研修課題編

コア技術/SPIRIT

FMEA/FTA 実践講座

（Rev. 01）

社団法人 日本技術士会 機械部会・幹事
國井技術士設計事務所
技術士：國井 良昌（機械部門・機械設計/設計工学）

Copy right(C)2007 國井 良昌 All rights reserved.

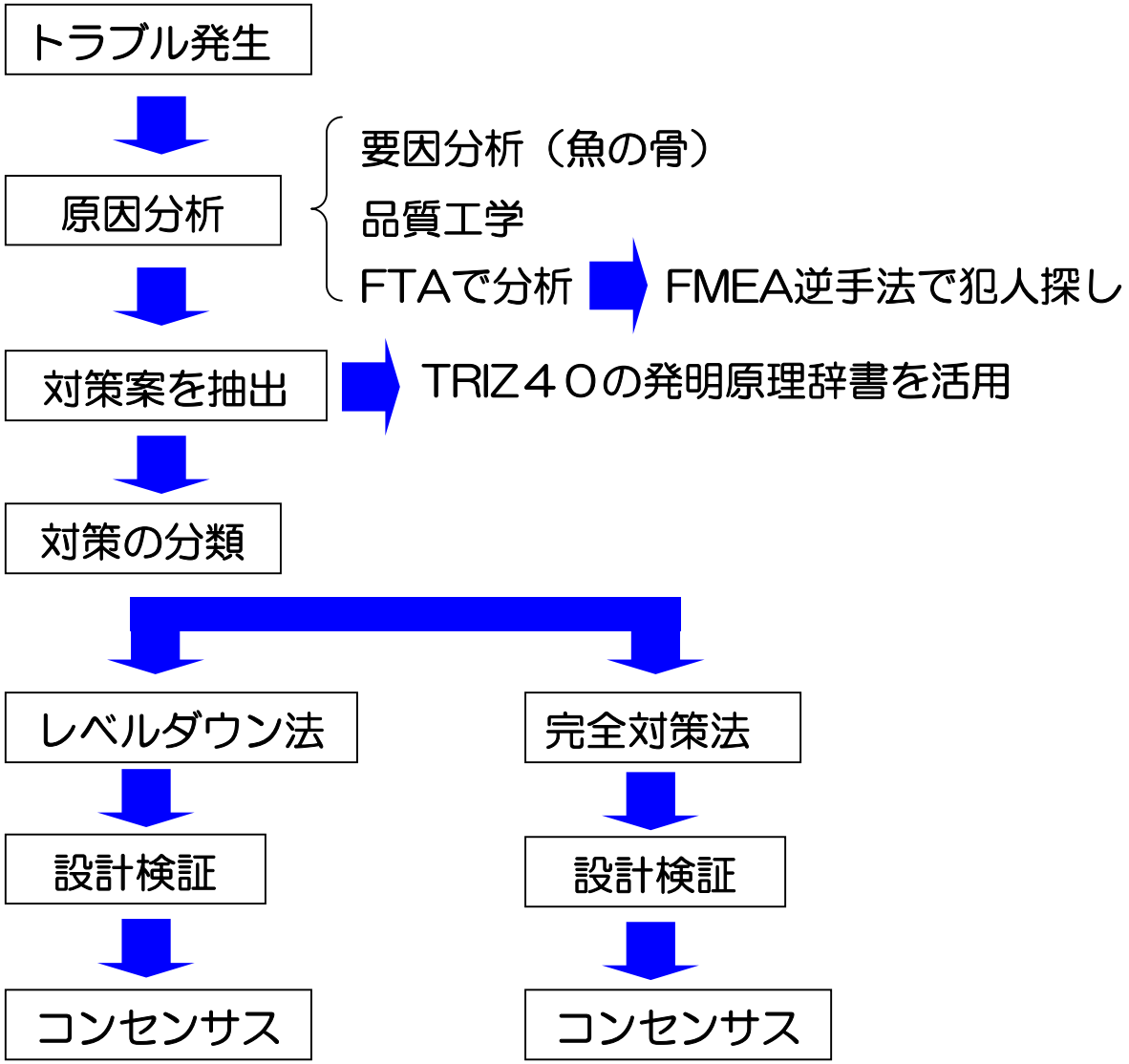
補足編

9. リスク対処設計法の応用

【9-1. トラブル完全対策法を理解する】 ➡ 研修中の宿題

1	目的： 講師の自己満足かもしれませんが、「トラブル完全防止法（4つの設計思想）」はちょっとした感動を与えたかと思います。 このままですと、研修中の単なる感動で終わってしまいそうです。 そこで後日、國井技術士設計事務所のホームページから「練習ドリル」をダウンロードしていただくのですが、その前に、研修中に以下の宿題を実施し理解を深めていただきます。
2	課題テーマ： ある新聞記事のコピーを研修期間中に配布します。（今回は、以降に示すクマゼミの件） この記事に記載されている会社ごとの「対策法」を、「トラブル完全防止法」と「レベルダウン法」などに分類し、あなたの技術者としての見解を述べてください。 回答は講師に提出してください
3	記事の内容が不足の場合、あなたが、その不足部分を想像で加えてください。加えた内容は、余白にメモ書きしてください。

【9-2．トラブル対策フロー】 ➡ 通常業務の時のフロー



【9-3．クマゼミの被害】

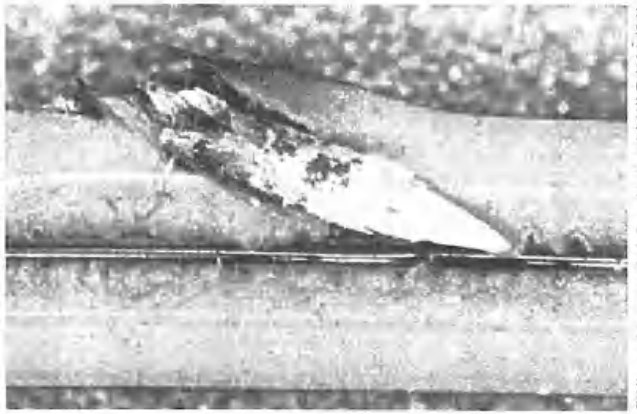
水不足・セミの被害

猛暑に勝つ夏の技術

猛暑の時期に深刻化する現象がある。企業は対策に知恵を絞る。なぜならそこにビジネスチャンスがあるからだ。水不足、セミによる通信被害などの事象に対し、技術を注ぎ、課題解決を図る。この季節、特に注目の〝夏の技術〟を追った。

クマゼミ大量発生 電線各社が対策ケーブル

ジージージー。夏の風物詩とも言えるセミの鳴き声。大阪でクマゼミが大量発生する4年に1度の当たり年と言われている。専門家は去年の2倍以上発生すると予想。クマゼミは大音量で鳴く。風物詩というより、むしろ騒音。それだけでなく深刻なのが、西日本を中心に発生している光ドロップケーブル（引き込み線）の断線被害だ。被害は関東でも報告されるようになった。電線各社は被害地域の拡大をビジネスチャンスにしようと、対策ケーブルの開発や拡販を本格化している。

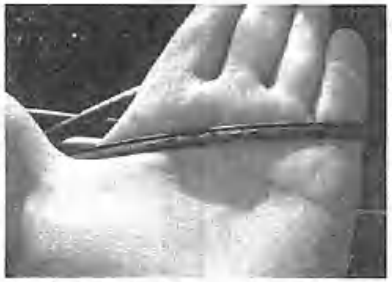


セミの被害で断線したケーブル

意外な被害

クマゼミは西日本や東アジア亜熱帯域に生息する大型のセミ。大量発生する年には騒音問題になるほど大音量で鳴くのが特徴だ。光ファイバーによるインターネット接続サービスが家庭に普及し始めた02年ごろ、騒音だけではなく意外な被害も確認されるようになった。

クマゼミが光ドロップケーブルを木の枝と間違えて産卵し、内部の光ファイバー心線を傷つけるという事例だ。クマゼミの産卵管は硬く鋭いため、ケーブルの被膜を簡単に突き破ってしまう。光接続サービスの拡大に伴い、クマゼミ被害は年々増加。06年はNTT西日本で約1000件、ケイ・オプティコム（大阪市北区）で約200件の断線被害が報告されている。



クマゼミが卵を産み残したケーブル

現在の被害報告はNTT西で0件、ケイ・オプティコムで50件程度と減少。対策ケーブルの効果が発揮されつつある。

心線を保護

従来のドロップケーブルは、光ファイバー心線を取り出しやすくするため、小さな切れ目が設けられている。その切れ目はクマゼミが産卵管を突き刺すのに都合がよく、ガイドの役割も果たしてしまうため、被膜を突き破って心線を傷つける原因となっていた。

三菱電線工業は、心線を取り出すための切れ目の入れ方を工夫した対策ケーブルを開発。切れ目を心線に向かって斜めに入れ、クマゼミの刺し傷が心線に到達する可能性を低くした。古河電気工業や住友電気工業など電線大手も、セミ対策を施した独自方式の光ドロップケーブルを開発、提案を進めている。

NTT西は切れ目をなくし、ケーブル内の心線を防護壁で挟み込んだタイプを導入。NTT東日本も今年、クマゼミの北上をにらみ対策ケーブルの導入を決めた。一方、ケイ・オプティコムは、ケーブルの被覆をすべりやすくしたタイプを採用。新設ケーブルについてはセミ対策タイプを順次敷設している。その結果、今年8月現在の被害報告はNTT西で0件、ケイ・オプティコムで50件程度と減少。対策ケーブルの効果が発揮されつつある。

習性を利用

タツタ電線は発想を転換し、〝刺さらない〟ケーブルではなく、セミが〝刺さない〟ケーブルを開発。クマゼミが生木には産卵しないという習性を生かし、セミ対策用光ドロップケーブル「せみタフ」を製品化した。材質を従来のポリエチレンから、生木に似た感触のポリウレタンに変更。3年間の実証実験で被害ゼロを実現したという。

藤江修也社長は「今までにないタイプの対策ケーブル。下期から本格的に拡販を進める」としている。クマゼミが多い西日本だけでなく、被害が増加すると見られる関東地域の通信事業者にも積極的に売り込む。

（大阪・三島浩樹）

【9-4. トラブル対策の分析】

対策の最適化	設計変更の分類					トラブル3兄弟			CD選択			対策内容（キーワード表現可）	あなたの技術選択に◎印
	完全防止法				レベルダウン				Q	C	D		
電線各社 もしくは、 導入会社	フールプルーフ	セーフライフ	フェールセーフ	ダメトレ		新規設計	トレードオフ	××変更		対策コスト	対策納期		
三菱電線工業					○			■				クマゼミの刺し傷が心線に到達する可能性を低減	◎
NTT西 日本	○					■	■	■		■		切れ目無くす。心線を防御壁で挟み込む	
NTT東 日本	－	－	－	－	－	－	－	－		－	－	－	－
ケイオプティコム					○			■		■		クマゼミが、すべり易い被服を採用	
タツタ電線	○					■		■		■		刺さない生木タイプのケーブル。高価ポリウレタン。	

【9-5. 技術者としての見解】

【1. 結論】
「三菱電線工業」を選択したい。

【2. 理由】
先ず、最初に「NTT西日本」を判断したい。「切れ目を無くした」という。では何故、当初から切れ目を必要としたのか？本末転倒ではないか？また、トラブル3兄弟を全て踏んでいるので、優先するには難がある。

次は、「タツタ電線」を判断したい。設計思想は絶賛するが、トラブル3兄弟を2つ踏み、ポリエチレンから、高価なポリウレタンへと変更している。リスクがあり過ぎる。

次は、「ケイオプティコム」である。すべり易いというが経時での評価に不安がある。電線の被服が汚れれば、結局はすべりにくくなるのではないか？

一番は、「三菱電線工業」と思う。セミの被害は深刻ではあるが、夏だけである。常時のストレスは、紫外線/温度差/NOx/CO2/酸性雨/積雪/砂・・・これらの常時ストレスに加え、配線の作業性などがトレードオフされていないか？
従って、無難な「三菱電線工業」を選択したい。

