

## 国際規格 IEC 60300-3-11 (RCM) について — IEC ディペンダビリティ規格研究会報告 —

山内 慎二\*<sup>1</sup> 久郷 信俊\*<sup>2</sup> 幸田 武久\*<sup>3</sup> 水口 大知\*<sup>4</sup> ○黒田 豊\*<sup>5</sup>

### 1. はじめに

Reliability Centred Maintenance (RCM)は、予防保全を代表する手法と言われている。原語の解釈から「信頼性に基づく保全」又は「信頼性を中核とした保全」と理解することができる。アイテム<sup>[1]</sup>に要求された運用の安全性、アベイラビリティ及び経済性を、効果的かつ効率的に達成するための保全プログラムを設定し、実施する手法である。

この考え方の基になったのは、1968年米国のATA(航空輸送協会)の内部組織である Maintenance Steering Group (仮訳: 保全運営グループ) が、民間航空機の保全のために開発した規格 (ATA-MSG-1: Operator/Manufacturer Scheduled Maintenance Development) であると言われている。Reliability Centered Maintenance は、米国防総省と航空会社 (United Airlines) の契約で使用された名称である。

RCM が国際規格, IEC 60300-3-11: Reliability centred maintenance, Ed.1<sup>[1]</sup> (第1版)として発行されたのは、1999年度末である。内容は当時のATA-MSG-3を踏襲し、一般産業向けにも適用することが目的である。この規格は、2009年6月に改定され、Ed.2<sup>[2]</sup>が発行された。全産業向けに使い易くするため、RCM解析のアプローチとアルゴリズムが変更されている。[以降、本文中はこれらの規格を、RCM規格という。また、区別する必要がある場合は、RCM規格, Ed.1又はEd.2とする。また、研究会独自で使用している表現に付いては、できるだけ原語を付記した。]

IEC ディペンダビリティ規格研究会は、IEC

\*<sup>1</sup> (元) 駒澤大学, (現在)IECディペンダビリティ規格研究会主査

\*<sup>2</sup> 千代田アドバンスト・ソリューションズ (株)

\*<sup>3</sup> 京都大学 \*<sup>4</sup>(独) 産業技術総合研究所

\*<sup>5</sup> ディペンダビリティ規格研究会副主査 〒207-0013

東大和町向原二丁目778-20 e-mail: kurodacc@mbp.ocn.ne.jp

60300-3-10: Maintainability の調査研究に続いて、2008年度後半から、その引用規格であるRCM規格, Ed.1を研究対象にした。途中、Ed.2に改正されたので、両者に互い調査している。

この報告は、これらRCM規格を包括する概要、主な相違点、及び適用の留意点(一考察)を述べたものである。

### 2. RCM 規格の概要

重大な影響を及ぼす故障の発生を許容できる水準(運用の基本方針に基づく)に抑えるには、それをもたらす機能の故障モード及び発生時期を推定(RCM解析及び保全タスクの決定)し、その機能の故障を予防する保全タスクを実行する必要がある。

複数の保全タスクの集合である保全プログラムを設定し、履行し、その有効性を監視し、改善するサイクルを維持することによりRCMの目的が達成される(図1.参照)。

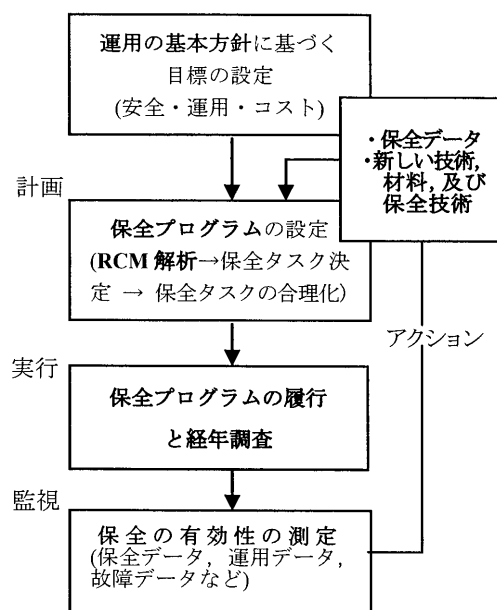


図1. RCM 継続改善のサイクル

RCM 規格は、機器及び構造物(equipment and structures)の信頼性を、必要とする水準に維持するために実施する予防保全活動への指針を規定している。

2.1 RCM 解析と保全プログラムの設定

(1) RCM 解析

解析の対象となる機器 (装備品) 及び構造物は、通常、複数のシステムで構成される。またシステムには複数の機能が含まれる。それらのうち、故障がシステムに重大な影響を与える機能を、機能的に重要なアイテム (FSI) と呼ぶ。FSIは通常、冷却水を送るポンプ、機械的な駆動原であるアクチュエータなどの機能単位である。ベアリング、シーリング部

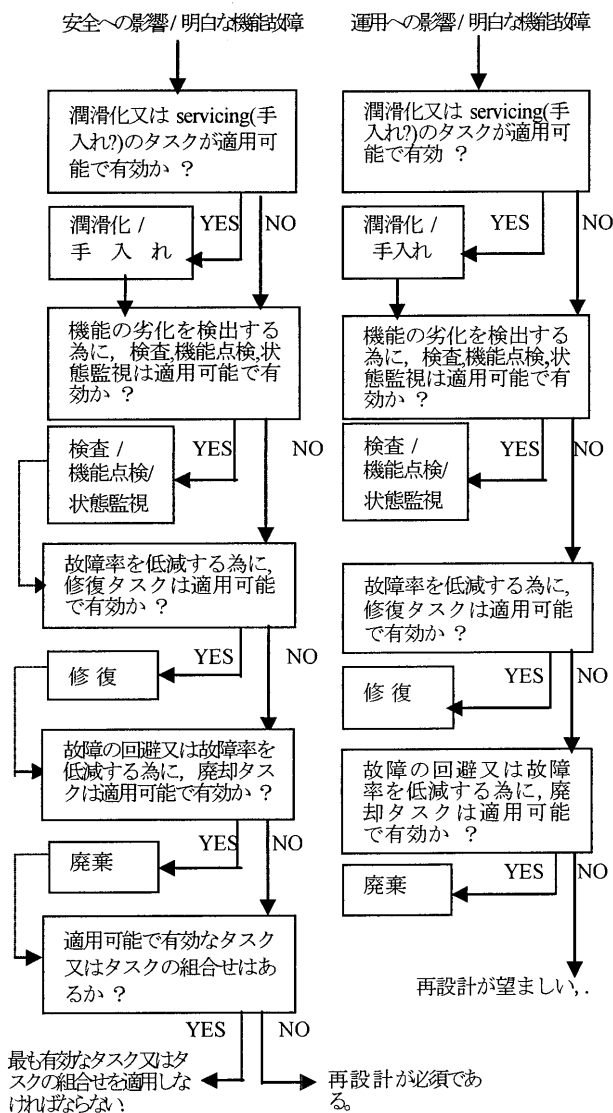


図 2. タスク決定ロジックの例 1 (RCM 規格, Ed.1, 図 4a の一部)

品などには及ばない。

RCM 解析の前半は、機器 (装備品) 及び構造物を構成するシステムの識別とクリティカリティなどによる優先順位付けを行う。最終的に、FSI のリストを作成し、それを基に故障モード及びそれらの影響を明確にする段階である。

RCM 解析の後半は、故障モード及び影響解析<sup>[4]</sup>の結果に基づいて、故障モードの発生を予防する保全タスクを決定する。保全タスクは、FSI ごとに選定される。後半の解析は 2つの段階(レベル)に分けられる。最初は、FSIの故障に運用員が気付く(evident: 明白な機能故障)か、気付かない (hidden: 隠れた機能故障) かで二分し、それぞれについて安全、運用、コストへの影響に分類し、最終的には複数の影響の 카테고리に分かれる。規格 Ed.1 に示された質問文の例を次に示す。

・ 明白な機能故障か、隠れた機能故障かの質問:

「機能故障の発生したことが、通常の任務にある運用員に明白に分かるか?」

- ・ YES に対する次の質問: 「機能故障又はそれによって生じる二次故障が、運用の安全に直接の悪影響を及ぼすか?」→NOの場合、更に後に続く質問が一つあるが省略。
- ・ NO に対する質問: 「隠れた故障が、システムに繋がったある付加的な機能又はバックアップ機能の故障と結びついて、運用の安全に悪影響を及ぼすか?」

この様にして 1つのFSIに対して、1つの影響の категорияが決定される。それぞれの影響の categoriaには、タスクを決定するためのステップを示すロジックが続く。RCM 規格, Ed.1 の例を図 2 に、

