

中日本航空株式会社所属
富士ベル式204B-2型JA9172
に関する航空事故報告書

昭和55年6月25日

航空事故調査委員会議決（空委第28号）

委員 長	八 田 桂 三
委員	榎 本 善 臣
委員	諏 訪 勝 義
委員	小一原 正 朗
委員	幸 尾 治 朗

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

中日本航空株式会社所属富士ベル式204B-2型JA9172は、昭和53年11月1日16時25分ごろ、機長及び整備士1名がとう乗し、資材等の運搬作業を実施後、愛知県南設楽郡鳳来町大字玖老勢場外離着陸場（以下「玖老勢ヘリポート」という。）に着陸した後、エンジン停止前の冷機運転を実施中、異音の発生とともに機首が右にふられ、機体は中破したが、火災は発生しなかった。

本事故による人員の死傷はなかった。

1.2 航空事故調査の概要

昭和53年11月2日～4日 現場調査

昭和53年11月8日～10日 トランスミッション、42度及び90度ギヤボックスの
分解調査

昭和53年12月13日 エンジン台上運転及びエンジン補機（FCU）の機能試験

昭和53年12月14日 エンジン分解調査

昭和54年1月18日 同型式機についての調査（於東京ヘリポート）

昭和54年6月21日 コントロールチェーンの切断面の調査

220001

昭和54年9月29日 同型式機についての調査（於東京ヘリポート）

昭和54年10月30日 同型式機についての調査（於東京ヘリポート）

昭和54年12月25日～昭和55年2月20日 メインロータマスト及びテールロータ
ドライブシャフトの破損に至る力学的考察（於航空宇宙技術研
究所）

1.3 原因関係者からの意見聴取

昭和55年6月25日 意見聴取

2 認定した事実

2.1 飛行の経過

J A 9 1 7 2は、事故当日、岐阜県美濃市大字御手洗字神戸179、御手洗場外離着陸場（以下「御手洗ヘリポート」という。）において整備士4名による約45分間の飛行前点検を実施後、機長と整備士3名がとう乗し、同ヘリポートを08時55分に離陸し、玖老勢ヘリポートに09時55分到着して整備士2名が降りた。

機長の口述によれば、当日は、10時16分から運搬作業を開始し同作業を終了して16時25分に着陸するまでに、玖老勢ヘリポートと建設現場との間（所要時間約3分）、同建設現場と土砂捨場との間（所要時間約5分）及び同土砂捨場と玖老勢ヘリポートとの間（所要時間約5分）を合計59回飛行した。この間の作業は建設資材または残土等の運搬であり、その1回のとう載量は約1～1.2トンであった。

作業終了後、同機が玖老勢ヘリポートに着陸と同時に、機長は、所定の手順に従い、エンジン回転（ガスプロジェサ回転）をフライトアイドルまで絞り冷機運転に移行し、その間に、整備士は、機体から降りて同機の左前方に立ち、冷機運転の状況を見守っていた。

着陸後約1分経過したころ、機長はエンジン回転（以下「N2」という。）及びメインロータ回転（以下「NR」という。）を示すデュアル回転計の指針が相互に離れている（針割れ）のに気づき、ガスプロジェサ回転計（以下「N1」という。）の指針を点検したところ、約71パーセント（規定値71±1パーセント）を指示していた。

その直後、同機は、突然後方から「ドカン」という異常音が発生するとともに機首を右に振られた。

220002

機長は、直ちにエンジンを停止し、スイッチ等を断にして機外に出た。その際メインロータは空転状態でテールロータが停止しており、テールフィンの辺りから「ガラガラ」という異音がしていた。

その後、メインロータは停止し、同時に異音も消えた。

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

死 傷	と う 乗 者		そ の 他
	乗 組 員	そ の 他	
死 亡	0	—	0
重 傷	0	—	0
軽 傷	0	—	0
な し	1	—	

2.3 航空機の損壊の程度

中 破

2.4 航空機以外の物件の損壊に関する情報

な し

2.5 乗組員に関する情報

機長 昭和22年11月27日生

事業用操縦士技能証明書 第4252号

昭和52年2月18日取得

限定事項 回転翼航空機ベル式47型及び富士ベル式204-B型

第1種航空身体検査証明書 第11780686号

有効期間 昭和53年3月4日から昭和54年3月3日まで

総飛行時間 2,868時間59分

同型式機飛行時間 532時間26分

最近90日間の飛行時間 112時間23分

最近30日間の飛行時間 68時間05分

220003

最近 7 日間の飛行時間 27 時間 20 分

2.6 航空機に関する情報

2.6.1 航空機

型式 富士ベル式 204B-2 型

製造番号 第 CH-41 号

製造年月日 昭和 52 年 3 月 30 日

耐空証明書番号 第大-53-227 号

有効期間 昭和 53 年 10 月 11 日から昭和 54 年 10 月 10 日まで

総飛行時間 1,067 時間 50 分

1,000 時間点検後の飛行時間 70 時間 35 分

50 時間点検後の飛行時間 23 時間 30 分

2.6.2 エンジン

型式 川崎重工式 KT5313B 型

製造番号 第 KHI-13067 号

製造年月日 昭和 52 年 3 月 3 日

総使用時間 1,067 時間 50 分

50 時間点検後の使用時間 23 時間 30 分

2.6.3 トランスミッション

型式 204-040-009-61

製造番号 第 ABU-50073 号

製造年月日 昭和 50 年 3 月 26 日

総使用時間 1,056 時間 38 分

2.6.4 フリーホイールクラッチアセンブリ

型式 X134296

製造番号 第 20910 号

製造年月日 昭和 53 年 10 月 3 日

総使用時間 70 時間 35 分

2.6.5 着陸時の推定重量及び重心位置

着陸時の重量は 5,384.75 ポンド、重心位置の前後方向は 135.40 インチ、横方向は 1.42 インチ（右）と推算され、それぞれ重量限界（9,500 ポンド）及び重心位

