

第4章 低サイクル疲労

4-5 「ひずみ-寿命」法強度評価のまとめ

この4章では、「ひずみ-寿命線図」を中心に据え、それを使った低サイクル疲労評価の手法を概説してきた。

因みに、この手法は「ひずみ-寿命」法 (Strain-Life Method)、又は「 ε -N」法と言われている。

この(4の5)章では、「ひずみ-寿命」法のまとめとして、計算手順と特徴を示しておこう。

■ 山の頂に登れば全貌が見える

又また脇道にそれるが、四字熟語が2つ連なった八字連語の金言にこういうものがある。

「大局着眼 小局着手」

読みは「たいきょくちやくがん しょうきょくちやくしゅ」、意味は「厄介な問題に対処する場合、まずは、全体の様子や成り行きを理解し、それを踏まえて個別の重要と思われる小さい部分から順次取り掛かり、着実に処理していけ」、ということだ。

この考え方・教訓はいろいろな場面で有効である。

但し、大局を的確に把握し、幾つかの小局に優先順位を付けた上でそれぞれを確実に解決していくことが肝要となる。

大局観を得るには鳥瞰的な能力が必要だ。これには関連とする教養、経験、洞察力などが欠かせないだろう。

こうやってしまうと、私のような凡人には「大局観を得る」なんてとても無理だ、と感じる。

とは言え、凡人にも有効と思われるささやかな術が無いわけでもない。

それは、大雑把、紆余曲折、駆け足でも良いので、とにかく一度、目標のゴールらしき所まで行ってしまふことだ。

なぜなら、ゴールらしきその地点へ行けば、今まで見えなかった全体像が、それなりに浮かび上がって来るからである。

例えで言えば、「山登り」に相当しようか。目標のゴールは頂上だ。いきなり鳥になって頂上付近から山の全貌をみることは出来ない。その為、取り敢えずは、既存のルートを使って逸早く頂上付近まで登ってみることだ。そこまで辿り着けば、

途端に展望が開け、今まで見えなかった景色・状況など全体を眺めることが出来る。

そして、そこからの眺めによって、通ってきたルートのどこに課題があったのか、別の有効なルートの発見など、幾つかの有益な情報を得ることができる。

話を本筋に戻そう。

話を本来の低サイクル疲労強度評価法に無理に結び付けるようで恐縮だが、ここまでお読みになってきた読者にとって、ある意味、ここで、低サイクル疲労強度評価法の「頂き付近」に到達したわけである。

その頂きを強固にする為に、更に、この(4の5)章で、「ひずみ-寿命」法のまとめとして、その計算手順と特徴を付け加えよう。それによって、全体像がより鮮明になるかも知れない。

願わくは、その全体像を足掛かりに自分なりの課題となる小局を見つけ、それを着手・解決して、そして、真の頂上に到達して頂きたい。

■ 「ひずみ-寿命」法の計算手順をまとめておこう

ここまで、低サイクル疲労での強度評価技法のポイントとなる考え方を示してきたが、そもそも、それらを使っての計算手順はどうなるであろうか。

以下に、手順の概要を整理してみた。

但し、()内は使う理論、又は手段である。

- <1> 寿命特性としてのひずみ-寿命線図モデルを入手する。
(例えば、マンソン・コフィン・モローの式、スミス・ワトソン・トッパーの式)
又、材料特性値としての繰返し"応力-ひずみ"曲線を入手する。(ランベルグ・オスグッドの式)
- <2> 実ひずみ波形を入手する。
(予測計算値、又は実験計測値)
- <3> 実ひずみ波形を対象に、該当するヒステリシスループを見出す。(波形計数法: レインフロー法)
- <4> 各ヒステリシスのひずみ幅、応力、平均応力などを

計算する。

(ランベルグ・オスグッドの式)

(ヒステリシスループの式)

<5> 各ひずみ幅、平均応力などから破断寿命:破断繰返し数を計算する。

(例えば、マンソン・コフィン・モローの式、スミス・ワトソン・トッパーの式)

<6> 手順 <3>~<5>を繰り返して累計し、累積疲労損傷度Dを計算する。

■ 「ひずみ-寿命」法の特徴とは?

最後に、この「ひずみ-寿命」法の強みと弱みをまとめておこう。

まず、「強み」としては、以下の点が挙げられる。

1. 塑性ひずみを考慮した実測での「応力-ひずみ」応答データに基づいた手法であり、高ひずみ状態を扱うのに適している。
2. 様々な変動荷重にも対処できる。特に、荷重履歴の順序から影響される平均応力を正確に把握できる。
3. 本報では詳しく取り上げなかったが、高温化に置かれているクリープ疲労の問題にも適用できる。

一方、「弱み」は以下の点になろう。

1. 計算手法として簡便でない。例えば、疲労寿命を導くために反復計算やレインフロー法など、コンピュータ処理が必須。又、対象となる局部箇所(切欠き部など)のひずみ状態を把握するのに、それなりの解析技術や計測技術が必要となる。
2. 初期寿命(クラック1mm程度の初期)の現象を対象としており、クラックの進展については扱うことができない。
3. 材料の表面処理などの違いによるデータが乏しい。必要な場合、追加試験から得る方法しか他に術が無い。

いずれにしても、この手法を取り組むには相当のエネルギーを要することを覚悟されたい。その為にも、実施する価値があるか否か、目的・用途を外さないよう留意して欲しい。