

อิทธิพลของความยาวและรูปร่างของเส้นใยจากขยะกล่องเครื่องดื่ม ยู เอช ที
ต่อคุณสมบัติทางกลของคอนกรีต

INFLUENCE OF LENGTH AND SHAPE OF UHT ASEPATIC CARTON FIBER
OF MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE

นายณัฐวุฒิ	มันทรัพย์	รหัส 50360951
นายรัชชัย	ทองไทย	รหัส 50363174
นายนิติพงษ์	รุ่งเรือง	รหัส 50363228

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ..... 26 ก.ค. 2554
เลขทะเบียน..... 15570189
เลขเรียกหนังสือ..... มร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๓๓ 362 ๑ 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร



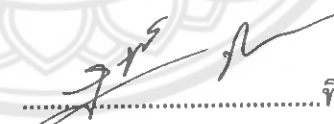
ใบรับรองปริญญาโท

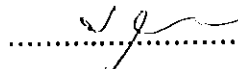
ชื่อหัวข้อโครงการ อิทธิพลของความยาวและรูปร่างของเส้นใยจากขยะกลอง
เครื่องดื่ม ยู เอช ที ต่อคุณสมบัติทางกลของคอนกรีต

ผู้ดำเนินโครงการ นายณัฐวุฒิ มั่นทรัพย์ รหัส 50360951
 นายรัชชัย ทองไทย รหัส 50363174
 นายนิติพงษ์ รุ่งเรือง รหัส 50363228

ที่ปรึกษาโครงการ ดร. รัฐภูมิ วิชาตปรีชา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา


.....ที่ปรึกษาโครงการ
(ดร. รัฐภูมิ วิชาตปรีชา)


.....กรรมการ
(ดร. ปณัทศวี สิตะปันย์)


.....กรรมการ
(ดร. คุษฎี สติระทรภูทิว)

ชื่อหัวข้อโครงการ อิทธิพลของความยาวและรูปร่างของเส้นใยจากขยะกล่อง
เครื่องดื่ม ยู เอช ที ต่อคุณสมบัติทางกลของคอนกรีต

ผู้ดำเนินโครงการ นายณัฐวุฒิ มั่นทรัพย์ รหัส 50360951
 นายธวัชชัย ทองไทย รหัส 50363174
 นายนิศรพงษ์ รุ่งเรือง รหัส 50363228

ที่ปรึกษาโครงการ คร. รัฐภูมิ วิชาตปรีชา

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาอิทธิพลของความยาวและรูปร่างของเส้นใยจากกล่องเครื่องดื่ม ยู เอช ที ต่อคุณสมบัติของคอนกรีตในการยุบตัวของคอนกรีต กำลังรับแรงค้ำ ค่าดัชนีความเหนียว กำลังรับแรงอัด และการดูดซึมน้ำ โดยพิจารณาความยาวของเส้นใยสามขนาดคือ 2x50 มม., 2x70 มม. และ 2x100 มม. และรูปร่างของเส้นใยสองแบบคือ แบบเส้นตรง และแบบซิกแซก โดยผสมคอนกรีตในปริมาณร้อยละ 2.5 โดยปริมาตรของคอนกรีต

จากผลการศึกษาพบว่า ค่าการยุบตัวของคอนกรีต, กำลังรับแรงค้ำและ ค่าดัชนีความเหนียวของคอนกรีตจะลดลงเมื่อความยาวของเส้นใยเพิ่มขึ้น ส่วนกำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใย 2x70 มม. ที่มีกำลังอัดมากกว่าคอนกรีตเส้นใยขนาด 2x50 มม. กับ 2x100 มม.

สำหรับคอนกรีตที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน แบบขอบเส้นตรงมีค่าการยุบตัว, กำลังรับแรงค้ำ, ค่าดัชนีความเหนียว และกำลังรับแรงอัด สูงกว่าคอนกรีตผสมเส้นใยแบบซิกแซก

Project title Influence of length and shape of UHT aseptic carton fiber of mechanical properties of concrete

Name Mr. Nattawut Monsap ID. 50360951
Mr. Tawatchai Thongthai ID. 50363174
Mr. Natthapong Rungruang ID. 50363228

Project advisor Dr. Rattapoohm Parichatprecha

Major Civil Engineering

Department Civil Engineering

Academic year 2010

Abstract

This research aims to study the influence of length and shape of UHT aseptic carbon fiber that effect to property for slump of concrete, flexural strength, toughness, compressive strength and percent absorption of concrete. The length of fibers was varied from 2x50mm, 2x70mm and 2x100mm and shape of fiber are straight and zigzag mixed in concrete 2.5% by volume.

The study found that slump, flexural strength and toughness of concrete decrease when length of fibers was increase The compressive strength of concrete that mixed in 2x70mm that has compressive strength more than concrete fiber from 2x50mm and 2x100mm.

The concrete that mixed in different shape found that straight fiber has slump, flexural strength, toughness and, compressive strength higher than zigzag fiber.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรเล่มนี้ถูกลบไปด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก ดร.รัฐภูมิ ปรีชาตปรีชา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้คำปรึกษา ตรวจสอบ แก้ไข แนะนำวิธีการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น และให้ความรู้ความเพิ่มเติมในการจัดทำโครงการให้มีคุณภาพเพื่อสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการ ค้นคว้าศึกษาต่อไป

ขอขอบพระคุณ จารุพร แก้วกล้า นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนเส้นใยกลองเครื่องคัมพูเอชทีและให้ความรู้ที่ เกี่ยวข้องการทำโครงการ

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ คณะผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณคณะครูช่าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่กรุณา อำนวยความสะดวก และเอื้อเพื่อการใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานในโครงการนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่อุปการคุณทางการเงินและทางด้านจิตใจจนกระทั่ง ให้โครงการนี้เสร็จสมบูรณ์ได้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนทุกคนและบุคคลอื่นที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่ได้ให้คำปรึกษาและ ความอนุเคราะห์ในการดำเนินโครงการจนสำเร็จ

นาย ธีรัฐฉติ มั่นทรัพย์

นาย ธวัชชัย ทองไทย

นาย นัตพงษ์ รุ่งเรือง

คณะผู้จัดทำโครงการวิศวกรรม

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4.1 ตัวแปรในการศึกษาวิจัย.....	3
1.4.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.4.3 การทดสอบ.....	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	4
1.6 แผนการดำเนินงาน.....	5
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 กล้องเครื่องคีม ยู เอช ที.....	6
2.2 คอนกรีตผสมเส้นใย.....	8
2.2.1 โครงสร้างของคอนกรีตผสมเส้นใย.....	9
2.2.2 หลักการทำงานของเส้นใย.....	10
2.3 ผลของเส้นใยที่มีต่อคอนกรีตในช่วงที่ยังไม่แข็งตัว.....	10
2.4 ผลของเส้นใยที่มีต่อคอนกรีตในช่วงที่แข็งตัว.....	11
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.1 การประยุกต์ใช้เส้นใยในงานคอนกรีต.....	11
2.5.2 การวิจัยเกี่ยวกับการใช้กล่องบรรจุเครื่องคัมนในงานคอนกรีต.....	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	15
3.1 มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง.....	16
3.2 วัสดุและการเตรียมตัวอย่างทดสอบ.....	16
3.2.1 วัสดุผสมที่ใช้ในคอนกรีต.....	16
3.2.2 เส้นใยจากขยะกล่องเครื่องคัมนยูเอชที.....	18
3.3 หลักการทดสอบและวิธีการทดสอบ.....	22
3.3.1 การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต.....	22
3.3.2 การทดสอบกำลังรับแรงคค.....	25
3.3.3 การทดสอบหาค่าดัชนีความเหนียว.....	28
3.3.4 การทดสอบกำลังรับแรงอัด.....	37
3.3.5 การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำ.....	40
3.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	43
3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	44
3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	49
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์.....	50
4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติของเส้นใยจากขยะกล่องเครื่องคัมน.....	50
4.1.1 ผลการทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของเส้นใยจากกล่องเครื่องคัมน.....	50
4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของความยาวเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต.....	51
4.2.1 ผลการทดสอบความสามารถเทได้ของตัวอย่างคอนกรีต.....	51
4.2.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงคคของตัวอย่างคอนกรีต.....	55
4.2.3 การหาค่าดัชนีความเหนียวของตัวอย่างคอนกรีต.....	58
4.2.4 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต.....	59
4.3 ผลการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของรูปร่างเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต.....	64

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.1 ผลการทดสอบความสามารถที่ได้ของตัวอย่างคอนกรีต.....	64
4.3.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงค้ดของตัวอย่างคอนกรีต.....	65
4.3.3 การหาค่าค้ชนี้ความเหนียวของตัวอย่างคอนกรีต.....	66
4.3.4 การทดสอบกำลังรับแรงค้ดของตัวอย่างคอนกรีต.....	67
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	71
5.1 ผลการหาค่าการค้ชนี้ของเส้นใยจากกล่องเครื่องค้บ.....	71
5.2 ผลการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของความยาวของเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต.	71
5.3 ผลการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของรูปร่างของเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต.....	71
บรรณานุกรม.....	73
ประวัติผู้วิจัย.....	76
ภาคผนวก ก.....	79

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงความสามารถในการทำงานของคอนกรีตสด.....	23
3.2 แสดงตัวอย่างข้อมูลเดิมที่ได้จากการทดลอง.....	27
3.3 แสดงตัวอย่างข้อมูลผลการทดสอบเดิมของน้ำหนักระทำและค่าโค้งตัวของ คานทดสอบ B-025.....	31
3.4 แสดงตัวอย่างข้อมูลเดิมของค่าดัชนีความเหนียวของตัวอย่างคอนกรีต.....	34
3.5 แสดงรายละเอียดส่วนผสมของตัวอย่างที่ผสมเส้นใย สำหรับการทดสอบการ รับ แรงอัด,แรงค้ำ,การยุบตัวและการดูซึมน้ำ.....	43
3.6 แสดงสรุปรายละเอียดส่วนผสมของตัวอย่างที่ผสมเส้นใย สำหรับการ ทดสอบการรับแรงอัด,แรงค้ำ,การยุบตัวและการดูซึมน้ำ.....	43
3.7 แสดงสรุปจำนวนของตัวอย่างที่ผสมเส้นใย สำหรับการทดสอบการรับ แรงอัด, แรงค้ำ และการดูซึมน้ำ.....	44
ก.1 แสดงผลการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด.....	79
ก.2 แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดคอนกรีตที่อายุ 3 , 7 , 28 และ 90 วัน ของชุดตัวอย่าง A-0.....	80
ก.3 แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดคอนกรีตที่อายุ 3 , 7 , 28 และ 90 วัน ของชุดตัวอย่าง B-025.....	81
ก.4 แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดคอนกรีตที่อายุ 3 , 7 , 28 และ 90 วัน ของชุดตัวอย่าง E-025.....	82
ก.5 แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดคอนกรีตที่อายุ 3 , 7 , 28 และ 90 วัน ของชุดตัวอย่าง F-025.....	83
ก.6 แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดคอนกรีตที่อายุ 3 , 7 , 28 และ 90 วัน ของชุดตัวอย่าง G-025.....	84
ก.7 แสดงผลการทดสอบร้อยละการดูซึมน้ำของคอนกรีต.....	85
ก.8 แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงค้ำของคอนกรีต.....	86
ก.9 แสดงผลการทดสอบค่าดัชนีความเหนียวของคอนกรีต.....	86

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงการจัดเรียงชั้นของวัสดุที่ใช้ผลิตกล่องเครื่องคีม ยู เอช ที.....	7
2.2 กล่องเครื่องคีมที่นำไปรีไซเคิลผลิตเป็นไม้กระดาน (Green Board).....	8
2.3 การกระจายตัวของเส้นใย ในลักษณะต่างๆ.....	9
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนหลักในการดำเนินการวิจัย.....	15
3.2 การเตรียมวัสดุผสมที่ใช้ในคอนกรีต.....	17
3.3 การจัดเตรียมกล่องบรรจุเครื่องคีม ยู เอช ที.....	18
3.4 การตัดย่อยกล่องบรรจุเครื่องคีมชนิดแบบขอบตรง.....	18
3.5 การตัดย่อยกล่องบรรจุเครื่องคีมชนิดชนิดแบบขอบซิกแซ็ก.....	19
3.6 เส้นใยกล่องบรรจุเครื่องคีมหลังการแปรรูปขนาด 2x100 มม.ขอบตรง.....	19
3.7 เส้นใยกล่องบรรจุเครื่องคีมหลังการแปรรูปขนาด 2x70 มม.ขอบตรง.....	19
3.8 เส้นใยกล่องบรรจุเครื่องคีมหลังการแปรรูปขนาด 2x50 มม.ขอบซิกแซ็ก.....	20
3.9 ขนาดของเส้นใยกล่องบรรจุเครื่องคีม ยู เอช ที ทั้งสามขนาด.....	21
3.10 ขนาดของเส้นใยกล่องเครื่องคีมแบบขอบซิกแซ็กใช้เป็นส่วนผสมในกลุ่มตัวอย่างชุด E.....	21
3.11 การทดสอบการยุบตัวของคอนกรีตสด.....	24
3.12 Flexural toughness indices, ASTM C1018	29
3.13 แสดงการหาค่าความเหนียวจากพื้นที่ใต้กราฟที่มีลักษณะรูปเว้าก่อนถึงจุดแตกหัก ของคานตาม ASTM C1018-94b	30
3.14 แสดงการหาค่าความเหนียวจากพื้นที่ใต้กราฟที่มีลักษณะรูปนูนขึ้นก่อนถึงจุดแตกหัก ของคานตาม ASTM C1018-9.....	31
3.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกระทำกับค่าโก่งตัวของตัวอย่าง B-025.....	33
3.16 การนำคอนกรีตไปเทในแบบหล่อขนาด 15 ซม.x 15 ซม.x 65 ซม.....	35
3.17 แสดงการติดตั้งตัวอย่างสำหรับการทดสอบหาแรงค้ำของตัวอย่างคอนกรีต.....	35
3.18 แสดงการเชื่อมต่อเครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบ.....	36
3.19 ตัวอย่างคานคอนกรีตที่พร้อมทำการทดสอบ.....	36
3.20 ตัวอย่างคานคอนกรีตที่พร้อมทำการทดสอบ.....	39
3.21 การทดสอบกำลังอัด.....	39
3.22 ลักษณะการวิบัติของ ตัวอย่างขนาด 15x15x15 ซม.....	39
3.23 ตัวอย่างคอนกรีตแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง.....	42

3.24	ตัวอย่างคอนกรีตหลังการอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง.....	42
3.25	เครื่อง Universal Testing Machine.....	45
3.26	เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด.....	45
3.27	เครื่องผสมคอนกรีต.....	45
3.28	ชุดทดสอบค่าการยุบตัว.....	45
3.29	เครื่องชั่ง.....	46
3.30	ชุดCAPหัวก่อนตัวอย่างรูปทรงกระบอก.....	46
3.31	แบบหล่อตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอกขนาด 15x30 ซม.....	46
3.32	แบบหล่อตัวอย่างคานขนาด 15x15x65 ซม.....	46
3.33	แบบหล่อตัวอย่างคอนกรีตลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 ซม.....	47
3.34	ตลับเมตร.....	47
3.35	เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 2 ตัน แบบเคลื่อนที่ได้.....	47
3.36	Displacement Transducer.....	47
3.37	Load Cell 50 kN.....	48
3.38	การติดตั้งเครื่องมือการทดสอบกำลังรับแรงอัด.....	48
3.39	อุปกรณ์คานกดสำหรับทดสอบกำลังค้ำแบบ Three Point Load.....	48
4.1	แสดงความสัมพันธ์ของค่าการคูดซึมน้ำของเส้นใยจากขยะกล่องเครื่องคีม.....	50
4.2	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของค่ายุบตัวของคอนกรีตที่ผสมเส้นใย ความยาวที่ต่างกัน ปริมาตรร้อยละ 2.5.....	52
4.3	คอนกรีตผสมเส้นใยขนาด 2x100 มม. ร้อยละ 2.5.....	53
4.4	คอนกรีตผสมเส้นใยขนาด 2x70 มม. ร้อยละ 2.5.....	53
4.5	ลักษณะการยุบตัวของคอนกรีตผสมเส้นใย 2x100 มม. แบบขอบตรง.....	54
4.6	ลักษณะการยุบตัวของคอนกรีตผสมเส้นใย 2x70 มม. แบบขอบตรง.....	54
4.7	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงค้ำของคอนกรีตผสมเส้นใยความยาวต่างกัน....	55
4.8	ลักษณะการวิบัติของคานคอนกรีตที่ผสมเส้นใย.....	56
4.9	ลักษณะของคานคอนกรีตที่ผสมเส้นใยก่อนการทดสอบ.....	56
4.10	ลักษณะการวิบัติของคานคอนกรีตที่ผสมเส้นใย.....	57
4.11	ลักษณะการวิบัติของคานคอนกรีตที่ผสมเส้นใย (ต่อ).....	57
4.12	แผนภูมิแสดงค่าดัชนีความเหนียว I5, I10 และ I20 ของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยความยาวที่ต่างกัน.....	56
4.13	แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต	

ที่ผสมเส้นใยความยาวต่างกัน ที่อายุ 3 วัน.....	59
4.14 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยความยาวต่างกัน ที่อายุ 7 วัน.....	60
4.15 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยความยาวต่างกัน ที่อายุ 28 วัน.....	60
4.16 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยความยาวต่างกัน ที่อายุ 90 วัน.....	61
4.17 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมเส้นใย ความยาวที่ต่างกัน ที่อายุ 3, 7, 28 และ 90 วัน.....	62
4.18 ลักษณะของก้อนตัวอย่างก่อนการทดสอบ.....	63
4.19 ลักษณะการวิบัติของก้อนตัวอย่างหลังการทดสอบ.....	63
4.20 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของค่ายุบตัวของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกันใน ปริมาณร้อยละ 2.5.....	64
4.21 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน.....	65
4.22 แผนภูมิแสดงค่าดัชนีความเหนียว I5, I10 และ I20 ของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน.....	66
4.23 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน ที่อายุ 3 วัน.....	67
4.24 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน ที่อายุ 7 วัน.....	68
4.25 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน ที่อายุ 28 วัน.....	68
4.26 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน ที่อายุ 90 วัน.....	69
4.27 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยความยาวที่ต่างกัน ที่อายุ 3, 7, 28 และ 90 วัน.....	70
5.1 ขนาดเส้นใย 2x50 มม. แบบขอบเส้นตรงและแบบขอบจิกแฉีก.....	72

บทที่ 1

บทนำ

คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านราคาและคุณภาพ คอนกรีตประกอบด้วยส่วนผสม 2 ส่วน คือ ปูนซีเมนต์ซึ่งทำหน้าที่เป็นวัสดุประสาน และวัสดุผสม ได้แก่ ทราย หิน โดยกำลังของคอนกรีตจะขึ้นจากการทำปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์และน้ำ คอนกรีตในช่วงแรกส่วนผสมจะคงสภาพเหลวอยู่ช่วงเวลาหนึ่งซึ่งสามารถที่จะนำไปเทลงในแบบหล่อที่มีรูปร่างตามที่ต้องการ หลังจากนั้นจะแปรสภาพเป็นของแข็ง โดยมีความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้มากขึ้น คอนกรีตเป็นวัสดุที่รับแรงอัดได้ดีแต่มีความเปราะ วิธีการเพิ่มความเหนียวให้กับคอนกรีตมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งหนึ่งในวิธีการดังกล่าวทำได้โดยการผสมเส้นใยเข้าไปในคอนกรีต โดยเส้นใยจะทำหน้าที่ยึดรั้งรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นภายในคอนกรีต

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการนำเอาเส้นใยชนิดต่าง ๆ เช่น เส้นใยเหล็กและเส้นใยไฟเบอร์เป็นต้น มาเป็นส่วนผสมในคอนกรีตเพื่อเพิ่มคุณภาพในการรับแรงดึงให้กับคอนกรีตแต่ในประเทศไทยยังไม่ค่อยเป็นที่นิยมนัก เหตุผลที่ประเทศไทยไม่นิยมนำเส้นใยมาใช้ในงานก่อสร้างเนื่องจากเหตุผลด้านราคาและขั้นตอนในการนำไปประยุกต์ใช้งาน [1] ปัจจุบันกล่องเครื่องคีม ที่นิยมน้อยแต่แพร่หลาย ด้วยคุณสมบัติกล่องปลอดภัยที่คงคุณค่า และเก็บความสดใหม่ให้กับเครื่องคีมได้นานถึง 6 เดือนโดยไม่ต้องใส่วัสดุกันเสีย และไม่ต้องแช่เย็น จึงปลอดภัย สำหรับผู้บริโภคทุกวัย โดยเฉพาะกับเด็ก ๆ ที่ต้องคีมนมเป็นประจำ เมื่อไม่ต้องแช่เย็นก็ไม่ต้อง เปลืองค่าไฟ น้ำหนัก กล่องเบาช่วยประหยัดเชื้อเพลิงในการขนส่ง กระจายซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตกล่องมาจากสวนป่า ที่ปลูกทดแทนต่อเนื้อพร้อมหมุนเวียนมาใช้ใหม่ จึงไม่ต้องทำลายป่าไม้จากธรรมชาติ กล่องเครื่องคีม จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่รักษาสิ่งแวดล้อม [5]

บริษัท เตตราแพค ซึ่งเป็นผู้นำรายใหญ่ในการผลิตกล่องบรรจุนมพาสเจอร์ไรส์ [3] ผลิตกล่องออกสู่ตลาดมากเป็นอันดับต้น ๆ ของโลกเฉพาะเตตรา แพค ที่เดียวก็ผลิตกล่องเครื่องคีมป้อนทั่วโลกกว่า 135,000 ล้านกล่องในปี 2550 ก่อให้เกิดขยะในแต่ละปีกว่า 3,000 ล้านใบและต้องถูก

ทิ้งไปหิ้ง ๆ ที่มันสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ ในประเทศไทยนั้นก็มีกล่องเครื่องดื่มที่ถูกทอดทิ้งอยู่ในกองขยะกว่า 38,000 คันต่อปี[4] ก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อม

เนื่องจากกล่องเครื่องดื่ม ยู เอช ที มีส่วนประกอบของออลูมิเนียมฟอยล์และคุณสมบัติของออลูมิเนียมฟอยล์ที่มีความหนาและความเหนียว จึงมีความแข็งแรงและทนทานต่อแรงดึงได้ดี [5] และพลาสติก 20 % คุณสมบัติของพลาสติกทางกายภาพ มีความแข็งแรง เหนียว ยืดหยุ่น ฯลฯ คุณสมบัติทางเคมี ทนกรด ค่าง และสารเคมีอื่นๆ[6] จากคุณสมบัติและลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์ของกล่องบรรจุเครื่องดื่มดังกล่าว จึงน่าจะเป็นไปได้ที่จะประยุกต์ใช้เส้นใยจากกล่องเครื่องดื่ม ยู เอช ที เพื่อเพิ่มกำลังรับแรงค้ำให้กับคอนกรีต

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบ ขนาด และปริมาณของเส้นใยจากกล่องเครื่องดื่ม ยู เอช ที ที่มีผลต่อการรับแรงค้ำของคานคอนกรีต โดยมีกรณีศึกษากล่องเครื่องดื่ม ยู เอช ที และมีการเก็บข้อมูล ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลองอย่างเป็นระบบให้ได้ผลการศึกษาน่าเชื่อถือและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของความยาวและรูปร่างของเส้นใยจากกล่องเครื่องดื่ม ยู เอช ที ต่อคุณสมบัติทางกลของคอนกรีต

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบผลการเปรียบเทียบของความยาวและรูปร่างของเส้นใยจากกล่องเครื่องดื่ม ยู เอช ที ต่อความสามารถเท่าได้ของคอนกรีต, กำลังรับแรงค้ำของคอนกรีต, ค่าดัชนีความเหนียวของคอนกรีต, กำลังรับแรงอัดของคอนกรีต, และค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีต

1.3.2 เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาสำหรับผู้สนใจการศึกษาวิจัยพัฒนาคุณสมบัติของคอนกรีตต่อไป

1.3.3 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ในงานคอนกรีตได้

1.3.4 ช่วยลดปัญหาขยะให้กับสิ่งแวดล้อม โดยการประยุกต์ใช้กับงานคอนกรีต

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการศึกษานี้มุ่งเน้นจะทำการศึกษาโดยมีรายละเอียดขอบเขตของการศึกษาและวิจัย ดังนี้

1.4.1 ตัวแปรในการศึกษาวิจัย

- งานวิจัยนี้ จะทำการศึกษาความยาวและรูปร่างของวัสดุเส้นใยจากถลุง เครื่องคืม ยู เอช ที สองรูปร่างคือรูปร่างเป็นแบบเส้นตรง และรูปร่างเป็นแบบซิกแซ็ก และสามขนาดคือ 2x100 มม. , 2x70 มม. และ 2x50 มม.

- งานวิจัยนี้ จะทำการศึกษาสัดส่วนของปริมาณเส้นใยที่เหมาะสม โดยที่พิจารณาจาก ปริมาณเส้นใยที่ร้อยละ 2.5 โคขปริมาณของคอนกรีต

- งานวิจัยนี้ จะทำการศึกษารูปแบบการคักย่อยวัสดุแบบตรงและแบบซิกแซ็ก

1.4.2 วัสดุ

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่งตรานกอินทรีฯ ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (TIS)

- หินขนาด โดสุค ¼” ตามมาตรฐาน ASTM C33[7]

- ทราช ใช้ทราชแม่น้ำมีค่า โมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.7 - 2.8

- ถลุงบรรจุเครื่องคืมยูเอชที หรือถลุงที่ใช้เป็นถลุงชนิดใช้บรรจุนม, น้ำผลไม้, เครื่องคืมประเภทฯ ที่มีการผลิตจากสายการผลิตของบริษัท เตตราแพค จำกัด

- น้ำประปาสำหรับผสมคอนกรีต

1.4.3 การทดสอบ

- การทดสอบความสามารถเทได้ของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C143[7]

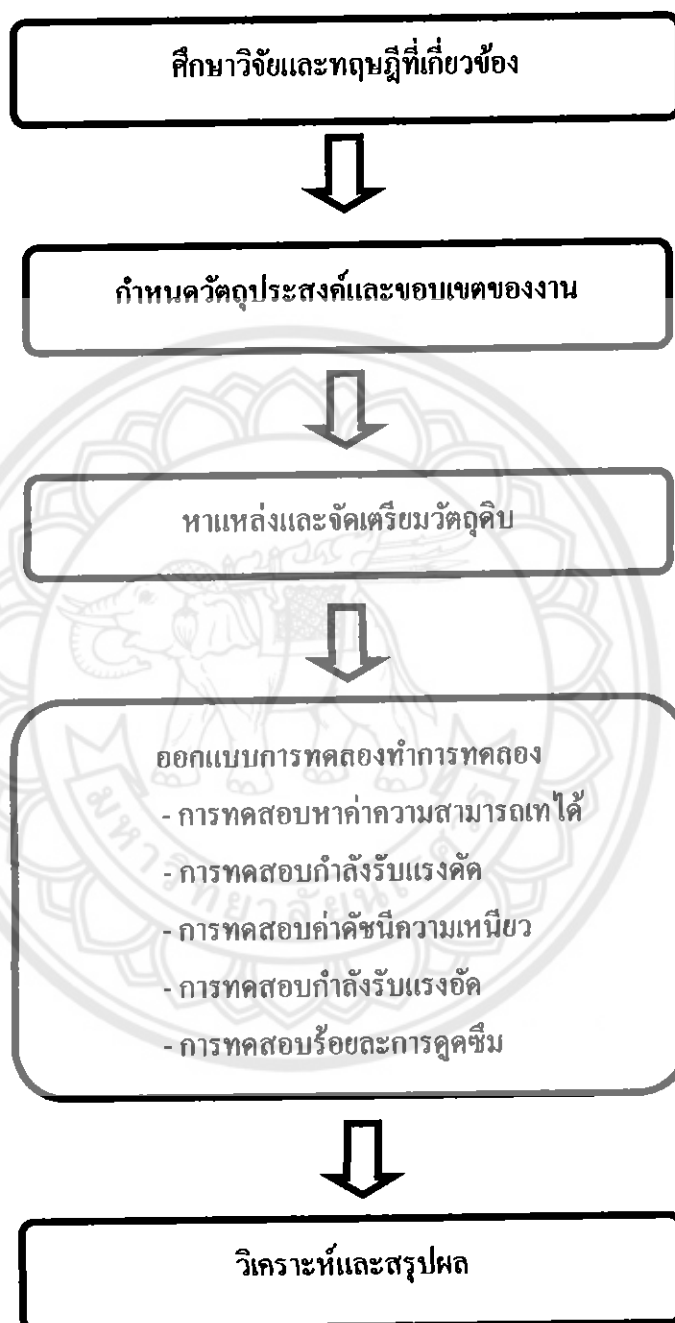
- การทดสอบกำลังรับแรงคักของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C78[7]

- การทดสอบค่าคักความเหนียวของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C1018-94[7]

- การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C39-96[7]

- การทดสอบค่าการคักซึมน้ำของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C128[7]

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน



1.6 แผนการดำเนินงาน

เดือน กิจกรรม	ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาวิจัยและ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	██████████																			
2. กำหนด วัตถุประสงค์และ ขอบเขตของงาน				██████████																
3.หาแหล่งและ จัดเตรียมวัสดุคืบ				██████████	████████████████████															
4. ออกแบบการ ทดลองทำการ ทดลอง				██████████	████████████████████															
5.วิเคราะห์และ สรุปผล				██████████									████████████████████							

1.7 รายละเอียดงบประมาณของโครงการ

- ค่าวัสดุสำนักงาน	500 บาท
- ค่าเอกสาร	500 บาท
- ค่าวัสดุอุปกรณ์	1500 บาท
- ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	500 บาท
รวมค่าใช้จ่าย	3000 บาท

หมายเหตุ : ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

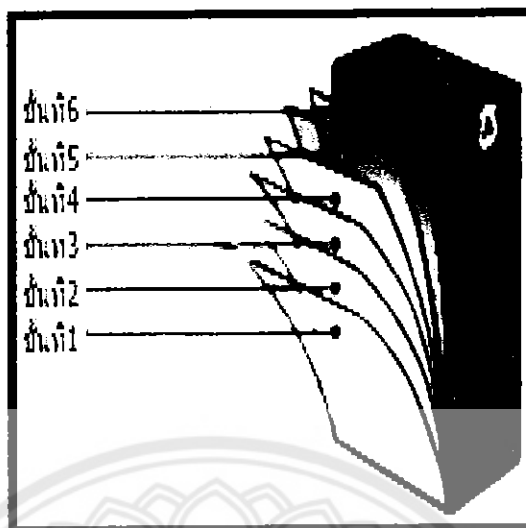
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เส้นใยในงานคอนกรีต โดยทั่วไปการใช้เส้นใยสำหรับงานคอนกรีตจะต้องพิจารณาถึงผลกระทบของเส้นใยที่มีต่อคอนกรีต ทั้งในสถานะที่ยังไม่แข็งตัว และขณะที่แข็งตัว สำหรับในการศึกษานี้จะพิจารณาเฉพาะเส้นใยที่ตัด บ่อยจากกล่องเครื่องคั้ม ยู เอช ที โดยมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับ กำลังรับแรงค้ำของคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยจากกล่องเครื่องคั้มยู เอช ที โดยมีการผันแปรขนาดความยาวและรูปร่างของเส้นใย เพื่อศึกษาผลกระทบของขนาดปริมาณและรูปร่างของเส้นใยดังกล่าวต่อคุณสมบัติทางกลของ คอนกรีต อันได้แก่ กำลังอัด โมดูลัสแตกร้าวและดัชนีความเหนียว

2.1 กล่องเครื่องคั้ม ยู เอช ที

กล่องบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุของเหลวประเภทนม ผ่านกระบวนการแปรรูปเกิดขึ้นในปี 1952 ที่ประเทศสวีเดน กล่องเครื่องคั้มเป็นบรรจุภัณฑ์นิยมใช้กันทั่วโลก สำหรับบรรจุน้ำผลไม้ นม และผลิตภัณฑ์อาหารเหลว อื่นๆ โดยวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตกล่อง คือ กระดาษ ที่ทำจากต้นไม้ ในสวนป่าที่มีการเพาะปลูกทดแทนกล่องชนิดนี้ทำจากกระดาษ 75% ซึ่งกระดาษเป็นวัสดุที่ทำจาก ต้นไม้และเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ทดแทนได้ กล่องเครื่องคั้มยังทำให้เราจัดส่งอาหารและ เครื่องคั้มสู่ผู้บริโภคในท้องถิ่นที่ห่างไกลได้มากขึ้น โดยไม่ทำลายความสดและคุณค่าทาง โภชนาการชั้นวัสดุต่าง ๆ กับหน้าที่ของกล่องเครื่องคั้มแบบปลอดเชื้อ กล่องเครื่องคั้มแบบปลอด เชื้อ หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า กล่องยู เอช ที ทำจากวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ผนึกแน่นถึงหกชั้นประกอบไป ด้วย กระดาษ (75%) โพลีเอทิลีน (20%) และอลูมิเนียมฟอยล์ (5%) กระดาษช่วยสร้างรูปทรงที่ แข็งแรงทนทานให้กับบรรจุภัณฑ์ โพลีเอทิลีนมีน้ำหนักเบาช่วยในการผนึก ส่วนอลูมิเนียมฟอยล์ ช่วยป้องกันอากาศ แสงสว่างและแบคทีเรียจากภายนอก ที่เป็นสาเหตุการเน่าเสียของเครื่องคั้มหรือ อาหารที่อยู่ข้างใน [5] ซึ่งมีส่วนประกอบดังรูป

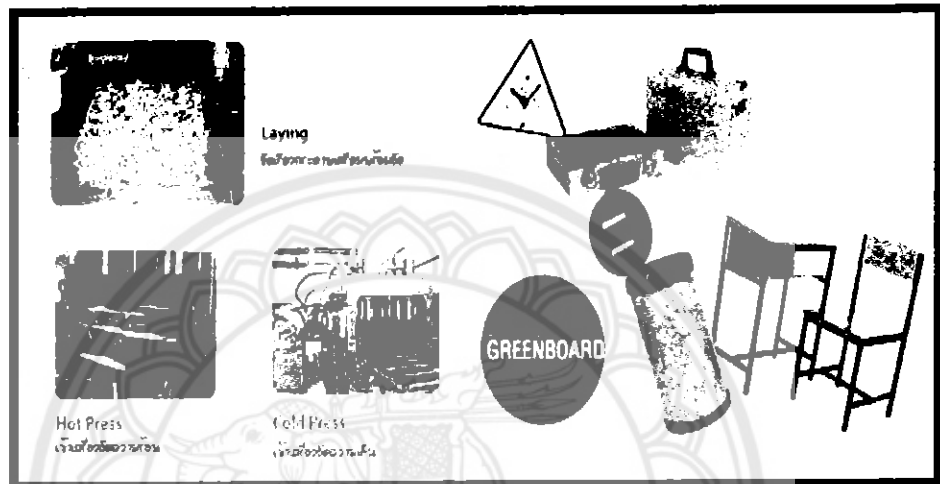


ภาพที่ 2.1 แสดงการจัดเรียงชั้นของวัสดุที่ใช้ผลิตกล่องเครื่องดื่ม ยู เอช ที [6]

- | | |
|----------------------------|---|
| ชั้นที่ 1. โพลีเอทิลีน | - เพื่อช่วยยึดติดและป้องกันการรั่วซึมของอาหารเหลว |
| ชั้นที่ 2. โพลีเอทิลีน | - เพื่อช่วยผนึกกล่องให้แน่นสนิท |
| ชั้นที่ 3. อลูมิเนียมฟอยล์ | - เพื่อป้องกันผลกระทบจากสภาวะภายนอก เช่น ออกซิเจน แสงสว่าง และการสูญเสียกลิ่นรส |
| ชั้นที่ 4. โพลีเอทิลีน | - เพื่อช่วยผนึกกล่องให้แน่นสนิท |
| ชั้นที่ 5. กระดาษ | - เพื่อความคงทนแข็งแรงของกล่อง |
| ชั้นที่ 6. โพลีเอทิลีน | - เพื่อป้องกันความชื้นจากภายนอก |

การนำกล่องบรรจุเครื่องดื่มที่ใช่แล้วไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น (เดลินิวส์คอลัมน์ไอที, 2553) สำหรับในประเทศไทยมีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและกระดาษ ได้จัดทำโครงการศึกษาวิจัยเพื่อหาวิธีกำจัดขยะจากกล่องนม โดยนำมาผ่านกระบวนการรีไซเคิลเพื่อนำมาเป็นเยื่อกระดาษหมุนเวียนมาใช้ใหม่ ตั้งแต่ปี 2543 โดยศึกษากระบวนการรีไซเคิลกระดาษกล่องนม เพื่อแยกอะลูมิเนียมฟอยล์ โดยผ่าน Repulping กระบวนการแยกหมึก Deink การฟอกเยื่อ บริษัท เตตรา แพค (ไทย) จำกัด ผู้ผลิตกล่องเครื่องดื่มรายใหญ่ของประเทศไทย และบริษัท กรีน บอร์ด (ประเทศไทย) จำกัด ผู้ผลิตแผ่นกรีนบอร์ด (green board) แผ่นวัสดุทดแทนไม้ ได้ริเริ่มโครงการรีไซเคิลกล่องเครื่องดื่มยูเอชทีเพื่อผลิตเป็นแผ่นกรีนบอร์ด (green board) การรีไซเคิลเริ่มด้วยการย่อยกล่องให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปโรยบนแผ่นเหล็กเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นกรีนบอร์ด (green board) ตามความหนาที่ต้องการ จากนั้นนำเข้าเครื่องอัดร้อนที่อุณหภูมิ 170 องศา

เซลเซียส เพื่อหลอมพลาสติกภายในกล่องเครื่องค้ำก่อนนำไปเข้าเครื่องอัดเย็นในขั้นตอนต่อไป ซึ่งจะทำให้พลาสติกที่ถูกหลอมละลาย ไปยึดติดให้กระดาษและอลูมิเนียมฟอยล์ติดเป็นเนื้อเดียวกัน โดยไม่ต้องใช้กาวหรือสารเคมีใดๆนอกจากนี้แล้ว กล่องเครื่องค้ำยังสามารถนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกต่างๆ ได้อีก เช่น ที่รองแก้ว, ที่วางซีดี, ที่ใส่ซอง, กระจเป่า และเครื่องใช้อื่นๆ [4]



ภาพที่ 2.2 กล่องเครื่องค้ำที่นำไปรีไซเคิลผลิตเป็นไม้กระดาน (Green Board)

อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังมีการนำรีไซเคิลไม้มาใช้น้อยเนื่องจากต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการแยกส่วน ทำให้มีต้นทุนสูงในกระบวนการรีไซเคิล หรือแม้แต่ในการนำไปทำบอร์ดไม้อัดเทียมก็ยังไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากกลัวความชื้นและสีสนิมไม่น่าใช้งาน

2.2 คอนกรีตผสมเส้นใย

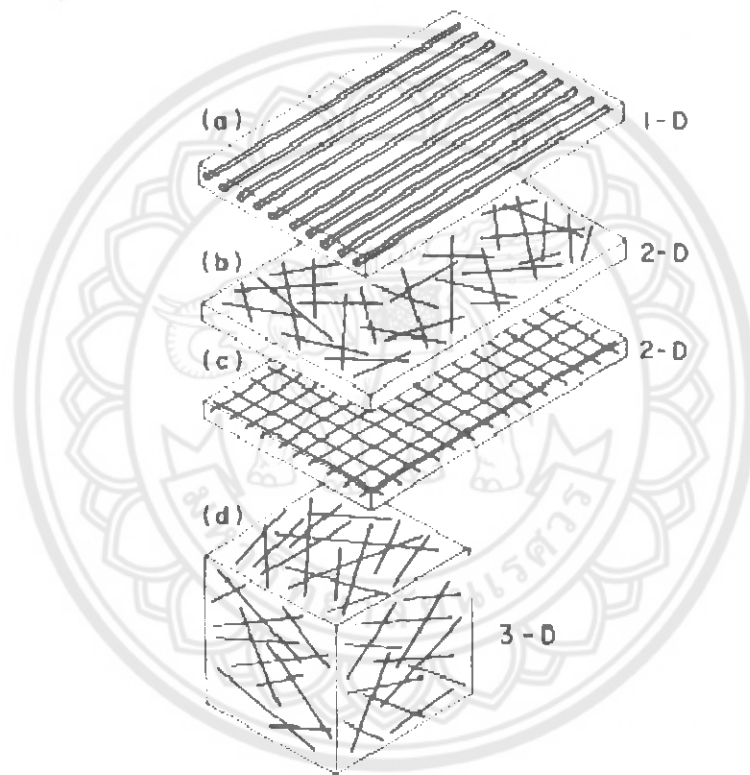
คอนกรีตถึงแม้จะมีกำลังการรับแรงอัดที่ดี แต่ก็จัดว่าเป็นวัสดุที่มีความเปราะ (Brittle Material) มีคุณสมบัติในด้านการรับแรงดึงที่ต่ำ โดยทั่วไปจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 10 ของกำลังรับแรงอัด การที่จะทำให้ออนกรีตมีความเหนียว (Ductility) นั้นจำเป็นต้องใส่วัสดุเสริมกำลังเข้าไปในเนื้อคอนกรีต เส้นใยถือว่าเป็นวัสดุที่นิยมนำมาผสมลงในคอนกรีตเพื่อเสริมคุณสมบัติด้อยดังกล่าวเป็นที่รู้จักกันในชื่อ คอนกรีตผสมเส้นใยไฟเบอร์ FRC (Fiber Reinforced Concrete) ซึ่งคอนกรีตโดยทั่วไปที่มีการเติมเส้นใยที่มีลักษณะกระจายตัวออกจากกันแบบไม่ต่อเนื่องกัน (Discontinuous Discrete Fiber) เข้าไประหว่างการผสม ทั้งเส้นใยไฟเบอร์ที่ได้จากธรรมชาติ เช่น ใยหิน ฟางข้าว ป่าน ปอ เป็นต้น หรือเส้นใยที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น เส้นใยเหล็ก เส้นใยเซรามิก เส้นใย [20]

2.2.1 โครงสร้างของคอนกรีตผสมเส้นใย

ประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ

1. Matrix ได้แก่ มอร์ตาร์
2. Reinforcement ได้แก่ เส้นใย

สำหรับคอนกรีตผสมเส้นใย จัดเป็นวัสดุผสมเส้นใยชนิดไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous Fibrous Composite Material) คือเส้นใยที่ผสมลงไปจะมีการกระจายตัวไปในทิศทางที่ไม่แน่นอนอยู่ทั่วไปในเนื้อคอนกรีตดังแสดงในภาพที่ 2.3 [21]



ภาพที่ 2.3 การกระจายตัวของเส้นใย ในลักษณะต่างๆ [21] (a) and (c) Continuous Reinforcement (b) Discrete, Short Fiber 2-D (d) Discrete, Short Fiber 3-D

เนื่องจาก FRC เป็นวัสดุประกอบ โดย Rapoport [22] ได้ศึกษาคุณสมบัติของ FRC ภายใต้สภาวะการกระทำต่างๆ ทำให้ทราบถึงองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนดังนี้

- โครงสร้างของ Matrix (The Structure of The Matrix) ใน FRC โครงสร้างของ Matrix จะหมายถึงมอร์ตาร์ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีคุณสมบัติไม่แตกต่างจากคอนกรีตธรรมดาการผสมเส้นใยสำหรับ FRC โดยทั่วไปจะผสมไม่เกินร้อยละ 2

- รูปร่าง และลักษณะการกระจายตัวของเส้นใย (The Shape and Distribution of Fiber)
เส้นใยที่นำมาใช้ผสมคอนกรีตที่นำมาออกแบบให้มีรูปร่างที่ต่างกัน โดยเส้นใยที่มีรูปร่างต่างกันจะทำให้คุณสมบัติของ FRC ที่ได้แตกต่างกัน

- ผิวสัมผัสระหว่าง Matrix และเส้นใย (The Structure of Matrix-Fiber Interface) นอกจากคุณสมบัติทั้ง 2 ข้อที่กล่าวมาแล้วนั้น ผิวสัมผัสระหว่าง Matrix และเส้นใยถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการศึกษาคุณสมบัติของ FRC เนื่องจากผิวสัมผัสจะมีผลโดยตรงกับค่าแรงยึดเหนี่ยว (Bonding) ระหว่าง Matrix และเส้นใย สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อต่อแรงยึดเหนี่ยวบริเวณผิวสัมผัสระหว่าง Matrix และเส้นใยคือลักษณะรูปร่าง และชนิดของเส้นใย เส้นใยบางชนิดอาจทำปฏิกิริยาทางเคมีกับซีเมนต์ และอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพไปตามเวลาที่บริเวณผิวสัมผัส เช่น เส้นใยหิน (Asbestos) เป็นต้น โดยทั่วไปบริเวณรอบๆ ผิวของเส้นใยจะพบว่ามีความพรุนมากกว่าบริเวณอื่นเนื่องจากมีช่องว่างที่เกิดขึ้นจากการแข็งตัวของคอนกรีตเมื่อน้ำหรือฟองอากาศเดินทางเข้าสู่ด้านบนหากมีเส้นใยกั้นอยู่จะทำให้ไปสะสมรอบๆ เส้นใย

2.2.2 หลักการทำงานของเส้นใย

เมื่อ FRC ถูกแรงกระทำ Matrix จะเกิดการแตกร้าว (Cracking) จะมีการถ่ายเทแรงกระทำไปยังเส้นใยผ่านทางผิวสัมผัส หากแรงยึดเหนี่ยวบริเวณผิวสัมผัสดี เส้นใยก็จะรับแรงได้อย่างเต็มที่ ซึ่งจะทำให้การแตกร้าวหยุดหรือไม่ขยายตัว แต่หากแรงกระทำภายนอกมีค่าสูงกว่ากำลังเส้นใยก็จะทำให้เส้นใยฉีกขาด โดยจะมีการวัดค่าประสิทธิภาพของเส้นใยด้วยค่าความดัชนีความเหนียว (Toughness) ซึ่งค่าจะสูงหรือต่ำจะขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใยด้วย แต่หากแรงยึดเหนี่ยวบริเวณผิวสัมผัสไม่ดีจะทำให้เส้นใยไม่ได้ช่วยรับแรงอย่างเต็มที่ ซึ่งมีผลทำให้ค่ารับกำลังได้ต่ำ ด้วยเหตุผลนี้จึงได้มีการออกแบบรูปร่างและผิวสัมผัสของเส้นใยเป็นลักษณะต่างๆกันตามที่ได้อธิบายข้างต้น เพื่อเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวระหว่างซีเมนต์เพสต์และเส้นใย ซึ่งจะทำให้คอนกรีตมีความเหนียวขึ้นหรือดูดซับพลังงานได้มากขึ้น [21]

2.3 ผลของเส้นใยที่มีต่อคอนกรีตในช่วงที่ยังไม่แข็งตัว

โดยทั่วไปปริมาณของเส้นใยที่ใช้ผสมคอนกรีตจะถูกกำหนดโดยชนิดของเส้นใยที่ใช้ ปฏิภาคนส่วนผสมและขบวนการผสมที่ใช้ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าผสมเส้นใยลงในคอนกรีตจะมีผลกระทบต่อค่าความชื้นเหลวของส่วนผสมที่ได้ [17] จากการศึกษาเกี่ยวกับเส้นใยเหล็ก พบว่าขนาดความยาวของเส้นใยเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของมวลรวมที่ใช้จะส่งผลต่อการกระจายตัวของเส้นใยในส่วนผสม ซึ่งจากการศึกษา พบว่าควรใช้เส้นใยที่มีความยาวไม่น้อยกว่าขนาดโคที่สุกของ

มวลรวม(maximum aggregate size) ที่ใช้ [17] ซึ่งความยาวประมาณ 2-4 เท่าของขนาดโคที่สูงสุดของมวลรวมเป็นค่าที่ถูกระบุ นอกจากนี้ ปริมาณสูงสุดของเส้นใยที่ใช้ยังถูกจำกัดเนื่องจากการเกาะตัวกันเป็นก้อนของเส้นใย ณ ขณะผสมคอนกรีต ซึ่งปริมาณการเกาะตัวกันเป็นก้อนจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของเส้นใยที่ใช้ในส่วนผสม สำหรับเส้นใยพลาสติกจะมีผลกระทบต่อส่วนผสมที่แตกต่างไปจากเส้นใยโลหะ เนื่องจากเส้นใยมีลักษณะที่มีความอ่อนตัวคั่งนั้น แทนที่เส้นใยจะผลักมวลรวมออกจากกัน เส้นใยเหล่านี้จะแทรกตัวอยู่ระหว่างมวลรวมในส่วนผสมคอนกรีต นอกจากนี้ ผลของเส้นใยที่มีต่อค่าความชื้นเหลวของส่วนผสมจะขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นใยที่ใช้ รวมถึงพื้นที่ผิวสัมผัสของเส้นใย [17]

2.4 ผลของเส้นใยที่มีต่อคอนกรีตในช่วงที่แข็งตัว

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเส้นใยมีผลทำให้คอนกรีตมีค่าความเหนียวเพิ่มมากขึ้นรวมถึงลดขนาดความกว้างของรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงกระทำภายนอก [13] โดยทั่วไป ประสิทธิภาพของเส้นใยจะขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

- ชนิดของเส้นใยที่ใช้
- การจัดเรียงตัวของเส้นใยในส่วนผสม ซึ่งโดยหลักการแล้วเส้นใยควรมีการจัดเรียงตัวในทิศทางเดียวกับทิศทางของหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้น
- การกระจายตัวของเส้นใยจะต้องมีความสม่ำเสมอและมีระยะห่างระหว่างเส้นใยที่เหมาะสม
- อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง
- ปริมาณเส้นใยที่ใช้ในส่วนผสม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 การประยุกต์ใช้เส้นใยในงานคอนกรีต

ทวีชัย สารานูวานิช (2550) พบว่าคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ผสมเส้นใยเหล็ก เส้นใยแก้ว และเส้นใยสังเคราะห์อะคริลิก สามารถรับแรงค้ำได้สูงกว่าของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่ผสมเส้นใย ที่อัตราส่วนเส้นใยร้อยละ 0.1 และร้อยละ 0.2 โดยปริมาตรของคอนกรีต เมื่อเปรียบเทียบกับที่ปริมาณเหล็กเสริมรับแรงค้ำและอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ของคอนกรีตเท่ากัน การใช้เส้นใยสังเคราะห์อะคริลิกผสมในคานคอนกรีตเสริมเหล็กช่วยให้คานคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถรับแรงค้ำ ได้สูงกว่าเส้นใยเหล็กและเส้นใยแก้ว แต่ที่อัตราส่วนเส้นใยร้อยละ 0.5 โดยปริมาตรของ

คอนกรีต การใช้เส้นใยเหล็กผสมในคานคอนกรีตเสริมเหล็กกลับช่วยให้คานคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถรับแรงกดค้ำได้สูงกว่าเส้นใยแก้วและเส้นใยสังเคราะห์อะคริลิก [10]

อมรรัตน์ สุริยวิจิตรเศรษฐี (2550) พบว่ากำลังรับแรงอัดลดลงเมื่อปริมาณเส้นพลาสติกเพิ่มขึ้น คอนกรีตเสริมเส้นพลาสติกปริมาณร้อยละ 1.0 โดยปริมาตร จะให้กำลังรับแรงค้ำสูงสุด คอนกรีตเสริมเส้นพลาสติกมีโมดูลัสยืดหยุ่นลดลง และชนิดและรูปร่างของเส้นพลาสติกมีผลต่อค่าโมดูลัสยืดหยุ่นน้อยมาก การวิบัติของคอนกรีตเสริมเส้นพลาสติกร้อยละ 0.5 เป็นแบบทันทีทันใด เช่นเดียวกับคอนกรีตที่ไม่เสริมเส้นพลาสติก และเมื่อเสริมเส้นพลาสติกร้อยละ 1.0, 1.5, และ 2.0 เส้นพลาสติกจะยืดช่วยให้คอนกรีตไม่ขาดจากกัน คอนกรีตเสริมเส้นพลาสติกมีกำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงค้ำลดลงเมื่ออัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เพิ่มขึ้น และอัตราการลดลงของกำลังรับแรงค้ำมากที่สุดที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.4, 0.5 และ 0.6 ตามลำดับ [11]

วราเชษฐ ป้อมเชียงพิน (2550) พบว่าคอนกรีตผสมเส้นใยมีค่าการยุบตัวน้อยกว่าคอนกรีตที่ไม่ผสมเส้นใยทุกสัดส่วนผสม โดย คอนกรีตผสมเส้นใยสังเคราะห์ชนิดเส้นใยโพลีเอทิลีนผสมกับโพลีพรอพิลีนที่ร้อยละ 1 และ 1.5 มีค่ายุบตัวน้อยที่สุดคือ 1 เซนติเมตร การผสมเส้นใยพลาสติกจะมีความยืดหยุ่นตัวสูงกว่าการผสมเส้นใยเหล็ก แต่เส้นใยเหล็กก็จะให้ค่าการสะท้อนกลับของแรงกระทำได้รวดเร็วกว่า และปริมาณเส้นใยที่ผสมลงไปคอนกรีตนั้นจะทำให้เห็นได้ชัดเจนถึงพฤติกรรมรับแรงค้ำ หากเส้นใยมีปริมาณมากขึ้น ก็จะให้ค่าการสะท้อนกลับของแรงกระทำได้รวดเร็วและมากขึ้นเช่นกัน พฤติกรรมรับแรงชนิดค้ำในสภาวะอุณหภูมิปกติ คอนกรีตเสริมเส้นใยเหล็ก จะให้ค่าการรับแรงค้ำได้มากที่สุด รองลงมาคือคอนกรีตเสริมเส้นใยโพลีเอทิลีนผสมกับโพลีพรอพิลีนลำดับสุดท้ายคือ คอนกรีตเสริมเส้นใยโพลีพรอพิลีน และจะแตกต่างกันแปรผันตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณเส้นใยร้อยละ 1.5 มีค่าการรับกำลังมากที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 1.0 และร้อยละ 0.5 ตามลำดับ ค่าที่มากที่สุดคือ คอนกรีตเสริมเส้นใยเหล็กที่ร้อยละ 1.5 มีการรับแรงได้มากที่สุดคือ 26.2 กิโลนิวตัน หลังการเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสและ 600 องศาเซลเซียส มีผลทำให้คอนกรีตผสมเส้นใยทั้ง 3 ชนิด มีค่ากำลังค้ำหลังการแตกร้าวเพิ่มขึ้น โดยหลังการเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ค่าที่มากที่สุดคือ คอนกรีตเสริมเส้นใยเหล็กที่ร้อยละ 1.5 มีค่าการรับกำลังเท่ากับ 39.01 กิโลนิวตัน และหลังการเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ค่าที่มากที่สุดคือ คอนกรีตเสริมเส้นใยเหล็กที่ร้อยละ 1.5 มีการรับกำลังเท่ากับ 37.40 กิโลนิวตัน ส่วนคอนกรีตผสมเส้นใยหลังการเผาที่อุณหภูมิ 800°C ค่ากำลังค้ำการแตกร้าวครั้งแรกและค่ากำลังการรับแรงครั้งที่ 2 ลดลงอย่างรุนแรง โดยเฉพาะคอนกรีตที่ผสมเส้นใยพลาสติกสังเคราะห์หลังการเผาเส้นใยได้

ระเหยออกไปจนหมด ค่าที่มากที่สุดคือ คอนกรีตเสริมเส้นใยเหล็กที่ร้อยละ 1.5 มีค่าการรับกำลังคือ 25.46 กิโลนิวตัน [14]

ปีติ และสุรัชย์ (2549) พบว่าการผสมเส้นใยไฟเบอร์เหล็กและเส้นใยพลาสติกชนิด โพลีพรอพิลีน ในคอนกรีต ทำให้ค่าความเหนียวเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่าพฤติกรรมภายใต้แรงคดของคานคอนกรีตที่ผสมเส้นใยเหล็กนั้นจะมีความแตกต่างไปจากคานที่ผสมเส้นใยโพลีพรอพิลีนค่อนข้างมาก นอกจากนี้ประสิทธิภาพของเส้นใยทั้งสองจะขึ้นอยู่กับปริมาณของเส้นใยที่ใช้ [13]

Mohammed Seddik Meddah Mohamed Bencheikh (2550) พบว่า คอนกรีตเสริมเส้นใยโพลีโพรพิลีนจากสิ่งเหลือใช้ (waste polypropylene fibres) มีค่ากำลังรับแรงอัดลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้เส้นใยที่ยาวและใส่ในปริมาณที่มาก กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเสริมเส้นใยเหล็ก (waste metallic fibres) ลดลงเล็กน้อยเมื่อใส่ในปริมาณที่มากกว่า ร้อยละ 2 อย่างไรก็ตามการใส่เส้นใยโพลีโพรพิลีนจากสิ่งเหลือใช้ และเส้นใยแบบผสมกันช่วยเพิ่มกำลังรับแรงคดได้ดีขึ้น มีข้อสังเกตในบางกรณีว่าการใช้วัสดุผสมเพิ่มที่มีส่วนผสมของเส้นใยโพลีโพรพิลีนจากสิ่งเหลือใช้จะให้ผลที่ดีกว่าในเรื่องพฤติกรรมการแตกร้าวภายหลังการแตกร้าวครั้งแรก (post - cracking) และการรับน้ำหนักเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุผสมเพิ่มที่มีส่วนผสมของเส้นใยเหล็ก [16]

A.E. Richardson and C. Fallow Built Environment (2549) พบว่า คอนกรีตเสริมเส้นใยเหล็กกล้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (mesh A142) นี้มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความเหนียว (Toughness) และกำลังคงค้างที่ดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกับประสิทธิภาพของคอนกรีตเสริมเส้นใยโพลีโพรพิลีน คอนกรีตเสริมเส้นใยโพลีโพรพิลีน ซึ่งจะมีข้อได้เปรียบกว่าคอนกรีตเสริมเส้นใยในช่วงที่ค่าดัชนีความเหนียว (Toughness) มีค่ามากกว่า 10.5 เท่าของการโค้งตัวที่การแตกร้าวครั้งแรก (I20) และหากมีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่านี้จะมีแนวโน้มที่เส้นใยเหล็กหรือดิววัสดุจะวิบัติไปก่อน ในขณะที่คอนกรีตเสริมเส้นใยโพลีโพรพิลีนที่ทดสอบแบบเดียวกันนั้น ตัวเส้นใยเองยังคงยึดเกาะร่วมกันมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยเหล็กที่เสริมในคานคอนกรีต [17]

2.5.2 การวิจัยเกี่ยวกับการใช้ถ่วงบรรจุเครื่องดัดในงานคอนกรีต

จารุพร แก้วกล้า (2552) พบว่าค่ายุบตัวของคอนกรีตที่ผสมเส้นใย พบว่าการเพิ่มขึ้นของขนาดและปริมาณของเส้นใยแทบไม่ส่งผลกระทบต่อค่าการยุบตัวของคอนกรีต แต่คอนกรีตที่ผสมผสมเส้นใยในทุกส่วนผสมจะส่งผลทำให้ค่าการยุบตัวลดลงเมื่อเทียบกับค่าการยุบตัวของคอนกรีตควบคุมโดยเฉลี่ยประมาณ 80% ในส่วนของกำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยจะมีค่าลดลงตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามขนาดของเส้นใยมีผลต่อกำลังอัดของคอนกรีตน้อยมาก และ

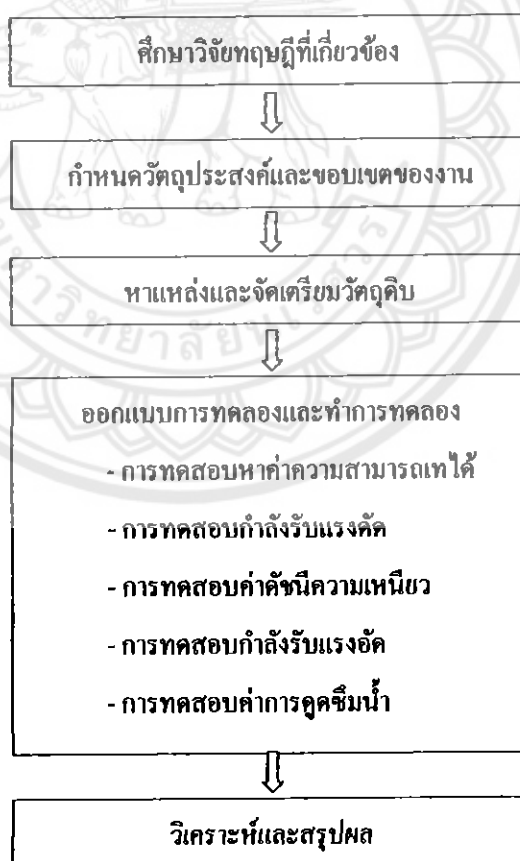
ค่าโมดูลัสแตกร้าวของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยจะมีค่าน้อยกว่าคอนกรีตควบคุมทุกกรณี ปริมาณของเส้นใยจะแปรผกผันกับค่ากำลังรับแรงค้ำของคอนกรีต ขนาดของเส้นใยที่ต่างกันไม่ส่งผลกระทบต่ออย่างมีนัยสำคัญต่อค่ากำลังรับแรงค้ำของคอนกรีต และในส่วนของค่าดัชนีความเหนียวของคอนกรีตผสมเส้นใยขะกล่องเครื่องคีม มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณการผสมเส้นใยที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าดัชนีสูงสุดเมื่อเส้นใยที่อัตราส่วนผสมเส้นใยร้อยละ 2.5 ในขณะการลดลงของขนาดเส้นใยจะส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่ากำลังรับแรงค้ำและค่าดัชนีความเหนียว ทั้งนี้เนื่องมาจากผลของการจัดเรียงตัวและการกระจายตัวเนื่องจากที่ปริมาตรเดียวกันเส้นใยเล็กกว่าจะมีจำนวนมากกว่า ทำให้โอกาสที่จะมีเส้นใยจัดเรียงในทิศทางและตำแหน่งที่สามารถช่วยดูดซับแรงและพลังงานมีมากกว่าเช่นกัน [12]

เอกพงษ์ แข็งขัน , นිරินทร ภูทอง , จักรกฤษณ์ จิตรคำภูม (2552) พบว่าผลของขนาดของเส้นใยจากกกล่องเครื่องคีมยู เอช ที ต่อคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของคอนกรีตคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x50 มม. มีค่าการยุบตัวต่ำกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 4x50 มม. และ 6x50 มม. คอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x50 มม. มีปริมาณการดูดซึมน้ำมากกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 4x50 มม. และ 6x50 มม. คอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x50 มม. มีกำลังอัดสูงกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 4x50 มม. และ 6x50 มม. คอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x50 มม. มีค่าดัชนีความเหนียวมากกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 4x50 มม. และ 6x50 มม. ผลของสัดส่วนของเส้นใยจากกกล่องนมต่อคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของคอนกรีต คอนกรีตที่ผสมเส้นใยจากกกล่องเครื่องคีมยู เอช ที มีค่าการยุบตัวลดลงเมื่ออัตรา ส่วนของเส้นใยเพิ่มมากขึ้น คอนกรีตที่ผสมเส้นใยจากกกล่องเครื่องคีมยู เอช ที มีปริมาณการดูดซึมน้ำมากขึ้นเมื่ออัตราส่วนของเส้นใยเพิ่มมากขึ้น คอนกรีตที่ผสมเส้นใยจากกกล่องเครื่องคีมยู เอช ที มีกำลังอัดลดลงเมื่ออัตราส่วนของเส้นใยเพิ่มมากขึ้น คอนกรีตที่ผสมเส้นใยจากกกล่องเครื่องคีมยู เอช ที มีค่าดัชนีความเหนียวเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของเส้นใยเพิ่มมากขึ้น [13]

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ ขั้นตอนในการทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล การดำเนินงานวิจัยนี้จะจัดทำภายในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี โดยศึกษาถึงผลของขนาดความยาวและรูปร่างของเส้นใยที่มีผลต่อ ค่าการยุบตัว ค่าดัชนีความเหนียว กำลังรับแรงค้ำ กำลังรับแรงอัด และค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีต โดยขั้นตอนหลักในการดำเนินการวิจัยเพื่อให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ภายใต้ขอบเขตการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ดังแสดงใน



ภาพ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนหลักในการดำเนินการวิจัย

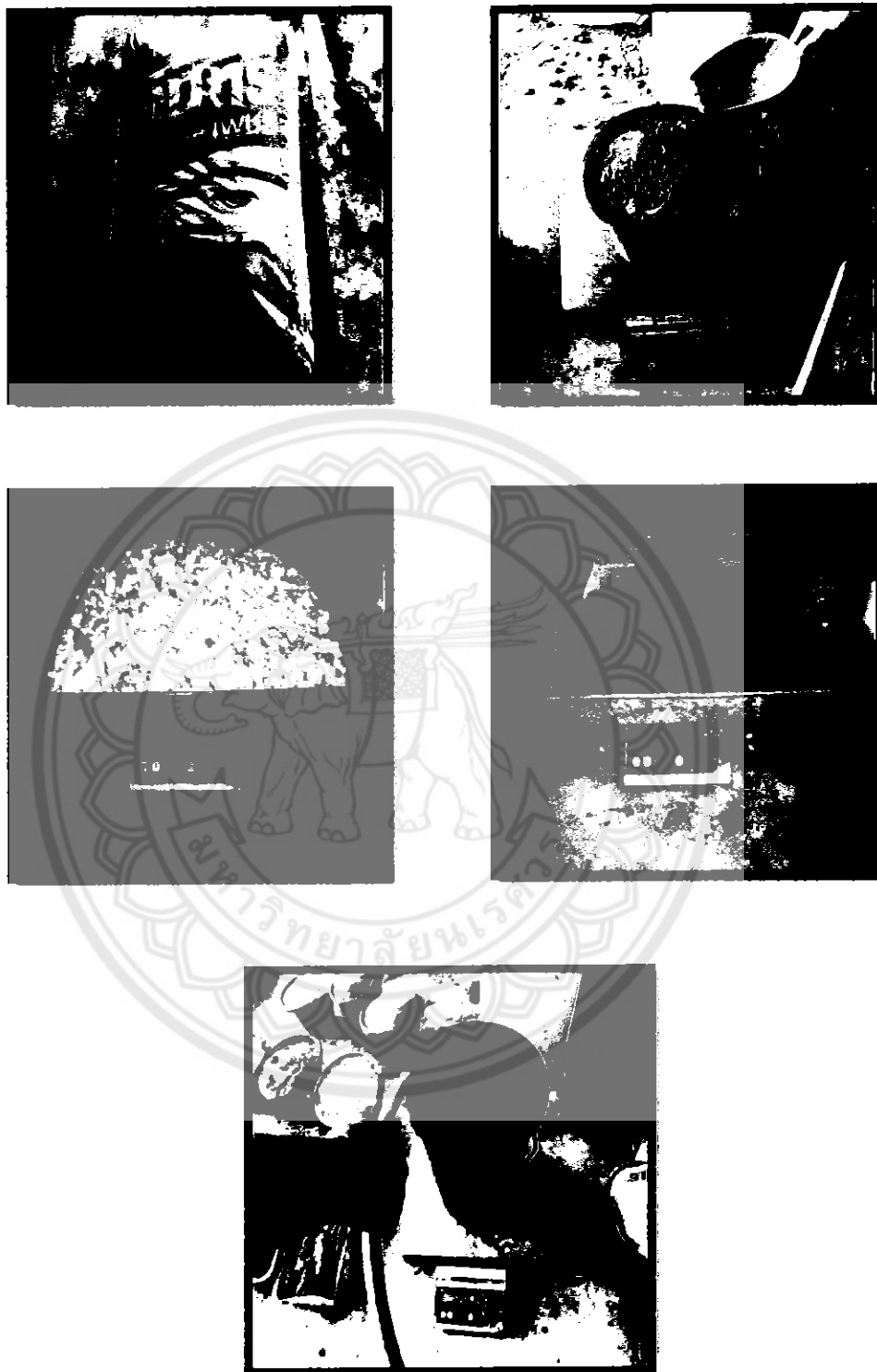
3.1 มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง

- 3.1.1 มาตรฐาน ASTM C143 [9] (การทดสอบค่าความสามารถเทได้ของคอนกรีต)
- 3.1.2 มาตรฐาน ASTM C78 [9] (การทดสอบกำลังรับแรงค้ดของคอนกรีต)
- 3.1.3 มาตรฐาน ASTM-C1018 [9] (การหาค่าดัชนีความเหนียวของคอนกรีต)
- 3.1.4 มาตรฐาน ASTM C39-96 [9] (การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต)
- 3.1.5 มาตรฐาน ASTM C128 [9] (การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีต)

3.2 วัสดุและการเตรียมตัวอย่างทดสอบ

3.2.1 วัสดุผสมที่ใช้ในคอนกรีต

- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง ทรานกอินทรีย์ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (TIS),
- หินขนาด โคลสด ¾” ตามมาตรฐาน ASTM C33 [9]
- ทรายหยาบ
- น้ำประปาสำหรับผสมคอนกรีต

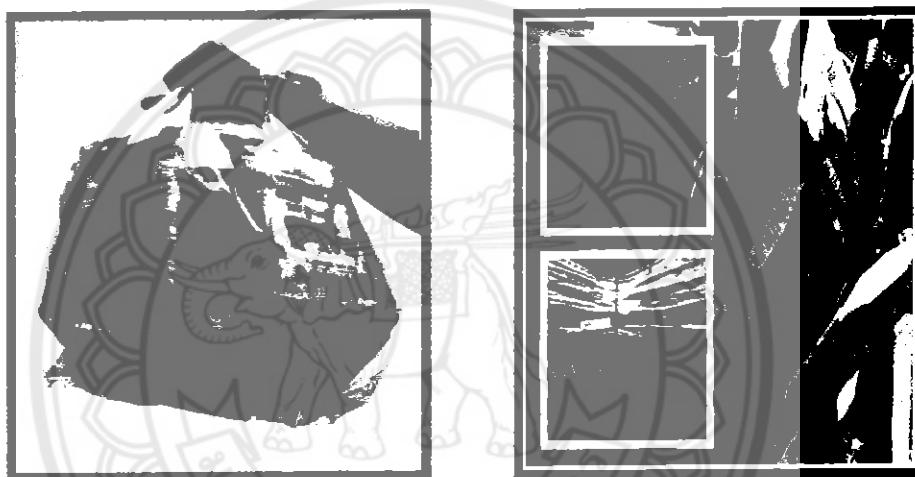


ภาพที่ 3.2 การเตรียมวัสดุผสมที่ใช้ในคอนกรีต

3.2.2 เส้นใยจากขยะกล่องเครื่องดื่มยูเอชที

- กล่องบรรจุเครื่องดื่มชนิด ยู เอช ที ทำการตัดย่อยให้เป็นเส้นใยเพื่อทำการศึกษา
สามขนาดคือ ขนาด 2x100 มม., 2x70 มม.(ชนิดแบบขอบตรง) และ 2x50 มม.(ชนิดแบบขอบ
ฉีกแฉีก) ดังแสดงในรูปที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

- ปริมาณของเส้นกล่องบรรจุเครื่องดื่มที่ผสมในคอนกรีตร้อยละ 2.5



ภาพที่ 3.3 การจัดเตรียมกล่องบรรจุเครื่องดื่ม ยู เอช ที



ภาพที่ 3.4 การตัดย่อยกล่องบรรจุเครื่องดื่มชนิดแบบขอบตรง



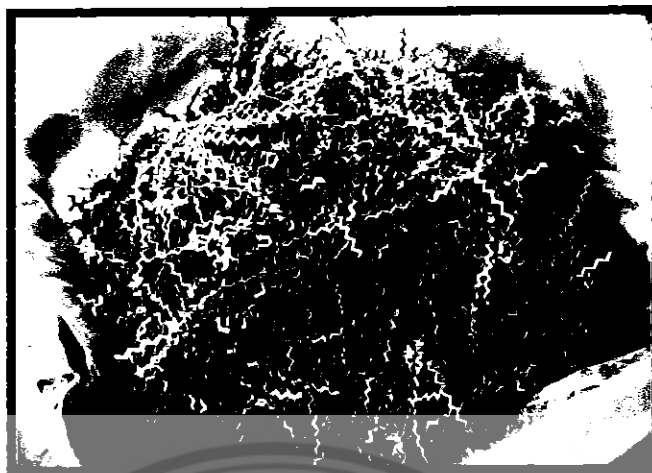
ภาพที่ 3.5 การตัดย่อยกล่องบรรจุเครื่องดื่มนชนิดชนิดแบบขอบซิกแซก



ภาพที่ 3.6 เส้นใยกล่องบรรจุเครื่องดื่มนหลังการแปรรูปขนาด 2x100 มม.ขอบตรง



ภาพที่ 3.7 เส้นใยกล่องบรรจุเครื่องดื่มนหลังการแปรรูปขนาด 2x70 มม.ขอบตรง



ภาพที่ 3.8 เส้นใยกล่องบรรจุเครื่องดื่มห้างการแปรรูปขนาด 2x50 มม.ขอบซิกแซก

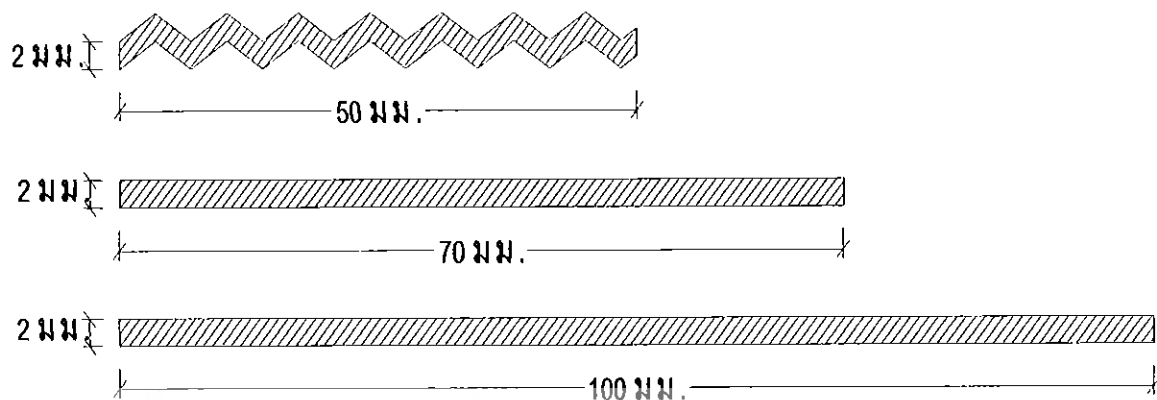
ตัวแปรในการทดสอบ

ตัวแปรในการทดสอบแบ่งออกดังนี้

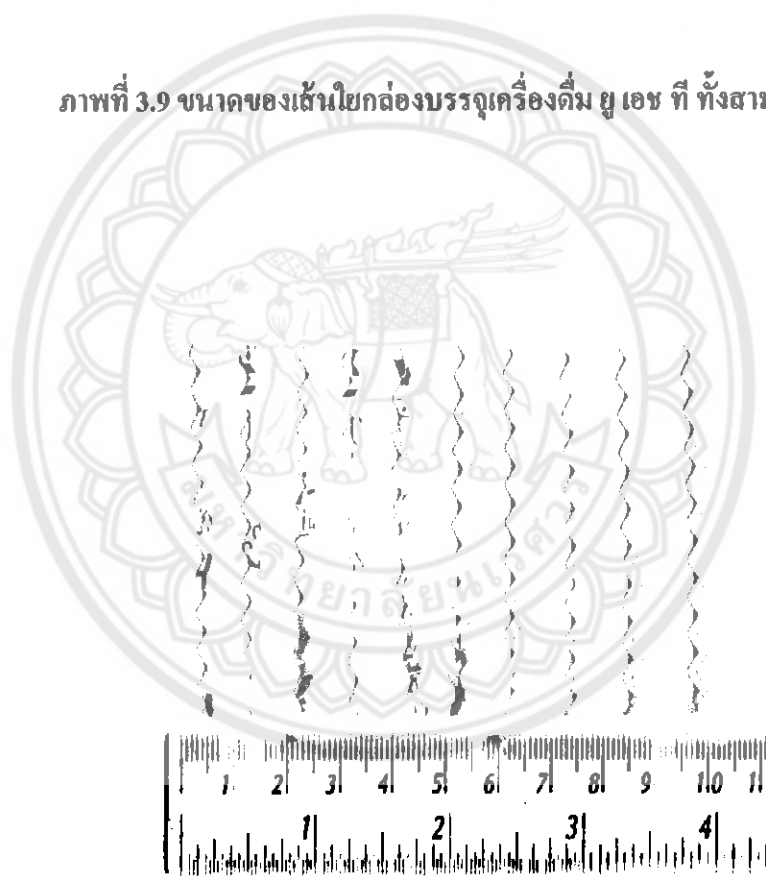
ตัวแปรต้น คือชนิดและขนาดรูปร่างของเส้นใยจากกล่องนม โคขกล่องนมที่ใช้จะเป็น
กล่องนมชนิด ยู เอช ที และขนาดของเส้นใยดังแสดงในรูปที่ 3.9

ตัวแปรตาม คือ ค่าการยุบตัว กำลังอัด กำลังคัด และการดูดซึมน้ำของคอนกรีต

ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณของเส้นใยซึ่งการทดสอบจะแบ่งปริมาณที่ผสมเส้นใยเป็น 2.5% โดย
ปริมาณของคอนกรีตและระยะเวลาในการบ่มคอนกรีตจะทำการทดสอบที่ 3 ,7,
28 และ 90 วัน ตามลำดับ



ภาพที่ 3.9 ขนาดของเส้นใยถ่องบรรจุเครื่องดัด ยู เอช ที ทั้งสามขนาด



ภาพที่ 3.10 ขนาดของเส้นใยถ่องเครื่องดัดแบบขอบซิกแซกใช้เป็นส่วนผสมในกลุ่ม
ตัวอย่างชุด E

3.3 หลักการทดสอบและวิธีการทดสอบ

3.3.1 การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต

วัตถุประสงค์

เพื่อทำการทดสอบหาค่าชั้นเหลว(Consistency) ของคอนกรีตสดที่ปฏิกิริยาส่วผสมต่างๆ โดยใช้วิธีการทดสอบค่าการยุบตัว

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐาน ASTM C143 [9]

วัสดุ

คอนกรีตผสมเส้นใยกล่อนม ยู เอช ที

เครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบ

1. โคน (Slum Mold) รูปกรวยทรงตัดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน 10 ซม.และด้านล่าง 20 ซม.สูง 30 ซม.มีหูจับและแผ่นเหล็กยื่นออกมาให้เท้าเหยียบทั้ง 2 ข้าง
2. เหล็กต้ำ (Tamping Rod) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม.ยาว 60 มม.ปลายมน
3. แผ่นเหล็กสำหรับรองมีลักษณะเรียบเป็นระนาบ
4. ซ้อนตัก เกรียงเหล็ก ตลับเมตร

ทฤษฎี

การทดสอบค่าการยุบตัวเป็นการวัดความชั้นเหลวของคอนกรีตหรือลักษณะการไหลตัวของคอนกรีต โดยค่าการยุบตัวจะบอกถึงความเหมาะสมของสัดส่วนผสม ขนาดคละหรือความชื้นในมวลรวม และจะบ่งบอกถึงความสามารถในการเทคอนกรีต

ตารางที่ 3.1 แสดงความสามารถในการทำงานของคอนกรีตสด

ระดับความสามารถทำงานได้	ค่าการยุบตัว (มม.)	ค่าคอมแพคติงแฟคเตอร์
ดีมาก	0-25	0.78
ดี	25-50	0.85
ปานกลาง	50-100	0.92
สูง	100-175	0.95

วิธีทดลอง

1) นำอุปกรณ์จุ่มน้ำให้เปียก



2) วางแผ่นเหล็กลงกับพื้นราบ นำโคนขึ้นวางใช้เท้าเหยียบปลายทั้ง 2 ข้างไว้



3) ใช้ช้อนตักคอนกรีตใส่โคน โดยแบ่งเป็น 3 ชั้น แต่ละชั้นปริมาณเท่าๆกัน แต่ละชั้นตักด้วยเหล็ก 25 ครั้ง



4) ดึงโคนขึ้นตรงๆ โดยไม่หมุนหรือเอียง



5) วางโคนลงข้างๆคอนกรีตแล้ววัดค่าการยุบตัวของคอนกรีต ค่าการยุบตัว คือ ค่าที่ คอนกรีตยุบตัวจากเดิม โดยวัดจากจุดกึ่งกลางของคอนกรีตที่ยุบตัว ในการวัดให้วัดละเอียดถึง 0.5 ซม

รูปแบบการยุบตัวของคอนกรีตโดยทั่วไป

1. True Slump การยุบตัวแบบถูกต้อง เป็นการยุบตัวของคอนกรีตภายใต้น้ำหนักของคอนกรีตเอง

2. Shear slump การยุบตัวแบบถูกต้อง เป็นการยุบตัวของคอนกรีตภายใต้น้ำหนักของคอนกรีตเอง

3. Collapse slump การยุบตัวแบบล้ม เป็นการยุบตัวของคอนกรีตที่มีความเหลวมาก

ถ้าหากคอนกรีตมีการยุบตัวแบบเฉือน หรือแยกตัวเพราะเหลวมากเกินไป ให้ทำการทดสอบใหม่โดยใช้คอนกรีตที่ยังไม่ได้ทำการทดสอบ ถ้าหากพังลง 2 ครั้ง แสดงว่าคอนกรีตมีส่วนผสมที่ไม่เหมาะสม



ภาพที่ 3.11 การทดสอบการยุบตัวของคอนกรีตสด



ภาพที่ 3.11 การทดสอบการยุบตัวของคอนกรีตสด(ต่อ)

3.3.2 การทดสอบกำลังรับแรงดัด

วัตถุประสงค์

เพื่อทำการทดสอบหาค่าโมดูลัสการแตกหักของตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมเส้นใยกล่อง เครื่องคีม ยูเอช ที และเพื่อจะได้นำมาวิเคราะห์และคำนวณหาค่าดัชนีความเหนียวของตัวอย่างคอนกรีต

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐาน ASTM C78 [9]

วัสดุ

ตัวอย่างคอนกรีตขนาด 15 ซม. x 15 ซม. x 65 ซม.ผสมเส้นใยกล่องนม

เครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบ

1. เครื่องทดสอบ Universal testing machine
2. Load Cell 50 kN
3. Displacement Transducer Kyowa DTH-A-100 LVDT
4. Data Logger Kyowa PCD-300B พร้อมสายนำสัญญาณ LVDT สำหรับเชื่อมต่อ

สัญญาณ ระหว่าง Data Logger กับ Displacement Transducer และ ก้านกดปุ่มเชื่อมสัญญาณ

Data Logger

5. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก ติดตั้งโปรแกรมสำหรับการทดสอบ
6. คลิปเมตร

15570189

ร/ร.

ณ 362 ๑

2553

ทฤษฎี

กำลังค้ำของคอนกรีตเป็นคุณสมบัติสำคัญของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว ซึ่งจะแสดงความสามารถในการรับแรงของคอนกรีต

วิธีทดลอง

1) นำแท่นทดสอบตัวอย่างรูปทรงแท่ง ติดเข้ากับเครื่องทดสอบ

2) แบ่งตัวอย่างคอนกรีตตามยาว โดยเหลือปลายข้างละ 7.5 ซม. ส่วนภายในที่เหลือ แบ่งเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน ส่วนละ 15 ซม.

3) นำตัวอย่างคอนกรีตวางบนแท่น โดยให้รอยขีดบนตัวอย่างตรงกับฐานของแท่น

4) นำตัวอย่างคอนกรีตติดเข้ากับเครื่องทดสอบการโค้งตัว

5) ปรับแท่นกดด้านบนมาวางบนตัวอย่างคอนกรีตให้ตรงกับรอยขีด

6) ตั้งน้ำหนักกดให้คงที่ อัตราที่ใช้คือ 0.14-0.20 กก./ตร. ซม./วินาที

7) เปิดเครื่องกดน้ำหนัก จนตัวอย่างคอนกรีตหัก บันทึกค่าน้ำหนักในแต่ละช่วง ค่าน้ำหนักสูงสุด และค่าการโค้งตัว

จำนวนตัวอย่าง

ในการทดลองแต่ละครั้งใช้ตัวอย่างคอนกรีต 3 ตัวอย่าง

การคำนวณ

โมดูลัสการแตกหัก

$$\text{กรณีที่ 1 ถ้าตัวอย่างแตกในช่วงกลาง } R = \frac{PL}{bd^2}$$

$$\text{กรณีที่ 1 ถ้าตัวอย่างไม่แตกในช่วงกลาง } R = \frac{3Pa}{bd^2}$$

R = โมดูลัสการแตกหัก

P = น้ำหนักกดสูงสุด

L = ความยาว (ระหว่างจุดรองรับ)

a = ระยะเฉลี่ยจากจุดที่แตกไปยังจุดรองรับที่ใกล้ โดยวัดด้านที่เกิดแรงดึง

b = ความกว้างเฉลี่ยของตัวอย่าง

d = ความลึกเฉลี่ยของตัวอย่าง

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลเดิมที่ได้จากการทดลอง [12]

ชื่อชุด ตัวอย่าง คอนกรีต	แรงกดคาน (กก.)	ช่วงพาดคาน (ซม.)	ความกว้างห้องคาน (ซม.)	ความลึกห้องคาน (ซม.)	กำลังรับแรงคัด (กก./ตร.ซม.)
A - 0	3,867	45	15	15	51.56
B - 025	3,100	45	15	15	41.33
C - 025	3,067	45	15	15	40.89
D - 025	3,233	45	15	15	43.11

3.3.3 การทดสอบหาค่าดัชนีความเหนียว

วัตถุประสงค์

เพื่อทำการทดสอบหาค่าดัชนีความเหนียวของตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมเส้นใยถลุงเครื่องคืม ยูเอช ที

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐาน ASTM C 1018-94 [9]

วัสดุ

ตัวอย่างคอนกรีตขนาด 15 ซม. x 15 ซม. x 65 ซม. ผสมเส้นใยถลุงนม

เครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบ

1. เครื่องทดสอบ Universal testing machine
2. Load Cell 50 kN
3. Displacement Transducer Kyowa DTH-A-100 LVDT
4. Data Logger Kyowa PCD-300B พร้อมสายนำสัญญาณ LVDT สำหรับเชื่อมต่อ

สัญญาณ ระหว่าง Data Logger กับ Displacement Transducer และ ก้านคัปเปิลเชื่อมสัญญาณ Data Logger

5. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก ติดตั้งโปรแกรมสำหรับการทดสอบ

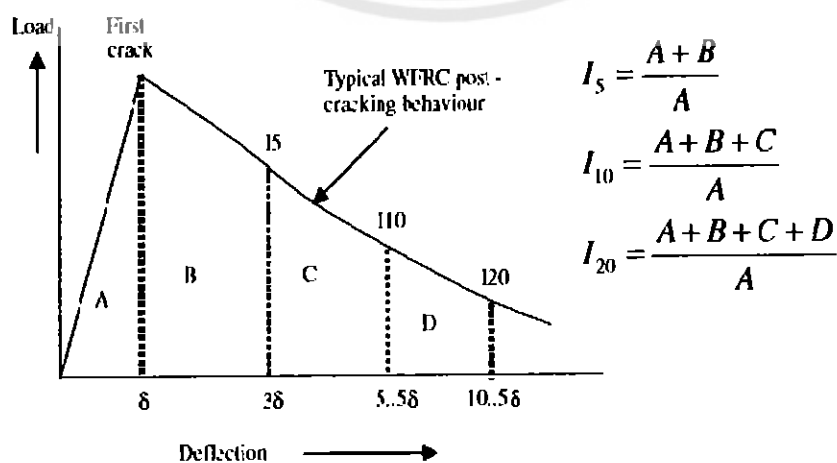
6. คลิปเมตร

ทฤษฎี

ค่าดัชนีความเหนียวจะแสดงอยู่ในรูปสัดส่วนระหว่างความเหนียวที่ตำแหน่งใดๆ กับค่าความเหนียวยึดหยุ่นซึ่งถ้าเส้นใยมีค่ากำลังรับแรงและมีแรงยึดเหนียวกับ Matrix ที่เพียงพอจะทำให้ความสามารถยับยั้งรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นหรือทำให้คอนกรีตยังคงรับแรงอยู่ได้ในขณะที่ค่าความเครียดเพิ่มขึ้นหรือเรียกว่าความเหนียว

ดัชนีความเหนียว

จุดประสงค์หลักของการผสมเส้นใยลงในคอนกรีตคือการยึดรั้งรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นของคอนกรีตภายใต้แรงกระทำซึ่งถ้าเส้นใยมีค่ากำลังรับแรงและมีแรงยึดเหนี่ยวกับ Matrix ที่เพียงพอจะทำให้ความสามารถยับยั้งรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นหรือทำให้คอนกรีตยังคงรับแรงอยู่ได้ในขณะที่ค่าความเครียดเพิ่มขึ้นหรือเรียกว่าความเหนียว (Ductility) การวัดค่าความเหนียวมีวิธีที่ใช้กันส่วนใหญ่คือ Flexural Toughness โดยวัดจากพื้นที่ใต้กราฟของ Complete Load-Deflection Curve in Flexure ค่าที่ได้ก็คือค่า พลังงานทั้งหมดที่ใช้ในการทำให้ก้อนคอนกรีตแตกหักหรือเรียกว่าการดูดซับพลังงาน มาตรฐานการวัดค่าความเหนียวสามารถวัดได้ คือ ASTM C 1018 โดยวิธีนี้จะเป็นค่าดัชนีความเหนียว (พื้นที่ใต้กราฟที่ค่า Deflection ของจุดที่พิจารณาจะเป็นที่เท่าของพื้นที่ใต้กราฟที่เกิด First Crack) สำหรับการคำนวณ โดยมาตรฐาน ASTM C 1018-97 [9] เริ่มต้นจากปรับค่าความชันของกราฟใหม่ เพื่อจะได้ค่าระยะการแตกร้าวที่ถูกต้องที่สุด ตามลักษณะของแต่ละผลการทดลองที่ไม่เหมือนกัน ดังแสดงในภาพที่ 3.12 จากนั้นนำกราฟระหว่างแรงคดและการโก่งตัวของคานที่ปรับแก้แล้ว โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่วง ตามตำแหน่งของการโก่งที่ได้กำหนดเอาไว้ดังนี้ คือการโก่งตัว ณ ตำแหน่งสิ้นสุดช่วงขีดของคาน 3δ, 5.5δ และ 10.5δ คือการโก่งตัวที่ระยะ 3, 5.5 และ 10.5 เท่าของ δ ตามลำดับ จากนั้นคำนวณหา Toughness จากพื้นที่ใต้กราฟตั้งแต่จุดเริ่มต้นที่ยังไม่มีการปล่อยน้ำหนักกระทำจนถึงตำแหน่งของการโก่งตัวที่จุด 3δ, 5.5δ และ 10.5δ ตามลำดับ ค่าดัชนีความเหนียวทั้ง I₅, I₁₀ และ I₂₀ จะบอกให้ทราบถึงระดับความเหนียวของคานที่โก่งตัวน้อย ปานกลาง และจนถึงมากตามลำดับ



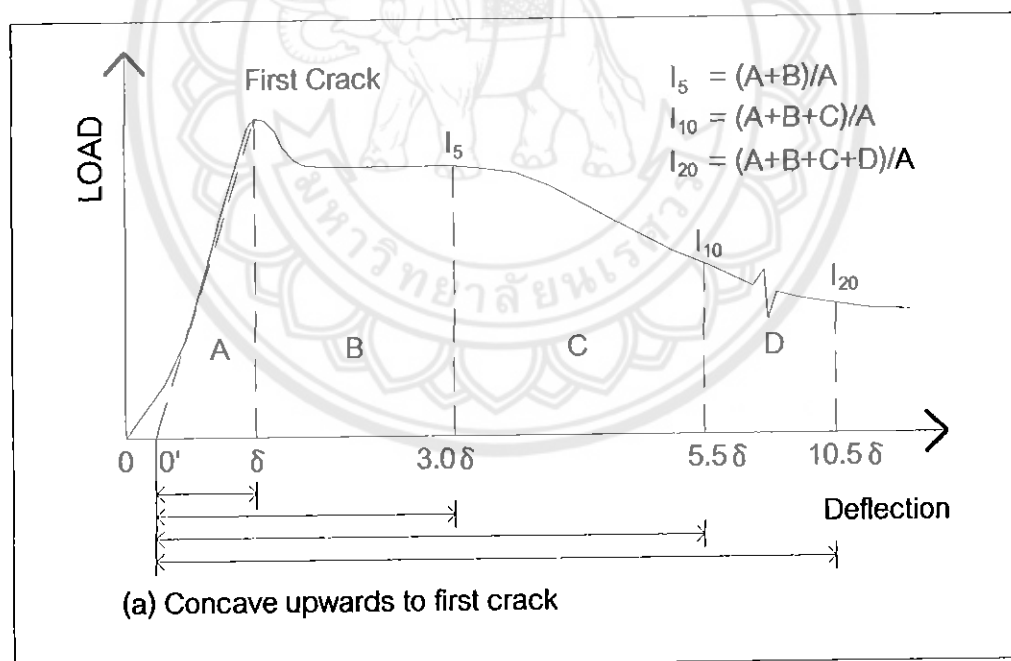
ภาพที่ 3.12 Flexural toughness indices, ASTM C1018

แนวทางการคำนวณดังนี้จากภาพ 3.13 ค่าดัชนีความเหนียวจะแสดงอยู่ในรูปสัดส่วนระหว่างความเหนียวที่ตำแหน่งใดๆ กับค่าความเหนียวขีดหย่อน โดยคำนวณหาจากพื้นที่ใต้กราฟ เรียก I_5 , I_{10} และ I_{20} แทนค่าดัชนีความเหนียวของคานที่เกิดการโก่งตัวน้อย, โก่งตัวปานกลาง และโก่งตัวมาก ตามลำดับ โดยหาได้จากสมการ

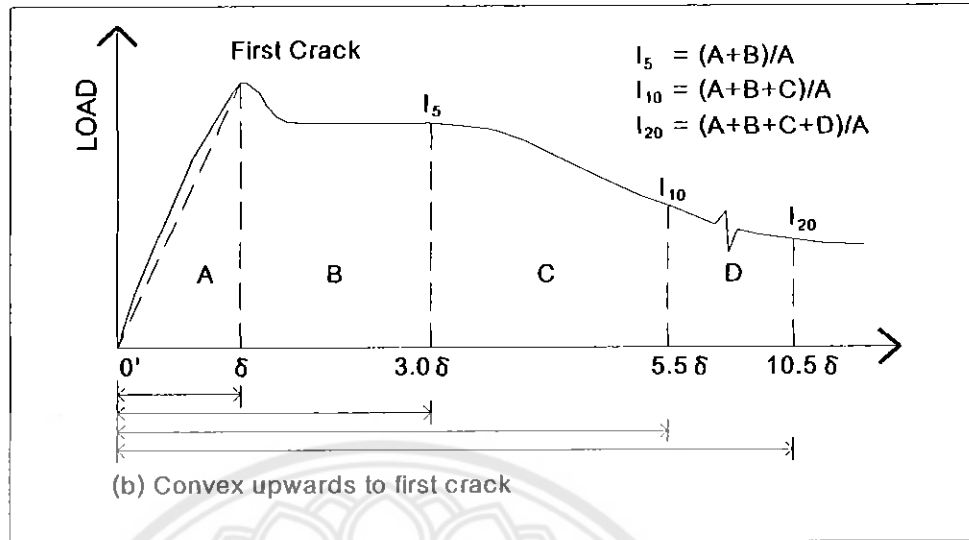
$$I_5 = (\text{พื้นที่ OACD}) / (\text{พื้นที่ OAB}) \dots \dots \dots (1)$$

$$I_{10} = (\text{พื้นที่ OAEF}) / (\text{พื้นที่ OAB}) \dots \dots \dots (2)$$

$$I_{20} = (\text{พื้นที่ OAGH}) / (\text{พื้นที่ OAB}) \dots \dots \dots (3)$$



ภาพที่ 3.13 แสดงการหาค่าความเหนียวจากพื้นที่ใต้กราฟที่มีลักษณะรูปเว้า
ก่อนถึงจุดแตกหักของคาน ตาม ASTM C1018-94b



ภาพที่ 3.14 แสดงการหาค่าความเหนียวจากพื้นที่ใต้กราฟที่มีลักษณะรูปนูน
ขึ้นก่อนถึงจุดแตกหักของคาน ตาม ASTM C1018-94b

จากผลการทดสอบกำลังค้ำคตามมาตรฐาน ASTM C78 [9] แล้วนำข้อมูลจาก DATA
LOGGER ที่บันทึกความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกระทำกับค่าการโก่งตัวของคานตัวอย่างที่ทดสอบ
บันทึกผลทดสอบได้ตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลผลการทดสอบเดิมของน้ำหนักกระทำและค่าโก่งตัวของคาน
ทดสอบ B-025 [12]

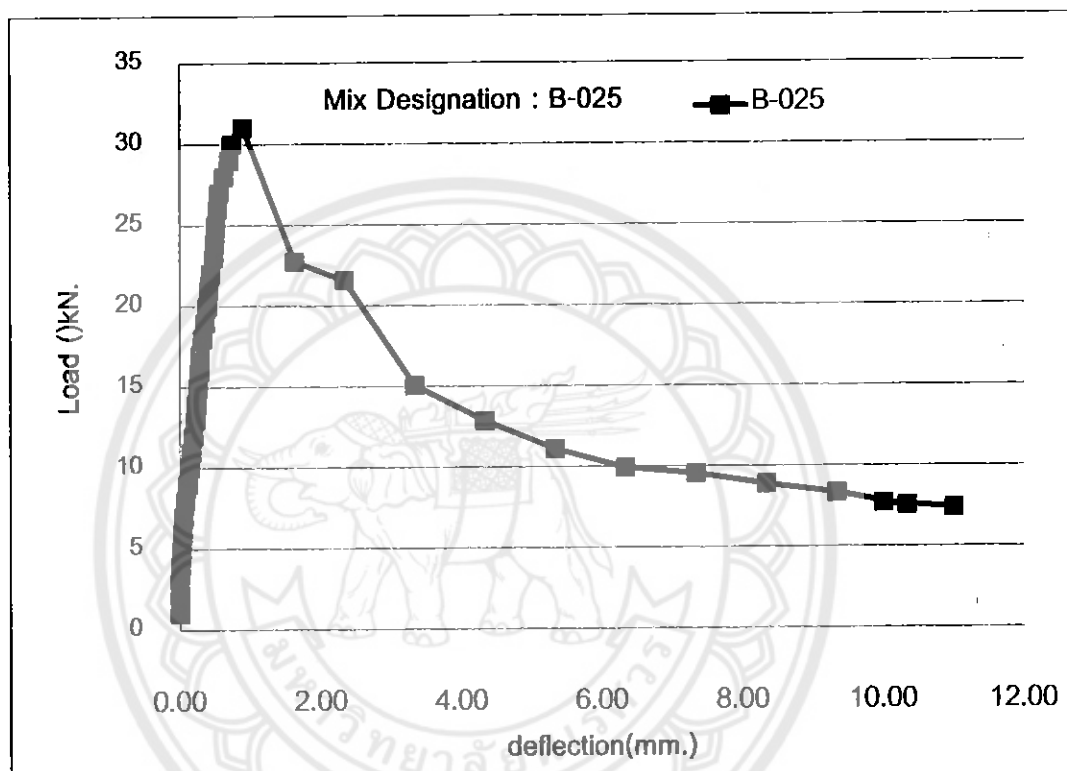
Mix Designation : B-025							
ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2		ตัวอย่างที่ 3		B-025 Deflection	ค่าเฉลี่ย LOAD (kN)
Deflection	Load	Deflection	Load	Deflection	Load		
0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1.00
0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00	2.00
0.00	3	0.00	3	0.00	3	0.00	3.00
0.00	4	0.04	4	0.00	4	0.01	4.00
0.00	5	0.06	5	0.02	5	0.03	5.00
0.00	6	0.06	6	0.06	6	0.04	6.00
0.00	7	0.08	7	0.08	7	0.05	7.00

0.00	8	0.10	8	0.14	8	0.08	8.00
0.02	9	0.14	9	0.18	9	0.11	9.00
0.04	10	0.20	10	0.20	10	0.15	10.00
0.04	11	0.24	11	0.22	11	0.17	11.00
0.06	12	0.26	12	0.26	12	0.19	12.00
0.10	13	0.28	13	0.30	13	0.23	13.00
0.12	14	0.28	14	0.32	14	0.24	14.00
0.14	15	0.28	15	0.36	15	0.26	15.00
0.16	16	0.30	16	0.38	16	0.28	16.00
0.16	17	0.30	17	0.40	17	0.29	17.00
0.20	18	0.36	18	0.42	18	0.33	18.00
0.22	19	0.38	19	0.48	19	0.36	19.00
0.24	20	0.44	20	0.50	20	0.39	20.00
0.28	21	0.46	21	0.50	21	0.41	21.00
0.34	22	0.46	22	0.52	22	0.44	22.00
0.40	23	0.46	23	0.60	23	0.49	23.00
0.42	24	0.48	24	0.60	24	0.50	24.00
0.46	25	0.48	25	0.60	25	0.51	25.00
0.48	26	0.54	26	0.60	26	0.54	26.00
0.52	27	0.56	27	0.60	27	0.56	27.00
0.64	28	0.56	28	0.68	28	0.63	28.00
0.78	29	0.62	29	0.70	29	0.70	29.00
0.82	30	0.66	30	0.74	30	0.74	30.00
1.00	31	0.68	31	1.00	31	0.89	31.00
2.00	13.3	0.88	32	2.00	22.9	1.63	22.73
3.00	12.2	1.00	33	3.00	19.5	2.33	21.57
4.00	11.8	2.00	19	4.00	14.4	3.33	15.07
5.00	10.9	3.00	15.3	5.00	12.4	4.33	12.87
6.00	9.5	4.00	12.8	6.00	11	5.33	11.10
7.00	9.2	5.00	10.6	7.00	10	6.33	9.93
8.00	8.8	6.00	10.1	8.00	9.8	7.33	9.57
9.00	8.6	7.00	9.3	9.00	8.8	8.33	8.90

