ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ พฤติกรรมเชิงกลของลูกฟุตบอลผนังหลายชั้นภายใต้ภาระกดสถิต

ผู้เขียน นายธนพล ลอยเมฆ

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร. เวชยันต์ รางศรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการเสียรูป แรงปฏิกิริยา และความดันภายในของลูกฟุตบอลหมายเลข 4 และ 5 ตามมาตรฐานการแข่งขัน โดยมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกฟุตบอลเท่ากับ 202 และ 216 มิลลิเมตร ตามลำดับ ภายใต้ภาระกดเสมือนสถิตด้วยแผ่นเรียบแข็งเกร็ง และได้เปรียบเทียบผลจากการทดสอบกับการจำลองการกดด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยจำลองให้ลูกฟุตบอลประกอบด้วยโครงสร้างแบบเปลือก 3 ชั้น โดยชั้นยาง และชั้นหนังเทียมได้จำลองให้มีพฤติกรรมซึ่งอธิบายด้วยสมการพลังงานความเครียดของวัสดุประเภทไฮเปอร์อิลาสติกของมูนนี่ ส่วนชั้นเส้นใยถักใช้แบบจำลองของวัสดุประเภทออร์โททรอปิก ค่าคงที่ของแบบจำลองพฤติกรรมของวัสดุที่ใช้ในชั้นยางและชั้นหนังเทียมหาโดยการทดสอบชนิดดึงแกนเดียวและดึงสองแกน และได้ทำการตรวจสอบค่าคงที่ของแบบจำลองพฤติกรรมโดยการจำลองการทดสอบทั้ง 2 การทดสอบด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ในการทดสอบกดลูกฟุตบอลได้กำหนดระยะการเคลื่อนที่สูงสุดของแผ่นกด 100 มิลลิเมตร โดยมีความเร็วในการกด 20 มิลลิเมตรต่อนาที ผลการศึกษาการกดลูกฟุตบอลแสดงให้เห็นว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยกด แรงปฏิกิริยา และความดันภายในของลูกฟุตบอลแปรผันตามระยะการเคลื่อนที่ของแผ่นกดอย่างไม่เป็นเชิงเส้น โดยที่แรงปฏิกิริยาและความดันภายในของลูกฟุตบอลจากการทดสอบและจากการจำลองในช่วงระยะการเคลื่อนที่ของแผ่นกดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร มีการเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะการเคลื่อนที่ของแผ่นกดตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยกดในช่วงแรกมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วงที่เหลือ ผลจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การจำลองการกดลูกฟุตบอลสอดคล้องกับผลการทดสอบ และแบบจำลองของลูกฟุตบอลจะใช้งานได้โดยไม่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนระหว่างผลการจำลองกับการทดสอบเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระยะการเคลื่อนที่ของแผ่นกดไม่เกิน 83 มิลลิเมตร ทั้งนี้เมื่อทำการแปรผันค่าคงที่ของแบบจำลองพฤติกรรมของวัสดุของแบบจำลองมูนนี่ของชั้นยางและชั้นหนังเทียม พบว่าการแปรผันดังกล่าวไม่ส่งผลต่อผลของการจำลองอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการแปรผันค่าคงที่ของแบบจำลองพฤติกรรมของชั้นเส้นใยถัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Mechanical Behaviour of Multi-layer Football Under Compressive Static Loading

Author Mr. Tanapon Loymek

Degree Master of Engineering (Mechanical Engineering)

Thesis Advisor Dr. Wetchayan Rangsri

ABSTRACT

The thesis aims to study the deformation, the reaction force and the internal pressure of a size 4 and 5 standard regulation competition football under quasi-compressive static loading with a rectangular rigid flat plate. The football diameters are 202 and 216 millimeters respectively. The experimental results were compared with those of the finite element simulation. The football model was constructed using shell elements that include a Mooney's hyperelastic strain energy potential equation to define the latex bladder layer and the imitation layer and a plane stress orthotropic elastic material model to define the orthotropic woven fabric panels. The uniaxial tension and biaxial tests were performed to obtain the constants of the material model of the latex bladder and the imitation layers. These constants were then validated through the finite element simulations. The maximum plate displacement was set to be 100 millimeters with a 20 millimeter per minute displacement rate. The diameter under the rigid plate, the reaction force and the internal pressure of the football increased at a nonlinearly rate with the increment of the displacement of the plate. The reaction force and the internal pressure of the football slowly increased when the displacement of the plate was less than 50 millimeters; then, these values rapidly increased after a distance of 50 millimeters. The diameter under the rigid plate rapidly increased at the beginning but slowly increased towards the end. The football simulation had shown a good agreement with the experimental tests with deviation

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

percentage of less than 10%, under 83 millimeters of the plate displacement. Nonetheless, when altered the constants of the Mooney's model used for the latex bladder layer and the imitation layer, it was found that the alteration did not significantly affect the simulation results when compared with the alteration of the woven fabric panels constants.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved