随筆

自動車用ガスタービンの未来に思う

豊田中央研究所　研究第１部　北　野　正　夫

私どもに随筆を書かせる編集者の意図は，功成り名遂げた先生がたのご高説と違って，現在技術開発の第一線にあって日夜奮闘している私どもの生の声・生の感想から，現在の技術の問題をえぐり出したいため，と推察して浅学の身をも顧りみずあえて筆を取ることにした。私の担当が熱交換器（以下ＨＥと略称）を主としているので，話がＨＥに傾きがちになるのを御容謝願いたい。

私が自動車用ガスタービンの開発にかかわるようになったのは昭和４３年で，トヨタ自動車工業株式会社（以下トヨタ自工と略称）が当時試作研究を進めていたガスタービンＧＴ－１の回転蓄熱式ＨＥを豊田中央研究所が中心となって開発していた頃のことである。当時ガスタービンは航空用では確立された技術として，さらに性能を向上すべく多数の専門技術者が比較的狭い分野に深く解析実験研究を進めるという恵まれた状況下にあった。しかし自動車用に関してはまったくの揺らん時代で，研究者も少なくわからない所は手さぐりで開発を進めねばならない段階であった。空力などのガスタービンの基本的なものは，多少要求は違うとはいえ航空用で発達した技術を適用できるが，ＨＥ特にセラミック製コアを使用した回転蓄熱式ＨＥは，英ローバ社がその試験成果を公表しただけで世界的にも未知の技術であった。ＨＥコアの伝熱性能は，伝熱工学の本をひもとけばかなりの程度まで予測計算も可能で，あまりむずかしい所はなかった。コアの製作は米コーニング社が芸術品と言ってもよいくらいすぐれたものを造りあげており，セラミックコアを国産することはむづかしすぎて当面は問題にならなかった。ＧＭとクライスラーは金属製の回転蓄熱式，フォードは２ＳＣ／ＩＰ／ＲＥという複雑なサイクルで圧力比１６ということから伝熱式ＨＥを用いている時代である。将来タービン入口温度が上昇することも考えに入れ，コスト，重量および大きさの点からもセラミックコアを使用したＨＥを開発しておく必要があった。

問題はシールである。それまでの初期開発の段階でも駆動法や支持法などは比較的楽に解決されてきたが，シールとなるととても一筋なわで行けるようなものでないのが明らかとなっていた。なにしろかなり大きく，部分的に６００～７００℃ぐらいの高温になるのが避けられない所で，空気の漏れ量を極力少なくしかつ潤滑油なしで長時間の運転に耐えねばならぬ部品である。当時はローバ社のものが唯一の情報源であったので，ほぼローバ社のものと同一構造のものを作り（これを我々はａ型シールと呼んでいた）試験していた段階にあった。このシールの特徴は板厚0.０５㎜の耐熱鋼製ベローズをステンレス製フランジおよびしゅう動板にろう付けし，しゅう動板上約１㎜厚さの酸化ニッケル溶射層を摩擦材として持つものであった。前任者の努力によりその原形はほぼ出来上っていたが，その間の苦労も大変なものであった。例えばろう付け技術だけでも，なんとか使いものになるのに１年もの開発期間が必要であった。このシールを少しづつ手直しして行き，約２年間にａ１型からａ７型までテストして行った。途中改良されて行くにつれ空気漏れ量が減って行き，ついにみかけの漏れ量計測値が負になってしまい，改めて漏れ計測法を検討し直した上，より精度の高い方法に切り替えたエピソードもある。

しかしａ型はいかんせんベローズの板厚が薄く，

（昭和５３年１月９日原稿受付）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

どんなに手を入れても２０時間も運転するとベローズにき裂が入り，とてもエンジンに組み込んでテストするという所まで到達できなかった。その頃エンジン自体の試験もかなり進み，タービンを回すだけで四苦八苦していた状態から抜け出して，エンジン性能を評価できる状況に達して問題点も明瞭になっていた。

ここでＧＴ－１の予備的リサーチテストから一歩進んだ試験に入るため，トヨタ自工でＧＴ－１を改良した出力１２５馬力，圧力比4.5のＧＴ－１１を試作する決定が下され，我々もＧＴ－１１用のＨＥ開発へと歩を進めることになった。しかも今度は初めから日野ＲＭ１００型バスにそれをとう載し，実車テストを行なうことも決定された。我々はＧＴ－１１用としてベローズの板厚も厚くし，かつベローズの柔らかさはａ型よりも柔らかい構造のＣ型シリーズのシールの開発に取り掛かった。モデルだけのｃ－１型から実機サイズのｃ－４型まで進んだ時，１９７１年国際ガスタービン会議東京大会が開催されることが明らかとなり，トヨタもこのＧＴ－１１とう載バスを出品することが決定された。

日野自工のチームを中心にして開発を急ぎ，ＧＴショウの約3か月前重役立ち会いのもと初めてのＨＥ付きエンジン総合ベンチテスト，約1か月前車両総合テストと順調にテストは進んで行った。しかし我々実験部隊は大変で，連日深夜までエンジン組立，実験，結果検討，対策手配，エンジン分解と今ではとうてい考えられないくらいの強行軍で，なんとか車両がまともに動くところまで持って行ったのである。

この時使用したシールはｃ－５型であった。このシールは，定常状態での性能はすぐれているのだが，温度が急激に変化すると漏れが激増する不ぐわい点を持っていた。これをなんとかだましだまし使っていたわけである。その後も引き続きシールの改良を重ねて行き，エンジンもＧＴ－２１，１５０馬力となり，シールがｃ－２１型になってやっとかなり安定して使用できるものに到達した。それまではエンジンのトラブルがおきると，不ぐわいの原因はだいたいＨＥとされてしまうのが常であり，５０％は当っていた。

この時点で耐久テストを計画し実施してみると，シールしゅう動面の摩耗のため，なんとわずか３００～５００時間の寿命しかないことが判明し，まだまだ先の長いことが痛感された次第である。その後の開発経過は１９７７年国際ガスタービン会議東京大会で発表した論文[1]に詳しく述べたが，一応の方向が出たというところで，まだまだ完全なものと言いがたいというのが実情であろう。

自動車用ガスタービンの開発は，その要素の一つを取ってみても上記のように大変な仕事であることは明らかであるが，今後解決されねばならぬおもな点はどんなところであろうか？　またＧＭをはじめ世界の大手の自動車会社が，営々とその開発努力をあきらめず続行している理由はどのへんにあるのだろうか？　これらは自動車用ガスタービンを開発する際の基本の問題であって，とても私どもが論ずる資格のない重大事であるとは分かっているが，私なりに感じていることを述べてみようと思う。

ガスタービン・エンジンの特徴として普通すぐ言われることは，小型，軽量，大出力，低振動，低騒音，少ない部品点数，清浄な排気，多種燃料の使用可能性，自動車用に適したトルク特性など，すぐ１０項目ぐらいあげられるが，それでもなお自動車用として日の目を見ないのは何故かを考えてみると，その問題点の第一にあげねばならぬのは，トヨタ自工中村顧問が常々言われているように[2)3)]，燃費であると思う。それは定格点の燃料消費率ではなく，車両にとう載して実走行した時の燃費（km／ℓ）が問題なのである。

自動車の走行燃費は，エンジンについて言えばほとんどその低回転低負荷域の sfc とアイドリング燃費で決まる。これは自動車工業に携わっている者の常識となっているが，大形，大出力，定回転が主流のガスタービンの技術者には案外理解されていない。そのためガスタービン屋が燃料消費率と言う時は，設計定格点での価をまず持ち出し，それを下げる方策を考えるのが普通である。もちろん設計点の sfc を下げることは重要であるが，それにもまして自動車用で重要なのは低負荷時とくにアイドリング時の燃費がよいことなのである。このへんを理解してもらうため，少し資料は古くなるがトヨタ１９００cc ガソリンエンジンの sfc と走行負荷（車重約１トン）を図１

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

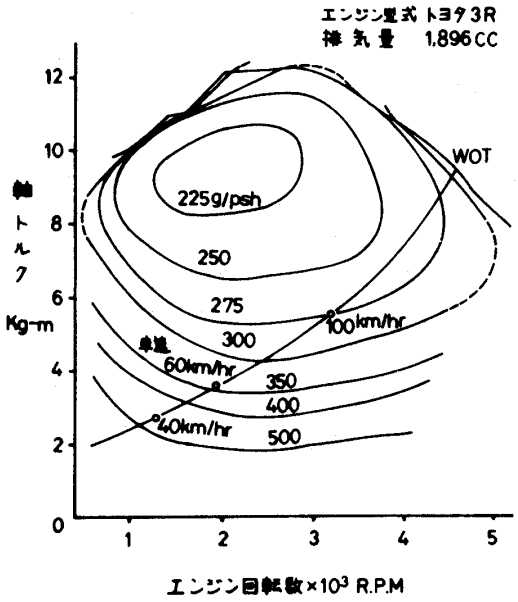


図1 sfc 曲線とR.L.曲線

に示す。[4]すなわち定常50km/hで走行している時は，最高出力の約1/10の7馬力しか使っていないことが分かる。またアイドリング時に消費する燃料の量は，走行時の燃料全使用量の15%にも及ぶのが普通である。ただガソリンエンジンもsfcは220g/PS・hと言われているが，実走行状態ではそれよりはるかに悪い燃費率の所を使用しているのが実状である。

トラック，バスなどの大型車両については，乗用車より高負荷域の使用頻度が大きいが，やはり比較的低負荷域のsfcとアイドリング時の燃料流量が走行燃費の支配的要因であることには変りない。しかもこの場合競走相手は，部分負荷域での燃料消費率がガソリンエンジンよりたいそうよいディーゼルエンジンである。タービン入口温度が1200℃になっても，ガスタービンがディーゼルより実走行燃費の点で目だってよくなるとは考えられない。この分野ではガスタービンは，例えば観光用デラックスバスなどのごく限られた所にしか使われないのではなかろうか？

次の問題点は大きさと重量である。HEをやっていて気付いたことであるが，自動車用特に小馬力の乗用車用では，ガソリンエンジンに比べるとガスタービンは大型大重量なのである。その原因は熱交換器にある。伝熱式HEは比較的コンパクトにまとまる可能性があるが，タービン入口温度の高温化に対し致命的欠点があるし，騒音も問題となる。現在もっとも一般的な円板状セラミックコアを使用した回転蓄熱式の場合，温度効率を90%以上にするとどうしてもガソリンエンジンよりかなり大きくなってしまう。

これを小型化する有力な手段はタービン入口温度の上昇である。T4を900℃から1200℃に上げると，各コンポネントの効率が同じなら，同一出力での空気流量は半減しHEも直径を約0.7倍に小さくできる。しかしこのとき圧縮機，タービンも小さくなり効率の低下が避けられない。小型でも高い効率のコンプレッサ，タービンを追求することが重要となるゆえんである。

コストもかなり重要である。GTのうちもっとも金がかかりそうなのがHEである。クライスラーが従来の一般的配置であるメインハウジングの両側に2個のHEということから，今度の性能向上GTでHEを1個にしたのは当を得たことであって，売り出すことが前提のときはHE2個は考えられないことであろう。ただHE1個になったとき，今の円板型コアは何とも配置上ぐわいの悪いものであって，熱ひずみによるシールからの空気漏れを押えるのにさらに一くふうを要すると思われる。1個ならば円筒状のコアのほうがすっきりすると思われるが，そのシールを考えたとき，実用になるシールの開発ができるのだろうかという疑念のほうが先に立つのが実感である。

石谷先生はかって本誌に「動力の真の画時代的転換は，かって蒸気機関の発明直前に（中略）動力問題で苦しんだのと同等以上の行き詰まりを経験した上ではじめて来るのかも知れない。」[5]と述べられたが，自動車について今後20年の間にそのような条件が成立する可能性は多い。石油ショック以来にわかに関心を集めているエネルギ問題は，今後自動車にも深刻な影響を及ぼすのは明らかである。各界のおおかたの予想をながめて見ると，1985年頃には石油の相対的不足が顕在化しそれ以後は燃料はかなり高価格になって行くだろうというのが一般的である。しかも燃料の質もいわゆるワイドカット化，メタノールブレンドなどなど悪化の一途をたどるらしい。すなわち自動車にとってその燃費および多種燃料の適応性がもっとも重大なポイントとなる時代は目前に迫っ

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

ていると思ってよいようである。

このような時代になったとき，自動車にとってガスタービンは現在のガソリンエンジンを凌駕する性能を発揮し得る代替エンジンの第1候補なのだと思う。我々はさらに今のガスタービンの改良に努めて，よりよい自動車用GTを一日も早く仕上げるのに努力を集中せねばならぬとつくづく思う。

文　献

(1) Kitano，ほか3名，1977 Jokyo Joint GT Congress，paper No.10 (1977)

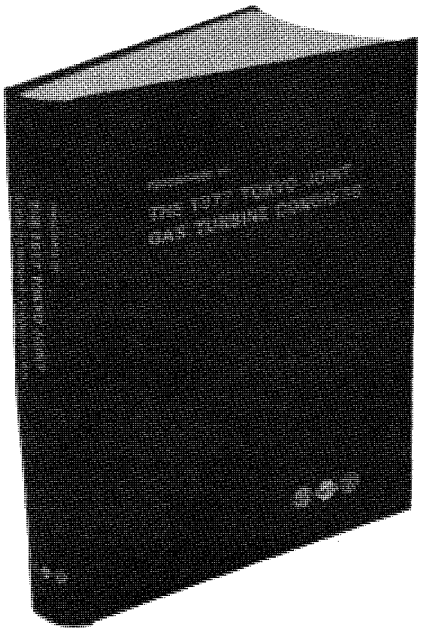
(2) 中村健也，JSME，新型原動機に関するシンポジウム（第3回）資料（昭和51年）

(3) 中村健也，日本機械学会誌，Vol. 79，No.694（昭和51年），859

(4) 野平英隆，トヨタ技術，Vol. 21，No.3（昭和45年），171

(5) 石谷清幹，GTCJ会報，Vol. 1，No.4（昭和49年），3

おしらせ



昨年5月，日本ガスタービン学会（GTSJ），日本機械学会（JSME）ならびに米国機械学会（ASME）三者共催で開催されました"1977 Tokyo Joint Gas Turbine Congress"において発表されました論文および討論を含めたProceedingsが完成いたしました。当Proceedingsの予約申込を頂いた方々には既に配布いたしましたが，なお若干の残部がございますので，ご希望の方はガスタービン学会事務局にお申込の上，下記銀行宛ご送金下さい。

記

内　容：特別講演2編，論文（討論付）66編，会議記録を含め国際版618ページ。上製本。

代　金：15,000円（郵送料込）

申込先：〒160 東京都新宿区新宿3－17－7
紀伊国屋ビル慶応工学会内 (社)日本ガスタービン学会
Tel. 03－352－8926

振込先：第一勧銀新宿支店普通預金口座
日本ガスタービン学会　066－1423331

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

論説・解説

輸出ガスタービンの近況

日立製作所　電力事業本部　樗　木　康　夫
日立製作所　日　立　工　場　滝　川　和　夫

1. 緒　　言

日本国内においてもガスタービンは広く各分野で活躍しているが，日本国内において生産されるガスタービンは多数輸出もされており世界各地で使用されている。

この輸出ガスタービンは用途，燃料ならびに設置される環境もさまざまで，かつ熱サイクル，容量，形式なども色々なものがあり一様に論ずることはできない。そこで，非常に狭い範囲となるが筆者の属する日立製作所におけるガスタービンの輸出状況を中心に市場の特殊性などについて述べる。

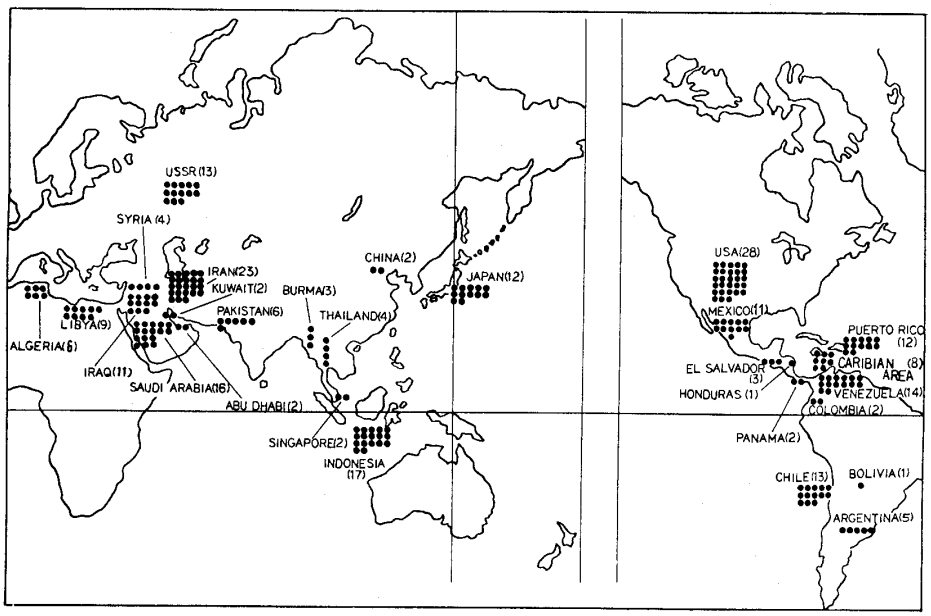


図1　日立－ＧＥ型ガスタービンの納入実績

2. 納入実績と引合状況

弊社のガスタービン納入実績と現在の引合い状況から，ガスタービンの輸出市場と，その需要状況を纏めると次の通りとなる。

納入したガスタービンはヘビィーデューティー型単純開放サイクルで，発電用，および，メカニカルドライブ用のパッケージ，ユニットが大部分である。各輸出先と納入台数は，図1の通りであり，世界各地で順調に運転している。また，年度別の納入台数は表1に示す通り，オイルショック時の世界的な不況で，納入台数が1時的に減少したが，その后，経済情勢の安定とともに，中近東産油国の大規模な経済開発計画により電力需要が急激に増加し，短納期のガスタービン発電設備が多量に発注され納入台数が，増加している。

最近の引合状況を地域別に纏めると表2の通り納入実績とほぼ同様に中近東，中南米が，主要な市場であることが明らかである。また，引合内容は，従来，発電用が主体であったが，メカニカルドライブ用が増加しつつあると同時に，大容量化の傾向にある。

（昭和53年2月20日原稿受付）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

表1　累積納入実績（台数）

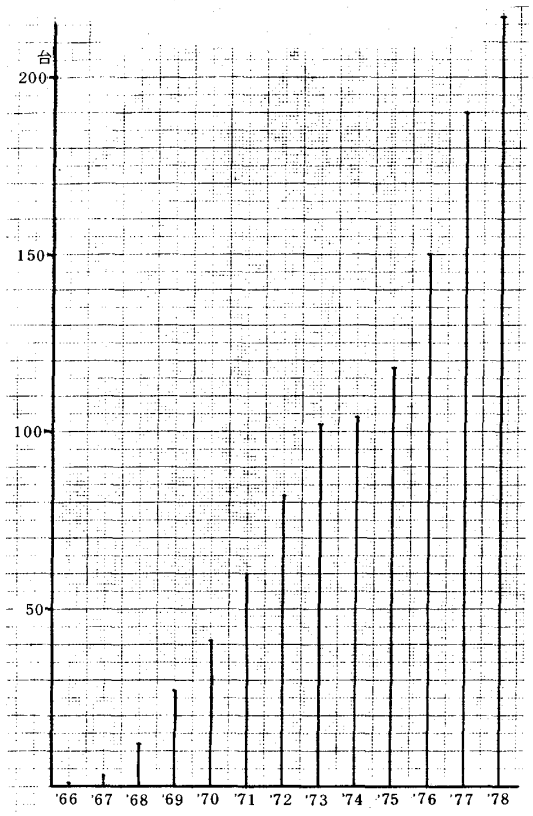


表2　ガスタービン引合状況

表2－1　地域別

地　域	引合係数（%）
中近東	60
中南米	25
アジア	13
国内	2

表2－2　用途別

容量（モデル）	引合件数（%）	発電用／メカニカル(%)ドライブ用
～10MW (MS-3000)	20	0／100
～25MW (MS-5000)	60	50／50
～65MW (MS-7000)	15	100／0
～95MW (MS-9000)	5	100／0

3. 日立－CE型ガスタービン

3－1　標準仕様　日立－GE型ガスタービンの本体は完全に標準化されており，用途の多様化，大容量化及び，短納期体制の確立等，ユーザの要望に適確に答えるべく準備している。ガスタービンの要目については会誌No.13（1976. 6）を参照されたい。

3－2　メカニカルドライブ用ガスタービン

メカニカルドライブ用2軸ガスタービンは，産業機械駆動用原動機として長年にわたり広く使用されて来たが，特に，近年その応用分野のひとつとして，需要が着実に増加しているものに天然ガス圧送用のブースターステイションがある。

この2軸ガスタービンの特長は出力軸が定格速度の50%から105%の広範囲にわたる速度領域で，出力特性が1軸ガスタービンに比較して非常に優れていることである。すなわち，ガスタービン用圧縮機の速度は圧縮比に応じた最適な速度に維持しながら，負荷側はプラントの要求に応じた最適速度に調整できることである。

たとえば，天然ガスパイプラインのブースターステイションでは吐出圧力を一定に制御する運転が行なわれる場合が多い。この時プラントの入口圧力と流量の関係は図2の点線となる。これに対して同図上の，1軸ガスタービンと2軸ガスタービンの運転可能範囲を対比すると，2軸機が非常に広範囲なパイプライン特性に適応できることが明らかである。すなわち，2軸ガスタービンがメカニカルドライブ用として，理想的な特性を有していると云える。

弊社では，このメカニカルドライブガスタービン全般に適用し得るアプリケーション・エンジニアリングが確立され，システム計画のためのシュミレータが完成しており，今後の計画に柔軟に対処し，適正なシステム計画，機械構成を作ることが可能となっている。

3－3　付属設備　これらが日立－GE型ガスタービンの本体に関する標準仕様であるが，納入先の気象条件，運転状態，燃料の種類によって付属設備が大巾に違って来る。

都市に設置される場合には，公害対策を十分に考慮したプラントとして，騒音は境界線で55dB（Aスケール）以下とすることが可能である。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

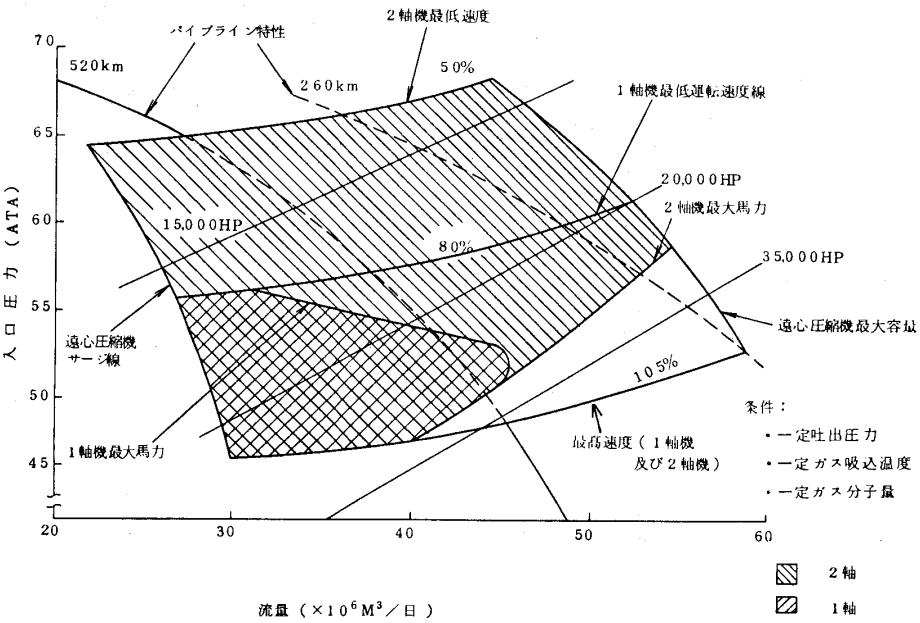


図2　パイプライン圧縮機運転範囲（大気温度15℃）

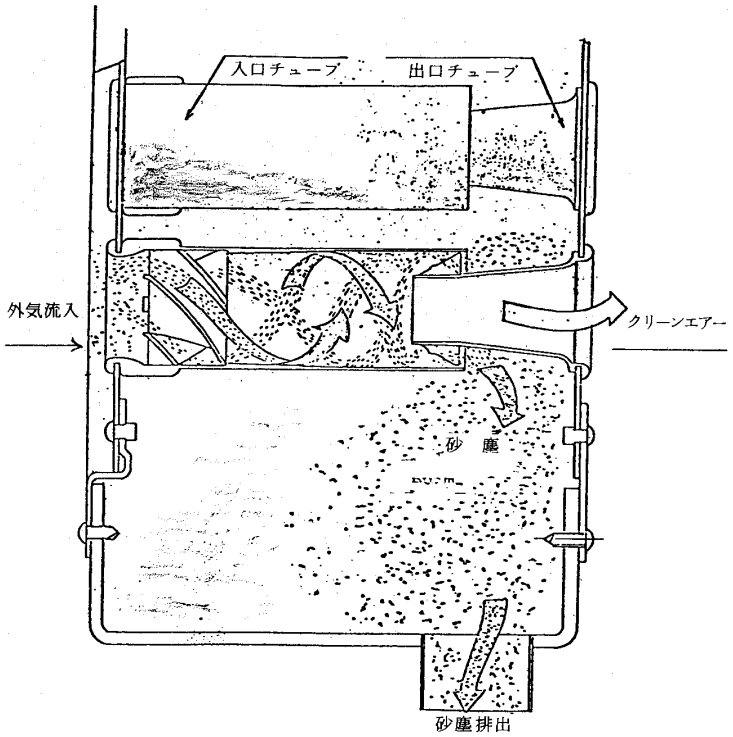


図3　砂塵分離装置

砂漠地域では，空気取入室にサンドストーム時の砂塵分離装置が必要である。この1例を図3に示す。又寒冷地では凍結防止策として図4の系統を採用している。外気温度の高い地域では冷却水系統を始め各部の冷却には，細心の注意が必要である。

ガスタービン用の燃料としては軽油が最も多くのユニットに使用されており，軽油専焼又はガスと軽油焚が標準仕様となっている。しかし，液体燃料については，種類に応じた前処理装置を設置することによって，原油からナフサまで使用することができる。

以上のごとくガスタービンの標準仕様品と付属設備の選定組合せによって世界のいかなる地域でも設置し要求に応じた運転することが可能である。

4. ガスタービン市場の動き

最近のガスタービン市場は地域別に次の様な特長を持っているが，一般にこの1～2年ガスタービン設備の輸出が，急増して来た要因は，オイルショック後，産油国で経済開発計画が次々と立案され，推進された結果である。とくに，中近東産油国諸国では，オイルショックによって獲得した豊富な外貨によって，石油輸出後の経済自立を目指して，大規模な経済開発計画を推進しており，基礎産業である電源開発，エネルギー開発が大きく，クローズアップされ，砂漠地帯に適したガスタービン設備が注目されて来た。又，これら諸国の大型プロジェクトとして石油精製，石油化学プラント，海水淡水化プラント等が多数計画されて居り，これらの電源及び熱源としてガスタービン発電設備が多く輸出されている。

しかし，現地の受入れで港湾設備，内陸輸送に問題が多く，さらに現地土木，据付工事の未熟さ，技術者の不足から，フルタンキーベースの商談が多くなっている。さらに最近では，現地技術者及び運転員の指導教育訓練だけでなく，運転の責任を負わされ運転員までメカー側で供給しなければならなくなって来ている。

4－1　砂漠の中に1000MWガスタービン発

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

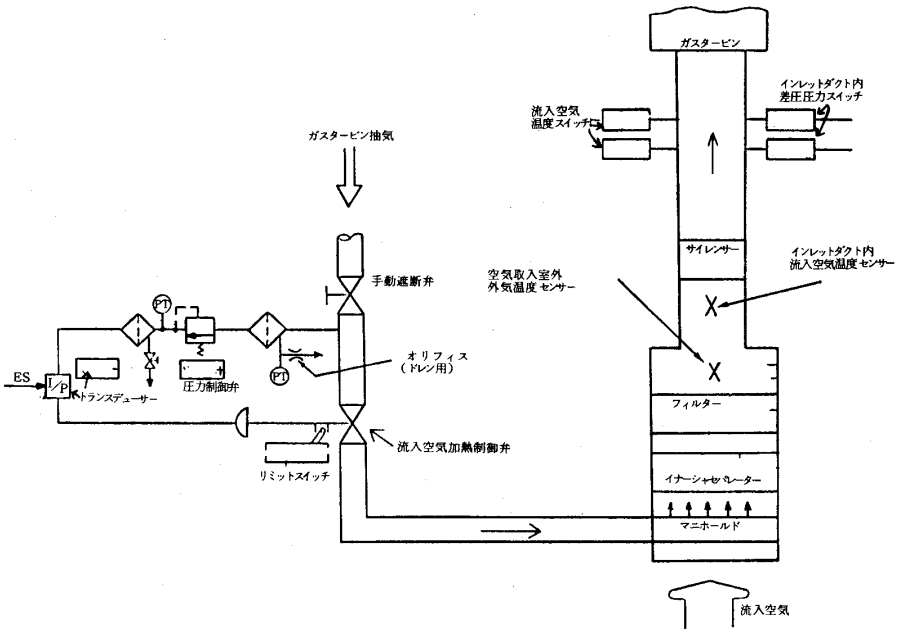


図４　空気取入室凍結防止策の系統

電所を建設 ーイランー　イランはホワイト・レボリューションによって経済開発計画を着実に推進しつつあり経済成長率も，第５次５ケ年計画（１９７３～７８年）では２５.９％[1]と非常に高い目標を掲げている。この間にガスタービン発電設備は全発電能力の２５.６％を占め発電容量1,232 MWとなっている。[2]この１～２年の夏に首都テヘランでは電力需要が急激に増加したため供給が間に合わず，停電する地域が出ていた。この対策のために，テヘラン近郊のレイに一大ガスタービン発電所が急拠建設されることになり，別のサイトに予定されていたガスタービンを移設すると同時に新規発注が行なわれている。レイ発電所には現在２３MW級ガスタービンが１５台据付を完了し稼動中であるが，さらに２５MW級が28台，８０MW級が３台，今年の夏期のピークまでには完成予定で各メーカが鎬を削っている。この発電所にはガスタービンメーカー５社から納入予定されており，日立も１８台受注据付中である。その規模は1,０００MWを超え，また工期の画期的な早さからも記録的な発電所となる。写真１はレイ発電所で運転中のガスタービンである。尚，次期５ケ年計画ではガスタービン発電設備を３６％増設（４５０MW）する計画となっている。しかし，１９８３年以后の電力開発計画の主流は原子力であるが，非常用としてガスタービン発電設備は10％の伸び率となる見込みである。

４－２　社会主義国における東欧メーカとの競合ーイラクー　ガスタービン発電設備の計画は１９７０年頃から始まっており日・欧間の競合で，わが国からの輸出が実現したのは１９７６年からである。その後，順調に輸出は伸びて来たが，社会主義国である理由からも，ソ連や東欧諸国からの輸出が増加しつつあり，今后，イラクへの輸出競争は激化すると考えられる。

写真１　レイ発電所ガスタービン

４－３　重電品は総て輸入 ーサウジアラビヤー

中東最大の輸入国であり，１９７７年には重電気製品（発変電設備）の６４％を米国から，次に英国から１３％，日本からは１２％を輸入している。

この電力開発計画に対し，需要が急激に上昇して居り，首都リヤドの夏期には連日の停電である。このリヤド市内の主な発電所はすべてガスタービンを使用して居り，停電解消のために新たなガスタービン発電所を建設中である。リヤドに於ては欧州のガスタービンが７０％，わが国が２５％，ディゼルが５％の割合で使用されている。

又，サウジアラビヤには大型プラントが，わが

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

国から多数輸出されているが，この電源設備としてもガスタービンが使用されている。

4－4　天然ガス輸出で経済開発－アルジェリヤ－　オイルショック後，天然ガスが，先進工業国にとって，低公害エネルギー源として着目され，需要が増大している。アルジェリヤは世界4位の天然ガス埋蔵量を持ち，これをいかに輸出し，経済自立するかが，この国の重要課題となっている。

しかし，この天然ガスは内陸地，砂漠の油田から採掘されるため，この圧送用パイプラインおよび液化プラントが必要である。現在，天然ガス圧送用ブースターステイションが建設中であり，弊社もM5262A，6台を納入している。今后も大規模なプラントが計画されており，それらの電源及び熱源用としてガスタービンが計画されているが，液化プラント，LNG運搬船の建造コストが大巾に上昇する等の採算面の悪化等が論じられ今後の急速な拡大は期待薄であるとの見方もある。しかし，アルジェリア政府は強力に80年代以降の欧米諸国の重要なエネルギー源として確固なる地位を占めることを目標に積極的に政策を実行しつつある。その一つの表われとして従来のフランス一辺倒の経済活動から，自由貿易に方針を変更して居り，わが国からも非常に大きなプラントが輸出されている。

尚，アルジェリヤはフランス統治時代から熟練労働者を持っており，教育水準も高く，近代国家へ発展する要因を備えた国である。ヨーロッパ資本との競合はあるが，あらゆる部門に亘って進出の可能性がある。

4－5　エネルギー保有国－ソ連－　ソ連はエネルギーの自給自足が維持できる世界唯一の主要工業国であるとされている。そのエネルギー供給の増加は，シベリア資激開発，なかでも西シベリア地域の開発である。しかし原油，天然ガスの輸送，大量の鋼管需要，厳しい気候条件，開発コストの高騰，技術導入など，多くの問題が生じている。したがって，ソ連のシベリア開発は西側からの資金，技術導入あるいは開発協力が不可欠となり，一段と国際的な傾向を強めている。

シベリアの石油と天然ガスをソ連のヨーロッパ側の地域に運ぶためのパイプライン建設はすでに始まっており，この動力源として2軸型ガスタービンを納入している。写真2はブースターステイションの完成予想図である。しかし，東部シベリヤ開発によって，液化天然ガスと石油を日本および米国に輸出する広大な計画があり，尨大なガスタービン駆動のポンプステイションが建設されることになっている。

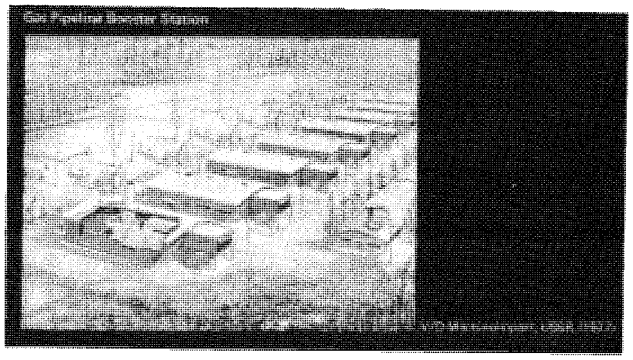


写真2　ブースターステイション完成予想図

4－6　大容量ガスタービンを計画中－東南アジア諸国－　過去の実績，地理的優位性から多くの納入実績を上げているが，最近東南アジア諸国では経済情勢が悪化しつつある国が増加しており，従来の伸び率を下回っている。しかし，インドネシアは東南アジア最大の産油国であり，石油化学プラント，石油精製プラントの建設が順調に進行して居りこの電源設備としてガスタービン発電設備を輸出している。

東南アジア諸国は，中南米諸国と同様に中近東諸国に比較し，技術者のレベルが高く計画的な電源開発を行なっており，ガスタービンの大容量化，及び効率向上が強く要求されつつある。この解決策として蒸気タービンとガスタービンを組合せたコンバインドサイクルに興味を持って居り，具体的な検討を行なっている。

4－7　建設ブームに沸くメキシコ－中南米諸国－　中南米諸国は，経済協力，経済外交がらみの商談が多い。技術者のレベルも高く，安定した経済成長のもとで商取引が行なわれており，ガスタービンの輸出も順調に伸びている。最近のメキシコは，南東部で発見された新油田に刺激されて多くの石油化学コンビナートが増設され，急激

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

な建設ブームとなって居り，電源設備として，ガスタービン発電設備が輸出されている。

5. ガスタービンプラント輸出の国際競争力の現状

ガスタービンの発電用プラント及びメカニカルドライブ用プラント等の国際競争力は着実にその実力を養いつつあると考えられる。

5－1　信頼性向上　ガスタービンプラントの信頼性は工場出荷の際に十分な検査，試験によって確認されるが，現地の苛酷な気候条件の下で，目的とした機能を十分に発揮できるか否かは，運転実績によって実証されるものである。したがって運転記録は非常に重要な技術情報であるが，輸出プラントの運転記録を入手することは国内プラントと異なり非常に困難である。特に，中近東では運転員の技術レベルが低いため，運転中の状態変化を正常か否か，判断できない場合が多く，ガスタービンが機能を停止するまで運転してしまう例が多く，後日，技術的な解析が困難な場合がある。よって，運転記録は常に所定の書式によって記録し，整理，保存させることを強く指導しておかぬと，貴重なデータが砂漠の真珠となってしまい，技術力養成の芽を摘む結果となる。また，顧客との情報ルートを常に維持するために，定期的な巡回サービスによる情報交換が必要で，ここで収集した情報も技術力養成の重要な鍵である。

ガスタービンプラントの計画立案が，海外のコンサルタントによって行なわれる場合があるが，これは技術力の問題ではなく商慣習によるものと見るべきである。しかし，我々もコンサルタント業務を充分理解し，実力を養う必要がある。

5－2　価格面での国際競争力　オイルショックの後遺症が完全に癒えない所に，円高の影響で，諸外国と対等に応札して行くには相当な努力が必要であり，従来にない激しい競争が行なわれている。コンポーネントの標準化と，仕様の標準化，さらに工数低減等を細部にわたり徹底し，激烈化している国際競争力を養う必要がある。

5－3　アフターサービス　中近東諸国に於ては，フルタンキー・ベースの商談の増加，プロダクト・イン・ハンド方式の要請等によって，ガスタービンプラントの建設のみでなく，運転までもメーカーで責任を持たなければならぬケースが出ている。そのため技術者を製品と共に現地に送り込まなければならず，その人員確保が必要である。

中近東，中南米共にガスタービン輸出台数の増加により，技術サービス及び補修用部品の機動的な供給を行なうとともに現地技術者の養成が必要である。この具体的な手段として，世界各地に技術者を駐在させ，その任に当らせている。その活躍によってガスタービンの稼動率は非常に高くなり，同時に，信頼性向上に役立っている。この好結果は，次期計画への足掛ともなっている。

6. 結　　語

ますます激しくなる輸出市場にあってガスタービンもまたその例外ではなく，その設置される環境，用途，燃料などにおける従来の経験を生かしきめの細かいアフターサービスを含めた技術力で国際競争力の低下を幾分でも緩和したいと念願している。

わが国において生産され輸出されているガスタービンは多種多様のものがあり，筆者のガスタービン輸出業務からはその全容を紹介することは困難で主観的見解を含んだ紹介になったかも知れないことをお断りしたい。

参　考　文　献

1）中邑，海外市場（昭51－8）10
2）Inan Almanac，1977

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

焼結耐熱合金（その２）

三菱金属　中央研究所　西　野　良　夫

3.2　鍛造　ＨＩＰあるいは，押出しで製造した焼結合金ビレットを鍛造する方法がおこなわれている。高温における合金の強度が高いためと，変形能が低いために，鍛造時の温度低下を防ぐ種々の工夫がなされている。焼結合金ビレットは，前述のように結晶粒度が細い（数十ミクロン）ために，鍛造圧力は，Wrought 材よりも低い。（図１２）[11]

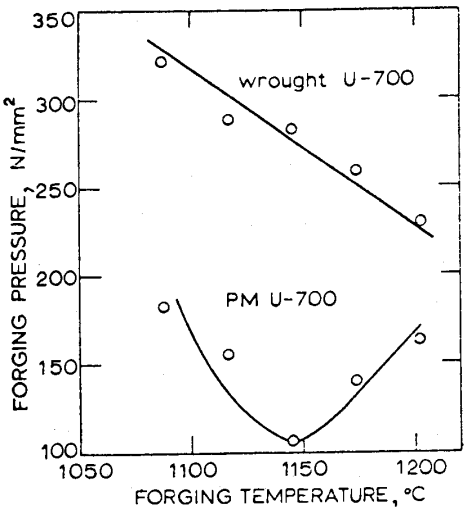


図１２　Wrought 材と焼結材の鍛造温度と鍛造圧力の関係

焼結 Rene ’９５ 合金の変形抵抗を図１３に示した。[4] 焼結 Rene ’９５ の鍛造は，かなり容易におこなえる。

3.3　押出し　押出しは，熱間成形と熱間塑性加工を兼ねたもので，粉末粒子粒界（ＰＰＢ）を破壊して新らしい粒内結合を生じる特徴がある。焼結合金の場合は，ＨＩＰのときと同じように金属カプセルの中に粉末を充填してカプセル内を真空にして封入した後，カプセルごと高温で直接押出しをする。多種類の焼結耐熱合金（Ni 基，Co 基）の棒が押出しで製造されている。また断面が複雑

（昭和５２年８月２９日原稿受付）

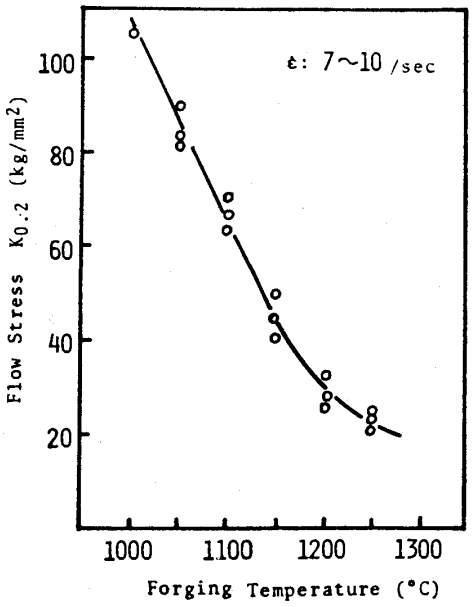


図１３　焼結 Rene ’９５合金の圧縮変形抵抗

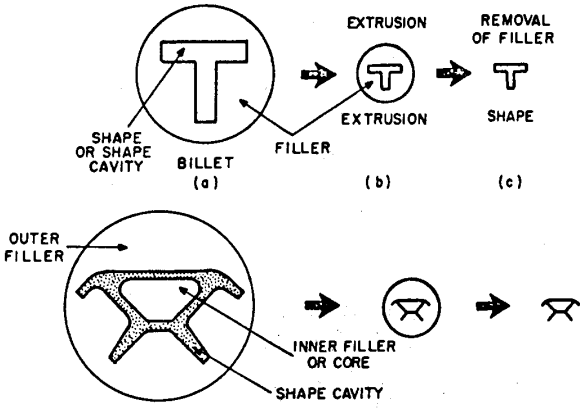


図１４　Filled Billet プロセス

な形状をした焼結合金の押出し法が開発されている[12]（Filled Billet 技術，図１４）。最終製品形状と相似な形状をしたキャビティをもった Filler 材（通常低合金鋼）のキャビティ内に粉末を充填して同時に押出す方法である。Filler 材は，押出し後機械的あるいは化学的手段によって分離される。この手法によって焼結ＩＮ−７１８，

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

Waspaloy, Rene'41 合金などに適用されている。

押出し材の組織は通常非常に微細（1～10μ）であるために，高温特性を向上する必要から粒成長をおこさせる熱処理が必要である。通常押出された棒材は，その後鍛造，圧延などがおこなわれる。

3.4 超塑性鍛造　超塑性（Super plasticity）とは，材料がある低流動応力下で，ネックなしに破断することもなく，数100%から2,000%にも達する巨大伸長の伸びをうるように引き伸ばしうる現象で，微細結晶粒超塑性と変態超塑性とに分類される。ここでは焼結合金の微細結晶粒超塑性現象を利用しておこなう鍛造について述べる。Pratt and Whitney 社は超塑性現象を利用して耐熱合金を鍛造するプロセスを Gatorizing 法と名付けて発表した。[13] このプロセスは Wrought 材や Cast 材の耐熱合金にも適用できるが，それらは偏析などを避けることができないために，組織の均一な焼結合金に適用されている。焼結合金の直接押出しを再結晶温度近傍でおこなって微細結晶粒のビレットを作り，低歪速度（0.5 in/in/min）で1,000℃～1,100℃の温度で鍛造をおこなう（IN－100）。鍛造圧力は非常に低圧力で通常の鍛造では，50,000 Ton プレスが必要な場合，超塑性鍛造では，わずか 1,650 Ton のプレスで鍛造できる。超塑性鍛造で製造されたディスクの1例を図15に示した[14]が翼付ディスクの鍛造も可能である。したがって材料歩留の向上はいちじるしいものがある。

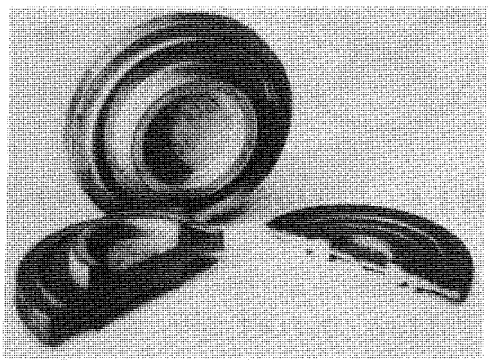


図15　GATORIZINGプロセスで製造された焼結IN－100合金のディスク

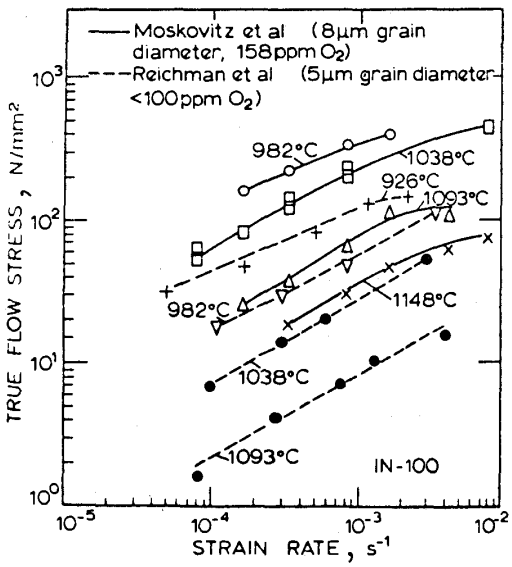


図16　超塑性変形をおこなったP/M IN－100合金の歪速度と変形抵抗の関係

Reichman[15] や Moskowitz[16] は，焼結IN－100合金の超塑性について報告している。図16には，変形応力と歪速度の関係を対数プロットで示した。直線の傾き（m値：歪速度依存指数）は両者の実験ともほぼ0.5で一致しているが，一定歪速度に対する変形応力には差がある。これは，結晶粒度，酸素量などの差によるものと思われる。Ewing[17] も焼結IN－792合金について，ディスクの製造を超塑性鍛造でおこなっている。鍛造圧力は低く，時効後の特性（引張強度，ラプチャー強度，低サイクル疲労強度）は，通常のD－979，Inconel 718，Rene'95より高い値を示している。高温（760℃以上）での使用では，結晶粒粗大化の熱処理が必要である。

焼結合金の強度をあげるために，結晶粒の形状，方向および大きさをかえる加工熱処理（TMT）

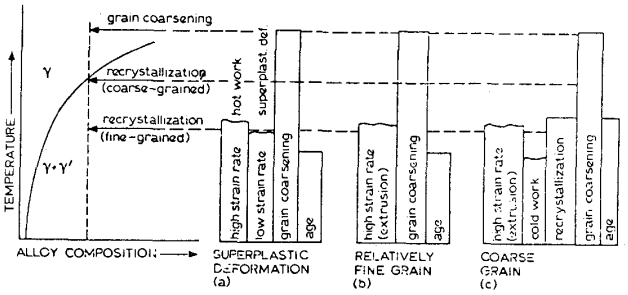


図17　焼結耐熱合金のTMT処理概念図

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

がおこなわれている。Ni 基焼結合金は主に結晶粒の大きさのコントロールがおこなわれる。TMT処理の一般例を図17に示した。[18]

4. 機械的特性

高温で使用されるタービンブレードの場合は，クリープ，ラプチャー強度や伸びの特性が重要であり，中間温度で使用されるディスク材の場合は，高い降伏応力，引張強さ，低サイクル疲労強さなどが必要とされる。実際の機械的特性は，合金組成，熱処理，析出 γ' や炭化物の大きさ，分布，製造方法などによってきまる。焼結合金は，もともと微細結晶粒で，多量の微細 γ'，MC炭化物が粒界にあるため中間温度領域では，高強度であるが，高温では，粒界すべりが変形の主役となるため，強度の低下は大きい。図18，19に焼結

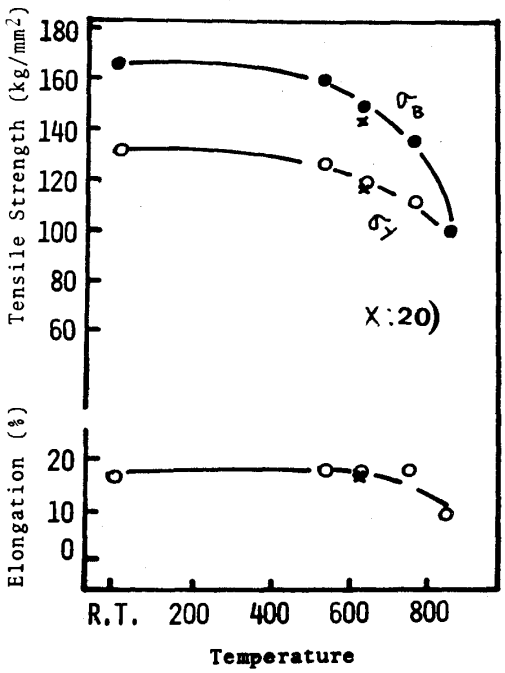


図18　焼結Rene'95合金の高温引張強さ

Rene'95合金の高温引張特性[4]とクリープラプチャー強度を示した。[19] 特性はいずれもRene'95の規格を満足している。図20，図21にはIN−100合金の特性をCast材と比較して示した。[19] 焼結合金は上述のように結晶粒度が数十ミクロンとこまかいため中温領域においては，溶解材に比して強度が高い。高温のラプチャー強度は，押出しによって細粒（8 μ）のものよりAs Hip'd

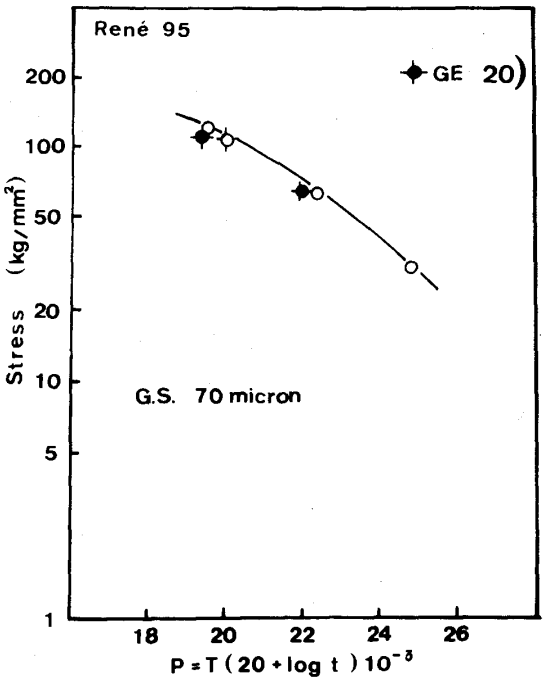


図19　焼結Rene'95合金のクリープ破断強さ

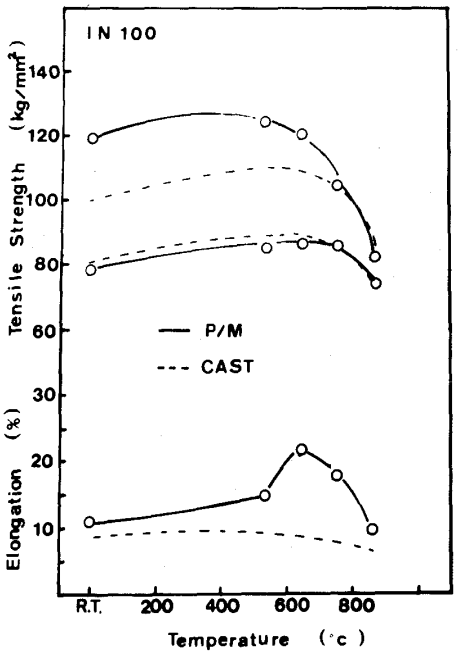


図20　焼結IN−100合金の高温引張強さ

材（100 μ）の方が高い値を示している。[16] 図22には，超塑性鍛造をおこない，1243℃，56時間溶体化処理をおこなった焼結U−700合金の特性を示した。[11] 図中示した点が焼結のデータで，線はカタログからとった値である。

高温における低サイクル疲労強度は，粗粒の方

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

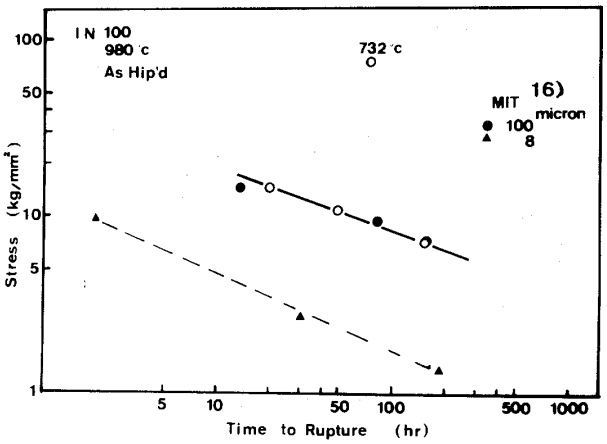


図２１　焼結ＩＮ−１００合金のクリープラプチャー強度

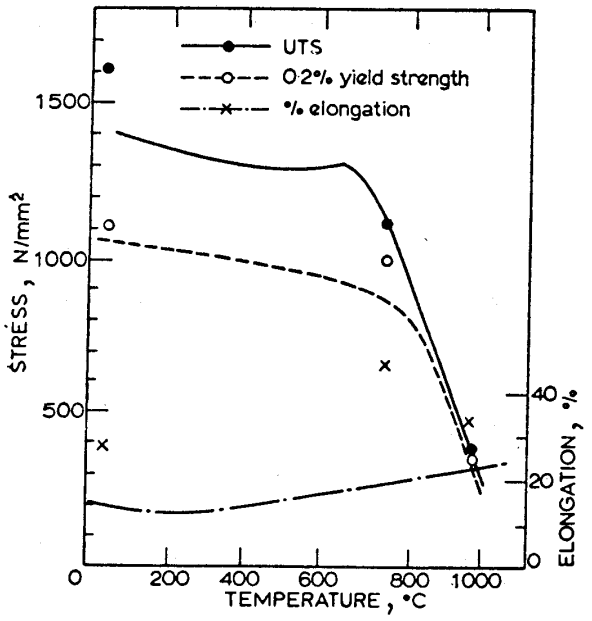


図２２　超塑性鍛造をおこなった焼結Ｕ−７００合金（点）とWrought Ｕ−７００合金（線）の高温引張特性

が高いが，低温においては，細粒の方が高い。ＩＮ−７９２を改良した焼結ＰＡ１０１合金は，４８２℃においてディスク材として競合関係にあるWrought Ｄ−９７９，Inconel ７１８合金よりも高い低サイクル疲労特性を示す。[17]（図２３）

5. 焼結合金の経済性

ここでタービンディスクを例にとって焼結合金のコストを考えてみる。(1) 通常の溶解法の場合は，インゴット→ビレット→鍛造（すえこみ）→

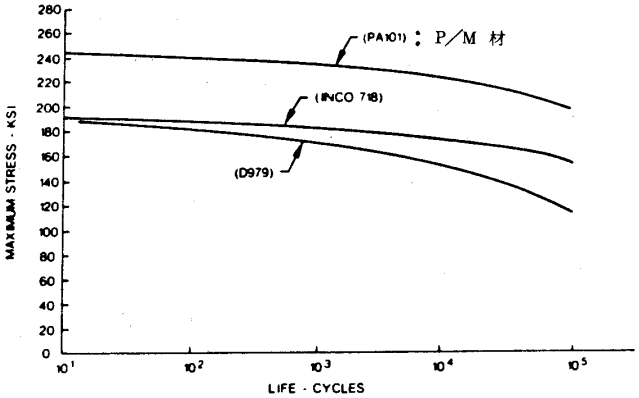


図２３　４８２℃における低サイクル疲労強度

荒鍛造→仕上げ鍛造→機械加工→最終製品 (2) 焼結合金の場合は，粉末製造→単純形状ＨＩＰ→鍛造→機械加工→最終製品 (3) 焼結合金の目標プロセスは粉末製造→最終形状ＨＩＰ→最終製品である。以上の３つの製造プロセスについて考えてみる。図２４に３つのプロセスについてのコスト解析を示した。[21] 焼結のプロセスは，結局１２〜５０％もの節約になる。ＴＦ−３０エンジンのディスクに用いられているAstroloy は，(1)のプ

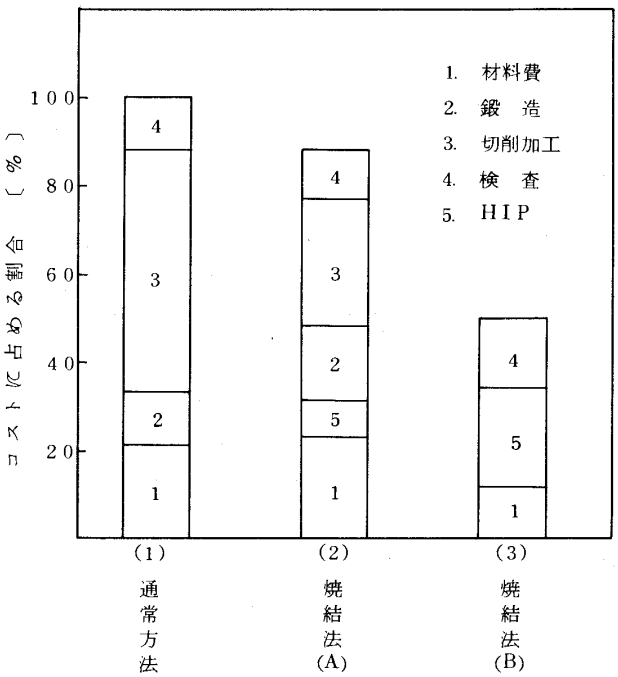


図２４　ディスクの製造時の通常プロセスと焼結法のコスト比較（通常のプロセスを１００とした場合）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

ロセスで２８０ lb のビレットを用いるのに対して，(2)のプロセスで２１５ lbのプリフォームで製造できる。[10] 図２５には，F−１００のディスクを示したが，製品重量１５ lb に対して通常の

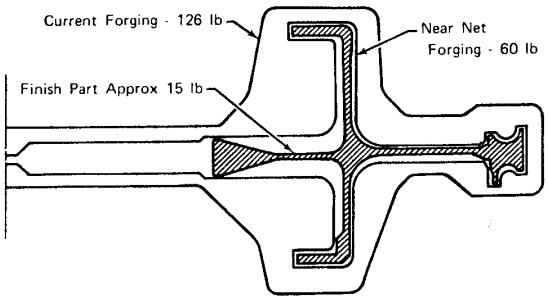


図２５　F−１００エンジンディスク材の製品形状，鍛造上り形状，およびＧＡＴＯＲＩＺＩＮＧプロセス仕上り形状

鍛造では，１２６ lb の原料が必要なのに対して，Gatorizing プロセスでは，６０ lb の原料で製造できる。[10] 以上のように，粉末化によるコストダウンのメリットは大きい。

6. 分散強化型合金

分散型合金は，１９５１年 Irman がＳＡＰ（$A\ell - A\ell_2O_3$）を開発して以来，活発な研究開発がなされており，鉛からモリブデンまで分散強化理論に基ずき多数の合金系について報告されている。ニッケル基分散強化型合金としてニッケル中にトリア（ThO_2）を分散させたＴＤニッケルがある。このＴＤニッケルに Cr を添加して表面コーティングなしに１２００℃まで使用できるようにしたのがＴＤナイクロム（Ni Cr）である。

ＴＤナイクロムを押出し加工後，高周波誘導コイルを移動させると，一端から他端へ順次再結晶して，一方向にそろった細長い柱状晶あるいは，単結晶をうることができる（ZAP, Zone Aligned Polycrystals）。この方法によってクリープ破断強さは，いちじるしく改善され，１０９３℃，１０時間破断強さは，１１.６kg／mm² に達する。[22]

Benjamin は，分散強化型合金の強化理論と，従来の耐熱合金の強化理論とを組合せ，さらに粉末冶金法のメリットを利用した材料を開発した。[23] これは機械的混合法（Mechanical Alloying：母相金属粉と分散粒子相（ThO_2，Y_2O_3）をアトライターで高速回転混合，粉砕により機械的に合金化される方法）に特徴があり，母相金属と均一な分散相との混合粉末を得たのち，粉末押出し法により高密度化した Ni 基合金である。図２６は，種々の温度における Y_2O_3 分散型耐熱焼結合金の１００時間ラプチャー強度を示し，低

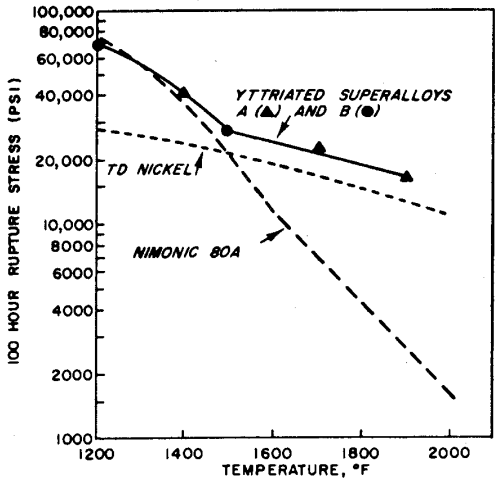


図２６　Y_2O_3 添加耐熱合金（分散強化型合金）の１００時間ラプチャー強度

温側では，Nimonic ８０A 合金の析出強化により高強度を維持し，高温側では，上記 Y_2O_3 の分散強化によりＴＤ−Ni と類似の挙動を示す。高温強度でもほぼ同じような特性を示す（図２７）。高温耐食性，耐酸化性の点でも良好な結果を示した。

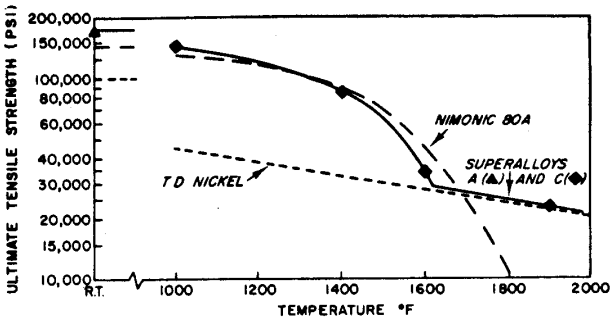


図２７　Y_2O_3 添加耐熱合金（分散強化型合金）の高温引張強度

なお本文で使用した合金組成を表２に示した。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

表2 本文中に表われたおもな合金の組成

合金名	C	Mn	Si	Cr	Ni	Co	Mo	W	Nb	Ti	Al	B	Zr	Fe	その他
16-25-6	≤0.08	1.35	0.70	16.0	25.0	−	6.0	−	−	−	−	−	−	残	0.15N
A286	0.05	1.40	0.40	15.0	26.0	−	1.25	−	−	2.15	0.2	0.003	−	残	0.3V
Astroloy	0.06	−	−	15.0	残	15.0	5.25	−	−	3.5	4.4	0.03	−	−	−
C−101	0.16	−	−	12.2	残	9.0	1.95	3.95	−	4.1	3.4	0.015	0.11	−	3.95Ta 1.0 Hf
D−979	0.05	−	−	15.0	残	−	4.0	4.0	−	3.0	1.0	0.01	−	27.0	−
Inconel 718	0.04	0.20	0.30	19.0	残	−	3.1	−	5.0	0.9	0.4	−	−	18.5	−
IN−100	0.18	−	−	10.0	残	15.0	3.0	−	−	4.7	5.5	0.014	0.06	−	1.0V
Nimonic 80A	0.07	0.5	−	19.5	残	1.1	−	−	−	2.5	1.3	−	−	−	−
IN−792	0.21	−	−	12.7	残	9.0	2.0	3.9	−	4.2	3.2	0.02	0.10	−	3.9Ta
Rene'95	0.15	−	−	14.0	残	8.0	3.5	3.5	3.5	2.5	3.5	0.01	0.05	−	−
Udimet 700	≤0.15	−	−	15.0	残	18.5	5.2	−	−	3.5	4.25	≤0.05	−	≤1.0	−
TD NiCr	0.1	−	−	21.0	残	−	−	−	−	−	−	−	−	−	2.7ThO_2
IN−738	0.17	≤0.20	≤0.30	16.0	残	8.5	1.75	2.6	0.9	3.4	3.4	0.01	0.10	<0.50	1.75Ta
Rene'41	0.09	−	−	19.0	残	11.0	10.0	−	−	3.1	1.5	≤0.01	−	−	−
Waspaloy	0.07	0.5	0.5	19.5	残	13.5	4.3	−	−	3.0	1.4	0.006	0.07	≤2.0	−

7. 結　言

焼結耐熱合金は，アメリカにおいてようやく実用の域に入ったばかりで，これは合金粉末の製造，HIP，超塑性鍛造などのProcessing技術の開発に負うところが大きい。1976年シカゴで開かれた国際粉末冶金会議に焼結耐熱合金の報告がいくつかなされたが，Low Carbon Astroloy の As Hip'd 材についての特性の報告,[24) 25)] またガスアトマイズされて，まだ冷却されてない粉末を鍛造型に入れ直接鍛造するプロセスの報告[26)] があり，今後の発展が期待されている。現在は，HIP＋鍛造あるいは，押出し＋超塑性鍛造のプロセスが一般的であるが，（F100：IN−100 GATORIZING，T7100：Rene'95，HIP+FORGING，TF−30：L/C Astroloy，HIP+FORGING）JT8Dのディスク材にLow Carbon Astroloy の As Hip'd 材の適用が試みられているように経済性の面からもAs Hip'd 材が主流になるものと思われる。

以上最近の報告と当社での研究データをもとに，焼結耐熱合金の現状を解説してみた。耐熱焼結合金の今後の研究開発の発展を期待したい。

文　献

11) S.H. Reichman, J.W. Smythe, Papers and Discussions at 7th Plansee Seminar, 35(1971), Metallwerk Plansee AG. & Co. KG.

12) A.S. Bufferd, Ref. 8, 303.

13) U.S. PAT. 3,519,503.

14) P&W社 GATORIZING PROCESS カタログ.

15) S.H. Reichman and J.W. Smythe, Int. J. Powder Met., 6,(1970), 65.

16) L.N. Moskowitz, R.M. Pelloux, N.J. Grant, Proceedings of the 2nd International Conference on Superalloys Processing,(1972), Z-1, MCIC.

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

17) B. Ewing, F. Rizzo, C. Zur Lippe, national Conference on Superalloys Processing, (1972), BB-1, MCIC.
18) G.H. Gessinger, M.J. Bomford, International Metallurgical Review, vol. 19, (1974), 51.
19) 西野, 土井, 粉体粉末冶金昭和51年秋季講演概要集, (1976), 42.
20) J.F. Barker, E.H. Van Der Molen, Proceedings of the 2nd International Conference on Superalloys Processing, (1972), AA-1.
21) L.P. Clark, Proceedings Gas Turbine Confrence, (1976), 1-1.
22) R.E. Allen, Ref. 16, X-1.
23) J.S. Benjamin, Metallurgical Transactions, vol. 1, Oct., (1970), 2943.
24) M.T. Podob, Modern Developments in Powder Metallurgy, vol. 11, (1977), 25, MPIF.
25) P.E. Price, R. Widmer, J.C. Runkle, Ref. 24, 45.
26) R.G. Brooks, G. Coombs, Ref. 24, 1.

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

ガスタービンに関するＩＳＯの動向

青　木　千　明

1. まえがき

ガスタービン関係の国際標準については，組織としてはＩＳＯ（International Organization For Standardization)／TC70／ＳＣ６委員会が，幹事国を英国として活動しており，日本における受入審議機関としてはＩＳＯ対策内燃機関委員会と日本機械学会調査班のＴＣ７０／ＳＣ６合同委員会が設けられて，活動を行なっている。

ＩＳＯ国際標準で，すでにできたガスタービン関係のものは，「受取試験方法」（ＩＳＯ規格）および「仕様書標準」（ＩＳＯ規格案）の２つで，いずれも日本からも積極的に審議に参加して作成されたものである。

ここに，ガスタービンの国際標準に関して，活動の状況，適用範囲，ＩＳＯ規格の内容，国内規格化の状況などにつき，知り得ている所の概要を御説明し，皆様方の御参考に供したい。

2. ガスタービン関係ＩＳＯ組織

ガスタービンを含む内燃機関の国際標準を取り扱うＩＳＯのＴＣ（Technical Committee)は，１９６７年に改組されたＩＳＯ／ＴＣ70であり，その幹事国は英国である。日本も，このＴＣ７０に“Ｐメンバー”（Participantとして投票権を持つ参加国）として積極的に参加している。

ＴＣ７０で取り扱う適用範囲は，動力用内燃機関（ガスタービンを含む）であれば，発電用，鉄道車両用，船舶用その他も含めることとし，建設機械用，農業および工業用トラクター用，自動車用，航空用機関は除かれている。（除外されている部分については，自動車などは別のＴＣに包括的に含まれることになっている。）

ＴＣ７０の中には，ＳＣ（Sub-Committee)が７つ設けられており，このうちのＳＣ６でガスタービンを取り扱っており，他のＳＣは往復動機関を対象にしている。ガスタービンのＩＳＯ／ＴＣ７０／ＳＣ６の幹事国は英国で，日本もＰメンバーで参加している。

3. ＴＣ７０／ＳＣ６の活動状況

ガスタービンに関するＩＳＯ規格として，(1)ガスタービン受取試験方法，(2) ガスタービン仕様書標準を作成，制定することにして，ＩＳＯ／ＴＣ７０／ＳＣ６は１９６９年から活動に入り，すでにＴＣ７０／ＳＣ６委員会として合計８回の国際会議が第１表に示すごとく開催された。なお，

第１表　ＩＳＯ／ＴＣ７０／ＳＣ６
国際会議開催及参加状況

通算回	開催年月	開催場所（国）	会議種別	日本からの参加者
1	1969－10	ロンドン（英国）	WG6（第1回）	井口　泉（東芝） 河田　修（富士電） 丹羽高尚（三菱重）
2	1970－5	ブラッセル（ベルギー）	WG6（第2回）	井口　泉（東芝） 丹羽高尚（三菱重） 加藤正敏（日立） 渡部一郎（慶応大）
3	1971－5	ストックホルム（スェーデン）	SC6（第1回）	川田正秋（専門部会長） 樗木康夫（日立）
4	1972－2	パリー（フランス）	SC6（第2回）	井口　泉（東芝） 樗木康夫（日立）
5	1972－11	フランクフルト（西ドイツ）	SC6（第3回）	井口　泉（防衛大） 青木千明（石播） 渡部一郎（慶応大）
6	1973－5	ロンドン（英国）	SC6（第4回）	井口　泉（防衛大）
7	1973－11	レニングラード（ソ連）	SC6（第5回）	井口　泉（防衛大） 青木千明（石播） 丹羽高尚（三菱重）
8	1974－9	チューリッヒ（スイス）	SC6（第6回）	井口　泉（防衛大） 丹羽高尚（三菱重）

（昭和53年１月20日原稿受付）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

当初はＴＣ７０のＷＧ６（Working Group）としてスタートし，１９７１年からＳＣ６に改められたもので，ＴＣ７０／ＷＧ６の時に２回，ＴＣ７０／ＳＣ６になってから６回の会議が行なわれた。

ＩＳＯ／ＴＣ７０／ＳＣ６への“Ｐメンバー”としての参加国は，英国，西ドイツ，イタリー，フランス，スイス，ベルギー，スェーデン，ソ連，チェッコ，米国，日本などであり，このほかに“Ｏメンバー”（Observer で，情報交換だけ行なう国）が数ケ国ある。

ＴＣ７０／ＳＣ６の活動に対して，比較的大きな影響力を持っているのが，ＣＩＭＡＣ（国際燃焼機関会議，Conseil International des Machines à Combustion）であり，活動の方向づけや規格の素案作りに重要な役割を果してきている。

ＣＩＭＡＣには米国も日本も参加しているが，その歴史的背景から欧州各国がその中心を占めており，そのため，ＴＣ７０／ＳＣ６での審議活動状況も欧州各国および米国ならびに日本という三極化の傾向がみられる。

第１表からも分る通り，ＴＣ７０／ＳＣ６の国際会議は，１９６９年から１９７４年にかけて集中的に行なわれ，この間に次のＩＳＯ規格の原案が作成された。

(1)　“Gas Turbines－Acceptance Tests”（ガスタービン受取試験方法）

ＣＩＭＡＣのＷＧで１９６８年に作成した同一標題のリコメンデーションが，１９６９年１０月のロンドン会議に素案として提出され，それに修正を加えた形で各参加国の合意がみられ，１９７１年４月にＩＳＯ／ＤＩＳ（Draft International Standard）２３１４として原案がまとめられた。これに対して参加各国の賛否が求められ，日本も文章上の修正意見をつけて同意をし，１９７３年３月には，ＩＳＯ Standard2314として正式に国際規格に制定された。

(2)　“Gas Turbines－Procurement”（ガスタービン仕様書標準）

１９６９年１０月の最初の国際会議以来，８回にわたって継続審議され，この間各国から多くの具体的な提案や熱心な意見が出され，国際会議での審議も毎回議論伯仲して非常に熱の入ったものとなり，従って審議過程でも多くの紆余曲折がみられたが，１９７４年９月のチューリッヒ会議で参加各国による最終的な原案の合意がまとまり，１９７６年９月にＩＳＯ／ＤＩＳ３９７７として原案が各参加国に提出された。これに対する参加国の賛否が求められ，日本も文章上の修正意見をつけて同意をしている。なお，このＤＩＳ3977は，未だＩＳＯ事務局からＩＳＯ規格としての制定はされていない。

4.　日本における審議機関と活動状況

ガスタービンを含む内燃機関を取り扱うＩＳＯ／ＴＣ７０に対応する国内対策委員会は，日本内燃機関連合会〔略称，日内連またはＪＩＣＥＦ（Japan Internal Combustion Engine Federation)〕の中にある「ＩＳＯ対策内燃機関委員会」〔略称，ＪＩＣＥＳＣ（Japan Internal Combustion Engine Standards Committee for ＩＳＯ)〕である。

ＪＩＣＥＳＣは，ＩＳＯ／ＴＣ７０が１９６７年に改組されて内燃機関を扱うことになったことを受けて，１９６９年１月に関係官庁の勧めにより，日内連が世話役となって設けられ，日本工業標準調査会〔略称，ＪＩＳＣ（Japanese Industrial Standards Committee）〕の下部機構となっている。このあと，１９７１年１月にＪＩＣＥＳＣは日内連の中に合併されて現在に至っており，事務所の所在地は次の通りである。

〒105　東京都港区新橋1−11−5 吉野ビル
日本内燃機関連合会　ＩＳＯ対策内燃機関委員会（電話（03）574−7882）
〔専務理事　梶谷憲雄氏〕

ＪＩＣＥＳＣの中の審議委員会には，ＩＳＯ／ＴＣ７０往復動内燃機関委員会およびＩＳＯ／ＴＣ７０／ＳＣ６ガスタービン委員会があり，それぞれに対応して設置されている日本機械学会ＩＳＯ／ＴＣ７０内燃機関調査班およびＩＳＯ／ＴＣ７０／ＳＣ６ガスタービン調査班とのそれぞれ合同委員会の形で運営されている。

ＩＳＯ／ＴＣ７０／ＳＣ６ガスタービン合同委員会の構成は，現在次のようになっている。

ＪＩＣＥＳＣ－ＩＳＯ／ＴＣ７０／ＳＣ６ガスタービン委員会

ＴＣ７０委員長：山本盛忠（新潟鉄工）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12

ＴＣ７０副委員長　：井上宗一（石川島播磨）
ＴＣ７０専門部会長：川田正秋（上智大学）
ＳＣ６　主　査　　：井口　泉（防衛大学校）
ＳＣ６　幹　事　　：青木千明（石川島播磨）
ＳＣ６　委　員　　：６名

日本機械学会ＩＳＯ／ＴＣ７０／ＳＣ６ガスタービン調査班

主　査　　：渡部一郎（関東学院大学）
幹　事　　：佐藤　豪（慶応義塾大学）
委　員　　：１５名

さらにこの合同委員会の中に，Working Groupとしての合同小委員会が設置されており，その主査および幹事はＪＩＣＥＳＣガスタービン委員会の主査，幹事がそれぞれ兼務して，ほかに小委員会委員９名が決められている。

このガスタービン合同委員会および合同小委員会は，ＩＳＯ／ＴＣ７０／ＳＣ６の国際会議の開催に並行して，活発な活動を行ない，ＩＳＯ原案に対する日本での審議と共に，具体的な日本案の立案および国際会議への提案を積極的にすすめ，各国際会議には代表者を派遣して，日本の考え方や提案をＩＳＯ原案に強く反映させることに大きな役割を果した。

ＴＣ７０／ＳＣ６の国際会議では，英国を中心とする欧州各国と米国とがややもすると意見が対立するようなことが多くみられ，そのような場合に日本が先にも述べた通り第３極的立場で意見を求められたり，あるいは日本の提案が両者の仲介役の役割を果して採用されたりすることが多かったことは，特筆に値するといってよい。

このように日本案が，やや自負かもしれないがＴＣ７０／ＳＣ６国際会議で比較的尊重されたのは，提案に先立ち日本国内の委員会でじゅう分論議を重ねていたこと，委員会には日本の代表的ガスタービンメーカーの代表委員が参加していて欧州および米国の代表的ガスタービンメーカーのほとんどとつながっているために比較的どこの国にも受け入れられ易い中立的な意見や提案が多かったこと，また日本の提案を英語の文書にして国際会議に先立ちＩＳＯ事務局に送付しておくことを励行し，かつ国際会議に代表者を必ず出席させて配布ずみの提案文書に基づいて意見を陳述したこと（これは言葉のハンディをカバーするためにも重要であったが，これがかえって各国から好感を持って受け入れられた。）などがその理由とみられる。

ここに述べたようなことは，かかる国際会議への対処の仕方として非常に重要なことであると考えられ，今後の参考にもして頂ければと思う。

ガスタービン合同委員会は，１９６９年から１９７６年にかけて，１～２ケ月に１回の小委員会の開催と，１年に１～２回の合同委員会の開催をかさねて，詳細な審議と熱心な討議を行ない，さらにこの間，第１表に示すごとき合計８回の国際会議にのべ２０名の代表者を派遣している。しかし，ガスタービンに関する二つの大きなＩＳＯ規格が制定またはＤＩＳ提案された現在は，合同委員会の役割はＩＳＯ事務局との細部な対応とフォローアップが中心になっている。いずれにせよ，このガスタービン合同委員会が今後共ガスタービンに関するＩＳＯ標準にかかわる国内審議に，いつでも対処できるような態勢になっていることはいうまでもない。

5. ＴＣ７０／ＳＣ６での適用範囲

ＩＳＯ／ＴＣ７０／ＳＣ６で取り扱っているガスタービンの適用範囲は，第２項で述べたごとくＴＣ７０で決めている取り扱う内燃機関の適用範囲を受けており，現在できているガスタービン関係ＩＳＯまたはＤＩＳでは，次のように示されている。

「この国際標準は，通常の燃焼系統を持つ開放サイクルガスタービンプラントに適用し，また密閉サイクルおよび半密閉サイクルガスタービンプラントにも適用できる。フリーピストンガス発生機または特殊な熱源（たとえば化学プロセス，原子炉，過給ボイラの火炉）を使用するガスタービンには，適切な修正を加えることによって適用してもよい。

この国際標準は，航空機，土木建設機械，農・工業用トラクタおよび自動車を駆動するために使用されるガスタービンには適用しない。」

6. 「ガスタービン受取試験方法」について

ＩＳＯ　２３１４“Gas Turbines－Acceptance Tests”（初版１９７３年３月１日）について，概要を御紹介すると次の通りである。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

なお，主文の頁数は２０頁である。

〔第１章〕目的および適用範囲

目的は，ガスタービンプラントの出力，熱効率その他の特性を決定するための受取試験の方法と報告に指針を与えることである。

適用範囲は，第５項に述べた通りだが，適用除外は明記されていない。

試験項目として，主要（強制）試験および選択試験に分け，次のものをあげている。

主要（強制）試験

a）指定条件での出力（ガス発生機ではガス出力）

b）指定条件での熱効率，燃料消費率，熱消費率

c）主要保安装置の作動

選択試験

特に同意のあった場合，７項目から選択する。

〔第２章〕関連規格

〔第３章〕定義，符号，記号

この中で，比較基準条件が与えられているが，これは第７項中の〔第５章〕にあるものと同じであるので，そこを参照して頂きたい。

また，ガスタービンの基本サイクルでの位置符号（番号）は第１図の通りである。

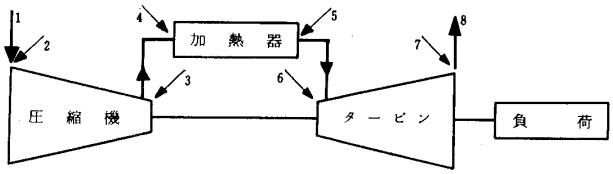


図１　ガスタービン基本サイクルの位置番号

〔第４章〕試験準備

ここでは，受取試験は通常組立完成直後か３ケ月以内に行なわれるべきであるとしている。

〔第５章〕試験運転条件

運転条件として，回転速度，圧力，温度等の主要なものについて整定状態とみなされる最高許容変動値を与えている。

〔第６章〕計器および測定方法

出力，燃料，温度，圧力，流量の測定について，使用すべき計器の精度および測定方法が述べられている。

〔第７章〕試験方法

主要（強制）試験として，出力および熱効率，ならびに主要保安装置としての危急過速度トリップ装置および炎吹消えトリップ装置（装備されている場合）の作動に対する試験を行なうことが定められている。

選択試験としては，制御装置の性能と保安装置の性能，運転取扱の特性（起動特性，起動信頼性，負荷投入特性など），振動，排気，排ガス量および温度（排熱回収装置がある場合），騒音，ならびに熱放出に対する各試験があげられている。

〔第８章〕測定結果の計算

試験の測定結果の計算に関して，出力，熱消費率と熱効率，基準条件への試験結果の修正，試験結果の評価，間接法による出力の求め方，タービン入口ガス温度に対する計算方法につき，動力の貸借精算や熱勘定境界域の指針も含めて，述べられている。

〔第９章〕試験の報告

試験の報告書につき，形式と記載されるべき事項のリストが示されている。

7. 「ガスタービン仕様書標準」について

ＩＳＯ／ＤＩＳ　３９７７“Gas Turbines－Procurement”（提案１９７６年３月１８日）について，概要を御紹介すると次の通りである。なお，主文の頁数は４５頁である。

〔第１章〕目　　的

この国際標準は，ガスタービンおよび関連補機を購入者が製造者（または該当する責任を持つ契約者）から調達しようとする時に必要な技術情報を定めている。

また，異なる環境および安全要求条件に合致する提案の提出のための基礎，ならびにこれらの条件に合致するかどうかを決めるためのどこでも可能なような標準を定めており，当該装置に適用を要求されるような地域的または国家的な法律規制については取り扱わないものとしている。

〔第２章〕適用範囲

第５項に述べた適用範囲の通りである。

〔第３章〕関連規格

〔第４章〕用語の意味

ここでは，ガスタービンおよび関連装置につい

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

ての主要な用語の意味を定義している。すなわち，「ガスタービン」，「ガスタービンプラント」，各種サイクル，形式，主要な構成要素，制御および保安系統，ならびに性能などに関連する42個の用語を定義している。また，主要なサイクルの構成要素の配列例が図示されている。

〔第5章〕比較基準条件

ISO出力，熱効率，熱消費率あるいは燃料消費率についての比較基準条件を，次の通り定めている。

入口空気条件

圧縮機入口フランジ（または圧縮機入口フレアー）において吸入空気に対して

全圧力　1.013 bar
全温度　15℃
相対湿度　60％

排気条件

タービン出口フランジ（または再生サイクルの場合は再生用熱交換器出口）において排気に対して

静圧力　1.013 bar

冷却水の条件（もし使用される場合）

水入口温度　15℃

〔第6章〕試験用燃料

〔第7章〕定　格

ガスタービンはその運転モードが実際には非常に広汎にわたることから，「標準定格」と呼べる運転モードの定義づけを行なっている。

まず，定格出力は比較基準条件に基づくことと，次に示す燃料の定圧低発熱量に基づいて評価することが定められている。

a）液体燃料：42,000kJ／kg
b）ガス燃料：100％メタン－50,056 kJ／kg

（なお圧力1.013 bar，温度15℃を基準とする。）

次に，運転モードとして，下記に示すような年間運転時間を基にした4種の「クラス」（Class）と，年間平均起動回数を基にした5種の「レンジ」（Range）とを定め，それらの組み合わせに対して定格出力を決めるようにしている。

クラス（Class）

クラスA：年間500時間以下の運転（予備ピーク用）
クラスB：年間2,000時間以下の運転（ピーク用）
クラスC：年間6,000時間以下の運転（セミベース用）
クラスD：年間8,760時間以下の運転（ベース用）

レンジ（Range）

レンジⅠ：年間平均起動回数500回以上
レンジⅡ：年間平均起動回数500回未満
レンジⅢ：年間平均起動回数100回未満
レンジⅣ：年間平均起動回数　25回未満
レンジⅤ：特定期間中の保守・点検のための計画停止以外は連続運転（Continuous）

（組み合わせとしては，たとえば年間2,000時間以下の運転で年間起動回数500回未満の場合には，運転モード“BⅡ”と示す。）

さらに，「ISO標準定格」として，次の2種の運転モードでの標準定格出力を決めることにしている。

a）クラスB：レンジⅡ（発電用ではISOピーク用）
b）クラスD：レンジⅣ（発電用ではISOベース用）

また，製造者はこれらのケースに対して必要な点検・保守の形式，周期，程度を示すことになっている。

このような標準定格とは別に，ガスタービンプラントが実際に設置される現地での特定の地域的条件（大気圧力，温度，圧力損失など）および実際に想定される運転モードを考慮して，「現地定格」（Site Rating）を定めなければならないことになっている。

〔第8章〕制御および保安装置

ガスタービンプラントの制御装置および保安装置に関連する25項目について，基本的な技術的要求事項が述べられている。

たとえば，起動または停止のシーケンスへの要求事項，調速機・燃料遮断装置・過速度制御装置などが具備すべき条件，または調速装置や温度制御装置の安定性に対する要求値などが定められている。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

なお，安全性の面から配慮すべき事項が，付章Eに記されている。

〔第9章〕燃　料

ガスタービンに使用するガス燃料および液体燃料について，購入者が提供すべき情報，製造者が提供すべき情報，燃料の特性で注意すべき指針が記述されている。また，固体燃料および原子核燃料についても簡単に言及している。

なお，燃料に関する情報の補遺が付章Aに詳細に述べられている。

〔第10章〕環　境

ガスタービンプラントの運転員と，それに隣接した居住区域にいる人に影響を及ぼす環境上の要因について取り上げており，地域的に認められているか，または相互に合意した標準あるいは規則がある場合には，それらがまず優先し，そのようなものがない場合にこの標準を適用することにしている。細部については相互に合意することとし，いわゆる規制については取り扱っていない。

環境上の要因としては，振動，騒音，大気汚染（排気煙，化学汚染，窒素酸化物，排気熱影響），冷却水による熱影響，設置場所の汚染（火災，ドレン，廃棄物など）について説明している。

なお，排気煙の測定法について付章Bに，またガスタービン排気中の全窒素酸化物の分析方法について付章Cに記述されている。

〔第11章〕購入者が引合時提供すべき技術情報

この章は，次の第12章と共にこの標準のもっとも骨格となる所で，表題の通り，引合の際に購入者が製造者に対して提供すべき最少限必要な技術情報を，箇条書きで説明している。調達のための引合仕様書の作成に対して，便利かつ有効であると思われる。

〔第12章〕製造者が入札時提供すべき技術情報

この章は，前の第11章と共にこの標準の中心となる所で，表題の通り，入札の際に製造者から購入者に対して提供すべき最少限必要な技術情報を，箇所書きで説明している。見積提案または入札のための見積仕様書の作成に対して，便利かつ有効であると思われる。

なお，購入者から要求される場合に，製造者は必要な予想される保全（Maintenance）に関する情報を提供するが，その手引として付章Dがある。

〔付章A〕燃料に関する情報の補遺

ガス燃料について，比重および密度の計算，発熱量の計算，不純物に関する資料および説明があり，液体燃料について，特性，各特性の特徴，燃料油等級に関する比較的詳細な説明がある。ガスタービン用燃料に対する実用的な規定をするのに参考になるものと思われる。

〔付章B〕排気煙の測定法

バッハラッハ法およびフォンブラント法による排気煙測定法が説明されている。

〔付章C〕ガスタービン排気中の全窒素酸化物の分析方法

窒素酸化物測定法について，化学分析法（3方法）と連続法（7方法）とに分けて概要を説明し，各方法の長短を比較している。JIS－K0104（1974）「排ガス中の窒素酸化物分析方法」も参考にされ，同JIS中の測定法も取り上げられている。

〔付章D〕保　全

保全に関する製造者の代表的な情報例を示している。

〔付章E〕安　全　性

特に安全性の面から配慮すべき事項が示されている。

8. ISO標準の国内規格化

ガスタービンに関するISOまたはDISの国内規格化については，現在次のようになっている。

(1) ISO 2314「ガスタービン受取試験方法」

このISOに対応するものとして，すでにJIS B8041「ガスタービン試験方法」（1972年制定，1975年確認，専門委員会長　渡部一郎（慶応大））が制定されている。このJISは，ISO 2314を比較的よく踏襲しながら，国内事情に合わせて修正を加えたもので，その経過については同JISの解説に記されている。

なお，比較基準条件のうち，排気条件のタービン出口フランジでの排気圧力が，ISOでは静圧力1.013 bar，JISでは全圧力1.013 barとなっており，これは次の段階でISOに合わせ

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

るべきものと考えられる。

(2) ISO/DIS 3977「ガスタービン仕様書標準」

現在，日本機械学会の標準化部会の中に，「ガスタービン仕様書通則調査分科会」(S-SC100，主査 井口 泉（防衛大），幹事 青木千明（石播），委員18名）が設置されて活動中であり，分科会の目的は，国際的に通用できるガスタービンの仕様書に関する通則の作成のための調査を行なうことである。従って，この分科会では，ISO/DIS 3977を基にしてガスタービン仕様書通則の調査・原案作成をすすめており，昭和53年度中には原案をまとめあげることを予定している。

このため，近い将来，ISO/DIS 3977に対応するような国内規格も実現化されるものと期待しており，またそのときには，ガスタービンに関する国内標準もますます整備されて行くものと考える。

なお，御参考迄に，このほかのガスタービン関連JISとしては，JIS B0128「火力発電用語（ガスタービン及び附属装置）」（1974年制定）がある。

9. 今後の展望

ガスタービンに関する国際標準については，上に述べてきたごとく「ガスタービン受取試験方法（ISO 2314）」および「ガスタービン仕様書標準（ISO/DIS 3977）」ができたことにより，大綱は固まったものと考えられる。特に後者においては，主要な用語の定義，比較基準条件，出力の定格，制御および保安装置などについても包括的に含まれており，国際標準を必要とするような基本的事項は一応網羅されたとみてよい。

従って，ガスタービンに関するISOの今後の動きは，もっと具体的な事項に対する標準化の要求や，TC70以外のTCとの関連において調整を必要とされる事項が生じてきた場合の対処が中心になるものとみられる。これらに該当する事項としては，騒音計測や，排気煙または排ガス中のNOx の計測などが考えられる。

たとえば，騒音については，ISO/TC43（Acoustics，音響）において，「ガスタービンからの騒音の計測法」の原案を作成中であり，TC70/SC6もこれに対応してサポートを行なっている。

このほか，舶用ガスタービンの船級規則の国際的統一についてCIMACが素案作成を行なっているなどの動きもあり，これらもISOでの標準化に将来すすんで行くことになろう。

ガスタービンは，比較的進歩発展の新らしい機種であるため，従来整備されていなかった国際標準が制定されつつあることは関係者にとって非常に喜ばしいことであり，またそれだけに標準化も関係者の熱意によって新らしいものを作成し易い環境にあり，その成果と今後の動きについて大きく期待されている。

10. あとがき

国際標準というものは，非常に便利なものでありながら，実際に使用するとなるとなかなかむずかしいものである。ISO規格が制定されるまでの労力と費用を考えると，非常に莫大なものであり，またその目的・趣旨から考えるならば，関係者が皆でいかにうまく利用し育て上げて行くかが大切なことであると思う。

ここに述べた拙文が，何らかの形で皆様の御参考になり，ISO規格および対応する国内規格の利用を伸長することになって，ひいては産業活動上あるいは国際取引の面でメリットが生きてくるようになることを，願ってやまない次第である。

なお，合同委員会，分科会その他において，多数の関係者がこれら国際標準作成または国内規格化に御尽力頂いていますので，この紙上をお借りしてここに深く感謝の意を表します。

以 上

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

講　義

高温燃焼ガスの物性値とその検索〔2〕

慶応義塾大学工学部　長　島　　昭

高温燃焼ガスの物性値の検索という主題について，前報では，高温ガス一般についての検索の方法と，ごく初歩的な物性値推算法について述べた。[1] その後半として，ここでは，高温燃焼ガスの物性値について，最近どのような文献が報告されているか，実際に検索を試みた結果を記してみる。また，理想気体またはそれに近い気体の混合物の性質を推算する方法について最近のいくつかの考え方を紹介することにしたい。与えられた主題が検索ということであり，紙面も限られているので，個々の物性値データそのものはここでは触れない。

6. 高温燃焼ガスの一般的特徴

高温燃焼ガスは，その状態が臨界点の状態から十分隔たっており，かつ低圧（低密度）の場合が多いので，その性質は理想気体あるいは半理想気体に近いものとして扱うことができる。詳細な物性値を必要とする場合には，混合物である点，分解や解離をともなう点で計算は大変厄介になる。

燃焼ガスの成分は燃料の種類によって異るほか，空気過剰率なども関係する。分離や解離に関しては，例えば一定の解離成分を考えてよい場合と，温度とともにその変動を考慮しなければならない場合がある。成分としてはH_2OやCO_2のような最終的な化合物のほか，NOやOHのような遊離基（free radical）も考える必要がある。

理論的には燃焼ガスの組成としては無数の組み合せが考えられるが，実際には主要成分として，H_2O，CO_2，CO，NOなど限られた特定の成分のみを考えればよい場合が大部分で，またそのパーセンテージも燃料の種類から大略は定まっている。

（昭和53年1月9日原稿受付）

物性値を計算するには，その前提として，少なくともその平衡組成が，実験または理論によって定量的に求まっていなくてはならない。

7. 燃焼ガスの物性値の検索

高温燃焼ガスは種類も多く，物性値について考える場合も，どのような目的でこれらの知識が要求されるかによって物性値の種類や温度・圧力範囲も異る。ガスタービン，内燃機関などの設計や，MHDの研究，燃焼計算，伝熱計算などの必要性のほかに，最近は環境問題を検討するうえで燃焼ガスの諸性質が必要とされ，その関係の研究報告が増加している。これらの応用範囲を想定して，燃焼ガスの物性値の文献検索を行なってみた。過去約10年間の文献に重点をおき，物性値の種類は熱物性値（熱力学的性質，輸送的性質）だけを考える。なお以下に検索した文献の中には，日本の図書館では見出し難いものも多く，筆者も必ずしも以下に述べる原文献を全部チェックするわけにはいかなかったことをお断りしておく。それでも文献名だけでも紹介しておけば，なにかの機会に読者各位のお役に立つこともあろうかと考えて敢えて含めて記載したものである。

さて，前稿にも記したように，物性値データに関する文献検索にはRetrieval Guide[2]とChemical Abstractsとが代表的な手段である。また評価ずみデータの集積としてはJournal of Physical and Chemical Reference Data（季刊誌）がある。ここでは上記の他，BWK誌をはじめ幾つかの雑誌のバックナンバー，ならびに数種の燃焼関係書について検索し，ハンドブック類など二次データ記載書は対象としていない。

まず，燃焼ガスの成分分析に関する報告である

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

が，最近，成分分析の方法や計測機器が進歩して，文献も多い。これは主として環境問題の面からの要求によるものである。しかし物性そのものとは別に考えた方がよいのでここは割愛する。

7－1　物性値の検索　熱物性値の測定データに関する文献と，状態式やエントロピー線図に関する文献とに分けて考え，後者については次節で触れる。

文献検索によれば，熱力学的性質については，天然ガスの燃焼ガスに添加物（イオン化促進剤）を加えた場合の熱力学的性質の計算を Yungmanら[3]が報告している。計算例として，メタンとオイルを空気中で燃焼させ，Kを添加した場合を扱っている。MHD燃焼ガス発生器からのガスの熱力学的および電気的性質の計算は，Kuehneら[4]の報告がある。例として天然ガスについて1500Kまで計算を行なっている。炭化水素の密度，蒸発熱その他についてMc Cracken[5]が，$C_2H_8N_2+N_2O_4$ の燃焼ガスの4800Kまでの計算プログラムについて，[6]また酸素や弗素を含む燃料の燃焼ガスの熱力学的性質の計算について Alemasovらが，[7][8]メタンの燃焼ガスについて4000Kまでの平衡組成や全エンタルピーなどをLavrovら[9]が，天然ガスの燃焼ガスの平衡組成や比熱の計算についてHarryら[10]が，それぞれ報告している。ピートの燃焼ガスの比熱の計算式について含有水分の量の関数としてOpmanら[11]が報告している。

次に輸送的物性値や放射に関する性質であるが，4000Kまでの炭化水素の場合の粘性係数，熱伝導率，拡散係数，熱拡散係数その他について Samuilovら[12][13][14]，Barsukovら[15]が，またケロシン燃焼ガスの粘性係数，熱伝導率に関して Chlupら[16]，化石燃料の燃焼ガスの熱伝導率，粘性係数，プラントル数を6000Kまで計算した報告を Kmonicekら[17]が発表している。得られた物性値の誤差を Kmonicekらは，粘性係数で10％以下，熱伝導率で30％以下と推定しているが，他の研究者による値もほぼ同程度の精度と考えてよいであろう。炭化水素の燃焼ガスの3000Kまでの熱伝導率，粘性係数，相互拡散係数について Sutkaityteら[18]が報告している。ジェットエンジン燃料の燃焼ガスについては Ross[19]が触れている。燃焼ガスの放射率についてはBueters[20]の報告がある。

炭化水素燃料（ガス）の熱力学的データの最近のまとめは Zwolinskiら[21]が，また解離した空気の粘性係数，熱伝導率，電気伝導率，プラントル数については Kulikら[22]が報告している。

燃焼ガスの平衡組成の計算や分析結果に関しては，最近も研究例が幾つも報告されているが，物性値そのものではないので省略する。

7－2　エントロピー線図，状態式等の検索

前節と同様，最近10年間に重点をおいて燃焼ガスのエントロピー線図，状態式などの検索を行なってみた。

それ以前の古いエントロピー線図，例えばStodola[23]，Schüle[24]，Rosinら[25]，小林[26]，Pflaum[27]，田中ら[28]，Hersheyら[29]，Kühl[30]，八田ら[31]，谷下などの線図については，解り易いまとめの解説が谷下の著書[32]などになされている。また，空気や燃焼ガスについて有名な Keenanらの表[33]を近似式化した実用的な試み[34][35]も以前に発表されているが，この種のコリレーションは，一部は後述するように最近も各種の試みがある。燃焼ガスではないが，空気のエントロピー線図は Claitorら[36]あたりまでのものが機械工学便覧[37]などにも要約されている。

さて最近の研究についてであるが，1969年に Houberechts[37]は石油の燃焼ガスで空気過剰率をいろいろに変えた場合について，エンタルピー線図，エントロピー線図を，それらの計算方法も含めて報告している。温度は1000Kまでであるが，圧力を100kg／cm²まで求めている点が特色である。炭化水素の燃焼ガスのエンタルピー計算式と計算例（C，H，CH_4，H_2Oなど，2500℃まで）については Beauseigneur[38]の報告がある。1975年には，同様に炭化水素燃料の燃焼ガス（平衡混合物）のエンタルピー，内部エネルギーおよびそれらの偏微分量などの計算プログラムが Olikaraら[39]により報告されている。変わったところでは，燃焼生成物プラズマのエンタルピー，膨張仕事などの計算する式の誤差を推算する式を Kucheryavyiら[40]が導いている。ガスの燃焼に関する専門書，例えば Shetinkov[41]などにも燃焼ガスのエンタルピー・エントロピー

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

線図に関する記述が含まれている。最近の特色のある書籍の一つは Rivkin[42]による物性値集であろう。これは燃焼ガスの成分に関係の深いガス(空気，CO_2，CO，H_2O，N_2など)について，その性質を計算したもので，空気と燃焼生成物の熱力学的線図の作り方や計算式などの解説も含んでいる。今回参照できなかったが，Rivkin は以前に空気と燃焼生成物の熱力学的性質に関する著書[43]があり，上記物性値集はその発展したものと考えられる。

燃焼ガスの状態量の計算や線図などに関して，最近の新しい考え方を示す例は，Rant や Baehr などによるエクセルギーを用いる表現であろう。Rant が最初に燃焼ガスのエクセルギー線図について提唱したのは，すでに1960年[44]のことであり，それほど新しいことではない。この報告では，Rant はエクセルギーの定義を説明し，燃料，空気などのエクセルギーに触れた後，燃焼ガスの一般エクセルギー線図について説明している。Gaspersic[45]は高圧における燃焼ガスのエクセルギー線図を試み，初めて圧力100bar までを含めた。彼はさらに1970年には完全燃焼と不完全燃焼の場合のガスの性質の計算を行なった[46]。そして Rant と Gaspersic[47]は，不完全燃焼の場合も含めて，圧力100bar までの燃焼ガスの一般エンタルピー・エクセルギー線図を1972年に発表している。以前の Rosin と Fehling[25]が100種類の燃料を検討していたのに対して，この報告では23種類の固体，液体，気体燃料について検討している。温度範囲は300～3300K，圧力範囲は1～100bar，空気過剰率は1.0～∞の範囲である。エクセルギーを計算する際の周囲温度としては，T_0＝0，15，30℃ の3種類について行なっている。Baehr らは燃料や燃焼ガスのエクセルギー計算などに関する一連の報告[48][49][50][51]を発表している。このうち，文献[48]は炭化水素，アルコールなど，気体および液体燃料のエクセルギーの定義と計算に関するもの，文献[51]は燃焼ガスのエクセルギーに関するもの，文献[49]は解離した燃焼ガス混合物の平衡計算方法に関するもの，そして文献[50]はガスタービンの燃焼ガスの熱力学的関数に関するものである。

エクセルギーによる計算の普及のためには，上記のような線図が完備していることが必要である。なお，燃焼ガスのいろいろな計算を扱かった文献については，例えば，上記 Baehr ら[49]などにも，この稿で触れない文献の引用があるので参照されたい。

8. 混合ガスの物性値の推算について

特に高温燃焼ガスのための物性値の推算法というものがあるわけではないが，高圧でない限り，理想的な状態を仮定した混合ガスの方法を適用してよいと考えられる。純粋ガスの場合の推算については前回触れたので，ここでは混合ガスについて簡単に述べる。

8－1 混合ガス 燃焼ガスは多成分系であるが，混合ガスの諸法則のうち実験的に検証されているのは，ほとんど2成分系までに限られる。混合ガスの物性値の推算とは，要するに個々の成分ガスの物性値は既知であるとして，純粋ガスの性質と混合ガスの組成とから算出する方法である。理想的な混合ガスの条件，例えばギブス・ダルトンの法則が近似的に成り立つ範囲は，実在気体の場合には密度が臨界密度より十分小さい場合である。高温燃焼ガスの場合には，温度が臨界温度よりはるかに高く，圧力は大気圧付近であるので，この条件は満たしている。

まず状態式であるが，理想気体の混合物であれば次式が成り立つ。

$$P=\frac{RT}{V}\Sigma n_i \qquad (8-1)$$

ここでP，V，Tは混合ガスの圧力，体積，温度で，Rは一般気体定数，n_i は各成分のモル数である。実在気体の多成分混合物に対して用いられる状態式には，拡張されたベアティ・ブリッジマン式[52]がある。これは，よく知られたベアティ・ブリッジマン式

$$P=\frac{RT(1-\varepsilon)}{v^2}(v+B)-\frac{A}{v^2} \qquad (8-2)$$

$A=A_0(1-a/v)$ v：比容積

$B=B_0(1-b/v)$

$\varepsilon=c/vT^3$

における定数 A_0，B_0，a，b，c を混合物に対

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

して，各成分の定数（添字i）と圧力比 $y_i = p_i / p$ とから定め直したものである。

$$A_{om} = \left(\Sigma y_i A_{oi}^{1/2} \right)^2$$

$$B_{om} = \frac{1}{4} \Sigma y_i B_{oi} + \frac{3}{4} \left(\Sigma y_i B_{oi}^{1/3} \right) \left(\Sigma y_i B_{oi}^{2/3} \right)$$

$$c_m = \left(\Sigma y_i c_i^{1/2} \right)^2$$

$$a_m = \Sigma y_i a_i$$

$$b_m = \Sigma y_i b_i$$

状態式が与えられれば，よく知られた熱力学的関係から，比熱，エントロピー，音速その他の誘導状態量が計算できる。

熱力学的性質に関して広く用いられる推算法は，なんといっても対応状態原理に基く方法である。これには，一般対応状態線図を用いる方法と計算による方法とがある。一般対応状態線図は，もちろん混合物にも適用できるが，難点は，混合物の臨界定数（臨界状態量）がよくわからないことである。これを避けるには，標準状態での状態量を用いて対応状態線図を作るとか，Pitzer の係数（acentric factor）[53] や Kay [54] あるいは Joffe [55] の換算状態量を用いるのも一つの方法である。最近 Rowlinson ら[56][57][58] は対応状態原理による計算法の混合物への拡張を試みて，一連の報告を発表している。空気や炭化水素系の混合物について，エンタルピーやジュール・トムソン係数を計算した結果は，実測値が存在する範囲ではそれとよく合致している。

輸送的物性値に関して幾つもの方法が提案されている。それらの中で，比較的よく用いられるものは，粘性係数に対する Wilke [59] の式

$$\eta_m = \sum_i \frac{\eta_i}{1 + \frac{1}{x_i} \sum_j x_j \phi_{ij}} \qquad (8-3)$$

$$\phi_{ij} = \frac{\left[1 + (\eta_i / \eta_j)^{1/2} (M_j / M_i)^{1/4} \right]^2}{(4/\sqrt{2}) \left[1 + M_i / M_j \right]^{1/2}}$$

と，熱伝導率に対する Lindsay・Bromley [60] の式

$$\lambda_m = \sum_i \frac{\lambda_i}{1 + \frac{1}{x_i} \sum_j x_j A_{ij}} \qquad (8-4)$$

$$A_{ij} = \frac{1}{4} \left[1 + \left\{ \frac{\eta_i}{\eta_j} \left(\frac{M_j}{M_i} \right)^{3/4} \times \frac{1 + S_i / T}{1 + S_j / T} \right\}^{1/2} \right]^2 \times \frac{1 + S_{ij} / T}{1 + S_i / T}$$

$$S_{ij} = \sqrt{S_i S_j} \qquad \text{（非極性分子）}$$

$$S_{ij} = 0.733 \sqrt{S_i S_j} \qquad \text{（極性分子）}$$

S：Sutherland 定数，x：体積比

などがある。また，残余粘性係数 $\eta - \eta_0$（η_0 は理想気体状態における粘性係数）と密度との関係が単純な曲線で表わされることに着目して，Thodos ら[61] は混合ガスを含めて一般化した関係式

$$(\eta - \eta_0) \xi = 17.0 \times 10^{-5} \left\{ \exp (1.23 \rho_R - 1) \right\} \qquad (8-5)$$

$$\xi = T_{cm}^{1/6} / M_m^{1/2} P_{cm}^{2/3}$$

$$T_{cm} = \Sigma T_{ci} x_i$$

$$P_{cm} = z_{cm} R T_{cm} / v_{cm}$$

$$v_{cm} = \Sigma v_{ci} x_i$$

$$z_{cm} = \Sigma z_{ci} x_i$$

を検討している。

最近の特色ある考え方の例は，Kestin らによる分子間ポテンシャル・パラメーターを考える方法であろう。第一の方法は，混合ガスのポテンシャル関数を単純な算術的修正をする方法[62]であり，第二の方法は，ポテンシャル・パラメーターに対応状態原理を適用して一般化する方法[63]である。なお，これらの方法によれば，ガスの相互拡散係数なども推算することができる。

高温混合ガスの熱伝導率は，通常の定常法で測定するような場合には放射損失が大きいうえ，熱拡散の影響も考えられるので，純成分の値から推

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

算によった方が実測値より信頼度が高いことがあり得る。

8−2 燃焼ガス　燃焼ガスの物性値の推算法，計算法の検討や解説の文献は少ない。田中・粟野による一連の文献[28][64]や谷下による著書[32]の一部，前節で触れた Rivkin や Baehr の文献などがその例である。

燃焼ガスの粘性係数と熱伝導率を，前述の混合ガスの式によって実際に推算した例は斉間[65]の報告などがある。

電離ガスについては，解離ガスであってもシーディングによる場合でも，前述の Baehr ら[49]の報告などもあるとはいえ，物性値については実測値がほとんどないので，信頼度が確認できているような推算法がない。

理論計算以外は，実際的な推算には対応状態原理による方法などを用いざるを得ない。

9. おわりに

燃焼ガスについて，熱力学的ならびに輸送的物性値の実測データがどのくらい存在するかを確認したい意図もあって，過去約10年間分の文献の検索を行なったところ，前記のように使える実測データがほとんどないということを確認するにとどまった。したがって理論計算や推算法によるしか方法がない。この意味では，過去約10年間に高温域の実測データがかなりそろった純粋ガスの場合にくらべて，燃焼ガスは今後の課題にとどまっていることがわかる。

肝心の高温燃焼ガスについては，残念ながら羊頭狗肉の感を免がれないが，以上で，一応稿を閉じさせて頂く。

文　献

(1) 長島，ガスタービン学会誌，5−19(1977)，36.

(2) Thermophysical Properties Research Literature Retrieval Guide, (1967), Plenum Press.

(3) Yungman, V.S., ほか2名, Elec. MED, Proc. Symp., Salzburg, 3 (1966), 79; および Nucl. Sci. Abstr., 20 (1966), 5100.

(4) Kuehne, W.D., & Kolb, G., Ber. Kernforschungsanlage Juelich, (1972), Juel 874−TP, 121.

(5) McCracken, D.J., U.S. Clearinghouse Fed. Sci. Tech. Inform. AD (1970), No. 714674.

(6) Alemasov, V.E., & Dregalin, A.F., Teplo−Massoperenos, 3−7 (1968), 12.

(7) Alemasov, V.E., ほか, Termodin. i Teplofiz. Suoist. Produktov Sgoraniya, T. 3, VINITI, Moscow, (1973).

(8) Alemasov, V.E., ほか2名, 同上 T.7, VINITI, Moscow, (1974).

(9) Lavrov, N.V., & Palekhova, O.E., Ispol'z. Gaza Nar. Khoz., (1969), No.7 (Pt. 1), 103.

(10) Harry, E., & Hassan, K., Bull. Iran. Petro. Inst., No.57, (1974), 6.

(11) Opman, Ya. S., & Venzel, E.F., Izv. Vyssh. Ucheb. Zaved., Energ., 17−1 (1974), 145.

(12) Samuilov, E.V., ほか5名, Elec. MHD, Proc. Symp., Int. Atom. Energy Agency, Vienna, 4 (1968), 2249.

(13) Samuilov, E.V., & Tsitelauri, N.N., Teplofiz. Vys. Temp., 8−6 (1970), 1174.

(14) Samuilov, E.V., & Tsitelauri, N.N., Teplofiz. Vys. Temp., 9−1 (1971), 197.

(15) Barsukov, V.I., ほか4名, Teplofiz. Suoist. Gazov, Mater. Vses. Teplofiz. Konf. Svoist. Veshchestv Vys. Temp. 3rd (1968), (Published 1970), 50.

(16) Chlup. V., & Bartl, J., Kniznice Odbornych Ved. Spisu Vys. Uceni Tech., Brne B, 32−3 (1973), 101.

(17) Kmonicek, V., & Hoffer, V., Rozpr. Cesk. Akad. Ved, Rada Tech. Ved., 84−2 (1974).

(18) Sutkaityte, I., ほか2名, Liet. TSR Mokslu Akad. Darb., Ser. B, 6 (1973), 135.

(19) Ross, J.L., Air Force Aero Propul. Lab., U.S.N.T.I.S., AD Rep.

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/22

No.783308/OGA, (1974).
(20) Bueters, K.A., Combustion, 45-9 (1974), 12.
(21) Zwolinski, B.J., ほか2名, Proc. Annu. Conv. Natur. Gas. Process Ass., Tech. Pap. 52, (1973), 33.
(22) Kulik, P.P., & Ermokhin, N.V., Teplofiz. Svoist. Zhidk. Gazov Vys. Temp. Plazmy, (1969), 347.
(23) Stodola, Dampf-und Gas Turbinen, Springer, 英訳 Lowenstein, McGraw-Hill, (1927).
(24) Schüle, W., Neue Tabellen und Diagramme für technische Feuergase, Springer, (1929).
(25) Rosin, P., & Fehling, R., Das I, t-Diagramm der Verbrennung, Berlin, VDI-Verlag, (1929).
(26) 小林, 旅順工大報告, 5 (1932), 227.
(27) Pflaum, W., S Diagramm für Verbrennungsgase, VDI-Verlag, (1932).
(28) 田中, 粟野, 航研報告, No.118 (昭10-3), No.128 (昭10-9), No.144 (昭11-9).
(29) Hershey, R.L., ほか2名, SAE J, 39-4 (1936), 409.
(30) Kühl, ., Forsch.-h. 373 (1935).
(31) 八田, 出原, 機械学会論文集, 17-58 (昭26), 25.
(32) 谷下, 工業熱力学, 応用編, 裳華房, (昭39).
(33) Keenan, J.H., & Kaye, J., Gas Table, John-Wiley, (1945).
(34) 須之部, ほか2名, 運輸技研資料, No.41, (1962).
(35) 須之部, 藤江, ガスタービン, 共立, (昭42).
(36) Claitor, L.C., & Crawford, D.B., Trans. ASME, 71 (1949), 885.
(37) Houberechts, A., Rev. Energ. Primaire, 5-3 (1969), 55.
(38) Beauseigneur, G., Rev. Gen. Therm., 6 (71) (1967), 1435.
(39) Olikara, C., & Borman, G.L., SAE Tech. Pap. No.750468, (1975).
(40) Kucheryavyi, V.I., ほか2名, Vopr. MGB - Preobraz. Energ., 1 (1974), 149.
(41) Shchetinkov, E.S., Fizika Goreniya Gazov, Moskva, (1965).
(42) Rivkin, S.L., Termodin. Svoistva Gazov, Moskva, (1973).
(43) Rivkin, S.L., Termodin. Svoistva Vozdukha i Prod. Sgoraniya Topliv, Gosenergoizdat, (1954, 1962).
(44) Rant, Z., BWK, 12-1 (1960), 1.
(45) Gaspersic, B., Strojniski Vestnik, 9-1/2 (1963), 1.
(46) Gaspersic, B., Thesis, Univ. Ljubljana, (1970).
(47) Rant, Z., & Gaspersic, B., BWK, 24-5 (1972), 201.
(48) Baehr, H.D., & Schmidt, E.F., BWK, 15-8 (1963), 375.
(49) Baehr, H.D., & Schmidt, E.F., BWK, 16-1 (1964), 8.
(50) Baehr, H.D., Fortschrittsberichte VDI-Z, 6-13 (1967).
(51) Baehr, H.D., & Schmidt, E.F., BWK, 16-2 (1964), 62.
(52) Rossini, F.P. (ed.), Thermodynamics and Physics of Matter, Princeton U.P., (1955), 266.
(53) Pitzer, K.S., & Curl, R.F., J. Am. Chem. Soc., 79 (1957), 2369; Ind. Eng. Chem., 60 (1958), 265.
(54) Kay, W.B., Ind. Eng. Chem., 28 (1936), 1014.
(55) Joffe, J., Ind. Eng. Chem., 39 (1947), 837.
(56) Rowlinson, J.S., & Watson, I.D., Chem. Eng. Sci., 24 (1969), 1565.
(57) Watson, I.D., & Rowlinson, J.S., Chem. Eng. Sci., 24 (1969), 1575.
(58) Gunning, A.J., & Rowlinson, J.S., Chem. Eng. Sci., 28 (1973), 521.
(59) Wilke, C.R., J. Chem. Phys., 18 (1950), 517.
(60) Lindsay, A.L., & Bromley, L.A., Ind. Eng. Chem., 42 (1950), 1508.
(61) DeWitt, K.J., & Thodos, G., Physica, 32 (1966), 1459.
(62) Kalelkar, A.S., & Kestin, J., J. Chem. Phys., 52 (1970), 4248.
(63) Kestin, J., ほか, Physica, 48 (1972), 165.
(64) 田中, 粟野, 熱及び熱力学, 共立, (1936).
(65) 斉間, 日大工学研究所彙報No.8, (昭39) 312.

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

製　品　紹　介

ＩＨＩ－スルザー７／Ｓ７形ガスタービン

石川島播磨重工業㈱
タービン・風水力事業部　大　塚　敬　介

1. 概　　要

本ガスタービンは，当社（石川島播磨重工業）とスルザー社との技術提携のもとに製造，販売する産業用ガスタービンである。本ガスタービンは，現在中近東地域を中心に，パイプラインコンプレッサおよびポンプ駆動用ならびに発電機駆動用として５０台以上の実績を有しており，またガスタービン本体はもとより，付属装置もすべてブロック化・モジュール化されているため，通常プラントはもとより寒冷地，熱帯地およびオフショア等の僻地においても設置が容易であり，連続運転用として信頼性の高い原動機である（図１，図２，図３）

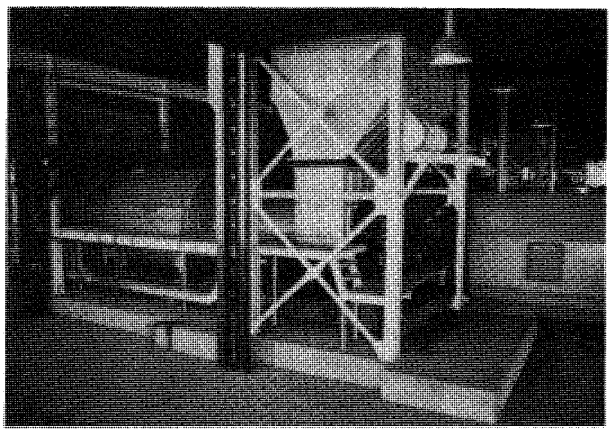


図１　据付状態のＳ７形のガスタービン

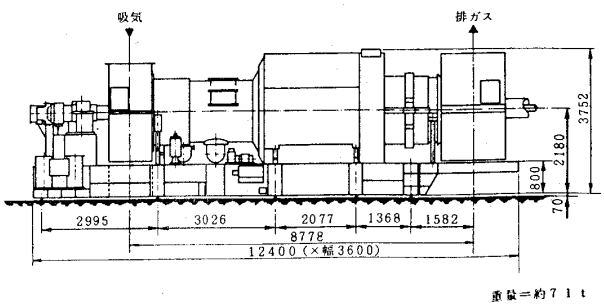


図２　Ｓ７形ガスタービンの主要寸法

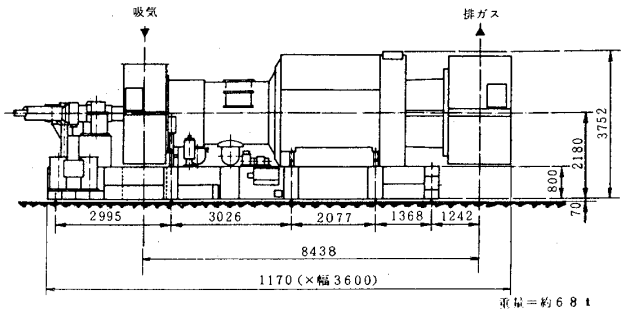


図３　７形ガスタービンの主要寸法

2. 特　　徴

(1)　長時間の連続運転に適し，かつ堅牢で極めて保守容易な構造になっている。

(2)　プラント計画上からの要求に対する自由度が大きい。

- ガス燃料，軽質油，重質油燃焼およびガス／油混合燃焼が可能
- 膨張タービン，電動モータ，油圧モータによる起動方式が標準化されているため，プラントの条件により最も有利な起動方式の採用が可能。
- 吸気フランジは上下左右方向，排気フランジは上方向および左右方向への配置が可能。
- 建屋内のレイアウトおよびエンクロージャー付パッケージとしてのレイアウトが可能。
- 直結補機として潤滑油ポンプおよび制御油ポンプが標準装備されており，さらに補助発電機，

（昭和５２年１１月２９日原稿受付）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

燃料油ポンプ，被動機用シールオイルポンプ等が直結補機としてオプショナルに取り付けが可能。

○　ガスタービン本体主要部の変更なしに，再生サイクル用熱交換器の取り付けが可能。

(3)　ガスタービン本体は，7形ガスタービン（1軸）とS7形ガスタービン（2軸）において，90％以上の共通部分を有しているため，一定回転数で運転する発電機駆動用ならびに回転数変化を伴うコンプレッサ，ポンプ駆動用および船舶推進用への適応が容易。即ち，

○　コンプレッサ，ポンプ駆動用および船舶推進用
：S7形（2軸）ガスタービン

○　発電機駆動用
：7形（1軸）ガスタービン

(4)　ガスタービン本体はもちろん，その他の付属装置も全てブロック化・モジュール化されており，輸送はブロック，モジュール単位で行なわれる。したがって現地工事はブロック間の接続工事のみで完了するため，現地据付工事の短縮が図れる（図4）。

表1　7形（1軸）ガスタービンの主要目

主要目		Type 7	Type R7
		—	熱交換器付き
ガスタービン回転数	rpm	6400	6400
カップリング端出力	KW	10580	10020
カップリング端効率	%	26.0	31.3
圧縮機圧縮比	—	約 7.47	約 7.63
吸気流量	m³/S	約 51	約 51
排ガス流量	kg/S	約 62	約 62
排ガス温度（タービン出口）	℃	約480	約483
排ガス温度（熱交換器出口）	℃	—	約350
圧縮機段数		軸流 13段	
タービン段数		軸流 6段	
燃焼器		キャニュラー 9本	
ガスタービン本体重量	kg	68000	

表2　S7形（2軸）ガスタービンの主要目

主要目		Type S7	Type SR7
		—	熱交換器付き
出力タービンおよびガス発生機ロータ公称回転数	rpm	6400	6400
ガス発生機回転数範囲	rpm	5600−6720	5600−6720
出力タービン回転数範囲	rpm	3200−7040	3200−7040
カップリング端出力	KW	10160	9620
カップリング端効率	%	25.0	30.1
圧縮機圧縮比	—	約 7.47	約 7.63
吸気流量	m³/S	約 51	約 51
排ガス流量	kg/S	約 62	約 62
排ガス温度（タービン出口）	℃	約 480	約 483
排ガス温度（熱交換器出口）	℃	—	約 350
圧縮機段数	—	軸流 13段	
タービン段数 ガス発生機タービン／出力タービン	—	軸流 4／2段	
燃焼器	—	キャニュラー 9本	
ガスタービン本体重量	kg	71000	

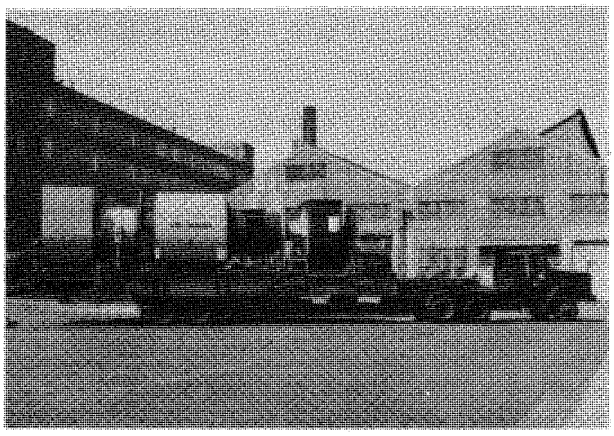


図4　輸送中のS7形ガスタービン

3. 主要目

主要目の性能に関する条件は，大気温度15℃，大気圧760mmHg，吸・排気圧損0mmAqである（ISO条件）。

(1)　7形（1軸）ガスタービンの主要目（表1）

(2)　S7形（2軸）ガスタービンの主要目（表2）

4. むすび

本ガスタービンは，スルザー社の長年の回転機

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

械ならびにプラントへの適要技術に裏打ちされた信頼性の高いガスタービンである。当社においても，スルザー社におけると同様の品質管理のもとで今回S7形ガスタービン1号機を製作し，生産体制を確立するとともに，試運転において良好な成績を確認した。

ASME GAS TURBINE DIV. ANNUAL REPORT 1978 頒布のお知らせ

ASMEガスタービン部門では，世界各国のガスタービン関係会社（メーカー，ユーザー，関連業界），大学，学協会，研究機関などに於ける前年度の活動状況について年次報告書（Annual Report）を発行しており，

基礎研究，開発研究，新規開発機種の設計・製造，試運転とその結果，

受注状況，生産及び納入実績，運転実績，現在の問題点とその対策。

などを記載し，各国のガスタービン産業界及び学会の最新動向を具体的に示す唯一の資料であります。

本年度版では，53の会社，大学，研究機関よりの報告と併せてASMEガスタービン部門各技術委員会の活動状況が記載されており，会員各位のご参考に資する所が大きいと思います。

本学会では，とくにASMEガスタービン部門のご好意によりこれを会員の皆様に実費提供しておりますので，ご入用の方は至急下記要領にてお申込み下さい。

申込方法：はがきにASME Annual Report 1978申込と記入し氏名，所属，送付先，部数をご明記下さい。

頒布送料：送料共900円（18頁）
送付先明記のうえ現金書留もしくは振替（東京179578）でご送金下さい。

申込先：〒160 東京都新宿区新宿3丁目17番7号
紀伊国屋ビル5階
(財) 慶応工学会内
日本ガスタービン学会事務局 TEL（352）8926

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

総　目　次

第1巻第1号（47年9月）～第5巻第20号（53年3月）

☆挨　拶☆		巻	号	頁
日本ガスタービン会議の発足に当って	渡部一郎	1	1	1
会報発刊に当って	水町長生	1	1	15
新会長挨拶	岡村健二	1	3	1
前会長挨拶	渡部一郎	1	3	2
会長就任にあたって	水町長生	2	5	1
前会長挨拶	岡村健二	2	5	3
会長就任にあたって	入江正彦	3	9	1
会長を終えるにあたって	水町長生	3	9	2
社団法人日本ガスタービン学会の発足にあたって … 会長	入江正彦	4	13	1
会長就任にあたって	岡崎卓郎	5	17	1
☆メッセージ☆				
日本ガスタービン会議の発足を祝して	谷口　修	1	1	4
日本ガスタービン会議創立を祝う	稲生光吉	1	1	5
日本ガスタービン会議の発足を祝う	上山忠夫	1	1	6
日本ガスタービン会議発足を祝う	中川良一	1	1	6
日本ガスタービン会議の発足を祝す	進藤武左ヱ門	1	1	7
舶用機関とガスタービン	磯貝　誠	1	1	8
鉄道車両用ガスタービン開発の促進を願う	近藤順二	1	1	9
日本ガスタービン会議の設立によせて	大江卓二	1	1	10
Message	U. Floor	1	1	11
A Bit of History	R. T. Sawyer	1	1	12
To the Gas Turbine Committee of Japan…	J. S. Meurer	1	1	13
Message	Vettermann	1	2	7
☆随　筆☆				
1号ガスタービンの生れるまで	中田金市	1	2	1
繁栄の果て － 海外旅行雑感 －	小泉磐夫	1	2	3
ガスタービンの動きとともに	山内正男	1	3	3
ガスタービン技術予測二例のてんまつ	石谷清幹	1	4	1
ASME Gas Turbine Divisionのこと	渡部一郎	2	6	1
ガスタービンの思出	種子島時休	2	7	1
ガスタービンの将来	永野　治	2	8	1
ガスタービンの発展を願って	西脇仁一	3	10	1
1号ガスタービンの思い出	中田金市	3	11	1
加熱噴流推進	八田桂三	4	13	2
青春への回想　その(1)	粟野誠一	4	14	1
JET ENGINE　思いつくまま	山本健二	4	14	6
青春への回想　その(2)	粟野誠一	4	15	1
とぼしい体験から	伊藤高根	4	16	1
川重ガスタービンの開発雑感	大槻幸雄	5	17	2
1977年国際ガスタービン会議を終って	渡部一郎	5	18	1
1977年国際ガスタービン会議に寄せて	C. Hubener	5	18	5
1977年国際ガスタービン会議東京大会記	有賀一郎	5	18	7
M．I．T．便り	平木彦三郎	5	19	1
東京大会において世界的関心を集めたガスタービンおよびディーゼル機関のエネルギー問題	Robert A. Harmon	5	19	7
自動車用ガスタービンの未来に思う	北野正夫	5	20	1

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

☆論説・解説☆

		巻	号	頁
ガスタービンと騒音	岡崎卓郎	1	1	17
定置用ガスタービンの動向	井口泉	1	1	23
車両用ガスタービンの動向	岡村健二	1	1	35
航空用ガスタービンの現状とその方向	松木正勝	1	1	42
ガスタービン動車の開発について	石田啓介	1	1	46
航空用ガスタービン転用論	今井兼一郎	1	2	8
小型ブライトンサイクル動力システムについて	須之部量寛・藤江邦男	1	2	16
ガスタービン開発上の問題点	渡辺哲郎	1	2	24
ガスタービン用鋳造耐熱合金	近江敏明	1	2	31
石油を中心とするエネルギー政策について	竹村豊	1	3	7
エネルギ変換装置としてのガスタービン（その1　出力上限の考察）	一色尚次	1	3	16
車輌用ガスタービン論	佐藤宏	1	3	22
過給機の諸問題と無冷却形の開発	泉修平・久留富郎・倉橋完充・辻村玄隆	1	3	27
中近東におけるガスタービン	徳永賢治	1	4	5
ガスタービン燃料	山崎毅六	1	4	12
4サイクルディーゼル機関用過給機とそのマッチング	加藤利夫	1	4	24
超音速軸流圧縮機内の流れ	大塚新太郎・橋本孝明	1	4	34
エネルギ変換装置としてのガスタービン（その二　トータルシステムの一翼として）	一色尚次	2	5	4
海外におけるガスタービンの話題	丹羽高尚	2	5	10
チタニウム合金の溶接	松原十四生	2	5	13
定置式大型ガスタービンの最近の問題	竹矢一雄	2	6	12
高温セラミックタービン	米屋勝利	2	6	19
ディーゼル機関用過給機のよごれによる性能変化	佐藤昭二郎	2	6	26
エネルギ技術再編成とガスタービン	石谷清幹	2	7	12
エネルギ“危機”とガスタービン	平田賢	2	7	17
航空用ガスタービンの高圧燃焼器の実験	堀内正司	2	7	21
Comprex 圧力交換機の原理と応用	村尾麟一	2	7	27
排気ガスタービン過給機における非定常流動問題	東忠則	2	7	33
ガスタービンのシミュレータ	西尾健二・杉山七契	2	8	3
航技研における高温タービンの研究（第一報）	高原北雄	2	8	9
ガスタービンテストセルの自動計測および消音技術	宇多小路豊・宮内諄二・東原功・堀内和男	2	8	20
高温ガス炉用ヘリウムタービン	阪田正信	2	8	27
サンシャイン計画とガスタービン	山西哲夫	2	8	35
航技研における高温タービンの研究（第二報）	高原北雄・能瀬弘幸・蓑田光弘・西村英明・吉田豊明・佐々木誠・坂田公夫・熊谷隆王	3	9	4
ガスタービン翼冷却の基礎研究	小幡正一	3	9	13
航空用ガスタービン燃料油	花島脩	3	9	19
ジェットエンジン用軸受	宮川行雄	3	9	31
ホイットル自伝より	小茂鳥和生	3	9	40
水素ガスタービン研究会	水町長生	3	10	11
航技研における高温タービンの研究（第3報）	高原北雄・能瀬弘幸・吉田豊明・山本孝正・坂田公夫・三村富嗣雄・臼井弘・鳥崎忠雄・松木正勝	3	10	14
北米に於ける航空用ガスタービン製造業について	吉中司	3	10	23
ホイットル自伝より（続）	小茂鳥和生	3	10	31

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

		巻	号	頁
窒素酸化物発生の基礎理論	佐野妙子	3	11	3
自動車用ガスタービンの圧縮機開発とエンジン性能について	仲西啓一・渡辺亜夫	3	11	12
車輌用ガスタービンの熱交換器の動向とその開発	吉光利男・塩谷治男・古川民雄	3	11	18
"ロールスロイス船用ガスタービン"について	小塩一	3	11	27
大容量発電用ガスタービンの動向	久保田道雄	3	11	34
航空機用エンジンに対するEPAの排気規制	相波哲朗	3	11	40
最近の資源化技術におけるガスタービンの応用	平山直道	3	12	1
航空用ガスタービンと信頼性活動	堀井健二	3	12	7
戦時中における日本のガスタービン物語	井口泉	3	12	12
最近の非定常翼列問題研究の動向	田中英穂	4	13	5
自動車用ガスタービンの将来予測に関するJPL調査報告	宮内諄二	4	13	15
ガスタービン用水素燃焼器	鈴木邦男・堀内正司	4	13	23
大型プロジェクト航空機用ジェットエンジンの研究開発	岩田誠二	4	14	10
水素燃料航空機	岡好彬	4	14	15
ダンパ軸受	宮地敏雄・星谷昌二・祖父江靖	4	14	24
ホーバークラフトにおけるガスタービンの利用	大門康祐・白沢貴夫	4	14	33
航空用ガスタービンのモニタリング	菊地真一郎	4	14	40
防衛庁技術研究本部第3研究所におけるガスタービンの研究	神津正男	4	14	49
最近の海上用ACVの動向	村尾麟一	4	15	21
ガスタービン・バス試乗記	古浜庄一	4	15	30
旧陸軍試作の補助ジェットエンジンの全貌（その1）	林貞助	4	16	22
ジェットエンジンの最近の工作法	西良正	4	16	31
レーザー・ドプラー流速計の応用	藤井昭一・五味光男	4	16	38
特殊車両用ガスタービン －AGT-1500ガスタービンの開発まで－	川合洋一・金野晴己	4	16	45
耐熱材料の高温疲労強度に関する最近の研究（高温疲労，クリープと疲労との相関性，熱疲労について）	坂根政男・大南正瑛	5	17	7
離島における発電用ガスタービン	深田智久・井上孝信	5	17	18
旧陸軍試作の補助ジェットエンジンの全貌（その2）	林貞助	5	17	25
150KW級発電用小型ガスタービンの開発	星野昭史・大槻幸雄・長田達男・阪口哲也・西原義美	5	17	34
艦艇用ガスタービンの現状	田辺清	5	18	20
焼結耐熱合金（その1）	西野良夫	5	19	11
ガスタービン用熱交換器技術の工業炉への応用	宮丸利道・吉光利男・後藤勤	5	19	17
赤外線放射によるエンジン排気ガスの温度計測	山香英三	5	19	22
ミネソタ大学のフィルム冷却研究	吉田豊明	5	19	31
輸出ガスタービンの近況	樗木康夫・滝川和夫	5	20	5
焼結耐熱合金（その2）	西野良夫	5	20	11
ガスタービンに関するISOの動向	青木千明	5	20	18
☆講　義☆				
機械部品の疲労強度解析（その1）	鯉淵興二	3	12	26
機械部品の疲労強度解析（その2）	鯉淵興二	4	13	32

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

		巻	号	頁
高速回転機械軸系振動解析技術（その一）	小林暁峯・菊地勝昭	4	14	55
高速回転機械軸系振動解析技術（その二）	小林暁峯・菊地勝昭	4	15	34
ガスタービン用圧縮機の空力的設計法と性能推定 Ⅰ・軸流圧縮機（その1）	九郎丸元雄・生井武文 井上雅弘	4	17	43
ガスタービン用圧縮機の空力的設計法と性能推定 Ⅰ・軸流圧縮機（その2）	九郎丸元雄・生井武文 井上雅弘	5	18	29
高温燃焼ガスの物性値とその検索（1）	長島　昭	5	19	36
高温燃焼ガスの物性値とその検索（2）	長島　昭	5	20	25
☆技術論文☆				
ガスタービンの動特性	梅田　章・葉山真治	2	5	22
軸流タービン翼車の振動	奥谷順一・村井秀児 中川善治	2	6	33
小型ガスタービン用動圧式気体軸受の実験的考察	森下　光	3	10	5
ハイブリッド計算によるガスタービン動特性のシミュレーションについて	梅田　豊	4	15	6
タービン用高強度セラミックの高温スピンテスト	佐藤　晃・米屋勝利	4	15	14
空冷タービン翼の灰付着試験	野村雅宣・森下輝夫 菅　進	4	16	4
ガスタービン発電プラントの騒音対策	下出新一・井川敬之助 星野和貞	4	16	14
☆研究速報☆				
タービン翼列における空力的減衰力に関する一実験	花村庸治	1	2	49
遠心圧縮機の性能特性におよぼすレイノルズ数の影響	渡部一郎　外2名	1	2	52
空冷式ガスタービン翼の開発	大塚敬介・吉本健一郎 平田嘉圀	1	3	38
航空用ガスタービン燃焼器の一研究法	鈴木邦男	1	3	43
翼まわりの非定常境界層について	佐々木祥二・筒井康賢 遠藤敏彦・水町長生	1	4	43
高速回転するラビリンスシールの漏れ特性	小茂鳥和生・三宅圀博	1	4	48
☆座談会☆				
ガスタービンの未来を語る　－その1－	粟野誠一・今井兼一郎 浦田　星・岡崎卓郎 岡村健二・中村健也 三輪光砂 司会：平山直通	2	6	4
ガスタービンの未来を語る　－その2－	粟野誠一・今井兼一郎 浦田　星・岡崎卓郎 岡村健二・中村健也 三輪光砂 司会：平山直通	2	7	3
☆寄稿☆				
国際会議と日本語	沢田照夫	3	11	46
国際会議会場スケッチ	一色尚次	5	18	12
1977年国際ガスタービン会議のパネルディスカッション「車両用ガスタービン」に出席して	外山浩介	5	18	16

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

☆研究だより☆

		巻	号	頁
東大生産技術研究所ガスタービン研究室	水町長生	2	8	44
「三菱重工高砂研究所におけるガスタービンの研究」	佐藤友美	3	10	37
航空宇宙技術研究所原動機部のあゆみ	松木正勝	3	10	40
名古屋大学航空学科原動機研究室	大塚新太郎	3	12	34
慶応義塾大学工学部ターボ機械研究室	有賀一郎・益田重明	3	12	36
三井造船KKに於けるガスタービンの開発	表義則	4	13	43
日立製作所・機械研究所の紹介	藤江邦男	4	13	46
東京大学工学部航空学科における内部流体力学関係の研究	高田浩之・梶昭次郎	4	15	45
川崎重工業㈱・技術研究所の紹介	船川正哉	4	16	53
船舶技術研究機関開発部について	村尾麟一	4	17	54
石川島播磨重工　技術研究所におけるターボ機械の研究	佐藤昭二郎	4	17	57
東京芝浦電機㈱におけるガスタービン開発	本間友博	5	18	39
東京都立大学工学部機械工学科，熱機関工学，動力工学研究室	平山直道・前田稔幸	5	19	43

☆ニュース☆

1972年国際ガスタービン会議サンフランシスコ大会見聞記				
論文関係	永野三郎	1	1	52
展示会全般について	広瀬興郎	1	1	55
舶用ガスタービン関係	田丸成雄	1	1	56
航空エンジン関係	宮内諄二	1	1	57
自動車用ガスタービン関係	山崎慎一	1	1	61
日本ガスタービン会議発会式報告	有賀一郎	1	1	63
東京ガス根岸工場見学		1	2	61
自動車用ガスタービンに関するシンポジゥム		1	3	61
1973年国際ガスタービン会議ワシントン大会報告		1	3	59
論文関係	有賀一郎	1	3	59
産業用ガスタービン関係	丸山史郎	1	3	61
舶用ガスタービン関係	三輪光砂	1	3	63
航空用ガスタービン関係	宮沢清人・広木強	1	3	65
車輌用ガスタービン関係	高瀬謙次郎	1	3	66
CIMAC1973年大会について	岡村健二	1	3	68
第2期評議員会と特別講演会	有賀一郎	1	3	69
特別講演会	蒲田星	1	4	58
技術懇談会	蒲田星	1	4	59
見学会	蒲田星	1	4	59
1974年国際ガスタービン会議チューリッヒ大会報告		2	5	32
全般およびターボ機械	妹尾泰利	2	5	32
産業用ガスタービン	桜井照男	2	5	33
舶用ガスタービン	滝田真右・長野親敬	2	5	34
航空用ガスタービン	松木正勝・高原北雄	2	5	35
車輌用および小型ガスタービン	高瀬謙次郎・平木彦三郎	2	5	37
原子力ガスタービン	井口泉	2	5	38
第2回エア・ブリージング・エンジン国際シンポジウムに出席して	難波昌伸	2	5	43
燃焼・伝熱国際会議	川口修・小茂鳥和生	2	7	40
1975年国際ガスタービン会議の報告		3	10	46
ターボ機械関係	高田浩之	3	10	46
航空及び燃焼関係	山中国雄	3	10	48

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

		巻	号	頁
プロダクトショーを見て	浜中全美	3	10	49
☆見聞記☆				
ケンブリッジ大学に留学して	難波昌伸	1	2	56
アメリカ留学記	外山浩介	1	2	58
ONERA あれこれ	宗像良幸	1	4	56
Bath大学印象記	酒井俊道	2	5	45
欧米の航空機用ジェットエンジンの技術動向	松木正勝・鳥崎忠雄	3	11	43
アメリカでの見聞	梶昭次郎	4	13	40
☆新製品紹介☆				
FJR710/10（第1次試作エンジン）1号機の初運転成功について	宝金昭造・松木正勝	1	3	57
三井中容量ガスタービン（SB30C型）	表義則	2	5	31
明電舎160 KVA ガスタービン発電装置（GX-160）	野田廣太郎	2	7	43
神鋼・コングスベルグガスタービン－その応用プラント「ターボナートシステム」－	永田有世	2	8	42
IHI ミニターボチャージャ（RH06形）	宮下猛	3	12	39
IHI－スルーザー7／S7形ガスタービン	大塚敬介	5	20	31
☆新設備紹介☆				
航空宇宙研高圧燃焼試験装置	鈴木邦男	2	6	46
マニュラ型高圧燃焼器試験装置	堀内正司・鈴木邦男	4	13	49
☆資料☆				
ガスタービン生産統計（その1）	統計作成特別委員会	1	2	43
ガスタービン生産統計（その2）	統計作成特別委員会	1	3	48
1973年ガスタービン生産統計	統計作成委員会	1	4	51
会員アンケート集計報告	本間友博	2	6	11
1974年ガスタービン生産統計	統計作成委員会	2	8	46
1975年ガスタービン生産統計	統計作成委員会	4	13	51
航空ガスタービンエンジン資料集	情報センタ委員会	4	15	49
1976年ガスタービン生産統計	統計作成委員会	4	17	60
☆報告☆				
第1回評議員会報告		1	1	69
第1期役員		1	1	69
第1期幹事		1	1	70
第1期事業計画		1	1	70
統計作成特別委員会報告	吉識晴夫	1	1	71
組織運営検討特別委員会報告	阿部安雄	1	1	72
幹事会報告		1	2	66
組織，運営検討特別委員会報告		1	2	67
評議員会報告		1	3	72
臨時評議員会報告	有賀一郎	1	4	61
法人化委員会報告	渡部一郎	1	4	61
評議員会報告		2	5	47
行事報告		2	5	52
昭和49年度各委員会および委員		2	6	48
第2回見学会，技術懇談会		2	7	46
第3回技術懇談会		2	7	46
GTCJ ガスタービンセミナー（第2回）		2	8	51
評議員会報告		3	9	46
行事報告		3	9	51

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

	巻	号	頁
昭和５０年度各委員会および委員	3	10	52
日本ガスタービン会議第４期臨時評議員会	3	12	42
日本ガスタービン会議第４期評議員会報告	4	13	74
日本ガスタービン学会評議員会・総会報告	4	14	63
日本ガスタービン会議よりの財産寄附に関する報告	4	15	53
日本ガスタービン会議第５期決算報告並びに財産清算報告	4	15	53
１９７７年国際ガスタービン会議東京大会に関するお知らせ	4	15	55
日本ガスタービン学会　評議員会・総会報告	4	17	64
☆行事案内☆			
見学会	1	1	66
自動車用ガスタービンに関するシンポジウム開催のご案内	1	1	66
ガスタービン講演会開催について	1	1	67
ガスタービン講演会	1	2	63
特別講演会	1	3	76
講習会	1	3	76
第２回定期講演会	1	3	76
第２回定期講演会	1	4	63
☆行事案内☆	2	5	53
第２回ＧＴＣＪセミナー	2	6	48
第２回ガスタービンセミナー	2	7	47
第３回定期講演会	2	7	48
第３回定期講演会プログラム（予定）	2	8	52
ＧＴＣＪガスタービンセミナー（第３回）の開催	3	10	51
第４回定期講演会講演募集	3	11	47
第４回定期講演会プログラム（予定）	3	12	43
１９７７年国際ガスタービン会議東京大会論文募集	3	12	45
「航空原動機に関する講演会」講演募集	4	14	62
ＧＴＳＪ ガスタービンセミナー（第４回）のお知らせ	4	15	51
１９７７年国際ガスタービン会議東京大会開催のご案内	4	16	56
第５回定期講演会プログラム	5	18	42
第６回定期講演会会告	5	18	43
ＧＴＳＪ ガスタービンセミナー（第５回）のお知らせ	5	18	43
見学会・技術懇談会のお知らせ	5	18	43
ＧＴＳＪ ガスタービンセミナー（第５回）のお知らせ	5	19	47
第６回定期講演会論文募集	5	19	48
第１８回航空原動機に関する講演会プログラム	5	19	49
第６回日本ガスタービン学会定期講演会	5	20	44
日本ガスタービン学会　第３期通常総会開催のお知らせ	5	20	45
特別講演会のお知らせ	5	20	45
複合サイクルに関するパネル討論会	5	20	45
第４６９回講習会＝流体機械の騒音	5	20	46
☆会則・規定☆			
日本ガスタービン会議会則	1	1	73
日本ガスタービン会議細則	1	1	75
会報編集規定	1	1	76
自由投稿規定	1	1	76
会報編集規定	1	2	70
自由投稿規定	1	2	70
技術論文投稿要領	5	20	43

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

☆後　記☆		巻	号	頁
研究発表についての一つの提案 ……	小茂鳥　和生	3	12	44
「ガスタービン学会誌」の発足に当って ……	小茂鳥　和生	4	13	77
ガスタービン設計者に ……	小茂鳥　和生	4	14	87
ガスタービン技術の独立自尊 ……	小茂鳥　和生	4	15	58
開かれた，個性的な学会誌の為に ……	小茂鳥　和生	4	16	57
	鳥崎　忠雄	4	17	72
☆後　記☆ ……	須之部　量寛	5	18	44
☆後　記☆ ……	葉山　真二	5	19	50
	村尾　麟一	5	20	42

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

後記

編集理事　村　尾　麟　一

A　すまないがちよっとちえを借してくれないか。

B　お安いご用だといゝたいが一体何の話だね。

A　えーと…「投稿論文は本会以外の刊行物に未投稿でかつ本会主催の講演会または本会との共催講演会以外で未発表のものに限る」この意味ご理解いただけるかな。

B　まてよ，本会以外の刊行物に未投稿……これはわかる。本会主催の講演会以外で未発表ということは本会の講演会で発表したものということか？　それと共催講演会もよい……それが一体どうしたのかね。

A　すまんすまん。実はガスタービン編集委員会で技術論文の投稿要領を成分化することになって，この原案が宿題になったんだよ。

B　了解。しかしどこが宿題なんだ。はっきりと本会講演会で発表したものに限るとしちゃいけないのかね。

A　そこなんだよ。本会講演会発表済のものはもちろんいゝが，本会講演会で発表しなくても未だどこでも講演したことのないものならよいという意味を含めたいんだよ。

B　なるほど。これがそういう意味になるのかな。

A　本会以外で未発表…つまり本会で発表したかどうかは問わない。

B　ちよっと待ってくれ，こんがらかってきた。うーん，そういわれるとわかったような気がしないでもないが。しかし理屈はとも角，も少しわかり易いいゝかたはないかね。

A　そこで宿題というわけだよ。

B　編集委員会ではそんなことをやるのか。もっとかんじんな仕事はないのかね。

A　これだっていゝかげんにはできないが，編集委員の一番の仕事は原稿集めだね。原稿といっても解説，展望など依頼原稿と論文，寄書など投稿原稿があってこのバランスで学会誌の性格が決まる。

B　ガスタービン学会誌はどんな具合だね

A　技術論文が少ないので投稿をお願いしているのが実情だね。

B　あまりお固い技術論文ばかりでも積んどくになってしまうしなあ。

A　論文集を別に出しているわけでもないから学会誌にオリジナル論文が少ないのはさびしいね。年四回の発行だからせめて各号一編程度は欲しいと思わないかね。といっても依頼しておいて査読で駄目といわれても心外だろうし，本来お願いするのはおかしいわけだよ。

B　論説，解説の方はどうしているの。

A　つきつめれば委員の情報網にたよっているわけだが，同じ人が委員を続けていると種切れしてくるので，やはり新陳代謝でつないでいくということかなあ。

B　会員の希望を反映する場が欲しいね。短いコラムを設けて若い人達にどんどん意見を書いてもらうというのはどうかね。

A　そういう御意見は大歓迎だよ。ついでに皮切りもしてくれないかなあ。

B　おいおい，それは話が別だよ。

A　いやいや，我々も会員の一人として，会に何を期待するかより，どんな寄与ができるかを考えなくちゃ。学会の独立自尊も会員一人一人の自主独立から始まるのだから。

尚，技術論文投稿要領が本号会告に掲載されておりますので，学会発展のためふるって投稿されるようお願いします。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

下記の技術論文投稿要領が理事会で決定されました。第Ⅲ期（５３年４月）以后に受付けた技術論文から適用されます。

記

技術論文投稿要領

1. 投稿原稿は次の各項に該当すること。
   1）投稿論文は著者の原著で，ガスタービン技術に関するものであること。
   2）投稿論文は日本文に限る。
   3）投稿論文は本学会以外の刊行物に未投稿で，かつ本学会主催の講演会（本学会との共催講演会を含む）以外で未発表のものに限る。

2. 投稿原稿の規定頁数は原則として８頁以内とする、但し１頁につき１０,０００円の著者負担で４頁以内の増頁をすることができる。

3. 投稿原稿は正１部，副２部を提出すること。

4. 投稿原稿は原稿執筆要領に従うこと。

尚，投稿論文の採否は本学会に一任願います。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

第６回　日本ガスタービン学会定期講演会

開催期日　昭和５３年６月２日（金）　９：２０～１７：００
会　　場　機械振興会館　地下３階研修１，２号室
東京都港区芝公園３－５－８ 東京タワー前 TEL ４３４－８２１１

講演予定題目

１号室	２号室
1. ガスタービン用燃焼器排ガスの研究（第１報） *熊倉考尚，羽島和夫（船研）	1. 円柱，平板及び２次元翼列によるフィルム冷却の実験的研究 *坂田公夫，吉田豊明，佐々木誠，高原北雄（航技研）
2. 低カロリーガス燃焼の基礎的研究 *石橋洋二，丸山好弘，大森隆司（日立）	2. 前面膜冷却方式における主流乱れの影響 *井本正美，平田賢，笠木伸英（東大）
3. 高圧力比多段軸流圧縮機の可変静翼角および抽気に関する実験 *菅原昇，大山耕一，斉藤喜夫，田村敦宏(航技研) 宮本徹之（石播）	3. ガスタービン翼の冷却の研究 （その１，冷却流路の配置に対する熱力学的考察） 中山恒，他２名（日立）
4. 実機エンジンＦＪＲ７１０／１０によるインレットディストーション試験(I) *森田光男，関根静雄，吉田晃，中山普（航技研） 吉田公則（川重）	4. 冷却動翼の三次元熱伝導計算 *塩田裕次，長島義悟（三井造船）
5. Ｓ－ＭＥＴ過給機の開発 *山下勝義，野村滋郎，木村淑人（三菱）	5. 航空機用ガスタービンの動翼温度の計測 小玉哲博，*勝又一郎（石播）
6. ２軸式ガスタービン発電機の試作開発 榊義洋，藤川泰雄，鍾ケ江英俊 *仲西啓一（日産）	6. 円形翼列の非定常力特性（内向き流れの場合） *西岡清，河野美登（防大）
7. １０００KW級発電用中型ガスタービンの開発 *阪口哲也，射延功（川重）	7. 入口案内翼の二次元翼列の実験的研究 （正の大迎角をもつ場合） *蓑田光弘，山崎紀雄（航技研）
8. １００００KWガスタービン移動電源車の開発 *中杉武雄，永井治（石播）	8. 旋回流による円垂ディフューザーの性能向上 *吉識晴夫，田代伸一，高門信行（東大）
9. MW252－C型 ２軸ガスタービンの性能試験 福江一郎，他（三菱）	9. 車両用ガスタービンの動特性 *吉川雄二，井口泉，原敬二，鶴岡省二（防大）
10. 抗内ガス利用ガスタービンの１年間の運転実績 *山本一，片寄成美，斉藤初雄（東芝）	10. 入口案内翼のウエーフ制御とファン騒音 *西脇英夫，藤井昭一，武田克巳（航技研）
11. ファンジェットエンジンＦＪＲ７１０／２０　高空性能試験結果 伊藤源嗣，*鷲谷儀正，渡辺康之（石播） 山本伸一　（川重），猿渡敬治（三菱）	11. ガスタービンロータ系の振動 神吉博（三菱）

＊印は講演者

参加登録については追って御連絡致します。

尚，当日，講演会終了後，会員各位の親睦をはかり，さらに講演者を交えて親しくご懇談いただくために，懇親会を開催致しますのでお気軽にご参加下さい。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

日本ガスタービン学会

第３期通常総会開催のお知らせ

下記により標記総会を開催いたします。詳細については改めてご案内申上げます。

記

日　　時：昭和５３年５月１１日（木）１３時３０分～１４時２０分（予定）通常総会

会　　場：機械振興会館　地下２階ホール

§　特別講演会のお知らせ

例年の通り通常総会終了後特別講演会を次の要領で開催致します。

日　　時：昭和５３年５月１１日（木）総会終了後１５：００頃～１７：００

場　　所：機械振興会館　地下２階ホール

参加費：無　料

講演題目：「１９７８年国際ガスタービン会議ロンドン大会に参加して」

司会　飯島　孝　氏

内　容　1. 基礎技術

2. 産業用ガスタービン

3. 航空機用ガスタービン

4. 自動車用ガスタービン

講演者は本大会に参加した方に依頼する予定です。

§　複合サイクルに関するパネル討論会

日　　時：昭和５３年６月３０日（金）午後１時～４時半

会　　場：機械振興会館　６６号室

参加費：３０００円

専門家数名に話題を提供して頂いた後，パネルディスカッションを予定しております。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

日本ガスタービン学会

第３期通常総会開催のお知らせ

下記により標記総会を開催いたします。詳細については改めてご案内申上げます。

記

日　　時：昭和５３年５月１１日（木）１３時３０分～１４時２０分（予定）通常総会

会　　場：機械振興会館　地下２階ホール

§　特別講演会のお知らせ

例年の通り通常総会終了後特別講演会を次の要領で開催致します。

日　　時：昭和５３年５月１１日（木）総会終了後１５：００頃～１７：００

場　　所：機械振興会館　地下２階ホール

参加費：無　料

講演題目：「１９７８年国際ガスタービン会議ロンドン大会に参加して」

司会　飯島　孝　氏

内　容　1. 基礎技術

2. 産業用ガスタービン

3. 航空機用ガスタービン

4. 自動車用ガスタービン

講演者は本大会に参加した方に依頼する予定です。

§　複合サイクルに関するパネル討論会

日　　時：昭和５３年６月３０日（金）午後１時～４時半

会　　場：機械振興会館　６６号室

参加費：３０００円

専門家数名に話題を提供して頂いた後，パネルディスカッションを予定しております。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

日本ガスタービン学会

第３期通常総会開催のお知らせ

下記により標記総会を開催いたします。詳細については改めてご案内申上げます。

記

日　　時：昭和５３年５月１１日（木）１３時３０分～１４時２０分（予定）通常総会

会　　場：機械振興会館　地下２階ホール

§　特別講演会のお知らせ

例年の通り通常総会終了後特別講演会を次の要領で開催致します。

日　　時：昭和５３年５月１１日（木）総会終了後１５：００頃～１７：００

場　　所：機械振興会館　地下２階ホール

参加費：無　料

講演題目：「１９７８年国際ガスタービン会議ロンドン大会に参加して」

司会　飯島　孝　氏

内　容　1. 基礎技術

2. 産業用ガスタービン

3. 航空機用ガスタービン

4. 自動車用ガスタービン

講演者は本大会に参加した方に依頼する予定です。

§　複合サイクルに関するパネル討論会

日　　時：昭和５３年６月３０日（金）午後１時～４時半

会　　場：機械振興会館　６６号室

参加費：３０００円

専門家数名に話題を提供して頂いた後，パネルディスカッションを予定しております。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

第４６９回講習会＝流体機械の騒音

― その発生から規制まで ―

申込締切　5月２２日・開催６月８，９日　（申込先：下記参照）

〔協賛：日本ガスタービン学会・ターボ機械協会〕

日　時　昭和５３年６月８日（木），９日（金）　9.30～１6.5０

会　場　ダイヤモンドホール（ダイヤモンド社ビル１０階）
〔東京都千代田区霞ケ関１－４－２，電話(03) 504－6779，地下鉄銀座線＝虎の門駅下車徒歩3分〕

趣　旨　近年，環境問題のアセスメントが強く叫ばれるようになって，騒音に関する対策や，これを対処する研究・開発が一段と進展している。法規・条令等による規制がますます厳しくなる反面，流体機械は急激に大型化，高速化あるいは大出力化されつつあり，それに伴って流体機械のメーカはもとよりユーザも改めて騒音問題に取り組まねばならない現状にある。

本講習会は従来数多く行なわれた流体機械の騒音に関する講習会と若干趣きを変えて，聴講者が自らの手で騒音問題を解けるように，基礎から最新の研究・開発成果，さらに実例を織りまぜて解説を行なうよう企画した。

流体機械の関係者に限らず，騒音問題にご関心のある向きは，メーカ，ユーザ，管理者，研究者および学生諸君を含み，多数の参加を期待する。

題目・講師

日	時	題　目	講　師
6月8日(木)	9：30～11：00	(1)流体機械騒音発生のメカニズム	東京大学教授工学部工博　梶昭次郎君
	11：10～12：40	(2)流体機械騒音のパワーレベルの推定法	東京工業大学教授工博　辻　茂　君
	13：40～15：10	(3)遮へいと減衰効果の予測	三菱重工業会社高砂研究所空力研究室長　斉藤保夫君
	15：20～16：50	(4)吸音装置の選定と減衰特性計算法	東京大学助手工学部工博　小幡輝夫君
6月9日(金)	9：30～11：00	(5)吸音・遮音材料	財団法人小林理学研究所所長理博　子安勝君
	11：10～12：40	(6)制振材料	東京大学教授工学部工博　井形直弘君
	13：40～15：10	(7)防音エンジニアリングの実例	石川島防音工業会社社長工博　中野有朋君
	15：20～16：50	(8)製鉄所における騒音の予測と対策の実例	新日本製鉄会社大分製鉄所設備部設備技術室課長　境　卓也君

定　員　１００名，申込先着順により満員になりしだい締切ります。

聴講料　会員 12000 円（学生員 3000 円），会員外 25000 円（いずれも教材１冊分代を含む）

教　材　教材のみご希望の方，または聴講者で教材を余分にご希望の方は，１冊につき会員 2000 円，会員外 3000 円にて頒布いたしますので５月２２日（月）までに予約ご送金ください。講習会終了後発送いたします。

申込方法　Ｂ６判用紙に「第４６９回講習会申込み」と題記し，(1)住所，(2)勤務先の名称・所属部課(科)名・所在地，(3)通信先，(4)氏名（ふりがな）を記入，聴講料を添えてなるべく現金書留でご送付下さい。

申込先　〒151　東京都渋谷区代々木２－４－９（三信北星ビル５階）日本機械学会

ご注意　(1)　聴講決定者には後日聴講券を送りますからご来聴の際はご持参ください。
(2)　聴講決定後は取消しのお申し出がありましても聴講料は返金いたしません。
(3)　会社，工場などを通信先にご指定の場合は部課名まで詳細にご記入ください。

詳細は日本機械学会へお問合せ下さい。（Tel　03－379－6781　担当　大室）

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

gas turbine newsletter

GAS TURBINE DIVISION—THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS

VOL. XIX | January, 1978 | No. 1

CHAIRMAN'S COMMENTS

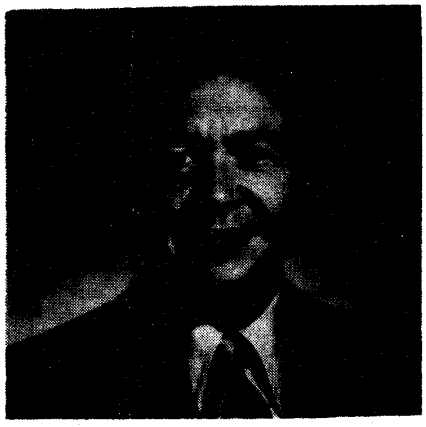
By PAUL PUCCI

The 1978 International Gas Turbine Conference and Products Show to be held at the Wembley Conference Centre, London, will be our largest ever. To accommodate the enthusiastic response of the gas turbine community, a total of 63 sessions will be presented and the Conference is extended to four full days Eight simultaneous sessions are required. A digest of the program appears elsewhere in this Newsletter. Examine it to see the breadth of coverage of current gas turbine technology. I am sure you will want to join me in London to take advantage of this unique opportunity.

In April of this year, the Gas Turbine Division will lose the staff services of our highly respected Exhibit Director, Jack Sawyer. He has asked to be relieved as Exhibit Director following the London Conference. We shall certainly miss his effective leadership in developing the Products Show to its current status. At the same time, our efficient Technical Committees and Meetings Coordinator, Wendy Lubarsky, has asked to be relieved of her staff position in order to expand another career opportunity. And then, our faithful Executive Secretary, Tom Stott, has requested leave from his duties. We will miss the active participation of these dedicated persons in the management of the operations of the Division.

With these important changes in staff personnel, the Executive Committee directed me to appoint an Ad Hoc Committee on Organization, to examine alternate administrative structures for the Division. It gave the opportunity to examine the history of the Division to reflect on its growth and change, to look at our current needs and responsibilities, and to be concerned with the future in expanding the service of the Division to its membership. The Committee met on five separate and long days, seeking advice from senior Division members and that from ASME Headquarters staff. The final recommendation was made to and adopted by the

(Continued on Page 2)



A. A. HAFER, of General Electric Co., Gas Turbine Div., Awarded Fellow Membership at ASME, Winter Annual Meeting in Atlanta.

LONDON CONFERENCE—OVERVIEW OF TECHNICAL PROGRAM

Perhaps the most salient feature of the technical program planned for the London Conference is not only the broad scope, but also the size. According to the Chairman of Conferences for the Division, John P. Davis (Transcontinental Gas Pipeline Corporation), the technical program will encompass 54 technical sessions and 9 panel sessions, comprising about 221 papers. Accordingly, the conference has been extended from the usual 3½ days to 4 days. Many silmultaneous sessions are necessary.

Regardless of the more stringent screening and review procedures to keep, and increase, the quality of the technical papers, interest and enthusiasm for participation in the Gas Turbine Industry continues to grow reflecting the continued growth in gas turbine development activities and markets.

As indicated by the shaded blocks in the accompanying Program Chart (Page 3), over 50% of the sessions are user oriented. This is another reflection of the growth and development of the Industry.

Continued thrust toward future growth are reflected in the sessions oriented toward coal utilization and closed cycles (See committee articles). Approximately equal participation by European, Japanese, as well as American organizations continues to emphasize the multinational nature of the Gas Turbine Industry and its markets.

THE 23rd ANNUAL INTERNATIONAL ASME GAS TURBINE CONFERENCE IN COOPERATION WITH INSTITUTE OF MECHANICAL ENGINEERS WILL BE AT THE WEMBLEY CONFERENCE CENTRE LONDON, ENGLAND

(Continued on Pages 2, 3, 22 and 25 to 28)

PAUL F. PUCCI, *Chairman*
EDWARD S. WRIGHT, *Vice Chairman*
R. A. HARMON, *Editor*
NANCY POTTER, *Publisher's Secretary*

Official publication of the Gas Turbine Division of the American Society of Mechanical Engineers published quarterly.

PUBLISHER — R. Tom Sawyer, Nauset Lane, Ridgewood, N. J. 07450

SECOND CLASS postage paid at Ridgewood, N. J.

POSTMASTER: In the event magazine is undeliverable, please send Form 3579 addressed to R. Tom Sawyer, P.O. Box 188, Ho-Ho-Kus, N. J. 07423.

ASME GAS TURBINE DIVISION
のご好意により複写の許可を得ました。

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

FUTURE CONFERENCES

The following is an up-dated list of the gas turbine conferences and the conferences wherein the Division plans and supports one or more sessions on gas turbine technology. Please note that papers must be in for review by the date listed below as * or **.

1978—23rd Annual International Gas Turbine Conference** and Products Show, London, England, April 9-13, Wembley Conference Centre.

—American Power Conference, April 24-26, Chicago, Ill., Palmer House.

—Joint Power Generation Conference, Dallas, Texas, Sept. 10-14, Sheraton-Lincoln.

—ASME Winter Annual Meeting,* San Francisco, Dec. 10-15, San Francisco Hilton.

1979—24th Annual International Gas Turbine Conference** and Products Show, San Diego, Cal., Mar. 11-15.

—American Power Conference, April 23-25, Chicago, Ill., Palmer House.

—Joint Power Generation Conference, Sept., Raleigh, N.C.

—ASME Winter Annual Meeting,* New York, N.Y., Dec. 2-7, Statler Hilton.

1980—25th Annual International Gas Turbine Conference** and Products Show, Rivergate, New Orleans, La., Mar. 9-13.

—American Power Conference, April 21-23, Chicago, Ill., Palmer House.

—Joint Power Generation Conference, Sept. 28-Oct. 2, Phoenix, Az., Hyatt Renecy.

—ASME Winter Annual Meeting,* Nov. 16-21, Chicago, Ill., Conrad Hilton.

* Submit paper before June 1st for review. The green sheets should have been sent in before Feb. 1st.

** Submit paper before October 1st for review. The green sheets should have been sent in before June 1st.

PROGRAM CHAIRMEN

1978 Conference

A. A. MIKOLAJCZAK
Manager, Aerodynamic, Thermodynamic and Control Systems
Pratt & Whitney Aircraft Group
400 Main Street, Adm. 1N
East Hartford, CT 06108
203-565-4174
Home: 203-677-2272

1978 Conference, Chairman of Local Committee

W. RIZK, Managing Director
GEC Gas Turbines Ltd.
Cambridge Rd., Whetstone
Leicester LE8 3LH, England

FOR FURTHER DATA ON FUTURE CONFERENCES CONTACT

Executive Secretary

THOMAS E. STOTT, Pres.
Stal-Laval, Inc., 400 Executive Bld.
Elmsford, N.Y. 10523
Office: 915-592-4710
Home: 413-528-2679

PAY YOUR OWN WAY OVER AND BACK TO ENGLAND AND/OR AUSTRALIA

We knew a man whose boss told him that they had a short job to be done in Australia. He asked the man if he wanted to go and the reply was in the affirmative. As an afterthought, the boss told him he would have to pay his own way but that was fine with the man and off he went!

TIME TO START PLANNING FOR '78 WAM AND '79 CONFERENCE

Authors should start planning now for papers to be presented at the 1978 ASME Winter Annual Meeting in San Francisco, California, December 10-15, and at the 1979 International Gas Turbine Conference and Products Show in San Diego, California, March 11-15.

- The deadline for manuscripts to be submitted for review for San Francisco is June 1, 1978.
- The deadline for manuscripts for review for the San Diego Conference is October 1, 1978.

ANNOUNCEMENT AND CALL FOR PAPERS, '78 WAM, SAN FRANCISCO, "HEAT TRANSFER IN GAS TURBINE HOT SECTION COMPONENTS"

The Gas Turbine Committee of the ASME's Heat Transfer Division will sponsor a technical session entitled "Heat Transfer in Gas Turbine Hot Section Components" at the 1978 Winter Annual Meeting in San Francisco, California, December 10-15, 1978. Authors are invited to submit abstracts for papers describing recent experimental and/or analytical studies of heat transfer in gas turbine engines. Emphasis will be on turbine airfoil and shroud cooling, disk heat transfer and combustion cooling. Papers related to heat exchanger technology are also welcomed.

Preliminary acceptance of papers will be based on abstracts only. Three copies of the abstract must be received by March 15, 1978. Authors will be notified of prelminary acceptance by April 1, 1978. Complete manuscripts must be submitted before May 15, 1978. Authors are invited to submit abstracts or address inquiries to:

Dr. Vernon L. Eriksen
Director of Engineering
Deltak Corporation
P. O. Box 9496
Minneapolis, Minnesota 55440

Chairman's Comments

(Continued from Page 1)

Executive Committee at its meeting in Atlanta during the WAM. The Executive Committee will set up a central Gas Turbine Division office, managed by a full time Director of Operations who will report directly to the Executive Committee. The new office will incorporate all administrative functions of the Division except Treasurer. The Gas Turbine Division Office will, in time, establish a Gas Turbine Division Information Center to assist our membership and the public at large, a new outreach for the Division. It is important to note that considerable thought was given to financial implications. The new organization involves risk, but its potential benefits for the membership more than justify taking this risk. At the direction of the Executive Committee, I have appointed Glenn Kahle, Chairman of a Search Committee to seek the best qualified person for Director of Operations. I urge all of you to help seek out suitable candidates.

Again in 1978 we will co-sponsor an international meeting just as we did in May 1977 in Tokyo. This time it is with Technion—Israel Institute of Technology at Haifa, Israel. The meeting is planned for December 27-29, 1978. Please see the announcement in this Newsletter for details.

CALL FOR PAPERS

1978 TECHNION JOINT GAS TURBINE CONGRESS December 27-29, 1978

The Gas Turbine Division has been invited to join the Technion—Israel Institute of Technology in Haifa, Israel, in co-sponsoring a meeting. All aspects of gas turbine technology, jet and power shaft engines, accessories, services and education will be included in the technical program. Many are interested in participating which means there may be about 70 papers presented at this conference. If interested in participating, please contact our Program Representative:

Mr. Ben Koff, Chief Engineer
Aircraft Engine Group
General Electric Company
Cincinnati, Ohio 45215
513-243-2144

TO MAKE SURE YOU GET YOUR NEWSLETTER
Mail this change of address notice to your publisher today.

Paste here old address label from copy of publication (if available).
Omit items 1, 2 and 3 when address label is furnished.

OLD

1. **No. and Street, Apt., Suite, P.O. Box or R.R. No.**
2. **Post Office, State, and ZIP Code**
3. **Show All Additional Dates and Nos. Included in Address Label** (Necessary for identification)

NEW

4. **No. and Street, Apt., Suite, P.O. Box or R.R. No.**
5. **Post Office, State, and ZIP Code**
6. **Name of Subscriber** (Print or type)
7. **Date of Address Change**

Return this to R. Tom Sawyer, Box 188, Ho-Ho-Kus, N. J. 07423

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

TECHNICAL PROGRAM — 1978 GAS TURBINE CONFERENCE
50% USER ORIENTED SESSIONS
(SHADED SESSIONS ARE USER ORIENTED)

APRIL 10, 1978 MONDAY — A.M.	APRIL 10, 1978 MONDAY — P.M.	APRIL 11, 1978 TUESDAY — A.M.	APRIL 11, 1978 TUESDAY — P.M.	APRIL 12, 1978 WEDNESDAY — A.M.	APRIL 12, 1978 WEDNESDAY — P.M.	APRIL 13, 1978 THURSDAY — A.M.	APRIL 13, 1978 THURSDAY — P.M.
TURBOMACHINERY A Review of Progress and a Look Ahead	TURBOMACHINERY Axial Turbomachinery — I	TURBOMACHINERY Axial Turbomachinery — II	TURBOMACHINERY Axial Turbomachinery — III	TURBOMACHINERY Geometric Effects in Turbomachinery	TURBOMACHINERY Axial Turbomachinery — IV	TURBOMACHINERY Flow Instabilities in Turbomachines — I	TURBOMACHINERY Flow Instabilities in Turbomachines — II
VEHICULAR European Turbine Developments	VEHICULAR Vehicular Turbine Components — I	VEHICULAR Vehicular Turbine Components — II	EDUCATION Education in Gas Turbines	TURBOMACHINERY Radial Turbomachinery Development — I	TURBOMACHINERY Turbomachinery Non-Steady Flow	TURBOMACHINERY Radial Turbomachinery Development — II	TURBOMACHINERY Radial Turbomachinery Development — III
COAL UTILIZATION Conversion of Coal to Useful Gas Turbine Fuel	COAL UTILIZATION Open Cycle Gas Turbine Operating With a Coal Derived Fuel	COAL UTILIZATION The Coal Fired Gas Turbine as a Peak Load, Intermediate, or Base Load Device	COAL UTILIZATION/ ELECTRIC UTILITIES PANEL:	ELECTRIC UTILITIES Special Applications of Gas Turbines	ELECTRIC UTILITIES Fuels	ELECTRIC UTILITIES Gas Turbine Operating & Maintenance Experience — I	ELECTRIC UTILITIES Gas Turbine Operating & Maintenance Experience — II
PIPELINES & APPLICATIONS European Use of Gas Turbines in the U.K. Gas Transmission System	PIPELINES & APPLICATIONS Intermediate Gas Turbines for Pipeline Use	TECHNOLOGY RESOURCES/PROCESS PANEL:	PIPELINES & APPLICATIONS PANEL: Gas Turbine Maintenance in Pipeline Operation	PIPELINES & APPLICATIONS Gas Turbine Evaluation Techniques & Practices	PROCESS INDUSTRIES General	PROCESS INDUSTRIES PANEL: Impact of Regulatory Activities, Present and Projected	PROCESS INDUSTRIES PANEL: Heat Recovery Application/Experience
STRUCTURES & DYNAMICS Turbine Stress, Erosion & Cooling	STRUCTURE & DYNAMICS Gas Turbine Rotor Systems & Vibration Measurement	CLOSED CYCLES Turbomachinery for Closed Cycle Gas Turbines	MARINE Marine Gas Turbine Experience — I	MARINE Marine Gas Turbine Experience — II	MARINE Marine Gas Turbine Future Prospects	MARINE Gas Turbine Development	MARINE U.K. Developments
CLOSED CYCLES Practical Closed Cycle Gas Turbines	CONTROLS & AUXILIARIES	CONTROLS & AUXILIARIES	STRUCTURES & DYNAMICS Aeroelastic Analysis	COMBUSTION & FUELS Fuels	COMBUSTION & FUELS Combustion	COMBUSTION & FUELS Combustors	COMBUSTION & FUELS Emissions
AIRCRAFT Propulsion Maintenance, Overhaul and Life Cycle Cost	AIRCRAFT Aeropropulsion Technology to Meet Future Energy Needs	AIRCRAFT V/STOL Propulsion Systems	AIRCRAFT Advanced Small Engine Systems	AIRCRAFT Propulsion System Integration	EDUCATION PANEL: Education to Meet Manpower Needs of Gas Turbine Industry	AIRCRAFT Aircraft Gas Turbine Propulsion Technology	AIRCRAFT Propulsion Technology
	HEAT TRANSFER Heat Transfer in Hot Section Components — I	HEAT TRANSFER Heat Transfer in Hot Section Components — II	HEAT TRANSFER Heat Transfer in Hot Section Components — III	CLOSED CYCLES Fossil-Fired Closed Cycle Gas Turbines	ASME GAS TURBINE/ ASTM: Surface Behavior of Superalloys: What The Designer Should Know	CERAMICS PANEL:	CERAMICS PANEL:

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

ASME/IOWA STATE UNIVERSITY FLUID DYNAMICS OF TURBOMACHINERY COURSE, AUGUST 7-17, 1978

The ASME Turbomachinery Institute, with the cooperation of Iowa State University, will offer the advanced level program FLUID DYNAMICS OF TURBOMACHINERY during the period 7 through 17 August 1978 on the Iowa State Campus in Ames, Iowa. Established through presentations in 1968, 1973 and 1975, the course gives participants an opportunity to interact with a carefully selected international faculty of turbomachinery specialists during a series of lectures and discussions. Detailed lecture notes will be provided to each participant and to each organization sponsoring a registrant. Additional sets of notes will be available to registrants and their sponsors only. Individuals enrolling should be recommended and sponsored by their employer and should have a good background in fluid dynamics and thermodynamics including graduate credit or the equivalent in experience. The tuition fee will be $1400. Interested persons should contact

George K. Serovy (515-294-2023) or
Ted Okiishi (515-294-2022)
Mechanical Engineering Dept.
Iowa State University
Ames, Iowa 50011

The 1978 course will consist of 29 90-minute lectures on the topics indicated below. In addition, a special panel discussion, "Turbomachine Technology — Objectives for Research and Development," will occur on the final day of the scheduled program.

Robert O. Bullock, AiResearch Manufacturing Co.—Some realities of turbomachinery development.

Dr. N. A. Cumpsty, Whittle Laboratory, University of Cambridge—Overview of the turbomachinery noise problem.

Franklin O. Carta, United Technologies Research Center—Application of unsteady aerodynamic results in aeromechanical turbomachine design.

Jean Fabri, Office National D'etudes et de Recherches Aerospatiales—Unsteady flow and flow instabilities in turbomachines.

Dr. William H. Heiser, Arnold Engine Development Center—Requirements and contents of axial-flow turbine design systems.

Dr. John H. Horlock, University of Salford—Introduction to flow models and methods of analysis for turbomachine primary and secondary flows.

Dr. David Japikse, Creare, Inc.—Fluid mechanics of centrifugal compressors and pumps.

Henry McDonald, Scientific Research Associates, Inc.—Boundary layers in turbomachines.

Richard A. Novak, General Electric Co.—Computation methods of turbomachine flows by streamline curvature.

Dr. George K. Serovy, Iowa State University—Requirements and content of axial flow compressor and pump design systems.

Dr. Hans Starken, Institut fur Luftstrahlantriebe DFVLR—Transonic and supersonic flows in turbomachine cascades.

Panelists

Melvin J. Hartmann, Fan and Compressor Branch, NASA Lewis Research Center.

Dr. A. A. Mikolajczak, Aerodynamic, Thermodynamic and Control Systems, Pratt and Whitney Aircraft Group.

Dr. Leroy H. Smith Jr., Advanced Turbomachinery Aerodynamics, General Electric Co.

William G. Steltz, Steam Turbine Div., Westinghouse Electric Corp.

Dr. Arthur J. Wennerstrom, Air Force Aero Propulsion Lab., Air Force Systems Command.

GAS TURBINES AT AMERICAN POWER CONFERENCE

At present the still tentative program includes the following gas turbine papers in the Mechanical II—Gas Turbines and Advanced Cycles session:

- "Huntorf, 290 MW—The World's First Air Storage System Energy Transfer (ASSET) Plant: Construction, Commissioning and Preliminary Operation," E. Buerk, Brown, Boveri, Switzerland and Z. S. Stys, Brown Boveri, USA.
- "Gasification Combined Cycle Test Facility at Powerton Station of Commonwealth Edison Company," F. E. Stauffer and D. E. Welty, Commonwealth Research Corporation; A. Sacker, Fluor Engineers and Constructors, Inc.; and W. A. Boothe, General Electric Company.
- "Gas Turbines for Advanced Power Systems and Improved Reliability," Cooper & Duncan, EPRI.
- "Operational Characteristics and Maintenance of

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

Wembley Conference Centre, London, England April 9-13, 1978

Preliminary travel notice of the 1978 Gas Turbine Conference scheduled for the Wembley Conference Centre, London, England, April 9-13, 1978.

If you are a member of the Gas Turbine Division you do not have to send these forms in as you will be receiving the complete instructions. If you are a Non-Member from North and South America only, please send these forms to:

ASME COORDINATORS
I.C.C.A. VACATIONLAND-TRAVELTOURS, Inc.
25 West 43rd Street, New York, N. Y. 10036

If you ore a Non-Member of ASME and located outside of North and South America, please send these forms to:

I. Mech. E. — General Arrangements Committee
1, Birdcage Walk, Westminster
LONDON, SW1H 9J5, England

The ASME Travel Coordinators have planned a basic program in London which will include air transportation, hotel accommodations, transfers, breakfast, service charge and a sightseeing tour of London.

In addition to the basic Congress program there will be offered post Congress tours to Great Britain and the Continent as indicated in the survey below.

In order to help us plan the most convenient and economical travel arrangements, please indicate your travel interest on short survey below and mail it to us as soon as possible.

ASME TRAVEL COORDINATORS
I.C.C.A.-International Congress
and Convention Association or
I. Mech. E.

I would like to receive more information on Post Congress Program:

.....Scotland & Wales .....Ireland

.....France — Paris & Chateaux de Loire Valley

.....Germany — Cologne, Rhine River, Heidelberg, Romantic Road, Munich

.....Austria-Switzerland — Vienna, Salzburg, Zurich

.....Scandinavia — Bergen, Oslo, Stockholm, Copenhagen

.....Independent travel (F.I.T.). I am interested in visiting the following cities:

.....

.....

.....

.....Self-drive car/train tours in Britain

Please return this survey with the other request at your earliest convenience to:
International Congress and Convention Association (ICCA) or I. Mech. E.

Name .....

Address .....

City .....

State ..... Zip .....

Country .....

Telephone (Home) .....

(Office) .....

Number of persons expected to travel:

Adults ..... Children .....

I want to stay a total of ..... days on this trip.

I would like to receive more information on:

.....Basic program—April 9-13, 1978.

My gateway for my flight will be:

New York Boston Philadelphia Washington Miami

Chicago Detroit Los Angeles Montreal Toronto

(Please circle.) or .....

.....

Gas Turbine HTGR," C. F. McDonald et al, General Atomic Company.

In addition to the session on Gas Turbines, there will be 35 technical sessions with a total of 150 papers covering virtually every engineering aspect of the power industry. Among the sessions will be one on Cogeneration and one on Central Stations, both with papers involving gas turbines.

The Conference will be held on April 24-26, 1978 in the Palmer House in Chicago. Further details including a complete list of papers to be presented, together with hotel and conference registration forms may be obtained by calling or writing to:

American Power Conference
Illinois Institute of Technology
Chicago, Illinois 60616
Telephone 312-567-3196 or 3197

CIMAC GAS TURBINE CONGRESS VIENNA, 22-29 APRIL, 1979 DEADLINE CLOSE FOR CIMAC ABSTRACTS

Following the successful Conference held in Tokyo in May 1977, the next biennial CIMAC Gas Turbine Congress will be held in Vienna from 22-29 April, 1979. Another good program is planned for this charming Austrian city.

The CIMAC Gas Turbine Technical Program Committee is actively seeking technical papers. The proposed subject areas are listed below, although the program is very flexible. Papers on any aspect of Gas Turbine Technology for non-aero and non-automotive applications are acceptable. As for previous Conferences, the Committee seeks submissions from Universities and Academic Institutes covering theoretical studies and rig evaluation, from gas turbine or component manufacturers, from users of equipment, or joint papers.

Due to the relevance of many new developments in the field of gas turbines and fuels in respect to energy policies, the Program Committee encourages participation of Government representatives, who are associated with their respective countries' energy programs.

The major areas suggested for Vienna are:

1. Coal Derived Fuels—Gasification and direct combustion and including aspects of low BTU gases.

2. Material and Anti-Corrosion Techniques—Both dirty gas and liquid fuels including non-distillate or blended fuels. Intake air contamination.

3. Combustion Processes—Aspects of difficult

"ONWARD AND UPWARD WITH GAS TURBINES"
by Arthur Kent, ASCAP

Onward and upward with gas turbines,
The finest kind of power of them all;
Small ones and large ones
All easy to run ones
The simplest kind of units to install.

Now there are turbines on the ocean
On the land and in the air
They're even used in outer space
Turbines, turbines every place!

Onward and upward with gas turbines;
We love to hear their gentle, quiet call
The greatest kind of power of them all!

Now we are building combined cycles,
With energy from any kind of fuel;
We're making projections
In many directions
That turbine power's gonna be the rule.

This is a vision of the future,
For centuries to come;
Turbine cars are so complete
All the rest are obsolete!

Perfect solution to cut pollution,
We love to hear their gentle, quiet call,
Gas turbines are the greatest of them all!

NO CHARGE TO COMMITTEE CHAIRMEN, VICE CHAIRMEN AND EXHIBITORS

Please send me Gold Lapel Button
Yes ☐ No ☐
$15.00

.....
Type Member

For Lapel Button

Yes ☐
No ☐

"Onward and Upward With Gas Turbines." Please send me a 45 RPM record — $1.00, the official Gas Turbine Division Song.

Name.....

Company.....

Address.....

.....

City..... State..... Zip.....

Mail to: R. Tom Sawyer, Box 188, Ho-Ho-Kus, N. J. 07423

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

fuels or developments aimed at reduced pollution standards.

4. Offshore Applications—Operational experience and power unit installation requirements.

5. Component/Gas Turbine/Cycle Performance —Theoretical and practical advances in performance at today's operating conditions, and future trends at temperatures of 2000°C (3632°F).

Abstracts will be required by 15 Feb., 1978. Paper manuscripts will be required by 15 Sept., 1978.

The Committee recognizes the elapsed time between preparation of a paper and the date of the Congress, and therefore we welcome updating at the time of the Congress.

CIMAC is a worldwide technical organization representing all of the major countries that manufacture internal combustion engines and gas turbines. The U.S. National Committee is sponsored by the Gas Turbine Division and the Diesel and Gas Engine Power Division of the American Society of Mechanical Engineers. Although the papers presented at the CIMAC meetings are of the same high quality as papers presented at engineering meetings in the United States, it is emphasized that the procedures for their preparation and acceptance is considerably more detailed. A brief resume or synopsis of the proposed paper and qualifications of the author must be submitted, taking into consideration the following:

- The resume of the proposed paper should indicate object and not exceed two typed pages .
- Ten copies of the resume and the author's qualifications are required in both English and French for gas turbine proposals.
- A list of probable photographs, figures, graphs and tables shall be included.
- All papers of a purely descriptive nature or which contain advertising or other commercial matter shall be excluded
- Purely theoretical papers will not be accepted.
- Papers will be accepted only if they contain new matter not previously published or presented at another conference or symposium.

To be submitted with the abstract is the author's name, position and qualifications which are relevant to the subject of the proposed paper, including the following:

- Education and degrees.
- Present position
- Previous experience.
- Technical society memberships.
- List of author's previous publications in the same field as the proposed paper.

We look forward to your participatian and support in Vienna. **For further details and the necessary AUTHOR FORMS, please contact:**

U.S.A. Member Gas Turbine Technical
Program Committee, CIMAC
Kenneth A. Teumer
Woodward Governor Company
P. O. Box 1519, Fort Collins, CO 80522

NEW GAS TURBINE MOVIE AVAILABLE FOR VIEWING

ASME's Director of Public Relations has available copies of the new ASME film dealing with the gas turbine engine for viewing by interested parties. The film was produced by a professional organization with film clips provided by a number of manufacturers. It deals with the fundamentals and applications of the gas turbine in a nontechnical manner suitable for general audiences and would be useful for introducing the subject at meetings, television talk shows, management briefings, social occasions, etc.

Members desiring the loan of a copy of the film should contact the Director of Public Relations directly at the following address. Copies are also for sale at $100 each. The film is 16mm, color, and is in sound. Running time is eight minutes.

Director of Public Relations, ASME
345 East 47th St., New York, N. Y. 10017

"NO-COST" ASME MEMBERSHIPS AVAILABLE

"No-cost" memberships are available in ASME. Here's how to do it.

1) Apply for ASME membership.
2) Pay your $30 annual dues.
3) Apply for $24,000 life insurance through ASME.

You will find that the substantial dividend credit awarded annually on your ASME life insurance will probably, at least, cover the cost of your annual dues. Check the table below for your savings.

Premium Contributions for $24,000 Policy — ASME Life

Member's Age	First 6 Months	Second 6 Months*	Your Savings
Under 30	$20.00	$0	$20.00
30-34	23.30	0	23.30
35-39	32.00	0	32.00
40-44	50.00	0	50.00
45-49	81.00	0	81.00
50-54	126.00	0	126.00
55-59	195.00	0	195.00

*Based on 50% dividend credit awarded for four of the last 5 years.

Incidentally, you should compare the cost of what you are currently paying for **mortgage** insurance versus cost of **ASME** life insurance. Typically, ASME life insurance will cost only one-half as much per $1000 as conventional mortgage insurance does, so cancel your mortgage insurance and replace it with ASME life insurance and pocket additional profits!

So talk up ASME membership among your professional acquaintances. They will appreciate your interest, ASME membership, and low cost member life insurance!

IF YOU'RE READING THIS NEWSLETTER YOU OUGHT TO BE A MEMBER OF THE GAS TURBINE DIVISION And We Would Like To Have You Join Us

It's that simple. If you are interested enough in the gas turbine industry to be reading this newsletter, you should be interested in joining and participating in the Gas Turbine Division.

Our Newsletter covers only the highlights of what's going on in the industry. And what's going on with the Gas Turbine Division.

To get a more complete industry picture, you have to be there. And that kind of participation is best obtained through active membership in GT Division programs.

SPECIAL COURSES AND SEMINARS—1978

- **Three-Day Seminar on Turbomachinery Vibrations, March 7-9, 1978, San Diego, California.**

Mechanical Technology Incorporated will present a three-day Seminar covering the basic aspects of rotor-bearing system dynamics. The course provides:

— A fundamental understanding of rotating machinery vibrations
— An awareness of available tools and techniques for the analysis and diagnosis of rotor vibration problems
— An appreciation of how these techniques are applied to correct vibration problems.

The Seminar is scheduled for March 7-9, 1978, in San Diego, California. Contact Mr. John E. Travers (213-799-0919) for further information on this regional session.

DAY 1

Fundamentals of Vibration Theory will be reviewed and their relevance to rotor vibrations demonstrated. The particular significance of bearings as elastic and dissipative elements in the vibrating system will be identified. Fluid-Film bearing design will be covered in detail, including performance data for common bearing geometries. Lecture titles are:

Machinery Vibration Fundamentals
Lateral Vibration Characteristics
Fluid Film Bearings
Rotor Bearing System Dynamics

DAY 2

A description of torsional vibrations, their causes, analysis and prevention will be reviewed. Rolling element bearing design and performance will be covered. The complete rotor-bearing system will be emphasized. The sources of laterial excitation will be identified and rotor response to these mechanisms will be described. The subject of rotor instability will be presented. Techniques for rotor balancing will be covered. Lecture titles are:

(Continued on Page 24)

Division membership brings you in closer contact with the industry—with benefits such as technical information updates, career and technical stimulation, participation in Division activities.

It also provides tangible benefits. Like reduced fees at conferences, discounts on technical papers, substantial savings with group life, health and accident insurance programs. To mention only a few.

Why not take a few minutes now to fill in the form attached and send it along to us. We'll respond with a free booklet outlining ASME GT Division membership benefits, information on how you qualify for membership and an application form.

We would like to have you join us.

Clip and mail to: THE EXECUTIVE SECRETARY, THOMAS E. STOTT, Pres.
Stal-Laval, Inc., 400 Executive Blvd., Elmsford. N.Y. 10523

I'm interested in joining the Gas Turbine Division of ASME.

..... **Send me your free booklet on ASME membership.**

..... **Enclose a membership application form.**

Name .....

Title ..... Company .....

Company Address .....

City ..... State ..... Zip Code .....

Company Phone ..... Extension ..... Country .....

Home Address, if desired .....

..... Zip Code.....

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

Torsional Vibrations
Rolling Element Bearings
Rotor Response to Various Forcing Mechanisms
Rotor Instability
Rotor Balancing

DAY 3

Concentration on the subject of Vibration Instrumentation. Instruments for sensing vibrations will be described, followed by a demonstration of instruments utilized by MTI for the analysis of vibration data. Signature analysis will be covered and the course will conclude with a discussion period devoted to trouble-shooting procedures. Lecture titles are:

Vibration Sensing Instruments
Data Analysis Instruments
Signature Analysis Techniques
Machine Vibration Diagnosis

Instructors will be:

Dr. Robert H. Badgley, Manager, Machinery Dynamics Center
Dr. Anthony Smalley, Asst. Mgr., Machinery Dynamics Center
Mr. Stanley Malanoski, Supervisor, Analysis
Mr. Robert Hamm, Supervisor, Field Services
Mr. Leo Winn, Manager, Applied Tribology

Any questions regarding this seminar may also be directed to Mr. Paul E. Babson, Marketing Manager, Machinery Diagnostics, MTI, 518-785-2371.

VON KARMAN INSTITUTE LECTURES IN 1978

COMBINED CYCLES FOR POWER GENERATION (April 24-28, 1978)

The world energy crisis has stimulated the development of combined cycles for power generation because of their great potential for improving cycle efficiency. The programme will include the following types of combined cycle: open gas turbine/steam turbine with unfired and fired boiler, open gas turbine/steam turbine with integrated coal gasification, closed cycle gas turbine/steam turbine with organic fluid bottom cycle M H D/steam turbine.

The cost of each lecture is 8,000 B.F. (about $225.00). Those requiring further information about above programmes are requested to write to: The Director, von Karman Institute for Fluid Dynamics, Chassee de Waterloo 72, 1640 Rhode-Saint-Genese, Belgium. Please give your full name and company name and address and nationality.

CALL FOR PAPERS

The Structures and Dynamics Committee of the Gas Turbine Division of ASME is sponsoring technical sessions in the area of vibration measurement at the 1978 Winter Annual Meeting scheduled in San Francisco Dec. 10-15. Emphasis will be placed on advanced developments in the technology of measurement of vibration in machinery components and techniques of data reduction.

Technical Papers are solicited covering various novel methods of monitoring and reducing vibration data including (but not restricted to) holographic, photo electric, photo elastic, speckle, optical heterodyning, telemetry, advanced strain gage and sputtered gage techniques.

Authors interested in contributing to the sessions should indicate their intention by filling in appropriate information in the enclosed form and returning the same to Dr. A. A. Srinivasan, United Technologies Research Center (M.S. 16), Silver Lane, East Hartford, CT 06108.

Four copies of the manuscript, prepared in strict accordance with current ASME standards should reach Dr. Srinivasan by April 30. Authors of Papers accepted for publication and/or presentation will be notified by 15th of July.

CALL FOR PAPERS — HEAT TRANSFER IN GAS TURBINE SYSTEMS

The Heat Transfer Committee of the ASME Gas Turbine Division will sponsor up to three technical sessions at the 1979 International Gas Turbine Conference in San Diego 11-15 March 1979. The session topics will be organized as:

- Recent advances in analytical techniques (and their comparison to experiment).
- Heat transfer and/or flow in turbine end wall regions.
- Heat transfer in gas turbine systems in general.

Authors are invited to submit papers describing recent experimental, numerical or analytical studies of heat transfer in turbines, compressors, heat exchangers and ductwork related to gas turbine cycles. Appropriate subjects include, but are not limited to, turbine airfoil and shroud cooling, compressible and incompressible flows, augmentation techniques, waste heat recovery, heat transfer to ceramics, thermal stress, disk heat transfer and combustion cooling.

Authors intending to submit papers are requested to send green sheets (abstracts) in triplicate as early as possible and, in any event, to arrive not later than 1 May 1978. Acceptance of presentations for the sessions will be based on the completed papers which will be due on 1 August 1978. Completed papers must conform to ASME standards as published in its technical journals. Papers should be submitted in five copies with the original line drawings or glossy prints. Experimental papers will be required to include the results of an adequate analysis of the estimated experimental uncertainties in the output results (for example, by the method of Kline and McClintock **Mech, Engr,** 1953). Authors will be notified of acceptance finally by the Gas Turbine Division Review Chairman.

Abstracts, papers and inquiries should be forwarded to

Professor Donald M. McEligot
Aerospace & Mechanical Engineering Dept.
University of Arizona
Tucson, Arizona 85721

IS ANYONE LISTENING OUT THERE? ! ! !

The division has been sending out over 7000 copies of the Newsletter four times a year for the last couple of years. Periodically, discussion comes up in the Executive Committee about the adequacy and the editorial direction of the Newsletter and its contents.

Please send your questions and comments to:

ROBERT A. HARMON
Editor of Newsletter
25 Schalren Drive
Latham, N.Y. 12110

Since publishing the above over a year ago several complimentary letters have been received. We will be glad to get your comments.

"GASOLINE"

Why use gasoline when diesel or jet fuel is excellent for the gas turbine car—not a dangerous fuel car!!

"GASOLINE IS DANGEROUS—Is it worth risking your life and your car. Motorists who carry an extra 5 gallons of gasoline in the car trunk are exposing themselves to the danger of explosion and fire." Quoted—Fire Dept.

LEGISLATIVE ACTION AND THE UTILITIES

By Paul Hoppe, Utility Committee

On November 11, 1977, Senate and House Conferees completed action on compromise legislation, combining S-977 and HR-8444, Part F. The name of the new Bill is "The Natural Gas and Petroleum Conservation and Coal Utilization Policy Act of 1977."

In general, the combined bill appears slightly less restrictive than S-9777, reportedly largely due to a final concentrated lobbying effort by major Utilities and Industrial Users.

The effect on the utilization of **Gas Turbines and Combined Cycle Plants** can be summarized as follows:

New Electric Power Plants (Above 10 MW)

Statutory prohibition from being constructed with the capability to use and using natural gas and petroleum as their primary energy source (contiguous 48 States and Alaska).

Exemptions

The Secretary of Energy may grant temporary (5 years) or permanent exemptions. All exemptions (except where noted) are conditioned on a "reliability test," i.e. "despite good faith efforts, no adequate alternative supply of electric power is available on a short or long-term basis at a reasonable price and distance without impairing system reliability." Exemptions are also conditioned on approval by appropriate State Energy Regulatory Agency.

Temporary or Permanent exemptions are to be granted, subject to above conditions (providing the use of coal at reasonable alternate sites was considered) due to, or for—

- Inability to meet Federal and State environmental requirements.
- Site limitations (such as inadequate coal transportation or storage facilities, etc.)
- Public interest.
- State and local laws (except zoning and building costs).
- Emergency powerplants (as defined by rule by the Secretary).
- New peak load powerplants (1500 hrs/year or less where certified by applicant solely for peak load service.
  - — From Petroleum prohibition.
  - — From natural gas prohibition only if located in a national primary ambient air non-attainment area.
- Impairment of reliability of service.
- Certain co-generation facilities (where its economic and other benefits cannot be obtained if coal or other fuels are used).

Temporary exemptions (up to 10 years) are to be granted and are **not** subject to the "reliability test," if synthetic fuels derived from coal or other fuel will be used eventually (conditioned on binding contracts and a compliant plant).

New, intermediate-load power plants (4000 hrs/year) may be granted a similar, temporary exemption from the petroleum prohibition only, if—

- Constructed in non-attainment areas for particulates and SOx.
- Greater than 36% efficient.
- Convertible to coal-derived fuels when available.

New Major Fuel Burning Installations

Restrictions for **boilers** are generally similar to those for electric generating plants. Non-boiler categories (including gas turbines and combined cycle plants) fall under discretionary authority of the Secretary rather than under a statutory prohibition.

It appears that this section is considerably liberalized over the S-977 provisions.

Effective Date is one hundred eighty days after enactment. Prior to that date, the Department of Energy is empowered to promulgate the regulations.

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

SPECIAL COURSES ON GAS TURBINE, TURBOMACHINERY & COMPACT HEAT EXCHANGERS

By Dr. B. Lakshminarayana

ASME Gas Turbine Division recognizes its obligation to assist both its members and the engineering profession to update and maintain theoretical and professional skills in the area of gas turbines. **To meet this commitment, the Division is proud to offer the four following courses at the 23rd Annual Gas Turbine Conference and Products Show,** April 9-13, 1978, Wembley Conference Centre, London, England. The course descriptions are given below. Please contact Jill Jacobson (ASME, United Engineering Center, 345 E. 47th St., New York, NY 10017) for administrative details, cost, etc. A certificate of completion and CEU's will be awarded upon completion of the course. Please tear out registration form and send it in to Jill Jacobsen at above address, so we can make appropriate plans.

(1) INTRODUCTION TO THE GAS TURBINE
Sunday, April 9, 1978, 2:00 to 5:00 p.m.

Thermodynamics of gas turbine cycles, comparison with other heat engines, regenerative cycles, and combined cycles. Component and accessory design fundamentals. Characteristics, advantages and, problems relative to specific applicotions such as aircraft, vehicular, marine, electric power, process industries, oil and pipelines, total energy. Characteristics of gas turbine materials. Common and exotic fuels, including distillated, residuals, methanol, gaseous, coal, solar, nuclear. Reliability and maintenance considerations. Anticipated future developments and the future potentiol of the gas turbine.

The course is particularly suitable to newcomers to the gas turbine field, particularly in the user category. In oddition, specialists in gas turbine engineering will find this overview broadening and interesting.

Course director:
Edward S. Wright
United Technologies Research Center
400 Main Street
East Hartford, Conn. 06108

(2) FOUNDATIONS OF TURBOMACHINERY (AXIAL) AERODYNAMICS
Sunday, April 9, 1978, 9:00 a.m. to 5:00 p.m.

Classification and one dimensional performance, including types of blading, energy and momentum equations, performance analysis, efficiency and nature of flows (incompressible, transonic and supersonic) in Turbomachinery. Cascade theory; expressions for lift and drag, theoretical prediction, transonic and supersonic cascade flows. Nature and estimate of losses; boundary layer development, profile loss correlation, secondary and leakage loss, shock losses and efficiency prediction. Unsteady flows and blade-flow interactions, including stall, surge and flutter phenomena.

The course will be aimed primarily at engineers with a B.S. degree and who have had at least one course in fluid mechanics at the undergraduate level. The course objective is to provide a quick and effective exposure to Foundations of Turbomachinery Aerodynamics to newcomers as well as a quick review to specialists.

Instructors of the course are: Dr. B. Lakshminarayana, Prof. J. Chauvin, Institute of Fluid Mechanics, Marseille, France; Dr. A. A. Mikolajczak, Pratt and Whitney Aircraft, East Hartford, Conn.; Dr. G. K. Serovy, Iowa State University, Ames, Iowa.

Course director:
Dr. B. Lakshminarayana
The Pennsylvania State Univ.
Dept. of Aerospace Engineering
153 Hammond Building
University Park, PA 16802

(3) BLADE DESIGN DEVELOPMENT AND FIELD EXPERIENCE
Sunday, April 9, 1978, 9:00 a.m. to 5:00 p.m.

Gas turbine blades are simple beams. However, their simplicity is deceiving and some of the most sophisticated technology has been required to provide reliable long life and high performance. This course traces the life of blades from a mechanical standpoint beginning with their conceptual start to final use in field service. The course intends to acquaint Gas Turbine Engineers with techniques used in blade design, development and trouble shooting. Ample references will be given for anyone who needs to dig deeper. The course will be taped for later distribution. Six lectures will be given as follows:

1. Design Considerations for Blades by C. L. Smith (Detroit Diesel Allison)
2. Blade Vibration—Theory and Practice by D. J, Leone (University of Hartford)
3. Blade Flutter—Design Principles by L. E. Snyder (Detroit Diesel Allison)
4. Three Dimensional Perception by J. W. Tumaviscus (Perceptor Company)
5. Blade Development and Testing by J. Stargardter (Pratt & Whitney Aircraft)
6. Field Problems—Failures and Prevention by N. Jansen (Northern Research)

Course Director:
Dr. H. Stargardter
Pratt & Whitney Aircraft
400 Main Street
East Hartford, Conn. 06108

(4) COMPACT HEAT EXCHANGERS
Sunday, April 9, 1978, 9:00a.m. to 5:00 p.m.

In this course, a comprehensive review is made of the methods and problems associated with the design of compact heat exchangers. Many of the aspects discussed are also applicable to the design of not-so-compact heat exchangers. Major emphasis is placed on the heat transfer and pressure drop performance, and the flow distribution, vibrations and fouling problems with the compact heat exchangers. The course is intended for the practicing engineers and researchers working in the field of heat transfer equipment, as well as for those associated with energy conservation who would like to know how the heat exchangers perform.

Course outline:
heat exchanger systems—functions and types
heat exchanger design procedure—an overview
heat transfer and pressure drop analysis
surface basic heat transfer and flow friction characteristics
surface selection
optimization of heat exchanger design
header design and flow distribution
illustrative example of heat exchanger design
transient response of heat exchangers
flow induced vibrations in heat exchangers
fouling and corrosion of heat exchanger surfaces
laminar flow surfaces
liquid-coupled indirect transfer heat exchanger systems

A. L. London, Prof. Stanford, will be working with the course director:
Dr. R. K. Shah
Harrison Radiator Division
General Motors Corporation
Lockport, NY

All courses will be given at the Grosvenor House, London, England—The Gas Turbine Division Headquarters hotel. The charge for each course will be: #1—$50.00, #2—$150.00, #3—$150.00, #4—$150.00. #2, 3 & 4 are all day.

For further information and for registration in one of the above four special courses please send in this registration form or phone Jill Jacobson at 212-644-7743.

REGISTRATION FORM

Please print or type entire form.

Your Name .....

Address .....

.....

Phone No. .....

Please designate which course you wish to register for — ☐ 1, ☐ 2, ☐ 3, ☐ 4

For any further information state what you want:

Send this form to:

Jill Jacobson, A.S.M.E Professional Development Program
345 East 47th Street, New York, N. Y. 10017

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

GAS TURBINE DIVISION MEMBERSHIP DEVELOPMENT

Eugene P. Weinert

The Gas Turbine Division has long recognized the potential for new membership among the non-member attendees at its Annual Conference. New emphasis was placed on an active Membership Development Committee (MDC) invitation program beginning at the 1975 Houston Conference. Results in new membership were encouraging.

An impressive MDC booth and comfortable information center was then centrally located at the 1976 Conference at New Orleans. Services of two membership experienced ASME Field Services Directors were added to those of the Division's own MDC chairman. The many benefits of membership were discussed with 199 interested non-members.

After the New Orleans meeting, invitations to consider membership were mailed through the Western Field Service office at San Francisco to over 550 non-member attendees. To top off the New Orleans program, a second letter was set early in 1977 to the same New Orleans non-members to advise them of the approaching Philadelphia Conference and further urge consideration of becoming a member.

It worked! To date nearly 100 new members have been traced to the all-out effort at New Orleans. Results of the on-site MDC operation at the 1977 Philadelphia Conference are already coming in! A differently-timed mailing was made recently, not only to invite new applications but to make sure the Philadelphia non-member attendees know they will be welcome at the 1978 Conference in the Wembley Conference Center in London from April 9 to 13.

Now is the time for all of us to begin thinking of membership promotion at London and after London! A heavy emphasis is planned on the Membership booth there. You can help by making sure every non-member attendee is pointed in the direction of that booth.

New members are the life blood of our Society and essential to our Gas Turbine Division. It has been estimated that, in dues alone, each member represents an average of $500 in a lifetime of services to the Society. But the direct income is of small value compared with the member's participation — Committee Service — Conferences Attended — Publications Purchased — all in a lifetime of ASME membership. But no participation by us is more important than influencing a colleague to sign up with ASME. Then we know we are helping him in innumerable ways—to advance and stay ahead in his chosen profession of engineering.

Chris E. M. Preston of Rolls-Royce having a nice chat with Air Commodore Sir Frank Whittle. In 1930 Sir Frank invented the JET used to propel aircraft. Today the jet is used in industry to drive generators up to 100 MW. Sir Frank did a great deal to help Rolls-Royce and other gas turbine manufacturers to get into the electrical and mechanical power field.

George Manning having a good talk with Winfred Crim, probably about coal utilization in both open and closed cycle gas turbines. Both of them work together in the Department of Energy in Washington, D.C.

PIPELINE COMMITTEE PAPERS FOR LONDON

The following Session Chairmen have been appointed and have been successful in finalizing papers as follows.

Session Theme: European Use of Gas Turbines as Pipeline Compressor Drives with four papers. Session Chairman: P. H. Dixon, British Gas Corp., U.K.

Session Theme: Gas Turbine Evaluation Techniques & Practices with four papers. Session Chairman: T. C. Heard, General Electric Co., Schenectady, N.Y.

Session Theme: Intermediate Gas Turbines for Pipeline Use with four papers. Session Chairman: R. A. Neill, Rolls-Royce (Canada) Ltd.

Session Theme: Gas Turbine Maintenance in Pipeline Operation with Panel Discussion. Session Chairman: H. Singleton, Tennessee Gas Pipeline, Houston, Texas.

Current members of the Committee are asked to attend the Committee Meeting to be held during the London meeting, to ensure a very active program for the year 78/79. Also, additional members would be welcome and names should be sent to Mr. T. Albone, Chairman, Pipeline Applications Committee, Polar Gas Project, P.O. Box 90, Commerce Court West, Toronto, Ontario, Canada M5L 1H3.

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

VEHICULAR TURBINE DEVELOPMENTS WORLDWIDE

At the London Conference there is to be a panel session Monday morning, April 10th. The first big panel session on vehicular gas turbines was held last May at the Gas Turbine Society of Japan's Congress in Tokyo.

Practically the same excellent panel met again in November at Atlanta, Georgia. This panel had about 10 men representing automotive companies worldwide in Tokyo as well as at Atlanta during the Winter Annual Meeting. It will be wonderful to have this panel session in London because those on the panel come from Japan, the U.S.A. and Europe so the third time this session will be held it will be only a short trip for the Europeans.

You will find this one of the most interesting sessions in London, the same as it was in Tokyo and Atlanta. All three locations were organized by Roy Kamo and in London he will be the Moderator. The Chairman will be L. W. Farrow from England.

This panel in Tokyo and at Atlanta made the statement that the future auto would be driven by a hot gas turbine because it would have less parts and it would be more economical than the diesel engine and use diesel fuel oil.

Be sure to be there Monday morning, April 10, at the Wembley Conference Hall.

For further information please contact—
Mr. Roy Kamo, Director
Advanced Engines & Systems
Cummins Engine Co., Inc.
Columbus, Ind. 47201
Phone 812-379-5591

At the turn of the century, James Thurber's grandmother suspected this new fangled electricity of leaking all over the house. Such fears—if less wittily expressed—lie behind much of today's anti-nuclear sentiment.

Today we have thousands of people like this old lady that are afraid of nuclear power because they don't know about it any more than the old lady knew about electricity.

Copr. c 1933, 1961 James Thurber, from MY LIFE AND HARD TIMES, Harper & Row.
Copied from ASME Executive Newsletter—VERY INTERESTING.

TO GET THIS NEWSLETTER REGISTER IN THE GAS TURBINE DIVISION

Headquarters for the London Conference at the Wembley Conference Centre for all Exhibits and all Technical Papers.

The following is a list of panelists at Atlanta and their topics of discussion:

Roy Kamo, Chairman and Session Organizer, Cummins Engine Co.

John J. Jones, Keynote Speech, Williams Research Corporation

George J. Huebner, Jr., Future Outlook, Research Institute of Michigan

H. Barrett, Two Shaft Turbines, Detroit Diesel Allison Division

K. Kinoshita, Two Shaft Turbines, Nissan Motors Company

S. O. Kronogard, Three Shaft Turbines, United Turbine AB

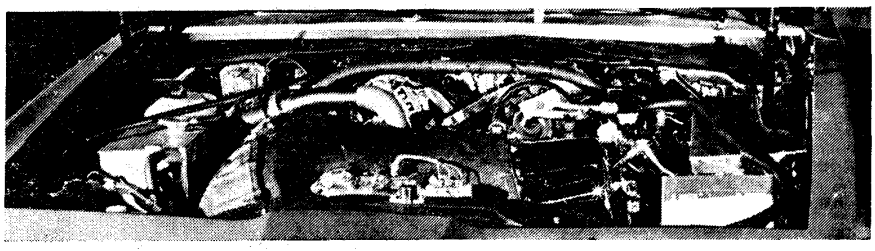
K. Nakamura, Turbine Hybrid Systems, Toyota Motors Company

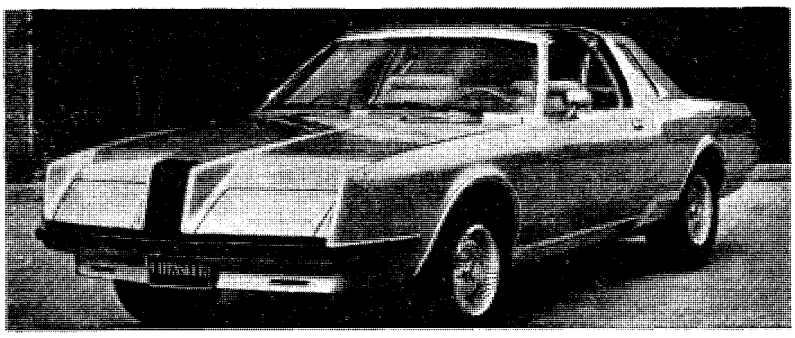
G. Peitsch, Heat Exchangers ,Ford Motor Co.

H. Schelp, Components, AiResearch Co.

P. Walzer, Ceramic Applications, Volkswagen.

Dr. W. Rizk, Chairman Local Committee, London Conference, is Managing Director, GEC Gas Turbines Ltd., Whetstone, England.





TURBINE CONCEPT car with a new dramatic aerodynamic design to go with the Upgraded Engine has been built for the U.S. Department of Energy by Chrysler Corp. The base car, a Chrysler LeBaron, was restyled as shown. Photo obtained by Bob Harmon at DOE Contractors meeting.

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

EXHIBITORS — 1978 LONDON PRODUCTS SHOW

AAR Technical Service Center
ACMI Industrial Division,
American Cystoscope Makers, Inc.
AEG—Kanis Turbinenfabrik GmbH
A.E. Turbine Components Ltd.
Alfa-Laval/DeLaval
American Air Filter Co., Inc.
The American Society of Mechanical Engineers, Membership Dev.
The American Society of Mechanical Engineers Paper Sales
Associated Engineering Group
A.E. Turbine Components Ltd.
The Glacier Metal Co., Ltd.
Baird Atomic, Inc.
BBC—Brown, Boveri & Co. Ltd.
BEAMA—British Electrical and Allied Manufacturers Association Limited
Bell & Howell Electronics & Instrument Group
Bently Nevada Corp.
Bescon Div. of the Plenty Group
Brush Electric Machines Ltd.
Burnley Engineering Products Ltd.
Ceagfilter und Entstraubungstechnik GMBH
Central Electricity Generation Board
Chemtree Corp.
Cooper Energy Services
Curtiss-Wright Corporation
Dana Corporation—
Turbo Products Division
Deritend Vacuum Castings Ltd.
Detroit Diesel Allison Div., G.M. Corp.
Diesel and Gas Turbine Progress
Donaldson Co., Inc.
Donaldson Europe S.V.
Daniel Doncaster and Sons, Ltd.
Doncasters Blaenavon Ltd.
Doncasters Monk Bridge Ltd.
Hingley Rings Ltd.
Doncasters Blaenavon Ltd.
Doncasters Monk Bridge Ltd.
Elliot Co.
ETSCO, Ltd.
Power Services, Inc.
Energy International
Environmental Elements Corporation
ETSCO Lt.
Fabrique Nationale Herstal S.A.
GKN Farr Filtration Ltd.
Fern Engineering Co., Inc.
Fiat Termomeccanica E Turbogas S.P.A.
Firth Brown Ltd.
The Firth-Derihon Stampings, Ltd.
Fluidyne Instrumentation
The Garrett Corp. AiResearch Manufacturing Co. of Arizona Div.
Gas Turbine Corp.
Gas Turbine Publications, Inc. have changed—see Turbomachinery Publications
GEC, Gas Turbines Ltd.
General Electric Co.
Gilbert Gikes & Gordon, Ltd.
Glacier Metal Co. Ltd.
Gloster Saro Ltd.
Harrison Radiator Div. GM Corp.
Hawker Siddeley Dynamics Engineering, Ltd.
Hawker Siddeley Group Ltd.
Brush Electrical Machines Ltd.
Gloster Saro Ltd.
Hawker Siddeley Dynamics Engineering Ltd.
High Duty Alloys Forgings Ltd.
High Duty Alloys Forgings Ltd.
Hingley Rings Ltd.
Hollymatic Corp.
Howmet Turbine Components Corp.
Industrial Acoustics Co., Ltd.
The Institution of Mechanical Engineers
IRD Mechanalysis (UK) Ltd.
Ivar Rivenaes A/S
John Brown Engineering
Johnson and Firth Brown Ltd.
Firth Brown Ltd.
Firth Derihon Stampings Ltd.
River Don Stampings Ltd.
Kahn Industries Inc.
KEYMED (Medical & Industrial Equipment) Ltd. & Olympus Corp. of America
Kingsbury, Inc.
Kraftwerk Union A.G.
Kulie Semiconductor Products, Inc.
Lucas Aerospace, Ltd.
MAAG Gear-Wheel Co. Ltd.
MAL Tool & Eng. Co.
Maschinenfabrik Paul Leistritz GMBH
Mechanical Engineering Publications, Ltd. (of I. Mech. E.)
Metrix Instruments Co.
Noel Penny Gas Turbines
Nuovo Pignone SpA
Olympus Corp. (see KEYMED)
Orion Corp.
Pequot Publishing Co.
Gas Turbine World
Petrolite Corporation
Power Services, Inc. (see Elliott)
Projects, Inc.
River Don Stampings, Ltd.
Rolls-Royce Limited
Industrial and Marine Division
Ruston Gas Turbines Ltd.
Serck Heat Transfer
Sermetel Inc.
Simmonds Precision Products Inc.
Herman Smith Ltd.
(SNECMA) Hispano-Suiza
Solar Turbines International of International Harvester Co.
A.P.V. Spiro-Gills Ltd.
SSS Gears Ltd.
Stal-Laval Turbin AB
Sulzer Brothers Ltd.
TRW Defense & Space Systems Group
Turbine Industrie
Turbomachinery Publications
Turbomachinery International
Turbomachinery Catalog & Work Book
Ultra Electronics, Ltd.
U.S. Dept. of Energy
United Technologies Corp.
Utica Division, Kelsey-Hayes Co.
Vibro-Meter, Ltd.
Vosper Thornycroft (UK) Ltd.
James Walker & Co. Ltd.
Westinghouse Electric Corp.
Henry Wiggins & Co., Ltd.
Woodward Governor Company

1978 INTERNATIONAL GAS TURBINE CONFERENCE and PRODUCTS SHOW *invites your firm to participate at*

WEMBLEY CONFERENCE CENTRE
LONDON, ENGLAND, APRIL 9-13, 1978

For information on the Products Show please contact:
J. W. Sawyer, Exhibit Director, Gas Turbine Division, ASME
24 WALNUT COURT, HENDERSONVILLE, N. C. 28739
Telephone: 704-693-0188 **Telex: 899133 WHITEXPO**

DIVISION SEARCH FOR DIRECTOR OF OPERATIONS

As noted in the Chairman's comments, the Division Search Committee will screen candidates for the new position, Director of Operations. The following notes appear in the January issues of the Association Management and Mechanical Engineering.

SEASONED TECHNICAL / ADMINISTRATIVE EXECUTIVE for directing operations of an important segment of a major engineering society. Engineering baccalaureate required with graduate degree desirable. Should have experience in the industrial/business world including administrative program management. Must have initiative, be innovative as position requires operation with minimum supervision. Salary Open.

All correspondence concerning this position should be directed to the attention of Mr. Stan Gonick, Director, Personnel Administration, ASME Headquarters, 345 East 47th Street, New York, NY 10017.

If you know of any eligible, qualified candidates who might be interested in this position, please encourage them to indicate this interest.

Recent Exhibits in U.S. and Overseas

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Location	**Tokyo**	**San Francisco**	**Washington**	**Zurich**	**Houston**	**New Orleans**	**Philadelphia**
Number of Exhibitors	40	111	121	106	122	100	102
Number of Booths	60	267	277	260	259	230	2782
Attendance	3630	2210	2556	3210	2836	2800	224
Number of Companies Represented	566(67)b	674(93)a	663(94)a	714	802(124)a	774(170)a	640(140)a
Number of Countries Represented	17	17	21	43	24	22	29

a. Organizations Outside U.S.A. **b. Outside Japan**

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.

学会誌編集規定

1. 原稿は依頼原稿と会員の自由投稿による原稿の２種類とする。依頼原稿とは，会よりあるテーマについて特定の方に執筆を依頼するもので，自由投稿による原稿とは会員から自由に投稿された原稿である。
2. 原稿の内容は，ガスタービンに関連のある論説，解説，論文，速報（研究速報，技術速報），寄書，随筆，ニュース，新製品の紹介および書評などとする。
3. 原稿は都合により修正を依頼する場合がある。
4. 原稿用紙は横書き４００字詰のものを使用する。
5. 学会誌は刷上り１頁約１８００字であって，１編について，それぞれ次の通り頁数を制限する。
   論説４～５頁，解説および論文６～８頁，速報および寄書３～４頁，随筆２～３頁，ニュース１頁以内，新製品紹介１頁以内，書評１頁以内
6. 原稿は用済後執筆者に返却する。
7. 依頼原稿には規定の原稿料を支払う。
8. 原稿は下記の事務局宛送付する。
   〒160　東京都新宿区新宿３－１７－７，紀伊国屋ビル，財団法人慶応工学会内
   日本ガスタービン学会事務局
   （Tel　03-352-8926）

自由投稿規定

1. 投稿原稿の採否は編集幹事会で決定する。
2. 原稿料は支払わない。
3. 投稿は随時とする。たゞし学会誌への掲載は投稿後６～９ヶ月の予定。
4. 原稿執筆要領については事務局に問合せること。

日本ガスタービン学会誌
第５巻　第20号
昭和５３年３月
編集者　鳥崎忠雄
発行者　岡崎卓郎

（社）日本ガスタービン学会
〒１６０　東京都新宿区新宿３丁目１７の７
紀伊国屋ビル（財）慶応工学会内
ＴＥＬ　（０３）３５２－８９２６
振替　東京１７９５７８

印刷所　日青工業株式会社
東京都港区西新橋２の５の１０
ＴＥＬ　（０３）５０１－５１５１

非売品

Download service for the GTSJ member of ID , via 3.144.90.50, 2024/10/12.