220004

置（前後方向127.7～138.0インチ、横方向左右共4.70インチ）の許容範囲内にあったものと推定される。

2.6.6 燃料及び潤滑油

燃料及び潤滑油は、出光ATF-1及びエアロシェルタービンオイル500であり、ともに規格品であった。

2.7 気象に関する情報

事故発生時の玖老勢ヘリポートにおける気象状況は、機長の口述によれば、快晴、視界良好、無風の状態であった。

2.8 航空機及びその部品の損壊に関する情報

- (1) メインロータマストは、メインロータブレードの回転方向にねじれ湾曲していた。
- (2) コントロールチューブは、メインロータブレードの回転方向にねじれ若干湾曲していた。
- (3) メインジェネレータシャフトは、メカニカルヒューズ部で切断していた。
- (4) 163 テールロータドライブシャフトは、中央部付近がわずかに凹み、164 テールロータドライブシャフトは、回転方向にねじれて湾曲し、凹みの中央付近に亀裂が発生していた。また、166 テールロータドライブシャフトは、回転方向にねじれ、ほぼその中央部で破断し、42度ギヤボックスアセンブリのアウトプットクイルカップリング部から脱落していた。
- (5) テールロータコントロールチェーンは、全長の約 $\frac{2}{5}$ の箇所から切断し、テールロータコントロールクイルアセンブリのピッチスプロケットにかみこんでいた。
- (6) 90度ギヤボックスアセンブリ取付部の下部外板は座屈していた。

2.9 事実を認定するための試験及び研究

2.9.1 42度ギヤボックスアセンブリ

分解調査の結果、インプットクイルのドライブギヤ（歯数27枚）の連続した歯の7枚に一連の強い当り傷が見られた。また、アウトプットクイルのドリブンギヤ（歯数27枚）の連続した歯の8枚にも一連の当り傷が見られた。（写真16参照）

2.9.2 90度ギヤボックスアセンブリ

分解調査の結果、異常は認められなかった。

220005

2.9.3 トランスミッションアセンブリ

分解調査の結果、次のことが確認された。

2.9.3.1 インプットドライブクイル

(1) インプットクイルに組みこまれているフリーホイールクラッチアセンブリは、クラッチスプラグ(40個使用)を保持しているドラッグスプリング(6個使用)の両側のタブがすべて切損していた。(写真№2、3、4参照)

すべてのクラッチスプラグは、フリーホイールカップリングアウターレース(エンジン側)(以下「アウターレース」という。)及び同インナーレース(トランスミッション駆動側)(以下「インナーレース」という。)との接触面に滑り痕が見られ、特にインナーレースとの接触面には強い圧力痕があり、その先端部には焼けによる変色が認められた。(写真№5、6参照)

(2) クラッチスプラグと接触するアウターレース及びインナーレースのそれぞれの接触面に強い当り傷が見られた。(写真№7、8参照)

(3) インプットドライブクイルに組みこまれているピニオンギヤ(歯数29枚)の連続した歯の9枚に一連の強い当り傷が見られた。(写真№9参照)

2.9.3.2 インプットドリブンギヤアセンブリ

同アセンブリに組みこまれているスパイラルベベルギヤ(歯数62枚)のすべの歯に軽度の当り傷が見られた。(写真№10参照)

2.9.3.3 ジェネレータードライブアセンブリ

同アセンブリに組みこまれているピニオンギヤ(歯数29枚)の連続した歯の3枚に当り傷が見られた。

2.9.3.4 テールロータドライブクイル

同クイルに組みこまれているベベルギヤ(歯数26枚)の連続した歯の17枚に一連の強い当り傷が見られた。(写真№11参照)

2.9.3.5 サンプインプットクイル

同クイルに組みこまれているベベルギヤ(歯数27枚)の連続した歯の15枚に一連の当り傷が見られた。これは、サンプケースとの接触によるものと推定される。(写真№12参照)

2.9.3.6 サンプケース

同ケースの内壁には幅約6ミリメートル、深さ約1.5ミリメートル、長さ約60ミリメートルのかき傷が見られた。これは、サンプインプットクイルのベベルギヤ

220006

の歯先が接触したことによるものと推定される。(写真№13参照)

2.9.3.7 オフセットアクセサリドライブアセンブリ

異常は認められなかった。

2.9.3.8 ハイドロリックポンプ及び回転計発電機ドライブクイル

異常は認められなかった。

2.9.3.9 潤滑系統

サブフィルタ、外部フィルタ及びマグネティックプラグ並びにオイルジェットには異常は認められなかった。また、オイルには不純物の混入はなかった。

2.9.4 インプットドライブシャフト(エンジン〜トランスミッション)

異常は認められなかった。

2.9.5 コントロールチェーンアセンブリ

同コントロールチェーン(全長約104センチメートル)は、コントロールケーブルとの結合部から約40センチメートルの位置で切断していた。(写真№14、15参照)

2.9.6 エンジン

2.9.6.1 台上試運転

分解調査に先立ち運転試験を実施し、事故発生時の出力域を中心に部分出力の範囲について調査した結果、異常は認められなかった。

2.9.6.2 分解調査

分解調査の結果、次のことが確認された。

(1) アウトプットリダクションキャリア及びギヤアセンブリ

同アセンブリに組みこまれている3個のヘリカルプラネットリダクションギヤ及びリヤアウトプットギヤにそれぞれ強い当り傷が見られた。

(2) コンプレッサ及びインペラハウジングアセンブリ

第1段から第5段までの軸流コンプレッサステータ及び遠心コンプレッサのインペラハウジングにはいずれも異常は認められなかった。

(3) コンプレッサロータアセンブリ

第1段から第5段までの軸流コンプレッサロータ及び遠心コンプレッサのインペラにはいずれも異常は認められなかった。

(4) コンバスタータービンアセンブリ

第1段及び第2段ガスプロジェクタービンノズル及びロータ並びに第1段及び第2段パワータービンノズル及びロータにはそれぞれ異常は認められなかった。

220007

また、ホットセクション全体としては損傷及び焼け等の痕跡は認められなかった。

2.9.7 燃料管制器（FCU）

事故当時の状態で、エンジン製造時の機能試験要領により機能試験を実施した結果、異常は認められなかった。

3 事実を認定した理由

3.1 解析のための試験及び研究

3.1.1 メインロータマスト及びテールロータドライブシャフトの破損に至る力学的考察

3.1.1.1 フリーホイールクラッチからインプットクイルピニオンへの衝撃トルク入力
が要因となり、トルク伝達軸に生ずる異常応力でメインロータマスト及びテール
ロータドライブシャフトが損傷する可能性を検討するため、それぞれのねじり破
損強度を材質及び寸法等から計算した。その結果は次のとおりであった。

メインロータマストについては、ねじり座屈強度がねじり降伏強度よりも強く、
また、テールロータドライブシャフトについては、ねじり降伏強度がねじり座屈
強度よりも強いことがわかった。

このことから、衝撃トルクが加えられた場合、メインロータマストはねじり降
伏により、また、テールロータドライブシャフトはねじり座屈により、ねじり損
傷するものと推定される。

3.1.1.2 メインロータマスト系及びテールロータドライブシャフト系のそれぞれにつ
いて、その1次ねじり固有振動周期を計算した結果、メインロータマスト系のね
じり固有振動周期は大きく、テールロータドライブシャフト系のねじり固有振動
周期は小さいことがわかった。

3.1.1.3 前記 3.1.1.1、3.1.1.2で計算したメインロータマスト系及びテールロータ
ドライブシャフト系についてのそれぞれのねじり破損強度及び1次ねじり固有振
動周期から考察し、フリーホイールクラッチからインプットクイルピニオンへの
衝撃トルク入力により、極めて短時間内に最初にテールロータドライブシャフト
がねじり座屈で破断し、次いでメインロータマストがねじり降伏でねじり湾曲し
たものと推定される。

3.2 解 析

- 3.2.1 事故発生時の気象状況は、本事故に関連はなかったものと推定される。
- 3.2.2 同機の調査結果及び機長の口述等から、機体及びエンジン並びに操縦系統等は、事故発生時まで不具合はなかったものと推定される。
- 3.2.3 機長は、着陸後フライトアイドル回転でのエンジンの冷機運転中、メインロータブレードの回転が通常よりも低いと感じており、また、デュアル回転計指針の針割れに気付いたが、NRとN2のどちらの指針が下がっていたかについては確認していなかった。
- 3.2.4 機長は、針割れの角度が約30度であったこと及び針割れに気付いた時のN1は約71パーセントであったと口述していることから、この時点におけるNRは約56パーセントであったものと推定される。
- 3.2.5 NRとN2との針割れ現象は、同機の軽負荷状態での冷機運転中、同クラッチに逆滑りが発生し、エンジンからの駆動力が伝達されずN2が増しNRが低下したことにより、NRがN2よりも低くなった状態で発生したものと推定される。
- 3.2.6 上記針割れ現象は、機長が針割れに気付いた時点かあるいはそれ以前に、同クラッチに逆滑りが発生したことによるものと推定される。
- 3.2.7 クラッチスラグ本体のインナーレースとの接触面には強い圧力痕があり、その先端部には焼けによる変色が認められ、また、インナーレースのクラッチスラグとの接触面にも強い当り傷が見られたことから、逆滑りの発生後同クラッチは再度急激にかみ合ったものと推定される。
- 3.2.8 駆動系統内の各部の損傷は、同クラッチに逆滑りが発生し、その後同クラッチが急激にかみ合い、その際にパワータービン系の回転運動エネルギー等により発生した衝撃トルク（以下「衝撃トルク」という。）によるものと推定される。
- 3.2.9 メインロータマストのねじれは、同マストの正回転方向に発生しており、同方向への過大トルクによるものと推定される。このことは、衝撃トルクにより同マストがねじり降伏したことによるものと推定される。（写真Ⅸ16参照）
- 3.2.10 テールロータドライブシャフトの湾曲及び破断は、その損傷がテールロータの正回転方向に発生しており、同方向への過大トルクによりねじられたことによるものと推定される。このことは、衝撃トルクにより同ドライブシャフトがねじり座屈したことによるものと推定される。（写真Ⅸ17、18参照）
- 3.2.11 トランスミッションアセンブリの調査結果から、内部のギヤ等の損傷はすべて各ギヤの駆動側に発生していることから、これは、トランスミッション内部のギヤトレーン

に衝撃トルクが負荷されたことによるものと推定される。

3.2.1 2 サンプケース内壁の損傷は、トランスミッション内部のギヤトレーンに衝撃トルクが負荷された際、サンプインプットクイルギヤが同ケース内壁に接触したことによるものと推定される。

3.2.1 3 事故時、 $\phi 6$ テールロータドライブシャフトの中央部に取付けられているバランスプレートが10枚のうち4枚が剥がれていたが、これは、同シャフトが破断したことによるものと推定される。また、同プレートが失われた場合の同シャフトの振れ回り量を検討した結果、同シャフトの中央部における振れ回り量は、最大約0.95ミリメートルと推算された。このことから、同シャフトの90度ギヤボックス側の末端部における振れ回り量は0.95ミリメートル以下であったものと推定される。さらに、テールロータコントロールチェーンの内側から同シャフトの90度ギヤボックス側末端に取付けられているカップリングクランプの外側までの間隙は約15ミリメートルであることから、この時点では同チェーンは同シャフトに接触することはなかったものと推定される。

同チェーンは、同シャフトの破断により90度ギヤボックス側のカップリング部を支点として同シャフトが首振り運動を起こし、カップリングクランプの取付けボルト及びナットの頭部が同チェーンに接触し、同シャフトの回転方向に引張られて切断したものと推定される。

なお、同チェーンの切断面を電子顕微鏡により調査した結果、腐食及び疲労等は見られなかった。

3.2.1 4 42度ギヤボックスアセンブリのインプットクイルのドライブギヤ及びアウトプットクイルのドリブンギヤに見られた強い当り傷は、すべて各ギヤの駆動側に発生しており、テールロータ駆動系統に衝撃トルクが負荷されたことによるものと推定される。

3.2.1 5 テールフィンの90度ギヤボックスアセンブリ取付部の下部外板に生じた座屈は、テールロータの回転方向に衝撃トルクが負荷された際にテールロータ反力が生じ、同反力によりテールフィンが押し下げられたことによるものと推定される。(写真 $\phi 19$ 参照)

3.2.1 6 エンジンのアウトプットリダクションキャリア及びギヤアセンブリに組みこまれているヘリカルプラネットリダクションギヤ及びリヤアウトプットギヤに見られた強い当り傷は、衝撃トルクが同アセンブリ側に加えられたことにより発生したものと推定される。

3.2.1 7 前記3.2.5、3.2.8、3.2.10、3.2.11、3.2.12、3.2.13、3.2.15及び

3.2.1 6に記述した同クラッチの損傷、メインロータマスト及びテールロータドライブシャフトのねじれの方向、駆動系統の各部のギヤの損傷状態並びに3.1.1に記述した考察の結果から、同クラッチがかみ合い中に逆滑りを起こし、NRがN2よりも低くなった状態の大きな針割れが発生し、その後同クラッチが再度急激にかみ合い、その際に生じた衝撃トルクにより、最初にテールロータドライブシャフトがねじり座屈により破断し、次いでメインロータマストがねじり降伏によりねじり湾曲し、その間に駆動系統内のトランスミッション及び42度ギヤボックスアセンブリ等の各ギヤが損傷したものと推定される。

3.2.1 8 事故発生時、機首が右に振られたことは、№6テールロータドライブシャフトが破断したため、メインロータの反トルク効果が失われたことによるものと推定される。
(写真 №20、21 参照)

3.2.1 9 機長が冷機運転中に後方から聞こえたと言述している異常音は、衝撃トルクが負荷された時に発生したものと推定される。

3.2.2 0 スプラグ型フリーホイールクラッチは、その構造上条件によってはそのかみ合い中に逆滑りを起こし、NRがN2よりも低くなった状態の大きな針割れを生ずる恐れがあるが、この針割れの状態がある時間継続すると再かみ合いを生じ、そのかみ合いの状況によっては急激な衝撃トルクが発生するものと推定される。本事故の場合、同クラッチに逆滑りが生じた具体的な要因は明らかにすることができなかった。

4 結 論

- (1) 機長は、適法な資格を有し、かつ所定の航空身体検査に合格していた。
- (2) 事故発生時の気象状況は、本事故に関連はなかったものと推定される。
- (3) JA9172は、有効な耐空証明を有し、事故発生まで不具合はなかったものと推定される。
- (4) 機長が着陸後冷機運転中に気付いたデュアル回転計の針割れは、フリーホイールクラッチが逆滑りを起こしたことによるものと推定される。
- (5) 同機の冷機運転中に同クラッチが逆滑りを起こし、NRがN2よりも低くなった状態の大きな針割れを生じ、その後同クラッチが再度急激にかみ合ったものと推定され、その際に衝撃トルクが発生したものと推定される。

220011

- (6) 上記の衝撃トルクにより、最初にテールロータドライブシャフトがねじり座屈で湾曲及び破断し、次いでメインロータマストがねじり降伏でねじり湾曲し、その間に駆動系統の各部が損傷したものと推定される。
- (7) 上記の衝撃トルクによる各部の損傷は、その状況から、極めて短時間に駆動系統に生じたものと推定される。
- (8) 事故は、同機の着陸後、冷機運転を開始してから2～3分後に発生したものと推定される。
- (9) スプラグ型フリーホイールクラッチは、その構造上条件によってはそのかみ合い中に逆滑りを起こし、NRがN2よりも低くなった状態の大きな針割れを生ずる恐れがあるが、本事故の場合、同クラッチに逆滑りが生じた具体的な要因は明らかにすることができなかった。

原因

本事故は、同機の着陸後の冷機運転中、フリーホイールクラッチに逆滑りが発生し、NRがN2よりも低くなった状態となり、その後同クラッチが再度急激にかみ合い、その際に生じた衝撃トルクによりテールロータドライブシャフト及びメインロータマスト並びにその駆動系統が損傷したことによるものと推定される。

なお、同クラッチに逆滑りが発生した具体的な要因については明確にすることはできなかった。

連続した歯の8枚に
一連の当り傷あり
(アウトプットケイル)

連続した歯の7枚に
一連の当り傷あり
(インプットケイル)

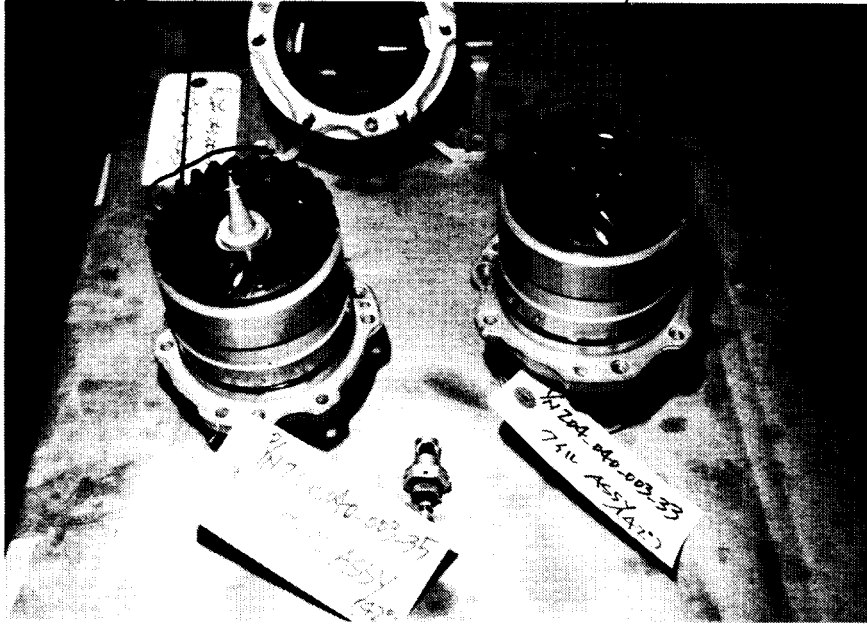


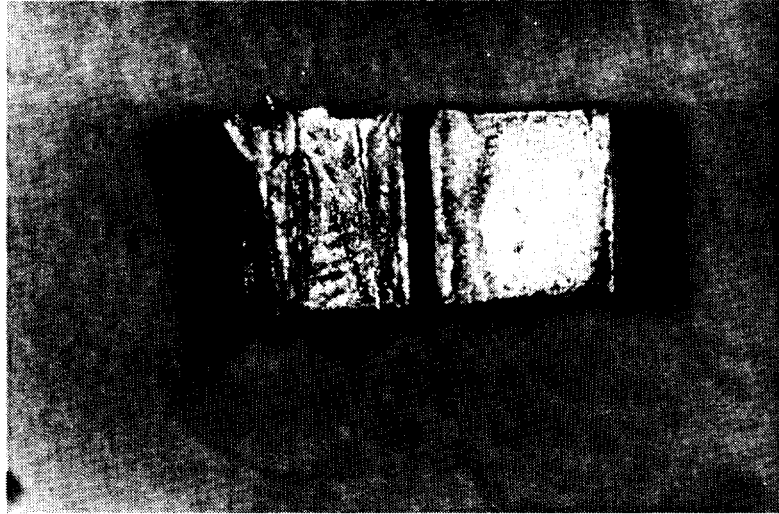
図1 42度ギヤボックスアセンブリ

ドラッグスプリングの両側の
ダブはすべて折損

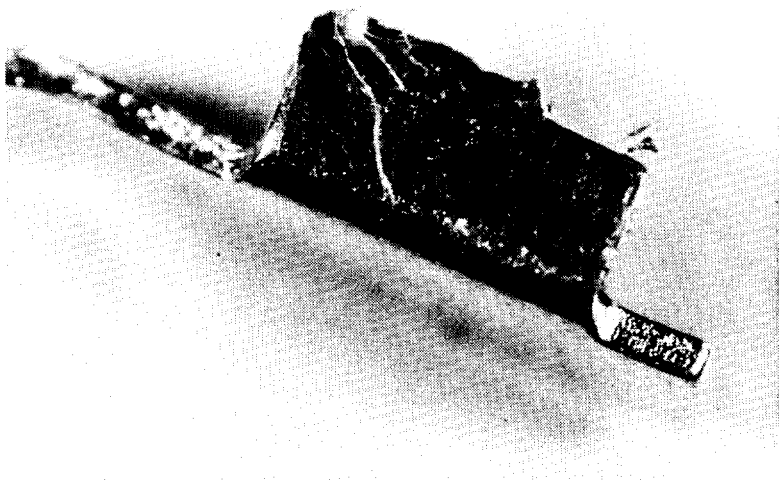


図2 フリーホイールクラッチアセンブリ

220013



163 折損したドラッグスプリングのタブ



164 タブの折損したドラッグスプリング

220014

焼けによる変色あり

16.5 クラッチスラグ

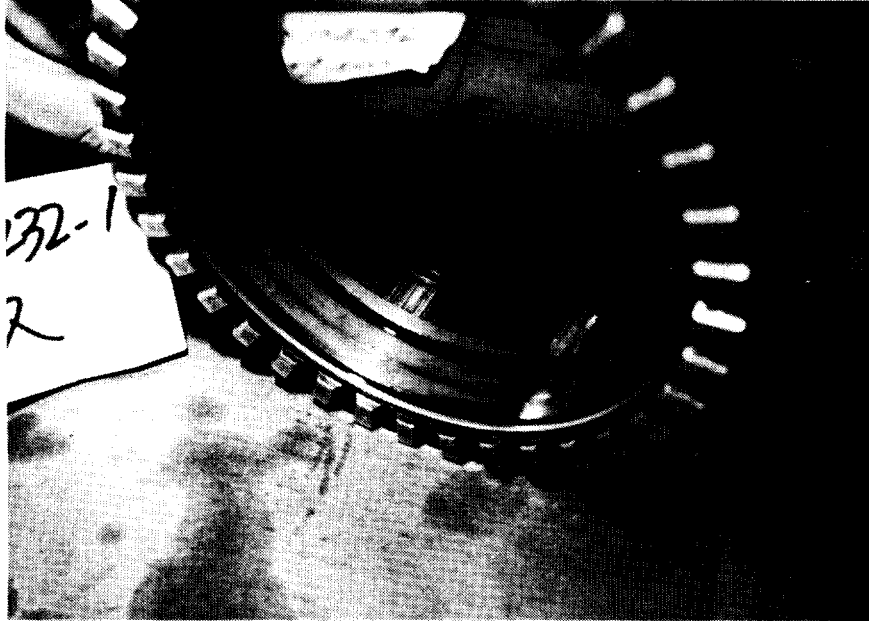
圧力痕

滑り痕

16.6 クラッチスラグ

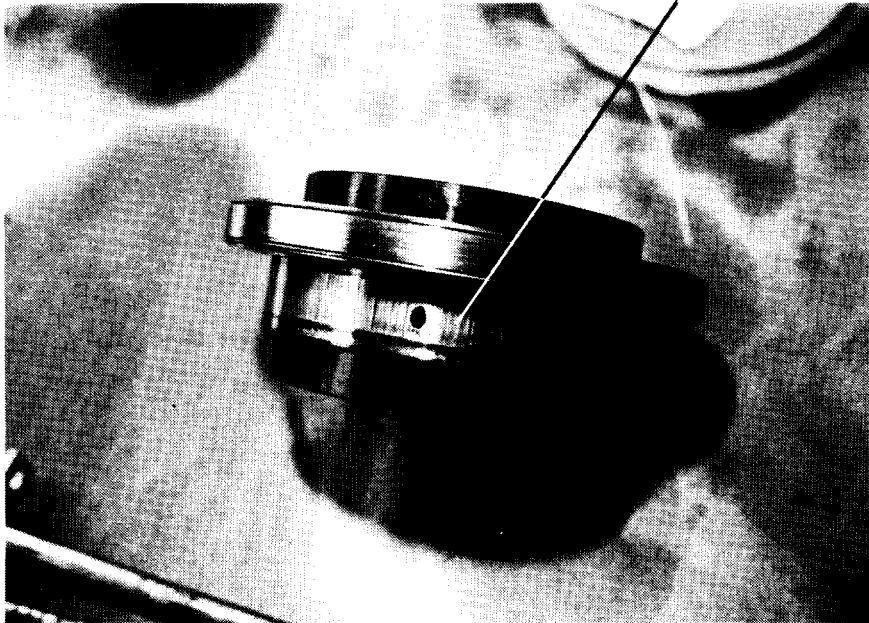
220015

強い荒れ(当り傷)



16.7 フリーホイールカップリングアウターレース(エンジン側)

強い荒れ(当り傷)



16.8 フリーホイールカップリングインナーレース(トランスミッション側)

