

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การผลิตซีเมนต์นั้นมีการประมาณว่าต้องเผาวัตถุดิบถึง 1.6 ตัน ซึ่งเป็นหินปูนอยู่ร้อยละ 80 จึงจะได้ปูนเม็ด 1 ตัน และในการเผาปูนเม็ดเพื่อผลิตปูนซีเมนต์นั้น กระบวนการผลิตจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ ในปริมาณเท่ากับน้ำหนักของปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ ดังนั้นถ้าเราสามารถนำวัสดุอื่นมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ได้บางส่วนในงานคอนกรีต และทำให้ได้งานก่อสร้างคอนกรีตที่ดีมีคุณภาพเช่นเดียวกับคอนกรีตทั่วไปหรือดีขึ้นกว่าเดิมก็จะเป็นการช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้างลงได้

เชื้อเพลิงชีวมวลสามารถแบ่งได้ตามแหล่งที่มา โดยหนึ่งในกลุ่มเชื้อเพลิงชีวมวล มาจากพืชผลทางการเกษตร (Agricultural Crops) เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ที่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต แป้ง และน้ำตาล รวมถึงพืชน้ำมันต่างๆ ที่สามารถสกัดนำน้ำมันมาใช้เป็นพลังงานได้ สิ่งที่เหลือจากการแปรรูปเป็นพลังงานเหล่านี้คือ แกลบ เป็นแกลบจากอินทรีย์สารที่ได้จากพืชและสัตว์ต่างๆ เช่น แกลบปาล์ม น้ำมัน แกลบ แกลบข้าวโพด แกลบอ้อย แกลบจากตอมันสำปะหลังและแกลบจากเศษไม้ เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนที่เหลือจากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยมีปริมาณมากและมีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต เนื่องจากผลผลิตทางการเกษตรมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นจากปัจจัยหลายประการ เช่น ความต้องการบริโภคที่สูงขึ้นและการพัฒนาเทคโนโลยีทางการเกษตร เป็นต้น

การใช้แกลบชีวมวลหรือวัสดุปศุสัตว์ในคอนกรีตหรือมอร์ต้า ในปัจจุบันมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ของคอนกรีตหรือมอร์ต้า ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการเท หรือการลดความร้อนจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน หรือแม้แต่การใช้เพื่อลดปริมาณปูนซีเมนต์ในส่วนผสมที่ดี จุดประสงค์หลักคือความสามารถในการรับกำลังของคอนกรีตหรือมอร์ต้า นอกจากนี้คือผลที่เกิดจากการใช้วัสดุซึ่งกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านเคมีที่ปะปนออกสู่สิ่งแวดล้อม

คอนกรีตบล็อกที่ใช้ในงานก่อสร้างเป็นวัสดุที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นเวลานาน โดยนิยมใช้ในการก่อผนังหรือกำแพงเนื่องจากเป็นวัสดุที่ผลิตได้ง่าย มีราคาถูก มีความคงทนแข็งแรง ใช้เวลาก่อสร้างได้เร็วกว่าอิฐมอญเนื่องจากมีขนาดก้อนที่ใหญ่กว่า จึงทำให้ต้นทุนการก่อสร้างต่ำกว่าการใช้อิฐมอญ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมขนาดและคุณภาพได้อย่างสม่ำเสมอ มีค่าการยึดหดตัวและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำ จึงทำให้เกิดการแตกร้าวน้อยกว่าผนังแบบอื่น และมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำกว่าอิฐมอญแต่ก็ยิ่งสูงกว่าคอนกรีตมวลเบา แต่เนื่องด้วยราคาที่ถูกลงกว่าคอนกรีตมวลเบาหลายเท่าจึงทำให้คอนกรีตบล็อกยังเป็นที่นิยมใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยทั่วไปลักษณะของคอนกรีตบล็อกจะมีรูกลวงเป็นช่องอากาศอยู่ภายในซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของการเป็นฉนวน แต่ด้วยวัสดุผสมของคอนกรีตบล็อกนั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลให้การนำความร้อนมีค่าสูง ดังนั้นการพัฒนาคอนกรีตบล็อกโดยใช้วัสดุผสมที่มีค่าการนำความร้อนต่ำจะสามารถช่วยลดการนำความร้อนให้กับคอนกรีตบล็อกได้

จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า หากไม่มีการจัดการเถ้าขานอ้อยที่ดีพอ จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในชุมชนใกล้เคียง เนื่องจากวิธีการกำจัดของเหลือทิ้งจากโรงงานดังกล่าวส่วนใหญ่คือการนำไปทิ้ง ทำให้เกิดปัญหาตามมาทั้งเรื่องของสถานที่ทิ้ง สิ่งแวดล้อม และค่าใช้จ่ายที่สูง หากไม่เร่งหาทางแก้ไขอาจส่งผลในระยะยาวได้ (ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2562) ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าขานอ้อยเบื้องต้นโดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ พบว่ามีปริมาณซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) เป็นองค์ประกอบหลักมากกว่าร้อยละ 60 นอกจากนั้นยังมีปริมาณองค์ประกอบอื่นร่วมด้วย เช่น Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , P_2O_5 และ Na_2O ตามลำดับ (วรรณภา ต.แสงจันทร์ และคณะ, 2557) โดยเถ้าขานอ้อยที่มีอนุภาคละเอียดมีคุณสมบัติเป็นวัสดุปอซโซลานจึงสามารถใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาถึงผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการนำเถ้าขานอ้อยมาใช้เป็นวัสดุผสมของคอนกรีตบล็อก ได้แก่ การชะละลายของธาตุและปริมาณธาตุที่คงค้างในน้ำในคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าขานอ้อยที่มาจากการบดป่นหรือการแพร่กระจายของธาตุจากเถ้าขานอ้อย แพร่กระจายในดินหรือน้ำ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาโครงการวิจัยเรื่อง คุณสมบัติทางเคมีจากการนำเถ้าขานอ้อยมาผสมในการทำคอนกรีตบล็อกต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการนำเถ้าขานอ้อยไปใช้เป็นวัสดุก่อสร้างเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนซีเมนต์ต่อเถ้าขานอ้อยที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าขานอ้อย
2. เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนซีเมนต์ต่อเถ้าขานอ้อยที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าขานอ้อย
3. เพื่อศึกษาอัตราการชะละลายของธาตุและปริมาณธาตุที่คงค้างในน้ำจากการบดป่นในคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าขานอ้อย

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

งานวิจัยนี้ มีสมมุติฐานการวิจัย คือ การนำเถ้าขานอ้อยมาใช้แทนซีเมนต์บางส่วน ในการผลิตคอนกรีตบล็อก ทำให้มีคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางกล และคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งดูจากผลของปริมาณธาตุที่คงค้างในน้ำและอัตราการชะละลายของธาตุในคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าขานอ้อยที่สามารถนำมาใช้งานได้ ภาคอุตสาหกรรมและมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่กำหนด

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1. เถ้าขี้มวลที่ทำการศึกษาได้แก่ เถ้าขานอ้อยซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม
2. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางกล และคุณสมบัติทางเคมีของเถ้าขานอ้อย ได้แก่ การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ประกอบด้วย SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , K_2O , MgO , P_2O_5 , Na_2O และ SO_3 ความถ่วงจำเพาะ ลักษณะอนุภาคและขนาดความละเอียดของวัสดุ และค่าการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา (loss on ignition, LOI) ของเถ้าขานอ้อย
3. ศึกษากำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างจากเถ้าขานอ้อย โดยการปรับส่วนผสมโดยใช้อัตราส่วนซีเมนต์ต่อเถ้าขานอ้อย โดยน้ำหนักที่ปริมาณร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนัก

4.วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเก้าอี้คอนกรีต คอนกรีตบล็อก และปริมาณสารประกอบที่คงค้างในน้ำ ที่ระยะเวลาการบ่มคอนกรีตบล็อก 7, 14 และ 28 วัน และอัตราการชะละลายของสารประกอบเคมีจากคอนกรีตบล็อกที่ได้จากตัวอย่างทดสอบที่ได้ค่าการรับกำลังทางวิศวกรรมที่ดีที่สุด

1.5 นิยามศัพท์

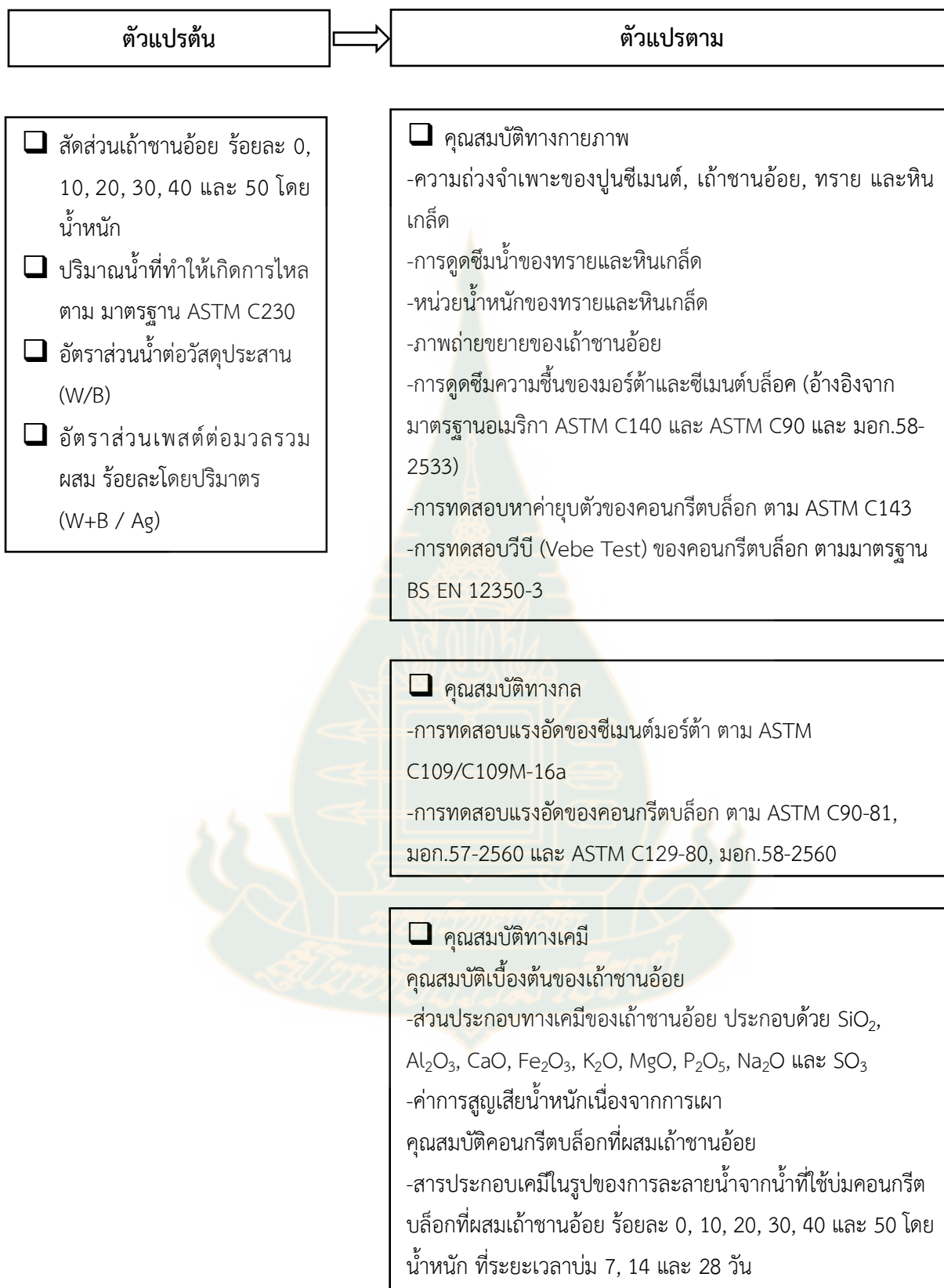
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	carbon dioxide หรือ CO ₂ เป็นก๊าซไม่มีสี ซึ่งหากหายใจเอาก๊าซนี้เข้าไปในปริมาณมาก ๆ จะรู้สึกเปรี้ยวที่ปาก เกิดการระคายเคืองที่จมูกและคอ
การก่อตัวของคอนกรีต	ระยะเวลาที่คอนกรีตเริ่มเข้าสู่สภาพการแข็งตัวและเริ่มพัฒนากำลังอัด
การซึมผ่านน้ำสู่คอนกรีต	ความสะดวกหรือง่ายซึ่งของเหลวหรือก๊าซ สามารถซึมผ่านคอนกรีต คุณสมบัตินี้จะเป็นตัวชี้บ่งว่าคอนกรีตในโครงสร้างนั้นๆ จะทนทานมากน้อยเพียงใด
การต้านทานกรดซัลฟูริก	การทดสอบผลกระทบของวัสดุปอซโซลานต่อการกัดกร่อน เนื่องจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในส่วนผสมมอร์ตาร์ ในรูปของการสูญเสียน้ำหนัก
การต้านทานคลอไรด์	คลอไรด์ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนของเหล็กเสริมโดยอออนของคลอไรด์ เป็นตัวทำให้ความเป็นต่างของคอนกรีตที่ป้องกันเหล็กเสริมไม่ให้เกิดสนิมถูกทำลายลงจนถึงระดับวิกฤต
การต้านทานซัลเฟต	ความสามารถในการต้านทานความเสียหายจากซัลเฟต ด้วยหลักการลดปริมาณรวมของ CAH และ Ca(OH) ₂ ที่เป็นสาเหตุหลักของความเสียหาย โดยการผสมวัสดุปอซโซลานในส่วนผสมคอนกรีต
การทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต	การทดสอบค่ายุบตัวของคอนกรีต (Slump Test) ใช้เพื่อทดสอบหาค่าความชื้นเหลวของคอนกรีตในสภาพเหลวโดยใช้วิธีการทดสอบหาค่าการยุบตัว เพื่อตรวจสอบความสามารถเท่าได้ของคอนกรีต (Workability)
การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา	การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา (loss on ignition, LOI) เป็นการวัดปริมาณคาร์บอนและความชื้นในปูนซีเมนต์ที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยากับอากาศ มาตรฐาน มอก. 15 เล่ม 1 และ ASTM C150 กำหนดค่าการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา
กำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต	ความสามารถของคอนกรีตในการต้านทานต่อหน่วยแรงอัดที่เกิดขึ้น โดยไม่เกิดการพังทลาย
ความคงทนของคอนกรีต	ความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศหรือสภาวะแวดล้อมตลอดอายุการใช้งานโดยยังสามารถคงรูปร่าง คุณภาพ คุณสมบัติ และการใช้งานได้ดีเช่นเดิม

ความต้านทานการ แข็งตัวและละลาย ของน้ำ	ความสามารถสูงในการต้านทานต่อการแตกร้าวซึ่งเกิดจากการแข็งตัวและละลายตัว (Freezing & thawing) ของน้ำในคอนกรีตในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิที่ติดลบ
ความพรุน	ความพรุน (porosity) คือ สัดส่วนช่องว่างที่มีอยู่ในกองวัสดุปริมาณมวล
ความสามารถ ต้านทานการ สึกกร่อน	ความสามารถของผิวหน้าของคอนกรีตที่จะทนทานต่อการขีดสีหรือเสียดสีของวัสดุ อื่น
คอนกรีต	วัสดุผสมที่นิยมใช้ในงานก่อสร้างประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ ปูนซีเมนต์ วัสดุผสม (เช่น หิน ทราย หรือ กรวด) และ น้ำ
คอนกรีตบล็อก	วัสดุก่อสร้างประเภทวัสดุก่อ สำหรับการก่อสร้างผนังอาคารทั่วไป ผลิตจากส่วนผสม ของซีเมนต์ ทราย หินย่อย และน้ำ
คอนกรีตบล็อกไม่ รับน้ำหนัก	คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักใช้สำหรับผนังที่ออกแบบไม่รับน้ำหนักบรรทุกใด ๆ นอกจากน้ำหนักตัวเอง
คอนกรีตบล็อกรับ น้ำหนัก	คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักใช้สำหรับผนังที่ออกแบบรับน้ำหนักบรรทุกและน้ำหนัก ตัวเอง
ค่าการนำความร้อน	ค่าที่แสดงความสามารถในการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำความร้อนของวัสดุ หรือที่ เรียกกันว่า “ค่า K” มีหน่วยเป็น $W/(m.K)$ หรือ $Btu/(hr ft ^\circ F)$
ค่าดัชนีกำลัง	ค่าความไวในการทำปฏิกิริยาปอซโซลาน สามารถวัดได้โดยค่าดัชนีกำลัง
คุณสมบัติทางกล	สมบัติที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นของวัสดุ เมื่อมีแรงจากภายนอกกระทำต่อวัสดุ
คุณสมบัติทาง กายภาพ	สมบัติของสารที่เราสามารถสังเกตได้จากลักษณะภายนอกหรือโดยใช้เครื่องมือวัด
คุณสมบัติทางเคมี	สมบัติที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี หรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร
เครื่องทดสอบ ยูนิเวอร์แซล	เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางกลของวัสดุ สามารถทำการทดสอบได้ทั้งแรงดึง แรงอัด แรงดัด และแรงเฉือน
เชื้อเพลิงชีวมวล	วัสดุสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำไปเผาไหม้ หรือแปรเปลี่ยนเพื่อนำมาซึ่งพลังงาน
ตะแกรงมาตรฐาน	ช่องบนตะแกรง (sieve) เกิดจากการนำลวดขนาดต่างๆ กันมาสานเป็นช่อง และ บอกความกว้างของช่องตะแกรงเป็น เมช (mesh) หมายถึงจำนวนช่องของตะแกรง ที่มีอยู่ในความยาว 1 นิ้ว

ไดออกซิน	สารไดออกซินจัดเป็นสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูงอยู่ในกลุ่มสารโพลีฮาโลเจนอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน
เถ้าชีวมวล	เถ้าที่เหลือจากวัสดุทางการเกษตรที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและต้องนำไปกำจัดทิ้งเพราะมีปริมาณมาก
การทดสอบวีบี (Vebe Test)	การทดสอบเวลาวีบีจะเหมาะสมสำหรับทดสอบในห้องปฏิบัติการเท่านั้น และเหมาะสมสำหรับคอนกรีตที่มีความชื้นเหลวต่ำหรือคอนกรีตที่ค่อนข้างแห้ง
เถ้าขานอ้อย	วัสดุเหลือทิ้งจากขั้นตอนการเผาขานอ้อย เพื่อเป็นเชื้อเพลิง สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า และป้อนกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตในโรงงานน้ำตาล หรือโรงงานน้ำตาลบางแห่งใช้ขานอ้อยเป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำระหว่างขั้นตอนหีบอ้อย ซึ่งเถ้าที่ผ่านการเผา มีลักษณะเป็นผงสีเทาเข้มจนถึงดำและมีองค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วยซิลิกาในปริมาณสูง
แบบหล่อคอนกรีต	อุปกรณ์ในงานหล่อคอนกรีตที่ใช้ติดตั้งเป็นแบบหล่อเพื่อสร้างขอบเขตสำหรับเทคอนกรีตให้หล่อออกมาเป็นรูปแบบตามที่ต้องการ
แบบหล่อคอนกรีตบล็อก	อุปกรณ์ในงานหล่อคอนกรีตบล็อก
แบบหล่อมอร์ตาร์	อุปกรณ์ในงานหล่อมอร์ตาร์รูปทรงลูกบาศก์ขนาด 5x5x5 เซนติเมตร
ปฏิกิริยาคาร์บอนชั่น	ปฏิกิริยาคาร์บอนชั่นจะทำให้ความเป็นต่างของคอนกรีตลดลงเนื่องจากสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)_2) ในเนื้อคอนกรีตซึ่งมีสภาพเป็นต่างถูกใช้ไปในปฏิกิริยา
ปฏิกิริยาปอซโซลาน	สารซิลิกาและอลูมินาในวัสดุปอซโซลานทำปฏิกิริยาเคมีกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เป็นผลผลิตจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำก่อให้เกิดสารเชื่อมประสานใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติในการยึดประสาน
ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น	ปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำก่อให้เกิดสารเชื่อมประสาน
ฟอร์มัลดีไฮด์	สูตรทางเคมีคือ CH_2O เป็นก๊าซไม่มีสี จัดเป็นพิษที่ปนเปื้อนในอากาศที่เป็นปัญหาสุขภาพของมนุษย์ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว
มอร์ตาร์	วัสดุที่มีส่วนผสมคือ ปูนซีเมนต์ ทราย และน้ำ ใช้สำหรับงานก่ออิฐ งานฉาบปูน
มาตรฐาน ASTM.	สมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (American Society for Testing and Materials) ที่กำหนด และจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก

มาตรฐาน BS.	มาตรฐานของประเทศสหราชอาณาจักร (British Standard) มาตรฐานที่สร้างขึ้นจะไม่ได้มีเฉพาะ System Standards แต่จะครอบคลุมถึง Product Standards
มาตรฐาน มอก.	ย่อมาจาก "มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม" หมายถึงข้อกำหนดทางวิชาการที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ผลิตในการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุดโดยจัดทำออกมาเป็นเอกสารและจัดพิมพ์เป็นเล่ม
มิติปักัด	เนื้อที่สำหรับบรรจุส่วนประกอบอาคารหรือเมื่อทำการก่อสร้างขึ้นส่วนสำเร็จรูปในเนื้อที่นั้น
วัสดุก่อ	โครงสร้างของอาคารที่สร้างขึ้นจากการวางวัสดุแต่ละชั้นและผสมกันโดยใช้มอร์ตาร์
แรงเค้นอัด	ความเค้น (อัตราส่วนของแรงที่มากกระทำตั้งฉากกับผิวต่อพื้นที่หน้าตัด) ที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงกดมากกระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวาง เพื่อพยายามอัดให้วัสดุมีขนาดสั้นลง หาค่าได้จากอัตราส่วนของแรงอัด (compressive force) ที่กระทำตั้งฉากกับผิวต่อพื้นที่ภาคตัดขวาง มีผลทำให้วัสดุหดสั้นลง
วัสดุปอซโซลาน	เป็นสารผสมเพิ่มแบบแร่ธาตุ (Mineral Admixture) มีองค์ประกอบของธาตุที่สำคัญเหมือนปูนซีเมนต์ เช่น ซิลิกา และ อลูมินา
วัสดุผง	วัสดุผง (Power) หรือ วัสดุประสาน (Binder) ที่ให้กำลังแก่มอร์ตาร์ หรือ คอนกรีต
สารแคดเมียม	ธาตุเคมีที่มีหมายเลขอะตอม 48 และสัญลักษณ์คือ Cd เป็นธาตุมีพิษ ในธรรมชาติพบอยู่ในแร่สังกะสี
สารตะกั่ว	ตะกั่ว หลายคนรู้จักกันดีว่าเป็นธาตุโลหะหนักสีเทาเงิน นิยมใช้ในวัสดุอุตสาหกรรมต่างๆ ตะกั่วได้กลายเป็นสารพิษที่ส่งผลร้ายแรงไปยังทุกคน
สารโลหะหนัก	กลุ่มธาตุที่มีความหนาแน่นมากกว่า 5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรและความถ่วงจำเพาะสูงกว่า 4
หน่วย ksc	ย่อมาจาก Kilogram Per Square Centimeter หรือ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
หน่วย MPa	พาสคาล (อังกฤษ: pascal สัญลักษณ์ Pa) เป็นหน่วยอนุพันธ์เอสไอ ใช้วัดความดัน เมกะพาสคาล (1 MPa = 1,000,000 Pa)
อายุการบ่ม	ระยะเวลาที่ทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์ เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์
อิฐมอดู	อิฐมอดู ผลิตจากดินเหนียวผสมแกลบ หรือเถ้าแกลบ ผสมน้ำ เผาด้วยเตาจนสุก โดยทั่วไปมีขนาดความกว้าง 5.5 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร และหนา 3 เซนติเมตร

1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย



1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1.ทราบถึงคุณสมบัติด้านต่างๆ ในการใช้เก้าขานอ้อยผสมปูนซีเมนต์ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของมอร์ตาร์และคอนกรีตบล็อก
- 2.สามารถพัฒนาวัสดุประสานจากเก้าขานอ้อยและเพื่อใช้ในงานก่อสร้างเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเก้าขานอ้อย
- 3.สามารถใช้เป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านการนำวัสดุเหลือทิ้งกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์
- 4.สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ด้านการเรียนการสอนและฐานข้อมูลด้านงานวิจัยและพัฒนาเก้าขานอ้อยมาใช้เป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบในวัสดุก่อสร้างและความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับการจัดการกากอุตสาหกรรมจากพืชผลทางการเกษตร
- 5.หน่วยงานภาคเอกชน/ชุมชน/ท้องถิ่น สามารถนำผลที่ได้ไปปรับปรุงการผลิตผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก ที่สามารถนำเก้าขานอ้อยไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรมได้อย่างเหมาะสม

