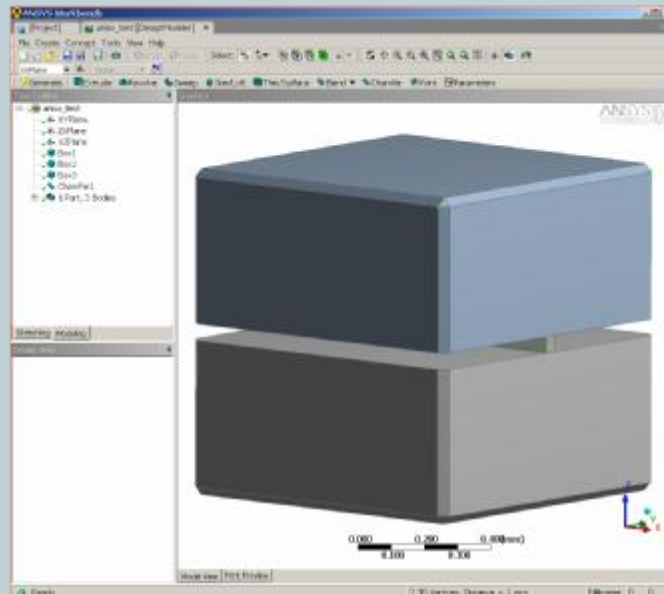


Homogenisierung von anisotropen Materialeigenschaften

Aufgabenstellung

Nicht immer ist es trotz aktuell verfügbarer, leistungsfähiger Hardware möglich und sinnvoll die numerische Berechnung direkt mit Baugruppen im Original durchzuführen. Sofern z.B. die Struktur aus vielen gleichartigen Körpern besteht, kann ein reduziertes Modell abgeleitet und später an einem Baugruppenmodell zur Analyse verwendet werden.

Das folgende Beispiel beschreibt die Ableitung korrekter anisotroper Materialkennwerte zur Analyse des elastischen Verhaltens, basierend auf der vorliegenden Grundgeometrie (ohne analytische Näherungen).

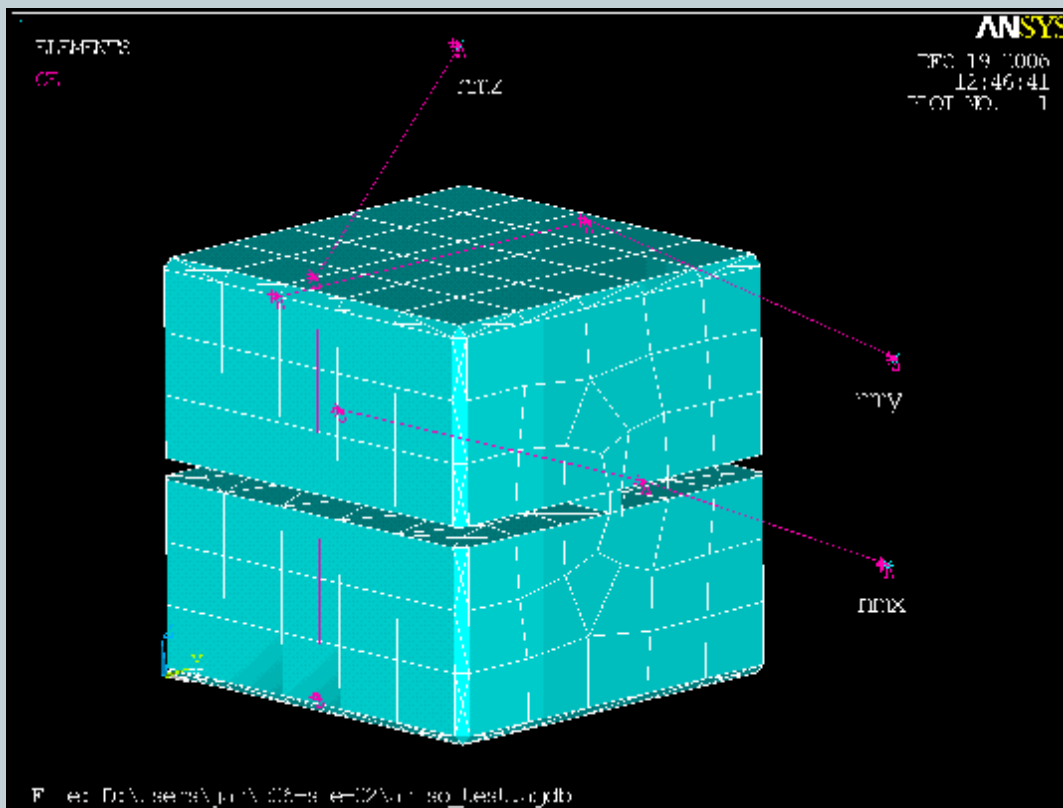


Umsetzung

Zur Ableitung der 9 beschreibenden Materialkennwerte werden Einheitslastfälle zur Bestimmung der Reaktionskräfte und der Querdehnungen durchgeführt. Dafür wird das Modell symmetrisch vernetzt und mit Kopplungen (CE) so bestimmt, dass die mittleren Dehnungen der jeweils gegenüberliegenden Randflächen einfach berechenbar ist.

Homogenisierung von anisotropen Materialeigenschaften

Die folgende Abbildung zeigt das vernetzte Modell in ANSYS gemeinsam mit den Kopplungen zur Beschreibung der Dehnungsdifferenz der Flächenpaare



welche durch folgende Gleichungen beschrieben sind:

$$\begin{aligned} \mathbf{u}(nmx) &= \mathbf{u}(rechts) - \mathbf{u}(links) \\ \mathbf{u}(nmy) &= \mathbf{u}(hinten) - \mathbf{u}(vorn) \\ \mathbf{u}(nmz) &= \mathbf{u}(oben) - \mathbf{u}(unten) \end{aligned}$$

Nach der erfolgten Berechnung der 9 Lastfälle sind an den Masterknoten die homogenisierten Querdehnungen direkt als Verschiebungen ablesbar (da sowohl die Kantenlänge als auch die Verschiebungslast im Testmodell 1 betragen).

Zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls werden die Reaktionskräfte am belasteten Masterknoten mit „Fsum“ ausgelesen.

Homogenisierung von anisotropen Materialeigenschaften

Zum Test der somit abgeleiteten homogenisierten Materialeigenschaften können diese nunmehr an einem einfachen Hexaeder geprüft werden:

```
fini  
/cle
```

```
/prep7  
et,1,186  
matid=1  
mp,ex,matid, 189020  
mp,ey,matid, 188720  
mp,ez,matid, 43387  
mp,gxy,matid, 72609  
mp,gxz,matid, 20851  
mp,gyz,matid, 17358  
mp,prxy,matid, 0.2993  
mp,pryz,matid, 0.2846  
mp,prxz,matid, 0.2997
```

```
bloc,,1,,1,,1  
esiz,.2  
vmes,all  
nselect,s,loc,x,0  
d,all,ux  
nselect,s,loc,y,0  
d,all,uy  
nselect,s,loc,z,0  
d,all,uz  
alls
```

```
/solu  
nselect,s,loc,x,1  
d,all,ux,1  
alls  
solve  
nselect,s,loc,x,1  
ddel,all,ux
```

```
nselect,s,loc,y,1  
d,all,uy,1  
alls  
solve  
nselect,s,loc,y,1  
ddel,all,uy
```

```
nselect,s,loc,z,1  
d,all,uz,1  
alls  
solve  
nselect,s,loc,z,1  
ddel,all,uz
```