

Hur påverkar temperaturutvecklingen vid kollision den optimala designen?

Anders Engström, Faculty of Engineering, Lund University

(Dated: 30 June 2017)

Keywords: Strukturoptimering, finita töjningar, konstitutiv modellering

Kan man låta datorn bestämma den säkraste designen för en bil? och kommer en ökning av temperaturen i det använda materialet att påverka denna design? I examensarbetet "Thermoplasticity in topology optimization based on finite strain" undersöks hur den genererade temperaturen vid en snabb och stor ihoptryckning av en struktur påverkar den design som är bäst på att absorbera energi vid t.ex. en krock. Det visar sig att temperaturen har en avsevärd inverkan på den bästa designen.

En bil frontalkrockar med ett träd. Passagerarutrymmet bevaras som tur är intakt under krocken och föraren klarar sig oskadd, men bilens front är totalt demolerad. Detta är naturligtvis med mening och passageraren kan tacka en bra designad struktur av bilen som absorberar energin från krocken och omvandlar den till värme. Hur hittas då den bästa designen på denna deformations-zon som finns framtill i bilen? Genom ett relativt nytt verktyg som heter strukturoptimering kan designern beräkna den bästa designen i datorn, men hur påverkar den temperaturökning som uppstår just vid en krock materialegenskaperna, och kan detta påverka den design som är bäst på att skydda passageraren vid en olycka?

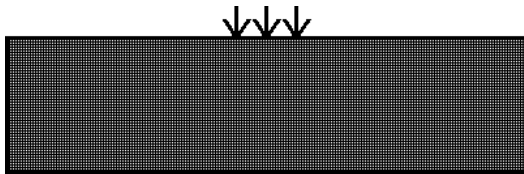


FIG. 1. En optimeringsdomän uppdelad i element där det antingen kan finnas material eller ej. Hur ska materialet placeras i dessa element för en optimal design om sidorna är fastspända?

1. Hur hittas den bästa designen för ett ändamål?

Strukturoptimering är en metod som används inom industrin som ett sätt att ta fram designer tidigt i designprocessen. Målet kan vara att ta fram till exempel lättare eller starkare strukturer än genom konventionella designmetoder. Vid strukturoptimering delas en domän upp i element där det antingen finns mate-

rial, eller inte finns material. Med hjälp av finita element metoden (FEM) och en gradientbaserad optimeringsalgoritm fördelas sedan en fix mängd material i domänen för att skapa en struktur som är bäst lämpad för målet.

2. Strukturoptimering vid stora deformationer av en struktur

Ett mål som inte har undersökts särskilt mycket är hur en design kan tas fram i syfte att ta upp så mycket energi som möjligt när den trycks ihop mycket och snabbt, till exempel vid en krock. Energin tas upp av materialet i första hand när materialet böjs så mycket så den inte går tillbaka till sitt ursprungsläge, det vill säga att materialet permanent har deformerats.

3. Hur påverkar temperaturen den bästa designen?

Största delen av denna energi blir sedan till värme som i sin tur gör att materialet blir mjukare. När det blir mjukare klarar det inte lika mycket last och detta ändrar i slutändan designen. Men hur mycket? Går det att försumma temperaturens inverkan på materialet? För att testa detta räknades temperaturen ut i en struktur (se figur 2) som optimerats för att ta upp så mycket energi som möjligt. Strukturen är fäst i ändarna som vid en tänkt tillämpning i en deformations-zon och lastas i mitten, vilket kan tänkas vara ett träd som trycks in i strukturen. En temperaturökning med upp emot 30°C kan ses vilket motsvarar en minskning av materialets hållfasthet med 6%. Detta kan ses som en tydlig indikation på att temperaturen måste tas med vid beräkning av den bästa designen.

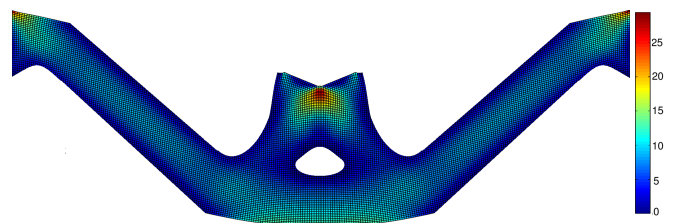


FIG. 2. Temperaturfördelningen för den design som bäst tar upp energi när den lastas. Strukturen är fäst i ändarna och i mitten läggs en last på.