220016

連続した歯の9枚に
一連の強い当り傷あり

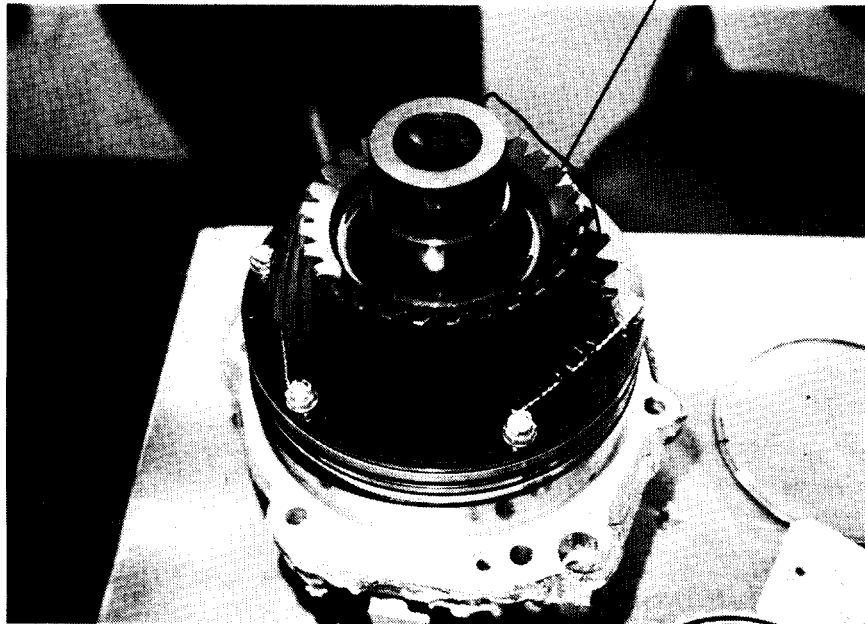


図9 インプットドライブギヤ

全歯に当り傷あり

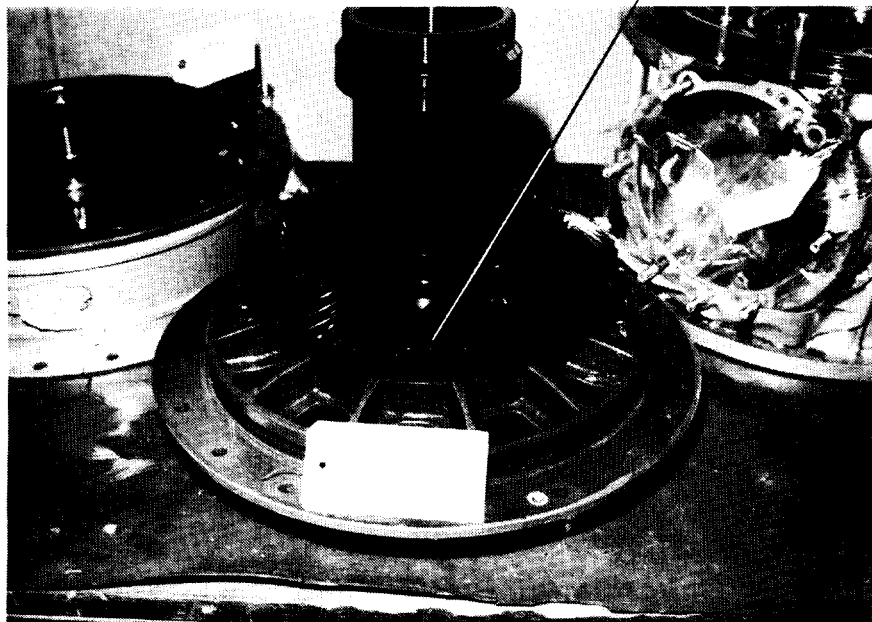


図10 インプットドライブギヤアセンブリ

220017

連続した歯の17枚に
一連の当り傷あり



図11 テールロータドライブクイル

連続した歯の15枚に
一連の当り傷あり

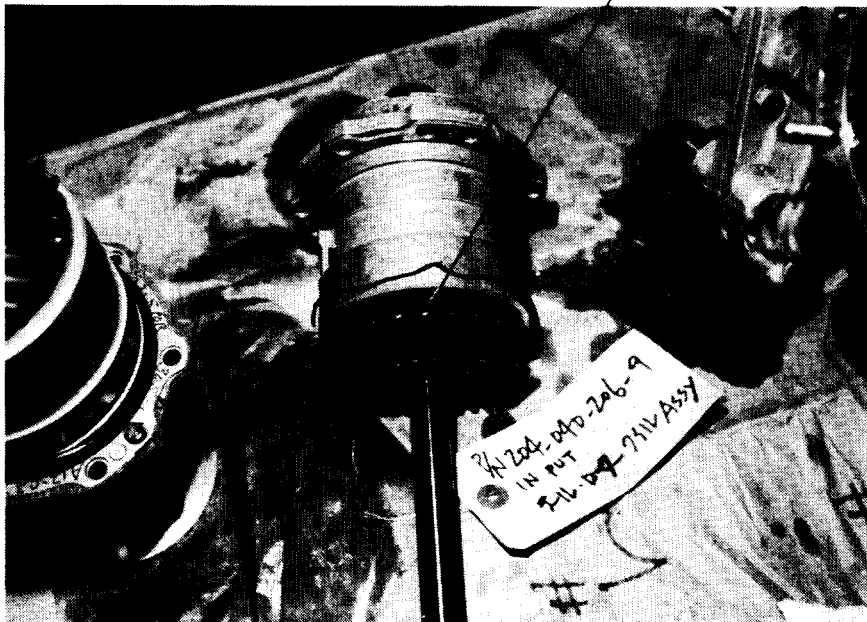


図12 サンプインプットクイル

220018

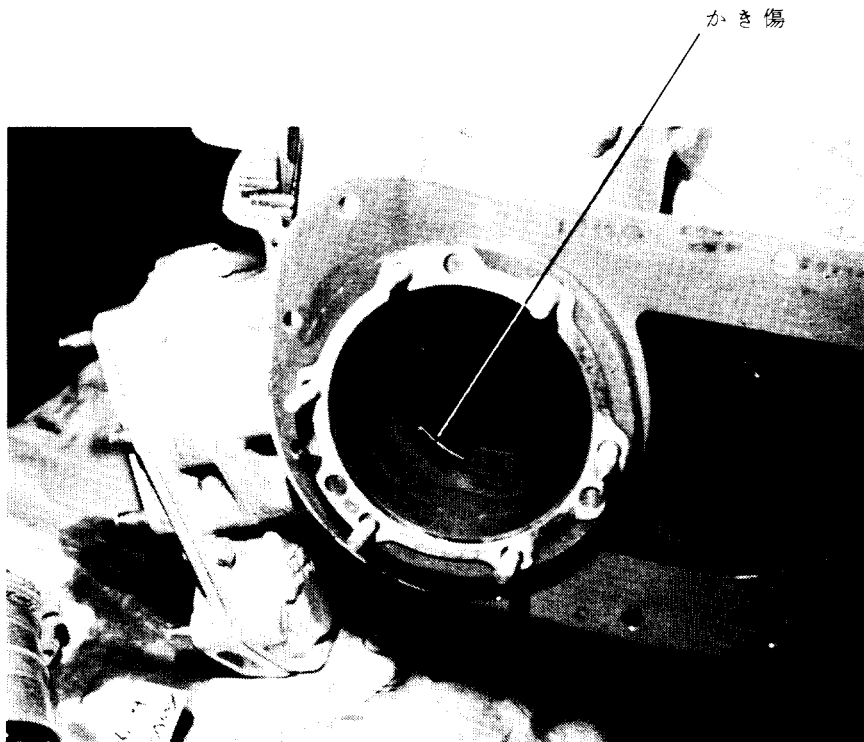


図13 サンプルケース

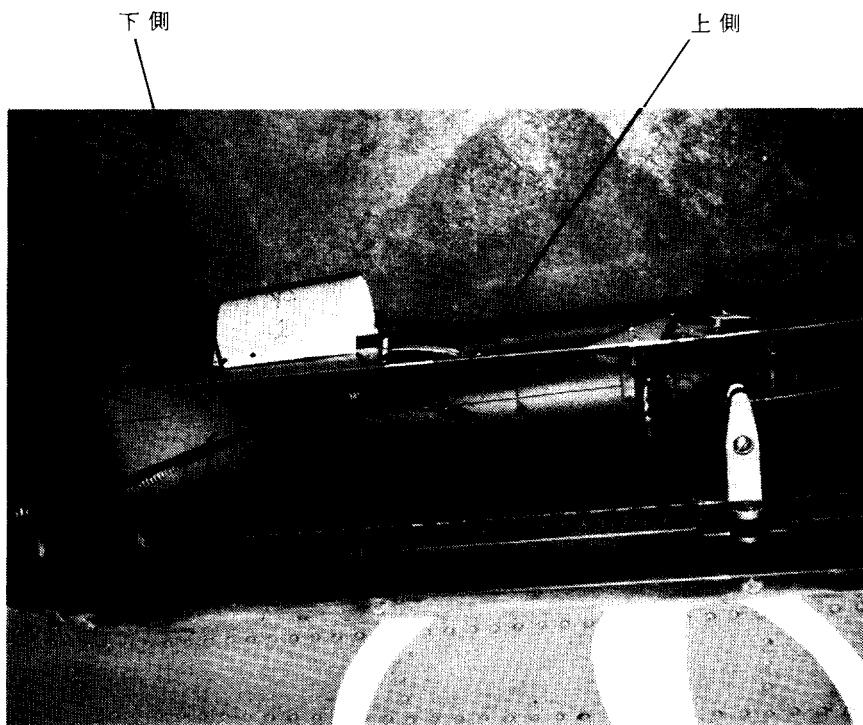


図14 テールロータコントロールチェーン

220019

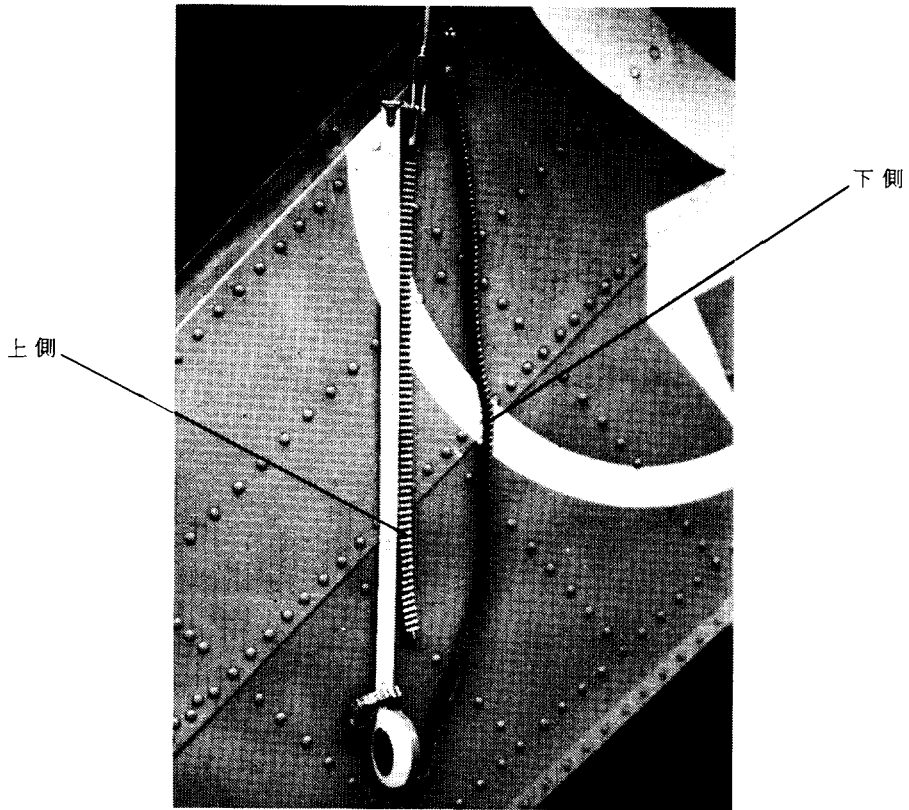
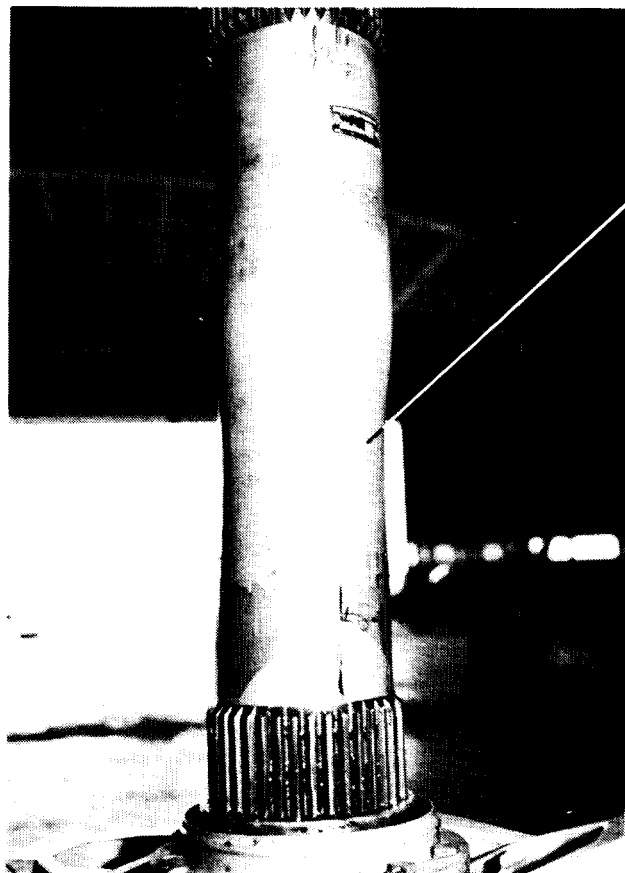


