บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง กระถางเพาะชำชีวภาพจากวัสดุในท้องถิ่น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างความเข้าใจ โดยมีหัวข้อดัง ต่อไปนี้

2.1 ความหมายของวัสดุท้องถิ่น

วัสดุท้องถิ่น หมายถึง สิ่งของที่มีอยู่ในท้องถิ่นตามภูมิประเทศ ซึ่งจะแตกต่างกันไปบ้างในแต่ละภูมิประเทศ หรือวัสดุที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตรที่เหลือใช้ วัสดุท้องถิ่นที่เราพบเห็นในท้องถิ่นต่าง ๆ เช่น เปลือกหอย ก้อนหิน ทราย ก้อนแร่ ใบไม้ ฟางข้าว ผักตบชวา ต้นอ้อ เปลือกมะพร้าว ผลตาลแห้ง ก้านกล้วย ใบตอง ทางมะพร้าว เป็นต้น

2.2 วัสดุในท้องถิ่นที่ใช้ในการวิจัย

จากการค้นคว้าพบว่าวัสดุในท้องถิ่นที่มีอยู่ในจังหวัดสกลนคร ที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรนั้นมีอยู่มากมายหลายชนิด ผู้วิจัยได้เลือกวัสดุในท้องถิ่นมาใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.2.1 ผักตบชวา (Water Hyacinth)

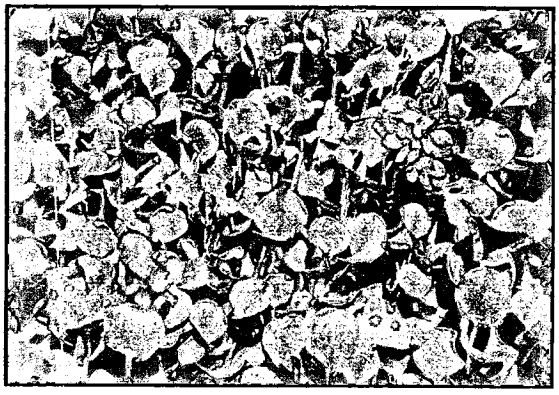
ชื่อสามัญ	Water hyacinth, Floating water hyacinth
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Eichorniacrassipes (Mart)* Solms
วงศ์	PONTEDERIACEAE
ชื่ออื่นๆ	บัวลอย ผักปง ผักตบ ผักปอด ผักป่อง สวะ ผักยะวา ผักอีโยก

แหล่งที่มา : http://frynn.com (2/02/2558)

2.2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เป็นพืชน้ำล้มลุกอายุหลายฤดู สามารถอยู่ได้ทุกสภาพน้ำ มีถิ่นกำเนิดในแถบลุ่มน้ำอะเมซอน ประเทศบราซิล ในทวีปอเมริกาใต้ มีดอก สีม่วงอ่อน คล้ายช่อดอกกล้วยไม้ และแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็วจนกลายเป็นวัชพืชที่ร้ายแรงในแหล่งน้ำทั่วไป

ผักตบชวามีลำต้นสั้นแตกใบเป็นกอลอยไปตามน้ำ มีไหล ซึ่งเกิดตามซอกใบแล้วเจริญเป็นต้นอ่อนที่ปลายไหล ถ้าน้ำตื้นก็จะหยั่งรากลงดิน ใบเป็นใบเดี่ยวรูปไข่หรือเกือบกลม ก้านใบกลมอวบน้ำตรงกลางพองออกภายในเป็นช่องอากาศคล้ายฟองน้ำช่วยให้ลอยน้ำได้ ดอกเกิดเป็นช่อที่ปลายยอดมีดอกย่อย 3-25 ดอก สีม่วงอ่อน มีกลีบดอก 6 กลีบ กลีบบนสุดขนาดใหญ่กว่ากลีบอื่น ๆ และมีจุดเหลืองที่กลางกลีบ ขยายพันธุ์โดยการแยกต้นอ่อนที่ปลายไหลไปปลูก



ภาพประกอบ 2.1 ผักตบชวา

แหล่งที่มา : http://frynn.com (2/02/2558)

2.2.1.2 โยชน์ของผักตบชวา

1) การทำสิ่งประดิษฐ์ ใช้ทำเป็นของใช้ต่างๆ เช่น กระเป๋าถือ เปลญวน เครื่องจักสานนำมาเป็นวัตถุดิบสำหรับงานหัตถกรรม เช่น รองเท้าแตะ ตะกร้าใส่เสื้อผ้า ถาดรองผลไม้ ถาดรองแก้วน้ำ กล่องใส่กระดาษทิชชู ฯลฯ

2) ด้านปศุสัตว์ ใช้เป็นอาหารสัตว์ ใบผักตบชวาใช้นำมาเลี้ยงสุกร เลี้ยงไก่ เนื่องจากมีคุณค่าทางสารอาหาร พบว่าใบผักตบชวาเมื่อนำมาตากแห้งมีโปรตีนประมาณร้อยละ 14-20 ไขมันร้อยละ 1-2.5 กากหรือเยื่อใยประมาณร้อยละ 17-19 คุณค่าทาง สารอาหารจะผันแปรตามความอ่อนแก่ของใบผักตบชวาใบอ่อนจะมี คุณค่าทางอาหารสูงกว่าใบแก่ และขึ้นอยู่กับสัดส่วนของก้านและใบ โดยทั่วไปส่วนของใบจะมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าก้านใบ

3) ด้านการเกษตร นำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก สำหรับการปลูกพวกพืชผักอื่นๆ คลุมต้นไม้ที่ปลูกเอาไว้ให้เกิดความชุ่มชื้นได้เป็นอย่างดี เนื่องจากผักตบชวามีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี ทำเป็นวัสดุปรับปรุงดิน ใช้ในการเพาะเห็ดโดยนำผักตบชวาขึ้นมาจากน้ำปล่อยทิ้งเอาไว้ประมาณชั่วโมงเศษๆ ใช้มีดสับเป็นท่อนๆ ยาวประมาณ 5-10 ซม. ทั้งส่วนราก ลำต้นและใบ แล้วจึงนำไปเพาะเห็ดฟางได้เหมือนกับการเพาะโดยใช้ฟางข้าว

4) ด้านอาหาร ดอกอ่อนและก้าน ใบอ่อน กินเป็นผักลวกจิ้มน้ำพริกหรือทำแกงส้ม

5) ด้านสมุนไพรใช้แก้พิษภายในร่างกาย และขับลม ใช้ทาหรือพอกแก้แผลอักเสบ

6) ด้านการบำบัดน้ำเสีย ใช้ผักตบชวากรองน้ำเสีย เพราะผักตบชวามีคุณสมบัติทำหน้าที่เป็นตัวกรอง ซึ่งเรียกว่า เครื่องกรองน้ำธรรมชาติ คือ การนำผักตบชวา ซึ่งเป็นวัชพืชที่มีอยู่มาก มาทำหน้าที่ดูดซับความโสโครก และสารพิษจากแหล่งน้ำเน่าเสีย และในเวลาเดียวกัน ก็ต้องหมั่นนำผักตบชวาออกจากบึงทุกๆ 10สัปดาห์ เพื่อไม่ให้ผักตบชวามีการเจริญพันธุ์จนบดบังแสงแดดที่จะส่องลงไปในบึง สถานที่แรกในประเทศไทยที่ใช้การบำบัดด้วยวิธีนี้คือ "บึงมักกะสัน" ซึ่งเป็นโครงการบึงมักกะสันอันเนื่องมาจากพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระ

เจ้าอยู่หัว โดยใช้หลักการบำบัดน้ำเสียตามแนวทฤษฎีการพัฒนาโดยการกรองน้ำเสียด้วยผักตบชวา

7) ด้านพลังงาน โดยใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยใช้ผักตบชวาเป็นตัวเชื่อมประสานในการทำแท่งเชื้อเพลิงจากฟางข้าวและแกลบ

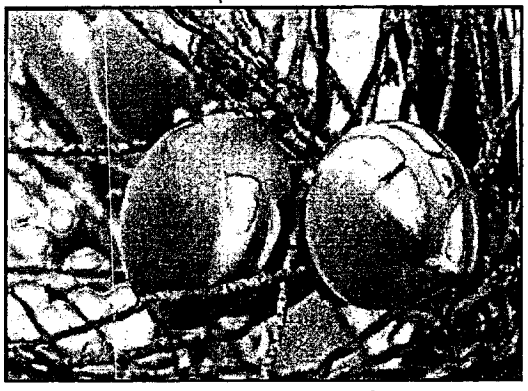
2.2.2 มะพร้าว

ชื่อสามัญ	Coconut
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Cocos nucifera L. var. nucifera*
วงศ์	Palmae
ชื่ออื่น	ดุง (จันทบุรี) เฮ็ดดุง (เพชรบูรณ์) โพล (กาญจนบุรี) คอส่า (แม่ฮ่องสอน) พร้าว (นครศรีธรรมราช) หมากอุ๋น

แหล่งที่มา : http://frynn.com (2/02/2558)

2.2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ไม้ต้น สูง 20-30 เมตร ลำต้นกลม ตั้งตรง ไม่แตกกิ่งก้าน เปลือกต้นแข็ง สีเทาขรุขระ มีรอยแผลใบ ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนก ออกเรียงเวียน รูปพัดจีบ กว้าง 3.5- ซม. ยาว 80-120 ซม. โคนใบและปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ แผ่นใบเรียบสีเขียวแก่เป็นมัน โคนก้านใบใหญ่แผ่เป็นกาบหุ้มลำต้น ดอก ออกเป็นช่อแขนงตามซอกใบ ดอกเล็ก กลีบดอกที่ลดรูปมี 4-6 อัน ในช่อหนึ่งมีทั้งดอกเพศผู้และเพศเมีย ดอกเพศผู้อยู่ปลายช่อ ดอกเพศเมียอยู่บริเวณโคนช่อดอก ไม่มีก้านดอก ผล รูปทรงกลมหรือรี ผิวเรียบ ผลอ่อนสีเขียวพอแก่เป็นสีน้ำตาล เปลือกชั้นกลางเป็นเส้นใยนุ่ม ชั้นในแข็งเป็นกะลา ชั้นต่อไปเป็นเนื้อผลสีขาวนุ่ม ข้างในมีน้ำใส



ภาพประกอบ 2.2 มะพร้าว

แหล่งที่มา : http://frynn.com (2/02/2558)

2.2.2.2 ประโยชน์ของมะพร้าว

1) น้ำมะพร้าว ใช้เป็นเครื่องดื่มเกลือแร่ได้ เนื่องจากอุดมไปด้วยโพแทสเซียม นอกจากนี้น้ำมะพร้าวยังมีคุณสมบัติปลอดเชื้อโรค และเป็นสารละลายไอโซโทนิกซึ่งด้วยเหตุนี้จึง

สามารถนำน้ำมะพร้าวไปใช้ฉีดเข้าหลอดเลือดเวนในผู้ป่วยที่มีอาการขาดน้ำหรือปริมาณเลือดลดผิดปกติได้ น้ำมะพร้าวสามารถนำไปทำวุ้นมะพร้าวได้ โดยการเจือกรดอ่อนเล็กน้อยลงในน้ำมะพร้าว

2) เนื้อในของมะพร้าวแก่ นำไปทำกะทิได้ โดยการขูดเนื้อในเป็นเศษเล็ก ๆ แล้วบีบเอาน้ำกะทิออกกากที่เหลือจากการคั้นกะทิ ยังสามารถนำไปทำเป็นอาหารสัตว์ได้

3) ยอดอ่อนของมะพร้าว หรือเรียกอีกชื่อว่าหัวใจมะพร้าว (coconut's heart) สามารถนำไปใช้ทำอาหารได้ ซึ่งยอดอ่อนมีราคาแพงมาก เพราะการเก็บยอดอ่อนทำให้ต้นมะพร้าวตายด้วยเหตุนี้จึงมักเรียกย่ายอดอ่อนมะพร้าวว่า "สลัดเจ้าสัว" (millionaire's salad)

4) ใยมะพร้าว นำไปใช้ยัดฟูก ทำเสื่อ หรือนำไปใช้ในการเกษตร

5) ขุยมะพร้าวใช้ทำวัสดุเพาะชำต้นไม้

6) น้ำมันมะพร้าว ได้จากการบีบหรือต้มกากมะพร้าวบด นำไปใช้ในการปรุงอาหารหรือนำไปทำเครื่องสำอางก็ได้ และในปัจจุบันยังมีการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะพร้าวอีกด้วย

7) กะลามะพร้าว นำไปใช้ทำสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เช่น กระบวย โคมไฟ กระดุม ซออู้ ฯลฯ

8) ก้านใบ หรือทางมะพร้าว ใช้ทำไม้กวาดทางมะพร้าว

9) จั่นมะพร้าว (ช่อดอกมะพร้าว) ให้น้ำตาล

10) จาวมะพร้าวใช้นำมาเป็นอาหารได้ ในจาวมะพร้าวมีฮอร์โมนออกซินและฮอร์โมนอื่นๆแต่ มี ฮอร์โมนออกซินปริมาณมากที่สุด ซึ่งเมื่อนำไปคั้น และนำน้ำที่ได้จากจาวมะพร้าวไปรดต้นพืชจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้

11) น้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวใช้ถ่ายพยาธิได้

12) เปลือกหุ้มรากมะพร้าวใช้รักษาโรคคอตีบได้

13) น้ำมันจากกะลามะพร้าวใช้รักษาโรคผิวหนังได้

2.2.3 ฟางข้าว (rice straw)

2.2.3.1 ลักษณะของฟางข้าว

ฟางข้าวเป็นผลผลิตพลอยได้ชนิดหนึ่งจากเกษตรกรรม คือลำต้นแห้งของธัญพืชหลังจากการเก็บเกี่ยว ฟางเกิดขึ้นจากต้นของธัญพืชอาทิ ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวเจ้า ข้าวไรย์ ข้าวสาลี เป็นต้น ประโยชน์ของฟางมีมากมายตั้งแต่ใช้เป็นอาหารสัตว์ หัตถกรรม ไปจนถึงพลังงานทดแทน

ภาพประกอบ 2.3 ฟางข้าวหลังการเก็บเกี่ยว

แหล่งที่มา : เกษตรพอเพียง.คอม (2/02/2558)

2.2.3.2 ประโยชน์ของฟางข้าว

1) ฟางข้าวช่วยทำให้ดินมีปริมาณของอินทรียวัตถุในดินมากขึ้น

2) ฟางข้าวช่วยทำให้พื้นที่นาที่ถูกคลุมด้วยฟางข้าวมีสภาพจุลนิเวศ (Microclimate) เหนือผิวดินเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต เช่น จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และ ไส้เดือน เป็นต้น

3) ฟางข้าวช่วยคลุมวัชพืช โดยการบังแสงแดด ไม่ให้วัชพืชเติบโตได้

4) ฟางข้าวช่วยบังแสงแดด ทำให้ดินมีความชื้นอยู่ได้นาน เป็นประโยชน์แก่พืชที่ปลูกทำให้ผลผลิตสูงกว่าดินที่ไม่มีฟางข้าวปกคลุม

5) ฟางข้าวเมื่อเน่าสลายจะให้ธาตุอาหารแก่พืชเมื่อฟางข้าวย่อยสลายแล้วจะได้ธาตุไนโตรเจน (N) ธาตุฟอสฟอรัส (P) ธาตุโพแทสเซียม (K) และ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ที่สำคัญมีธาตุซิลิกา (SiO_2) ด้วย

6) ฟางข้าวนำไปเป็นอาหารโค กระบือ ได้

7) ฟางข้าวสามารถนำไปทำวัสดุเพาะเห็ดฟางได้

8) ฟางข้าวเป็นวัสดุที่อยู่ในนาไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลาไปขนมาใส่ในนา ก่อนที่จะหมักฟางข้าว ต้องเกลี่ยฟางให้กระจายทั่วทั้งแปลง

2.3 แป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง เป็นแป้งที่ได้จากมันสำปะหลัง ลักษณะของแป้งมีสีขาว เนื้อเนียน ลื่นเป็นมันเมื่อทำให้สุกด้วยการกวนกับน้ำไฟอ่อนปานกลาง แป้งจะละลายง่าย สุกง่าย แป้งเหนียวติดภาชนะหนืดข้นขึ้นเรื่อยๆ ไม่มีการรวมตัวเป็นก้อน เหนียวเป็นใย ติดกันหมด เนื้อแป้งใสเป็นเงา พอเย็นแล้วจะติดกันเป็นก้อนเหนียว ติดภาชนะ

2.3.1 ประโยชน์ของมันสำปะหลัง

เนื่องจากหัวมันสำปะหลังเป็นที่สะสมแป้งจึงเป็นอาหารประเภทแป้ง หรือคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานสำหรับมนุษย์และสัตว์ได้เป็นอย่างดี ตลอดจนใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ประโยชน์ที่ได้จากหัวมันสำปะหลังมีดังนี้ คือ

2.3.1.1 ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ โดยใช้เป็นอาหารหลักและอาหารเสริม มันสำปะหลังที่ผลิตได้ในโลกประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ โดยเฉพาะในทวีปแอฟริกาและอเมริกาใต้ใช้มันสำปะหลังเป็นอาหาร ในทวีปเอเชียประเทศที่พลเมืองบริโภคมันสำปะหลังมากได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย และอินเดีย มีผู้เคยคำนวณดูแล้วปรากฏว่าในปี พ.ศ. 2513 นั้น มันสำปะหลังเป็นอาหารหลักของพลโลกถึง 420 ล้านคน การใช้เป็นอาหารของมนุษย์อาจจะใช้ต้ม ทอด หรือปิ้งพลเมืองในทวีปอเมริกาใต้ และทวีปแอฟริกานิยมปรุงเป็นอาหาร โดยนำหัวมันสำปะหลังสดมาปอกเปลือก แล้วบดให้แหลก คั้นเอาน้ำออก นำไปหมัก 1-2 วัน แล้วนำมาคั่วหรือปิ้งให้แห้งใช้เป็นอาหารเป็นที่นิยมกัน

2.3.1.2 ใช้ทำแป้ง แป้งมันสำปะหลังใช้เป็นอาหารของมนุษย์โดยตรง และเป็นสารสำคัญใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมการทำกาวการทำกระดาษ การทอผ้า การผลิตน้ำตาลกลูโคสและเด็กซ์โทรส เป็นต้น

2.3.1.3 ใช้หมักทำแอลกอฮอล์ เบียร์ และขนมปังในบางประเทศ อย่างเช่น บราซิลกำลังใช้หัวมันสำปะหลังหมักเป็นแอลกอฮอล์ เพื่อใช้แทนน้ำมันเบนซินสำหรับเครื่องยนต์

2.3.1.4 ใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยทำเป็นมันเส้นมันสำปะหลังอัดเม็ด และกากมันสำปะหลังซึ่งใช้เป็นแหล่งพลังงานผสมในอาหารสัตว์

2.4 กาวแป้งเปียก

แป้งมันสำปะหลัง เป็นแป้งที่ได้จากมันสำปะหลัง ลักษณะของแป้งมีสีขาว เนื้อเนียน ลื่นเป็นมัน เมื่อทำให้สุกด้วยการกวนกับน้ำ ไฟอ่อนปานกลาง แป้งจะละลายง่าย สุกง่าย แป้งมีคุณสมบัติพิเศษ คือ เมื่อถูกความร้อนหรือถูกสารเคมีจะมีความเหนียวและมีคุณสมบัติสามารถรักษาสภาพความเหนียวได้เหมือนเดิมไม่มีการคืนตัว แป้งมันที่จะใช้ทำกาวจะต้องเป็นแป้งบริสุทธิ์ มีความเป็นกรดต่ำ ซึ่งก็คือ แป้งประเภทเด็กซ์ทริน กาวเหล่านี้ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในการผลิตซองจดหมาย สติ๊กเกอร์ gummed paper และ gummed tape สมัยก่อนกาวแป้งเปียกนิยมมาก เพราะยังไม่มีกาวขายมากมายจนเลือกไม่ถูกเหมือนปัจจุบันนี้

2.5 กระถาง

กระถางพลาสติก มีราคาถูก น้ำหนักเบา ทำความสะอาดง่าย ไม่มีปัญหาเรื่องตะไคร่น้ำ เก็บความชื้นได้ดีกว่ากระถางดินเผา ทำให้เครื่องปลูกแห้งช้า ทำให้ไม่ต้องรดน้ำบ่อยนัก แต่มีข้อเสียเนื่องจากลักษณะของกระถางทึบไม่มีรูพรุนทำให้อากาศถ่ายเทไม่สะดวก ถ้ารดน้ำมากจะทำให้น้ำขังแฉะ อาจจะทำให้รากพืชเน่าตายได้ อุณหภูมิของเครื่องปลูกสูงมากในฤดูร้อนโดยเฉพาะกระถางพลาสติกสีดำ กระถางพลาสติกไม่ทนทาน ใช้งานไม่นานก็จะกรอบแตกง่าย ต้องเปลี่ยนกระถางใหม่

2.5.1 ข้อดีและข้อเสียของกระถางพลาสติก

2.5.1.1 การใช้กระถางพลาสติกปลูกต้นไม้นั้น มีข้อดีคือ ราคาถูก มีน้ำหนักเบา ทำความสะอาดง่าย ไม่มีปัญหาเรื่องตะไคร่น้ำ เก็บความชื้นได้ดีกว่ากระถางดินเผา ทำให้เครื่องปลูกแห้งช้า และไม่ต้องรดน้ำบ่อยนัก

2.5.1.2 ข้อเสียของกระถางพลาสติกเนื่องจากลักษณะของกระถางที่ทึบ ไม่มีรูพรุนทำให้อากาศถ่ายเทไม่สะดวก ถ้ารดน้ำมากจะทำให้น้ำขังแฉะ และอาจทำให้รากพืชเน่าตายได้ หากเป็นในฤดูร้อนก็จะทำให้เครื่องปลูกอุณหภูมิสูงมากโดยเฉพาะกระถางพลาสติกสีดำ ซึ่งอาจจะทำให้ต้นไม้ของเราตายได้เช่นกัน

2.6 กระถางเพาะชำชีวภาพ

กระถางเพาะชำชีวภาพ หมายถึง กระถางที่ผลิตมาจากวัสดุธรรมชาติ โดยใช้เส้นใยจากวัสดุธรรมชาติชนิดต่างๆ ได้แก่ เส้นใยมะพร้าว ฟางข้าว และผักตบชวา เป็นต้น มีตัวประสานคือ กาวแป้ง

เปียก ผสมนำมาขึ้นรูปเป็นกระถาง ใช้สำหรับการเพาะชำต้นกล้า (กระถางเพาะชำชีวภาพ, วิทยาลัยอาชีวศึกษาแพร่, 2553)

2.7 สมบัติเชิงกลของวัสดุ

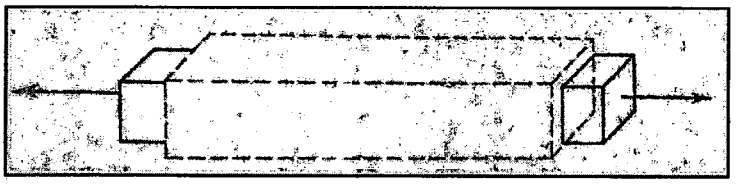
การเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับงานนั้นจำเป็นจะต้องศึกษา หรือพิจารณาจากสมบัติของวัสดุนั้นให้มันตรงกับงานที่ออกแบบ หรือที่ต้องการทำจากวัสดุต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่มากมาย และวิศวกรสามารถส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์สมบัติ องค์ประกอบได้จากศูนย์เครื่องมือหรือศูนย์ทดสอบ ซึ่งมีอยู่หลายแห่งด้วยกันเพื่อประหยัดเวลาและการลงทุน

2.7.1 สมบัติเชิงกล (mechanical properties) คือ สมบัติที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับพฤติกรรมของวัสดุภายใต้แรงกระทำ สมบัติเหล่านี้ปกติจะอธิบายด้วยเทอมที่เกี่ยวข้องกับแรงเค้นหรือความเครียดหรือทั้งสองเทอม โดยทั่ว ไปเกี่ยวกับการยืดและหดตัวของวัสดุ (elastic and inelastic properties)

ในงานวิศวกรรมคุณสมบัติเชิงกลมีความสำคัญมากที่สุด เพราะเมื่อเราจะเลือกใช้วัสดุใดๆ ก็ตาม สิ่งแรกที่จะนำมาพิจารณาก็คือ คุณสมบัติเชิงกลของมัน การที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใดๆ จะสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุที่ใช้ทำเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นๆ เป็นสำคัญ คุณสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความแข็งแรง, ความแข็ง, ความสามารถในการยืดตัว, ความยืดหยุ่น, ความเหนียว, การดูดซับน้ำ เป็นต้น

2.7.2 ความแข็งแรง (strength) คือ ความสามารถของวัสดุในการต้านทานหรือรับแรง โดยปราศจากความเสียหาย ความเสียหายในที่นี้อาจอยู่ในรูปของการแตกหักเสียหายอัน เนื่องจากแรงเค้นที่สูงหรือจากการเสียรูปที่มากเกินไป ซึ่งจะหาค่าได้ในรูปของแรงเค้นสูงสุด (maximum stress) ที่ทำให้วัสดุเกิดความเสียหาย โดยสามารถแบ่งออกได้หลายชนิดความแข็งแรง ทั้งนี้แล้วแต่รูปแบบของแรงที่กระทำ ความแข็งแรงสูงสุด (ultimate strength, US) ของวัสดุเป็นแรงเค้นสูงสุดที่วัสดุสามารถรับได้ ซึ่งวัดได้จากค่าแรงกระทำสูงสุดต่อพื้นที่หน้าตัดเริ่มต้นหรือค่าสูงสุดบนกราฟ แรงเค้นกับความเครียด ตัวอย่างค่าความแข็งแรง เช่น ความแข็งแรงดึงสูงสุด (ultimate tensile strength) และความแข็งแรงอัดสูงสุด (ultimate compressive strength) เป็นต้น ในวิชากลศาสตร์วัสดุศึกษาถึงพฤติกรรมของวัสดุภายใต้การรับแรง 4 ลักษณะใหญ่ๆดังนี้ (สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ, 2549)

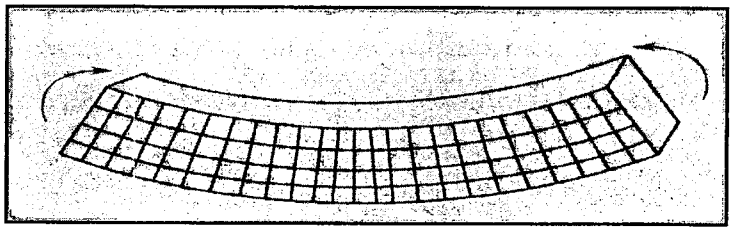
2.7.2.1 แรงดึง (tension) คือการศึกษาถึงแรงภายในวัสดุที่เรียกว่า “แรงเค้นดึง” (tensile stress) หรือ “แรงเค้นอัด” (compressive stress) ในกรณีรับแรงอัดหรือที่เรียกรวมๆ ว่า “แรงเค้นโดยตรง” (direct stress) พร้อมกับศึกษาการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุในรูปของการยืด (elongation) หรือ “การหด” (contraction) หรือที่เรียกรวมๆ ว่า “ความเครียดโดยตรง” (direct strain) ดังภาพประกอบ 2.4



ภาพประกอบ 2.4 ท่อนวัสดุรับแรงดึง-ยืด

แหล่งที่มา : (สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ, 2549)

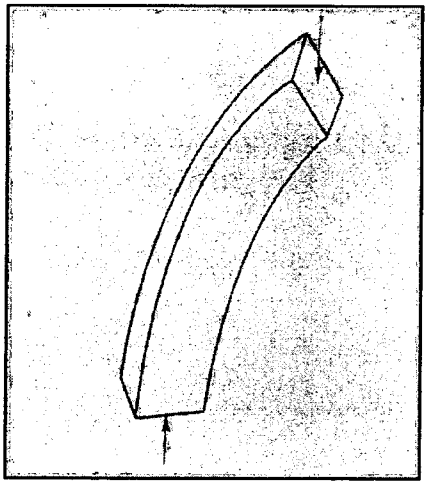
2.7.2.2 แรงดัด (bending) คือการศึกษาแรงภายในวัสดุที่เรียกว่า “แรงดัด” ซึ่งประกอบด้วย “แรงเค้นดัด” (bending stress) และแรงเค้นเฉือน (shear stress) พร้อมกับศึกษาการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุที่เรียกว่า “การโก่ง” (deflection) ดังภาพประกอบ 2.5



ภาพประกอบ 2.5 ท่อนวัสดุรับแรงดัด-การโก่ง

แหล่งที่มา : (สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ, 2549)

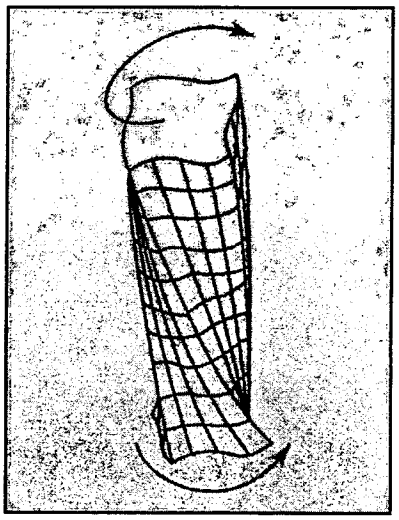
2.7.2.3 แรงอัด (compression) คือการศึกษาถึงแรงภายในวัสดุที่เรียกว่า “แรงอัด” ทั้งนี้ในกรณีที่ทำให้เกิด “การหดตัว” ดังในข้อ 1.1 และ “การโก่งเดาะ” (buckling) ดังภาพประกอบ 2.6



ภาพประกอบ 2.6 ท่อนวัสดุรับแรงดัด-การโก่ง

แหล่งที่มา : (สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ, 2549)

2.7.2.4 แรงบิด (torsion) คือการศึกษาถึงแรงภายในวัสดุที่เรียกว่า “แรงบิด” ซึ่งก็คือ “แรงเค้นเฉือน” (shear stress) พร้อมกับศึกษาการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุที่เรียกว่า “มุมบิด” (twist) ดังภาพประกอบ 2.7



ภาพประกอบ 2.7 ท่อนวัสดุรับแรงดัด-การโก่ง

แหล่งที่มา : ที่มาภาพ : (สิริศักดิ์ ปโยธรสิริ, 2549)

2.7.3 ความเค้น (Stress)

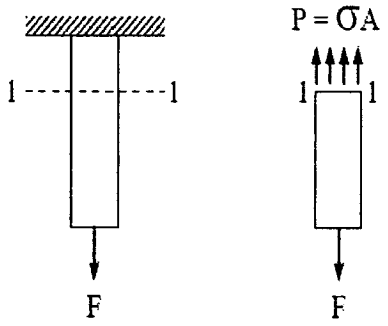
ความเค้น หมายถึง แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุที่มีต่อแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ แต่เนื่องจากความไม่เหมาะสมทางปฏิบัติ และความยากในการวัดหาค่านี้ เราจึงมักจะพูดถึงความเค้นในรูปของแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ด้วยเหตุผลที่ว่า แรงกระทำภายนอกมีความสมดุลกับแรงต้านทานภายใน ใช้สัญลักษณ์ว่า σ (sigma) โดยวิธี take limit จะได้ว่า

$$\sigma = \lim_{\Delta A \to 0} \frac{\Delta P}{\Delta A} = \frac{dP}{dA}$$

หรือหาทั้งหมด

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ ----------(2.1)}$$

เมื่อวัตถุอยู่ในสภาวะสมดุล แรงภายนอกที่มากระทำบนวัตถุจะต้องมีแรงภายในต้าน ขนาดรวมแล้วเท่ากับแรงภายนอกของวัตถุที่ถูกกระทำ



ภาพประกอบ 2.8 ความเค้นในวัสดุ

แรงภายนอก = แรงภายใน

F = P

ดังนั้น $$\sigma = \frac{F}{A}$$ ----------(2.2)

σ คือ $\frac{F}{A}$ เป็นแรงภายนอกต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ซึ่งเรียกว่า ความเค้น (stress)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อนวัตถุ

F คือ แรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุ

เนื่องจากในที่นี้เราจะใช้หน่วยระบบเอสไอ (SI metric units) ดังนั้นแรง (F) จึงมีหน่วย เป็นนิวตัน (N) พื้นที่ (A) มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m^2) และความเค้น (σ) มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือ เรียกว่า ปาสคาล (Pa) ชนิดของความเค้นที่เกิดขึ้นกับวัสดุสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

2.7.3.1 ความเค้นดึง (tensile stress) สัญลักษณ์ σ_t จะเกิดขึ้นเมื่อวัตถุอยู่ภายใต้แรงดึง โดยแรงดึงจะต้องตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดที่กระทำนั้น ความเค้นดึงจะให้เครื่องหมายแสดงเป็นบวก

ภาพประกอบ 2.9 แรงดึงกระทำกับวัตถุ

สมการ $$\sigma_t = \frac{F}{A}$$ ----------(2.3)

σ_t คือ ความเค้นดึงที่เกิดขึ้นมีหน่วยเป็น N/m^2
A คือ พื้นที่หน้าตัดของวัตถุมีหน่วยเป็น m^2
F คือ แรงดึงที่กระทำกับท่อนวัตถุตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด มีหน่วย เป็น N

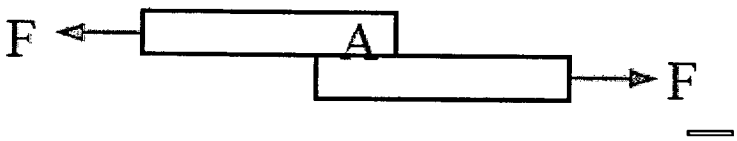
2.7.3.2 ความเค้นอัด (compressive stress) สัญลักษณ์ σ_c จะเกิดขึ้นเมื่อวัตถุอยู่ภายใต้ แรงอัดโดยแรงอัดจะต้องกระทำตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดของท่อนวัตถุที่กระทำนั้น ความเค้นดึงจะ ให้เครื่องหมายแสดงเป็นลบ

ภาพประกอบ 2.10 แรงอัดกระทำกับวัตถุ

สมการ $$\sigma_c = \frac{F}{A} \quad \text{----------(2.4)}$$

σ_c คือ ความเค้นอัดที่เกิดขึ้นมีหน่วยเป็น N/m^2
A คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อนวัตถุมีหน่วยเป็น m^2
F คือ แรงอัดที่กระทำกับท่อนวัตถุมีหน่วยเป็น N

2.7.3.3 ความเค้นเฉือน (shear stress) สัญลักษณ์ τ (tau) เป็นแรงภายนอกที่มากระทำต่อ วัตถุนั้นโดยพยายามทำให้วัตถุเกิดการขาดจากกันตามแนวระนาบที่ขนานกับทิศทางของแรงนั้น



ภาพประกอบ 2.11 แรงเฉือนพยายามทำให้วัตถุขาด

สมการ $$\tau = \frac{F}{A} \quad \text{----------(2.5)}$$

τ คือ ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้น มีหน่วยเป็น N/m^2
A คือ พื้นที่หน้าตัดที่ขนานกับแรง มีหน่วยเป็น m^2
F คือ แรงเฉือนที่กระทำกับท่อนวัตถุ มีหน่วยเป็น N

2.7.4 ความเครียด (Strain)

ความเครียด ใช้สัญลักษณ์ ε อักษรกรีก เรียกว่า epsilon เป็นการเปลี่ยนแปลงของวัตถุเมื่อ มีแรง ภายนอกมากระทำกับวัตถุ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงต่อขนาดเดิม ซึ่งหมายถึง ความยาวที่เปลี่ยนไปต่อความยาวเดิม จะได้

$$\text{ความเครียด} = \frac{\text{ความยาวที่เปลี่ยนไป}}{\text{ความยาวเดิม}}$$

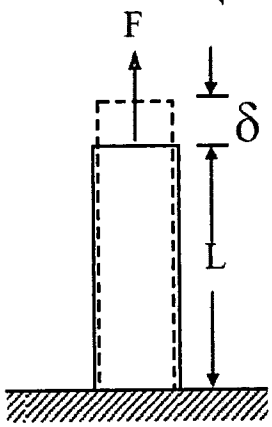
$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad \text{----------(2.6)}$$

ε คือ ความเครียด (ไม่มีหน่วย)
δ คือ ความยาวที่เปลี่ยนไปมีหน่วยเป็น mm (อักษรกรีกอ่านว่า Delta)
L คือ ความยาวเดิมของวัตถุ

ชนิดของความเครียด

ความเครียดที่เกิดขึ้นในวัตถุสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

2.7.4.1 ความเครียดดึง (tensild strain) สัญลักษณ์ ε_t เมื่อท่อนวัตถุถูกกระทำด้วยแรงดึงตามแนวแกน และเพิ่มแรงดึงขึ้นอย่างช้า ๆ ท่อนวัตถุนี้ก็จะเกิดการยืดออกทีละน้อยตามขนาดของแรงดึงที่เพิ่มขึ้นของแรง F ทำให้ท่อนวัตถุยืดออกเท่ากับ δ ดังแสดงใน**ภาพประกอบ** 2.12 ขณะที่ท่อนวัตถุยืดออกก็จะเกิดการหดตามแนวดิ่งของท่อนวัตถุนั้น



ภาพประกอบ 2.12 ความเครียดดึง

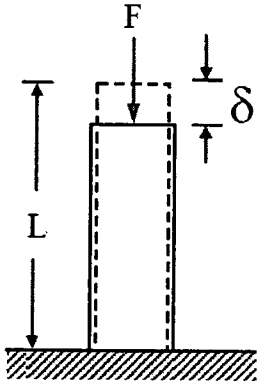
สมการ $$\varepsilon_t = \frac{\delta}{L}$$ ----------(2.7)

ε_t คือ ความเครียดดึงที่เกิดขึ้น

δ คือ ส่วนที่ยืดออกของวัตถุมีหน่วยเป็น mm

L คือ ความยาวเดิมของวัตถุนั้นมีหน่วยเป็น mm

2.7.4.2 ความเครียดอัด (compressive strain) สัญลักษณ์ ε_c เมื่อท่อนวัตถุถูกกระทำด้วยแรงกดตามแนวแกน และเพิ่มแรงกดขึ้นอย่างช้าจนทำให้ท่อนวัตถุหดตัวลงเท่ากับ



ภาพประกอบ 2.13 ความเครียดอัด

สมการ $$\varepsilon_c = \frac{\delta}{L}$$ ----------(2.8)

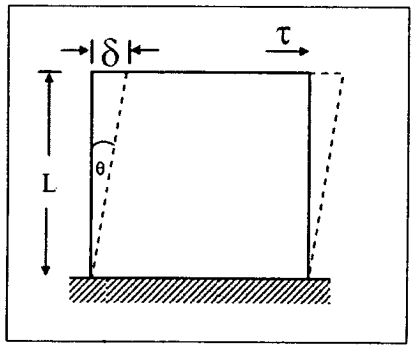
ε_c คือ ความเครียดกดที่เกิดขึ้น

δ คือ ส่วนที่หดตัวของวัตถุมีหน่วยเป็น mm

L คือ ความยาวเดิมของวัตถุนั้นมีหน่วยเป็น mm

หมายเหตุ ความเครียดดึงและความเครียดอัดจะไม่มีหน่วย เพราะหน่วยของความยาวที่เปลี่ยนไปทำต่อความยาวเดิมเป็นหน่วยเดียวกัน จึงตัดไปหมด

2.7.4.3 ความเครียดเฉือน (shear strain) สัญลักษณ์ γ เรียกว่า gamma เมื่อมีแรงเฉือนกระทำ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือเกิดความเครียดขึ้นมา ความเครียดที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ความเครียดเฉือน



ภาพประกอบ 2.14 ความเครียดเฉือน

สมการ ความเครียดเฉือน $\gamma = \frac{\delta}{L}$ ----------(2.9)

แต่ $\tan\theta = \frac{\delta}{L}$

ดังนั้น $\gamma = \tan\theta$ ----------(2.10)

เมื่อ θ เป็นมุมที่เฉไป แต่มุม θ นี้จะเล็กมาก ดังนั้น

$\text{Tan}\,\theta \approx \theta$ เรเดียน

ดังนั้นความเครียดเฉือนจึงเป็นการวัดมุมที่เฉไป มีหน่วยเป็นเรเดียน (rad)

ความเครียดและการเปลี่ยนรูป (Strain and Deformation)

การเปลี่ยนรูปของวัสดุนี้เป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ภายในเนื้อวัสดุซึ่งลักษณะของมันสามารถ แบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

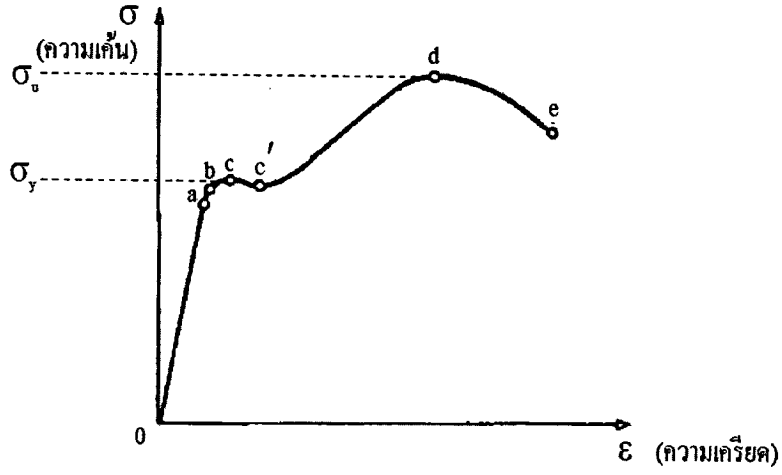
1) การเปลี่ยนรูปแบบอิลาสติกหรือความเครียดแบบคืนรูป (Elastic Deformation or Elastic Strain) เป็นการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่เมื่อปลดแรงกระทำ อะตอมซึ่งเคลื่อนไหวเนื่องจากผลของความเค้นจะเคลื่อนกลับเข้าตำแหน่งเดิม ทำให้วัสดุคงรูปร่างเดิมไว้ได้ ตัวอย่างได้แก่ พวกยางยืด, สปริงถ้าเราดึงมันแล้วปล่อยมันจะกลับไปมีขนาดเท่าเดิม

2) การเปลี่ยนรูปแบบพลาสติกหรือความเครียดแบบคงรูป (Plastic Deformation or Plastic Strain) เป็นการเปลี่ยนรูปที่ถึงแม้ว่าจะปลดแรงกระทำนั้นออกแล้ววัสดุก็ยังคงรูปร่างตามที่ถูกเปลี่ยนไปนั้น โดยอะตอมที่เคลื่อนที่ไปแล้วจะไม่กลับไปตำแหน่งเดิมวัสดุทุกชนิดจะมีพฤติกรรมการเปลี่ยนรูปทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับแรงที่มากระทำ หรือความเค้นว่ามีมากน้อยเพียงใด หากไม่เกินพิกัดการคืนรูป (Elastic Limit) แล้ว วัสดุนั้นก็จะมีพฤติกรรมคืนรูปแบบอิลาสติก (Elastic Behavior) แต่ถ้าความเค้นเกินกว่าพิกัดการคืนรูปแล้ววัสดุก็จะเกิดการเปลี่ยนรูปแบบถาวรหรือแบบ

พลาสติก (Plastic Deformation)นอกจากความเครียดทั้ง 2 ชนิดนี้แล้ว ยังมีความเครียดอีกประเภทหนึ่งซึ่งพบในวัสดุประเภทโพลีเมอร์ เช่น พลาสติก เรียกว่าความเครียดกึ่งอิลาสติกจะมีลักษณะที่เมื่อปราศจากแรงกระทำวัสดุจะมีการคืนรูป แต่จะไม่กลับไปจนมีลักษณะเหมือนเดิม

2.7.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด

คุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุเป็นสิ่งสำคัญในการเลือกใช้โลหะที่จะมาทำโครงสร้างต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุโดยเฉพาะกำลังของวัสดุ การทดสอบวัสดุที่สำคัญอันหนึ่ง คือ การทดสอบโดยใช้แรงดึง โดยเฉพาะวัสดุเหนียว เช่น เหล็ก จะพบว่าความเค้นจะเป็นปฏิภาคโดยตรง กับความเครียดในช่วงระยะหนึ่ง แต่เมื่อผ่านช่วงนี้ไปแล้วความสัมพันธ์ดังกล่าวจะไม่เป็นปฏิภาค โดยตรงต่อไปอีก เราสามารถนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับ ความเครียดทุกระยะจนกระทั่งขาดจากกัน กราฟที่ได้จะมีลักษณะคล้ายคลึงดัง**ภาพประกอบ** 2.15



ภาพประกอบ 2.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด

จากภาพประกอบ 2.15 มีจุดที่สำคัญต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) จาก o ถึง a กราฟจะเป็นเส้นตรง แสดงว่าแรงเป็นปฏิภาคโดยตรงกับส่วนที่ยืดออก หรือความเค้นเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเครียด

2) จุด a ซึ่งเป็นจุดสูงสุดของเส้นตรงเรียกว่าขีดจำกัดสัดส่วน (proportional limit) เป็น จุดสุดท้ายที่กราฟจะเป็นเส้นตรง หลังจากจุดนี้แล้วความเค้นจะไม่เป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเครียดอีกคือกราฟจะไม่เป็นเส้นตรง

3) จุด b เรียกว่าขีดจำกัดยืดหยุ่น (elastic limit) เป็นจุดสุดท้ายที่ความยาวของวัตถุจะ กลับมายาวเท่าเดิมได้อีก

4) จุด c เรียกว่าจุดครากบน (upper yield point)

5) จุด c′ เรียกว่าจุดครากล่าง (lower yield point)

6) จาก c ถึง e เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบพลาสติก (plastic) นั่นคือวัตถุยืดออกอย่างถาวร ถ้าปล่อยแรงวัตถุจะไม่หดตัวกลับมาอยู่ในสภาพเดิมอีก

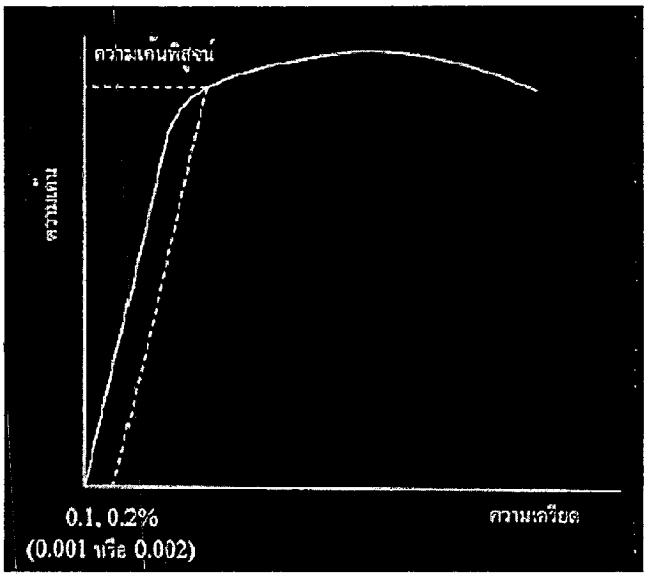
7) จาก o ถึง d การยืดเกิดขึ้นทุกส่วนตลอด gauge length

8) จาก d ถึง e การยืดเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เฉพาะบริเวณที่จะเกิดการหักหรือขาดเท่านั้น

9) จุด d เรียกว่ากำลังประลัย (ultimate strengh) เป็นจุดที่เกิดความเค้นสูงสุดในวัตถุนั้น

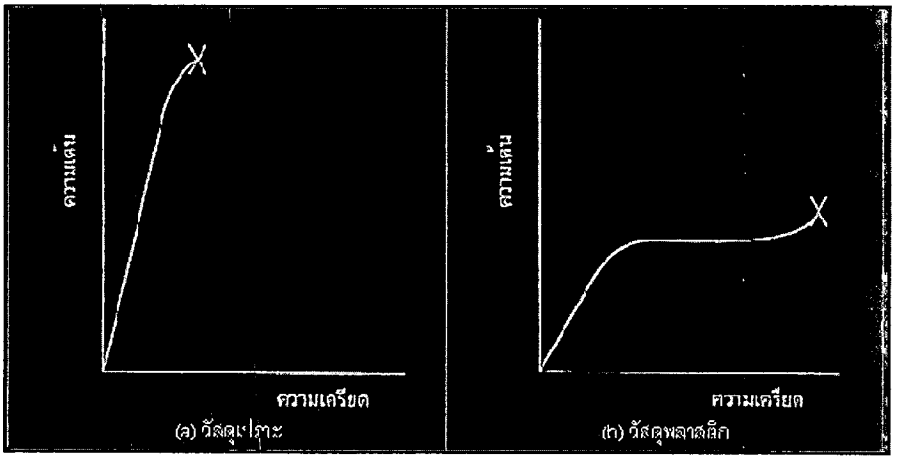
10) จุด e เรียกว่าจุดแตกหัก (rupture point or breaking point) เป็นจุดที่วัตถุขาดออกจากกัน

จากการศึกษาเส้นโค้งความเค้น-ความเครียด เราพบว่า เมื่อเราเริ่มดึงชิ้นทดสอบอย่างช้าๆ ชิ้นทดสอบจะค่อย ๆ ยืดออก จนถึงจุดจุดหนึ่ง (จุด a) ซึ่งในช่วงนี้ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดจะเป็นสัดส่วนคงที่ ทำให้เราได้กราฟที่เป็นเส้นตรง ตามกฎของฮุค (Hook's law) ซึ่งกล่าวว่าความเค้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเครียด จุด a นี้ เรียกว่าพิกัดสัดส่วน (Proportional Limit) และภายใต้พิกัดสัดส่วนนี้ วัสดุจะแสดงพฤติกรรมการคืนรูปแบบอิลาสติก (Elastic Behavior) นั่นคือเมื่อปล่อยแรงกระทำ ชิ้นทดสอบจะกลับไปมีขนาดเท่าเดิมเมื่อเราเพิ่มแรงกระทำต่อไปจนเกินพิกัดสัดส่วน เส้นกราฟจะค่อย ๆ โค้งออกจากเส้นตรง วัสดุหลายชนิดจะยังคงแสดงพฤติกรรมการคืนรูปได้อีกเล็กน้อยจนถึงจุด ๆ หนึ่ง (จุด b) เรียกว่า พิกัดยืดหยุ่น (Elastic limit)ซึ่งจุดนี้จะเป็นจุดกำหนดว่าความเค้นสูงสุดที่จะไม่ทำให้เกิดการแปรรูปถาวร (Permanent Deformation or Offset) กับวัสดุนั้น เมื่อผ่านจุดนี้ไปแล้ววัสดุจะมีการเปลี่ยนรูปอย่างถาวร (Plastic Deformation) ลักษณะการเริ่มต้นของความเครียดแบบพลาสติกนี้เปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของวัสดุในโลหะหลายชนิด เช่น พวกเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) จะเกิดการเปลี่ยนรูปอย่างรวดเร็ว โดยไม่มีการเพิ่มความเค้น (บางครั้งอาจจะลดลงก็มี) ที่จุด c ซึ่งเป็นจุดที่เกิดการเปลี่ยนรูปแบบพลาสติก จุด c นี้เรียกว่าจุดคราก (Yield Point) และค่าของความเค้นที่จุดนี้เรียกว่า ความเค้นจุดคราก (Yield Stress) หรือ Yield Strength ค่า Yield Strength นี้มีประโยชน์กับวิศวกรมาก เพราะเป็นจุดแบ่งระหว่างพฤติกรรมการคืนรูปกับพฤติกรรมการคงรูป และในกรณีของโลหะจะเป็นค่าความแข็งแรงสูงสุดที่เราคงใช้ประโยชน์ได้โดยไม่เกิดการเสียหายวัสดุหลายชนิดเช่น อะลูมิเนียม ทองแดง จะไม่แสดงจุดครากอย่างชัดเจน แต่เราก็มีวิธีที่จะหาได้โดยกำหนดความเครียดที่ 0.10 - 0.20% ของความยาวกำหนดเดิม (Original Gage Length) แล้วลากเส้นขนานกับกราฟช่วงแรกไปจนตัดเส้นกราฟที่โค้งไปทางด้านขวา ดังภาพประกอบ 2.16 ค่าความเค้นที่จุดตัดนี้จะนำมาใช้แทนค่าความเค้นจุดครากได้ ความเค้นที่จุดนี้บางครั้งเรียกว่า ความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) หรือความเค้น 0.1 หรือ 0.2% offset ดังแสดงในภาพประกอบ 2.16



ภาพประกอบ 2.16 เส้นโค้งความเค้น-ความเครียดแบบที่ไม่มีจุดคราก

หลังจากจุดคราก แล้ว วัสดุจะเปลี่ยนรูปแบบพลาสติกโดยความเค้นจะค่อยๆ เพิ่มอย่างช้าๆ หรืออาจจะคงที่จนถึงจุดสูงสุด (จุด d) ค่าความเค้นที่จุดนี้เรียกว่า Ultimate Strength หรือความเค้นแรงดึง (Tensile Strength) ซึ่งเป็นค่าความเค้นสูงสุดที่วัสดุจะทนได้ก่อนที่จะขาดหรือแตกออกจากกัน (Fracture) เนื่องจากวัสดุหลายชนิดสามารถเปลี่ยนรูปอย่างพลาสติกได้มาก ๆ ค่าความเค้นสูงสุดนี้สามารถนำมาคำนวณใช้งานได้ นอกจากนี้ ค่านี้ยังใช้เป็นดัชนีเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุได้ด้วยว่า คำว่า ความแข็งแรง (Strength) ของวัสดุ หรือ กำลังวัสดุนั้น โดยทั่วไป จะหมายถึงค่าความเค้นสูงสุดที่วัสดุทนได้นี้เองที่จุดสุดท้าย (จุด e) ของกราฟ เป็นจุดที่วัสดุเกิดการแตกหรือขาดออกจากกัน (Fracture) สำหรับโลหะบางชนิด เช่น เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำหรือโลหะเหนียว ค่าความเค้นประลัย (Rupture Strength) นี้จะต่ำกว่าความเค้นสูงสุด เพราะเมื่อเลยจุด d ไป พื้นที่ภาคตัดขวางของตัวอย่างทดสอบลดลง ทำให้พื้นที่จะต้านทานแรงดึงลดลงด้วย ในขณะที่เรายังคงคำนวณค่าของความเค้นจากพื้นที่หน้าตัดเดิมของวัสดุก่อนที่จะทำการทดสอบแรงดึง ดังนั้นค่าของความเค้นจึงลดลง ส่วนโลหะอื่น ๆ เช่น โลหะที่ผ่านการขึ้นรูปเย็น (Cold Work) มาแล้ว มันจะแตกหักที่จุดความเค้นสูงสุด โดยไม่มีการลดขนาดพื้นที่ภาคตัดขวางดังภาพประกอบ 2.17a ทำนองเดียวกับพวกวัสดุเปราะ (Brittle Materials) เช่น เซรามิค ที่มีการเปลี่ยนรูปอย่างพลาสติกน้อยมากหรือไม่มีเลย ส่วนกรณีของวัสดุที่เป็นพลาสติกจะเกิดแตกหักโดยที่ต้องการความเค้นสูงขึ้น ดังที่แสดงในภาพประกอบ 2.17b



