

航空事故調査報告書
ロイヤル航空株式会社所属
ベル式222B型JA9687
広島県山県郡豊平町
平成2年6月7日

平成3年2月6日

航空事故調査委員会議決

委員長 武田 峻

委員 薄木 正明

委員 宮内 恒幸

委員 東 昭

委員 竹内 和之

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

ロイヤル航空株式会社所属ベル式222B型JA9687(回転翼航空機)は、平成2年6月7日、12時55分ごろ広島県山県郡豊平町の場外離着陸場においてオートロテーション訓練中、墜落した。

同機には、機長及び訓練中の操縦士が搭乗していたが、機長は軽傷、操縦士は重傷を負った。

同機は、大破し、エンジン部に火災が発生した。

1.2 航空事故調査の概要

1.2.1 事故の通知及び調査組織

航空事故調査委員会は、平成2年6月7日、運輸大臣から事故発生 of 通報を受け、当該事故の調査を担当する主管調査官及び1名の調査官を指名した。

1.2.2 調査の実施時期

平成2年6月7日～8日	現場調査
平成2年6月19日	機体調査
平成2年8月21日～22日	エンジン分解調査

1.2.3 原因関係者からの意見聴取

意見聴取を行った。

2 認定した事実

2.1 飛行の経過

J A 9 6 8 7 は、平成2年6月7日、社内機長資格訓練のため機長が左席に訓練中の操縦士(以下「訓練生」という。)が右席に搭乗して、広島県山県郡豊平町阿坂字笠松322-3の場外離着陸場(以下「場外離着陸場」という。)を12時00分に離陸した。その後の飛行経過については機長によれば次のとおりであった。

離陸後、訓練生の操縦により広島空港に向かい、同空港において離着陸訓練を3回行った後、12時50分ごろ場外離着陸場に戻って、オートロテーション(パワー・リカバリー)訓練を行った。

1回目、開始諸元を対地高度(以下「高度」という。)600フィート、速度90ノット、オートロテーション進入後の速度65ノットで行ったところ、進入後間もなくメイン・ロータ回転数(以下「Nr」という。)が約94%に低下していることに気が付き、機長が回転数を回復する操作を行ったがその際、高度が低くなったのでフレア操作を行わず、スロットルをフル・オープンとしてオートロテーションからリカバリーし、そのまま復行した。

その後、場周経路を飛行中、訓練生に対し「オートロテーションに入れる際、コレクティブ・ピッチ・レバーを最低位置に下げってからスロットルを絞るよう」指示を行った。引き続き2回目も前回と同じ諸元でオートロテーションを開始したが、前回と同様にNrが約94%に低下していることに気が付き、機長がコレクティブ・ピッチ・レバーを最低位置に下げたところ、No.2エンジン・アウトの警報灯(赤色)及びNo.2ジェネレータ・アウトの注意灯(黄色)が点灯したのでNo.2エンジンが故障したと判断し、その時の

同機の高度(約400フィート)及び場外離着陸場の広さから、片発でオートロテーションからリカバリーして着陸することは困難と考え、いったん復行して様子を確認することとし、スロットルをフル・オープンとした。

この間、高度が低下し、そのまま降下すれば地面に衝突するおそれがあったので、コレクティブ・ピッチ・レバーを上げたところNrが低下し、場外離着陸場の上空を低高度で通過したのち、同離着陸場の東南約80メートルのところに尾部から接地し、バウンドして前方の雑木林に突っ込み停止した。なお、スロットルをフル・オープンにしたとき回転計は見ていなかった。

気が付いたときエンジン部に火災が発生していたので、エンジン停止のためスロットルを閉じようとしたが、フライト・アイドルまでしかツイスト・グリップが動かなかったので、燃料バルブのスイッチを閉じたがエンジンは停止せず、火災の危険を感じたので訓練生を助けだし機外に逃れた。エンジンは駆けつけた整備士が停止させた。メイン・ロータ低回転警報音については記憶していない。

雑木林に突っ込んだ同機は、メイン・ロータで同機の尾部及び雑木数本を切断し、機首が約180度回頭して機首方位約340度で停止した(付図1参照)。

なお、訓練生は2回目のオートロテーションの飛行経過について、「高度が300フィートぐらいのところでNrが低下していることに気が付きツイスト・グリップを回した。後は松の木が目の前に見えメイン・ロータの低回転警報音が鳴っていたことしか記憶していない。」とのことである。

また、場外離着陸場で目撃していた整備士によれば次のとおりであった。

オートロテーションに入ってしばらくは正常に見えたが、間もなくメイン・ロータの回転音が普通ではなくなり、「ふぁっ、ふぁっ、」と回転が低下している音がして機首が少し上がった姿勢になった。機体が近づくに従い機首が下がってきて場外離着陸場に突っ込むような格好で進入してきた。このとき、メイン・ロータ・ブレードの一本一本が見えるほどになったので、Nrが異常に低下していると感じ飛行経路を避けたところ、機体はほぼ水平姿勢で降下しながら南の林の方向に向かった。しばらくして「ばさ、ばさ」という異常音を聞いたので、そちらの方を見ると白い煙が上がっていたので墜落したと思い、事務所に連絡するとともに現場に駆けつけた。

墜落した同機に最初に駆けつけ、エンジンに火災が発生していたので、消火器でエンジンの炎を消火していたところエンジンが停止した。エンジンはNo.1が回転していたことは確認しているが、No.2が回転していたかどうかについては記憶していない。

事故発生時刻は、12時55分ごろと推定される。

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

機長が軽傷、訓練生が重傷を負った。

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

メイン・ロータ	破 損
メイン・ロータ・ギアボックス	破 損
テール・ロータ	破 損
テール・ブーム	破 損
キャビン	破 損
No.2 エンジン	内部破損

2.4 航空機以外の物件の損壊に関する情報

雑木林に被害があった。

2.5 乗組員に関する情報

機 長 男 性 29歳

事業用操縦士技能証明書 第9004号

限定事項

回転翼航空機 陸上単発ピストン機 昭和58年8月15日

陸上多発タービン機 昭和63年1月14日

ベル式222B型 昭和63年1月14日

第一種航空身体検査証明書 第13590582号

有効期限 平成2年9月15日

総飛行時間 1,916時間06分

(うち回転翼航空機1,610時間06分)

同型式機飛行時間 664時間40分

最近30日間の飛行時間 29時間35分

訓練生 男性 33歳

事業用操縦士技能証明書 第11256号

限定事項

回転翼航空機 陸上単発タービン機 平成2年3月6日

陸上多発タービン機 平成元年12月7日

ベル式222B型 平成元年12月7日

第一種航空身体検査証明書 第14330312号

有効期限 平成3年4月13日

総飛行時間 2,336時間47分

(うち回転翼航空機1,138時間35分)

同型式機飛行時間 13時間40分

最近30日間の飛行時間 14時間45分

2.6 航空機に関する情報

2.6.1 航空機

型式 ベル式222B型

製造番号 47144

製造年月日 昭和60年5月9日

耐空証明書 第東1-544号

有効期限 平成2年10月22日

総飛行時間 541時間52分

100時間定期点検(平成2年4月24日実施)後の飛行時間

28時間14分

2.6.2 エンジン

No.1

型式 ライカミング式LTS-101-750C-1型

製造番号 LE-47112

製造年月日 昭和59年9月19日

総使用時間 484時間10分

100時間定期点検(平成2年4月24日実施)後の飛行時間

28時間14分

No.2

型 式	ライカミング式LTS-101-750C-1型
製造番号	LE-47109
製造年月日	昭和59年8月18日
総使用時間	542時間22分
100時間定期点検(平成2年4月24日実施)後の飛行時間	28時間14分

2.6.3 重量及び重心位置

事故当時、同機の重量は6,983ポンド、重心位置は252.3インチと推算され、いずれも許容範囲(最大離陸重量8,250ポンド、事故当時の重量に対応する重心範囲245.0~256.0インチ)内にあったものと推定される。

2.6.4 燃料及び潤滑油

燃料は航空燃料JET-A1、潤滑油はモービル254(MIL-L-2369)で、いずれも規格品であった。

2.7 気象に関する情報

同社の場外離着陸場管理者によれば事故現場の気象は、天気 晴れ、気温 30度Cで、弱い南東風が吹いていたとのことであった。

2.8 その他必要な事項

2.8.1 オートロテーション時のNrについて

同機のメンテナンス・マニュアルによれば、オートロテーション時のNrは、操縦士1名と安全上必要な最少燃料を搭載した重量において、速度が70ノットでコレクティブ・ピッチ・レバーが最低位置のときに100%、また、最大全備重量時に104%と規定されている。同機のオートロテーション時のNrの調整は、昭和63年8月21日に行なわれ、そのときの全備重量は7,474ポンド、Nrは103%であり、その後調整は行われていない。

2.8.2 場外離着陸場について

場外離着陸場は、広島空港の北約30キロメートルの山岳地にあり、小丘の頂部を切り開いた標高約430メートル、広さ約80メートル×90メートルの草地である。

事故当時4機の小型ヘリコプタがけい留されていた。

2.8.3 警報灯の作動について

- (1) 同機の飛行規程によれば、エンジン・アウト警報灯(赤色)はエンジン・ガス・ジェネレータ・タービン回転速度(以下「N_g」という。)が $52 \pm 2\%$ 以下で点灯する。
- (2) 同機のメンテナンス・マニュアルによれば、ジェネレータ注意灯(黄色)はN_gが45%以下で点灯する。
- (3) 同機の飛行規程によれば、メイン・ロータ低回転警報灯(黄色)はN_rが $94 \pm 3\%$ 以下で点灯し警報音が作動する。

2.8.4 同機の事故発生時の片発時の上昇性能について

同機の事故発生時の重量は6,983ポンド、気圧高度は約1,400フィートと推算されることから、片発時の上昇性能は約430フィート/分である(付図5参照)。

2.9 事実を認定するための試験及び研究

2.9.1 No.2エンジンの現場での調査

- (1) エンジン外観――特に異常は認められない。
- (2) メイン・ドライブ・シャフトは破損し、トランス・ミッション側で切れている。また、デッキにはシャフトとのこすれ跡が認められる。
- (3) No.2エンジンのオイル・スカベンジ・ラインが、上記シャフトの破片によりオイル・クーラとタンクの間で切断されオイルが飛散している。
- (4) スロットル位置――アイドル位置
- (5) オイル・フィルタのインペンディング・バイパス・インディケータ――飛びだしている。

- (6) ギヤボックス・チップ・ディテクター—金属の付着なし。
- (7) No.2/No.3ベアリング・スカベンジ・デブリス・モニター—多量の金属が付着している。
- (8) 機体側スカベンジ・デブリス・モニター—金属の付着なし。
- (9) オイル・タンク・レベル—約1/2
- (10) エンジンを機体から取り下ろしたところ、パワー・タービン・ロータが後方へ抜けだしてきており、排気管のインナ・コーンと激しくこすれていた。
パワー・タービン・ロータを手回ししても、ギヤボックスのアウト・プット・シャフトは回転しなかった。また、軽くパワー・タービン・ロータを後方へ引っばったところ、突然ロータ・アセンブリがエンジンから抜けだした。

2.9.2 No.2エンジンの分解調査

2.9.2.1 分解前の外観調査等

- (1) パワー・タービン・ロータが後方へ抜けだし、かつ、ブレードがアウト・シュラウドとこすれた跡がある。また、パワー・タービン・ロータ・ディスク後面に機体側排気管インナ・コーンと軸方向に激しくこすれた跡があり、同心状に深い溝が掘れている。

ブレードとアウト・シュラウドとのこすれ跡から、墜落当時のパワー・タービン・ロータ軸方向位置は、パワー・タービン・ロータ・シリンダ後端から4～7ミリメートルのところまで抜けだしていたものと推定される。

正常なエンジンの場合、この寸法は約50ミリメートルであるので43～46ミリメートル後方へ抜けだしていたことになる(付図2参照)。

- (2) No.2/No.3ベアリング・オイル・ジェットの差圧測定

No.2/No.3のベアリングへオイルを供給するオイル・ジェットの詰まりの有無を点検する目的で、エアーによるオイル・ジェットの差圧測定を実施したところ、規定値 最大5.0psiに対して、実測値 1.9psiと正常であった。この差圧測定実施の過程でオイル・ブレッシャ・ラインから10psiチェック・バルブを取り外したが、取り外し時バルブ上流側のパイプからはオイルが流れ出てきており、少なくともチェック・バルブの入り口までは正常にオイルがきていたものと推定される(付図3及び付図4参照)。

(3) No.2/No.3ベアリングのデブリス・モニタの分解及び導通試験

チップ・ディテクタ先端のマグネット部分には、多量の黒色磁性片が付着しておりハウジングを分解してみると、内部のスクリーンにも多量の同様な磁性スラッジが堆積している。

