

不具合データの品質が信頼性解析の有意性に及ぼす影響

The effect of quality of database on incidents and accidents on the system reliability analysis

1. 背景及び目的

原子力発電所に代表される大規模システムの保全計画策定において、安全性を維持しつつ経済性を追及するためには、システムを構成する機器の故障時間分布を推定する必要がある。この推定に必要なデータの内容が推定結果の有意性に及ぼす影響は、常に考慮されなければならない。そのための定量的な評価を行うプログラムを作り、評価結果を理解しやすい形式で可視化する事を目標とする。

2. ワイブル解析の基礎

機器の故障時間評価手法には Weibull 解析が広く用いられている。本研究でも故障時間分布として Weibull 分布を仮定した。即ち、図1に示すような故障時間データを Weibull 分布にフィッティングして故障時間分布を求めた。

1422	1
2621	1
110	0
5007	1
441	0
1637	0
1349	0
934	0
3054	1
5574	0
2838	1
447	0
5453	1
5674	1
1641	1
109	0
3000	0

図1 故障時間データ

(左列:時刻, 右列:故障か正常終了か)

Weibull 分布の形状は m と η という2つのパラメータの値によって決まる。 m は分布形状、 η は分布の時間スケールを定める。形状パラメータ m の値に注目すると、 $m < 1$ は初期故障型、 $m = 1$ は偶発故障型、 $m > 1$ は劣化故障型と考えることができる。

3. 計算内容

図1のような故障時間データを用いて、 m と η の値が異なるそれぞれの Weibull 分布に対する尤度 $L(m, \eta)$ をプロットした。

$$L(m, \eta) = \prod_{k=1}^{ndie} R_{m,\eta}(t_{die,k}) \lambda_{m,\eta}(t_{die,k}) \prod_{k=1}^{nsurvive} R_{m,\eta}(t_{survive,k})$$

ここで $R(t)$ とは信頼度関数、 $\lambda(t)$ とは故障率である。

5. 結果

5.1 適合性が低い場合

図2は Weibull 解析のプロットである。よくフィッティングできていない事がわかる。図3

は同じデータを用いて m と η に対して尤度 L をプロットしたものである。縦軸が η 、横軸が m をあらわす。 $m < 1$ であり、初期故障型あるが、 η の広がりが大きくなっている。

5.2 適合性が高いと考えられる場合

図4、図5は別のデータについて前節と同様の解析を行った結果である。図4では比較的良くフィッティングしているように見える。一方、図5では $m = 1$ のあたりに最尤値があるように見えるが、一方でその半分の尤もらしさで $m = 0.8$ 或いは 1.2 程度である可能性も示されていて、これをランダム故障型と呼べるかどうかは議論の余地がある。

6. まとめ

1. Weibull 解析の有意性を、尤度に基づいて定量的に評価、可視化するツールを開発した。
2. Weibull 分布に良くフィッティングしているように見える不具合データに関しても、ある程度の広がりを持った尤度分布が得られる事がわかった。
3. その広がりが、データ数不足に起因するものか、母集団の特性によるものかは更なる検討を要する。

参考文献

- 1) 塩見弘, 改定三版 信頼性工学入門, 丸善 (1982)
- 2) 三根久, 河合一, 信頼性・保全性の基礎数理, 日科技連 (1984)

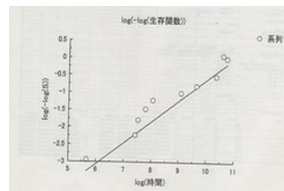


図2 適合性が低い場合

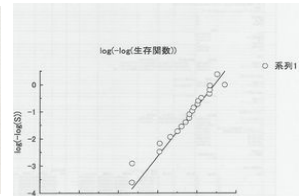


図4 適合性が高い場合

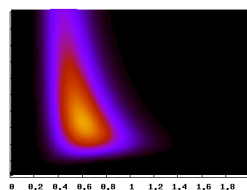


図3 上記尤度分布

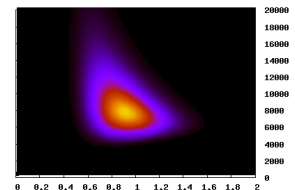


図5 上記尤度分布