

Eigenfrequenties van gekromde panelen

Onderzoeksgroep: Constructiemechanica



Figuur: Vliegtuighangaar opgebouwd uit spanten en gekromde panelen.

Introductie

Dunne schaalconstructies kunnen gevoelig zijn voor trillingen; bijvoorbeeld een wijnglas kan breken door resonantie met stemgeluid. We kunnen een wijnglas modelleren als een halve bol, waarvan de laagste eigenfrequentie wordt berekend met

$$f_n = 0.2407 \frac{t}{a^2} \sqrt{\frac{E}{\rho(1+\nu)}}.$$

Deze formule is voor het eerst afgeleid door Rayleigh in 1881. De differentiaalvergelijking hierachter is bijzonder ingewikkeld. Hierdoor zijn voor slechts een paar schaalvormen formules beschikbaar. Gelukkig kunnen eigenfrequenties eenvoudig worden berekend met de eindige-elementenmethode. Zo worden de eigenfrequenties van een koeltoren of die van een stuwdam berekend. Echter, het nadeel van een elementenberekening is dat we niet weten of bijvoorbeeld de dikte belangrijk is voor het antwoord. Bij een formule is dit wel duidelijk. (In de formule van Rayleigh is t de dikte.)

Probleemstelling

Sommige constructies zijn opgebouwd uit ribben met gekromde panelen. Bijvoorbeeld schepen, vliegtuigen, sluisdeuren en moderne architectuur. Deze gekromde panelen hebben veel betere mechanische eigenschappen dan vlakke panelen. Helaas bestaat voor deze panelen geen algemene formule voor de laagste eigenfrequentie. Een formule kan worden bepaald op basis van een groot aantal elementen-berekeningen met behulp van “curve fitting”.

Opdracht

Modelleer een vierkant gekromd paneel in ANSYS. Bereken de laagste eigenfrequentie. Herhaal dit voor andere diktes, lengtes, krommingen en belastingen. (Of schrijf een scriptje waarmee dit automatisch gaat.) Bepaal een formule voor de laagste eigenfrequentie. Bepaal de grenzen van de parameters waarbinnen de formule 5% nauwkeurigheid heeft.

Begeleiders:

dr.ir. P.C.J. Hoogenboom, ir. R. Abspoel
kamer 6.48
p.c.j.hoogenboom@tudelft.nl

Meer informatie: