

Berechnung von Ausfallwahrscheinlichkeiten

Ausgabe: 12 / 2002

Problem:

Sämtliche Eingangsgrößen eines Berechnungsmodells streuen. Die in den üblicherweise verwendeten Normen enthaltenen Sicherheitsbeiwerte berücksichtigen eine angenommene Streuung der Widerstands und der Belastungsgrößen. Das Normenkonzept geht dann davon aus, dass ein bestimmter Prozentsatz der Belastungsgrößen die Widerstandsgrößen überschreiten darf. Es wird also eine geringe Ausfallwahrscheinlichkeit vorgegeben. Wenn man nun genaue Kenntnisse über die Streuung der Widerstandsseite hat und auch die Streuung der Belastungen aus statistischen Untersuchungen kennt, kann man mit dieser Information ein deutlich wirtschaftlicheres Bemessungskonzept für den Einzelfall aufstellen.

Erläuterung:

In ANSYS gibt es das Modul für Probabilistic Design. Dahinter verbirgt sich die Möglichkeit Parametern in einem Inputfile statistische Verteilungen zuzuweisen und deren Einfluss auf bestimmte Ausgangsgrößen zu berechnen. Dazu sind im PDS Modul verschiedene Algorithmen implementiert, die das Inputfile gemäss einer vorgegebenen Anzahl mehrmals mit entsprechend der Verteilungen bestimmten Eingangsgrößen aufrufen.

Dieses Vorgehen entspricht einer Versuchsreihe, die nicht im Labor, sondern virtuell durchgeführt wird. Dieses mehrmalige Ausführen einer Simulation wird als Monte Carlo Simulation bezeichnet und ist praktisch auf alle Berechnungen in ANSYS anwendbar.

Da diese Art der Berechnung sehr zeitaufwendig ist, gibt es in ANSYS die Möglichkeit (ohne weitere Lizenz) mehrere Rechner parallel zu nutzen. Darüberhinaus wird auch ein Response Surface Algorithmus angeboten, der auf Grundlage einiger weniger Monte Carlo Simulationen eine das Problem beschreibende Funktion berechnet, die dann innerhalb weniger Minuten in grossen Anzahlen gelöst werden kann. Die Response Surface ist aber nicht auf alle Probleme anwendbar. Dies muss im Einzelfall geprüft werden.

Für die Ausgangsgrößen kann man schliesslich anhand deren Verteilungen erkennen wieviele Bauteile in der Versuchsreihe ein bestimmtes Kriterium nicht erreicht haben.

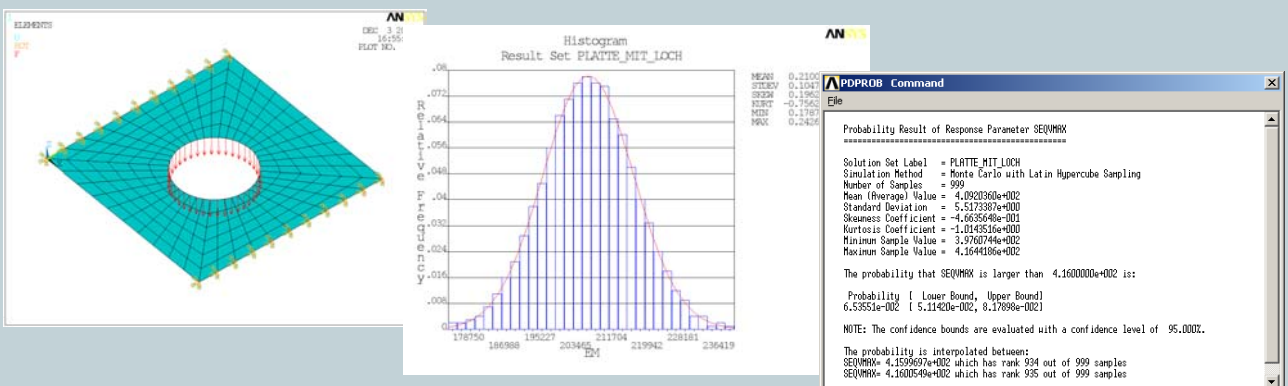
Neben dieser Brechnungsmöglichkeit der Ausfallwahrscheinlichkeiten bietet das PDS Modul auch die Möglichkeit Sensitivitäten zu bestimmen, die den Benutzer in die Lage versetzen zu entscheiden auf welche Einagnsgrößen in der Produktion in Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit besonders geachtet werden muss und welche weniger strengen Kontrollen zu unterziehen sind.

Beispiel:

Im vorliegenden Beispiel wird eine Platte mit Loch berechnet. Als Eingangsgrößen werden der E-Modul mit einer Gauss-Verteilung mit 5% Standardabweichung und der Lochradius mit einer gleichförmigen Verteilung von 1.8mm bis 2.3mm betrachtet. Die Ausgangsgrößen sind die maximale Verschiebung und die maximale Vergleichsspannung.

Als Ausfallkriterium wird eine Vergleichsspannung grösser der Flie遝sspannung von 416N/mm² angenommen.

Dieses Kriterium wird von rund 6.5% der Versuchsergebnisse überschritten.



Berechnung von Ausfallwahrscheinlichkeiten

Ausgabe: 12 / 2002

ANSYS Eingabesatz (ANSYS 7.0) :

```
fini
/clear

!PDS-Beispiel Platte mit Loch
!Lösung mit Monte-Carlo Simulation
```

```
/eshape,1
```

```
*create,platte_ml,anl
em=2.1e5
rad=2.0
```

```
/prep7
mp,ex,1,em
mp,prxy,1,.3
```

```
et,1,181
r,1,.3
```

```
rectng,0,10,0,10
wpoff,5,5
pcirc,0,rad
aovlap,all
```

```
adele,2,,1
wprot,45,90
asbw,all
wprot,,90
asbw,all
esize,1
lcomb,13,17
lcomb,11,15
lcomb,7,12
lcomb,14,18
lsel,s,,5,9,4
lsel,a,,10,16,6
lesi,all,,6
mshkey,1
amesh,all
```

```
/solu
lsel,s,loc,x,0
lsel,a,loc,x,10
nsl,s,1
d,all,all,0
```

```
lsel,s,,7,11,4
lsel,a,,13,14
nsl,s,1
f,all,fz,-1
```

```
alls
solve
```

```
/post1
etab,seqvmax_,s,eqv
esort,etab,seqvmax_,0
*get,seqvmax,sort,,max
```

```
nsort,u,sum,0
*get,dmax,sort,,max
```

```
fini
*end
```

```
/inp,platte_ml,anl
/pds
pdanl,platte_ml,anl
```

```
pdvar,em,gaus,2.1e5,10500
pdvar,rad,unif,1.8,2.3
```

```
pdvar,seqvmax,response
pdvar,dmax,response
```

```
pdmeth,mcs,lhs
pdlhs,333,3
```

```
pdexe,platte_mit_loch
pdprob,platte_mit_loch,seqvmax,gt,416
```