621.434-242-747

小形ガソリン機関のピストン温度の測定*

古浜庄一**, 多田寿雄**, 中村富一**

Some Measurements of the Piston Temperatures in
Gasoline Engine of Small Type

by Shoichi FURUHAMA, Toshio TADA, and Tomikazu NAKAMURA

The piston temperatures of two 4-stroke agricultural engines and a 2-stroke motor cycle engine were measured accurately by means of the thermo-couple method, in which the thermo-couple-wires connected the moving piston and a fixed point continuously

For this purpose we used the following two devices:

(i) The thermo-couple-wires were put on a spring which was fixed to the piston skirt at one end and to the crank case wall at the other end.

(ii) A conduit in which the wires were contained was movable with the piston through the combustion chamber.

With the former device, the measurement was carried out at the speed up to 4000 rpm for 4-stroke engine of stroke 65 mm. and with the latter, at the speed up to 8000 rpm for 2-stroke engine of stroke 40 mm.

1. は し が き

内燃機関がしだいに高回転化, 高出力化するにつれて燃焼室を取囲む部品の熱負荷が増大するのは当然のことであるが, 中でもガソリン機関において最も冷却の困難なピストンは特に高熱負荷による障害と思われる異常爆発, リングのこう着, ピストン焼付, 摩耗および潤滑油消失の増大等が発生し, これらが実用機関の出力増大の一つの限界を形成しているといえる。

このような問題の解決のためにまず必要なる資料は機関が運転されている時のピストン各部の温度分布およびその絶対値の正確なる測定値であることはいうまでもない。しかしその点に関し従来ガソリン機関では主として高回転数による測定困難のために, 信頼のおけるピストン温度の測定値は皆無の状態であった。

さてピストンの局部的温度測定のごとき場合, 現在最も正確で適切なる測定法は熱電対によることであり問題は

- (i) はげしく往復運動している熱接点部と静止の零接点および計器をいかに接続するか。
- (ii) 測定器具の付加による機関の性能, ピストン温度への影響ができるだけ小なる方法。

であり, まず (i) に関しては最近運輸技術研究所の吉田⁽¹⁾は途中熱電対導線を切断し, 同一金属である一部の時間だけ接触せしめる方法で, 高速ディーゼル機関の測定に成功しているが, 最も単純に切断せず導線が連続しているままで両接点間の運動が継続できればいっそう好ましく, この方法は従来たとえばディーゼル機関⁽²⁾や石油機関⁽³⁾の中degく低回転のものでは, リング機構に沿って導線を取り出すことによって成功された。しかしかかる方法においては節部において導線の屈曲がはげしくて切断しやすく, またリンクの慣性が大い欠点を有するため実用最大の回転数は約1000 rpm であり, それもクランク室にかなり空間の余裕がある場合に限って利用できるものである。また (ii) に関しては高速ガソリン機関ではピストンが軽量で取付空間の余裕もわずかであり, 性能への影響も考慮せねばならぬが, 全然付加物を使用しないことは不可能であるので被測定機関の構造によって選定せねばならず, 特にクランク室圧縮二サイクル機関のごときクランク室が狭く, 加工が許されないものではこの点に特殊なくふうを必要とする。

本報の測定法の基本は前記のリンクに沿って導線を取り出す方法と同じで, それを高速ガソリン機関に適合するごとく改良したもので, たとえばリンク機構の代りに軽くて曲りが一様な板ばねを使用したり, クランク室側から取出さないで燃焼室を貫通する取出棒によ

* 昭和34年10月15日 東京秋期講演大会, 昭和36年4月6日 第38期通常総会講演会および昭和37年6月8日 第701回講演会において講演, 原稿受付 昭和37年12月26日。

** 正員, 武蔵工業大学(東京都世田谷区玉川等々力町1)。

ってシリンダヘッド上方に取出す等のくふうを加えて高速ガソリン機関、特に二サイクルオートバイ機関のごとく、従来正確なる測定がされなかったピストン温度を測定することができたので、それらの測定法と測定結果について報告する。

