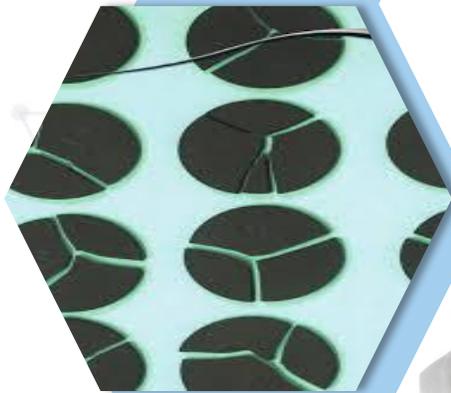
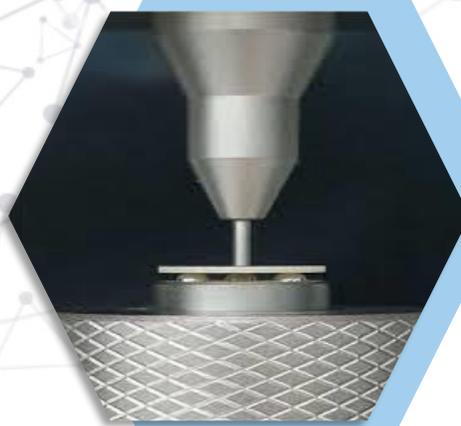


คู่มือปฏิบัติงาน

วิธีใช้เครื่องทดสอบวัสดุ (Universal Testing machine)
เพื่อวัดความแข็งแรงดัดขวางสองแกน
(Biaxial Flexural Strength)
ของวัสดุทางทันตกรรม



นางสาวอนิษฐ์ โทนลักษณ์
นักวิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์
คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คำนำ

เครื่องทดสอบวัสดุแบบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine) เป็นเครื่องทดสอบสมบัติเชิงกลของวัสดุ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ได้หลายรูปแบบ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการพัฒนางานวิจัยวัสดุทางทันตกรรมของคณะทันตแพทยศาสตร์ โดยแต่ละการวิเคราะห์มีขั้นตอน การตั้งค่าการใช้งานเครื่องมือที่แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานการใช้เป็นแนวทางให้แก่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน อาจารย์ นักศึกษานักวิจัยที่มีความต้องการใช้เครื่องมือ เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือดังกล่าว ภายในคู่มือประกอบด้วย ทฤษฎี หลักการของเครื่องมือ ขั้นตอนการใช้งาน การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ การดูแลเครื่องมือ และการจัดเก็บข้อมูล

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้งานเครื่องมือ หรือผู้ที่สนใจ เพื่อการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

นางสาวอานิตย์ โทณลักษณ์
พฤษภาคม 2566

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญ(ต่อ)	ค
สารบัญภาพ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือ	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	
1.4 ขอบเขตของคู่มือ	2
1.5 คำจำกัดความ	2
บทที่ 2 โครงสร้างหน่วยงานและหน้าที่ความรับผิดชอบ	
2.1 โครงสร้างคณะทันตแพทยศาสตร์	3
2.2 โครงสร้างการบริหารหน่วยบัณฑิตศึกษาและวิจัย	6
2.3 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	7
2.4 มาตรฐานกำหนดตำแหน่ง	9
บทที่ 3 หลักเกณฑ์วิธีปฏิบัติงาน	
3.1 ระเบียบและประกาศที่เกี่ยวข้อง	12
3.2 หลักเกณฑ์และแนวทางปฏิบัติงาน	13
3.3 แผนการดำเนินงาน	14
3.4 ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน	15
บทที่ 4 เทคนิคและขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
4.1 สัญลักษณ์อธิบายผังกระบวนการงาน	16
4.2 ผังกระบวนการงาน	17
4.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	19
4.4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน	38

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ

5.1 ปัญหา/อุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

39

5.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา

40

บรรณานุกรม

41

ประวัติผู้เขียน

42

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 โครงสร้างองค์กรของคณะทันตแพทยศาสตร์	4
รูปที่ 2 ประเด็นยุทธศาสตร์ของคณะทันตแพทยศาสตร์	5
รูปที่ 3 โครงสร้างการปฏิบัติงานหน่วยวิจัย	6
รูปที่ 4 Load cell	20
รูปที่ 5 Jig ทดสอบ Biaxial Flexural Strength	20
รูปที่ 6 รูปร่างและขนาดของตัวอย่าง	21
รูปที่ 7 ส่วนประกอบของเครื่อง Universal Testing Machine	22
รูปที่ 8 โปรแกรม TraieziunX	23
รูปที่ 9 ปุ่ม Create New Method	23
รูปที่ 10 การตั้งค่าหน้าต่าง system	24
รูปที่ 11 การตั้งค่าแทป Force ในหน้าต่าง sensor	24
รูปที่ 12 การตั้งค่าแทป Stroke ในหน้าต่าง sensor	25
รูปที่ 13 การตั้งค่าความเร็วและ End Setting ในหน้าต่าง Testing	25
รูปที่ 14 การตั้งค่า Pre-Test	26
รูปที่ 15 การตั้งค่าในหน้าต่าง Specimen	27
รูปที่ 16 การตั้งค่าในหน้าต่าง Data Processing	28
รูปที่ 17 การเพิ่มค่าสถิติ	29
รูปที่ 18 การปรับขนาดกราฟในหน้าต่าง Chart	29
รูปที่ 19 หน้าต่าง Report	30
รูปที่ 20 หน้าโปรแกรมทดสอบ	31
รูปที่ 21 การติดตั้ง Jig ทดสอบกับ compression set และการปรับระยะขึ้น-ลง	32
รูปที่ 22 การ Calibrate Load cell	32
รูปที่ 23 การรีเซ็ต Stroke ให้เป็นศูนย์	33
รูปที่ 24 การบ่อนขนาดและเพิ่มจำนวนชิ้นงาน	33
รูปที่ 25 เริ่มโปรแกรมทดสอบ	34
รูปที่ 26 การแสดงสถานะการทำงานของโปรแกรมขณะทดสอบ	35
รูปที่ 27 หน้าโปรแกรมแสดงผลการทดสอบ	35

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 28 การชี้จุดและปรับแต่งกราฟ	36
รูปที่ 29 การบันทึกผลการทดสอบ	36
รูปที่ 30 การนำข้อมูลออก	37

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 มาตรฐานกำหนดตำแหน่งกับภาระงาน	10
ตารางที่ 2 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงานและวิธีปฏิบัติงาน	13
ตารางที่ 3 แผนการดำเนินงานการใช้เครื่อง Universal Testing Machine	14
ตารางที่ 4 สัญลักษณ์และความหมายแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน	16
ตารางที่ 5 ผังกระบวนการดำเนินงานเกี่ยวกับการใช้เครื่อง Universal Testing Machine	17
ตารางที่ 6 ปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ห้องปฏิบัติการวิจัยการสกัดสมุนไพรและทันตชีววัสดุศาสตร์ ของคณะทันตแพทยศาสตร์ มีบทบาทหน้าที่เป็นห้องปฏิบัติการที่สนับสนุนการเรียนการสอน ในรายวิชาปฏิบัติการต่างๆ และสนับสนุนงานวิจัย ของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี บัณฑิตศึกษาและคณาจารย์ ซึ่งห้องปฏิบัติการฯ มีการติดตั้งเครื่องมือวิเคราะห์ที่หลากหลาย โดยเครื่องมือแต่ละเครื่องนั้นมีขั้นตอนการใช้งานและข้อควรปฏิบัติที่ซับซ้อนแตกต่างกัน

คณะทันตแพทยศาสตร์เห็นความสำคัญ และมีงานวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุทางทันตกรรมอย่างหลากหลายและต่อเนื่องในการบูรณะฟัน เช่น เซรามิก เซอร์โคเนีย คอมโพสิต กลาสไอโอโนเมอร์ โพลีเมอร์ เป็นต้น ทำให้เครื่องทดสอบวัสดุแบบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine) เป็นเครื่องมือที่มีความจำเป็นเพื่อใช้วัด วิเคราะห์ และแปรผลคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ และเป็นที่ต้องการใช้จำนวนมาก การจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องเพื่อวัดความแข็งแรงดัดขวางสองแกน (Biaxial Flexural Strength) ซึ่งเป็นวิธีในการทดสอบคุณสมบัติการโค้งงอกลางของวัสดุ ให้เป็นแนวทางศึกษาขั้นตอนการใช้งาน การประมวลผล วิเคราะห์และดูแลเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

เพื่อให้ได้ประโยชน์ทั้งในงานวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ผู้เขียนจึงได้รวบรวมความรู้ จากการศึกษาและประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน จัดทำคู่มือนี้ขึ้น เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ เป็นแนวทางและข้อแนะนำในการจัดเตรียมตัวอย่าง รวมถึงการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการวิจัย ให้นักศึกษา อาจารย์ และผู้ที่สนใจ สามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานเองได้ หรือช่วยให้บุคลากรในหน่วยงานสามารถนำไปศึกษาและสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือ

- (1) เพื่อเป็นคู่มือวิธีใช้งานเครื่อง Universal Testing Machine ที่เข้าใจง่าย ให้แก่นักศึกษา เจ้าหน้าที่ อาจารย์ และผู้ที่สนใจ สามารถใช้งานเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง ลดความเสียหายที่จะเกิดจากการใช้งานไม่ถูกวิธี
- (2) เพื่อใช้เป็นแนวทางการวิเคราะห์ปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหา ข้อระวัง และอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงาน
- (3) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้

1.3 ประโยชน์ของคู่มือ

- 1.3.1 มีคู่มือที่ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการใช้เครื่อง Universal testing machine
- 1.3.2 ทำให้การปฏิบัติงานถูกต้องและลดความคาดเคลื่อนในการปฏิบัติงาน
- 1.3.3 ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้อย่างถูกต้องและเป็นมาตรฐานเดียวกัน

1.4 ขอบเขตของคู่มือ

คู่มือการปฏิบัติงานวิธีใช้เครื่องทดสอบวัสดุ (Universal Testing machine) ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น AGS-X ประเทศญี่ปุ่น เพื่อวัดความแข็งแรงดัดขวางสองแกน (Biaxial Flexural Strength) ของวัสดุทางทันตกรรม เป็นคู่มือที่ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของนักวิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์ ห้องปฏิบัติการวิจัยทันตชีววัสดุศาสตร์ ที่ต้องปฏิบัติเป็นประจำ โดยครอบคลุมขั้นตอนการปฏิบัติงานตั้งแต่ หลักการทำงาน การเตรียมตัวอย่าง วิธีตั้งค่า การบันทึกผล วิธีดูแลเครื่องมือ ตลอดจนปัญหา อุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการปฏิบัติงาน

1.5 คำจำกัดความเฉพาะ

คณะ หมายถึง คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผู้ปฏิบัติงาน ดูแลรับผิดชอบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภายในห้องปฏิบัติการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผู้ขอรับบริการ หมายถึง นักศึกษา อาจารย์ ผู้ช่วยวิจัย ภายใน หรือ ภายนอก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Load cell หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงของแรงทางกล เช่น แรงกด (Compression), แรงดึง (Force) หรือน้ำหนัก (Weight) ให้เปลี่ยนแปลงออกมาในรูปแบบของสัญญาณทางไฟฟ้า (mV/V) โดยนำมาต่อใช้งานร่วมกับเครื่องแสดงผลโวลต์เซลล์ หรือหน้าจอแสดงผลเซ็นเซอร์ชั่งน้ำหนัก

Jig หมายถึง เครื่องมือสำหรับช่วยในการวางชิ้นงานให้เที่ยงตรงเหมือนกันทุกๆ ชิ้น และจำกัดตำแหน่งที่ถูกต้อง

Stroke หมายถึง ระยะทางที่ crosshead เลื่อนไป หน่วยเป็น มิลลิเมตร/นาที

Biaxial Flexural Strength หมายถึง ความแข็งแรงดัดขวางสองแกน ที่ถูกกดด้วยแรงลงบนผิวกึ่งกลางวัสดุ มีหน่วยเป็น Pascal (Pa)

บทที่ 2

โครงสร้างหน่วยงานและหน้าที่ความรับผิดชอบ

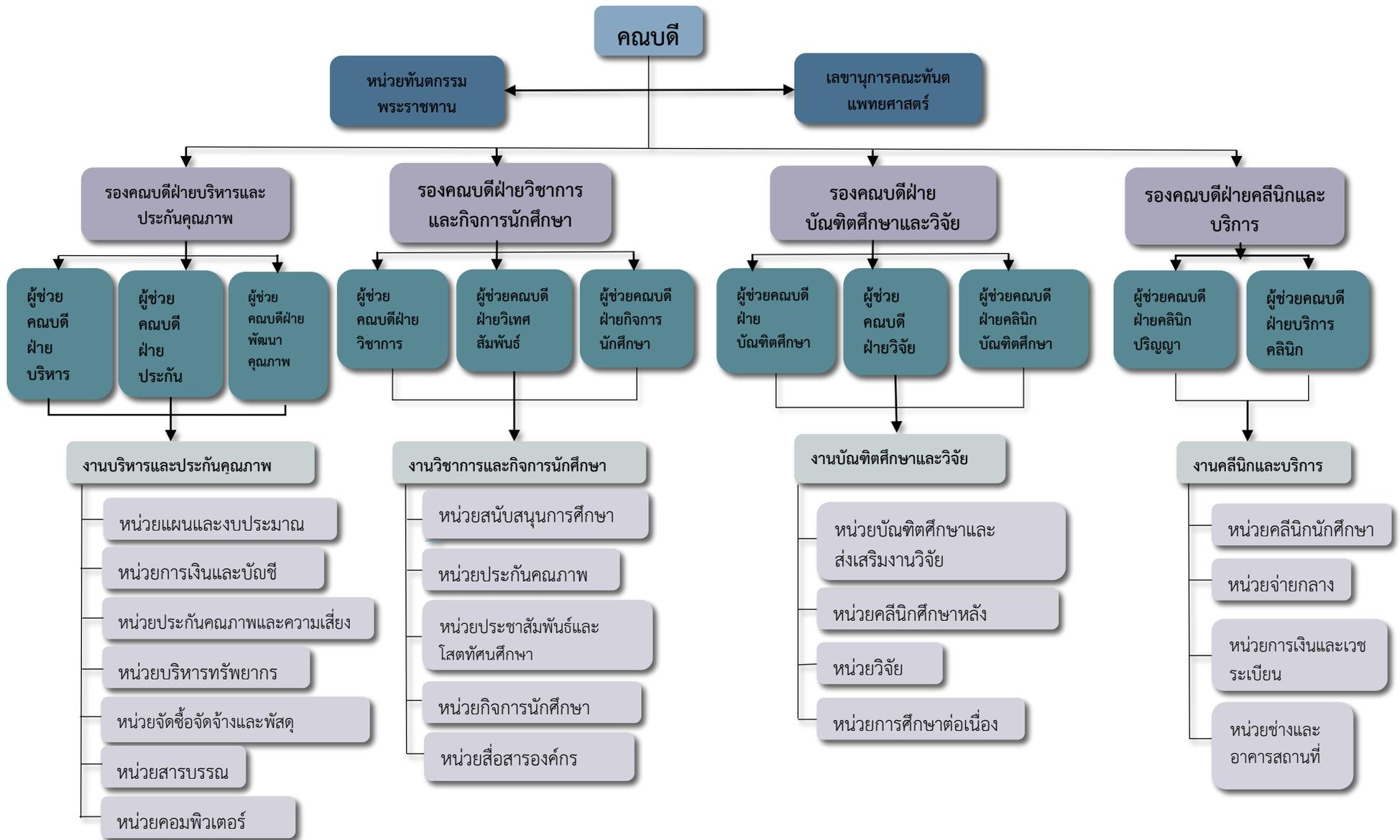
ห้องปฏิบัติการวิจัยสำหรับนักศึกษา นักวิจัย และอาจารย์คณะทันตแพทยศาสตร์นั้น มีเครื่องมือทดสอบสำหรับการเรียนการสอนและวิจัยเป็นจำนวนมาก ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวมีความซับซ้อน วิธีใช้งานที่แตกต่างกัน จึงเป็นภาระหน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการวิจัยที่ต้องดูแล ให้คำแนะนำ อบรมการใช้งานเครื่องมือให้ผู้ที่ต้องการใช้ผ่านหน่วยงานมายังห้องปฏิบัติการวิจัย ซึ่งบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างหน่วยงานและหน้าที่ความรับผิดชอบ โดยนำเสนอรายละเอียดตามลำดับดังนี้

