3日というのは両方に数える)

(3) 適当な部屋数

- | | | | |
|---------|-------|-------|-------|
| a) 1室のみ | 3/42 | b) 2室 | 17/42 |
| c) 3室 | 14/42 | d) 4室 | 3/42 |

(4) 特別シンポジウムの要、不要

- | | | | |
|------|-------|--------|-------|
| a) 要 | 22/42 | b) 不必要 | 11/42 |
|------|-------|--------|-------|

テーマ案としては、a) 企業と関係深いもの、b) 実機への応用例
などがあった。

(5) 特別講演

- | | | | |
|------|-------|--------|------|
| a) 要 | 29/42 | b) 不必要 | 8/42 |
|------|-------|--------|------|

演題としては、伝熱に関係ある展望的なもの、伝熱工学のあり方など。

(6) その他の意見

その他の御意見として種々あったが、代表的なものとして次のような

ものがあった。

・研究のための研究，業績のための研究ばかりでなく応用面の研究も出しやすいようにしてほしい。

・発表者が機械の大学関係者に偏らぬ工夫が必要。

・特定テーマを募ってみては。

・講演会化しつつあるシンポジウムを本来の形にかえすべきだ。

・発表講演の論文集化を考えては。

・4室にもなると似たような内容が同時に行なわれるのでプログラムの編成は慎重に行なうこと。

以上のような有用なご意見をたまわった。これらのアンケートをもとに反省をこころみたい。

(1) 発表論文の数を制限することは事実上非常にむずかしいことだと思われる。100件以上の論文を査読することは，時間的にも労力的にも容易なことではない。また1研究室1テーマという案もあるが，活発に研究されている所とそうでない所を一緒にすることはよくない。発表論文の中には内容的に非常におそまつなものもみうけられるので，そこでそれらに対しては会場で指摘していただき，まとまった論文として発表していただくよう，発表者自身が今後考えるべき問題だと思われる。特定テーマをもうけても良いが，とにかく発表は制限しない方が良いのではなからうか。

(2) 会期日数と部屋数は，論文数によって定まってくる。日数はやはり3日ぐらいが種々の意味から限度であるだろう。部屋数は少ないにこしたことはない。

(3) プログラムの編成に関しては，特に今回のように4室にもすると，どうしても聞きたいものがぶつかる。また1人の方が多くの論文に連名となっている場合は，同じコマの中に組めず，内容的には少々ずれていても他にまわさなければならない。とくに編成の技術的なこととして，現在，題目と2行程の内容説明だけを申込みとして受け付け，それで全部のプログラムを組んでいるが，これでは内容がはっきりしないので，

今後は申込みと同時に論文提出にしてはどうだろうか。

日本伝熱シンポジウムは年々重ねるごとに盛大になり、日本の伝熱関係の論文発表は、ほとんどここで行なわれるようになり、このシンポジウムに出席すれば日本の伝熱研究者のほとんど全ての人に会えることなどが定型化されて来た。それだけに5月に開催されるシンポジウムは意義があり、また日本の伝熱研究の上からも責任があるように思える。今後これが内容的にも増々充実するよう考えて行きたいものである。

(1)「伝熱研究」Vol. 6 No. 21 (1967, March)

伝熱研究会の昔話

故 橋 藤 雄

伝熱研究という目標をもつ者の大集合である日本伝熱研究会が発足して今年で10年になった。10年ひと昔のその10年である。たってみれば早い月日であったとも思うし、その間の出来事のあれこれを思い浮べてみると長かった時間のようにも思われる。発足してからの経過は「伝熱研究」をひもといてみれば大体ははっきりわかることだと思うので、ここではその前身といってもよかろうかと思う伝熱工学研究会のことを書いてみたい。伝熱工学研究会は今の研究会とは別な組織であることは日本という字が頭についていないことから明瞭であり、今の全国的な研究会が過古の伝熱工学研究会と直接つながるもののように思うことには異論もあろうし、またその通りである。しかし何も関連がなかったかといえばそうも云いきれない。それは日本伝熱研究会の発足当時の会員は特に申し出られた方以外は全部前研究会の会員であったことや、僅かながら繰り越し金などが引継がれたことなどを考えれば、そんなふうに考えてもよいだろう。ところで昭和27年の春がここにのべる「伝熱工学研究会」の発足した年であった。当時の東京は、東京以外の大都市もみなそうであったろうが敗戦のあとの焼けあとがそっくり残っていた。食べ物は乏しく、秋葉原の国電の駅から上野の森の博物館が見通せるありさまであった。その頃東工大の川下研介先生と偶然お目にかかったことがあった。先生は空襲のときにお背中に怪我をされたそうであった。「伝熱研究どころの騒ぎじゃなかったな。しかし父の体を焼いたからこれはたしかに伝熱といえるかな。」などとすさまじいことを例の漂々たる風貌と語り口で淡々と語られたのを今も覚えている。私もその空襲で家を焼かれ、家族の何人かを失っていたのでこのお話は身にこたえた。そんな状態ではあったが昭和25年に始まる朝鮮戦争はようやく日本の

工業界に立ちあがりのきっかけを与えた。戦後バケツだの釜など作っていたメーカーも軍需産業に急速に切り換え、波及効果で民需も立ち直りを見せることになった。こうした背景で伝熱工学研究会という名の同志的な研究グループは発足したのであった。主力は機械学会の熱および熱力学部門委員会の常連メンバーと北大、京大、阪大、九大などの研究者で、もともととにかくと連絡もよく、気の合った仲間であった。先ず会の目的であるが、これは「学問としての伝熱学と現場の技術との結びつきをはかること」に重点が置かれた。具体的な活動としては時々研究会を持って新らしい学問的な話や、現場の困っている問題についての紹介説明をしあったり、ときには外国文献の紹介なども行われ、学会とは全く違った懇談会のような空気の集会であった。会場は時にメーカーであったり、時には大学であった。多くは同時に見学も行なわれた。そして茶菓は必ず用意した。当時は文献類の数も少なく今の情報洪水時代には想像もつかない程さびしいものであったので、誰かが入手したものを広く分配することも急務であったから外国の資料は会員が分担して翻訳し、ガリ版刷りで有料で希望者にわけたりした。このNo. 1は日立製作所の平山省一氏の手を煩わしたもので、当時同氏は科研に居られたと記憶する。これが昭和27年の暮であった。会員は個人会員と賛助会員とがあり、会費はそれぞれ年額1000円と2000円であった。この会費は当時でも安過ぎるという意見もあったが、賛助会員のおかげでどうにか運営はできた。会長などはなく幹事の合議制で、雑用は私が引受けた。その後段々と世間も平常に戻りはじめ、それにつれて外国人の研究者の来日もポツポツあらわれ、日本人の留学者もでてきた。尤も帰国した某氏の話では外国での生活は楽でなかったようで、food for dogとかいうレターのはってある罐詰が結構いけるなどという悲しい情報もあった。カリフォルニア大バークレーのH. A. ジョンソン教授の来日もそんな頃で研究会では懇談をしたと記憶する。同氏はその後大の日本好きになって度々来日されたが今年の1月に白玉楼中の人となられた。カ大ロサンゼルスの方ルスター教授も東大に客員教授として来日された。この時

は東大の内田教授のお骨折りで沸騰シンポジウムが行われた。記録によると会する者44名、昭和33年のことであった。かくて10年、その間に会の活動にも消長はあったがとに角つづいてきて、日本伝熱研究会の発足に当り発展的解消をすることになった。新しくできた日本伝熱研究会は規模が大きくなるとともに会則も整備され、幹事の交代制などが制度化され国際的な活動なども目的にとり入れらることになったが学会風にはしないでいこうということは発起人一同の一致した意見であった。初代会長は名大の小林教授で、学術会議との関連を持つための機構の設定をはじめ、いろいろの創設期に伴う問題を適切に処理された。なお当時、ほかにも同様な研究会があったが、伝熱研究者に特有な(?)和気あいあいたる空気は遂にこれを1本化することになった。京大の佐藤教授をはじめ何人かの方のお骨折りが大きかったと記憶する。かくて現在の日本伝熱研究会にまで発展することとなり、今やその活動は甚だ活潑で、年1回のシンポジウムは伝熱研究者の最大の行事となるに至った。まことにご同慶のいたりである。しかし研究会自体に内包されている問題点も決して少いわけではない。これらは会員諸兄の良識によって段々に解決され、益々発展の一路を進まれることを期待する。思いつくままに筆をとったが記憶違いもあろうかと思われる。その点はお許しいただきたい。

橋藤雄先生の御逝去をいたむ

東京大学 甲藤 好郎

6月10日の朝、橋藤雄先生が急逝されてから、はや2ヶ月、今日、8月10日の東京は、透明に澄みきつた青空と大気に包まれて、夏休みの大学の構内にも夏の日が射している。そして樹々や建物の鮮かな姿が、くつきりと見えれば見えるほど、先生亡きあとの淋しさが胸に湧いて来るように思う。そして、なぜ先生には、こんなにも早く、われわれから去って行かれたのだろうかと思う。

ひるがえつて思えば、わが国の伝熱工学の分野における先生の功績は誠に大きかったといえよう。先生には、その人柄からボス的なスタイルをとられることが絶対になかったが、伝熱工学の今日の隆盛を切り拓かれ、われわれ後輩に与えられた中心人物の一人である。そして、その意味で、実に多くの人々が先生の恩恵を知らず知らずのうちに受けているのである。

若い会員の方々も、たとえば日本伝熱シンポジウムの状況などを通し、伝熱分野の研究者の活動が、いろいろな面で非常に活潑な特色を持つことに気付かれています。しかし、こうしたことも、ずっと以前からの諸先輩の活動の積み重ねの上こそ成立している。そして、なかでも伝熱工学が熱工学の中心になり始める昭和20年代から、機械学会の熱・熱力学部門委員会や、伝熱工学研究会などの諸活動を通して絶えず伝熱工学推進の重要な基柱になつて来られ、また、この日本伝熱研究会の創立その他にも主要な働きをされた橋先生の役割は、誠に大きいものがあつた。殊に筆者のごとく、後輩としてずっと先生の活動を眼の前にしつつ生長してきたものにとって、こうした先生の姿と功績を永遠に忘れることができない。

さらに先生について特記すべきことは、その生涯を通して、先生の研

究の具体的内容が、ほとんどすべて伝熱工学に関するものであつたということであろう。それだけに伝熱工学にかけられた先生の情熱は、本物であり、そして約50篇におよぶ研究論文は、非常に多岐にわたっているのであるが、その特色として橋先生は比較的複雑なプロセスを含む伝熱現象に対し研究を進めておられる傾向がある。

これは先生が常に、実際技術と有機的な関連をもつ基礎的研究こそ、真に価値あるものだという哲学を持つておられたことから来ているものと思われる。なお先生は、明晰な理論解析に深い愛着を持たれながら、一方、たとえ、ごく僅かであろうとも実験結果との差異があるとき、その物理的原因を決して、そのまま無視することは許さないといった風の強く、きびしい実証精神を心のなかに秘めておられた。そして、そういった立場から先生には、しばしば透徹したアイデアを得ておられていたように思われるのである。

橋先生は、驚くほど精密微妙に動く精神を心のなかに持たれながら、多くの場合、対外的には誰にも温和、かつやさしく対応された。そして戦災で幼いお嬢様を失われるといった悲しい体験を秘められた橋先生は、透徹した目で人生を見つめられると共に、寛大でわけへだてのない心を持つておられた。従つて、また無意識のうちに人々の心に暖かいはげましを与えることも多かつたのではないであろうか。

なお、多くの人を知るように、先生には、学問以外に、知的な趣味の広さと水準の高さにおいて人を驚かすものがあつた。音楽、詩歌、演劇、美術など芸術を広く愛好され、バイオリンの演奏なども名手であつた。また卓球、庭球などのスポーツを愛好される一方、囲碁、将棋などのゲームはプロ級の腕前という面も持つておられた。そして、そうした豊かな学識と趣味をベースにして先生は、ユーモアの精神にもあふれ、先生の講義や対話は聞く人を魅了せずにはおかなかつた。

だが、この橋先生の優れた精神は突然、われわれの前から永遠に去つて行かれた。わが国の伝熱分野の歴史の1ページに、このような形で悲しい記録が書き加えられることになろうとは、誰しも想像していなかつ

たことであろう。去る5月下旬、広島での第9回日本伝熱シンポジウムの際、広島を一緒に歩いておられた先生は、筆者に、どういうわけか過ぎし日のことを話しておられた。先生が死を予感しておられた筈もないが、痛恨の念に堪えぬとは、こういう気持ちをいうのであろうか。

築地本願寺講堂での御葬儀(6月16日)は、原子力工学をはじめ各方面からの500余名の参列者のもとに、しめやかなうちにも誠に盛大にとりおこなわれた。特に日本伝熱研究会からは会長からの御焼香、および生花を頂き、橘先生にも喜んでおられたことと思う。なお英国の Shalding 教授、米国の Eckert 教授、Hartnett 教授などからも、丁重な弔意の手紙(橘先生が Int.J.Heat Mass Transfer の Honorary Editorial Advisory Board の Co-chairman をしておられた関係で京大の佐藤俊教授を通し)を頂いている。世界の伝熱分野の大きな損失ということで、またわが国への弔意にもなつていようかと思う。

故 橋 藤 雄 先 生 を 偲 ぶ

東 京 大 学

秋 山 守

10年前、橋先生と私は出来上って間もない研究室の窓からはるかに東の方を眺めていた。そのとき橋先生はしみじみと仰言った。「ここが君にとっても僕にとってもついの住家になるだろうネ」。そして、橋先生は事実その御言葉通りになってしまわれた。

この10年間、橋先生は東大原子炉熱工学研究室の育成に文字通り心血を注いでこられた。先生は根っからの学者肌で、研究が心底よりお好きであるように見受けられた。しかし、約束の研究討論のために、貧血に倒れた身をおして登学され、あるいは高血圧や風邪による高熱の病の中で、夕食抜きで夜分延々何時間も御指導下さった御姿からは、何か研究に対する「決意」のようなものが感じられ鬼気迫る思いが残っている。

先生は研究討論に際して、あいまいさをひどく御嫌いになった。ことに本人が理解し得てないことをごまかして披瀝したりすると、とことんまでやつつけられた。だから私などは、これ以上は判りませんと最初から開き直ったりして先生を手古ずらせた。しかし、反面、先生は人生における厳然とした不可解さやあいまいさをむしろ強調され、私共の至らぬ点を暖い眼差で御許し下さり、また私共の不安や悲しみを深く慰めて下さった。

この先生に対して、研究室における弟子が果して何を御報いしたのか、私は私自身を振返って本当に身も細る思いが続いている。

橋先生、長い間の御指導を心より感謝申し上げます。どうか今は安らかに御眠り下さい。

地方グループ活動コーナー

九州研究グループ

(1) 昭和46年12月10日(金)

九州大学工学部応用原子核611号

- (1) 落下液膜の熱伝達係数について(第2報)
(九大工) 吉岡啓介[○] 長谷川修 田中芳久
- (2) 層流膜状凝縮における二相境界層理論と Shekriladze-Gomelauri の吸込アナログ理論との関係について
(九大生研) 上原春男[○] 藤井 哲
- (3) コンデンサの歴史
(九大生研) 藤井 哲[○] 上原春男

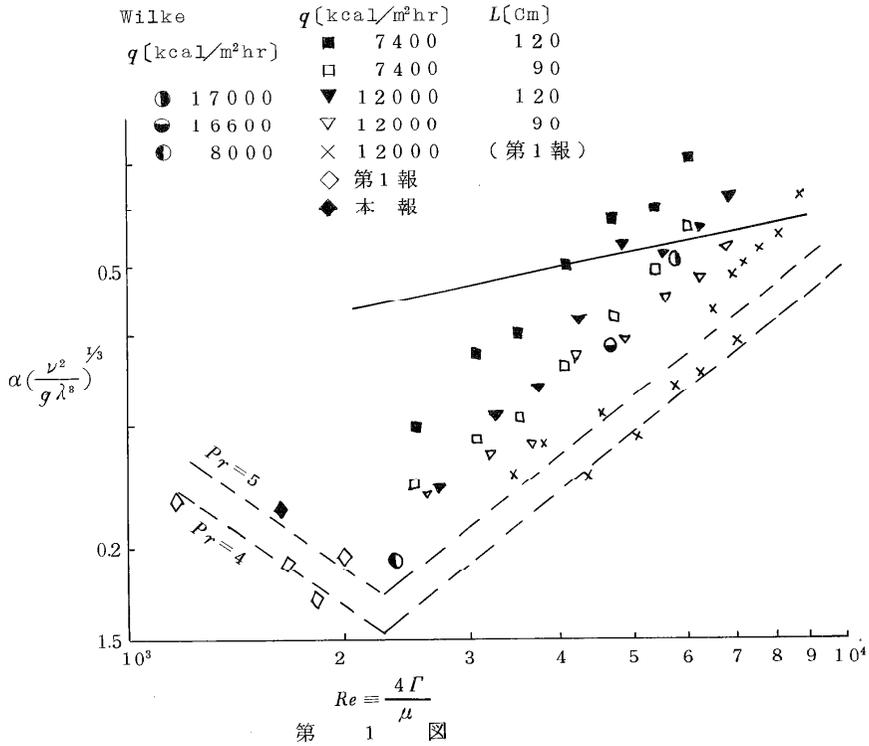
(1) 落下液膜の熱伝達係数について(第2報)

九大・工・応用原子核工学科 吉岡啓介 長谷川修 田中芳久

乱流域における落下液膜の局所熱伝達係数の測定報告は非常に少なく、しかも、この熱伝達係数の値がほぼ一定となる領域は(落下開始点と冷却開始点とを合致させた場合であるが)かなりの落下距離を経てからである。第1報においては、落下距離80cmまでは、このような領域を検出できなかったことを示した。本報では、テストセクション全長を150cmに拡大して、同様な実験を行なった結果を示す。壁面温度の検出端は落下距離60, 70, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140の各位置である。この検出端の落下方向における取りつ

け位置は一直線上にあり、液膜流れがテストセクション円周方向で一様であることのチェックは視察によって判断した。落下距離 75 cm の位置は第 1 報において異常に高い熱伝達係数が検出されていた場所であり、今回の実験でも同様な傾向が検出されている。今回の実験によって熱伝達係数がほぼ一定となる領域は落下距離 90 cm 以上のところであり、これは Wilke の示した値の 2 倍弱の位置になっている。

熱伝達係数がほぼ一定となった領域での熱伝達係数の値は Wilke の示した傾向と合致して来ており、第 1 報で示したデータから得られる整



理式の値は低い値に見積られていることが判った。これは落下距離 85 cm の位置のものであったためと考えられる。第 1 図は落下距離 90 cm および 120 cm のものであり、図中の破線は第 1 報のデータからの整理式による値を示すものである。また実線は Colburn の乱流凝縮液膜に対する整理式による値である。(90 cm, 120 cm の位置は熱伝達係数がほぼ一定値とみなせる領域内での最低値(90 cm)と最高値(120 cm)とが得られた場所である。)

