หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แบรกเก็ต เป็นอุปกรณ์สำคัญในเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น และเป็นชิ้นส่วนของเครื่องมือที่ติดอยู่กับตัวฟัน เพื่อควบคุมให้ฟันสามารถเคลื่อนที่ไปตามเส้นลวดโค้งทางทันตกรรมจัดฟัน(Orthodontic archwire) เข้าสู่ตำแหน่งที่ทันตแพทย์ต้องการได้ ในอดีตการยึดแบรกเก็ตให้ติดกับตัวฟันจะต้องเชื่อมแบรกเก็ตโลหะด้วยไฟฟ้าให้ติดกับปลอกโลหะรัดฟัน (Orthodontic band)เสียก่อน แล้วจึงนำปลอกโลหะซึ่งมีแบรกเก็ตติดอยู่นั้นยึดติดกับฟันด้วยซีเมนต์ทางทันตกรรม แต่ในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงวิธีการให้แบรกเก็ตสามารถยึดอยู่กับผิวเคลือบฟันโดยการใช้วัสดุยึด(Bonding agent) ยึดแบรกเก็ตให้ติดกับผิวเคลือบฟันได้โดยตรงทำให้การติดแบรกเก็ตเข้ากับตัวฟันทำได้สะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งยังเป็นผลให้ผู้ป่วยสามารถระวังรักษาสุขอนามัยในช่องปากได้ดีขึ้น และช่วยลดปัญหาการเกิดช่องว่างระหว่างฟันภายหลังการรักษาอันเนื่องมาจากความหนาของปลอกโลหะรัดฟันได้อีกด้วย

ปัญหาประการหนึ่งซึ่งพบเสมอในการใช้แบรกเก็ตที่สามารถติดเข้ากับผิวเคลือบฟันได้โดยตรง(Direct bond bracket) คือ การหลุดของแบรกเก็ตออกจากผิวเคลือบฟันซึ่งก่อให้เกิดผลเสียดังต่อไปนี้คือ

1. สิ้นเปลืองเวลาในการรักษา ทั้งนี้เนื่องจากฟันซี่ที่แบรกเก็ตหลุดออกไปจะเคลื่อนกลับสู่ตำแหน่งเดิมก่อนการรักษา(Relapse) จึงจำเป็นต้องย้อนกลับไปให้การรักษาในขั้นตอนที่ผ่านมาซ้ำอีกเพื่อให้ฟันซี่ดังกล่าวเคลื่อนไปสู่ตำแหน่งที่ต้องการเสียก่อนจึงสามารถให้การรักษาในขั้นตอนต่อไปได้

2. ก่อให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะได้มีการคิดค้นวิธีการเพื่อที่จะนำแบรกเก็ตที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่(Recycling)โดยวิธีการต่างๆกัน แต่จากผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าแบรกเก็ตที่ผ่านขบวนการทำความสะอาดเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

นั้นมีแนวโน้มว่าจะเกิดการกัดกร่อน(Corrosion)ได้มากขึ้น(1,2) เนื่องจากในขบวนการของกรรมวิธีเหล่านั้นจำเป็นต้องอาศัยความร้อนในการเผาวัสดุยึดที่ติดค้างอยู่บนฐานแบรกเก็ตออกไปความร้อนที่เกิดขึ้นทำให้คุณสมบัติในการต้านทานต่อการกัดกร่อนของแบรกเก็ตโลหะลดลง แบรกเก็ตที่เกิดการกัดกร่อนเหล่านี้อาจจะทำให้เกิดการติดสีบนผิวเคลือบฟัน (Enamel staining)(3,4,5) ฉะนั้นการติดแบรกเก็ตให้กับฟันซี่ที่มีการหลุดของแบรกเก็ต จึงควรจะใช้แบรกเก็ตใหม่ ซึ่งจะต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

3. การติดแบรกเก็ตซ้ำลงบนผิวเคลือบฟัน (Rebond) จำเป็นต้องกำจัดวัสดุยึดเดิมที่ติดอยู่บนผิวเคลือบฟันออกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในขบวนการดังกล่าวอาจจะทำให้ผิวเคลือบฟันบางส่วนถูกทำลายไป

4. ในการให้การบำบัดผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟันร่วมกับศัลยกรรมกระดูกขากรรไกร (Orthognathic surgery) หากมีการหลุดของแบรกเก็ตในตำแหน่งที่สำคัญเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงานของศัลยแพทย์ในห้องผ่าตัด อาจจะทำให้ศัลยแพทย์ปฏิบัติงานด้วยความยากลำบาก

เพื่อหลีกเลี่ยงผลเสียอันเนื่องมาจากการหลุดของแบรกเก็ตออกจากผิวเคลือบฟันดังกล่าวมาข้างต้น จึงได้มีการศึกษาและวิจัยมากมายเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดระหว่างผิวเคลือบฟัน - วัสดุยึด - ฐานแบรกเก็ต ซึ่งได้แสดงให้เห็นว่าหากสามารถเพิ่มความแข็งแรงยึดระหว่างแบรกเก็ตกับผิวเคลือบฟันได้ไม่ว่าจะโดยวิธีใดๆก็ตาม ความล้มเหลวของการยึดอยู่อันเนื่องมาจากแรงปกติในช่องปากที่กระทำกับแบรกเก็ตก็จะลดลง

ในปัจจุบันได้มีการผลิตแบรกเก็ตที่ใช้ในเทคนิกไดเร็กบอนด์ออกจำหน่ายอยู่ 3 ชนิด คือ แบรกเก็ตพลาสติก แบรกเก็ตโลหะ และแบรกเก็ตเซรามิก จากแบรกเก็ตทั้ง 3 ชนิดนี้ แบรกเก็ตโลหะเป็นแบรกเก็ตที่ได้รับความนิยมจากทันตแพทย์ในการนำไปใช้กับผู้ป่วยมากที่สุด (6,7)เนื่องจากมีความแข็งแรง ราคาพอสมควร หาซื้อได้ง่าย ฯลฯ ความสามารถในการยึดติดกับวัสดุยึดของแบรกเก็ตโลหะขึ้นอยู่กับแรงเกาะเกี่ยวเชิงกล (Mechanical lock) ที่เกิดขึ้นระหว่างฐานของแบรกเก็ตกับวัสดุยึด จึงได้มีการพัฒนา คิดค้น และออกแบบฐานแบรกเก็ตออกมาในรูปแบบที่ต่างกันออกไป Lopez(8) พบว่าแบรกเก็ตซึ่งมีฐานเป็นชนิดตะแกรงโลหะ(Foil - mesh base)ขนาด 100 ช่องต่อความยาว 1 นิ้ว และเชื่อมส่วนของตะแกรงนี้ให้ติดกับส่วนล่างของฐานแบรกเก็ตด้วยวิธีบัดกรี(brazing) สามารถทนต่อแรงเฉือนได้ดีกว่าแบรกเก็ตชนิดอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ Dickinson และ Power (9) ทำการศึกษาแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานต่างๆกัน 14 ชนิด พบว่าฐานแบรกเก็ต E (Minimesh base:

ORMCO Corporation) และ B (Ultra-Trim Line base: American Orthodontics) มีความต้านทานต่อแรงดึงมากที่สุด และไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างแรงดึงกับพื้นที่และขนาดของตะแกรงบริเวณด้านล่างของฐานแบรกเก็ตที่ใช้ทำการทดสอบ ซึ่งในทางทฤษฎีแบรกเก็ตที่มีพื้นที่ในการยึดมากกว่าควรจะมีความต้านทานต่อแรงที่มากระทำมากกว่าด้วย Ferguson, Read และ Watts (10) ทำการเปรียบเทียบแบรกเก็ตที่ฐานแบรกเก็ตและตัวแบรกเก็ตหล่อเป็นโลหะชิ้นเดียวกัน (Integral Bracket-base) ซึ่งบริเวณฐานมีลักษณะเป็นร่อง (Dynalock: Unitek Corporation) กับแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานต่างออกไปอีก 2 ชนิดคือ ชนิดที่มีฐานเป็นตะแกรงโลหะ(Minimono Foilmesh;Forestadent) และชนิดที่ฐานมีลักษณะเป็นรอยบุ๋มเล็กๆซึ่งผ่านกรรมวิธีการกัดกร่อนด้วยน้ำยาไวแสง (Photoetched base: Microloc; GAC) พบว่าแบรกเก็ตที่มีฐานเป็นร่องมีความต้านทานแรงเฉือนน้อยกว่าแบรกเก็ตอีก 2 ชนิดเมื่อใช้วัสดุยึดชนิดไม่ต้องผสม (Non-mix adhesive) Siomca และ Power (11) กลับพบว่าในสภาวะปกติเมื่อยึดแบรกเก็ตที่ฐานมีลักษณะต่างๆกันด้วยวัสดุยึดชนิดไม่ต้องผสม แบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานเป็นร่อง(Dynalock) จะให้ความแข็งแรงยึดสูงสุด Reagan และ Noort(12)พบว่าแบรกเก็ตที่ฐานมีลักษณะเป็นร่อง(Edgeway; Ortho Organizer) มีความแข็งแรงยึดสูงกว่าแบรกเก็ตที่มีฐานเป็นแบบตะแกรงโลหะและแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานเป็นร่องอีกชนิดหนึ่ง (Dynalock ; Unitek Corporation) อย่างมีนัยสำคัญ

จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าฐานแบรกเก็ตโลหะชนิดใดจะให้ความแข็งแรงยึดสูงสุดเมื่อใช้วัสดุยึดชนิดเดียวกัน และเป็นที่น่าสนใจว่าแบรกเก็ตที่มีการผลิตออกมาให้มีขนาดเล็กลงเพื่อผลในด้านความสวยงามของผู้ป่วยจะยึดติดกับผิวเคลือบฟันได้แตกต่างกับแบรกเก็ตที่มีขนาดใหญ่กว่าหรือไม่อย่างไร ดังนั้นหากสามารถศึกษาได้ว่าฐานแบรกเก็ตลักษณะใดที่ทนต่อแรงกระทำได้ดีที่สุด และขนาดของฐานแบรกเก็ตที่ลดลงจะมีหรือไม่มีผลต่อความแข็งแรงในการยึดของแบรกเก็ต ก็จะทำให้ทันตแพทย์มีข้อมูลในการเลือกใช้แบรกเก็ตโลหะเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดกับผู้ป่วยที่มารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงเฉือน/ปอก และกำลังแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ตโลหะที่มีลักษณะของฐานต่างกันซึ่งใช้ในวิธีไดเร็กบอนด์

2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงเฉือน/ปอก และกำลังแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ตโลหะที่มีลักษณะของฐานเหมือนกันแต่มีขนาดไม่เท่ากัน

สมมุติฐานของการวิจัย

1. ความต้านทานแรงเฉือน/ปอก และ กำลังแรงเฉือน/ปอก ของแบรกเก็ตโลหะซึ่งใช้ในวิธีไดเร็กบอนด์ที่มี ลักษณะของฐานต่างกัน มีความแตกต่างกัน

2. ความต้านทานแรงเฉือน/ปอก ของแบรกเก็ตโลหะซึ่งใช้ในวิธีไดเร็กบอนด์ที่มีลักษณะของฐานเหมือนกันแต่มีขนาดไม่เท่ากัน มีความแตกต่างกัน แต่กำลังแรงเฉือน/ปอกไม่มีความแตกต่างกัน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางสำหรับทันตแพทย์ในการพิจารณาเลือกใช้แบรกเก็ตโลหะในการรักษาผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. ทราบชนิดของฐานแบรกเก็ตที่ให้ความต้านทานต่อแรง เฉือน/ปอก สูงสุดเมื่อใช้วัสดุยึดชนิดไม่ต้องผสม(Non-mix adhesive)

3. ทราบถึงความแตกต่างของความต้านทานต่อแรง เฉือน/ปอก ของแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานเหมือนกัน แต่มีขนาดต่างกัน เมื่อใช้วัสดุยึดชนิดไม่ต้องผสม

4. เป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางเบื้องต้นในการวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. เป็นการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงเฉือน/ปอก และกำลังแรงเฉือน/ปอก ของแบรกเก็ตโลหะฟันกรามน้อยที่มีลักษณะของส่วนเกาะเกี่ยวบริเวณด้านล่าง

ของฐานแบรกเก็ตแตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่

1.1 แบรกเก็ตโลหะฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานของบริษัท Unitek ซึ่งส่วนของฐานและตัวแบรกเก็ตถูกหล่อเป็นโลหะชิ้นเดียวกัน(Integral Bracket base)และส่วนเกาะเกี่ยวบริเวณด้านล่างของฐานแบรกเก็ตมีลักษณะเป็นร่อง (Dynalock; Unitek Corporation)

1.2 แบรกเก็ตโลหะฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานของบริษัท ORMCO ซึ่งมีส่วนเกาะเกี่ยวบริเวณด้านล่างของฐานแบรกเก็ตเป็นแบบตะแกรงโลหะ(Foilmesh)(Minimesh; ORMCO Corporation)

1.3 แบรกเก็ตโลหะฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานของบริษัท TOMY ซึ่งมีลักษณะของส่วนเกาะเกี่ยวบริเวณด้านล่างของฐานแบรกเก็ตเป็นรอยบุ๋มขนาดเล็กจำนวนมากและผ่านกรรมวิธีกัดกร่อนด้วยน้ำยาไวแสง (Photoetched base; TOMY International Inc.)

2. เป็นการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรง เฉือน/ปอก และกำลังแรงเฉือน/ปอก ของแบรกเก็ตโลหะฟันกรามน้อยซึ่งมีลักษณะของส่วนเกาะเกี่ยวบริเวณด้านล่างของฐานแบรกเก็ตเหมือนกันคือ เป็นแบบตะแกรงโลหะ แต่มีพื้นที่ของบริเวณที่ใช้เกาะเกี่ยวกับวัสดุยึดต่างกัน ได้แก่

2.1 แบรกเก็ตโลหะฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานรุ่น Diamond ของบริษัท ORMCO ซึ่งมีพื้นที่บริเวณด้านล่างของฐานแบรกเก็ตประมาณ 0.143 ตารางเซนติเมตร

2.2 แบรกเก็ตโลหะฟันกรามน้อยแบบมาตรฐานรุ่น MiniDiamond ของบริษัท ORMCO ซึ่งมีพื้นที่บริเวณด้านล่างของฐานแบรกเก็ตประมาณ 0.084 ตารางเซนติเมตร

3. ฟันที่ใช้ติดแบรกเก็ตเพื่อทดสอบแรงดึง เป็นฟันกรามน้อยของผู้ป่วยอายุระหว่าง 10 ถึง 25 ปี ซึ่งถูกถอนออกเพื่อการจัดฟัน และฟันซี่ดังกล่าวจะต้องมีผิวเคลือบฟันด้านใกล้แก้ม ซึ่งเป็นด้านที่ใช้ติดแบรกเก็ตเป็นปกติโดยไม่เคยใช้กรดกัดฟันมาก่อนจำนวน 160 ซี่

4. เรซินที่ใช้ในการวิจัยคือ System 1 Plus (ORMCO Corporation) ซึ่งเป็นเรซินชนิดไม่ต้องผสม (Non-mix adhesive)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. แบรกเก็ตทุกตัวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้รับการออกแบบมาเฉพาะเพื่อใช้สำหรับฟันกรามน้อย และเป็นชนิดที่มีลักษณะของร่องแบรกเก็ตเป็นแบบ Edgewise (Edgewise slot)เท่านั้น โดยมีความหนาและขนาดของแบรกเก็ตแตกต่างกันไปตามแบบของบริษัทผู้ผลิต แบรกเก็ตแต่ละตัวในรุ่นเดียวกันของบริษัทหนึ่งๆ จะมีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ

2. แรงเฉือน/ปอก มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (Kilogram: kg.)ศึกษาโดยเครื่อง Universal testing DDS-10T ซึ่งอ่านค่าเป็นกราฟได้ละเอียดถึง 0.1 กิโลกรัมเมื่อทำการทดสอบด้วยแรงดึงที่ความเร็ว 0.5 มิลลิเมตร/นาที ในสภาพการใช้งานปกติที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

3. การทดสอบแรงในฟันแต่ละซี่ ใช้แผ่นเหล็กซึ่งเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยม โดยให้ส่วนล่างของแผ่นเหล็ก เคลื่อนที่ในทิศทางตั้งฉากกับแนวระดับของปีกด้านบดเคี้ยวของแบรกเก็ตหลังจากจัดให้ขอบด้านในของแผ่นเหล็กขนานกับแนวระดับของปีกด้านบดเคี้ยวของแบรกเก็ตแล้ว ซึ่งถือว่าการเคลื่อนที่ของแผ่นเหล็กเป็นการจำลองการบดเคี้ยวตามปกติของผู้ป่วย

4. ค่าความต้านทานต่อแรงเฉือน/ปอก ของแบรกเก็ตจากการทดลองครั้งนี้ถือเป็นค่ามาตรฐานของแบรกเก็ตเมื่อใช้เรซินชนิด System I Plus

5. กรรมวิธีติดแบรกเก็ตด้วยวิธีไดเร็กบอนด์ถือเป็นมาตรฐานเดียวกัน เนื่องจากกระทำโดยบุคคลคนเดียวกัน

6. แบรกเก็ตชนิด Diamond และ Mini Diamond ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานแบบเดียวกัน ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน จะแตกต่างกันที่ขนาดเท่านั้น

ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย

1. องค์ประกอบอื่นซึ่งมีผลต่อการยึดของแบรกเก็ตกับตัวฟัน เช่นแรงบดเคี้ยว ลักษณะการสบฟัน ไม่สามารถศึกษาได้ในสภาพของการทดลองในห้องปฏิบัติการ

2. ผลการวิจัยไม่อาจอ้างอิงไปถึงแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานแตกต่างออกไปจากแบรกเก็ตที่ทำการทดลอง

3. แบรกเก็ตที่มีขนาดของฐานแตกต่างออกไปจากแบรกเก็ตที่ทำการทดลอง ไม่สามารถใช้ผลจากการทดลองอ้างอิงได้

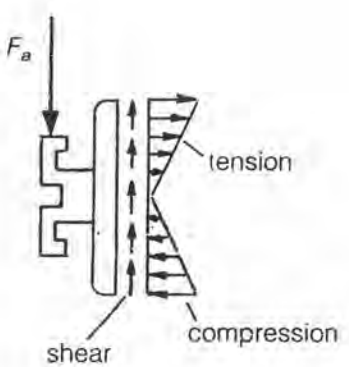
4. ผลการวิจัยไม่อาจอ้างอิงไปถึงการใช้แบรกเก็ตที่ใช้ในการทดลองกับวัสดุอื่นที่ไม่ใช่ System 1 Plus

<u>คำจำกัดความ</u>

1. ความเค้น (Stress) หมายถึงแรงต้านที่เกิดขึ้นภายในของวัสดุใดวัสดุหนึ่ง เมื่อมี น้ำหนัก แรงดึง แรงอัด หรือแรงอื่นๆมากระทำกับวัสดุนั้น ค่าของความเค้นวัดได้จากแรงหรือน้ำหนักที่กระทำต่อหน่วยพื้นที่ที่วัสดุนั้นถูกกระทำ มีหน่วยเป็น แรงต่อหน่วยพื้นที่คือ ปอนด์/ตารางนิ้ว กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร หรือ MPa (เม็กกะนิวตัน/ตารางเมตร)

2. กำลังแรง (Strength) หมายถึงความเค้นที่สูงที่สุดของวัสดุที่สามารถต้านทานได้เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัสดุ หน่วยของค่ากำลังแรงใช้หน่วยเดียวกับความเค้น

3. แรงเฉือน/ปอก (Shear/peel force) หมายถึงแรงที่กระทำกับแบรกเก็ตที่ยึดอยู่กับผิวเคลือบฟัน ในทิศทางที่ขนานกับฐานของแบรกเก็ตในแนวดิ่ง (Verticle) แต่ไม่ผ่านฐานแบรกเก็ต เช่นกระทำกับปีกของแบรกเก็ต ทำให้เกิดแรงปฏิกริยาในวัสดุที่ยึดแบรกเก็ตกับผิวฟันในลักษณะของแรงเฉือน (Sheer force) ร่วมกับแรงกด (Compressive force) และแรงดึง (Tensile force) ในลักษณะของแรงคู่ควบ (Moment of force) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่1 แสดงการเกิดแรงเฉือน/ปอกบนผิวเคลือบฟัน

4. กำลังแรงเฉือน/ปอก (Shear/peel strength) หมายถึงความเค้นสูงสุดที่วัสดุสามารถต้านทานได้เมื่อมีแรงเฉือน/ปอกมากระทำ

5. ความต้านทานต่อแรงเฉือน/ปอก (Shear/Peel debond force) หมายถึงแรงปฏิกริยาสูงสุดที่วัสดุสามารถต้านทานต่อแรงเฉือน/ปอกที่มากระทำ

6. วัสดุยึด (Bonding agent) คือวัสดุโพลีเมอร์ซึ่งใช้ในการยึดแบรกเก็ตกับผิวเคลือบฟัน