

Klassische Lösungsverfahren der Schalentheorie in FEM-Berechnungen

Stefan Dieker
Reimerdes + Dieker Ingenieure GbR

Zusammenfassung

Schalenstrukturen werden heute aufgrund der großen Verbreitung leistungsfähiger FEM-Programme oft mit Hilfe finiter Approximationen berechnet. Dabei werden die Nachteile dieser Idealisierungsart in Kauf genommen, obwohl aus der technischen Schalentheorie sehr präzise Idealisierungen und korrekte Lösungen auf der Basis von Fourierreihen bekannt sind. Diese Entwicklung ist in der scheinbaren Inkompatibilität der unterschiedlichen Lösungsansätze sowie in der oft gegebenen Notwendigkeit begründet, diskrete dreidimensionale FEM-Modelle und Schalenstrukturen gemeinsam zu berechnen.

Der Artikel geht auf die Motive ein, die klassische FEM-Lösung durch weitere Verfahren wie die numerisch korrekte Lösung der Schalendifferentialgleichungen zu ergänzen und zeigt, wie unterschiedliche Lösungsverfahren und Freiheitsgradtypen innerhalb von FEM-Programmen kombiniert werden können und so die Kopplung von 3D-Netzen mit rotations-symmetrischen Strukturen ermöglicht wird. Diese hybride Analyse erlaubt im weitesten Sinn die Integration altbewährter Verfahren in den FEM-Berechnungsablauf und kann so zu einer wesentlichen Ergänzung der dem Ingenieur zur Verfügung stehenden Berechnungsverfahren führen, ohne daß dabei der Charakter der Insellösung entsteht.

1 Einleitung

Die Vorteile bei der strukturmechanischen Berechnung rotationssymmetrischer Strukturen sind jedem Ingenieur bekannt: die Modellierung ist einfach, und mit geringem Aufwand sind aussagekräftige Ergebnisse verfügbar. Die mathematische Entkopplung der Fourierreihen erleichtert noch zusätzlich die Deutung der Ergebnisse. Besonders eindrucksvoll wurden in einer Vielzahl von Untersuchungen diese Vorteile bei der Berechnung dünnwandiger Schalenstrukturen im Bereich der linearen und nichtlinearen Statik sowie in der Dynamik deutlich. Konvergenzprobleme bei lokalen Kräfteinleitungen aufgrund kurzer Abklinglängen und