

AA2010-3

航空事故調査報告書

I	個	人	所	属	J A 4 1 0 6
---	---	---	---	---	-------------

II 朝 日 航 洋 株 式 会 社 所 属 J A 9 6 9 0

平成22年 3 月 2 6 日

運輸安全委員会

本報告書の調査は、本件航空事故に関し、運輸安全委員会設置法及び国際民間航空条約第13附属書に従い、運輸安全委員会により、航空事故及び事故に伴い発生した被害の原因を究明し、事故の防止及び被害の軽減に寄与することを目的として行われたものであり、事故の責任を問うために行われたものではない。

運輸安全委員会
委員長 後藤 昇 弘

《参 考》

本報告書本文中に用いる分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 分 析」に用いる分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」
・・・「可能性があると考えられる」

I 個 人 所 属 J A 4 1 0 6

航空事故調査報告書

所 属 個 人

型 式 ソカタ式TB10型

登録記号 JA4106

発生日時 平成20年7月26日 17時23分ごろ

発生場所 長崎空港B滑走路東側約200mの海上

平成22年 2 月17日

運輸安全委員会（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 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

個人所属ソカタ式TB10型JA4106は、平成20年7月26日（土）、慣熟飛行のため、長崎空港B滑走路32からの離陸上昇中に、機内に異臭が漂い白煙が侵入してきたため、直ちに長崎空港B滑走路32へ着陸しようとしたが、17時23分ごろ長崎空港B滑走路東側約200mの海上に不時着水した。

同機には、機長ほか2名が搭乗していたが、1名が死亡し、1名が重傷、1名が軽傷を負った。同機は大破した。

1.2 航空事故調査の概要

1.2.1 調査組織

航空・鉄道事故調査委員会は、平成20年7月26日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか2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、事故機の設計・製造国であるフランスの代表が参加した。

1.2.3 調査の実施時期

平成20年7月27日～31日 機体調査及び口述聴取

平成20年10月16日 口述聴取

1.2.4 経過報告

平成21年8月28日、その時点までの事実調査結果に基づき、国土交通大臣に対して経過報告を行い、公表した。

1.2.5 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。

1.2.6 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 事実情報

2.1 飛行の経過

個人所属ソカタ式TB10型JA4106（以下「同機」という。）は、平成20年7月26日、慣熟飛行のため機長ほか2名が搭乗し、佐賀、長崎空港間の往復飛行を行う予定で、往路は、佐賀空港を15時38分に離陸し、長崎空港に16時02分に着陸した。

復路について大阪航空局長崎空港事務所に提出された同機の長崎空港から佐賀空港までの飛行計画書の概要は、以下のとおりであった。

飛行方式：有視界飛行方式、出発地：長崎空港、移動開始時刻：17時15分、
巡航速度：110kt、巡航高度：VFR、経路：竹崎（位置通報点）、

目的地：佐賀空港、所要時間：30分、

持久時間で表された燃料搭載量：4時間30分、搭乗者：3名

同機がその後事故に至るまでの飛行の経過は、管制交信記録、航空管制用レーダー記録並びに機長、重傷を負った操縦者（以下「操縦者A」という。）及び長崎空港事務所航空管制官（以下「管制官」という。）の口述によれば、概略次のとおりであっ

た。

同機は、17時20分00秒に離陸許可を受け、滑走路32からの離陸滑走を開始し17時21分に離陸した。同機が、浮揚後右旋回を開始し滑走路を離れた後、同22分00秒、管制官に対してライト・ダウンウインド経由で着陸する旨を通報すると、同22分30秒、管制官は同機に対して滑走路32への着陸を許可した。その後、同機はいったんライト・ダウンウインドに入ったが、右旋回を行い大村湾に着水した。

(1) 機長

私は、佐賀空港に午後3時前に到着した。飛行規程に基づく飛行前点検は既に他の操縦者2名が終わらせていたので、気象ブリーフィングを行い長崎空港を往復することとし、出発前のエンジン試運転を行った。長崎空港までの飛行は、私が左前席、操縦者Aが後方客席、もう一人の操縦者（以下「操縦者B」という。）が右前席に着座し、私が操縦して竹崎経由で長崎空港に向かい16時02分着陸した。

長崎空港では、1時間近く休憩を取り、その後佐賀空港に戻るため、私と操縦者Aで飛行前点検を行い、私が後方客席、操縦者Aが左前席、操縦者Bが右前席に着座してエンジン試運転を行い、操縦者Aが操縦して滑走路32から離陸を開始した。離陸滑走は通常どおりで、滑走路の中央付近で浮揚したが、右旋回を始めたころ、機内にプラスチックが焦げたようなにおいが漂い、操縦席の左側通気口から薄い茶色がかった白煙が入ってきた。このときから操縦は、操縦者Bに代わっており、操縦者Bは管制官に対し、引き返して着陸したい旨を伝えた。場周経路に入った後、スロットルを吹かしたと思うが、左側通気口から煙が一気に入ってきて、これはただごとではないと感じた。機体は、このときぐらいから降下し始め、操縦者Bは再び右旋回を開始した。着水するころには、機軸は滑走路とほぼ平行で、機体は少し右に傾いていた。着水すると水が一気に機内に入ってきて、すぐに沈み始めた。水中で出口を探して脱出し、水面に出ると操縦者Bがいて、操縦者Aは、しばらくして水面に出てきた。操縦者Bから、「泳いで行きましょう」と声をかけられたが、私は、脱出するのが精一杯だったし、泳ぎに自信がなかったので「だめだ」と言って、近くの浮遊物をつかんで救助を待つことにした。その後、誰がどのようになったかは見ていない。

いずれの空港でも出発するときに行った飛行前点検やエンジン試運転時に異常は感じていなかったし、長崎空港を離陸してからもエンジン音に異常は感じなかったが、上昇旋回速度は遅く感じた。また、プロペラは最後まで回っていたがエンジン出力が得られていないように感じた。

私たちは、5名でクラブを作り飛行しており、操縦者Bはいつもフライト仲間の中心的存在だった。飛行機の駐機場は佐賀空港で、定期整備や不具合が発生したときは、その都度空港内の整備会社をお願いしているので、日常的にクラブ員が行う点検は、清掃やエンジンオイルの継ぎ足しをする程度で、エンジンカウリング（以下「カウリング」という。）を外すような点検を行ったことはなく、これまでも機体の異常を感じたことはなかった。

(2) 操縦者A

私は、佐賀空港に到着後、操縦者Bのチェック項目の読み上げに従って機体の飛行前点検を行った。気象を皆で確認して長崎空港に向かうこととし、機長が操縦して佐賀空港を離陸した。

長崎空港出発時は、私が機長のチェック項目の読み上げに従ってエンジン試運転を行い、機体に異常がないことを確認し、私が操縦して滑走路32から離陸した。

通常どおり離陸滑走を行い、どの辺で浮揚したか覚えていないが、浮揚するとすぐプラスチックが焦げたようなにおいがして煙が機内に入ってきたので、操縦者Bがすぐに操縦輪をとり操縦を交替した。操縦者Bは管制官に着陸したい旨の交信をした後、場周経路に入った。高度は約250ftぐらいだったと思う。その後、操縦席左通気口から煙が出てきた。操縦者Bは、私たちに「着水する」と言って、右に旋回をした。着水するまで機体はコントロールできていたと思う。

機体は、着水後すぐに沈みだしたが、何とか水面に出ることができ、周りを見るとすでに2人は浮上していた。操縦者Bが「泳いで行きましょう」と言い滑走路のある岸壁に泳いで行った。私も操縦者Bの後について泳ぎだしたが、7～8m行ってから戻り、近くの浮遊物をつかんでゆっくり岸の方に泳ぎ救助を待った。岸から50～70mくらいのところで救助隊員が浮き輪を持ち、ロープを張りながら泳いできて救助された。救助されるまで30分くらい泳いだと思う。

離陸後、エンジンに異音や振動はなく、着水するまでプロペラは回っていた。煙は機内に充満することなく後方へ抜けて行ったので、前方が見えなくなるというほどではなかった。

(3) 管制官（飛行場管制席）

私は、同機に対し滑走路32からの離陸許可を発出した。離陸は、17時21分ごろで、誘導路T-3付近で浮揚後、上昇しながら右旋回を開始した。旋回を開始して間もなく着陸したい旨の通報と、その後滑走路32のライト・ダウンウインドに入り着陸する旨の通報があったので、着陸許可を与えた。煙

は、同機がライト・ダウンウインドに入ったころから、機体後方に筋を引くように出ているのが確認できた。ライト・ダウンウインドを少し飛行して、右旋回を開始し出すと機首の左側面が見え始め、そこには夕日のようなオレンジ色の丸い火が見えた。その後は、スロープを描くような感じで着水した。着水後双眼鏡で確認すると泳いでいる人が見えた。

同機からは、緊急状態を告げる通報はなく、煙を見るまでは不時着をしなければならぬような緊急事態が起こっているとは思わなかった。

(4) 管制官（地上管制担当）

同機がどこで浮揚したかは記憶にないが、離陸後右旋回をしたころに、着陸したい旨の通報があった。飛行機を見ていると滑走路32のライト・ダウンウインドに入ろうとしていた。何らかのトラブルが発生したと思い様子を見てみると、黒い煙の筋を後方に引いていた。緊急電話を使用して状況を長崎空港事務所航空保安協会（以下「航空保安協会」という。）と長崎空港事務所航空管制運航情報官（以下「運航情報官」という。）に伝えた。滑走路には着陸できるだろうと思っているとその後右旋回を始め、着水したので航空保安協会と運航情報官にその旨を伝える（17時23分ごろ）とともに、海上自衛隊第22航空群（以下「海自航空群」という。）に対して救助船の出動依頼を行った。

本事故の発生場所は、長崎空港B滑走路東側約200m（北緯32度55分6秒、東経129度54分01秒）の海上で、発生時刻は17時23分ごろであった。

（付図1 推定飛行経路図 参照）

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

操縦者Bが死亡し、操縦者Aが重傷を負い、機長が軽傷を負った。

2.3 航空機の損壊に関する情報

2.3.1 損壊の程度

大 破

2.3.2 航空機各部の損壊の状況

不時着水後海底に沈んでいた同機を引き上げ、その後長崎空港において確認した損壊の状況は以下のとおりであった。

- | | |
|-----------|-------------|
| (1) 右主翼 | 翼根から破断、翼端損傷 |
| 左主翼 | 翼端損傷 |
| (2) カウリング | 左側：破断及び焼損 |

- | | |
|---------------|---------------------------------------|
| (3) エンジン | LH*1フロント・マニホールドがエグゾースト
パイプから外れていた。 |
| (4) ホース | 焼失 |
| (5) ウインド・シールド | 破損 |

2.3.3 主な計器指示器及びエンジンコントロール・レバー等の位置

スイッチ、レバーの位置は以下のとおりで、計器類は、事故発生時の状態を示すものはなかった。

- | | |
|--------------------------|-----------|
| (1) イグニッション・スイッチ | Both |
| (2) 燃料セレクトター・レバー | Right |
| (3) ブースターポンプ | On |
| (4) ピッチトリム | Take off |
| (5) フラップコントロール・レバー | Take off |
| (6) スロットル・レバー | Full open |
| (7) ミクスチャー・レバー | Full rich |
| (8) プロペラコントロール・レバー | Low pitch |
| (9) キャブレーターヒートコントロール・レバー | Cold |

(写真1 事故機、写真2 焼けたエンジン左側下部、写真3 カウリングの焼けた部分(表側、裏側)、写真5 レバーの位置、写真6 エグゾーストパイプの左側面、写真7 接続パイプ破断面 参照)

2.4 航空機乗組員等に関する情報

- (1) 機長 男性 59歳

自家用操縦士技能証明書(飛行機)	昭和59年6月26日
限定事項(陸上単発機)	昭和59年6月26日
第2種航空身体検査証明書	
有効期限	平成20年10月4日
総飛行時間	264時間13分
最近30日間の飛行時間	0時間25分
同型式機による飛行時間	111時間58分
最近30日間の飛行時間	0時間25分

*1 LHは、操縦席から機首方向に向かってレフトハンド(左側)を示し、RHはライトハンド(右側)を示す。

(2) 操縦者A 男性 65歳

自家用操縦士技能証明書（飛行機）	平成11年 1 月 25日
限定事項（陸上単発機）	平成11年 1 月 25日
第2種航空身体検査証明書	取得していなかった
総飛行時間	事故時に書類が流失したため不明
最近30日間の飛行時間	事故時に書類が流失したため不明
同型式機による飛行時間	事故時に書類が流失したため不明
最近30日間の飛行時間	事故時に書類が流失したため不明

(3) 操縦者B 男性 55歳

事業用操縦士技能証明書（飛行機）	昭和51年12月14日
限定事項（陸上単発機）	昭和51年12月14日
第1種航空身体検査証明書	取得していなかった
総飛行時間	死亡のため記録の所在が不明
最近30日間の飛行時間	死亡のため記録の所在が不明
同型式機による飛行時間	死亡のため記録の所在が不明
最近30日間の飛行時間	死亡のため記録の所在が不明

2.5 航空機に関する情報

2.5.1 航空機

型 式	ソカタ式TB10型
製造番号	943
製造年月日	平成元年11月2日
耐空証明書	第大-19-385号
有効期限	平成20年9月27日
耐空類別	飛行機実用U
総飛行時間	1556時間05分
定期点検（100時間点検、平成19年9月28日実施）後の飛行時間	47時間15分

2.5.2 エンジン

型 式	ライカミング式 O-360A1AD型
製造番号	L-31407-36A
製造年月日	昭和61年5月22日
総使用時間	1556時間05分
定期点検（100時間点検、平成19年9月28日実施）後の飛行時間	47時間15分

(付図3 ソカタ式TB10型三面図 参照)

2.5.3 同機の整備状況

事故発生前1年以内に同機の100時間点検、50時間点検を行った会社（以下「同社」という。）の2名の整備士（以下「整備士A」、「整備士B」という。）の口述によると、整備士Aは100時間点検の実施及び50時間点検終了後の確認を行い、整備士Bは50時間点検を実施し、それらの概要は次のとおりであった。

- (1) 整備士Aは、同機の100時間点検をメンテナンスマニュアル（4A INSPECTION-100 HOURS及びANNUAL INSPECTION(AI)）に基づいて実施し、50時間点検（2A INSPECTION-50 HOURS及び50時間点検記録表）は終了後の確認を行った。

排気系統の100時間点検は、ヒートエクスチェンジャー、エグゾーストパイプ、フィッティング・チューブ、ホース、クランプ等を取り外し、ヒートエクスチェンジャーやエグゾーストパイプの目視点検を行い、クラックや欠損の有無、クランプの締め付けネジのゆるみや溶接部分のひびの有無、マニホールドの耳の部分の摩耗等に注意を払っていたが、異常はなかった。排気マニホールドやエグゾーストパイプ内は、排気ガスの圧力が高いため、き裂があると排気ガスが漏れて周辺部に灰白色の堆積物^{*2}が付着することから、これらの現象が起きていないかも注意して点検していたが、その兆候はなかった。カウリングは、外したときに中性洗剤で洗うので内外ともに外観に異常があればすぐにわかるが、特に異常はなかった。点検終了後は、エンジンを回した後再度外観から点検を行い、灰白色の堆積物の有無やクランプネジの緩みを点検して、緩んでいれば締め付けを行った。

また、50時間点検は、メンテナンスマニュアルでは組み立て状態での目視点検となっているが、50時間点検記録表でヒートエクスチェンジャーの点検をすることから、クランプ等の他の部分も外して点検をすることとしており、整備士Bからは、異常はない旨の報告を受けていた。

なお、いずれの作業も、作業表は作成していないことから測定結果等の記録は残っていない。

- (2) 整備士Bは、メンテナンスマニュアルと50時間点検記録表に従い50時間点検の作業を行ったが、異常はなかったので、整備士Aに異常がなかった旨を報告した。

*2 「灰白色の堆積物」とは、燃料に含まれる鉛が燃焼ガスとともに排出される時、排気管等に割れ目があると、そこから漏れて吹き付けられ、その周辺に灰白色化した鉛成分が堆積物として残ったものである。

2.5.4 機体の整備記録及びエグゾーストパイプの交換記録

同機の整備記録及び飛行記録によると、事故発生前1年以内の100時間/年次点検は平成19年9月28日に、50時間/6ヶ月点検は平成20年3月24日に実施されており、排気系統に係る不具合は記録されていなかった。なお、各点検を行う上での作業表は作成されていなかった。

また、以前の記録として、平成11年8月15日にエグゾーストパイプを、平成16年9月9日に排気マニホールド4本とクランプ8本をそれぞれ交換した記録があった。エグゾーストパイプ交換から平成20年3月24日までの間、製造者が指定している点検（100時間点検等）は、その都度実施され、その点検は整備会社3社が関わった記録が残されていた。

2.5.5 エグゾーストパイプの構造

エグゾーストパイプは、エンジンのシリンダーから延びた4本の排気マニホールドを通じて、排気ガスを一カ所に集め機外に放出するものである。エグゾーストパイプの左右側面には、それぞれの排気マニホールドと接続するためのパイプ（以下「接続パイプ」という。）が左右2本ずつ取り付けられ、エグゾーストパイプの内側で溶接されている。また、排気マニホールドと接続パイプはクランプでつながれており、クランプ内側には締め付け用の金具（以下「スリップ」という。）が溶接されている。スリップは、排気マニホールドと接続パイプの継ぎ目にあつて、クランプを締め付けると排気マニホールドと接続パイプの相対するパイプの端部を締め付けて、排気ガスの漏出を防ぐ役目をしている。

（付図4 排気系統の構成図、付図5 エグゾーストパイプの接続パイプ図、写真10 劣化した溶接部（内側） 参照）

2.5.6 同機の製造者によると、同機に使用されている各部品の材質は次のとおりであった。

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. ホース | ネオプレン ^{*3} |
| 2. キャブヒーター用ホースカバー | アスベスト |
| 3. カウリング | FRP ^{*4} |
| 4. エグゾーストパイプ | ステンレス |

*3 「ネオプレン」とは、合成ゴム的一种であり、耐油性、難燃性があり使用温度範囲が広いという特性を持っている。

*4 「FRP」とは、繊維強化プラスチックの略で、ガラス繊維と樹脂が積層された高強度なプラスチックのことである。一般的な特徴として、丈夫で衝撃強度が強く、成形加工が容易で、電波透過性を有し、耐熱性、耐油性、耐水性、耐燃料性に優れ、自己消火性がある。

5. エアインテーク・ダクト

アルミニウム

ステンレス鋼の規格はX2CrNi18-9（日本工業規格SUS304L）である。また、カウリングには、排気マニホールドやエグゾーストパイプが接近する付近の内側にアルミ製の耐熱マットが施されていた。

2.5.7 重量及び重心位置

事故当時、同機の重量は2,398lb、重心位置は基準点後方41inと推算され、いずれも許容範囲（最大離陸重量2,535lb、事故当時の重量に対応する重心範囲40～47in）内にあったものと推算される。

2.5.8 燃料及び潤滑油

燃料は、航空用ガソリン100LL、潤滑油は、SAE20W-50であった。

2.6 気象に関する情報

長崎空港の事故関連時間帯の航空気象の観測値は、次のとおりであった。

17時32分 風向 VRB、風速 04kt、卓越視程 35km、
雲量 1/8、雲形 積雲、雲底の高さ 3,000ft、
雲量 3/8、雲形 高積雲、雲底の高さ 12,000ft、
気温 31度、露点温度 23度、高度計規正值 29.74inHg

2.7 事故現場及び残骸に関する情報

2.7.1 事故現場の状況

事故現場は、長崎空港B滑走路東側200m付近の海上で、同機は不時着水後水没し、右主翼は胴体付け根より破断し浮遊していた。

同機は、事故翌日の7月27日午後、水深約12mの海中で機首を西向きに、機体を仰向けにした状態で発見され、引き上げの後、長崎空港内の格納庫に収容された。

2.7.2 損壊の細部状況

(1) 排気系統

LHフロント・マニホールドが、その接続パイプ（以下「左前方接続パイプ」という。）とともにエグゾーストパイプから外れていたため、エグゾーストパイプを切断し、内側からエグゾーストパイプと接続パイプの溶接部を調査した。溶接は、エグゾーストパイプと接続パイプが重なり合っている端部（以下「母材端部」という。）でなされ、この溶接部及び左前方接続パイ

プにき裂ができていたが、その他3つの接続パイプの溶接部に異常はなかった。

各接続パイプは、クランプの耳と耳の間にあたる場所で顕著な損傷がみられた。このうち左前方接続パイプは、一部が欠損し、そこから縦にき裂が延びて溶接部に達していたが、開口面の断面は円形を保っておりつぶれ等の変形はなかった。また、LHリヤ・マニホールドが接続されている接続パイプ（以下「左後方接続パイプ」という。）は一部が欠損して変形し付け根より前方に傾いており、エグゾーストパイプ右側面にあるRHフロント・マニホールドが接続されている接続パイプ（以下「右前方接続パイプ」という。）とRHリヤ・マニホールドが接続されている接続パイプ（以下「右後方接続パイプ」という。）の2つの接続パイプも、クランプの耳と耳の間にあたるところが山形に変形していた。さらに各スリップも端部が変形しており、各接続パイプ及び各クランプとも腐食していた。

エグゾーストパイプ左側面及びクランプには、灰白色の堆積物とすすが付着していた。また、エグゾーストパイプに装着されていたヒートエクスチェンジャーの左側前面が凹んで、エグゾーストパイプが後方にずれていた。

(2) カウリング、キャブレター及びホース

カウリングは、外れた接続パイプ付近にあたる部分で顕著な焼損が認められ、一部が焼け落ちており、機体の左側面は、機首から左主翼付近にかけてすすが付着していた。また、エグゾーストパイプの側面からカウリングまでの距離は、数cm程度であった。カウリング内側には、エグゾーストパイプ左右側面の相対する位置にアルミ製のマットが施されていたが、左側のマットは、周辺のFRP部分とともになくなっていた。

ヒートエクスチェンジャーとエアインテーク・ダクトをつなぐホース及びエアインテーク・ダクトが焼損していた。

キャブレターはすすが付着し、キャブレターに外気を取り入れるためのホースが焼失し、それに付随しているエアフィルターも焼損していた。

(3) エンジン、プロペラ及び操縦系統

プロペラブレードは損傷しておらず、プロペラブレードを手回しで回転させたところ、エンジンは拘束なく回転させることができた。また、操縦系統のラダー、エレベーター、エルロンは拘束なく動かすことができた。

(付図4 排気系統の構成図、付図5 エグゾーストパイプの接続パイプ図、写真2 焼けたエンジン左側下部、写真3 カウリングの焼けた部分(表側、裏側)、写真4 キャブレター、写真6 エグゾーストパイプの左側面、写真7 接続パイプ破断面、写真8 接続パイプとクランプの状態(1)(2)、写真10 劣化した

溶接部（内側） 参照）

2.8 医学に関する情報

操縦者Bは、長崎県警察本部からの情報によれば、平成20年7月28日に司法解剖が行われ、それによると死因は溺死であった。また、アルコール及び薬物の反応は認められなかった。

操縦者Aは、頸椎剥離骨折の重傷を負い、機長は、前頭部擦過傷の軽傷を負った。

2.9 人の生存、死亡又は負傷に関係ある捜索、救難及び避難等に関する情報

同機の事故発生後の救助活動の経過は、航空保安協会及び海自航空群並びに大村消防署(救助隊員の口述)によれば概略次のとおりであった。

なお、本事故では海上に航空機が不時着水したことから、長崎空港事務所は、海自航空群、海上保安庁、大村消防署等の関係機関の間で締結されている「長崎空港及びその周辺等において民間機の航空事故及び行方不明等緊急事態が発生した場合の緊急連絡体制及び応急救助の分担区分等の協定書」（以下「協定書」という。）及び「長崎空港消火救難業務運用要領」に基づき連絡調整及び支援活動を実施し、海自航空群及び大村消防署は、協定書に定められた援助機関として負傷者の救助活動を行った。

2.9.1 航空保安協会

航空保安協会は、17時23分緊急電話にて、小型機が出火し、海上に着水した旨の通報を受信した。直ちに職員3名を車両により現場近くの場周道路に出動させ、17時24分に県央消防本部通信司令センター（以下「司令センター」という。）へ直通電話で同内容を通報した。しかし、通話が聞きづらく、司令センター側は航空事故の発生を確認できたものの、事故発生場所の確認ができなかったため、航空保安協会は直通電話から119番にかけ直して事故発生現場の確認通報を行った。

最初に出動した職員が、17時26分に現場近くの護岸に到着し、護岸に向かって泳いでいる操縦者2名を目視により確認し、声かけによる励ましを行い、その後到着した大村消防署救助隊を支援した。

なお、事故後、航空保安協会は、司令センターへの直通電話の調査を実施したが、異常は見つからなかった。

2.9.2 海自航空群

海自航空群は、自らの事故に対応するための救助要員を配置しているが、常駐はさせておらず、救難専用の船舶も保有していない。ただし、海上業務用の支援船を保有しているため、これを緊急時の救難用に当てている。

海自航空群は、事故当日に飛行の計画がなかったことから、救助要員を配置しておらず、支援船も整備中であったが、救助要員を緊急呼集し、別の船舶を調達して17時55分に出動し、18時07分に機長を船上に引き上げ救助した。

2.9.3 大村消防署救助隊

(1) 大村消防署救助隊隊長の口述

司令センターから17時29分に指令が入り、17時30分に大村消防署を救急車、救助工作車及びタンク車で出動し、空港ゲートに17時36分に到着した。空港内に入り、現場近くのゲートから護岸に出て確認すると、操縦者2名（操縦者A及び操縦者B）がこちらに向かって泳いでいるのが見え、もう1名（機長）の人影は、はっきり確認できなかったが、200mくらい沖合の破断した翼が水面に浮いていた付近に見えた。17時39分、すぐさま2名の救助隊員（以下「A救助隊員」、「B救助隊員」という。）を救助に向かわせ、先行して泳いでいる1名（操縦者B）をA救助隊員が17時45分に救出し、もう1名（操縦者A）は、B救助隊員が17時52分に救出した。

A救助隊員が救助した操縦者については、心肺停止状態だったため救急隊員と当時空港に居合わせた医師が心肺蘇生法を行った。その後、医師の指示を受けて操縦者Aを18時03分に、操縦者Bを18時07分に救急車に乗せ病院に搬送した。なお、沖合にいた操縦者（機長）については、海自航空群の船舶により18時07分に救出し、18時36分に救急車に乗せ病院に搬送した。

(2) A救助隊員の口述

救助工作車に乗って、B救助隊員と2名で現場に到着後、直ちに救命胴衣を着装し、救命浮環、救助ロープ等一式を持ち護岸に出た。私は、こちらに泳いでくる近い方の操縦者（操縦者B）の救助に向かった。私が海に入るころにはうつぶせ状態になって、顔が水面に浸った状態だった。泳ぎ着いて接触し、意識及び呼吸の確認を行ったが反応はなかったので、仰向け状態にして気道を確保し、すぐに岸の方へロープで牽引させ岸壁に引き上げ救急隊に渡した。

(3) B救助隊員の口述

A救助隊員と護岸に出た後、A救助隊員が先に飛び込んだので、A救助隊員による操縦者への接触を確認してから、私は二人目（操縦者A）の救出に向かった。その人は、その場で立ち泳ぎをしていて、話しかけると反応があったので、そのまま救命浮環をつけ、岸の方へロープで牽引させ岸壁に引

き上げ救急隊に渡した。

(付図2 救難現場図 参照)

2.10 同機に装備されていた救急用具

同機には、定員分の救命胴衣が装備されていたが、使用されていなかった。

2.11 その他必要な事項

2.11.1 飛行前点検について

飛行規程には、飛行前点検の手順が下記のように記述されている。(抜粋)

胴体機首部

カウリング取り付け チェック

(以下、略)

2.11.2 定時点検について

同機の製造者が発行しているメンテナンスマニュアルには、下記のようなスケジュールに基づくエグゾーストパイプの点検指示及びエグゾーストの脱着や点検の作業指示がされている。なお、エグゾーストパイプの今回外れた部分に関する製造者からのサービスブリテン等の技術的指示はなかった。(抜粋)

(1) 2A INSPECTION -50 HOURS

① 71-10 Remove upper engine cowling 121 and lower engine cowlings 131 and 132. Visually inspect for cracks, wear, evidence of leaks (oil, fuel, air, exhaust gas) and security.

②~⑤ (略)

⑥ 78-00 Visually inspect the exhaust pipe, the exchanger (and the muffler if installed), and thoroughly inspect the attach fitting, the casings and welds for cracks.

(以下、略)

(2) 4A INSPECTION -100 HOURS

① 71-10 Remove upper engine cowling 121 and lower engine cowlings 131 and 132. Visually inspect for cracks, wear, evidence of leaks (oil, fuel, air, exhaust gas) and security.

②～⑦ (略)

⑧ 78-00 Remove the heat exchanger and the exhaust pipe (and the muffler, if installed)- refer to 78-00-00 401.

⑨ 78-00 Thoroughly inspect the attach fittings, the tubes, the exhaust pipe, the exchanger (and the muffler, if installed). Look for welding defects and cracks on the inner and outer casings- refer to 78-00-00 401.

(以下、略)

(3) ANNUAL INSPECTION (AI)

ANNUAL INSPECTIONは、4A INSPECTION-100 HOURS 78-00と同じ内容の点検項目となっている。

(4) Exhaust Removal/ Installation 78-00-00 Page401

1. Removal of the exhaust (Figure 401)

A (略)

B Procedure

1)～4) (略)

All

5) (略)

6) Remove nuts, spacers, bolts, and clamps, on LH front pipe, LH rear pipe, RH front pipe, and RH rear pipe while holding the exhaust assembly. Discard nuts.

7) Remove the exhaust assembly.

8)～9) (略)

2. Installation of the exhaust

A (略)

B Procedure

1) Check the condition of the exhaust assembly - refer to Page 601

2)～3) (略)

4) Position clamps, make flanges of mounting flanges and of pipes properly coincide with clamp grooves.

Pay particular attention to the metallic strip position

inside clamp.

This strip is spot welded inside the clamp and is used as a tightness strip for this clamp.

5)~11) (略)

Caution : Ensure a correct tightening in order to hinder the element relative rotation.

An excessive tightening will cause the clamp ears distortion.

This is unacceptable when the ear ends are in contact.

(以下、略)

(5) *Exhaust Inspection/Check 78-00-00 Page601*

1. *Check of the exhaust*

A (略)

B *Procedure*

1) *Check for leak*

2) (略)

3) *Check welded flanges of pipes, mounting flanges and exhaust pipe. Straighten (if necessary) the ends.*

Note : Straighten the exhaust pipe and pipe cylindrical parts, then do a dimension check.

If an aspect or dimension defect is detected on the pipes, mounting flanges and exhaust pipe after rectifications, the concerned part must be discarded and replaced.

4)~5) (略)

6) *Check clamps to check for cracks and distortions. Check condition and attachment of metallic seal band inside the clamp. For any defect, discard and replace the clamp.*

(以下、略)

2.11.3 50時間点検について

同社は、国土交通省航空局が制定した航空機検査業務サーキュラーNo.3-013に準拠した、排気系統に係る部分の作業項目を50時間点検記録表で下記のとおり定め

点検を実施していた。(抜粋)

排気系統全般について、排気ガスの漏れの有無を詳細に点検。

排気系統すべての表面を洗浄する。

以下の各部について、詳細に点検する。

熱交換機のシュラウドを分解する。必要ならばライトと拡大鏡を使用する。

- A. 消音器及び熱交換機の状態と漏れ
- B. 排気スタックのガスケットからの漏れ (ガスケットの吹き抜け)
- C. クランプ結合、取り付け金具及びスタックの緩みまたは破損
- D. 排気スタック及び排気パイプの亀裂又は破損
- E. 排気スタックの凹み
- F. 溶接部及びスタック曲げ部付近の亀裂
- G. 振動による摩耗から起こる結合部の肉厚減少
- H. 燃焼生成物による内部浸食から起きる金属のピッチング

2.11.4 溶接について

同機の母材端部の溶接は、母材を溶かすことで接合させる熔融接合である。溶接方法はガスシールドアーク溶接で、アルゴンガスをシールドガスに用いて、溶接部を大気から保護している。

また、同機に使用されているステンレス鋼は、X2CrNi18-9 (日本工業規格 S U S 3 0 4 L) で、極低炭素鋼であるため粒界腐食^{*5}を防ぐことに優れている。

独立行政法人宇宙航空研究開発機構の協力を得て、左前方接続パイプの溶接部の調査を行ったところ、溶接部の溶け込みは十分であり、溶接に異常は見られなかった。

2.11.5 ステンレス鋼について

ステンレスは、鉄を主成分とし、これにクロムやニッケルを含有させた合金で、約12%以上のクロムを含有させることで耐食性を高め、表面に不動態皮膜という酸化超皮膜が形成されることで腐食を防いでいる。またこの不動態皮膜は、一度破壊されてもすぐに修復される性質を持っている。

ステンレスの腐食は、このような不動態皮膜の自己保護性がなくなることで始まるが、これには、外部応力等により局部的に不動態皮膜が破壊され、鋼の表面で局

*5 「粒界腐食」とは、ステンレス鋼の場合、溶接するときの熱により鋼中のクロムと炭素が結合してクロム炭化物が析出することによって起こる腐食である。

部分的に腐食が進む粒界腐食や応力腐食割れ^{*6}などがある。また、環境要因としては、主に気温、湿度、塩分等があり、特に塩分が塩化物イオンとして有害な影響を及ぼす。

2.11.6 排気マニホールド及び接続パイプの調査

(1) 同機に装備してあった排気マニホールド、接続パイプ及びフランジの直径の実測値は、以下のとおりであった。

① 排気マニホールドの直径	約 4 5 mm
② 接続パイプの直径	約 4 5 mm
③ フランジの直径	約 4 8 . 6 mm
④ 排気マニホールドの厚み	約 1 . 0 mm
⑤ 接続パイプの厚み	約 0 . 6 mm

