

ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

航空機整備における非破壊検査の適用について



ANA BOEING 787

平成21年08月26日(水)
於 発明会館ホール

全日本空輸(株)整備本部
技術部構造技術チーム 長坂 保

© Copyright The Boeing Company

ANA 787

ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

はじめに

本プレゼンテーションでは、航空機構造点検プログラムにおける非破壊検査の役割、管理体制などの概要とともに、具体的な事例として当社が運航している

- * ボーイング767型機の定例・非定例検査
- * ボーイング747-400型機の疲労検査(SSID)

に適用される非破壊検査例を紹介します。

また、次世代航空機(複合材多用機)に対する非破壊検査の課題について紹介します。

ANA  A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

Contents

1. 航空機の整備プログラムについて
2. 非破壊検査の役割
3. 非破壊検査の管理体制
4. ボーイング767型機での適用例
5. ボーイング747-400型機での適用例
6. 次世代航空機に対する課題

ANA  A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

Contents

1. **航空機の整備プログラムについて**
2. 非破壊検査の役割
3. 非破壊検査の管理体制
4. ボーイング767型機での適用例
5. ボーイング747-400型機での適用例
6. 次世代航空機に対する課題

ANA A STAR ALLIANCE MEMBER

1. 航空機の整備プログラムについて

- 航空運送事業者はその航空機の健全性を維持するために、機種毎に系統(System)及び構造(Structure)整備点検プログラムを設定し、それに基づき点検を実施している。
- 各航空会社は、航空機製造国政府当局が編纂したMRB Report及び航空機の製造者が発行するMPDに基づき、点検プログラムを整備規程に設定し、国土交通大臣の承認を受けなければならない。

Fig. A 整備プログラムにかかわるドキュメント

ANA A STAR ALLIANCE MEMBER

1. 航空機の整備プログラムについて

- MRB (Maintenance Review Board) Report
 - FAA (米国連邦航空局) が承認した整備に関する要求事項を定めたドキュメント (機種毎) ---
- MPD (Maintenance Planning Data)
 - 航空機の製造者が定めた整備に関する要求事項を定めたドキュメント (機種毎) ---
- Airline Maintenance Program
 - ANAでは、整備要目として設定している。主にSYMR (System Maintenance Requirement)、STM (Structure Maintenance Requirement) その他Appendix等から構成される。(機種毎) ---

 A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

1. 航空機の整備プログラムについて

- 構造点検プログラムの内容
 - － 点検部位
 - － 点検方法及び深度
 - － 点検実施時期及び点検間隔
 - － 適用する航空機の限定等
 - － その他注意事項

付属書 **整備規程** B767 整備要綱

| MR No. | Task Description | Interval | S T M B | | | | Access | APPL | Remarks |
|-----------|---|----------|---------|---|---|---|---|------|---|
| | | | S | T | M | B | | | |
| 93-432-00 | GENERAL VISUAL - INTERNAL - FUSelage LOWER LOBE INTERIOR STRUCTURE, BS 385 TO BS 385, BETWEEN 9-20L AND 9-20R. | 40 | | | | | OPEN FWD CARGO DOOR (SD) | | THRESHOLD: 40 |
| | | | | | | | OPEN FWD CARGO COMPT LEFT SIDEWALL PANELS AND CEILING PANELS. REMOVE INSULATION EQUIPMENT REMOVAL NOT REQUIRED. REMOVE SKIN HEAT EXCHANGER. | | |
| 93-434-00 | GENERAL VISUAL - INTERNAL - LOWER LOBE INTERIOR, BS 385 TO BS 385, BETWEEN 9-30R AND 9-30R, INCLUDING FLOOR BEAMS, BODY SKIN, STRINGERS, DEAT TRACES, AND FRAMES FROM LOWER SURFACE OF CABIN FLOOR TO UPPER SURFACE OF CARGO FLOOR. | 40 | | | | | OPEN FWD CARGO DOOR (SD). REMOVE AVIONICS COOLING REFRIGERATION UNIT (ACRU) EQUIPMENT REMOVAL NOT | | THRESHOLD: 40 + CPC APPLICATION TO FWD CARGO DOOR OUTPUT AND CARGO DOOR INTERIOR AT EVERY 30 |

