

AI2008-3

# 航空重大インシデント調査報告書

エアーニッポン株式会社所属 JA8419

平成20年6月27日

航空・鉄道事故調査委員会

本報告書の調査は、本件航空重大インシデントに関し、航空・鉄道事故調査委員会設置法及び国際民間航空条約第13附属書に従い、航空・鉄道事故調査委員会により、航空事故の防止に寄与することを目的として行われたものであり、本事案の責任を問うために行われたものではない。

航空・鉄道事故調査委員会

委員長 後藤 昇 弘

エアーニッポン株式会社所属 JA8419

# 航空重大インシデント調査報告書

所 属 エアーニッポン株式会社  
型 式 ボーイング式737-500型  
登録記号 JA8419  
発生日時 平成18年7月5日 8時10分ごろ  
発生場所 串本VORTACの南東約60nm付近海上上空

平成20年6月20日

航空・鉄道事故調査委員会（航空部会）議決

委 員 長	後 藤 昇 弘（部会長）
委 員	楠 木 行 雄
委 員	遠 藤 信 介
委 員	豊 岡 昇
委 員	首 藤 由 紀
委 員	松 尾 亜紀子

## 1 航空重大インシデント調査の経過

### 1.1 航空重大インシデントの概要

本件は、航空法施行規則第166条の4第10号（当時。平成18年10月1日以降、施行規則改正に伴い11号）に規定された「航空機内の気圧の異常な低下」に該当し、航空重大インシデントとして取り扱われることとなったものである。

エアーニッポン株式会社所属ボーイング式737-500型JA8419は、平成18年7月5日（水）、全日空の定期2142便として、7時24分に福岡空港を離陸した。

同機は、成田国際空港に向け飛行中、8時10分ごろ、串本VORTACの南東約60nmの海上上空で、高度約37,000ftにおいて、客室与圧の低下を示す警報表示があり、客室内酸素マスクが自動展開した。同機は緊急降下し、9時9分中部国際空港に着陸した。

同機には、機長ほか乗務員4名、乗客41名の計46名が搭乗していたが、負傷者

はいなかった。

## 1.2 航空重大インシデント調査の概要

### 1.2.1 調査組織

航空・鉄道事故調査委員会は、平成18年7月5日、本航空重大インシデントの調査を担当する主管調査官ほか1名の航空事故調査官を指名した。

### 1.2.2 外国の代表

本調査には、航空重大インシデント機の設計・製造国であるアメリカ合衆国の代表が参加した。

### 1.2.3 調査の実施時期

平成18年7月5日～9日	口述聴取及び機体調査並びに関連装備品の取り卸し
平成18年7月12日～14日	取り卸した装備品の分解調査
平成18年7月21日	装備品の機能及び損傷状況調査
平成18年7月28日	装備品の損傷状況調査
平成18年10月5日～11月2日	空圧部品内付着物及び洗浄液の成分分析調査
平成19年1月12日	エンジン洗浄時のブリード関連装備品への水浸入調査
平成19年3月30日～4月5日	装備品の機能確認調査

### 1.2.4 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

### 1.2.5 調査参加国への意見照会

調査参加国に対し意見照会を行った。

## 2 認定した事実

### 2.1 飛行の経過

エアーニッポン株式会社（以下「同社」という。）所属ボーイング式737-

500型JA8419（以下「同機」という。）は、平成18年7月5日、全日空の定期2142便として、福岡空港から成田国際空港へ向け飛行していた。

同機には、機長ほか乗務員4名、乗客41名の計46名が搭乗し、7時24分に福岡空港を離陸した。同機の操縦室には、機長が左操縦席に着座してPF（主として操縦業務を担当する操縦士）業務を、副操縦士が右操縦席に着座してPNF（主として操縦以外の業務を担当する操縦士）業務を行っていた。

国土交通省福岡航空交通管制部航空交通管理センターに提出された飛行計画の概要は、次のとおりであった。

飛行方式：計器飛行方式、出発地：福岡空港、移動開始時刻：7時10分、  
巡航速度：439kt、巡航高度：FL370、経路：TAE（大分VOR）  
～V37（航空路）～KEC（串本VORTAC）～A1（航空路）～  
ORGAN（位置通報点）～Y231（RNAV経路）～MAMAS（位置通報点）  
～ANGEL（位置通報点）～VENUS（位置通報点）、  
目的地：成田国際空港、所要時間：1時間26分、代替飛行場：東京国際空港、  
持久時間で表された燃料搭載量：3時間37分

## 2.1.1 飛行記録装置の記録、操縦室用音声記録装置の記録及び管制交信記録による飛行の経過

飛行記録装置（以下「DFDR」という。）の記録、操縦室用音声記録装置（以下「CVR」という。）の記録及び管制交信記録によれば、飛行の経過は、概略次のとおりであった。

7時42分17秒	同機は、東京管制区管制所（以下「東京コントロール」という。）から承認されたフライト・レベル*1（以下「FL」という。）370に到達した。
8時09分06秒	FL370で飛行中、スロットル・レバーが絞られた。
同 10分05秒	FL370で飛行中、マスター・コーション・ライトとシステム・アナunciエーターの「AIR COND」ライトが点灯した。
同 10分21秒	FL370で飛行中、東京コントロールに、客室与圧装置の問題発生に伴いFL290への降下を要求した。
同 10分31秒	東京コントロールはFL290への降下を承認した。
同 10分40秒	降下開始

---

\*1 「フライト・レベル」とは、標準気圧値29.92 inHgを基準とした等圧面。日本では14,000ft以上の高度は通常フライト・レベルにより表され、100ft単位の数値のみで表示する。

同 10分44秒	客室高度警報音発生
同 10分50秒	東京コントロールに、客室の与圧が低下したため緊急降下を要求した。
同 10分56秒	東京コントロールは、降下を承認した。
同 13分27秒	客室酸素マスクが自動展開した。
同 17分30秒	10,000ftに到達した。

(付図1参照)

## 2.1.2 飛行の経過に関する航空機乗組員の口述

### (1) 機長

ディスパッチ・ルームでブリーフィングを終えた後、機体の外部点検を実施し、整備士から機体に異常のないことを告げられ、問題ないと判断し、機体を受領した。

エンジン始動から離陸まで、空気調和系統を含めて正常であった。

離陸後、FL370で巡航に入り、松山上空に差し掛かるころ客室乗務員(以下「CA」という。)から、客室が少し寒いので温度を上げて欲しいと連絡が入り、副操縦士が温度調整をした。

しかし、通常と比べて温度上昇の反応が悪いなという感じがした。通常は調整ノブ(ミックス・バルブ)を上げると、すぐに暖かい空気が出てくるが、このときは少し変化したかなという程度であった。

四国を過ぎて紀伊半島に差し掛かるころ、活発な雲のエコーが機上レーダーに映っていたことから、東京コントロールに機首方位の変更を要求し、南方向に迂回してエコー域をかわした。串本を真横に見る位置まで行けば、エコー域がなくなるので、そこを過ぎた辺りで、次のポイントへの直行をリクエストしようと考えていた。その後、東京コントロールの承認が得られSAKITポイントへの直行ルートを飛行した。この時、乱気流で機体が揺れたため、すぐにMCP (Mode Control Panel) のスピード・セレクターで対気速度を下げた。

串本の南東約60nmの位置でマスター・コーション・ライトとシステム・アナウンサーの「AIR COND」ライトが点灯した。オーバーヘッド・パネルを見ると「BLEED TRIP OFF」ライトが2個とも点灯していた。両エンジンからのブリード・システムのブリード・エアが止まった状態になっていた。

ダクト・プレッシャーはFL370を飛行している時は通常38psi前後であるが、マスター・コーション点灯時は既に5psi前後だった。

客室高度が気になり、確認したところ客室高度が9,000ft位まで上昇していた。通常FL370付近の飛行では8,000ft前後である。

通常FL370を飛行中にウィング・アンチアイスを使用するとブリード・エアが大量に必要となり、9段階ステージ・エアを使うようになり、より高温のブリード・エアがダクトに来るために冷却が十分に出来ずトリップしてしまうという事象が過去に発生したのを知っていた。

当時ウィング・アンチアイスは、使用していなかった。

客室高度が上昇中であったことから、機内の酸素が足りなくなると判断し、まず副操縦士に酸素マスクを着けるよう指示した。

この時、緊急降下を決定した。

管制から緊急降下が承認され降下を開始したが、暫くして客室高度が10,000ftを超えていることを知らせる「客室高度警報装置」が鳴動し始めたため、高度10,000ftへ向け降下を継続した。また、緊急事態であったことから、トランスポンダーを緊急コードに設定した。

その後、客室高度が14,000ftを超えたということで、緊急降下中を告げる機内放送（以下「プリレコ」という。）が自動的に流れ始め、併せて酸素マスクが自動展開した。10,000ftまでの緊急降下途中に客室高度の上昇率を見たところ結構大きくなっていった。

パッセンジャー・アドレス機内放送（以下「PA」という。）を聞いていたら、CAがプリレコの中に「マスクを着けて下さい。」と言っているのが聞こえた。高度10,000ftに到達してチェックリストを完了して、客室高度も10,000ftになっていたのだから、副操縦士に酸素マスクを外させ、私も酸素マスクを外し、緊急コードを解除した。そしてCAにも連絡して酸素マスクを外して良いことを伝えた。客室の状況を聞いたところ、客室には特に問題なく、低酸素症の乗客もいないとのことであった。

その後、目的地を変更するため待機飛行を東京コントロールに要求し、承認された。

進入準備完了後、客室にPAで「37,000ftを巡航中、与圧装置の不具合のため緊急降下を実施して、安全な高度まで降りました。これから最寄りの中部国際空港に目的地を変更して向かいます。」とアナウンスした。

## (2) 副操縦士

離陸後、ベルト・サインをオフにする時、CAに対し「ベルト・サインはオフにするが、雲中飛行なのでいつ揺れが発生するか判らない。サービスは十分注意して行うように。」と伝えた。暫くしてCAから「客室が寒いので少し温度を上げて下さい。」と連絡があったので、オーバーヘッド・パネルにあるTEMP・コントロールを1ユニット位だと思いが暖側に上げた。温度は急には上がらなかったが、少しして22～23°位になり少しは上がったかなという



感じはあった。

飛行中マスター・コーション・ライトとシステム・アナunciエーターの「AIR COND」が点灯したので、オーバーヘッド・パネルを見ると「BLEED TRIP OFF」ライトが2個とも点灯しているのを確認した。オーバーヘッド・パネルにあるパック・スイッチを操作したが状況は全く変化しなかった。客室高度を見ると、通常FL370位の高度だと8,000ft位であるが、徐々に上がってきて9,400～9,500ftになっていた。

機長から「マスクを被って下さい。緊急降下します。」と言われ、私は酸素マスクを被り、手順通りベルト・サインをオンにし、エンジン・スタート・スイッチをコンティニューアスにした。東京コントロールに緊急事態を宣言し、緊急降下の承認を受け降下した。降下中暫くすると英語と中国語、日本語の音声でプリレコが「マスクを着用して下さい。」と流れ、CAも大きな声で乗客に対し呼び掛けていた。速度は310ktであった。

その後、10,000ftに到達した時、客室高度が実際の高度と一致していたため、私は、CAに対し「安全高度に達したので、マスクを外しても良い。客室の状況を知らせて下さい。」と伝えた。その時は特に不具合はなかった。

(3) 客室乗務員（前任客室乗務員の口述を主に、他のCAの口述で補足した）

出発前機内で機長によりクルー・ブリーフィングが行われ、梅雨前線の影響で揺れるだろうから、30分位はベルト・サインは消せないだろうと言われた。

上昇中やや揺れたが30分しないうちにベルト・サインはオフとなった。

乗客へのサービス開始直前、客室が寒かったので、操縦室に温度を上げるよう頼んだ。その時、副操縦士から「やっぱり寒いですか。先程から上げようとしているが、上がらない。」と言われた。私達も寒かった。

客室のサービスが終了し、降下開始が28分と言われていたが、13～14分頃にベルト・サインが点灯し、私達は着席した。

着席後1～2分して「ガタン」という音と一緒に客室に酸素マスクが落下してきた。酸素マスクが落下してきた時、客室は何も問題なかった。耳に「ツーン」と来ることもなく、温度が更に下がることも全くなかった。その後、日本語、英語、中国語によるプリレコが順番に流れ始めた。私は「すぐにマスクを着けて下さい。」と乗客に呼び掛けた。しかし、プリレコの音にかき消されてしまい、余り効果は無いようだったので、ジェスチャーでマスクを着けるよう乗客に指示した。乗客の反応は鈍く、緊急事態という認識はあまり見受けられなかった。ただ、CAがマスクを着用していたことと、プリレコが流れ続けたことから、次第に皆さんも着けないといけないことが分かり、だんだん着け始めた。

その後は私が日本語と英語で2回位、マスクを着用したまま放送した。その時には、皆さんマスクを着けていた。

その後、操縦室から「安全高度に達したので、マスクを外しても良い。」と言われた。客室の状況について聞かれたので「客室は全く平静です。」と答えた。

客室の点検を開始したところ、混乱している人はなく、落ち着いた雰囲気だった。気分の悪い人もなく、客室にも異常はなかった。暫くして中部国際空港に向かうことを聞いたので、その旨を私がアナウンスし、前後して機長も「与圧システムの故障で、これから中部国際空港に向かいます。」とアナウンスした。

本重大インシデントの発生時刻は、8時10分ごろで、発生場所は串本VORTACの南東約60nmの海上上空(北緯33度21分、東経136度42分)であった。

(付図1、4参照)

## 2.2 人の負傷

なし

## 2.3 航空機の損壊に関する情報

航空機の損壊はなかった。

## 2.4 航空機乗組員に関する情報

### (1) 機長 男性 33歳

定期運送用操縦士技能証明書(飛行機) 平成17年10月6日

限定事項 ボーイング式737型 平成10年7月21日

第1種航空身体検査証明書

有効期限 平成18年9月11日

総飛行時間 5,300時間20分

最近30日間の飛行時間 51時間53分

同型式機による飛行時間 5,065時間20分

最近30日間の飛行時間 51時間53分

### (2) 副操縦士 男性 59歳

事業用操縦士技能証明書(飛行機) 昭和48年10月9日

限定事項 ボーイング式737型 平成6年12月27日

第1種航空身体検査証明書

有効期限 平成18年12月7日

総飛行時間	14,266時間49分
最近30日間の飛行時間	52時間33分
同型式機による飛行時間	6,943時間44分
最近30日間の飛行時間	52時間33分

## 2.5 航空機に関する情報

### 2.5.1 航空機

型 式	ボーイング式737-500型
製造番号	27430
製造年月日	平成7年5月10日
耐空証明書	第東-10-588号
有効期間	平成10年10月28日から整備規程（エアーニッポン株式会社）の適用を受けている期間
耐空類別	飛行機 輸送T
総飛行時間	23,685時間58分
定期点検（C07点検、平成18年6月30日実施）後の飛行時間	20時間57分

（付図3参照）

### 2.5.2 エンジン

型 式	CFM・インターナショナル式CFM56-3C1型	
装備位置	No.1	No.2
製造番号	858417	858198
製造年月日	平成8年6月28日	平成7年3月27日
総使用時間	21,055時間49分	19,279時間25分
定期点検（C07点検、平成18年6月30日実施）後の飛行時間	20時間57分	

### 2.5.3 重量及び重心位置

重大インシデント当時、同機の重量は96,400lb、重心位置は17.1%MACと推算され、いずれも許容範囲（最大着陸重量110,000lb、重大インシデント当時の重量に対応する重心範囲5.0～29.5%MAC）内にあったものと推定される。

### 2.5.4 燃料及び潤滑油

燃料は航空燃料ジェットA-1、潤滑油はBPターボ・オイル2380であった。

### 2.5.5 同機の客室高度警報装置について

同機の操縦室には客室高度警報装置が装備されている。この装置は、客室高度が約10,000ftに到達すると警報音を発し、その後約10,000ft以下に戻るかまたは、オーバーヘッド・パネルのカットアウト・スイッチを押すと警報音は止まる。

### 2.5.6 同機の客室内酸素供給系統について

同機の客室内には酸素供給系統が装備されている。この系統は、客室高度が約14,000ftに達すると圧力スイッチが作動し、自動的に客室内酸素マスクが展開する。系統が作動状態になると、操縦室内オーバーヘッド・パネルの「Pass Oxy ON」ライト並びにグレアシールドのシステム・アナランシエーター・ライト「OVERHEAD」及びマスター・コーション・ライトが点灯する。

## 2.6 DFDR及びCVRに関する情報

同機には、米国サンドストランド社製DFDR（パーツナンバー：980-4100-DXUS）及び米国L3コミュニケーションズ社製CVR（パーツナンバー：2100-1020-00）が装備されていた。

DFDRには、同機が福岡空港を離陸して中部国際空港に着陸するまでのすべてのデータが記録されていた。ただし、客室高度に係るデータは記録の対象とされていなかった。

また、同機のCVRは、2時間分の録音が可能であり、本重大インシデントに係るすべての音声等が録音されていた。

なお、DFDRの時刻は、VHF無線機の送信キーの作動データと航空交通管制交信記録と同時に録音されている時報を照合して決定した。

## 2.7 事実を認定するための試験及び研究

同機の空気調和装置系統に係る各装備品の分解調査及び機能調査

機内空気の温度、気圧は、同機に装備された2台の空気調和装置系統により制御される。空気調和装置系統は、エンジンの圧縮機によって造られた高温高压の空気の一部を途中で抽出したもの（以下「ブリード・エア」という。）を利用している。

同機の空気調和装置系統に係る各装備品の機能を確認するため、本重大インシデント時に同機に装備されていた以下の部品を取り卸し、同社のメンテナンス・マニュアルに従って、それぞれ分解調査及び機能調査を実施した。その結果は、以下のとおりであった。

### 2.7.1 プレッシャー・レギュレーター・シャットオフ・バルブ（PRSOV）

- (1) No.1は、ピストン・リングの縁が茶色に変色していた。

バルブ本体及び蝶型プレートの下側に薄い傷があった。蝶型プレートのシール環の溝に汚染物が詰まり、シールリングが収縮しなくなったために傷が付いていた。

アクチュエーター・ハウジング内部には、汚染物によって固着したピストン・リング・セットによって傷が付いていた。

- (2) No.2は、アクチュエーター・カバー内に水が浸入した痕跡があった。  
バルブ接続のヒンジに腐食があり、汚染物が粒状に付着していた。

(付図2及び写真1、2参照)

#### 2.7.2 ハイ・ステージ・バルブ (HSV)

- (1) No.1は、ピストン・アクチュエーターの中空ロッド部分の内外表面に水が浸入した薄い痕跡があった。

アクチュエーター・カバーに水が浸入した痕跡があった。

- (2) No.2は、ピストン・アクチュエーターの表裏両面に水が溜まっていた痕跡があった。

ピストン・アクチュエーターの中空ロッド部分の内外表面に水が浸入した痕跡があった。

バルブ接続のヒンジ部分が腐食していた。

スプリングの一部の外周部分に、他の部品との干渉による摩耗があった。

(付図2及び写真3、4参照)

#### 2.7.3 ハイ・ステージ・レギュレーター (HSR)

- (1) No.1は、ダイヤフラム取り付け部に小さな傷があった。

- (2) No.2は、ダイヤフラムの末端側リバースフロー・チェックメカニズム周辺に汚染物が付着しており、水が浸入した痕跡があった。

(写真5、6参照)

#### 2.7.4 プリクーラー

- (1) No.1は、オーバーホール後7,556時間1分、着陸回数6,901回使用されていた。

溶接したコーナー部分から、空気漏れがあった。

- (2) No.2は、オーバーホール後10,271時間35分、着陸回数9,729回使用されていた。

ラム・エア排出口のコア中心部付近及び溶接した直線部分に漏洩孔が開

き、そこから激しい空気漏れがあった。

- (3) No. 1 及び No. 2 について、製造メーカーで機能試験を実施したところ、No. 1 (10 秒以内に 0 psi 低下)、No. 2 (10 秒以内に 27 psi 低下) の圧力低下はあったが、2 台とも設計上の基準値 (初期圧 50 psi をかけて 10 秒以内に 33 psi 以下の低下) は満たしていた。

(付図 2 及び写真 7、8 参照)

## 2.7.5 プリクーラー・コントロール・バルブ (PCV)

### (1) No. 1 プリクーラー・コントロール・バルブの機能調査

① サーボ・リファレンス・プレッシャー・レギュレーター及びアクチュエーター・リファレンス・プレッシャー・レギュレーターの機能調査の結果、規定の空気圧をかけた時、サーボ・リファレンス・プレッシャー及びアクチュエーター・リファレンス・プレッシャーの値が許容範囲に達していなかった。

### ② オリフィスの帰還機能調査

規定の空気圧をかけた時、サーボ・リファレンス・プレッシャーの値が許容範囲に達していなかった。

### ③ 全体の機能調査

蝶型プレートが全開になる時のリモート・テンプ・センサーポート・プレッシャーの値が許容範囲を超えていた。

また、蝶型プレートは、正規よりもオープン側にシフトしていた。

### (2) No. 1 プリクーラー・コントロール・バルブの分解調査

① アクチュエーター・ハウジング内に、水が浸入した痕跡及び汚染物の付着があった。

② サーボ・ボディー・アセンブリーのベント・ホールが汚染物により狭くなっていた。

③ アクチュエーター・リファレンス・プレッシャー・レギュレーターのダイヤフラムのリテーナーが 3 つに割れていた。

④ サーボ・リファレンス・プレッシャー・レギュレーターのガイドセットとポペット・バルブを接続する部分のガイドセット側に、水が浸入した痕跡があった。

また、ポペット・バルブも摩耗により、一部黒くなっていた。

⑤ アクチュエーター・リファレンス・プレッシャー・レギュレーターのガイドセットとポペット・バルブを接続する部分のガイドセット側に、水が浸入した痕跡及び汚染物の付着があった。

(3) No. 2 プリクーラー・コントロール・バルブの機能調査

① サーボ・リファレンス・プレッシャー・レギュレーター及びアクチュエーター・リファレンス・プレッシャー・レギュレーターの機能調査の結果、規定の空気圧をかけた時、サーボ・リファレンス・プレッシャー及びアクチュエーター・リファレンス・プレッシャーの値が許容範囲を超えていた。

② オリフィスの帰還機能調査

規定の空気圧をかけた時、サーボ・リファレンス・プレッシャー及びリモート・テンプ・センサーポート・プレッシャーの値が許容範囲を超えていた。

③ 全体の機能調査

蝶型プレートは、正規よりもクローズ側にシフトしていた。

(4) No. 2 プリクーラー・コントロール・バルブの分解調査

アクチュエーター・ハウジング内に、水が浸入した痕跡及び汚染物の付着があった。

(付図 2 及び写真 9、10 参照)

2.7.6 プリクーラー・コントロール・バルブ・センサー

(1) No. 1 は、機能試験の結果、ブリード・ダクトの空気温度を 387° F に下げた時、信号圧力のレベルが制限値を超えていた。信号圧力の低下が不十分であったことから、プリクーラー・コントロール・バルブがクローズしにくい状況であった。

バルブ・アセンブリ内部のボールの動きが引っ掛かる状況であった。また、全体的に汚染物が付着していた。

(2) No. 2 に不具合はなかった。

(付図 2 及び写真 13 参照)

2.7.7 ブリード・エア・レギュレーター (BAR)

(1) No. 1 は、リファレンス・プレッシャー・レギュレーターの機能調査の結果、コントロール・プレッシャーの値が許容範囲を超えていた。

リファレンス・プレッシャー・レギュレーターは、バルブの周りに付着した汚染物に水分が混ざったため、バルブの動きが鈍くなっていた。

リリース・バルブのバルブ・ポペットが摩耗していた。

(2) No. 2 は、リファレンス・プレッシャー・レギュレーターの機能調査の結果、コントロール・プレッシャーの値が許容範囲を超えていた。

リリーフ・バルブの機能調査の結果、コントロール・プレッシャー・ダウンストリームの値が許容範囲に達していなかった。

リファレンス・プレッシャー・レギュレーターのバルブ、スプリング及びリテーナーに水の浸入による赤錆が出ていた。

リリーフ・バルブのバルブ・ポペットが摩耗していた。

(写真11、12参照)

## 2.7.8 装備品内付着物の成分分析

プリクーラー・コントロール・バルブ及びプレッシャー・レギュレーター・シャットオフ・バルブ等の装備品に付着した付着物の成分について、エネルギー分散型蛍光X線分析装置(EDX)による定性分析を行うとともに、フーリエ変換赤外線分光分析装置(FT-IR)及びX線回析装置を使用して解析した。その結果、付着物は、洗浄液の残渣で、同社がエンジン洗浄時に使用していたアルカリ洗浄剤(RMCG21規格)が濃縮固化したものと成分が一致した。

## 2.7.9 同型式エンジン(CFM56-3)を使用したエンジン・ガスパス・クリーニングのためのウォーター・ウォッシング試験

- (1) ブリード・エア・スイッチをオフ、アンチアイス・スイッチをオフ位置として、機体作業基準(以下「AMM」という。)に基づいてファンブレード付け根部12時の位置へ水を散布した。その結果、プリクーラー・コントロール・バルブへ2～3ccの水浸入があった。また、ハイ・ステージ・レギュレーターの供給側に水が少量溜まっていた。
- (2) ブリード・エア・スイッチをオフ、アンチアイス・スイッチをオフ位置として、ファンブレード付け根部6時位置から時計廻りに水を散布した。その結果、プリクーラー・コントロール・バルブへ約12ccの水浸入があった。
- (3) ブリード・エア・スイッチをオン、アンチアイス・スイッチをオフ位置として、AMMに基づいてファン・ブレード付け根部12時の位置に水を散布した。その結果、プリクーラー・コントロール・バルブへ約14ccの水浸入があった。また、ハイ・ステージ・レギュレーターのサプライ側及びコントロール側に水が溜まっていた。
- (4) 上記(1)～(3)を平成19年1月12日実施した後、当該エンジン本体を取り卸した。その後、1月25日当該エンジンから、関連装備品を取り卸して分解した結果、各装備品には大量の水が浸入していた。さらに、プリクーラー・コントロール・バルブ、プレッシャー・レギュレーター・シャットオフ・バルブ及びブリード・エア・レギュレーターには赤錆が発生



していた。

## 2.8 その他必要な事項

### 2.8.1 エンジン・ブリード・システムについて

ブリード・エアは、エンジン圧縮機の5段及び9段ステージから供給される。

N1\*2が下がり5段ステージの圧力が不十分となると、より圧力の高い9段ステージから供給される。離陸、上昇及び巡航時では、5段ステージからの圧力で十分であり、9段ステージのバルブは閉じている。

エンジン・ブリード・エア・スイッチがオンであれば、プレッシャー・レギュレーター・シャットオフ・バルブは、5段及び9段ステージからのブリード・エアをシステムの運用に適切な空気圧に維持する。また、ブリード・エアの温度が過度に高くなると、ブリード・エアの出力フローを減少させる。

プリクーラーは、ブリード・エアをファン・エアで冷却する熱交換器であり、ブリード・エアの温度を、ほぼ390° F/199°Cに維持するためのものである。

プリクーラー・コントロール・バルブは、プリクーラーへ流入するファン・エアの量を制御する。プリクーラー・コントロール・バルブの蝶形プレートは、エンジンからのブリード・エアが低温の場合にはクローズとなり、逆に高温の場合にはオープンとなることにより、ダクト内の温度を390° F/199°C～440° F/227°Cに制御する。

エンジン・ブリード・エアの温度又は圧力があらかじめ設定した制限値を超えると、各々のセンサーが働きブリード・トリップ・オフ・ライト（警報灯）を点灯させる。

（付図2参照）

### 2.8.2 同機のエンジン・ブリード・エア・コントロールについて

FL370を飛行中の条件では、N1が37～53%の場合、9段ステージからのハイ・ステージ・レギュレーターで規制されないブリード・エアがダクト側に供給される。N1が53～84%の場合、9段ステージからのブリード・エアは、ハイ・ステージ・レギュレーターにより圧力が32±6psiに保たれダクト側に供給される。N1が約84%で9段ステージから5段ステージに切り替わる。

また、N1が84～96%の場合、5段ステージからのブリード・エアがダクト側に供給され、N1が96～100%の場合、プレッシャー・レギュレーター・

---

\*2 「N1」とは、エンジンの低圧コンプレッサと低圧タービンを結んだ軸の回転速度で、ある基準の回転速度に対して実際の回転速度はどれくらいの割合であるかという表示方法で「%」を用いる。

シャットオフ・バルブにより5段ステージのブリード・エアは、 $42 \pm 8$  psiに保たれてダクト側に供給される。

同機は、8時8分ごろ巡航高度のFL370を飛行し、この時のN1はNo.1及びNo.2エンジンともに85%であった。

N1が54%に下がった約30秒後、エンジン出力は再び増加されて、N1はNo.1及びNo.2エンジンともに約82%で安定した。

(付図5参照)

### 2.8.3 ブリード・トリップ・オフ・ライトの点灯について

ブリード・トリップ・オフ・ライトの点灯は、エンジン・ブリード・エアがオーバー・ヒート ( $490^{\circ}\text{F}/254^{\circ}\text{C}$ ) あるいはオーバー・プレッシャー (180 psi) のためプレッシャー・レギュレーター・シャットオフ・バルブがクローズしたことを示す。

### 2.8.4 $490^{\circ}\text{F}$ オーバーヒート・スイッチ

ブリード・ダクト内の空気温度が $490 \pm 10^{\circ}\text{F}/254 \pm 3^{\circ}\text{C}$ を超過すると、このスイッチはクローズする。クローズすると、これに対応するエア・コンディショニング・モジュールの中のエンジン・ブリード・エア・オーバーヒート・リレーを作動させる。

その後、プレッシャー・レギュレーター・シャットオフ・バルブはクローズし、オーバーヘッド・パネル上のブリード・トリップ・オフ・ライトが点灯する。

(付図2参照)

### 2.8.5 海外整備工場における、同機のエンジン・ガスパス・クリーニングのためのウォーター・ウォッシング実施状況

同機は、機体C整備のために平成18年6月10日に中国の整備工場に入った。

そこで機体整備等を実施した後、6月26日午前中にNo.1及びNo.2エンジンのウォーター・ウォッシングを行った。

この時、同社の作業手順と異なり、スピナーの6時位置に向けて洗浄剤を散布したため、検査担当者の指示により改めてスピナーの12時の位置に向けて真水を散布した。すすぎ洗いの後、AMMに基づいて、ダクト等へ流入した水分を十分に抜き取るためエンジンの試運転を行った。

その後、同機は残りの機体整備を実施し、6月29日試験飛行を行った後、7月1日午後日本へフェリーされた。

なお、同社が海外整備工場でエンジンのウォーター・ウォッシングを実施したの

は、今回が初めてであった。

#### 2.8.6 同社によるウォーター・ウォッシングの現地調査

同社からの報告によれば、ウォーター・ウォッシングは以下のように実施された。

エンジン洗浄に際し、ブリード・エア・スイッチをNo. 1及びNo. 2両方ともオフ位置、アンチアイス・スイッチをオフ位置として、1回目は洗浄剤を入れてスピナーの6時位置に洗浄剤を散布したが、うまくエンジン・コア部に注水できていなかったため、2回目は12時位置に散布した。

1回目の洗浄剤は、ファン出口から外へ出てしまったものが多かったが、2回目はエンジン・コア出口から出てきた。

その後、AMMに基づいて3回の水によるすすぎ洗いを実施した。水による洗浄時の水流量は、22ℓ/分位であった。洗浄後5分間AMMどおり無負荷で運転し、エンジン・アンチアイスの点検等を行うとともに、空気調和装置システムをオンとしてアイドル運転を実施した。

#### 2.8.7 装備品の分解調査及び機能調査担当者の口述

これまで、多くのバルブ関係の装備品等の分解及び機能調査を実施してきたが、今回のようにバルブ等の中に水が浸入した痕跡及び水浸入による汚染物が付着していたのは初めてであった。

#### 2.8.8 同社が発行したエンジン洗浄についてのインフォメーション

同社が機材整備部門へ向け平成17年10月1日に発行したTSI (Technical Service Information) 及び機材品質インフォメーションには、以下のような記述があった。(抜粋)

B737-500のエンジン・ウォーター・ウォッシュにて、エンジンコア・セクションへの予想外に多量の水分の流入や、潤滑油システムへの水分の混入による不具合を経験しましたので、これらの不具合の紹介を行うと共に、当該作業において特に注意すべき事項をとりまとめて紹介いたします。

ウォーター・ウォッシュ作業時の厳守事項

- (1) ウォーター・ウォッシュ実施時、エンジンに供給する水の流量を守ること。  
適正流量は、19～23ℓ/分です。

\* これ以上の流量で水を散布すると、エンジンオイル・システムに水分が混入するおそれがあります。

- (2) ウォーター・ウォッシュ時に、水を散布する場所は、スピナー後方コーン後のフランジに取り付けているボルト付近に散布し、エンジンの12時位置

に集中させること。

このように散布することにより、エンジン・コアへ効率良く流入させることができる。

#### 2.8.9 エンジン洗浄に関連する同社の規定

同機のAMMには、エンジン・ウォーター・ウォッシュ後の対応について、以下のとおり記述されていた。(抜粋)

水洗い2時間以内にAMMの手順に従い水抜きを実施する。

- (1) エンジンをロー・アイドルで5分間運転
- (2) エンジン・ブリード・スイッチをオフの状態、エンジン・アンチアイス・スイッチをオン
- (3) EGTが約15℃上昇するのを確認
- (4) エンジン・アンチ・アイス・スイッチをオフ
- (5) エンジンをハイ・アイドルにセット
- (6) エンジン・ブリード・スイッチをオフの状態、エンジン・アンチアイス・スイッチをオン
- (7) EGTが約15℃上昇するのを確認
- (8) エンジン・アンチ・アイス・スイッチをオフ
- (9) エンジンをロー・アイドルで5分間運転
- (10) エンジンをシャットダウン

#### 2.8.10 同機のブリード・トリップ・オフ・ライト点灯の発生経歴

同機の飛行中の不具合発生状況について確認した結果、以下の1件の不具合が確認された。

不具合内容：

平成11年4月23日、33,000～37,000ftで飛行し、降下開始付近でレフト・ブリード・トリップ・オフライトが点灯する不具合が発生した。

整備処置：

ブリード・エア関連装備品を交換したが、不具合は継続した。その後、1万時間以上使用し、漏洩孔のあったプリ・クーラーを予備品と交換して、本不具合は解決した。

#### 2.8.11 飛行中に与圧装置の故障が発生したときの措置について

同社のOperations Manual (以下「OM」という。) 第10章 緊急対策、10-4 各種緊急事態の処理、10-4-7 与圧装置の故障に、飛行中に急減圧が発生した

ときの措置に関し、次のとおり記述されている。(抜粋)

飛行機が飛行中に与圧を喪失した場合運航乗務員は、直ちに飛行機運用規程の定めに従う。

なお、本規程3-7-1 (性能運用限界に係わる制限) に定める最低安全高度未滿の飛行が必要な場合、機長は衝突防止に充分注意するとともに、可及的すみやかに管制機関に連絡する。

## 2.8.12 客室高度警報発生時又は急減圧発生時の手順について

同社の飛行機運用規程 (以下「AOM」という。) 第2章 緊急・故障時操作 (別冊) には、“CABIN ALTITUDE WARNING HORN及び RAPID DEPRESSURIZATION” に関し、概略次のように記載されている。(抜粋)

### (1) CABIN ALTITUDE WARNING HORN /RAPID DEPRESSURIZATION

Condition : 以下の状況が1つ以上発生した。

・ Intermittent Cabin Altitude/Configuration Warning Hornが鳴った。

・ 10,000ftを超える高度において急激にCabin PressureがLossした。

Oxygen Masks . . . . . ON PLT\*3

Pack Switches . . . . . HIGH PNF

Pressurization Mode Selector . . . . . MAN PNF

[Pack SwitchのHIGH位置への切り替え後Cabin Rate of Climbが降下していたら、Cabin Rate of Climbが安定してからMANに切り替える。]

Outflow Valve Switch . . . . . CLOSE PNF

[既にCabin Rate of Climbが降下していたなら、CLOSEにしなくてよい。]

・ 与圧が回復したら、Manual Operationを継続する。

Cabin AltitudeをControlできなければ:

[機長の統制下において、同時に各々のChecklistを実施する。]

Emergency Descent . . . . . INITIATE PF

[Flight Interphoneにより、“Emergency Descent” をCallする。]

Altitude Selector . . . . . 10,000FT OR LOWEST SAFE

ALTITUDE, WHICHEVER IS HIGHER . . . . . PF

[Level off AltitudeをSetする。]

[Lowest Safe Altitudeとは入手できるSafe Altitude情報 (“MEA” \*4, “

---

\*3 「PLT」とは、すべての運航乗務員を指す。

\*4 「MEA」とは、計器飛行方式で飛行する場合の最低経路高度をいう。

MOCA” \*5、 “MORA” \*6、 “Grid MORA” \*7) および “経路上の最高障害物に 2,000ftを加えた高度” の中で最も低い高度である。]

LVL CHG Switch . . . . . PUSH PF

Structural Damageがない場合：

Speed Selector . . . . . SET VMO/MMO\*8 PF

・High Speed Descentを実施する。

Thrust Levers . . . . . CLOSE PF

Speedbrake . . . . . FLIGHT DETENT PF

HDG Selector and

HDG SEL Switch (if Desired) . . . . . SET AND PUSH PF

Cabin Signs . . . . . ON PNF

Passenger Oxygen Switch (if Required) . . . . . ON PNF

[Cabin Altitude が13,000ftを超えてPassenger Oxygen Systemが作動して  
いない場合は、ONにする。]

Engine Start Switches . . . . . CONT PNF

Transponder . . . . . 7 7 0 0

Speed Brake . . . . . DOWN DETENT PF

[SmoothにSpeed Brake LeverをDown位置にして、Level offする。所望  
のAir SpeedでStabilizeさせる。]

Altimeters . . . . . SET&X-CHECK PLT

Crew Oxygen Regulators . . . . . NORMAL PLT

[Cabin Altitudeが10,000feetを超える時、Flight CrewはOxygen Maskを  
使用しなければならない。Oxygenを節約するために、NORMAL/100%  
SelectorをNORMALに切り替える。]

Engine Start Switches . . . . . CONT/OFF PNF

・Cabin Altitudeが13,000ft以下になったら、客室乗務員にOxygen Maskを  
はずしてもよい旨知らせる。

---

\*5 「MOCA」とは、最低障害物間隔高度をいい、航空路などの中心線から一定の範囲にある障害物の高さに  
所定の垂直間隔を加えて得られる高度をいう。

\*6 「MORA」とは、Minimum Off Route Altitudeの略で、ルートを中心から左右10nm以内に位置する障害  
物から一定の間隔をとって設定されたもの。

\*7 「Grid MORA」とは、緯線・経線によって囲まれた範囲内の障害物から一定の間隔を取って設定されたも  
の。

\*8 「VMO/MMO」とは、最大運用限界速度をいい、上昇・巡航・降下などのすべての飛行段階で故意に超過  
してはならない速度をいう。

[Cabin Altitudeが10,000ft以下になったら、運航乗務員はOxygen Maskをはずしてもよい。]

## (2) BLEED TRIP OFF

Condition : BLEED TRIP OFF Lightの点灯は、Engine Bleed Airの温度または圧力が過度であることを示す。

Wing Anti-Ice Switch . . . . . OFF PNF

Trip Reset Switch . . . . . PUSH PNF

[Bleed Airの温度がLimit未満に下がっていれば、BLEED TRIP OFF Lightは消灯する。]

BLEED TRIP OFF Lightが点灯のままなら :

Pack Switch (Affected Side) . . . . . OFF PNF

[FlapがUpならば、作動しているPackがHigh Flow ModeにRegulateされる。]

・ Icing Conditionを避ける。

## 3 事実を認定した理由

3.1 機長及び副操縦士は、適法な航空従事者技能証明及び有効な航空身体検査証明を有していた。

3.2 同機は、有効な耐空証明を有し、所定の整備及び点検が行われていた。

3.3 同機が巡航中に気圧の異常低下に至った経過

(1) 2.1.1のDFDR記録から、同機がFL370を巡航中、8時10分05秒に操縦室内でマスター・コーション・ライトとシステム・アナンシエーターの「AIR COND」ライトが点灯したこと

(2) 2.1.1のDFDR記録及び機長の口述から、降下開始後の8時10分44秒に客室高度警報が発生したこと

(3) DFDR記録及び機長の口述から客室高度警報装置が作動した後、8時13分27秒に客室内酸素マスクが自動展開したこと

以上のこと及び2.5.5、2.5.6から、同機がFL370からの降下開始直後に客室高度が約10,000ftになり、客室高度警報装置が作動し、それから3分以内に客室高度が約14,000ftになり、客室内酸素マスクが自動展開したと推定される。ま

た、DFDRの記録からこの時4,000 fpmで、10,000 ftへ向け降下していたものと推定される。

3.4 2.1.2(1)及び(2)から、同機が巡航中に機内の気圧が異常低下したため、機長及び副操縦士は、2.8.11で述べたOMの手順及び2.8.12で述べたAOMの手順に従い、酸素マスクを装着し、与圧モード・セレクターを“MANUAL”にして、10,000 ftまで降下したものと推定される。

### 3.5 同機のブリード・エアの供給源

同機は、FL370で飛行中2.8.2に記述したとおり、No.1及びNo.2エンジンのN1は85%であったことから、ブリード・エアは、高圧圧縮機の5段ステージから供給されていたものと推定される。

また、FL370で巡航中乱気流に遭遇し、対気速度の増加をおさえるためエンジン出力が急に絞られた時、両エンジンのN1は85%から約54%となった。この時、2.8.2に記述したとおり、ブリード・エアの供給源は、高圧圧縮機の5段ステージから9段ステージに切り替わり、より高温のブリード・エアを9段ステージ高圧圧縮機から取り込んでいたものと推定される。

さらに、N1が54%に下がった約30秒後、エンジン出力は再び増加されて、N1はNo.1及びNo.2エンジンともに約82%で安定した。

### 3.6 No.1及びNo.2オーバーヒート・スイッチの作動について

9段ステージからより高温のブリード・エアがプリクーラーに流入した時、2.7.5(2)及び(4)に記述したとおり、ファン・エアをコントロールするプリクーラー・コントロール・バルブのNo.1及びNo.2ともに汚染物等が付着していたことから作動が緩慢となり、プリクーラーに十分な量のファン・エアを送ることができず、必要な冷却効果が得られなかったため、No.1及びNo.2のオーバーヒート・スイッチが作動し、両方のブリード・バルブがクローズとなり（両方のブリード・トリップ・オフ・ライトが点灯した）、機内の気圧の異常低下となったものと推定される。

### 3.7 プリクーラー・コントロール・バルブ内部への汚染物等の付着要因

プリクーラー・コントロール・バルブ内部に汚染物等が付着したことについては、2.8.5に記述したとおり同機の機体のC整備時において、エンジン・ガスパス・クリーニングのウォーター・ウォッシングの時、多量の洗浄剤がブリード・エア関連装備品のバルブ等に浸入したものと推定される。

その後、AMMに基づいて水を抜き取るための試運転を実施したが、ブリード・



エア関連装備品のバルブ等に水が滞留したものと推定される。

また、試運転実施後約3日間駐機していたために、滞留した水に含まれた洗浄剤が自然乾燥後残渣となり、汚染物としてプリクーラー・コントロール・バルブの作動を緩慢にしたものと推定される。

### 3.8 エンジンのウォーター・ウォッシング後の処置

2.7.9に記述した同型式エンジンを使用しての試験結果から、エンジン・ウォーター・ウォッシング後はバルブ等に水が浸入しており、さらに、このままの状態ではエンジンを数日間放置しておく、プリクーラー・コントロール・バルブ、プレッシャー・レギュレーター・シャットオフ・バルブ及びブリード・エア・レギュレーターには赤錆等が発生した。

このことから、本重大インシデントの場合、エンジン・ウォーター・ウォッシング後3日間放置していたことにより汚染物等が付着したものと推定される。

ウォーター・ウォッシング時は、AMMに基づいてブリード・エア・スイッチをオフ、アンチアイス・スイッチをオフ位置として、スピナーの12時位置に水を集中することが重要である。また、AMMに基づいてブリード・エア関連装備品のバルブ等の水の抜き取りを実施した後、翌日は運航に供するか、またはウォーター・ウォッシングを運航間で実施するなどすれば、本重大インシデントは回避できたものと推定される。

### 3.9 ブリード・エア関連装備品のバルブ等への水分の浸入の要因

2.7.9の記述からエンジン・ガスパス・クリーニングのためのウォーター・ウォッシング時、5段及び9段ステージ高圧圧縮機のブリード・エアのマニホールドに滞留した洗浄剤や水が、AMMに基づいて実施したエンジン・ウォーター・ウォッシング後の対応で、ブリード・スイッチ・オンの状態でエンジンのアイドル運転を実施した際、供給ライン（ブリード・ダクト等）及び制御ラインを経由して、ブリード・エア関連装備品のバルブ等へ浸入したものと考えられる。

## 4 原因

本重大インシデントは、同機がFL370を飛行中乱気流に遭遇し、対気速度超過を避けるためエンジン出力を急に低下させたことにより、ブリード・エアの供給源が切り替わり、より高温のブリード・エアがプリクーラーに流入したが、ブリード・

エアが十分に冷却されず、オーバーヒート・スイッチが作動したため、両系統のブリード・バルブがクローズとなり、航空機内の与圧に必要な空気が供給されず気圧の異常な低下となったことによるものと推定される。

オーバーヒート・スイッチが作動したことについては、プリクーラー・コントロール・バルブが汚染物等の付着から作動が緩慢になったことによるものと推定される。

また、ブリード関連装備品のバルブ等への汚染物等の付着については、エンジンのガスパス・クリーニングのためのウォーター・ウォッシング後、関連装備品へ多量に浸入した洗浄剤等に対する水抜きが完全でなかったことによるものと推定される。

## 5 参考事項

### 5.1 同社が講じた再発防止措置

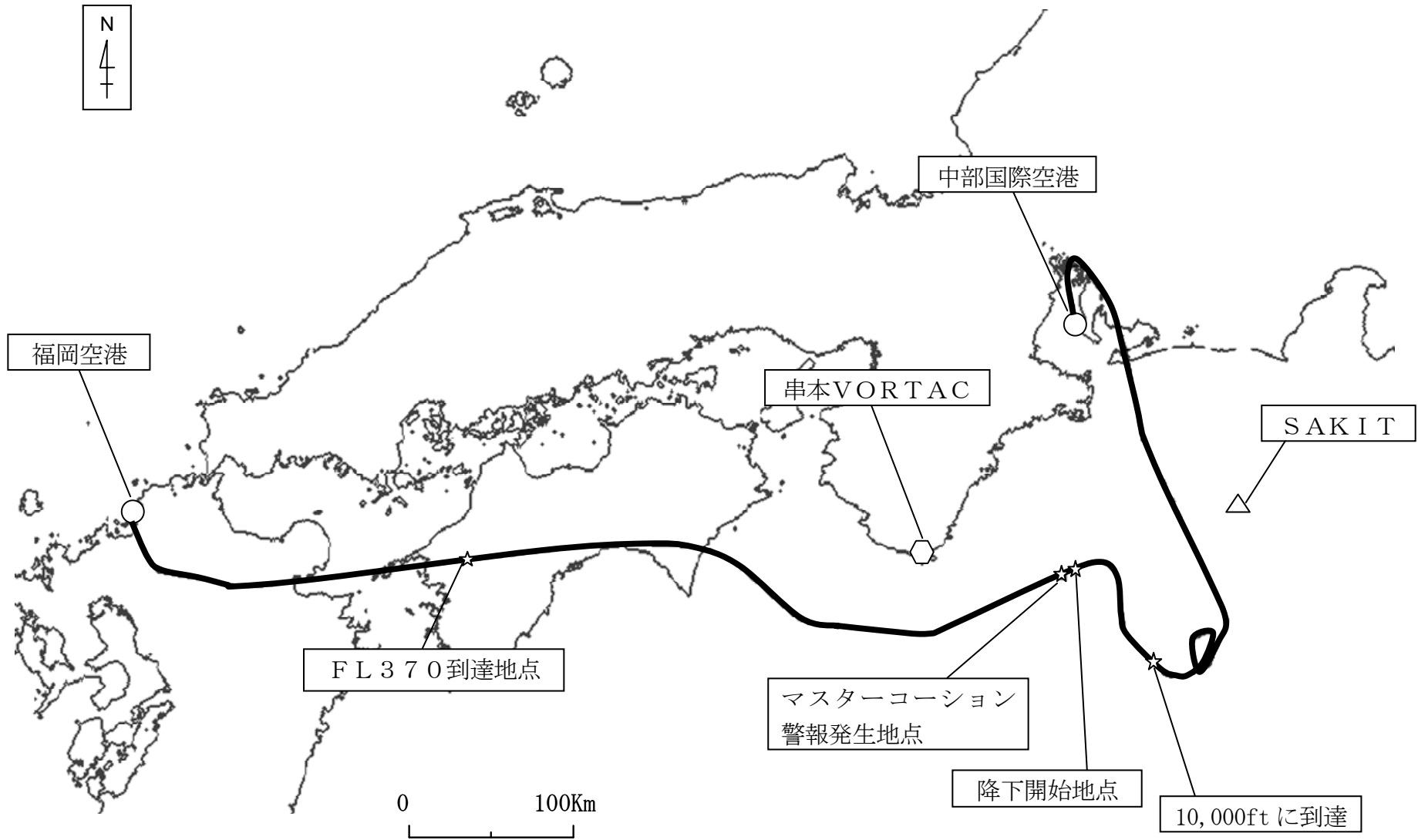
本重大インシデント後、同社は同型式機のエンジンのウォーター・ウォッシング後の水抜きを完全にするために、T S I よりも優先度の高い機体作業基準ブリテンで以下の事項を含む改善対策を実施した。なお、ウォーター・ウォッシングについては、自社で実施することとなった。

- (1) ウォーター・ウォッシング実施時のブリード・スイッチ「オフ」の必要性を再度周知徹底する。
- (2) ウォーター・ウォッシング実施後は、48時間以内に必ず1便以上運航に供する。これが実施不可能な場合には、少なくともN1を80%以上で5分間試運転する。
- (3) 洗浄剤を使用するウォーター・ウォッシングの場合には、必ず5段及び9段ステージ高圧圧縮機の圧力センシング・ラインを外して実施する。

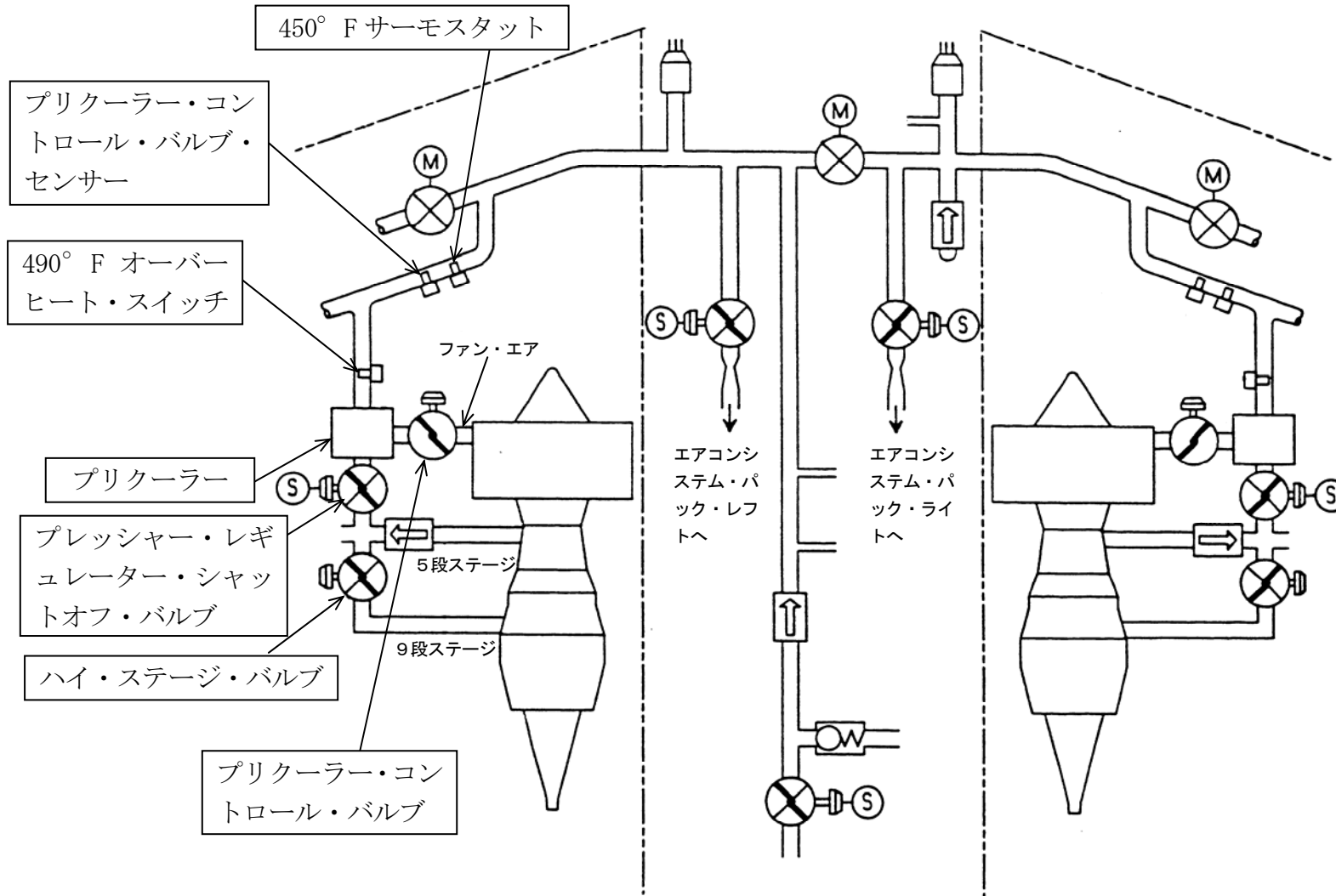
### 5.2 航空機製造会社が講じた再発防止措置

航空機製造会社は、本重大インシデント発生前のAMMには、ウォーター・ウォッシングにおいて水散布前に行う作業として、アンチアイス・スイッチ及びブリード・スイッチを「オフ」とすることを一つの項目に規定していたが、本重大インシデント後、本作業の重要性に鑑み、2007年7月12日付けでAMMを改訂し、それぞれのスイッチ操作を二つの項目に独立させて規定した。

付図1 推定飛行経路図

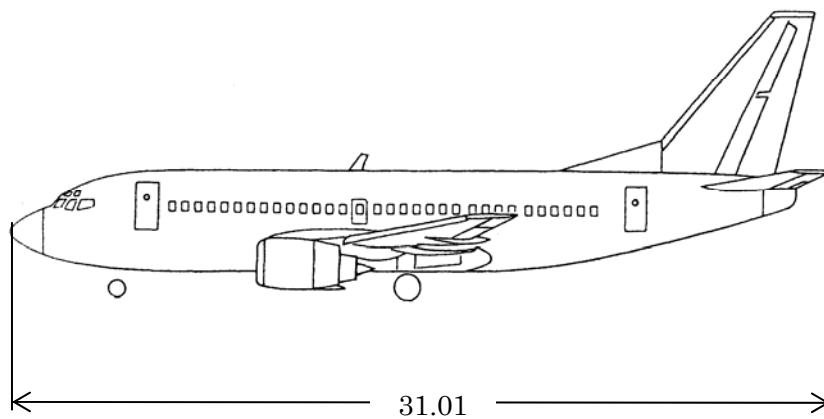
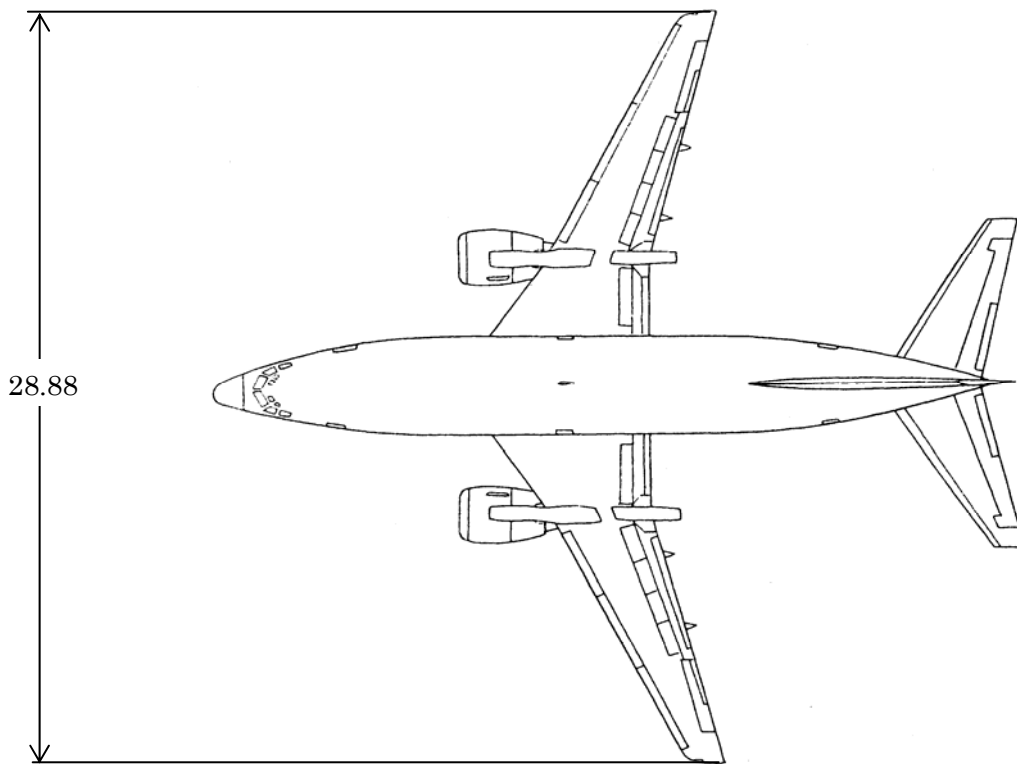
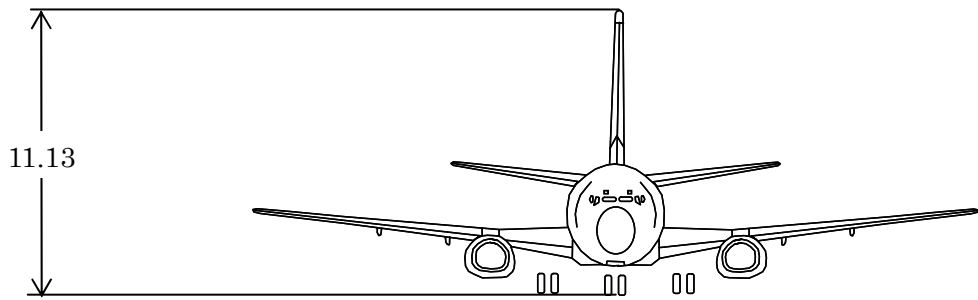


付図2 ブリード・エア関連装備品系統図

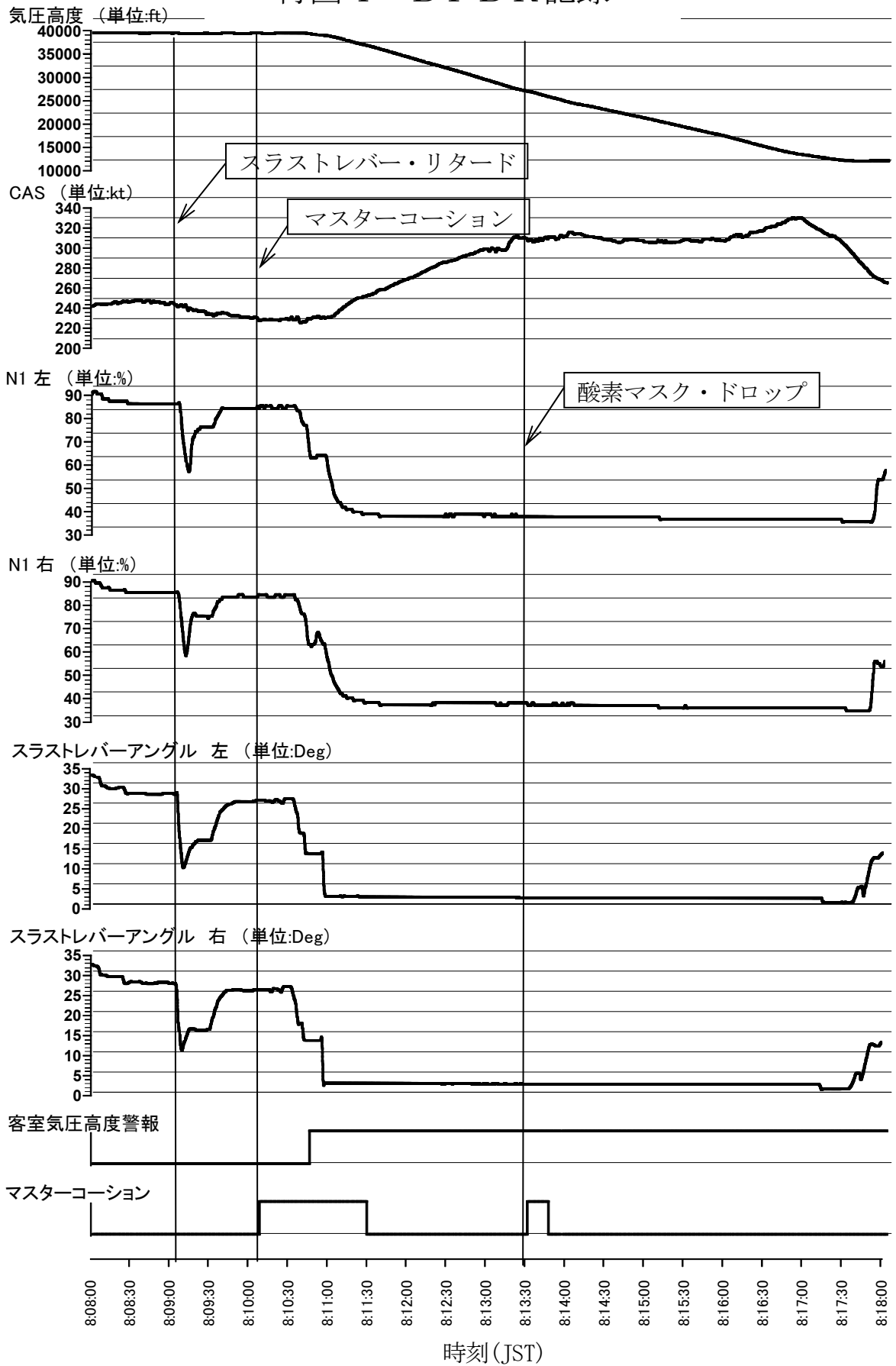


付図3 ボーイング式737-500型三面図

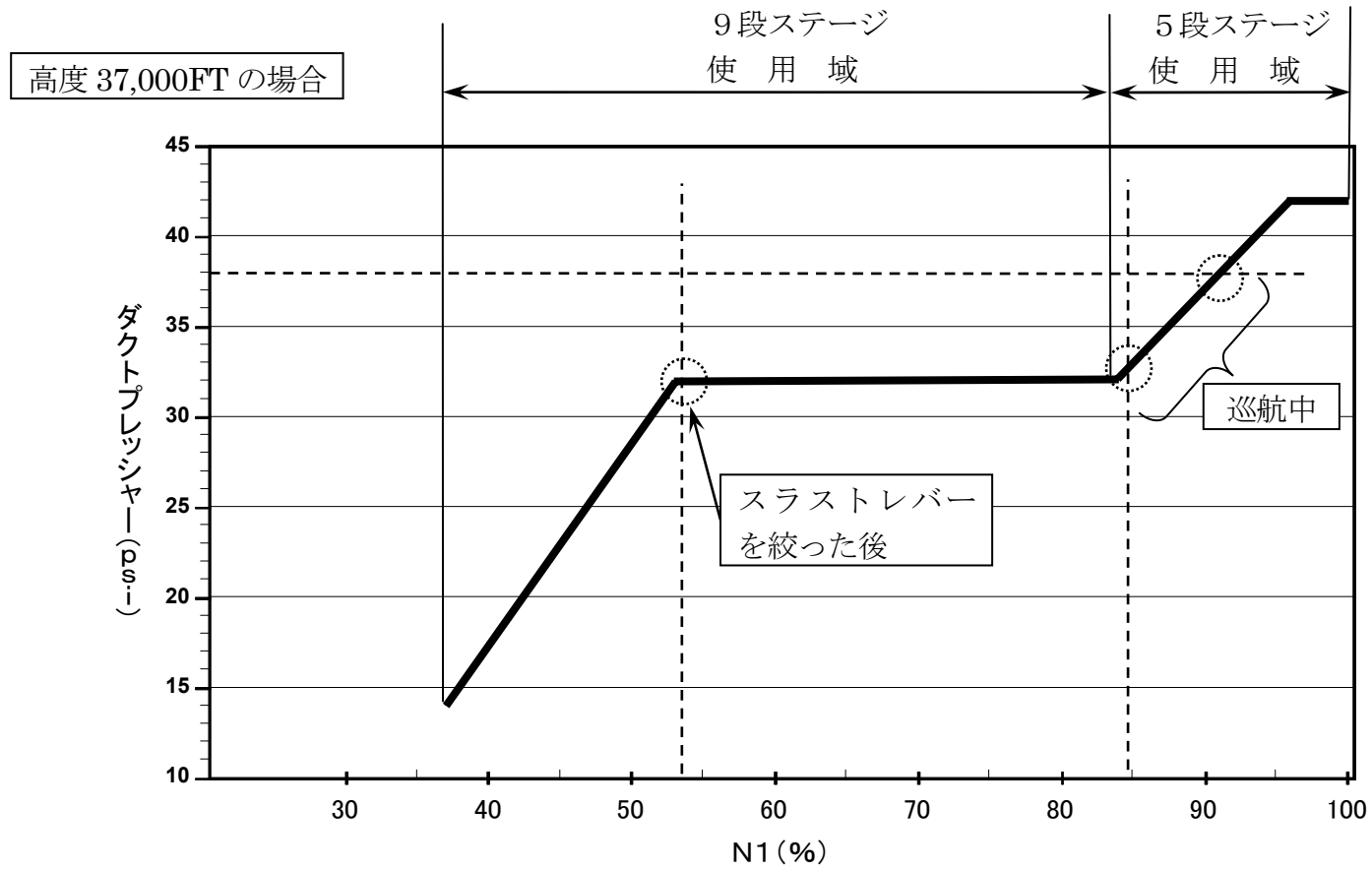
単位：m



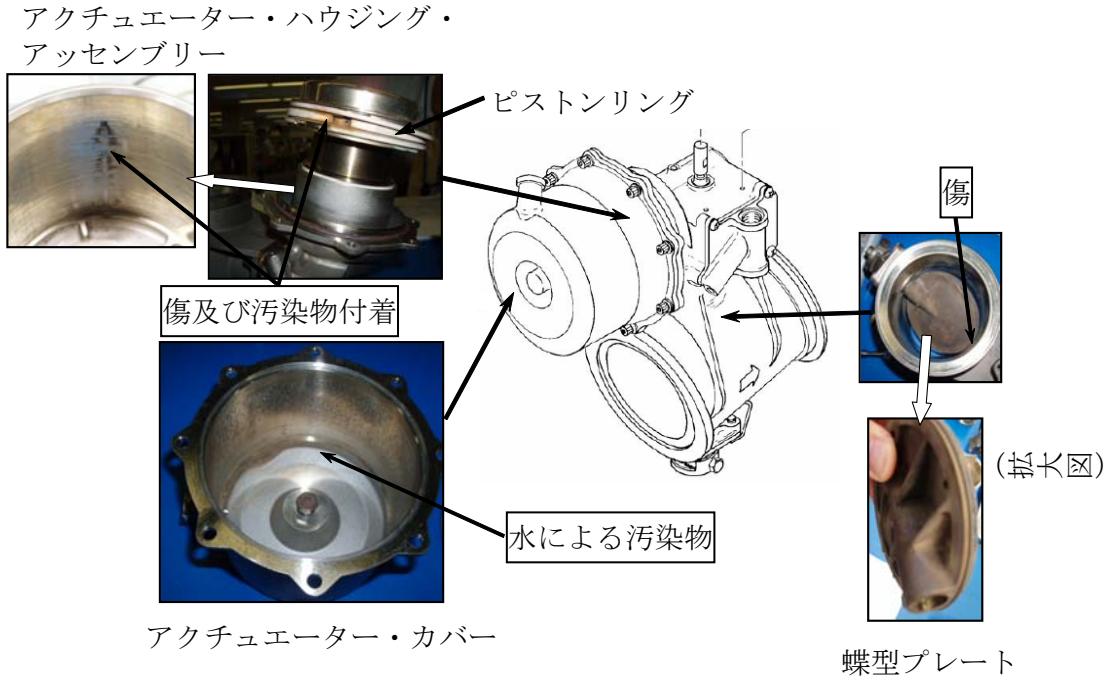
# 付図4 DFDR記録



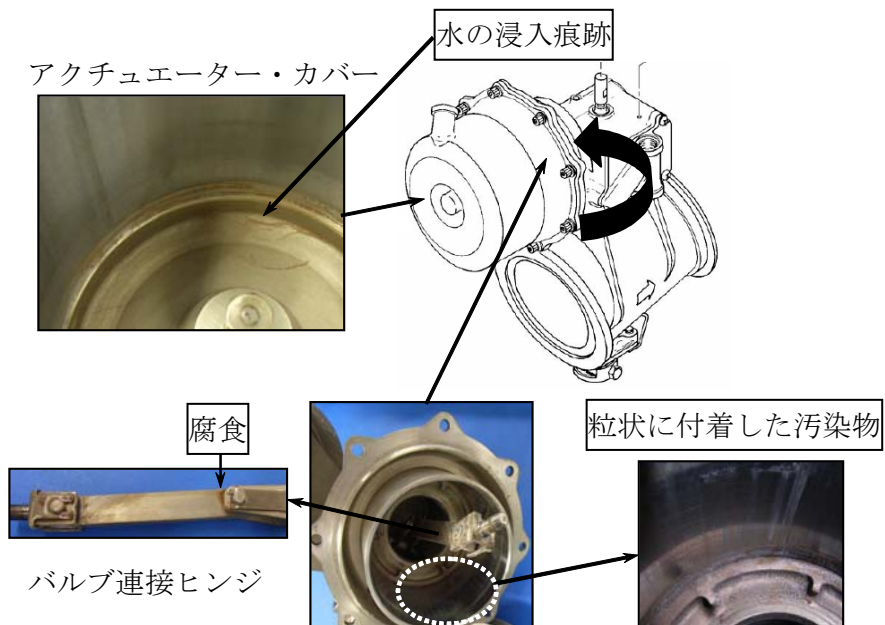
付図5 ブリード・エア・コントロール表



## 写真1 No.1 PRSOV 分解状況

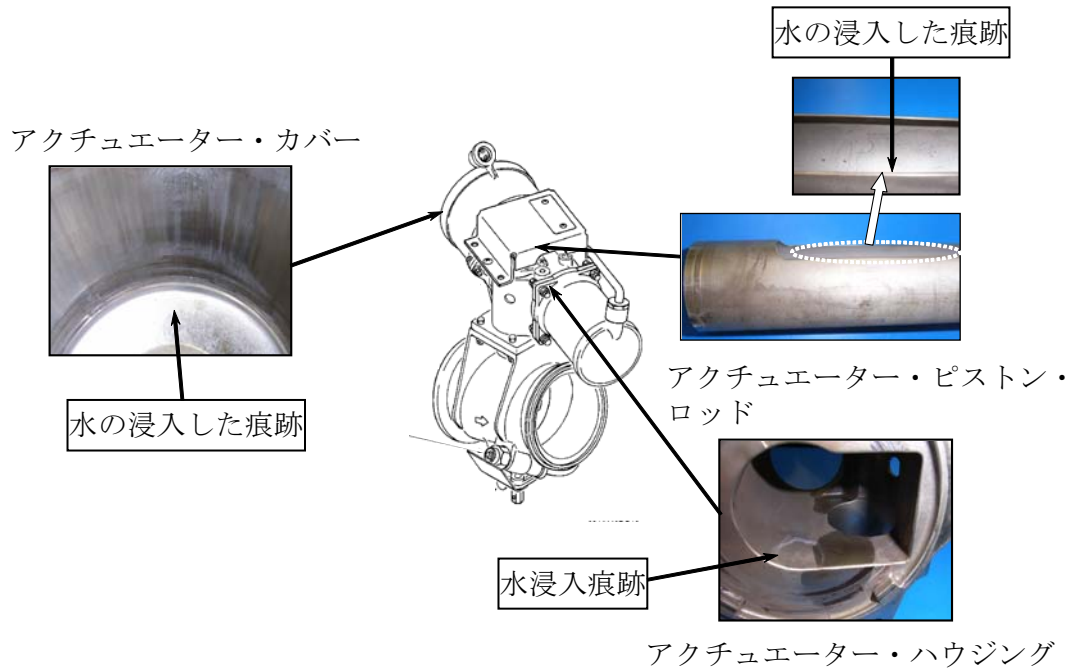


## 写真2 No.2 PRSOV 分解状況

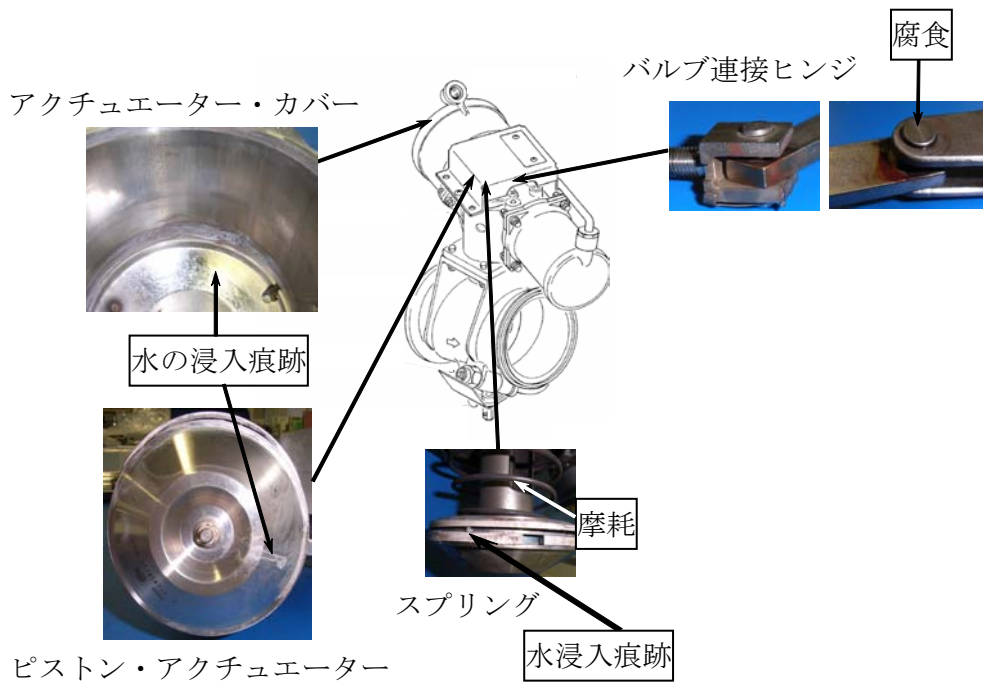




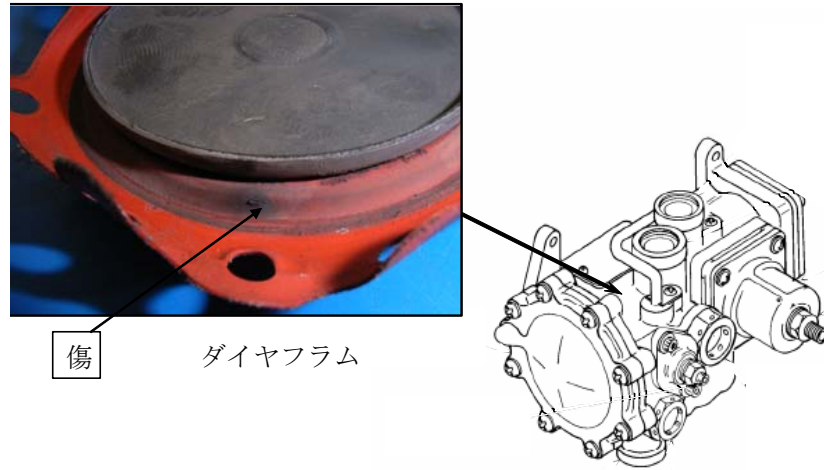
### 写真3 No.1 HSV 分解状況



### 写真4 No.2 HSV 分解状況



## 写真5 No.1 HSR 分解状況



## 写真6 No.2 HSR 分解状況

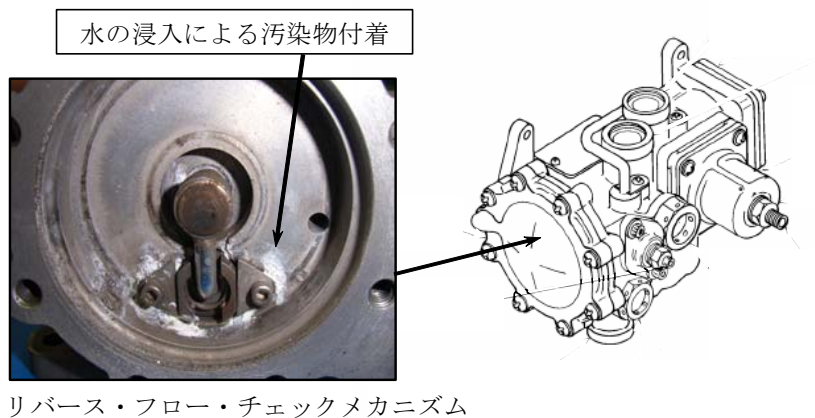


写真7 No.1 プリクーラー試験状況

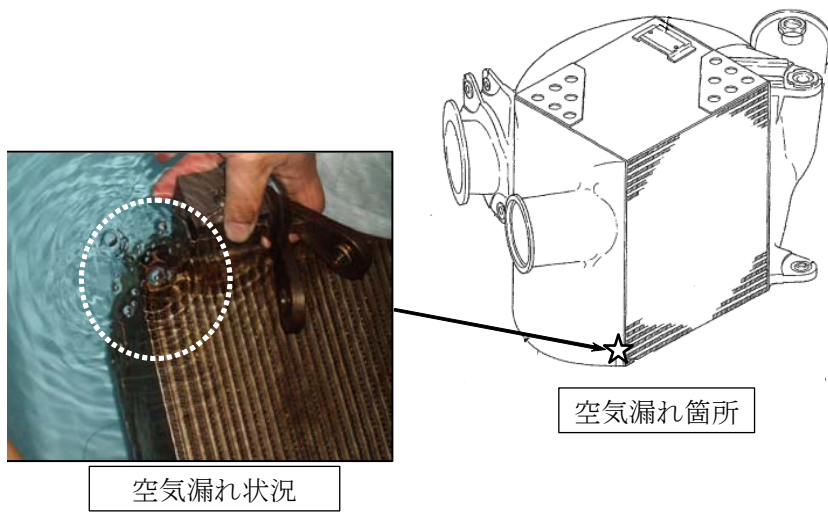
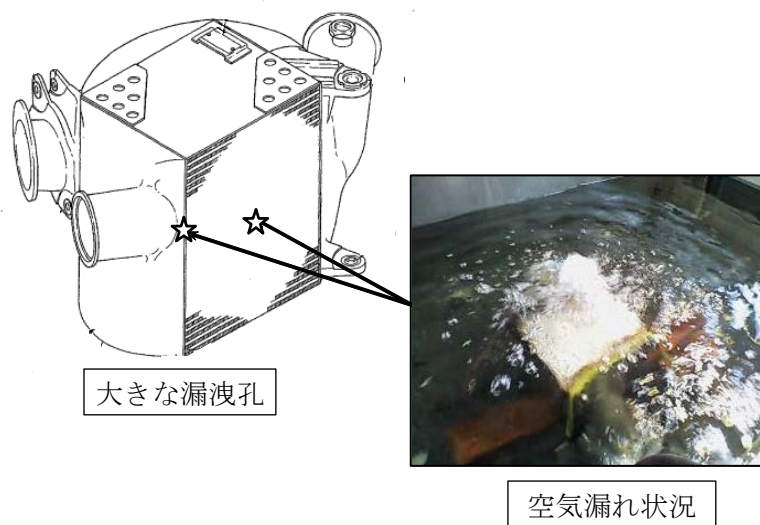
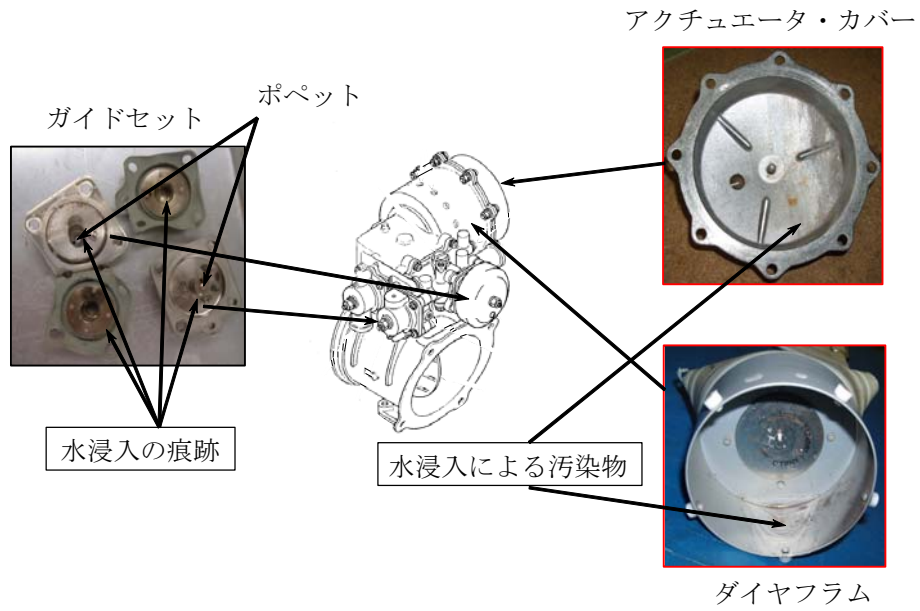


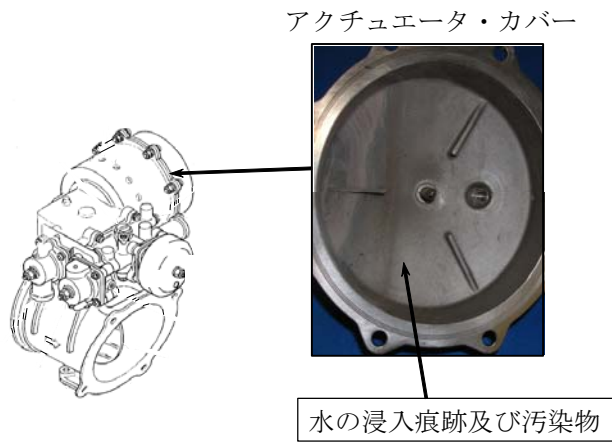
写真8 No.2 プリクーラー試験状況



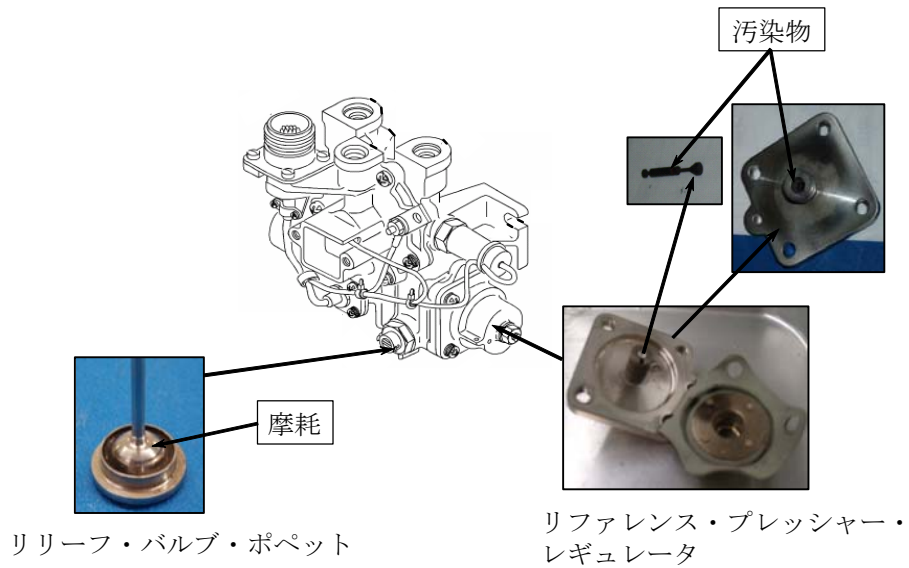
# 写真9 No.1 PCV 分解状況



# 写真10 No.2 PCV 分解状況



# 写真11 No.1 BAR 分解状況



# 写真12 No.2 BAR 分解状況

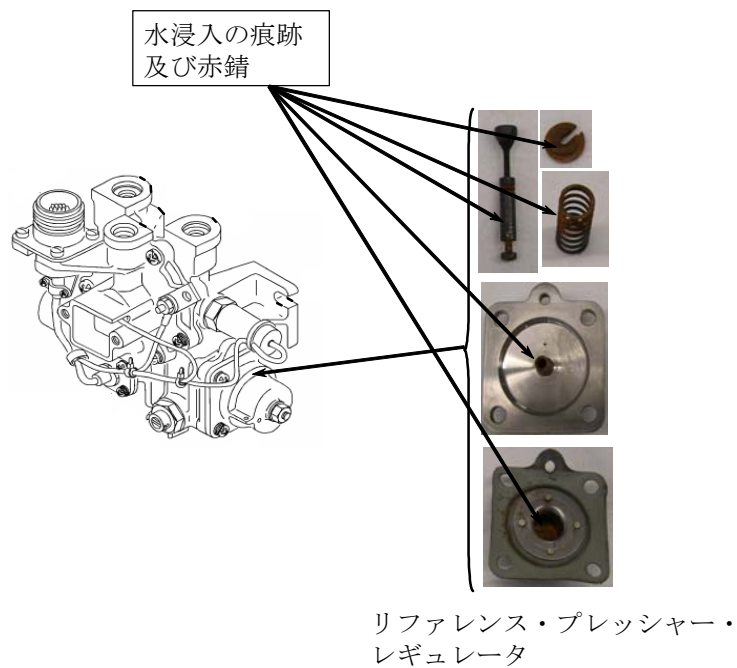
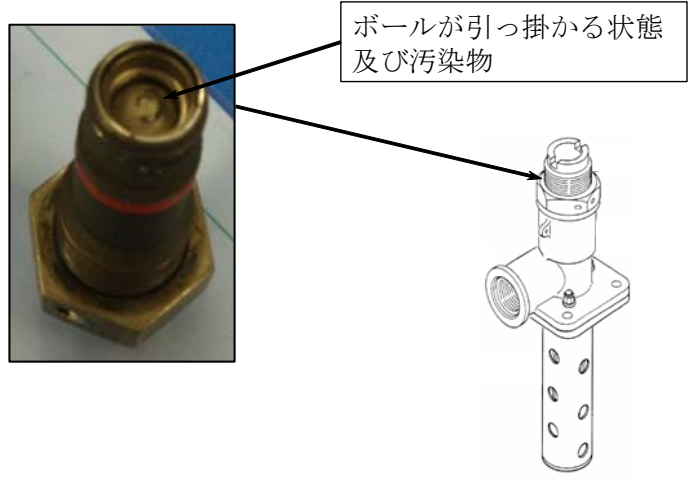


写真13 No.1 プリクーラー・センサー 分解状況



## 《参 考》

本報告書本文中に用いる解析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「3 事実を認定した理由」に用いる解析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

①断定できる場合

・・・「認められる」

②断定できないが、ほぼ間違いない場合

・・・「推定される」

③可能性が高い場合

・・・「考えられる」

④可能性がある場合

・・・「可能性が考えられる」