

摘要

本研究提出一套整合拓樸最佳化 (Topology Optimization) 與幾何分類的設計方法，適用於拉伸型能量吸收器 (Tensile-Type Energy Absorber) 的合成應用。其中，所提出之拓樸表示法以非均勻有理 B 樣條 (Non-Uniform Rational B-spline) 為基礎，透過不同類型 B 樣條段 (B-spline Segment) 的組合，建立具彎折特徵與能夠緩解應力集中 (Stress Concentration) 的拓樸結構。

整體設計流程則包含三個階段：拓樸構型搜索 (Topology Configuration Search)、聚類分析 (Clustering) 與結構性能最佳化 (Structural Performance Optimization)。第一階段透過不依賴有限元素分析 (Finite Element Analysis) 的最佳化搜尋策略，大量生成符合幾何限制條件的拓樸結構；第二階段對所蒐集之拓樸結構進行聚類分析，將其分類為多種拓樸構型，並依此將原始設計空間 (Design Space) 分解為多個子空間 (Subspace) 以減少後續最佳化搜尋壓力；第三階段則於各子空間中進行能量吸收性能導向之最佳化，並透過比較多項性能指標以獲得最終設計輸出。

最後透過兩個案例展示所提方法的效用，並透過實驗驗證設計結果的可行性與準確性。整體而言，所提出之設計流程具備穩健性與泛用性，為拉伸型能量吸收器提供一套具實務價值的拓樸最佳化設計架構。