บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยได้กำหนดวิธีการดำเนินการศึกษาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้นำเสนอไว้ในบทที่ 1 และมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการดำเนินการศึกษา ดังต่อไปนี้

3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและรายละเอียดต่าง ๆ ของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กรวมถึงศึกษาเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยนี้

3.1.2 ทำการวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ โดยเลือกวิเคราะห์แบบจำลองของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.6 มิลลิเมตรและมีขนาดความยาวเกลียว 12 มิลลิเมตร (CH1615-12) เพื่อหาค่าความเค้นดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นและนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการคณิตศาสตร์

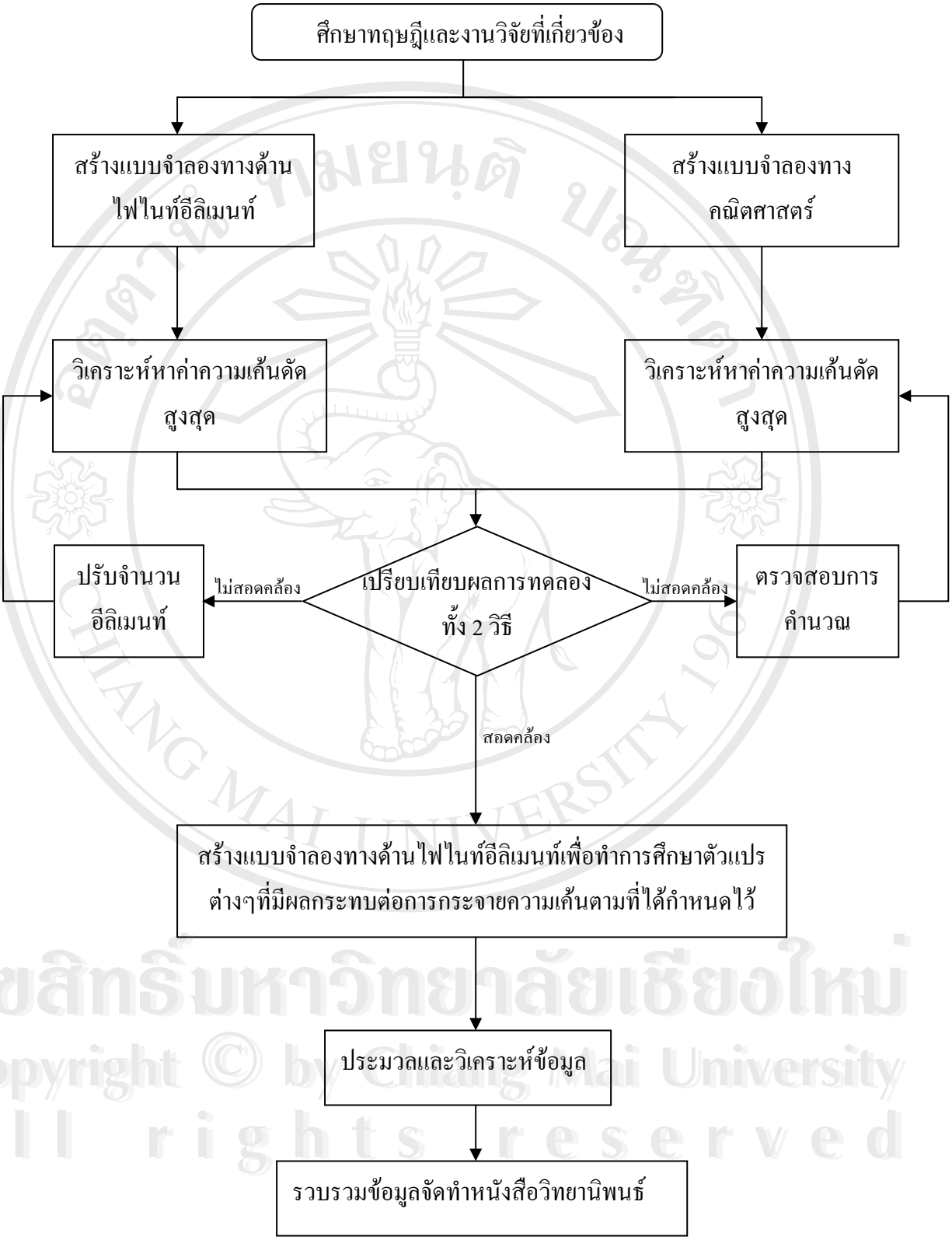
3.1.3 ทำการคำนวณหาค่าความเค้นดัดสูงสุดด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

3.3.4 เปรียบเทียบค่าความเค้นดัดสูงสุดที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์กับค่าความเค้นดัดสูงสุดที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์เพื่อยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองทางไฟไนท์อีลีเมนท์

3.3.5 ทำการศึกษาถึงผลกระทบของตัวแปรที่กำหนดที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกบริเวณโดยรอบด้วยการวิเคราะห์โดยระเบียบวิธีการไฟไนท์อีลีเมนท์

3.3.6 สรุปผลและจัดทำหนังสือวิทยานิพนธ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



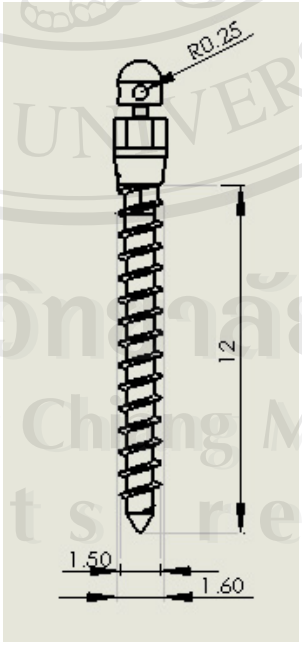
รูป 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 การวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กชนิด CH1615-12

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้างและวิเคราะห์แบบจำลองทางไฟไนท์อีลิเมนท์ของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก โดยมีจุดประสงค์เพื่อหาค่าความเค้นดัดสูงสุดและค่าความเค้นในแนวแกนโดยเฉลี่ยของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการศึกษานี้ได้เลือกทำการวิเคราะห์สกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.6 มิลลิเมตรและมีขนาดความยาวเกลียว 12 มิลลิเมตร (CH1615-12) เพื่อหาค่าความเค้นดัดสูงสุดและค่าความเค้นในแนวแกนโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้น เนื่องจากสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กชนิดนี้มีขนาดความยาวเกลียวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่มากที่สุด เมื่อนำไปฝังลงบนกระดูกฟันกรามจะส่งผลให้บริเวณจุดรองรับ (Support) มีพฤติกรรมใกล้เคียงกับคานยื่นตามทฤษฎีซึ่งถือว่าผนังของคานยื่นนั้นเป็นวัสดุแข็งเกร็งและเงื่อนไขขอบที่จุดรองรับเป็นแบบยึดแน่น (Fixed) มากที่สุด โดยในการสร้างแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ในการวิเคราะห์ในหัวข้อนี้มีรายละเอียดการสร้างและการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

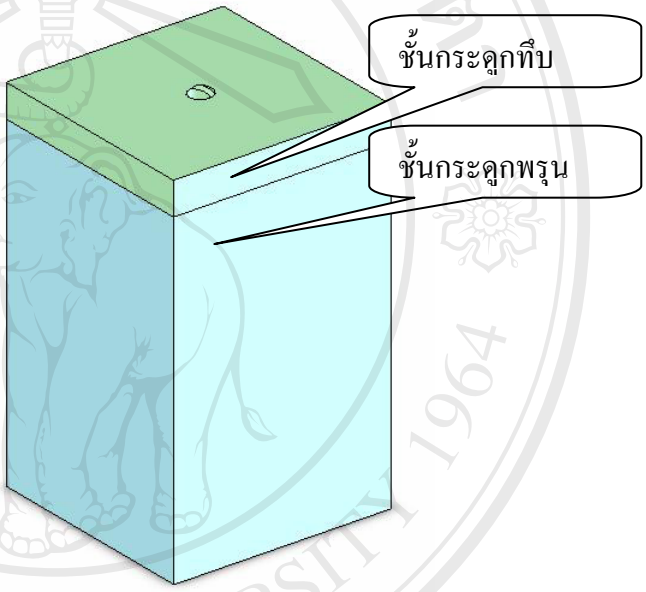
3.2.1 ทำการสร้างแบบจำลองของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กชนิด CH1615-12 ซึ่งมีลักษณะเป็นเกลียวเดี่ยวที่มีความลาดเอียงและเป็นเกลียวขวา ระยะพิทช์เท่ากับ 0.75 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูป 3.2 รายละเอียดของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.2 สร้างแบบจำลองของกระดูกฟันกรามบริเวณที่มีการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก ซึ่งในแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่ได้ทำการศึกษานี้จะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม 2 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 3.3 โดยที่ชั้นบน คือ *ชั้นกระดูกทึบ (Cortical Bone)* ซึ่งเป็นกระดูกชั้นนอกของกระดูกฟันกรามที่มีความแข็งแรงและมีความหนาแน่นสูง โดยในแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่ได้ทำการศึกษานี้กำหนดให้มีขนาดความหนา 1.5 มิลลิเมตร[1] ชั้นที่สอง คือ *ชั้นกระดูกพรุน (Cancellous Bone)* เป็นกระดูกชั้นในของกระดูกฟันกรามซึ่งมีความหนาแน่นต่ำ ในแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ที่ได้ทำการศึกษานี้ได้กำหนดให้มีขนาดความหนา 15 มิลลิเมตร[1]



รูป 3.3 แบบจำลองของกระดูกฟันกรามโดยรอบที่รองรับการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

3.2.3 กำหนดคุณสมบัติของวัสดุโดยกำหนดให้ค่าคุณสมบัติของไทเทเนียมเป็นไปตามตารางที่ 3.1 ส่วนคุณสมบัติของกระดูกนั้นจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นวัตถุแข็งเกร็ง (Rigid Body) เพื่อให้มีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะตามทฤษฎี โดยตามทฤษฎีจะทำการคำนวณหาค่าความเค้นดัดสูงสุด ในขณะที่สกรูฝังอยู่ในผนังแข็งเกร็งเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์ ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

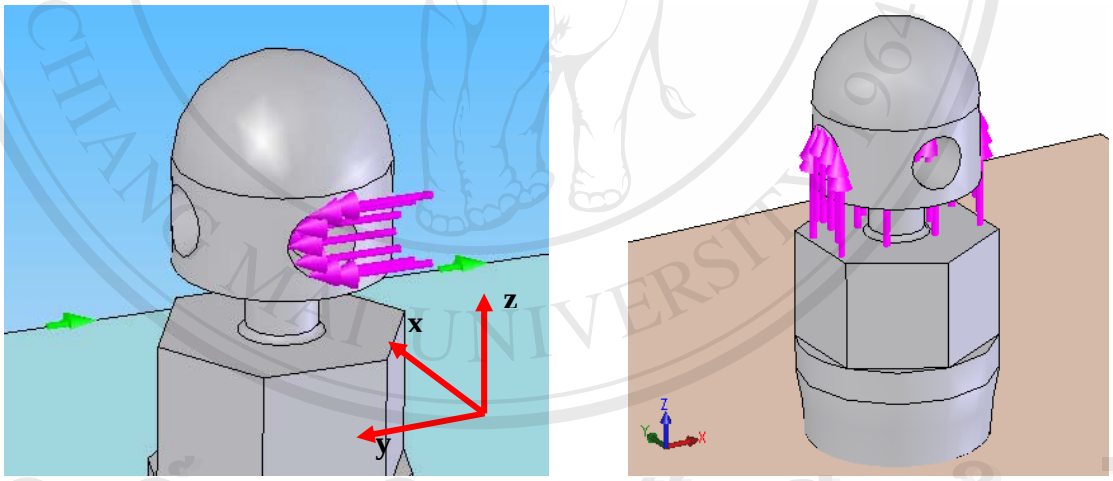
[1]Gurcan Eskitascioglu and staffs. The influence of occlusal loading location on stress tansferred to implant-supported protheses and supporting bone. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 91, 144-150

ตาราง 3.1 ค่าคุณสมบัติของวัสดุต่างๆในแบบจำลอง

วัสดุ	Young's Modulus (GPa)	Poisson's Ratio
Titanium	110	0.35
กระดูกทึบ	13.7	0.3
กระดูกพรุน	1.85	0.3

ที่มา : Haldun Iplikcioglu and Kivanc Akca (2001)

3.2.4 กำหนดให้ภาระที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเป็นแรงดึงมีขนาด 0.4905 นิวตัน (50 กรัม) ซึ่งเป็นแรงที่ใช้ในทางทันตกรรมจัดฟันโดยทั่วไป โดยในกรณีวิเคราะห์หาค่าความเค้นดัดสูงสุด แรงจะกระทำในลักษณะกระจายเต็มครึ่งผิวทรงกระบอกของรูที่บริเวณหัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กในทิศทางขนานกับระนาบผิวของกระดูก ดังแสดงในรูป 3.4(ก) และในกรณีการวิเคราะห์หาค่าความเค้นในแนวแกนแรงจะกระทำในแนวตั้งฉากกับระนาบผิวของกระดูก ดังแสดงในรูป 3.4(ข)

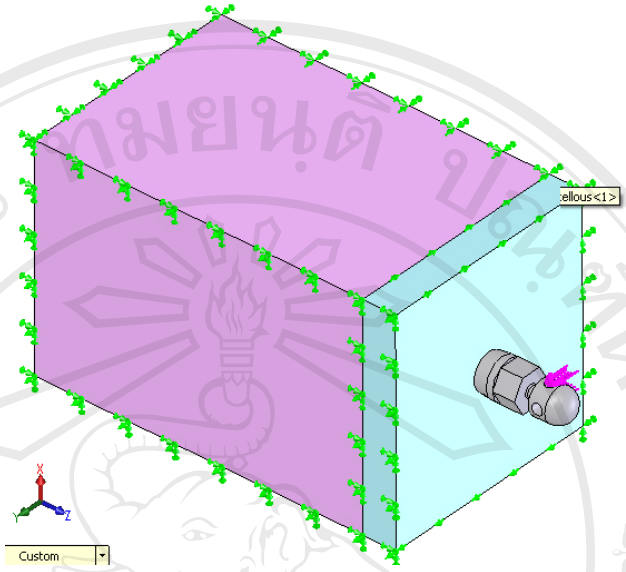


(ก) (ข)

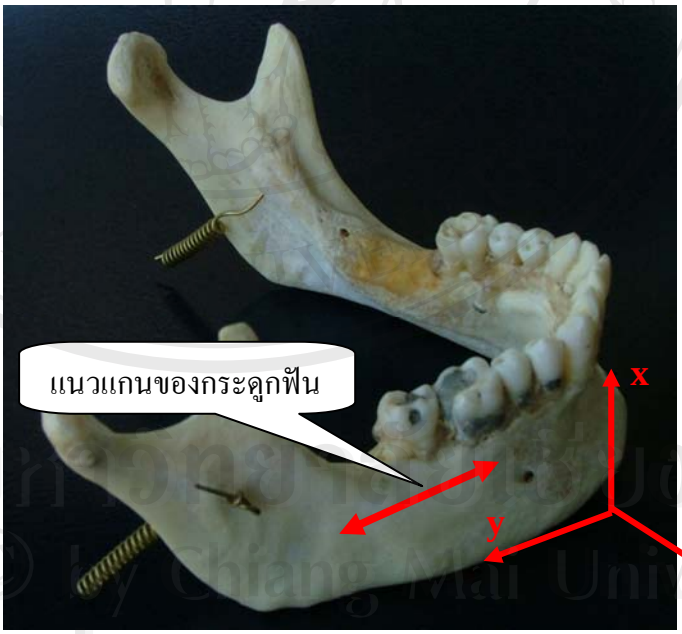
รูป 3.4 ลักษณะของแรงที่กระทำผ่านรูที่ส่วนหัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

3.2.5 กำหนดเงื่อนไขขอบของแบบจำลอง โดยกำหนดให้แกน y คือ ทิศทางของแนวแกนของกระดูกฟันกราม ดังนั้นผิวที่ตั้งฉากกับแนวแกน y จะถูกกำหนดให้มีสภาวะเงื่อนไขขอบเป็นแบบยึดแน่น (Fixed) ส่วนระนาบที่ตั้งฉากกับแกน x จะถูกกำหนดให้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวแกน y ส่วนระนาบที่ตั้งฉากกับแกน z ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ผิวด้านนอกของชั้นกระดูกทึบถูกกำหนดให้เป็นพื้นผิวอิสระและผิวด้านในของกระดูกพรุนกำหนดให้ไม่สามารถเคลื่อนที่ในแนวแกน y ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



