239716

บทคัดย่อ

การใช้ไทเทเนียมโฟมสำหรับเป็นวัสดุปลูกฝังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องมาจากไทเทเนียมโฟมมีคุณสมบัติที่เข้ากันได้ดีกับร่างกายและมีโครงสร้างที่ทำให้เกิดการยึดติดกันระหว่างวัสดุปลูกฝังกับกระดูกมนุษย์ อีกทั้งคุณสมบัติของความแข็งตึง (Stiffness) ที่ใกล้เคียงกับกระดูกมนุษย์ จึงสามารถที่จะช่วยแก้ปัญหาของการเกิด Stress shielding ได้ อย่างไรก็ตาม การนำไทเทเนียมโฟมไปใช้ทำวัสดุปลูกฝังจำเป็นต้องมีการออกแบบอย่างเหมาะสม

การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์เข้ามามีบทบาทในการออกแบบชิ้นส่วนวัสดุปลูกฝัง แต่ต้องใช้แบบจำลองวัสดุโลหะโฟมที่เหมาะสม เพราะคุณสมบัติของไทเทเนียมโฟมที่ขึ้นกับปริมาณของรูพรุน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้แบบจำลองวัสดุของ Deshpande และ Fleck (2000) มาอธิบายพฤติกรรมการเสียรูปของไทเทเนียมโฟมที่มีปริมาณรูพรุน 62.5% ซึ่งผลิตจากกรรมวิธีแบบควบคุมรูพรุน โดยพารามิเตอร์ของวัสดุไทเทเนียมโฟมได้ถูกเลือกอย่างเหมาะสม และสามารถจำลองพฤติกรรมภายใต้ภาระการกดอัดและดัดงอ ผลการจำลองที่ได้จะถูกเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ได้ตีพิมพ์มาก่อน ซึ่งสามารถที่จะให้ผลของการเปรียบเทียบที่ดี

แบบจำลองวัสดุที่ได้ถูกตรวจสอบความถูกต้องแล้วจะถูกนำมาศึกษาการกระจายความเค้นและความเครียดบนชิ้นส่วนสะโพกเทียมในสภาวะความเค้นที่ซับซ้อน โดยทำการจำลองในสภาวะสถิตและกึ่งสถิต อีกทั้งยังได้ศึกษามุมของแรงกระทำบนข้อต่อสะโพกเทียมและการหลวมคลอนของชิ้นส่วนปลูกฝังด้วย สุดท้ายแนวความคิดของการใช้วัสดุผสมระหว่างไทเทเนียมโฟมที่อยู่แกนกลางและไทเทเนียมเนื้อตันที่ถูกเคลือบบนผิวรอบนอกของชิ้นส่วนสะโพกเทียมได้ถูกนำเสนอ จากผลของการจำลองสามารถที่จะนำไปใช้ในการออกแบบและหารูปร่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชิ้นส่วนสะโพกเทียมที่ทำจากไทเทเนียมโฟมต่อไปได้

239716

Abstract

The use of Titanium foam as an implant material has recently gained a lot of interest due to its good biocompatibility as well as stable fixation between implant and human bone. Its bone-like stiffness property can also resolve the stress shielding problem. In order to make Ti-foam appropriate for implants material, redesigning of implant is required.

Finite element analysis has played an important role in designing of prosthetic implants. An appropriate metal foam constitutive model is required in simulation by the finite element method as mechanical behaviors of Ti-foam under loadings are different from the solid titanium. Mechanical properties of Ti-foam strongly depend on porosity. Hence, this research has employed Deshpande and Fleck material model (2000) to describe the deformation behavior of Ti-foam with 62.5% porosity produced by the space holder method. Appropriate material parameters have been selected. Its ability to describe the deformation behavior under compressive and bending loads has been examined. The simulation results have been compared against recently published data. Good comparisons have been seen.

This validated material model has been employed to study stress and strain distributions in the Ti-foam hip prosthesis subjected to complex stress states. The finite element analyses of the hip implant under both static and quasi-static loadings have been performed. Effects of force angles and effect of loosening on the hip implants have also been studied. In addition, a new concept of using composite foam material has been proposed. The successful developed finite element models can be employed in the design and optimization the Ti-foam hip implants.