

第5章 残された諸問題

前章まで強度評価法の核となる手法・技法について述べてきた。実は、強度評価を実際的に扱うとなると、未だ、ポイントとなる問題が幾つか在り、その事にも言及しなければならない。

この章では、それら残された諸問題について取り上げたい。

5-1 強度評価には補正も必要である

■ 係数は軽々に扱えない

工学理論には係数が欠かせない。

唐突だが、祭りにはお酒、お酒には肴(刺身)、刺身にはワサビが欠かせない。これと同様に、係数の無い工学理論ではおよそ味わいが無く、工学理論として成り立つまい。

筆者が思うに、工学理論で使われている係数は大きく2種類あるようだ。

一つが摩擦係数や縦弾性係数のような係数である。これはある物理量を他の諸量との関係で表しているその式の中に介在している定数のことである。

この係数は、その値がどのような物理的メカニズムで決まるのか解明されていない、或いは、その物理的メカニズムが複雑過ぎて説明し難い場合に、名付けられているようだ。一括りで、「**係数」として。

もう一つが、諸々の要因で生じる変化やバラツキなどを考慮して、実態を補正・修正する為の係数だ。いわゆる、補正(修正)係数である。

本報でのここまでの説明の中から挙げれば、安全係数がこれに相当する。「備えあれば憂いなし」というが、この係数は念の為に余裕を持たせている量である。

思うに、この補正(修正)係数というものは、基準に対する度合・比率の導入という、粗削りで安易な発想が漂う。だが、よく考えると、この概念を導入することで工学理論体系の枠が拡大され、俄然、応用範囲が広がる。そう観えてくる。

但し、備える為には憂い多し、である。

一番の憂いは、この係数値の度合によって、結論へ導く段階での解釈・判断が大きく変わってくる、という危険性を孕んでいる点だ。

その為、値の設定には洞察・熟慮が必要となる。

これは解析・分析において極めて重要な事である。従って、補正(修正)係数の扱いには、充分、気を付ける必要がある。

軽々に扱わないことだ。

■ 材料試験片に関して補正が必要である

この強度評価手法の中にも補正係数が存在する。

中でも無視できないのが材料試験から得られるデータに関する補正係数だ。

そこで用いる試験片は、ある一定のサイズで、表面は円滑に鏡面仕上げされた状態になっている。いわゆる、標準試験片というものだ。しかし、実際の部品なり製品は大きさも違えば表面の状態も違って来る。

データとして、この差異を何らかの方法で補正・修正する必要がある。そこで出てくるのが、標準試験片の値を基準に考えた修正度合い、即ち、補正係数である。

差異が生じる要因は幾つか存在する。代表的なものを上げれば、次のようなものだ。

- ① 寸法効果
- ② 表面処理・粗さ
- ③ 表面加工
- ④ 荷重形態
- ⑤ 温度
- ⑥ 腐食

それぞれがどういうものか、概ね、名称より連想できると思うが、幾つかを補足説明しておこう。

③の表面加工とは、材料表面の硬度を上げる為に行われる表面の加工のことである。この処理を行うことで結果的に疲労限度を上げることができる。

具体的には、「浸炭焼入れ」、「高周波焼入れ」、「ショットピーニング」などの処理法がある。

④の荷重形態とは、「引張」、「曲げ」、そして「振り」などの形態を指す。標準試験は、一般的には「回転曲げ」で行われる為、荷重形態の違いで差異が出てくる、というわけだ。

以上の要因を考慮すると、実際の部品・製品状態での疲労限度 S_e は、標準試験で得られた疲労限度 S_e' から以下の式によって補正される。

$$S_e = S_e' C_{\text{size}} C_{\text{surfin}} C_{\text{suttre}} \cdots \quad (5.1.1)$$

ここで、

- C_{size} : 寸法効果の関する補正係数
- C_{surfin} : 表面処理・粗さの関する補正係数
- C_{suttre} : 表面加工の関する補正係数
- ⋮
- ⋮
- ⋮

である。

ここで本来ならば、読者としてはそれぞれの補正係数がどう
いう値になるか知りたいと思うであろうが、これ以上の説明は
ご勘弁願いたい。本報の論旨の大枠から外れるからだ。

ご興味ある方や実際の計算で必要となる場合は、設計便覧
などの資料を参考されたい。

尚、ここでの補正係数は疲労限度を基準に考えられている
が、便宜的に拡大解釈し、弾性範囲であれば疲労限度以外の
領域にも使うこともできよう。

■ 評価判定式にも補正を考えよう

疲労での評価判定式について振り返ってみたい。
前述したが、疲労の評価判定式は以下の形となっている。

$$D \geq 1 \quad (5.1.2)$$

ここで、Dが累積疲労損傷度であることはご承知の通りだ。

但し、この形は極めてプリミティブで原則的な式である。
右辺の「1」は、柔軟に捉えれば「1」にこだわる必要はない。
評価の判定を安全側に見積もりたいならば、1よりやや小さ
い値、例えば、0.95でも0.9でも良いわけである。

これは諸々のデータに関して「不確かさ」の意識が生じれば、
当然起こってくる考えである。

従って、評価判断に安全係数(不確かさの度合い) α の概念
を導入すれば、(5.1.2)式は以下のように拡張できる。

$$D \geq \frac{1}{\alpha} \quad (\text{但し、} \alpha \geq 1) \quad (5.1.3)$$

ところで、この安全係数 α の値はどのように決めるのであ
るか。何に配慮して決めるべきか？

「1-2」章での強度評価判定式の部分でも触れたが、安全
係数の意味するところは「不確かさの度合い」である。

そして、その「不確かさ」の対象となるものは、大きく2つに
分けられる。部材の諸データ(ヴェーラー線図、ひずみ-寿命
線図、等)と部材に働く負荷(応力、ひずみ、繰返し数)に関
する推定値・計測値の類である。

獲得したこれらのデータに対するばらつき具合や計算モ
デルの信頼度に応じて、安全係数の値は設定されること
になろう。

信頼度が低ければ安全度を高める為、当然、値は高くなる。

実は、こういった概念を更に拡大解釈する場合もあり得る。
それは、安全係数に「余裕度」、及び入手データや計算モデル
に対する「自信度」など、判断する人の心理的・情緒的な面も
含める場合だ。

こう観てくると、安全係数の値の設定に対し「どれほど客
観性が保たれているのか」、という疑念を抱く面もあろう。

その為、ある意味、評価判断というものはそういう客観性
の欠落を有しているものだ、ということも意識しておきたい。

尚、安全係数を考慮したくない、という人もいるかも知
れない。そういう人は、 $\alpha=1$ 、と置けば良いだけである。