



機内に装置を取り付ける

自動ポンプ方式(ASE)も連続観測方式(CME)も、気体の貨物室の壁に設置します。ボーイング747型機(ジャンボ機)のJAL路線からの引退に伴い777型機を使って観測する方針が決まると、具体的にどの部分にどのように設置するかの検討が始まりました。



そして、装置を固定する枠や外気を取り込むための配管システムなどを作り、改修工をし、航空当局の承認を得

て観測ができるようになります。

この一連の工程を担当したのは JAL エンジニアリング社の宗裕雄さんと吉永明人さんです。お二人それぞれから手記を提



供していただきました。各段階での苦心が記されています。まず、宗さんの手記をご覧ください。

●どこに付けられるの？

2 台の ASE を搭載可能な広いスペースがある場所は非常に限られていた。

取り付け可能な場所を探すにあたり、ASEと同じサイズのモックアップを作成して実際にはめてみたりする等、繰り返し検証をすることで、ASE は後方貨物室側面に何とかぎりぎり設置することが可能であると分かった。

また、観測するための大気を取り出し口は既に設置済の CME と同様に前方貨物室後方にある空調ダクトの一部に設置する必要があったことから、前方貨物室と ASE を設置する後方貨物室の間にある中央の燃料タンク上部と客室の床下の狭い空間に配管を通すこと

になった。しかしながら、このスペースは金属製部品の使用に関する制約等、厳しい要件をクリアする必要があったことから、非金属製のホースを使用することとした。

さらに、設計の段階で急減圧時の客室内の空気の流れを阻害する可能性があることから、ASE の設置場所の一部変更が行われた。

●ラックが取り付けられない

ASE を搭載するためのラックの製作においては、いくつものアルミ板を組み合わせて機体のフレームに穴をあけ、リベットという釘で取り付けしていくのだが、設計どおりのリベットの位置では機体のフレームに穴があけられなかったり、取り付けのアルミ板の端が機体の構造部材に干渉してしまったりで、部品を取り付ける毎にトラブルに直面することになった。取り付けの部品の位置を少しでも変更するためには、Drawing(図面)を一部変更することになるが、強度計算からやり直しをして、アメリカにいる検査官(FAA DER)の承認が必要となる。朝から晩まで専門の技術者の立会いでこのような不具合に対応していったが、整備士は 3 交代制のため、真夜中に発生した新たな不具合にまた次の日の朝から対応することになる。こうした対応の繰り返しにより、ラックが完成するまでに3日の予定のところ、約1週間を費やしてしまった。

●ASE が入らない

ASE-1 と ASE-2 はそれぞれの内側にアルミのアンクルが取り付けいた状態でラックに固定される。ラック完成後に ASE を取り付けようとしたが、ASE に取り付けられているアンクルがちょうど板の厚さ分だけラック側のリベット(釘)に干渉して ASE が入らないことが判明した。ラックの両サイドの板を取り付ける時に、ASE のアンクルを取り付けた状態で位置決めをしていれば防げたトラブルであった。既に穴をあけて取り付けられた両サイドの板の位置を変更することはできなかったが、幸いなことにラックのリベット(釘)を出っ張りのないものに変更して、



さらに ASE に取り付くアングルのスクリューを出っ張りのないものに変更することで、何とか ASE をラックに収めることができた。

既にラックの製作で相当な期間を費やしてしまっただけに、この時だけは、本当にどうなることかと思っただけだ。

実際の作業においては、部品がうまく取り付かない等、設計どおりには行かないことが多々あるが、その都度解決をする必要があり、予定している工期に間に合わせるかどうかが一番の課題であった。

●ホースが長い

観測するための大気の出し口は既に設置済の CME と同様に前方貨物室後方にある空調ダクトの一部に設置する必要があったが、前方貨物室と ASE を設置する後方貨物室の間にある中央の燃料タンク上部と客室の床下の狭い空間に配管を通すためには、金属製部品の使用に関する制約等、厳しい要件をクリアする必要があったことから、非金属製のホースを使用することとした。しかしながら、事前に準備されて送られてきたホースを、実際に取り付けてみたところ、想定していた長さよりも 80 センチ程度も長いことが判明した。金属製の配管と異なり、現物に合わせて長さを短くすることができず、また、決められた工程の期間内に正規の長さのホースを再度作成するには時間がなかったため、後方部分の金属製の配管の長さを調整し、仕方がなく長いホースのままで使用することとした。

今思うと、設計を担当しているエンジニアが、直前でホースの長さを決めるために実機を確認したいと言ってきたのだが、やはり自信がなかったのだろう。しかしながら、この確認のためには、相当数の客室のイスと床のパネルを一時的に取り外す必要がある大掛かりな作業となるため、可能な整備機会は既に残されていなかったのだ。

●配管の漏れ？

配管の一部に長いホースを使用することになったため、漏れないことを正確に確認するのに苦労した。

配管の漏洩試験においては、分子の大きさが小さく重さが軽いヘリウムガスを充填し、ヘリウムガスの探知

機を使用して、漏れている場所があるかどうかを確認する作業を実施するが、規定の圧力をかけた状態で若干の圧力低下が確認された。ヘリウムガスがホースの内部に浸透してしまうのが原因のようだ。

研究者の方々は、少しの漏れにも敏感で、この時初めて、観測のための大気が純粋なものであることの必要性を実感した。

●検査官の指摘

正しいものが正しい状態で取り付いているか等の確認をする航空局の検査官による実機での検査がある。この検査においては、細かい点も含めて何点がご指摘をいただくこととなった。

例：客室床下のホースを固定するクランプが床のパネルの下に干渉する可能性があることが分かった。Drawing(図面)どおりの正しい位置についていたものだが、十数か所のクランプの向きを 180 度変更することで解消した。

●型式設計変更の承認には時間がかかる

航空機製造会社の設計を一部変更して実施する独自の改修に対しては、追加型式設計の承認を受けることができる。

アメリカの航空局 (FAA) と日本の航空局 (JCAB)、それぞれの承認を受ける必要があったため、全ての改修作業が完了しても、その後の審査にはそれぞれ 1 週間程度の時間が必要となる。一般的に、2 週間もの間、全く運航に供せない空白の時間が発生する。

1 日あたり 1 機で多額の逸失利益となり、航空会社にとっては、経営に与えるインパクトが非常に大きい。

今回の場合、FAA の承認を受けるだけで何と 2 週間近くを要してしまった。

しかしながら、JCAB の承認にはたった 2 日という異例の短い期間で手続きを完了していただけた。この時は、JCAB に心から感謝をしたくなった。

JAL エンジニアリング 宗 裕雄



次に吉永さんの手記です。宗さんの手記と重なる内容もありますが、別の視点から見た描写もあり興味深いです。



●改修準備時期

今回改修を実施した 777-200ER 型機でも 747-400 型機で使用していた観測システムを使用していますが、観測機器の取り付け場所や配管の取り回しが異なります。観測機器やサンプリングする大気を通す配管は、機内の余剰スペースに取り付けます。しかし、777-200ER 型機には 747-400 型機ほど多くの余剰スペースはありません。航空機の安全性や、通常の運航に影響を与えない場所に観測機器を取り付けなければならず、取り付けに適切な“隙間”を探さなければなりません。観測装置は、小型スーツケース程の大きさの箱 2 個で構成されています。ダンボールで観測装置と同じ大きさの箱を作り、色々な隙間にあてがい、取り付け場所を探しました。その結果、後方貨物室の壁面内に取り付けられるスペースを見つけました。

前方貨物室の後面にある空調ダクトからサンプリングする大気を抜き出し、後方貨物室の観測装置まで送るため、左右の翼をつなぐ Center Wing 上面に配管を通す必要があります。Center Wing の中は燃料タンクになっている為、新たに配管を通すには安全性を保つ為の大変厳しい要件があります。要件を満足するために、配管の材質や取り回しに工夫をしました。

●改修中

観測装置を設置する為に、新たにアルミ製のラックを作りつけます。余剰スペースといっても、狭いスペースに観測機器を押し込めるので、既存の構造部に干渉してしまう問題が多々発生。いくつかの部品を組み合わせるとラックを作りますが、部品を機体に取り付けようとすると干渉してしまう。ラックの部品を削って干渉しない様にしますが、強度を保つ為に削れる量も限られます。やっと問題が解決して次の部品を取り付けようとすると、また同じように干渉して取り付けられない。試行

錯誤の末やっとラックが完成し、観測装置をラックに載せようとしたが、ラックの幅が狭くて載せられない。777 型機の図面を元にラックの部品寸法を決定しているのですが、最終的には現場合合わせで部品の微調整が必要になりました。結局は微調整で観測装置は載せられましたが、最後は冷や汗ものでした。

●改修後

観測システムは JAL が独自に航空機へ追加するシステムです。改修実施に際しては、観測システムが航空機のシステムに悪影響を与えないことを十分に確認する必要があります。この確認の 1 つとして、観測システムから発生する電磁波が航空機のシステムに悪影響を与えないこと、逆に航空機のシステムから発生する電磁波が観測システムに悪影響を与えられないことを確認します。航空機メーカー (Boeing 等) が実施を指示する改修では、これらの確認は航空機メーカーで実施されているので、通常の改修では行わない確認です。地上および試験飛行で、操縦、通信、航法などの多岐にわたる事項を 1 つずつ確認していきます。通常の飛行を模擬する為、客席ではラップトップ PC や DVD プレーヤーを作動させます。試験飛行では、245 人乗りの飛行機に 20 人程しか乗っておらず、貨物も積んでいません。よって、重量がとても軽く、離陸時には通常の飛行ではありえない急加速と急上昇でした。

●その後

困難続きの改修が無事終了し、飛行機は通常の運航に戻り観測を開始しました。1 機目の改修で問題は出尽くしたのか、その後実施された 2 機目の改修は特に大きな問題なく終了。JAL の飛行機で集めた観測データを研究者の方々にバトンタッチし、地球環境の研究で大いに活用して頂けることを願っています。

JAL エンジニアリング 吉永 明人