

航空機からの落下物防止対策集

平成30年1月

国土交通省航空局

公益財団法人 航空輸送技術研究センター



目次

はじめに

第1章 航空機からの落下物の種類

- 1.1 航空機からの部品脱落の発生状況
- 1.2 氷塊の付着状況調査の結果

第2章 部品脱落への対策

- 2.1 部品脱落防止のための点検・改修（設計変更等）例
 - (1) ボーイング
 - (2) エアバス
- 2.2 本邦航空会社が実施している部品脱落防止対策
 - (1) 部品脱落発生時の事例周知・注意喚起
 - (2) 点検整備の強化
 - (3) 改良型部品の積極的な採用
 - (4) 基本作業の徹底

第3章 氷塊への対策

- 3.1 原因及び防止策
 - (1) 飲料水サービスパネルからの着氷
 - (2) 胴体ドレインからの着氷
 - (3) 貨物室ドアへの着氷
 - (4) ドレインマストからの着氷
 - (5) 着氷状況の監視

第4章 まとめ

あとがき

資料1 部品脱落防止のための点検・改修（設計変更等）例 ボーイング

資料2 部品脱落防止のための点検・改修（設計変更等）例 エアバス

資料3 過去事例をまとめたポスターによる注意喚起

- (1) ボーイング式 737 型機 (B737)
- (2) ボーイング式 767 型機 (B767)
- (3) ボーイング式 777 型機 (B777)
- (4) ボーイング式 787 型機 (B787)
- (5) エアバス式 A320 型機 (A320)
- (6) ボンバルディア式 DHC-8-400 型機 (Q400)

はじめに

首都圏や日本各地と世界を結びつけ、2020年東京オリンピック・パラリンピックの円滑な開催や、首都圏の国際競争力の強化、訪日外国人の受入数の増大に対応するため、首都圏空港の機能強化が重要な課題となっている。

首都圏空港の機能強化の推進にあたり、羽田空港の便数を増やすためには、騒音・安全に留意して滑走路を最も効率的な方法で使うことが必要である。そして、滑走路の使い方に合わせ、地上の障害物や、航空機同士の間隔等を考慮し、国際的なルールに従って飛行経路を設定しなければならない。これを踏まえ検証した結果、南風時については、都心側から到着、海側へ出発する方法が最も効率的であることがわかり、この滑走路の使い方に合わせた新しい飛行経路の設定を目指しているところである。

新しい飛行経路の設定にあたっては、航空機の安全運航のみならず、航空機からの落下物が地上の第三者に損害を与える可能性があり、社会的にも事象が大きく取り上げられることから、安全の確保が必要不可欠である。航空機からの落下物防止対策については、従来、航空機の点検・整備を徹底するなど未然防止策の徹底を図ってきたが、今般発生している航空機からの落下物事案を踏まえ、国民の生命や財産を損なうことがないよう、落下物防止対策を強化し、安全対策の強化を図る必要がある。

このため、本邦及び外国航空会社等に対して落下物を防止するための具体的な対策例を周知し、航空会社における落下物防止対策の強化に資するよう、落下物防止対策集を作成することとした。

本対策集の作成にあたっては、本邦航空会社での日常業務を含む落下物防止対策について、整備従事者・地上取扱業務従事者（グランドハンドリング・スタッフ）等への聞き取り及び現場視察を行った。また、機体製造会社からも落下物防止に有効であると考えられる技術的資料に関する情報をご提供いただいた。ご協力いただいた関係者の皆様にはこの場を借りて深く感謝申し上げます。

第1章 航空機からの落下物の種類

航空機からの落下物には、部品と氷塊の2種類がある。

1.1 航空機からの部品脱落の発生状況

【部品脱落に関する報告件数について】

本邦の運航者が、整備点検等において航空機の部品脱落を確認した件数であって、平成21年4月1日から平成29年3月31日までの8年間に報告された451件の推移を表したものが図1-1であり、部品別に分類したものが図1-2である。

なお、報告を求める対象は、以下のとおり。

- ① 非金属の場合、面積が100cm²以上又は重量が200g以上
- ② 金属の場合、面積が100cm²以上又は重量が100g以上
- ③ 長さ100cm以上のラバーシール又はライト類の全損

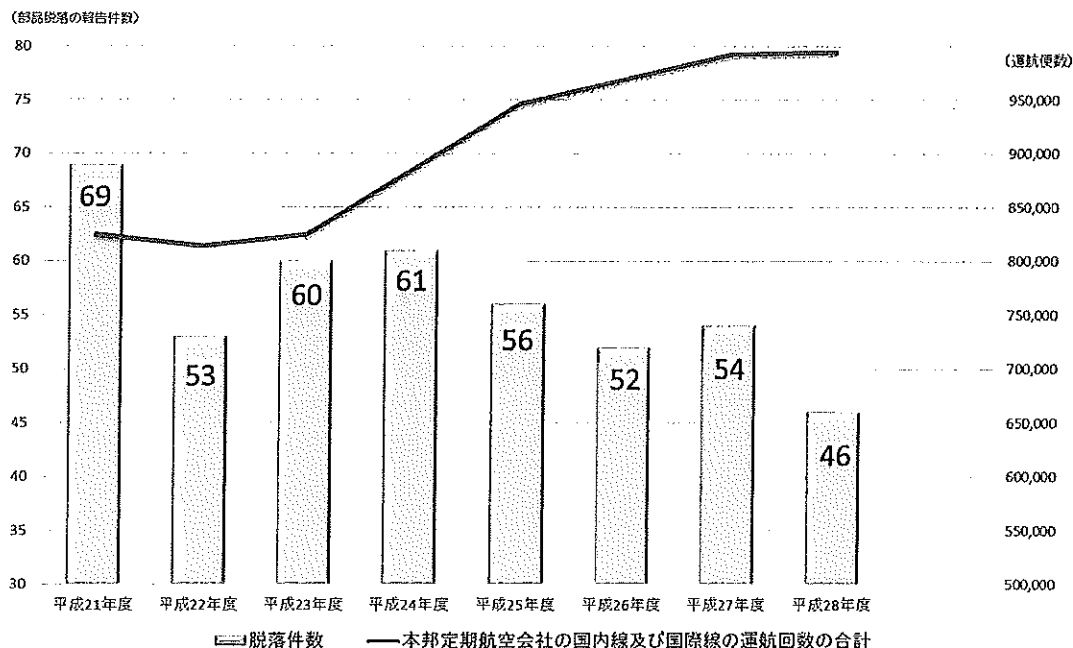


図1-1 部品脱落の報告件数の推移

運航便数が伸びている中、部品脱落に関する報告件数は、運航者の落下物防止の取り組みや機材の改善により増加していないものの一定程度の部品脱落が発生している。これをさらに減少させるためには、落下物防止の取り組みの継続・強化が必要である。

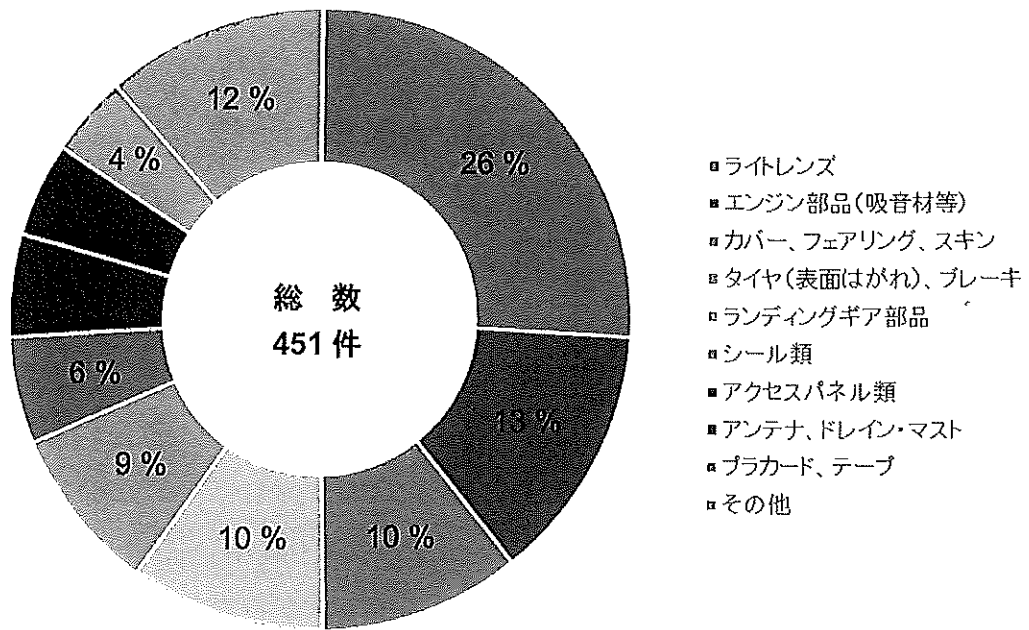


図 1-2 部品脱落報告の部品別分類

最も多い部品は、ライト（レンズカバー等を含む。）が全体の26%を占めている。次に、エンジン部品（吸音材等）が13%、カバー・フェアリング・スキン並びにタイヤ（表面はがれ）及びブレーキがそれぞれ10%であり、ランディングギア部品が9%、シール類が6%、アクセスパネル類並びにアンテナ及びドレイン・マストがそれぞれ5%であり、プラカード及びテープが4%である。

1.2 氷塊の付着状況の調査の結果

氷塊とは、航空機の運航中にドレインシステムや汚水/飲料水系統の給・排水システム等の不具合や不適切な操作・作業に起因する水が機体外に出て、機体表面で凍結した着氷である。この他、大気中の水分が機体表面で凝縮・凍結したものや離陸時に地上の雪氷を巻き上げたもの等もある。航空機が地表近くに降下した時に、外気温の上昇による溶解、あるいは振動により地上に落下する場合があります、地上の物件への被害の発生が報告されている。

参考に、成田国際空港において、平成 28 年度に成田空港株式会社が行った、航空機の氷塊付着状況についての調査の結果を下記に示す。

【成田空港株式会社による航空機氷塊付着状況調査（平成 28 年度）について】

a. 調査の目的

成田国際空港周辺における航空機からの氷塊落下事故の防止に資するための資料を得ることを目的とし、成田国際空港に到着する航空機の機体各部(ドレインバルブ、ドレインマスト、脚まわり、フラップ、サービスパネル等)への氷塊付着状況の調査を実施し、調査結果から発生原因を推定して防止策を提案する。

b. 調査の概要

① 調査期間・時間帯

平成 29 年 1 月 11 日（水）～1 月 24 日（火）（土・日を除く全 10 日間）
8：00～17：00

② 調査対象

上記期間・時間帯に成田国際空港に着陸し、スポットに入った全ての航空機を調査対象とした。ただし、調査時間帯であっても緊急着陸機・飛行検査など、特別な理由により調査が困難であると判断したものや、調査の許可を得られなかったものについては、対象外とした。

③ 調査方法

- ・機体の整備責任者の許可を得た後、スポットに到着した航空機に徒歩で近づき、着氷の有無を目視点検する。
- ・着氷が認められた場合は、ビデオカメラ、デジタルカメラで撮影する。また、当該機の整備責任者の許可を得て、その氷塊を成分分析のため採取する。あわせて、当該機の出発地や航路上の状況等について調査票への記入を整備責任者等へ依頼する。
- ・付着状況を「モニターレポートシート」に記入し、現地調査終了後、そのデータ等を基に氷塊の発生原因を推定する。
- ・採取した氷塊については、成分分析の為、国土交通省 成田空港事務所へ提出する。
- ・機体外板温度と着氷の相関データ蓄積の為、機体外板温度の測定を実施する。

c. 調査結果

① 調査実施状況

調査実施日（土日を除く 10 日間）の総到着便数 3286 便

調査実施便数 1728 便

着氷の認められたもの 37 便

調査実施日の総到着便数に対する調査実施率 52.59 % (=1728/3286)

調査実施便数に対する氷塊付着便数の割合 2.14 % (= 37/1728)

