บทที่ 5
การวิเคราะห์ผล

ในบทนี้จะเป็นการวิเคราะห์ของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ โดยจะทำการวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรต่างๆตามที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตการวิจัย ว่าส่งผลกระทบอย่างไรต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ โดยจะแบ่งเนื้อหาการวิเคราะห์ในแต่ละส่วน ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าความเค้นดัดสูงสุดและค่าความเค้นในแนวแกนโดยเฉลี่ยของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์กับค่าที่ได้การคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

5.2 การวิเคราะห์ผลกระทบของขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวที่มีผลกระทบต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ

5.3 การวิเคราะห์ผลกระทบของมุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับแนวแรงที่ขนานกับระนาบผิวของกระดูกที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ

5.4 การวิเคราะห์ผลกระทบของทิศทางของแรงที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับระนาบผิวของกระดูกที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ

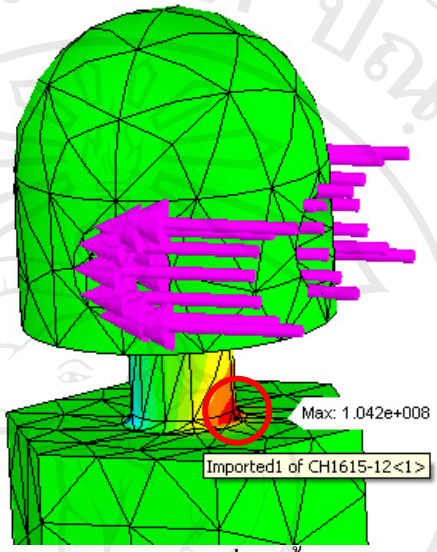
5.1 การวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าความเค้นดัดสูงสุดและค่าความเค้นในแนวแกนโดยเฉลี่ยของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์กับค่าที่ได้การคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

5.1.1 การวิเคราะห์การเปรียบค่าความเค้นดัดสูงสุด

การวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าความเค้นดัดสูงสุดในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์กับค่าความเค้นดัดสูงสุดที่ได้การคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ มีจุดประสงค์เพื่อยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่ได้สร้างขึ้นและจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต่างๆต่อไป ตามที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตการวิจัย โดยการสร้างแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ในการวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเค้นดัดสูงสุดนี้กำหนดให้กระดูกโดยรอบที่รองรับการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเป็นวัตถุแข็งเกร็ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.1.1 จากการวิเคราะห์หาค่าความเค้นสูงสุดที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์ จะพบว่าค่าความเค้นดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมีขนาดเท่ากับ 104.2 เมกกะปาสคาล และจะเกิดขึ้นที่ตำแหน่งรอยต่อระหว่างคอกับตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก ดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูป 5.1 ตำแหน่งและค่าความเค้นดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

เมื่อพิจารณาตำแหน่งที่เกิดความเค้นดัดสูงสุดในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก พบว่าน่าจะมีความสอดคล้องกับทางทฤษฎี เนื่องจากตำแหน่งดังกล่าวจะเป็นตำแหน่งที่มีพื้นที่หน้าตัดในการรับโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด และตลอดทั้งความยาวของพื้นที่หน้าตัดส่วนคอของสกรูอิมแพลนท์ดังกล่าว ตำแหน่งที่เกิดค่าความเค้นสูงสุดจะเป็นตำแหน่งที่มีโมเมนต์ดัดสูงที่สุด

5.1.1.2 จากตำแหน่งที่ได้ในการวิเคราะห์หาค่าความเค้นดัดสูงสุดที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์ นำค่าพิกัดที่เกิดค่าความเค้นดัดสูงสุดดังกล่าวมาแทนลงในสมการที่2.13 เพื่อหาค่าความเค้นดัดสูงสุดและนำค่าที่ได้ไปคูณกับค่าความเข้มของความเค้นซึ่งในกรณีศึกษานี้มีค่าเท่ากับ 1.8 จากขั้นตอนการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ดังที่กล่าวมา จะพบว่าค่าความเค้นดัดสูงสุดที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 107.92 เมกกะปาสคาล

5.1.1.3 จากการคำนวณหาค่าความเค้นดัดสูงสุดด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธี จะพบว่าค่าความเค้นที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์จะมีค่าที่สูงกว่า เนื่องจากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์นั้นจะถือว่ากระดูกที่รองรับการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กนั้นเป็นวัตถุแข็งเกร็ง ดังนั้นสภาวะเงื่อนไขของที่จุดรองรับ(ตำแหน่งรอยต่อของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และกระดูก)จะถือว่าเป็นแบบยึดแน่น(Fixed) ซึ่งในแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่ทำการวิเคราะห์ตำแหน่งดังกล่าวจะยังสามารถเคลื่อนที่ได้ถึงแม้ว่าจะกำหนดให้ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของกระดูกสูงมากก็ตาม ด้วยเหตุผลนี้ค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์จะมีค่าที่สูงกว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์

เมื่อนำผลของค่าความเค้นดัดสูงสุดจากทั้ง 2 วิธีนำมาเปรียบเทียบกัน จะได้ผลค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง โดยที่ยึดค่าความเค้นดัดสูงสุดที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์เป็นหลัก คือ

$$\% \ Different = \frac{\sigma_{math} - \sigma_{FEM}}{\sigma_{math}} x100$$

$$\% \ Different = \frac{107.92 - 104.20}{107.92} x100$$

$$\% \ Different = 3.45$$

จากค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่ได้ 3.45 เปอร์เซ็นต์นั้น จะเห็นได้ว่าเป็นค่าน้อยและยอมรับได้ ดังนั้นจะถือว่าแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่สร้างนี้มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องเพียงพอ สามารถนำไปสร้างแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นตามที่ได้กำหนดในขอบเขตการวิจัยต่อไปได้

5.1.2 การวิเคราะห์การเปรียบเทียบค่าความเค้นในแนวแกนโดยเฉลี่ย

การเปรียบเทียบค่าความเค้นในแนวแกนโดยเฉลี่ยของสกรูอิมแพลนท์มีจุดประสงค์เพื่อยืนยันและสนับสนุนความถูกต้องของแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ โดยในการศึกษานี้จะทำการเปรียบเทียบค่าความเค้นในแนวแกน เมื่อสกรูรับภาระในแนวแกนเป็นแรงดึงขนาด 0.4905 นิวตัน และเนื่องจากสกรูเป็นสกรูที่มีความลาดเอียงดังนั้นการคำนวณหาความเค้นในแนวแกนโดยเฉลี่ยเพื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะเป็นความเค้นในแนวแกนที่ระนาบตัดห่างจากปลายของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก 12 มิลลิเมตร ซึ่งจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์ 1.3 มิลลิเมตรและเส้นผ่านศูนย์กลางราก 1 มิลลิเมตร จากผลการเปรียบเทียบเมื่อยึดค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์เป็นหลัก จะได้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเท่ากับ

$$\% \ Different = \frac{\sigma_{math} - \sigma_{FEM}}{\sigma_{math}} x100$$

$$\% \ Different = \frac{4.72 \times 10^5 - 4.38 \times 10^5}{4.72 \times 10^5} x100$$

$$\% \ Different = 7.2$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

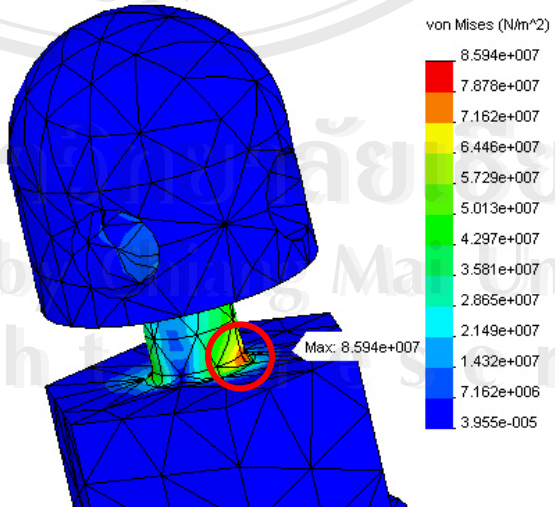
ถึงแม้ว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจะมีค่ามากถึง 7.2 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื่องจากค่าความเค้นที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นเพียงค่าเฉลี่ยของความเค้นในแนวแกนเท่านั้น ดังนั้นจะถือว่าค่าเปอร์เซนต์ความแตกต่างที่ได้เป็นค่าที่ยอมรับได้

5.2 การวิเคราะห์ผลกระทบของขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวที่มีผลกระทบต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ

จากผลการวิเคราะห์การกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ โดยการสร้างแบบจำลองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวเกลียวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กแตกต่างกันทั้งหมด 20 ขนาด จะได้ผลของค่าความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและค่าความเค้นยังผลที่เกิดขึ้นในชั้นกระดูกทึบ ดังแสดงในรูป 5.3 และ 5.5 ตามลำดับ

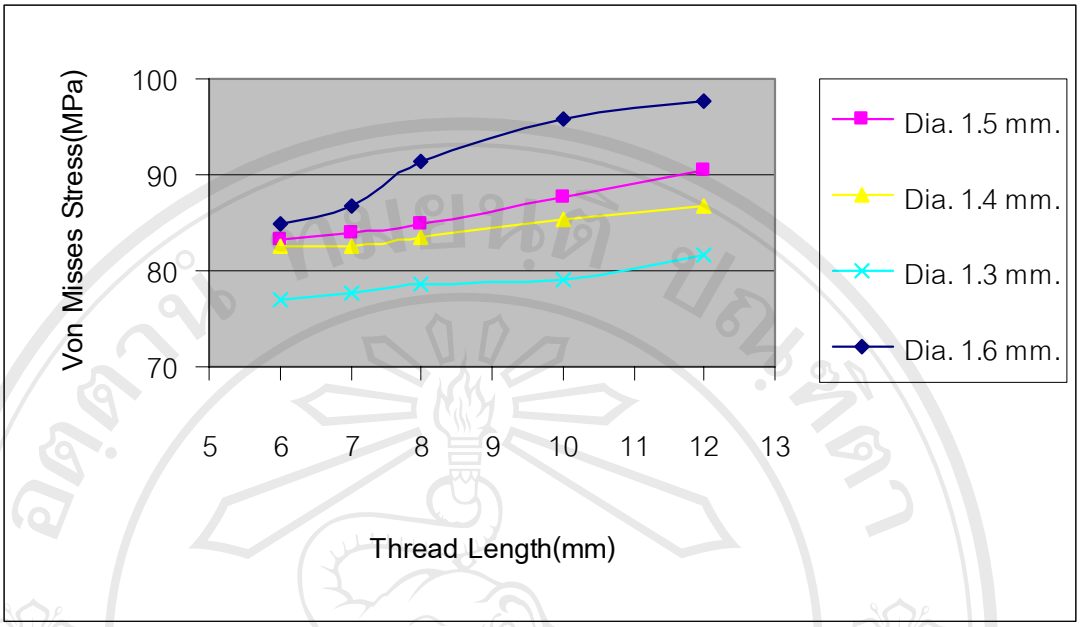
5.2.1 การวิเคราะห์กระจายความเค้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

การวิเคราะห์การกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก จะศึกษาถึงค่าความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นและนำมาเปรียบเทียบกับค่าความเค้นคราก 550 เมกกะ-ปาสคาล ของไทเทเนียมซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในการทำสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ จะพบว่าค่าความเค้น Von Mises สูงสุดในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก จะเกิดขึ้นที่ส่วนคอของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก ดังแสดงในรูป 5.2



รูป 5.2 ตำแหน่งที่เกิดความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 5.3 ความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กในแต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียว

และสำหรับอิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวที่มีต่อความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กนั้น จากกราฟดังแสดงในรูปที่ 5.3 จะเห็นได้ว่าค่าความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีค่าความเค้นVon Mises สูงสุดเท่ากับ 97.72 เมกกะปาสคาล เมื่อสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.6 มิลลิเมตรและมีขนาดความยาวเกลียว 12 มิลลิเมตรและมีค่าความเค้น Von Mises ต่ำสุดเท่ากับ 77.02 เมกกะปาสคาล เมื่อสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.3 มิลลิเมตรและมีขนาดความยาวเกลียว 6 มิลลิเมตร จากค่าความเค้น Von Mises สูงสุดที่ได้เมื่อนำมาทำการเปรียบเทียบกับค่าความเค้นครากของไทเทเนียม 550 เมกกะปาสคาล จะได้ว่า

$$Safety\ Factor = \frac{550}{97.92}$$

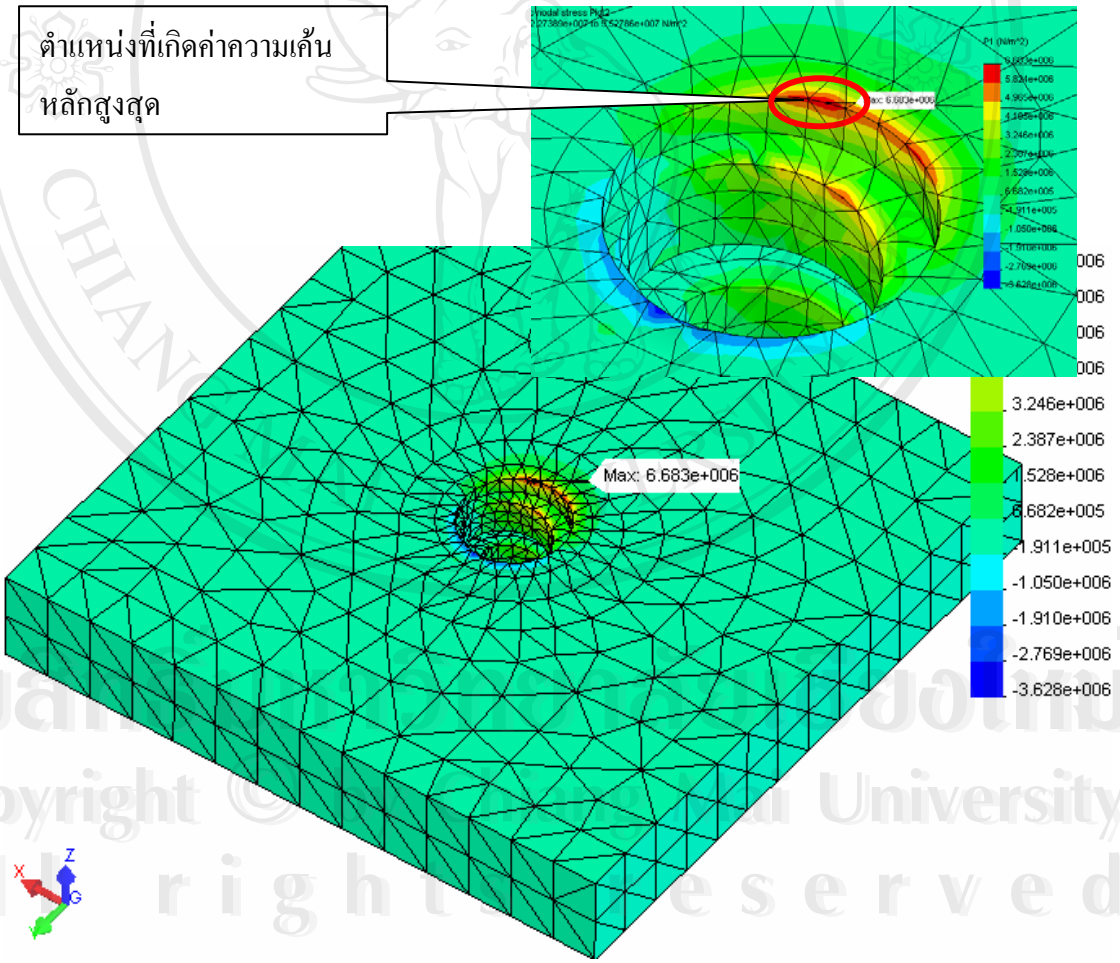
$$Safety\ Factor = 5.63$$

จากค่าความปลอดภัยขนาด 5.63 ดังกล่าว จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กนี้เมื่อใช้งานในการจัดฟันและรับภาระเป็นแรงดึงขนาด 0.4905 นิวตัน(50 กรัม) จะมีความปลอดภัยเพียงพอและจะไม่เกิดการเสียหาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

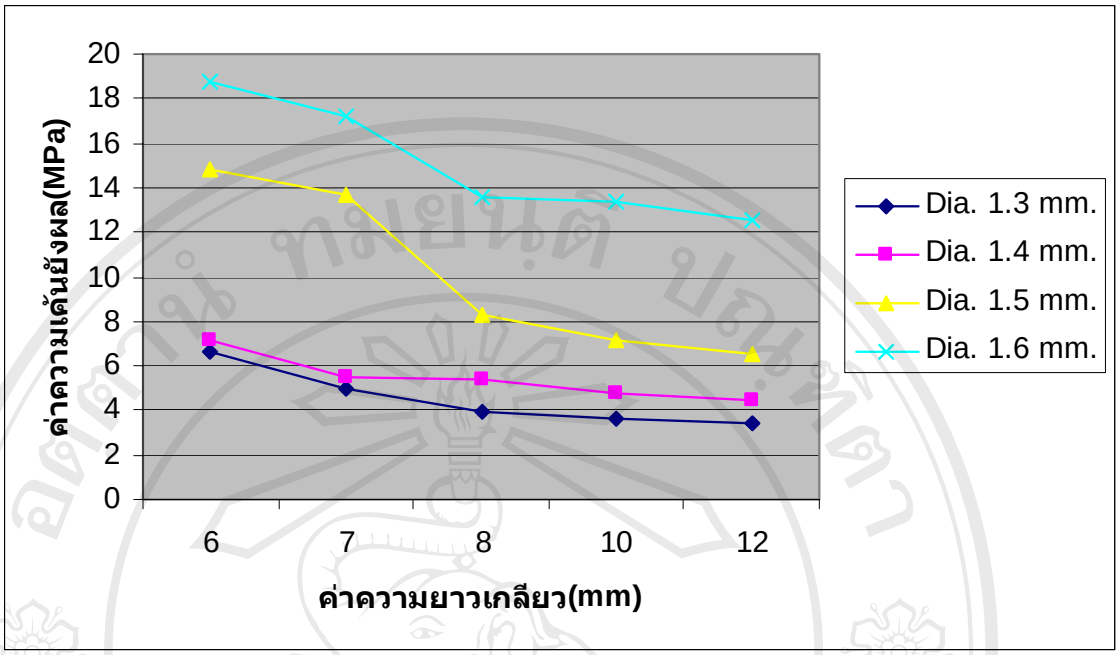
5.2.2 การวิเคราะห์การกระจายความเค้นในชั้นกระดูกทึบ

การวิเคราะห์การกระจายความเค้นในชั้นกระดูกทึบจะศึกษาถึงค่าความหลักสูงสุดที่เกิดขึ้น เพื่อนำค่าความเค้นหลักดังกล่าวไปคำนวณหาค่าความเค้นยังผลและนำไปเปรียบเทียบกับค่าความเค้นประลัยของกระดูกทึบ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าความความเค้นประลัยของกระดูกทึบเป็นความเค้นดึงมีค่าเท่ากับ 100 เมกกะปาสคาล จากการวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ทั้ง 20 แบบ จะพบว่าค่าความเค้นหลักสูงสุดจะเกิดขึ้นที่บริเวณใกล้กับผิวด้านบนของกระดูก ดังแสดงในรูปที่ 5.4 เมื่อนำค่าความเค้นหลักดังกล่าวไปคำนวณหาค่าความเค้นยังผล จะพบว่าค่าความเค้นยังผลจะมีค่าลดลงเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมีค่าเพิ่มมากขึ้น จะเห็นได้ดังแสดงในกราฟในรูปที่ 5.5



รูป 5.4 ตำแหน่งที่เกิดความเค้นหลักสูงสุดในชั้นกระดูกทึบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 5.5 ความเค้นยังผลสูงสุดที่เกิดขึ้นในชั้นกระดูกทึบในแต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียว

จากกราฟดังแสดงในรูปที่ 5.5 ค่าความเค้นยังผลจะมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3.46 เมกกะปาสคาล เมื่อสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.6 มิลลิเมตรและมีความความยาวเกลียว 12 มิลลิเมตร และจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 18.80 เมกกะปาสคาล เมื่อสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.3 มิลลิเมตรและมีความความยาวเกลียว 6 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กน้อยที่สุด เมื่อนำค่าความเค้นยังผลสูงสุดดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่าความเค้นประลัยของกระดูกทึบ จะได้ว่า

$$Safety\ Factor = \frac{100}{18.80}$$

$$Safety\ Factor = 5.32$$

จากค่าความปลอดภัยขนาด 5.32 ดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเป็นค่าความปลอดภัยที่สูงและแสดงให้เห็นว่าเมื่อชั้นกระดูกทึบของกระดูกฟันกรามรับความเค้นอันเนื่องมาจากแรงดึงที่ใช้ในการจัดฟันขนาด 0.4905 นิวตัน(50 กรัม) จะมีความปลอดภัยเพียงพอและจะไม่เกิดการเสียหาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

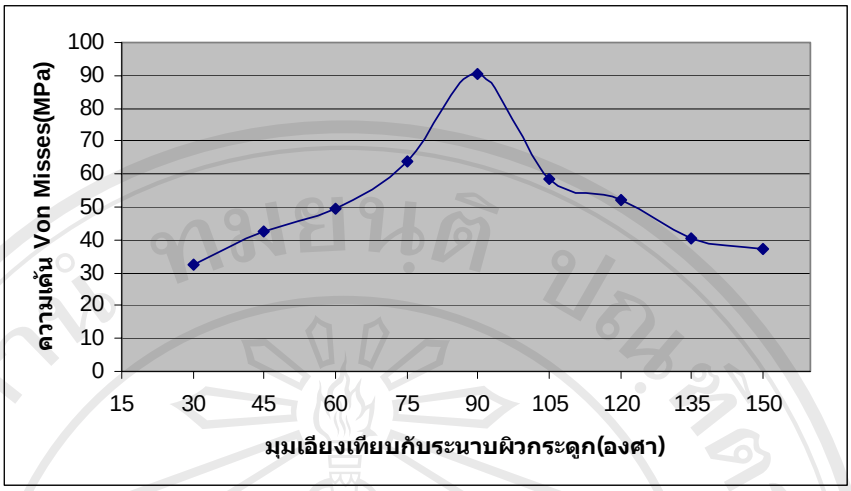
5.3 การวิเคราะห์ผลกระทบของมุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับแนวแรงที่ขนานกับระนาบผิวของกระดูกที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ

ในการศึกษาผลกระทบของมุมเอียงของการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นทั้งในตัวของสกรูอิมแพลนท์เองและกระดูกโดยรอบนั้น จะทำการศึกษาโดยเลือกแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูอิมแพลนท์ 1.5 มิลลิเมตร และมีขนาดความยาวเกลียว 12 มิลลิเมตร มาทำการวิเคราะห์โดยการปรับเปลี่ยนมุมในการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่ฝังตัวลงในกระดูกฟันกราม ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดมุมเอียงของการฝังตัวที่จะทำการวิเคราะห์ คือ 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 และ 150 องศา เทียบกับแนวแรงที่ขนานกับระนาบผิวของกระดูก จากการวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่มุมเอียงการฝังตัวต่างๆตามที่กำหนด จะได้ผลการวิเคราะห์การกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ ดังนี้

5.3.1 การวิเคราะห์การกระจายความเค้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่มุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ต่างๆ ตามที่ได้กำหนด จะพบว่าค่าความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิม-แพลนท์ขนาดเล็กจะเกิดขึ้นที่คอของสกรูอิมแพลนท์ในลักษณะเดียวกันกับกรณีการวิเคราะห์ผลกระทบของเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียว ดังแสดงในรูปที่ 5.2 ซึ่งค่าความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นในแต่ละมุมเอียงการฝังตัวนี้ สามารถนำเสนอในรูปแบบของกราฟเพื่อให้เห็นถึงผลกระทบของมุมเอียงของการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มีต่อค่าความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้น ได้ดังแสดงในรูปที่ 5.6 โดยจะเห็นได้ว่าค่าความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กนั้นจะมีค่าสูงสุดเมื่อสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กฝังตัวในลักษณะทำมุม 90 องศา(ตั้งฉาก) เทียบกับแนวแรงซึ่งขนานกับระนาบผิวของกระดูกและค่าความเค้น Von Mises ดังกล่าวจะมีค่าลดลงเมื่อมุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับแนว 90 องศานี้ มีค่าเพิ่มมากขึ้น

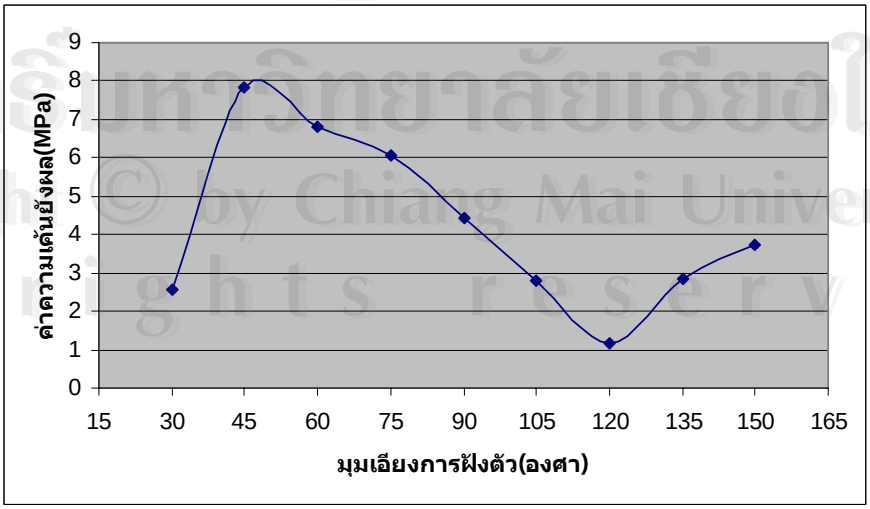
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 5.6 ความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ต่างๆ

5.3.2 การวิเคราะห์การกระจายความเค้นในชั้นกระดูกทึบ

การวิเคราะห์การกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในชั้นกระดูกทึบ จะศึกษาถึงค่าความเค้นหลักสูงสุดที่เกิดขึ้นเพื่อนำค่าความเค้นหลักที่ได้นำไปคำนวณหาค่าความเค้นยังผล จากการวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่มุมเอียงของการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กต่างๆ จะพบว่าค่าความเค้นยังผลสูงสุดที่เกิดขึ้นในชั้นกระดูกทึบ จะมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 7.82เมกกะปาสคาล เมื่อมุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กทำมุม 45 องศา เทียบกับแนวแรงที่ขนานกับระนาบผิวของกระดูกและจะมีค่าลดลงเมื่อมุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.16 เมกกะปาสคาล เมื่อมุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ทำมุม 120 องศา เทียบกับแนวแรงที่ขนานกับระนาบผิวของกระดูก



รูป 5.7 ความเค้นยังผลสูงสุดที่เกิดขึ้นในชั้นกระดูกทึบที่มุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ต่างๆ

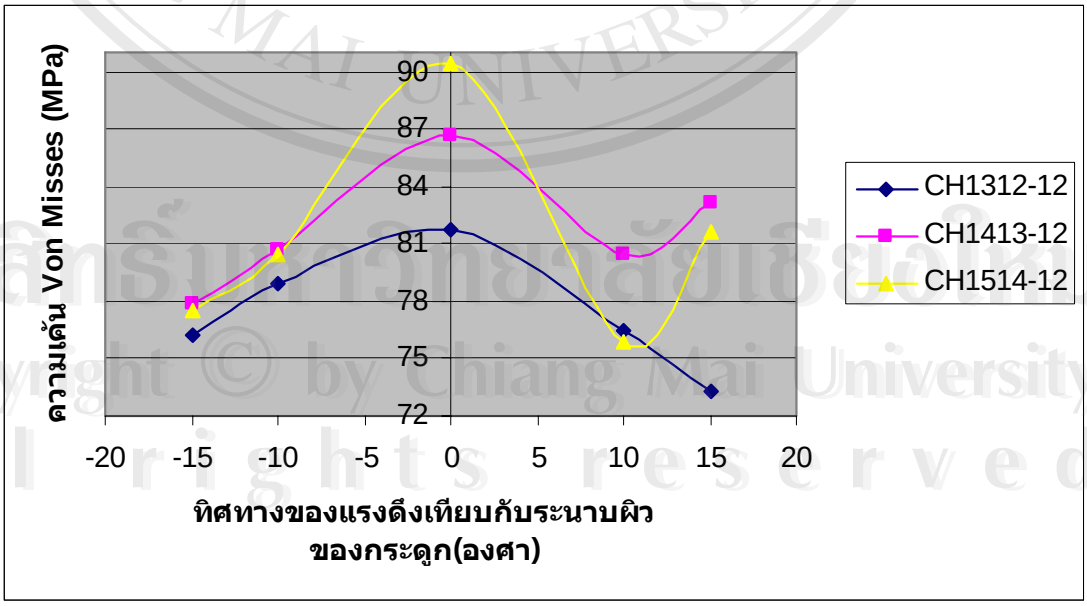
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.4 การวิเคราะห์ผลกระทบของทิศทางของแรงที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับระนาบผิวของกระดูกที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ

การวิเคราะห์ผลกระทบของทิศทางของแรงที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับระนาบผิวของกระดูกที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกโดยรอบ ในการศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์โดยการปรับเปลี่ยนมุมเอียงของแรงที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กซึ่งประกอบด้วยมุมเอียง -15, -10, 0, 10 และ 15 องศาเทียบกับระนาบผิวของกระดูก โดยได้เลือกแบบจำลองที่สกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.3, 1.4 และ 1.5 มิลลิเมตรซึ่งในแต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจะมีขนาดความยาวเกลียว 12 มิลลิเมตร จากผลการวิเคราะห์จะได้ค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนดังนี้

5.4.1 การวิเคราะห์การกระจายความเค้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

จากผลการวิเคราะห์การกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก จะพบว่าค่าความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก จะมีค่ามากที่สุดเมื่อทิศทางของแรงดึงทำมุม 0 องศา(ขนาน)กับระนาบผิวของกระดูก และจะมีค่าลดลงเมื่อทิศทางของแรงดึงทำมุมเบี่ยงเบนไปจากแนวขนานกับระนาบผิวของกระดูก ดังจะเห็นได้จากกราฟในรูปที่ 5.8

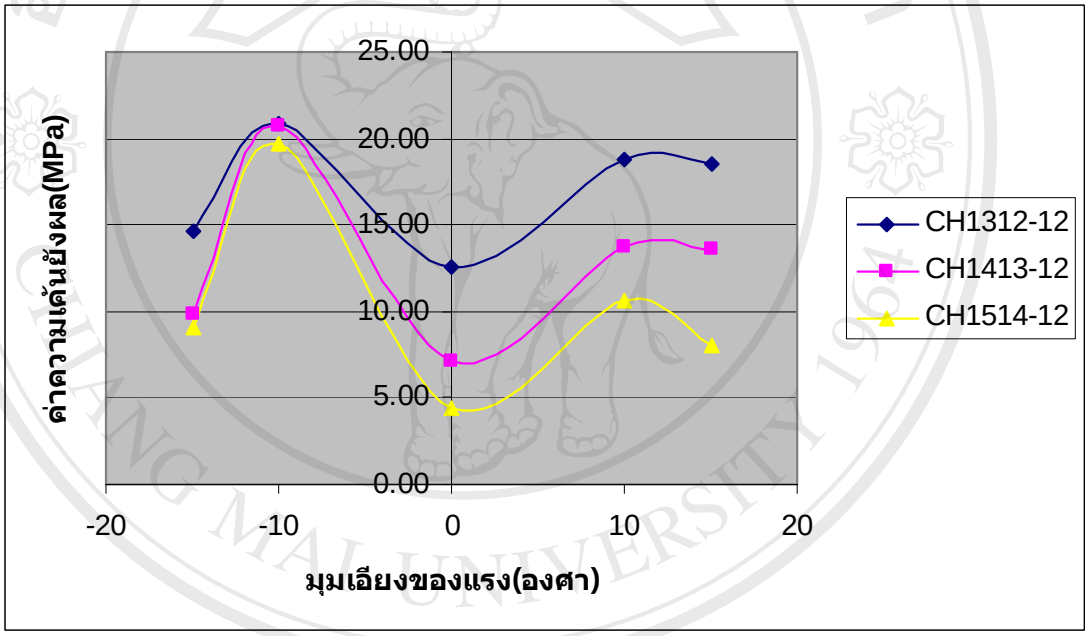


รูป 5.8 ค่าความเค้น Von Mises สูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนที่ทิศทางของแรงดึงต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.4.2 การวิเคราะห์การกระจายความเค้นในชั้นกระดูกทึบ

การวิเคราะห์การกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในชั้นกระดูกทึบ จะศึกษาถึงค่าความเค้นหลักสูงสุดที่เกิดขึ้นเพื่อนำค่าความเค้นหลักที่ได้นำไปคำนวณหาค่าความเค้นยังผล จากการวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่ทิศทางของแรงดึงต่างๆ ตามที่กำหนด จะพบว่าค่าความเค้นยังผลสูงสุดที่เกิดขึ้นในชั้นกระดูกทึบจะมีค่าต่ำสุดเมื่อทิศทางของแรงดึงทำมุม 0 องศา(ขนาน)กับระนาบผิวของกระดูก ซึ่งสังเกตได้ว่าค่าความเค้นยังผลดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทิศทางของแรงดึงเบี่ยงเบนไปจากแนวขนานกับระนาบผิวของกระดูกไปเป็นมุม 10 องศาและจะมีค่าลดลงเมื่อทิศทางของแรงดึงเบี่ยงเบนไปเป็นมุม 15 องศา ดังจะเห็นได้จากกราฟในรูปที่ 5.9



รูป 5.9 ค่าความเค้นยังผลสูงสุดที่เกิดขึ้นในชั้นกระดูกทึบที่ทิศทางของแรงดึงต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved