

技術者からの視点

第4回 信頼性

藍野大学非常勤講師 木下 親郎

設計者は設定した条件のもとで 信頼性を追求

製品の故障は顧客にとっていやなものである。製品を使うおもうと思つたとき、あるいは使つておるときのように、故障しては困るときに故障が発生する。顧客にとって製品の故障は、あつてはならないものなのだ。しかしながら設計者は「物（製品）は故障するものである」として設計を行っている。

工学の分野では、物が与えられた条件の下に、所定の期間中、要求された性能を果たすことをそのものの信頼性といい、物はその信頼性を満足させるために厳しい管理のもとで作られている。一般顧客にとって信頼性はあらゆる条件のもとで満足させられるべきものであるかもしれないが、設計者はあくまでも設定した条件のもとでの信頼性を追求している。今回は設計者から見た信頼性設計の基本的な考え方を紹介しよう。

設計者にとっては、製品に加わる外的条件、いわゆる環境条件をどのように決めるかは大きな問題である。かつては、輸送時も含め振動、衝撃に耐えることが最大の課題であったが、現在は温度が最も厳しい条件になっていることが多い。顧客が設計条件以上の過酷な状況で使用されると故障を起こすことになっているので、取扱説明書には設計条件が記載されている。しかし、多くの顧客は読まないであ

ろうから、不特定多数の顧客を対象とする製品にどのような環境条件を設定するかは悩ましい問題である。特定顧客との契約に基づいて作られる製品の場合は、設計条件設定のため激しい議論が行われる。信頼性設計はリスクとコストの最適条件を求めるものであり、安易に過酷な条件を設定するのは信頼性の本質を忘れたことになる。

所定の期間、つまり寿命の設定は設計に大きく影響する。特殊な例として、宇宙に打ち上げられて使われる商用通信衛星がある。普通一〇年から一五年の寿命が要求されるが故障しても修理のために技師を派遣することが出来ない。修理無しで要求条件を満足させる信頼性設計が必要となる。修理が可能な物では、保守をきちんと行えば長期間の使用が可能になる。天体望遠鏡では長期の設計寿命が設定される。一九一七年にロサンゼルス郊外のウイルソン山天文台に設置された一〇〇インチ天体望遠鏡は未だに現役として頑張っている。

信頼性を左右する 初期故障の原因把握等

信頼性設計の概念がわが国に導入されたのは約五〇年前になる。電気製品が故障するとまず殴ってみるといふ時代であった。欧米のメーカーからのライセンス契約に基づいた製品造りから、国産による新製品開発への芽生

えの頃である。私は航空機に搭載する電子機器の設計を担当し、厳しい環境条件にさらされても機械が壊れないようにと信頼性の勉強をした。客先幹部への信頼性設計講義用になるころ作成したテキストを読み返してみた。五〇年のエレクトロニクスの発展はさまざま、信頼度予測の手法も飛躍的に進歩している。しかし、信頼性の基本的な考え方は変わっていない。一方では、信頼性の根幹である信頼性管理に問題があることを示す事故がいまだに見られる。

信頼性を定量的に判断する最も常識的な指標は故障率である。故障率は製品の初期に著しく高い数値を示す。設計の不具合、製作時の不手際、取扱いの不慣れなどがその原因である。初期故障が落ち着くと、故障率は低下し、偶発的な故障が主になる。そして時間がたつと磨耗による故障が発生し始め故障率が高くなる。当たり前のことだが、これが信頼性設計の基本である。初期故障の原因把握と適切な処置が信頼性を左右することになる。

最も目立つ故障は機械的破壊である。製品が壊れる状況を示すテレビの映像は視聴者に強烈な印象を与え、その機械に対する信用を失わせる。機械的強度の指標は、設計強度が、予測される外力の何倍あるかという安全率である。一般的な設計では五とか一〇とかの数値が用いられる。安全率が大きいほど信頼性が高く安全であると考えがちであるが、人工

衛星の設計では一倍強の小さな安全率を求めている。そのためには、外力を正確に把握することが必要である。大きな安全率を採用すると、コストが膨大なものになり、また衛星が重すぎて打ち上げることが出来なくなる。逆説的に「安全率が一倍強の製品は安全である」と言えよう。

職人的倫理感が 信頼性確保の重要要素

設計は設計者の一人よがりになってはいけない。設計内容は設計審査会で徹底的に吟味される。設計審査会は信頼性管理にとって大切な事柄である。審査委員には第三者の専門家が選ばれる。あらかじめ審査委員に設計書を配付し、詳細設計資料を開示し、審査委員がそれらの検討を行った後に設計審査会が開催される。設計審査で合格の判定が行われないと次の工程に進めない。設計審査会で問題が提起されると専門家を加え対策の検討が行われる。コスト低減、工期短縮も重要な検討項目である。

信頼性の確保には信頼性管理が欠かせない。所定の信頼性を得ているかを確認する検査が行われるが、高性能計測器や熟練検査者によっても発見できない欠陥もある。作業に携わる担当者個人の職人的倫理感が信頼性確保の重要な要素になっている。唐招提寺の鴟尾を新たに製作されている山本瓦工業の山本



社長のお話を聞いた。古代からの瓦作りの技術を伝承した職人であるとの自覚のもとに、一〇〇〇年の寿命を目指して設計から施工まで責任を持って作業を進めておられる。講演後「設計技術者も職人ですよ」と話を交わしたが、信頼性設計は一〇〇〇年前の職人が行っていたことを体系化したものかもしれない。

製品に比べ文学作品の寿命は長い。ホメロスのギリシャ神話は三〇〇〇年の寿命を持っている。「源氏物語」は今年が一〇〇〇年紀である。夏目漱石の「我輩は猫である」は一〇〇年を超えた。その一方、すぐに消えていく書籍が多い。書店のベストセラー棚に山積みされた書物を見ると、つい設計寿命を考えてしまう。