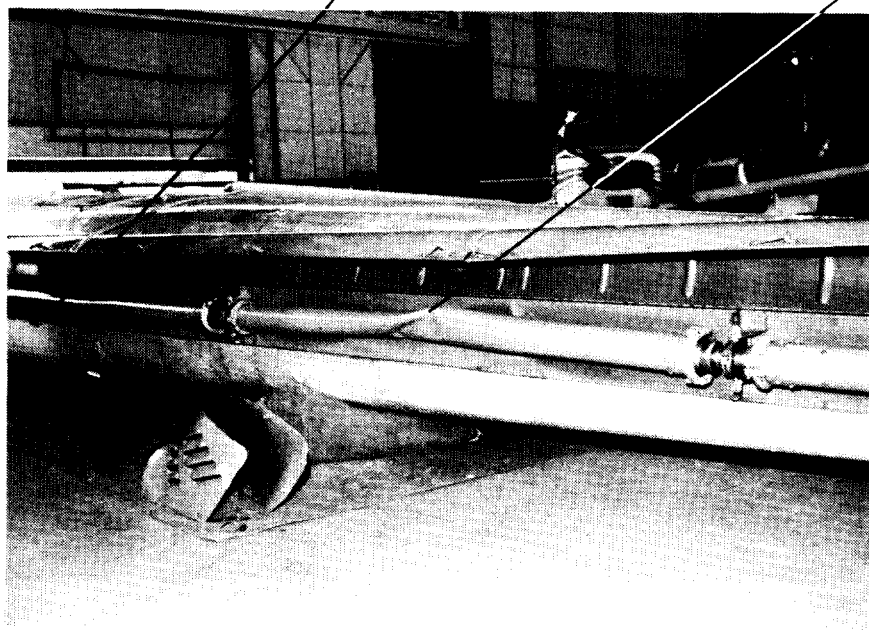
図 15 テールロータコントロールチェーン

220020



回転方向にねじられている

1616 メインロータマスト



1613ドライブシャフト
中央部付近に凹み

1614ドライブ
シャフト湾曲

1617 1613及び1614テールロータドライブシャフト

220021

中央部で破断

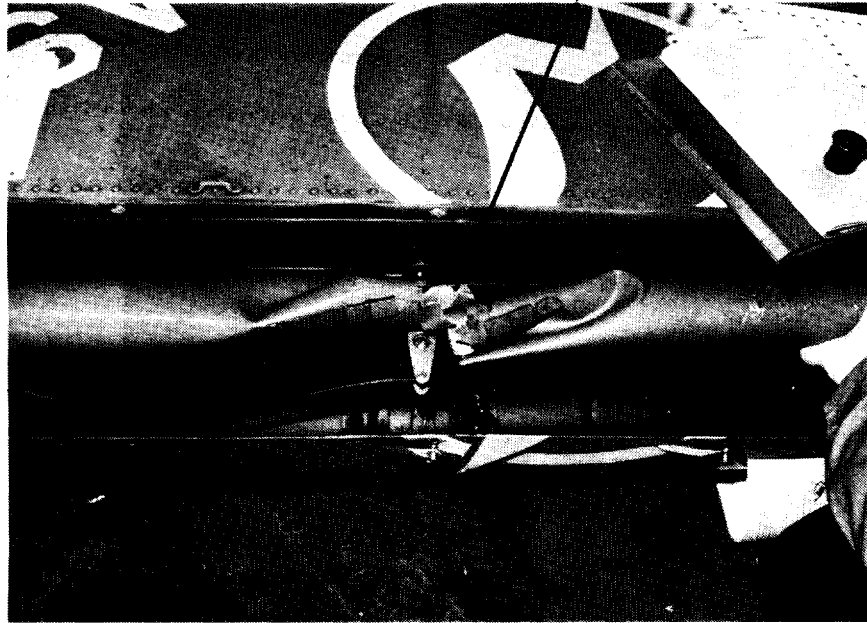


図18 図6 テールロータドライブシャフト

左右に座屈が発生

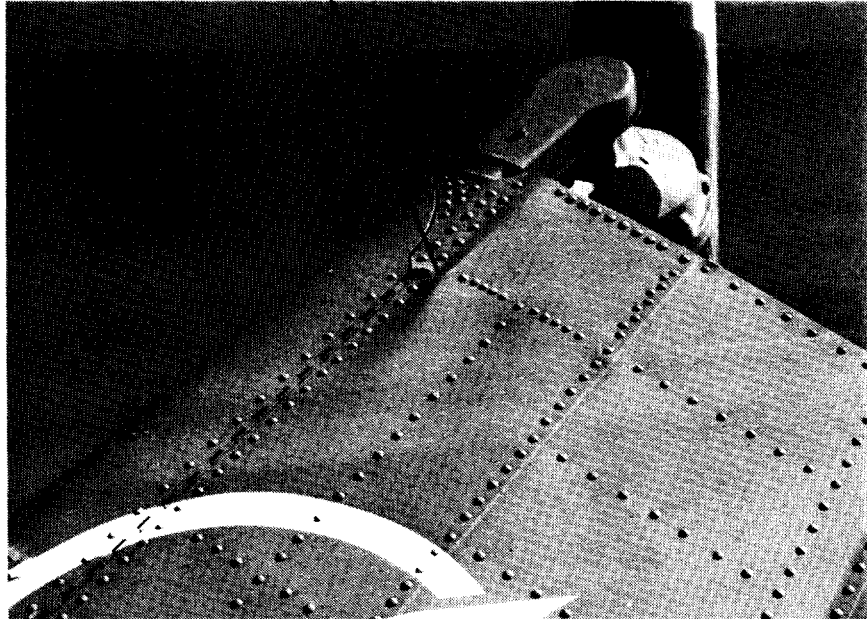


図19 テールフィン

220022

滑りの跡

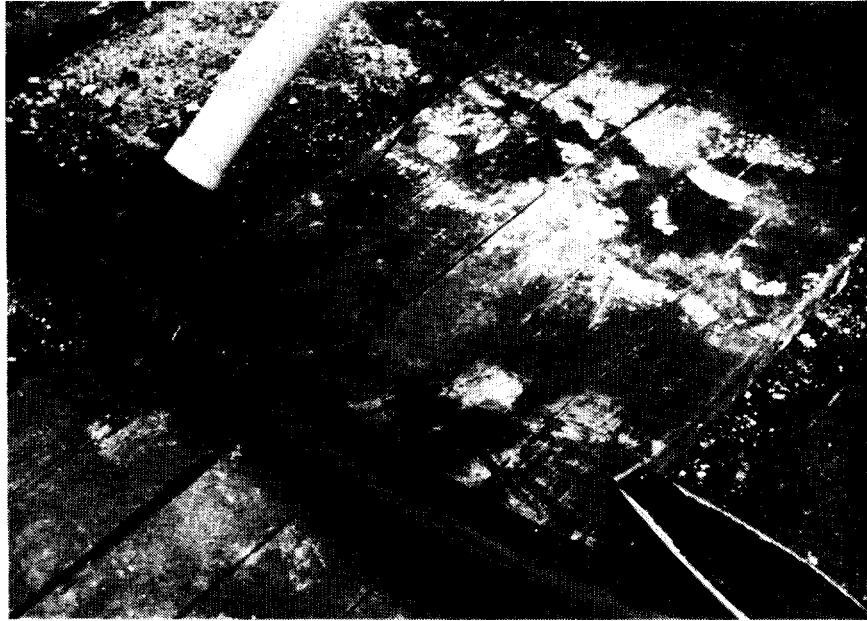


図20 右側スキッドの滑り

この範囲を移動した



図21 左側スキッドの滑り

220023