(2) 層流膜状凝縮における二相境界層理論と Shekriladze-Gomelaury の吸い込みアナロジ理論との関係について

九州大学生産研 上原春男 藤井 哲

Shekriladze-Gomelaury は平板上の層流膜状凝縮の理論解析に際して、気液界面の剪断力を次のように仮定している。

$$\mu_L \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right) = j(x) (U_\infty - u_0) \quad (1)$$

ここに、 $j(x)$ は吸い込み質量束、 U_∞ : 主流の速度、 u_0 : 気液界面における液膜の速度。しかし、(1)式の数学的根拠を明らかにしていない。したがって、筆者らは二相境界層方程式を用いて(1)式の証明を行なった。そして、Shekriladze-Gomelaury の解析方法は従来の二相境界層理論の近似解法の一つにすぎないことを明らかにした。講演の内容の詳細は水平円筒の場合とともにすでに文献〔1〕に発表した。

文 献

- 〔1〕上原春男、藤井 哲：層流膜状凝縮における二相境界層理論と Shekriladze-Gomelaury の吸い込みアナロジ理論との関係についての覚え書き、九州大学生産科学研究所報告第 53 号 21～24

(1971)。

(3) コンデンサの歴史

九大生産研 藤井 哲 上原春男

コンデンサの歴史について次の順序で説明を行なった。

1. 緒 言
2. 初期の蒸気機関の発達と復水器
 - 2.1 古代からルネッサンス頃までの凝縮器
 - 2.2 初期の蒸気機関
 - 2.3 Watt の蒸気機関と復水器
 - 2.4 表面復水器の原形
 - 2.5 蒸気原動所サイクルの確立
 - 2.6 船用蒸気機関での復水器の本格的な使用開始
3. 伝熱学の誕生と初期の発展
4. 蒸気タービン用復水器の変遷
 - 4.1 蒸気タービンの出現と復水器
 - 4.2 1900～1930年間の復水器の発展
 - 4.3 1930年以降の復水器
5. わが国における初期の蒸気機関と復水器
6. 表面復水器の伝熱面積の算出基準の成立過程
7. 復水器および凝縮熱伝達に関する研究の最近の傾向
8. 復水器の発達の時代区分
9. 結 論

なお、本講演の内容の詳細は雑誌に投稿すべく整理をしている。

(II) 昭和47年2月4日(金) 午後1時30分
九州大学工学部

- (1) 物性値変化を考慮した自然対流熱伝達の解析について
(九大工) 長谷川修, 越後亮三
(動燃) 福田研二
- (2) 空気吹込による液体の自由対流熱伝達増進について
(鹿大工) 玉利賢一
(九大工) 西川兼康

(1) 物性値変化を考慮した自然対流熱伝達の解析について

九大工 *長谷川修 越後亮三
動燃 福田研二

物性値変化を考慮した自然対流の解析に際しては, 基礎偏微分方程式を流れ関数 ψ を用い, 相似変換を行なえば, 常微分方程式に帰着し得る。

しかしこの場合の相似変数として, $\eta = c x^{-1/4} \int_0^y \rho / \rho_\infty dy$ を用いる場合と, $\zeta = c x^{-1/4} y [c = \{ \frac{1}{4\nu_\infty^2} \frac{\rho_\infty - \rho_w}{\rho_w} g \}^{1/4}]$ を用いる場合とがあり, 前者では式(1)に, 後者では式(2)になる。

$$\left. \begin{aligned} 2(f')^2 - 3ff'' &= \frac{d}{d\eta} \left(\frac{\mu\rho}{\mu_\infty\rho_\infty} f'' \right) + \frac{\rho_w}{\rho} \frac{\rho_\infty - \rho}{\rho_\infty - \rho_w} \\ \frac{1}{Pr_\infty} \frac{d}{d\eta} \left(\frac{k\rho}{k_\infty\rho_\infty} \theta' \right) + 3 \frac{c_p}{c_{p\infty}} f\theta' &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

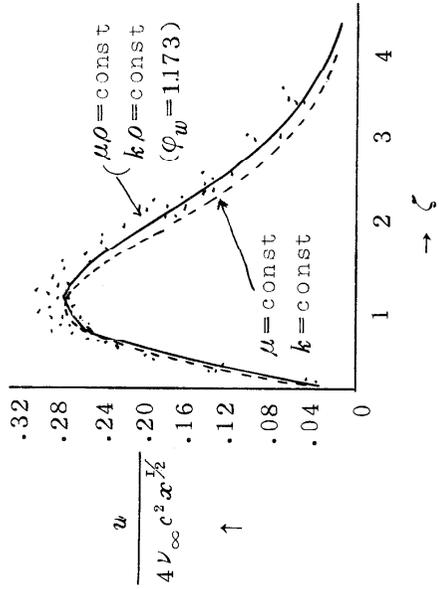
$$\left. \begin{aligned} \xi \frac{d}{d\zeta} \left\{ \frac{\mu}{\mu_\infty} (\xi f')' \right\} + 3 \xi f \frac{d}{d\zeta} [\xi f'] &= 2 (\xi f')^2 \\ &+ \frac{\rho_w}{\rho} \frac{\rho_\infty - \rho}{\rho_\infty - \rho_w} \\ \frac{1}{Pr_\infty} \frac{d}{d\zeta} \left\{ \frac{k}{k_\infty} \theta' \right\} + 3 \frac{c_p}{c_{p\infty}} f \theta' &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ここで $f = (4\nu_\infty c x^{3/4})^{-1} \psi$, $\theta = \frac{T - T_\infty}{T_w - T_\infty}$, $\xi = \frac{T}{T_\infty}$ で、プライムは式(1)では η について、式(2)では ζ に関する常微係数をあらわす。ところで式(1)で $\rho T = \text{const.}$, $c_p = \text{const.}$, $\mu \rho = \text{const.}$, $k \rho = \text{const.}$ とすれば式(3)になり、これは物性値一定の場合の相似変換後の常微分方程式で、式(2)からは、いわゆる浮力項については密度変化を考慮し、その他では物性一定と考えることとし、 $\mu = \text{const.}$, $k = \text{const.}$, $c_p = \text{const.}$, $\rho = \text{const.}$, (or $\xi = 1$) とおくことによって得られる。

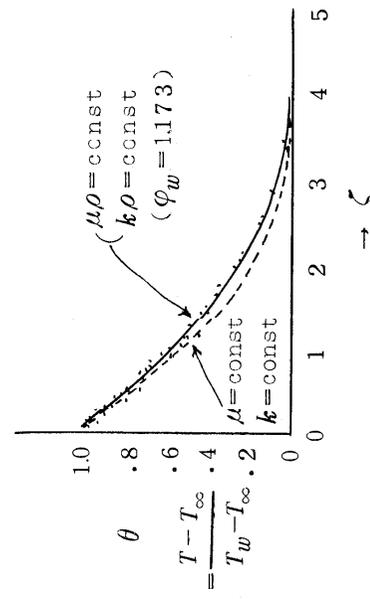
$$\left. \begin{aligned} f''' + 3ff'' - 2(f')^2 + \theta &= 0 \\ \theta'' + 3Pr_\infty f\theta' &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

ところで物性値の温度依存性を $c_p/c_{p\infty} = \xi^P$, $\mu/\mu_\infty = \xi^r$, $k/k_\infty = \xi^s$ で表現すれば、この関係を式(1), また(2)に入れて数値的に解けば良い。しかし実在気体を式(3)の解で近似するには、物性値一定と近似するより、 $k\rho = \text{const.}$, $\mu\rho = \text{const.}$ として近似する方がより良く、その場合には ζ の代りに η を用いれば同じ式(3)に帰着しうが、独立変数が違うので速度分布、温度分布は下図のような差が生じ、Schmidt などの実験値とも良く合うことを示した。さらに温度差の大きい実在気体の物性値の温度依存性を考慮した解析についても検討した結果について言及した。

Schmidt の実験値



速度分布



温度分布

(2) 空気吹込による液体の自由対流熱伝達増進について

鹿大工機 玉利賢一
九大工機 西川兼康

垂直伝熱面からこれに接する液体中に空気ほうを吹込んで液体かくはんを行なった場合の熱伝達について実験を行ない、空気ほうによる液体かくはん時の熱伝達は伝熱面の寸法、吹込ノズル数 Z_n 、空気吹込位置 ξ 、ノズル間隔 ζ 、および液体の種類のかんにかかわらず、 $q \geq 3200$ [$\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}$]、 $1 < Z_n \cdot Q_0 < 30$ [Ncm^3/s]、 $\xi \geq 10$ [mm] の範囲をとれば、次のような関係が成立することが判明した。

$$\frac{\alpha}{\alpha_0} \propto q^{-\frac{1}{8}} \cdot (Z_n \cdot Q_0)^{\frac{1}{5}} \cdot \exp\left(-0.94 \frac{\xi}{\xi_0}\right)$$