② 氷塊付着部位による分析

平成 28 年度の航空機氷塊付着状況調査結果から、氷塊が付着していた部位は、以下の通りである。

①	胴体ドレイン	29件(14便)
②	飲料水サービスパネル	3件
③	ドレインマスト	1件
④	エアコンサービスパネル	10件(7便)
⑤	飲料水オーバーフロー排出口	1件
⑥	着陸装置格納部後方胴体下面	1件
⑦	着陸装置、着陸装置格納部	3件(2便)
⑧	貨物室ドア	2件
⑨	翼・機体表面等	7件

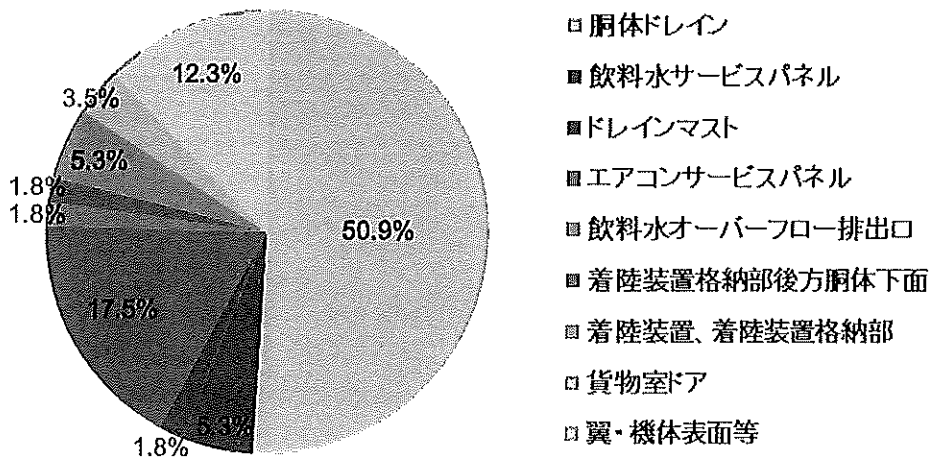


図 1-3 着氷部位割合

第2章 部品脱落への対策

部品脱落の原因としては、設計時の強度不足、繰り返し使用による損耗や摩耗、製造時又は整備作業でのヒューマンエラー、その他(Foreign Object Damage 等)が考えられるが、一般的には航空会社及び機体製造会社が原因究明を行い再発防止のための点検や改修を行う。機体製造会社は、その情報を Service Bulletin (SB) 等の技術情報により発行し航空会社に情報を提供する。各航空会社では、その情報の内容を技術評価し、検討した上で、必要度の高いものから採用している。その際、落下物防止対策として効果が大きいと認められるものについては、積極的に採用することが重要となる。

このため、航空会社は部品脱落を経験した場合、機体製造会社に対して積極的に事案について報告することが重要であり、航空会社の報告が改善すべき部位を特定するのに重要な意味を持つ。機体製造会社は、報告された事案に対し、原因究明を行い、再発防止のための点検プログラムを策定、SB 等により対策を提供するなど、原因を根絶することが部品脱落を抑制するために重要である。また、航空会社は、発行された SB 等を採用し、部品改良や機体改修、点検プログラムを実施することにより機体からの部品脱落の可能性を排除していくべきである。

2.1 部品脱落防止のための点検・改修（設計変更等）例

(1) ボーイング（資料1参照）

型式	標題	資料1
B737	DOORS – Landing Gear Doors – Inboard Main Landing Gear Door Hinge Fittings – Inspection and Replacement (SB 737-52A-1167)	Fig. 1-1
B737	WINGS – Trailing Edge Flaps – Inboard Main Flap Seal Fastener Change (SB 737-57-1331)	Fig. 1-2
B737	FUSELAGE – Fillet Fairings – Aft Wing to Body Fairing – Panel 194E and Aft Center Wheel Well Panel 193D – Inspection and Rework (SB 737-53-1307)	Fig. 1-3
B737	WINGS – Leading Edge And Leading Edge Devices – Krueger Flap Inspection (SB 737-57A-1327)	Fig. 1-4
B747	FUSELAGE – Wheel Wells – Nose Landing Gear Forward Door Operator Rod Bolt Replacement (SB 747-53-2894)	Fig. 1-5
B767	WINGS – Trailing Edge and Trailing Edge Devices – Outboard Flap Support Rib Nut Fracture Inspection (SB 767-57A-0131)	Fig. 1-6
B767	FLIGHT CONTROLS – Flaps – Outboard Flap Deflection Control Track – Inspection/Replacement (SB 767-27-0184)	Fig. 1-7
B767	LANDING GEAR – Main Landing Gear and Doors – Main Gear Shock Strut Door and Linkage – Mid and Lower Attach Fitting Hardware Replacement (SB 767-32-0194)	Fig. 1-8