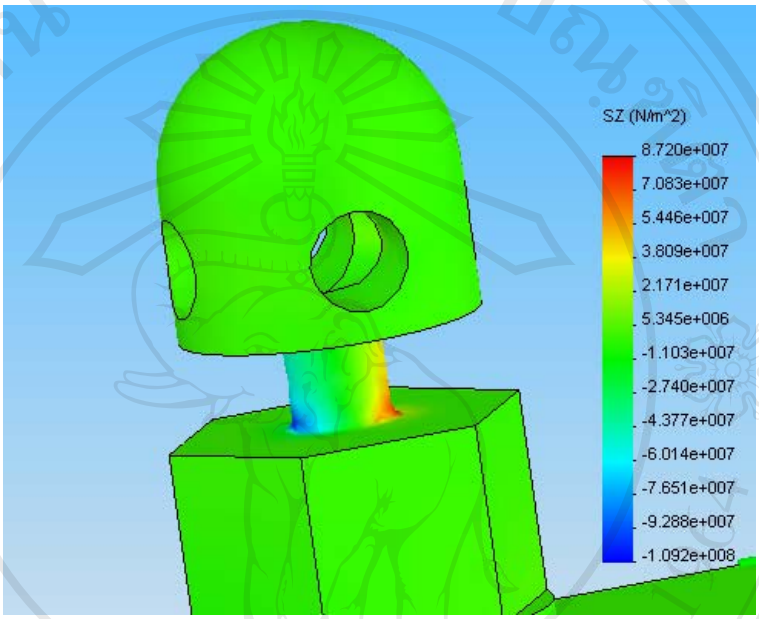
รูป 3.5 เงื่อนไขขอบของแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์



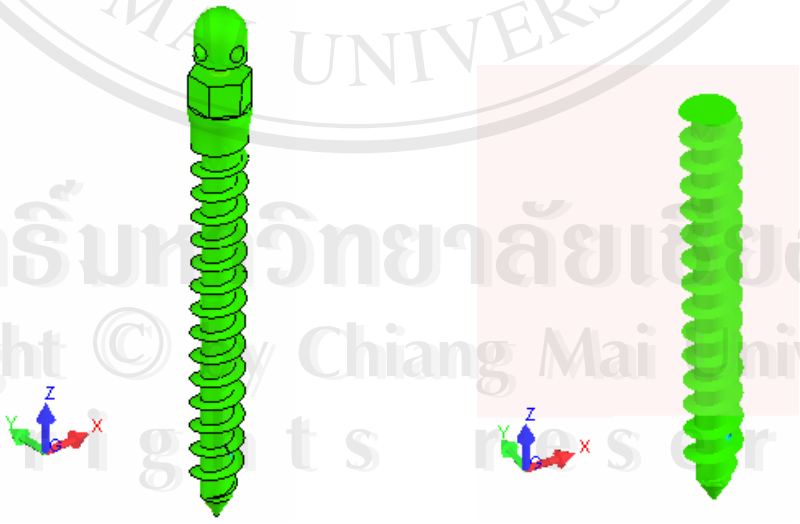
รูป 3.6 แนวแกนของกระดูกฟันกราม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.6 วิเคราะห์ผลหาค่าความเค้นดัดและค่าความเค้นในแนวแกนสูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรู-อิมแพลนท์ขนาดเล็กด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ไฟไนท์อีลีเมนท์ Cosmos Works เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าความเค้นดัดสูงสุดและค่าความเค้นในแนวแกนโดยเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์



รูป 3.7 ความเค้นดัดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก



รูป 3.8 ความเค้นในแนวแกน(z)ที่เกิดขึ้นและภาพตัดที่ระนาบห่างจากปลายของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก 12 มิลลิเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 การคำนวณหาค่าความเค้นดัดสูงสุดด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

สำหรับการคำนวณหาค่าความเค้นดัดสูงสุดด้วยสมการทางคณิตศาสตร์นั้น ดังที่ได้กล่าวมาในบทที่ 2 จะสามารถหาค่าได้โดยการใช้ทฤษฎีความยืดหยุ่น โดยพิจารณาคานยื่นที่มีหน้าตัดวงกลมและไม่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของหน้าตัด โดยกำหนดให้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 กำหนดฟังก์ชันความเค้นที่มีความสอดคล้องกับสมการควบคุม ซึ่งในการศึกษานี้ฟังก์ชันความเค้นที่กำหนดจะอยู่ในรูปของสมการพหุนาม(Polynomial)

3.3.2 จากสมการฟังก์ชันความเค้นที่กำหนด จะสามารถหาค่าคงที่ของสมการได้จากสภาวะเงื่อนไขขอบซึ่งจะทำให้ได้สมการที่ใช้ในการคำนวณหาความเค้นดัดสำหรับกรณีของคานยื่นที่มีรูปร่างหน้าตัดทรงกลม(สมการ 2.13)

$$\sigma_x = \frac{4Pxy}{\pi r^4}$$

3.3.3 จากสมการดังกล่าว ทำการหาค่าความเค้นดัดสูงสุดที่จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์ โดยการแทนค่าพิกัดที่เกิดความเค้นดัดสูงสุดที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์ในหัวข้อที่ 3.2

3.3.4 นำผลการคำนวณที่ได้มาคูณด้วยค่าความเข้มของหน่วยแรง ที่อ่านได้จากกราฟในรูปที่ 2.5 ซึ่งในการศึกษานี้จะมีค่าเท่ากับ 1.43 (r/d = 0.2, D/d = 3)

3.3.5 ค่าที่ได้จากหัวข้อที่ 3.3.4 จะเป็นค่าความเค้นดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะใช้ในการนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์เพื่อยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์

3.4 การคำนวณหาค่าความเค้นในแนวแกนโดยเฉลี่ยด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

ค่าความเค้นในแนวแกนโดยเฉลี่ยของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กจะสามารถหาได้จากสมการ

$$\sigma = \frac{4F}{\pi\left(\frac{d_p + d_r}{2}\right)^2} \tag{3.1}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อ d_p คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์ (Pitch Diameter)

d_r คือ เส้นผ่านศูนย์กลางราก (Root Diameter)

F คือ แรงในแนวแกนที่กระทำกับสกรู

3.5 การเปรียบเทียบผลการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์กับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์เพื่อยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์

จากหัวข้อที่ 3.2 และ 3.3 จะได้ผลการคำนวณของค่าความเค้นดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก ทั้งในส่วนที่ได้จากการการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาตร์และที่ได้จากการวิเคราะห์ผลด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์ ผลที่ได้จากวิธีการทั้ง 2 จะถูกนำมาเปรียบเทียบผลความแตกต่าง โดยจะยึดผลที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์เป็นหลัก ซึ่งหากผลที่ได้ไม่มีความสอดคล้องกันก็จะทำการตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลองที่ทำการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์ รวมไปถึงขั้นตอนการคำนวณจากสมการทางคณิตศาสตร์ด้วย เมื่อผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนท์อีลิเมนท์และการคำนวณจากสมการทางคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกันแล้ว จะถือว่าแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ ที่ได้ทำการสร้างนั้นมีความน่าเชื่อถือและถูกต้องเพียงพอ ซึ่งจะได้ทำการสร้างและทำการปรับเปลี่ยนขนาดตัวแปรต่างๆที่ส่งผลต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้น เพื่อทำการวิเคราะห์และทำการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆตามที่ได้กำหนดไว้

3.6 การสร้างแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์เพื่อการศึกษาผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียว ที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกบริเวณโดยรอบ

สำหรับการศึกษาผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกบริเวณโดยรอบนั้น จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์เพื่อยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์ แต่จะมีการปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กในแต่ละแบบจำลอง โดยจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.6.1 สร้างแบบจำลองของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวตามที่ได้กำหนดไว้ในขอบเขตของงานวิจัย คือ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.6, 1.5, 1.4 และ 1.3 มิลลิเมตรและในแต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง จะมีขนาดความยาวเกลียวที่แตกต่างกัน 5 ขนาด คือ 6, 7, 8, 10 และ 12 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.6.2 สร้างแบบจำลองของกระดูกฟันกรามบริเวณโดยรอบที่รองรับการฝังตัวของสกรูอิม-แพลนท์ขนาดเล็ก โดยสร้างเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาดหน้าตัด 10 x 10 มิลลิเมตร ประกอบไปด้วยกระดูก 2 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 3.5

3.6.3 ประกอบชิ้นส่วนต่างๆของแบบจำลองเข้าด้วยกัน

3.6.4 กำหนดค่าคุณสมบัติของส่วนต่างๆในแบบจำลองให้เป็นไปตามตารางที่ 3.1

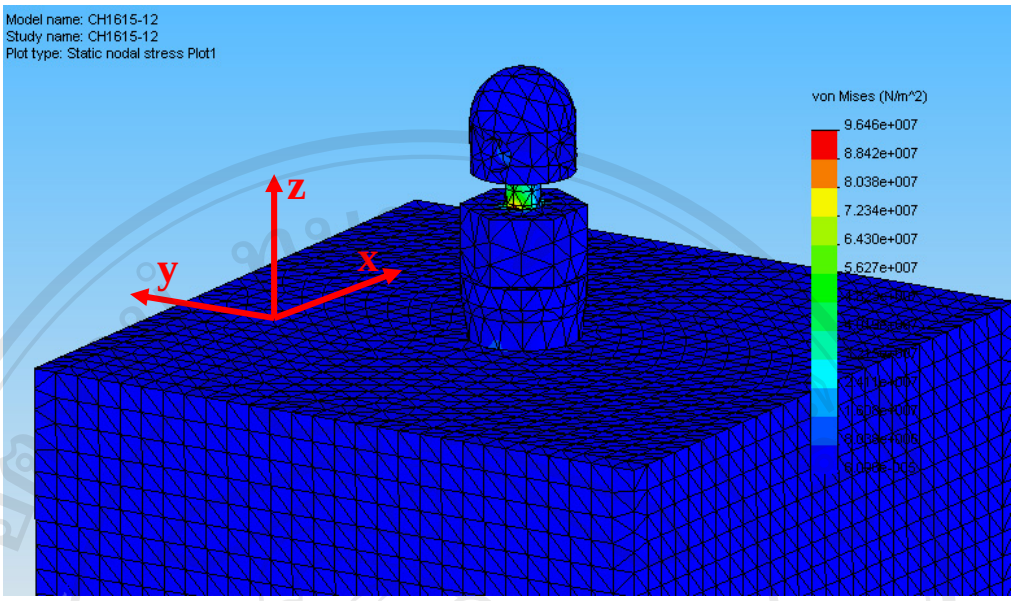
3.6.5 กำหนดเงื่อนไขขอบ โดยกำหนดให้หน้าตัดที่ตั้งฉากกับแนวแกนของกระดูกฟันกราม (แกน y) ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในทุกทิศทาง ระนาบผิวนอกของชั้นกระดูกทึบกำหนดให้เป็นผิวอิสระ ระนาบที่เหลือกำหนดให้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวแกนของกระดูกฟันกราม ส่วนภาระที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กกำหนดให้มีขนาด 0.4905 นิวตัน มีทิศทางขนานกับระนาบผิวของกระดูก

3.6.6 วิเคราะห์ผลหาค่าความเค้น Von Misses สูงสุดที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดและค่าความเค้นหลักที่เกิดขึ้นในกระดูกฟันกราม ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวต่างๆ ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ไฟไนท์อีลีเมนท์ Cosmos Works

ตาราง 3.2 ชื่อรหัสในแต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวเกลียวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก

Miniscrew Implant		ขนาดความยาวกลียว(mm)				
		6	7	8	10	12
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	1.6	CH1615-06	CH1615-07	CH1615-08	CH1615-10	CH1615-12
	1.5	CH1514-06	CH1514-07	CH1514-08	CH1514-10	CH1514-12
	1.4	CH1413-06	CH1413-07	CH1413-08	CH1413-10	CH1413-12
	1.3	CH1312-06	CH1312-07	CH1312-08	CH1312-10	CH1312-12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.9 การกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในแบบจำลองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก 1.6 และ 12 มิลลิเมตร

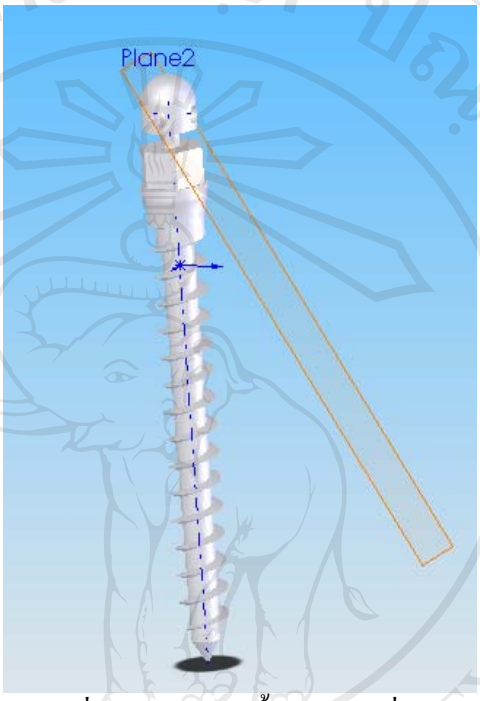
3.7 การสร้างแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์เพื่อการศึกษาผลกระทบของมุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก ที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกบริเวณโดยรอบ

สำหรับการศึกษาผลกระทบของมุมเอียงของการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กนั้นจะทำโดยการเลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวเกลียวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมา 1 ขนาด จากทั้งหมด 20 ขนาด ดังจะเห็นได้ในหัวข้อที่ 3.5 ซึ่งการศึกษาในหัวข้อนี้ได้เลือกสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตรและขนาดความยาวเกลียว 12 มิลลิเมตร โดยในการสร้างแบบจำลองในการศึกษาผลกระทบของมุมเอียงของการฝังตัวเทียบกับแนวแรงที่ขนาดกับระนาบของผิวกระดูกนั้นจะมีรายละเอียดดังนี้

3.7.1 สร้างแบบจำลองของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตรและขนาดความยาวเกลียว 12 มิลลิเมตร (CH1514-12) โดยในการสร้างแบบจำลองของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรในหัวข้อที่ 3.5 นั้น พื้นผิวของรูที่ส่วนหัวของสกรูที่ใช้ในการรั้งลวดจัดฟันจะมีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยที่ระนาบที่ใช้ในการแบ่งสกรูดังกล่าวจะเป็นระนาบในแนวแกนของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กซึ่งจะตั้งฉากกับผิวระนาบของกระดูก แต่ในการศึกษาผลกระทบของมุมเอียงของการฝังตัวนี้ ระนาบที่ใช้ในการแบ่งพื้นผิวของรูดังกล่าวจะต้องเอียงทำมุมสอดคล้องกับมุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขนาดเล็กที่จะทำการวิเคราะห์ในแบบจำลองนั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.9 ระนาบจะทำมุมเอียงขนาด 30 องศากับแนวแกนของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก ซึ่งแบบจำลองของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กนี้จะใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของมุมเอียงของการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก เมื่อสกรูเอียงทำมุม 60 องศากับแนวแรงซึ่งขนานกับระนาบผิวของกระดูก

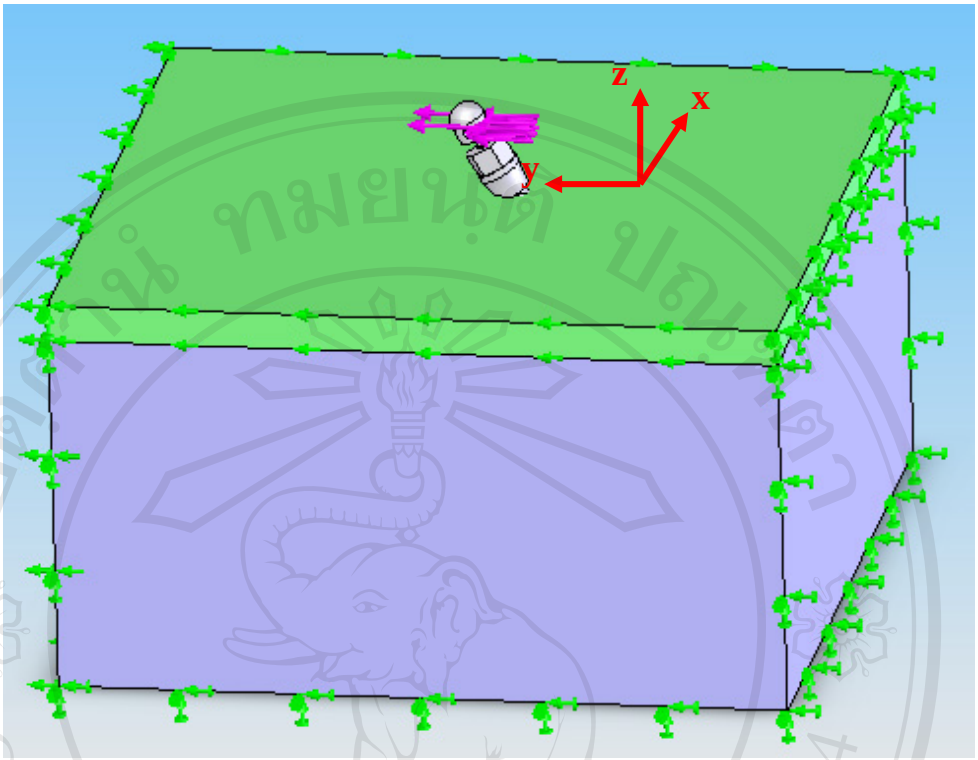


รูป 3.10 ระนาบที่ใช้ในการแบ่งพื้นผิวของรูที่ส่วนหัวของสกรู

3.7.2 สร้างแบบจำลองของกระดูกโดยรอบ ซึ่งในการศึกษานี้จะสร้างเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมเหมือนกับในกรณีที่ทำการวิเคราะห์ผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความยาวเกลียว แต่เนื่องจากสกรูในแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของมุมเอียงของการฝังตัวนี้จะมีการเอียงดังนั้นจึงจะต้องขยายขนาดพื้นที่หน้าตัดของแบบจำลองของกระดูกจากเดิมขนาด 10 x 10 มิลลิเมตรเป็นขนาด 30 x 30 มิลลิเมตร

3.7.3 ประกอบแบบจำลองของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกเข้าด้วยกัน โดยทำการวางแนวการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กให้สอดคล้องกับมุมเอียงที่ต้องการจะศึกษา ซึ่งในการศึกษานี้กำหนดให้ทำการศึกษามุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ที่มุม 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 และ 150 องศา ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



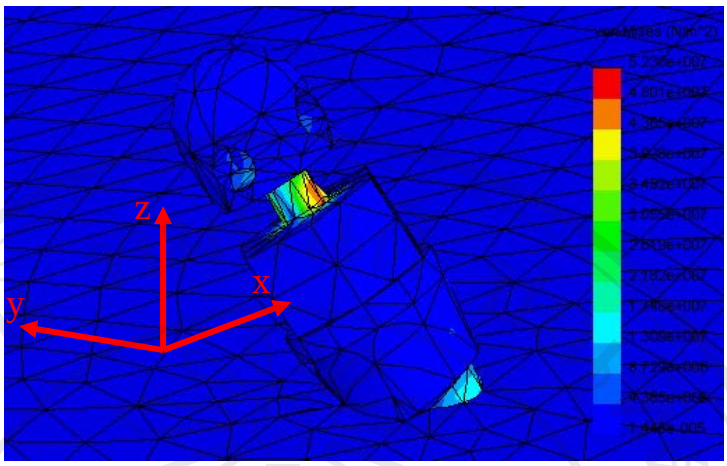
รูป 3.11 แบบจำลองในการวิเคราะห์ผลกระทบมุมเอียงของการฝังตัวโดยมีมุมเอียง 120 องศา

3.7.4 กำหนดสภาวะเงื่อนไขขอบของแบบจำลอง โดยจะเหมือนกับที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.5 คือ กำหนดให้หน้าตัดที่ตั้งฉากกับแนวแกนของกระดูกฟันกราม (แกน y) ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในทุกทิศทาง ระนาบผิวนอกของชั้นกระดูกทึบกำหนดให้เป็นผิวอิสระ ส่วนระนาบที่เหลือกำหนดให้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวแกนของกระดูกฟันกราม ส่วนภาระที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก ทิศทางจะยังคงอยู่ในแนวขนานกับพื้นผิวระนาบของกระดูกในทุกๆมุมเอียงของการฝังตัวที่ทำการวิเคราะห์ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.11 เป็นการวิเคราะห์ผลกระทบของมุมเอียงการฝังตัวเมื่อสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กนั้นทำมุมเอียง 120 องศากับแนวแรงที่ขนานกับผิวระนาบของกระดูก

3.7.5 กำหนดคุณสมบัติของชิ้นส่วนต่างๆในแบบจำลอง ให้เป็นไปตามตารางที่ 3.1

3.7.6 วิเคราะห์การกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นทั้งในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกบริเวณโดยรอบ ที่มุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กต่างๆตามที่ได้กำหนด ด้วยโปรแกรม Cosmos Works

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.12 การกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นสำหรับการวิเคราะห์มุมเอียงการฝังตัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มุมเอียง 120 องศา

3.8 การสร้างแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนท์เพื่อการศึกษาผลกระทบของทิศทางของแรงดึงที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับระนาบผิวของกระดูก ที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกบริเวณโดยรอบ

สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบทิศทางของแรงดึงที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กเทียบกับระนาบผิวของกระดูกนั้น ในการศึกษานี้ได้เลือกแบบจำลองที่จะนำมาทำการวิเคราะห์ 3 แบบ จากทั้งหมด 20 แบบในหัวข้อที่ 3.5 โดยขนาดของแบบจำลองสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่เลือกนำมาทำการวิเคราะห์ คือ แบบจำลองที่สกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5, 1.4 และ 1.3 มิลลิเมตรซึ่งในแต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจะมีขนาดความยาวเกลียว 12 มิลลิเมตร ที่ผิวของรูบริเวณส่วนหัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่แรงกระทำ จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ด้วยระนาบที่ทำมุมเอียงสอดคล้องกับมุมเอียงของทิศทางของแรงที่จะทำการวิเคราะห์ในแต่ละแบบจำลอง ดังจะมีรายละเอียดในการสร้างแบบจำลอง ดังนี้

3.8.1 สร้างแบบจำลองของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กทั้ง 3 ขนาด ตามที่ได้ทำการเลือกไว้ คือ สกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5, 1.4 และ 1.3 มิลลิเมตรและในแต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจะมีขนาดความยาวเกลียว 12 มิลลิเมตร โดยที่บริเวณผิวของรูส่วนหัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยระนาบที่ทำมุมเอียงสอดคล้องกับแนวแรงที่ต้องการจะศึกษาในแต่ละแบบจำลอง ดังแสดงตัวอย่างในรูป 3.12 รูที่ส่วนหัวของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กจะถูกแบ่งด้วยระนาบที่ทำมุมเอียงขนาด 15 องศากับแนวแกนของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็ก ซึ่งแบบจำลองนี้จะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของทิศทางของแรงดึงที่มีต่อการกระจายความเค้นที่เกิดขึ้น โดยที่แรงทำมุม 15 องศา กับแนวระนาบผิวของกระดูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

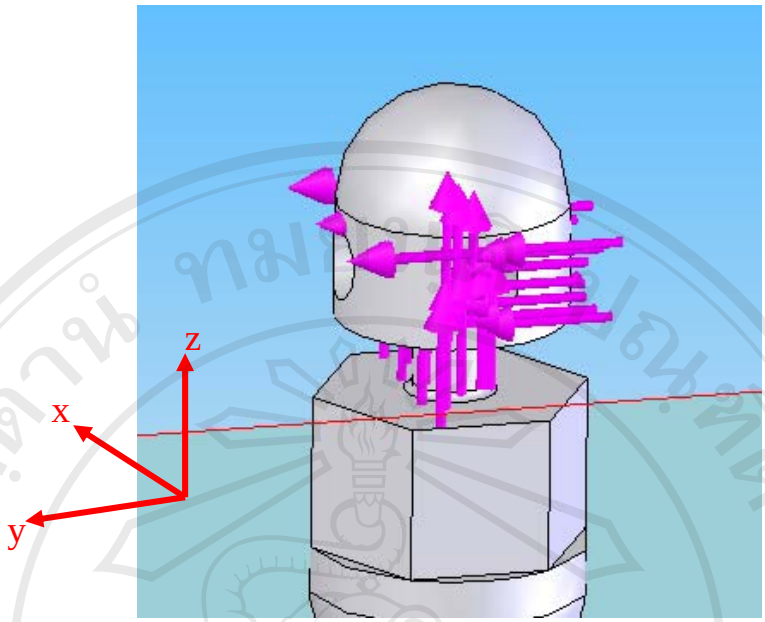
รูป 3.13 ผิวรูของสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กที่ถูกแบ่งด้วยระนาบทำมุม 15 องศา กับแนวแกน

3.8.2 สร้างแบบจำลองของกระดูกบริเวณโดยรอบ ซึ่งจะสร้างเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 10 x 10 มิลลิเมตร และจะประกอบด้วยกระดูก 2 ชั้นเหมือนในหัวข้อ 3.2.2

3.8.3 ประกอบชิ้นส่วนต่างๆของแบบจำลองเข้าด้วยกัน

3.8.4 กำหนดสภาวะเงื่อนไขขอบเหมือนกับในหัวข้อที่ 3.2.5 คือ คือ กำหนดให้หน้าตัดที่ตั้งฉากกับแนวแกนของกระดูกฟันกราม (แกน y) ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในทุกทิศทาง ระนาบผิวนอกของชั้นกระดูกทึบกำหนดให้เป็นผิวอิสระ ส่วนระนาบที่เหลือกำหนดให้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวแกนของกระดูกฟันกราม ส่วนภาระที่กระทำกับสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กนั้น จะกำหนดในแบบจำลองโดยการแยกองค์ประกอบของแรงดึงขนาด 0.4905 นิวตัน ให้อยู่ในแนวแกน x และ y ซึ่งองค์ประกอบของแรงดังกล่าวจะต้องสอดคล้องกับทิศทางของแรงดึงที่ต้องการจะทำการศึกษา โดยในการศึกษานี้จะทำการศึกษาทิศทางของแรงดึงที่ทำมุม 15, 10, 0, -10 และ-15 องศา เทียบกับระนาบผิวของกระดูก ตัวอย่างในรูปที่ 3.13 เป็นองค์ประกอบของแรงขนาด 0.4905 นิวตัน ที่ทำมุม 15 องศา กับแนวระนาบผิวของกระดูก เมื่อแยกองค์ประกอบของแรงก็จะประกอบด้วยแรงในระดับซึ่งขนานกับระนาบผิวของกระดูกขนาด 0.4738 นิวตันและแรงในแนวดิ่งซึ่งตั้งฉากกับระนาบผิวของกระดูก 0.1269 นิวตัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.14 องค์ประกอบของแนวแรงที่ทำมุม 15 องศากับแนวระนาบผิวของกระดูก

3.8.5 กำหนดคุณสมบัติของชิ้นส่วนต่างๆในแบบจำลอง ให้เป็นไปตามตารางที่ 3.1

3.8.6 วิเคราะห์การกระจายความเค้นที่เกิดขึ้นทั้งในสกรูอิมแพลนท์ขนาดเล็กและกระดูกบริเวณโดยรอบ ที่ทิศทางของแรงดึงต่างๆตามที่ได้กำหนด ด้วยโปรแกรม Cosmos Works

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved