ธงไชย ลีทา : การออกแบบและพัฒนากลไกพลวัตของอุปกรณ์ยึดตรึงกระดูกภายนอกสำหรับภาวะกระดูกหน้าแข้งหักชนิดเปิด (THE DESIGN AND DEVELOPMENT MECHANISM DYNAMIC OF EXTERNAL FIXATION DEVICE FOR OPEN TYPE TIBIAL FRACTURE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภกิจ รูปขันธ์, 83 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ยึดตรึงกระดูกแบบพลวัตสำหรับภาวะกระดูกหน้าแข้งหักชนิดเปิดด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์และการทดสอบ โดยมีวัตถุประสงค์มุ่งเน้นออกแบบระบบกลไกกระตุ้นทางกลเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการฟื้นฟูเนื้อเยื่อกระดูก ในการศึกษานี้ได้ทำการออกแบบและวิเคราะห์สมรรถนะทางกลของอุปกรณ์ ซึ่งประกอบด้วยความแข็งแรงและความแข็งตึงของโครงสร้างภายใต้ภาระพื้นฐาน 4 รูปแบบ ได้แก่ ภาระกระทำแนวแกน ภาระโมเมนต์ดัดในแนวหน้า-หลัง ภาระโมเมนต์ดัดในแนวด้านข้าง และภาระโมเมนต์บิด โดยต้นแบบอุปกรณ์ยึดตรึงกระดูกและชุดทดสอบทางกลได้ถูกทำการทดสอบผลตอบสนองทางกลภายใต้ภาระแบบพลวัตในระดับห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่าต้นแบบอุปกรณ์ยึดตรึงกระดูกที่ได้พัฒนาขึ้นด้วยกลไกแบบตัวเลื่อน-ข้อเหวี่ยงมีค่าความแข็งตึงภายใต้รูปแบบภาระในแนวแกน โมเมนต์ดัดในแนวหน้า-หลัง โมเมนต์ดัดในแนวด้านข้าง และโมเมนต์บิด เท่ากับ $77.5 \pm 2.8$ N/mm, $197.4 \pm 39.9$ N/mm, $64.8 \pm 4.1$ N/mm และ $0.71 \pm 0.04$ Nm/degree ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาความแข็งแรงของโครงสร้างอุปกรณ์พบว่า ค่าความเค้นสูงสุดเกิดขึ้นในกรณีภาระแบบโมเมนต์บิดบนชิ้นส่วนหมุดตรึงบริเวณใกล้กับชิ้นส่วนจับยึดและมีค่าเท่ากับ 325.42 MPa (ค่าความปลอดภัยเท่ากับ 3.82 ตามเกณฑ์ทฤษฎีความเสียหายฟอนมิสเซส) เมื่อทำการวิเคราะห์ผลตอบสนองทางพลวัตของต้นแบบอุปกรณ์พบว่าสามารถทำให้มีระยะการเคลื่อนตัวบริเวณรอยแตกในช่วงระยะ 0.1 mm ถึง 0.4 mm ที่ความถี่ 1 Hz นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ได้ถูกนำไปเปรียบเทียบการผลการทดสอบเพื่อยืนยันความถูกต้อง ซึ่งพบว่าผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงผลการทดสอบที่ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดเท่ากับ 7.38 %

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา ธงไชย ลีทา

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

THONGCHAI LEETHA : THE DESIGN AND DEVELOPMENT MECHANISM DYNAMIC OF EXTERNAL FIXATION DEVICE FOR OPEN TYPE TIBIAL FRACTURE. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SUPAKIT ROOPPAKHUN, Ph.D., 83 PP.

EXTERNAL FIXATION DEVICE/ TIBIAL FRACTURE/ INTER FRACMENTARY MOVEMENT

This research is to develop a dynamic external fixation device for an open tibial fracture using the finite element (FE) and experiment methods. The purpose was to focus on the design of a stimulus mechanism to increase bone tissue regeneration performance. In the study, the design and biomechanical performance consisted of structural strength, and stiffness was performed based on basic load following axial loading, anteroposterior (AP) bending moment, medial-lateral (ML) bending moment and torsion. The prototype of dynamic external fixation devices included the mechanical testing apparatus were developed. The mechanical performance of a device, also the dynamic response of the mechanism were evaluated in laboratory testing. According to the results, the designed device which using a slider-crank mechanism revealed the magnitude of construction stiffness in axial loading, AP bending moment, ML bending moment and torsional moment of 77.5 ± 2.8 N/mm, 197.4 ± 39.9 N/mm, 64.8 ± 4.1 N/mm and 0.71 ± 0.04 N-m/degree, respectively. For the strength analysis, the maximum stress occurred on the inserted pin closed to the region of the clamp component in a case of torsional loading, which a magnitude of 325.42 MPa (the safety factor of 3.29 based on von Mises theory). Regard to the dynamic response analysis, the device could be displayed the micro-movement of the fracture gap in a range of

0.1 mm to 0.4 mm with a frequency of 1 Hz. Also, the simulation results were then compared to the experiment for validation. The results exhibited that the FE analysis displayed close to the experimental method which a maximum error value of 7.38%.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Mechanical Engineering

Academic year 2018

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____