5. 講師紹介

2006年(平成18年)10月4日 水曜日 日刊工業新聞

技術士 現場の視点 ①

40年前のまま

今、開発現場が危ない

技術討論の活性化へ

國井技術士設計事務所所長
國井 良昌

「モノづくり」の重要性が言われて7、8年がたつ。モノづくりが意味する「生産技術」や「製造部門」において、カンバン方式、無人化工場、セル生産方式など、日本は手法の面でも常に世界をリードしている。

しかし、その一方で企業の開発設計部門が危ない。大小問わず16社に対し技術コンサルティングを実施した経験に基づき以下の三つの側面を指摘したい。昨今の製品事故の要因がそこにある。

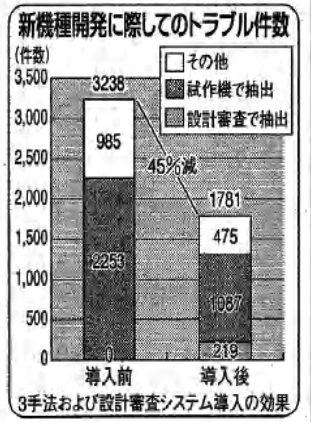
第1は、どこの企業でも木々解析(FTA)や品質工学などの手法がない。また、品質とコストの両立に必要な価値工学(VE)、品質機能展開(QFD)、発明的問題解決理論(TRIZ)などの開発手法が普及していない。これが、「モノづくり」の上流たる部門の実態だ。

もパソコンやCADなどのツールは最新鋭となったが、開発設計法となると40年前の形態のままである点だ。設計品質に不可欠な故障モード影響解析(FMEA)、〝故障の

リストラの弊害

第2に、組織の実態に目を向けると、開発設計部門をリードできる中間層がいない。事務系部門と同様の画一的なリスト

場が欠落 設計に新手法



3手法および設計審査システム導入の効果

ラを施した弊害だ。図面や特許に関しても、指導やチェックができず「出セー」としか言えない設計管理職が出現。その結果、設計書が書けない、公差計算すらできない設計者(?)が存在している。

三つ目として、前述の二点から「静か過ぎる居室」が容易に想像できる。実際、技術ディスカッションが行われていない。オン・ザ・ジョブ・トレーニング(OJT)や設計審査もない。一方、派遣設計者抜きに開発設計部門は成立しないほど、技術系人材派遣会社の成長が著しい。しかし、設計者の育成が不十分なまま、派遣先へ配置する。受け入れ側も丸投げの放置状態である。このような状況下でディスカッションは生まれない。

他社との交流が少ない開発設計部門では、前述した「負のスパイラル現象」に気が付かない。このような問題の抽出と解決が、技術コンサルタントとしての技術士の大きな役目である。

技術士の出番

そこで、手法の存在しない開発設計部門には「設計書の作成」「VEもしくはQFD」「FMEA/FTA」の3手法を導入した。また、簡易な設計審査システムを構築するとともに、前記3手法を審査対象として指定した。ディスカッションの活性化を問題解決の突破口としたのだ。某社におけるその効果を、開発時のトラブル件数で示す(図参照)。

IT化、リストラ、短期開発など、一度に多くの改革が成された結果、開発設計部門における最も重要な技術ディスカッションまでもが無くなり「無言の一人設計」となった。開発設計部門における「モノづくり」の原点は、チームデザインであり、それはディスカッションの活性化から始まる。

……

当欄で技術士の方々の寄稿を連載します。技術士は国家試験に合格し「科学技術に関する高度な応用能力を備えている」と認定された人たちです。日本技術士会の協力を得て、指導業務の現場での技術士の発見や気づいた点をつづってもらいます。ご期待下さい。

(水曜日に掲載)

2006年10月04日（水）
日刊工業新聞

2007年(平成19年)10月31日 水曜日 日刊

技術士 現場の視点 (48)

國井技術士設計事務所所長
國井 良昌

経時の事故を減らすFMEA

想定しうるトラブル すべて特許出願へ

技術的対策

原因は劣化

最近、経時による製品事故が目立つ。遊園地のジェットコースターは車軸の金属疲労、大手電機メーカーの大規模リコールは、ハンダや電子部品の劣化が原因という。

ところで、トラブルの未然防止策としてFMEA（故障モード影響解析）が注目されて久しい。これは、ISO9000関連においても推奨する開発プロセスの一つとなっている。しかし、その効果は、第三者には把握しがたい。

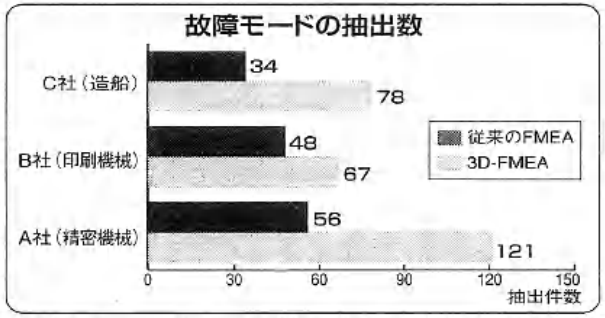
FMEAの最も重要な部分が「故障モード」と呼ばれる部分である。簡単に言えば「材料劣化」や「接触不良」など、トラブルの状態や現象を記す部分である。ここには、過去のトラブルを列記し、さらに考え得る想定トラブルを抽出する。抽出の量と質がFMEAの本領を左右する。

トラブルの想定には、ワーキンググループによるブレーンストーミング法が適用されてきたが、今や死語になりつつある。余りにもアイデアが発散しすぎて、まとめ挙げるだけでも工数がかかるからである。

中小で拒否反応

一方、日本企業の多くは開発手法を嫌う傾向にある。特に、中小企業の場合は、興味どころか拒否反応を示す場合も多い。

関西の中堅精密機械メーカーA社では、ビッグトラブルはないものの、度重なるOEM（相手先ブランド）顧客からのクレームに悩み、収益にも影響を与えていた。そこで、まず、一般的なFMEAの導入を促したが、効果に対して半信半疑で、FMEAに費やす開発工数にも難色を示した。



そこで、前述の故障モードの抽出に、ブレーンストーミング法の代わりに、製品の材料入手から廃棄までの一生を時系列で考える「ライフサイクル法」と、SF作家のように未来を予測し、文書化する「シナリオライティング法」を取り入れた。共に、製品経時のトラブル予測を強化したのである。

拒否反応を示した企業への導入の秘訣は「次の新製品開発から導入する」という主張を改めさせ、過去のトラブルすべてをこの手法で分析すること にある。これが的中し「あの時、実施しておけば良かった！」のセリフが出て導入に至った。

簡易チェックリストを「1次元チェック」、緻密な表の完成を最終目標にしてしまう「計算尺時代のFMEA」を2次元、未来を予測し、豊富な故障モードを時系列で抽出する本手法を3次元、つまり「3D－FMEA」と呼んだ。

この新たなネーミングも若手技術者の関心を惹きつけた。（商標登録申請済み）

〝一石二鳥〟

図は、本手法による故障モード抽出の量効果を示す。ここで抽出した想定故障モードの技術的対策はすべて特許出願へと結びつけた。FMEAに費した工数＝特許活動の工数となり〝一石二鳥〟の効率のよい業務となった。

A社における3D－FMEAはトラブル件数を従来の3分の1に抑えられた。開発プロセスにおける「3D－FMEAと特許活動の融合」で、高効率な開発プロセスも構築でき、今では19社に導入されている。

（日本技術士会・機械部会）

（水曜日に掲載）

2007年10月31日（水）
日刊工業新聞

コア/SPIRIT：FMEA/FTA実践（研修課題編）

【 初版】2006年10月31日

作成者：國井技術士設計事務所
所長・技術士：國井 良昌（機械部門：機械設計/設計工学）

本テキストは無断で改定されることがあります。最新版のお問い合わせは
上記発行者までお願します。

Copy right(C)2006-2007 國井技術士設計事務所(Active Design Office(A.D.O)) All rights reserved.