テストを使用してディテクタの導通試験を行ったところ、導通が認められなかったためディテクタから磁性片を取り除き、故意にブリッジさせると導通は認められディテクタの機能に不具合は認められない。

そこで、堆積していたスラッジの導通試験を行ったところ、接触抵抗が非常に大きいことが判明し、ディテクタの導通のなかった理由と推定される。

(4) オイル・フィルタの検査

フィルタ・ボールを取り外し目視検査を行ったところ、エレメント及びフィルタ・ボール内のオイルは清浄であり、特に異物は認められない。

(5) フューエル・フィルタの検査

フィルタ・ボールを取り外し目視検査を行ったところ、エレメント及びボール内のフューエルは清浄であり、特に異物は認められない。

2.9.2.2 分解調査

(1) パワー・タービン・ロータの取り外し

ア パワー・タービン・ロータは、ブレード先端及びディスク後面にこすれ跡が認められる以外に不具合はない。

イ No.3ベアリング及びNo.3シールはシャフトから脱落し、ロータは単体で抜けだした。

ウ 通常オイルでぬれているはずのNo.3ベアリング・ジャーナル部は、スリップ跡等はないものの全く乾き切っておりオイル分は認められない。

エ シャフトの後方から約80ミリメートルの所に、コンプレッサ・シャフト内径と接触したためと思われる金属光沢を伴った接触跡が認められる。

(2) No.2/No.3ベアリング・パッケージ内の状況

ア パワー・タービン・ロータにNo.3ベアリングを締め付けているナット及びカップは、原形を保持したままパッケージ内に抜け落ちている。

イ No.3ベアリングは、インナ・レースがその後方のNo.3シールにめり込み、シール・ハウジング内に固着している。

No.3シールは原形を止どめていない(写真1参照)。

- ウ No.3ベアリングのケージ及びボールは、摩耗してパッケージ内に脱落している(写真2参照)。
- エ パッケージ内はパワー・タービン・ロータと同じく、全くオイル分が認められず全体に赤さび状の色を呈している。

(3) ホット・エンドの分解

- ア No.2/No.3ベアリング・パッケージ内の部品が大きく損傷しているが、パッケージを支えオイル通路を内蔵する4本のストラットに損傷は認められない。
- イ ガス・ジェネレータ・タービン・ロータは、No.2ベアリングの損傷のためブレード先端がアウト・シュラウドと強くこすれているが、ブレードの飛散はない。
- ウ その他、コンパッション・チャンバー・ライナー内部及び外壁に、消火剤を吸い込んだと思われる白い粉があちらこちらに付着しており、墜落後もエンジンのパワー・タービン・ロータは回転していたことを示している。
- エ No.3シール・ハウジング・タイ・ボルトはゆるんだ形跡もなく、増し締めトルクは200 in-lb(正規締め付トルク90 in-lb)以上あり、問題はなかった。
- オ No.2/No.3ベアリング・パッケージ・オイル・ジェットに詰まりはなかった。
- カ 脱落していたNo.3ベアリング締め付けナット及びカップを取り出し、パワー・タービン・ロータに仮付してみると、ナット及びカップの直径が3~6ミリメートルも全体に広がっており、ナットのネジ部がシャフトのネジ部に全くかみ合わなくなっていた。これはパッケージ内が異常に過熱して、ナット及びカップの材料が熱により降伏してしまったためと推定される。
- キ No.3ベアリング・ハウジングを取り外してみると、No.3ベアリングのインナ・レースが、その後方に位置するNo.3シールを完全に破壊し、ハウジング内に溶着している。
また、ベアリングのボールは全数が完全に摩耗して、正常なボール直径の1/2~1/4程度に小さくなり、ケージとともにパッケージ内に残留している。ボールの表面は黒く乾燥した酸化皮膜状のもので覆われている(写真2参照)。

ク No.2ベアリングは原型はとどめているが、ローラー表面はアウト・レースとの間でスリップしたためか平に摩耗している。

また、アウト・レース転送面には、全周にローラー母材が溶着しており、ベアリングには全くオイル分は認められない(写真3参照)。

ケ No.2ベアリングの直前に隣接するNo.2シールは、インナとアウトが激しく接触した跡がある。これはNo.2ベアリングの損傷に伴う2次的損傷と推定される。

コ パワー・タービン・ロータをコンプレッサー前方で支持する No.1ベアリングは、オイルでぬれており異常は認められない。

サ ギヤボックスには異常は認められない。

シ オイル・ポンプを含む補機駆動ギヤのスプラインに異常はなく、全ての補機は正常に駆動されていたものと推定される。

2.9.3 アクセサリ機能試験

オイル・ポンプ及びNo.2/No.3ベアリングのオイル供給ラインの 10 psi リストリクタ・チェック・バルブの機能試験を行ったが、異常は認められない。

2.9.4 機体側オイル・システムの調査

(1) 機体側フル・フロー・デブリス・モニタのスクリーンの中には極く少量のゴミが見られるが、金属の堆積は認められない。

(2) 機体側オイル・タンク内のオイルには目視できる金くず等は認められない。

2.9.5 オイルの分析

フィルタ・ボール内から採集されたオイルについて、代表的な金属元素にしぼって定量分析を行った結果、鉄が1 ppm認められたのみで、No.2及びNo.3ベアリングに使用されている他の金属元素(クローム, ニッケル, 銀, バナジウム)については1 ppm未満であった。

2.9.6 採集金属の材料分析

No.2/No.3ベアリング・デブリス・モニタ中に多量堆積していた金属の材料分析を波長分散型X線分析装置を用いて実施した結果、No.2及びNo.3ベアリングのボール及びレース材料(AMS 6491)並びにケージ材料(母材 AMS 6415, 表面銀メッキ)の混合粉と判断される。

2.9.7 事故発生前のオイル・システムの点検状況は、整備記録によれば次のとおりであった。

- (1) オイル・フィルタ及びオイルは事故発生前の100時間点検時に交換されており、そのとき計測したNo.2/No.3ベアリング・オイル・ジェット
の差圧測定値に異常はなかった。また、この時すべてのチップ・ディテクタ
について目視点検が行なわれたが異常はなかった。
- (2) 事故発生3日前(上記100時間点検から25飛行時間後)の6月4日に
エンジン・オイルの分光分析を行っているが、異常は認められなかった。
- (3) 事故発生の2日前にギャボックス・チップ・ディテクタが点灯したため、
すべてのチップ・ディテクタを外して目視点検及び回路のテストを行ってい
るが、ギャボックス・チップ・ディテクタに微量な金属が認められたのみで、
No.2/No.3ベアリングのチップ・ディテクタには異常はなかった。
- (4) 当該飛行の離陸前におけるチップ・ディテクタ回路の点検時、回路に異常
はなかった。

3 事実を認定した理由

3.1 解析

3.1.1 機長及び訓練生は、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。

3.1.2 JA9687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。

3.1.3 当時の気象は、本事故に関係はなかったものと推定される。

3.1.4 No.2エンジンの故障について

3.1.4.1 No.2エンジンの分解前の寸法計測では、パワー・タービン・ロータは
正常位置から約45ミリメートルも後方へ抜け出していた。この状態ではパワー
・タービン・回転数(以下「N_p」という。)を検知するマグネチック・ピック・アップ
は、パワー・タービン・ロータ先端のプラグからの周波数を拾えなくなり、N_p
の指示が突然ゼロになるはずである。しかし、機長はN_rの低下に気付いた後、
N_rの回復状況を見るため三針計を注視していたが、No.2エンジンのN_pが
ゼロになったとは述べていない。

従って、パワー・タービン・ロータ・シャフトのスプラインが外れる程後方へずれたのは、墜落の直前か直後であり、それまではN o . 3ベアリングにより軸方向に保持されていたものと考えられる。

3.1.4.2 機長はオートロテーション中にN o . 2 エンジン・アウトの警報灯の点灯を認めているが、これはN o . 2 及びN o . 3 ベアリングの損傷が進み、パワー・タービン・ロータ及びガス・ジェネレータ・タービン・ロータが周辺部と接触し始めているときに、同機はオートロテーションを開始し、スロットルがアイドルまで絞られたためN_gが急速に低下したことによるものと推定される。

3.1.4.3 N o . 2 / N o . 3 デブリス・モニタ・チップ・ディテクタ先端には、ベアリングの破損片が多量に付着していたにもかかわらず、機長及び訓練生は飛行中に警告灯が点灯したとは述べていない。これは2.9.2.1項(3)に述べたとうりディテクタの不具合ではなく、付着していた金属が高温のため酸化皮膜に覆われ、接触抵抗が大きくなったためと推定される。

3.1.4.4 N o . 2 及びN o . 3 ベアリングが損傷した原因については、ハウジング部の損傷状況から、まず潤滑不良が疑われるが、調査の結果、滑油システムに不具合は認められず、その原因を明らかにすることはできなかった。

3.1.5 3.1.4.2項に述べたとおりN o . 2 エンジンのN_gの低下は、オートロテーション中に生じたものと推定されることから、オートロテーション開始以降におけるN_rの低下とN o . 2 エンジンの故障とは関係ないものと推定される。

3.1.6 2.8.1項に述べたとおり同機のオートロテーション時のN_rの調整は、昭和63年8月21日に行われ、全備重量は7,474ポンドにおいて103%に調整されている。今回オートロテーション開始直後の2回ともにN_rが約94%まで低下したことについては、同機の右席のコレクティブ・ピッチ・レバーは左席の上下動式と異なり前後動式で、レバーの最低位置は前方に押し付ける操作となり、レバーの最低位置を保持するためには意識して押していないとゆるみを生じ易く、訓練生のレバー操作が適切でなかったことが考えられる。

3.1.7 機長によれば、Nrが約94%に低下していることに気が付き、コレクティブ・ピッチ・レバーを最低位置に下げてNrの回復状況を注視していたところ、No.2エンジン・アウト警報灯及びNo.2ジェネレータ・アウト注意灯が点灯したので、オートロテーション着陸を断念して復行操作を行った。その時の高度は約400フィートで、回転計は見ていなかったとのことから、同機は低空で復行操作を急いだため、低下していたNrの回復状態を確認せずにスロットルをフル・オープンとしてエンジンをかみ合わせ、その際、無意識にコレクティブ・ピッチ・レバーを上げ、このためNrが回復せず、むしろ更に低下したことが考えられる。

3.1.8 オートロテーション開始以降にNrが低下した場合、これを回復させるには、コレクティブ・ピッチ・レバーを最低位置に下げて、メイン・ロータにかかっている負荷を減少させることが肝要で、メイン・ロータに負荷がかかってNrが低下（2～3%以下の低下を除く）しつつあるときにエンジンをかみ合わせても、直ちにNrを回復することは困難である。

2.8.4項に述べたとおり同機は片発においても、事故発生時の条件下では十分な上昇能力を有していることから、手順通りに操作を行っていれば事故に至らなかったことも考えられる。

3.1.9 機長によれば、着陸復行を決意してエンジンをフル・オープンとしたが、高度が低下し、そのまま降下すれば地面に衝突するのでコレクティブ・ピッチ・レバーを上げたところNrが低下したとのことから、3.1.7項に述べたとおりNrが低下している状態で、コレクティブ・ピッチ・レバーを上げたため、同機のNrはますます低下したものと推定される。

目撃者は、「降下中の同機は、そのメイン・ロータ・ブレードの一本一本が見えるほどになったのでNrが異常に低下していると感じた。」と述べていることから、当時のNrの低下は大きかったものと推定される。

3.1.10 Nrの低下した同機は、機長のコレクティブ・ピッチ・レバーの操作により、地面への衝突は回避したものの回転数がますます低下し揚力が減少して、場外離着陸場の南東約80メートルのところに尾部から接地、バウンドして前方の雑木林に突っ込み停止したものと推定される。

なお、エンジンに火災が発生したことについては、2.9.1項(3)に述べたとおり、オイル・スカベンジ・ラインが切断されてオイルが飛散し、エンジンの熱により着火したことによるものと考えられる。

3.1.11 オートロテーション着陸訓練を行う離着陸場は、最悪の場合を考慮して滑走着陸の可能な地積のある場所を選定することが必要で、2.8.2項に述べたように当該場外離着陸場は、地積的にやや狭小であり機長が復行を行う決心をした一因となったものと推定される。

