

Gekrümmte Strukturen mit Schalen abbilden

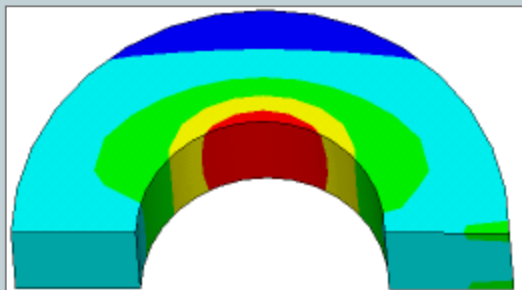
Problem:

Dünnwandige Strukturen zu berechnen erfordert vom Ingenieur eine Vorabschätzung, welcher Weg, besser welche Modellierung, zu wählen ist, um das Problem mit numerischen Methoden abbilden zu können.

Bekanntermaßen können Schalenelemente nicht bis zu jeder beliebigen Dicke verwendet werden. Andererseits erfordern Volumenelemente eine bestimmte Diskretisierung, um die Ergebnisse dünner Strukturen noch repräsentieren zu können, sodass eine Volumenvernetzung dünner Bauteile schnell das Berechnungsmodell zu groß werden lässt.

Ein weiterer Aspekt, der bei der Verwendung von Schalen gerne übersehen wird, ist, dass die Schalentheorie davon ausgeht, dass auf der Ober- und der Unterseite der Schale die gleiche Fläche vorhanden ist.

Folgende Abbildung zeigt, dass die Innenfläche der Struktur viel kleiner ist, als die äußere Mantelfläche.



Als Maß zur Beurteilung, ob die Schalentheorie die Struktur noch abbilden kann, wird das Verhältnis der beiden Krümmungsradien (innen und aussen) oder das Verhältnis Dicke zu mittlerem Krümmungsradius verwendet.

Fragen:

Bis zu welchen Verhältnissen ist die Schalentheorie tragbar?

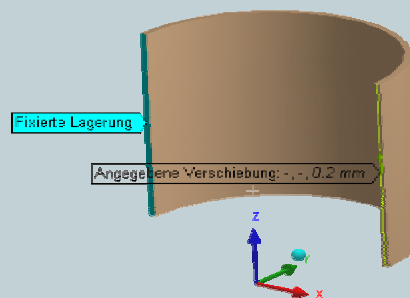
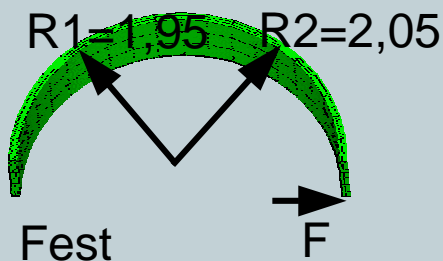
Quadratische Elemente schmiegen sich besser an gekrümmte Strukturen an. Wie unterscheiden sich die in ANSYS verfügbaren quadratischen SHELL93 von den linearen SHELL181 hinsichtlich der Performance?

Gekrümmte Strukturen mit Schalen abbilden

Antworten:

Zwei einfache Experimente bei denen die Schalenlösung mit der Volumenlösung verglichen wird, zeigen die Grenzen auf.

1. Auswertung der maximalen Spannung unter einfacher Biegung
2. Auswertung der Reaktionskräfte für einen kombinierten Schub/Biegelastfall



Der äußere Radius variiert zwischen 1.05 und 2 mal dem inneren Radius.

Für die Spannungsauswertung im Biegefall ergibt sich, dass bei einem Verhältnis

$$\frac{\text{äußerer Radius}}{\text{innerer Radius}} = 1.3 \quad \frac{\text{Dicke}}{\text{Radius}} = 0.25$$

die Abweichung in den Spannungsergebnissen die 5% Marke für die SHELL181 erreicht wird.

Die Abweichung beim Abbilden der Steifigkeit (Reaktionskrafttest) bleibt über den gesamten Bereich unter 5%.

Interessanterweise liefert die quadratische Schale SHELL93 keine besseren Ergebnisse.

Fazit:

Der Schale 181 sollte auf alle Fälle der Vorzug gegeben werden. Als oberste Grenze für das Dicken/Radius Verhältnis ist dabei ein Wert von 0.25 zu sehen.

