

SMART STRUCTURES

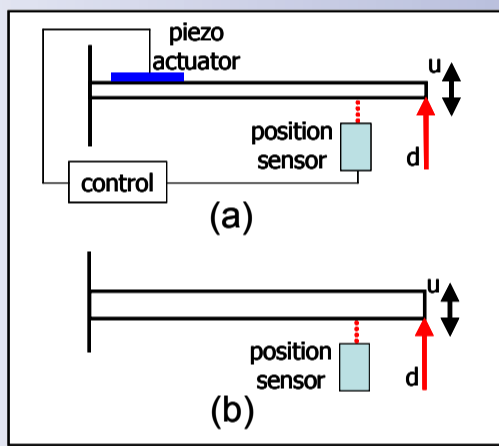
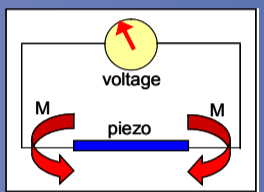
Uitgevoerd door: T. Hooijdonk en M.A.W. Vermue
 Begeleiding: dr.ir. P.R. Fraanje en ir. J.W. van Wingerden
 Opdrachtgever: prof.dr.ir. M. Verhaegen

Introductie

Door de hoge prijzen van constructiematerialen is het wenselijk het materiaalgebruik in constructies zoveel mogelijk te beperken. Dit resulteert in lichtgewicht constructies. Omdat een lichtgewicht constructie flexibeler is, is deze gevoeliger voor externe verstoringen. Om dezelfde prestaties te kunnen leveren als de zwaardere conventionele constructies, kunnen de lichtgewicht constructies actief worden geregeld met behulp van een controller en een actuator (smart structures). In dit onderzoek worden de conventionele methode en de actief geregelde methode met elkaar vergeleken op hun bestendigheid tegen verstoringen.

Een voorbeeld uit de praktijk waar de resultaten van dit onderzoek op kunnen worden toegepast, is een windmolen. Door wind en turbulentie treden er trillingen op in de rotorbladen, welke zorgen voor grote krachten op de toren. Om de krachten op de toren te beperken kunnen de rotorbladen en de toren robuuster worden uitgevoerd (waarbij de constructie zwaarder wordt) of er kan actieve regeling worden toegepast. Het robuuster uitvoeren van een constructie (het dikker maken van een rotorblad) wordt ook wel passieve regeling genoemd.

In dit onderzoek wordt actieve regeling toegepast op een aluminium balk die aan één zijde is ingeklemd. Op de balk wordt een piezo actuator aangebracht. Een piezo actuator vervormt wanneer er een voltage op wordt aangebracht (zie figuur rechts). Door een controller wordt de piezo actuator zodanig aangestuurd dat een initiële verstoring van de balk zo snel mogelijk wordt gereduceerd tot binnen een bepaalde marge. De hiervoor benodigde tijd heet settling time. In dit onderzoek worden verschillende passief geregelde balken vergeleken met een actief geregelde balk op basis van settling time.



Methode

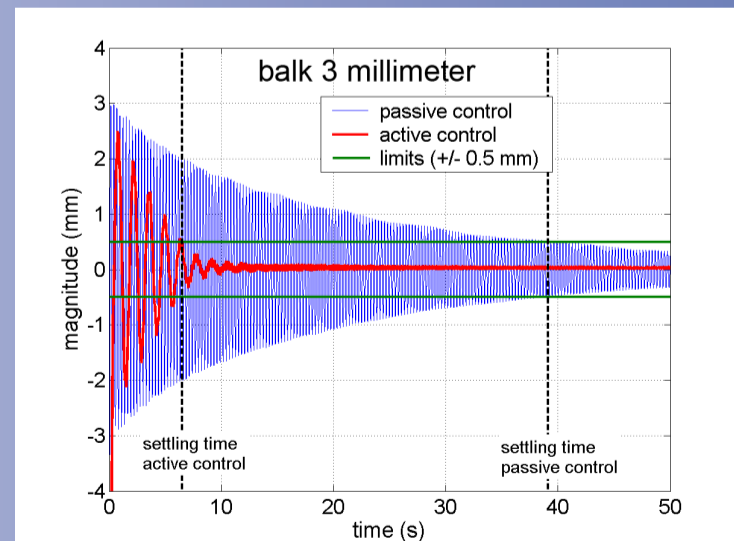
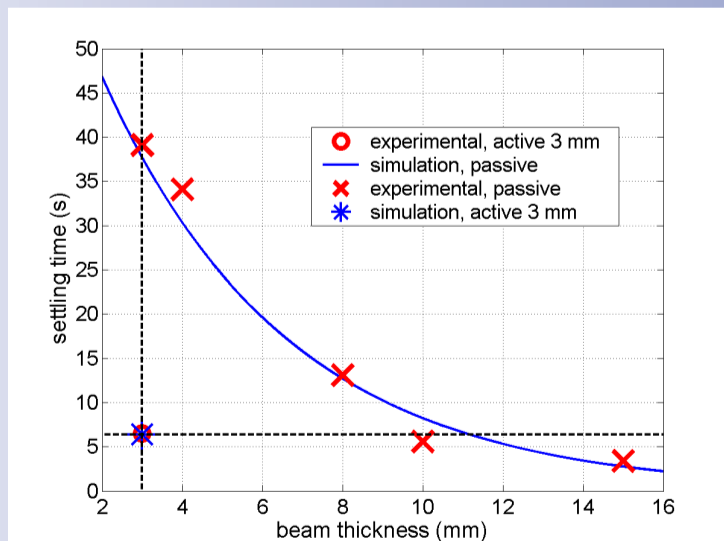
Het model bestaat uit een ingeklemde aluminium balk, een kracht actuator en een positie sensor (zie figuur links). Bij beide vormen van regeling (actief en passief) wordt een initiële kracht van 24 Newton aangebracht op het vrije uiteinde van de balk. Wanneer deze kracht wegvalt, begint de balk te trillen. De positie sensor meet de trillingen van de balk. In het geval van actieve regeling worden een controller en een piezo actuator toegevoegd aan het model. Op basis van de gemeten positie wordt de piezo actuator aangestuurd. De positie sensor wordt geplaatst op 250 millimeter van het vrije uiteinde van de balk. De piezo actuator wordt vlak bij de inklemming geplaatst, omdat daar de optredende rek het grootst is.

Hypothese (op basis van simulatie)

De actief geregelde ingeklemde aluminium balk van 800 x 40 x 3 millimeter dik (figuur linksboven, a) heeft dezelfde settling time (6.4 seconden) als de passief geregelde ingeklemde balk van 800 x 40 x 11 millimeter dik (figuur linksboven, b).
 Settling time: de tijd die het duurt totdat een initiële krachtverstoring op de balk is gereduceerd tot binnen 0,5 millimeter van de evenwichtspositie op de locatie van de positie sensor. In de figuur rechtsonder is de settling time weergegeven.

Resultaten

De resultaten van de simulatie en de experimenten zijn weergegeven in de onderstaande figuren.



Conclusie

Op basis van de experimenten kan worden geconcludeerd dat de passief geregelde balk van 10 millimeter dik dezelfde settling time (6.5 seconden) heeft als de actief geregelde balk van 3 millimeter dik. Dit is te zien in de linkerfiguur. Hiermee is de hypothese grotendeels bevestigd. Dit kan worden uitgedrukt in een mogelijke massareductie van 70% van de originele balk (dikte 10 millimeter), waarbij de originele settling time behouden blijft. Het is door dit onderzoek zeer aannemelijk gemaakt dat door het toepassen van actieve regeling ook een grote massareductie mogelijk is bij meer complexe constructies.