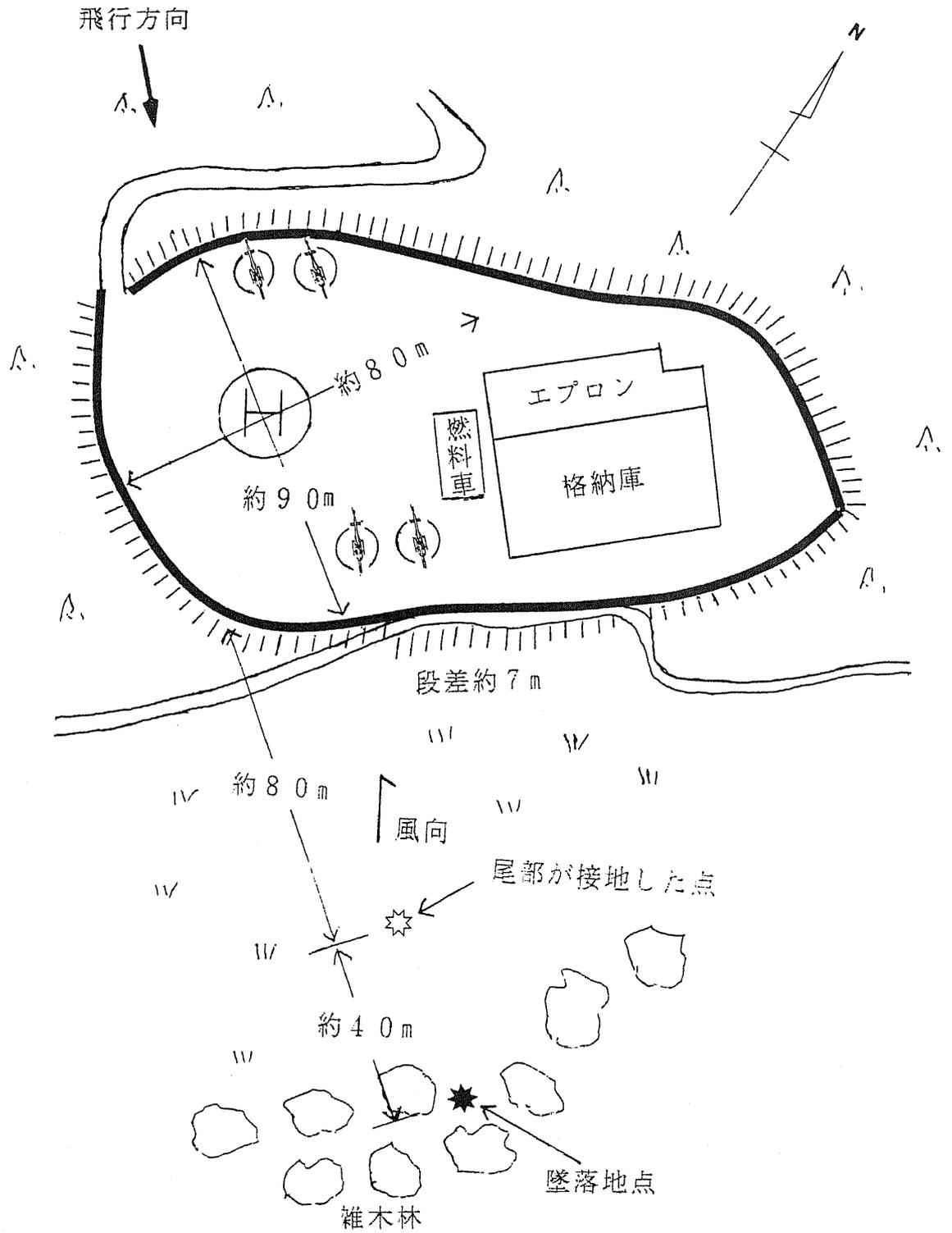
4 原因

本事故は、同機がオートロテーション訓練中にメイン・ロータ回転数が低下し、その回復操作を行っているときに、No.2エンジン・アウトの警報灯が点灯したため、片発によりオートロテーション状態をリカバリーして復行しようとした際、高度に余裕がなかったことからメイン・ロータ回転数が低下している状態で、コレクティブ・ピッチ・レバーを上げることとなり、メイン・ロータ回転数が大きく低下したことによるものと推定される。

