寄 書 LETTER TO THE EDITOR

第7回航空科学会議に出席して*

近 藤 次 郎**

Jiro KONDO

第7回航空科学会議 (ICAS) はイタリー学術会議 (Consiglio Nazionale delle Ricerche) を会場とし本年9月14日 (月) より17日 (金) まで開催された。

この会議は1956年、動力飛行のあらゆる問題にかんする情報の国際的交換の場として故 VON KÁRMÁN の提唱によって設立され、1968年以降マドリッド、チューリッヒ、ストックホルム、パリ、ロンドン、ミュンヘンと2年おきに開催してきているものである (過去の会議についてはその都度本学会誌に報告されている)。

現在では航空にかんする国際会議としては唯一のもので26国の航空宇宙学会が組織機構として参加しておりわが国では日本航空宇宙学会が唯一の代表機関である。現在 peaky 翼と呼ばれている衝撃波を発生しない高速翼はチューリッヒでの会議で初めて発表されたものであり毎回トピックスを決めて重要な研究が発表される。以下今回の主な論文について紹介して見よう。

記 念 講 演

ICAS では開会式直後にその基金である DANIEL と Florence Guggenheim を記念した特別講演がある慣しである。第1回のときは VON KÁRMÁN が行なったがその後はいずれも開催国から講演者が選ばれる。今回は Torino 工大の FERRARI がこの名誉を担うことになった。演題は再突入の空気力学的問題で主として揚力飛行体について揚力・抗力、実在気体効果を考慮した空力加熱、通信妨害問題などを述べた。特に同氏の研究というのではなくこれにかんする80篇の論文を引用した総合講演である。

極超音速飛行機

NASA Langley の BECKER の特別講演はマッハ8程度、重量60万lb、搭載重量4.2万lb、航空距離5,000マイルの極超音速機的设计にかんするもので液体水素で強制冷却をした場合の方が耐熱構造よりも搭載重量が70%程度増加することを示した。従来の空

方面のみの考察から一步前進して構造、推進までを考慮しており、この設計が相当具体的に進んでいることを示している。特に空力加熱の対策から垂直尾翼が第1図のように下面に付いているのが興味がある。

第1図 HST (BECKER)

SST

既に Concorde が超音速飛行に成功しその実用の時機も間近に迫っているがソニック・ブームによる公害の問題が次第に関心をあつめてきている。

New York 大の FERRI はすべての進歩は若干の害を伴って始めは実現される。問題はそれをどの程度まで引き下げることができるかであると前置きして複葉にすることによって、衝撃波による圧力増加を 0.6 lb/ft^2 から 0.3 lb/ft^2 まで下げることができることを示した。DVF の OSWATITSCH は主翼後方でのプラントル・マイヤー膨脹と重合すれば衝撃波を弱めることが可能であることを計算で示した。SNECMA の RICHTER と ONERA の TAILLET の論文はコンプレッサやジェット騒音の減少にかんする実験と理論である。

第2図 SST (FERRI)

SST の経済的有効性について Boeing の SWIHART が将来の航空事情から採算的にも価値があると結論したが、スウェーデンの LUNDBERG は早速“有利な条件

* 昭和45年10月13日原稿受理

** 東京大学工学部

を仮定すれば有利な結論はできる”と反論のプリントを配布した。LUNDBERG の長年に亘る SST 反対論は有名であるが彼の主張はピストン旅行機がジェット機に替ったときの航空市場の変化の状態は決して亜音速機から超音速機へ移行するときには起こらないであろうというもので、スウェーデンでは健康な人でなく不眠症の人の睡りを妨げる騒音でも公害として排除するように決められているそうである。Concorde はそろそろ実用飛行に入ろうとしている。その成否がこの論争の結着をつけることになるであろう。

このほかに ONERA の Ceresuela による超音速機の安定、ETH の THOMANN による $M=7$ の空力加熱の風洞実験、自由飛行実験の比較などがあった。

USSR の KELDYSH の極超音速グライダー (waverider) の空力と空力加熱の講演は著者が欠席で代読で行なわれた。waverider は極超音速飛行機の一つの形態として注目されているがこれは第3図のように下反角を持つ主翼の下面に衝撃波が発生するのでその名が付けられている。

第3図 Waverider (KELDYSH)

スペース・シャトル

ポスト・アポロ計画では衛星と地上とを往復する宇宙飛行機が採り上げられているがドイツでは LB-10 揚力体の希薄気体中の空力特性や安定や操縦の問題を ERNO の TOLLE や AVA の WUEST が詳細に実験している。大体において Newton 流理論がよく使えることを示した。また BROGLIO はイタリアのサンマルコ衛星の観測に基づいて超高層で空気の密度が磁気嵐のために3倍程度変化するから宇宙飛行についてはその影響を考慮する必要があることを示した。Torino 工大の NOCILLA は人工衛星の空力を希薄気体の表面干渉の理論から計算したが、これについてはドイツの希薄気体風洞の実験者側から実験との比較はどうかという質問があった。ゲッティンゲンの AVA では希薄気体風洞が完成しいろいろな実験が系統的に行われている。

VSTOL

Farnborough では Harrier の安定した飛行がこの航空機の完成を示したが、この飛行機は既に8,600時間の飛行を達成しそのうち5,000回は V/STOL 性の飛行試験に成功している。この飛行機は 1957 年に製

作された P. 1127, 1960 年の P. 1150, 1961 年の P. 1154, 1964 年の Kestrel を経て 1966 年に初飛行をした超音速 VSTOL 機である。この期間主任設計者として終始開発の責任を負った Hawker Siddeley の FOZARD がこの航空機の諸種の設計特性について説明した。この論文のほかに特に同氏から2種類の技術報告を得ている。

Harrier は軍用機であるが Bell Helicopter の LICHTER は有翼のヘリコプターについてまた Vought の FOY は V/STOL 機の着陸荷重が時系列的な推定値と実際とは異なることについて述べ de Havilland (Canada) の WHITTLEY は第4図のようにジェット向きを

第4図 VSTOL (WHITTLEY)

変化して Coanda effect によって着陸時にはエア・クッションが利用できることを示し、同、MADILL は STOL 機の横操縦性のシミュレーション実験に実験計画法の手法を導入して実験回数を減少できることを示した。

操縦特性を考慮した飛行性能についてはリェージュ大学 HAUS, ソ連の ALEXANDROV の発表があった。これらは VSTOL に限らない理論である。

ジェット・エンジン

C-5A や SST のような航空機のため超音速燃焼のラム・ジェット、バイパス比の大きいジェット・エンジン等の開発が必要である。米軍の CROY は現在の航空機の趨勢に鑑み 1990 年には 150 万 lb 級の輸送機のために 9.5 万 lb の推力のエンジンが必要になることを示し、これらのエンジンの性能テストは VULCAN のような飛行機に装置して実験することも考えられるがそれも低空低速の部を実現できるに過ぎずエンジンの性能や耐久性の研究がその信頼性の向上のため不可欠の条件であることを思うと高空高速の状態を再現できる地上試験設備の建設が必要になる。その設備費はざっとエンジンの推力 1 lb あたり 100 万円程度である。しかしエンジンの開発のためには是非このような設備を持つべきであると結論した。

NASA, Lewis の副所長 MANGANIELLO は現在の

ジェット・エンジンの研究について説明したが聴衆の質問に答え、騒音問題やピーキー翼についても研究していると述べた。この他空気取入口やノズル、亜音速、超音速におけるエンジンの外部抵抗の研究発表もあった。

遷音速空気力学

遷音速領域で衝撃波の発生を遅らせるいわゆるピーキー翼の概念は第 2 回のこの会議 (1960) で初めて NPL の PEARCEY によって発表され、その後 NLL の NEULAND が LIGHTHILL のホドグラフ法理論による計算法を改良して理論的に超音速領域を含みしかも衝撃波の発生しない翼型の空力計算に成功して第 5 回 (1966) に発表した。

PEARCEY の講演は翼上面の超音速領域における微小擾乱に注目してポイントル・マイヤ膨張波と圧縮波の効果がちょうど超音速領域の端点で互いに打ち消すようにすれば衝撃波のでない翼が実現できるという仮定に基づいてプラントル・マイヤー関数を用いて流れの偏角を計算しそれによって翼型を決定するという巧みな方法を提案した。このほかナセルの入口やヘリコプタのロータについてのこの計算に基づく速度限界を示しカラー・シュリーレンの映画でいろいろな場合の流れを見せた。

このように映画と幻灯を併用する講演は他にもあって各講演者はそれぞれ工夫していた。

衝撃波のない翼のまわりの超音速流れが実際にあるのかという質問に対して物理的にはその存在を確信すると答え、また ONERA の TAILLET もそれを支持した。そして数学的に off-design condition でもこのような流れが存在することが証明されることが望ましいと結論した。

UCLA の COLE の講演は差分法と緩和法とを用いてコンピュータで高亜音速の翼のまわりの流れを計算する方法を紹介し、NEULAND の方法では 18 時間、非定常流れから出発して計算すると CDC 6400 で 2.2 時間かかるのに対し彼の方法では CDC 6600 で数分の程度で計算できると述べた。この方法は楕円領域と双曲領域とで違った差分をとるところに特徴があり、これによれば衝撃波を含む流れでも計算ができる。衝撃波は流線に垂直でまた翼表面ではランキン・ユゴニオの関係は必ずしも満足しない。しかしこの翼型は設計条件を外れると衝撃波を発生し易いことなど注目すべき内容のものであった。今後は 3 次元翼や非定常の問題がとり扱われるであろう。

KTH の BERNDT は遷音速近似方程式を遠方では GDERLEY の解に一致するよう物体表面で展開して第 2 次近似まで計算し SPREITER の解と一致することを示

したものであった。

電子計算機の応用

毎回 ICAS では予め中心課題が決められてそれに基づいて講演が募集されまた招待講演が行なわれる。電算機の利用にかんしては上記の COLE の講演や Flight Simulator など多くの講演があったが BAC の HITCH は航空機設計の約 65,000 枚に及び部品設計の大部分が電算機の利用で行なわれ、NC と接続して 25% の部品がこの方法で製作されている現況を説明した。

KONDO は YX の OR に関連して航空工学会の OR センターで開発した CAD, TDP ALSS について説明したがわが国の YX のスペックが最終的に決定していない現況を考察してむしろこの方法で技術的価値分析 (VA) が行なえ、設計者に多くの時間的余裕を与えることが可能なことを強調した。

ICAS 理事会

ICAS 理事会ではまず次の開催地が議論されついで主題目を何にするかが論じられた。

イスラエルが 1972 年の開催を強く主張したがたまたまアラブ・ゲリラのハイジャック事件が連日大きく報道されている時期で賛成が得られなかった。これに対してオランダの招待は理事会の承認を得る処になった。理事の VAN DER MAARS 氏は AGARD 委員長オランダ航空委員会議長、NLR 所長、デルフト工大教授などを兼務するオランダ航空界の重鎮で ICAS 常任理事の一人でもあるがこの秋には公職から引退することに決まっている。

今年の講演の中には複合材料にかんするものがあまりなかったが次回はこれを主題目の一つにすることが決まり、その他 SST、揚力飛行体、V/STOL などについての議論も出たが本年末までに常任理事会議長の GREEN に手紙で返事をするように求められた。

ICAS が余り広い範囲を盛り込むためにかえって専門家が出席できなくなっているのではないかとパネル討論会形式を採り入れてはどうかなどの意見も多く出されたがいずれも結論は来年夏の常任理事会が決定することになった。ICAS は 2 年に 1 回の国際会議を開催することが主な事業であるが理事は 2 年に 1 回顔を合わすだけで主要な事務は 10 名ほどの常任委員会で行われる。谷一郎教授が日本の代表理事である。

今回の会議には米、英等約 7 か国の航空宇宙学会長が出席していたが会議中に別に会合して学会活動を通じての国際協力推進の問題が論じられたようである。

ICAS 開催もヨーロッパを一巡して 1974 年あたりからはヨーロッパの外に出る可能性が高まって来た。この会議の招聘について本学会は曾て相当な努力をしたが時期尚早で決定に持ち込むことができなかった。各

国では競って招待しているのはそれは当時国の航空科学に貢献するところが大であると信ずるからである。日本に ICAS が来る可能性は 1974 年あたりから次第に大きくなるが、そのことの可否は本学会員が熟慮して決めることであろう。

この会議の主人役はもちろん地元イタリー航空宇宙学会(AIDAA)で会長のローマ大航空学科教授のEULAがその責任者である。同教授はボルタ会議にも出席されたというからもう年配であるが会議の初めから終わりまた大変な気の使いようで終始会場の中を往来してパスの手配から幻灯係りにまで細かい注意を与えていた。

地元の組織委員会にはもっと若手がたくさんいるのに老教授に何から何まで委せているのは考えさせられる。この会議の参加者は総数 200 名で従来に比べて少数である。大量参加はドイツ (57)、イタリー (36)、アメリカ (31)、イギリス (25)、スウェーデン (21)、フランス (12)、オランダ (11)、カナダ (10) で最近の諸状況を反映してアメリカの参加が目立って減少していた。それにしてもドイツ、イギリス、スウェーデンからの大勢の参加は航空にかんする各国の関心の程度を表わしているようにも思える。その他は 1 人または 2 人という程度である。日本からは池田健先生 (日大) と小生とだけであった。

私は連日出席して全部聴講したが、ICAS では論文数を限定して 1 論文あたり 40 分の時間を割りあてがあるので、少なくとも併行セッションのうちのどちらかを選べば専門外でもよく理解でき、その分野の現況を

理解するのに大へん役立つように思う。発表者は大学教授もいるが航空研究所の研究官や飛行機会社の技師がほとんどでその比は 16 : 43 となっている。その研究も本会の主旨に沿って純粋の科学研究というよりも航空機そのものに関係したものがほとんど全部といってよい。よって研究者や技術者の方々がわが国からもっと沢山参加されるように望みたい。事務局の DEXTER は小生に次回は日本からもっと多くの論文が提出されたくさんの人が参加されるように強く希望を述べられた。

今回はオランダのアムステルダムまたはヘーグで 1972 年 9 月 18 日より 27 日までと決められている。

報告入手方法等

筆者が比較的詳しく会議の内容を報告したのは経済的理由によって本会議の議事録が後に公刊されることがないからである。論文は各篇とも現地で個別に販売されたが印刷が間に合わなかったものもあり、パラレル・セッションで筆者の出席できなかったのもあって全部を購入することは取り止めた。池田先生および小生の入手した報文はすべて学会に寄贈してあるので全員諸氏には申込次第 (11 月号参照) コピーをお送りできる。本報告中著者名を太字で印刷してあるのはそれである。これ以外は AIAA へ申込めば入手できると思う。

なおこのほか、乱流境界層の吸込みにかんする AVA の **ROTTA** の論文、疲労にかんする数篇の論文が学会にある。

(9 月 19 日 Göttingen にて)