

機械部会・航空船舶部会合同 特別講演会報告

1. 開催日時 平成17年7月15日 18:00～20:00
参加人員：25名（内航空船舶部門参加者6名，女性2名）
2. 演題：「水上飛行艇から始まった一技術士の軌跡」
“My Career as A Professional Engineer Started with Amphibian Aircrafts”
3. 講師：桜井 達美氏（飛洋航空機製造開発㈱，
㈱計算力学研究センター 代表取締役会長），技術士（航空機部門）
By Mr. SAKURAI Tatsumi (PE-Jp Aircraft Division)
4. 配布資料
(1) 1960年代からの計算機速度進歩
5. 講演要約
 - 5.1 講師紹介
 - ・ 1934年 生まれ
 - ・ 1957年 東京大学航空学科卒業，同年新明和工業㈱入社
 - ・ 1959年 輸送機設計研究協会出向，YS-1，YS-11の初期設計に参画
 - ・ 1963年 新明和工業に帰任，実験飛行艇 UF-XLの改造設計，飛行実験に従事，
対潜哨戒飛行艇 PS-1 開発に従事，風洞試験，荷重係
 - ・ 1964年 技術士（航空機部門）
 - ・ 1965年 三菱原子力工業㈱に転職，電子計算センターに勤務 我が国最初の商用
有限要素法プログラム開発（船体構造解析）
 - ・ 1967年 有限要素法プログラムソフト開発専業会社 数値解析研究所設立
 - ・ 1982年 ㈱計算力学研究センター設立
 - ・ 1999年 科学技術庁 航空・電子等技術審議会専門委員
 - ・ 2002年 品川区産業振興 NPO 地域中小企業と協業模索
 - 5.2 飛行艇の歴史
 - ・ 講師の生年である1934年のJane年鑑によると，ボーイング社の水上飛行機が
掲載されている。これはライト兄弟が初めて動力飛行を行った1902年から32
年の後である。
 - ・ 以来航空機の進歩は目覚しく，グラマンや零式戦闘機が開発され第2次世界大戦
で戦争の道具として多用された。
 - ・ 零式戦闘機はゼロ戦という愛称でも有名になるほど運動性能，航続性能が良く，
傑出した工業製品であり，当時の日本の航空機設計技術の頂点であった。
 - ・ 第2次大戦終戦後は占領軍の命により航空機産業が禁止され，空白期を迎える。
 - ・ 1952年日米講和条約締結を経て，日本でも航空機製造が可能になり，YS11開発
の運びとなった。

- ・ 2 mの風洞で模型による風洞試験を解説。翼端失速による急激自転（オートローテーション）の試験の様子を説明。翼の上に毛糸をつけて風洞試験に掛けると、片翼は毛糸が翼表面に沿ってなびくのが見えるが、反対側の翼につけた毛糸は渦によって逆立ってしまい流線は見えなかった。原因は胴体の回転により主翼の向かえ角が左右で大きく異なり向かい角が大きくなり過ぎた方の翼で気流が翼面から剥離する現象が発生したのである。このオートローテーションという現象は機体が操縦不能になり、墜落に至る恐ろしい現象で、試作機ではしばしば発生したものである。
- ・ 短距離離着水実験飛行艇UF-XSに石川島のジェットエンジン(T-58型)を搭載した時、メーカーから全力運転時にエンジン本体の振動振幅を40 μ m以下に抑えるように指示があり、シリコンダンパーを試作、2基のエンジン間に取り付け、互いの質量を固定点と見なす方法で振幅を制限値以下に抑えることが出来たが、エンジンルームの昇温に伴い、粘性が低下して振幅を抑えられず苦労した経験もある。
- ・ 飛行艇が波浪海面に着水する際に翼端が大きく撓むのに驚かされたものである。当時はインディシャル応答の知識から2倍以下という考えもあったが、実測すると重心位置で1.4gでも翼端で5gもの加速度がかかることが判った。

5.3 計算屋に転向

- ・ 世の中に有限要素法という計算技法が出現したのが1954年であった。
- ・ 30歳の時に計算屋に転向した。
三菱原子力工業電子計算部（現MRI）に入社した。
- ・ 配布資料にその当時から最近のパソコンまでの演算速度の発達振りを示す。
- ・ マトリックスを解く演算時間で比較すると横軸がマトリックスの元数、縦軸に演算時間を示し、100円で代表してみる。

100円を解くのに IBM 7090 で 100数十秒（レンタル料年額数億円）

IBM 360 で 50秒

CDC7600 で 1.3秒

持参のノートパソコンで 0.1秒以下（本体価格10万円程度）

こうみると演算速度は2000倍速く、価格は1万分の一になっていることになる。

- ・ その頃骨格構造解析アプリケーションソフトのFRANが出現した。自分たちでもそのようなソフト利用可能にして三菱コンピュータセンタ(MCC)会員会社各社にサービスを提供しようとして、米国MIT(マサチューセッツ工科大学)製の汎用構造解析プログラムのソースコードを手に入れて単位をフートポンドからMKSに変換して、会員会社はかなり使われるようになったが、機種がIBM360/75に変更になったので、同機能のソフトを新規開発することになり、

4人で1年掛けて自社開発した。用途の一つとしては大阪万博の太陽の塔の回りの大構造物の解析で、設計は東大生研坪井研究室だった。

- ・ 吉識東大名誉教授，鷲津東大教授，山本東大教授，川井東大生研教授方が鋼構造協会服部氏を事務局として有限要素法研究会STANを立ち上げられたのに参加，そこで得た知見をもとに次ぎのような汎用コード多数を開発した。

PLAN 平面応力解析

CYLAN 軸対称，人工ダイヤモンド製造に適用

PISYAN 配管系，原子炉配管系

社内でプログラム名を募集したところ，YARAN, TAMARAN などという珍名も応募．そのとき生まれた長女をらん子と命名。

これらを統合して ATRAS を開発した。これは有名な NASTRAN の出現する前の話であった。

- ・ 次に技術計算ソフト開発専業会社である数値解析研究所を設立した。
この頃，ぼりばあ丸やカリフォルニア丸が相次いで沈没した。原因として船の大型化によりロイドルールを外挿の上適用した無理があったためと思われた。
造船研究協会が専用開発コードの開発公募をしたのに，競争試作を提案して応募し，1年間でパイロットプログラムを試作し，約束期限の1週間前に答えを出して受注に成功した。これで大型タンカー，鉱石運搬船，およびバルクキャリアの船体設計専用構造解析コードが開発された。
- ・ 他の分野でも汎用性のある解析ソフトを開発したが，既に外部で開発されたものがある場合は，積極的に導入，サポートを行っている．その1つがベルギー製 MECANO で，解析例として，1眼レフカメラの跳ね上げ式ミラーの挙動解析や，戦車の覆帯（キャタピラー）の挙動，変わったところでは紙幣の出入機の紙幣の運動挙動解析も行った。

5.4 日本や外国における主な水上飛行機の開発

- ・ 94 式（皇紀 2594 年式 = 西暦 1934 年式）
- ・ 97 大艇（4 発）（皇紀 2597 年式 = 西暦 1937 年式）
- ・ 2 式大艇（4 発）（皇紀 2602 年式 = 西暦 1942 年式）
- ・ ドルニエ DOX （12 発）
- ・ ベリエフ Beriev（ロシア）胴体着水式
- ・ ブラックバーン（英国）ロールスロイスのバルチャー 24 気筒エンジン搭載
艇と胴体が可動式で着水時のみ両者が上下に離れる
飛行中は両者が合体している。
- ・ 2003 年 12 月 US-1A 機が PX-1 以来約 40 年ぶりに初飛行に成功した。
- ・ 唯一の欠点は，プロペラの回転方向が左右エンジンで同一方向であるので，離着

水時どうしても左傾左遷の傾向が強いことである。

5.5 尾翼の記号が JA から J へ（航空機の自国内生産へ）

- ・ 自国で航空機を生産している国は尾翼の識別記号が 1 桁（J など）、造っていない国は JA のように 2 文字と決まっている。
- ・ 水上飛行機を自国生産した場合のメリット
教育効果， 産業波及効果， モノづくりの楽しさ， 海洋国の利（日本は世界で 1 3 番目の海域の広さを誇る海洋国）飛行場不要， 不時着水に便利。
- ・ 水上飛行機の 3 つの欠点
金属製の機体は（海水上に）着水するたびに水洗しないといけない
荒波時の離着水困難，
直接運航費が陸上機に比べ 2 倍ほどかかる。これは機体形状が船形にしているため空気抵抗が大きい所為である。

これらを（ある程度）克服し，水上機を実用化するための具体案として

に対しては，最近飛行機の主要強度部材にも使われるようになった複合材料を全面的に採用，かつ弾性特性を任意に変えられる(Tailoring)特徴を生かして効率の良い機体構造にする（例えば前進翼）

空気もしくは水を吹き出し，可変艇底形状をアクティブ・コントロールにして耐波性を向上させる。

これは と関連するが，胴体形状を表面積の少ない陸上機になるべく近づけ，離着水の際だけ水面からみて艇底のような形状にする。

5.6 水上飛行機開発実作業の内容

- ・ まず現在日本でも 1, 300 機ある ULP（ウルトラライト・プレーン）向きに 50cm 波高の水面に離着陸可能なフロートシステムを開発する。そのために翼幅 3m の大型模型による水槽試験，飛行試験を行い，次に実際の ULP に新開発のフロートシステムを装着，離着水，飛行試験を行い，特性の調整を行って生産型の設計を行う。これには当グループ各員のボランティア活動，機器提供，各大学，高専，研究所，飛行クラブの協力を得て実施する。
- ・ 次にセスナ等の軽飛行機に取り付けて外洋運行が可能なフロートシステムを開発。
- ・ 同時に 2 ~ 4 人乗り実用機の開発に着手する。

講演後講師を交えて出席者と懇談会が行われて大変盛況であった。

現在，毎週設計連絡会を，また研究会を毎月 1 回，第 2 土曜日に開いています（今度は 9 月。興味をお持ちの方どうぞご参加下さい。申込先 sakurai@rccm.co.jp）

The lecturer started his career as a professional engineer with amphibian aircrafts. He was enrolled in an amphibian aircraft project in Shin-Maywa Industries Ltd. He analyzed the inditial response of main wings in occasions of touch-down processes onto a waving water surface. He later moved to Mitsubishi Atomic Power Industries, Inc. and started numerical analysis of mechanical structures in general including nuclear power plants and very large marine vessels. He presently runs a development project of an amphibian aircraft together with his colleagues on a voluntary basis. The target is a compact airboat with 2 to 4 seating capacity for a practical use.

(2 0 0 5 . 7 . 2 4 . 林 裕記)