สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ในพื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดดึงลวดก่อน โดยจำลองจากสภาพการใช้งานจริง

STUDY ON BURN PRETENSION CONCRETE SLABS THROUGH SIMULATING REAL SITUATION

โดย

นางสาวฝนทิพย์ พฤกษ์ธาราธิกูล

นายวรุฒ กัณฐัศว์กำพล

นายสัญชัย ศิริ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....117585.....
วัน,เดือน,ปี.....- 9 ส.ค. 2554.....

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY ON BURN PRETENSION CONCRETE SLABS

THROUGH SIMULATING REAL SITUATION

MS.FONTHIP PRUEKTARATHIKUL

MR.WARUT KANTADKUMPON

MR.SANCHAI SIRI

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ในพื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดดึงลวดก่อน โดยจำลองจากสภาพการใช้งานจริง			
นักศึกษา	นางสาวฝนทิพย์	พฤกษ์ธาราธิกูล	รหัสประจำตัว	50010995
	นายวรุฒ	กัณฐัศว์กำพล	รหัสประจำตัว	50011402
	นายสัญชัย	ศิริ	รหัสประจำตัว	50011657
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต			
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา	คณะวิศวกรรมศาสตร์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.สุพจน์	ศรีนิล		
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.แหลมทอง	เหล่าคงถาวร		

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ.สุวัฒน์ ถิรเศรษฐ์	
ดร.อาทิตย์ เพชรศศิธร	
อ.ทรงกลด แซ่อึ้ง	

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช)

ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

17 มี.ค. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ในพื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดดึงลวดก่อนโดยจำลองจากสภาพการใช้งานจริง			
นักศึกษา	นางสาวฝนทิพย์	พฤกษ์ธาราธิกูล	รหัสประจำตัว	50010995
	นายวรุฒ	กัณฐัศว์กำพล	รหัสประจำตัว	50011402
	นายสัญชัย	ศิริ	รหัสประจำตัว	50011657
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.สุพจน์	ศรีนิล		
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.แหลมทอง	เหล่าคงถาวร		
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต			
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา	คณะวิศวกรรมศาสตร์		

บทคัดย่อ

เนื่องจากอาคารที่อยู่อาศัยต่างๆสามารถเกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ตลอดเวลา ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อคอนกรีตและเหล็กเสริมในอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้ อีกทั้งในปัจจุบันอาคารที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่นิยมใช้พื้นคอนกรีตอัดแรงเป็นวัสดุหลัก โครงงานพิเศษนี้จึงได้ทำการศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงในด้านผลกระทบต่อระยะการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรง โดยจะทำการทดสอบที่ระยะเพลิงไหม้ที่กระทำใต้แผ่นพื้นนั้นให้มีระยะห่างระหว่างใต้แผ่นพื้นกับยอดของเปลวไฟนั้นเท่ากับ 0 เซนติเมตร (ติดกับท้องพื้น) 10 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ฉีดน้ำแล้วทำการวัดระยะการคืนตัว

จากการศึกษาพบว่ายิ่งระยะของเพลิงไหม้ใกล้กับแผ่นพื้นมากๆจะทำให้พื้นคอนกรีตอัดแรงเกิดการแอ่นตัวมาก ส่วนระยะคืนตัวนั้นถ้าระยะเพลิงไหม้ใกล้กับแผ่นพื้นจะคืนตัวได้ช้ากว่าระยะเพลิงไหม้ที่ไกลจากแผ่นพื้น ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรุนแรงของเพลิงไหม้ทำให้ลวดอัดแรงเกิดการยืดตัวและเกิดจากการหลุดร่อนของคอนกรีตทับหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	STUDY ON BURN PRETENSION CONCRETE SLABS THROUGH SIMULATING REAL SITUATION	
Name	MRS.FONTHIP	PRUEKTARATHIKUL
	MR.WARUT	KANTADKUMPON
	MR.SANCHAI	SIRI
Advisor	ASST.PROF. SUPOJ	SRINIL
	ASST.PROF.LAEMTHONG	LAOKONGTHAVORN
Field	Civil Engineering	
Department	Civil Engineering	Engineering

ABSTRACT

Because the buildings housing various can fire up all the time. Which may affect the concrete and reinforcing steel in reinforced concrete buildings have. In addition, in the current building housing most popular concrete flooring is the main material. This special project was to study the effects of fire on concrete floors in the impact-term deflection of prestressed concrete floor. Will be tested at a distance of fire made under the slab is to be the distance between the southern slab on top of the flame, it was 0 cm (adjacent to the abdominal surface) 10 cm and 30 cm for 3 hours douse then measuring recovery.

The study found that the more phases of the fire very close to the floor to make the concrete floor of a large deflection. The term recovery phase, if a fire near the floor plate will return more slowly than the long-term fire from the floor. However, for several reasons, especially the severity of the fire caused the prestressing elongation and caused disintegration of the concrete topcoat.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้หากขาดการสนับสนุนและอนุเคราะห์จากบุคคลและหน่วยงานดังต่อไปนี้

ผศ.สุพจน์ ศรีนิล อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ให้การสนับสนุน และคำแนะนำ ในการทำโครงงานพิเศษ

ผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ให้คำแนะนำ ตลอดจนแนวทางแก้ไขตั้งแต่เริ่มต้นจนจบโครงงานพิเศษนี้

ผศ.สุวัฒน์ ถิรเศรษฐ์ ดร.อาทิตย์ เพชรศศิธร และ อ.ทรงกลด แซ่อึ้ง คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ ซึ่งให้คำแนะนำ ข้อเสนะแนะ เพื่อนำไปปรับแก้จนได้โครงงานที่เสร็จสมบูรณ์

คุณมานิตย์ คุณสมบัติ และเจ้าหน้าที่อาคารปฏิบัติงานวิศวกรรมโยธาที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีมาตลอด

บิดา-มารดา ที่ให้โอกาสทางด้านการศึกษา และให้ความช่วยเหลือทั้งทางด้านกำลังใจ ค่าใช้จ่าย และคำปรึกษาที่ดีมาตลอด

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่สนับสนุนการดำเนินงานโครงงานพิเศษเป็นอย่างดี

และท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือด้านต่างๆมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวฝนทิพย์ พฤกษ์ธาราธิกูล

นายวรุฒ กัณฐัศว์กำพล

นายสัญชัย ศิริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน(ภาษาไทย)	ก
	ปกใน(ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฐ
	สารบัญรูปภาพ	ฑ
1	บทนำ	1
	1.1 กล่าวนำ	1
	1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย	2
	1.4 ขอบเขตของโครงงานวิจัย	3
	1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
	1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานและวิธีการศึกษา	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่	เรื่อง	หน้า
2	วรรณกรรมปริทัศน์	5
	2.1 คอนกรีตอัดแรง	5
	2.1.1 ประวัติคอนกรีตอัดแรง	5
	2.1.2 วิธีการอัดแรงสำหรับคอนกรีตอัดแรง	6
	2.1.2.1 การอัดแรงแบบดึงลวดก่อน	6
	2.1.2.2 การอัดแรงแบบดึงลวดทีหลัง	7
	2.1.3 วัสดุสำหรับคอนกรีตอัดแรง	8
	2.1.3.1 คอนกรีต	8
	2.1.3.2 เหล็กเสริมอัดแรง	9
	2.1.4 หลักการของแผ่นพื้นสำเร็จรูปคอนกรีตอัดแรง	9
	2.2 เพลิงไหม้	10
	2.2.1 ขบวนการเกิดเพลิงไหม้	10
	2.2.1.1 จุดวาบไฟ	11
	2.2.1.2 จุดลุกติดไฟ	12
	2.2.1.3 จุดลุกติดไฟได้เอง	12
	2.2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับปริมาณไฟ	13
	2.2.3 เส้นโค้งมาตรฐานอุณหภูมิกับเวลา	13
	2.2.4 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับความรุนแรงของไฟ	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.2.5 อิทธิพลของไฟที่มีต่อคอนกรีตและลวดอัดแรง	15
	2.2.5.1 คอนกรีต	15
	2.2.5.2 ลวดอัดแรง	16
	2.3 ความต้านทานต่ออัคคีภัยของพื้นคอนกรีตอัดแรง	17
	2.3.1 ทั่วไป	17
	2.3.2 แผ่นพื้น	17
	2.4 การทดสอบความทนไฟของชิ้นส่วนต่างๆของโครงสร้างอาคาร	18
	2.4.1 ภาวะความร้อนมาตรฐาน	18
	2.4.1.1 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น	18
	2.4.1.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	19
	2.4.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ	20
	2.4.2.1 มิติ	20
	2.4.2.2 การสร้าง	21
	2.4.2.3 การปรับสภาวะ	21
	2.4.3 เกณฑ์สมรรถนะ	22
	2.4.3.1 ความทนไฟ	22
	2.4.3.2 เกณฑ์ความทนไฟ	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.5การทดสอบวัสดุ	23
	2.6การตรวจสอบอาคารเพลิงไหม้	24
	2.7ภูมิหลังผลงานวิจัยที่ผ่านมา	26
3	**วิธีดำเนินการและการศึกษา**	30
	3.1 กล่าวนำ	30
	3.2 รายละเอียดการดำเนินการทดสอบ	30
	3.3 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ	30
	3.3.1 ขั้นเตอนตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดสอบ	30
	3.3.2 ขั้นตอนทำการทดสอบเพลิงไหม้	31
	3.4 วัสดุ-อุปกรณ์และสถานที่ดำเนินการศึกษา	32
	3.5 แผนการดำเนินงาน	33
4	**ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล**	34
	4.1 คุณสมบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผา	34
	4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ	34
	4.1.2 คุณสมบัติทางกล	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่	เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ก.	รายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรง	ผก1
ภาคผนวก ข.	รายละเอียดของวิธีการออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตทับหน้า	ผข1
ภาคผนวก ค.	รูปแสดงวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรง	ผค1
ภาคผนวก ง.	รูปแสดงการเตรียมพื้นคอนกรีตอัดแรงสำหรับที่จะทำการทดสอบ	ผง1
ภาคผนวก จ.	รูปแสดงขั้นตอนการเผาพื้นคอนกรีตอัดแรง	ผจ1
ภาคผนวก ฉ.	รูปแสดงลักษณะการวิบัติทางกายภาพของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังจากการเผา	ผฉ1
ภาคผนวก ช.	รูปประกอบการทดสอบเพลิงไหม้พื้นคอนกรีตอัดแรง	ผช1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารงที่	ชื่อตาราง	หน้า
2.1	แสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของกำลังอัดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น	15
2.2	ความหนาของแผ่นพื้นอย่างน้อยที่สุดสำหรับระยะเวลาคงทนต่อเพลิงไหม้ต่างๆ	17
2.3	ความหนาอย่างน้อยที่สุดของคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมอัดแรงในแผ่นพื้น	18
2.4	อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามฟังก์ชั่นของเวลา	19
3.1	แสดงตารางการดำเนินงานตลอดการวิจัย	33
4.1	แสดงระยะการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 เซนติเมตร	36
4.2	แสดงระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 เซนติเมตร	37
4.3	แสดงระยะการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 เซนติเมตร	39
4.4	แสดงระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 เซนติเมตร	40
4.5	แสดงระยะการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผาที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น	42
ผก1	แสดงขนาดของพื้นสำเร็จรูป	ผก4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
2.1	แสดงวิธีอัดแรงแบบดึงลวดก่อน	7
2.2	แสดงวิธีอัดแรงแบบดึงลวดทีหลัง	8
2.3	แสดงหลักการระบบอัดแรงแบบดึงลวดก่อน	10
2.4	องค์ประกอบของการเกิดเพลิงไหม้	11
2.5	สัญลักษณ์และสีของการแบ่งประเภทของเพลิง	13
2.6	เส้นโค้งมาตรฐานระหว่างอุณหภูมิกับเวลาตามมาตรฐาน ASTM E119	14
2.7	แสดงกำลังคลากของลวดอัดแรงที่อุณหภูมิต่างๆ	16
4.1	แสดงระยะการแอ่นตัวและระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 เซนติเมตร	38
4.2	แสดงระยะการแอ่นตัวและระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 เซนติเมตร	41
4.3	แสดงระยะการแอ่นตัวและระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผาที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น	43
4.4	แสดงการเปรียบเทียบระยะการแอ่นตัวและระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้นระยะต่างๆ	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
ผค1	แสดงลักษณะของเตาเผาที่ได้ทำการก่อสร้างขึ้น	ผค2
ผค2	แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่ใช้ในการทดสอบผลกระทบของเพลิงไหม้	ผค2
ผค3	แสดงแก๊สพร้อมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเพลิงไหม้	ผค3
ผค4	แสดงเหล็กตะแกรงกันร้าวบนพื้นคอนกรีตอัดแรง	ผค3
ผค5	แสดงการเตรียมน้ำหนักบรรทุกจร(Live Load)	ผค4
ผค6	แสดงน้ำหนักบรรทุกจร(Live Load)ที่ใช้ในการทดสอบ	ผค4
ผค7	แสดงกล้องระดับที่ใช้ในการทดสอบระยะการแอ่นตัวของพื้น	ผค5
ผค8	แสดงไม้บรรทัดที่ใช้ทดสอบระยะการแอ่นตัวของพื้น	ผค5
ผค9	แสดงลักษณะของรถที่ใช้ยกพื้นคอนกรีตัดแรง	ผค6
ผค10	แสดงลักษณะรถลากที่ใช้เคลื่อนย้ายพื้นคอนกรีตอัดแรง	ผค6
ผง1	แสดงเหล็กตะแกรงกันร้าวที่ตัดเตรียมไว้	ผง2
ผง2	แสดงการวางพื้นคอนกรีตอัดแรงเพื่อเตรียมเข้าแบบ	ผง2
ผง3	แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่ตีแบบเสร็จแล้ว	ผง3
ผง4	แสดงการผูกเหล็กตะแกรงพื้นคอนกรีตอัดแรง	ผง3
ผง5	แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่ผูกเหล็กตะแกรงเสร็จแล้ว	ผง4
ผง6	แสดงการเทคอนกรีตทับหน้าพื้นคอนกรีตอัดแรง	ผง4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
ผง7	แสดงการปาดหน้าคอนกรีตทับหน้าพื้นคอนกรีตอัดแรง	ผง5
ผง8	แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เทคอนกรีตทับหน้าเสร็จแล้ว	ผง5
ผง9	แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เทคอนกรีตทับหน้าเสร็จแล้ว	ผง6
ผง10	แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่พร้อมสำหรับการทดสอบ	ผง6
ผจ1	แสดงการติดตั้งหัวแก๊สโดยให้มีระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 ซม.	ผจ2
ผจ2	แสดงการติดตั้งหัวแก๊สโดยให้มีระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 ซม.	ผจ2
ผจ3	แสดงการติดตั้งหัวแก๊สโดยให้มีระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น	ผจ3
ผจ4	แสดงการจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้โดยการปิดเตาเผาทั้ง 4 ด้าน	ผจ3
ผจ5	แสดงการต่อสายแก๊สเข้ากับถังแก๊สเพื่อจำลองการเกิดเพลิงไหม้	ผจ4
ผจ6	แสดงลักษณะของไฟที่ใช้จำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้	ผจ4
ผจ7	แสดงภาพการจุดไฟเพื่อจำลองการเกิดเพลิงไหม้	ผจ5
ผจ8	แสดงภาพขณะทำการทดสอบเพลิงไหม้ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 ซม.	ผจ5
ผจ9	แสดงภาพขณะทำการทดสอบเพลิงไหม้ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 ซม.	ผจ6
ผจ10	แสดงภาพขณะทำการทดสอบเพลิงไหม้ที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น	ผจ6
ผจ11	แสดงการอ่านค่าการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงขระกำลังทดสอบ	ผฉ7
ผฉ1	แสดงสภาพการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟ ถึงท้องพื้น 30 ซม.	ผฉ2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
ผฉ2	แสดงลักษณะของท้องพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 ซม.	ผฉ2
ผฉ3	แสดงลักษณะการวิบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 ซม.	ผฉ3
ผฉ4	แสดงสภาพการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 ซม.	ผฉ3
ผฉ5	แสดงลักษณะของท้องพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 ซม.	ผฉ4
ผฉ6	แสดงลักษณะการวิบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 ซม.	ผฉ4
ผฉ7	แสดงสภาพการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น	ผฉ5
ผฉ8	แสดงลักษณะของท้องพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น	ผฉ5
ผฉ9	แสดงลักษณะการวิบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น	ผฉ6
ผช1	รูปประกอบการทดสอบเพลิงไหม้พื้นคอนกรีตอัดแรง	ผช1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่	เรื่อง	หน้า
	4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง	45
	4.2.1.การแอ่นตัวของแผ่นพื้น	45
	4.2.1.1.ลวดอัดแรงเกิดการขยายตัว	45
	4.2.1.2.การแยกตัวระหว่างคอนกรีตทับหน้ากับแผ่นพื้น คอนกรีตอัดแรง	45
	4.2.1.3.การเปลี่ยนแปลงหน้าตัดของแผ่นพื้น	45
	4.2.2.การคืนตัวของแผ่นพื้น	46
5	**สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ**	47
	5.1 สรุปผลการศึกษา	47
	5.2 ข้อเสนอแนะ	47
	รายการอ้างอิง	49
	บรรณานุกรม	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

1.1) กล่าวนำ

ในปัจจุบันที่อยู่อาศัยประเภทต่างๆได้แก่ บ้านเดี่ยว ทาวเฮาส์ และอาคารพาณิชย์ ได้มีการเพิ่มจำนวนการก่อสร้างขึ้นอย่างรวดเร็ว(สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุลและคณะ, 2536) องค์ประกอบที่สำคัญในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยอย่างหนึ่งก็คือ พื้น (Slab) ซึ่งในปัจจุบันผู้รับเหมาก่อสร้างได้มีการนำพื้นคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete Slab) เข้ามาใช้อย่างแพร่หลาย เพราะมีราคาถูก และใช้เวลาในการก่อสร้างน้อยกว่าการก่อสร้างพื้นแบบหล่อกับที่ จึงทำให้ในปัจจุบันพื้นคอนกรีตอัดแรงมีความสำคัญมากสำหรับการก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยทั่วๆไป

ในการผลิตพื้นคอนกรีตอัดแรงนั้นจะทำการผลิตได้ 2 วิธี คือ พื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดก่อน(Pretension Concrete Slab) และพื้นคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดทีหลัง(Posttension Concrete Slab) โดยที่พื้นคอนกรีตอัดแรงทั้ง 2 ชนิดนั้นก็จะมีวิธีการใช้และประโยชน์ที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้งานของผู้รับเหมาก่อสร้างแต่ละราย ดังจะเห็นได้จากในปัจจุบันได้มีการนำพื้นคอนกรีตอัดแรงทั้ง 2 ชนิดมาใช้ประโยชน์กันอย่างมากมาย ทั้งอาคารที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์ ทาวเฮาส์ ตึกระฟ้า สะพานลอย เป็นต้น ซึ่งสิ่งสำคัญที่ผู้รับเหมาส่วนใหญ่คำนึงถึงในการตัดสินใจเลือกใช้พื้นคอนกรีตอัดแรงแทนการใช้พื้นแบบหล่อในที่ นั่นก็คือราคาถูกและลดเวลาในการก่อสร้าง นั่นเอง(ศุภวิศวร์ ปัญญาสกุลวงศ์ และ กฤษณ์ แย้มสระโส ,2548)

1.2) ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากอาคารที่อยู่อาศัยต่างๆ สามารถเกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ตลอดเวลา โดยที่ความรุนแรงของเพลิงไหม้นั้นจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจจะส่งผลกระทบต่อคอนกรีตและเหล็กเสริมในอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กได้ และตั้งแต่ในอดีตที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันได้มีการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิเนื่องจากเพลิงไหม้ต่อคอนกรีตเสริมเหล็กไว้หลายการทดลอง อาทิ เช่น "การศึกษากำลังของคอนกรีตเสริมเหล็กที่ถูกเพลิงไหม้"(ดนัย ธารามีและคณะ,2540) หรือ "การประเมินความสามารถใช้งานได้ของอาคารหลังถูกเพลิงไหม้"(พรพล ไทรทองและคณะ,2543)เป็นต้น แต่สำหรับการศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อคอนกรีตอัดแรงนั้นยังมีการศึกษาในด้านนี้กันน้อย(สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุลและคณะ,2536) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อคอนกรีตอัดแรงกันมากขึ้น อีกทั้งจากการศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ผ่านมา ทำให้ทราบว่า "โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ถูกเพลิงไหม้จะมีผลทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมลดลง"(ภาคภูมิ,2534 อ้างถึงใน สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุล,2536) ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและควรศึกษาว่า ในกรณีของพื้นคอนกรีตอัดแรงผลของเพลิงไหม้จะมีผลต่อแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมอย่างไร อีกทั้งแรงยึดเหนี่ยวนั้นมีผลต่อการรับกำลังดัด(Bending)ของพื้นคอนกรีตอัดแรงอย่างไร เมื่อทราบถึงพฤติกรรมการรับกำลังดัด ระยะการคืนตัวและลักษณะการวิบัติที่เกิดขึ้นของพื้นคอนกรีตอัดแรงอันเนื่องมาจากผลกระทบของเพลิงไหม้แล้ว ก็จะสามารถนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ในพื้นคอนกรีตอัดแรงในด้านอื่นๆต่อไปในอนาคต

1.3) วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

ศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดดึงลวดก่อน(Pretention Concrete Slab) ระบบแผ่นกระดาน (Plank) โดยจำลองตามสภาพการใช้งานจริง ในด้านการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับกำลังดัด (Bending) ระยะการคืนตัวและลักษณะการวิบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังถูกเพลิงไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4) ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.) ศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงโดยจำลองตามสภาพการใช้งานจริง ในด้านการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับกำลังดัด (Bending) ระยะการคืนตัว และลักษณะการวิบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังหลังถูกเพลิงไหม้ เท่านั้น

2.) ใช้พื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดดึงลวดก่อน (Pretention Concrete Slab) ระบบแผ่นกระดาน (Plank) ในการทดสอบหาความสามรถในการรับกำลังดัด (Bending) และลักษณะการวิบัติ โดยจำลองสภาพการใช้งานจริงของแผ่นพื้น คือ ทำการจัดเรียงแผ่นพื้น 2 แผ่นติดกัน เทคอนกรีตทับหน้า (Toping) หนา 5 เซนติเมตร และใช้การรองรับแผ่นพื้นทั้ง 2 ด้าน (มอก.1334-2539, ISO 834/1975)

3.) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบการจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้จะใช้เวลาที่ 10 นาที 20 นาที 30 นาที 40 นาที 50 นาที 60 นาที 90 นาที 120 นาที 150 นาทีและ 180 นาที

4.) สภาพการเกิดเพลิงไหม้จริงที่จำลองขึ้น จะทำการจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้ในกรณีการเกิดเพลิงไหม้ใต้แผ่นพื้น เท่านั้น

5.) ใช้พื้นคอนกรีตอัดแรงขนาดความยาว 4 เมตร กว้าง 35 เซนติเมตร หนา 5 เซนติเมตร

6.) ระยะเพลิงไหม้ที่กระทำใต้แผ่นพื้นนั้น จะกำหนดให้ระยะห่างระหว่างใต้แผ่นพื้นกับยอดของเปลวไฟนั้นเท่ากับ 0 เซนติเมตร (ติดกับท้องพื้น) 10 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร

7.) น้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อพื้นคอนกรีตอัดแรง คือน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Loads) และน้ำหนักบรรทุกจร (Live Loads) โดยกำหนดให้น้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงเท่ากับ 150 กิโลกรัม/ตารางเมตร (หน่วยน้ำหนักบรรทุกจรจรสำหรับอาคารประเภทต่างๆ กระทรวงมหาดไทย, 2527)

8.) ใช้แก๊สหุงต้มเป็นตัวให้ความร้อน (จำลองการเกิดเพลิงไหม้) แก่พื้นคอนกรีตอัดแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะทำให้ทราบถึงผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงในด้านความสามารถในการรับกำลังดัด(Bending) ระยะการคืนตัวและลักษณะการวิบัติหลังถูกเพลิงไหม้ ซึ่งจากผลการทดสอบที่ได้สามารถนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลที่ใช้ในการอ้างอิงเพื่อศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ในคอนกรีตอัดแรงด้านอื่นๆต่อไปในอนาคต หรืออาจจะใช้เป็นส่วนหนึ่งในแนวทางการตัดสินใจหรือแนวทางการตรวจสอบว่าอาคารโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงที่โดนเพลิงไหม้ จะสามารถใช้งานต่อไปได้อีกหรือไม่

1.6) ขั้นตอนการดำเนินงานและวิธีการศึกษา

1.) ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่างที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย อาทิเช่น นิยามต่างๆ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผลงานวิจัยที่ผ่านมา หรือแม้กระทั่งมาตรฐานต่างๆที่ใช้ จากห้องสมุดสถาบัน ห้องสมุดคณะ วารสารและข่าวสารต่างๆ อินเตอร์เน็ต เป็นต้น

2.) กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตและวิธีการที่จะใช้ในการทดสอบผลของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรง

3.) ทำการจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้และสั่งซื้อพื้นคอนกรีตอัดแรงตามจำนวนที่ต้องการใช้ทดสอบ

4.) ทำการทดสอบผลของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรง ในด้านการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับกำลังดัด (Bending) ระยะการคืนตัวและลักษณะการวิบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรง ตามวิธีการทดสอบที่ได้กำหนดไว้

5.) ทำการรวบรวมผลการทดสอบที่ได้และวิเคราะห์ผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงว่ามีผลกระทบด้านใดบ้าง และส่งผลกระทบมากน้อยเพียงใด

6.) ทำการสรุปผลการทดสอบผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงว่าให้ข้อสรุปอย่างไร และผลการทดสอบที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่

7.) ทำการเขียนรายงานปริญญานิพนธ์และนำเสนอโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 คอนกรีตอัดแรง

2.1.1 ประวัติคอนกรีตอัดแรง (Narbey, 1969 อ้างถึงใน สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุล, 2536)

หลักการอัดแรงโครงสร้างเพื่อปรับปรุงพฤติกรรมบางอย่างขององค์อาคารได้เป็นที่ทราบกันเป็นเวลา นานหลายร้อยปี แต่การนำหลักการนี้มาประยุกต์กับงานคอนกรีตได้เริ่มต้นเมื่อร้อยปีที่แล้ว ในปี ค.ศ. 1886, P.H. Jackson วิศวกรแห่งเมืองซานฟรานซิสโก สหรัฐอเมริกาได้จดทะเบียนการก่อสร้างแผ่นพื้นคอนกรีตโดยการขันท่อนเหล็ก เพื่อยึดพื้นคอนกรีตเข้าด้วยกัน ในปี ค.ศ. 1888, C.E.W. Doehring ได้จะทะเบียนการก่อสร้างแผ่นพื้นคอนกรีตโดยการอัดแรงก่อนการรองรับน้ำหนัก บรรทุกในประเทศเยอรมัน อย่างไรก็ตามวิธีก่อสร้างแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงในระยะนั้นไม่ใคร่ประสพความสำเร็จมากนัก ทั้งนี้เพราะแรงอัดแผ่นพื้นเกิดขึ้นเนื่องจากการขันท่อนเหล็กกล้าละมุนให้ ตึง เมื่อเวลาผ่านไปนาน ๆ แผ่นพื้นคอนกรีตหดตัวเนื่องจากการคืบหรือการหดตัวเนื่องจากสูญเสียความชื้น ทำให้แรงอัดแผ่นพื้นก่อนเหลืออยู่เพียงเล็กน้อย ถึงแม้ว่า C.R. Steiner ในปี ค.ศ. 1908 จะใช้วิธีขันท่อนเหล็กให้แน่นใหม่หลังจากคอนกรีตได้หดตัวไปบ้างแล้ว และค่าก่อสร้างวิธีนี้ก็สูงมากกว่าที่จะก่อสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ธรรมดา จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1925 R.E. Dill ใช้ท่อนเหล็กกำลังสูงเสริมคอนกรีต ในการก่อสร้างเหล็กจะถูกทาสารป้องกันการยึดเหนี่ยวก่อนการเทคอนกรีต เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วจึงอัดแรงเข้าสู่คอนกรีตโดยการขันน็อตขันกับคานวิธี นี้คือการก่อสร้างแบบดึงเหล็กทีหลัง (post tensioning) อย่างไรก็ดีการก่อสร้างคอนกรีตอัดแรงก็ไม่แพร่หลายนัก

การพัฒนา คอนกรีตอัดแรงสมัยใหม่ได้ริเริ่มในประเทศฝรั่งเศส โดย E. Ereyssinet ในปี ค.ศ. 1928 โดยริเริ่มใช้ลวดเหล็กซึ่งกำลังประลัยถึง 17,500 กก./ซม2 ในการผลิตคอนกรีตอัดแรง เราลองพิจารณาว่าลวดเหล็กกำลังสูงนี้ถูกดึงจนเกิดหน่วยแรงประมาณ 10,000 กก./ซม2 เนื่องจากโมดูลัสของความยืดหยุ่นของลวดกำลังสูงไม่ต่างจากเหล็กกล้าละมุนมาก นัก ดังนั้นจะเกิดความเครียดในลวดเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังสูงเป็น 10,000/2,000,000 เท่ากับ 0.005 เมื่อคอนกรีตเกิดการหดตัวคิดเป็นความเครียด 0.001 จะเห็นว่ายังเหลือหน่วยแรงอัดก่อนอยู่ เท่ากับ 0.004x2,000,000 เท่ากับ 8,000 กก./ซม2 ซึ่งเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ของแรงอัดก่อนแรกเริ่ม หลังจากปี ค.ศ. 1930 ได้มีการพัฒนาวิธีอัดแรงแบบดึงเหล็กก่อน (pre-tensioning) ในประเทศเยอรมันโดย E. Hoyer รวมถึงการพัฒนาแม่แรงไฮดรอลิคที่ใช้ดึงลวดและอุปกรณ์ยึดลวดในประเทศฝรั่งเศส และประเทศเบลเยี่ยม และการก่อสร้างโดยใช้คอนกรีตอัดแรงได้เป็นที่แพร่หลายตั้งแต่หลังสงครามโลก ครั้งที่สองเป็นต้นมา

ในประเทศไทยได้เริ่มมีการก่อสร้างสะพานคอนกรีต อัดแรงในช่วง หลัก พ.ศ. 2505 โดยมีการผลิตคานสะพานคอนกรีตอัดแรงช่วงยาวต่าง ๆ กันตั้งแต่ 5.00 เมตร จนถึง 60 เมตร ในระยะหลังได้มีโรงงานก่อสร้างเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง พื้นอาคารคอนกรีตอัดแรงสำเร็จรูปตลอดจนการก่อสร้างระบบพื้นไร้คานแบบหล่อใน ที่และดึงเหล็กทีหลังหลายโครงการ การก่อสร้างโดยใช้คอนกรีตอัดแรงเป็นที่นิยมกันมาก เพราะทั้งประหยัดเวลาและค่าก่อสร้าง เพราะองค์อาคารน้ำหนักน้อยเมื่อเทียบกับคอนกรีตเสริมเหล็ก นอกจากนี้การก่อสร้างระบบอัดแรงแบบดึงเหล็กก่อนสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมากในเวลาสั้น

2.1.2 วิธีการอัดแรงสำหรับคอนกรีตอัดแรง (Libby, 1984 อ้างถึงใน สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุล, 2536)

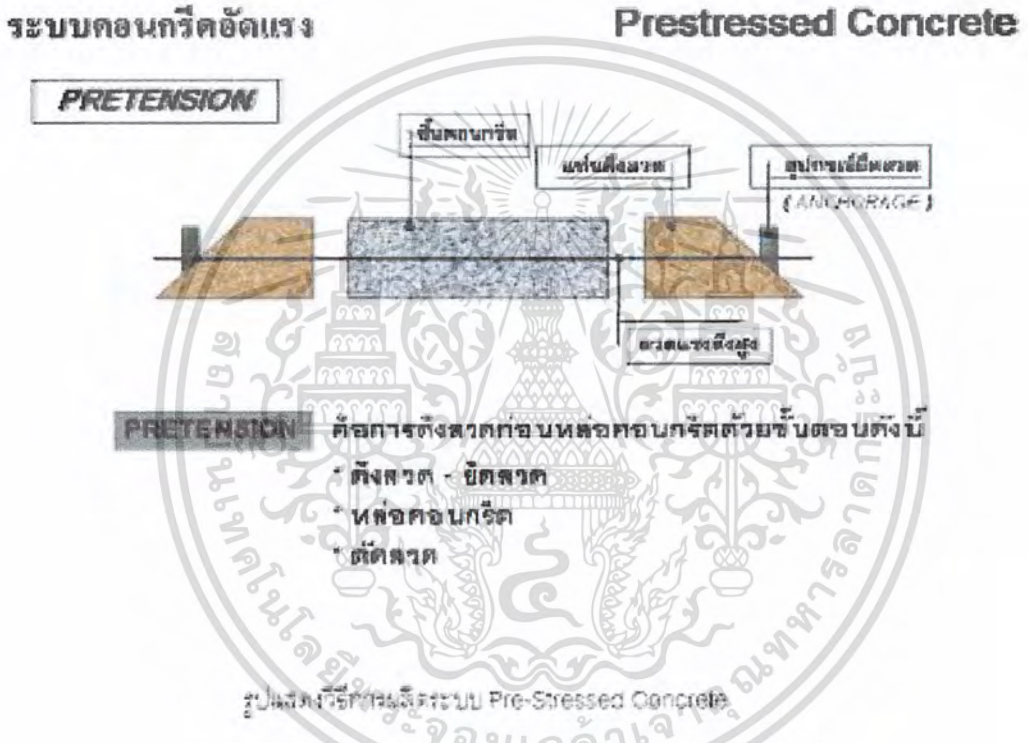
2.1.2.1 การอัดแรงแบบดึงลวดก่อน

วิธีนี้เรียกว่าการอัดแรงภายใน เป็นวิธีก่อสร้างคอนกรีตอัดแรงที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะการก่อสร้าง ทำได้รวดเร็ว วิธีนี้เหมาะสำหรับการผลิตในโรงงานซึ่งมีการก่อสร้าง อบัตเมนต์ถาวร การอัดแรงแบบดึงเหล็กก่อนหมายถึง เราดึงเหล็กก่อนการเทคอนกรีต ขั้นตอนก่อสร้างเริ่มต้นจากการเตรียมแบบหล่อคอนกรีต จากนั้นจึงขึงลวดกำลังสูงหรือลวดเหล็กตีเกลียวกำลังสูงหรือตามสะแตรนด์ตาม แนวเหล็กที่ออกแบบไว้ ลวดเหล็กนี้มีปลายยึดกับอบัตเมนต์โดยใช้อุปกรณ์ยึด (anchorage) ในกรณีที่แนวของลวดประกอบด้วยเส้นตรงหักมุม จะต้องออกแบบอุปกรณ์สำหรับยึดเส้นลวดด้วย ลวดเหล็กกำลังสูงถูกดึงให้ตึงจนได้แรงในเส้นลวดเท่ากับจำนวนที่ต้องการ ทั้งนี้จะต้องตรวจสอบความดันของน้ำมันไฮดรอลิคและระยะยืดของเส้นลวดด้วย เมื่อทำการดึงเหล็กแล้วจึงเทคอนกรีตลงในแบบหล่อตามปกติคอนกรีตที่ใช้จะเป็นชนิดคอนกรีตกำลังสูงกว่าคอนกรีตในงานคอนกรีต เสริมเหล็ก เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วก็ทำการบ่ม (curing) ต่อไปอีก 3-7 วัน จนกำลังของคอนกรีตเพิ่มขึ้นมากพอ จึงทำการอัดแรงคอนกรีตโดยการตัดลวด เนื่องจากลวดมีการยึดเหนี่ยวกับคอนกรีตตลอดเส้น เมื่อตัดลวดแรง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดึงในเหล็กจะถ่ายเป็นแรงอัดในคอนกรีตโดยผ่านแรงยึดเหนี่ยวที่ บริเวณปลายคาน (transfer of prestress) หลังจากนั้นองค์อาคารก็สามารถขนส่งไปยังสถานที่ก่อสร้างได้

การก่อสร้างแบบดึงเหล็กก่อนเหมาะสำหรับการผลิตเป็นจำนวนมาก ในเวลาเดียวกันในระบบผลิตแบบนี้โครงสร้างฐานแบบอบัตเมนต์จะมีระยะห่างกัน มากกว่า 100 เมตร ซึ่งฐานหล่อคอนกรีตจะมีความยาวที่จะหล่อองค์อาคารได้หลายท่อนพร้อม ๆ กัน ระบบผลิตนี้นิยมใช้สำหรับการก่อสร้างเสาเข็ม คาน สะพาน หรือพื้นสำเร็จรูป



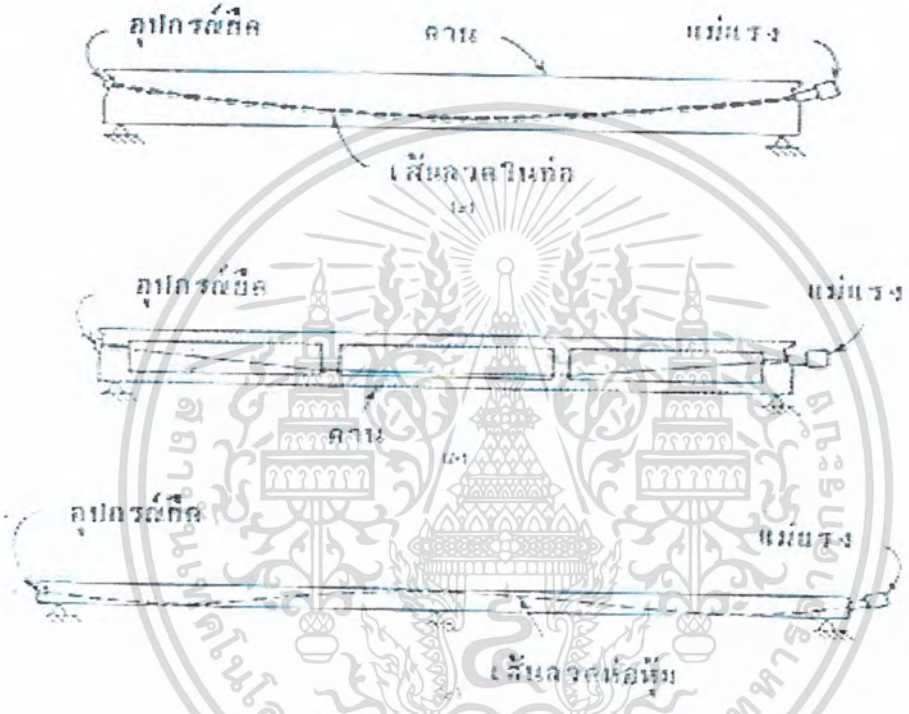
รูปที่2.1: แสดงวิธีอัดแรงแบบดึงลวดก่อน

2.1.2.2 การอัดแรงแบบดึงลวดทีหลัง

วิธีนี้เป็นการอัดแรงในอีกวิธีหนึ่งซึ่งใช้กันแพร่หลายเช่น เดียวกัน เหมาะสำหรับโครงสร้างซึ่งมีขนาดใหญ่ซึ่งไม่สะดวกในการขนส่ง หรือสำหรับสถานที่ก่อสร้างซึ่งอยู่ห่างไกลโรงงานผลิตมาก ท่อ conduit และลวดเหล็กกำลังสูงจะถูกร้อยภายในแบบหล่อองค์อาคารคอนกรีตพร้อมอุปกรณ์ แองคอเรจทั้งสองข้าง จากนั้นจึงทำการเทคอนกรีต เมื่อคอนกรีตแข็งตัวและได้รับการบ่มจนมีกำลังสูงเพียงพอจึงทำการอัดแรงโดย ใช้แม่แรงไฮดรอลิค ดึงเหล็กให้ยืดออกโดยยันกับตัวคานคอนกรีตเอง และลวดเหล็กจะขึงตึงระหว่างปลายทั้งสองข้างโดยการยึดของตัวลิ่มในอุปกรณ์แองคอเรจ เราสามารถจะทำให้ลวดเหล็กยึดติดกับเนื้อคอนกรีตตลอดความยาวของคานได้โดย การอัดมอร์ต้าที่ปลายข้างแม่แรงเข้าไปในท่อ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

conduit จนเต็ม tendon ที่มีการอัดมอร์ต้านี้เรียกว่า bonded tendon ส่วน tendon ที่ไม่ได้มีการอัดมอร์ต้าใน conduit เรียกว่า unbonded tendon คานซึ่งมี bonded tendon จะมีพฤติกรรมในช่วง overload ดีกว่าคานซึ่งมี unbonded tendon ตามปกติ tendon หนึ่งจะประกอบด้วยลวดกำลังสูงหรือ strand หลายเส้นร้อยอยู่ใน conduit ท่อเดียวกันและอุปกรณ์ anchorage ที่ปลายคานจะมีจำนวนรูสำหรับยึดลวดเท่ากับจำนวนลวดหรือ strand ใน conduit



รูปที่2.2: แสดงวิธีอัดแรงแบบดึงลวดทีหลัง

2.1.3 วัสดุสำหรับคอนกรีตอัดแรง

2.1.3.1 **คอนกรีต** (สนั่น เจริญเผ่า, 2530 อ้างถึงใน สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุล, 2536)

คอนกรีตที่ใช้จะต้องมีความต้านทานต่อแรงอัดสูงกว่าคอนกรีตที่ใช้ในงานคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา ทั้งนี้เพราะคอนกรีตกำลังสูงมี

- โมดูลัสยืดหยุ่นสูง ซึ่งจะช่วยลดการเสื่อมสูญของการอัดแรง

- มีความต้านทานต่อแรงกดสูงซึ่งจะช่วยลดแรงกดที่ปลายหัวยึดในคอนกรีตอัดแรงแบบดึงลวดทีหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีความยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมดีกว่า

- มีความต้านทานต่อแรงดึงและแรงเฉือนสูง

โดยปกติใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัดทรงกระบอกมาตรฐานที่อายุ 28 วันระหว่าง 350-600 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ปูนซีเมนต์ที่ใช้โดยปกติใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 3 ประเภทแข็งตัวเร็ว

2.1.3.2 เหล็กเสริมอัดแรง (T.Y.LIN, 1981 อ้างถึงใน สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุล, 2536)

นิยมใช้เหล็กกล้ากำลังสูง ที่มีกำลังแรงดึงไม่ต่ำกว่า 16000 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อลดการเสื่อมสูญของการอัดแรง เหล็กเสริมที่ใช้กันมี 3 ชนิดคือ ลวดเส้นเดี่ยว ลวดเส้นหลักฟั่นเกลียวและลวดเหล็กกลุ่มที่ประกอบด้วยลวดเหล็กฟั่น 7 เส้นต่อกลุ่ม

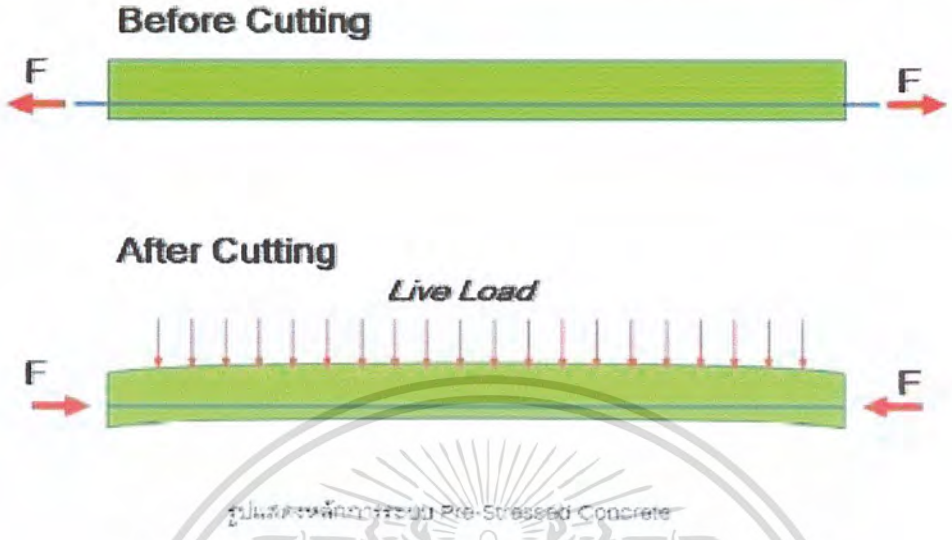
ในประเทศไทยเหล็กเสริมสำหรับงานคอนกรีตอัดแรงนิยมใช้ชนิด ลวดเส้นเดี่ยวและลวดฟั่นเกลียวแบบกลุ่ม ขนาดของลวดกำลังสูงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. , 5 มม. , 6 มม. , 7 มม.

2.1.4 หลักการของแผ่นพื้นสำเร็จรูปคอนกรีตอัดแรง (สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุล, 2536)

แผ่นพื้นสำเร็จรูปคอนกรีตอัดแรงเป็นคอนกรีตอัดแรงประเภทอัดแรงก่อน มีวิธีการทำคือดึงลวดก่อนแล้วจึงเทคอนกรีต เมื่อคอนกรีตได้กำลังตามที่กำหนดจึงตัดลวดอัดแรง ลวดอัดแรงก็จะพยายามหดตัวกลับ แต่เนื่องจากระหว่างผิวของลวดกับคอนกรีตมีแรงยึดเกาะและแรงเสียดทานอยู่ ทำให้เกิดการถ่ายแรงดึงในลวดอัดแรงเข้าสู่เนื้อคอนกรีตเกิดเป็นแรงอัดในคอนกรีต เนื่องจากลวดอัดแรงอยู่ในระดับแกนศูนย์ถ่วงของหน้าตัดจึงทำให้เกิดเฉพาะแรงอัดในแผ่นพื้นเท่านั้น ในการใช้งานต้องเทคอนกรีตทับหน้าก่อน ทำให้เกิดคุณสมบัติเป็นหน่วยแรงดึงที่ขอบบนของแผ่นพื้นและเป็นหน่วยแรงอัดที่ขอบล่างของแผ่นพื้น เมื่อเกิดแรงกระทำจากภายนอกจะทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปโดยเกิดเป็นหน่วยแรงอัดที่ขอบบนของแผ่นพื้นและเกิดหน่วยแรงดึงที่ขอบล่างของแผ่นพื้น

แรงอัดของคอนกรีตที่เกิดจากลวดอัดแรงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้แผ่นพื้นสำเร็จรูปคอนกรีตอัดแรงสามารถรับน้ำหนักกระทำจากภายนอกได้มากกว่าแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กเมื่อขนาดหน้าตัดและการเสริมเหล็กเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



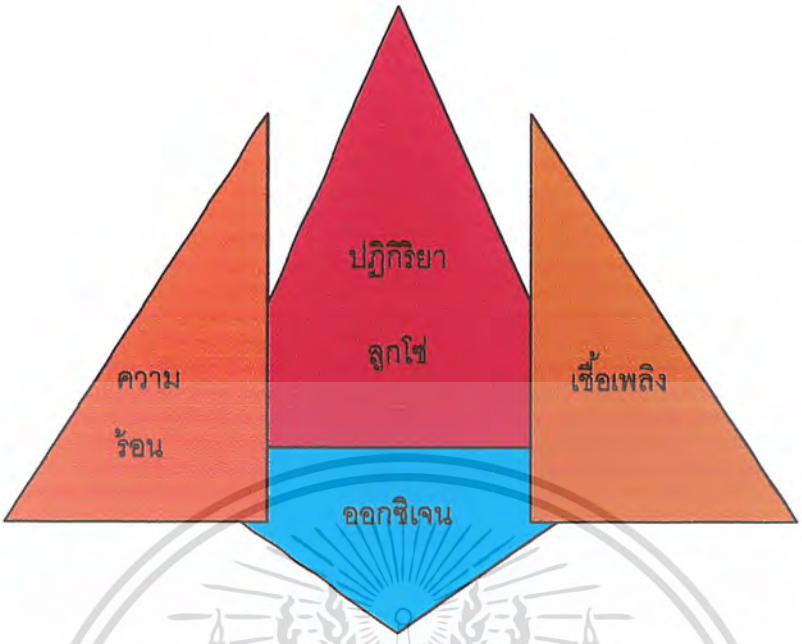
รูปที่2.3: แสดงหลักการระบบอัดแรงแบบดึงลวดก่อน

2.2 เพลิงไหม้

2.2.1 ขบวนการเกิดเพลิงไหม้ (ว่าที่ ร.อ.หญิง กนิษฐพรรณ ภุมมะโสภณ)

เพลิงไหม้ เกิดจากการสันดาป (Combustion) คือ ปฏิกิริยาทางเคมี ที่เกิดจากการรวมตัวของเชื้อเพลิงกับออกซิเจน ซึ่งเป็นผลให้เกิดความร้อนและแสงสว่างกับสภาพการเปลี่ยนแปลง ซึ่งไฟที่เกิดขึ้นได้ต้องประกอบไปด้วย องค์ประกอบ 3 อย่าง คือ เชื้อเพลิง ความร้อน (ที่สูงมาก ๆ) และออกซิเจน จนเกิดเป็นปฏิกิยาลูกโซ่ไปเรื่อย ๆ โดยมีการเคลื่อนที่ของความร้อน (Heat Transfer) ได้แก่ การพาความร้อน (Convection) การนำความร้อน (Conduction) และ การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดอัคคีภัยอย่างรวดเร็ว และก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรง หากไม่มีการควบคุมที่ดี และถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.4: องค์ประกอบของการเกิดเพลิงไหม้

เชื้อเพลิง คือ สิ่งที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้มาจากสารเคมี ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ สารอนินทรีย์และอินทรีย์เคมี โดยสารอนินทรีย์ เป็นสารจำพวกแร่ธาตุที่ไม่ได้เกิดจากสิ่งมีชีวิต และไม่มีส่วนประกอบของคาร์บอน (C) ส่วนสารอินทรีย์ เป็นสารที่มาจากสิ่งมีชีวิต มีส่วนประกอบของธาตุคาร์บอนอยู่เสมอ ซึ่งเป็นสารไวไฟ

ความร้อน เป็นสิ่งที่ทำให้อุณหภูมิของเชื้อเพลิงสูงขึ้นเมื่อถึงจุดติดไฟ (Ignition Point) ทำให้องค์ประกอบของการเกิดไฟ (ปฏิกิริยาสันดาป) เกิดขึ้นอย่างเหมาะสม ซึ่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิดย่อมจะมีจุดติดไฟไม่เหมือนกัน เช่น เชื้อเพลิงเหลวอาจมีจุดติดไฟมากกว่าเชื้อเพลิงแข็ง โดยสามารถแยกคุณสมบัติของความร้อนที่ทำให้เชื้อเพลิงถึงจุดติดไฟต่าง ๆ ได้คือ

2.2.1.1 จุดวาบไฟ (Flash Point) เป็นจุดที่ปริมาณความร้อนเพียงพอให้เชื้อเพลิงเหลวหรือแข็งใด ๆ คายไอหรือกลายเป็นไอเข้าผสมกับอากาศอย่างได้สัดส่วน และการเกิดลุกไหม้วาบขึ้นชั่วขณะแล้วก็ดับไป เพราะอัตราการระเหยของสารเชื้อเพลิงจากของแข็งหรือของเหลวน้อยเกินกว่าที่จะทำให้เกิดเปลวไฟอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 จุดลุกติดไฟ (Fire Point) เป็นจุดที่มีปริมาณความร้อนเพียงพอให้เชื้อเพลิงเหลวหรือแข็งใด ๆ คายไอหรือกลายเป็นไอเข้าผสมกับอากาศอย่างได้สัดส่วน และการเกิดลุกไหม้ขึ้นเมื่อมีเปลวไฟหรือประกายไฟที่เหมาะสม และเกิดการเผาไหม้อย่างต่อเนื่องโดยปกติ และจุดติดไฟของสารเชื้อเพลิงจะสูงกว่าจุดวาบไฟมากหรือน้อยขึ้นกับคุณสมบัติของเชื้อเพลิงนั้น ๆ

2.2.1.3 จุดลุกติดไฟได้เอง (Auto – Ignition Temperature หรือ AIT) เป็นจุดอุณหภูมิที่ทำให้สารเชื้อเพลิงเกิดการลุกไหม้ขึ้นได้เอง โดยไม่ต้องอาศัยการจุดติดไฟจากแหล่งภายนอก

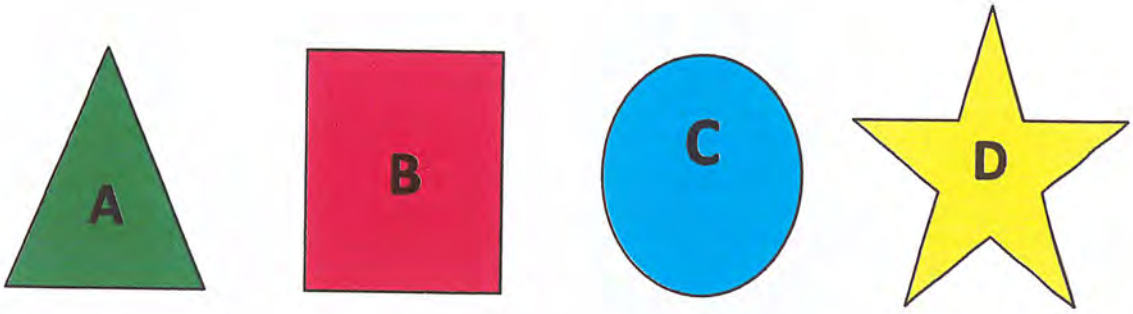
ออกซิเจนในบรรยากาศ (Oxygen) โดยทั่ว ๆ ไป บรรยากาศจะมีก๊าซผสมกันอยู่หลายชนิด ซึ่งแบ่งได้ออกเป็น ไนโตรเจน (N_2) 79.04 % ออกซิเจน (O_2) 20.93 % และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 0.03 % โดยออกซิเจนจะเป็นตัวที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ ในการเผาไหม้แต่ละครั้งต้องการออกซิเจนประมาณ 16 % เท่านั้น ถ้ามีออกซิเจนต่ำกว่านั้นไฟจะมอบดับเองได้ ดังนั้นจะเห็นว่าเชื้อเพลิงทุกชนิดถูกล้อมรอบไปด้วยออกซิเจนอย่างเพียงพอสำหรับการเผาไหม้ ยิ่งมีอกซิเจนมากเชื้อเพลิงก็ยิ่งติดไฟดีขึ้น และเชื้อเพลิงบางประเภทมีออกซิเจนในตัวเองอย่างเพียงพอที่จะทำให้ตัวเองลุกไหม้ได้โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจนที่อยู่โดยรอบ

การแบ่งประเภทของเพลิง

ประเภทของเพลิง แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ตามมาตรฐาน NFPA (National Fire Protection Association)

- ประเภทเอ (A) หมายถึง เพลิงที่เกิดจากวัตถุไหม้ไฟโดยทั่วไป เช่น ไม้ กระดาษ ถ่านหิน เป็นต้น เชื้อเพลิงประเภทนี้เมื่อเผาไหม้แล้วจะเกิดเป็นขี้เถ้าเหลืออยู่ (สัญลักษณ์เป็นสามเหลี่ยมพื้นสีเขียวตัวอักษร A สีดำ)
- ประเภทบี (B) หมายถึง เพลิงที่เกิดจากสารเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลวและแก๊ส จะไม่มีขี้เถ้าเหลืออยู่ (สัญลักษณ์เป็นสี่เหลี่ยมพื้นสีแดงตัวอักษร B สีดำ)
- ประเภทซี (C) หมายถึง เพลิงที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ (สัญลักษณ์เป็นวงกลมพื้นสีฟ้าตัวอักษร C สีดำ)
- ประเภทดี (D) หมายถึง เพลิงที่เกิดจาโลหะติดไฟ เช่น แมกนีเซียม ไตตาเนียม ลิเทียม เป็นต้น (สัญลักษณ์เป็นรูปดาวพื้นสีเหลืองตัวอักษร D สีดำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.5: สัญลักษณ์และสีของการแบ่งประเภทของเพลิง

2.2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับปริมาณไฟ (ภาคภูมิ, 2534 อ้างถึงใน สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุล, 2536)

นักวิจัยชาวอเมริกันชื่อ Ingberg ได้เสนอ "แนวความคิดเกี่ยวกับปริมาณไฟ" ในปี ค.ศ.1920 ไว้ดังนี้

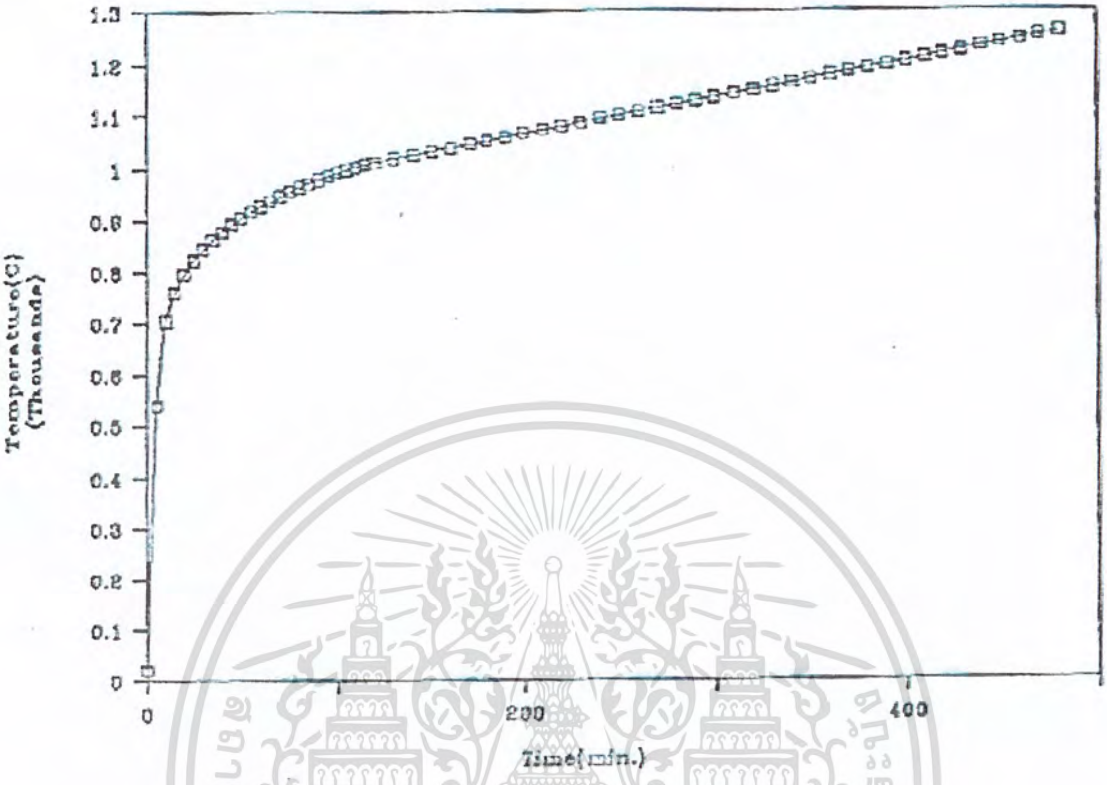
- ความทนทานขององค์อาคารขึ้นกับ **ความรุนแรงของไฟ** เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ความรุนแรงของไฟสำหรับอาคารหรือเตาไฟที่ใช้ในการทดสอบซึ่งลอกเลียนแบบไฟจริงๆ นั่นคือพื้นที่ใต้กราฟอุณหภูมิกับเวลานั่นเอง

- ความรุนแรงขงไฟขึ้นกับ **ความเข้มข้นของปริมาณไฟ** เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ข้อสมมติฐานดังกล่าวนั้นง่ายและไม่ถูกต้องนัก เนื่องจากความรุนแรงของไฟไม่ได้ขึ้นกับความเข้มข้นของปริมาณไฟเพียงอย่างเดียว จริงๆแล้วยังขึ้นอยู่กับพื้นที่ของช่องเปิด ชนิดและน้ำหนักของเชื้อเพลิง คุณสมบัติทางความร้อนของกำแพง พื้นเพดาน เป็นต้น แต่ตัวประกอบเหล่านี้มีผลน้อยกว่าเมื่อเทียบกับความเข้มข้นของปริมาณไฟ และจนถึงบัดนี้ก็ยังไม่มีแนวความคิดอื่นที่สามารถเลียนแบบไฟให้ใกล้เคียงได้เท่านี้ ดังนั้นแนวความคิดเกี่ยวกับปริมาณไฟนี้จึงยังคงใช้กันอยู่ และใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างเส้นโค้งมาตรฐานอุณหภูมิกับเวลาด้วย

2.2.3 เส้นโค้งมาตรฐานอุณหภูมิกับเวลา (ASTM E119)

ASTM E119 ได้เสนอเส้นโค้งมาตรฐานอุณหภูมิกับเวลา ที่มีความเข้มข้นของปริมาณไฟใกล้เคียงกับไฟที่เกิดขึ้นจริงๆ ในอาคาร โดยมีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 10 % ต่อพื้นที่หนึ่งตารางฟุตต่อชั่วโมง ใช้เป็นมาตรฐานการทดสอบกับองค์ประกอบของอาคารและวัสดุทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.6: เส้นโค้งมาตรฐานระหว่างอุณหภูมิกับเวลาตามมาตรฐาน ASTM E119

2.2.4 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับความรุนแรงของไฟ (ภาคภูมิ, 2534 อ้างถึงใน สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุล, 2536)

ความรุนแรงของไฟจริงๆแล้วก็คือ พลังความร้อนที่สามารถทำลายคุณสมบัติในการต้านทานและทนทานไฟของวัสดุ พลังงานความร้อนในที่นี้ก็คือพื้นที่ใต้เส้นโค้ง ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลานั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดเกี่ยวกับปริมาณไฟที่ว่า ความรุนแรงของไฟก็คือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งอุณหภูมิกับเวลา เนื่องจากเส้นโค้งอุณหภูมิกับเวลาที่เกิดขึ้นจริงๆนั้น จะมีลักษณะแบบหนึ่งที่แตกต่างจากเส้นโค้งมาตรฐานอุณหภูมิกับเวลาของ ASTM ซึ่งสามารถแปลงให้อยู่ในรูปของมาตรฐานได้ โดยการกำหนดให้พื้นที่ใต้เส้นโค้งมาตรฐานมีค่าเท่ากันกับเส้นโค้งของไฟจริงๆ นั่นก็คืออาศัยหลักการของพลังงานนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 อิทธิพลของไฟที่มีต่อคอนกรีตและลวดอัดแรง (ภาคภูมิ, 2534 อ้างถึงใน สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุล, 2536)

1.) คอนกรีต

-กำลังของคอนกรีตที่อุณหภูมิต่างๆ

กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะมีค่าลดลง ดังตาราง

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	เปอร์เซ็นต์การลดลงของกำลังอัด
200	0.18
400	2.45
600	65.03

ตารางที่2.1: แสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของกำลังอัดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

-ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นที่อุณหภูมิต่างๆ

เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นของคอนกรีตจะมีค่าลดลง โดยที่อุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียส ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นจะมีค่าลดลงเหลือประมาณ 50 % ของค่าเริ่มต้นโดยทำการเผาแท่งตัวอย่างทดสอบตามมาตรฐานไฟ ASTM E119 เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

-การหลุดกะเทาะของคอนกรีต (Spalling)

การหลุดกะเทาะของคอนกรีตส่วนใหญ่จะมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

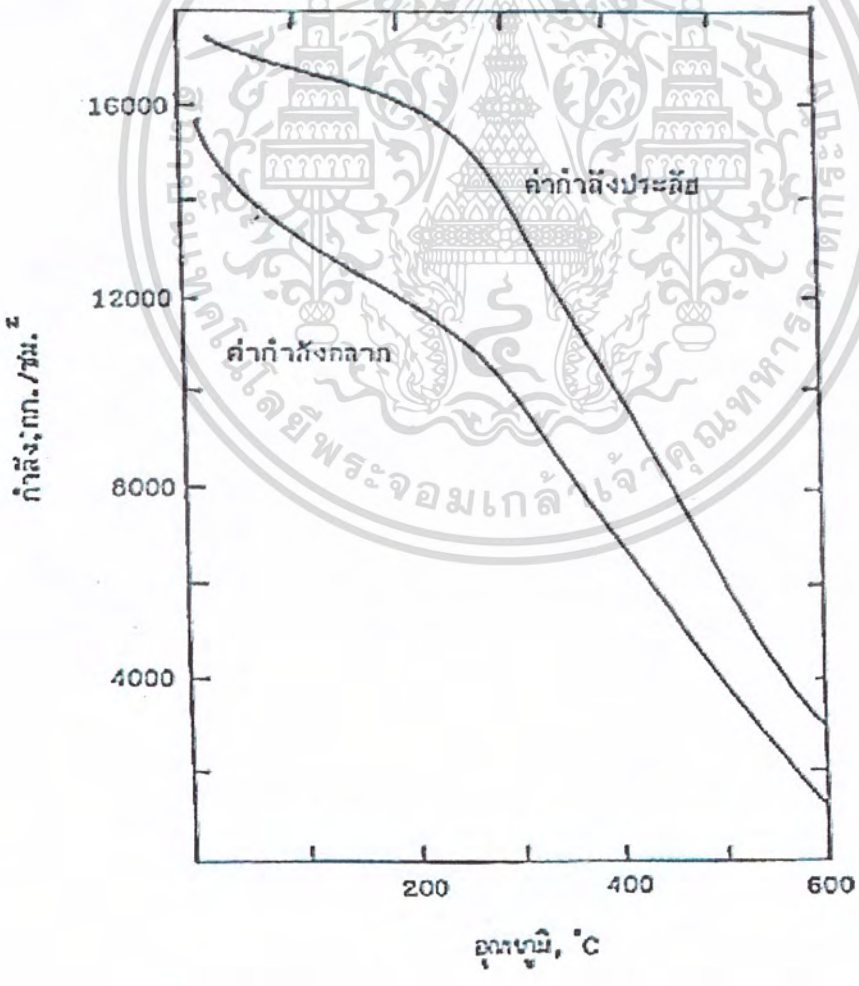
2.2.5.1 คอนกรีตอัดตัว(Excessive Compression) เนื่องจากโครงสร้างคอนกรีตมีความหนา เมื่อคอนกรีตถูกความร้อนผิวชั้นนอกจะร้อนกว่าผิวชั้นในทำให้เกิดการขยายตัวมากกว่า แต่การขยายตัวนี้จะถูกต้านทานและยึดรั้งไว้โดยผิวชั้นในที่เย็นกว่า ทำให้มีแรงอัดเกิดขึ้นที่ผิวชั้นนอก ถ้าแรงอัดที่เกิดขึ้นสูงกว่าค่ากำลังสูงสุดของคอนกรีตจะทำให้คอนกรีตที่ผิวนอกหลุดกระเทาะออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) แรงดันของไอน้ำภายในคอนกรีต เนื่องจากคอนกรีตเป็นของผสมที่มีน้ำรวมอยู่ด้วย ดังนั้นเมื่อคอนกรีตถูกไฟไหม้ ไอน้ำที่ผิวนอกบางส่วนจะระเหยออกมา และมีบางส่วนถูกไล่เข้าไปในแกนกลาง ผิวนอกที่สูญเสียน้ำก็จะแห้งและเปราะ และเป็นตัวกันไม่ให้ไอน้ำภายในระเหยออกมาเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นด้วยทำให้ดันเนื้อคอนกรีตให้แตกออกและระเบิดออกมาได้

2.2.5.2 ลวดอัดแรง

เหล็กเมื่อถูกความร้อนที่อุณหภูมิสูงๆ ค่ากำลังรับแรงดึงประลัยและค่ากำลังคลากจะมีค่าลดลง



รูปที่2.7:แสดงกำลังคลากของลวดอัดแรงที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3 ความต้านทานต่ออัคคีภัยของพื้นคอนกรีตอัดแรง(มาตรฐาน ว.ส.ท.2549)

2.3.1 ทั่วไป

องค์อาคารคอนกรีตเมื่อถูกเพลิงไหม้ จะค่อยๆสูญเสียกำลังและสติฟเนส สำหรับการป้องกันสถานะสิ้นสุด องค์อาคารจะต้องสามารถคงกำลังไว้ได้เพียงพอ และสมารถจำกัดการส่งถ่ายความร้อนไปยังผิวด้านที่ไม่ถูกไฟไหม้ ไม่ให้สูงเกิน 120 องศาเซลเซียสได้ ระยะเวลาคงทนต่อเพลิงไหม้(fire endurance) จะถูกกำหนดโดยเวลาที่ผ่านไปในระหว่างการทดสอบเผาชิ้นส่วน (fire test) ตามมาตรฐานที่เหมาะสม จนกระทั่งเหล็กเสริมอัดแรงร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิวิกฤติ (critical temperature) สำหรับชิ้นส่วนไร้การเหนี่ยวรั้ง(unrestrained) เสริมด้วยเหล็กเสริมอัดแรงรีดเย็น อุณหภูมิวิกฤติคือ 425 องศาเซลเซียส ในกรณีที่มีการเหนี่ยวรั้งขององค์อาคาร ระยะเวลาการคงทนต่อเพลิงไหม้จะเพิ่มขึ้นมาก ในทางปฏิบัติอาจใช้ค่าเป็นสองเท่าของระยะเวลาขององค์อาคารไร้การเหนี่ยวรั้งที่มีหน้าตัดและช่วงยาวเหมือนกัน

2.3.2 แผ่นพื้น

ความต้านทานต่ออัคคีภัยของแผ่นพื้น ขึ้นอยู่กับความหนาอย่างน้อยที่สุดของพื้นคอนกรีตและความหนาเฉลี่ยของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมอัดแรงในส่วนที่รับแรงดึง ในการประมาณความหนาของคอนกรีตอาจพิจารณาผลของวัสดุตกแต่งพื้นที่ไม่ไหม้ไฟได้ ตารางที่2.2 และ2.3 ให้ค่าความหนาของแผ่นพื้น และความหนาเฉลี่ยของคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมอัดแรงตามลำดับสำหรับระยะเวลาคงทนต่อเพลิงไหม้ต่างๆ ความหนาของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมอัดแรงเส้นใดก็ตาม ต้องไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความหนาที่ระบุไว้ และไม่น้อยกว่าค่าที่ให้สำหรับช่วงเวลาทนไฟหนึ่งชั่วโมง

ชนิดของมวลรวม	ความหนาของแผ่นพื้น(มม.)สำหรับระยะเวลาคงทนต่อเพลิงไหม้				
	1 ชั่วโมง	1.5 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง
คาร์บอเนต (carbonate)	85	100	115	150	165
ซิลิเซียส (siliceous)	90	110	125	155	175

ตารางที่2.2:ความหนาของแผ่นพื้นอย่างน้อยที่สุดสำหรับระยะเวลาคงทนต่อเพลิงไหม้ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

117585

สภาพการเหนี่ยวรั้ง	ชนิดของมวลรวม	ความหนาของแผ่นพื้น(มม.)สำหรับระยะเวลาคงทนต่อเพลิงไหม้				
		1 ชั่วโมง	1.5 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง
ไม่เหนี่ยวรั้ง	คาร์บอเนต	20	25	35	45	-
ไม่เหนี่ยวรั้ง	ซิลิเซียส	20	30	40	55	-
เหนี่ยวรั้ง	คาร์บอเนต	20	20	20	25	30
เหนี่ยวรั้ง	ซิลิเซียส	20	20	20	25	30

ตารางที่2.3:ความหนาอย่างน้อยที่สุดของคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมอัดแรงในแผ่นพื้น

สำหรับแผ่นพื้นไร้คานคอนกรีตอัดแรงชนิดไม่ยึดเหนี่ยว ควรเสริมเหล็กธรรมดาชนิดยึดเหนี่ยว ปริมาณอย่างน้อย 0.001 ของพื้นที่หน้าตัด ใกล้ผิวล่างของแผ่นพื้นในบริเวณโมเมนต์บวก เพื่อป้องกันการกะเทาะออกของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมอัดแรง เมื่อเกิดอัคคีภัย

2.4 การทดสอบความทนไฟของชิ้นส่วนต่างๆของโครงสร้างอาคาร(มอก.1334-2539,ISO 834-1975)

2.4.1 ภาวะความร้อนมาตรฐาน

2.4.1.1 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นภายในเตาเผาต้องควบคุมให้แปรผันตามเวลาภายในขีดจำกัดที่กำหนด โดยสอดคล้องกับความสัมพันธ์ ดังนี้

$$T - T0 = 345 \log10 (8t+1)$$

เมื่อ t คือ เวลาที่ใช้ เป็นนาที

T คือ อุณหภูมิเตาเผาที่เวลา t เป็นองศาเซลเซียส

T0 คือ อุณหภูมิเตาเผาเริ่มต้น เป็นองศาเซลเซียส

ฟังก์ชันนี้จะแทนด้วยเส้นโค้งมาตรฐานเวลา-อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของเตาเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา t (นาที)	อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของเตาเผา T-T0	
	องศาเซลเซียส	องศาฟาเรนไฮต์
5	556	1001
10	659	1186
15	718	1292
30	821	1478
60	925	1665
90	986	1775
120	1029	1852
180	1090	1962
240	1133	2039
360	1193	2147

ตารางที่2.4:อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามฟังก์ชั่นของเวลา

2.4.1.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

2.1) สำหรับค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของอุณหภูมิเตาเผาที่เพิ่มขึ้น ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของอุณหภูมิเตาเผาที่เพิ่มขึ้น เป็นร้อยละ หาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$|((A-B)/B)x100|$$

เมื่อ A คือ ค่าอุณหภูมิเตาเผาเฉลี่ยทั้งหมดที่เป็นฟังก์ชันของเวลา

B คือ ค่าของ T-T0 ทั้งหมด

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ย ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1.) ร้อยละ 15 ในระหว่าง 10 นาทีแรกของการทดสอบ

2.) ร้อยละ 10 ในระหว่าง 30 นาทีแรกของการทดสอบ

3.) ร้อยละ 5 หลังจาก 30 นาทีแรกของการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) การวัดอุณหภูมิของชิ้นทดสอบ

อุณหภูมิพื้นผิวของชิ้นทดสอบ ให้วัดโดยใช้เทอร์โมคัปเปิลที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลวดไม่เกิน 0.7 มิลลิเมตร จุดรวมความร้อนของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละตัว ต้องติดกับศูนย์กลางด้านหน้าของจานทองแดงเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร และหนา 0.2 มิลลิเมตร ซึ่งติดแน่นอยู่กับพื้นผิวในตำแหน่งที่ต้องการของชิ้นทดสอบ ต้องปิดจานทองแดงด้วยแผ่นใยหินอบแห้งขนาด 30 มิลลิเมตร x 30 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร และมีความหนาแน่น 1000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อาจติดจานทองแดงและแผ่นใยหินกับพื้นผิวของชิ้นทดสอบด้วยเข็มหมุด แถบกาวหรือสิ่งอื่นๆที่เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัสดุที่เป็นด้านข้างของชิ้นทดสอบ สำหรับเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้วัดอุณหภูมิภายในของชิ้นทดสอบ ถ้าเป็นไปได้ให้วางเส้นลวดตามไอโซเทอร์มผ่านจุดรวมความร้อนให้ใกล้ที่สุดเท่าที่จะทำได้ไปเป็นระยะทางอย่างน้อย 30 มิลลิเมตรจากจุดรวมนี้

2.4.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

2.4.2.1 มิติ

- ชิ้นทดสอบควรเป็นขนาดเต็ม

- ถ้าไม่สามารถใช้ชิ้นทดสอบขนาดเต็มได้ ให้ใช้มิติต่ำสุด ของส่วนต่างๆของชิ้นทดสอบที่เผยผึ่งในเตาเผาดังนี้

ผนังและฝากั้นห้อง	ความสูง 3 เมตร
	ความกว้าง 3 เมตร
พื้นและหลังคา : มีการรองรับ 2 ด้าน	ช่วงระหว่างจุดรองรับ 4 เมตร
	ความกว้าง 2 เมตร
พื้นและหลังคา : มีการรองรับ 4 ด้าน	ช่วงระหว่างจุดรองรับ 4 เมตร
	ความกว้าง 3 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาน	ช่องระหว่างจุดรองรับ 4 เมตร
เสา	ความสูง 3 เมตร

2.4.2.2 การสร้าง

- การทดสอบชิ้นทดสอบที่เป็นตัวแทนของชิ้นส่วนสมบูรณ์ของโครงสร้างซึ่งต้องการทราบข้อมูลชิ้นส่วนแต่ละแบบต้องหาวิธีการที่แตกต่างกัน และต้องพยายามสร้างภาวะที่มีขอบเขตและวิธีการยึดหรือการรองรับที่ใช้ในการปฏิบัติขึ้นมาแทน ชิ้นทดสอบต้องมีแบบที่เป็นตัวแทนของรอยต่ออย่างน้อย 1 แบบ ชิ้นทดสอบผนังควรมีคานหรือเสาซึ่งทำให้เกิดส่วนสมบูรณ์ของชิ้นส่วน เพื่อทำให้เกิดสมรรถนะขององค์ประกอบโดยรวม ชิ้นทดสอบอาจรวมถึงประตูหรือกระจกที่จะทำให้เกิดสมรรถนะขององค์ประกอบทั้งหมดด้วย เมื่อออกแบบส่วนประกอบของเพดาน หรือเพดานแขวนให้มีส่วนช่วยในการทนไฟของพื้น หรือหลังคาแบบราบ ชิ้นทดสอบจะต้องรวมการติดตั้งเพดานในลักษณะการใช้งานด้วย เมื่อชิ้นทดสอบเป็นตัวแทนของเสาที่ประกอบเป็นด้านข้างของช่องเปิดในผนัง ต้องมีเครื่องกำบังอย่างเหมาะสมบนหน้าที่ไม่เผยผึ่งหรือหน้าที่แสดงว่ามีการป้องกันด้วย

- วัสดุและมาตรฐานฝีมือสำหรับชิ้นทดสอบต้องเป็นตัวแทนของชิ้นส่วนที่จะนำไปใช้ได้อย่างดี ตามที่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนดและมาตรฐานที่มีอยู่

2.4.2.3 การปรับสภาวะ

ควรปรับสภาวะชิ้นทดสอบให้มีอุณหภูมิ ความชื้น และความแข็งแรงทางกลให้ตรงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้กับสภาวะคาดหมายของชิ้นส่วนอย่างเดียวกันเมื่อใช้งาน

- ปริมาณความชื้น

  ต้องไม่ทดสอบจนกว่าชิ้นทดสอบจะมีปริมาณความชื้นอยู่ในสมดุลพลวัตกับบรรยากาศโดยรอบใกล้เคียงกับที่คาดหมายไว้เมื่อใช้งาน สมดุลพลวัตนี้อาจตรวจสอบกับชิ้นทดสอบเองหรือกับตัวอย่างที่เป็นตัวแทนก็ได้

- ความแข็งแรงทางกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับชิ้นส่วนต่างๆที่รับน้ำหนัก ต้องทำให้วัสดุส่วนประกอบของชิ้นทดสอบมีความแข็งแรงทางกลใกล้เคียงกับที่คาดหมายของชิ้นส่วนอย่างเดียวกันเมื่อใช้งาน

2.4.3 เกณฑ์สมรรถนะ

2.4.3.1 ความทนไฟ

ความทนไฟของชิ้นทดสอบ ให้แสดงเป็นหน่วยเวลาคือนาที ของระยะเวลาการให้ความร้อนจนกระทั่งเกิดความเสียหายภายใต้เงื่อนไขต่างๆ คือ ความสามารถรับน้ำหนัก ความเป็นฉนวน และความมั่นคงที่เหมาะสมกับชิ้นทดสอบ

2.4.3.2 เกณฑ์ความทนไฟ

เกณฑ์เชิงหน้าที่ของความทนไฟประกอบด้วยข้อกำหนดเกี่ยวกับความสามารถรับน้ำหนักสำหรับชิ้นส่วนโครงสร้างรับน้ำหนัก และความมั่นคงสำหรับชิ้นส่วนกั้นพื้นที่ และความสามารถรับน้ำหนักรวมทั้งการเป็นฉนวนและความมั่นคงสำหรับชิ้นส่วนกั้นพื้นที่และรับน้ำหนักด้วย

- ความสามารถรับน้ำหนัก สำหรับชิ้นส่วนรับน้ำหนักของโครงสร้าง ชิ้นทดสอบต้องไม่เสียหายในลักษณะที่ไม่สามารถทำหน้าที่รับน้ำหนักได้อีกต่อไป
- ความมั่นคง
    1.) สำหรับชิ้นส่วนโครงสร้าง เช่น ผนังและพื้นซึ่งทำหน้าที่กั้นพื้นที่อาคารออกเป็นสองส่วน ต้องไม่ปรากฏรอยแตก รูหรือช่องเปิดที่เปลวไฟหรือก๊าซร้อนสามารถผ่านได้ในชิ้นทดสอบ ซึ่งจะเป็นเหตุของความเสียหายด้านความมั่นคงเริ่มต้น
    2.) ความเสียหายด้านความมั่นคงเริ่มต้นจะถือว่าเกิดขึ้นเมื่อแผ่นผ้าฝ้ายติดไฟหรือเมื่อเปลวไฟปรากฏบนหน้าที่ไม่เผยผึ่งของชิ้นทดสอบ เป็นระยะเวลาอย่างน้อยที่สุด 10 วินาที
    3.) ความเสียหายด้านความมั่นคงท้ายที่สุด จะถือว่าเกิดขึ้นเมื่อความเสียหายของชิ้นทดสอบปรากฏขึ้น หรือในระยะเวลาเริ่มต้นบนพื้นฐานของเกณฑ์ที่วางไว้ในแต่ละกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การทดสอบวัสดุ

โดยทั่วไปมักจะเกิดความสับสนในเรื่องความหมายของการทดสอบและการตรวจสอบ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการกระทำแล้วบางครั้งก็ซ้ำซ้อนกันอยู่บ้าง แต่มีวัตถุประสงค์ที่ต่างกันก็คือ

การทดสอบ หมายถึง การกระทำทดสอบที่มารถระบุค่าเป็นตัวเลข ซึ่งแสดงคุณสมบัติได้ เช่น การทดสอบความเค้นดึง ความแข็ง และความต้านทานแรงกระแทก เป็นต้น

การตรวจสอบ หมายถึง การกระทำตรวจสอบที่ระบุเพียงจุบกร่อง ตำหนิหรือตัดสินใจว่าใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ เช่น การตรวจสอบรูพรุนในชิ้นงานหล่อ การตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยผงแม่เหล็ก เป็นต้น

จุดประสงค์ของการทดสอบ

การทดสอบวัสดุนั้นกระทำโดยมีจุดประสงค์ ที่สามรถจำแนกได้ดังนี้

1.) เพื่อให้ข้อมูลทางด้านคุณภาพของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์

2.) เพื่อเป็นการวิจัยหรือปรับปรุงวัสดุใหม่

3.) เพื่อให้ได้ผลถูกต้องแน่นอนในด้านคุณสมบัติของวัสดุ

ชนิดของการทดสอบวัสดุ

การทดสอบวัสดุเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยในการทำนาย หรือช่วยในการทำให้เกิดความมั่นใจในคุณสมบัติของวัสดุที่ถูกนำไปใช้ และการทดสอบส่วนมากจะเป็นการทดสอบคุณสมบัติทางกล จึงเรียกการทดสอบว่าเป็นการทดสอบทางกล(Mechanical Test) เช่น การทดสอบความแข็ง ความเค้นดึง และความเค้นดัด เป็นต้น

การทดสอบทางกลดังที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าต้องใช้รงเข้ามาทดสอบ ดังนั้นถ้าจำแนกชนิดของการทดสอบทางกล โดยพิจารณาจากแรงที่ใช้ทดสอบ จะแบ่งได้ดังนี้

1.) Static load test หมายถึงการทดสอบโดยให้แรงกระทำอยู่คงที่ เช่น การทดสอบความแข็ง และการทดสอบความเค้นดึง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) Cyclic load test หมายถึงการทดสอบที่ใช้แรงกระทำเป็นจังหวะ เช่น การทดสอบความล้าของวัสดุ เป็นต้น

3.) Dynamic load test หมายถึงการทดสอบที่ใช้แรงกระทำที่เคลื่อนที่ เช่น การทดสอบการกระแทกของวัสดุ เป็นต้น

ในบางครั้งการทดสอบทางกล สมารถที่จะจำแนกตามสภาพชิ้นงานทดสอบภายหลังการทดสอบ ได้ดังนี้

1.) Destructive Test หมายถึงการทดสอบโดยที่ชิ้นงานที่ทดสอบ จะเกิดการแตกหักเสียหายภายหลังการทดสอบ เช่น การทดสอบความเค้นดึง เป็นต้น

2.) Nondestructive Test หมายถึงการทดสอบโดยที่ชิ้นงานที่ถูกทดสอบ จะไม่เกิดการแตกหักเสียหายภายหลังการทดสอบ เช่น การทดสอบความแข็ง เป็นต้น

2.6 การตรวจสอบอาคารเพลิงไหม้(ธเนษ วีระศิริ,2553) การตรวจสอบอาคารเพลิงไม้ ได้มีการกำหนดกรอบการจำแนกประเภทของอาคารที่ได้รับความเสียหายไว้เป็น 3 ประเภท คือ ประเภทที่ได้รับความเสียหายรุนแรง ความเสียหายระดับปานกลาง และความเสียหายเล็กน้อย ทั้งนี้ การสำรวจดังกล่าวเป็นการสำรวจเบื้องต้นด้วยการตรวจพินิจจากสภาพที่เห็นเกี่ยวกับรูปทรงขององค์อาคาร ความชำรุดหลุดร่วงของวัสดุประกอบอาคาร การจำแนกระดับความเสียหายเป็น 3 ระดับนั้น จะพิจารณาโครงสร้างหลักของอาคาร ได้แก่ เสา คาน พื้น รวมถึงโครงหลังคา ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อาคารคงรูปอยู่ได้ การสำรวจด้วยการตรวจพินิจ (Visual Inspection) เป็นการสำรวจเบื้องต้น จำเป็นต้องอาศัยการพิจารณาลักษณะรูปทรงขององค์อาคารที่คงสภาพอยู่ ตำแหน่งจุดต่อต่างๆ ของโครงสร้าง ความชำรุดสึกหรอของโครงสร้างหลัก นอกจากโครงสร้างหลักแล้ว ยังต้องพิจารณาโครงสร้างรองหรือส่วนประกอบอาคารอื่นๆ 1ประกอบด้วย เช่น ผนัง ฝ้าเพดาน เป็นต้น ระดับความเสียหายของอาคารจึงให้นิยามไว้ดังนี้

1.)ระดับความเสียหายรุนแรง (Severe Damage) รูปทรงของอาคารบิดเบี้ยวเสียรูป หรือโครงสร้างหลักเสียรูป ได้แก่ เสาโก่งตัว เสาแตกร้าวจนเห็นเหล็กเสริม คานแอ่นตัวมาก คานแตกร้าวเห็นเหล็กเสริม เหล็กเสริมโผล่หรือหลุดออกจากเนื้อคอนกรีต พื้นยุบแอ่นตัวลงอย่างชัดเจน คอนกรีตใต้ท้องพื้นหลายตำแหน่งหลุดร่อนออกจนเห็นเหล็กเสริม เหล็กเสริมใต้ท้องพื้นแยกออกจากเนื้อคอนกรีต คาน และพื้นสูญเสียแนวระดับอย่างชัดเจน ความเสียหายเกิดทั่วบริเวณของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ไม่จำเป็นต้องพบเห็นความชำรุดบกพร่องครบทุกอย่างดังกล่าว เพียงแต่เกิดขึ้นอย่างหนึ่งอย่างใดเป็นปริมาณมากก็ควรจัดเป็นความเสียหายรุนแรงได้ โดยเฉพาะกับความเสียหายของเสาที่ต้องพิจารณาเป็นพิเศษ เพราะความชำรุดบกพร่องของเสาเพียงไม่กี่ต้นก็อาจทำให้อาคารสูญเสียเสถียรภาพและล้มพังได้อย่างรวดเร็ว

2.)ระดับปานกลาง (Moderate Damage) รูปทรงอาคารไม่บิดเบี้ยว จำนวนพื้นและคานปริมาณน้อยที่พบว่ามีการแอ่นตัวหรือแตกร้าว คอนกรีตใต้ท้องพื้นหรือคานแตกหลุดร่อนเป็นปริมาณไม่มาก ไม่พบเห็นความบกพร่องที่เสาใดๆ ของอาคาร

3.)ระดับเล็กน้อย (Light Damage) รูปทรงอาคารไม่บิดเบี้ยว ไม่พบเสาที่ชำรุดเสียหายหักงอ พื้นและคานไม่แอ่นตัว หรือมีเพียงบางตำแหน่งที่พบการแอ่นตัวแตกร้าว แต่สามารถกั้นเป็นพื้นที่เฉพาะจุดเพื่อทำการแก้ไขได้

อาจใช้อักษรย่อเพื่อเรียกง่ายๆ ว่า S (Severe Damage) M (Moderate Damage) หรือ L (Light Damage) สำหรับอาคารที่จัดอยู่ในประเภทรุนแรงและปานกลางควรกั้นแนวเขตให้ครอบคลุมถึงความปลอดภัยต่อผู้สัญจรผ่านไปมา และสำหรับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องหรือเจ้าของอาคารควรสอบถามจากวิศวกรว่าสามารถเข้าในอาคารได้หรือไม่ และมีแนวทางปฏิบัติเช่นไร มีข้อสังเกตสำหรับเจ้าหน้าที่หรือผู้ที่เกี่ยวข้องที่จำเป็นต้องเข้าในอาคารดังนี้

- ควรระมัดระวังเมื่อต้องเข้าบริเวณที่พบเห็นผนังของอาคารปูดเข้าหรือโก่งเข้าหาบริเวณนั้น ทั้งนี้เพราะผนังห้องจะโก่งเข้าหาห้องที่มีเพลิงไหม้ หรือมีความร้อนเกิดขึ้นเป็นปริมาณมาก ขณะเพลิงไหม้อากาศในห้องนั้นจะลอยสูงขึ้น ทำให้ความหนาแน่นลดลง อากาศจากภายนอกมีความหนาแน่นมากกว่าจะดันให้ผนังปูดหรือโก่งเข้าห้องที่มีความร้อนมาก จึงเป็นข้อสันนิษฐานในเบื้องต้นได้ว่าบริเวณที่พบเห็นผนังโก่งเข้ามีความเปราะบาง ต้องเพิ่มความระมัดระวังในบริเวณดังกล่าว

- หากพบว่าพื้นผืนใดคอนกรีตใต้ท้องพื้นหลุดแยกออกจากคอนกรีตแล้ว ไม่ควรขึ้นไปบนพื้นผืนนั้น เพราะถือได้ว่าพื้นผืนนั้นไม่มีเหล็กเสริมแล้ว ควรทำค้ำยันใต้ท้องพื้นให้แข็งแรงก่อน และการเดินบนพื้นควรเลือกเดินหรือยืนบริเวณที่เป็นแนวเสา หากมีหลายคนควรแยกกันยืนเพื่อกระจายน้ำหนัก มิฉะนั้นอาจทำให้พื้นร่วงลงมาเป็นอันตรายได้

- สำหรับพื้นที่ได้รับผลกระทบจากเพลิงไหม้ แต่ยังไม่ถึงขั้นที่เหล็กเสริมหลุดแยกออกจากคอนกรีต ขอให้ตรวจดูว่ามีรอยแตกที่ผิวด้านบนของพื้นตำแหน่งชิดขอบคานหรือเสาว่ามีหรือไม่ หาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่ามีควรระมัดระวังการบรรทุกน้ำหนักในระหว่างขนย้ายวัสดุอุปกรณ์ที่อาจส่งผลให้แตกร้าวมากยิ่งขึ้น

- สำหรับเสาที่พบรอยแตกแนวดิ่ง ซึ่งมักจะพบกับอาคารที่เพลิงไหม้เป็นเวลานาน ตำแหน่งดังกล่าวจะอยู่ตามมุมช่วงกลางเสา รอยแตกตำแหน่งนั้นเหล็กได้รับความร้อนโดยตรง คอนกรีตภายในอาจกรอบและพร้อมหลุดร่วงเพิ่มเติมขึ้นอีก ควรหลีกเลี่ยงไม่เข้าใกล้ในช่วงที่มีการขนย้ายสิ่งของออกจากอาคาร ตำแหน่งเสาดังกล่าวควรมีการสำรวจทางวิศวกรรมเชิงลึกเพื่อทำการซ่อมแซมแก้ไข หรือเพื่อเป็นข้อมูลพิจารณาว่าจะรื้อทิ้งหรือไม่อย่างไร

การสำรวจดังกล่าวเป็นการสำรวจเบื้องต้นที่สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ร่วมกับกรุงเทพมหานคร เข้าทำการสำรวจอาคารแต่ละหลัง สำหรับการปรับปรุงแก้ไขหรือแม้แต่การทุบรื้อทิ้งส่วนโครงสร้างหลักอย่างไรนั้น เจ้าของอาคารต้องให้วิศวกรมาทำการสำรวจทางวิศวกรรม เพื่อสรุปความเห็นว่าจะทำการแก้ไขหรือทำการรื้อถอนในแต่ละส่วนของอาคารต่อไป

2.7 ภูมิหลังผลงานวิจัยที่ผ่านมา(ภาคภูมิ,2534 อ้างถึงใน สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุล,2536)

งานวิจัยที่เกี่ยวกับไฟและการทดสอบไฟของชิ้นส่วนที่มาประกอบกันขึ้นเป็นโครงสร้างอาคารได้กระทำกันมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 แล้ว ทั้งนี้เนื่องจากได้ตระหนักถึงความเสียหายและพังทลายของอาคารที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง การทดสอบต่างๆที่เกี่ยวกับไฟนั้นส่วนใหญ่จะเน้นหนักไปในด้านความต้านทาน ความทนทาน พฤติกรรมในด้านกำลัง และความแข็งแรงของคอนกรีตหรือวัสดุที่ประกอบกันขึ้นเป็นคอนกรีต การทดสอบต่างๆที่ได้ศึกษาค้นคว้าแล้วมีดังนี้

ในปี ค.ศ. 1920 INGRERG ศึกษาพฤติกรรมของเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นในอาคารจริงๆ และสรุปเป็นแนวความคิดไว้ว่า "แนวความคิดเกี่ยวกับปริมาณไฟ" ซึ่งสถาบันมาตรฐาน ASTM ได้นำแนวความคิดนี้มาใช้พัฒนาเส้นโค้งมาตรฐานในการทดสอบไฟขึ้น เพื่อลอกเลียนแบบไฟที่เกิดขึ้นจริงๆ ดังมีข้อความที่สำคัญอยู่ 2 ข้อ คือ

1.) ความทนทานไฟของชิ้นส่วนขึ้นกับความรุนแรงของไฟ(Fire Severity) เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

2.) ความรุนแรงของไฟขึ้นกับความเข้มข้นของไฟ(Fire Load Density) เพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี ค.ศ. 1929 INGRERG ศึกษาพฤติกรรมเกี่ยวกับแร่ที่มีส่วนประกอบของมวลรวมที่มีอิทธิพลต่อการต้านทานไฟของคอนกรีต โดยแบ่งคอนกรีตตามชนิดของมวลรวมเป็นกลุ่มใหญ่ๆ 4 กลุ่ม พบว่าเมื่อนำคอนกรีตที่ผสมจากมวลรวมต่างชนิดกันนี้ไปทำการทดสอบไฟ คอนกรีตที่ผสมจากมวลรวมคาร์บอเนตและเฟลสปาร์สามรถต้านทานไฟได้ดีกว่าได้ดีกว่าคอนกรีตที่ผสมจากมวลรวมจากแกรนิตและซิลิกา และพบอีกว่า คอนกรีตที่ผสมจากมวลรวมหยาบจะสามรถต้านทานไฟได้ดีกว่าคอนกรีตที่ผสมจากมวลรวมละเอียด

คุณสมบัติของมอร์ต้าและคอนกรีตสามารถแปรเปลี่ยนได้ตามอุณหภูมิ J.C.SAEMANU และ G.W.WASHA ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อ กำลัง ความแข็ง และความเหนียวของมอร์ต้าและคอนกรีต โดยการทดสอบแท่งตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกและแท่งมอร์ต้ารูปลูกบาศก์ที่บ่มด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเลา 14 วัน และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 50% เป็นเวลา 13 วัน เสร็จแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิทดสอบอีก 1 วัน รวมอายุของแท่งตัวอย่างทดสอบก่อนทำการทดสอบทั้งหมด 28 วัน อุณหภูมิที่สนใจอยู่ในช่วง -20 ถึง 200 องศาเซลเซียส จากผลการทดสอบพบว่า ค่ากำลัง ความแข็งและความเหนียว ของทั้งมอร์ต้าและคอนกรีตจะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงอุณหภูมิติดลบ และจะมีค่าเพิ่มขึ้นสลับกับลดลงไปจนกระทั่งอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 200 องศาเซลเซียส จะไม่มีผลต่อค่ากำลัง ความแข็งแรงและความเหนียวของคอนกรีตและมอร์ต้า

หลังจากนั้นไม่นานได้มีการค้นคว้าหาคุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตที่อุณหภูมิต่างๆ โดย ROBERT PHILLIEO ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของอุณหภูมิที่มีอิทธิพลต่อการขยายตัว ความหนาแน่น โมดูลัสของความยืดหยุ่น และค่ากำลังของคอนกรีตในช่วงอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ถึง 800 องศาเซลเซียส แท่งตัวอย่างทดสอบที่ใช้นั้นทำการบ่มด้วยไอน้ำตลอด 28 วัน จากนั้นนำไปทดสอบไฟ พบว่าการขยายตัวของคอนกรีตจะมีค่าเพิ่มขึ้นขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้นและความหนาแน่นจะมีค่าลดลงเนื่องจากน้ำหนักที่สูญเสียไป และยังพบอีกว่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นและกำลังของคอนกรีตจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

ต่อมา H.L.MALHOTRA ได้ทำการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตโดยการแปรเปลี่ยนค่าอัตราส่วนน้ำกับซีเมนต์ การทดสอบกระทำที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ตัวอย่างทดสอบที่ใช้อยู่ในรูปทรงกระบอกมาตรฐาน จาการทดสอบไฟตามมาตรฐานพบว่า ค่าอัตราส่วนน้ำกับซีเมนต์จะไม่มีผลกระทบต่อการลดลงของกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต นั่นคือ การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรเปลี่ยนค่าอัตราส่วนน้ำกับซีเมนต์จะได้ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดลดลงเท่ากันที่อุณหภูมิเดียวกัน นอกจากนั้นยังพบอีกว่าแท่งตัวอย่างที่ทดสอบโยมีการให้น้ำหนักกระทำด้วยขณะเผาจะมีค่ากำลังรับแรงอัดลดน้อยกว่าแท่งตัวอย่างที่ไม่ได้มีน้ำหนักกระทำ ทั้งนี้ เป็นเพราะว่าน้ำหนักที่กระทำนั้นจะทำให้เกิดความเค้นขึ้นภายในซึ่งจะเป็นตัวช่วยหน่วงไม่ให้เกิดรอยร้าวได้

จากการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิที่มีอิทธิพลต่อคอนกรีตก็ยังมีการศึกษาค้นคว้าอยู่ตลอดเวลา N.G.ZOLDNERS ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีตโดยเน้นไปทางด้านกำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดัด โดยทำการแปรเปลี่ยนชนิดของมวลรวมต่างๆกันไป มวลรวมที่ใช้ได้แก่ หิน ปูน กรวด หินทราย และหินกากแร่ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบอยู่ในช่วง 100 ถึง 800 องสาเซลเซียส และอัตราการเผาไหม้ของไฟที่ใช้ในการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐานของ ASTM จากการทดสอบพบว่าระดับความเสื่อมสภาพของคอนกรีตจะมีค่ามากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของมวลรวมที่ใช้ ซึ่งพอสรุปได้ดังต่อไปนี้ คอนกรีตที่ใช้หินปูนผสมสามารถต้านทานไฟได้ดีที่สุด ถ้าใช้หินทรายผสมจะใช้ได้กับอุณหภูมิต่ำๆ ไม่เกิน 400 องศาเซลเซียส เพราะถ้าอุณหภูมิมากกว่านี้จะทำให้มีการเสื่อมสภาพและสูญเสียกำลังได้อย่างรวดเร็ว ถ้าอุณหภูมิไม่ถึง 200 องศาเซลเซียส จะไม่มีผลต่อการลดลงของกำลังคอนกรีตเลยไม่ว่าจะใช้มวลรวมชนิดใดก็ตาม

ต่อมา CAMPBELL-ALLEN และ DESAI ได้ทำการทดสอบให้เห็นว่าถ้าใช้หินปูนผสมคอนกรีตแล้วนำไปทดสอบไฟที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส จะมีการเสื่อมสภาพเพิ่มขึ้นอีก ถ้าซีเมนต์ที่ใช้ในการผสมคอนกรีตนั้นมีค่า C3A ต่ำและมีค่า C4AF C3S สูง

HAROLD และ DAVIS ได้ศึกษาถึงผลกระทบของอุณหภูมิสูงๆที่มีอิทธิพลต่อคอนกรีตโดยเน้นไปในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงปริมาตร ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นและค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต พบว่าคอนกรีตที่มีสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวสูงจะมีความต้านทานน้อยกว่าคอนกรีตที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำกว่าเมื่อมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ลังรับแรงอัดของคอนกรีตจะลดลงเหลือประมาณ 50% ของกำลังเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส

ในปี ค.ศ.2000 นายทินกร แพทย์รักษ์ นายนันทวิทย์ พานิชพงษ์และนายอรรณพ อุชชิน ได้ทำการวิเคราะห์กำลังของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กหลังถูกเพลิงไหม้ โดยทำการศึกษา กำลังอัดของคอนกรีต แรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตและเหล็กเสริม กำลังดัดของคานคอนกรีตและเหล็กเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังดึงของเหล็กเสริมและกำลังเฉือนของเหล็กปลอก โดยทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E119 ที่อุณหภูมิ 927 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 1010 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และ 1093 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วทิ้งตัวอย่างหลังเผาเป็นเวลาต่างๆ แล้วจึงทำการทดสอบกำลัง

จากการศึกษาพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิทำให้กำลังของคอนกรีตลดลง โดยการเผาที่อุณหภูมิ 927 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อทดสอบเลย ทิ้งไว้ 3 วันและทิ้งไว้ 7 วัน กำลังเหลือประมาณ 64%,40%และ 34% ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 1010 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อทดสอบเลย ทิ้งไว้ 3 วันและทิ้งไว้ 7 วัน กำลังเหลือประมาณ 25%,16% และ 12% ที่อุณหภูมิ 1093 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อทดสอบเลย ทิ้งไว้ 3 วันและทิ้งไว้ 7 วัน คอนกรีตไม่เหลือกำลังอยู่เลย ส่วนเหล็กเสริมอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและเวลาที่ทิ้งไว้มีผลต่อกำลังน้อยมาก

ในปีเดียวกัน นายนันทโชติ นิติไชยและนายสว่างพงษ์ ธีระกุล ได้ทำการศึกษากำลังอัดของคอนกรีตที่ผ่านการเผาอุณหภูมิ 200, 400 และ 600 องศาเซลเซียส ภายใต้เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของ ASTM E119 และ มอก. 1334-2539 การแปรผันของตัวแปรคือ ระยะเวลาของการเผาไหม้และระดับของอุณหภูมิโดยทำการทดสอบแท่งคอนกรีตตัวอย่าง กรณีละ 3 ตัวอย่าง รวม 12 ตัวอย่าง โดยแท่งคอนกรีตตัวอย่างเป็นแท่งคอนกรีตทรงกระบอกตามมาตรฐานอเมริกาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 30 ซม. ออกแบบปฏิภาคส่วนผสมตามมาตรฐาน ACI ให้มีกำลังที่ 210 กก./ซม.^{2} ใช้เผาไฟที่อุณหภูมิ 200, 400 และ 600 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ทำการทดสอบหลังการเผาไฟที่ 1 วัน ผลของการทดสอบความสามารถในการรับกำลังอัดของคอนกรีต และนำไปเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่มีอุณหภูมิปกติ ผลของการเปรียบเทียบพบว่า คอนกรีตผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาประมาณ 67 นาที มีกำลังอัดประลัยเฉลี่ยเท่ากับ 230 กก./ตร.ซม. คอนกรีตที่อุณหภูมิปกติมีกำลังอัดประลัยเฉลี่ยเท่ากับ 318 กก./ตร.ซม. คอนกรีตที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส จะมีกำลังลดลงประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ คอนกรีตผ่านการเผา ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาประมาณ 33 นาที มีกำลังอัดประลัยเฉลี่ยเท่ากับ 212 กก./ตร.ซม. คอนกรีตที่อุณหภูมิปกติ มีกำลังอัดประลัยเฉลี่ยเท่ากับ 318 กก./ตร.ซม. คอนกรีตที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส จะมีกำลังลดลงประมาณ 33 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีคอนกรีตผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาประมาณ 38 นาที แท่งคอนกรีตตัวอย่าง ได้แตกในขณะเผาจำนวน 2 ตัวอย่าง เหลือเพียง 1 ตัวอย่าง ซึ่งเมื่อทดสอบกำลังรับแรงอัดประลัยเท่ากับ 173 กก./ตร.ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

วิธีดำเนินการและการศึกษา

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการศึกษาโครงงานว่ามีขั้นตอนการศึกษารวมถึงขั้นตอนการดำเนินงานอย่างไร เพื่อที่จะใช้ศึกษาถึงโครงงานที่เสนอ

3.2 รายละเอียดการดำเนินการทดสอบ

การศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดดึงลวดก่อน จะทำการศึกษาโดยจะจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นจริง โดยที่ในโครงงานนี้จะทำการศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดดึงลวดก่อนระบบแผ่นกระดานเท่านั้น ซึ่งจะแบ่งการศึกษาผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.) การศึกษาลักษณะการวิบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังถูกเพลิงไหม้

2.) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับกำลังดัดและระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังถูกเพลิงไหม้

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ขั้นเตอนตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดสอบ

1.ทำการออกแบบเตาเผาโดยการก่อกำแพงกั้นสามด้าน ปล่อยว่างไว้หนึ่งด้าน

2.สั่งซื้อพื้นคอนกรีตอัดแรงระบบแผ่นกระดาน ขนาดความยาว 4 เมตร กว้าง 35 เซนติเมตร หนา 5 เซนติเมตร

3.ทำการสั่งซื้อแก๊สหุงต้มขนาดถังละ 15 กิโลกรัม พร้อมหัวแก๊สและสายแก๊ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ทำการสั่งซื้อเหล็กเส้นกลมขนาด 6 มิลลิเมตรและลวดผูกเหล็ก เพื่อนำมาผูกเป็นเหล็กตะแกรง

5.ออกแบบส่วนผสมคอนกรีตทับหน้าให้มีกำลังอัด 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

6.นำเหล็กตะแกรงที่ผูกไว้วางบนพื้นคอนกรีตอัดแรง แล้วทำการตีไม้แบบสำหรับเทคอนกรีตทับหน้า

7.ทำการเทคอนกรีตทับหน้าหนา 5 เซนติเมตร ปรับระดับพื้นให้เรียบร้อยทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วบ่มด้วยน้ำประมาณ 3วันแล้วทำการถอดไม้แบบแล้วยกไปวางไว้บนเตาเผาที่เตรียมไว้และทำการทดสอบ

3.3.2 ขั้นตอนทำการทดสอบเพลิงไหม้

ติดตั้งพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เตรียมไว้เข้ากับเตาเผา นำลูกปูนมาวางไว้บนพื้นขนาด 150 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ทำการติดตั้งไม้บรรทัดไว้บนพื้น นำหัวแก๊สต่อเข้ากับถังแก๊ส โดยใช้จำนวนหัวแก๊ส 3 หัวและถังแก๊ส 3 ถังวางไว้ใต้พื้นคอนกรีตอัดแรงที่ได้ทำการติดตั้งไว้(โดยระยะจากยอดเปลวไฟถึงใต้พื้นจะทำการทดสอบที่ระยะติดกับท้องพื้น ,10 และ 30 เซนติเมตร) ทำการจุดไฟจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้ วัดการแอ่นตัวและระยดีนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงโดยอ่านค่าจากไม้บรรทัดโดยใช้กล้องระดับ ที่ระยะเวลา 10 นาที 20 นาที 30 นาที 40 นาที 50 นาที 60 นาที 90 นาที 120 นาที 150 นาทีและ 180 นาที พร้อมทั้งศึกษาลักษณะทางกายภาพของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังถูกเพลิงไหม้ด้วย

3.3.3 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

1.) การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังถูกเพลิงไหม้ เพื่อใช้ในการศึกษาลักษณะการวิบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรง

2.) การทดสอบการแอ่นตัวและระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังถูกเพลิงไหม้ เพื่อใช้ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงความสามรถในการรับกำลังดัดของพื้นคอนกรีตอัดแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) การใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะเวลาการเกิดเพลิงไหม้กับระยะการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรง เพื่อศึกษาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับกำลังดัดของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังถูกเพลิงไหม้

4.) การใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้นกับระยะการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรง เพื่อศึกษาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับกำลังดัดของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังถูกเพลิงไหม้

3.4 วัสดุ-อุปกรณ์และสถานที่ดำเนินการศึกษา

วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการทดสอบ มีดังนี้

- แผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดดึงลวดก่อนขนาดความยาว 4 เมตร กว้าง 35 เซนติเมตร หนา 5 เซนติเมตร
- แก๊สหุงต้มขนาดถังละ 15 กิโลกรัม พร้อมหัวแก๊สและสายแก๊ส
- กล้องระดับพร้อมขาตั้งกล้อง
- เหล็กตะแกรง
- อิฐมวลเบาและอิฐบล็อค
- คอนกรีตtopping(ทำการออกแบบส่วนผสมให้มีกำลังอัด 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
- ไม้แบบ
- ไม้บรรทัด

สถานที่ดำเนินการทดสอบ

อาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 แผนการดำเนินงาน

ชื่องาน	2553							2554	
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล	←	→							
ติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง		←	→						
วางแผนการปฏิบัติงาน			←	→					
ปฏิบัติงานตามแผนงาน				←	→	→	→	→	
รวบรวมผลการทดสอบวิเคราะห์ผล								←	→

ตารางที่ 3.1:แสดงตารางการดำเนินงานตลอดการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

4.1 คุณสมบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผา

4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

การทดสอบพบว่าในการเผาพื้นคอนกรีตอัดแรงที่ระยะของเปลวไฟถึงท้องพื้นที่ระยะต่างๆกัน จะมีการการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพที่ต่างกันหลังเผา ดังนี้

ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้นเท่ากับ 30 เซนติเมตร ลักษณะของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาจะมีการแอ่นตัวไม่มากนักและระยะคืนตัวก็คืนตัวได้อย่างรวดเร็ว สีของพื้นคอนกรีตอัดแรงจะมีสีขาวอมเทาคล้ายกับสีเดิมตอนที่ยังไม่เผา ส่วนท้องพื้นคอนกรีตอัดแรงจะมีรอยแตกร้าวเล็กน้อยเนื่องจากได้รับความร้อน ทำให้เกิดการขยายตัวไม่เท่ากันของคอนกรีตภายในและภายนอก

ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้นเท่ากับ 10 เซนติเมตร ลักษณะของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาจะเกิดการแอ่นตัวมากกว่าการเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้นเท่ากับ 30 เซนติเมตร แต่ระยะคืนตัวจะคืนตัวได้ช้ากว่าการเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้นเท่ากับ 30 เซนติเมตร สีของพื้นคอนกรีตอัดแรงจะมีสีเทาอมดำ ท้องพื้นมีรอยร้าวเป็นวงกว้างเนื่องจากความร้อนของเปลวไฟทำให้เกิดการขายตัวไม่เท่ากันของคอนกรีตภายในและภายนอก โดยความแตกต่างของคอนกรีตภายในและภายนอกจะแตกต่างกันมากกว่าการเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้นเท่ากับ 30 เซนติเมตร จึงเกิดรอยแตกร้าวที่มากกว่า

ที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น ลักษณะของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาจะเกิดการแอ่นตัวเป็นอย่างมากและรวดเร็วจนถึงช่วงเวลาหนึ่งก็เกิดการแตกหักจึงไม่สามารถวัดการคืนตัวได้ สีของพื้นคอนกรีตอัดแรงจะมีสีเทาปนกับสีแดงของเปลวไฟที่ท้องพื้น คอนกรีตทับหน้าหลุดออกจากพื้นคอนกรีตอัดแรง ลักษณะท้องพื้นเกิดการแตกหักตั้งฉากกับความยาวพื้น ลวดอัดแรงบางเส้นขาดออกเนื่องจากความร้อนจึงทำให้พื้นเกิดการแตกหักลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 คุณสมบัติทางกล

ผลการทดสอบการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาโดยทำการทดสอบที่ 3 กรณีคือ

1.การทดสอบการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 เซนติเมตร

2.การทดสอบการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 เซนติเมตร

3.การทดสอบการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น

ผลการทดสอบการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงทั้ง 3 กรณีสามารถแสดงผลในตารางที่ 4.1 ถึง 4.5 และกราฟแสดงให้ดูในรูปที่ 4.1 ถึง 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา(นาที)	ระยะการแอ่นตัว(มิลลิเมตร)
0	0.0
10	11.0
20	26.0
30	27.5
40	31.0
50	32.0
60	33.0
90	36.5
120	37.0
150	37.0
180	37.0

ตารางที่ 4.1:แสดงระยะการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผา

ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 เซนติเมตร

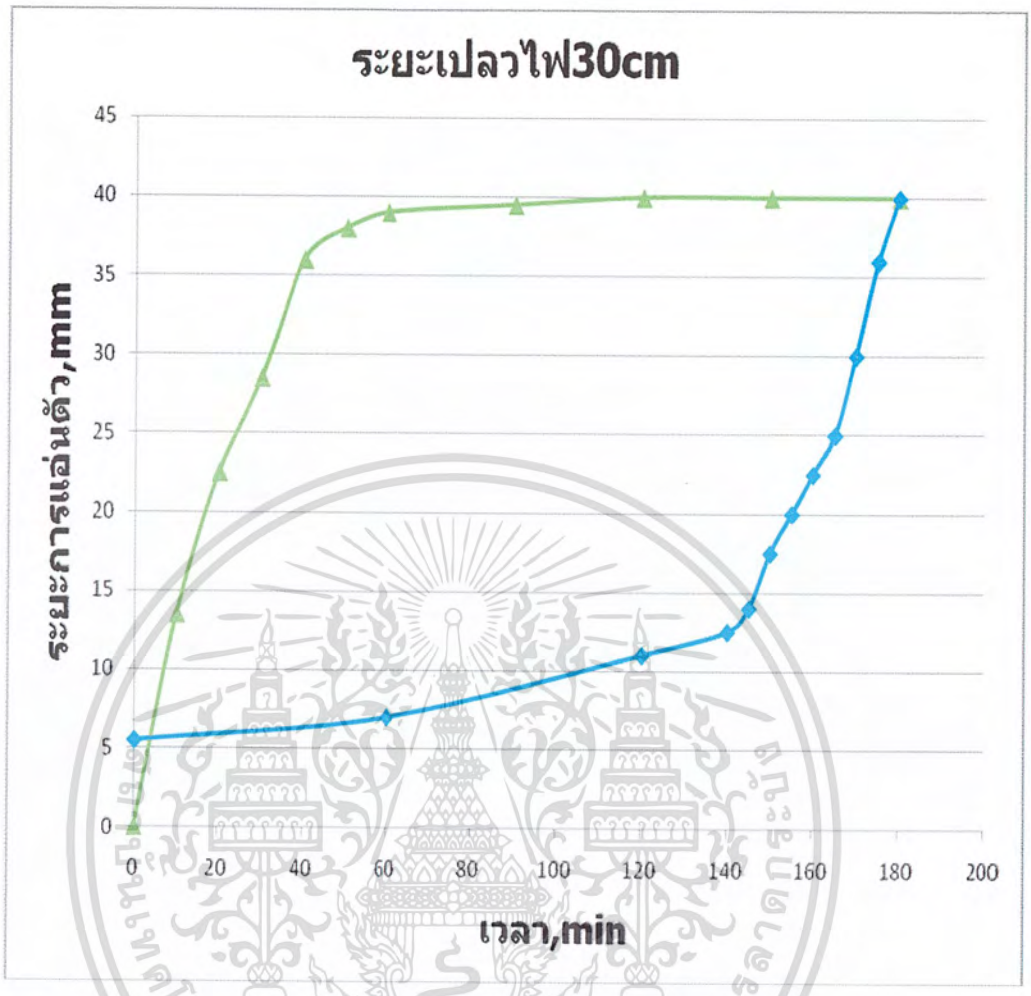
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา(นาที)	ระยะการคืนตัว(มิลลิเมตร)
180	37.0
175	35.0
170	30.0
165	24.5
160	20.0
155	16.5
150	14.0
145	11.5
140	9.0
120	6.5
60	4.0
0	3.0

ตารางที่ 4.2:แสดงระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผา

ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1:แสดงระยะการแอ่นตัวและระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผา

ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา(นาที)	ระยะการแอ่นตัว(มิลลิเมตร)
0	0.0
10	13.5
20	22.5
30	28.5
40	36.0
50	38.0
60	39.0
90	39.5
120	40.0
150	40.0
180	40.0

ตารางที่ 4.3:แสดงระยะการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผา

ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 เซนติเมตร

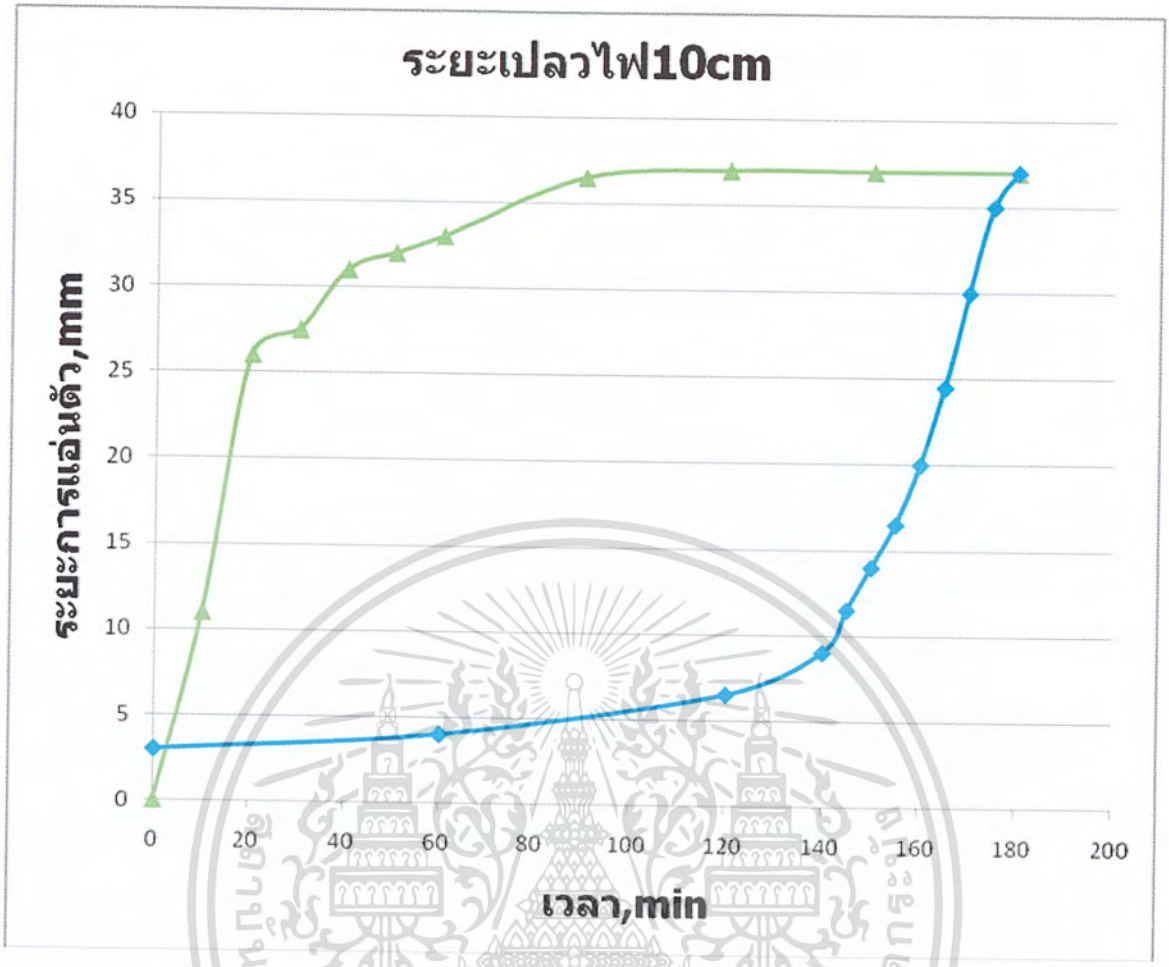
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา(นาที)	ระยะการคืนตัว(มิลลิเมตร)
180	40.0
175	36.0
170	30.0
165	25.0
160	22.5
155	20.0
150	17.5
145	14.0
140	12.5
120	11.0
60	7.0
0	5.5

ตารางที่ 4.4:แสดงระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผา

ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2:แสดงระยะการแอ่นตัวและระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผา

ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 เซนติเมตร

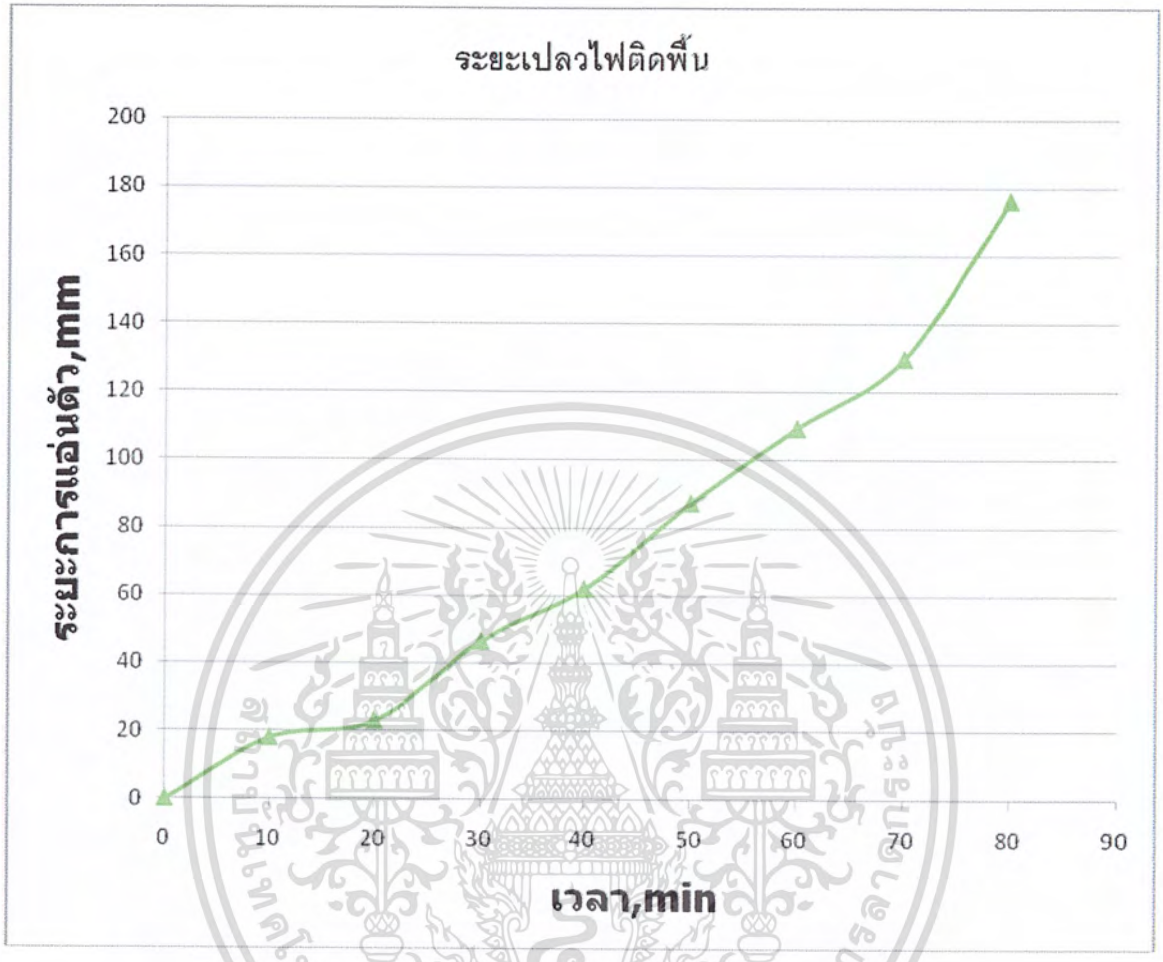
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา(นาที)	ระยะการแอ่นตัว(มิลลิเมตร)
0	0
10	18.0
20	23.0
30	46.5
40	62.0
50	87.4
60	109.5
70	130.0
80	176.5
86	fail

ตารางที่ 4.5:แสดงระยะการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผา

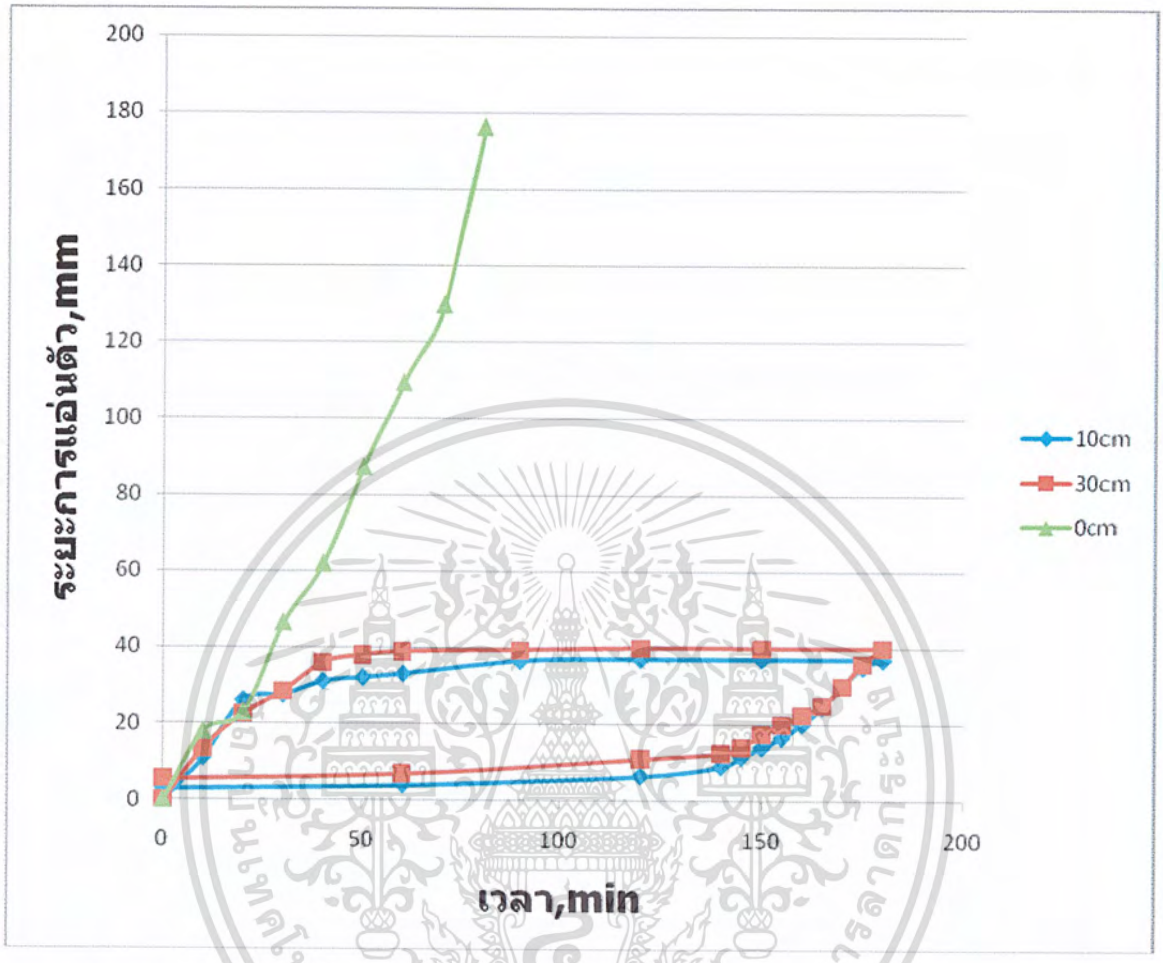
ที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3:แสดงระยะการแอ่นตัวและระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผา ที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4:แสดงการเปรียบเทียบระยะการแอ่นตัวและระยะคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เผา ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้นระยะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

4.2.1.การแอ่นตัวของแผ่นพื้น เกิดจากปัจจัยดังต่อไปนี้

4.2.1.1.ลวดอัดแรงเกิดการขยายตัว

เมื่อลวดอัดแรงได้รับความร้อนก็จะเกิดการขยายตัว ทำให้พื้นเกิดการแอ่นตัว ดังสมการ

$$\delta = \alpha \cdot \Delta T$$

δ = การขยายตัว

α = สัมประสิทธิ์การขยายตัว

ΔT = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป

4.2.1.2.การแยกตัวระหว่างคอนกรีตทับหน้ากับแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง

เนื่องจากใช้ไฟอยู่ใต้แผ่นพื้นเพียงอย่างเดียวทำให้แผ่นพื้นคอนกรีตด้านล่างที่ได้รับความร้อนมากกว่าเกิดการขยายตัวมากกว่าผิวคอนกรีตด้านบนซึ่งได้รับความร้อนน้อยกว่า เมื่อค่าหน่วยแรงที่เกิดขึ้นสูงกว่ากำลังสูงสุดของคอนกรีตจะทำให้ผิวของคอนกรีตทั้งสองแยกออกจากกัน แผ่นคอนกรีตด้านล่างที่ได้รับความร้อนมากกว่าจึงขยายตัวและแอ่นตัวมากกว่า

4.2.1.3.การเปลี่ยนแปลงหน้าตัดของแผ่นพื้น

ปกติแผ่นพื้นจะรับน้ำหนักโดยหลักการคอมโพสิต คือทั้งแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง และพื้นคอนกรีตทับหน้า ช่วยกันรับน้ำหนัก แต่เมื่อพื้นทั้งสองแยกออกจากกันตามข้อ 1.2 จึงทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของหน้าตัดคอมโพสิตเปลี่ยนไปกลายเป็นแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่น้ำหนัก ทำให้สามารถรับน้ำหนักได้น้อยลง จึงเกิดการแอ่นตัวมากขึ้น

$$b_{tr} = b_e \cdot \frac{E_{c_{slab}}}{E_{c_{precast}}} = b_e \cdot n_c$$

$E_{c_{slab}}$ = โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตในส่วนของพื้นเททีหลัง

$E_{c_{precast}}$ = โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตในส่วนของคอนกรีตอัดแรงหล่อสำเร็จ

n_c = อัตราส่วนของโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตในส่วนของพื้นเททีหลังต่อโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตในส่วนของคอนกรีตอัดแรงหล่อสำเร็จ

b_e = ความกว้างประสิทธิผลเดิมของคอนกรีตพื้นเททีหลัง

b_{tr} = ความกว้างเทียบเท่าของคอนกรีตพื้นเททีหลัง

4.2.2.การคืนตัวของแผ่นพื้น เกิดจากการคืนตัวของลวดอัดแรง

เมื่อหยุดเผาไฟและฉีดน้ำใส่แผ่นพื้น ลวดอัดแรงก็จะมีอุณหภูมิลดลง ทำให้เกิดการคืนตัว และเมื่อลวดอัดแรงเกิดการคืนตัว แผ่นพื้นก็จะคืนตัวขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาจากโครงงานพิเศษนี้สรุปได้ดังนี้

1.ที่ระยะของเปลวไฟถึงท้องพื้นที่ระยะต่างๆกันจะส่งผลให้พื้นคอนกรีตอัดแรงมีการแอ่นตัวที่ต่างกัน กล่าวคือยิ่งระยะของเปลวไฟใกล้กับแผ่นพื้นมากเท่าไรก็จะทำให้พื้นคอนกรีตอัดแรงเกิดก่รแอ่นตัวมากกว่าระยะของเปลวไฟที่ไกลจากแผ่นพื้นออกไป

2.ระยะคืนตัวของแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังจากถูกเพลิงไหม้จะมีระยะการคืนตัวได้ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของเพลิงไหม้และระยเวลาการเกิดเพลิงไหม้

3.ลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังจากถูกเพลิงไหม้ พบว่า ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้นที่ระยะต่างๆกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เหมือนกัน กล่าวคือที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 เซนติเมตร พบว่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ที่ระยเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 เซนติเมตร เกิดรอยร้าวที่ท้องพื้น ส่วนที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น พบว่าพื้นเกิดการแตกหัก

5.2 ข้อเสนอแนะ

1.ระยะเวลาที่ใช้ทดสอบระยะการคืนตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงควรศึกษาระยะเวลาไปจนกว่าพื้นคอนกรีตอัดแรงไม่มีการคืนตัวแล้ว เพื่อที่จะได้ทราบว่าผลกระทบของเพลิงไหม้มีผลต่อการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงมากแค่ไหน

2.ควรทำการทดสอบผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงโดยจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้ด้านบนพื้นด้วย เพื่อดูว่าเกิดผลกระทบต่อพื้นคอนกรีตอัดแรงอย่างไรบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การระเบิดของคอนกรีตทับหน้าและแยกออกจากพื้นคอนกรีตอัดแรงเป็นสาเหตุที่ทำให้แผ่นพื้น ไม่สามารถใช้งานต่อไปได้อีก ดังนั้น จึงควรศึกษาว่า หากมีเหล็กยึดระหว่างคอนกรีตทับหน้ากับแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง จะป้องกันการแยกตัวออกได้หรือไม่

4.ควรทดสอบโดยการเพิ่มfinishing บนแผ่นพื้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอ้างอิง

- ดนัย ธารามี, เทอดพงษ์ สมภักดี และ สิริชัย มาลีนิตร, 2540.การศึกษากำลังของคอนกรีตเสริมเหล็กที่ถูกเพลิงไหม้_.ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
- พรพล ไทรทอง และ พรศักดิ์ ตั้งคำ, 2543.การประเมินความสามารถใช้งานได้ของอาคารหลังถูกเพลิงไหม้.ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
- มณฑล ฉายอรุณ,2531.ทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ.สำนักพิมพ์ยูไนเต็ดบุ๊คส์
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์,เมษายน 2549.มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตอัดแรง.บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด
- ศุภวิศวร์ ปัญญาสกุลวงศ์ และ กฤษณ์ แย้มสระโส,2548.พื้นสำเร็จรูปกับพื้นหล่อในที่.ThaiHome Master
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสากรรม,2539.การทดสอบความทนไฟชิ้นส่วนต่างๆของโครงสร้างอาคาร(มอก.1334-2539,ISO 834-1975)
- สุริยนต์ เจริญเศรษฐกุล และ ประธาน ระวีวงศ์อโนมัย, 2536.พฤติกรรมการรับกำลังดัดของแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดดึงลวดก่อนหลังถูกเพลิงไหม้.ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- ทินกร แพทย์รักษ์, นันทวิทย์ พานิชพงษ์ และ อรรณพ อุชชิน, 2543.วิเคราะห์กำลังของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กหลังถูกเพลิงไหม้.ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
- มนัญ อนุสิริ,2549.ทฤษฎีและปฏิบัติการทดสอบวัสดุในงานวิศวกรรมโยธา.บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน)
- ศิริพงษ์ อุทัยแก้ว และ อาวุธ เจริญวัฒนานนท์, 2533.การเปลี่ยนแปลงการรับกำลังของคอนกรีตหลังเผา.ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
- สมโพธิ์ วิวิธเกยูรวงศ์,2550.การออกแบบคอนกรีตอัดแรง.พิมพ์ครั้งที่2.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- อำนวย พานิชกุลพงศ์,2542.ปฏิบัติการทดสอบไม้และเหล็ก.พิมพ์ครั้งที่1.หจก.วี.เจ.พริ้นติ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

รายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบนี้มีการใช้วัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ ในการทดสอบเพื่อทำการเผาพื้นตัวอย่างและหาผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรง ดังจะกล่าวต่อไปนี้

1.เตาเผา

คุณลักษณะทั่วไปของเตาเผาที่ใช้ในการทดสอบเป็นดังนี้

1.1) ขนาด 4 x 1 x 0.8 เมตร

1.2) ขนาดความจุ 3.2 ลูกบาศก์เมตร

1.3) ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง

1. 4) เตาเผาก่อด้วยอิฐมวลเบา ซึ่งสามารถทนความร้อนได้

การสร้างเตาเผาและประกอบวัสดุ-อุปกรณ์ในการทดสอบ มีดังนี้

1.1) ตัวเตาก่อด้วยอิฐมวลเบา ซึ่งสามารถทนความร้อนได้ดีระดับหนึ่ง โดยทำการก่อขึ้นเองให้มีขนาด 4 x 1 x 0.8 เมตร ปิดสามด้านเปิดไว้ด้านหนึ่งเพื่อนำหัวแก๊สเข้าไปได้

1.2) โดยรูปร่างของเตาจะก่อทึบขึ้นสูง 0.8 เมตร เพื่อใช้เป็นคานที่ใช้วางพื้นที่ใช้ทดสอบ ส่วนด้านที่เปิดไว้เมื่อต่อหัวแก๊สเข้าไปไว้แล้วจะปิดด้วยการเรียงอิฐมวลเบาให้เต็ม

1.3) ใช้แก๊สหุงต้มเป็นตัวให้ความร้อน โดยใช้หัวแก๊ส 3 หัว และถังแก๊ส 3 ถังต่อเข้าไว้ด้วยกันด้วยสายแก๊สหุงต้มพร้อมวาล์วเปิดปิดในตัว

1.4) ใช้ ไดอัลเกจ (Dial Gage) ในการวัดค่าการแอ่นตัวของพื้นหลังโดนเพลิงไหม้ โดยทำการติดตั้งไว้บนพื้นที่ 3 ตำแหน่งคือ ที่ปลายพื้นทั้งสองด้านและที่ตรงกลางพื้น อ่านค่าแต่ละตัวตามเวลาการเกิดเพลิงไหม้ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.พื้นคอนกรีตอัดแรง

แผ่นพื้นสำเร็จ

แผ่นพื้นสำเร็จ คือ แผ่นพื้นทำด้วยคอนกรีตที่หล่อขึ้นให้มีขนาด รูปร่าง และความยาวตามที่ต้องการมาจากโรงงาน ขั้นตอนในการก่อสร้างโดยใช้พื้นชนิดนี้ เริ่มจากการหล่อคาน แล้วนำแผ่นพื้นสำเร็จรูปมาติดตั้ง โดยการวางแผ่นพื้นพาดบนคานตามแนวที่กำหนด จากนั้นปูตะแกรงเหล็กเสริม และเทคอนกรีตทับหน้าตามที่กำหนด พื้นสำเร็จรูปมีทั้งชนิดที่มีรูปร่างหน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมตัน หรือกล่องคอนกรีตกลวง พื้นสำเร็จรูปชนิดหนึ่งที่เหมาะกับงานก่อสร้างบ้านพักอาศัยก็คือ พื้นสำเร็จรูปแบบสี่เหลี่ยมตัน ขั้นตอนในการปูพื้นชนิดนี้ เริ่มจากการหล่อคานบ้าน แล้วนำแผ่นพื้นสำเร็จรูปมาติดตั้ง โดยวางแผ่นพื้นพาดบนคาน และทำค้ำยันเป็นช่วง ๆ จากนั้นก็ใส่ตะแกรงเหล็กเสริม เทคอนกรีตทับหน้า ก็เสร็จขั้นตอนการทำพื้นบ้านระบบพื้นสำเร็จรูป

ลักษณะโดยทั่วไป

เป็นแผ่นคอนกรีตอัดแรงชนิดท้องพื้นเรียบรูปสี่เหลี่ยมคางหมูตันขนาดความกว้าง 35 ซม. หนา 5 ซม. ใช้เหล็กลวดอัดแรง PC Wire ขนาดของเส้นศูนย์กลางเหล็กลวด 4 มิลลิเมตร ชนิดรับแรงดึงสูง สามารถรับแรงดึงสูงสุด 17,600 กก./ซม.^{2} ดึงด้วยแรงดึง 70 % ของแรงดึงสูงสุดก่อนการเทคอนกรีต สามารถรับน้ำหนักจรได้ที่ 200 –1950 กก.ต่อตารางเมตร (ขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นลวดและความยาวของแผ่น)

ประโยชน์ในการใช้งาน

เหมาะสำหรับงานก่อสร้างอาคาร สำนักงาน ทั้งอาคารเรียน คอนโดมิเนียม สำนักงานโรงงาน ทาวน์เฮาส์ บ้านเดี่ยวพักอาศัยทั่วไป ทำให้สามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย และท้องพื้นที่เรียบสวยงามโดยไม่ต้องฉาบปูน จึงนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

เตรียมการติดตั้ง

ควรปรับหลังคานที่จะรองรับพื้นให้เรียบ และได้ระดับในขณะทำการหล่อคานเพื่อการวางแผ่นพื้นได้แนบสนิทกับผิวคานก่อนวางพื้น จำนวน 2 คาน ควรติดตั้งค้ำยันชั่วคราวที่ช่วงกึ่งกลางแผ่นก่อนเพื่อความปลอดภัยขณะติดตั้ง และป้องกันการล้าของแผ่นพื้น ทำให้การรับน้ำหนักปลอดภัยได้น้อยลงภายหลังการเทคอนกรีตทับหน้า การติดตั้งค้ำยันควรให้ระดับค้ำยันเสมอกับคาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของพื้นสำเร็จ

ขนาด	ยาว	ลวด	Topping	รับน้ำหนัก	มอก.	ออกแบบโดย
350 x 50 มม.	3.00 ม.	3 เส้น	50 ซม.	500 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	3.25 ม.	3 เส้น	50 ซม.	300 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	3.25 ม.	4 เส้น	50 ซม.	500 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	3.50 ม.	4 เส้น	50 ซม.	300 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	3.50 ม.	5 เส้น	50 ซม.	500 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	3.75 ม.	5 เส้น	50 ซม.	300 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	3.75 ม.	6 เส้น	50 ซม.	500 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	4.00 ม.	6 เส้น	50 ซม.	300 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	4.00 ม.	7 เส้น	50 ซม.	500 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 60 มม.	4.00 ม.	5 เส้น	50 ซม.	300 กก./ตรม.	-	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 55 มม.	4.00 ม.	5 เส้น	50 ซม.	300 กก./ตรม.	-	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	2.50 ม.	4 เส้น	50 ซม.	800 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	3.70 ม.	5 เส้น	50 ซม.	450 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	2.50 ม.	4 เส้น	50 ซม.	300 กก./ตรม.	มอก. 576-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	2.50 ม.	5 เส้น	50 ซม.	400 กก./ตรม.	มอก. 576-2846	ณรงค์ กันทาลง (ภาคี)
350 x 50 มม.	3.00 ม.	3 เส้น	50 ซม.	500 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	บวร มณีรัตน์ (สามัญ)
350 x 50 มม.	3.25 ม.	3 เส้น	50 ซม.	300 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	บวร มณีรัตน์ (สามัญ)
350 x 50 มม.	3.25 ม.	4 เส้น	50 ซม.	500 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	บวร มณีรัตน์ (สามัญ)
350 x 50 มม.	3.50 ม.	4 เส้น	50 ซม.	300 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	บวร มณีรัตน์ (สามัญ)
350 x 50 มม.	3.50 ม.	5 เส้น	50 ซม.	500 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	บวร มณีรัตน์ (สามัญ)
350 x 50 มม.	3.75 ม.	5 เส้น	50 ซม.	300 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	บวร มณีรัตน์ (สามัญ)
350 x 50 มม.	3.75 ม.	6 เส้น	50 ซม.	500 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	บวร มณีรัตน์ (สามัญ)
350 x 50 มม.	4.00 ม.	6 เส้น	50 ซม.	300 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	บวร มณีรัตน์ (สามัญ)
350 x 50 มม.	4.00 ม.	7 เส้น	50 ซม.	500 กก./ตรม.	มอก. 828-2846	บวร มณีรัตน์ (สามัญ)

หมายเหตุ : ต้องค้ำยัน 2 จุด ที่ระยะ L/3 ขณะเทคอนกรีตทับหน้า (กำลังผลิต 600 ตรม./วัน ใช้เวลาประมาณ 18 ซม.)

ตารางที่ ผก1 : แสดงขนาดของพื้นสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกองเก็บหน้างาน

1. ไม่ควรวางซ้อนสูงเกิน 10 ชั้น
2. วางไม้หมอนรองแผ่นให้ระยะห่างจากปลายแผ่นไม่เกิน 50 ซม. ทั้ง 2 ด้าน และให้ได้แนวตรงกันทุกชั้น
3. พื้นที่กองเก็บต้องมีความแข็งแรงไม่ทรุดตัวเมื่อวางแผ่นพื้น

การติดตั้งพื้นสำเร็จรูป

1. เรียงแผ่นพื้นสำเร็จให้ชิดติดกันตลอด โดยให้ปลายแผ่นพื้นวางอยู่บนคานใหญ่อย่างน้อย 5 เซนติเมตร
2. ผูกลวดหนามขนาด 6 มม. เป็นตะแกรงเหล็กขนาด 25 X 25 ซม. สำหรับพื้นในที่ร่ม และขนาด 20 X 20 ซม. สำหรับพื้นกลางแจ้งหรือดาดฟ้า
3. เทคอนกรีตทับหน้า (Topping) 5 ซม. โดยใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัดที่ 240 กก./ซม.^{2} (ทรงลูกบาศก์) ก่อนเทคอนกรีตทับหน้าควรทำความสะอาดพื้น พี พี เอส ให้เรียบร้อยเพื่อการเกาะตัวที่ดีขึ้น
4. หลังเทคอนกรีตทับหน้า และปรับระดับพื้นเรียบร้อยแล้วให้ทิ้งไวประมาณ 24 ชม. แล้วบ่มด้วยน้ำประมาณ 7 วัน
5. การถอดไม้ค้ำยันจะถอดได้ต่อเมื่ออายุของคอนกรีตทับหน้า อายุไม่น้อยกว่า 7 วัน หรือคอนกรีตมีกำลังอัดไม่น้อยกว่า 150 กก./ซม.^{2}

ข้อแนะนำในการติดตั้ง

- ก่อนการวางแผ่นพื้นสำเร็จรูป ต้องปรับแต่งหลังคานให้เรียบ เพื่อให้การวางแผ่นพื้นแบบสนิทกับหลังคาน และควรวางแผ่นพื้นพาดบนหลังคานอย่างน้อย 5 ซม.
- ต้องติดตั้งค้ำยัน 2 จุด (ความยาวของแผ่นหาร 3)
- ค้ำยันต้องแข็งแรง และรับน้ำหนักของแผ่นพื้น และคอนกรีตทับหน้าได้โดยไม่ทรุดตัวหรือโก่งงอ
- ถอดค้ำยันได้เมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

รายละเอียดของวิธีการออกแบบส่วนผสม

ของคอนกรีตทับหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดสอบครั้งนี้ใช้คอนกรีตทับหน้าที่มีกำลังอัดประลัยเฉลี่ย (fc') เท่ากับ 240 กก./ซม.^{2} ผิดพลาดได้ไม่เกิน 5% (k = 1.645) และค่า s =30 กก./ซม.^{2} ปูนซีเมนต์ที่ใช้เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง มีค่าความถ่วงจำเพาะ 3.15 มวลรวมหยาบขนาดโตสุด 20 มิลลิเมตร มีความถ่วงจำเพาะ 2.70 ค่าการดูดซึม 0.5% และมีหน่วยน้ำหนัก(แห้งและอัดแน่น) เป็น 1600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร มวลรวมละเอียดมีความถ่วงจำเพาะ 2.60 ค่าการดูดซึม 0.7% และมีโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.80

วิธีทำ ทำตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. กำลังที่ต้องผลิต = fc'+ ks

   240 + (1.645 x 30) = 290 กก./ซม.^{2}

2. การปฏิบัติงานโดยทั่วไปเห็นว่าควรใช้ค่าความยุบตัว 8-10 เซนติเมตร

3. ข้อกำหนดให้ใช้ขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบเป็น 20 มิลลิเมตร

4. เมื่อขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบเป็น 20 มิลลิเมตร ค่าความยุบตัว 8-10 เซนติเมตร ไม่ต้องใช้สารกักกระจายฟองอากาศ จะได้ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ = 200 ลิตร/ลูกบาศก์เมตร ของคอนกรีต

5. สำหรับคอนกรีตที่ต้องการกำลัง 290 กก./ซม.^{2} จะได้อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์โดยน้ำหนักที่ต้องใช้ = 0.56

6. ปริมาณซีเมนต์ที่ต้องการ = 200/0.56 = 357 กิโลกรัม

7. หาปริมาณของวัสดุผสมหยาบ เมื่อค่าโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.80 และขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบเป็น 20 มิลลิเมตร จะได้ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบในสภาพแห้งและอัดแน่น 0.62 ลูกบาศก์เมต/ลูกบาศก์เมตร ของคอนกรีต หน่วยน้ำหนักของหิน 1600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น น้ำหนักของวัสดุผสมหยาบที่ใช้ = 0.62 x 1600 = 992 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ของคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หาปริมาตรของวัสดุผสมละเอียด

ปริมาตรของน้ำ	= 200/1000 = 0.200	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาตรของซีเมนต์	= 352/(3.15x1000) = 0.113	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบ	= 992/(2.70x1000) = 0.367	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาตรฟองอากาศ	= 0.02x1.0 = 0.020	ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น ปริมาตรของส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นทราย = 0.700 ลูกบาศก์เมตร

ปริมาตรของทรายที่ต้องใช้	= 1-0.7 = 0.300 ลูกบาศก์เมตร
น้ำหนักทรายแห้ง	= 0.300x2.60x1000 = 780 กิโลกรัม

ฉะนั้น คอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร ต้องใช้

ปูนซีเมนต์	357	กิโลกรัม
น้ำ	200	กิโลกรัม
วัสดุผสมหยาบ	992	กิโลกรัม
วัสดุผสมละเอียด	780	กิโลกรัม
รวมน้ำหนักทั้งหมด	2329	กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

รูปแสดงวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบผลกระทบของเพลิงไหม้ต่อพื้นคอนกรีตอัดแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผค1:แสดงลักษณะของเตาเผาที่ได้ทำการก่อสร้างขึ้น

รูปที่ ผค2:แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่ใช้ในการทดสอบผลกระทบของเพลิงไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผค3:แสดงแก๊สพร้อมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเพลิงไหม้

รูปที่ ผค4:แสดงเหล็กตะแกรงกันร้าวบนพื้นคอนกรีตอัดแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผค5:แสดงการเตรียมน้ำหนักบรรทุกจร(Live Load)

รูปที่ ผค6:แสดงน้ำหนักบรรทุกจร(Live Load)ที่ใช้ในการทดสอบ

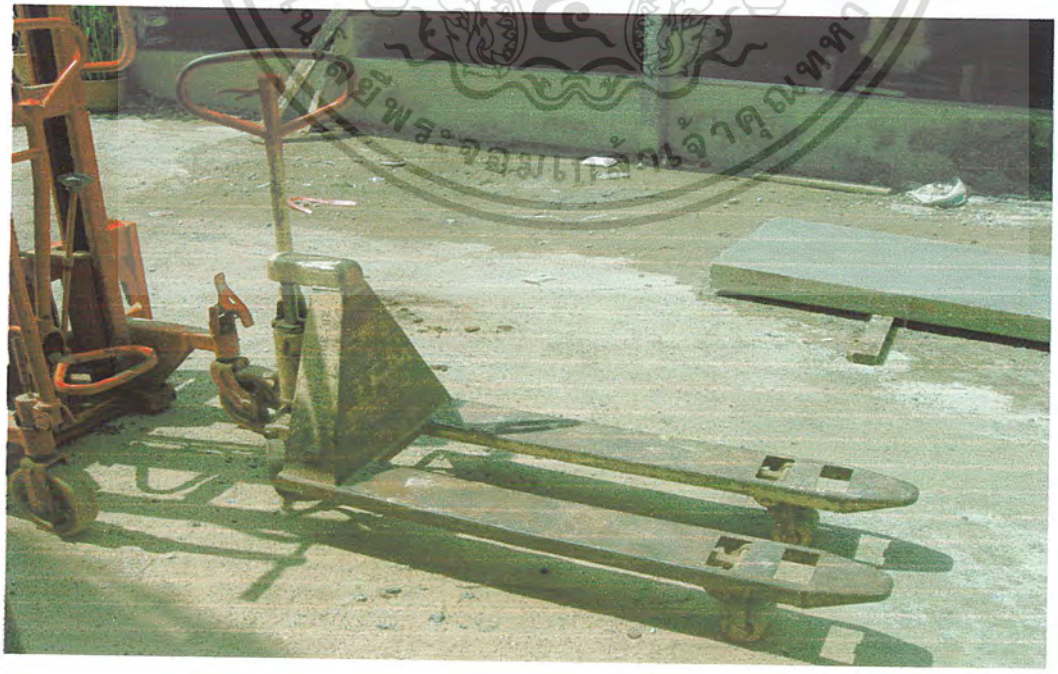
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผค7:แสดงกล้องระดับที่ใช้ในการทดสอบระยะการแอ่นตัวของพื้น

รูปที่ ผค8:แสดงไม้บรรทัดที่ใช้ทดสอบระยะการแอ่นตัวของพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผค9:แสดงลักษณะของรถที่ใช้ยกพื้นคอนกรีตัดแรง



รูปที่ ผค10:แสดงลักษณะรถลากที่ใช้เคลื่อนย้ายพื้นคอนกรีตอัดแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

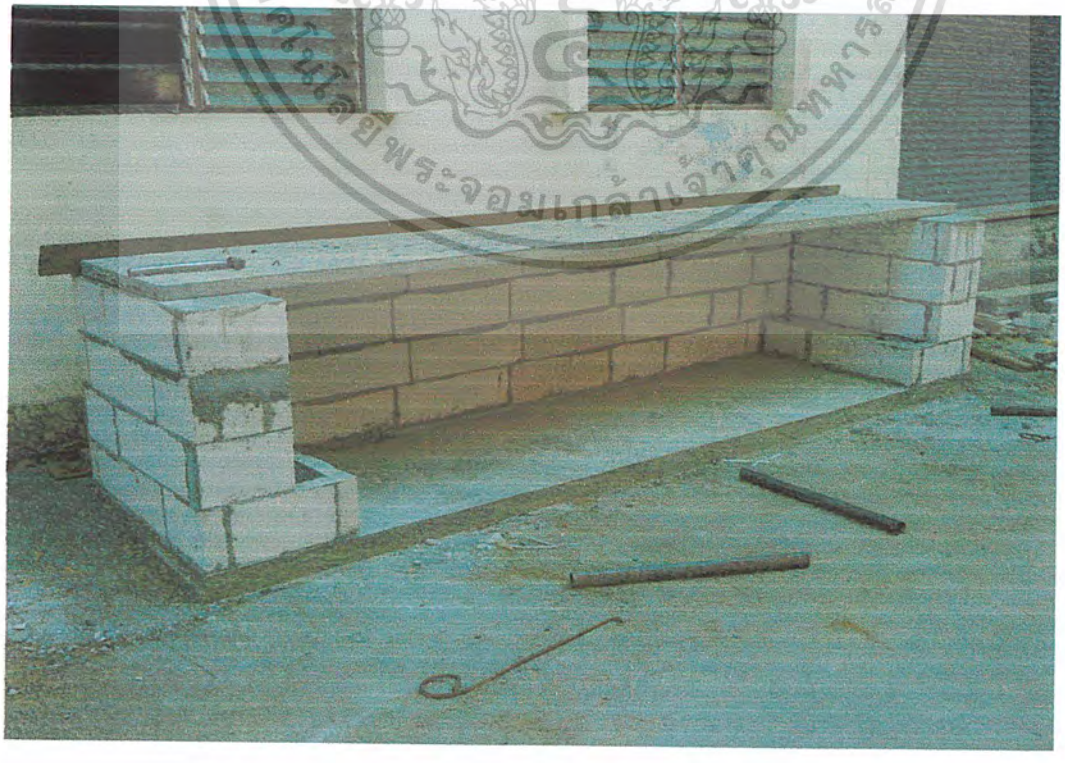
ภาคผนวก ง.

รูปแสดงการเตรียมตัวอย่างพื้นคอนกรีตอัดแรง

สำหรับที่จะทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

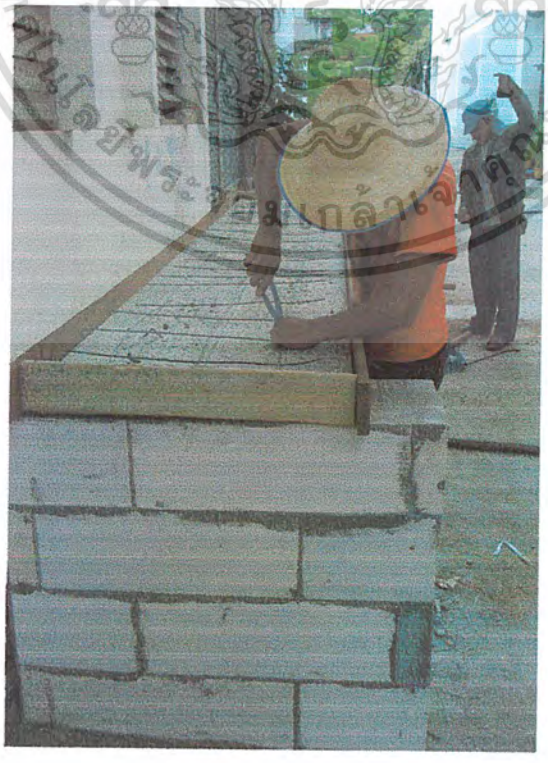
รูปที่ ผง1:แสดงเหล็กตะแกรงกันร้าวที่ตัดเตรียมไว้



รูปที่ ผง2:แสดงการวางพื้นคอนกรีตอัดแรงเพื่อเตรียมเข้าแบบ

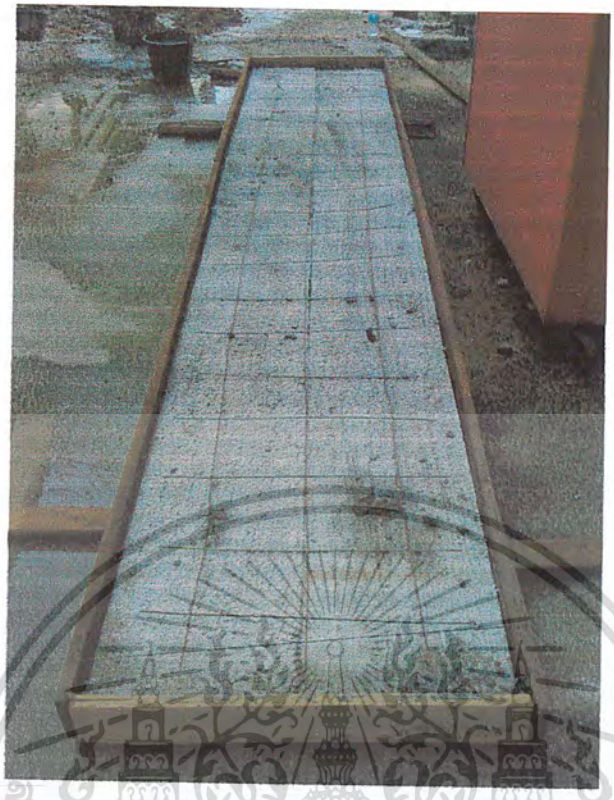
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผง3:แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่ตีแบบเสร็จแล้ว

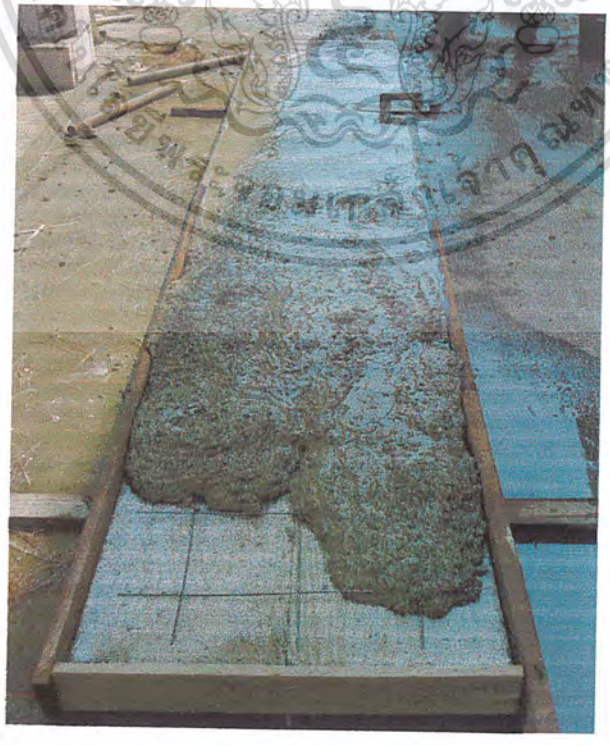


รูปที่ ผง4:แสดงการผูกเหล็กตะแกรงพื้นคอนกรีตอัดแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



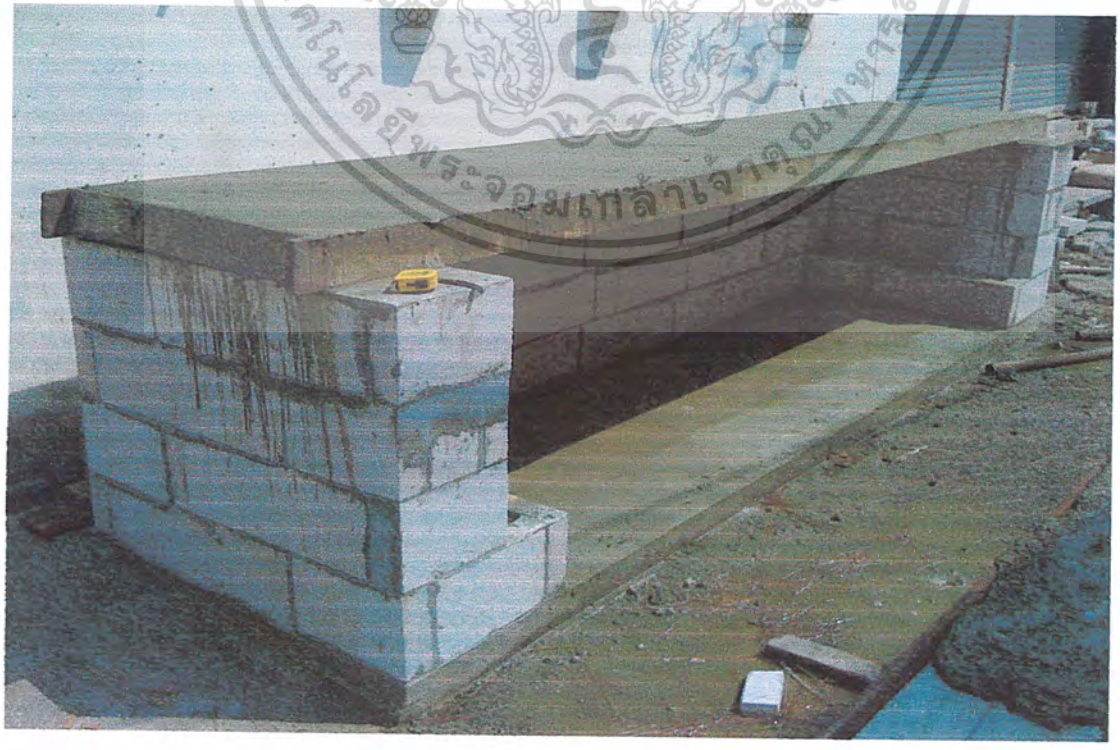
รูปที่ ผง5:แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่ผูกเหล็กตะแกรงเสร็จแล้ว



รูปที่ ผง6:แสดงการเทคอนกรีตทับหน้าพื้นคอนกรีตอัดแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผง7:แสดงการปาดหน้าคอนกรีตทับหน้าพื้นคอนกรีตอัดแรง



รูปที่ ผง8:แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เทคอนกรีตทับหน้าเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผง9:แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่เทคอนกรีตทับหน้าเสร็จแล้ว

รูปที่ ผง10:แสดงพื้นคอนกรีตอัดแรงที่พร้อมสำหรับการทดสอบ

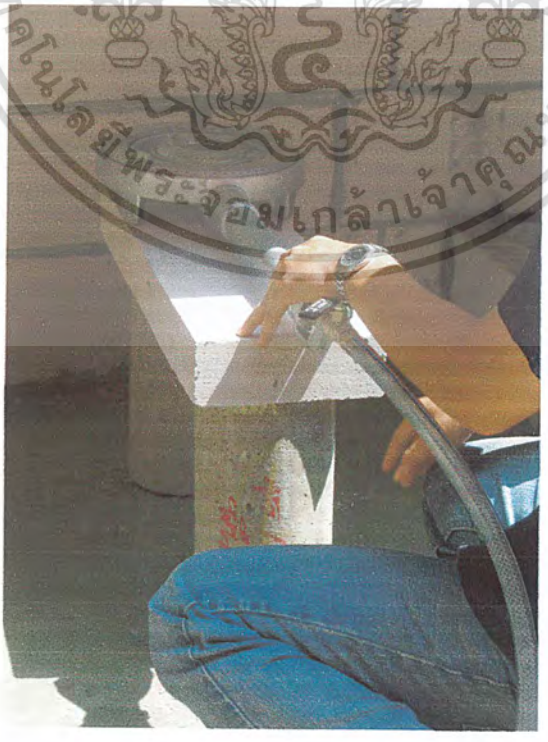
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

รูปแสดงขั้นตอนการเผาพื้นคอนกรีตอัดแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผจ1:แสดงการติดตั้งหัวแก๊สโดยให้มีระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 ซม.



