

FMEAの 実施手順



- ① FMEA とは
- ② FMEA の導入時の検討事項
- ③ 故障モードとは
- ④ トヨタ式 DRBFM
- ⑤ FMEA の効果的な実施手順
- ⑥ FMEA 評価項目とランク付け
- ⑦ 簡易評価法を使った工程 FMEA 事例
- ⑧ 組込みソフト製品の FMEA 事例

(章のねらい)

この章では FMEA の概要と特徴、正しい実施手順、陥りやすい間違い、メリット・デメリットについて、いくつかの実施事例を基に解説します。

特に、小規模なユニット、アセンブリに適用する簡易評価法、ソフトウェア組込みユニットの解析方法について事例を基に詳細に解説します。

1. FMEAとは

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) とは、「将来起こりうる故障モードに注目し、市場における製品の故障や事故を予測し、その対策が十分かどうかを定量的に評価するための信頼性解析手法」です(図5-1)。

設計 FMEA (設計故障モード影響解析：Design FMEA) は、製品設計段階で実施され、製品を構成する部品・ユニットの故障モードを挙げ、これらの故障モードが製品に及ぼす影響を予測することにより、潜在的な事故・故障を設計段階で抽出します。

工程 FMEA (工程故障モード影響解析：Process FMEA) は、作業および機械設備、材料など工程(QC 工程)の管理要素ごとに故障モードを挙げ、これらの故障モードが要因となって製品特性に及ぼす影響を予測することにより、潜在的な事故・

故障を工程設計段階で抽出します。

市場において、製品の使用上、安全上の欠陥が問題となったとき、リコールを実施します。これは、設計段階で、想定される故障や事故を十分洗い出すことができなかったためであり、このようなことを防ぐために故障モードとその影響解析を漏れなく実施しなければなりません。

1.1 FMEA 発展の経緯

FMEA は 1940 年代にアメリカ陸軍が最初に導入したもので、その後、1960 年代に航空宇宙開発の分野、軍需システム、宇宙航空システムを対象に、設計から製造工程に至るあらゆる故障モードに対して解析を行いました。

1970 年代になると、フォードが安全と規制遵守のために FMEA を自動車業界に導入しました。さらに、FMEA を製造プロセスにも適用し

FMEAとは？

FMEAは、将来起こりうる故障モードをすべて洗い出し、その影響を評価し対策が十分かどうかを定量的に評価する信頼性解析手法のこと

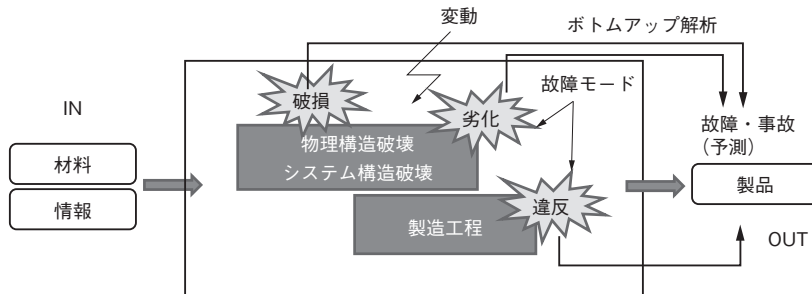


図5-1 FMEAとは

(PFMEA または工程 FMEA)、故障を引き起こす恐れのある工程を量産開始前に検討することとしました。

日本でも 1970 年から導入を開始し、現在では多くの業界で普及が進んでいます。

1.2 FMEAの機能

FMEA を導入したからといって、すべての設計問題が解決することはありません。導入に当たっては、何ができて、何ができないのかを明確に理解しておくことが必要です(図5-2)。

- ①カタログに記載の仕様を満足しない製品、つまり初めから製品の機能を満足していない欠陥品は明らかに設計ミスであり、FMEA による評価対象外です。機能設計の悪さは設計プロセスそのものや技術者のスキル不足に原因があるのであって、それをまず正す必要があります。
- ②外観上、機能動作上確認できる項目は試作品の評価や製造工程の検査により発見できます。しかし将来起こるであろう故障、すなわち製品の信頼性や安全性に関しては、多くの問題は潜在しているため、試作評価や検査ではすべては発見できません。そこで FMEA を適用して、故障に至る経路、構造破壊(故障モード)に注目して、設計段階で潜在する想定外問題を洗い出し、漏れがないかどうかチェックする必要があるのです。
- ③FMEA は本来「信頼性解析手法」であり、誤操作などヒューマンファクターを解析する

機能はありません。それは、FMEA が部品の破損、摩耗などの故障モードの原因による製品の故障と故障による影響を解析するためのツールだからです。

2. FMEAの導入時の検討事項

FMEA を導入したがうまく運用ができていない、またこれから導入したいが、何を注意すればうまく導入できるのか？よくわからないという企業にとって検討が必要なポイントをまとめました(図5-3)。

2.1 FMEA 導入時の課題

(1) 設計規模の違い

FMEA の対象となる製品の規模は、数十点から数万点まで部品点数で比較しても大きな開きがあります。これを一律に同じ方法、手順で解析することは効率的ではありません。設計の規模が小さい場合は、簡易的な手法、簡易手順により実施し、効率化を図っていく必要があります。また設計の規模が大きい場合は、ユニット単位で設計を分担するため、チーム間あるいは、企業間で、共同で解析を行うためのルール作りが必要になります。

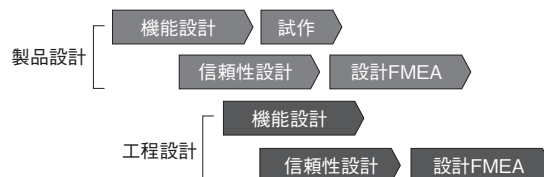
(2) 対象製品の違い

FMEA の対象となる製品は、自動車や家電、特殊な例では、ロケットや人工衛星などもあります。これらは、全くの新規設計であったり、繰返しモデルチェンジを行うアレンジ設計であったりします。

FMEAの機能

カタログ仕様通りに機能しない製品は、機能設計に不備がある欠陥品
これはFMEAの評価対象外

機能設計の悪さを検出するのがFMEAだと勘違いしているケースが多い
FMEAは信頼性設計の不備・欠陥だけを評価する目的で使用する



信頼性設計とは、起こるであろう故障や災害を漏れなく予測し対策を打つこと
FMEAは対策が十分かどうか、想定外の故障が起きないかどうか、定量的に評価する手法

図5-2 FMEAの機能

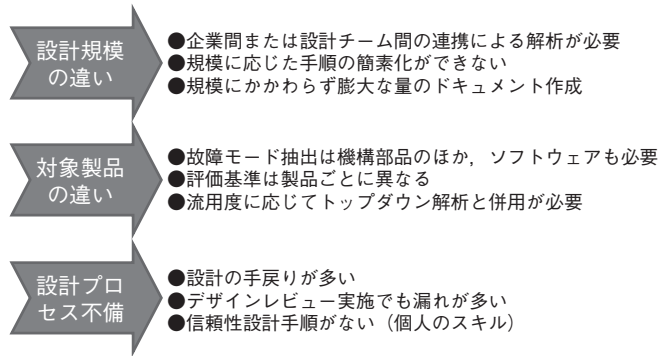


図5-3 FMEA導入時の検討課題

このような製品の違いによって、FTAによる解析との併用、組込みソフトの故障モードの抽出、製品ごとに評価基準を設定するなど、個別に検討が必要になります。

(3) 設計プロセスの不備の問題

FMEAを導入するためには、その前提として信頼性設計手法をあらかじめ確立しておく必要があります。

FMEAを実施しても、市場で思わぬトラブルが発生する、デザインレビューの効果が無い、設計手戻りが多いなどは、設計プロセスそのものに原因があります。このような状態のままFMEAを導入しても、効果は得られません。

以上、FMEA導入に当たっては、設計組織全体としてどのようなしくみや人員で取り組むのかを明確にしておく必要があります。また、いかに効率的に、そして正しく評価結果を出していくのか、現状の設計プロセスに照らし合せて、実施手順を検討していくことが求められます。

2.2 設計手順の見直し

FMEAに限らず、各種の手法は、その導入前に、事前に社内の設計工程のどこに組み込むのかを決めておく必要があります。FMEAは、従来の設計手順には馴染まないボトムアップ解析を必要とするため、注意が必要です。

2.1項の課題に対して、どのように取り組めばよいかを列挙します。

- ①機種ごとに、また設計新規度により、FMEA

解析が必要かどうかの判断基準を設ける。流用度の高い製品はFTAなどのトップダウン解析を行う。

- ②故障モード一覧表を作成し、維持管理を行う。FMEA実施時点で故障モードを洗い出すのではなく、部品ごとに故障モード一覧表の作成を行っておく必要がある。
- ③FMEAは、設計と同時進行でセルフFMEAの実施と、その設計内容に漏れないかどうかを検証するため、複数の有識者を交えて行うFMEAレビューを実施する（詳細は後述）。
- ④対策実施の可否を判断するランク付けと評価基準を独自に設定する。その際、小規模な製品を対象とした簡易評価手法の確立と、リスク評価の観点から、R-Map手法による評価基準を取り入れる。

従来、よく使われる設計手法は、過去発生した不具合が再発しないように対策を考えるもので、これは、製品の不具合（トップ事象）から要因を推定し対策するというトップダウン型設計です。トップダウン型設計の陥りやすい最大の欠点は、「対策は万全、これでよし」としても、想定外の不具合が発生してしまうことです。

それに対して、FMEAのボトムアップ型設計では、設計工程の上流ですべての故障モードとその影響を評価するため、想定外の故障・事故を洗い出すことが可能となるメリットがあります。

3. 故障モードとは

故障モードとは、製品がどのような経路をたどって故障に至るかという「故障の仕方、経路」の