別紙１　ハザードレポートテンプレート（参考：ロケット引渡し～打上げ・ペイロード分離 編）

以降、一般的には射場におけるハザードには該当しないが、ロケットとの統合フェーズにおけるハザード原因に該当する場合があるため、過去のペイロードの安全審査で実績のある典型的なハザード制御方法、安全検証方法を記載する。実際にハザードに該当するか否かはロケットからの指示による。

HR-X.1～X.4の内容は、ロケットから提示されるフォーマット内にて引用するなど、適宜利用されたい。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | ハザード | ハザード原因 | ハザード制御方法 | 安全検証方法（ベースライン） | ｽﾃｰﾀｽ | Ph | 検証結果 | 文書名/番号 |
| HR-X.1  適用    N/A | 安全上重要な機構（保持解放機構等）の誤展開によるロケットの墜落  火工品使用ケース | (1)保持解放機構（ロッド等）の機械的設計不良 | (1-1)保持ロッドの健全性と強度を確保する。 | (1-1-1)解析等により強度余裕を確認する。 | OPEN | Ⅱ |  | 本資料に解析結果概要を添付 |
| (1-1-2)試験等により健全性を確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (2)回路からの誤信号による誤解放 | (2-1)意図しない誤解放に対する故障許容設計(2FT) （エネルギ源との間に最小限3つの独立したインヒビットを持つ設計とする。また、3つのインヒビットの内、少なくとも2つはモニタが出来る設計とする。） | (2-1-1)図面等により2FT設計を確認する。 | OPEN | Ⅱ |  | 本資料にFT設計のスケマチックを添付 |
| (2-1-2)電気性能試験等により2FTが有効であることを確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (2-2)電気起爆装置(EED)について、1ADC, 1W DCをそれぞれ5分間通電したとき発火しない。もしくは、NASA Standard Initiator等、規格に基づいたものを使用する。 | (2-2-1)購入記録等を確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (2-3)火工品に接続するEED ハーネスは火工品の最大不着火電流の20dB 以上の減衰を与える設計とする。 | (2-3-1)解析等により、20dB以上のマージンがあることを確認する。 | OPEN | Ⅱ |  | 本資料に解析結果概要を添付 |
| (2-4)火工品結線前に迷走電流が無いこと。 | (2-4-1)火工品の結線を行う前に火工品点火回路のストレイ電圧チェックを行い、火工品の最大不着火電流の1/10又は50mAのいずれか低い値以上の電流を生じないことを確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | ハザード | ハザード原因 | ハザード制御方法 | 安全検証方法（ベースライン） | ｽﾃｰﾀｽ | Ph | 検証結果 | 文書名/番号 |
| HR-X.2  適用    N/A | 安全上重要な機構（保持解放機構等）の誤展開によるロケットの墜落  NEA等の故障許容設計アプローチ | (1)保持解放機構（NEA等）の機械的設計不良 | (1-1)機構の破壊に対する故障許容設計(2FT) | (1-1-1)図面等により2FT設計を確認する。 | OPEN | Ⅱ |  | 本資料にFT設計のスケマチックを添付 |
| (1-2-1)機能試験等により2FTが有効であることを確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (2)回路からの誤信号による誤解放 | (2-1)意図しない誤解放に対する故障許容設計(2FT) | (2-1-1)図面等により2FT設計を確認する。 | OPEN | Ⅱ |  | 本資料にFT設計のスケマチックを添付 |
| (2-1-2)電気性能試験等により2FTが有効であることを確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |

「CSA-111006ロケットペイロードの機構に対するシステム安全上の取り扱い」より

「機構」とは、摩擦力、磁力、スプリングによる弾性力を、安全上重要なコンフィギュレーションの保持力として用いるサブシステム（ラッチ機構等）をいう。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | ハザード | ハザード原因 | ハザード制御方法 | 安全検証方法（ベースライン） | ｽﾃｰﾀｽ | Ph | 検証結果 | 文書名/番号 |
| HR-X.3  適用    N/A | 安全上重要な機構（保持解放機構等）の誤展開によるロケットの墜落  リスク最小化設計アプローチ１　NEA等 | (1)保持解放機構（NEA等）の機械的設計不良 | (1-1)保持トルク／保持力 マージン １以上の確保 | (1-1-1)解析によりマージンに問題が無いことを確認する。 | OPEN | Ⅱ |  | 本資料に解析結果を添付 |
| (1-1-2)機械環境試験により機構が保持されていることを確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (1-2)スプリング機能の異常によりハザードに至る設計及び用途においては、スプリングの冗長化（スプリング機能の異常によりハザードに至らない場合は、冗長化の必要は無い） | (1-2-1)スプリングを冗長構成とすることを図面等により確認する。 | OPEN | Ⅱ |  | 本資料にFT設計のスケマチックを添付 |
| (2)回路からの誤信号による誤解放 | (2-1)意図しない誤解放に対する故障許容設計(2FT) | (2-1-1)図面等により2FT設計を確認する。 | OPEN | Ⅱ |  | 本資料にFT設計のスケマチックを添付 |
| (2-1-2)電気性能試験等により2FTが有効であることを確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |

「CSA-111006ロケットペイロードの機構に対するシステム安全上の取り扱い」より

本項の前提１：当該機構が保持状態であることが求められる環境において、機構内の荷重伝達は材料の強度でなされる設計であること。（磁力等の検証困難な要素は対象が存在する場合はリスク最小化設計の対象としない）

本項の前提２：同環境において、機構の荷重経路にある構成部品間において、機構の保持状態が変化したと見なすレベルの相対的運動を生じない設計であること。（機構部の噛み込み等の考慮が必要な要素が存在する場合はリスク最小化設計の対象としない）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | ハザード | ハザード原因 | ハザード制御方法 | 安全検証方法（ベースライン） | ｽﾃｰﾀｽ | Ph | 検証結果 | 文書名/番号 |
| HR-X.4  適用    N/A | 安全上重要な機構（保持解放機構等）の誤展開によるロケットの墜落  リスク最小化設計アプローチ２　非金属ロックワイヤ（テグス等） | (1)非金属ロックワイヤ（テグス等）単体および結び目に関わる設計不良 | (1-1)引張強度の確認 | (1-1-1)ワイヤの伸長量をパラメータにして、伸長量毎にワイヤの引張強度を確認する。 注： 「なじみ処置」（１-4）を行った場合は、なじみ処置後に試験を行う。また、引張強度確認試験に使用するワイヤはフライト品と同一ロットを使用する。さらに、ワイヤが衛星外部に曝される形態の場合、ロケットのフェアリング開頭後の太陽光照射、空力加熱の影響による熱入力を考慮する。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (1-2)クリープ変形量の確認 | (1-2-1)ワイヤは常温でもクリープ変位を生じるためクリープ変位量を確認する。 注：ワイヤに印加する張力はフライト品の状態を包絡する。また、使用するワイヤはフライト品と同一ロットを使用する。さらに、荷重を印加する時間はフライトモデルに取り付けから打ち上げまでの期間を考慮する。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (1-3)結び目の伸び確認 | (1-3-1)結び目はフライト品を模擬し、結び目の伸び量を試験で確認する。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (1-4)なじみ処置（伸ばし処置） | (1-4-1)事前伸長するための張力、時間を決められるように、ワイヤの変形量、印加する張力、張力印加時間の関係を試験で求める。(1-1～1-3) | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (1-4-2)結び目のなじみ処置が必要な場合は結び目のなじみ処置にワイヤと同等のデータを取得する。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (1-4-3)なじみ処置したワイヤをフライト品に使用する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (1-5)ワイヤ半径方向の圧縮（かしめ等）による強度劣化 | (1-5-1)フライト品の設計でワイヤ半径方向に圧縮される部位があるか確認し、該当箇所がある場合、フライト品のコンフィギュレーションを模擬し、圧縮による強度劣化を試験で確認する。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (2)保持解放機構の機械的設計不良 | (2-1)冗長設計※ | (2-1-1)ワイヤは冗長構成とすることを図面等で確認する。 | OPEN | Ⅱ |  | 本資料に概略図を添付 |
| (2-2)設計張力のマージン確保 | (2-2-1)最大荷重に対しワイヤの強度不足とならぬよう適切なマージンを確保する。ワイヤの冗長性を示すため、ワイヤ１系統でも成立することを示す。 注：ワイヤにかかる最大荷重はワイヤ施工時の最大張力、打ち上げの振動や衝撃、製造公差も考慮する。また、ワイヤの強度は、引張強度(1-1)、クリープ変形（1-2,1-3）、なじみ処置（1-4）、ワイヤの緩み（2-4）を考慮して、最悪のワイヤ長、張力強度を算出する。 | OPEN | Ⅱ |  | 本資料に解析結果を添付 |
| (2-2-2)振動試験および試験後の目視検査により保持状態が維持されていることを確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (2-3)ワイヤ近接部にシャープエッジの無い設計 | (2-3-1)ワイヤに近接する機器類はシャープエッジを除去することを図面等で確認する。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (2-3-2)シャープエッジ除去を目視もしくは触診により確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (2-4)ワイヤと機器の擦れを防止する設計 | (2-4-1)振動、衝撃時にワイヤと機器との擦れが生じないよう、適切なクリアランスをとることを図面等で確認する。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (2-4-2)クリアランスが図面通りであることを測定する、もしくは目視確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (2-4-3)ワイヤ取付前後、振動試験後および最終検査等にてワイヤに擦り傷がないことを目視検査する。ワイヤ取付後の目視検査が難しい場合、ワイヤとその周辺部位とのクリアランスの検査結果、EM の振動試験結果等に基づき、ワイヤの擦れがないことを確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (2-5)ゆるみを考慮した張力及びワイヤ長さの設定 | (2-5-1)ワイヤの処置設定における張力または変位量は、打ち上げ(衛星分離)までの時間経過によるワイヤのゆるみを考慮した必要張力または必要長さを設定する。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (2-5-2)目視、触診もしくは張力の確認を行う。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (2-6)適切な結び方によるワイヤの結び | (2-6-1)試験（1-3）で確認した「結び方」をフライト品設計に反映する。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (2-6-2)所定の結び方手順に従って結んでいることを目視確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (2-7)ワイヤの張力または変位調整が可能な艤装設計 | (2-7-1)フライト品にワイヤを艤装する際、所定の張力や長さになるように、調整可能な設計とする。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (2-7-2)所定の張力もしくは長さが設定されていることを測定する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |
| (2-8)ワイヤ切断時の飛散防止設計 | (2-8-1)デブリ飛散防止のため、ワイヤ切断時、分離物が発生しないような設計であることを図面等で確認する。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (2-9)せん断力が印可されない設計 | (2-9-1)ワイヤにせん断力が印加されないことを確認する。 | OPEN | Ⅱ |  |  |
| (3)回路からの誤信号による誤解放 | (3-1)意図しない誤解放に対する故障許容設計(2FT) | (3-1-1)図面等により2FT設計を確認する。 | OPEN | Ⅱ |  | 本資料にFT設計のスケマチックを添付 |
| (3-1-2)電気性能試験等により2FTが有効であることを確認する。 | OPEN | Ⅲ |  |  |

「CSA-112040A小型衛星非金属ロックワイヤに関わる安全チェックリスト」より

※破局ハザードについては、通常２故障許容設計を取る必要があるが、非金属ロックワイヤについては、本ハザードレポートのハザード制御を適用することで、リスク最小化設計がなされているものとみなす。リスク最小化設計においては、十分な強度マージンを有する設計とすることで冗長は通常必要無いが、非金属ロックワイヤについてはその機械的な脆弱性をカバーするために、冗長設計（2本のワイヤによる保持）を取ることが通常である。