Fig. B 整備要綱(例)

 A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

Contents

1. 航空機の整備プログラム
- 2. 非破壊検査の役割**
 - FAR/MRB Report/MPDにおける非破壊検査の位置づけについて**
3. 非破壊検査の管理体制
4. ボーイング767型機での適用例
5. ボーイング747-400型機での適用例
6. 次世代航空機に対する課題

ANA | A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

2. 非破壊検査の役割

以下のDocumentに、航空機の構造点検における非破壊検査の役割について定められている。

- ・ **FAR (Federal Aviation Regulation)**
--- 米国連邦航空規則 --- Part 25 Subpart D
- ・ **MRB (Maintenance Review Board) Report**
SECTION 3. STRUCTURAL INSPECTION PROGRAM
- ・ **MPD (Maintenance Planning Data)**
SECTION 8. STRUCTURAL INSPECTION PROGRAM

注) MRBR/MPDとは、航空機メーカーが発行する航空機の点検についての基本的な要求事項を定めたDocument。
構造点検プログラムは損傷許容設計の考え方に基き設定されている。

ANA | A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

2. 非破壊検査の役割

FAR (Federal Aviation Regulation)
--- 米国連邦航空規則 ---
Part 25 Subpart D では、輸送用航空機構造の点検について以下のように定められている。

25.611
Means must be provided to allow inspection (including inspection of principal structure elements and control systems), replacement*Nondestructive inspection aids may be used to inspect structural elements where it is impracticable to provide means for direct visual inspection.....and the inspection procedures are specified in the maintenance manual.*

ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

2. 非破壊検査の役割

つまり、
原則的に航空機の主要構造部材は、直接目視による点検ができるよう設計されなければならない。

ただし、
目視点検を実施できない部位については、非破壊検査方法を適用することができる。
(その方法はメンテナンス・マニュアルに設定されなければならない。)

ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

2. 非破壊検査の役割

MRB Report 及びMPDでは次のように定められている。

SECTION 3. STRUCTURAL INSPECTION PROGRAM
This program is designed to provide timely detection and repair of structural damage which may occur in the 767 fleet during commercial operations.

Detection of corrosion, stress corrosion, minor accidental damage and fatigue cracking by visual and/or NDI procedures is considered.....

2. 非破壊検査の役割

ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

つまり、
航空機構造に発生する腐食、応力腐食、マイ
ナーな偶発的損傷、金属疲労割れ等は、**目視
点検もしくは及び非破壊検査により** 検出され
るよう設計されている。

また、次のようにも記述されている。

2. 非破壊検査の役割

ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

Special Detailed inspections are to be used when specified for inspecting hidden details or may be used as alternatives to detailed visual inspections.....

つまり、
非破壊検査は、直接目視できないような場合
に用いられる。また、詳細目視点検の代替方
法としても適用される。

| Contents | | ANA <small>A STAR ALLIANCE MEMBER</small> ☆ |
|-----------|--------------------------------|---|
| 1. | 航空機整備プログラム | |
| 2. | 非破壊検査の役割 | |
| 3. | 非破壊検査の管理体制 | |
| (1) | 航空局サーキュラー 「特殊工程等に対する検査について」 | |
| (2) | 当社社内規定による管理方法 | |
| 4. | ボーイング767型機での適用例 | |
| 5. | ボーイング747-400型機での適用例 | |
| 6. | 次世代航空機に対する課題 | |

| 3. (1) 航空局サーキュラー 「特殊工程等に対する検査について」 | | ANA <small>A STAR ALLIANCE MEMBER</small> ☆ |
|---|---|---|
| 本文書の目的は？ | | |
|  | 航空法に基く各種検査(型式証明・耐空証明・予備品証明・事業場認定検査等)を行うにあたって、特殊工程及び 非破壊検査 (特殊工程等)に対する航空局の検査方針を定めている。 | |

3. (1) 航空局サーキュラー ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆
 「特殊工程等に対する検査について」

特殊工程等の種類は？

溶接・ろう付け・熱処理・めっき・ショットピーニング
 ・金属接着・化成皮膜処理・

非破壊検査

* 磁粉探傷検査
 * 浸透探傷検査
 * X線検査
 * 超音波探傷検査
 * 渦流探傷検査

3. (1) 航空局サーキュラー ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆
 「特殊工程等に対する検査について」

検査の対象は？

*** 設備、機器及び装置**
 公知規格、航空機製造メーカーが作成した資料に基くものであること。適切に維持管理され、記録されていること。

*** 作業員**
 非破壊検査においては、NAS410に基づき資格付与されていること。適切に教育訓練、資格定期更新等されていること。

*** 作業方法**
 公知規格、航空機製造メーカーが作成した資料に基くものであること。適切に改訂管理、作業記録作成・保管がされていること。

ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

3. (2) 当社社内規定による管理方法

*** Procedure Manual**
(整備規程の細目事項を定めた社内規定)

*** 業務規程**
(認定事業場業務に係る遵守事項を定めた規程)

に、**非破壊検査設備、従事者、規格及び手順書等** の管理要領を定めている。

ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

3. (2) 当社社内規定による管理方法

*** 設備**
➡ 有効期限、定期性能検査、履歴・保守管理等

*** 従事者**
➡ 資格認定、有効期限、経験時間、視力、技能訓練・審査等

*** 規格・手順書**
➡ 規格の維持管理、手順書の作成・承認・保守管理等

ANA  A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

3. (2) 当社社内規定による管理方法

非破壊検査設備の有効期間(参考)

| 記号 | 名称 | 有効期間(年) |
|----|------------|---------|
| PT | 浸透探傷設備 | 1 |
| MT | 磁粉探傷設備 | 0.5 |
| ET | 渦流探傷設備 | 1 |
| UT | 超音波探傷設備 | 1 |
| TI | サーモグラフィー設備 | 1 |

ANA  A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

3. (2) 当社社内規定による管理方法

非破壊検査従事者に必要な最小経験時間(参考)

| 資格名称 | 有効期間 | 必要経験時間 | | | | | | | |
|---------|------|----------|---------------------|----------|---------------------|----------|---------------------|----------|---------------------|
| | | PT | | MT | | ET | | UT | |
| レベル I | 3 | 0 ⇒ I | 130 Hr | 0 ⇒ I | 130 Hr | 0 ⇒ I | 400 Hr | 0 ⇒ I | 400 Hr |
| レベル II | 3 | 0 ⇒ II | 400 Hr | 0 ⇒ II | 530 Hr | 0 ⇒ II | 1600 Hr | 0 ⇒ II | 1600 Hr |
| | | I ⇒ II | 270 Hr | I ⇒ II | 400 Hr | I ⇒ II | 1200 Hr | I ⇒ II | 1200 Hr |
| レベル III | 5 | II ⇒ III | 1 or 2 or 4 Year | II ⇒ III | 1 or 2 or 4 Year | II ⇒ III | 1 or 2 or 4 Year | II ⇒ III | 1 or 2 or 4 Year |

ただし、上記経験は何れかの非破壊検査に従事した時間であり、かつその1/2以上が該当する区分の業務に従事していること。(レベル II ⇒ III は除く。)

 A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

Contents

1. 航空機の整備プログラム
2. 非破壊検査の役割
3. 非破壊検査の管理体制

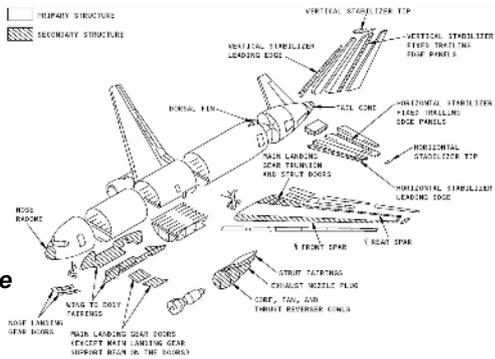
4. ボーイング767型機での適用例
- (1) 定例検査項目
- (2) 非定例検査項目

5. ボーイング747-400型機での適用例
6. 次世代航空機に対する課題

 A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

4. (1) ボーイング767型機 - 定例検査項目

定例検査とは機体設計時から必要と判断され、メーカー発行のMPDに初めから設定されている検査項目であり、この中で非破壊検査が要求されている検査項目を紹介する。



Boeing 767 Structure

ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

4. (1) ボーイング767型機 - 定例検査項目

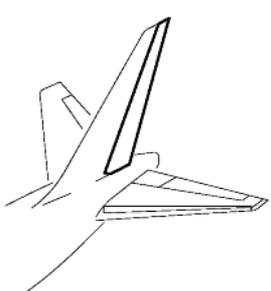
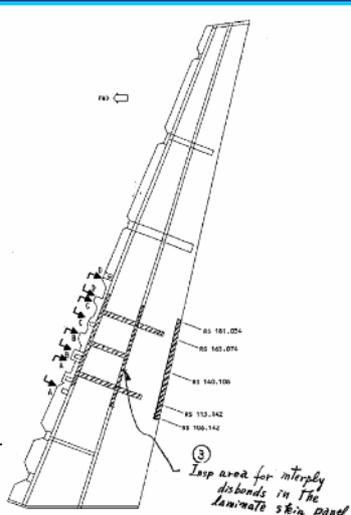
(a) Rudder Spar and adjacent Structure @ 4C Intervals UT
 → 詳細はFigure 1

(b) Elevator Spar and adjacent Structure @4C Intervals UT
 → 詳細はFigure 2

(c) 疲労検査 (SSIP: Structural Supplemental Inspection Program)
 本検査は、重要構造部材の疲労クラックをタイムリーに発見することを目的としており、JCAB は本検査の実施を2003年10月16日付で法制化した。点検部材により点検開始時期は総飛行回数が25,000飛行回数と50,000飛行回数の2段階になっており当社は25,000飛行回数項目を実施中である。Figure 3に25,000飛行回数項目の概要を示す。

