国際航空疲労第 19 回会議および第 13 回シンポジウムに参加して*1

上 山 忠 夫*2・小 林 昭*3

Key Words: Aircraft, Fatigue, Design, Durability, Damage Tolerance

1. は じ め に

国際航空疲労委員会 ICAF (International Committee on Aeronautical Fatigue) は航空機構造の疲れに関する知識、経験、報告および論文などを相互に交換することを目的に、1951 年オランダ航空研究所の故 F.J. Plantema 博士の提案で創設され、現在世界の主要航空機製造国 13 カ国が加盟している。ICAF の会議およびシンポジウムは最近では隔年に加盟国の持ち回りで開催されているが、その 19 回会議と第 13 回シンポジウムが今年の 5 月 20～24 日の間、イタリアの北部の斜塔で有名なピサ市のアルノ河のほとりの美しい国際会議場 Aula Magna del Centro Studi della Cassa di Risparmio di Pisa で開かれた。

わが国は前回から ICAF に正式に加盟しているが、今回は筆者らのほかに次の 7 名合計 9 名が参加した。すなわち、秋山富二 (三菱重工)、朝田洋雄 (航技研)、池田昭 (航空機開発協会)、大谷信男 (東大)、高木淳二 (富士重工)、中島睦夫 (日本航空)、平原誠 (航空機開発協会) の諸氏である。

2. 第 19 回 ICAF 会議

会議は航空機の設計、運航および研究に関係しとくに構造疲労に関心のある専門家に限定され、20 日、21 日の 2 日間にわたり開催された。

まず主催国イタリアの代表ピサ大学の A. Salvetti 教授のあいさつ、ICAF 代表幹事オランダのデルフト大学の J. Schijve 教授の ICAF 活動のレビューに引き続き、加盟 13 カ国の代表から、それぞれの国における過去 2 年間に於ける航空機の疲労に関する研究の現

状が報告され、これに対し活発な質疑応答が行われた。

21 日の午後の最終は日本の番で、上山忠夫 ICAF 日本代表と航空宇宙技術研究所の朝田洋雄室長が、当学会の航空疲労委員会の研究会に参加している官民各機関の協力で作成した“日本における航空疲労の研究”のレビューを行った。

これに対し 2, 3 の質問があったが、参加者の協力を得て具体的な回答をすることができた。

報告した各機関の研究テーマは次のとおりである。

(1) 航空宇宙技術研究所

(a) 円孔切欠付の 8 層炭素繊維／エポキシ複合材の疲労寿命と疲労強度の分布

(b) 円孔切欠付の 8 層炭素繊維／エポキシ複合材の軸力荷重における疲労強度

(c) CFRTP の曲げ疲労試験結果

(d) NAL-STOL・USB フラップ構造の新複合材パネルの音響、熱環境下での損傷進展試験

(e) 粉末金属複合材の静的及び疲労強度の実験的研究

(f) 溶接ビードに接近したき裂の応力拡大係数の解析

(g) 構造信頼性に及ぼす抜取検査の影響

(2) 防衛庁技術研究本部第 3 研究所

(a) 中間練習機 XT-4 の航空機健全性プログラム

(b) 飛行荷重スペクトルの解析

(c) 疲労試験用の自動飛行荷重プロファイル作成システムの開発

(3) 航空事故調査委員会

(a) 日本における航空事故調査

(4) 富士重工株式会社

(a) 接着構造の時効の立証

(b) 破壊力学問題への Boundary Element 法の適用

(5) 川崎重工業株式会社

*1 昭和 60 年 7 月 18 日、第 27 回構造強度に関する講演会にて発表。昭和 60 年 7 月 16 日原稿受理 Overview of International Committee on Aeronautical Fatigue: 19th Conference and 13th Symposium, Pisa, Italy

*2 航空宇宙技術研究所 Tadao KAMIYAMA

*3 東京大学工学部境界領域研究施設 Akira KOBAYASHI

- (a) BK117 ヘリコプタの疲労強度の実証
- (b) NAL-STOL 航空機の空気取入口の防音パネルの音響疲労試験
- (c) 9Ni-4Co 鋼の疲労試験
- (d) 7050 アルミ合金 (鍛造) の材料評価試験
- (6) 三菱重工業株式会社
  - (a) MU-300 ターボファン航空機の疲労試験
- (7) 日本航空機開発協会
  - (a) 損傷許容設計用の計算機プログラムの作成
  - (b) 切欠構造の応力拡大係数の計算法の開発
  - (c) 繰返し内圧荷重によるバルジ効果の評価
  - (d) 複合材料の残留強度の評価
- (8) 運輸省航空局
  - (a) ボーイング 747 型の補足検査プログラムの実施

3. 第 13 回 ICAF シンポジウム

シンポジウムは会議に引き続き 22~24 日の 3 日間、一般に公開されて行われたが、参加者は約 200 名であった。今回のシンポジウムの主題目は“航空機設計における耐久性と損傷許容性”で、内容は航空機製造会社から 9 件、研究機関から 8 件、運航会社から 3 件、監督官庁から 1 件の合計 21 論文で、国別ではアメリカが 7 件で最も多く、西ドイツ 3 件、イギリス、オランダが各 2 件その他の諸国は 1 件ずつで、わが国からは東京大学的小林昭教授が発表した。

損傷許容設計を行うには、破壊力学を応用したき裂の進展の計算と、き裂の入った構造の残留強さを推定する方法、さらに損傷を検出して危険寸法にならない前に修理をするための整備方法の確立が必要であるが、このための諸問題を解決する具体的な方法が今回の論文の中に多く含まれている。また現在運航中の既存の機種のうち設計目標寿命を越え運航を継続したいという寿命延長に対し、構造検査の方法を改める補足検査についても論ぜられている。

Salvetti 教授の開会の辞にひきつづき、イタリアの航空宇宙協会 (Italian Association of Aeronautics and Astronautics) の Giavotto 会長の歓迎スピーチが、まず行われ、次いで、シンポジウムの最初に、Plantema 博士を偲ぶ記念講演が行われたが、今回はスウェーデンの SAAB 社の L. Jarfall 博士が“航空機設計工程における疲労と損傷許容解析”という題目で講演を行った。引き続いて行われた 20 論文の講演者と題名を次に示す。なお、これらの full paper は、後述のように、シンポジウム論文集として、印刷・出版されることになっている。

- (1.1) W. Shütz, IABG, 西ドイツ: き裂発生とき

裂進展段階での疲労寿命予測

- (1.2) J. Schijve, デルフト大学, オランダ: 飛行シミュレーション試験の再評価法
- (1.3) R. Friedman ほか 2 名, グラマン社, アメリカ: 圧縮支配スペクトル下での疲労寿命
- (1.4) H. G. Nelson ほか, NASA, エイムズ, アメリカ: 各種湿度でのスペクトル荷重を受けるアルミニウム合金疲労き裂
- (1.5) A. Brot ほか, イスラエル航空工業, イスラエル: 冷間加工または、しまりばめのブッシュ装着の短エッジ孔の疲労寿命の向上
- (1.6) 小林昭, 大谷信男, 東大, 日本: 複合材料の繰返し荷重による劣化の評価
- (2.1) J. W. Lincoln, アメリカ空軍, アメリカ: 損傷許容に関するアメリカ空軍の経験
- (2.2) J. P. Waller ほか, アメリカ陸軍, アメリカ: 複合材ヘリコプタ構造ヘリコプタの損傷許容に対するアメリカ陸軍の要求事項
- (2.3) A. A. Jongebreur ほか, フォッカー社, オランダ: フォッカー 100 の損傷許容試験プログラム
- (2.4) H. J. Schmidt ほか, MBB, 西ドイツ: 胴体主要構造に損傷許容設計を実用したエアバス社 A310 と A300-600 の経験
- (2.5) D. Turner, カナダ航空, カナダ: 損傷許容航空機の耐空性の継続
- (2.6) P. R. Abelkis ほか 2 名, ダグラス社, アメリカ: 輸送機の構造健全性継続プログラム作成のための耐久性と損傷許容性概念の使用
- (2.7) A. Galasso ほか 3 名, アリタリア航空, イタリア: 短距離ターボプロップ機の設計における損傷許容性と耐久性
- (2.8) K. H. Galda, ルフトハンザ社, 西ドイツ: 損傷許容法による整備システム
- (2.9) J. M. Grandage, ARL, オーストラリア: 主要構造のき裂存在がわかっている航空機フリートの安全運航方法
- (2.10) T. Swift, FAA, アメリカ: 補強材構造の残留強度に対する徐々なき裂進展と正味断面積の降伏の影響
- (2.11) M. C. Low ほか, ブリティッシュエアスペース社, イギリス: 補強材航空機構造の破壊線図, 材料の非線形の影響
- (2.12) U. G. Goranson ほか 2 名, ボーイング社, アメリカ: ジェット輸送機構造の残留強度特性
- (2.13) D. Aliaga ほか, エアロスペース社, フランス: 飛行シミュレーション荷重を受ける疲労き裂進展予測用の簡単なき裂閉口モデル

- (2.14) R. Cook ほか, RAE, イギリス: 切欠部での残留応力場, 疲労き裂進展の影響

4. む す び

シンポジウム終了後24日の午後には技術討論会が行われ、次の二つの題目に対し活発な議論が行われた。

- (1) 損傷許容の見地から複合材航空機構造の立証法
- (2) 荷重水準を上げた実機の疲れ試験法

最後に討論会終了後、各国代表者が出席した事務連絡会議が行われ次の事項が決定した。

- (1) 次回1987年のICAF会合はカナダで5月後半のいずれかの週に、場所は多分Ottawaで開催さ

れる。

- (2) 1989年はイスラエルの予定であり、6年後の1991年は日本での開催を予定することが賛同された。

- (3) シンポジウムの論文集はイギリスの出版社EMAS (Engineering Materials Advisory Services) で印刷し参加者には1部ずつ配布するが、一般にも市販する

- (4) 次回のPlantema記念講演の候補者としてアメリカFAAのT. Swift氏を推薦する。

終りに1991年のICAF開催を目標にして、わが国の航空機の疲労に関する研究をさらに活発化させるとともに、この開催に当たり関係各機関のご協力のご支援をとくをお願いする次第である。