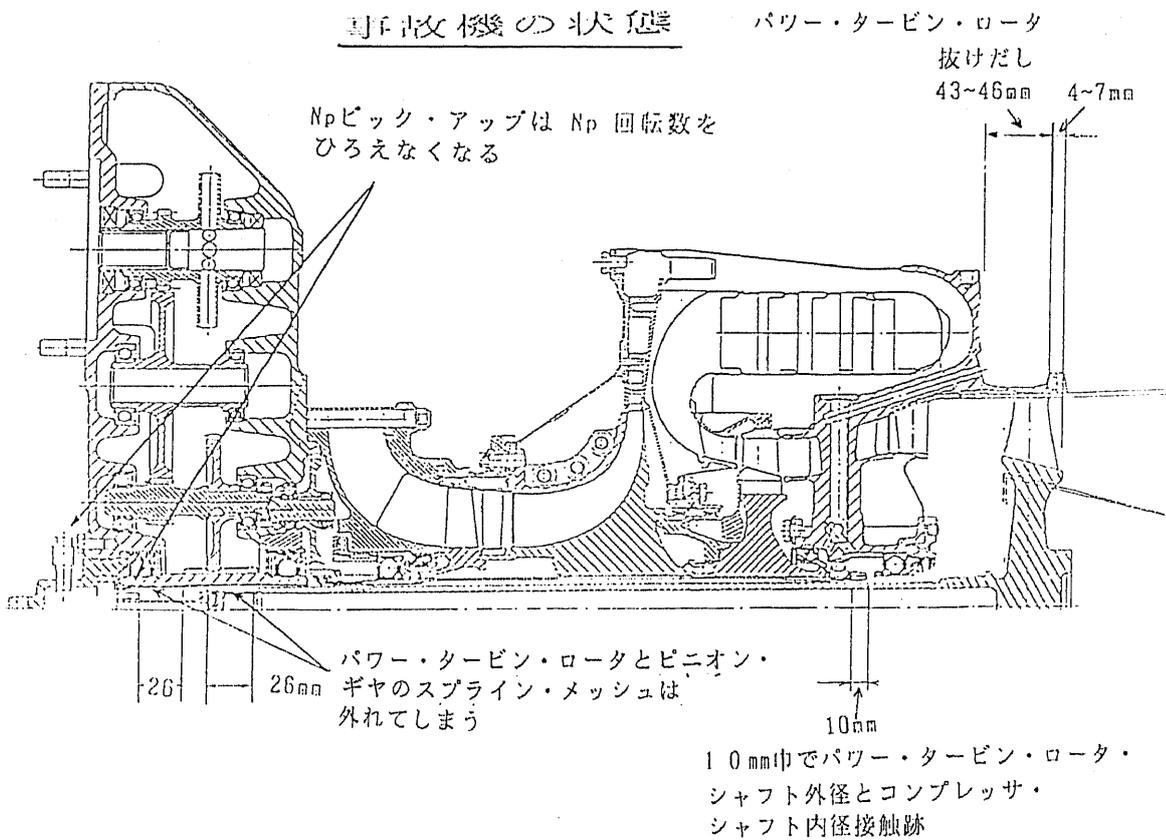
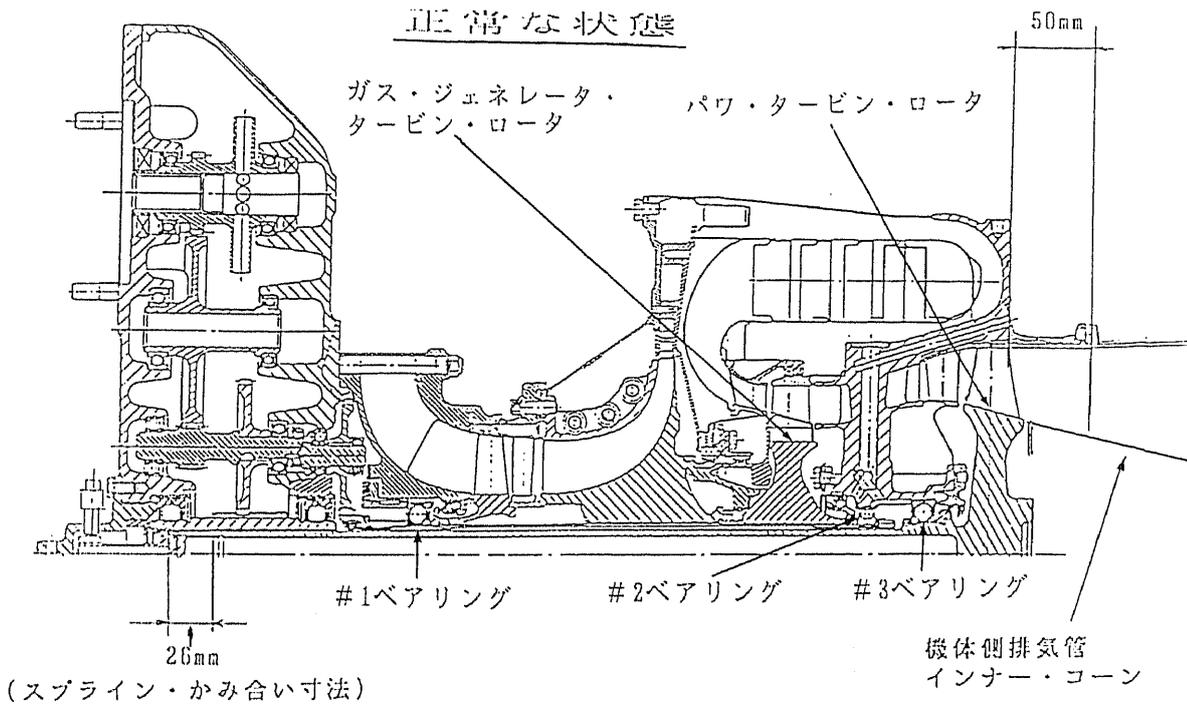
No.2エンジン・アウトの警報灯が点灯したことについては、同エンジンのNo.2及びNo.3ベアリングが損傷し、ガス・ジェネレータ・タービン・ロータ及びパワー・タービン・ロータが、周辺部に接触して回転が低下したことによるものと推定される。

なお、No.2及びNo.3ベアリングの損傷の原因を明らかにすることはできなかった。

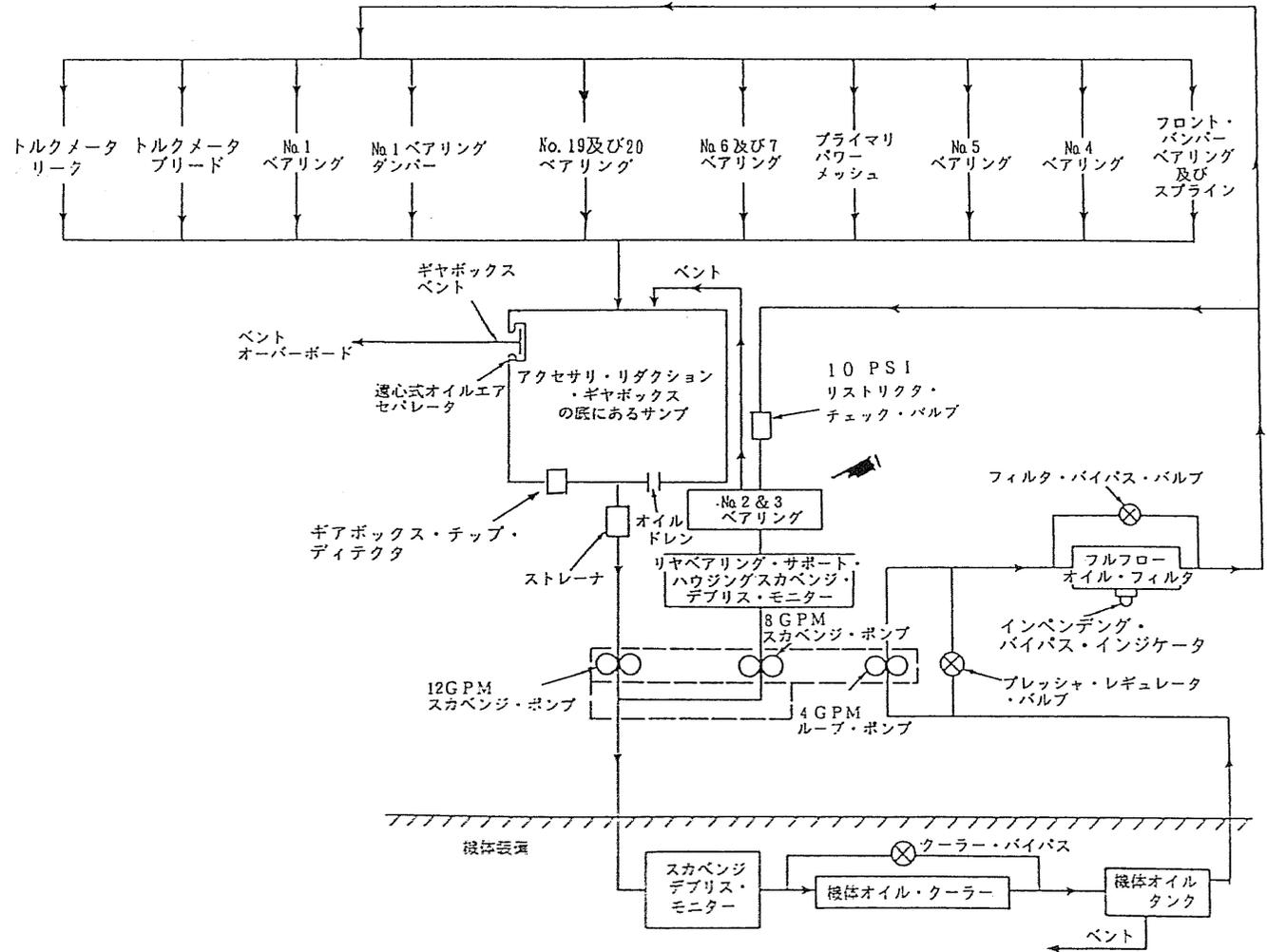
付図1 現場見取図



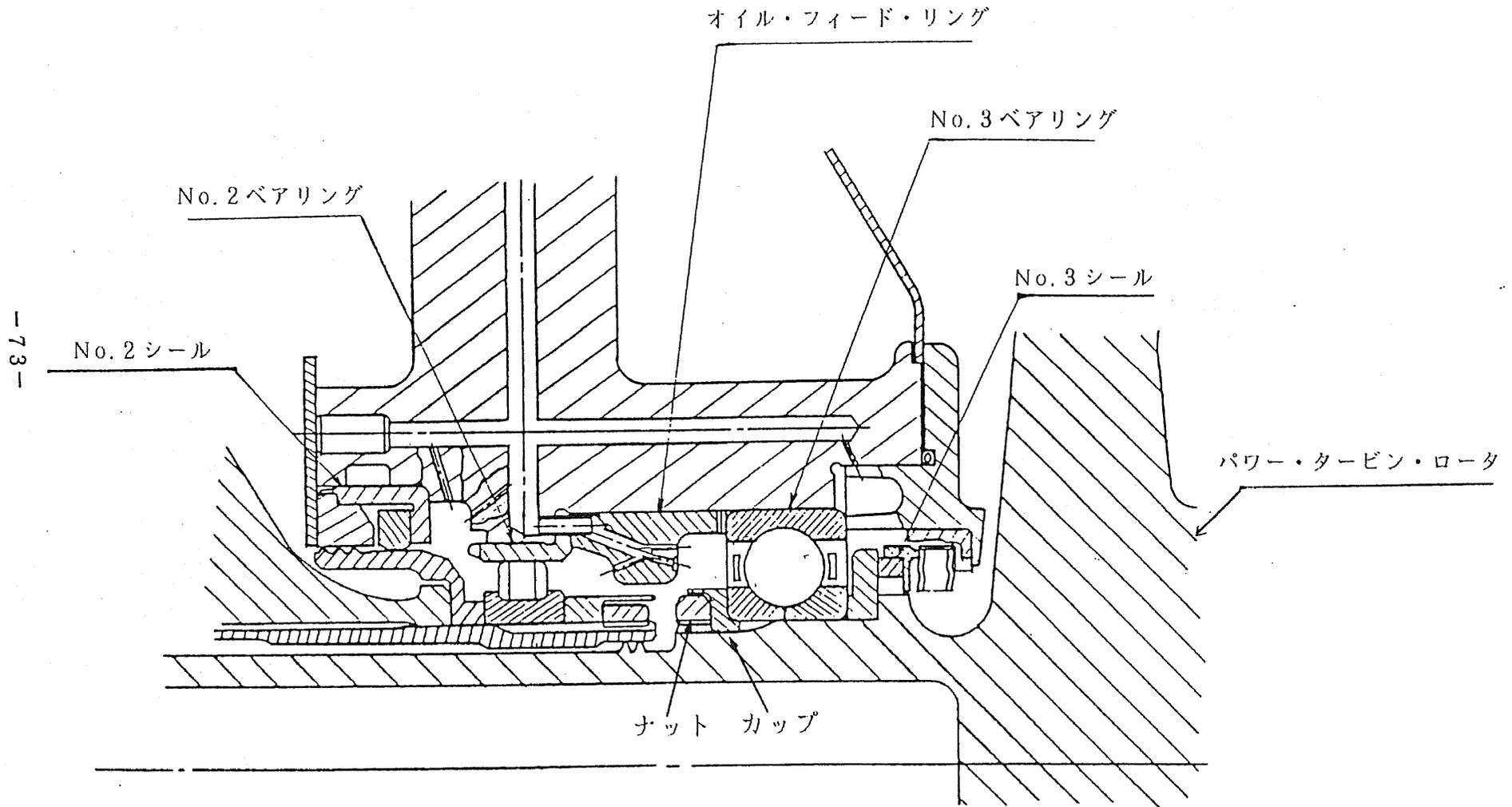
付図2 エンジン概要



付図3 エンジン滑油システム



付図4 エンジン・No.2/No.3ベアリング部



付図5 片発上昇率

全備重量 - 7500 lb
 (事故発生時の重量 - 6,983 lb)