ภาพประกอบ 2.17 เปรียบเทียบเส้นโค้งความเค้น-ความเครียดของวัสดุเปราะ และวัสดุพลาสติก

2.8 การดูดซับน้ำ

การดูดซับน้ำของวัสดุเป็นสมบัติที่ใช้ตรวจสอบความสามารถในการดูดซับน้ำหรืออมน้ำไว้ในเนื้อของวัสดุ โครงสร้างภายในก้อนของวัสดุประกอบด้วยเนื้อของแข็ง และรูพรุนภายใน ดังนั้นมวลของวัสดุจึงสามารถดูดความชื้น แล้วน้ำบางส่วนยังสามารถเกาะบริเวณผิวของมวลวัสดุได้ ความสามารถในการดูดซับน้ำหรือการดูดซึมน้ำของวัสดุอาจขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลักคือ คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ และกรรมวิธีในการผลิต ในด้านคุณสมบัติของวัสดุซึ่งเป็นวัสดุตามธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วไปในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย แต่ละแหล่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น ดินเหนียวปนดินทรายจะสามารถดูดซึมน้ำได้น้อยกว่าดินเหนียวปนดินโคลน หรืออาจพูดได้ว่าดินเหนียวที่มีช่องว่างในเม็ดดินมากจะสามารถดูดซึมน้ำได้น้อย นั่นก็หมายความว่าน้ำสามารถซึมผ่านได้เร็วขึ้น ส่วนในด้านกรรมวิธีการผลิตอิฐซึ่งสามารถทำได้ทั้งด้วยมือและเครื่องจักร การทำให้อิฐแน่นย่อมมีวิธีที่แตกต่างกันส่งผลให้การดูดซึมน้ำของอิฐที่ทำด้วยวิธีต่าง ๆ แตกต่างกันออกไปด้วย ในทางวิศวกรรมจึงต้องทำการทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของอิฐที่ใช้ในงานก่อสร้าง ว่าสามารถดูดซึมน้ำได้มากน้อยเพียงใด เช่นเดียวกันกับวัสดุอื่นๆที่ต้องนำมาทดสอบหาค่าการดูดซับน้ำด้วยเช่นกัน ซึ่งค่าการดูดซับน้ำของวัสดุจะมากหรือน้อย ซึ่งค่าการดูดซับน้ำของวัสดุจะมากหรือน้อย จะดีหรือไม่ดีนั้น ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์ของวัสดุด้วย ว่าจะเอาไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบใด

2.9 สมบัติทางเคมี

สมบัติทางเคมี แสดงถึง ปริมาณของความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยจะบอกปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชที่มีอยู่ในดินว่ามีมากน้อยและสัดส่วนกันอย่างไร มากพอหรือขาดแคลนสักเท่าใด มีการแปรสภาพเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร พืชจึงสามารถดึงดูดไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่ง

คุณสมบัติเหล่านี้ตรวจสอบได้โดยทางอ้อม ดังนั้น การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน จึงเป็นการประเมินถึงปริมาณธาตุอาหารต่างๆที่มีอยู่ในดิน เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เราสามารถวิเคราะห์และประเมินได้เองจากการใช้เครื่องมือและเทคนิคบางอย่างง่ายๆ

2.9.1 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน มีหลักการดังนี้ (พัชรี ธีรจินดาขจร, 2552)

ไนโตรเจน (N) เป็นธาตุที่มีเอกลักษณ์แตกต่างจากธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชอื่นๆ กล่าวคือ ไนโตรเจนเป็นธาตุที่ไม่ปรากฏอยู่ในหินและแร่ที่เป็นต้นกำเนิดดิน (Bandyopadhyay, 2007; Certini and Scalenghe, 2006; Glendinning, 1999; Hillel, 2008) มากกว่า 95% ของ Total N ในดินอยู่ในรูปของอินทรียวัตถุ (Glendinning, 1999; Miller and Donahue, 1990; Schroth et al., 2003; Whitehead, 2000) ดังนั้นการวิเคราะห์ Total N ในดินจึงต้องเปลี่ยนจากรูป organic nitrogen ให้เป็น inorganic nitrogen ก่อนการวิเคราะห์ Total N โดยวิธี Kjeldahl เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางทั่วไป (Conklin, 2005; Radojevic and Bashkin, 2006; Tan, 2005) เป็นวิธีที่ทำให้สารประกอบไนโตรเจน เปลี่ยนสภาพกลายเป็นสารประกอบที่เป็นไอในรูปของ NH_3 และใช้เทคนิคการ titrate เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ NH_3 (ชูติมา และธวัชชัย, 2540) การวิเคราะห์ Total N โดยวิธี Kjeldahl ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.9.1.1 การย่อยสารอินทรีย์ (Digestion)

ไนโตรเจนในตัวอย่างดินซึ่งอยู่ในรูปสารอินทรีย์ จะเปลี่ยนรูปเป็น NH_4^+-N ภายใต้การทำปฏิกิริยากับ H_2SO_4 เข้มข้นที่ร้อนโดยมี Catalyst ซึ่งเป็นสารผสมที่ประกอบด้วย K_2SO_4 (หรือ Na_2SO_4), $CuSO_4 .5H_2O$ และ Se ดังปฏิกิริยา (Rowell, 1994)

$$\text{Organic N} + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + CO_2 + SO_2 + H_2O$$

K_2SO_4 (หรือ Na_2SO_4) มีคุณสมบัติช่วยยกระดับของจุดเดือดให้สูงขึ้น ส่วน $CuSO_4.5H_2O$ และ Se ช่วยเร่งปฏิกิริยาโดยทำให้อินทรียวัตถุสลายเร็วขึ้น (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542; ประไพ, 2544; สุพจน์, 2526) โดย K_2SO_4 (หรือ Na_2SO_4) มีคุณสมบัติช่วยยกระดับจุดเดือดของ H_2SO_4 จาก 330 °Cไปอยู่ที่ 360-390 °C (Tan, 2005) ในขั้นตอนของการย่อยตัวอย่างจะเกิดการสูญเสีย nitrogen ได้หากอุณหภูมิที่ใช้ย่อยสูงเกินกว่า 400°C (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542; Tan, 2005; Watson et al., 2003)

2.9.1.2 การกลั่น (Distillation)

NH_4^+-N ในสารละลายตัวอย่างที่ย่อยได้จะถูกนำมากลั่นกับด่างได้NH_3 ดังปฏิกิริยา (Cottenie, 1980)

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

NH_3 ที่ได้จากการกลั่นจะถูกดักจับด้วยboric acid indicator ดังปฏิกิริยา (Conttenie, 1980):

$$H_3BO_3 + NH_3 \longrightarrow NH_4H_2BO_3$$
(ammonium borate)

2.9.1.3 การไตเตรต (Titration)

นำสารละลายที่ได้จากการดักจับ NH_3ด้วย biric acid indicator ในขั้นตอนการกลั่น ซึ่งอยู่ในรูป ammonium borate ($NH_4H_2BO_3$) ไป titrate กับสารละลายมาตรฐานกรด ที่จุดยุติจะมีการเปลี่ยนรูปกลับคืนมาเป็น boric acid (H_3BO_3) ที่ pH 5 ดังปฏิกิริยา (Cottenie, 1980):

$$NH_4H_2BO_3 + H^+ \longrightarrow H_3BO_3 + NH_4^+$$
(ammonium borate) (boric acid)

2.9.2 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส มีหลักการดังนี้ (พัชรี ธีรจินดาขจร, 2552)

วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส (P) ที่เป็นประโยชน์ในดินนั้นได้มีการศึกษาและพัฒนาขึ้นมาใช้งานหลายวิธี แต่ไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งโดยเฉพาะที่สามารถใช้ได้ครอบคลุมกับดินทุกชนิด (Stevenson, 1986; Troeh and Thompson, 2005; von Uexkull, 1986) ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสแต่ละวิธีที่นำไปใช้งานขึ้นอยู่กับค่า pH ของดินเป็นสำคัญ (Adetunji, 2000a)

ฟอสฟอรัสในดินมีอยู่ด้วยกันหลายรูป ประมาณครึ่งหนึ่งจะพบได้ในอินทรียวัตถุ ส่วนที่เหลืออยู่ในรูป inorganic-P ประกอบด้วย Al-phosphate Fe-phosphate และ Ca-phosphate สัดส่วนของ inorganic-P ทั้ง 3 รูปขึ้นอยู่กับค่า pH ของดินเป็นสำคัญ โดย Al-phosphate และ Fe-phosphate พบมากในดินกรด ส่วน Ca-phosphate พบมากในดินที่มี pH เป็นกลางถึงเป็นด่าง ดังนั้นวิธีการสกัดเพื่อวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสจึงขึ้นอยู่กับค่า pH ของดิน (Jones, 2001) การิเคราะห์ปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์ในดินที่มี pH สูงกว่า 6.0 โดยทั่วไปใช้วิธี Olsen ส่วนดินที่มี pH ต่ำกว่า 6.0 นิยมใช้วิธี Bray (Division of Agricultural and Natural Resources, 2006)

2.9.2.1 การวิเคราะห์ Extractable P โดยวิธี Bray II

ตัวอย่างดินจะถูกสกัดด้วยน้ำยาสกัด Bray II ซึ่งเป็นสารละลายที่มีส่วนผสมระหว่าง 0.03 N NH_4F และ 0.1 N HCl มี pH ประมาณ 2.6 (jones, 2001) คุณลักษณะเด่นของน้ำยาสกัด Bray II คือ สามารถสกัด inorganic-P ได้ดีทั้งในรูปFe-Phosphate, Al-Phosphate และ Ca-Phosphate (ถวิล, 2512) โดย HCl มีความสมารถในการละลาย Ca-P ในขณะที่ F ในสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดสามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับ Al- และ Fe- ที่ตกตะกอนกับ P (Kedeba and Boyle, 1978) ด้วยคุณสมบัติของสารที่เป็นส่วนผสมทั้งสองอย่างดังกล่าวของน้ำยา

สกัดจึงช่วยให้ P เป็นอิสระในสารละลายที่ได้จากการสกัดและสามารถนำไปตรวจวัดปริมาณได้ การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยวิธีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการวิเคราะห์ดินกรดเพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน (Houba et al., 1988) รวมถึงประเทศไทย (Attanandana et al., 2002)

2.9.2.2 การพัฒนาสีโดยวิธี Molybdenum blue

ฟอสฟอรัสในสารละลายที่สกัดได้นำไปพัฒนาสีเพื่อตรวจวัดความเข้มข้น วิธีการนี้นิยมใช้โดยทั่วไปคือวิธี molybdenum blueตามวิธีการที่พัฒนาโดย Murphy & Riley (Foth and Ellis, 1997; Henry and Boyd, 1997; Pierzynski et al., 2005; Schroth et al., 2003) เป็นวิธีการตรวจวัดที่มีความ sensitive สูง จึงนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการวัดสารละลายที่สกัดได้ซึ่งมี P ที่ความเข้มข้นระดับต่ำๆ รวมถึงใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ P ทั้งหมดในดิน (Tel and Hagarty, 1984) ammonium molybdateและ antimony potassium tartateจะทำปฏิกิริยากับ P ในสารละลายตัวกลางที่มีฤทธิ์เป็นกรดเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน antimony-phospho-molydate ซึ่งจะถูก reduce และได้สารละลายที่มีสีฟ้าโดย ascobic acid (Csuros, 1997) antimony tartrate ในส่วนผสมของน้ำยาพัฒนาสีทำหน้าที่เป็นสารเร่งปฏิกิริยา ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแสดงได้ดังสมการ : (Pansu and Gautheyro, 2006)

$$HPO_4^{2-} + 12MoO_4^{2-} + 23H^+ \longrightarrow \{PO_4(Mo_3)12\}^{3-} + 12H_2O$$

ความเข้มของสีที่ได้จะแปรผันตามปริมาณ P ที่มีอยู่ในสารละลายตัวอย่าง จากนั้นนำสารละลายที่พัฒนาสีได้ไปอ่านค่าด้วย spectrophotometer เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่วัดค่าได้กับ curve ของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส

2.9.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียม มีหลักการดังนี้ (พัชรี ธีรจินดาขจร, 2552)

โพแทสเซียม (K) ปรากฏในดินในรูปแบบ exchangeable cation บนผิวอนุภาคดิน (Soil and plant Analysis Council,2000) K จัดอยู่ในธาตุอาหารหลักการสกัด cation เหล่านี้ทำได้โดย “exchange” cation ต่างๆ เช่น NH_4^+ , H^+ หรือ Na^+ ที่มีอยู่ในส่วนผสมของน้ำยาสกัดชนิดต่างๆ (Jones, 2001; Soil and Plant Analysis Council, 2000) วิธีมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปในการสกัด exchangeable cation (K^+) คือการสกัดด้วย 1 N NH_4OAc pH 7 (Adetunji, 2000a; Cope and Evens, 1985; Pansu and Gautheyro, 2006) วิธีการนี้ใช้สารละลายเกลือที่เป็นกลางไปแทนที่ cation ที่ปรากฏอยู่บนตำแหน่งที่แลกเปลี่ยนได้ของอนุภาคดิน ดังนั้นความเข้มข้นของ cation ที่ตรวจวัดได้โดยวิธีนี้จึงหมายถึง cation ที่แลกเปลี่ยนได้ที่ (“exchangeable” cation) สำหรับ non-calcareous soil ส่วน calcareous soil จะหมายถึง cation ที่แลกเปลี่ยนได้รวมกับ

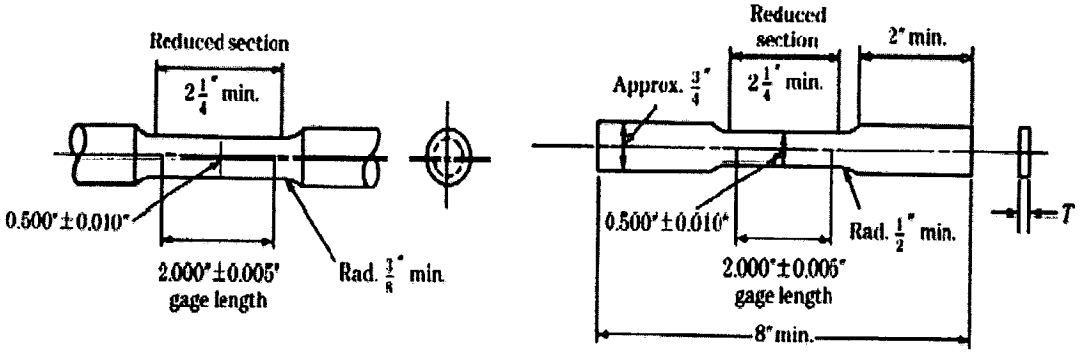
cation ที่ละลายน้ำได้ (Jones, 2001; Soil and plant Analysis Council, 2000) K ตรวจวัดโดยใช้ได้ทั้ง flame photometer และ atomic absorption spectrophotometer

2.10 การทดสอบวัสดุ

การทดสอบวัสดุ(materials testing) คือการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีและกระบวนการที่ใช้ในการหาค่าหรือกำหนดค่าของสมบัติเชิงกลของวัสดุอย่างถูกต้องแม่นยำ และเชื่อถือได้ ในเบื้องต้นได้แก่การหาค่าแรงกระทำหรือน้ำหนัก และการยืดออกของชิ้นทดสอบอันเนื่องจากแรงกระทำนั้น ซึ่งทั้งสองค่านี้คือแรงเค้นและความเครียดตามลำดับ

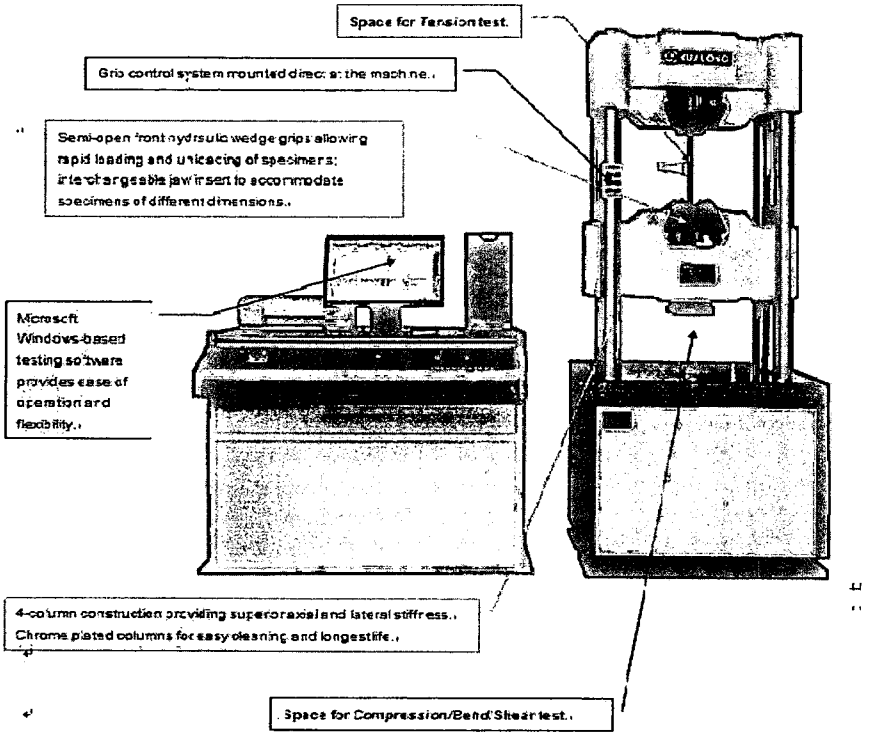
2.10.1 การทดสอบแรงดึงของวัสดุ

เป็นการทดสอบพื้นฐานทางวิศวกรรม ซึ่งใช้เพื่อการหาความแข็งแรงของวัสดุเมื่อได้รับแรงดึงในทิศทางเดียว (Uniaxial tensile test) โดยค่าที่จะได้จากการทดสอบทางกลที่เราสนใจก็คือ Ultimate tensile strength} Yield strength และ %Elongation ซึ่งจะนำมาใช้ประกอบการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุสาหรับการใช้งานทางวิศวกรรมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ชิ้นงานมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบแรงดึงอาจเป็นชิ้นงานรูปทรงกระบอกหรือเป็นชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นแผ่น ซึ่งบริเวณของชิ้นงานทั้งสองด้านจะใช้สำหรับยึดชิ้นงานเข้ากับเครื่องทดสอบโดยมีลักษณะการจับยึดชิ้นงานตามภาพประกอบ 2.17



(a) (b)

ภาพประกอบ 2.18 ลักษณะและขนาดของชิ้นงานมาตรฐานสาหรับการทดสอบแรงดึง
แหล่งที่มา : (วรรณฤดี แก้วมีศรี)
(a) ชิ้นทดสอบมาตรฐานแบบแท่งทรงกระบอก
(b) ชิ้นทดสอบมาตรฐานแบบแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า

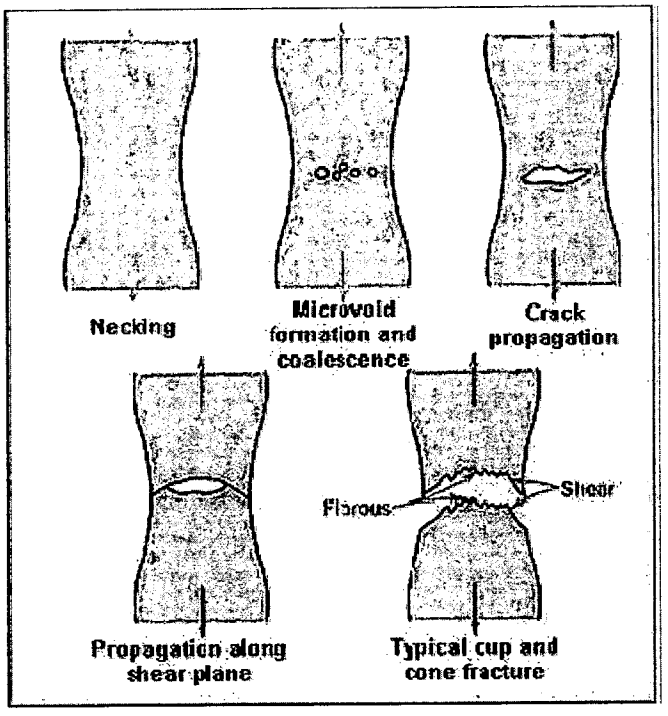


ภาพประกอบ 2.19 เครื่องทดสอบความทนแรงดึงของวัสดุ

แหล่งที่มา : (วรรณฤดี แก้วมีศรี)

ลักษณะการแตกหักของชิ้นงาน (Fracture characteristics of the tested specimens)

ชิ้นงานชนิดใดที่มีความยืดหยุ่นสูง (Ductile materials) การแตกหักมักจะเป็นแบบถ้วยและกรวย (Cup and cone) ดังภาพประกอบ 2.19 เมื่อพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานเกิดการคอดลง (Necking) ภายหลังจากกราฟผ่านจุดสูงสุด ภายในบริเวณพื้นที่หน้าตัดดังกล่าวจะเกิดช่องว่างเล็กๆ ที่เรียกว่า Microvoid จำนวนมาก และรูพรุนเล็กๆ นี้จะเกิดการขยายขนาดใหญ่ขึ้นมาจนเกิดการเชื่อต่อกันเกิดเป็นรอยแตกขนาดใหญ่ในบริเวณตรงกลาง โดยมีระนาบของรอยแตกตั้งฉากกับทิศทางแรงดึง ก่อนที่ชิ้นงานจะมีการก่อเกิดเป็นรอยแตกตามแนวระนาบแรงเฉือน (Shear plane) ขึ้นที่ขอบของชิ้นงาน และเกิดการเชื่อมโยงของรอยแตกทั้งสองเกิดเป็นลักษณะการแตกหักแบบ Cup and cone และเมื่อเราสังเกตพื้นผิวการแตกหักด้วยตาเปล่าจะเห็นเป็นพื้นผิวที่ขรุขระ การแตกหักแบบ Ductile fracture นี้จะมีการดูดซับพลังงานระหว่างการแตกหักค่อนข้างมาก เพราะระหว่างการแตกหักจะเกิดการเปลี่ยนรูปแบบพลาสติกอย่างเห็นได้ชัด ชิ้นงานจึงมักมีค่า Tensile ductility ที่ค่อนข้างดี สาหรับชิ้นงานที่มีความเปราะ (Brittle materials) จะมีลักษณะพื้นผิวการแตกหักที่เรียบและเงา



ภาพประกอบ 2.20 ลักษณะการแตกหักแบบต่างๆ

แหล่งที่มา : (วรรณฤดี แก้วมีศรี)

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คิดชาย อุณหศิริกุล, มธุรา อุณหศิริกุล (2552) มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนากระถางชีวภาพที่ทำมาจากเปลือกทุเรียน ให้สามารถนำไปใช้เพาะปลูกต้นไม้ได้อย่างมีประสิทธิผลเพิ่มขึ้น และเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน สรุปผลการดำเนินงานได้ว่า (ก) เครื่องอัดขึ้นรูปกระถาง ใช้ระบบไฮดรอลิกส์ ซึ่งมีปั๊มไฮดรอลิกส์ชนิดมือโยก ใช้กระบอกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ช่วงชักกระบอกสูบ 50 เซนติเมตร ส่วนแท่นปฏิบัติงานเป็นเหล็กหนา 15 มิลลิเมตร ปรับขึ้นลงและล็อคตำแหน่งได้ 3 ระดับ ใช้กับแม่พิมพ์กระถาง 3 ขนาด (ข) ผลิตภัณฑ์กระถาง ได้ปรับปรุงกระถาง โดยจัดทำกระถาง 3 ขนาด คือ ขนาด 8, 6 และ 4 นิ้ว มีขอบหนา 2, 1.5 และ 1 เซนติเมตร เรียงตามลำดับ ปรับปรุงคุณสมบัติกระถางโดย เพิ่มแรงอัดขึ้นรูปเป็น 1,500 กิโลกรัม ผสมเส้นใยยาวจากพืช และเคลือบผิว (ค) การใช้งานกระถาง จากการทดลองใช้ปลูกต้นไม้ ได้ผลว่า กระถางแบบเดิม กระถางเพิ่มแรงอัดขึ้นรูป กระถางผสมเส้นใยและเพิ่มแรงอัด กระถางเพิ่มแรงอัดและเคลือบแลกเกอร์ กระถางเพิ่มแรงอัดและเคลือบสีน้ำมัน มีอายุการใช้งานจากน้อยน้อยไปหามากเรียงตามลำดับ

จิราณุวัฒน์ แสงมุกด์, พงศธร หนูเล็ก และชินพันธ์ แซ่ลิ้ม (2551) ศึกษาการนำเอาเศษวัสดุทางการเกษตรมาผลิตกระถางเพาะชำ เพื่อทดแทนถุงพลาสติก โดยนำเศษวัสดุทางการเกษตรจำนวน 5 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ กระถางที่ทำจากแกลบ กระถางที่ทำจากขี้เถ้าแกลบ และกระถางที่ทำจากขุยมะพร้าว กระถางที่ทำจากเศษใบไม้และวัชพืชต่างๆ ซึ่งผลจากการศึกษาทดลอง พบว่า

กระถางที่ทำจากขุยผสมใยมะพร้าวมีคุณสมบัติที่เหมาะสม และตรงตามความต้องการที่สุดคือ กระถางที่ได้มีความแข็งแรง ทนทานอยู่ในระดับที่ดี มีความยืดหยุ่นสูง รากของกิ่งชำสามารถชอนไชออกทางก้นของกระถางได้ดี ความสามารถในการอุ้มน้ำ และการระบายความร้อนของกระถางอยู่ในระดับที่ดี และเมื่อฝังลงดินแล้ว รากของกิ่งชำยังสามารถชอนไชออกทางด้านล่างและด้านข้างของกระถางได้ดี ที่สำคัญ กระถางเพาะชำจากขุย-ใยมะพร้าว สามารถย่อยสลายเองได้ตามธรรมชาติ ไม่เหลือค้างให้เป็นขยะ สร้างปัญหาด้านมลภาวะให้กับโลกอีกด้วย ในการทดสอบแรงอัดที่ใช้ พบว่า ที่น้ำหนักส่วนผสม 300 กรัม ประกอบด้วยขุยมะพร้าว 100 กรัม ใยมะพร้าว 150 กรัม และกาวแป้งเปียก 50 กรัม แรงอัดที่เหมาะสมคือ 10 ตัน

ฐาพัช ณ ลำปาง, ลิขิต ไทยเก่ง และอาทิตย์ กันทะหมื่น (2553) ศึกษาวัสดุชีวภาพ ได้แก่ มูลวัวแห้ง เส้นใยมะพร้าว เส้นใยกระดาษเหลือใช้และกากกาแฟ ที่มีความสามารถในการใช้ทำกระถางเพาะชำชีวภาพ ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น จากการศึกษาทดลองพบว่า วัสดุชีวภาพที่มีความเหมาะสมในการขึ้นรูปกระถางได้แก่ มูลวัวแห้ง เส้นใยมะพร้าว และเส้นใยกระดาษเหลือใช้ ตัวประสานคือกาวแป้งเปียก อัตราส่วนปริมาณที่เหมาะสมของ มูลวัวแห้ง : เส้นใยมะพร้าว : เส้นใยกระดาษเหลือใช้ : กาวน้ำแป้งเปียกคือ 1 : 1 : 1 : 2.5 สามารถอัดขึ้นรูปกระถางตามแม่พิมพ์ได้ง่าย ถอดแม่พิมพ์ของกระถางออกได้ทันทีหลังจากการอัดกระถาง กระถางที่ได้มีความคงตัว ไม่แตก ไม่ยุ่ยสลาย แล้วนำไปตากจนแห้งใช้เวลา 3-5 วัน สามารถนำต้นกล้าปลูกพร้อมกระถางโดยไม่เกิดความเสียหายแก่ต้นกล้า มีแร่ธาตุที่จำเป็น สร้างความชุ่มชื้น ให้กับต้นกล้าและดินได้เป็นอย่างดี

ปัญญา หลักงาม และพิทยา คำทองสุข (2553) ศึกษาและพัฒนาความสามารถในการใช้งานของกระถางเพาะไม้ประดับโดยใช้วัสดุทางการเกษตรเข้ามาเป็นวัสดุ เช่น กาบหมาก ชานอ้อย ใบไม้ กาบมะพร้าว และผักตบชวา โดยมีปัจจัยที่ศึกษา คือ อัตราส่วนและแรงกดอัดที่เหมาะสมกับการใช้งาน จากการศึกษานี้ พบว่ากาบหมากแข็งแรงที่สุด รองลงมาคือ กาบมะพร้าว ผักตบชวา ชานอ้อย และใบไม้ตามลำดับ แต่ในการศึกษานี้ได้เลือกเอาผักตบชวามาเป็นวัสดุที่นำ มาขึ้นรูปเป็นกระถางต้นไม้ เพราะเป็นวัสดุที่สามารถย่อยได้ง่ายและเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่าย อัตราส่วนที่เหมาะกับการใช้งาน คือ ส่วนผสมระหว่างต่อปุ๋ยคอกอัตราส่วน 1:1 และแรงอัดขึ้นรูปที่ 15 ตัน โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 62.86 % ค่าการดูดซับเท่ากับ 56.28 ได้การพองตัว 3.33 % และค่าความแข็งแรงเท่ากับ 26.59 กิโลนิวตัน

พรเทพ แก้วเชื้อ และวรินทร์ เกียรตินุกูล (2554) มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการผลิตกระถางเพาะชำ จากขี้เลื่อยการออกแบบการทดลองเป็นการทดลองแบบ Full Factorial การขึ้นรูปกระถางเพาะชำมีการทดลอง 3 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมี 3 ระดับ ได้แก่ ปริมาณขี้เลื่อย 146, 148 และ 150 กรัม กาวแป้งเปียก 51, 59 และ 67.5 กรัม และแรงดันในการขึ้นรูปกระถางเพาะชำ 500, 1000 และ 1500 ปอนด์ต่อตารางนิ้วการทดสอบใช้ค่าเฉลี่ยการย่อยสลายในดิน ผลจากการทดลองการขึ้นรูปกระถางเพาะชำที่เหมาะสมที่สุด คือกระถางที่ใช้ ปริมาณขี้เลื่อย 150 กรัม ผสมกับกาวแป้งเปียกยก

67.5 กรัม ใช้แรงความดัน ในการขึ้นรูปกระถางเพาะชำที่ 1000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นกระถางต้นไม้ที่ดีที่สุดโดยใช้เวลาในการย่อยสลายในดิน 36 วัน

สุชิรา นวลกำแหง (2554) มีวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย เพื่อหาแนวทางการผลิตแผ่นวัสดุจากฟางข้าวและทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นวัสดุจากฟางข้าว ส่วนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นวัสดุ จากฟางข้าวเป็นการทดสอบการดูดซับน้ำ จากผลการทดสอบพบว่าอัตราส่วนของฟางข้าวกับกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ตามอัตราส่วน 85:15 มีค่าการดูดซับน้ำเท่ากับ 72.51 % ตามอัตราส่วน90:10 มีค่าการดูดซับน้ำเท่ากับ 80.29 % และตามอัตราส่วน 95:5 มีค่าการดูดซับน้ำเท่ากับ 84.92 % โดยที่อัตราส่วน 85:15 มีค่าการดูดซับน้ำต่ำกว่าอัตราส่วน 90:10 และ 95:5 เนื่องจากค่าการดูดซับน้ำโดยน้ำหนักจะลดลงตามปริมาณของกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือปริมาณของฟางข้าวมากขึ้นทำให้การดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น