- 2.1 โครงสร้างคณะคณะทันตแพทยศาสตร์
- 2.2 โครงสร้างการบริหารหน่วยบัณฑิตศึกษาและวิจัย
- 2.3 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ
- 2.4 มาตรฐานกำหนดตำแหน่งกับภาระงาน

2.1 โครงสร้างคณะทันตแพทยศาสตร์

2.1.1 โครงสร้างองค์กรของคณะทันตแพทยศาสตร์

คณะทันตแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นส่วนราชการระดับคณะวิชา สังกัดมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม นับเป็นคณะสายวิทยาศาสตร์ สุขภาพ โดยดำเนินการจัดการเรียนการสอน ที่มีพื้นฐานบนหลักการ Community Oriented ให้นักศึกษาได้รับรู้ ปัญหาสุขภาพรวมทั้งสุขภาพช่องปากของชุมชน ตั้งแต่เริ่มศึกษาในหลักสูตร เพื่อให้ได้บัณฑิตที่เข้าใจกับความต้องการของประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศ ในการจัดการเรียนการสอนเป็นหน่วยการเรียน (Block Or Module) ลักษณะวิชาที่จัดสอนมีลักษณะบูรณาการของเนื้อหาวิชาหลาย ๆ วิชารวมกัน โดยเป็นการศึกษาที่ใช้ปัญหาทางทันตแพทยศาสตร์และทันตสาธารณสุขเป็นหลัก (Problem Based Learning) รวมทั้งเป็นแหล่งศึกษา ค้นคว้าวิจัย และให้บริการทางวิชาการด้านทันตแพทยศาสตร์ ด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ และด้านสาธารณสุข ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศโดยรวม รวมทั้งมีการบริหารจัดการองค์กรอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพจนเห็นผลลัพธ์เป็นรูปธรรมหลาย ๆ อย่าง อาทิ เช่น การพัฒนาอาจารย์ การตีพิมพ์ของงานวิจัยในวารสารระดับนานาชาติ สร้างเครือข่ายความร่วมมือด้านการบริการสุขภาพสู่ชุมชน ภายใต้โครงสร้างบริหารองค์กร ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างองค์กรของคณะทันตแพทยศาสตร์

2.1.2 วิสัยทัศน์คณะทันตแพทยศาสตร์

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นแหล่งเรียนรู้แห่งอนาคต ด้านสหศาสตร์สุขภาพ ช่างปาก สร้างงานวิจัยชั้นนำสังคม รวมทั้งให้บริการคลินิกด้วยมาตรฐานวิชาชีพ เพื่อรอยยิ้มและคุณภาพชีวิตประชาชน

2.1.3 พันธกิจคณะทันตแพทยศาสตร์

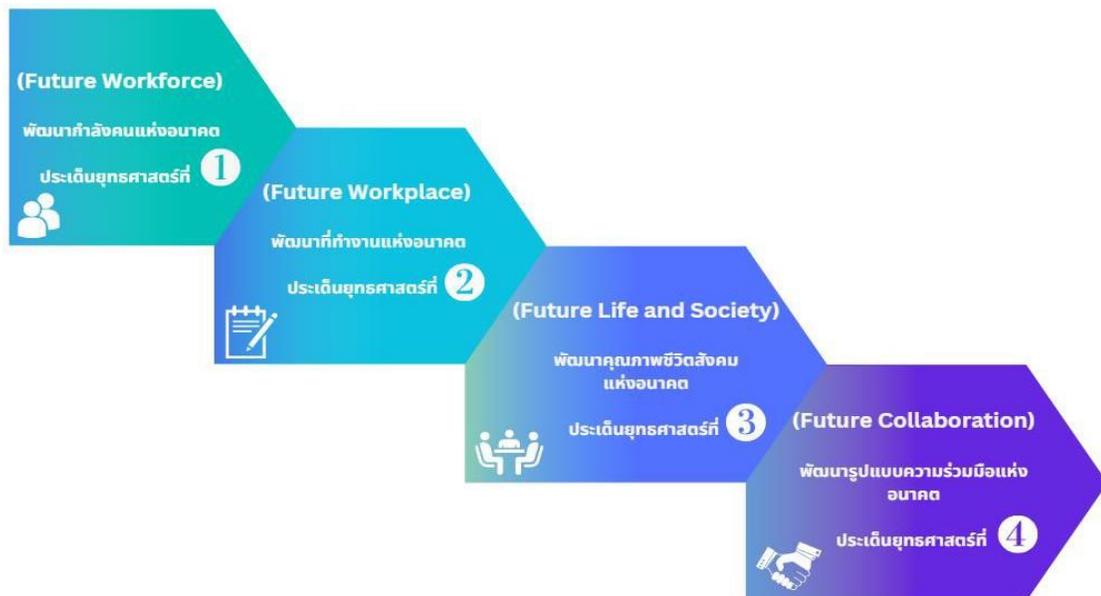
2.1.3.1 สร้างทันตบุคลากรทั้งในระดับก่อนและหลังปริญญา ผู้มีทักษะการจัดการ สุขภาพช่องปากเท่าทันต่อความเปลี่ยนแปลงของประชากรและสังคม ทั้งสังคมไทยและสังคมโลก มี ทักษะเชิงธุรกิจ และบริการจัดการคลินิกทันตกรรม รวมถึงเป็นผู้ใฝ่เรียนรู้ตลอดชีวิต

2.1.3.2 สร้างองค์ความรู้ งานวิจัยและนวัตกรรม ที่มีมาตรฐานสากล ตอบปัญหาสังคม มีมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจ

2.1.3.3 พัฒนาศูนย์ทันตกรรมทุกระดับในการบริหารของคณะ ให้ผ่านมาตรฐานคลินิก ทันตกรรมคุณภาพ โดยเริ่มจากระดับชาติ เช่น Thai Dental Safety Goals (TDCA) แล้วพัฒนาต่อให้ เป็นระดับนานาชาติ เช่น Joint Commission International (JCI) accreditation standards

2.1.4 ประเด็นยุทธศาสตร์ของคณะทันตแพทยศาสตร์

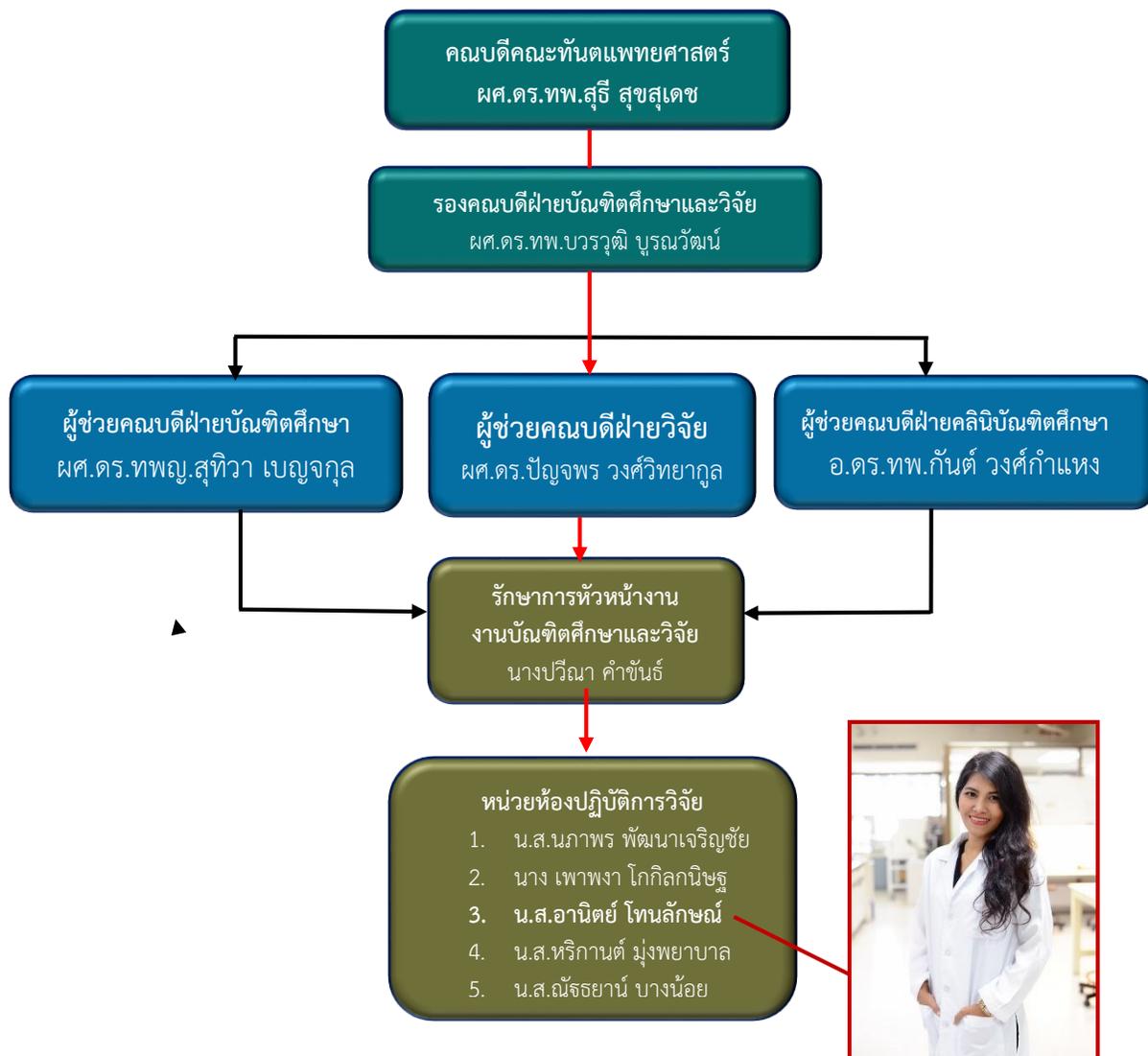
ประเด็นยุทธศาสตร์ของคณะทันตแพทยศาสตร์ ประกอบไปด้วย 4 ยุทธศาสตร์ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ประเด็นยุทธศาสตร์ของคณะทันตแพทยศาสตร์

2.2 โครงสร้างการปฏิบัติงาน

หน่วยวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ เป็นหน่วยสนับสนุนภารกิจหลัก ในด้านการส่งเสริม สนับสนุนให้อาจารย์ นักศึกษาก่อนและหลังปริญญา ทั้งภายนอกและภายในคณะ สามารถปฏิบัติงานตามภารกิจทั้งด้านงานสอน งานวิจัย งานบริการวิชาการ โครงการการศึกษาแลกเปลี่ยน ตลอดจนงานอื่นที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ ได้แบ่งโครงสร้างการปฏิบัติงานในแต่ละงาน ดัง แสดงในรูปที่ 3



2.3 บทบาทหน้าที่ของความรับผิดชอบของตำแหน่ง

2.3.1 หน้าที่ความรับผิดชอบตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ตำแหน่งประเภท	เชี่ยวชาญเฉพาะ
ชื่อสายงาน	วิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์
ชื่อตำแหน่งในสายงาน	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์
ระดับตำแหน่ง	ปฏิบัติการ

หน้าที่ความรับผิดชอบหลัก

ปฏิบัติงานที่ต้องใช้ความรู้ ความสามารถทางวิชาการในการทำงาน ปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานด้านวิชาการ วิทยาศาสตร์การแพทย์ภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย โดยมี ลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านการปฏิบัติการ

(1) เก็บรักษาสิ่งตัวอย่าง ปฏิบัติการตรวจ ทดสอบ วิเคราะห์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีด้านใดด้านหนึ่งในสาขาเคมี ชีวเคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา จุลชีววิทยา ปรสตีวิทยา คลังเลือด อิมมิวโนวิทยา พืชวิทยา เซลล์วิทยา หรือแขนงอื่นที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของมนุษย์ อณูชีววิทยา กาดตรวจการเข้ากันได้ของเนื้อเยื่อ ฯลฯ เพื่อนำผลมาใช้ในการวินิจฉัย ค้นหาสาเหตุ รักษา พยากรณ์โรค วิเคราะห์ความรุนแรง ติดตามผลการรักษา การป้องกันและเฝ้าระวังโรค การส่งเสริมสุขภาพ การพิสูจน์หลักฐาน การพัฒนาคุณภาพชีวิต

(2) บันทึก รวบรวมข้อมูล ร่วมวิจัยทางด้านการแพทย์และสาธารณสุข เพื่อพัฒนาวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ด้านใดด้านหนึ่ง

(3) ให้บริการวิชาการด้านต่าง ๆ ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมา และแก่นักศึกษาที่มาฝึกปฏิบัติงาน ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือโครงการ เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

ด้านการประสานงาน

(1) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างทีมงานหรือหน่วยงาน ทั้งภายในและภายนอก เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

(2) ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจและความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

ด้านการบริการ

(1) ให้คำปรึกษา แนะนำเบื้องต้น เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ ทางด้านวิชาการวิทยาศาสตร์ การแพทย์ รวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้รับทราบข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์

(2) จัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น และให้บริการข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับ ด้านวิชาการวิทยาศาสตร์ การแพทย์ เพื่อให้บุคลากรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน นักศึกษา ตลอดจนผู้รับบริการ ได้ทราบข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ สอดคล้อง และสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน และใช้ประกอบการพิจารณากำหนด นโยบาย แผนงาน หลักเกณฑ์ มาตรการต่าง ๆ

2.3.2 หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งตามที่ได้รับมอบหมาย

2.3.2.1 การปฏิบัติงาน

(1) ควบคุมดูแลและบำรุงรักษา ห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ อุปกรณ์ ต่างๆ เพื่อให้สามารถทำงานได้เป็นปกติ

(2) ดูแลห้องปฏิบัติการและควบคุมความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการวิจัยการสกัดและทันตวัสดุศาสตร์

(3) ตรวจสอบเช็ควัสดุอุปกรณ์เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ฯ และบันทึกรายงานความเสี่ยงและความเสียหาย จัดซื้อ ส่งซ่อม

(4) จัดระเบียบการเบิก-ยืมวัสดุในห้องปฏิบัติการฯ

(5) ดูแลเครื่องมือวิทยาศาสตร์เฉพาะทางขั้นสูง และเครื่องมือทางด้านทันตวัสดุศาสตร์ รวมถึงเครื่องมือพื้นฐานอื่นๆ

(6) บริหารและจัดการสารเคมีและของเสีย ในห้องปฏิบัติการวิจัยฯ

2.3.2.2 ด้านการเรียนการสอน

(1) เตรียมการปฏิบัติการ ดูแล ให้คำแนะนำนักศึกษาปริญญาตรี นักศึกษาชั้นปี 3 รายวิชา ทพ 314 ชีววิทยาช่องปาก

- การศึกษาคุณสมบัติของน้ำลาย
- การศึกษาโปรตีนในน้ำลาย
- การย้อมคราบจุลินทรีย์ในน้ำลาย โดยวิธี gram stain

(2) เตรียมการปฏิบัติการ ดูแล ให้คำแนะนำนักศึกษาปริญญาตรี นักศึกษาชั้นปี 3 รายวิชา ทพ 315 วิทยาการโรคฟันผุ

- การตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคฟันผุ
- การวัดฟลูออไรด์ในยาสีฟัน

(3) ดูแล ให้คำแนะนำนักศึกษาปริญญาตรี นักศึกษาชั้นปี 4 นักศึกษาปริญญาโท และนักศึกษาปริญญาเอก วิชาวิจัย ในการใช้เครื่องมือด้านทันตวัสดุศาสตร์

2.3.2.3 ด้านการวางแผนและประสานงาน

(1) ดูแลการส่งซ่อมเครื่องมือ อุปกรณ์วิจัย ภายในห้องปฏิบัติการ ให้เป็นไปตามแผนงาน และเสร็จถู่วงทันเวลา

(2) ดูแลการสั่งซื้ออุปกรณ์วิจัย สารเคมี วัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ภายในห้องปฏิบัติการ ให้เพียงพอต่อการใช้งาน โดยประสานงานร่วมกับ หน่วยบริการสถานที่ เครื่องมือวิจัย และตัวแทนบริษัท

2.3.2.4 ด้านบริการ

(1) ให้คำแนะนำการวิจัย สาธิต และสอนการใช้งานเครื่องมือ ให้แก่ นักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 4 นักศึกษาปริญญาโท และบุคคลภายนอก

(2) ทำงานวิจัยร่วมกับอาจารย์ภายในคณะฯ

(3) จัดอบรมและให้ความรู้เบื้องต้นในการใช้ห้องปฏิบัติการ

(4) จัดทำ SOP หรือคู่มือการใช้เครื่องมือภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ความรู้และเป็นแนวทางแก่ ผู้ใช้บริการ

2.4 มาตรฐานกำหนดตำแหน่งกับภาระงาน

จากภาระหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายดังกล่าวข้างต้น นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ปฏิบัติงานดูแลการใช้งานเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ นำมาซึ่งคู่มือการใช้งาน Universal testing machine ที่มีความเชื่อมโยงกับมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานกำหนดตำแหน่งกับภาระงาน

มาตรฐานกำหนดตำแหน่ง	ภาระงาน
1. ด้านปฏิบัติการ	<p>1. ตรวจสอบเช็ค สอบเทียบ คุณลักษณะเฉพาะของ เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และชีววัตถุ และ ควบคุมการใช้เครื่องมือให้ได้มาตรฐาน เพื่อการ ปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>2. ควบคุมการใช้งานเครื่องมือให้เป็นไปตาม ระเบียบข้อบังคับของห้องปฏิบัติการ เพื่อลดความ เสี่ยงหาย และค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น</p>
2. ด้านการวางแผน	<p>1. วางแผนการจัดซื้อจัดจ้างและตรวจรับครุภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ ในการ สรรหาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ใหม่หรือทดแทนของเก่าที่เสียหายเพื่อแก้ไข ปัญหา ในการปฏิบัติงาน เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตาม เป้าหมาย</p> <p>2. วางแผนการใช้งานเครื่องมือในช่วงเวลาที่มีการ เรียนการสอน และผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก ให้ผู้ ขอรับบริการสามารถใช้งานได้ทั่วถึง และปฏิบัติงาน บรรลุเป้าหมายในระยะเวลาที่กำหนด</p>
3. ด้านการประสาน	<p>1. ประสานกับบุคคลภายนอก และภายใน อาจารย์ นักศึกษา และผู้ขอรับบริการ ในการใช้เครื่องมือใน ห้องปฏิบัติการวิจัย</p> <p>2. ประสานงานอาจารย์เพื่อจัดการเรียนการสอน สำหรับเครื่องมือวิชาวิจัย</p> <p>3. ประสานงานบริษัทผู้ผลิต หรือจำหน่ายเครื่องมือ เพื่อการซ่อมบำรุง หรือซื้อทดแทน</p>
4. ด้านการบริการ	<p>1. ให้คำปรึกษา แนะนำ ถ่ายทอดความรู้ ทางด้าน วิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์แก่นักศึกษาทันต แพทย์ระดับปริญญาตรี โท และเอก นอกจากนี้ยังมี</p>

มาตรฐานกำหนดตำแหน่ง	ภาระงาน
	<p>ผู้รับบริการทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน รวมทั้งตอบ ปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เพื่อให้มีความรู้ความ เข้าใจ และสามารถดำเนินงานได้อย่างถูกต้อง</p> <p>2. พัฒนาข้อมูล จัดทำเอกสารวิชาการ สื่อเอกสาร เผยแพร่สื่อวิดีโอการ เรียนการสอนออนไลน์ ให้บริการวิชาการด้านปฏิบัติการทดลองการเรียน การสอน ในรายวิชาของนักศึกษาทันตแพทย์ที่ ชับซ้อนเพื่อก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้</p>

บทที่ 3

หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการอบรม ให้คำแนะนำ การใช้เครื่องมือวิจัย ของนักวิทยาศาสตร์ในหน่วยวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ความแม่นยำเกี่ยวกับระเบียบ หลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ ไม่ขัดต่อ กฎระเบียบที่หน่วยงาน กำหนด ซึ่งในบทนี้จะนำเสนอเนื้อหา ดังนี้

- 3.1 ระเบียบและประกาศที่เกี่ยวข้อง
- 3.2 หลักเกณฑ์และแนวทางปฏิบัติงาน
- 3.3 แผนการดำเนินงาน
- 3.4 ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

3.1 ระเบียบและประกาศที่เกี่ยวข้อง

1. ระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้ขอใช้เครื่องมือ ปฏิบัติงานให้เป็นไปตามระเบียบ เพื่อป้องกันการเกิดอันตราย และความเสียหายแก่ เครื่องมือและห้องปฏิบัติการ



<https://me-qr.com/uV93eGfV>

2. มาตรฐาน ISO 4049 Dentistry - Polymer-based restorative materials ระบุข้อกำหนดการทดสอบวัสดุเพื่อการบูรณะทางทันตกรรมประเภทโพลีเมอร์



<https://me-qr.com/HrCQqOOx>

3.2 หลักเกณฑ์และแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับ วิธีใช้เครื่อง Universal Testing Machine เพื่อวัด Biaxial Flexural Strength ของวัสดุทันตกรรม

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ผู้ทำหน้าที่ดูแลห้องปฏิบัติการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สนับสนุนในด้านความพร้อมของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ อบรม ให้คำแนะนำ แก้ไขปัญหา การใช้เครื่องมือที่อยู่ในความดูแล ซึ่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงาน เพื่อยึดเป็นแนวทางการปฏิบัติงานให้เกิดความเป็นระเบียบ และมีประสิทธิภาพ ให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงานและวิธีปฏิบัติงาน

หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน	วิธีปฏิบัติงาน
1. นักวิทยาศาสตร์ได้รับมอบหมายให้ดูแลเครื่องมือ	1) อบรมการใช้ห้องปฏิบัติการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ให้มีความรู้สามารถปฏิบัติตามเกณฑ์ และเป็นไปตามระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการวิจัย 2) อบรมการใช้งานเครื่องมือที่ถูกต้องจากบริษัทผู้ผลิตหรือจำหน่ายเครื่องมือ ให้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และสามารถดูแล บำรุงรักษา ได้เป็นอย่างดี
2. ผู้ขอรับบริการเสนอความต้องการขอใช้เครื่อง Universal Testing Machine	1) เข้าระบบจองเครื่องมือ Line Officials ของห้องปฏิบัติการวิจัย เพื่อตรวจสอบการขอใช้เครื่องมือจากผู้ขอรับบริการ 2) ผู้ขอใช้เครื่องมือต้องผ่านการอบรมห้องปฏิบัติการแรกเข้า ตามประเภทของงานที่ต้องปฏิบัติก่อนเข้าใช้ห้องปฏิบัติการ
3. การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ	1) ตรวจสอบสภาพความพร้อมใช้งานของเครื่องมือ
4. อบรม และให้คำแนะนำการใช้งานเครื่องมือให้ผู้ขอรับบริการ	1) ให้คำปรึกษา แนะนำ และดูแลการเตรียมชิ้นงานที่ใช้กับเครื่อง Universal Testing Machine ตลอดจนสามารถสอนและถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการใช้งานเครื่องมือได้ โดยให้คำแนะนำสอนการใช้เครื่องมือและดูแลอย่างใกล้ชิด

หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน	วิธีปฏิบัติงาน
	<p>จนกว่าผู้ขอใช้บริการจะสามารถใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง</p> <p>2) แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นอันเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือได้เป็นอย่างดีและถูกต้อง โดยอาศัยความรู้ ความสามารถรวมทั้งประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน</p>
5. ประเมินการใช้งานเครื่องมือกับผู้ขอรับบริการ	<p>1) ผู้ขอรับบริการสามารถใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องและดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลุล่วงได้ดีตามระยะเวลาที่กำหนด</p> <p>2) เครื่องมือไม่ได้รับความเสียหาย อันเนื่องมาจากการใช้งานไม่ถูกวิธี</p>

3.3 แผนการดำเนินงาน

เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งานเครื่อง Universal Testing Machine และเป็นไปตามระเบียบ จึงได้จัดทำแผนการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แผนการดำเนินงานการใช้เครื่อง Universal Testing Machine

กิจกรรม	ดำเนินการเมื่อ
1. เข้าระบบจองเครื่องมือ เพื่อตรวจสอบการขอใช้งานเครื่องมือจากผู้รับบริการ	ผู้ขอใช้เครื่องมือทำการจองเครื่องมือผ่าน Line Officials
2. นัดหมายการอบรมการใช้เครื่องมือกับผู้ขอใช้เครื่องมือ	ผู้ขอรับผ่านการอบรมการใช้ห้องปฏิบัติการวิจัยและเครื่องมือวิจัยแล้ว และเสนอความต้องการใช้เครื่องมือก่อนวันทำการ 1-3 วัน
3. ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	ก่อนวันที่จองอบรมการใช้งานเครื่องมือ อย่างน้อย 1-3 วัน
4. อบรมและให้คำแนะนำการใช้งานเครื่อง Universal Testing Machine	ผู้ขอใช้เครื่องมือเตรียมตัวอย่างที่ต้องการทดสอบที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้ว

กิจกรรม	ดำเนินการเมื่อ
5. ประเมินการใช้เครื่องมือกับผู้ขอรับบริการ	เมื่ออบรมและให้คำแนะนำการใช้เครื่องมือแล้ว ผู้ขอใช้สามารถใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ และได้ผลการทดลอง
6. แก้ไขปัญหาระหว่างใช้งานเครื่องมือ	ทันทีที่เกิดปัญหาขัดข้อง

3.4 ข้อควรคำนึงในการปฏิบัติงาน

1. การปฏิบัติงานต้องอยู่ภายใต้ระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติงานวิจัยอย่างเคร่งครัด โดยต้องมีข้อกำหนดความปลอดภัยตลอดการใช้งานเครื่องมือ เช่น การใส่อุปกรณ์ป้องกันดวงตา เนื่องจากวัสดุอาจมีการแตกและกระเด็นจากแรงทดสอบ

2. ผู้ขอใช้บริการต้องเตรียมวัสดุตัวอย่างตามข้อกำหนดมาตรฐานของการทดสอบสากล เช่น ISO 4049 งานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง และต้องมีวัสดุตัวอย่างพร้อมในการทดสอบ

3. Load cell เป็นอุปกรณ์ที่มีความละเอียดสูง จึงต้องมีความระมัดระวังในการใช้งาน ดังนี้

- แรงกดหรือดึง ที่กระทำต่อ Load Cell จะต้องไม่มากกว่า 100% ของค่าสูงสุดของ Load Cell นั้นๆ
- ต้องไม่กดหรือดึง ที่กระทำโดยตรงต่อ Load Cell
- ให้ประกอบ Load Cell เข้ากับ Cross head ก่อนเปิดเครื่อง หรือปิดเครื่องก่อน
- ก่อนทำการทดสอบ ให้ตรวจสอบการทำงานของ Stroke Limit Switch ทั้ง Upper และ Lower Limit ทุกครั้ง

4. ทดสอบโดยคำนึงถึงข้อจำกัดของเครื่องมือ เพื่อลดการเกิดความเสียหายแก่เครื่องมือ ซึ่งต้องดูแลความปลอดภัยของเครื่องดังนี้

- ปรับตั้งค่าแรง และระยะเพื่อป้องกันไม่ให้แรงโหลดมากกว่าความสามารถของ Load cell
- ระยะการเคลื่อนที่ของ Cross head ควรปรับตั้งในระดับที่ปลอดภัยและเพียงพอต่อการใช้งาน
- กดปุ่มฉุกเฉิน (Emergency) เพื่อยกเลิกหรือตัดระบบไฟฟ้าป้องกันโอเวอร์โหลด

บทที่ 4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน

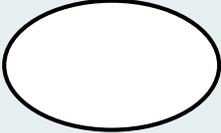
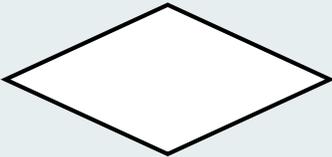
การดูแลควบคุมความเรียบร้อยของเครื่องมือเฉพาะทางที่มีความซับซ้อนในห้องปฏิบัติการวิจัย นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่ต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ในการปฏิบัติงาน ซึ่งในบทนี้จะนำเสนอ ตารางผังกระบวนการทำงาน (Flow Chart) และอธิบายรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติ รวมถึงเทคนิคในการปฏิบัติงาน โดยอธิบายเนื้อหาตามลำดับ ดังนี้

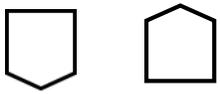
- 4.1 สัญลักษณ์แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- 4.2 ตารางแสดงผังการปฏิบัติงาน
- 4.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- 4.4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน

4.1 สัญลักษณ์แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการใช้เครื่อง Universal Testing Machine เพื่อวัดแรงดัดขวางสองแกน ผู้เขียนจะขออธิบาย สัญลักษณ์ที่ใช้ในการอธิบายความ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สัญลักษณ์และความหมายแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย
	จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด
	กิจกรรมและการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่งแต่ไม่มีการตัดสินใจหรือการอนุมัติ
	การตัดสินใจ การตรวจสอบ การอนุมัติ การพิจารณา รวมถึงการพิจารณากลับกรองโดยไม่มี การตัดสินใจ
YES/Y NO/N	อนุมัติ เห็นชอบ เห็นด้วยตามเสนอ ไม่อนุมัติ ไม่เห็นชอบ ไม่รับพิจารณา

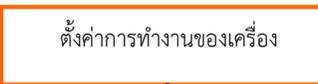
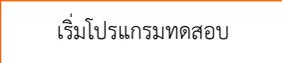
สัญลักษณ์	ความหมาย
	ทิศทางขั้นตอนการดำเนินงานที่ปฏิบัติต่อเนื่องกันตามหัวข้อลูกศร หรือทิศทางการไหลของขั้นตอนหลัก กรณีมีการแก้ไขปรับปรุง หลักฐานหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง
	จุดเชื่อมต่อ

4.2 ตารางแสดงผังการปฏิบัติงาน (Flow chart / diagram)

สำหรับการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการใช้เครื่อง Universal Testing Machine เพื่อวัดแรงดัดขวางสองแกน ผู้เขียนได้นำเสนอ ผังกระบวนการงาน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผังกระบวนการดำเนินงานเกี่ยวกับการใช้เครื่อง Universal Testing Machine

ลำดับที่	ผู้ขอใช้เครื่องมือ	นักวิทยาศาสตร์ผู้ดูแลเครื่องมือ	เอกสารอ้างอิง
1			Line officials
2			
			ISO 4049
3			
			

ลำดับที่	ผู้ขอใช้เครื่องมือ	นักวิทยาศาสตร์ผู้ดูแลเครื่องมือ	เอกสารอ้างอิง
			
4			
			Shimadzu TrapeziumX instruction manual
			
5			
			
			
			
6			Shimadzu AGS- X series manual
			

4.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

จากผังกระบวนการ ที่ 4.2 อธิบายเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานการใช้เครื่อง Universal Testing Machine เพื่อวัดความแข็งแรงดัดขวางสองแกน (Biaxial flexural strength) ของวัสดุทางทันตกรรม ได้ดังนี้

1. ผู้ขอใช้เสนอความต้องการใช้เครื่อง Universal Testing Machine

การใช้เครื่องมือเฉพาะทางที่มีความซับซ้อน มีการประยุกต์การใช้งานที่หลากหลาย เพื่อการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและเหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำ ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่ดูแลเครื่องมือ ต้องมีความรู้ความเข้าใจ พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องมือ

Universal Testing Machine (UTM) เป็นเครื่องทดสอบสมบัติเชิงกล (Mechanical test) ซึ่งจัดเป็นการทดสอบแบบทำลาย นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานด้านวัสดุศาสตร์ เครื่องมือนี้มีความสามารถทดสอบการทนทานต่อการฉีกขาด (Tear test) การทดสอบความแข็งแรงของรอยเชื่อมหรือกาว (Seal strength, Peel test) การทดสอบแบบกดอัดขึ้นงาน (Compression test) การทดสอบการดัดโค้งขึ้นงาน (Flexural test, 3 point bending test) การทดสอบชิ้นงานวัสดุต่างๆ ได้แก่ พลาสติก (Plastic, Polymer) คอมโพสิต (Composite) ยาง (Rubber) เส้นใย (Fiber) และอื่นๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ส่วนควบของเครื่องมือที่รองรับหรือไม่ เช่น ขนาดของตัวเครื่องและโหลดเซลล์ หัวจับหรือแท่นวางชิ้นงานทดสอบ

หลักการทำงานของเครื่องมือนี้คือ การเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างการวัดแรงต้านในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุโดยอาศัยอุปกรณ์วัดแรงหรือโหลดเซลล์ (Load cell) และการวัดระยะที่เปลี่ยนแปลงไปของชิ้นงาน

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟจะได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรง (Load) และระยะที่เปลี่ยนแปลงไป (Extension, Elongation, Deformation) หากนำขนาดหรือมิติของชิ้นงานทดสอบมาคำนวณด้วยก็จะได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ทำให้ได้สมบัติเชิงกลต่างๆ ของชิ้นงานทดสอบนั้น เช่น ความแข็งแรงของวัสดุ (Modulus) ความแข็งแรงของวัสดุ (Strength) ความสามารถในการยืดของวัสดุ (Elongation) เป็นต้น

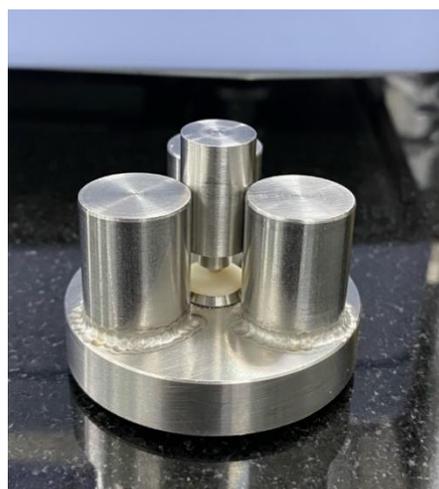
สถานะการทดสอบมักนิยมอ้างอิงกับมาตรฐานสากล ได้แก่ American Society for Testing and Materials หรือ ASTM International (ASTM), International Organization for Standardization (ISO) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะกล่าวถึงข้อกำหนดต่างๆ ได้แก่ ขนาดชิ้นงาน จำนวนชิ้นงาน ความเร็วในการทดสอบ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ วิธีการทดสอบ ผลการทดสอบ ตลอดจนข้อจำกัดหรือข้อแนะนำอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบผลการทดสอบ

2. การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ค่าความแข็งแรงจากการโค้งงอเป็นค่าที่บอกความสามารถในการรับแรงดัดสูงสุด ที่เกิดขึ้นบริเวณผิวของชิ้นทดสอบ วัสดุที่ใช้บูรณะทางทันตกรรมประเภทโพลีเมอร์ ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ISO 4049 ซึ่งการทดสอบความแข็งแรงดัดขวางสองแกน (Biaxial flexural strength) คือ การทดสอบที่ให้แรงจาก Load cell ลงบนกึ่งกลางชิ้นงานทดสอบ ผ่านหัวกดเหล็ก ที่มีแป้นรองรับเป็นลูกบอลเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร จำนวน 3 ลูกเรียงตัวทำมุม 120 องศาบนฐานรองรับ (Support circle) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร หรือ Jig ทดสอบ โดยอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง แสดงดังรูปที่ 4 และ 5



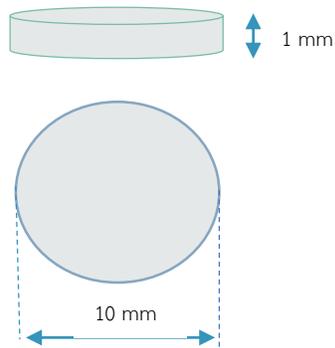
รูปที่ 4 Load cell



รูปที่ 5 Jig ทดสอบ Biaxial Flexural Strength

3. การเตรียมตัวอย่าง

ผู้ขอเสนอใช้เครื่องมือจะเป็นผู้เตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดสอบ และนักวิทยาศาสตร์ผู้ดูแลเครื่องมือมีหน้าที่ตรวจสอบตัวอย่างที่ถูกต้องที่สามารถนำมาใช้งานกับเครื่องได้ เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องมือ และผลทดสอบที่ไม่ถูกต้อง โดยการเตรียมตัวอย่าง ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุสากล ISO 4049 ตัวอย่างต้องสามารถเข้ากับ Jig ทดสอบได้ ซึ่งตัวอย่างแบบแผ่นบาง แบน และผิวเรียบ หรือ disc เป็นที่นิยมมากที่สุดในการทดสอบ Biaxial flexural strength มีขนาดรัศมี 10 มิลลิเมตร หน้า 1 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 รูปร่างและขนาดของตัวอย่าง

แล้วนำมาคำนวณหาค่าความแข็งแรงตัดขวางสองแกน ดังสมการ

$$BFS = \frac{F}{d^2} \left\{ (1 + \nu) \left[0.485 \ln \left(\frac{r}{d} \right) + 0.52 \right] + 0.48 \right\}$$

BFS คือ ค่าความแข็งแรงตัดขวางสองแกน (ปาสคาล)

F คือ แรงกดสูงสุดที่ทำให้เกิดการแตก (นิวตัน)

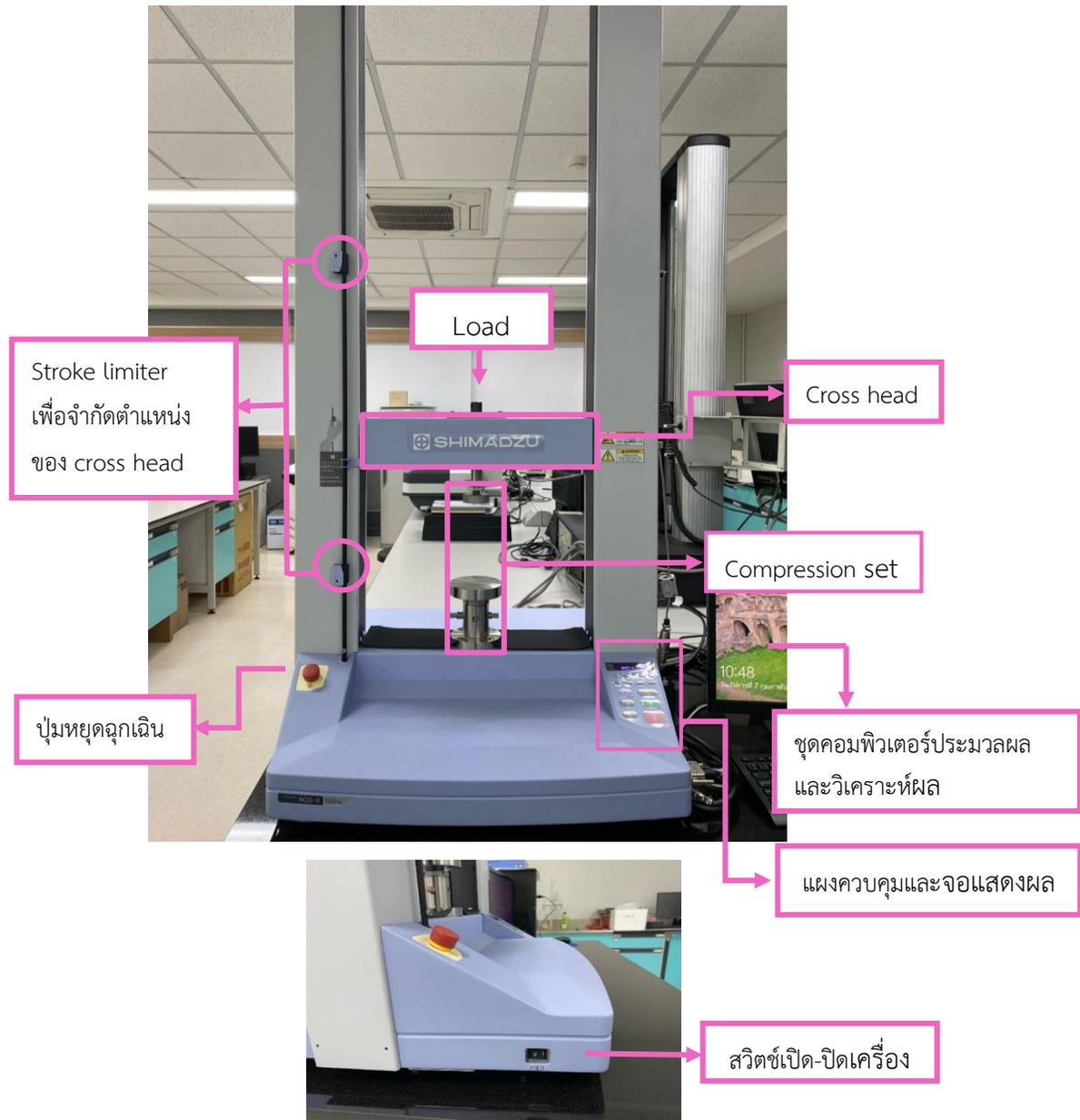
d คือ ความหนาของชิ้นตัวอย่าง (มิลลิเมตร)

ν คือ อัตราส่วนของปัวซอง

r คือ รัศมีวงกลมรองรับ

4. การตั้งค่าการทำงานของเครื่อง

การตั้งค่าการทำงานของเครื่อง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่อง โดยแสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 7 ส่วนประกอบของเครื่อง Universal Testing Machine

วิธีตั้งค่าการทำงาน

- (1) เปิดสวิตช์ด้านข้างฝั่งซ้ายมือของเครื่อง จอแสดงผลของเครื่องจะแสดง version ปัจจุบันของเครื่องมือ และ load cell ที่ใช้ในขณะนั้น
- (2) เปิดคอมพิวเตอร์และไปที่โปรแกรม Trapeziumx



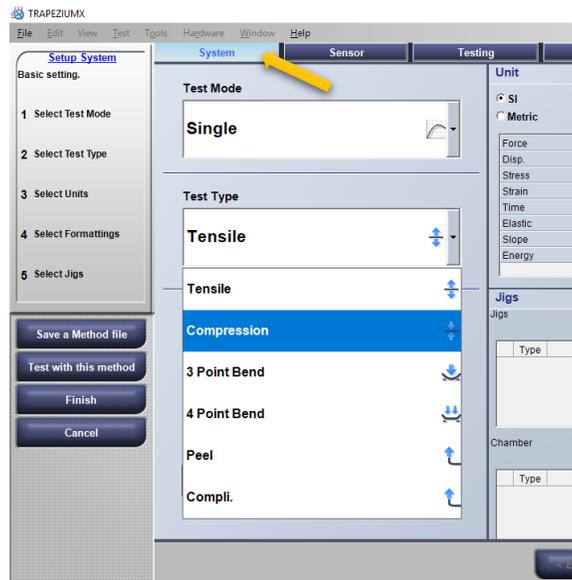
รูปที่ 8 โปรแกรม TrapeziumX

- (3) หน้าจอจะแสดงโปรแกรมดังกล่าว ให้เลือก create new method เพื่อสร้าง method การทำงานของผู้ใช้



รูปที่ 9 ปุ่ม Create New Method

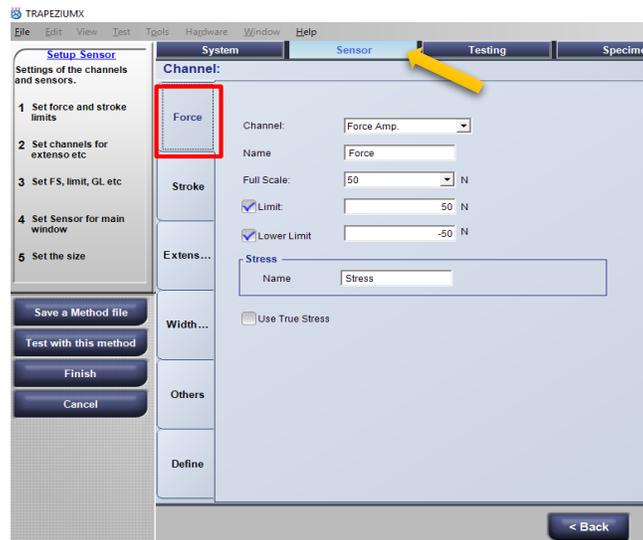
- (4) ไปที่หน้าต่าง system ตั้งค่า Test mode → Single
 Test type → Compression



รูปที่ 10 การตั้งค่าหน้าต่าง system

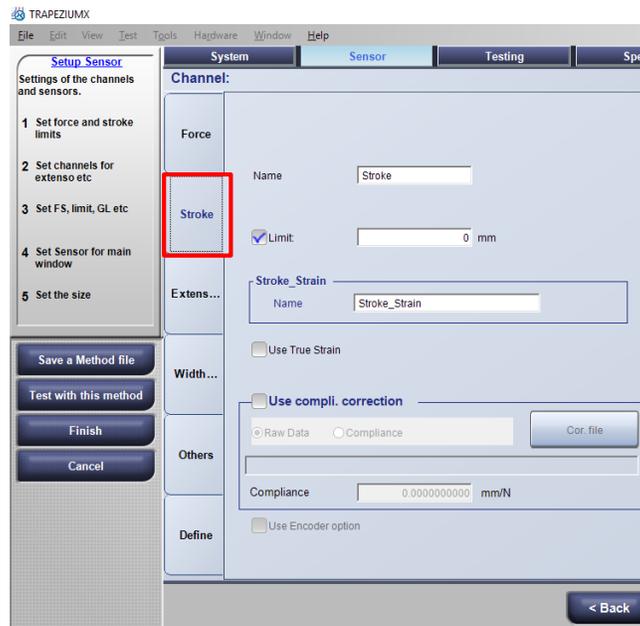
- (5) ตั้งค่าที่หน้าต่าง Sensor

แถบ Force จะแสดงค่า Full scale ตาม load cell ที่ใส่ไว้ในเครื่องอัตโนมัติ ดังภาพแสดงเป็น 50 N ปกติค่าแรงสูงสุดจะถูกกำหนดไว้ที่ค่า load cell สูงสุด แต่สามารถกำหนดแรงที่เกิดได้ โดยคลิกถูกที่ limit แล้วพิมพ์ค่าแรงที่ต้องการลงไป แต่ไม่เกินค่า load cell สูงสุด



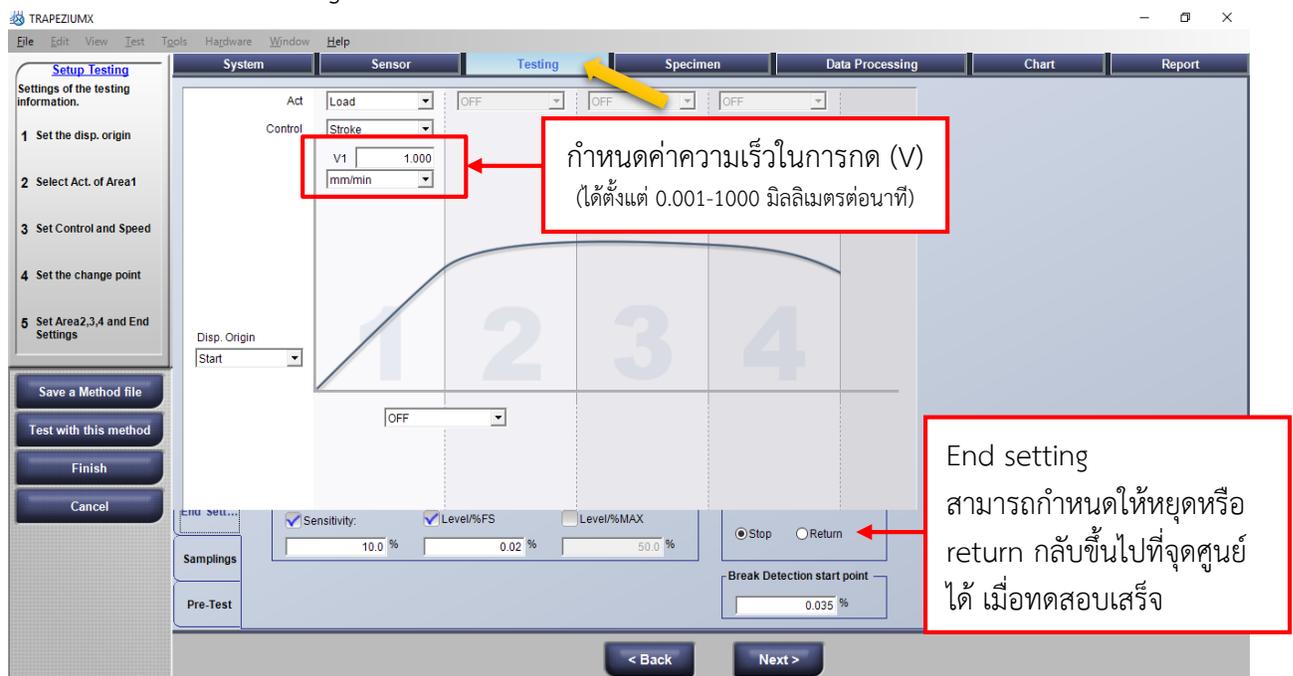
รูปที่ 11 การตั้งค่าแถบ Force ในหน้าต่าง sensor

แทป Stroke สามารถกำหนดระยะเวลาการเคลื่อนที่ของ cross head ได้ โดยคลิกถูกที่ limit และป้อนค่าที่ต้องการลงไป หน่วยเป็นมิลลิเมตร หากไม่กำหนด ให้คลิกเครื่องหมายถูกออก



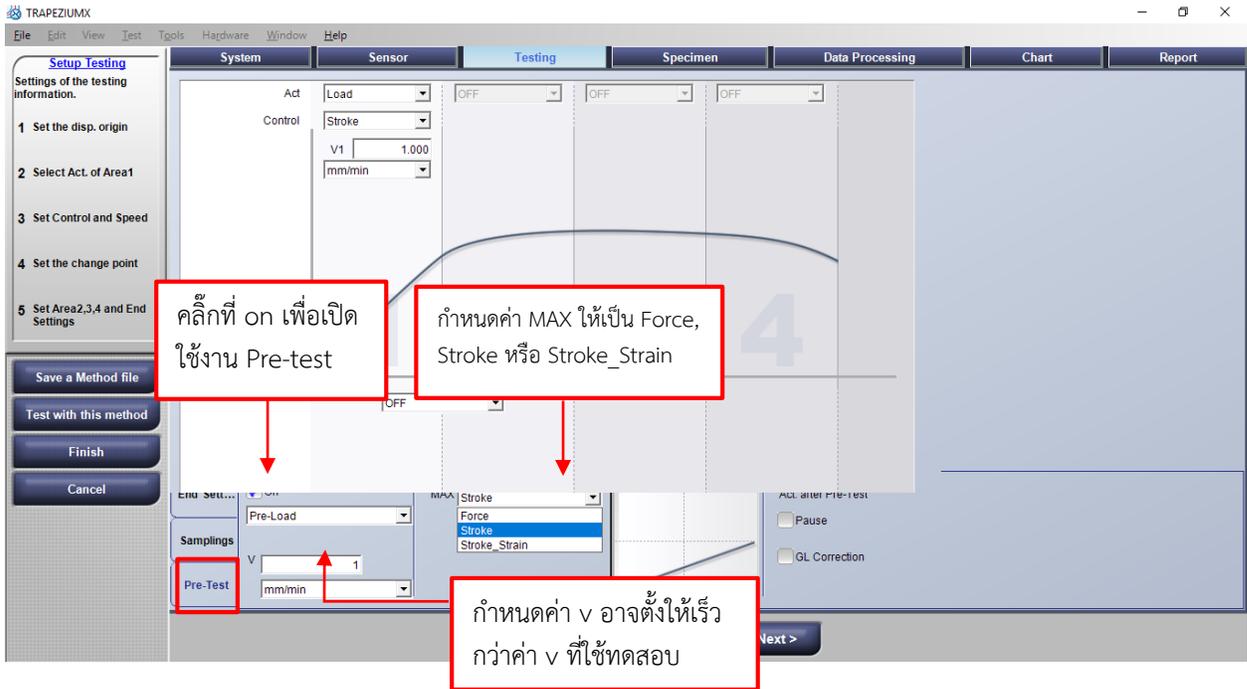
รูปที่ 12 การตั้งค่าแทป Stroke ในหน้าต่าง sensor

(6) ตั้งค่าที่หน้าต่าง Testing

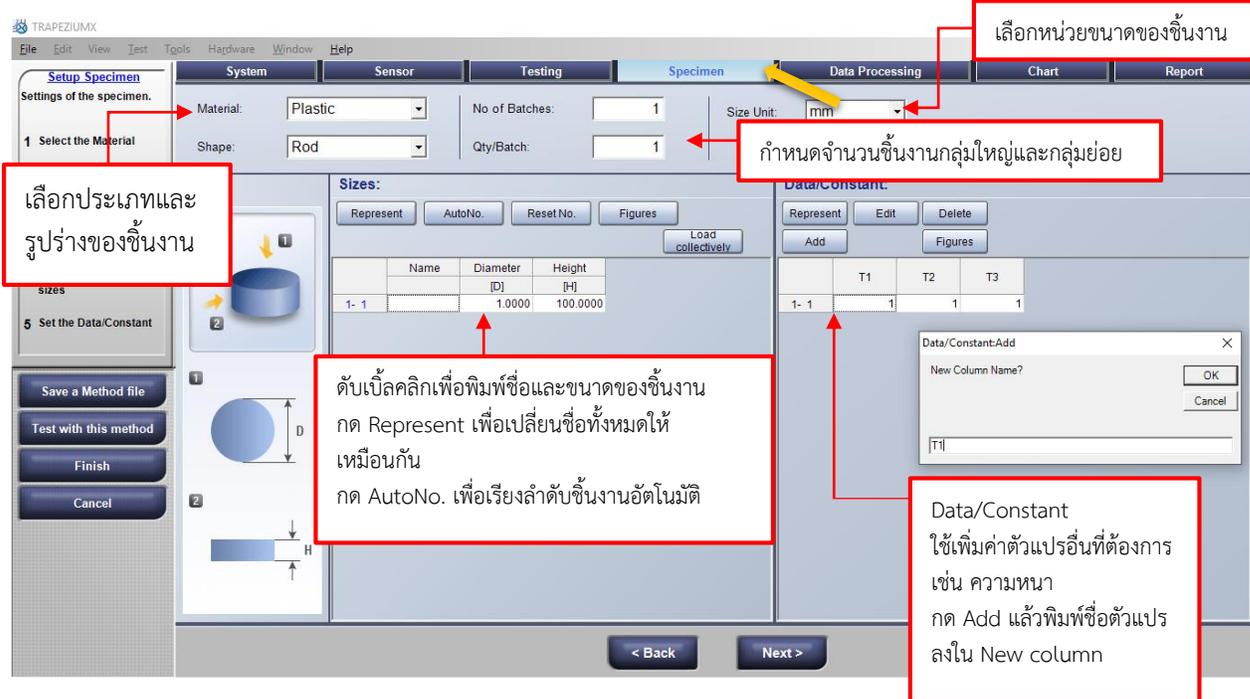


รูปที่ 13 การตั้งค่าความเร็วและ End Setting ในหน้าต่าง Testing

สามารถตั้ง pre-test โดยไปที่แท็บ pre-test และกำหนดค่า V และ ค่า MAX เมื่อเปิดใช้เครื่องมือนี้ เครื่องจะทำงานตามความเร็วที่ตั้งไว้จนถึงค่า MAX ที่กำหนด โปรแกรมจึงจะเริ่มทดสอบตาม method ที่ตั้งไว้ก่อนหน้า แท็บเครื่องมือนี้ใช้เพื่อลดระยะเวลาการทดสอบ และทำให้เครื่อง วัดแรงกดที่กระทำต่อวัสดุได้ต่อเนื่องขึ้น อาจเปิดใช้หรือไม่ใช้ก็ได้

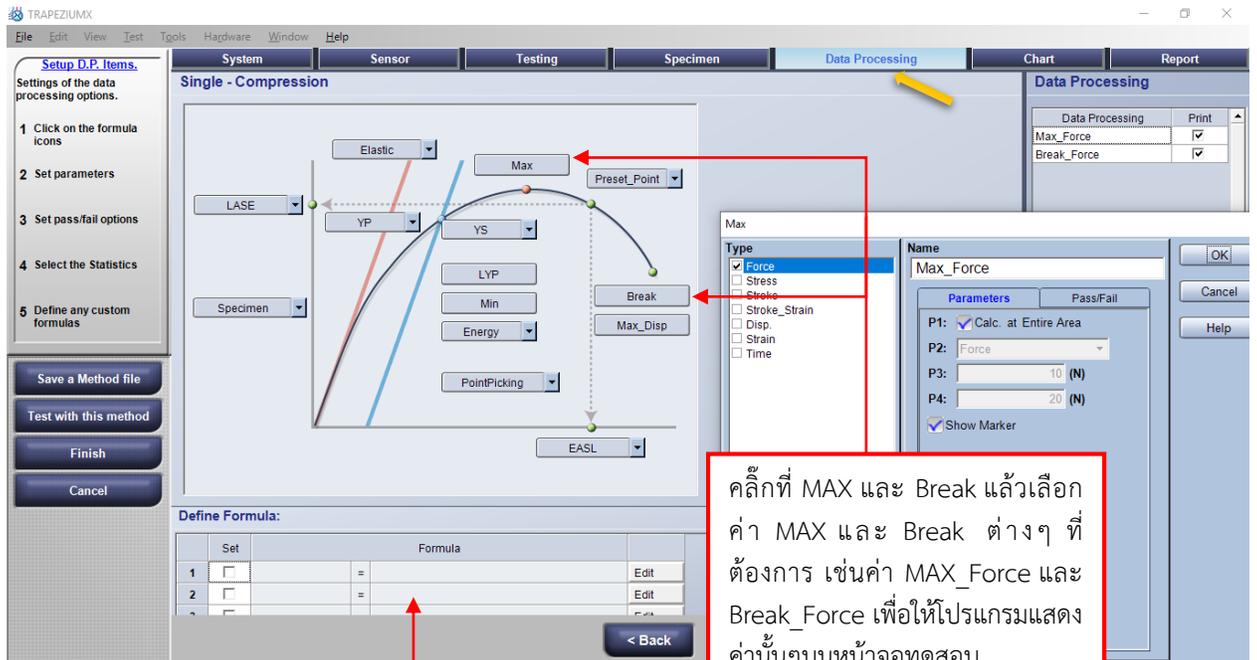


รูปที่ 14 การตั้งค่า Pre-Test



รูปที่ 15 การตั้งค่าในหน้าต่าง Specimen

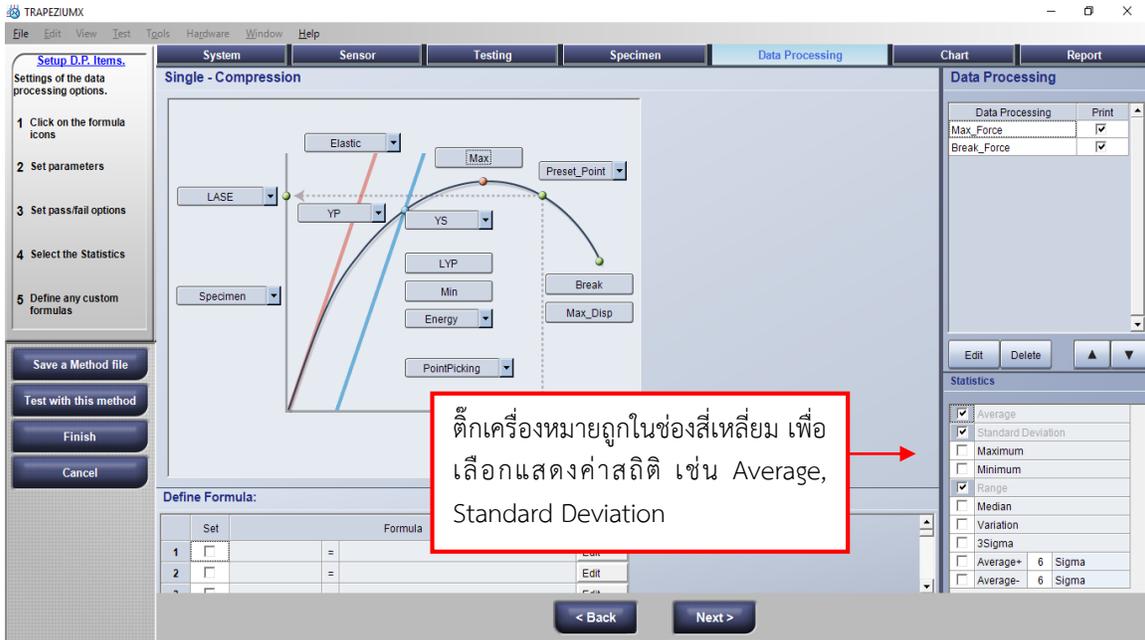
(8) ตั้งค่าที่หน้าต่าง data processing เพื่อเลือกการวิเคราะห์และแสดงผล



คลิกที่ MAX และ Break แล้วเลือกค่า MAX และ Break ต่างๆ ที่ต้องการ เช่นค่า MAX_Force และ Break_Force เพื่อให้โปรแกรมแสดงค่านั้นบนหน้าจอทดสอบ

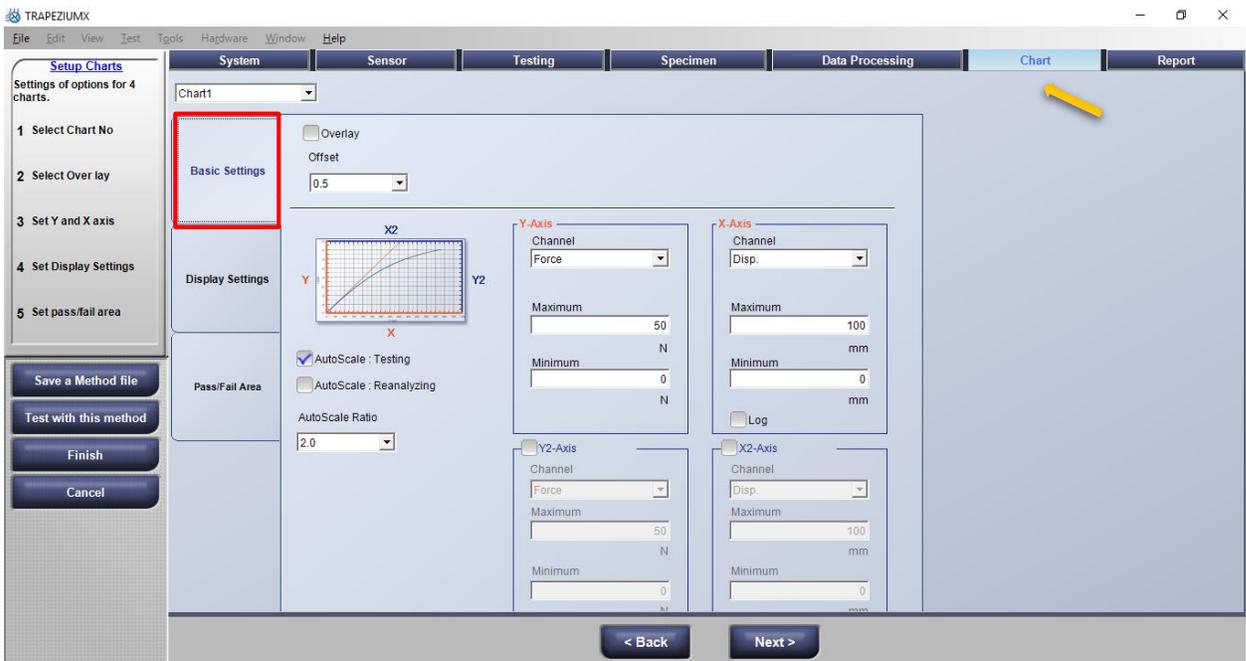
เพิ่มสมการโดยผู้ใชเเอง เพื่อคำนวณค่าอื่นๆที่ต้องการ โดยใช้ค่าตัวแปรต่างๆ จากการตั้งค่า เช่น ความสูง รัศมี ความหนา มาคำนวณกับผลที่ได้จากการวัด แล้วตั้งเครื่องหมายถูกในช่องสี่เหลี่ยมหน้าสมการ เพื่อเปิดใช้สมการนี้ เช่น การเพิ่มสมการ BFS

รูปที่ 16 การตั้งค่าในหน้าต่าง Data Processing



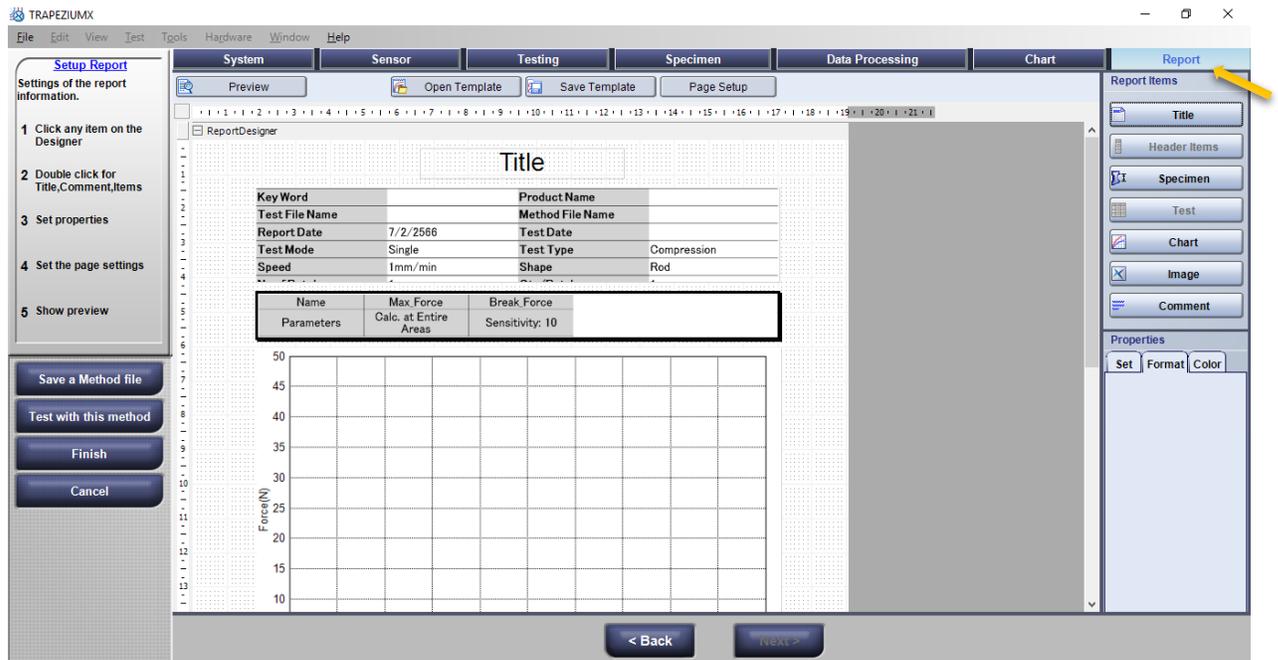
รูปที่ 17 การเพิ่มค่าสถิติ

(9) หากต้องการเปลี่ยนชื่อแกน หรือลด-เพิ่มขนาดของกราฟ ให้ไปตั้งค่าที่หน้าต่าง Chart คลิกที่แท็บ Basic Settings พิมพ์ค่า Maximum หรือ Minimum ที่ต้องการ ลงในช่องแกน Y Axis หรือ X Axis หรือติ๊กเครื่องหมายถูกที่ AutoScale เพื่อให้กราฟปรับเปลี่ยนอัตโนมัติ ตามผลที่ทดสอบ



รูปที่ 18 การปรับขนาดกราฟในหน้าต่าง Chart

(10) หากต้องการแก้ไขรูปแบบของ Report ให้ไปที่หน้าต่าง Report



รูปที่ 19 หน้าต่าง Report

(11) กด Save a Method file เพื่อบันทึก method ที่ผู้ใช้ตั้งค่าไว้ และกด Test with this method เพื่อเปลี่ยนหน้าจอเป็นโปรแกรมที่จะทดสอบด้วย method นั้นๆ

(12) ส่วนประกอบของหน้าโปรแกรมทดสอบ

ส่วนแสดงค่าต่างๆ ที่ผู้ใช้ตั้งค่าไว้ หากตั้ง pre-test ไว้ โปรแกรมจะแสดงค่านั้นก่อน ดังภาพแสดงค่า

- ใช้ pre-test v speed 5mm/min
- Max force 2 N
- Full Scale 500 N
- CP (ทดสอบแบบ compression)
- เปิดใช้ End settings แบบ return

แสดงค่า Stroke แบบ real time (mm)

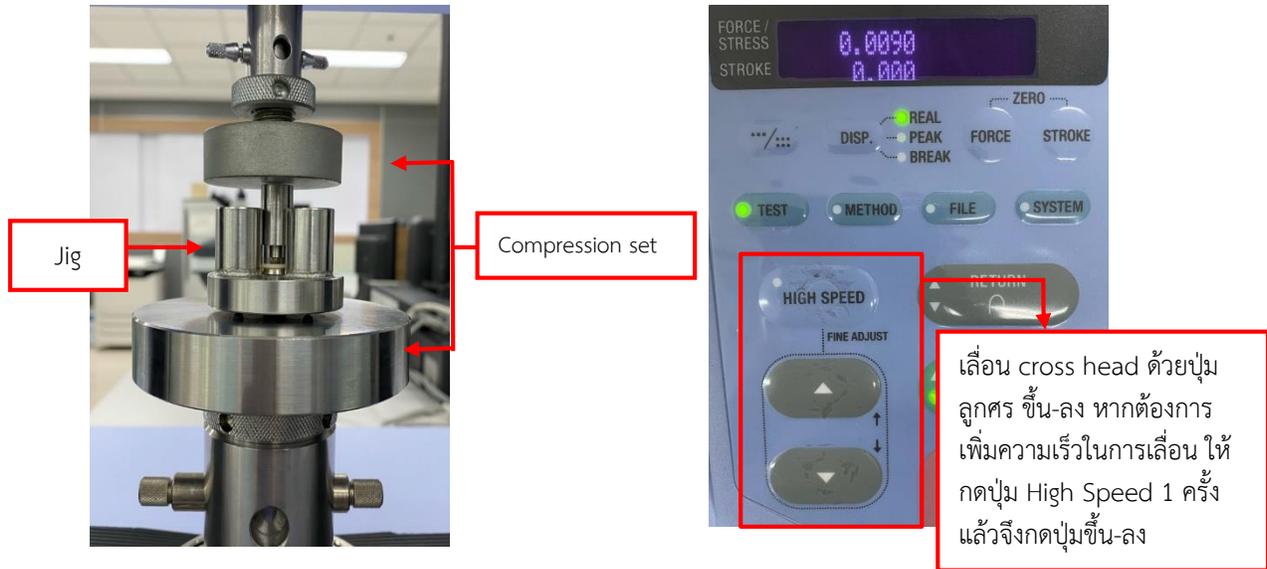
Force: 0.0360 N Stroke: 0.0000 mm

Test Speed: 5 mm/min
Full Scale: 500 N
Max Force: 2 N
Break: ON

Name	Max_Force	Break_Force	BFS
Parameter	Calc. at Entire Areas	Sensitivity: 10	
Pass/Fail			
Unit	N	N	N/mm2
Print	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
1_1			
1_2			
1_3			
1_4			
1_5			
1_6			
Average			
Standard Deviation			
2_1			
2_2			
2_3			
2_4			
2_5			
2_6			
Average			
Standard Deviation			
3_1			
3_2			
3_3			
3_4			

รูปที่ 20 หน้าโปรแกรมทดสอบ

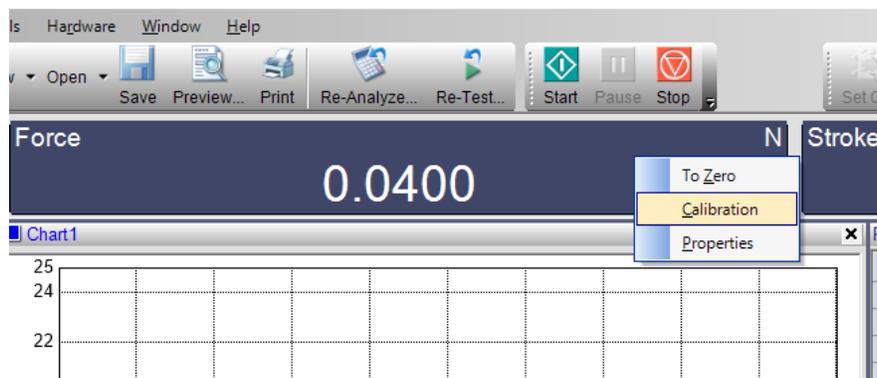
(13) วางวัสดุที่ต้องการทดสอบบน jig แล้วติดตั้ง jig ทดสอบกับ compression set ปรับระยะของ cross head โดยใช้แผงควบคุมบนตัวเครื่อง เลื่อนขึ้น-ลง



รูปที่ 21 การติดตั้ง Jig ทดสอบกับ compression set และการปรับระยะขึ้น-ลง

(14) Calibrate Load cell

ให้ calibrate force ทุกครั้งเมื่อเปิดโปรแกรม หรือเมื่อมีการเปลี่ยน load cell โดยคลิกขวาในช่อง แสดงค่า force และไปที่ Calibration ระหว่างการ calibrate ห้ามใช้หรือกดปุ่มใดๆ ในโปรแกรม จนกว่าเครื่อง จะส่งสัญญาณว่า การ calibrate ได้เสร็จสิ้นแล้ว

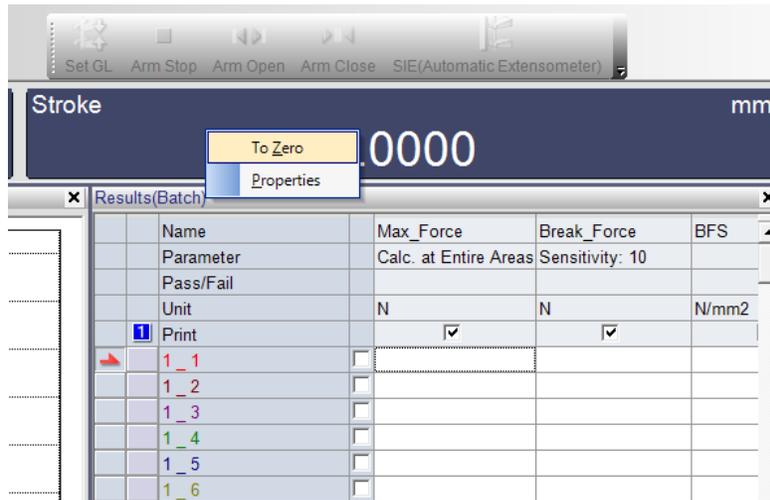


รูปที่ 22 การ Calibrate Load cell

5. เริ่มโปรแกรมทดสอบ

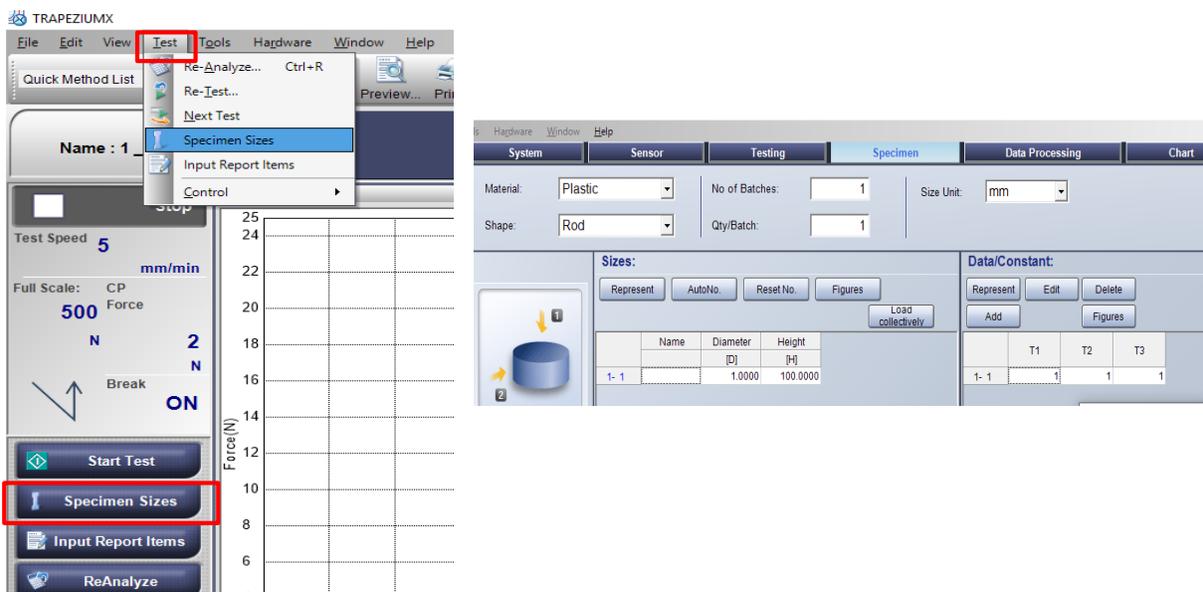
(1) หากตั้งโหมด return หรือต้องการวัดระยะ ให้ reset stroke ให้เป็นศูนย์ เมื่อติดตั้งและปรับตำแหน่งของ compression set กับ jig แล้ว โดยคลิกขวาในช่อง Stroke ไปที่ To Zero

ค่า stroke จะเปลี่ยนไปเมื่อมีการเคลื่อนที่ของ cross head (กรณีที่ตั้งโหมด return เมื่อเครื่องทดสอบเสร็จแล้ว cross head จะเคลื่อนกลับไปตำแหน่งจุดศูนย์ที่ถูก reset นี้)



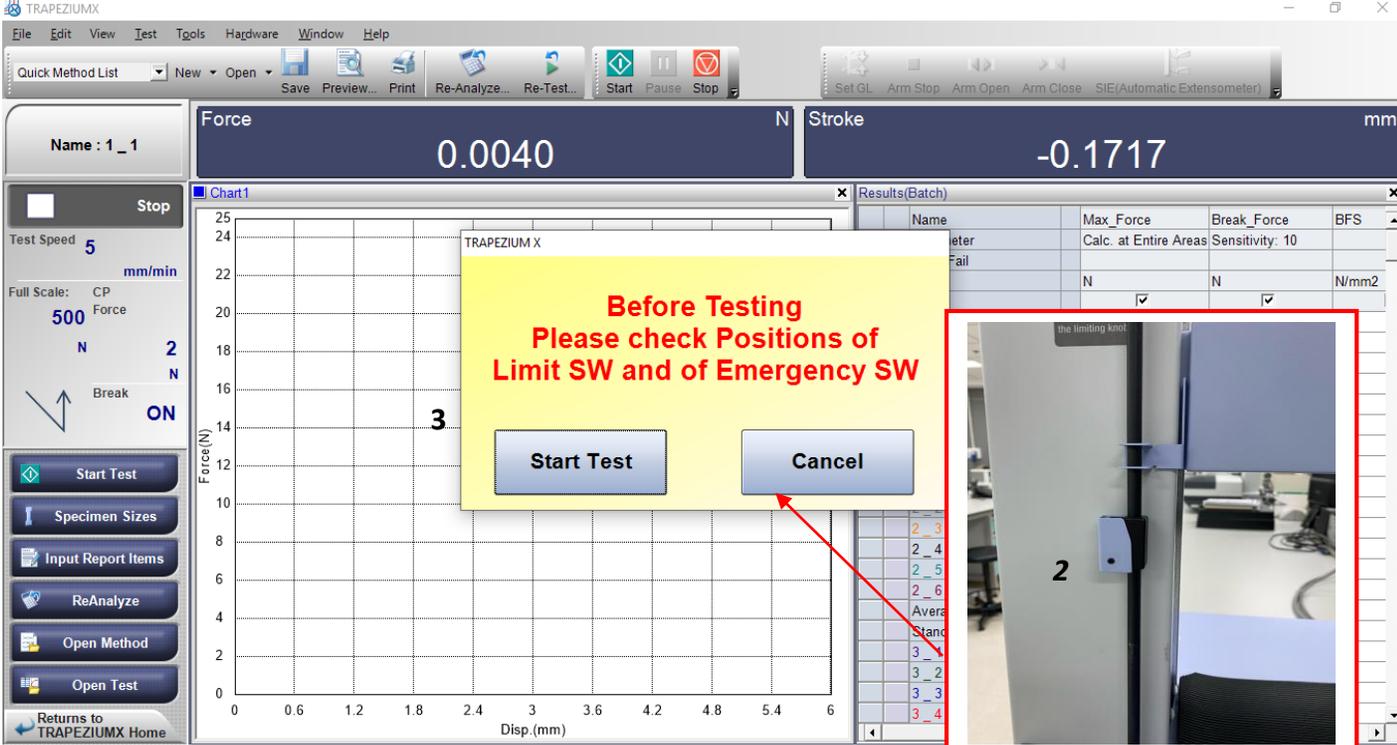
รูปที่ 23 การรีเซ็ต Stroke ให้เป็นศูนย์

(2) หากต้องการป้อนค่าขนาดของวัสดุที่ต้องใช้ในสมการเพื่อคำนวณ หรือเพิ่มจำนวนชิ้นงาน ให้กดที่ปุ่ม Specimen Sizes หรือไปที่แท็บเครื่องมือ Test เลือก Specimen Sizes



รูปที่ 24 การป้อนขนาดและเพิ่มจำนวนชิ้นงาน

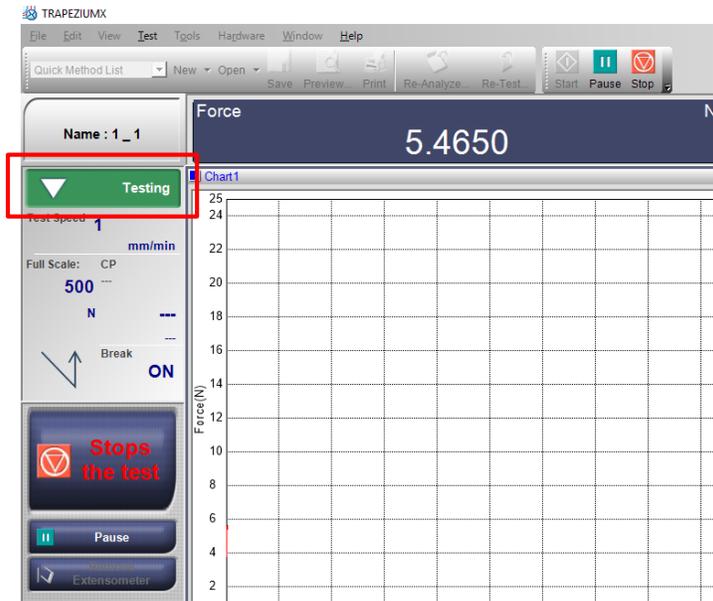
(3) กด Start test  (สามารถกดที่แผงเครื่องมือด้านซ้าย หรือแท็บเครื่องมือด้านบน หรือแผงเครื่องมือบนตัวเครื่องได้) โปรแกรมจะขึ้นหน้าต่างเพื่อเตือนให้ผู้ใช้ตรวจสอบตำแหน่งของ Stroke limiter ก่อน เสร็จแล้วกด start test อีกครั้ง ตามลำดับ 1 2 และ 3 เครื่องจะเริ่มทำการทดสอบ



The screenshot shows the TRAPEZIUM X software interface. At the top, the 'Force' is 0.0040 N and 'Stroke' is -0.1717 mm. A central dialog box with a yellow background and red text reads: "Before Testing Please check Positions of Limit SW and of Emergency SW". Below this text are two buttons: "Start Test" and "Cancel". A red arrow points from the "Cancel" button to a photograph of a physical machine component labeled "2". The photograph shows a vertical metal structure with a blue component. The software interface also includes a "Chart1" window showing a graph of Force (N) vs. Displacement (mm) and a "Results(Batch)" table with columns for Name, Max_Force, Break_Force, and BFS.

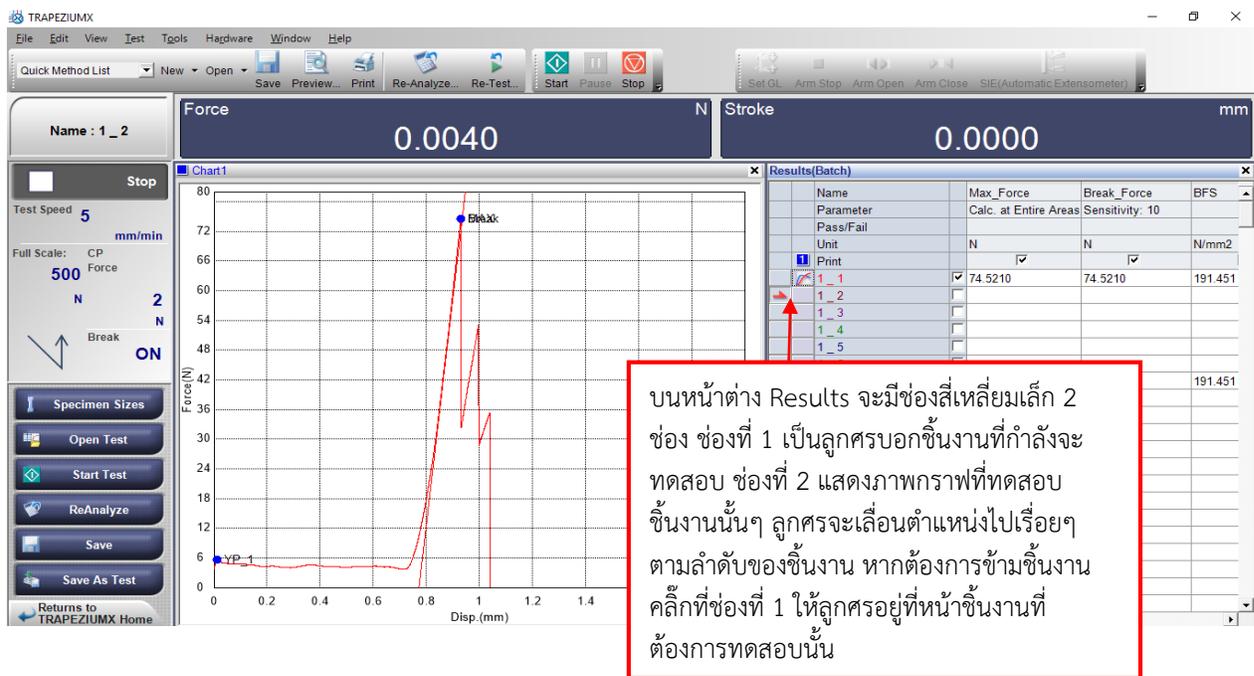
รูปที่ 25 เริ่มโปรแกรมทดสอบ

(4) โปรแกรมจะแสดงสถานะการทำงาน หากตั้ง pre-test เครื่องจะเริ่มดำเนินตาม pre-test ก่อน แล้วจึงเริ่มทดสอบตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ ระหว่างทดสอบสามารถหยุดการทำงานชั่วคราว โดยกดปุ่ม Pause หรือ หยุดการทำงานครั้งนั้นๆ โดยกดปุ่ม Stops the test



รูปที่ 26 การแสดงสถานะการทำงานของโปรแกรมขณะทดสอบ

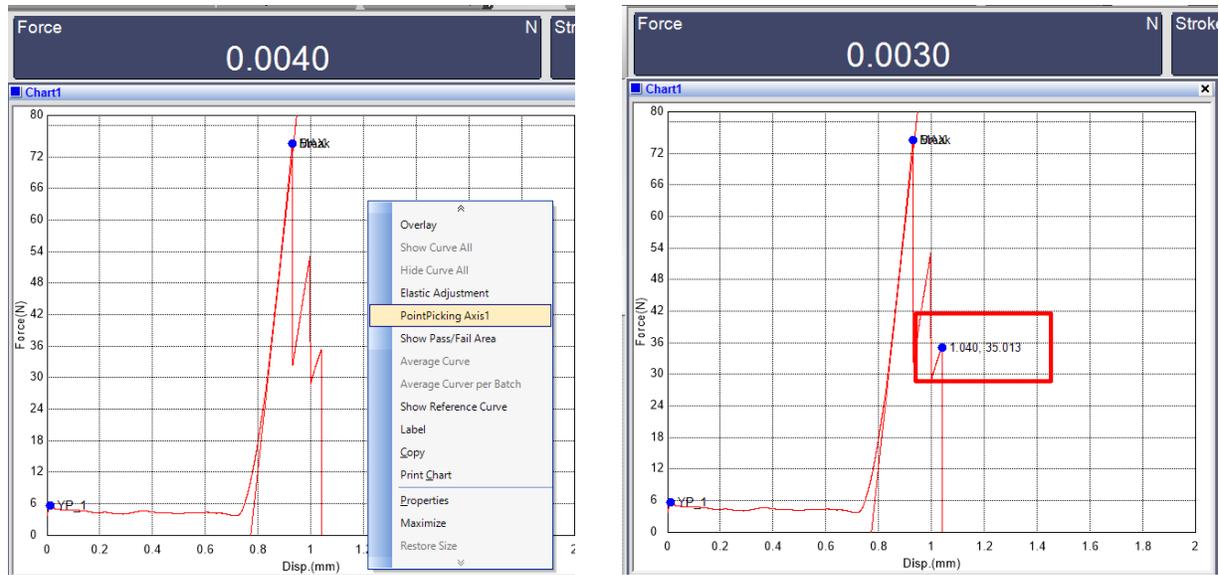
(5) เมื่อเครื่องทดสอบเสร็จแล้ว จะปรากฏภาพกราฟที่หน้าต่าง Chart และผลทดสอบที่หน้าต่าง Results



บนหน้าต่าง Results จะมีช่องสี่เหลี่ยมเล็ก 2 ช่อง ช่องที่ 1 เป็นลูกศรบอกชิ้นงานที่กำลังจะทดสอบ ช่องที่ 2 แสดงภาพกราฟที่ทดสอบ ชิ้นงานนั้นๆ ลูกศรจะเลื่อนตำแหน่งไปเรื่อยๆ ตามลำดับของชิ้นงาน หากต้องการข้ามชิ้นงานคลิกที่ช่องที่ 1 ให้ลูกศรอยู่ที่หน้าชิ้นงานที่ต้องการทดสอบนั้น

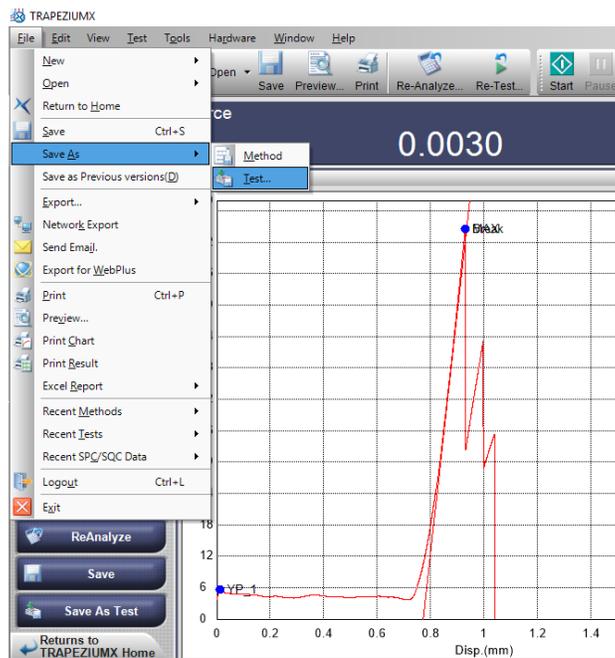
รูปที่ 27 หน้าโปรแกรมแสดงผลการทดสอบ

(6) หากต้องการแสดงจุดที่ต้องการทราบค่าเป็นตัวเลขจำเพาะบนกราฟ ให้คลิกขวาบนพื้นที่ในหน้าต่าง chart ไปที่ Point Picking Axis1 เลือกจุดที่ต้องการแล้วคลิกซ้าย บนกราฟจะแสดงค่าตัวเลขเป็นค่า X, Y หากต้องการปรับแต่งกราฟให้กดที่ปุ่ม ReAnalyze แล้วไปที่หน้าต่าง Chart ปรับแต่งค่าตาม รูปที่ 18



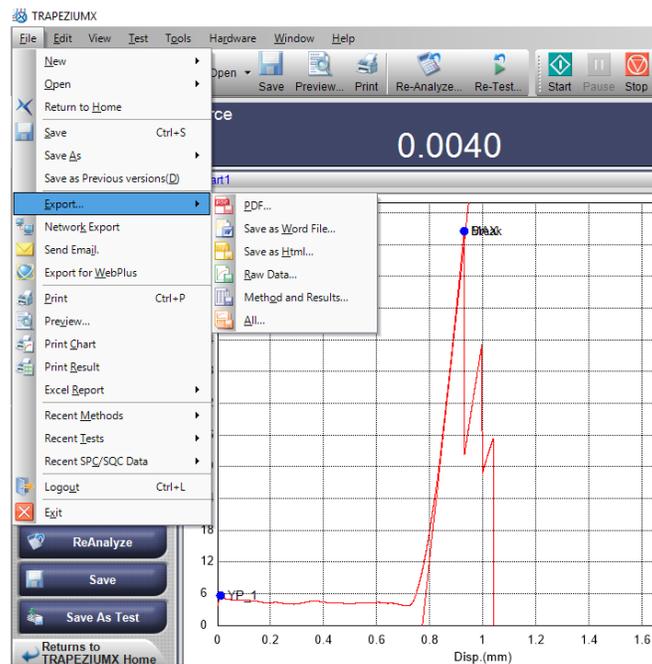
รูปที่ 28 การชี้จุดและปรับแต่งกราฟ

(7) บันทึกผลทดสอบ โดยไปที่แท็บ File → Save As → Test หรือกดที่ปุ่ม Save As Test บนแผงเครื่องมือด้านซ้าย โปรแกรมจะบันทึกค่าที่ทดสอบไว้ด้วย



รูปที่ 29 การบันทึกผลการทดสอบ

(8) การนำข้อมูลออก ไปที่ File → Export แล้วเลือก save เป็นไฟล์นามสกุลที่ต้องการ



รูปที่ 30 การนำข้อมูลออก

6. การดูแลรักษาเครื่องมือหลังใช้งาน

เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ หลังปฏิบัติงาน ควรปฏิบัติดังนี้

- (1) ตั้งค่าระดับ Crosshead ในตำแหน่งที่เหมาะสม
- (2) ปลดอุปกรณ์ทุกชนิด (Compression set, Jig ทดสอบ หรือ Grip) ออกจาก Load Cell ภายหลังจากการทดสอบงานแล้วเสร็จ
- (3) ตรวจสอบเช็ค และทำความสะอาดเครื่องหลังทดสอบ
- (4) เก็บอุปกรณ์ให้อยู่ในที่ที่เหมาะสม

4.4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน

เนื่องจากการปฏิบัติงานเกี่ยวกับเครื่องมือเฉพาะทาง จึงต้องมีการตรวจสอบการทำงาน ให้มีความพร้อมและเป็นปกติอยู่เสมอ มีการปรับปรุงอยู่เสมอ นักวิทยาศาสตร์ผู้รับผิดชอบต้องมีการศึกษาพัฒนาความรู้ และอาศัยเทคนิคในการปฏิบัติงาน เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ถูกต้องตามระเบียบที่กำหนดและเกิดความพึงพอใจ โดยเทคนิคในการปฏิบัติงาน ดังนี้

4.4.1 มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ศึกษา การใช้ หรือพัฒนาเครื่องมือวิจัย ให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ

4.4.2 ติดต่อประสานงานรวดเร็ว ให้คำปรึกษาแนะนำและอธิบายขั้นตอนได้ถูกต้อง ผู้ขอใช้เครื่องมือสามารถเข้าใจได้ง่าย ด้วยความสุภาพและเท่าเทียม

4.4.3 อุปกรณ์ เครื่องมือมีความพร้อมต่อการใช้งาน และไม่มีปัญหาในระหว่างการใช้

4.4.4 รับฟังปัญหาการใช้งาน และนำไปแก้ไขปรับปรุง

4.4.5 สามารถแก้ปัญหาที่เกิดเฉพาะหน้าได้

บทที่ 5

ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข และการพัฒนางาน

5.1 ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะ

คู่มือการปฏิบัติงาน วิธีใช้เครื่อง Universal Testing Machine เพื่อวัด Biaxial Flexural Strength ของวัสดุทันตกรรม ผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข และข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา จากการศึกษา การฝึกอบรม ประสบการณ์ทำงาน ข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานและจากการปฏิบัติงานจริงของผู้ขอใช้เครื่องมือดังกล่าวแสดงใน ตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
1. ผู้ใช้งานไม่ได้เปิดเครื่องมือตามลำดับขั้นตอน ก่อให้เกิดปัญหาในระบบการเชื่อมต่อการใช้งานผ่านระบบคอมพิวเตอร์และโปรแกรม	จัดทำสติ๊กเกอร์ติดหมายเลขลำดับการเปิด-ปิด เครื่องไว้ที่หน้าอุปกรณ์และเครื่องมือแต่ละชิ้นส่วนเพื่อลดปัญหาการเปิด-ปิด ผิดลำดับขั้นตอน
2. ไม่สามารถใช้โปรแกรมได้เนื่องจากเกิดการรบกวนของแรง	ตรวจสอบว่าตั้ง Pre-test ไว้หรือไม่ หากถูกตั้งไว้ โปรแกรมจะจำกัดแรงก่อนทดสอบ ให้เลื่อน cross head ขึ้นเล็กน้อย เนื่องจาก Load cell อาจสัมผัสกับ Jig ทดสอบ หรือวัสดุ ก่อนเริ่มทดสอบ ทำให้เกิดแรงเกิน
3. เครื่อง Alarm เมื่อเลื่อน cross head	อาจถูกจำกัดระยะ cross head ให้ไปตั้งค่า stroke limit ที่หน้าต่าง system หรือ คลิกขวาที่ช่อง stroke หน้าโปรแกรมทดสอบ แล้ว reset ให้ระยะเป็น 0 จึงเลื่อน cross head อีกครั้ง
4. ไม่สามารถใช้งาน method ที่เคยตั้งค่าไว้ เนื่องจากโปรแกรมและเครื่องมือบางอย่างไม่สัมพันธ์กัน	ตรวจสอบ Load cell ที่ติดตั้งไว้ในเครื่อง ตรงกับ method ที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าไม่สัมพันธ์กัน ต้องเปลี่ยน Load cell ใหม่ หรือตั้ง method ใหม่ให้เป็น load cell นั้นๆ
5. overload	จำกัด limit ของ load cell ในโปรแกรม เพื่อให้เครื่องหยุดทำงานอัตโนมัติเมื่อแรงเกิน

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
6. โปรแกรมไม่แสดงค่าบนหน้า results	ตรวจทานสมการในหน้าต่าง Data processing อาจพิมพ์ตัวเลขหรือตัวแปรตกหล่น หรือสมการไม่ถูกต้อง ซึ่งมีผลต่อการแสดงผลการทดสอบ
7. กราฟที่ได้จากการทดสอบมีการขยับขึ้น-ลง	วางตัวอย่างใหม่ หรือตรวจสอบวัสดุว่ามีรอยแตกร้าวเปื่อยขึ้น ซึ่งมีผลต่อการทดสอบ
8. ค่าแรงไม่เพิ่มขึ้น (หรือลง) เป็นตามการใช้งาน	1) ตรวจสอบโหนดเซลล์การเชื่อมต่อของโหนดเซลล์ (In & Out) เงื่อนไขที่อาจสร้างความเสียหายทางกายภาพ 2) ตรวจสอบสถานะของโหนดเซลล์ที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพที่เป็นไปได้
9. ปัญหาอื่นที่ไม่สามารถแก้ไขได้	ติดต่อตัวแทนบริษัทผู้ผลิตหรือจำหน่าย

5.2 ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนา

เมื่อได้รับทราบถึงปัญหาและอุปสรรคในกระบวนการปฏิบัติงานวิธีใช้เครื่อง Universal Testing Machine เพื่อวัด Biaxial Flexural Strength ของวัสดุทันตกรรมแล้ว ผู้เขียนจึงขอเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนางาน ดังนี้

1. เครื่อง Universal Testing Machine เป็นเครื่องมือที่มีการประยุกต์ใช้งานในหลากหลายด้านวัสดุศาสตร์ ทำให้การตั้งค่าโปรแกรมการวิเคราะห์ การเลือกใช้งานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องแตกต่างกัน ตามการทดสอบมาตรฐานสากลของวัสดุต่างๆ เพื่อให้การใช้งานเครื่องมือตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้วิจัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้วิจัยควรค้นคว้าหาเอกสาร งานวิจัยอ้างอิงศึกษาเพิ่มเติมก่อนนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการตั้งค่าโปรแกรมทดสอบ เลือกใช้ความเร็ว แรง และข้อจำกัดในการทดสอบอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังเป็นการลดระยะเวลาการใช้งานเครื่องมือและการสิ้นเปลืองในแต่ละครั้ง
2. Load cell มีความไวต่อแรงกระทำ เกิดความเสียหายได้ง่าย นักวิทยาศาสตร์ผู้ดูแลเครื่องควรเป็นผู้เปลี่ยนเองทุกครั้ง
3. เพื่อรักษาประสิทธิภาพการทำงานและความปลอดภัยของเครื่องมือ การบำรุงรักษา การตรวจสอบทำความสะอาด และการสอบเทียบให้ปฏิบัติตาม ระยะเวลาที่กำหนด
4. มีการรวบรวมและบันทึกปัญหาในการทำงาน เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่แท้จริงและแก้ไขปัญหาคือตรงจุด นอกจากนี้ยังเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ รวมทั้งหาวิธีการแก้ไขปัญหาร่วมกันระหว่างผู้ปฏิบัติงานด้วย

บรรณานุกรม

หนังสือ

Roger Morrell. 2007. Biaxial Flexural Strength Testing of Ceramic Materials. No.12. Centre for Materials Measurement and Technology National Physical Laboratory
International Standardization Organization. 2019. International Standard 4049:2019. Dentistry - Polymer-based restorative materials.

บทความวารสาร

Piyaphong Panpisut. 2022. Monomer Conversion, Dimensional Stability, and Biaxial Flexural Strength of Flowable Dental Composites Containing Beta-Tricalcium Phosphate and Andrographolide. Science and Technology Asia, 27(1), 89-99.
Fu Wang. 2020. Biaxial flexural strength and translucent characteristics of dental lithium disilicate glass ceramics with different translucencies. Journal of Prosthodontic Research, 64, 71-77.
N. Ilie. 2017. Academy of Dental Materials guidance -Resin composites: Part I -Mechanical Properties. Dent Mater, <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2017.04.013>

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

กองทรัพยากรมนุษย์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (10 มี.ค. 2562). มาตรฐานกำหนดตำแหน่ง. จาก http://203.131.211.58/hrtuweb/index.php?viewpage=job_qualification_5
Shimadzu AGSX series, Shimadzu cooperation. Japan. (2021). Instruction manual. จาก <https://www.manualslib.com/manual/2585112/Shimadzu-Ags-X-Series.html#manual>
NARIN INSTRUMENT CO., LTD. (2559). คู่มือการใช้งาน Universal Testing Machine. จาก <http://www.narin.co.th/>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ(ภาษาไทย)	นางสาวอานิตย์ โทณลักษณ
(ภาษาอังกฤษ)	Miss Arnit Toneluck
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี สาขาอุปกรณ์ชีวการแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยรังสิต จ.ปทุมธานี ปีการศึกษา 2550
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์
อายุงาน	10 ปี 9 เดือน
สถานที่ทำงาน	ห้องปฏิบัติการสมุนไพรรสชาติและทันตชีววัสดุศาสตร์ อาคารเรียนและปฏิบัติการรวม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จ.ปทุมธานี
โทรศัพท์	02-9869213 ต่อ 4161
E-mail	rmitptone@gmail.com
ความถนัด	Biomaterials Oral cells



ผลงานวิจัย

1. Bharat Mirchandani, Chawal Padunglappisit, **Arnit Toneluck** , Parichart Naruphontjirakul, Piyaphong Panpisut. Effects of Sr/F-Bioactive Glass Nanoparticles and Calcium Phosphate on Monomer Conversion, Biaxial Flexural Strength, Surface Microhardness, Mass/Volume Changes, and Color Stability of Dual-Cured Dental Composites for Core Build-Up Materials. *Nanomaterials*. 2022;12:1897
2. Whithipa Thepveera, Wisitsin Potiprapanpong, **Arnit Toneluck**, Somruethai Channasanon, Chutikarn Khamsuk, Naruporn Monmaturapoj, Siriporn Tanodekaew, Piyaphong Panpisut. Rheological Properties, Surface Microhardness and Dentin Shear Bond Strength of Resin-Modified Glass Ionomer Cements Containing Methacrylate-Functionalized Polyacids and Spherical Pre-Reacted Glass Fillers. *J Funct Biomater*. 2021;12(3):42.

3. Piyaphong Panpisut, Naruporn Monmaturapoj, Autcharaporn Srion, **Arnit Toneluck**, Prathip Phantumvanit. Physical Properties of Glass Ionomer Cement Containing Pre-Reacted Spherical Glass Fillers. *Braz Dent J.* 2020; 31(4): 445-452.
4. **Arnit Toneluck**, Sittichai Koontongkeaw, Kamolparn Pugdee. Effects of monocyte conditioning medium induced by *Porphyromonas gingivalis* lipopolysaccharides on proliferation, invasion and apoptosis of head and neck cancer cell lines. *Tham Med J.* 2019; 19 supplement: S22-S29.
5. Kamolparn Pugdee, **Arnit Toneluck**, Paopanga Montanapisut, Kusumawadee Utispan, Sittichai Koontongkaew. *Porphyromonas gingivalis* lipopolysaccharide (LPS) activated monocyte increases cell proliferation and invasion of head and neck cancer cells. *Thai J. Oral Maxillofac. Surg* 2016; 61: 50-58.