B767	LANDING GEAR – Main Landing Gear Bogie Beam Pivot Joint Pin Replacement (SB 767-32A-0199)	Fig. 1-9
B777	AILERONS AND FLAPERONS-Aileron Leading Edge Rib Addition And Fixed Trailing Edge Seal Replacement (SB 777-27-0022)	Fig. 1-10
B777	FUSELAGE - Section 44 - Aerodynamic Fairings - Underwing Fairing Access Doors - Rigging and Latch Replacement (SB 777-53-0050)	Fig. 1-11
B777	FUSELAGE - Aerodynamic Fairings - Right Upper Aft Fairing Panel Assembly Misfair Inspection/Replacement (SB 777-53-0056)	Fig. 1-12
B777	WINGS - Wing Trailing Edge - Inboard Fixed Trailing Edge Support Beam Replacement (SB 777-57-0093)	Fig. 1-13
B777	POWER PLANT (PW4000) - EXHAUST - THRUST REVERSER - UPPER BIFURCATION EROSION SHIELD – ADDITION (SB 777-78-0022)	Fig. 1-14
B787	FUSELAGE - Main Landing Gear Wheel Well Structure – Section45 – Aft Wheel Well Bulkhead Heat Shield Click Bond Revision (SB 787-53-0022)	Fig. 1-15

(2) エアバス (資料 2 参照)

型式	標題	資料 2
A320	DOORS - CARGO COMPT DOOR HYD SYSTEM - IMPROVE LOCKING AND INTERFACE TOLERANCE OF MANUAL SELECTOR VALVE (MSV) LEVER (SB A320-52-1160)	Fig. 2-1
A320	NACELLE & PYLON - AFT MOVABLE FAIRING - RIB 5 REDESIGN (SB A320-54-1028)	Fig. 2-2
A320	STABILIZERS - RUDDER SIDE SHELL SANDWICH REPAIR INSPECTION (SB A320-55-1041)	Fig. 2-3
A320	POWER PLANT - FAN COWL DOORS - INTRODUCE AN IMPROVED OIL FILLER DOOR LATCH DESIGN ON IAE ENGINE (SB A320-71-1061)	Fig. 2-4
A320	APPLY SHL TECHNOLOGY ON LANDING LIGHTS (TFU33.42.00.004)	Fig. 2-5
A330	FUSELAGE – REAR FUSELAGE – RELOCATE VHF 2 ANTENNA (SB A330-53-3112)	Fig. 2-6
A330	DOORS - SERVICE DOORS - IMPROVE SERVICE PANEL ACCESS DOORS IN SECTION 16 AND 18 (SB A330-52-3108)	Fig. 2-7
A330	DOORS - SERVICE DOORS-MODIFICATION OF LATCHING MECHANISM OF POTABLE WATER SERVICE PANEL (SB A330-52-3086)	Fig. 2-8

2.2 本邦航空会社が実施している部品脱落防止対策

本邦航空会社が実施している部品脱落防止対策を紹介する。

(1) 部品脱落発生時の事例周知・注意喚起（資料3参照）

部品脱落発生情報を担当部門にて所定の様式に記載し、関連部門に対して発生事象の情報共有を行っている。また、過去に発生した部品脱落事例を機種毎にポスターにまとめ、事例周知及び注意喚起を行うことを目的に事務所等に掲示している。機側に向かう際はポスターを確認し、過去に経験した部品脱落の箇所や発生しやすい部位だけでなく、アクセスパネル類の浮きやヒンジの緩み、シール類のはみ出し等の部品脱落の兆候をいち早く発見できるように部品脱落防止に対する意識を高めている。

(2) 点検整備の強化

再発防止策として、部品脱落が発生したものと同型式の航空機に対して点検を行い、機体の健全性の確認を行っている。その後、必要により定期点検を設定し繰り返しの点検を行う。

また、必要に応じて同型式の航空機を所有する他社とも情報共有し、部品脱落発生未然防止に努めている。

(3) 改良型部品の積極的な採用

部品脱落及び氷塊落下を経験した場合、機体製造会社に対して積極的に事案について報告し、機体製造会社と連携して、部品脱落及び氷塊落下防止に有効な部品改良や機体改修を実施している。

具体的には、機体及び装備品等の製造会社からの Service Bulletin (SB) や Service Letter (SL) 等の技術情報において、落下物防止対策に資するとして改良型部品への交換等が推奨されており、その効果が大きいと認められるものは積極的に採用している。

(4) 基本作業の徹底

整備士は、アクセスパネル閉扉時の確実なロック状況の確認及び部品復旧時の適切な取付け状況の確認を指差し呼称等を用いて再度確認している。また、部品脱落及び氷塊落下の兆候を把握するため、整備士とグランドハンドリング・スタッフ間で十分にコミュニケーションを図り、機体の状態に関する情報を共有している。

運航乗務員は、Check List に基づく外部点検を各飛行前に実施し、機体損傷及びアクセスパネルの閉扉の状況を確認している。

第3章 氷塊への対策

氷塊の原因となる着氷の対策で効果を上げるには、航空会社の整備士だけでなく、グラウンドハンドリング委託先の作業者を含めて、着氷防止に関する情報の周知徹底と基本作業の徹底が重要である。

3.1 原因及び防止策

(1) 飲料水サービスパネルからの着氷

飲料水の給水後の確実なパネルの閉扉や水切りが不十分な場合、飛行中に徐々に漏れ出た水により、サービスパネル及びその周辺に氷塊が形成される可能性がある。給水後に余剰水を確実に排出することが重要であり、特に Fill Fitting から水切りを完全に行うことも重要である。(図 3-1 POTABLE WATER SERVICE パネル着氷事例、図 3-2 Fill Fitting 着氷事例 (POTABLE WATER SERVICE パネル))

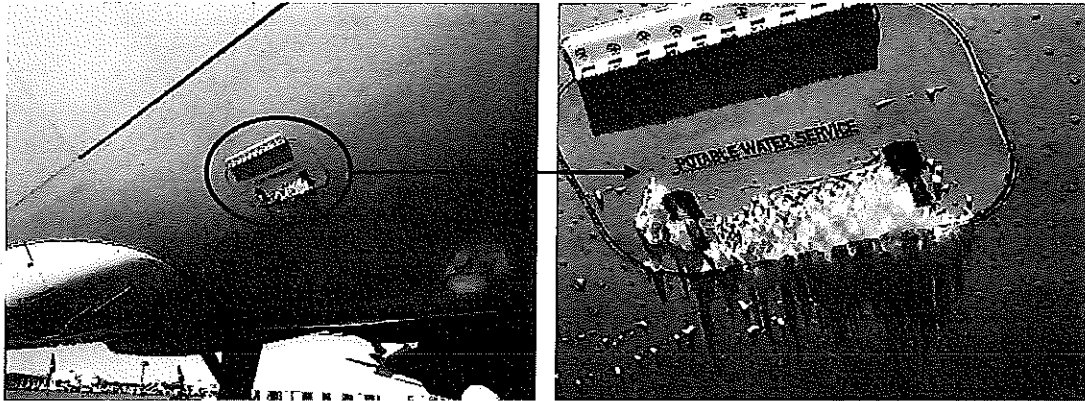


図 3-1 POTABLE WATER SERVICE パネル着氷事例

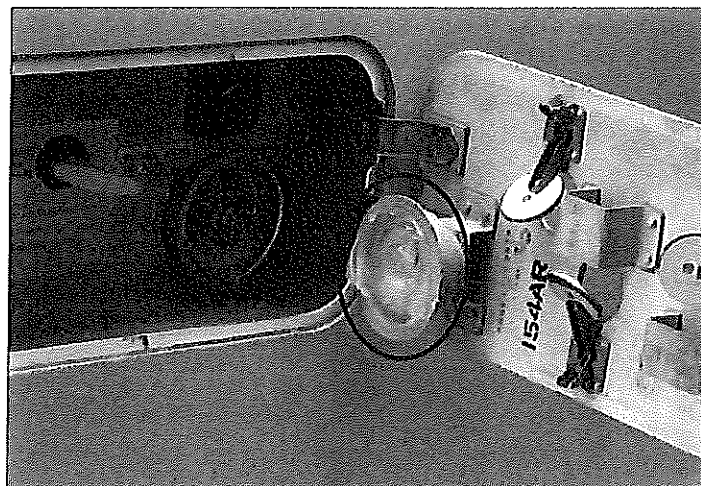


図 3-2 Fill Fitting 着氷事例 (POTABLE WATER SERVICE パネル)

また、飲料水ドレインは整備作業時に飲料水系統の水を排水するために使用する目的で装備されているが、内部バルブの不完全な切り替わり、あるいは内部バルブ自体の不具合が原因で飲料水系統からドレインラインに水が漏れ出て氷結する可能性がある。

ドレインバルブが確実に機能するように定期点検でクリーニングを実施しているが、日常の給水作業時にわずかでも水漏れが気になる場合には、バルブの不具合を疑い、速やかに担当整備士に連絡することが重要である。

なお、汚水系統の排水についても同様に、WASTE TANK SERVICE パネルに水漏れ等がないことを確認しCAPをCloseすること、更に、サービスパネルやドアのクリーニング後、残った水分を拭き取ることも着氷防止に有効である。

(2) 胴体ドレインからの着氷

航空機は、機体外板内側に液体が溜まることがあり、溜まった液体などを排出するためのドレイン（抜き穴）が胴体下部に多数設けられている。

与圧部（胴体部）のドレインにはドレインバルブが取り付けられており、通常、一定高度以上を飛行中は機体内外の差圧により閉じており、一定高度未満では開き、機内に溜まった水を排出している。また、非与圧部（フェアリングなど胴体のアウターパネルに相当する部分）のドレインにはドレインバルブが装着されていないドレインホールがある。その部位は内部に水が発生した場合は常に機外に排出している。

与圧部に水が溜まる要因は主に機体外板内側に生じる結露であるが、中には搭載物（コンテナ等）に付着した雨や雪である可能性もあり、出発地の気象状況も影響すると言える。また、非与圧部に水が溜まる要因は、主に内部にあるドレインバルブからの流出である。

氷塊形成のメカニズムとしては、飛行中一時的な不具合やゴミの詰りによりドレインバルブが正常に閉じずに液体が流れ出てしまった場合、一定高度以下で機体内外の差圧が減少し、ドレインバルブが開き、液体が流れ出た際に外気温が低い場合の2つが考えられる。（図3-3 胴体ドレインへの着氷事例）



図3-3 胴体ドレインへの着氷事例

ドレインバルブは、各機種ともに定期整備時の点検清掃が義務づけられており、確実な整備作業により当該バルブの機能を維持し、飛行中の機外への漏水を防ぐことが着氷の減少につながると考えられる。また、貨物室内に水分を侵入させない

ために大雪の際には搭載貨物上の積雪を確実に落とすという基本作業の励行が必要であり、次項の貨物室ドアへの着氷についての留意点への対応が重要である。

(3) 貨物室ドアへの着氷

貨物室ドアへの着氷については、搭載貨物の水漏れ・積雪により引き起こされると考えられるため、貨物搭載時の十分な水分除去や貨物の適切な梱包が重要であり、以下の点に留意すべきである。

- a. 漏水のおそれのある貨物は、梱包、包装等が航空機輸送に十分に耐え得ると判断できる処置を施してあることを確認すること。
- b. 貨物を屋外に一時保管する場合は、雨や雪による漏損を防止するよう処置を行うこと。
- c. 屋外係留中に貨物及びユニット搭載装置に付着した雪や氷は、航空機搭載までに取り除くこと。
- d. 貨物室にコンテナ、手荷物を搭載する場合は、付着している雨水や雪は取り除いてから搬入すること。
- e. 搭載時、風雨が強く多量の雨水が浸入するおそれのあるときは、十分に注意すること。