ここで α : 空気吹込時の熱伝達係数、 α_0 : 自由対流熱伝達係数、 q : 伝熱面熱負荷、 Q_0 : 吹込空気流量、 ξ : 伝熱面から吹込口中心までの垂直距離、 ξ_0 : α/α_0 が一定値になる最小の値である。今の場合 $\xi_0 = 50$ [mm] ととった。上記の実験式は次の条件の実験から求められた。伝熱面は高さ $H = 200$ [mm] と $H = 100$ [mm] の二種類の垂直伝熱面を用いた。実験用液体は比抵抗が 10^6 [$\Omega\text{-cm}$] 以上の純水と純度が 99.5% (容積) のエタノールを大気圧のもとで使用した。なお各空気吹込用ノズルからは同時に等量の空気を液中に吹込んだ。以上の結果から次のような空気ほうによる液体かく乱時の熱伝達式を得た。

$$Nu = 15.2 \left[\bar{Nu}_0 \cdot Gr^{*- \frac{1}{8}} \cdot Re^{\frac{1}{5}} \cdot \exp\left(-0.94 \frac{\xi}{\xi_0}\right) \cdot \left(\frac{H}{B}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot Pr^{-0.08} \right]$$

Nu : 平均ヌセルト数、 Gr^* : 修正グラスホフ数、 \bar{Nu}_0 : 自由対流時における平均ヌセルト数であり、熱流束一定の場合は $\bar{Nu}_0 = 0.74 (Gr^* \cdot Pr)^{\frac{1}{5}}$ $\left[\frac{Pr}{0.8 + Pr} \right]^{\frac{1}{5}}$ から計算できる。 Re : レイノルズ数、 H : 伝熱面高さ、 B

:伝熱面の幅, Pr :プラントル数, 整理の結果は, $1.5 \times 10^9 < Gr^* < 6 \times 10^{11}$, $20 < Re < 2500$, $4 < Pr < 16$ の範囲においては $\pm 20\%$ の範囲において良好な結果を得た。

(Ⅲ) 昭和47年5月12日

九州大学工学部

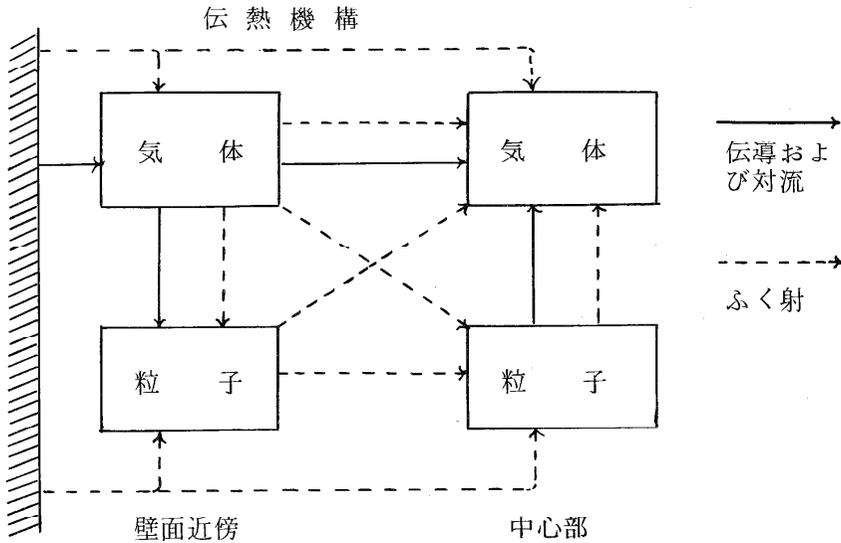
- (1) ふく射性ガス-固体微粒子群混相媒体の乱流熱伝達
(九大工・応原) 越後亮三 長谷川修 °武智英典
- (2) 真空下の円管内凝縮における圧力分布について
(九大工・化機) °松田 晃 宗像 健 斎藤健二
- (3) スラグ流モデルによるバーンアウト熱流束の整理
(熊大工・機械) 楠田久男 °井村英昭
- (4) 高温平板の水却
(三菱重工・広島研) 荒巻誠吾 °柳 謙一

(1) ふく射性ガス-固体微粒子群混相媒体の乱流熱伝達

九大工 越後亮三 長谷川修 °武智英典

固気二相流で, 固体微粒子群とともに担体気体がふく射を吸収射出す

るいわゆるふく射性ガスの場合には化学工学その他の分野において必然的に生ずる課題であるので、本報では高温において伝導・対流の伝熱機構とともに重要になってくるふく射まで考慮に入れた解析をおこなう。



円管内乱流で流れ場は発達した，壁温一定加熱の温度助走区間につき，エネルギー方程式を差分化し，進行形の問題として数値計算した。

粒子が微小である時（ $10 \sim 100 \mu$ 程度），混相の吸収係数 $\kappa_m (= \kappa_p + \kappa_f)$ が重要なパラメータで，そのうちの κ_f の比率（ κ_f / κ_m ）は熱伝達にあまり影響を与えないことを計算結果は示した。それゆえこのパラメータ範囲では管軸方向に， $\zeta = x / (1 + \Gamma) R Re Pr$ で無次元化し，光学的厚さ $\tau_{m0} (= \kappa_m R)$ を使って，粒子ローディングが比較的小さい時の高温における混相流動熱伝達を单相のように取り扱える。粒子を加えて体積比熱を増加することで温度場の発達を遅らせる効果に加えて，吸収係数を増加できることが高温における熱伝達を大きく改善することを示した。

(2) 真空下の円管内凝縮における圧力分布について

九大工化学機械 ○松田 晃 宗像 健 斎藤健二

常圧における凝縮をとまなう管内蒸気流の圧力変化に関する研究はいくつかあるが、蒸気マッハ数は1に比べて小さい。低圧になると蒸気速度は容易に音速近くに達し、この方面の研究はみあたらないようである。

実験装置はすべてガラスで作られ、内径20 mmの管を用い、試料としてはシュウ酸ジエチルを使用した。実験結果の数例を図1に示す。小さ

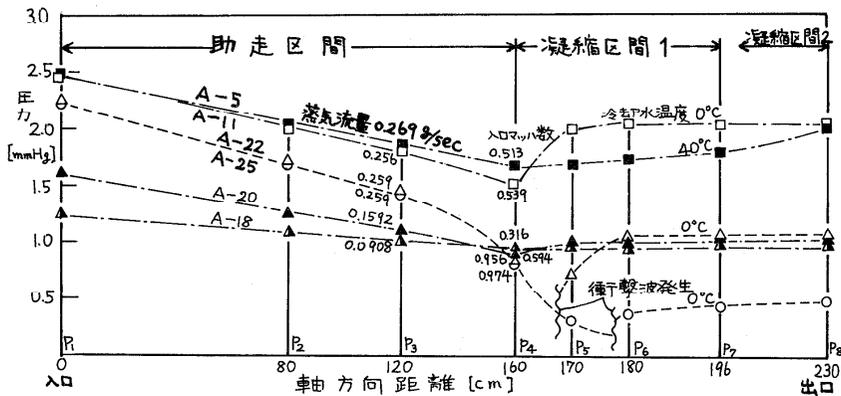


図 1 凝縮実験結果

い蒸気流量では凝縮部1での蒸気の凝縮により静圧が上昇するが、A-22では P_5 は P_4 より低くなり、凝縮部入口から5~8 cmの位置に衝撃波のためと思われる凝縮液膜の凹凸が観察された。出口圧 P_8 を0.5 mm HgにしたA-25ではこの液膜の凹凸は15~18 cmの位置にできた。A-22, A-25の凝縮部入口のマッハ数はほぼ1に近い。この衝撃波の出来る場合の圧力分布に対して次のように考えた。

Shapiro らが一般的な一次元流れに対して導いた式を本実験に適用

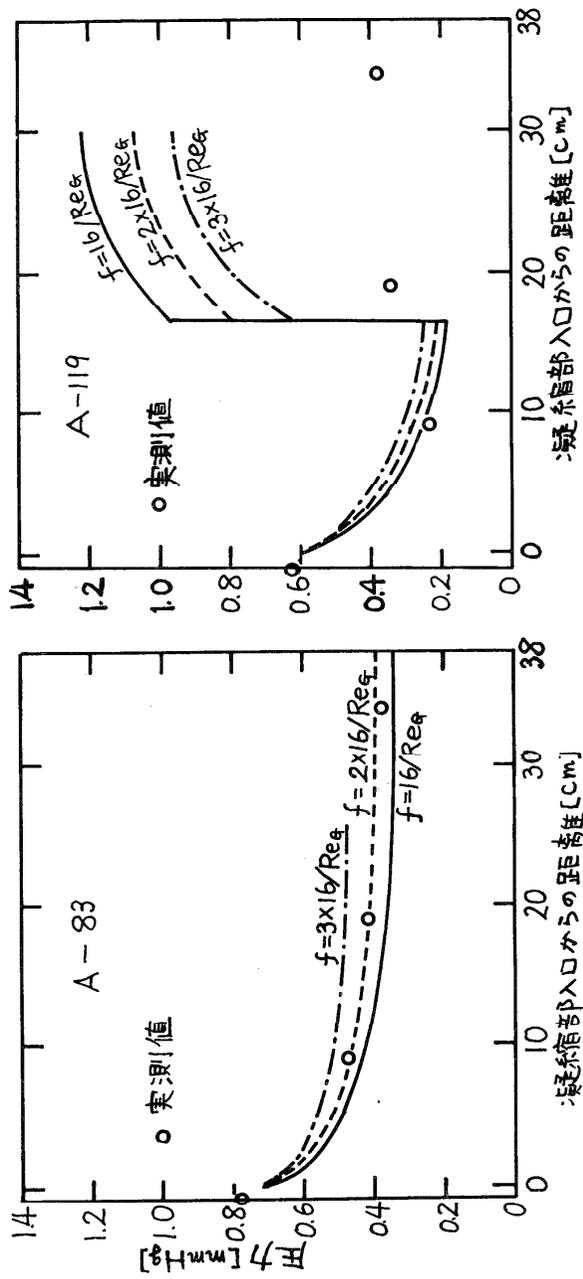


図 2 計算結果と実測値の比較

すると次式を得る。

$$\frac{dP}{P} = \frac{\gamma M_a^2 \left[4 \left(1 + \frac{\gamma-1}{2} M_a^2 \right) \pi D^2 U_m (T_s - T_c) / \lambda \cdot w - (1 + (\gamma-1) M_a^2) 4f \right]}{2(1 - M_a^2)} \frac{dz}{D}$$