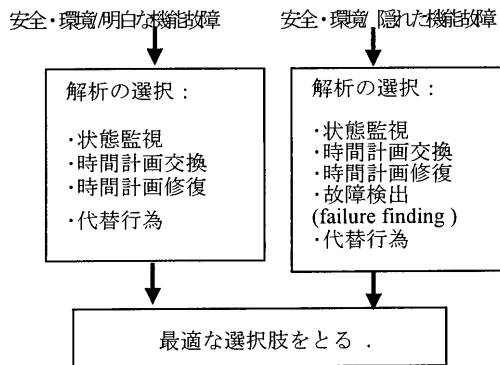


図 3. タスク決定ロジックの例 2 (RCM 規格, Ed.2, 図 5 の一部)

Ed.2 の例を図 3 に示す。

隠れた機能故障，即ち保護装置，冗長系の一方など，通常動作していない機能が故障していないかどうかを確認する特別のタスクが含まれる (図 3. 故障検出(failure finding)).

タスク決定ロジックの各ステップにおける YES/NO 判断の基礎になるのは，対象とする FSI の故障モードである。示されたタスクは，故障モードの発生を防止するのに，「適用可能で有効か？」という問い，YES/NO で答える必要がある。

選定された保全タスク(複数もある.)は，FSI 毎に実施間隔が決められる。その根拠となるデータは，過去の類似アイテムの実績データ，システムの供給者の試験データ，及び推算値である。

## 2.2 保全プログラムの設定

RCM 解析のアウトプットは，色々なタスクが異なる実施頻度で存在している。アイテムの保全スケジュールを設定するには，重複部分を削除し，タスクの実施間隔を合わせる合理化が必要である。タスクの実施間隔の変更に際し，安全・環境，又は運用能力への影響の程度によっては，運用組織の経営責任者の判断を必要とする場合がある。

タスクの合理化は，それを受け持つ要員 (運用員を含む.) とその階層を明確にした上で実施される。このようなタスクの調整・配備とその実施に先立つ要員の訓練，手続きなどが済めば，保全プログラムの設定は終了する。但し保全プログラムは，事前に法規制当局の承認を得なければならないことがある。

## 2.3 保全プログラムの履行及び経年調査

### (1) 保全プログラムの履行

保全プログラムは，保全概念(maintenance concept)\* に沿って履行される。履行前に，準備すべき諸々の事務的技術的事項，及び履行中の管理活動について指針が規定されている。(Ed.2, 8 Implementation).

\* 定義内容から判断して，JIS[3]の「保全方針」に当たる。「アイテムの保全のために適用される保全水準，保全実施単位，及び保全場所とそれらの相互関係」。

保全プログラム履行中のフィードバック：

- ・ 保全活動改善のフィードバック(アクション:図 1)
- ・ 設計部門へのフィードバック
- ・ 保全支援部門へのフィードバック

次に，上記保全活動改善に必要な経年調査 (age exploration)の目的を述べる。

### (2) 経年調査 (age exploration)の目的：

- ・ 最適の保全タスクの実施時間間隔を決定するために，操業履歴から集められた情報の解析に基づいて，体系的にアイテムの保全タスクの実施時間間隔を査定することである。また，
- ・ 劣化の徴候を検出するため，運用中の機器を監視すること。実履歴から，信頼性と保全の問題を識別するために，故障データの収集を行うこと，及び経年調査の対象となったタスクの内容，実施頻度の適切性と有効性並びに新しいタスクの必要性の見地から保全プログを評価すること。

## 3. RCM 規格，Ed.1 と Ed.2 の主な相違点

### (1) RCM 規格の構成

Ed.1: 本文及び附属書，計 53 頁

附属書の構成:

- ・ 附属書 A: 保全プログラムの開発 - 構造物 (規定)
- ・ 附属書 B: RCM ワークシートの例 (参考)

Ed.2: 本文及び附属書，計 47 頁

附属書の構成:

- ・ 附属書 A: Criticality analysis (参考)
- ・ 附属書 B: Failure finding task intervals (参考)
- ・ 附属書 C: Failure patterns (参考)
- ・ 附属書 D: Application of RCM to structures (参考)

### (2) RCM 規格の表現スタイル

Ed.1: タスク指向; 特にタスク決定ロジックに特徴がある。その業界のアイテムの実施経験による特異性があるロジックである(図 2)。また，タスク選択の基準が示されている。

示唆に富むが，適用する組織が独自の視点で見なおす必要があると考えられる。

Ed.2: プロセス指向; 特にタスク決定ロジックが一般的包括的である(図 3)。決定ロジックの細部は示されず，タスク選択の基準もない。適用する組織が独自で，タスク決定のロジック又は手順，及びタスク選択の基準を設定する必要がある。

### (3) 規定する RCM 活動の範囲

Ed.1: 保全プログラムの設定までである。

Ed.2: 保全活動の全範囲にわたっている(図 1)。

## 4. RCM 規格、適用上の留意点

RCM 規格, Ed.2 を適用する場合の一般事項などについて述べる。

### (1) RCM 規格の適用段階について

FSI リストに挙げられたアイテムが新規に開発される場合, 又はディペンダビリティ要求事項が変わった場合, RCM 解析は設計の初期の段階で実施する必要がある。アイテムがどのような運用条件(operating context)の基で運用されるか, どのように保全されるかが明確にならないと設計を完成させることが出来ないからである。

### (2) アイテムの設計部門との連携について

供給者の設計部門と運用者の保全部門との連携維持が必要である。保全活動のサイクルを進める中で, 信頼性と保全性の問題, 設計変更提案, 新技術・新材料の採用ほか技術的判断を必要とする課題がある。

### (3) 保全コストの縮小

保全タスクのレベルの低減, 内容の省略, 実施時間間隔の延長は, 保全コストの縮小につながる。過剰な保全活動は返って信頼性の低下をもたらす危険がある。保全効果を監視するなかで, 無駄な保全活動は停止しなければならないが, これには運用の経営責任者の判断に至るまでの手順を設定しておくことが望ましい。判断を誤らないためには, 信頼できる保全データの取得が基本になる。

### (4) 細部手順の設定について

RCM 規格の指針事項の適用に当たっては, 具体的な実施手順が必要になるのが一般である。例えば Ed.2 のタスク決定ロジック (図 3) において, 「最適な選択肢をとる。」という指針がある。これに従って, 即選択肢の一つを選定したとしても, それは極めて不完全な選択である。当事者が代わっても, 入力条件(故障モード)が同一ならば, 同一の出力が得られる必要がある。また, 選択肢は単数とは限らない。細部手順とタスク選択規準の設定が必要である。「3. (2) RCM 規格の表現スタイル」参照。

## 5. おわりに

RCM の手法は, 航空機, 発電プラント, 船舶など, アイテム (FSI) の故障が, 安全, 環境, 運用, 及び (又は) 物的資産に重大な影響 (危害, 阻害, 損傷) を与える場合に適用されている。

RCM 規格は, 約 40 年間にわたり効果が実証されてきた RCM の手法を, 一般工業製品の保全にも適用するために制定されている。

例えば, 一般家庭用の設備の故障が, 人命, 火災など重大な結果に至ることがある。そのような故障モードと影響を持つ FSI に対しては, RCM 規格に規定される安全寿命 (safe life; この報文では触れていない。), 状態監視 (condition monitoring) などの考え方を適用することが可能である。

RCM 規格から学ぶべき点は, RCM 解析の技法だけでなく, 予防保全活動の体系的実施 (図 1. RCM 継続改善のサイクル) である。この活動のベースになる重要な要素の一つは, 保全活動の効果を測定し, その改善のためのフィールドデータの収集である。この指針は, JIS C 5750-3-2<sup>[5]</sup> に規定されている。

## 6. 参考文献

- [1] IEC 60300-3-11, Ed.1 (1999), Dependability management - Part 3-11: Application guide - Reliability centred maintenance
- [2] IEC 60300-3-11, Ed.2 (2009), Dependability management - Part 3-11: Application guide - Reliability centred maintenance
- [3] JIS Z 8115 (2000,改正) ディペンダビリティ (信頼性) 用語
- [4] JIS C 5750-4-3 (2011, 制定) ディペンダビリティマネジメント - 第 4-3 部: システム信頼性のための解析技法 - 故障モード・影響解析 (FMEA) の手順
- [5] JIS C 5750-3-2 (2008, 制定) ディペンダビリティ管理 - 第 3-2 部: 適用の指針 - フィールドからのディペンダビリティデータの収集

( やまのうち しんじ/ (元) 駒澤大学,  
くごう のぶとし/ 千代田アドビスト・ソリューションズ,  
こうだ たけひさ/ 京都大学,  
みずぐち だいち/ (独) 産業技術総合研究所,  
くろだ ゆたか/ (元) 国際電気エレクトック )