2. ピストンから熱電対を取出す方法

2.1 クランク室側より取出す方法 2.1.1 概要

および問題点 第1図(a)はリンク法の骨格図で、前述のごとく熱電対は途中 A, B, C の節部においてはループ状とし、各部の曲り角度をできるだけ一様で少ない値となるように努めても、曲げ運動部が数箇所の節部のみに集中されるので、その部分での切断が起る。(b)図はこの節部における局部的曲りをなくし、導出全長にわたって一様に曲げを分布せしめ、重量を軽くし構造も比較的簡単となるように鋼製ばねをリンクの代りに使用したものを示す。かかる方法では熱電対切断の危険回転数は(a)のリンク法よりはるかに大で約 2500~3000 rpm (行程 50~70 mm) 以下ではほとんど問題はなく、長時間正確な測定が可能である。しかし 3000 rpm をこえれば種々な問題が起る。その一つはばねの運動の制御であり、他の一つはばねと熱電対線の付着法である。

まずばねの理想的運動はピストン側の一端が行程と同じ大きさの変位をするのに対応し、途中は一様で最小のたわみの分布となることであるが、変位量が大であることと、たわみによる力が大なるときはピストンの側圧を増大したり、ピストンとばねの結合部の破損の原因となるので、結局たわみやすいばねを使用せねばならない。その上ばねには熱電対およびその接合物が取付いて質量を増しているのので、この運動系の自己振動数はそのままでは低すぎ、希望の運動から偏いし

た大きいたわみをともなうことになり、そこでかかる自己振動の影響を改良するための一例として、図のごときストップにより定位置に節を形成せしめたり、またはばねの静的変位の包絡線で動きを制止するとともに、毎回の運動のエネルギーを吸収せしめる等のくふうを必要とする。

つぎに第2の点については、ばねの一面に導線が付着しているものが動く場合は、ばねが中心に屈折するので導線はばねに対して伸び縮みが許されねばならない。それゆえ導線はできるだけ細い線ではばねに近づけて付着せしめるとともに、ゆるみをもたせねばならない。このゆるみを与える付着法も 4000 rpm 以上においては素線とばね間のずれのみでなく、各素線間のずれがはげしく、断線が生じなくても素線間相互の絶縁物はく離により測定を不可能とする。

一方ピストン温度測定に際しては、機関各部の温度が定常状態に達してから測定を始めなければならないので、指定の運転条件に調整後 15~20 分の予備運転時間を各条件ごとに必要とする。

しかるに本法の実施例では、行程 65 mm で、2500 rpm 以下ではほとんど上記の障害は起らなかったが、回転数の増加とともに耐久時間が低下し、3500 rpm までは約 5~6 時間、さらに 4000 rpm では約 2 時間の連続運転が信頼のおける測定可能の限度となり、それ以上の高回転では上記の障害がごく短時間で発生し実用的に測定不能であり、結局実用的には 4000 rpm が使用限界となっている。

2.1.2 実施の構造 供試機関は石川島芝浦機械会社製、空冷四サイクル、側弁式、単シリンダ、はん用ガソリン機関 2 種で、その一つは GE-13 形でシリ

第 1 図 熱電対導出法の説明図

第 2 図

ンダ内径 55, 行程 55 mm, 他の一つは GE-25 形で内径 70, 行程 65 mm で両者はほぼ相似の構造である. 測定装置の構造も同様なものであるが, 細部の形状, 寸法, ストップの位置, 締めかげん等はおおのの機関の構造, 寸法, 回転数に応じて適当に選定しなければならない.

第2図は本法を実施した機関の組立図を示すもので熱電対の取出しは直接ピストンスカートよりつりあいおもりに当らない空間を選んで行ない, ピストンへは①の鋼板片をリベットし, その先に②の棒を結合し, さらにその先に③のばねを固定する. ここで①, ②, ③はほとんどピストンと一体に運動し, ばねの他端④は静止点またはピボットに固定される. ⑤はばねの運動が⑥で節をつくり横振れ(紙面に直角方向)を止めるための制御棒である. ただ⑥の点でばねはそれ自身の軸方向(矢印)には可動状態としてある. ⑦はばねの自己振動による振れの増大を制止および吸収するためのスポンジ製振れ止め, ⑧の点線は熱電対線を示し, 1回に取出す素線は直径 0.15 mm のエナメルおよび

絹巻被覆の純鉄-コンスタンタン線を約5対で, ストップに触れないようにばねと結合して⑨の部より外部に導出する. ⑩はクランク室につくった窓で潤滑油が飛まつ状態で窓から出るので⑪の箱で囲み, 実験に当ってはまずストロボスコープによってばねの運動を観察しながら各運転条件に適合するごとく装置を調節する必要から一面を透明窓とした. さらに具体的には行程の短い GE-13 と長い GE-25 の場合ではいくぶん異なる.

第3図(a)は GE-13 形のピストンに固定されたばねに熱電対線を付着したものの写真で, ばねは 1.2 mm ϕ のピアノ線を使用し, 10本の熱電対素線は一束にしてビニルパイプに入れて, ばねにはゆるみをつけて, 細くてじょうぶな糸で短い間隔で結びつける. ゆるみと結びの強さが素線の切断および絶縁不良化と深い関係がある. (b) 図はピストンが上下死点にあるときのばね③の位置とストップの働きを示すもので制御装置としては導線の結合されたばねを⑥のくぼみ中に⑪のねじで軽く押しつけるための制御棒⑥のみ使用すればよい.

次に第4図は GE-25 形の例で, この場合は行程が長くなったために弱いばねを必要とし, 0.4 $\times$ 4 mm のぜんまい用平板を使用した. また熱電対の結合は, 乾燥後屈曲性を有する接着剤でばねの内側にはりつけられるので絶縁不良化のおそれは少なくなったが, 一方いっそう自己振動数の少ない系であるので, 運動の拘束には入念に注意が必要で⑤の制御棒のみでなく, ばねの外側に⑦のスポンジ製振れ止めを図のごとく配置し, 静的運動よりの偏いをできるだけ小とする.

2.2 燃焼室貫通方式 2.2.1 概要および問題点

前節のごとく, クランク室側より, ばねに沿って熱電対を取出す方法はかなり高回転数のガソリン機関のピストン温度の測定を可能としたのであるが, なお次

(a) GE-13 形熱電対取出法

第 3 図

第 4 図

のごとき欠点を有している。

(a) 一般にクランク腕、つりあいおもり等の存在によって、ばねおよび熱電対線が切断されないためのばねの形、運動を理想的に選定することが妨げられる。

(b) 特にクランク室圧縮二サイクル機関ではクランク室は気密を要し、体積の増加も許されず、既存の空間もきわめて少量であるので、ばねの取付場所が得難い。

かかる欠点を克服してさらに高回転またはクランク室圧縮形二サイクル機関の測定を可能とするために第 1 図(c)のごとき「燃焼室貫通、円弧ばね」方式を試みた。この方法は図に示すごとく細いパイプ(取出棒と呼ぶ)をピストン頂部に固定してピストンと一体に運動せしめ、その内部に熱電対素線を内蔵し、燃焼室の気密は O-リングで保持し、その付近の潤滑および取出棒の冷却のために液体を循環せしめる。次に取出棒を出た熱電対は OR を半径とした円弧みぞにはめられた板ばねに取付けられ点線のごとく O まで導出され、O ではねじれだけであるので切断は問題とならない。ばねの部分も円弧案内で運動が強制されるので、運動はきわめて単純であって、全く一樣な曲りでちょうどスチールベルトと同様な作用である。∠SRO は直角で屈折されないで同図(a)、(b)で起った取出具の途中での切断はほとんど問題でなくなった。

その代りに本法で最も問題となることを列記すれば

(i) O-リング部の潤滑および冷却、普通材質のゴム製 O-リングを使用するので、まずその部分を局部的に冷却(100°C 前後まで)するとともに潤滑剤の役をする液を選定して強制循環せしめる必要があり、O-リングの位置、取出棒の製作精度、真直度が重要な要

素である。

(ii) 取出棒内の素線の固着および絶縁、棒の冷却不良のときは内部で 500°C の温度を越え、かかる高温で接着力を有する接着剤は現在得られないので、高温接着法のくふうと取出棒の冷却を同時に実施せねばならない。

(iii) 小形ピストンでは取出棒を通じてピストンを加熱または冷却する影響が心配となる。

2.2.2 実施の構造 第 5 図で(a)は空冷二サイクルオートバイ機関に実施した例で実物と同じ寸法割合の図であり、(b)はその外観を示す写真である。供試機関は富士自動車会社製、シリンダ内径 40 mm、行程 40 mm で、従来この種機関のピストン温度の正確なる実測例が皆無であるので本法を実施するには好適である。図において冷却風は左より右に当る。取出棒の外径は 3 mm であるので行程容積約 50 cm³ に対して 0.28 cm³ (0.56%) の減少、圧縮比も約 0.02 (0.3%) の増加にすぎず、その点は問題とならない。

取出棒⑤は下端がピストンにねじ込まれ、上端が支持板⑯に固定されている案内⑧の中を往復運動するが特に下方の⑨の部分で運動は強く拘束される。下方の O-リング⑥で燃焼室の気密を完全に確保する。案内の上方部では、棒の上端に固定されてばね⑬の結合の役目も有しているすべり子⑩が往復する。冷却液には水溶切削油を使用しジャケット⑫へ強制的に送込まれて案内内部全体を冷却し、その一部が⑬の穴から棒の案

(a) 燃焼室貫通、円弧ばね方式の応用例

(b)

内面に直接供給され⑥と⑦の O-リング間で棒を冷却するとともに下部案内⑨の潤滑も行なう。

取出棒内径は 1 mm, その中に 0.15φ 純鉄-コンス

タンタンの素線 3 対を通し, ガラスウールで絶縁し, 陶土をシリコンに溶かしたもので充てん, 乾燥せしめた。棒を出た線は 0.3×4 mm の鋼製ばね⑮に接着剤

第 6 図

第 7 図 指圧計ピックアップ

第 8 図

で付着する。このばねは円弧状のみぞを有する 2 枚の案内板 ⑩のみぞに沿って腕⑪の一端とともにすべる。このような構造によれば、熱電対線の切断故障は 8 000 rpm の高回転に至っても起らない。

第 6 図はピストン、シリンダヘッド、取出棒、その案内、ばねおよびインジケータ取付けの相互関係を示す写真である。

第 7 図は筆者が最近改良した可動陽極管式インジケータの構造を示し、第 8 図はそれによって本測定装置を取付ける前後のインジケータを採った例を比較したもので、これによって装置取付けによって起る燃焼状態その他への影響は、無視できる程度であることが明らかとなった。

現在の状態では本ピストン温度の測定は 6 000 rpm 全負荷付近で数時間の寿命を有し、かなり手数のかかる方法ではあるが正確で安定した測定が得られる。

3. 使用熱電対とその絶縁

3.1 熱電対 本測定のごとく運動部より熱電対を導出する場合には、使用素線には次のごときことが望まれる。

(i) 耐屈曲性、1 回にできるだけ多点の温度を測定する。軽量、局部的温度の測定、植込みによる影響を最小にする等の条件を満足するために細くて強度の大きなもの。

(ii) 取扱いを容易にし、線の電気抵抗を小とし、温度対起電力の直線性および高精度を得るためにはある程度太い線を要す。

(iii) 素線相互間および他の構成金属との間の絶縁を完全にすることは、高回転運動および高温の両難条件よりきわめて困難な問題であり、理想的には 500 ~ 700°C にも耐え得る絶縁薄膜で素線が被覆されることであるが、本法使用機関のごとく狭小部用としてはがいし類が使用できないので、結局ある限界温度以下に冷却する必要がある。

以上のことを考慮して 0.15 mmφ、鉄-コンスタンタン、エナメル塗装、絹巻線を使用した。将来改良すべき点が多い。

3.2 熱接点 第 9 図は本実験に使用した熱接点の形でピストン表面および金属内部の測定のためには (a)、(b) のごとく従来多くの人々によって使われた銀ろうのかしめを採用し、かしめ部以外の絶縁には小西儀助商店製ボンド G 100、ピストン裏面の測定用には (c) のごとく測定箇所に近い穴を開け、その中に接点の銀ろう玉を入れて周囲の 2~3 箇所よりかしめる方法を採用した。次に (d)、(e) はピストン裏面近くの高

ス温度の測定用で、比較的低温(約 250°C 以下)には (d) のごとく直接ゼネラルボンド社製メタルボンド接着剤を使用すれば便利であるが、さらに高温においては現存の接着剤では接着力が弱まり、慣性力に耐えられなくなるので、(e) のごとく細いビスによりマイカで素線をはさんで機械的に止める必要がある。

いずれの場合もピストン各部の最高温度より考えて熱接点は銀ろうが便利で適当であるが、実施にあたっては玉を小形、同形、同じ太さにつくこと、および玉から出る 2 本の素線が根本から確実に、穴の金属または相互間で絶縁されていなくてはならない。そうでないと測定箇所の位置が不明確となる。

さらに当然のことであるが、このように熱接点の同一金属の測定物に数点絶縁されないでかしめ込まれている場合は、測定用スイッチは一对の各素線を別々に切替えるものでなくてはならないので注意を要する。

3.3 途中絶縁法 ピストン各部に植込まれた数対の熱電対はピストン裏面の 1 箇所にとめられて導出用ばね部に導かれるが、まず裏面に沿っての配線の固定は線のゆるみを避けて、むだな質量はいかなる用途のものでも無くし高回転時の慣性力による断線避ける。実際にはちょうど裏面のガス温度の測定法と同様な方法で低温では直接接着剤で点接し、高温ではビス止めする。

次に燃焼室貫通法による取出棒中の絶縁は、この測

第 9 図 熱接点の固定法

定法の成否を決するもので、ガラスウールで物理的に絶縁し、それらの空間を陶土を信越化学製シリコンで溶かして棒中の穴に注入して乾燥する方法をとった。その結果取出棒内がつけ根付近で $350\sim 400^{\circ}\text{C}$ 以下では絶縁は十分に確保され、またその範囲の冷却は容易である。ただし冷却を自然流による場合または O-リングの位置によっては 500°C を越し、その場合は接着力がなくなり素線の拘束力がなくなるので、互に関係運動を起して絶縁不良または断線を起す。しかし一方取出棒および案内内部を過冷するときはピストン温度を低下せしめる心配が起る。第 10 図は以上のことをためた実験であり、同時に取出棒の取付けによってピストン温度が影響されるかどうかをしらべたもので、二サイクルオートバイ機関における結果である。まず横軸には始動後の運転経過時間および条件と、冷却液の循環量を約 500 cc/min より 100 cc/min までしだいに減少せしめて冷却性を悪化せしめたときのピストン温度への影響を示し、つぎに取出棒の位置を A から B に移したときに、いかに影響されるかを実験したもので、図より明らかなことは、これら取出棒の存在および冷却程度の影響は無視できることが証明された。

最後に屈曲ばねの部分は低温であるので熱的問題はなく、接着剤でいくぶんじくざくにばね面にはりつけ、接着後伸縮性が与えてある。

3.4 ピストンリングからの取出法 第 11 図は GE-25 形のピストンリングの温度測定のための熱電対線の取付けおよび取出法を示す。リングはピストンに回止めし、締付バンドでリングをみぞにはめ込んだ位置で図のごとき工作を行なう。当然のことであるが、問題は

(i) リング裏面からピストンのみぞにはいる箇所

第 10 図 取出棒の存在およびその冷却程度がピストン温度に及ぼす影響

での切断、絶縁不良化。

(ii) ピストンの穴 ① から高压ガスが漏れないこと。

前者は図のごとくリングの穴 ② とピストンの穴 ① の位置をいくぶんずらすことによって解決した。後者は穴の径を小とし十分接着剤で充填せしめるよう注意を要する。

4. 測定例とその検討

4.1 四サイクル空冷機関の測定例 第 12 図は石川島芝浦機械会社製 GE-13 形、 $55\phi\times 55\text{ mm}$ 、空冷機関のピストン温度をクランク室を経てばねで熱電対を取出す方法で測定した結果の一例であり、シリンダ壁およびクランク室内空気温度 (G 点) も同時に示す。熱接点の周方向の位置は排気弁側であり、同一周上ではほぼ最高温度点に当る。それゆえ肩部 ② のほうが頂部中央 ① より高くなっているが、肩部の他の箇所では ① より低い。この結果よりわかることは

(i) 全般の温度が回転数に敏感に影響され、また出力にもほぼ比例的に影響される。

(ii) ピストンリング部で低速では温度降下が特に大、しかし高速では目立たない。このことは一つにはピストンの受熱量が増してリングのみの放熱では足りなくなること、他の理由としては高回転数ではピストンリングの潤滑油⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾より油膜厚さが増してリングとシリンダの熱伝達が悪くなるからと想像される。

(iii) ピストン頂部裏面 A は高温であり裏面よりの放熱の少ないことを示す。このことは裏面を熱的に絶縁して運転した結果からも確かめられた。

(iv) ピストンの最高温度よりもシリンダ最上部の内面温度のほうがわずかながら高い。このことはこの種機関では上死点付近ではピストンの放熱は行なわれず、主としてピストンの下方位置でのみ行なわれていることを示す。

(v) 第 1 リングのすべり面の油膜の温度は最高 $200\sim 220^{\circ}\text{C}$ と思える。

第 11 図 ピストンリングの熱電対植込図

第 13 図は同社製 GE-25 形, $70\phi \times 65\text{ mm}$, ほぼ同様な構造のはん用空冷ガソリン機関の測定結果の一例で, 第 12 図の場合と比較すれば

(i) 温度分布特性はほぼ同様であり, 出力および回転数の増加につれて温度上昇が大きい。

(ii) ピストンリング部からの放熱が大きい。

(iii) GE-13 に比し全般の温度がかなり上昇している。これは主として機関が大形化したことによるものと思える。

第 14 図は GE-25 形でピストンリングおよびその付近の温度分布を詳細に測定した結果の例で, 図中のシリンダ平均温度 T_{cm} は第 12 図の $\times$ 印点 3 箇所の平均値で, これらの値から,

(i) ピストン全体の温度は頂部より下方に漸次降

第 12 図 ピストンおよびシリンダ温度

第 13 図 ピストンおよびシリンダ温度

下しており, ピストンリングはピストンとシリンダのほぼ中間の温度を示す。

(ii) ピストンリング中の温度分布は上下面はほとんど同一で, 背面に近いところでわずかに高く, シリンダとのすべり面が最も低い。

のごときことがわかり, リング周辺の熱の移動を検討する場合の参考となる。

4.2 ニサイクルオートバイ機関の測定例 燃焼室貫通方式によって, 富士自動車会社製ニサイクル空冷オートバイ機関のピストン温度を測定した結果の一例

(a) 1/2 負荷 (b) 全負荷
GE-25 形, 3500 rpm

第 14 図 リングおよびそのまわりのピストン温度

(a) 排気孔側のピストン温度

回転数 600 rpm 全負荷 風速 40 km/h
(b) ピストンヘッドまわりの温度

第 15 図

を第 15 図に示す。この場合も測定点の周方向での位置は排気孔側であるので、肩部②のほうが中央①より高温度となっており、周方向の分布状態は (b) 図に示すごとく排気孔方向で特に高い。

全体の温度特性は四サイクル空冷の場合と類似であり、裏面における伝熱量も小である。ただピストンがごく小径にもかかわらず非常に高い温度を示し、シリンダ温度と比較してもその点が異なる。このことが二サイクル機関の熱的難問の根元と思われる。

5. 結 論

小形ガソリン機関のピストン温度を正確に測定するために、熱電対を直接静止点まで引出す方法を試みた結果、

(a) クランク室側より自由ばねに沿って出す方法は、クランク室に十分な空間的余裕が必要であり、問題は熱電対線の断線であり、その防止策は適切なるばねの運動拘束法にある。

(b) 燃焼室貫通法によれば断線の心配はないが、貫通棒の冷却、潤滑および棒内の電氣的絶縁が使用条件の限度をきめている。

前者によって行程 65 mm で 4 000 rpm まで、後者では行程 40 mm で 8 000 rpm、全負荷までの測定に成功し、二、三の予備実験および他の測定結果から推定して、これらの測定精度は十分高いものと信ぜられる。

しかしこの種の測定法の特質は、一定不変の方法が存在するわけではなく、被測定機関のすべての条件に応じて最も適切なる方法をくふうすべきものである。

最後にかかる方法で測定されたピストン温度の特徴を総合すれば

(a) ピストンからの熱流れの経路は従来大形、低速機関の研究で得られている結果とほぼ同じである。

(b) 温度は回転数、出力に大きく支配される。

(c) ピストンリングが最大の熱通路であり裏面からの放熱は少ない。

(d) 二サイクルのピストン温度は非常に高い。

文 献

- (1) 吉田, 機械学会第 666 回講演会前刷, (昭 34-6), 87.
- (2) F. Salzman, *Forsch.-h.*, 4-4 (1933), 193.
- (3) 原・三島, 機械学会論文集, 25-156 (昭 34-8), 861.
- (4) 古浜, 機械学会論文集, 24-148 (昭 33-12), 1032.
- (5) 古浜, 機械学会論文集, 25-158 (昭 34-10), 1034.
- (6) 古浜・角, 機械学会論文集, 27-175 (昭 36-3), 357.

寄 書

536.241.01

接 触 伝 熱 の 図 式 解 法*

浦 川 和 馬**

Graphical Solution of Contact Heat Transfer

by Kazuma URAKAWA

1. ま え が き

2 物体の接触部をとって熱が流れるという現象は、機械や装置などでしばしば見かけられるところである。このなかで接触熱抵抗が零、すなわち 2 物体が完全接触していると考えられる場合の非定常熱伝導については、解析的⁽¹⁾にも図式的⁽²⁾にもすでにいろいろとりあつかわれている。また接触熱抵抗が一定値をとる場合についても、解析的な結果⁽³⁾がもとめられている。

一方、接触熱抵抗が時間的に変化する場合もすくな

くない。このような熱伝導の問題を解析的に解くことは実用上不可能であって、適当な近似解法によらなければならないが、簡単に精度のよい図式解法を見出したので、ここに報告するしだいである。この方法は周囲流体と熱交換を行なう物体の熱伝導に関する Schmidt の図式解法⁽⁴⁾を、2 物体がある接触熱抵抗をもって接触する場合に拡張したものである。

2. 記 号 の 説 明

λ : 熱伝導率 kcal/mh $^{\circ}$ C

c : 比 熱 kcal/kg $^{\circ}$ C

κ : 温度伝導率 m 2 /h

γ : 比 重 量 kg/m 3

* 昭和 35 年 11 月 18 日 宮崎地方講演会において講演、原稿受付 昭和 37 年 7 月 30 日。

** 正員、徳島大学工学部 (徳島市南常三島町 2 の 1)。