γ : 比熱比, M_a : マッハ数, T_s : 凝縮液膜表面温度,
 T_c : 冷却水温度, λ : 蒸発潜熱, w : 蒸気流量

上式を入口から衝撃波が発生する点まで適用して凝縮器内の圧力分布を計算した一例が図2である。それに際し、総括伝熱係数 U_m は実験より求め、摩擦係数 f としては $f = (1, 2, 3) \times 16 / Re_G$ を使って計算した。A-83 は $f = 2 \times 16 / Re_G$ とした計算結果とよく一致している。A-119 は圧力分布の傾向は一致しているがその絶対値には相当の開きがある。この計算については更なる検討が必要である。

(3) スラグ流モデルによるバーンアウト熱流束の整理

熊本大工 桶田久男 ◯井村英昭

低圧における強制対流バーンアウト熱流束 q_{B0} の実験結果は図1のようになり、スラグ流領域で極小値を示すことが知られている。⁽¹⁾ 本報告は大気圧においてバーンアウトの実験を行い、スラグ流モデルによって極小値付近のデータの整理を試みたものである。

供試管としては内径 1.0 mm, 長さ 300 mm のステンレス管

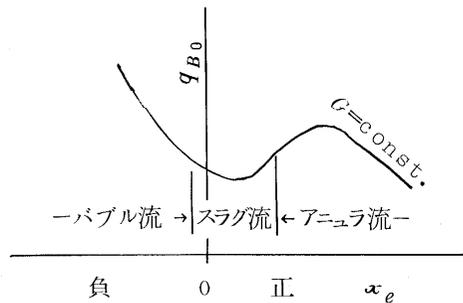


図1 q_{B0} と x_e の関係

を使用し、直流通電によって加熱した。実験は内径 10 mm の円管およびその円管内に外径 7, 8 および 9 mm の黄銅棒を挿入した環状流路で行った。

環状流路の場合スラグ流モデルによるバーンアウト熱流束は佐藤ら⁽²⁾によって次式であらわされている。

$$q_{B_0} = A \frac{\gamma_w h (D_0 - D_i)}{4 L_g} \frac{d_h}{d_m} \left[0.2 V_{in} \left(\frac{\gamma_w - \gamma_g}{\gamma_g} x_{B_0} + 1 \right) + 0.35 \sqrt{g D_e} \right] \quad \dots (1)$$

ここで A : 比例定数, x_{B_0} : バーンアウト点の乾き度, D_e : 水力直径, d_h : 内壁加熱の場合は内壁における液膜厚さ, 外壁加熱の場合は外壁における液膜厚さ, その他の符号および(1)式の誘導は文献(2)を参照のこと。(1)式によって q_{B_0} を求める場合実際問題として x_{B_0} を決定するのは非常に困難であるので, ここでは x_{B_0} のかわりに出口乾き度 x_e を用いて計算した。(1)式を変形すると次式となる。

$$B = \frac{1}{A} \frac{L_g}{D_0 - D_i} = \frac{\gamma_w h}{4 q_{B_0}} \frac{d_h}{d_m} \left[0.2 V_{in} \left(\frac{\gamma_w - \gamma_g}{\gamma_g} x_e + 1 \right) + 0.35 \sqrt{g D_e} \right] \quad \dots (2)$$

佐藤ら⁽²⁾, 青木ら⁽¹⁾, 戸田⁽⁵⁾ および筆者らのデータを(2)式を使って B の値を計算して整理し, 次式を得た。

$$B = x_e^{0.9} V_{in}^{0.45} / 0.023 D_e^{0.75} \quad \dots (3)$$

(2), (3)式より次式が得られる。

$$q_{B_0} = 0.023 \frac{\gamma_w h}{4} \frac{D_e^{0.75}}{x_e^{0.9} V_{in}^{0.45}} \frac{d_h}{d_m} \left[0.2 V_{in} \left(\frac{\gamma_w - \gamma_g}{\gamma_g} x_e + 1 \right) + 0.35 \sqrt{g D_e} \right] \quad \dots (4)$$

円管の場合は $d_h/d_m = 1$ とすればよい。

文 献

- (1) 青木ら, 第6回伝熱シンポジウム(1969-5), 41.
- (2) Sato et al, 3rd Int.Heat Transf. Conf. 4-138
(1966), 226.
- (3) 戸田, 伝熱研究 3-9(1964), 19.

(4) 高温平板の水滴による冷却

三菱重工・広島研 荒巻誠吾[○]柳 謙一

500℃以上のステンレス平板に, 気流中に100~150μの水滴を浮かせたフォグを衝突させた時の, 平板表面からの熱流束を実験によって求めた。

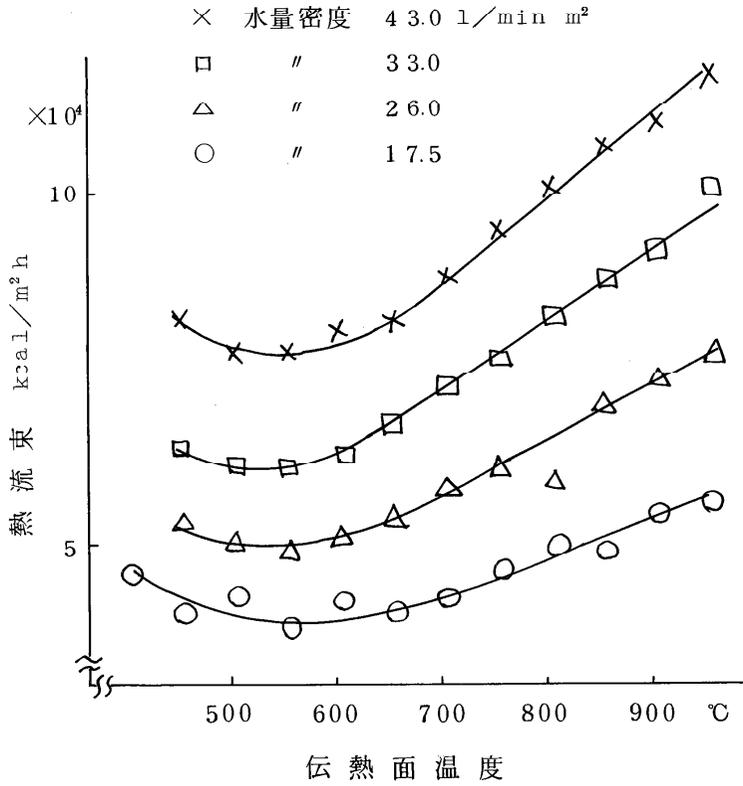
実験は, 5×30×0.2 mmのSUS27の平板を交流電流で加熱し, その表面にフォグを衝突させて伝熱量を測定すると同時に平板の裏面にPR熱電対を取付けて平板温度を測定した。

フォグは, 実験中, 平板に衝突する水量, 噴射圧力, 噴射噴離などの条件を変えた。

図に伝熱面温度を変えた場合の熱流束を水量密度(平板に衝突する水量)をパラメータとして示している。ここに示している熱流束はフォグによるものから気流による熱流束を差引いたもので, 水滴のみによる熱流束である。

この熱流束の特徴として500℃以下になると熱流束が増加すること。高温域ではほとんど直線で, その直線は伝熱面温度が常温のところまで横軸と交わることである。

これらのことから, 高温域では対流伝熱の様相を示し, 500℃以下



では沸とう伝熱的なものとなっているようである。

水滴の接触時間、接触面積を仮定して水滴と平板との間の局所的な熱流束を推算すると約 10^8 kcal/m²h のオーダーとなる。この伝熱の機構については今後研究を進めたい。

東海研究グループ

昭和47年5月13日(土) 13:00

名古屋工業大学機械工学科

- (1) 円管内乱流境界層の速度および温度
(名工大) 菱田幹雄* 長野靖尚
- (2) 希薄空気中における同心円筒面間の熱移動に関する研究
(名大工) 牧 忠 寺田 耕 水谷一樹*
(三菱自工) 羽白清一
- (3) 吸込を伴う回転円盤よりの熱および物質移動
(豊田工専) 井口 朗* 小森勝夫
- (4) 高温融体の熱拡散率の非定常測定法
(静大工) 小林清志 荒木信幸*
(原 研) 古川和男 加藤義夫
- (5) 冷媒の水平管内凝縮熱伝達
(日本電装) 石丸典生 (大阪瓦斯) 青柳 亘
(静大工) 泉亮太郎

- (1) 円管内乱流境界層の速度および温度

名工大 菱田幹雄* 長野靖尚

円管内流れで、入口流れを乱流とするための溝を設け、主として助走区間における速度および温度分布の実験を行なった。(文責・泉)

(2) 希薄空気中における同心円筒面間の熱移動に関する研究

名大工 水谷一樹 牧 忠 寺田 耕
三菱自工 羽白清一

最近の真空技術の発展にともなって、希薄気体雰囲気中での伝熱現象を工業的に利用することが多くなってきた。ここではその基礎的な研究として、希薄空気中におかれた同心円筒面間の伝熱現象について、実験結果の一部を報告する。

実験は 2×10^{-6} Torr から 10 Torr の圧力範囲で行ない、使用した3種類の同心円筒試料は表1に示すようなものである。以下、一例と

表 1 試 料 一 覧

試料 番号	内円筒 材 質	外円筒 材 質	内筒外 直径(cm)	外筒内 直径(cm)	直径比	設 定 温 度 差
I	タング ステン	銅	2.2 $\times 10^{-2}$	7.95 $\times 10^{-1}$	36.1	100℃
						75℃
						50℃
II	銅	銅	1.80	9.83	5.46	30℃
						20℃
III	銅	銅	3.00	9.83	3.28	20℃

して試料IIについての実験結果を示す。

得られた実験値を圧力と供給熱量でプロットしたものの一例を図1に示す。図中の低圧部で供給熱量が一定になっているが、この熱量を熱放

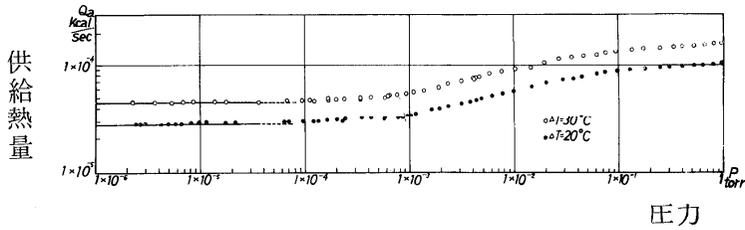


図 1

射による量と考え、他の圧力範囲の値から差し引いたものを気体中を熱伝導によって移動する熱量と考えた。なお、圧力10 Torr 以下の本実験範囲では熱伝達の影響はほとんどない。

供給熱量から熱放射の量を差し引いて、常圧附近(いわゆる連続域)での熱量で無次元化した量と希薄化の度合を表わす無次元量(Knudsen数: 移動場の代表長さと気体の平均自由行程の比)の逆数とで実験値の一部をまとめると図2のようになる。図中の実線は次に示されるような理論式である。

① Lees の式: $r_1/r_2 \ll 1$, $T_1/T_2 \doteq 1$ の単原子気体 $q/q_\infty = 1 / \{ 1 + 15 Kn / 2 \ln(r_2/r_1) \}$

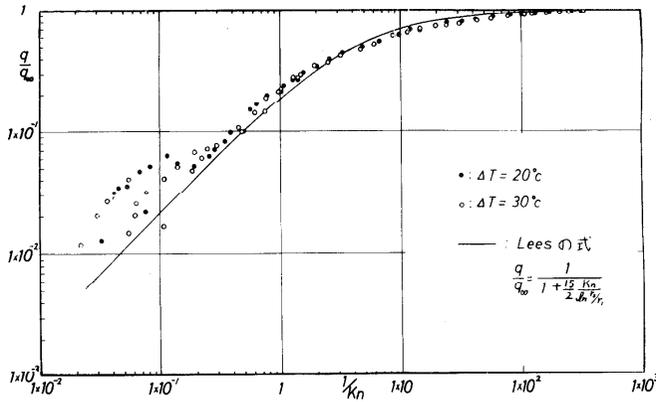


図 2

② 温度ジャンプ近似式： $T_1/T_2 \doteq 1$, $Kn < 0.1$, $q/q_\infty = \ln(r_2/r_1) / \{ \ln(r_2/r_1) + g_1/r_1 + g_2/r_2 \}$

ここで, Kn : Knudsen 数, r : 円筒半径, T : 円筒表面絶対温度, g : 温度ジャンプ長さ, 添字 1 : 内円筒, 添字 2 : 外円筒である。

図示されているのは試料Ⅱについての値のみであるが, 試料Ⅰ・Ⅲの実験結果をも考え合わせると, $1/Kn > 1$ では単原子気体に対する Lees の式は実験値とよい一致を示し, 2 原子気体の本実験の場合へ拡張されることがわかった。 $1/Kn > 1$ では熱放射による伝熱量が伝導熱量より大きくなり, 熱伝導量の算定精度が悪くなり, 理論式との比較についてははっきりしたことは言えない。なお, 試料Ⅱの条件では①式と②式は 1% 以内で重なるので図 2 では 1 本の実線で示した。

(3) 吸い込みを伴う回転円板よりの熱および物質移動

豊田工高専 井口 朗 小森勝夫

〔要旨〕 われわれは前回吹き出しを伴う回転円板よりの熱および物質移動を扱っているが, これとベクトルの異なる流れ場として本題を取り扱った。したがって実験装置としては前回のものを用い — ナフタリン円板直径 $d_0 = 2r_0 = 90 \text{ mm } \phi$, 吸い込み孔 $d_a = 2r_a = 6 \text{ mm } \phi$ (開孔面積 0.45%) は回転軸上にその中心をもつ — 吸い込み効果が流れ場。ナフタリン円板よりの物質移動, 熱移動に及ぼすものを調べた。

その結果は今後次のパラメーターで整理出来るものとしてその一部の整理を行った。

$$\text{Nu}_m \text{ or } \text{Sh}_m = f(Re_r, Re_s, Pr \text{ or } Sc, Gr, \frac{r_a}{r})$$

ここで $Re_s = \frac{v_a \cdot r_a}{\nu}$: 吸い込み流れの吸い込み孔における Reynolds

数, また $v_a = \frac{Q_a}{\pi r_a^2}$ [m/s] で Q_a は吸い込み流量 [m³/s] であ

る。特にまた吸い込み孔には内面丸味をつけたものについても調べたが, 丸味のない Straight pipe より吸い込みを行ったものについて 図 1 の結果を得, これを整理して $Sh_m = 1.215 Re_r^{0.34} Re_s^{0.1}$ を得た。

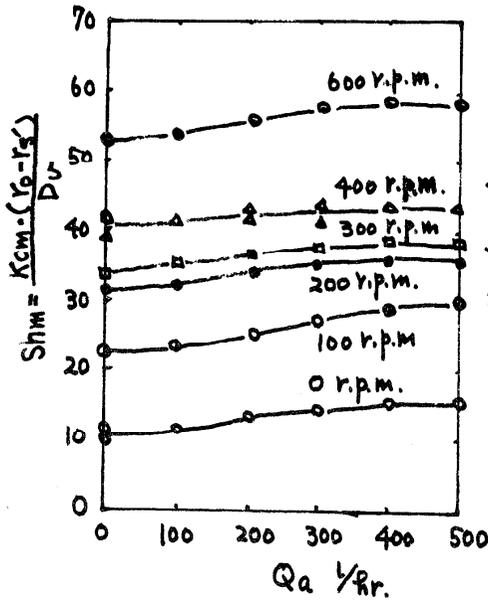


図 1.

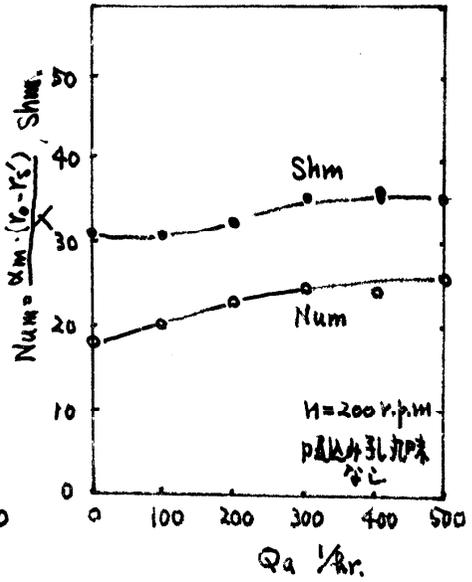


図 2

この吸い込み流れの効果は Kapinos の結果と同じ結論で妥当性あるものと思う。全般的には吸い込み孔開孔面積 0.45% から云って Sparrow, Gregg の uniform suction と比べて効果は少なく $\frac{r_a}{r_0}$ の効果を調べなくてはならない。

図 2 に示す物質移動と熱移動の相似性はほぼ成り立つと見てよいと思われる。

なお図で $(r_0 - r_s')$ はナフタリン面の半径巾でこれを代表長さとする

る。

(4) 高温融体の熱拡散率の非定常測定法

静大工 小杯清志 * 荒木信幸
原 研 古川和男 加藤義夫

〔まえがき〕 本研究は高温融体とくに熔融塩の熱拡散率をステップ関数状加熱方式による非定常法⁽¹⁾を用いて、高温領域でも比較的簡単に、しかも数秒程度の短時間に測定できる装置を開発したものである。

〔理論〕 熱拡散率 α の無限に広がっている物体中の原点におかれた無限平面状熱源をステップ関数状に加熱したとき、熱源に垂直な距離 l 点における t_1 時間後と t_2 時間後との温度上昇の比は次式であらわされる。

$$\frac{\theta(l, t_2)}{\theta(l, t_1)} = \frac{\frac{2}{\sqrt{\pi}} \sqrt{2F_0} \exp\left(-\frac{1}{8F_0}\right) - \operatorname{erfc} \frac{1}{2\sqrt{2F_0}}}{\frac{2}{\sqrt{\pi}} \sqrt{F_0} \exp\left(-\frac{1}{4F_0}\right) - \operatorname{erfc} \frac{1}{2\sqrt{F_0}}}$$

ただし、 $t_2/t_1 = 2$, $F_0 = \alpha t_1/l^2$

いま、 l 点における温度上昇曲線を実験的に求め温度比が測定されれば、上式から F_0 が求められる。したがって、 l , t_1 は既知であるから熱拡散率 α が求められることになる。