(2) 同機に取り付けられていた接続パイプ及びクランプの状況は以下のとおりであった。

- ① エグゾーストパイプ側のすべてのクランプは、耳同士が接触した状態で取り付けられていた。
- ② クランプは取り外しても、耳と耳の間隔は約 3 mm程度であった。また、クランプを接続パイプに装着しないで、クランプの耳同士が接触するまで締め付けたときのスリップの直径は約 4 4 . 0 mmであった。
- ③ 各接続パイプは、欠損したり、山形に変形したりしていたが、欠損や変形は各接続パイプについて一カ所だけで、外周部の他の部分に欠損や変形は見られなかった。なお、クランプは、エグゾーストパイプのフランジに耳が当たらないようにして、前後のクランプの耳同士が接触しない範囲の接続パイプ外周部に自由に留めることができる。
- ④ 右前方、右後方接続パイプの山形に変形した部分について、変形を修正した形跡はなかった。

2.11.7 新品のクランプの調査

新品のクランプを使用し以下の計測を行った。

- (1) クランプを接続パイプに装着しないで、クランプの耳が接触するまで締め付けたときのスリップの直径 約 4 3 mm

*6 「応力腐食割れ」とは、装置や機器の組み立てにおいて、溶接やプレス成形、曲げ等による残留応力や使用時にかかる外部応力と腐食作用によって材料に割れをもたらす現象をいう。

- (2) 接続パイプにクランプを装着し、スリップの重なりが2mmとなるまで締め付けたときに測ったクランプの耳と耳の間隔 約4.9mm
- (3) 上記(2)の状態からさらにクランプを締め付けると、クランプの耳と耳の間で接続パイプの端部が変形し始めた。このとき測ったクランプの耳と耳の間隔は、約2.7mmで、そのまま締め付けを継続すると当該部分の変形は山形に大きくなりはじめた。
- (4) 上記(2)及び(3)の締め付け時のトルクは、15～17 in-lbであった。
- (付図6 クランプの締め付けによる接続パイプの変形、写真8 接続パイプとクランプの状態(1)(2)、写真9 新品のクランプを用いた調査(1)(2) 参照)

2.11.8 航空日誌の記録

航空日誌の記録によると、操縦者A及び操縦者Bは、航空身体検査証明の有効期限が切れた日以降もクラブ員と共に搭乗しており、約12ヶ月の間に事故当日の往路も含め搭乗回数は操縦士Aが3回、操縦士Bは75回であった。

3 分析

3.1 機長は、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。

操縦者A及び操縦者Bは、適法な航空従事者技能証明を有していたが、有効な航空身体検査証明は有していなかった。

3.2 同機は、有効な耐空証明を有していた。

3.3 当時の気象は、本事故の発生に関与しなかったものと推定される。

3.4 火災の発生と不時着に至った状況

同機の火災は、2.7.2(1)に記述したとおり、LHフロント・マニホールドが左前方接続パイプと共に外れたため、高温の排気ガスがエンジンルーム内に噴出し、エグゾーストパイプ左側付近のカウリング及びエグゾーストパイプ後方にあるキャブレターにつながるホースを焼いたことにより発生したものと推定される。排気マニホールドやエグゾーストパイプが接する付近のカウリング裏面にはアルミ製の耐熱マットが施されていたが、高温の排気ガスが耐熱マットで保護されていない範囲にまで及ん

だためカウリングが燃えたものと推定される。

なお、エグゾーストパイプが後方にずれたことは、ヒートエクスチェンジャーの左前面に凹みがあったこと及び左後方接続パイプが付け根から前方に傾いていたことから、焼けて破損したカウリングが不時着時の前方からの力を受けてヒートエクスチェンジャー左前面を押したことによるものと推定される。ただし、左前方接続パイプの開口面の断面は円形を保ち、つぶれ等の変形をしていなかった。したがって、当該接続パイプは、不時着時の前方からの力で外れたのではなく、2.1(1)及び(2)に記述したとおり離陸直後に煙やにおいが機内に入り込んできたことから、そのときに外れたものと推定される。

2.1(1)の口述によると、同機はライト・ダウンウインド飛行中に高度を維持できなくなったが、このことは、火災によりエアインテーク・ダクト及びエアフィルターが焼損し、高温の排気ガス（高温であることから空気密度が小さく、一酸化炭素や二酸化炭素を含んでいる。）と火災により発生した煙（すすなどを含む清浄ではない空気）がキャブレターを通過してエンジン内に入ったことから、燃焼が阻害され飛行に必要な推力を得られない状態となって降下し始めたものと推定される。これにより操縦者Bは飛行を断念し、不時着水をしようと右旋回を行ったものと推定される。

なお、2.1(1)及び(2)の口述によると、プロペラブレードは着水時まで回っていたが、2.3.3に記述したとおり、スロットル・レバー等が最大出力を得る位置にあったにもかかわらず、2.7.2(3)に記述したとおりプロペラブレードに損傷がなかったことから、着水前にエンジンは停止していた可能性が考えられる。

3.5 接続パイプの損傷原因

2.7.2(1)に記述したとおり、各接続パイプは、クランプの耳と耳の間にあたるところで顕著な損傷が見られた。それは、エグゾーストパイプの右側では山形の変形であり、左側では欠損やき裂であった。2.11.6(2)に記述したとおり、クランプは4本とも耳同士が接触していた。

2.5.5に記述したとおり、クランプの役目は、排気マニホールドと接続パイプの端部をスリップにより締め付け接合するもので、2.11.2(4)に記述したとおり、メンテナンスマニュアルには、注意点として、クランプの耳が接触してはならないことが記載されている。

2.11.7の新品のクランプを使用した調査では、クランプを過度に締め付けると、接続パイプに変形が生じた。このことは、2.11.6(1)に記述したとおり、排気マニホールドと接続パイプの直径は約45mm、厚みは排気マニホールドが約1mm、接続パイプが約0.6mmで、接続パイプは片方で溶接され固定されていることから考えると、クランプの耳と耳の間で、鋼材の薄い接続パイプ端部に締め付けの影響があらわれたた

めと考えられる。すなわち、クランプを過度に締め付けたことにより、接続パイプがスリップの径に合うようにクランプの耳と耳の間で座屈し、山形に変形したものと推定される。したがって、同機の接続パイプも、クランプの耳同士が接触していたことから、クランプの過度の締め付けにより塑性変形を起こしていたものと推定される。

エグゾーストパイプの左前方接続パイプ及び左後方接続パイプの端部が欠損していたことは、塑性変形を起こしたことで生じた微細なき裂等により構造的に弱くなった箇所に、エンジンを稼働させたときの熱による膨張や収縮及び振動が加わり次第に大きなき裂へと進展し、燃料に含まれる硫黄等が燃焼してできた排気ガスに含まれる酸化物や2.11.5に記述した大気による湿度や塩分による腐食作用が影響し合って、き裂を促進させ、欠損が生じたものと考えられる。さらに、その後も左前方接続パイプの欠損箇所に上記の力が加わり続けたことから、き裂が成長し、それが溶接面と接する点にまで達したとき、溶接面にき裂ができ、そのき裂がクランプの締め付けの力や熱及び振動の影響を受けて成長し、次第に溶接部全体に及んで、最終的に左前方接続パイプがエグゾーストパイプから外れたものと推定される。

以上のことは、接続パイプの塑性変形の発生から欠損、き裂への変遷を段階的に示したものであるが、具体的な時間的経過は、明らかにすることはできなかった。なお、2.11.4に記述したように、溶接面の溶け込みは十分であったことから、溶接面に異常はなかったものと考えられる。

3.6 排気系統の整備

2.5.3に記述したとおり、整備士は、排気系統の100時間点検及び50時間点検をメンテナンスマニュアル及び50時間点検記録表の指示に従って行い、その点検結果に異常はなかったと述べている。また、2.5.4に記述したように、整備記録にも不具合は記録されていなかった。ただし、作業表は作成されていなかったことから、そのときの具体的な作業内容や測定結果は記録されていなかった。

2.11.2(4)2のCautionの項には、クランプの耳が接触してはならないと記載されているが、2.11.6(2)①に記述したように、実際にはエグゾーストパイプ側のすべてのクランプは耳同士が接触した状態で取り付けられており、メンテナンスマニュアルの指示に従ったクランプの締め付けはされていなかったものと推定される。また、2.11.6(2)③に記述したように、クランプは、クランプの耳が障害とならない範囲で接続パイプ外周部に自由に留めることができるにもかかわらず、各接続パイプの欠損や変形は一カ所で、外周部のその他の部分にクランプ締め付け時に生じ得る変形等は一切なかった。2.5.4に記述したように、当該エグゾーストパイプは、約9年間使用されていた。その間、同機の整備に関わった整備会社は3社で、毎年100時間点検、50時間点検が実施され、平成16年9月9日の部品の取り替え作業を含め当該部分

は18回点検されていたが、各接続パイプの欠損や変形はそれぞれ一カ所のみであることを考えると、2.11.2に記述したメンテナンスマニュアルに規定された作業手順が遵守されていなかった可能性が考えられる。

3.5に記述したように、接続パイプの劣化は、一般的には徐々に進行し、き裂が発生し破断にいたるまでには一定の期間があることから、定期点検時に不具合を示す兆候を発見できた可能性もあったと考えられる。

3.7 機長及び操縦者が接続パイプの劣化を事前に知ることができた可能性

2.1(1)及び(2)の口述によると、機長、操縦者A及び操縦者Bは、飛行規程に基づいた飛行前点検を行っていた。なお、飛行前点検においてカウリングを開けた点検は以前から行ったことはなく、飛行前のエンジンの試運転や飛行中においても異常を感じなかったことから、機長、操縦者A及び操縦者Bが、エグゾーストパイプの異常を事前に知ることができなかったものと推定される。

3.8 救助活動について

2.9に記述したとおり、事故発生直後の航空保安協会による通報から、大村消防署救助隊が指令を受けて出動した。この際、航空保安協会は、司令センターへの第一通報時に通話の聞き取りづらさがあったため119番に切り替えて通報を行った。

本事故現場は、海上であったため、救助隊員は現場に到着すると要救助者の状況等を観察しつつ必要な救命浮環や救命ロープ等を準備し、直ちに救助活動を実施した。また、海自航空群は、事故当日、救助隊員を配置しておらず支援船も整備中であったが、事故後直ちに緊急呼集を行い、整備中であった救助船の代わりに別の船舶を調達しての出動であった。

これらのことから、事故発生から、大村消防署救助隊が救助を開始するまでに要した時間は16分間、救助されるまでに要した時間は、操縦者Bが22分間、操縦者Aは29分間、機長は44分間となった。

3.9 不時着水時の乗員の対応

2.1(1)及び2.8に記述したとおり、操縦者Bは、水没する同機から脱出後、護岸まで泳ごうとして途中でおぼれたものと考えられる。なお、2.10に記述したとおり、機長及び操縦者が救命胴衣を着けていなかったことについては、同機には救命胴衣は定員分装備され、操縦席内の身近な場所にあったが、不時着水を決心後すぐに右旋回し着水したこと及び着水と同時に水が入ってきて脱出することで精一杯であったことから、救命胴衣を着る時間がなかったことが関与したものと推定される。

4 原因

本事故は、LHフロント・マニホールドが左前方接続パイプとともに外れたため、高温の排気ガスがエンジンルーム内に噴出し、エグゾーストパイプ左側付近のカウリング及びホースを焼いて火災になり、高温の排気ガスと火災により発生した煙がキャブレターを通過してエンジン内に入り、飛行に必要な推力を得られなくなり不時着水して大破したものと推定される。

同機の左前方接続パイプが外れたことについては、クランプの過度の締め付けにより接続パイプに発生したき裂に腐食作用が影響し、き裂を成長させたことが関与したものと推定される。

5 所見

5.1 本事故においては、航空機製造者のメンテナンスマニュアルに記載された英文の注意書きが守られずに、クランプが過度に締め付けられたことにより、き裂が接続パイプに発生したものと推定され、また、当該き裂を定期点検時に発見できた可能性も考えられる。

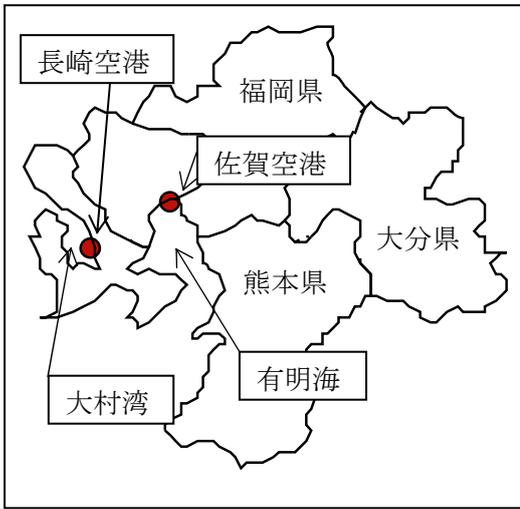
国土交通省航空局は、同型機の運航者に対し、エグゾーストパイプ接合部に不具合がないか点検を行うことを指示するとともに、小型機運航者に対し、部品の締め付け作業、不具合の有無の点検等の整備作業を、航空機製造者のマニュアル、関連規定等にしながら、確実に実施することを再徹底することが望ましい。

5.2 国土交通省航空局は、空港近辺の海水面に航空機が不時着水した場合等における救難体制について再検証を行うことが望ましい。

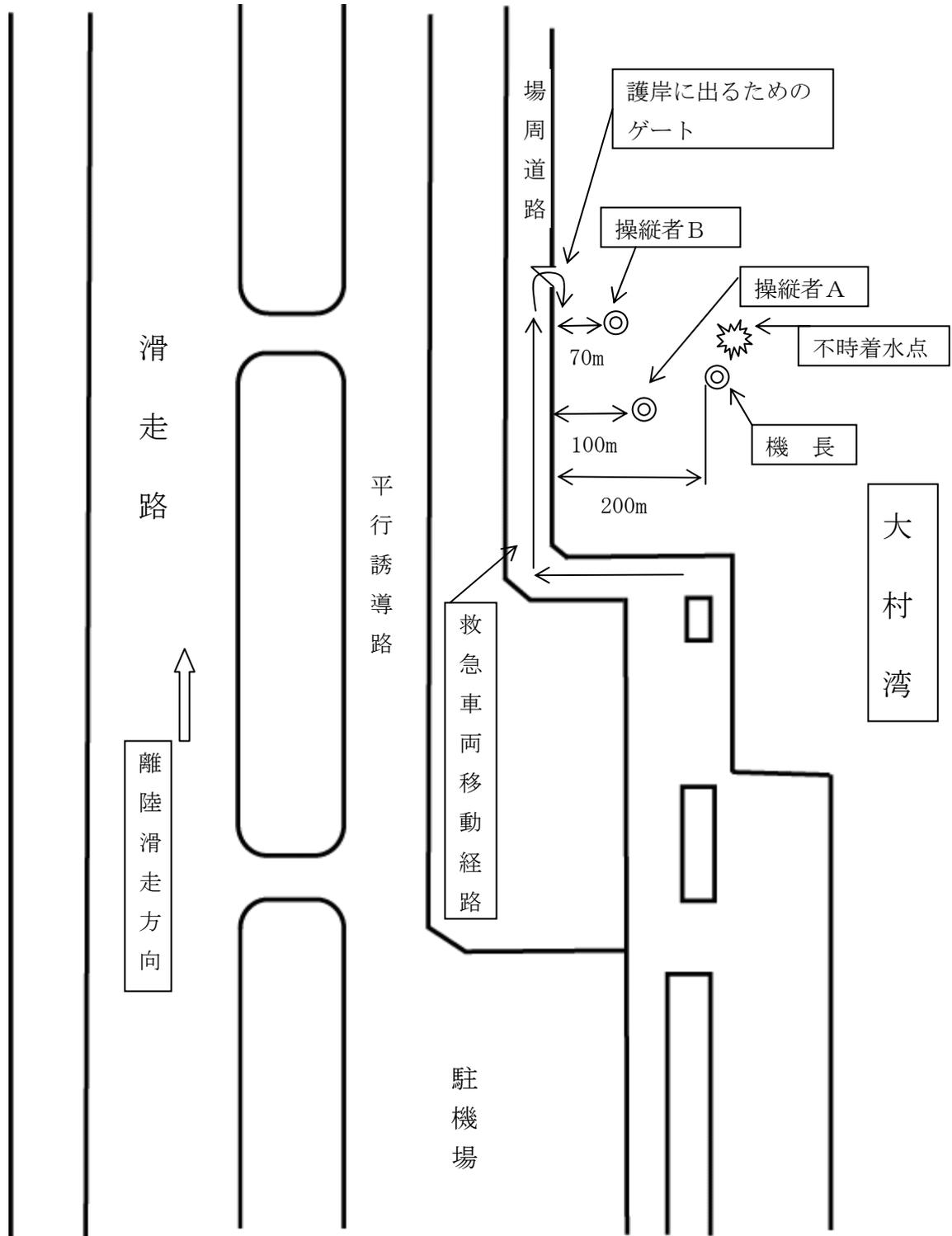
6 参考事項

国土交通省大阪航空局長崎空港事務所は、事故後、救命胴衣及び救命浮環を装備した。また、「長崎空港周辺における海上救助活動の協定」について、従来の大村市漁業協同組合に加えて長崎空港に就航している船会社とも協定を締結した。

付図1 推定飛行経路図

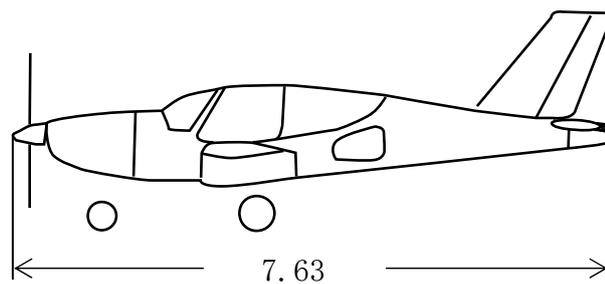
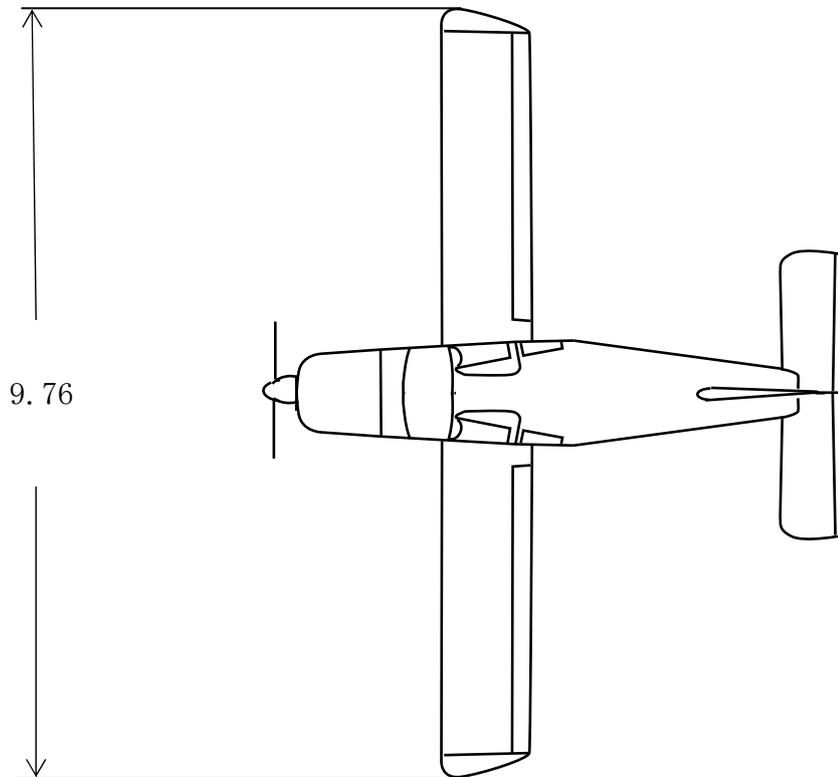
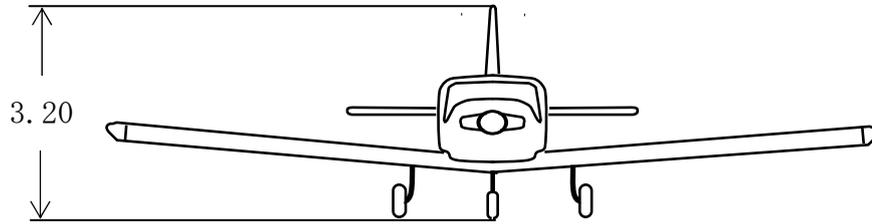


付図2 救難現場図

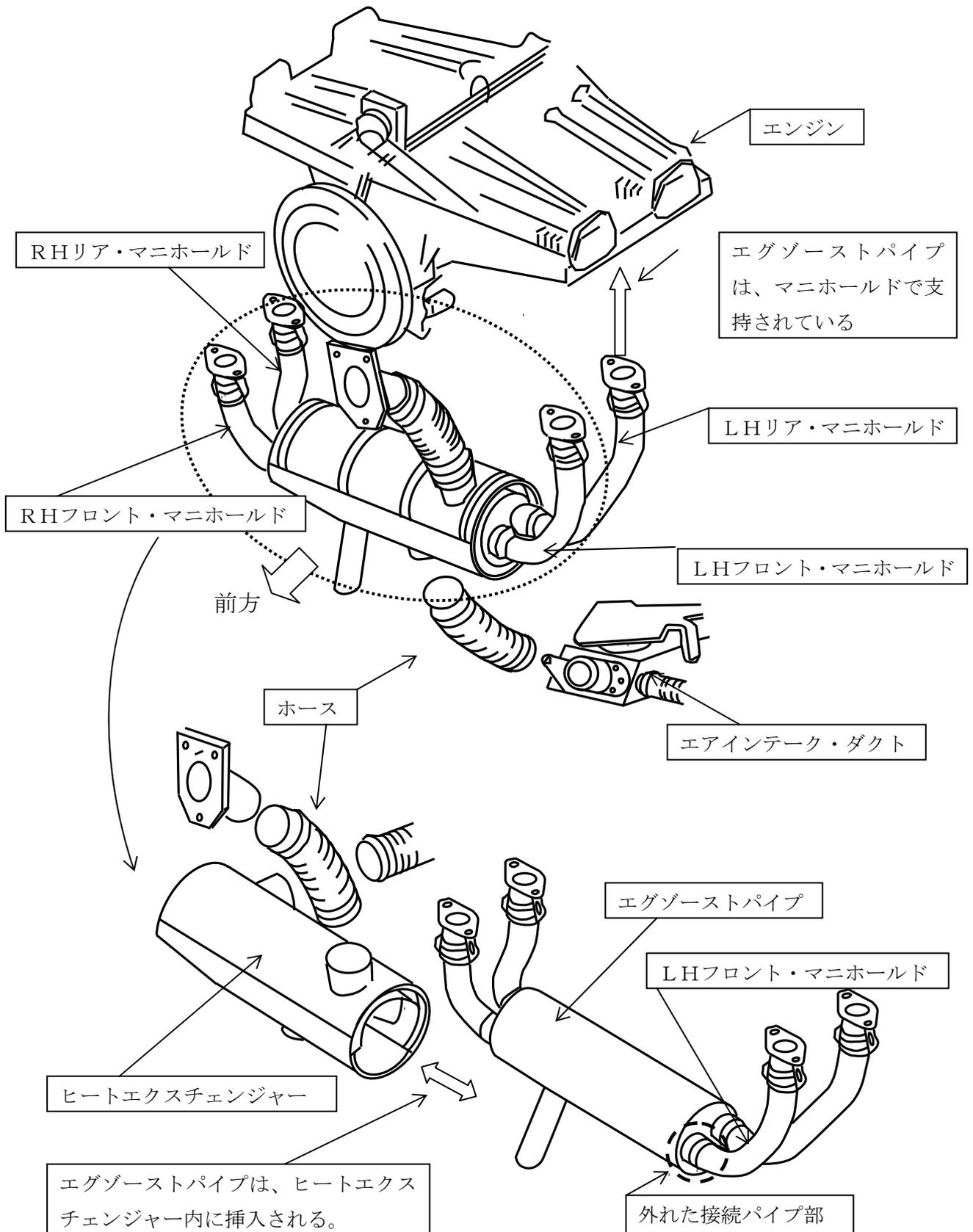


付図3 ソカタ式TB10型三面図

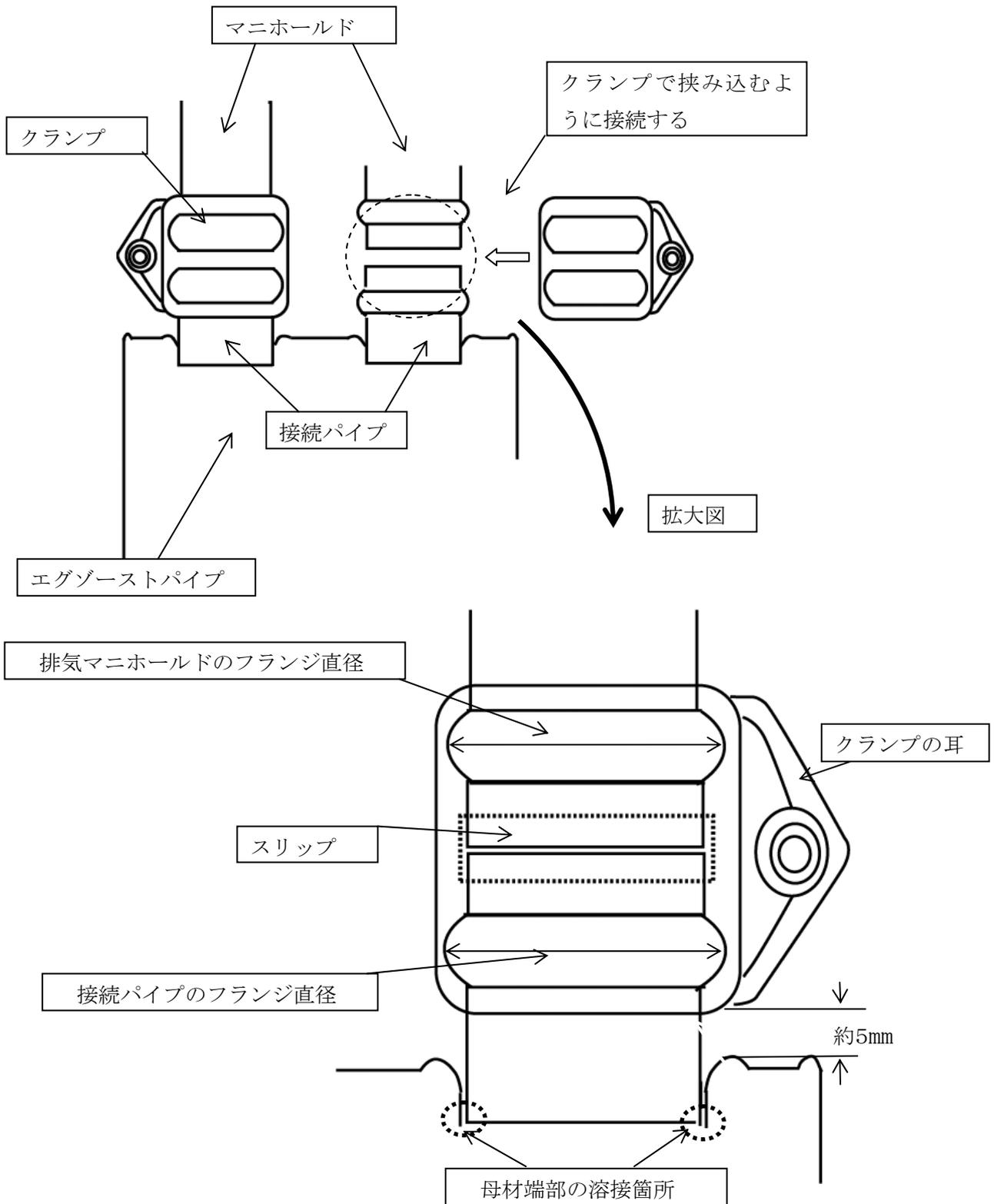
単位：m



付図4 排気系統の構成図



付図5 エグゾーストパイプの接続パイプ図



付図6 クランプの締め付けによる接続パイプの変形

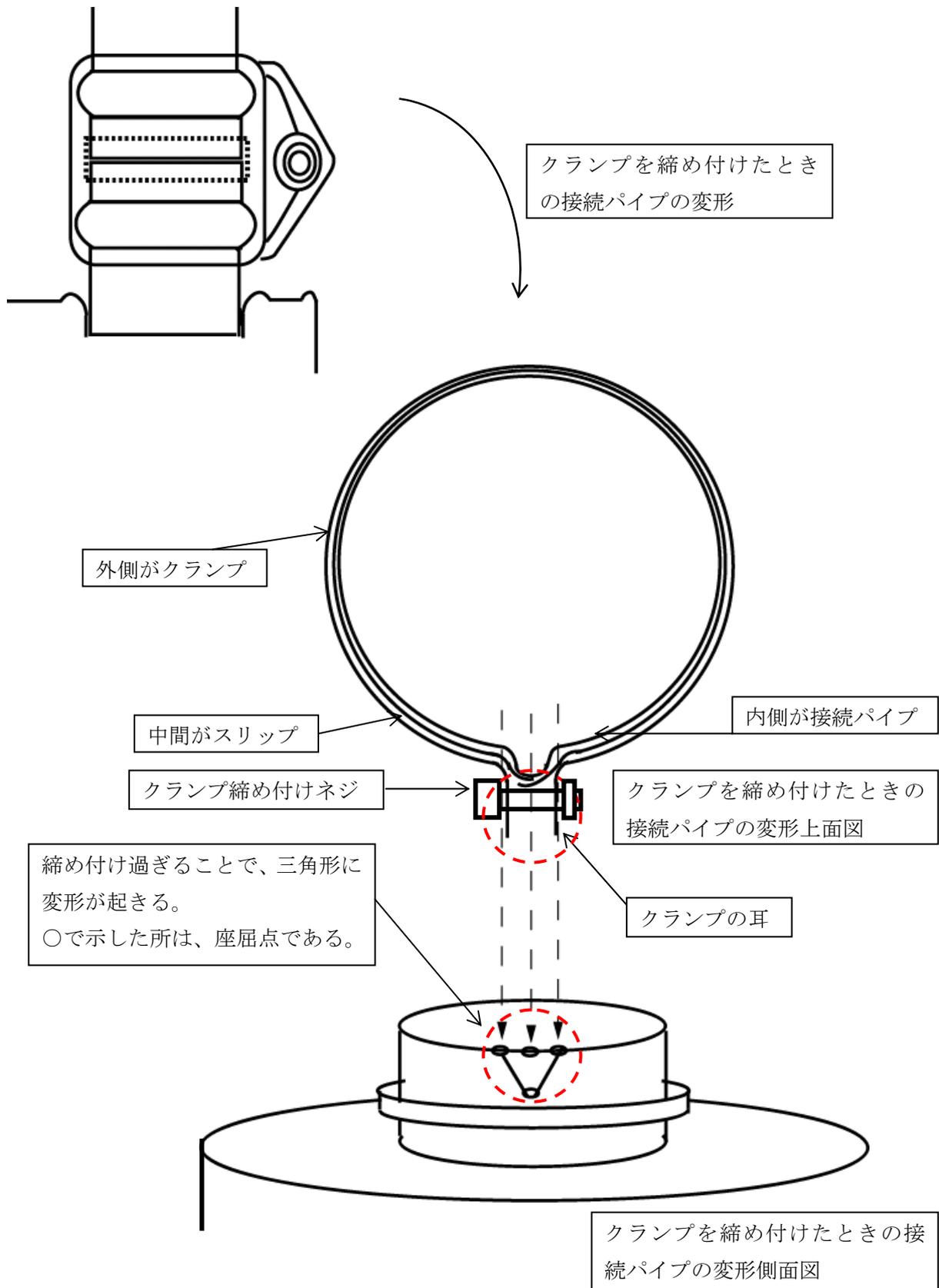


写真1 事故機



写真2 焼けたエンジン左側下部

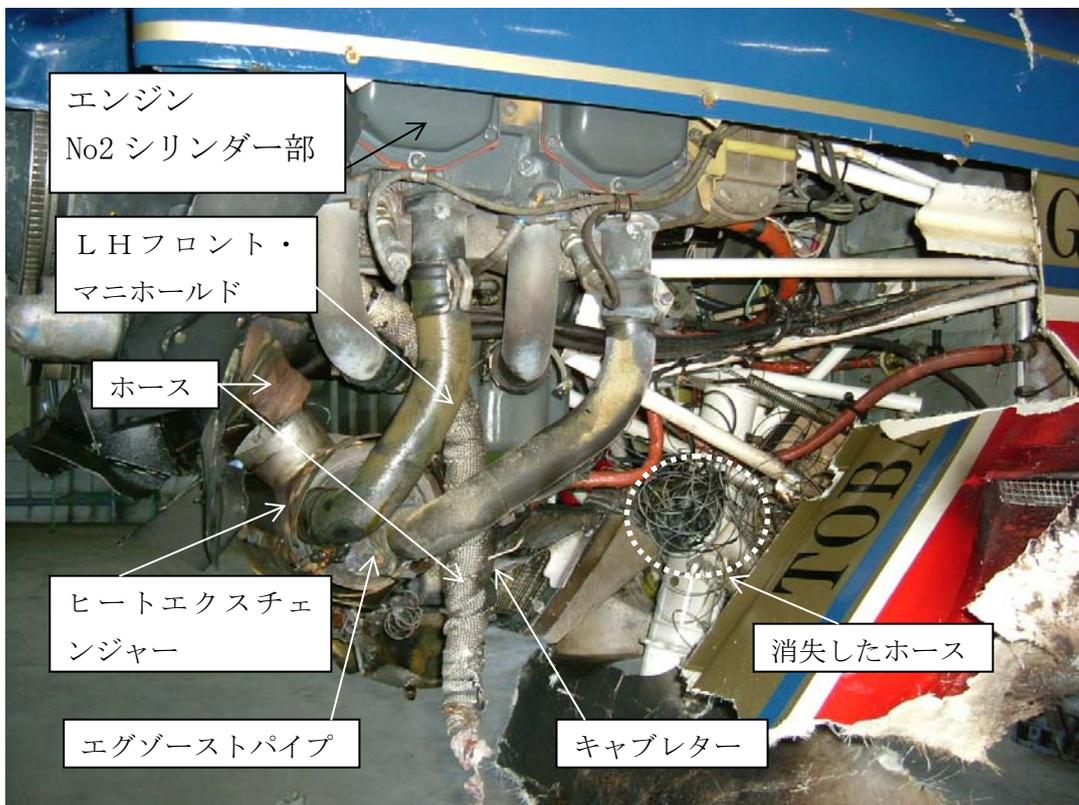
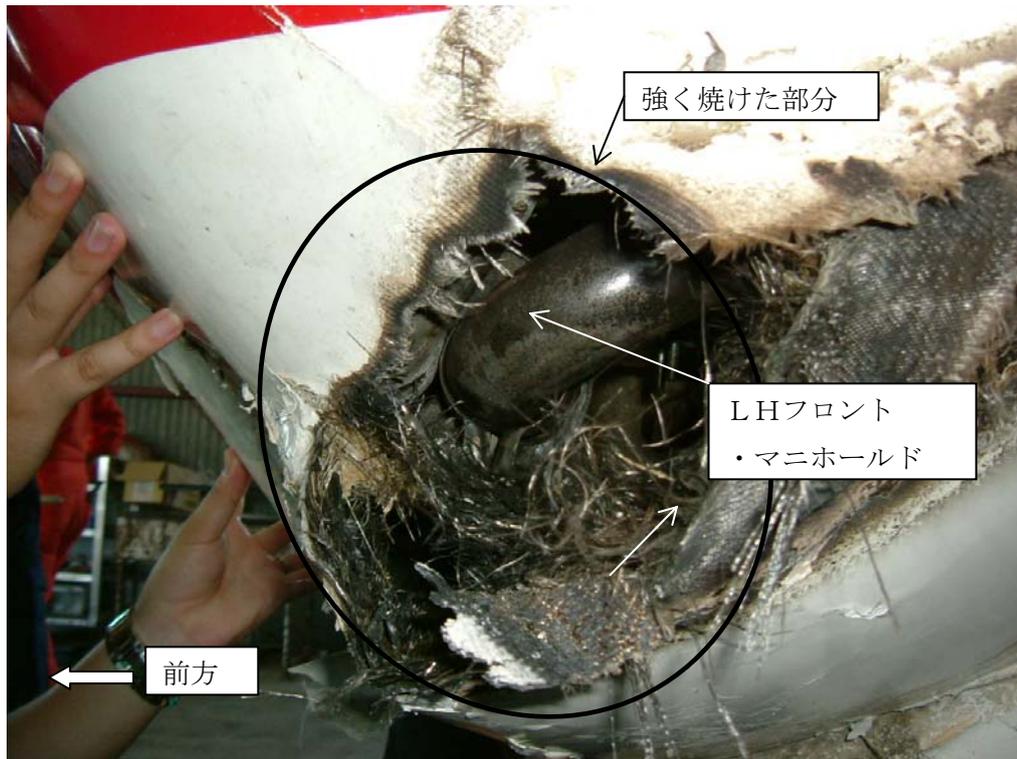


写真3 カウリングの焼けた部分（表側）



カウリングの焼けた部分（裏側）



写真4 キャブレーター



写真5 レバーの位置

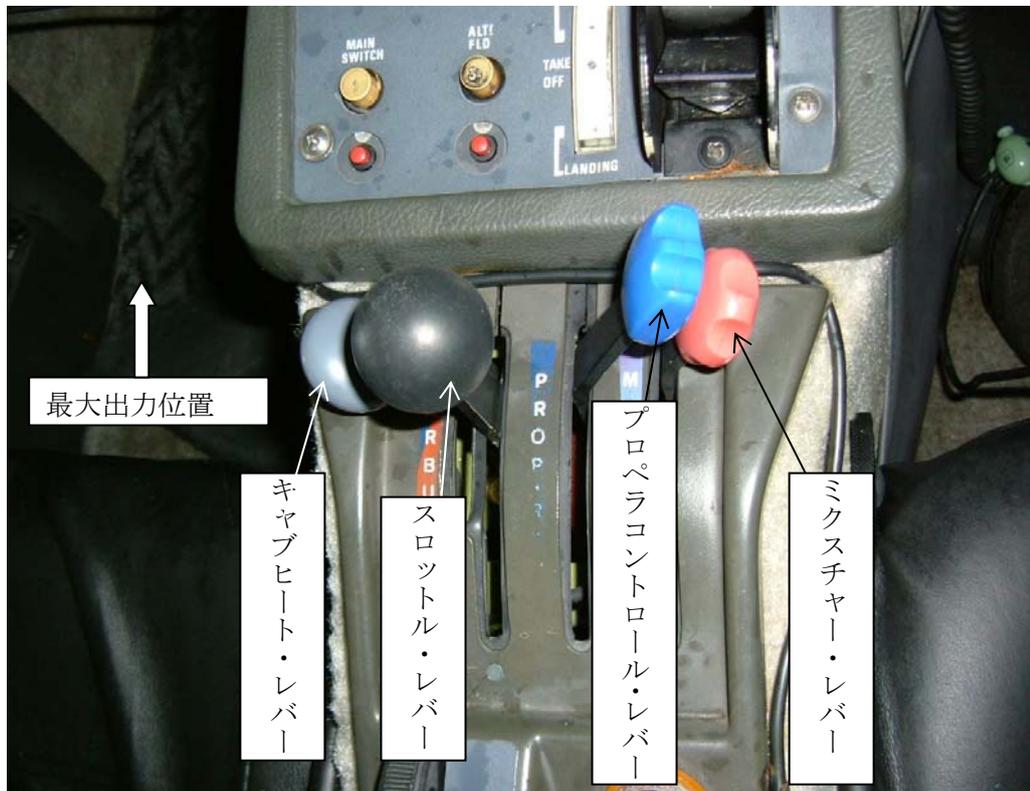


写真6 エグゾーストパイプの左側面

(LHフロント・マニホールドが接続パイプごと分離した部分と灰白色化した部分)

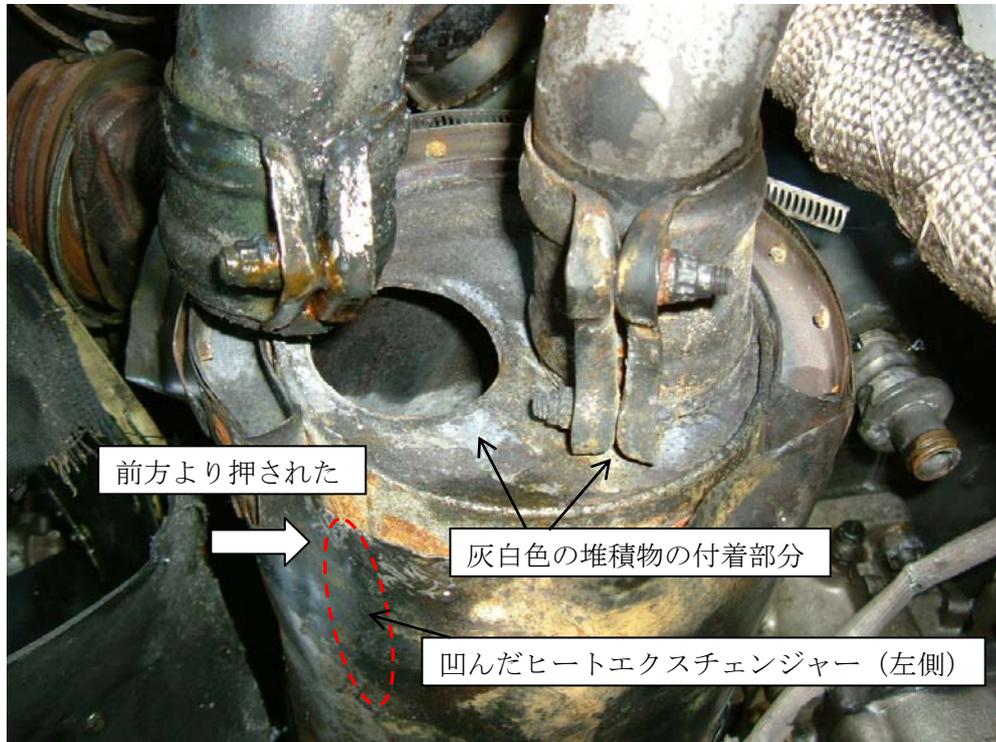
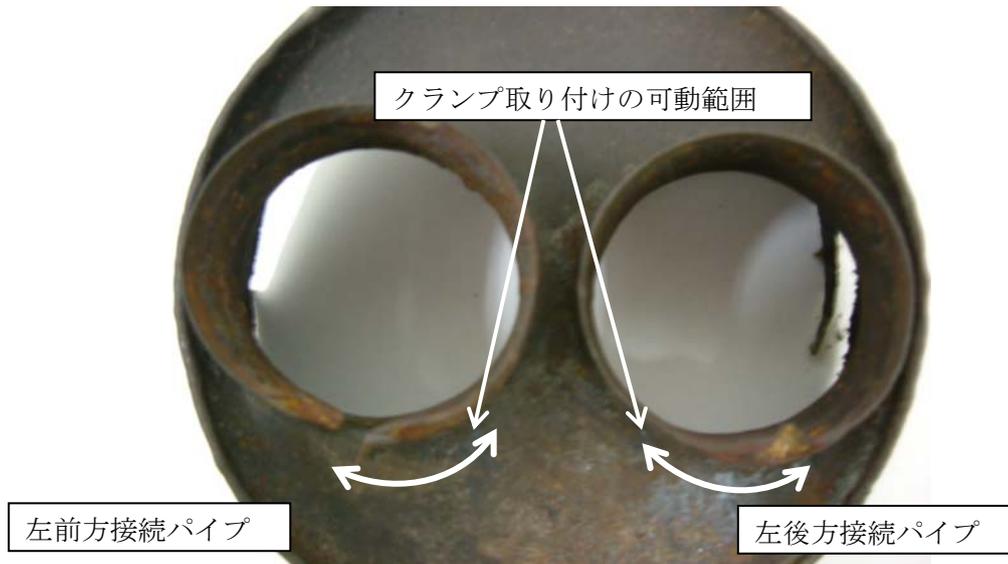


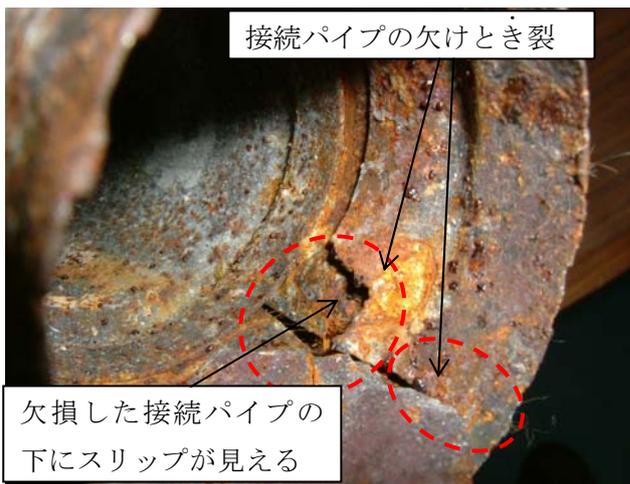
写真7 接続パイプ破断面



写真8 接続パイプとクランプの状態(1)



エグゾーストパイプ左側面（左前方接続パイプは、外れたものを上に乗せて撮影した。）

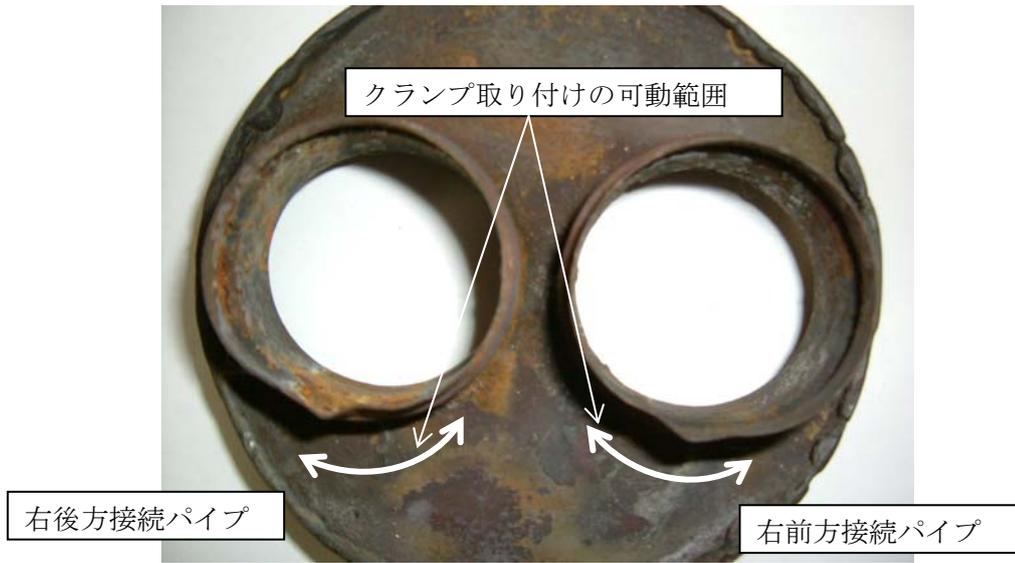


左前方接続パイプとクランプの状態



左後方接続パイプとクランプの状態

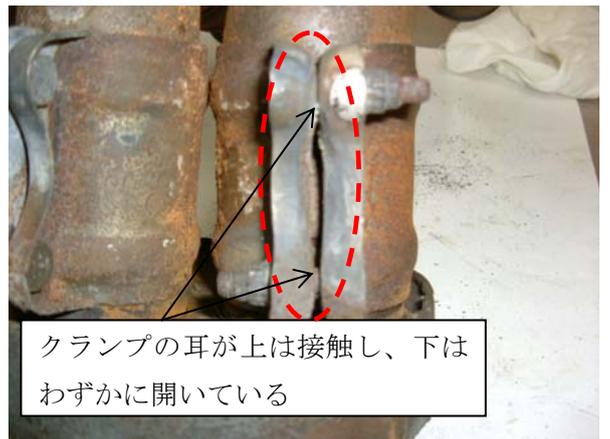
写真8 接続パイプとクランプの状態(2)



エグゾーストパイプ右側面



接続パイプは、山形に変形し、その周囲に変形はない

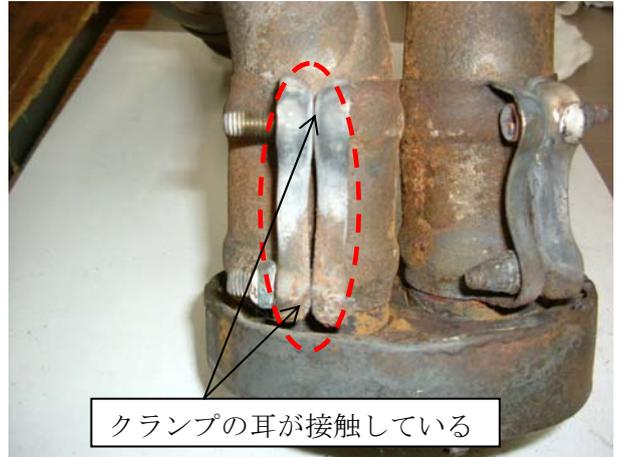


クランプの耳が上は接触し、下はわずかに開いている

右前方接続パイプとクランプの状態



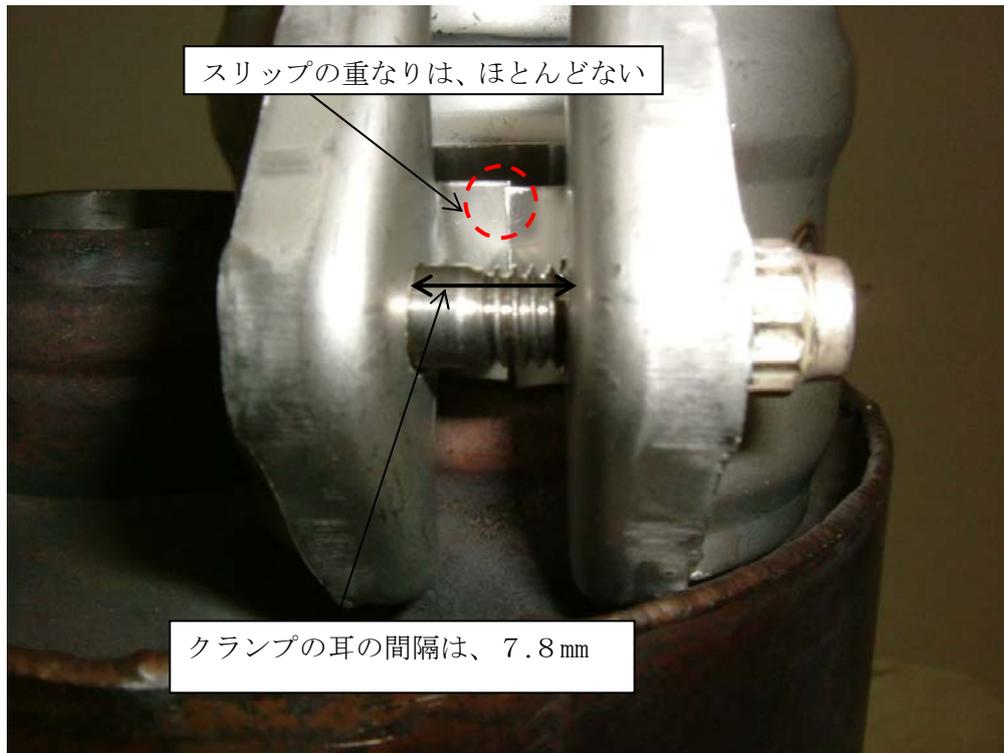
接続パイプは、山形に変形し、その周囲に変形はない



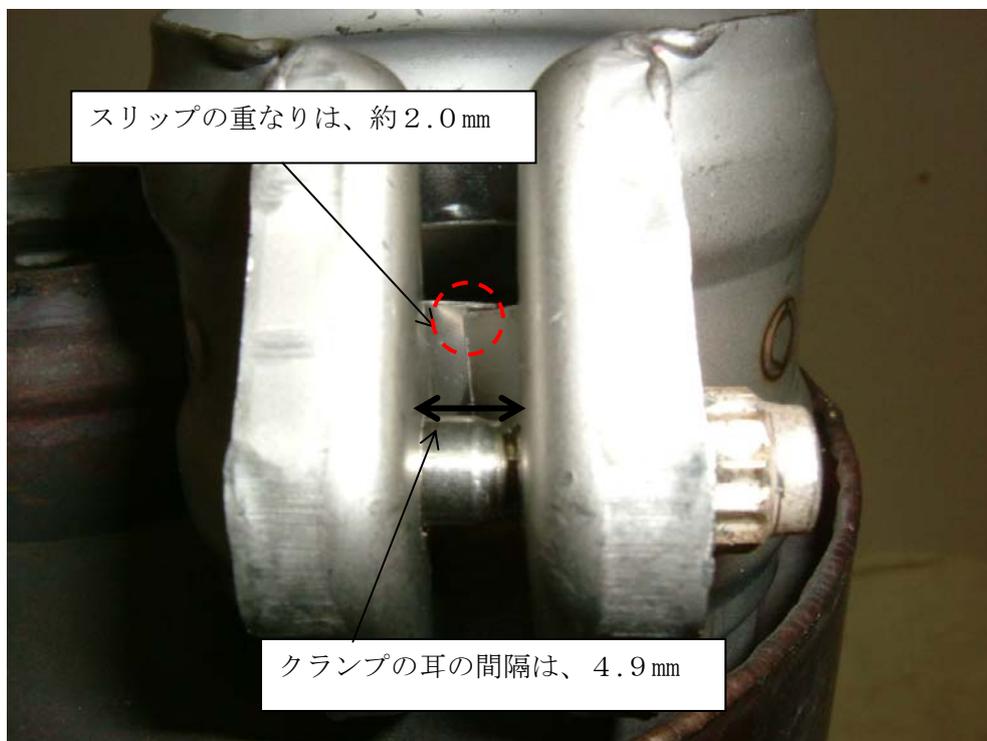
クランプの耳が接触している

右後方接続パイプとクランプの状態

写真9 新品のクランプを用いた調査(1)

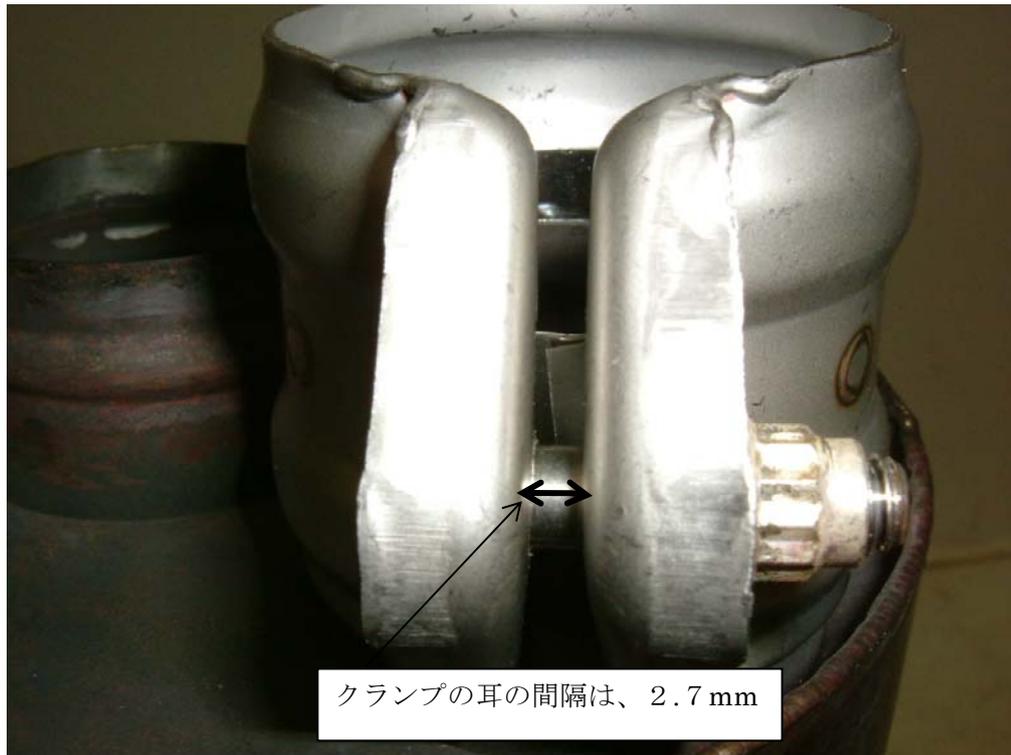


クランプを装着し仮り止めした状態



クランプを締め付け、スリップの重なりを2mmとしたとき

写真9 新品のクランプを用いた調査(2)



クランプを締め付け、接続パイプが変形し始めたとき



クランプを締め付け、接続パイプが変形し始めた状態

写真10 劣化した溶接部（内側）



エグゾーストパイプ左側



外れた左前方接続パイプの溶接面