

Q

一次+二次応力強さが $3S_m$ を超える場合に、なぜ K_e 係数(ひずみの割り増し係数)を用いて疲労解析をしないといけないのでしょうか。

A

一次+二次応力強さが $3S_m$ を超える場合、つまり塑性域になる場合、その塑性ひずみを考慮するために K_e 係数を用いて疲労解析を行う必要がある。

JSME 設計・建設規格⁽¹⁾で用いられている設計疲労線図は、ひずみ制御の疲労データを元に設定された[ひずみ]-[回数]の疲労線図に対し、そのひずみに代表的な縦弾性係数を乗じることで[応力]-[回数]の疲労線図に変換した結果であり、塑性域においてその応力は弾性応力でも弾塑性応力でもない”見掛け上の応力”になる。したがって、設計疲労線図を用いる場合は、ひずみが適切に評価される必要がある。

一方、弾性解析で得られた弾性応力が降伏点を超える場合、実際に発生するひずみは、一般的には内圧等による一次応力が存在するので、弾性解析で得られた弾性ひずみよりも大きくなる。したがって、弾性解析で得られた弾性応力(弾性ひずみ)を設計疲労線図に用いる場合には、このひずみ(弾塑性ひずみ)の増加を考慮する必要がある。JSME 設計・建設規格では、塑性ひずみの増加を保守的に考慮するため、弾完全塑性体を仮定し、生じる弾塑性ひずみ(ϵ_{ep})と弾性解析による弾性ひずみ(ϵ_e)の比率を K_e 係数($= \epsilon_{ep} / \epsilon_e$)とし(図1参照)、弾性解析で得られた弾性応力に対して K_e 係数を乗じることで、弾塑性ひずみに対応する見掛け上の応力を求め、疲労解析を行うこととしている。

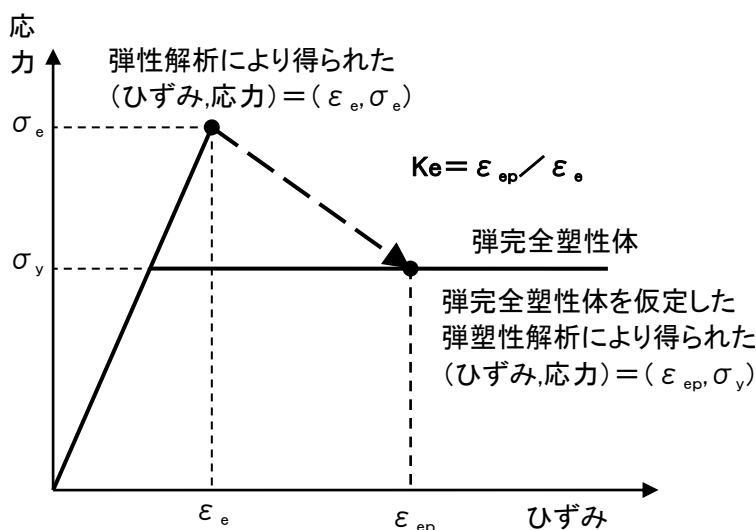


図1 弾完全塑性体と応力-ひずみの関係

[参考文献]

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).