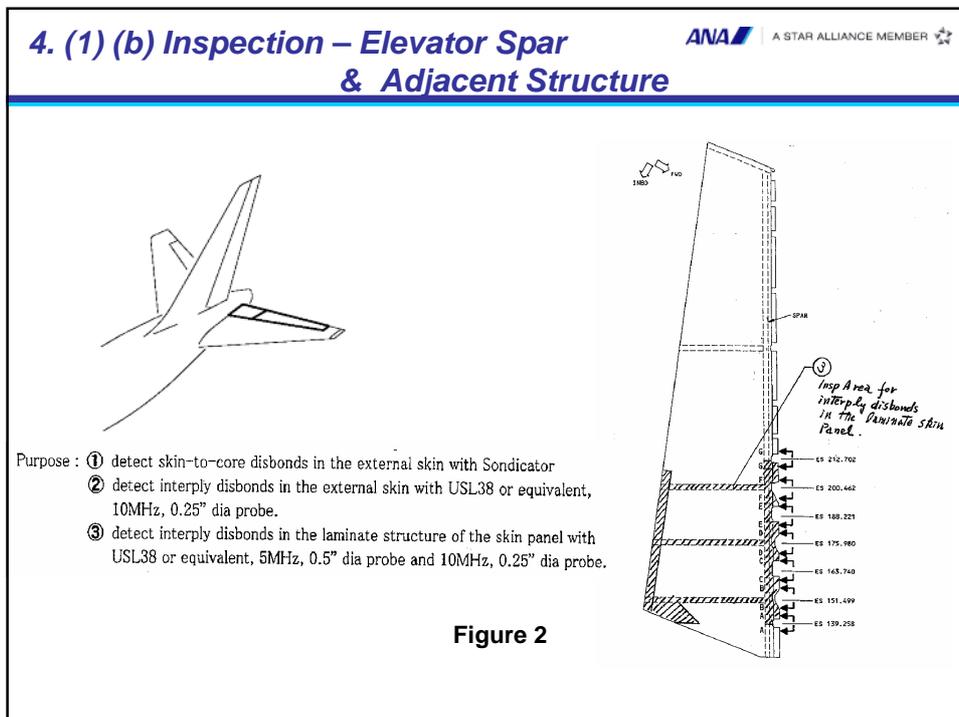
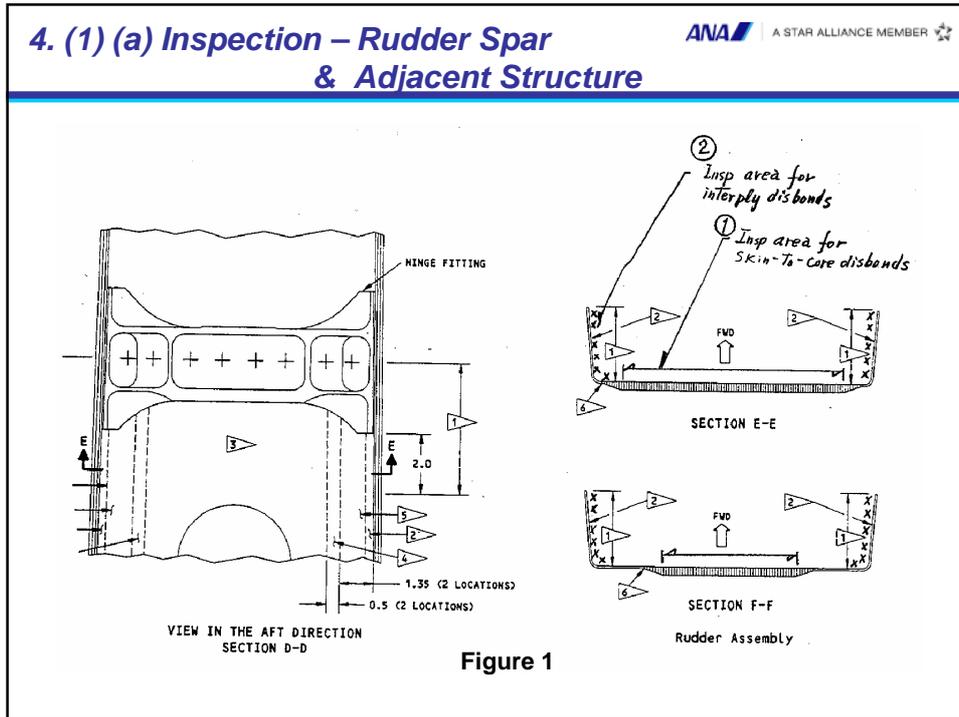
ANA A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

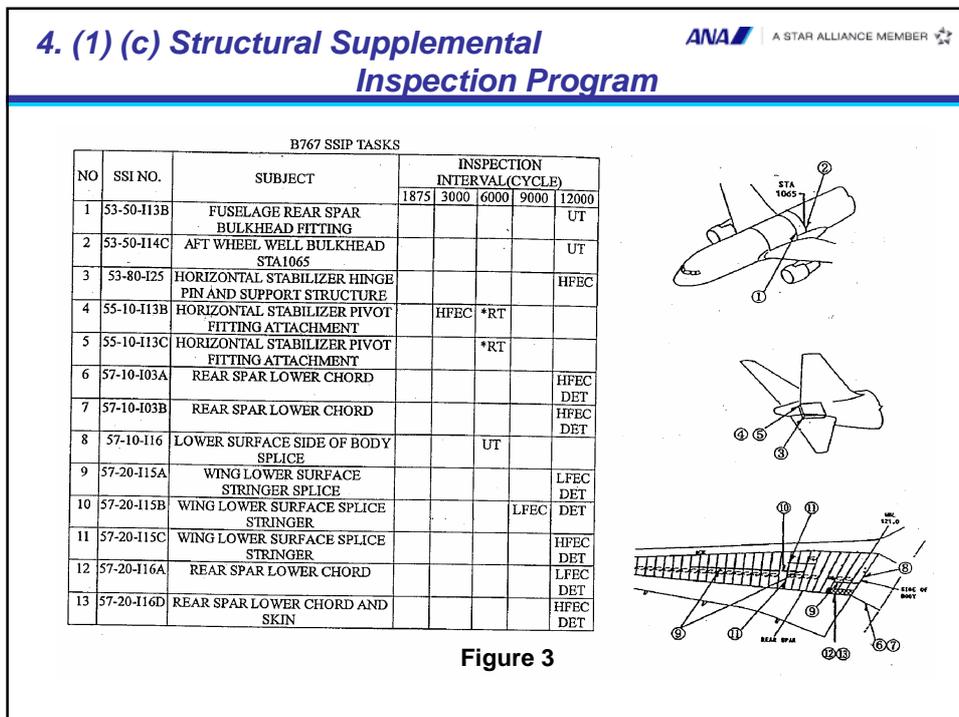
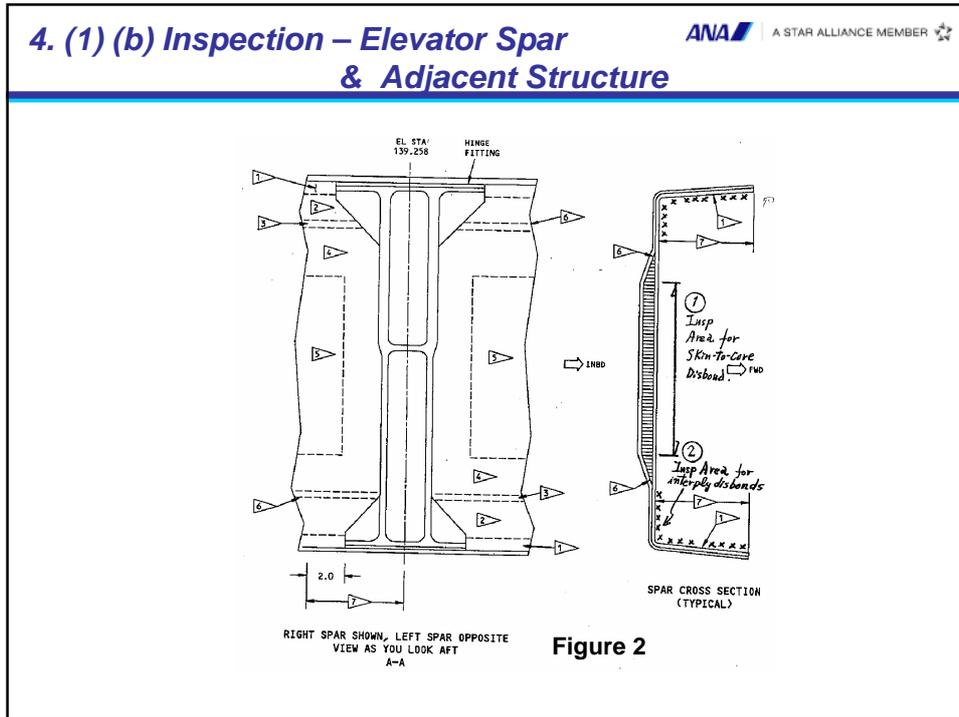
4. (1) (a) Inspection – Rudder Spar & Adjacent Structure

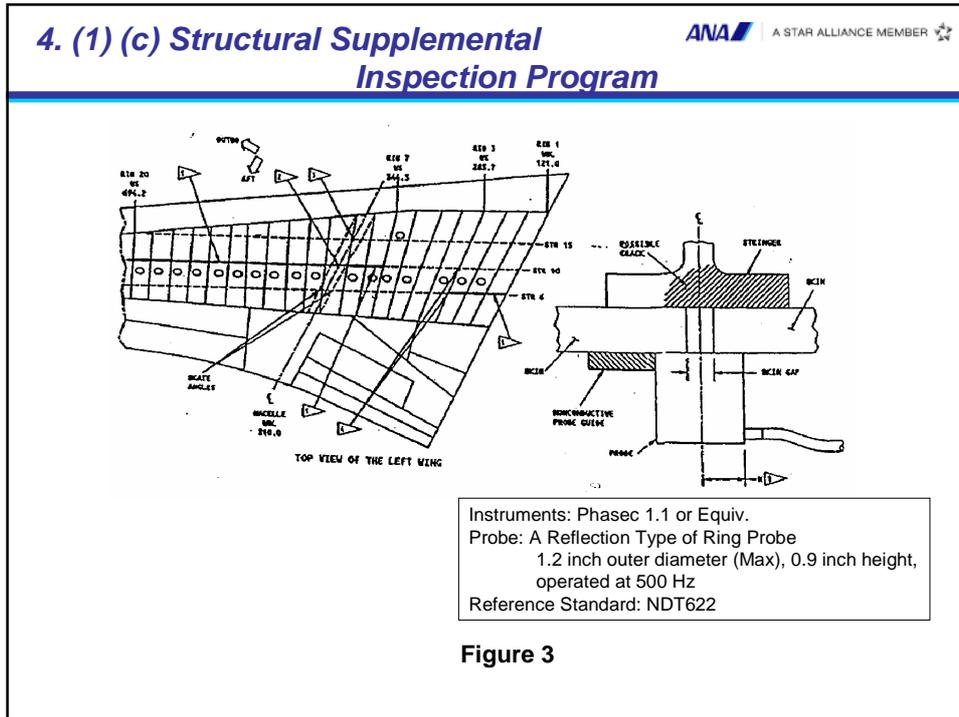



Purpose : ① detect skin-to-core disbands in the external skin with Soudicator
 ② detect interply disbands in the external skin with USL38 or equivalent, 10MHz, 0.25" dia probe.
 ③ detect interply disbands in the laminate structure of the skin panel with USL38 or equivalent, 5MHz, 0.5" dia probe and 10MHz, 0.25" dia probe.

Figure 1





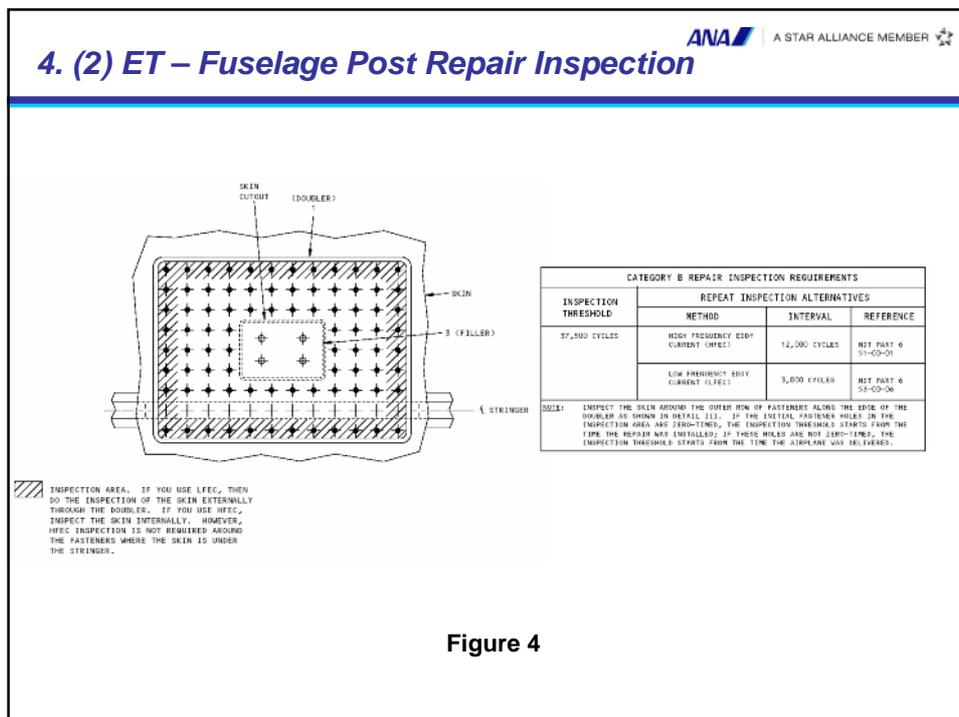


ANA A STAR ALLIANCE MEMBER

4. (2) ボーイング767型機 – 非定例検査項目

非定例検査とは、就航後の機体に不具合が発見されメーカーにより対策が必要と判断され、メーカー指示(サービスブレン、メンテナンス・マニュアル等)により実施する検査である。以下にこれら事例を紹介する。

(a) Post Repair Inspection – Fuselage External Skin Repair per SRM 53-00-01 ➡ 詳細をFigure 4に示す。



ANA  A STAR ALLIANCE MEMBER 

Contents

1. 航空機の整備プログラム
2. 非破壊検査の役割
3. 非破壊検査の管理体制
4. ボーイング767型機での適用例
5. ボーイング747-400型機での適用例
(SSID: 機体構造の疲労検査)
- (1) SSID検査の概要
- (2) 検査項目の具体例
6. 次世代航空機に対する課題

| Contents | ANA  A STAR ALLIANCE MEMBER ☆ |
|---------------------------------------|---|
| 1. 航空機の整備プログラム | |
| 2. 非破壊検査の役割 | |
| 3. 非破壊検査の管理体制 | |
| 4. ボーイング767型機での適用例 | |
| 5. ボーイング747-400型機での適用例 | |
| 6. 次世代航空機に対する課題 | |
| Accidental Damage 発生時の評価方法について | |

| 6. Accidental Damage 発生時の 評価方法について | ANA  A STAR ALLIANCE MEMBER ☆ |
|---|---|
| <p>開発中のB787型機の胴体、翼及び尾翼構造は、主要構造を含むほとんどの部分がCFRPで作られ、2008年から就航予定である。</p> <p>この新機種に対する検査プログラムは基本的には目視検査になると考えられるが、以下のような偶発的損傷が発生した場合、これまでのような渦流探傷(ET)による検査は適用できず、また、接着構造のため損傷部のSegment交換が困難になるため、正確な損傷評価が従来にも増して重要になる。</p> <ul style="list-style-type: none"> * Tail Strike (尾部接地) * 車両衝突・鳥衝突 * 作業台接触 * 整備中の工具落下 など | |

6. Accidental Damage 発生時の 評価方法について

ANA | A STAR ALLIANCE MEMBER ☆

メーカーであるボーイング社とは、”Working Together Team”として、在来機における不具合情報の提供や改善要望事項の提案など、Airlineとして当社が蓄積した様々な経験やノウハウを設計に反映すべく、積極的に開発プログラムへ参画し、よりよい航空機の開発を目指している。

新たな非破壊検査技術の開発やボーイング社NDT ManualへのProcedureの反映なども重要な項目のひとつである。下記の新しい非破壊検査技術・装置はこれら要求に答えられるものと期待される。

- SHM (Structural Health Monitoring)
- 3D 超音波検査
- Pulsed Thermography
- 空中超音波