〔実験装置〕 試作した装置の概要を図1に示す。試料を16のルツポに入れ熔融し、18のスイッチを入れ、13の発熱板にステップ関数状の電流を流し発熱させる。これによる温度上昇を発熱板の下部中心にある熱電対14により測定し、増加分のみを電磁オンロにより記録する。一本の温度上昇曲線を描かせるに必要な時間は5~15秒であり、その

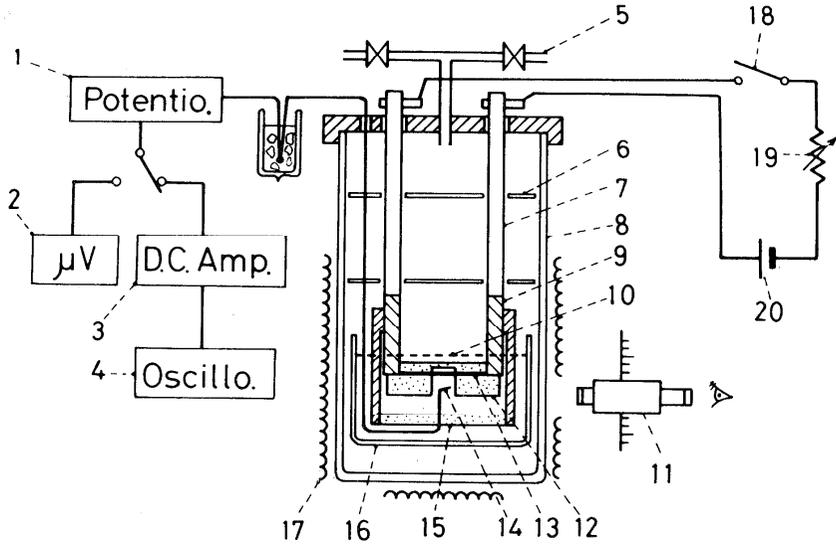


図 1 装置概略

間の上昇温度は2℃程度である。

〔測定結果〕 まず常温の蒸留水について測定したところ、標準とされているデータと良い一致を見た。溶融塩についての測定例として、図

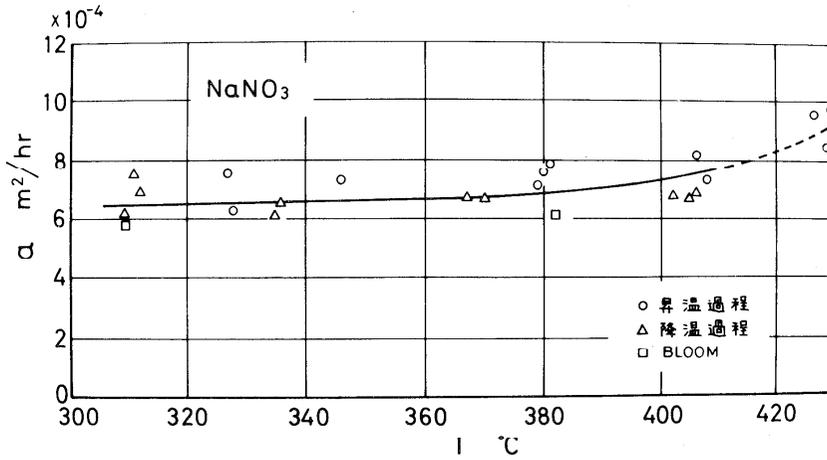


図 2 NaNO_3 の熱拡散率

2に NaNO_3 の測定結果を示す。

(5) 冷媒の水平管内凝縮熱伝達

日本電装 石丸 典生
大阪瓦斯 青柳 亘
静大工 泉 亮太郎

カーカーラ用として広く使用されている冷媒R-12の水平管内凝縮について実験を行ない、流動様式、流動抵抗および熱伝達率を三種類の管径について求めた。装置は既報と同じサイクルであるが(機械学会講演論文集, 仙台地方1970-11-7), 圧力を $P = 6.5 \sim 9.0 \text{ Kg/cm}^2 \text{ abs}$ とし、管内径は13.48, 21.2 mmおよび7.6 mmとした。

圧力損失は乾き度 α が直線的に変るとして

$$\Delta P_{TP} = \xi \frac{\Delta L}{D_i} \frac{\rho_l u_0^2}{2} \left[1 + x_m \left(\frac{\rho_l}{\rho_g} - 1 \right) \right] + \rho_l u_0^2 (x_{in} - x_{out}) \times \left[1 + x_m \left(\frac{\rho_l}{\rho_g} - 1 \right) \right] \quad (1)$$

で与えられ、二相の摩擦係数 ξ は次式で表わされる。

$$\xi = 2.72 Re_g'^{-0.57} \quad (2)$$

ここで、 Re_g' は見かけのレイノルズ数であり、 $2 \times 10^4 < Re_g' < 2 \times 10^5$ の範囲では式(1)は良く実験と一致する。

冷媒中に入る油の影響について、試料採取による実験では含油量は0.2%以下であったので、熱伝達に及ぼす効果は少ない。

凝縮の熱抵抗は液膜にありとし、液膜の状態および厚さが平均熱伝達率を決めると考え、平均液膜厚さ $\delta = \frac{D_i}{2} (1 - \sqrt{fg})$ より液膜レイ

ノルズ数, ヌッセルト数の代表長さに液膜の水力直径を取り実験点を整理すれば次となる。

$$\left. \begin{array}{l} Re \leq 850 \quad Nu Pr_e^{-\frac{1}{5}} = C Re^{0.5} \\ Re > 850 \quad Nu Pr_e^{-\frac{1}{5}} = C' Re^{0.8} \end{array} \right\} \quad (3)$$

ここで, C, C' は管径によって定まり,

$$C = 0.16 D_i^{0.65}, \quad C' = 0.069 D_i^{0.65}$$

で与えられ, 式(3)は $\pm 20\%$ で相関できる。

北海道研究グループ

昭和47年7月1日

北海道大学工学部機械工学科会議室

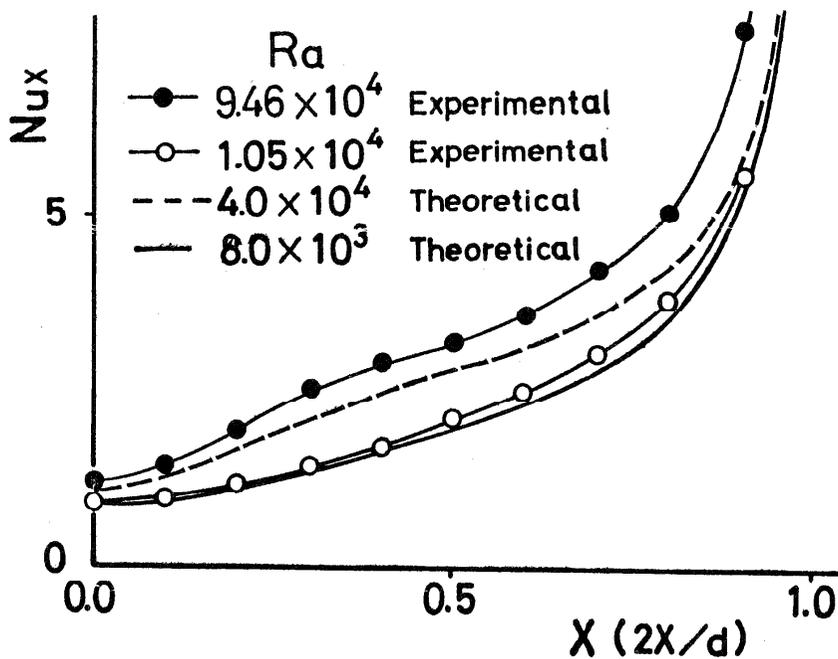
- (1) 上向き面の自然対流熱および物質伝達
(北大工・原子) 石黒亮二 熊田俊明 * 阿部俊夫
- (2) イオン風による蒸発
(北大工・機械) * 伊藤献一 深沢正一
- (3) 火炉内熱伝達に関する研究
(北大工・機械) * 谷口 篁 杉山憲一郎 谷口 博
- (4) ノズルからの高温水噴射特性
(室工大・機械) 花岡 裕

(1) 上向き面の自然対流熱および物質伝達

北大工・原子 石黒亮二 熊田俊明 * 阿部俊夫

自然蒸発現象では温度や物質濃度の分布に基づく自然対流が支配的な影響を与える。本研究はこのような自然対流を解明するため帯状に部分加熱された上向き水平面上の二次元流に基づく熱伝達を求めるため理論解析および実験を行なったものである。理論解析ではまず無限体系とみなしうるほど大きな閉空間を仮定して、流れと温度の場を求め、次第に計算領域を縮小しつつ境界値を修正しながら解析をすすめ、加熱面上の局所熱伝達率と加熱板全幅についての平均熱伝達率を求めた。その結果平均熱伝達率としては次式を得ている。

$$\bar{Nu} = 2.0 (Ra)^{1/8} \quad (10^3 \leq Ra \leq 4 \times 10^4)$$



実験はマッハツェンダー干渉計を用いて温度場の測定をした。実験に供した加熱板寸法は幅 15 mm ×長さ 150 mm , 30 mm × 150 mm , 60 mm × 200 mm である。実験値の整理は物性値を膜温度で評価した。図に数値解析および実験結果の2, 3の例を示す。レイリ数が大きくなると加熱板中央逆よどみ点近傍でヌッセルト数分布の傾向が変る。これは温度場が境界層的部分とそれ以外の部分より成り立っていることを表わしている。

文 献

1. Z. Rotem, L. Claassen : J. Fluid Mech, 38, part 1 (1969)
2. 石黒, 熊田, 阿部 : 第10回日本伝熱シンポジウム講演論文集 (1971)

(2) イオン風による蒸発

北大工・機械 *伊藤献一 深沢正一

針対平板電極に直流高電圧を印加して得られる電界中に液体をおくと、その蒸発速度が増加する現象について説明し蒸発促進の機構を明らかにした。

平板電極面(液面)にはたえず針電極からコロナ放電に伴うイオン風が吹きつけられていることを見出し、このイオン風による強制対流物質移動現象として問題を捉え解析を進めた。すなわち、コロナ放電により荷電粒子と中性空気分子との運動量変換の結果、平板電極面に空気噴流が吹きつけられ、半径流となって表面を移動する。このため、あたかもフリージェットを平板にあてたと同様の現象となり、放雷電流の大きさと、半径流の速度分布の形との関係より流れのレイノルズ数を電流の関数として求めることができる。ウォールジェットのごとく、流れの相似

性を良好に保ち得る領域として、噴流のよどみ点以外の半径流について平均シャーウッド数を求めこれが多くの異なる物質（ナフタリンを含む）において電流との関数関係にあることを示した。また、イオン風とレイノルズ数の同じフリージェットによってもイオン風と同一の結果が得られ、解析結果の妥当なことを示した。

さらに、プール燃焼火炎および固体の燃焼火炎におけるイオン風の特異性についても述べた。

(3) 火炉内熱伝達に関する研究

北大工・機械 * 谷口 篁 杉山憲一郎 谷口 博

本研究は電子計算機による直方体火炉と円筒型火炉のデジタル・シミュレーションの開発で、目的とする火炉モデルを有限個の要素に区切った形のもので解析している。それら各要素を、シミュレートする条件に合わせて、火炎、ガス、壁に分けて考え、各々について対応する必要な諸物性値を附与する。さらに、放射エネルギーを有限個の要素として扱うために、放射エネルギー束の概念と火炎部分と同じように壁の部分を持つために、仮想厚さの概念を導入する。およそ以上のような設定の下で、発熱部分（火炎）から有限本数のエネルギー束を乱数によってランダムな方向に飛ばし、その一本ごとに通過、吸収、反射、再放出を追跡し、仮想厚さを通過して吸収されたとき、その追跡を終了し、次のエネルギー束について、同様の計算を行う。全エネルギー束について計算して、各要素に吸収されるエネルギー量を求め、火炉内の温度分布、壁からの熱吸収量分布を計算する。温度分布を求めるため、火炎、ガスの各要素について、熱平衡を次のように考える。

$$H_e = H_g + H_r + H_c \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし, H_e : 全放射量, H_g : 発生熱量, H_r : 放射吸収量, H_c : 対流, 流れによる熱移動量

熱吸収量分布を求めるための炉壁の部分の各要素についての熱平衡は

$$H_a = H_w - (H_r - H_c) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ただし, H_a : 熱吸収量, H_w : 全放射量

この計算過程では, エネルギー束の放出, 通過, 吸収, 反射, 再放出は, モンテカルロを用い確率的に取扱い, 物質流れ, 対流による熱移動量は差分法によって求める。その計算結果は, 著者らの測定した実験用ボイラでの温度分布, 熱吸収量分布と比較的良く合っているが, さらに詳しく調べるためには, 火炎の燃焼状態の把握を今後さらに検討しなければならない。

文 献

1. 谷口 博, 中原 豊, 杉山憲一郎: 火力発電, Vol. 22, No. 6 (1971) p. 628.
2. H. Taniguchi, K. Sugiyama: AICA Symp., (1971) PE 11/1.
3. 谷口 博, 舟津正之, 中原 豊: 機械学会総会講演会(昭和45-4), 814.

(4) ノズルからの高温水噴射特性

室工大・機械 花岡 裕

高温水を種々の形状を持つノズルを通して大きな圧力差の下に噴射膨張させ, その圧縮性二相流としての特性を主に,

- ① 臨界現象
- ② 流路に沿う圧力・温度分布の状況およびそれらの対応性

の観点から実験的に検討した。

圧力5～10 Kg/cm²，温度150℃～200℃程度に加熱した高温水を表1に掲げたノズルを介してほぼ大気圧に近い状態まで噴射させ、

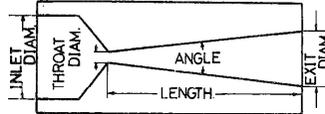
流路方向の圧力・温度分布をそれぞれ半導体ゲージおよび熱電対により測定した。流量は気水分離器で蒸気・水に分離させた後、別々に算出し、クオリティその他を求めた。

1) 臨界流量について気液両相間の熱的平衡を仮定する従来の解析例⁽¹⁾⁽²⁾と比較すれば、図1のようになり、等径もしくはひろがり角の小さいノズルは比較的理論値と合うが、ひろがり角が大きい場合はいずれも理論値より大きく、ずれが激しい。

2) 圧力・温度分布およびその対応性をひろがり角が大きい例について、流路方向を横軸に示したのが図2である。 P_s は実測の温度に対する飽和蒸気圧であり、 P_s/P は実測圧力に対する「ずれ」を表わす。喉部および出口付近ではほぼ1に等しいが、ノズル中央では初圧が高い程、ずれが激しく、最大で

3.0以上にもなる。この原因は高温水流動の力学的現象(圧力・流速)の進行速度に対応できない蒸発現象(熱および相変化)の遅れと考えら

表1 試験ノズル寸法



NOZZLE NO.	1	4	5	6	7
DIAM. INLET	300	300	300	300	300
AREA INLET	706858	706858	706858	706858	706858
DIAM. THROAT	30	40	30	30	30
AREA THROAT	70686	125664	70686	70686	70686
DIAM. EXIT	30	300	150	250	350
AREA EXIT	70686	706858	176715	490874	96213
LENGTH	1650	1530	1530	1260	1820
ANGLE	00	100	433	100	100

Nozzel dimensions

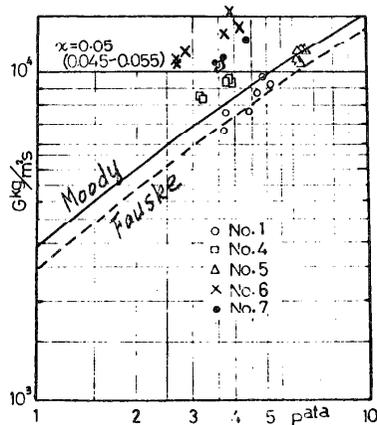


図1 実験値と理論の比較

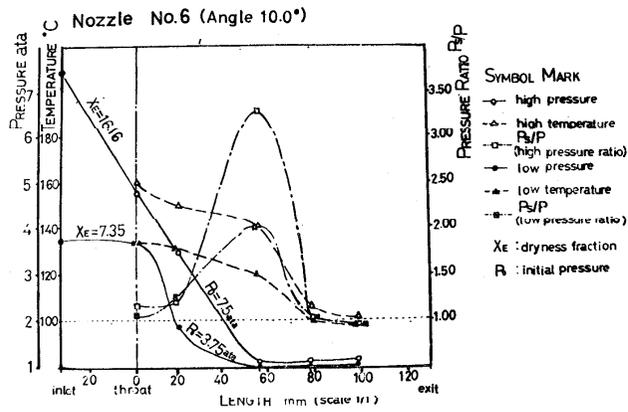


図2 圧力・温度および飽和度 P_s/P 分布

れ、それ以後の下流では徐々に飽和状態に近づく、いわゆる緩和現象が生じているものと推測される。

<文献>

1. H. K. Fauske, ANL-6633 (1961)
2. F. J. Moody, Trans. ASME C (1965)

ニ ユ ー ス

Fifth International Heat Transfer
Conference, 1974

第5回国際伝熱会議論文募集

- (1) 開催日：昭和49年9月3日(火)～7日(土)
- (2) 会場：経団連会館(東京大手町)
- (3) 論文提出方法：

使用語：英語

アブストラクト提出：提出する session (折込別紙参照)を明記した英文概要をタイプ一頁分にまとめ、3部を昭和48年3月1日迄に下記宛送附のこと。日本人は審査の都合上、伝熱シンポジウム前刷2頁分(図、表を含め日本機械学会講演前刷集用原稿用紙(38字×34行=1292字詰)2枚分)の和文概要3部を添附すること。

送附先：〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1

東京工業大学機械物理学科 森 康夫教授

採否決定：昭和48年5月末頃

本論文提出：図、表を含め、英文約6000語の本論文を所定の用紙にタイプ印書し昭和48年9月1日迄に上記に送附のこと。

- (4) 本件問合わせ先：

〒113 東京都文京区本郷7-3-1

東京大学工学部 甲藤好郎教授

(TEL. 03(812)2111 EXT. 7190)

編 集 後 記

いろいろと不手際があって遅れてお届けします。

「夏期セミナー」のお知らせは間に合わなかったので、事務局から会員諸兄に直接お届けしました。セミナーの内容については次号に掲載します。

沸とうの研究も一時の華やかさはなくなり、他の研究についてもそれほど目立った前進が見られず、伝熱研究も一つの曲り角に達した感じがします。次の新しいテーマ、躍進に思いをこらしながら研究に励んでおられるのが皆さんの昨今ではないかと思えます。このような時にあたって若い会員諸兄から伝熱研究の未来学についての寄書を熱望します。

(千葉)

伝 熱 研 究

Vol. 11, No. 42

1972年7月10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

東京大学工学部舶用機械工学科内

電話 (812) 2111, 内線7646

振替 東京 14749

(非売品) (謄写をもって印刷にかえます)