

寄稿論文

疲労破壊は、なぜ起こり易いのか

An Outline of Some Outbreaks of Fatigue Fracture

佐賀大学工学部
機械システム工学科教授

西田 新一

Shin-ichi Nishida



1 設計の基盤

近年、工業技術の発達とともに、設備機器においては高効率・高生産性を追求する一方、省力化・工程省略等低コストの諸条件を満たすべく方向に突き進んでいる。さらに、新分野への進出等時代の変革に従って、とくに鋼構造物を中心にますます大型化・高性能化し、その使用環境はより一層過酷化の傾向になっている。他方、社会科学の進歩により、各人の自意識が向上し、設備の安全性・信頼性は最優先事項に挙げられるようになってきている。一般に、高性能化や信頼性の向上を計ろうとした場合、設備の値段が高くなるし、逆に設備の値段を低く設定しようとするとき性能や信頼性を確保するのが困難となる。それゆえ、設計者は「高性能化」と「低コスト化」および「信頼性の向上」との相反する狭間に立って設計せざるを得ない状態に追い込まれている。

さて、実際の「設計の基盤」を破損の観点から大別した結果を、表-1に示す。これは、「Safe life design」と「Fail safe design」との二つに大別できる。前者の「Safe life design」は、「破損を許容しない設計」の意味で、設備もしくは部材は永久に破損しない考え方に基づいている。これ

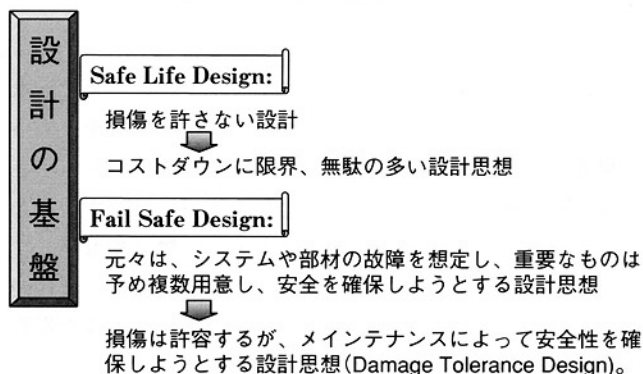
は、従来から長く設計の基本的考え方として採用されてきており、今なおこの考え方は根強く残っている。しかし、この考え方に基づいて設計する限り、コストダウンには限界があり、設備の寿命は有限であるのにそれが廃棄される時期がきてもお、そこに使用されている部材の多くは健全であるという矛盾が起きることになる。

そこで、この矛盾点やコストダウンの限界を打破するために、「Fail safe design」の考え方が採用されるようになった。元来、「Fail safe design」は、安全性を確保するために複数の設備や方法を予め具備しておくという考え方であった。たとえば、飛行機をA空港からB空港に向けて飛行させる場合、天候異常等により万が一B空港が使えなくなってもその代替空港としてC空港を使用できるようにしておくシステムである。空港だけでなく飛行機そのものの重要部分にも、複数系統の制御装置が装備されていることは周知の通りである。このように元々は、設備というのは不具合を生じて本来の機能を発揮しない場合があるので、複数系統の設備を予め備えておくことで安全性を確保する考え方であったが、現在では「破損は許容するが、メンテナンスによって安全性を確保する考え方」に変化していった。すなわち、部材を有限寿命とみなし、壊滅的な破壊が発生する前にその部材を交換することにより安全性および本来の機能を確保しようとする考え方である。これはまた、「Damage tolerance design」ともいわれている。

この「Fail safe design」と類似の言葉に、LBF (Leak before failure) やLBB (Leak before break) がある。これらは、たとえば液体や気体が入っているタンクを想定した場合、き裂が板厚を貫通すると内部の液体や気体が洩れだしてくるので、壊滅的な破壊の前に予知することができるという意味である。技術の進歩に伴い、ほとんどすべての設備は有限寿命であるので、その間を不具合なく稼働すれば良いという考え方は極めて合理的であり、この考え方がかなり広がりつつあると思われる。

ところで、安全率を見込み少なくとも所定の期間は破壊しないように設計されたはずの構造物が、意外と低い荷重

表-1 設計の基盤



類似語

LBF; Leak Before Failure
LBB; Leak Before Break