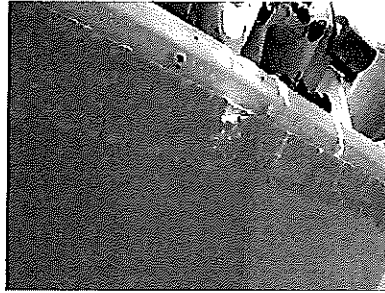


図 3-4 貨物室ドア下部縁沿い着氷事例

(4) ドレインマストからの着氷

ドレインマストは、ギャレーや化粧室にて使用された液体を排出するために装備されているが、飛行中は常に加熱されており、液体が凍らないよう制御されている。この加熱機能の故障などの原因により、氷塊が形成される可能性がある。整備の際に当該箇所の加熱機能が正常に作動することを確認することが重要である。

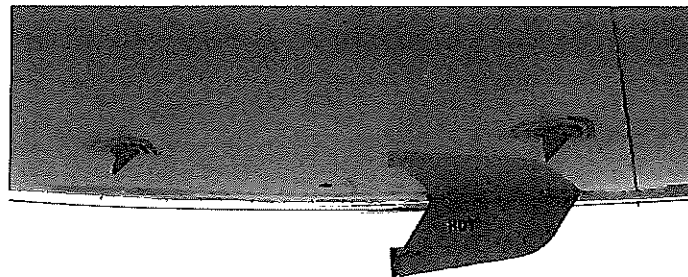


図 3-5 ドレインマスト

(5) 着氷状況の監視

機体への着氷状況を監視し、飛行中の機体外部の着氷や降雪時地上走行の際のタイヤ巻き上げによる着氷等、着氷となった原因を調査し、着氷防止に関する情報の周知徹底と再発防止策を実施することが重要である。

第4章 まとめ

航空機からの部品脱落や氷塊落下を防止するために有効と考えられる取り組みをここにとりまとめた。航空会社、機体製造会社、グランドハンドリング会社及び航空当局が連携して取り組みを進める必要がある。その詳細は第2章及び第3章に記載したが、各航空会社においては、次のポイントを踏まえて対策を講じることが重要と考えられる。

1. 自社で経験した部品脱落について、その情報を製造会社等と共有するとともに、必要な原因究明及び再発防止の取り組みを行うこと。また、過去に部品脱落や着氷を経験した部位をまとめる等、日常的に注意を喚起すること。
なお、作業はマニュアルの手順通りに行うことが重要である。
2. 機体及び装備品等の製造会社からのSB、SL等の技術情報について、落下物防止対策として効果が大きいと認められるものは積極的に採用すること。
3. 再発防止策として、部品脱落が発生したものと同型式の航空機に対して点検を行い、必要に応じて定期点検を設定し、繰り返しの点検を行うこと。また、必要に応じて同型式の航空機を所有する他社とも情報共有し、部品脱落発生の未然防止に努めること。
4. 着氷防止策として、グランドハンドリング会社は、飲料水のサービス後に、作業手順に従いサービスパネルに水漏れのないことの確認及び完全に水分をふき取ることを実施し基本作業を徹底して行うこと。なお、汚水系統の排水についても同様の対応が有効である。また、貨物搭載時には貨物、貨物室ドア辺りに積もった雪や溜まった雨水の十分な除去を行うこと。
5. 機体への着氷状況を監視し、飛行中の機体外部の着氷や降雪時地上走行の際のタイヤの巻き上げによる着氷、着氷となった原因を調査し、着氷防止に関する情報の周知徹底と再発防止策を実施すること。

あとがき

運航の安全だけでなく、地上の安全を確保するためには、航空機部品の脱落や氷塊の落下を防止することが重要である。航空当局、航空会社、機体製造会社及びグランドハンドリング会社等の協調による航空の安全性確保のための取り組みが重要であり、今回作成した「航空機からの落下物防止対策集」が落下物防止の一助となることを願う。