0.00	8	0.10	8	0.14	8	0.08	8.00
0.02	9	0.14	9	0.18	9	0.11	9.00
0.04	10	0.20	10	0.20	10	0.15	10.00
0.04	11	0.24	11	0.22	11	0.17	11.00
0.06	12	0.26	12	0.26	12	0.19	12.00
0.10	13	0.28	13	0.30	13	0.23	13.00
0.12	14	0.28	14	0.32	14	0.24	14.00
0.14	15	0.28	15	0.36	15	0.26	15.00
0.16	16	0.30	16	0.38	16	0.28	16.00
0.16	17	0.30	17	0.40	17	0.29	17.00
0.20	18	0.36	18	0.42	18	0.33	18.00
0.22	19	0.38	19	0.48	19	0.36	19.00
0.24	20	0.44	20	0.50	20	0.39	20.00
0.28	21	0.46	21	0.50	21	0.41	21.00
0.34	22	0.46	22	0.52	22	0.44	22.00
0.40	23	0.46	23	0.60	23	0.49	23.00
0.42	24	0.48	24	0.60	24	0.50	24.00
0.46	25	0.48	25	0.60	25	0.51	25.00
0.48	26	0.54	26	0.60	26	0.54	26.00
0.52	27	0.56	27	0.60	27	0.56	27.00
0.64	28	0.56	28	0.68	28	0.63	28.00
0.78	29	0.62	29	0.70	29	0.70	29.00
0.82	30	0.66	30	0.74	30	0.74	30.00
1.00	31	0.68	31	1.00	31	0.89	31.00
2.00	13.3	0.88	32	2.00	22.9	1.63	22.73
3.00	12.2	1.00	33	3.00	19.5	2.33	21.57
4.00	11.8	2.00	19	4.00	14.4	3.33	15.07
5.00	10.9	3.00	15.3	5.00	12.4	4.33	12.87
6.00	9.5	4.00	12.8	6.00	11	5.33	11.10
7.00	9.2	5.00	10.6	7.00	10	6.33	9.93
8.00	8.8	6.00	10.1	8.00	9.8	7.33	9.57
9.00	8.6	7.00	9.3	9.00	8.8	8.33	8.90

จากนั้นนำข้อมูลค่าน้ำหนักกระทำเฉลี่ยกับค่าการโก่งตัวเฉลี่ยของคาน ไปเขียนเป็นกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกระทำกับค่าการโก่งตัวของคานตัวอย่างที่ทดสอบได้ตามรูปที่

3.15



ภาพที่ 3.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกระทำกับค่าโก่งตัวของตัวอย่าง

B-025

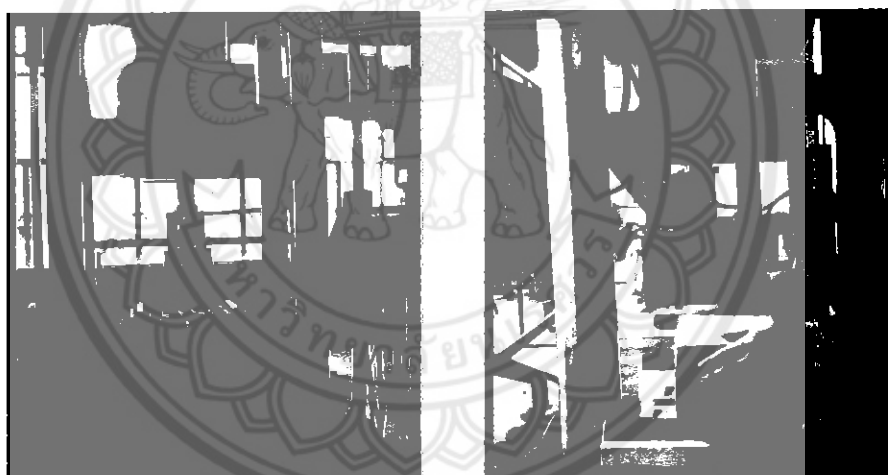
แล้วนำไปหาพื้นที่ใต้กราฟ ตามมาตรฐาน ASTM C 78-94 ข้างต้น จะได้ค่าดัชนีความเหนียวของตัวอย่างคานทดสอบ ตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลเดิมของค่าดัชนีความหนึบตัวของตัวอย่างคอนกรีต [12]

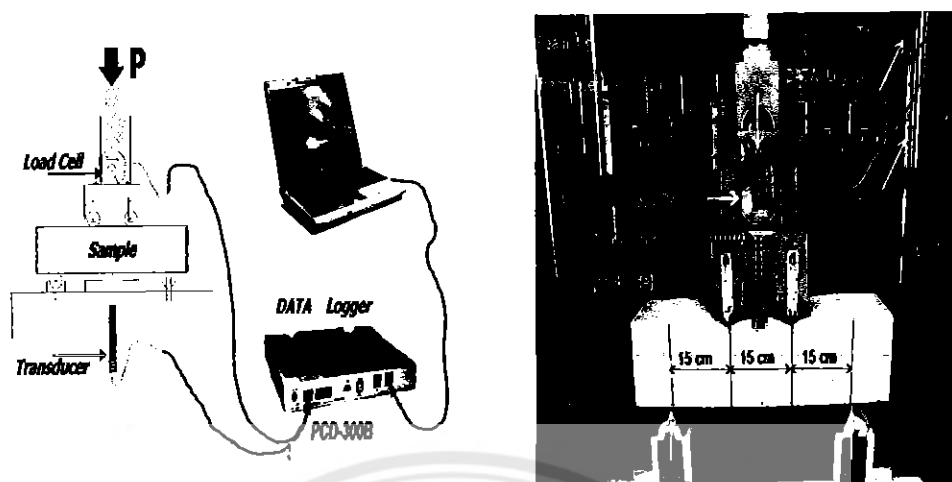
Series	Size Fiber	Mix Designation	First crack	First crack deflection	Area A	Area B	Area C	Area D	I5	I10	I20	R5,10	R10,20
A	0	A - 0	38.67	0.17	150.16	85.05	34.32	36.99	1.57	1.79	2.04	4.57	2.46
B	2 x 50 mm	B - 025	31.00	0.10	306.83	959.48	729.45	974.64	3.68	5.72	8.62	40.82	29.05
C	4 x 50 mm	C - 025	30.67	0.19	388.41	1111.44	744.28	633.10	3.45	5.17	6.56	34.46	13.95
D	6 x 50 mm	D - 025	32.33	0.19	296.64	710.86	478.32	398.01	3.25	5.28	6.28	34.74	14.08



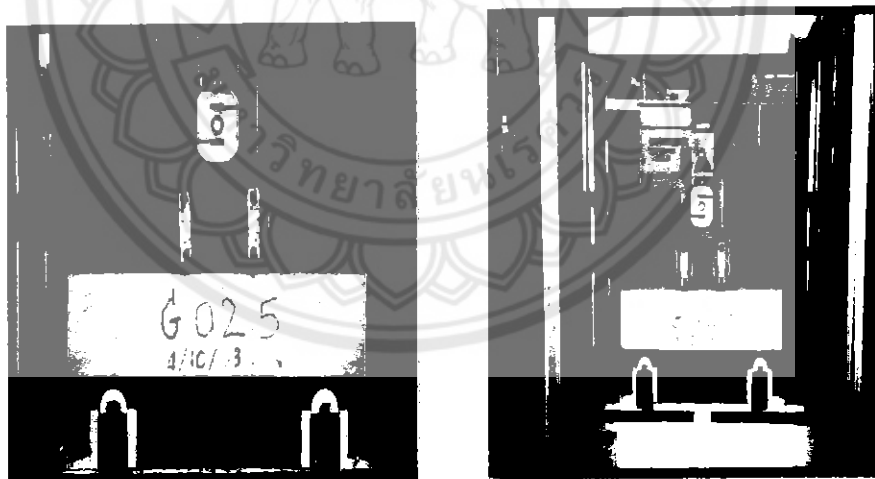
ภาพที่ 3.16 การนำคอนกรีตไปเทในแบบหล่อขนาด 15 ซม. x 15 ซม. x 65 ซม.



ภาพที่ 3.17 แสดงการติดตั้งตัวอย่างสำหรับการทดสอบหากำลังรับแรงดัดของ
ตัวอย่างคอนกรีต



ภาพที่ 3.18 แสดงการเชื่อมต่อเครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบ



ภาพที่ 3.19 ตัวอย่างคานคอนกรีตที่พร้อมทำการทดสอบ

วิธีทดลอง

1) วัดและบันทึกค่าความสูง ความกว้าง และความยาว
ของก้อนตัวอย่างทดสอบ



2) นำตัวอย่างคอนกรีตชั่งน้ำหนัก จดบันทึกค่า



3) นำตัวอย่างคอนกรีตวางบนกึ่งกลางของแท่นทดสอบ



4) เปิดเครื่องทดสอบ ใส่ข้อมูลตัวอย่างคอนกรีตใน
เครื่องทดสอบ โดยการทดสอบจะต้องควบคุมน้ำหนักที่
กดให้สม่ำเสมอ อัตรา 0.14-0.20 กก./ตร.ซม./วินาที



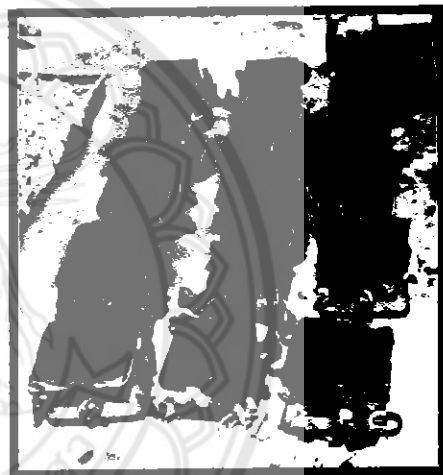
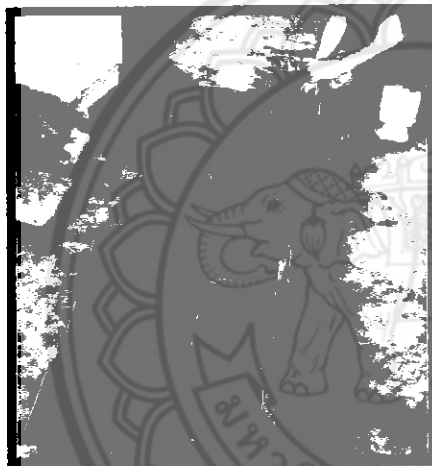
5) กดตัวอย่างจนพัง บันทึกค่าน้ำหนักที่ได้ นำค่าน้ำหนักแล
พื้นที่หน้าตัดที่ได้มาหาค่ากำลังอัดเฉลี่ย

จำนวนตัวอย่าง

ในการทดลองแต่ละครั้งใช้ตัวอย่างคอนกรีต 3 ตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{กำลังอัดเฉลี่ย} = \frac{\text{น้ำหนักกดเฉลี่ย}}{\text{พื้นที่หน้าตัดของก้อนตัวอย่าง}} \quad \text{กก./ตร.ซม.}$$



ภาพที่ 3.20 แบบหล่อตัวอย่างคอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 ซม



ภาพที่ 3.21 การทดสอบกำลังรับแรงอัด



ภาพที่ 3.22 ลักษณะการวิบัติของตัวอย่าง

ขนาด 15x15x15 ซม.

3.3.5 การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำ

วัตถุประสงค์

เพื่อทำการทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีต

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐาน ASTM C128 [9]

วัสดุ

ตัวอย่างคอนกรีตขนาด 15 ซม.x 15 ซม.x 15 ซม. (ผสมเส้นใยกล่อนม)

เครื่องมือและอุปกรณ์การทดสอบ

1. อ่างใส่น้ำแช่ตัวอย่างคอนกรีต
2. ตุ้มน้ำ
3. ผ้าสะอาด
4. เครื่องชั่ง

ทฤษฎี

การดูดซึมน้ำ คือ ปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมเข้าไปจนเต็มช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้ แสดงค่าเป็นร้อยละของน้ำหนักน้ำที่อยู่ในช่องว่างค่อน้ำหนักคอนกรีตที่สภาพอบแห้ง

วิธีทดลอง

1) ผสมคอนกรีตแล้วเทคอนกรีตลงในแบบ
ขนาด 15 ซม. x 15 ซม. x 15 ซม.



2) นำตัวอย่างคอนกรีตชั่งน้ำหนักในอากาศ



3) นำตัวอย่างคอนกรีตแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง



4) นำตัวอย่างคอนกรีตที่แช่น้ำมาเช็ดผิวให้แห้งแล้ว
ชั่งน้ำหนัก และจดบันทึกค่า (น้ำหนักตัวอย่างอิมคิว
แห้ง)



5) นำตัวอย่างในข้อ 3 ไปอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง



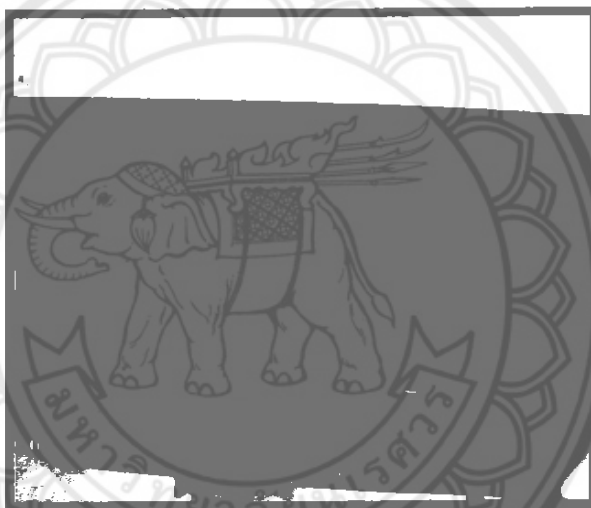
6) ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างคอนกรีตหลังจากที่อบแล้ว
และจดบันทึกค่า (น้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง)

จำนวนตัวอย่าง

ในการทดลองแต่ละครั้งใช้ตัวอย่างคอนกรีต 3 ตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{ร้อยละของการดูซึม} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างอิ่มตัวผิวแห้ง} - \text{น้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง}} \times 100$$



ภาพที่ 3.23 ตัวอย่างคอนกรีตแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.24 ตัวอย่างคอนกรีตหลังการอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในงานวิจัยจะแบ่งชุดการทดสอบออกเป็น 3 ชุด โดยแต่ละชุดแบ่งการทดสอบออกเป็น การทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีต การทดสอบกำลังรับแรงค้ำ กำลังรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำของคอนกรีตแต่ละชุดการทดสอบมีรายละเอียดส่วนผสมของตัวอย่างที่ผสมเส้นใยแบบขอบตรง ผสมเส้นใยแบบขอบซิกแซ็ก และจำนวนของตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดส่วนผสมของตัวอย่างที่ผสมเส้นใย สำหรับการทดสอบกำลังรับแรงอัด, กำลังรับแรงค้ำ, ค่าการยุบตัวและการดูดซึมน้ำ

Size Fiber	Mix Designation	Cement (kg)	W/C	W (kg)	V of Agg (m ³)	S/A	Wt. of S (kg)	Wt. of CA (kg)	Fiber (kg)
2x 50mm Zigzag	E-025	350	0.6	210	0.664	0.4	690	1056	25
2x70mm Straight	F-025	350	0.6	210	0.664	0.4	690	1056	25
2x100mm Straight	G-025	350	0.6	210	0.664	0.4	690	1056	25

ตารางที่ 3.6 แสดงสรุปรายละเอียดส่วนผสมของตัวอย่างที่ผสมเส้นใย สำหรับการทดสอบกำลังรับแรงอัด, กำลังรับแรงค้ำ, ค่าการยุบตัวและการดูดซึมน้ำ

Size Fiber	Mix Designation	Fiber (%)	C (kg.)	W (kg.)	Sand (kg.)	CA (kg.)	Fiber (kg.)	Total (kg.)
2x 50mm Zigzag	E-025	2.5	25.55	15.33	50.38	77.10	1.83	170.64
2x70mm Straight	F-025	2.5	38.02	22.81	74.96	114.72	2.72	253.23
2x100mm Straight	G-025	2.5	38.02	22.81	74.96	114.72	2.72	253.23
Total			101.59	60.95	200.30	306.54	7.27	677.10

ตารางที่ 3.7 แสดงสรุปจำนวนของตัวอย่างที่ผสมเสร็จ สำหรับการทดสอบกำลังรับแรงอัด, กำลังรับแรงดัด และการดูดซึมน้ำ

Size Fiber	Mix Designation	Total of Specimen compressive Test	Total of Specimen Flextural Test	Total of Specimen Absorption Test	Total of specimen
2x 50mm Zigzag	E-025	15	3	3	21
2x70mm Straight	F-025	15	3	3	21
2x100mm Straight	G-025	15	3	3	21
				Total	63

3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1. Universal Testing Machine

3.5.2. เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด

3.5.3. เครื่องผสมปูน

3.5.4. ชุดทดสอบค่าการยุบตัว

3.5.5. เครื่องชั่ง

3.5.6. ตลับเมตร สำหรับวัดขนาดชิ้นตัวอย่างทดสอบ

3.5.7. ชุด CAP หัวก้อนตัวอย่างรูปทรงระบอบ

3.5.8. แบบหล่อตัวอย่างคอนกรีตขนาด 15x15x65 cm. จำนวน 3 ชุด

3.5.9. แบบหล่อตัวอย่างคอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 cm. จำนวน 15 ชุด

3.5.10. แบบหล่อตัวอย่างคอนกรีตทรงระบอบขนาด 15x30 cm. จำนวน 3 ชุด

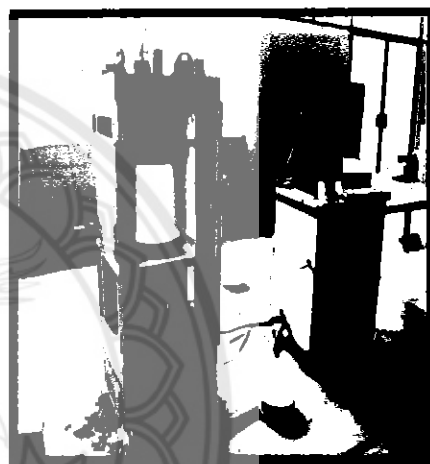
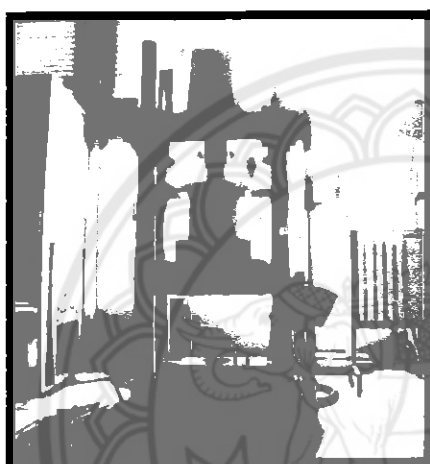
3.5.11. เครื่องยกน้ำหนักขนาด 2 ตัน แบบเคลื่อนที่ได้

3.5.12. Displacement Transducer ยี่ห้อ Kyowa รุ่น DTH-A-100 LVDT จำนวน 1 เครื่อง

3.5.13. Data Logger ยี่ห้อ Kyowa รุ่น PCD-300B จำนวน 1 เครื่อง

3.5.14. Load Cell 50 kN

3.5.15. อุปกรณ์คานกคสำหรับทดสอบกำลังรับแรงค้ดแบบ Three Point Load



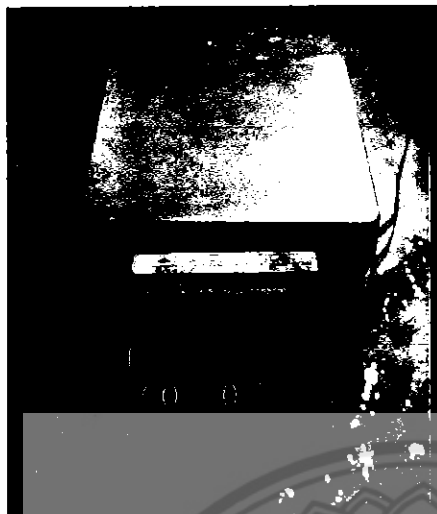
ภาพที่ 3.25 เครื่อง Universal Testing Machine ภาพที่ 3.26 เครื่องทดสอบกำลังรับแรงค้ด



ภาพที่ 3.27 เครื่องผสมคอนกรีต



ภาพที่ 3.28 ชุดทดสอบค่าการยุบตัว



ภาพที่ 3.29 เครื่องชั่ง



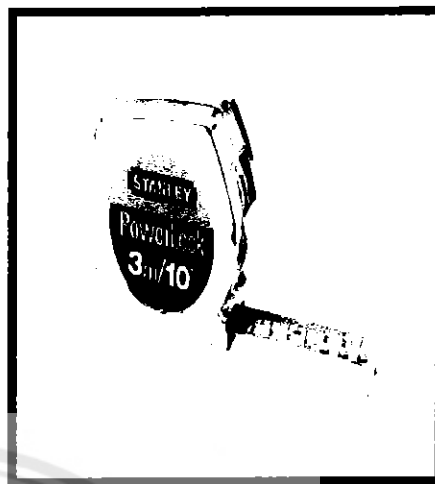
ภาพที่ 3.30 ชุดCAPหัวก้อนตัวอย่างรูป
ทรงกระบอก



ภาพที่ 3.31 แบบหล่อตัวอย่างคอนกรีต
ทรงกระบอกขนาด 15x30 ซม.



ภาพที่ 3.32 แบบหล่อตัวอย่างคาน
ขนาด 15x15x65 ซม.



ภาพที่ 3.33 แบบหล่อตัวอย่างคอนกรีตลูกบาศก์

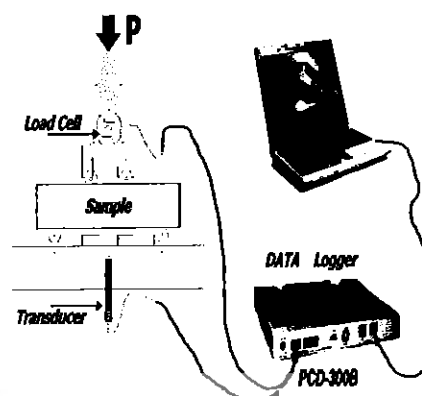
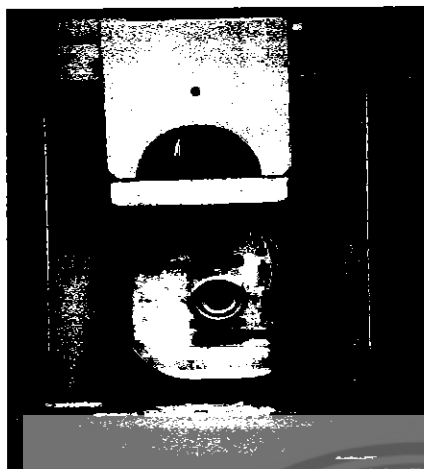
ภาพที่ 3.34 ตลับเมตร

ขนาด 15x15x15 ซม.



ภาพที่ 3.35 เครื่องยกน้ำหนักขนาด 2 ตัน
แบบเคลื่อนที่ได้

ภาพที่ 3.36 Displacement Transducer



ภาพที่ 3.37 Load Cell 50 kN

ภาพที่ 3.38 การติดตั้งเครื่องมือการ

ทดสอบกำลังรับแรงค้ด



ภาพที่ 3.39 อุปกรณ์คานกดสำหรับทดสอบกำลังรับแรงค้ดแบบ Three Point Load

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบของแท่งคอนกรีตตัวอย่างที่ต้องการศึกษาที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยทำการทดสอบตัวอย่างชุดที่ 1, ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 โดยแบ่งลักษณะของรูปทรงตัวอย่างทดสอบออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้ ตัวอย่างคอนกรีตลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 ซม. ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลที่ระยะเวลา 3, 7, 28 และ 90 วัน ตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอกขนาด 15x30 ซม. ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลที่ระยะเวลา 28 วัน ตัวอย่างคานคอนกรีตขนาด 15x15x65 ซม. ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลที่ระยะเวลา 28 วัน แล้วรวบรวมข้อมูลนำผลมาวิเคราะห์ว่า ขนาดความยาวและรูปร่างของเส้นใยกล่อ่งเครื่องคัม ยู เอช ที และสัดส่วนใดให้ผลการทดสอบดีที่สุด

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลที่รวบรวมจากการทดสอบ โดยทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีการทำวิจัยเดิมของ จารุพร แก้วกล้า และเอกพงษ์ แจ่มจันทร์ , นรินทร์ ภูทอง ,จักรกฤษณ์ จิตรคำคุณ โดยการนำ B-025 ซึ่งเป็นตัวแทนของตัวอย่างคานคอนกรีตที่เหมาะสมทางการรับแรงค้ำและดัชนีความเหนียวดีที่สุดนำไปเป็นตัวตั้งและนำข้อมูลชุดควบคุม A-0 ซึ่งเป็นตัวตั้งเปรียบเทียบกับเช่นกัน โดยงานวิจัยเดิมที่มีอยู่แล้วนั้น ได้ผลว่า B-025 ให้ผลทดสอบเหมาะสมที่สุด ทางด้านการรับแรงค้ำและดัชนีความเหนียว จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อเกี่ยวกับผลกระทบของรูปร่าง และความยาวของเส้นใย ต่อคุณสมบัติของคอนกรีตด้านต่างๆดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ (AutoCAD, EXCEL)

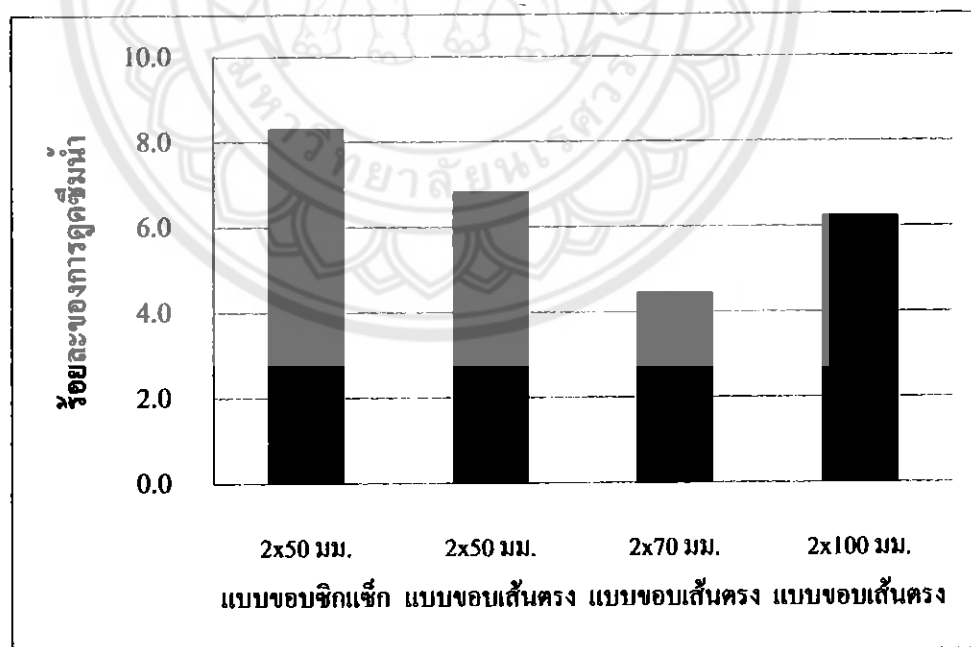
บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติของเส้นใยจากขยะกล่องเครื่องดื่ม

4.1.1 ผลการทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของเส้นใยจากกล่องเครื่องดื่ม

ผลการทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของเส้นใยพบว่า การดูดซึมน้ำของเส้นใยขนาด 2x50 มม. แบบขอบซิกแซ็ก, 2x50 มม. แบบขอบเส้นตรง, 2x70 มม. แบบขอบเส้นตรง และ 2x100 มม. แบบขอบเส้นตรง มีค่าเท่ากับร้อยละ 8.30, ร้อยละ 6.82, ร้อยละ 4.44 และร้อยละ 6.24 ตามลำดับ คอนกรีตที่ผสมเส้นใยที่มีขนาด 2x50 มม. แบบขอบซิกแซ็กกว่าจะมีค่าการดูดซึมน้ำได้มากกว่า คอนกรีตที่ผสมเส้นใยทั้งหมด ความสัมพันธ์ค่าการดูดซึมน้ำของเส้นใยจากขยะกล่องเครื่องดื่ม แสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ของค่าการดูดซึมน้ำของเส้นใยจากขยะกล่องเครื่องดื่ม

4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของความยาวเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

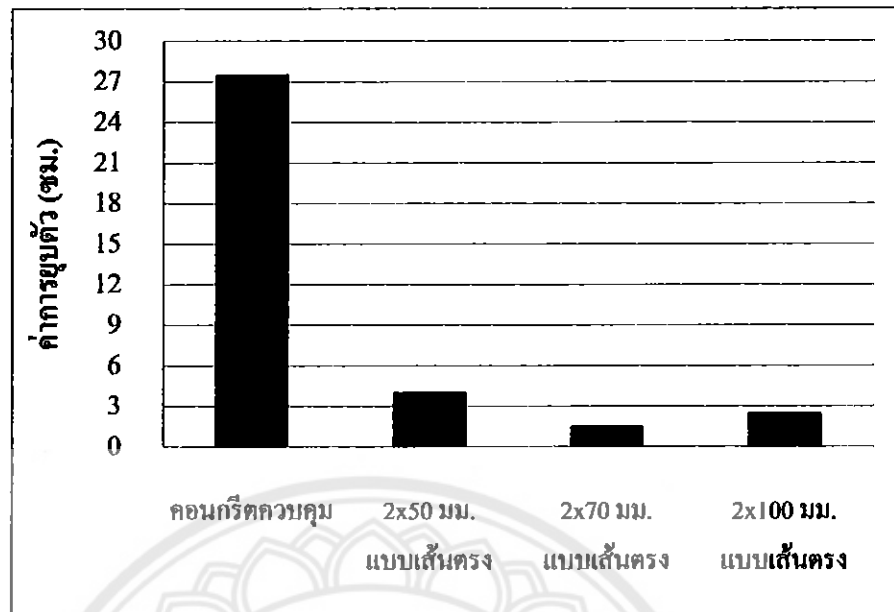
จากผลการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของขนาดเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต ได้ตัวแทนของตัวอย่างคอนกรีตที่เหมาะสมต่อการพัฒนาคุณสมบัติของคอนกรีตคือ คุณสมบัติเกี่ยวกับดัชนีความเหนียวที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาแล้วได้ขนาดของเส้นใยที่ดีที่สุดที่มีผลทำให้คุณสมบัติของคอนกรีตเพิ่มขึ้น คือเส้นใยขนาด 2x50 มม. [13]

และผลจากการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของปริมาณเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต ได้ตัวแทนของตัวอย่างคอนกรีตที่มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการพัฒนาคุณสมบัติของคอนกรีตคือ คุณสมบัติเกี่ยวกับดัชนีความเหนียวที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาแล้วได้ปริมาณของเส้นใยที่ดีที่สุดที่มีผลทำให้คุณสมบัติของคอนกรีตเพิ่มขึ้น คือ การผสมเส้นใยในปริมาณร้อยละ 2.5 โดยปริมาตรของคอนกรีต [13]

จากผลการทดสอบดังกล่าวข้างต้นนำข้อมูลไปออกแบบทำการทดสอบโดยแปรผันความยาวของเส้นใย ซึ่งจากเดิมเป็นเส้นใยขนาด 2x50 มม. จะแปรผันความยาวของเส้นใยเป็น ขนาด 2x70 มม. และ 2x100 มม. ปริมาณร้อยละ 2.5 แล้วนำตัวอย่างคอนกรีตเพื่อหาอิทธิพลของความยาวเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต ซึ่งได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

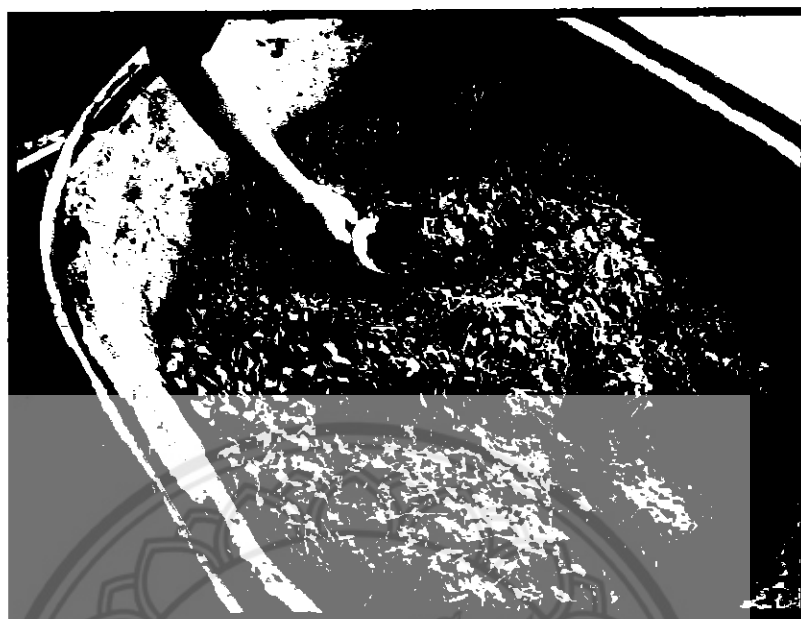
4.2.1 ผลการทดสอบความสามารถเทได้ของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของความยาวเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

การทดสอบความสามารถเทได้ของคอนกรีต หาได้จากการทดสอบหาค่ายุบตัวของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C 143

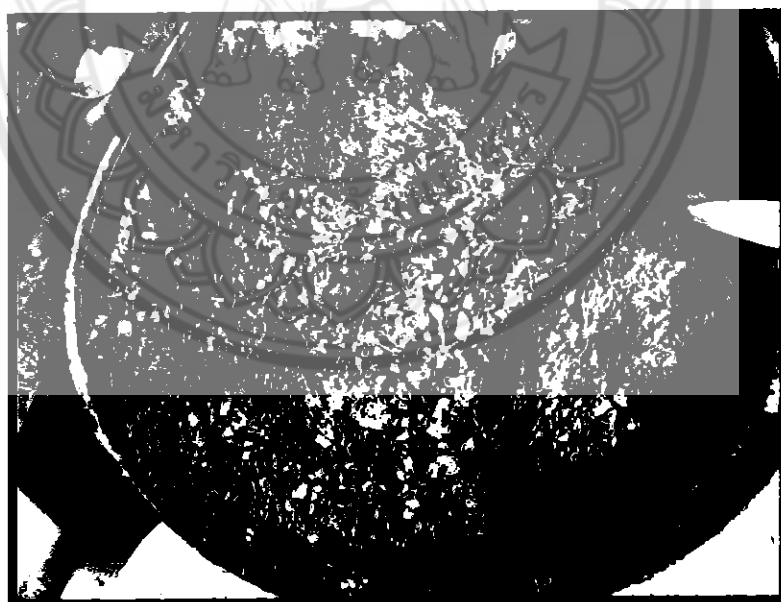


ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของค่ายู่ตัวของคอกกรีตที่ผสมเส้นใยที่มีความยาวที่ต่างกัน ปริมาณร้อยละ 2.5

จากภาพที่ 4.2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของค่ายู่ตัวของคอกกรีตที่ผสมเส้นใยในปริมาณเท่ากัน แต่ความยาวของเส้นใยต่างกัน จะพบว่าคอกกรีตควมคุม จะมีค่ายู่ตัวมากกว่าคอกกรีตที่ผสมเส้นใยทั้งหมด ส่วนคอกกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x70 มม. จะมีค่ายู่ตัวของคอกกรีตน้อยกว่าคอกกรีตผสมเส้นใยขนาด 2x50 มม. และขนาด 2x100 มม. ความลำคืบ สาเหตุที่คอกกรีตที่ผสมเส้นใยที่มีความยาวสั้นกว่ามีค่ายู่ตัวมากกว่าคอกกรีตที่ผสมเส้นใยที่มีความยาวมากกว่า เกิดจากการจัดวางตัวของเส้นใยขนาดยาวมีการกระจายตัวและบิดเหนียวกันระหว่างเส้นใยด้วยกันเองและวัสดุมวลรวมคอกกรีต



ภาพที่ 4.3 คอกรีดผสมเส้นใยขนาด 2x100 มม. ร้อยละ2.5



ภาพที่ 4.4 คอกรีดผสมเส้นใยขนาด 2x70 มม. ร้อยละ2.5



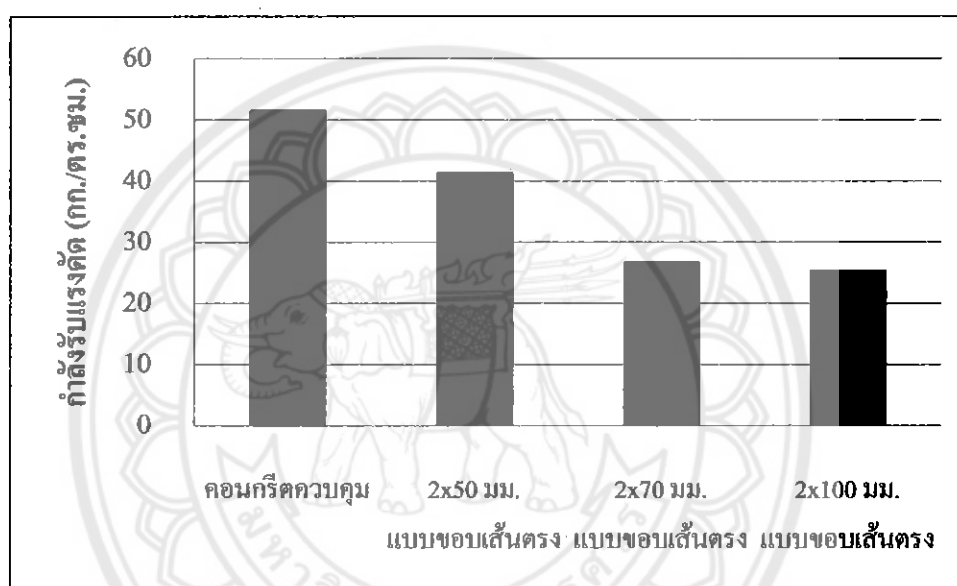
ภาพที่ 4.5 ลักษณะการชุบตัวของคอนกรีตผสมเส้นใย 2x100 มม. แบบขอบตรง



ภาพที่ 4.6 ลักษณะการชุบตัวของคอนกรีตผสมเส้นใย 2x70 มม. แบบขอบตรง

4.2.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงค้ำของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของความยาวเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

การทดสอบกำลังรับแรงค้ำของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของความยาวเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต ตามมาตรฐาน ASTM C 78-94 ผลทดสอบนำมาเขียนแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์กำลังรับแรงค้ำของคอนกรีตตามภาพที่ 4.7

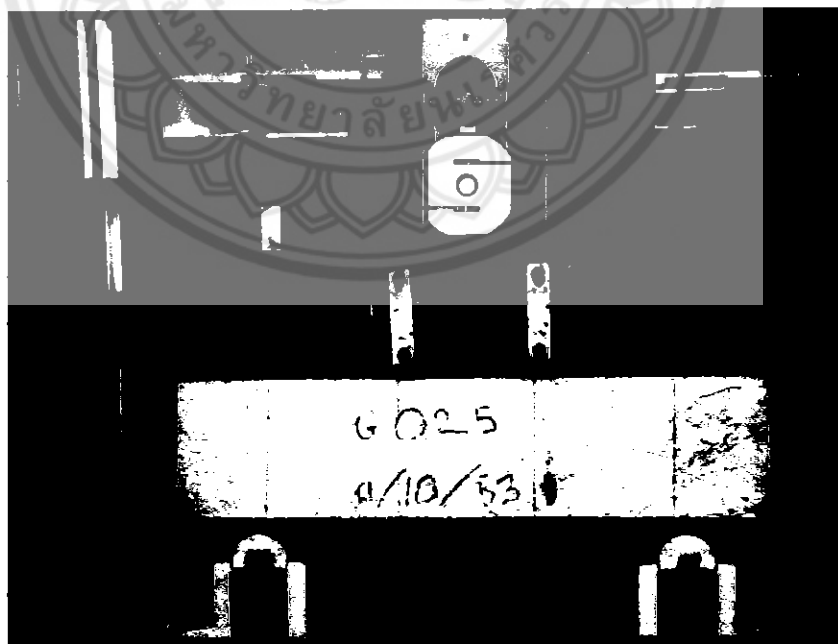


ภาพที่ 4.7 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงค้ำของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยความยาวต่างกัน

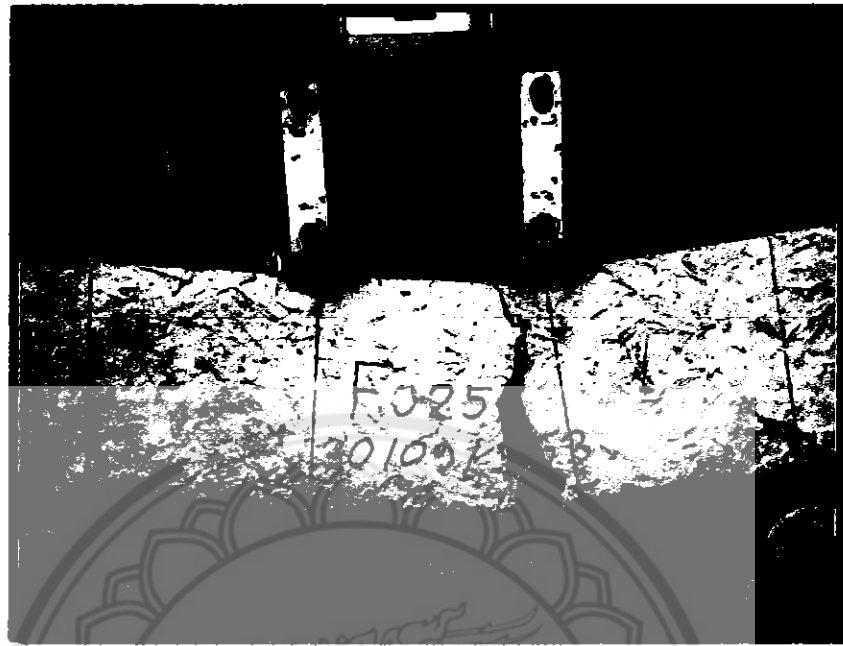
จากภาพที่ 4.7 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงค้ำของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยความยาวต่างกัน ในปริมาณที่เท่ากัน พบว่าคอนกรีตควบคุม มีกำลังรับแรงค้ำมากกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยทั้งหมด ส่วนคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x50 มม. จะมีกำลังรับแรงค้ำมากกว่าคอนกรีตผสมเส้นใยขนาด 2x70 มม. และขนาด 2x100 มม. ตามลำดับ



ภาพที่ 4.8 ลักษณะของคานคองกรีตที่ผสมเส้นใยก่อนการทดสอบ



ภาพที่ 4.9 ลักษณะของคานคองกรีตที่ผสมเส้นใยก่อนการทดสอบ



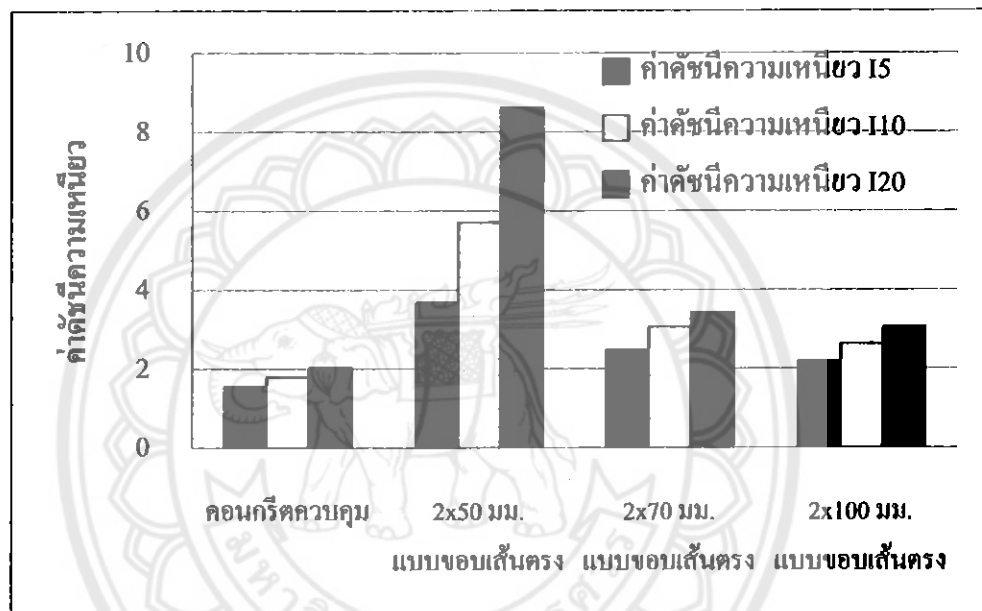
ภาพที่ 4.10 ลักษณะการวิบัติของคานคอนกรีตที่ผสมเส้นใย



ภาพที่ 4.11 ลักษณะการวิบัติของคานคอนกรีตที่ผสมเส้นใย (ต่อ)

4.2.3 การหาค่าดัชนีความเหนียวของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของความยาวเส้นใยต่อคุณสมบัติของตัวอย่างคอนกรีต

ค่าดัชนีความเหนียวหาได้ตามมาตรฐาน ASTM C1018-94b (รายละเอียดตามผนวก)แสดงตามแผนภูมิในภาพที่ 4.12

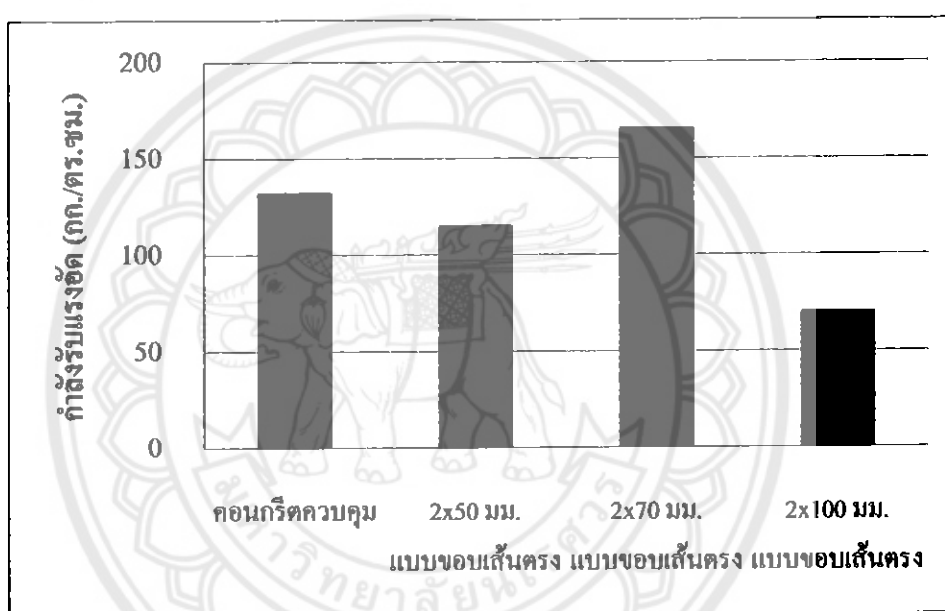


ภาพที่ 4.12 แผนภูมิแสดงค่าดัชนีความเหนียว I5, I10 และ I20 ของตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมเส้นใยความยาวที่ต่างกัน

จากภาพที่ 4.12 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของค่าดัชนีความเหนียว I5, I10 และ I20 ของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยความยาวที่ต่างกัน จะพบว่าคอนกรีตควบคุมจะมีค่าดัชนีความเหนียวน้อยกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยทั้งหมด สำหรับคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x100 มม. จะมีค่าดัชนีความเหนียวน้อยกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยทั้งหมด และคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x50 มม. มีค่าดัชนีความเหนียวมากที่สุด

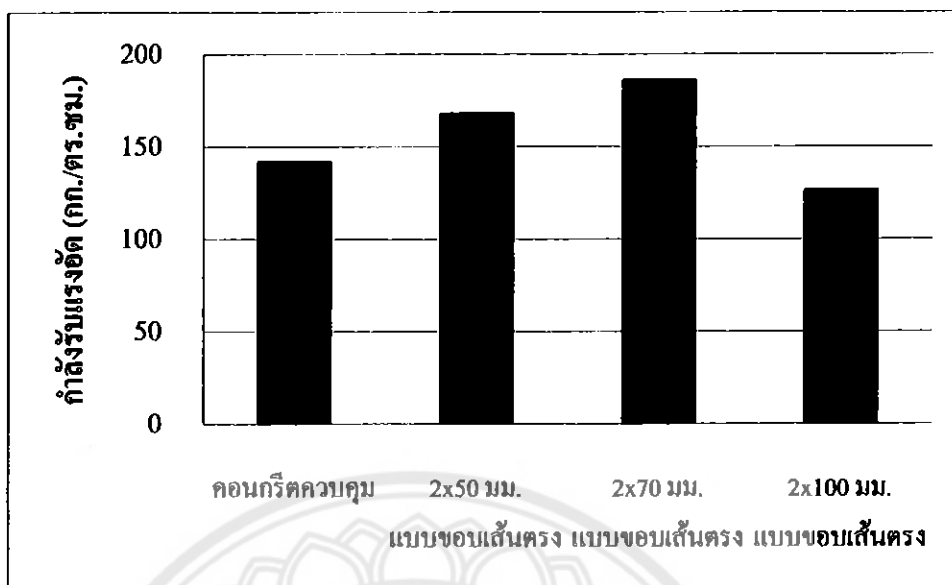
4.2.4 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของความยาวเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

ผลทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของขนาดเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C39-96 ได้ผลทดสอบนำมาเขียนแผนภูมิได้ดังภาพที่ 4.7 ถึงภาพที่ 4.11



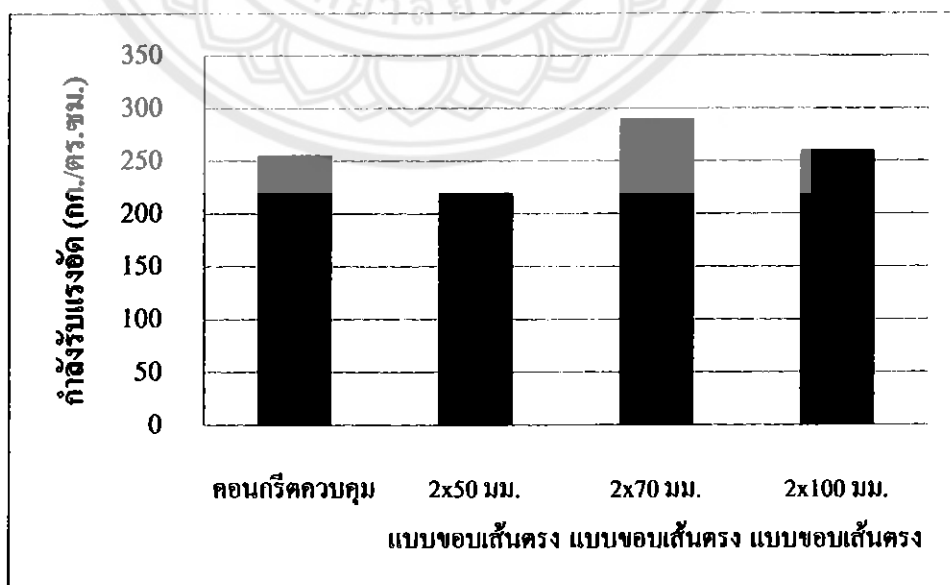
ภาพที่ 4.13 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยความยาวต่างกัน ที่อายุ 3 วัน

จากภาพที่ 4.13 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยในปริมาณเท่ากันแต่ความยาวแบบขบเส้นตรงของเส้นใยต่างกัน ที่อายุ 3 วัน จะพบว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x70 มม. มีค่ากำลังรับแรงอัดได้มากกว่าคอนกรีตควบคุม และคอนกรีตที่ผสมเส้นใยทั้งหมด ส่วนคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x100 มม. จะมีค่ากำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด



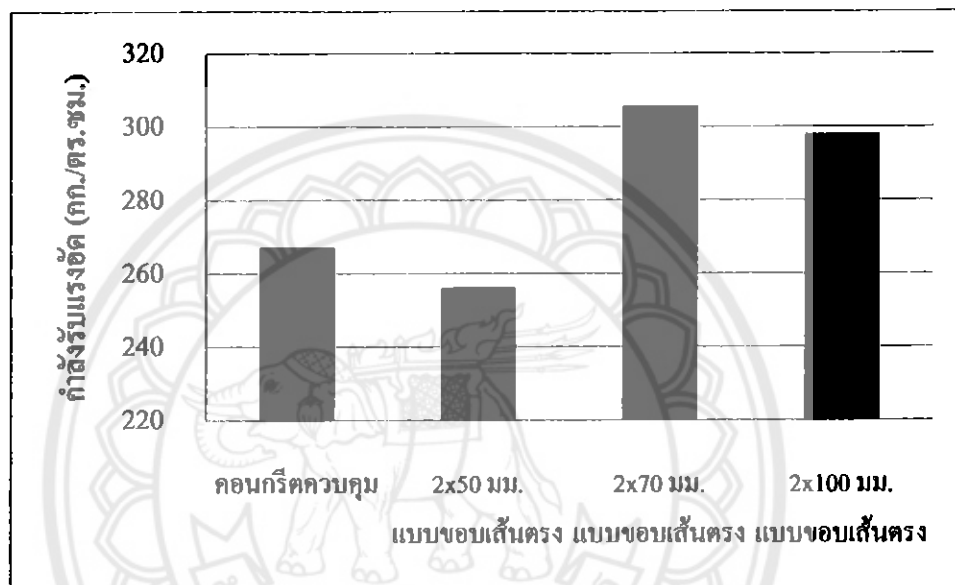
รูปที่ 4.14 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอมนกกระทาที่ผสมเส้นใยความยาวต่างกัน ที่อายุ 7 วัน

จากภาพที่ 4.14 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอมนกกระทาที่ผสมเส้นใยในปริมาณเท่ากันแต่ความยาวแบบเส้นตรงของเส้นใยต่างกัน ที่อายุ 7 วัน จะพบว่าคอมนกกระทาที่ผสมเส้นใยขนาด 2x70 มม. ค่ากำลังรับแรงอัดได้มากกว่าคอมนกกระทาที่ผสมเส้นใยทั้งหมดและคอมนกกระทาควบคุม ส่วนคอมนกกระทาที่ผสมเส้นใยขนาด 2x100 มม. จะมีค่ากำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด



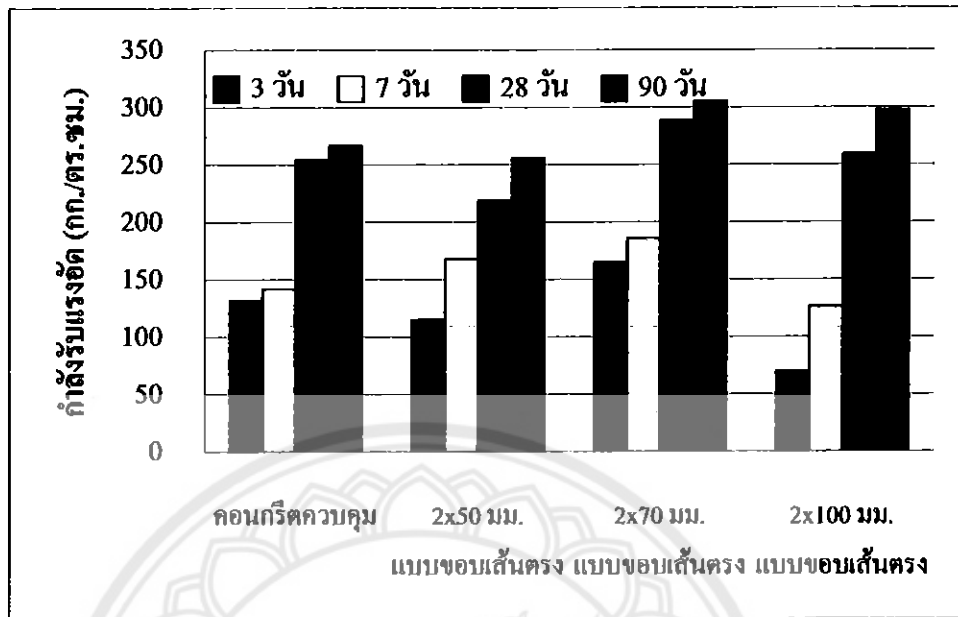
ภาพที่ 4.15 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอมนกกระทาที่ผสมเส้นใยความยาวต่างกัน ที่อายุ 28 วัน

จากภาพที่ 4.15 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยในปริมาณเท่ากันแต่ความยาวแบบเส้นตรงของเส้นใยต่างกัน ที่อายุ 28 วัน จะพบว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x70 มม. ค่ากำลังรับแรงอัดได้มากกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยทั้งหมด และคอนกรีตควบคุม ส่วนคอนกรีตผสมเส้นใยขนาด 2x50 มม. จะมีค่ากำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด



ภาพที่ 4.16 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมเส้นใยความยาวต่างกัน ที่อายุ 90 วัน

จากภาพที่ 4.16 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยในปริมาณเท่ากันแต่ความยาวแบบเส้นตรงของเส้นใยต่างกัน ที่อายุ 90 วัน จะพบว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x70 มม. ค่ากำลังรับแรงอัดได้มากกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยทั้งหมด และคอนกรีตควบคุม ส่วนคอนกรีตผสมเส้นใยขนาด 2x50 มม. จะมีค่ากำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด



ภาพที่ 4.17 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต
ที่ผสมเส้นใยความยาวที่ต่างกัน ที่อายุ 3, 7, 28 และ 90 วัน

จากภาพที่ 4.17 จะวิเคราะห์ได้ว่า คอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x70 มม. มีกำลังรับแรงอัดมากกว่าคอนกรีตควบคุม และคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x50 มม. และขนาด 2x100 มม. คอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x100 มม. ในช่วงต้นคือระยะ 3 วันและ 7 วัน น้อยกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยทั้งหมด น่าจะเกิดจากคอนกรีตที่ผสมเส้นใยมีการดูดซึมน้ำเก็บไว้ในเส้นใยไว้บางส่วน ทำให้ปริมาณน้ำเพิ่มในคอนกรีต ส่งผลทำให้ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยน้อยลง แต่การควบคุมปริมาณเส้นใยโดยพิจารณาถึงความยาวของเส้นใยที่มีอิทธิพลต่อกำลังรับแรงอัด แต่จะได้ว่าความยาวของเส้นใยส่งผลกระทบต่อกำลังรับแรงอัดได้ไม่ชัดเจนนัก

เมื่อคอนกรีตได้อายุครบ 28 วัน และ 90 วัน คอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x100 มม. มีการพัฒนากำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นมากกว่าคอนกรีตควบคุมและคอนกรีตที่ผสมเส้นใยขนาด 2x50 มม.



ภาพที่ 4.18 ลักษณะของก้อนตัวอย่างก่อนการทดสอบ



ภาพที่ 4.19 ลักษณะการวิบัติของก้อนตัวอย่างหลังการทดสอบ

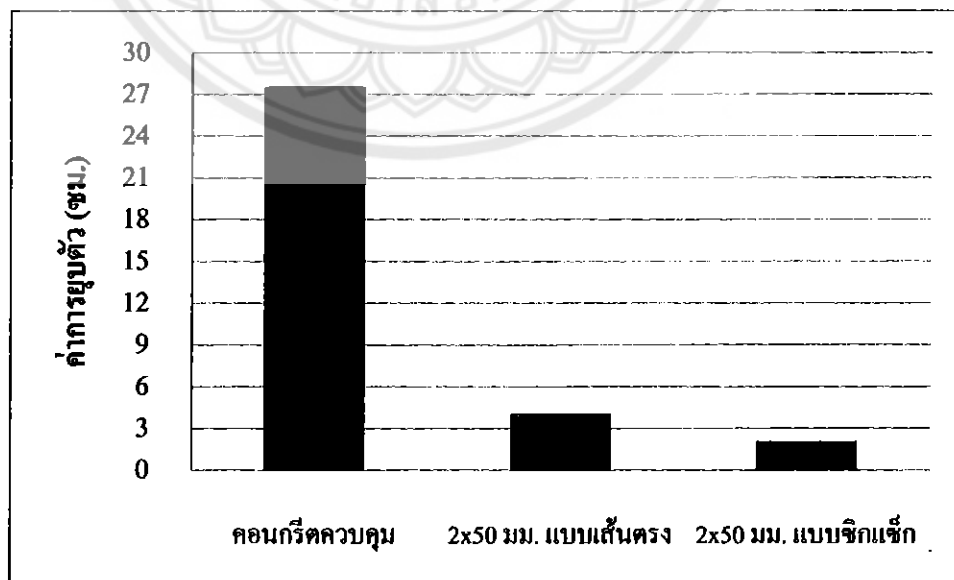
4.3 ผลการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของรูปร่างเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

จากผลการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของขนาดเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต ได้ตัวแทนของตัวอย่างคอนกรีตที่เหมาะสมต่อการพัฒนาคุณสมบัติของคอนกรีตคือ คุณสมบัติเกี่ยวกับดัชนีความเหนียวที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาแล้ว ได้ขนาดของเส้นใยที่ดีที่สุดที่มีผลทำให้คุณสมบัติของคอนกรีตเพิ่มขึ้น คือ เส้นใยขนาด 2x50 มม. ในปริมาณร้อยละ 2.5 โดยปริมาตรของคอนกรีต [13]

จากผลการทดสอบดังกล่าวข้างต้นนำข้อมูลไปออกแบบทำการทดสอบ โดยแปรผันรูปร่างของเส้นใย ซึ่งจากเดิมเป็นเส้นใยรูปร่างเส้นตรง จะแปรผันรูปร่างของเส้นใยเป็นรูปร่างแบบซิกแซก ขนาด 2x50 มม. ปริมาณร้อยละ 2.5 แล้วนำตัวอย่างคอนกรีตเพื่อหาอิทธิพลของรูปร่างเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต ซึ่งได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลการทดสอบความสามารถเทได้ของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของรูปร่างของเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

การทดสอบความสามารถเทได้ของคอนกรีต หาได้จากการทดสอบหาค่ายุบตัวของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C 143

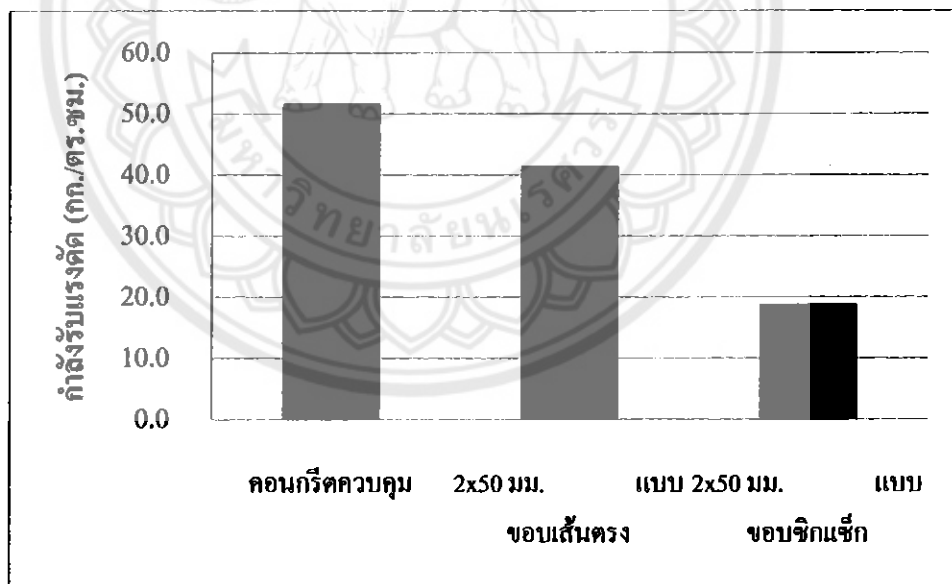


ภาพที่ 4.20 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของค่ายุบตัวของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน ปริมาณร้อยละ 2.5

จากภาพที่ 4.20 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของค่าขูดตัวของคอนกรีตที่ผสมเส้นใย ในปริมาณเท่ากันแต่รูปร่างของเส้นใยต่างกัน จะพบว่าคอนกรีตควบคุมมีค่าขูดตัวมากกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยแบบขอบเส้นตรงและแบบขอบซิกแซ็กสาเหตุ เกิดจากการจัดวางตัวของเส้นใยขนาดเล็กมีการกระจายตัวและยึดเหนี่ยวกันระหว่างเส้นใยด้วยกันเองและวัสดุมวลรวมคอนกรีต

4.3.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงดัดของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของรูปร่างเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

การทดสอบกำลังรับแรงดัดของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของความยาวเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต ตามมาตรฐาน ASTM C 78-94 ผลทดสอบนำมาเขียนแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์กำลังรับแรงดัดของคอนกรีตตามภาพที่ 4.21

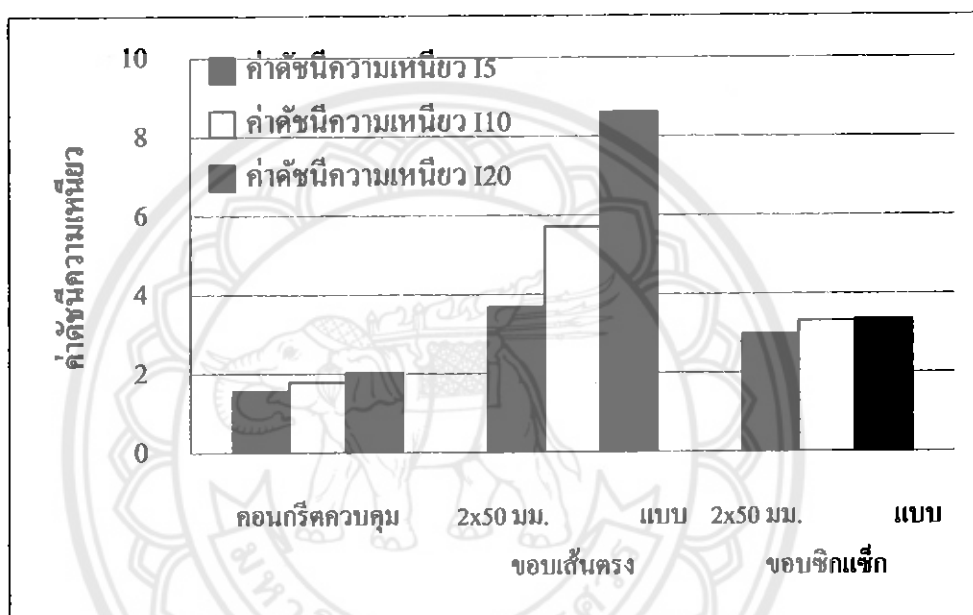


ภาพที่ 4.21 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงดัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน

จากภาพที่ 4.21 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงดัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยความยาวต่างกัน ในปริมาณที่เท่ากัน พบว่าคอนกรีตควบคุมมีค่ากำลังรับแรงดัดมากกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยแบบขอบเส้นตรง และแบบขอบซิกแซ็ก

4.3.3 การหาค่าดัชนีความเหนียวของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของรูปร่างเส้นใย ต่อคุณสมบัติของตัวอย่างคอนกรีต

ค่าดัชนีความเหนียวหาได้ตามมาตรฐาน ASTM C1018-94b (รายละเอียดตามผนวก) แสดงตามแผนภูมิในภาพที่ 4.22

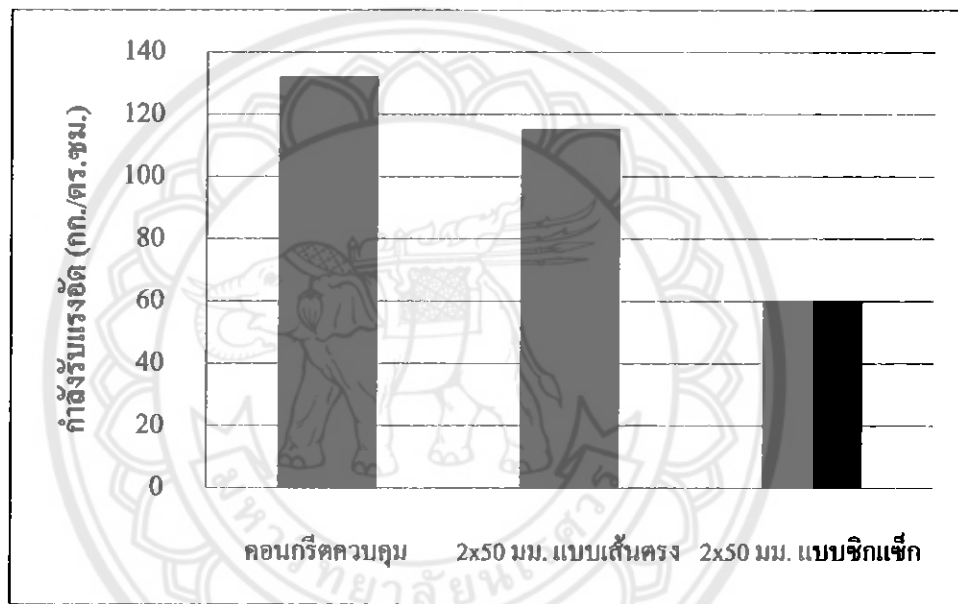


ภาพที่ 4.22 แผนภูมิแสดงค่าดัชนีความเหนียว I5, I10 และ I20 ของตัวอย่างคอนกรีต ที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน

จากภาพที่ 4.22 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของค่าดัชนีความเหนียว I5, I10 และ I20 ของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยรูปร่างที่ต่างกัน จะพบว่าคอนกรีตควบคุมมีค่าดัชนีความเหนียวน้อยกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยแบบขอบเส้นตรงและแบบขอบซิกแซ็ก ส่วนคอนกรีตที่ผสมเส้นใยแบบขอบเส้นตรงมีค่าดัชนีความเหนียวมากกว่าแบบขอบเส้นตรง

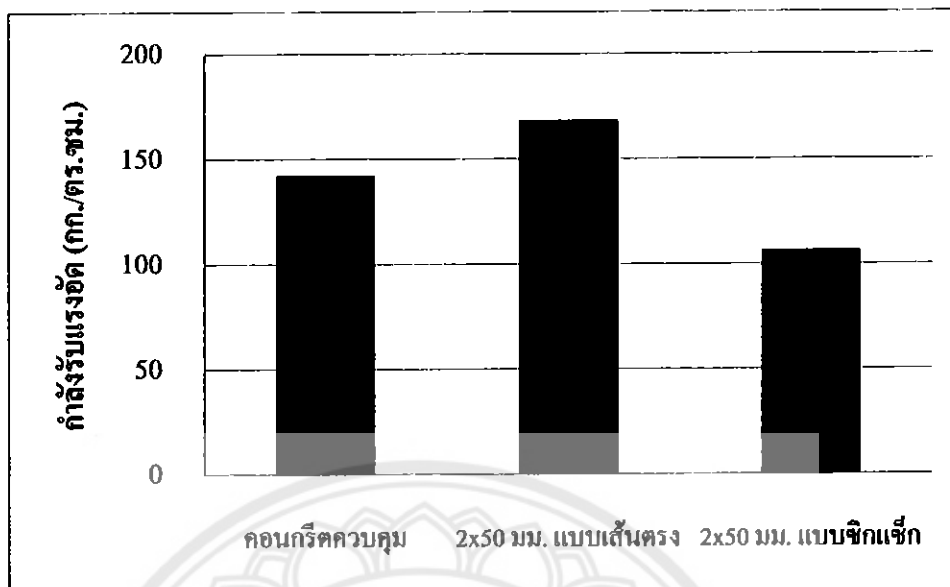
4.3.4 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของรูปร่างของใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

ผลทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต เพื่อหาอิทธิพลของขนาดเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C39-96 ได้ผลทดสอบนำมาเขียนแผนภูมิได้ดังภาพที่ 4.23 ถึงภาพที่ 4.27



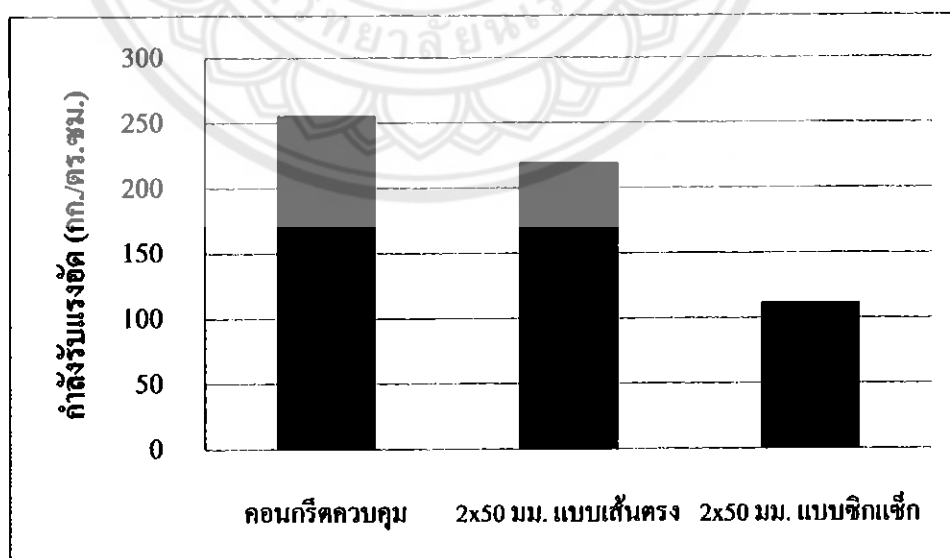
ภาพที่ 4.23 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน ที่อายุ 3 วัน

จากภาพที่ 4.23 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยในปริมาณและขนาดเท่ากัน แต่รูปร่างของเส้นใยต่างกัน ที่อายุ 3 วัน จะพบว่าคอนกรีตควบคุมให้ค่ากำลังรับแรงอัดได้มากกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยแบบขอบเส้นตรงและแบบขอบซิกแซ็ก ซึ่งเส้นใยแบบขอบซิกแซ็กมีค่ากำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด



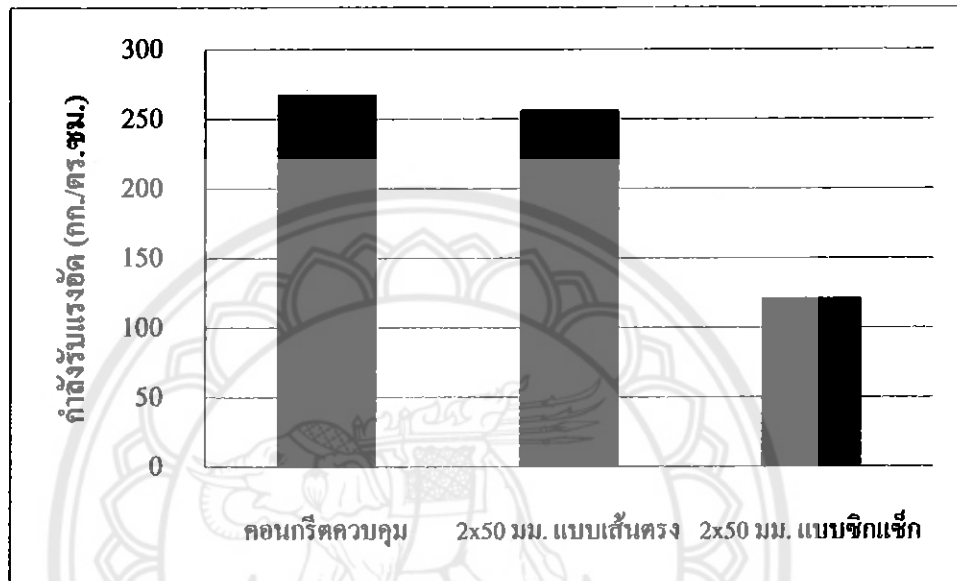
ภาพที่ 4.24 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต
ที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน ที่อายุ 7 วัน

จากภาพที่ 4.24 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยในปริมาณและขนาดเท่ากัน แต่รูปร่างของเส้นใยต่างกัน ที่อายุ 7 วัน จะพบว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใย แบบขอบเส้นตรงค่ากำลังรับแรงอัดได้มากกว่าคอนกรีตควบคุม และคอนกรีตที่ผสมเส้นใยแบบขอบซิกแซก ตามลำดับ



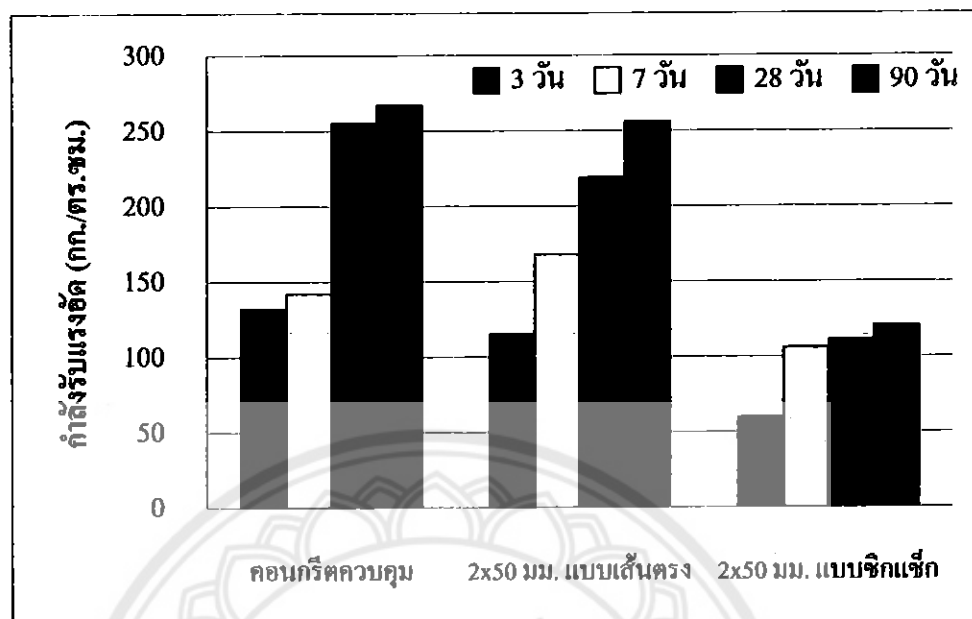
ภาพที่ 4.25 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต
ที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน ที่อายุ 28 วัน

จากภาพที่ 4.25 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยในปริมาณและขนาดเท่ากัน แต่รูปร่างของเส้นใยต่างกัน ที่อายุ 28 วัน จะพบว่าคอนกรีตควบคุมให้ค่ากำลังรับแรงอัดมากกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยแบบขอบเส้นตรงและแบบขอบซิกแซ็ก



ภาพที่ 4.26 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมเส้นใยรูปร่างต่างกัน ที่อายุ 90 วัน

จากภาพที่ 4.26 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยในปริมาณและขนาดเท่ากัน แต่รูปร่างของเส้นใยต่างกัน ที่อายุ 90 วัน จะพบว่าคอนกรีตควบคุมให้ค่ากำลังรับแรงอัดมากกว่าคอนกรีตที่ผสมเส้นใยแบบขอบเส้นตรงและแบบขอบซิกแซ็ก



รูปที่ 4.27 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอตกริตที่ผสมเส้นใยความยาวที่ต่างกัน ที่อายุ 3, 7, 28 และ 90 วัน

จากภาพที่ 4.23 ถึง 4.27 จะวิเคราะห์ได้ว่า คอตกริตควบคุมให้กำลังรับแรงอัดมากกว่าคอตกริตที่ผสมเส้นใย คอตกริตที่ผสมเส้นใยแบบขอบเส้นตรง มีแนวโน้มค่ากำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ส่วนคอตกริตที่ผสมเส้นใยแบบขอบซิกแซ็ก มีค่ากำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นในช่วงต้นคือระยะ 3 วันและ 7 วัน และเมื่อคอตกริตได้อายุได้ระยะ 28 วันและ 90 วัน มีการพัฒนา กำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นแต่ไม่ได้มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับคอตกริตที่ผสมเส้นใยแบบขอบเส้นตรง และแค่การควบคุมปริมาณเส้นใย โดยพิจารณาถึงผลของรูปร่างของเส้นใยที่มีอิทธิพลต่อกำลังรับแรงอัด จะได้ว่ารูปร่างของเส้นใยส่งผลกระทบต่อกำลังรับแรงอัดได้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการวิจัย

5.1 ผลการหาค่าการดูดซึมน้ำของเส้นใยจากกล่องเครื่องดื่มน้ำ

เส้นใยขนาด 2x50 มม.แบบขอบเส้นตรงมีค่าการดูดซึมน้ำสูงกว่าเส้นใย 2x50 มม.แบบขอบซิกแซ็ก, 2x100 มม.แบบขอบเส้นตรง และ 2x70 มม.แบบขอบเส้นตรง

- เส้นใยแบบขอบเส้นตรง ที่มีความยาวกว่าจะมีค่าการดูดซึมน้ำได้น้อยกว่าเส้นใยที่มีความยาวสั้นกว่า
- เส้นใยแบบขอบซิกแซ็ก ที่มีความยาวเท่ากันจะมีค่าการดูดซึมน้ำได้มากกว่าเส้นใยที่มีขอบแบบเส้นตรง

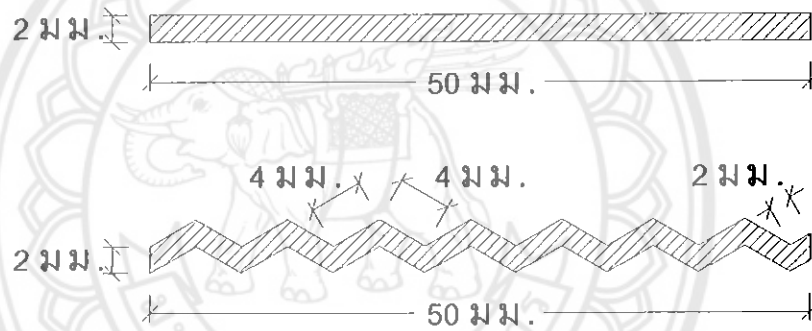
5.2 ผลการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของความยาวของเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

- การเพิ่มความยาวของเส้นใย ส่งผลทำให้ความสามารถเทได้ที่ห่างจากค่าการยุบตัวของคอนกรีตลดลง อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ เมื่อความยาวของเส้นใยมากขึ้น ความสามารถในการเทได้ที่ห่างจากค่าการยุบตัวของคอนกรีตจะลดลง
- การเพิ่มความยาวของเส้นใย ทำให้กำลังรับแรงค้ำของคอนกรีตที่ผสมเส้นใยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยคอนกรีตที่ผสมเส้นใยในทุกส่วนผสมมีค่ากำลังรับแรงค้ำลดลง เมื่อเทียบกับกำลังรับแรงค้ำของคอนกรีตควบคุม โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 65.73
- การเพิ่มความยาวของเส้นใย ทำให้ค่าดัชนีความเหนียวลดลง โดยความยาวของเส้นใยที่ทำให้ค่าดัชนีความเหนียวมากที่สุด คือ 2x50 มม.
- การเพิ่มความยาวของเส้นใย ทำให้ค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีตลดลง

5.3 ผลการทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของรูปร่างของเส้นใยต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

- เส้นใยที่มีรูปร่างซิกแซ็กทำให้ความสามารถเทได้ที่ห่างจากค่าการยุบตัวของคอนกรีตลดลงมากกว่าเส้นใยที่มีรูปร่างเส้นตรง

- เส้นใยที่มีรูปร่างซิกแซ็ก ทำให้กำลังรับแรงคัต, คำนีความเหนียว และกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตลดลงมากกว่า คอนกรีตที่ผสมเส้นใยเส้นตรงทั้งนี้เนื่องจากขนาดหน้าตัดของเส้นใยมีค่าลดลง
- เส้นใยที่มีรูปร่างซิกแซ็ก ทำให้ค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีตเพิ่มขึ้น มากกว่า เส้นใยที่มีรูปร่างเส้นตรง เนื่องจากการคัตเส้นใยแบบซิกแซ็กมีผลทำให้ขอบของเส้นใยมีผิวสัมผัสมากขึ้น จากภาพที่ 5.1 เส้นใยขอบซิกแซ็กมีความยาวรอบเส้นใยเท่ากับ 104 มม. และเส้นใยขอบเส้นตรงมีความยาวรอบเส้นใยเท่ากับ 120 มม. จะส่งผลทำให้มีความสามารถในการดูดซึมน้ำมากขึ้น



ภาพที่ 5.1 ขนาดเส้นใย 2x50 มม. แบบขอบเส้นตรงและแบบขอบซิกแซ็ก

บรรณานุกรม

- [1] สติวไฟเบอร์หนึ่งตัวช่วยทางวิศวกรรม. สืบค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2552, จาก
<http://www2.nurnia.com/4850/08/technology-innovation-education-engineering->
- [2] การจัดเรียงชั้นของวัสดุที่ใช้ผลิตกล่องพาสเจอร์ไรส์ สืบค้นเมื่อ 6 ตุลาคม 2552, จาก
http://www.kroobannok.com/blog/view.php?article_id=8093.
- [3] การเดินทางของกล่องนม. สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2552, จาก
http://icare.kapook.com/content_detail.php?t_id=0&id=705
- [4] กล่องเครื่องดื่มใช้แล้วอย่างจืดมีค่ามากกว่าขยะ. สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2552, จาก
<http://www.green.in.th>
- [5] โครงการเด็กไทยหัวใจรีไซเคิล. สืบค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2553, จาก
http://www.Thaikids-recycle.com/www/th-whtis_uht_milk_carton.php
- [6] โครงการหลังคาเขียวเพื่อมูลนิธิอาสาเพื่อนพึ่ง(ภาฯ)ยามยาก. สืบค้นเมื่อ 14 ธันวาคม 2553
 จาก <http://www.greenroof.in.th/understanding/grinkboxes>
- [7] ลឹมสุวรรณ. สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2552, จาก
http://limsuwan_ltt.tarad.com/product.detail.php?id=2448758
- [8] คุณสมบัติของพลาสติก. (15 มกราคม 2550) สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2552, จาก
<http://hoontong.212cafe.com/archive/2007-01-15/high-molecular-weight-1->
- [9] ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร, บุญรอด คุปดีทัพนี, วีรพล สุตรสุกนธ์, สันติ จรัสท่าจรูญ,
 ธงชัย วิวัฒน์สุขไพศาล, นฤชา เกษมสำราญ. (2543). STANDARD METHODS FOR TESTING
 AGGREGATE AND CONCRETE. (3). กรุงเทพฯ:
- [10] ทวีชัย สำราญวานิช, อภินันท์ ภูษัน และสุรสิทธิ์ หมั่นวิชา. (2550). พฤติกรรมและวิธีการ
 กำหนดกำลังรับแรงดัดของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ผสมเส้นใย.
 วิทยานิพนธ์ วศ.ม., มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2552,
 จาก digital.lib.kmutt.ac.th/journal/loadfile.php?A_ID=304
- [11] อมรรัตน์ สุริยวิจิตรเสริม, สิทธิชัย แสงอาทิตย์ และอำนาจ อภิชาติวัลลภ (2550).
 การศึกษาการใช้เส้นพลาสติกที่ใช้แล้วแบบสั้นผสมในคอนกรีต.
 วิทยานิพนธ์ วศ.ม., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา. สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน
 2552,
 จาก eng.sut.ac.th/ce/Rcivil/Rcivil49.doc

- [12] จารุพร แก้วกล้า¹ วัจนวงศ์ กรีพละ² และ รัฐภูมิ ปรีชาตปรีชา³, "กำลังรับแรงค้ำของคอนกรีตผสมเส้นใยจากขยะกล่องเครื่องดื่ม ยู เอช ที", การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปีครั้งที่ 6 สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2553, จาก www.cpe.nu.ac.th
- [13] เอกพงษ์ แข็งขัน, นรินทร์ ภู่ทอง, จักรกฤษณ์ จิตรคำคุณ "การศึกษาคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตเสริมเส้นใยจากกล่องนมเหลือใช้" ประเภทสารนิพนธ์การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วศ.บ. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2552
- [14] ปิติ สุขนธสุขกุล และ สุรัชย์ สุทธิธรรมมา, "ครรชนีความเหนียวของคอนกรีตคอนกรีตเส้นใยไฟเบอร์เหล็กและพลาสติกสังเคราะห์โดยการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM และ JSCE", การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปีครั้งที่ 2, สาขาคอนกรีตและวัสดุ, 25-27 ตุลาคม 2549, โรงแรมเจริญศรีแกรนด์รอยัล จ.อุตรธานี
- [15] นายวรเชษฐ ปอมเชียงพิณ. (2550).
คุณสมบัติเชิงกลของคานคอนกรีตผสมเส้นใยหลังการเผาไหม้.
วิทยานิพนธ์, วศ.ม., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ. สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2552 จาก www.gits.kmutnb.ac.th/ethesis/data/4910980038.pdf
- [16] Mohammed Seddik Meddah, Mohamed Bencheikh (2009).
Properties of concrete reinforced with different kinds of industrial waste fibre materials.
Thesis, M.eng., University of Hiroshima at Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, Hiroshima.
Retrieved February 17, 2010, from www.elsevier.com/locate/conbuildmat
- [17] A.E. Richardson and C. Fallow (2006).
Crack control in screed using A142 steel fabric or mixed structural polypropylene fibres with regard to toughness and residual strength. Thesis, University of Northumbria at Newcastle upon Tyne. Retrieved February 17, 2010, from www.emeraldinsight.com/0263-080X.htm
- [18] Grönewald, s., "Performance-based design of self-compacting fibre reinforced concrete",
Phd Thesis, Delft University, Netherlands, 2004
- [19] ปูนซีเมนต์และการประยุกต์ใช้งาน, "Cement and Applications", (SCG cement), พิมพ์ครั้งที่ 5 : มกราคม 2552
- [20] บัญชา สุปรินายก และคณะ. พฤติกรรมของคอนกรีตผสมเส้นใยเหล็กและเส้นใยโพลีโพรพีลีน, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.
- [21] Bentur A. and Mindess S. "Fiber Reinforced Cementitious Composites.", Journal of Cement and Concrete Research. 20 (1990) : 324-340.

[22] Rapoport J และคณะ. Permeability of Cracked Steel Fiber-Rein Forced Concrete. (Technical Report No.115). USA : National Institute of Statistical Sciences, 2001



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล นาย รัชชัย ทองไทย
 วัน เดือน ปีเกิด 22 ตุลาคม 2531
 ที่อยู่ปัจจุบัน 145 ม. 3 ต.หางน้ำสาคร อ.มโนรมย์ จ.ชัยนาท 17170

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543 จบการศึกษาชั้นประถมศึกษาจาก โรงเรียนชุมชนบ้านหางน้ำสาคร
 พ.ศ. 2546 จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจาก โรงเรียนสาครพิทยาคม
 พ.ศ. 2549 จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนสาครพิทยาคม
 ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร
 E-mail : liverpool_m_civil@hotmail.com

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล นาย นัตพงษ์ รุ่งเรือง

วัน เดือน ปีเกิด 14 ธันวาคม 2531

ที่อยู่ปัจจุบัน 235/1 ถ.สีหราชเคโษชัย ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

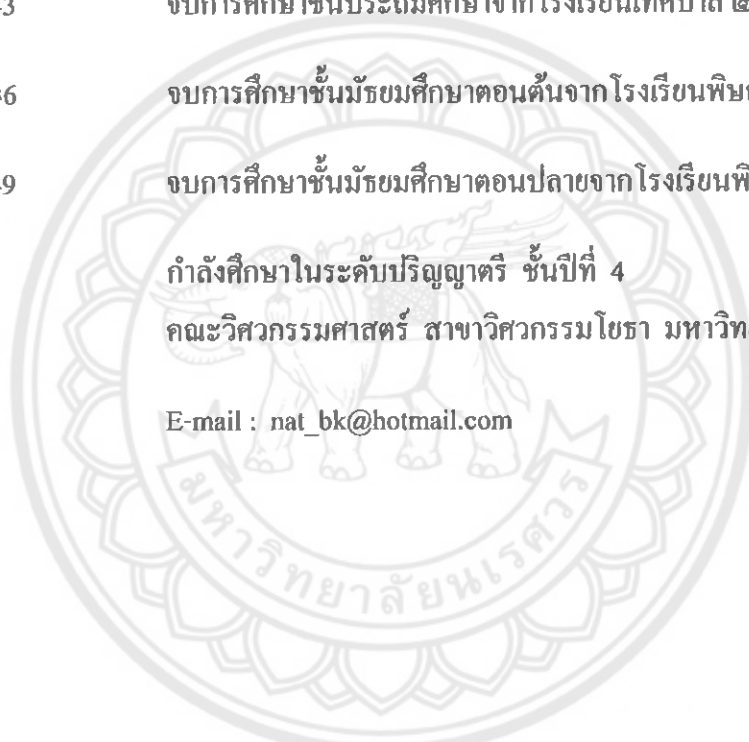
พ.ศ. 2543 จบการศึกษาชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนเทศบาล ๒ วัฒนาศวรรค์

พ.ศ. 2546 จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

พ.ศ. 2549 จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : nat_bk@hotmail.com



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นาย ฐัฐวุฒิ มั่นทรัพย์
 วัน เดือน ปีเกิด 11 มกราคม 2532
 ที่อยู่ปัจจุบัน 101 หมู่ 7 ต.ม่วงเจ็ดต้น อ.บ้านโคก จ.อุตรดิตถ์ 53180

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543 จบการศึกษาชั้นประถมศึกษาจาก โรงเรียนอนุบาลกำแพงเพชร
 พ.ศ. 2546 จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจาก โรงเรียนพุทธชินราชพิทยา
 พ.ศ. 2549 จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนบ้านโคก วิทยาคม
 ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร
 E-mail : new_bkw@hotmail.com

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด

Series	Size Fiber	Fiber(%)	วันที่ทำการทดสอบ	เวลา	ค่าการยุบตัว (cm.)
A-0	Control	0	24 ธ.ค. 52	15:23 น.	27.5
B-025	2x50 mm Straight	2.5	19 ม.ค. 52	15:00 น.	3.0
E 025	2x50 mm Zigzag	2.5	8 ต.ค. 53	15:00 น.	2.0
F 025	2x70 mm Straight	2.5	30 ก.ย. 53	18:00 น.	1.5
G 025	2x100 mm Straight	2.5	4 ต.ค. 53	16:00 น.	2.5

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของเกร็ดที่อายุ 3, 7, 28 และ 90 วัน ของชุดตัวอย่าง A-0

Series	วันที่ทดสอบ	ระยะเวลาเป็น (วัน)	วันที่ทดสอบ	ตัวอย่างที่	ขนาด (mm)	น้ำหนัก (kg)	load (kN)	Stress (ksc)	Average Stress (ksc)
A-0	24 ต.ค. 52	3	27 ต.ค. 52	1	100x100x100	2306.6	134.0	134.0	132.3
				2	100x100x100	2330.5	126.0	126.0	
				3	100x100x100	2267.7	137.0	137.0	
	24 ต.ค. 52	7	31 ต.ค. 52	1	100x100x100	2370.0	137.0	137.0	142.7
				2	100x100x100	2270.0	162.0	162.0	
				3	100x100x100	2340.0	129.0	129.0	
	24 ต.ค. 52	28	21 ม.ค. 53	1	100x100x100	2281.0	262.0	262.0	255.7
				2	100x100x100	2296.0	227.0	227.0	
				3	100x100x100	2287.0	278.0	278.0	
24 ต.ค. 52	90	24 มี.ค. 53	1	100x100x100	2366.0	250.0	266.0	267.0	
			2	100x100x100	2310.0	204.0	260.0		
			3	100x100x100	2390.0	255.0	275.0		

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดคอมกรีตที่อายุ 3, 7, 28 และ 90 วัน ของชุดตัวอย่าง B-025

Series	วันที่ทดสอบ	ระยะเวลาเป็น (วัน)	วันที่ทดสอบ	ตัวอย่าง ที่	ขนาด (mm)	น้ำหนัก (kg)	load (kN)	Stress (ksc)	Average Stress (ksc)
B-025	19 ม.ค. 53	3	22 ม.ค. 53	1	100x100x100	2405.0	116.0	116.0	115.0
				2	100x100x100	2300.0	106.0	106.0	
				3	100x100x100	2375.0	123.0	123.0	
	19 ม.ค. 53	7	26 ม.ค. 53	1	100x100x100	2360.0	169.0	169.0	168.7
				2	100x100x100	2370.0	166.0	166.0	
				3	100x100x100	2410.0	171.0	171.0	
	19 ม.ค. 53	28	16 ก.พ. 53	1	100x100x100	2373.0	184.0	184.0	219.0
				2	100x100x100	2342.0	234.0	234.0	
				3	100x100x100	2398.0	204.0	204.0	
	19 ม.ค. 53	90	19 เม.ย. 53	1	100x100x100	2345.0	256.0	256.0	256.5
				2	100x100x100	2420.0	257.0	257.0	
				3	100x100x100	2340.0	192.0	192.0	

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดคอนกรีตที่อายุ , 7, 28 และ 90 วัน ของชุดตัวอย่าง E-025

Series	วันที่ทดสอบ	ระยะเวลาบ่ม (วัน)	วันที่ทดสอบ	ตัวอย่างที่	ขนาด (mm)	น้ำหนัก (kg)	load (kN)	Stress (ksc)	Average Stress (ksc)
E-025	8 ต.ค. 53	3	11 ต.ค. 53	1	100x100x100	2.210	61	62	60
				2	100x100x100	2.230	55	56	
				3	100x100x100	2.200	60	61	
				1	100x100x100	2.260	102	104	
				2	100x100x100	2.165	97	99	
				3	100x100x100	2.235	113	115	
	8 ต.ค. 53	7	15 ต.ค. 53	1	100x100x100	2.196	103	105	106
				2	100x100x100	2.165	97	99	
				3	100x100x100	2.235	113	115	
				1	100x100x100	2.196	103	105	
				2	100x100x100	2.229	92	94	
				3	100x100x100	2.229	132	135	
8 ต.ค. 53	28	5 พ.ย. 53	1	100x100x100	2.265	116	118	111	
			2	100x100x100	2.285	114	116		
			3	100x100x100	2.250	125	127		
8 ต.ค. 53	90	6 พ.ค. 54		3	100x100x100	2.250	125	127	121

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของกรีตที่อายุ , 7, 28 และ 90 วัน ของชุดตัวอย่าง F-025

Series	วันที่ทดสอบ	ระยะเวลาบ่ม (วัน)	วันที่ทดสอบ	ตัวอย่างที่	ขนาด (mm)	น้ำหนัก (kg)	load (kN)	Stress (ksc)	Average Stress (ksc)
F-025	30 ก.ย. 53	3	3 ต.ล. 53	1	150x150x150	7.720	264	114	165
				2	150x150x150	7.580	227	98	
				3	150x150x150	7.940	662	285	
	30 ก.ย. 53	7	7 ต.ล. 53	1	150x150x150	7.330	246	106	186
				2	150x150x150	7.890	762	328	
				3	150x150x150	7.340	289	124	
	30 ก.ย. 53	28	28 ต.ล. 53	1	150x150x150	7.800	713	307	289
				2	150x150x150	7.460	378	163	
				3	150x150x150	7.875	924	398	
				1	150x150x150	7.880	989	426	
				2	150x150x150	7.420	377	162	
				3	150x150x150	7.840	763	328	
30 ก.ย. 53	90	29 ต.ล. 53						305	

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของกรีตที่อายุ 3, 7, 28 และ 90 วัน ของชุดตัวอย่าง G-025

Series	วันที่ทดสอบ	ระยะเวลา (วัน)	วันที่ทดสอบ	ตัวอย่างที่	ขนาด (mm)	น้ำหนัก (kg)	load (kN)	Stress (ksc)	Average Stress (ksc)
G-025	4 ต.ค. 53	3	7 ต.ค. 53	1	150x150x150	7.260	148	64	70
				2	150x150x150	7.450	169	73	
				3	150x150x150	7.490	171	74	
				1	150x150x150	7.510	235	101	
				2	150x150x150	7.410	387	167	
				3	150x150x150	7.390	260	112	
	4 ต.ค. 53	7	11 ต.ค. 53	1	150x150x150	7.525	647	278	127
				2	150x150x150	7.420	399	172	
				3	150x150x150	7.755	761	328	
				2	150x150x150	7.420	399	172	
				3	150x150x150	7.755	761	328	
				1	150x150x150	7.500	722	311	
4 ต.ค. 53	90	2 ม.ค. 54	2	150x150x150	7.415	644	277	298	
			3	150x150x150	7.720	709	305		
			3	150x150x150	7.720	709	305		

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบร้อยละการดูดซึมน้ำของคอนกรีต

Series	ตัวอย่างที่	น้ำหนัก สภาวะปกติ (kg)	น้ำหนักที่สภาวะ อิ่มตัวผิวแห้ง (kg)	น้ำหนัก สภาวะแห้ง ด้วยเตาอบ (kg)	% Absorption	Average %Absorption
A-0	-	2.270	2.360	2.290	-	3.11
B-025	-	2.300	2.410	2.250	-	6.82
E-025	1	2.150	2.280	2.115	7.80	8.30
	2	2.220	2.320	2.155	7.66	
	3	2.150	2.200	2.010	9.45	
F-025	1	7.665	7.840	7.550	3.84	4.44
	2	7.300	7.510	7.150	5.03	
	3	7.300	7.550	7.250	4.44	
G-025	1	7.350	7.650	7.250	5.52	6.24
	2	7.240	7.645	7.160	6.77	
	3	7.255	7.625	7.165	6.42	

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบกำลังรับแรงดัดของคอนกรีต

ชื่อชุดตัวอย่าง คอนกรีต	กิโลนิวตัน ต้น	แรงกดคาน (กก.)	ช่วงพาดคาน (ซม.)	ความกว้างท้องคาน (ซม.)	ความลึกท้องคาน (ซม.)	กำลังรับแรงดัด (กก./ตร.ซม.)
A-0	38.67	3,867	45	15	15	51.56
B-025	31.00	3,100	45	15	15	41.33
E-025	14.00	1,400	45	15	15	18.67
F-026	20.00	2,000	45	15	15	26.67
G-027	19.00	1,900	45	15	15	25.33

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบค่าดัชนีความหนืดของคอนกรีต

Size Fiber	Mix Designation	First crack load (kN)	First crack deflection (mm.)	First crack strength (Mpa)	I5	I10	I20	R5,10	R10,20
Control	A-0	38.67	0.17	5.16	1.57	1.79	2.04	4.57	2.46
2x50 mm Straight	B-025	31.00	0.10	4.13	3.68	5.72	8.62	40.82	29.05
2x50 mm Zigzag	E-025	14.00	1.97	1.88	2.98	3.32	3.35	6.71	0.36
2x70 mm Straight	F-025	20.00	2.02	2.60	2.47	3.07	3.43	11.86	3.65
2x100 mm Straight	G-025	19.00	1.72	2.56	2.19	2.63	3.06	8.96	4.22