

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和準確性。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。