

Q

機器設計を行う上で、どのような場合に疲労解析を行う必要がありますか。

参照 QNo. : FC-04, FC-05

A

一般に、公式による設計 (design by rule) では、疲労解析 (疲労評価) を行う必要はない。公式による設計では、応力を許容応力以下に制限し、許容応力は引張強さを安全係数で除した値とする。例えば、引張強さに対する安全係数を 4 とすれば、鉄鋼材料の疲労限度は引張強さの 1/2 程度であるから、応力は疲労限度の 1/2 以下に制限されることになる (疲労限度に対する安全係数 2)。解析による設計 (design by analysis) では、許容応力が高く設定されるので (例えば、引張強さに対する安全係数 3)、応力を疲労限度以下に制限することが困難になる (疲労限度に対する安全係数 1.5)。したがって、解析による設計では、破壊モードとして疲労を想定し、疲労解析を行う必要がある。

上述したように、応力振幅が疲労限度を超える場合には、疲労解析を行う必要がある。主要な産業機器において、対象とする設計事象、荷重の大きさ、許容繰返し回数などが、規格として整備されているので、それらを参照されたい。

例えば、原子力機器に対する日本機械学会 設計・建設規格⁽¹⁾では、クラス1機器が疲労解析の対象となり、詳細な解析方法はクラス 1 容器の PVB-3000 に規定されている。規格では、疲労解析不要の条件に適合しない場合に、疲労解析を行う必要がある。また、規格では、材料ごとの設計疲労線図が整備されている。特定の設計事象での繰返しピーク応力強さに応じた許容繰返し回数 (N^*) を、設計疲労線図から得る。さらに、その設計事象が発生する繰返し回数 (N) から疲労累積係数 $UF (= N/N^*)$ を算定する。すべての設計事象の UF の合計が、1.0 を超えないことを確認する。

この規格では、炉心支持構造物にも、クラス1容器と同様の疲労解析の規定がある。

また、クラス1配管、クラス1弁には、簡易式を用いた疲労解析の規定がある。

なお、その他の機器にも、クラス1容器の疲労解析の規定が適用できる場合がある。

[参考文献]

- (1) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 第 I 編 軽水炉規格, JSME S NC1, 日本機械学会, (2012).