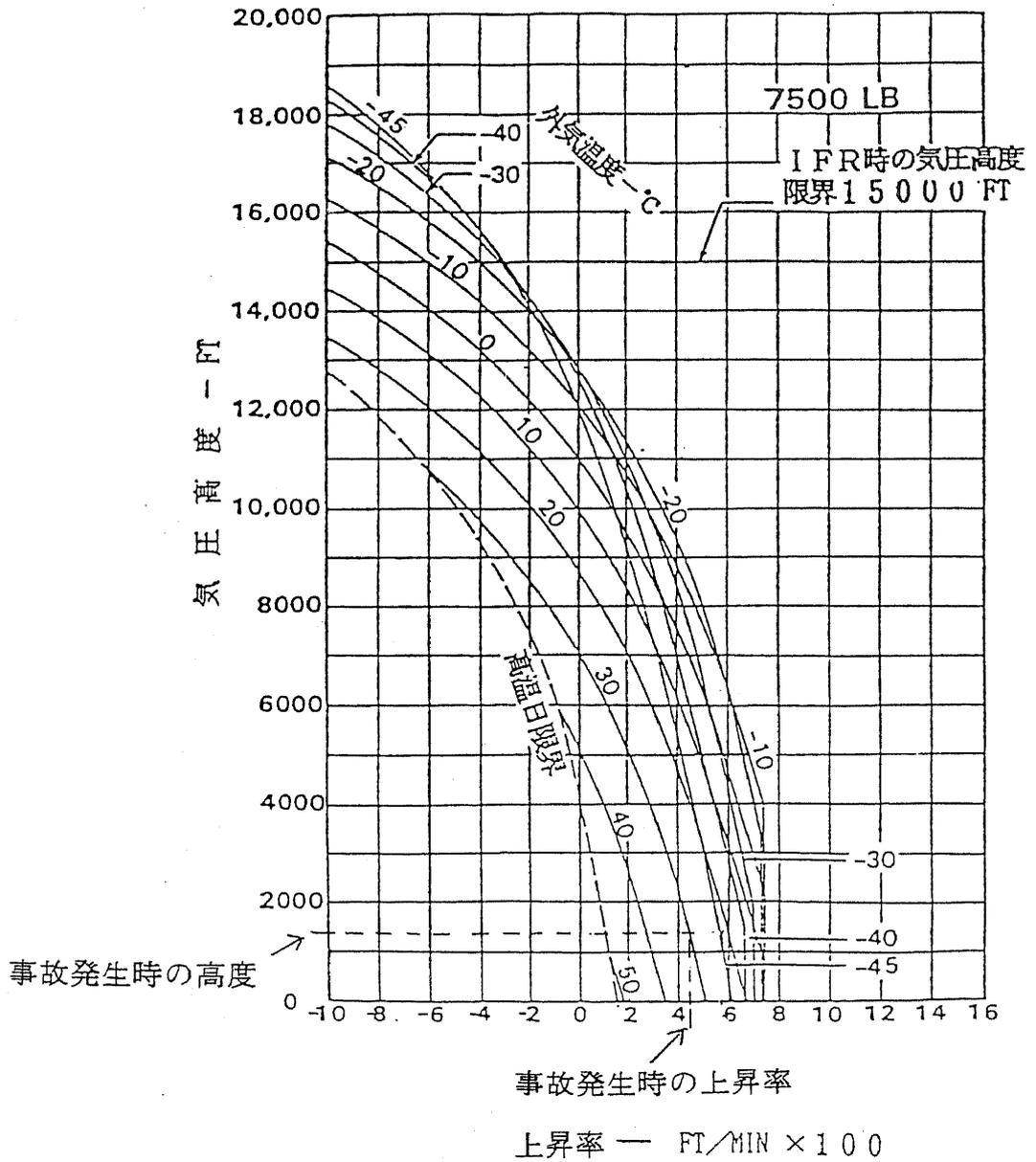


写真1 No.3ベアリングのインナ・レースがシール内に溶着している

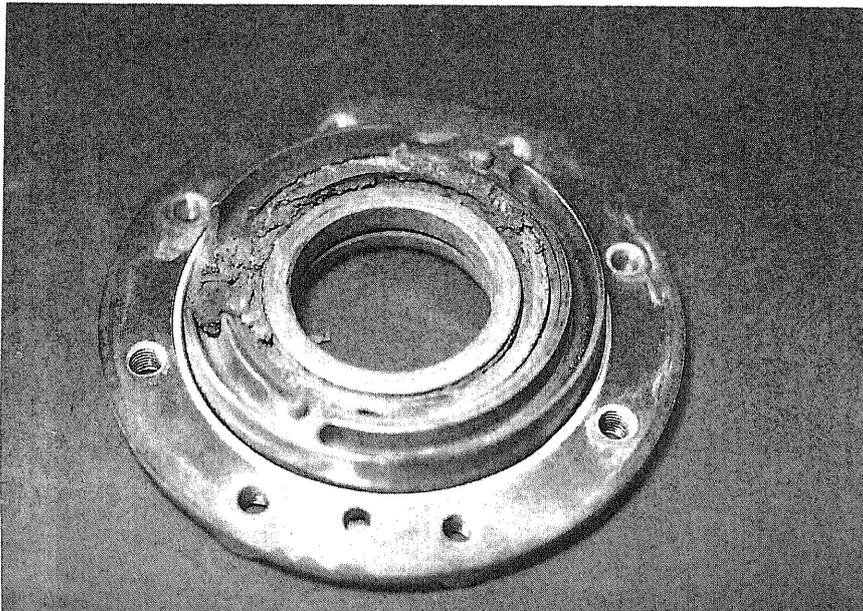


写真2 No.3ベアリング・ボールは摩耗及び酸化している

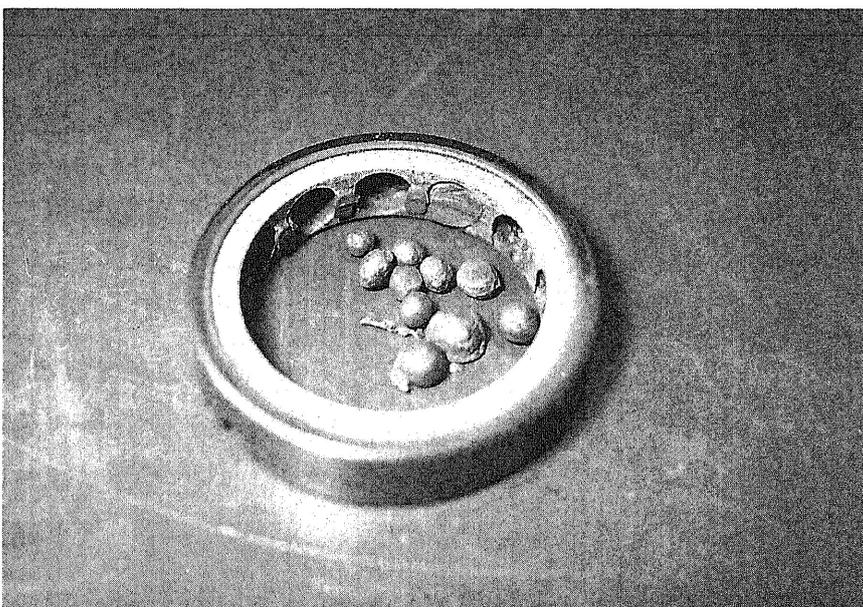


写真3 No.2ベアリングのローラがスリップしオイルがない

