

大型民間航空機の整備を目指す人に

高橋 賢一

1971年にJALの整備本部に入社し、構造修理部門に5年、訓練部門に7年、研究・開発部門に5年、技術部門に13年、品質保証部門に9年それぞれ在籍した。その間に自分が経験したこと、一緒に働いた皆さんの仕事ぶりや取組姿勢など感じたことを紹介する。

1. 整備部門の組織

整備部門の組織は、以下の①～④の4部門で構成されている。

① 運航整備部門

運航整備部門では、

- (1) 飛行前点検 (始発便)
- (2) 飛行間点検 (毎飛行毎)
- (3) 飛行後点検 (最終便後)

の整備作業が行われ、日常の運航を支えている。

② 定時整備部門

定時整備部門では、機体を日常の運航から計画的に外し、①の整備で安全性が確認できない部分の検査や試験を行う。A整備やC整備と呼ばれるパッケージ化された整備作業を主に設備が整ったハンガーで実施する。A整備は、運航整備を包含したさらに広汎な整備パッケージで、C整備は、A整備の整備パッケージを包括したさらに広汎な整備パッケージである。

③ 部品整備部門

使用時間、使用回数等で計画的に取り下ろされた部品 (代表的な部品は着陸装置である) と故障により取り下ろされた部品を整備する。タイヤやブレーキは、摩耗の程度を計測して取り

下ろされるが、「故障」という範疇の取り下ろしになる。

①から③の整備部門は、直接作業を実施する整備士が所属する現業部門(直接部門)である。

④ 間接部門

整備企画部、品質保証部、技術部、訓練部、部品補給部、安全推進部などがある。現業部門の品質の維持・品質の向上を図るよう現業をバックアップするとともに社外関連先との窓口にもなっている。以上4部門の組織名称は入社してから退職するまでの間、多少の変更はあったが基本的には同じである。1990年代、全産業分野で業務の委託化が進む中、整備業務も同様に委託化が進み、上記の4部門の業務の実作業を実施する部門は段階的に関連会社へ委託された。実作業を委託した後、委託元は、委託する作業を指示し、その作業の領収検査を行う。また、監査を実施し委託先の品質が維持されていることを確認する。

2. 整備に関する法整備

我が国の民間航空機の整備は、戦後から始まり、当初から「航空法」があった。しかし、現在に比べると法整備は不十分であった。そもそも民間航空機の整備経験がない中で法的な整備をすること自体十分なものはできないのは当然のことである。入社当時、先輩から聞いた話であるが、羽田で、米機(ユナイテッド航空やイースタン航空)の運航整備や修理を受注した際、見様見真似で整備のノウハウを苦労して学

んだそうだ。

米国の整備士がどのような特殊な工具を使っているのか？どのような特別な工具を使っているのか？作業のしかたはどのようなのか？作業記録はどうなっているのか？計測単位がフット・ポンドであったことなど、見る物全てが学ぶ対象だったようだ。

現在では、我が国の運航会社の社員、主として技術部門に所属するエンジニアが米国で設計・製造される航空機の設計段階から参画して経験を設計に活かしている。航空機の大型部品を日本の会社が製造するなど、我が国での整備実績、製造実績の蓄積が質、量ともに充実したことを物語っている。

民間航空機の整備に関する法整備は、1990年ごろからの世界的な航空機の安全基準の見直しやヒューマンファクターの考え方の導入に起因して大きな進展を遂げている。従来の規定は、概念的で抽象的なものであったが、現在は、そのまま「業務基準」として使えるよう具体的な手順を含めたものになっている。

つまり、人（MEN）、機械（MACHINE）、材料（MATERIAL）、方法（METHOD）で構成される、いわゆる4Mを満たし、業務品質が均一になるよう業務の細部にわたり充実した規定となっている。規定の細分化、詳細化は、監督官庁の主導と民間の協力が両立してなし得た成果と考えられる。

現在、整備業務に携わる人は、まず規定の必要性とその背景を理解し、納得の上、規定に従った確実な業務を行う（コンプライアンス遵守）ことが求められている。

規定の充実は、整備部門に限らず運航部門にも及ぶ広範囲なものになっている。規定の中には、当局の人員増がなければ実現し得なかったものもある。

例えば、航空局の「立入り検査」である。「立入り検査」は、従来からあったが、年度計画で

年に数回、かつ日時や立入り先はその都度調整されていた。現在、年度計画のほかに、「随時立入り検査」がある。「随時立入り検査」は、開始直前に通告され検査が始まる。日常的に安全が確保されているか確認されるわけである。「立入り検査」をはじめ、当局は、運航会社のみならず委託先とともに安全確保についての問題点を共有し、運航会社とともに積極的に改善して行こうという姿勢である。

P.10に掲載した資料「航空機の安全性」(航空安全基準の見直しについて（国土交通省発行）)から、整備業務は全て法的な整備が進んでいることがわかる。

3. 整備士の訓練と資格管理

複雑な構造・システムを有する大型機の確実な整備を実施するためには、個人による確認は合理的でないことから、現在、大型航空機の整備は、「認定事業場」(組織)での確認となっている。

国家資格を持つ者（一等航空整備士、二等航空整備士、一等航空運航整備士、二等航空運航整備士、航空工場整備士）は、認定事業場内での確認業務を実施する職務の要件の一つにすぎない。

認定事業場は、現業及び間接部門の組織・人員・施設・品質管理制度などについて必要な要件が定められている。

認定事業場には、整備後の航空機の最終的な確認（航空機の基準への適合の確認）を行う確認主任者がいる。

なお確認主任者は、運航整備部門だけでなく、定時整備部門、部品整備部門にもおり一定の整備経験及び品質管理等の教育訓練が求められる。

認定事業場に所属する整備従事者について、認定業務を的確に実施できるように教育・訓練されることが要求される。

また、認定業務を適確に実施できる能力を有する人員を適切に配置することも必要とされる。

整備士の知識、経験、技能の差により品質に差が生じることを防ぐため、作業範囲、経験に応じて教育・訓練が実施される。訓練では、知識の評定に加え、技能が評定される。

整備訓練部で、国家資格の取得訓練の座学教官をした。訓練生は、そのほとんどが工業高校卒の方である。基本的に、まず1機種の国家資格を取得するが、大量の知識が必要とされる。その後、他機種を勉強して資格を拡張していく。彼らは、機種による違いを知る努力を惜しまない。また、先輩と仕事をする時、先輩がやろうとしていることに気を配り必要な作業を察知して準備をする。皆、努力を惜しまず、根気がある優秀な方達ばかりであった。

各整備士には、各人が実施可能な作業範囲が定められた「整備士資格」がある。作業者は、作業指示書に示された作業を自分が実施して良いか判断して作業する。運航整備部門、点検整備部門では、機種を区分として、作業内容が限定される。部品整備部門では、部品の種類が多岐にわたるので、電気部品、電子部品、機械部品などを細分化して区分としている。

例えば、機械工作では、部品の種類を区分とするのは適切ではないので、旋盤、中繰り盤、研削盤など機械を区分として、部品を限定とする例がある。半田作業にも等級がある。非破壊検査はさらに細かく訓練とレベルの区分が設定されている。整備士資格は個人で管理すると共に資格証で管理されている。

4. 整備作業のしくみ

整備部門で実施する整備内容は「整備要目」(作業内容と実施期間の組合せ)とその「作業方法」で決定される。「整備要目」の出所は、以下の①～③である。

① 航空機の設計国の航空当局、米国製であれば連邦航空局 (FAA) が承認した整備に関する要求事項をまとめた整備プログラム (Maintenance Review Board Report) に基づくもの

② 航空機の製造者が発行した承認した整備に関する要求事項をまとめた整備プログラム (Maintenance Planning Document (Review Board Report)) に基づくもの

③ 運航者が*整備規程に定めた信頼性管理プログラムに従い、自社で経験した機材故障等に基づくもの

「作業方法」は、整備規程の付属書である整備マニュアルに従うことが、認定事業場での品質管理の対象の一つとなっている。

*整備規程 (Maintenance Rule)

航空法に基づいて、航空会社が航空機の整備作業に関し、航空機の安全性の確保と、确实、迅速な整備作業の遂行とを目的に設定した技術的規則および基準などを定めたものが整備規程である。

そもそも、航空機は、設計段階で航空機をシステムとしてとらえた信頼性を、人命にかかわるクリティカル事象の発生に対し、その発生率が10のマイナス9乗 (回・飛行時間) 以下、すなわち10億時間の飛行で1回の故障以下とするよう要求 (資料「設計基準」及び「故障とその影響」参照) されている。

機体の開発と平行して、その設計で、設計基準を含め全ての航空機に対する要求事項を満足するか? その意図した製造方法で、設計通りに機体が製造されるか? 「型式証明」制度の中で確認される。

さらに個々の機体毎に設計通りに機体が製造されているか「耐空証明」制度の中で確認される。

このように、開発当初から数年の時間が費やされて新型の航空機の運航が始まる。(参考文献1)

また、先に述べた「整備要目」(作業内容と実施時期の組合せ) と「作業方法」も設計基準に基づいて開発と平行して設定される。すなわち、「型式」、「整備方法」は一体のものとして製造され、最終的に運航者の所管当局 (日本は、

国土交通省航空局)により認可される。

「作業」が決められた時期に計画・実施され、その方法が、整備マニュアル通りであることが必須である。実施期間を超過して作業が実施された場合は、その後の追加作業の有無と実施時期、実施方法を製造者に確認する必要がある。整備マニュアルと違う作業、例えば、作業順番の変更、代替品の使用など、指定された作業方法と異なる作業方法についても、製造者の承認を得る必要がある。また、工具についても、自社で製作した場合、整備マニュアルに準拠していることを評価する必要がある。

航空機部品は総じて高価である。部品の使用環境(荷重条件、適用する温度範囲、圧力範囲)などの厳しさと、当該部品に適用される安全余裕を満足することを実証もしくは解析で明らかにしなければならない。また、ベストセラーの機体といえども20年が経済的な使用期間となっていて、大量生産に向いていないということもある。高価格の部品の在庫を最小化するのは、部品補給部門の命題である。機体から取り下ろされた高価格な部品は、短期間、同業他社や製造者から借りてでも、修理して使うように努力している。しかし、修理方法について整備マニュアルに記載がない場合が多いのであるが、その修理方法で設計に合致しているか、製造者ではないので判断できない。そこで、その都度、製造者に修理後、再利用が可能か否かを、確認する。軽微な表面の傷でも、修理後の寸法が断面の公差範囲内で、認められた修理方法であることが要求される。

具体的な製造者への確認は、「部品番号、製造一連番号、取り下ろされた機体番号、位置、その部品の使用時間、使用回数(通常、着陸回数や飛行回数)不具合状況、提案する修理の範囲と方法」を英文で記載して製造者からの回答を得る。複雑なケースでは、製造者との電話会議で解決を図ることもある。したがって、技術

部門では、英文作成や英会話ができないと仕事にならない。まず、専門用語を英語で理解することが必要である。それさえできれば、あとは、普通に英会話ができればやっていける。

製造者に確認するケースのうち、稀に起きるのが、計測機器の公差外れである。精度管理範囲を外れた計測機器を使用して計測し、計測結果に疑義が生じる場合である。当該計測機器を使用した作業を追跡調査し、その作業について製造者への追加作業の必要性を確認することもある。

5. 整備士としての心構え

航空機は、長年の経験と最新の技術の集大成となっており、機械工学、電気工学、電子工学、通信工学、信頼性工学、人間工学など幅広い分野の知識を総合した成果であるから、整備を目指す方には広範囲な知識があった方がいい。また、幅広い知識とともに、現在では、教育の機会が少なくなったかもしれない作業実習も、自分で作業しなくても、業務を委託した場合、委託前監査、領収検査などに役立つはずである。

航空機を製造しているシアトルで領収検査員として構造の検査をしていた工業高校卒の整備士は、鉚(リベット)の材質が設計と異なることに気付いたそうだ。構造部材の締結に使用するアルミニウム合金製のリベットは成分が異なり、強度が違うものがある。このケースでは、DD鉚を使用すべきところ、D鉚を使用してしまった。D鉚、DD鉚は打鉚前、成形頭のマークで判別可能であるが、打鉚後はそのマークも判別しにくくなる。それまでの作業経験から、「いつもと違う」と感じる感覚に感心したことがある。製造段階での検査なので、作業のやり直しが発生し、製造計画に大きな影響があるケースであるが、自信と勇気を持って問題提起したものと考えられる。

「いつもと違う」ことが実感できるのは、「いつも」の状態を漠然とした理解でなく体感して

いるということで、技術者に必要な感性だと思う。

先に述べたように、民間大型航空機は、設計段階で、航空機をシステムとしてとらえた信頼性を、人命にかかわるクリティカル事象の発生に対し、その発生率が10のマイナス9乗（回・飛行時間）以下、すなわち10億時間の飛行で1回の故障以下とするよう要求されている。人命に関わる大事故発生は世界で100万飛行時間当たり0.1回、すなわち、その事故率は、10のマイナス7乗（回・飛行時間）になっているが、対象を先進国に限ると10のマイナス8乗（回・飛行時間）に迫る勢いで、設計指針の10のマイナス9乗（回・飛行時間）に近づいており、個々の事故事例分析に基づく改善を重ねているのが現状である。昨今、ヒューマンエラーが多くなっている。また、事故発生率自体は10年来あまり変化が見られず、航空輸送需要が伸びているため、事故率をさらに下げる努力が必要だ。

整備に関わり、改めて「安全」について感じること、以下の4点である。

1. そもそも、安全というものは存在しない。
2. 常に存在するのは危険である。
3. 危険をいかに的確に予測し、確実に防止する努力を作り出すことで、安全が作り出せる。

4. 安全とは、一人一人が力を合わせて作り出すものである。（チームワークが大切）

参考文献

1. (財) 航空機国際共同開発促進基金
「航空機の型式証明について」
2. 国土交通省「航空安全基準の見直しについて」

設計基準

軽微な故障	重要な故障	危険度の高い故障	破壊的な故障
特になし	運航に軽微な障害を与え、修理が必要となる	安全余裕がかなり減る。部材下では乗員の負担が増える。異常に整備者が目撃される。	航空機は破壊し多数の死亡者が出る。
起こりうる (Probable)	可能性は少ない (Improbable)	可能性は極めて少ない	
10 ⁰	10 ⁴	10 ⁸	10 ¹⁰

故障の許容発生率 (時間あたり)