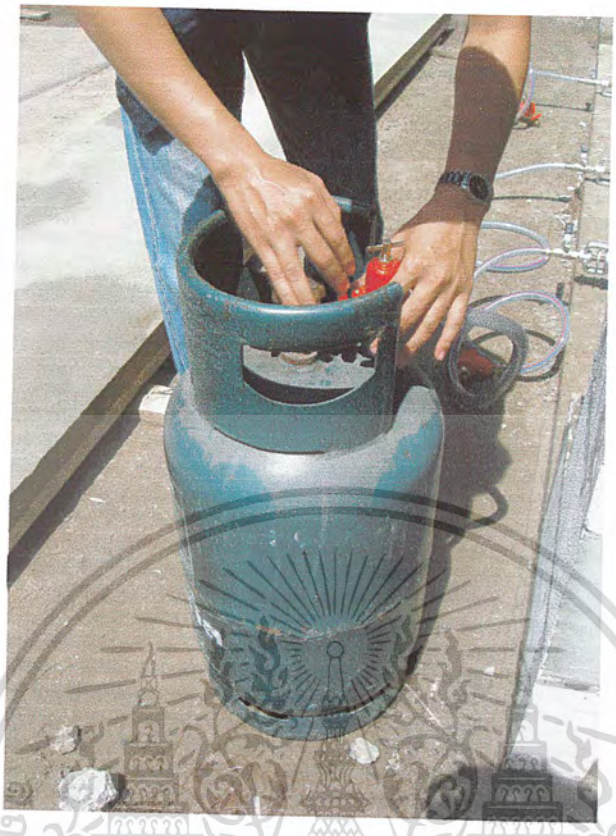
รูปที่ ผจ2:แสดงการติดตั้งหัวแก๊สโดยให้มีระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

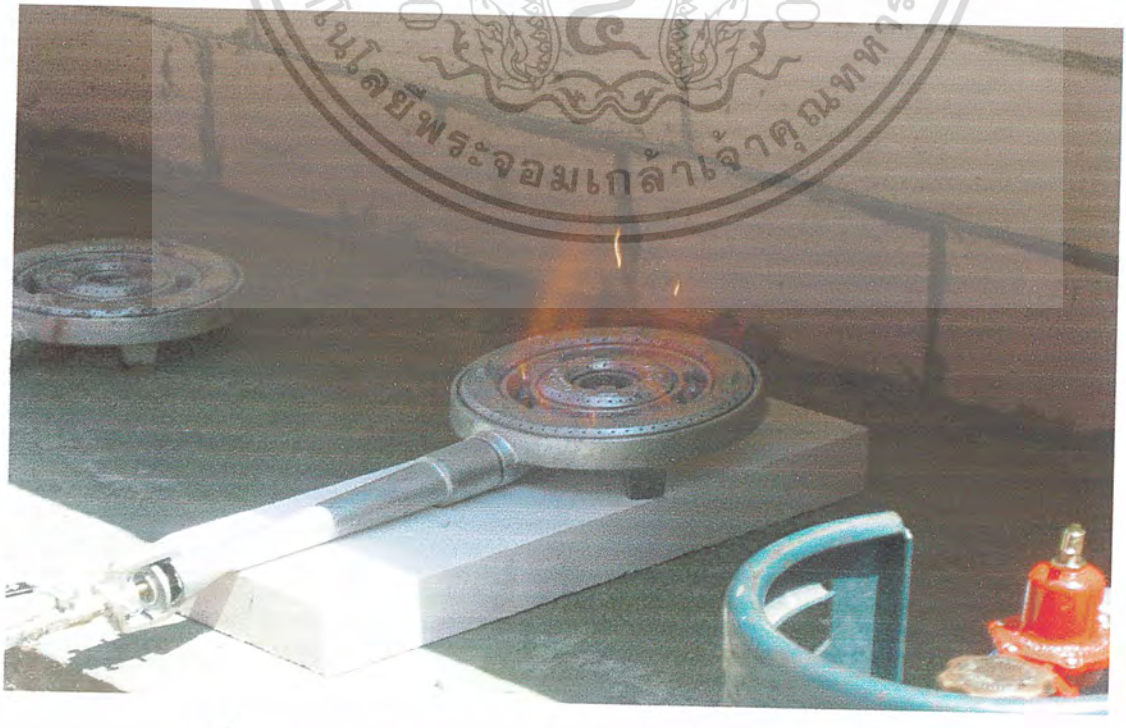
รูปที่ ผจ3:แสดงการติดตั้งหัวแก๊สโดยให้มีระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น

รูปที่ ผจ4:แสดงการจำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้โดยการปิดเตาเผาทั้ง 4 ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

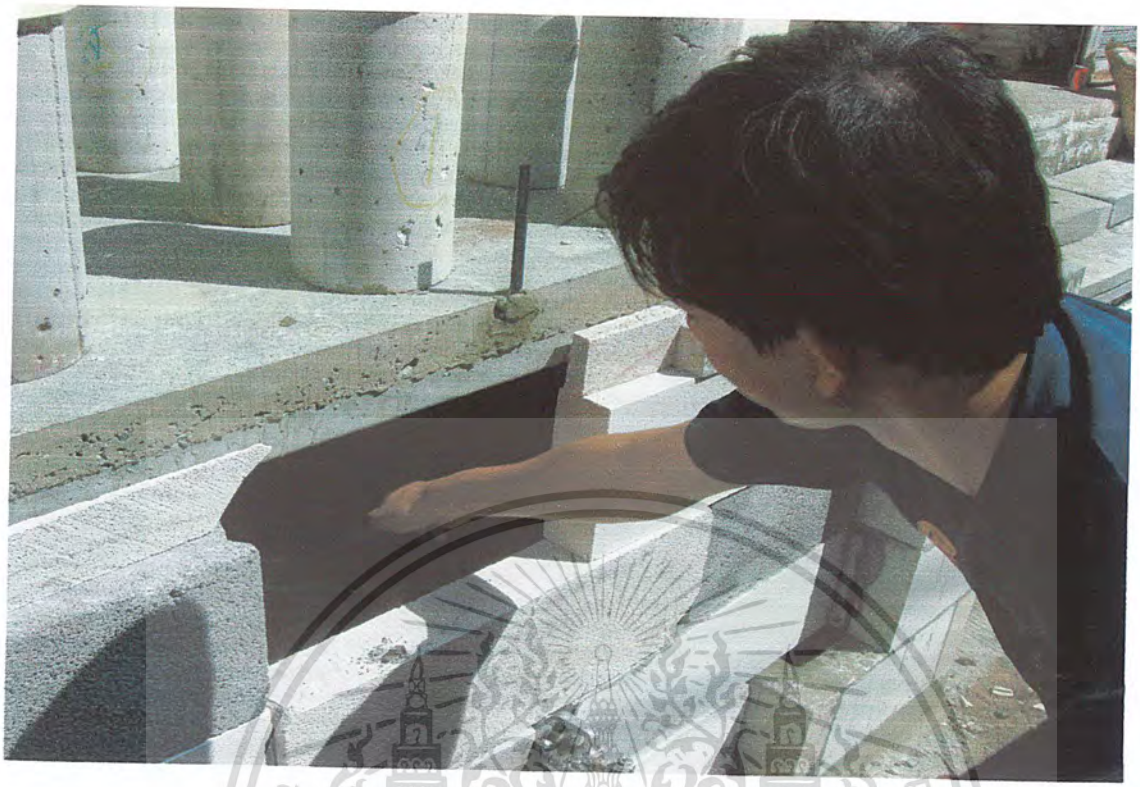


รูปที่ ผจ5:แสดงการต่อสายแก๊สเข้ากับถังแก๊สเพื่อจำลองการเกิดเพลิงไหม้



รูปที่ ผจ6:แสดงลักษณะของไฟที่ใช้จำลองสภาพการเกิดเพลิงไหม้

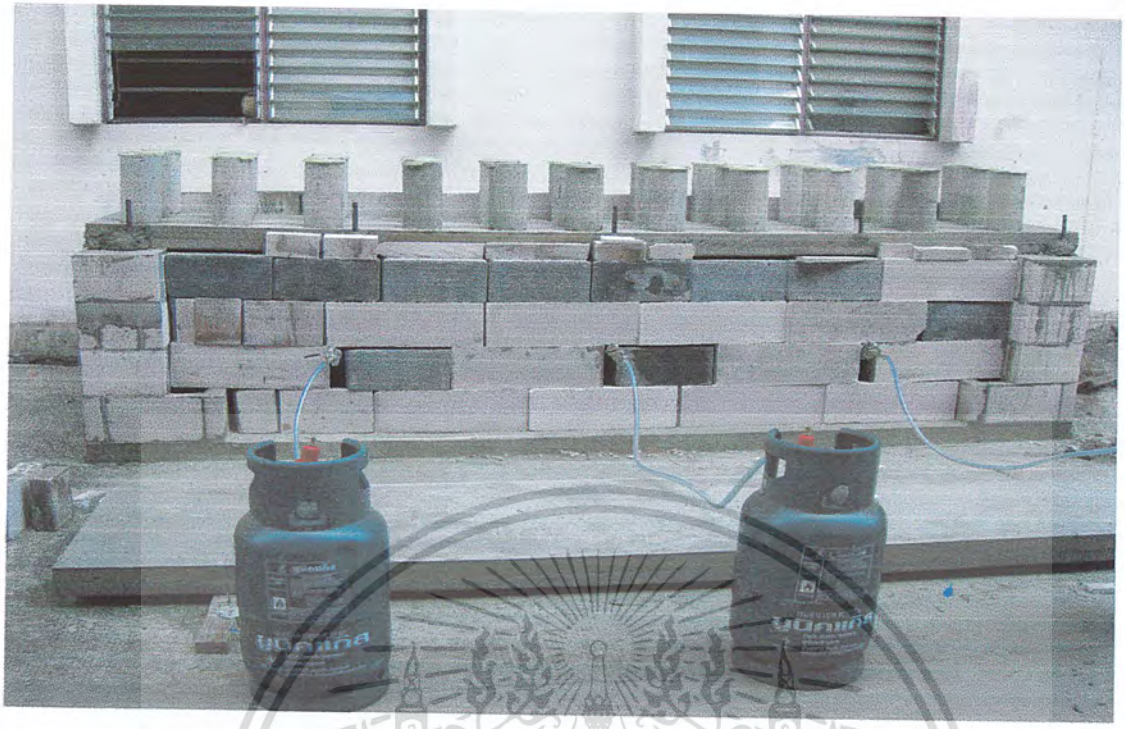
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผจ7:แสดงภาพการจุดไฟเพื่อจำลองการเกิดเพลิงไหม้

รูปที่ ผจ8:แสดงภาพขณะทำการทดสอบเพลิงไหม้ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผจ9:แสดงภาพขณะทำการทดสอบเพลิงไหม้ที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 ซม.

รูปที่ ผจ10:แสดงภาพขณะทำการทดสอบเพลิงไหม้ที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น

เอกสารนี้ [illegible] ใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผจ11:แสดงการอ่านค่าการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงขระกำลังทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

รูปแสดงลักษณะการวิบัติทางกายภาพของ

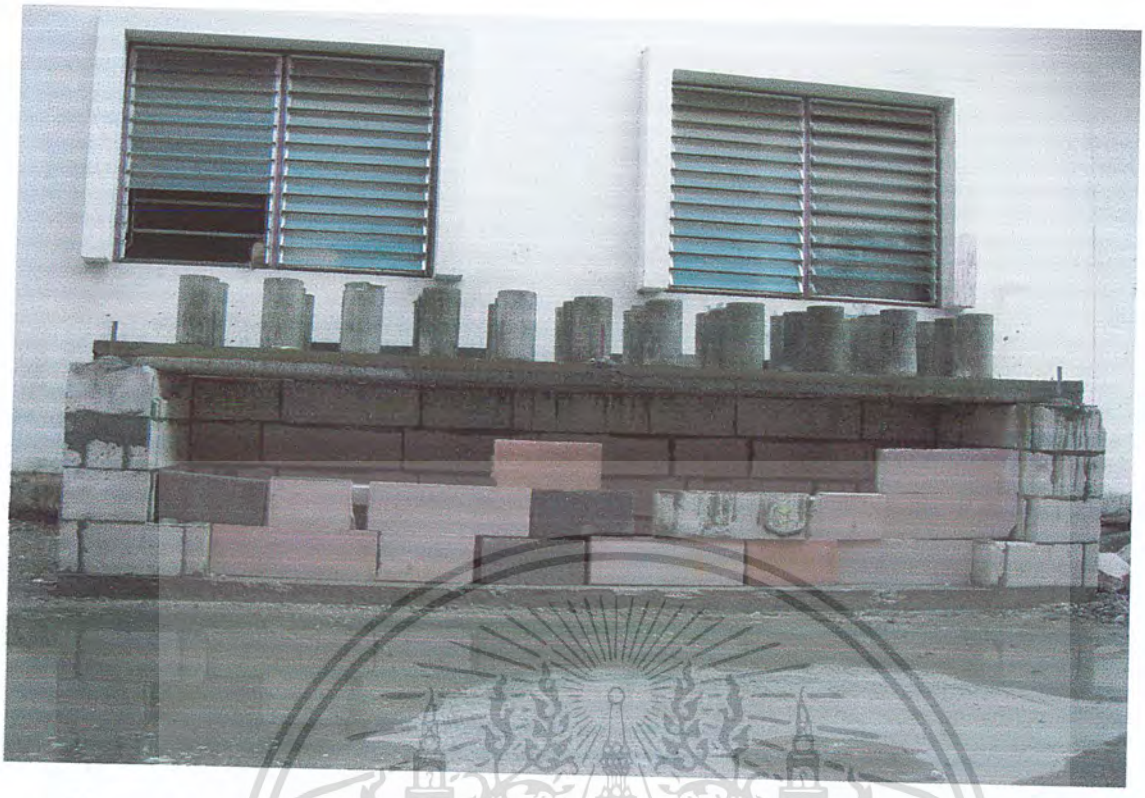
พื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผฉ1:แสดงสภาพการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 ซม.

รูปที่ ผฉ2:แสดงลักษณะของท้องพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผฉ3:แสดงลักษณะการวิบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 30 ซม.

รูปที่ ผฉ4:แสดงสภาพการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผฉ5:แสดงลักษณะของท้องพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 ซม.

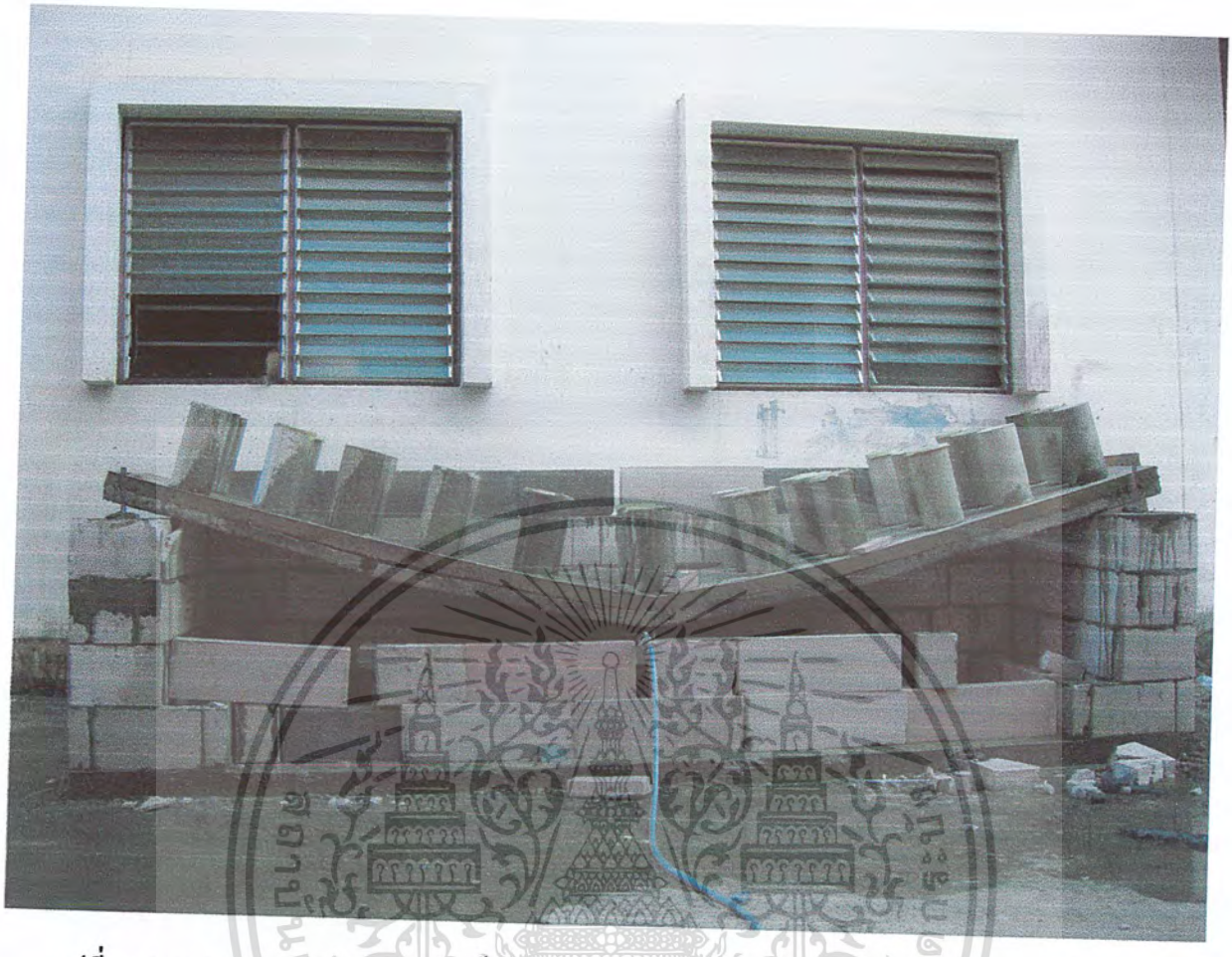
รูปที่ ผฉ6:แสดงลักษณะการวิบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟถึงท้องพื้น 10 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผฉ7:แสดงสภาพการแอ่นตัวของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น

รูปที่ ผฉ8:แสดงลักษณะของท้องพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



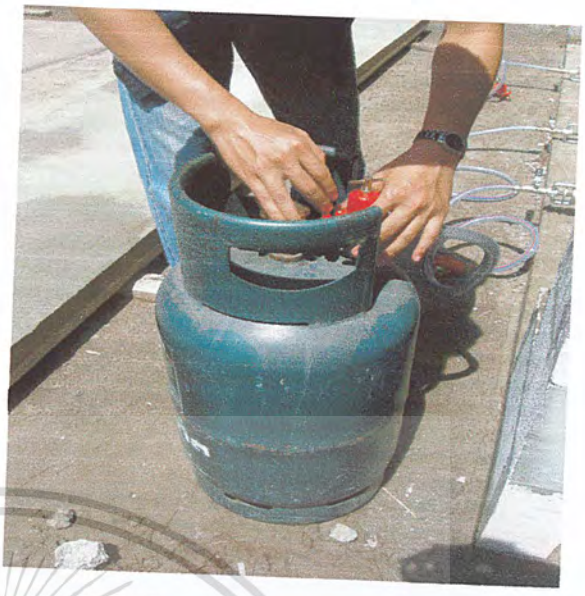
รูปที่ ผฉ9:แสดงลักษณะการวิบัติของพื้นคอนกรีตอัดแรงหลังเผาที่ระยะเปลวไฟติดกับท้องพื้น

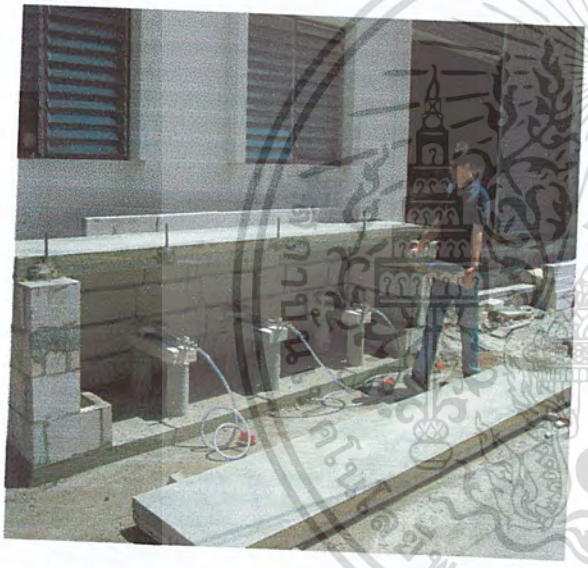
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

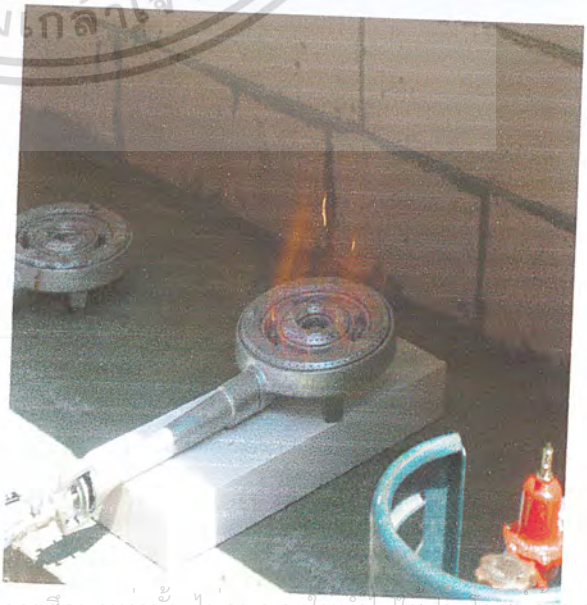
ภาคผนวก ช.

รูปประกอบการทดสอบเพลิงไหม้พื้นคอนกรีตอัดแรง

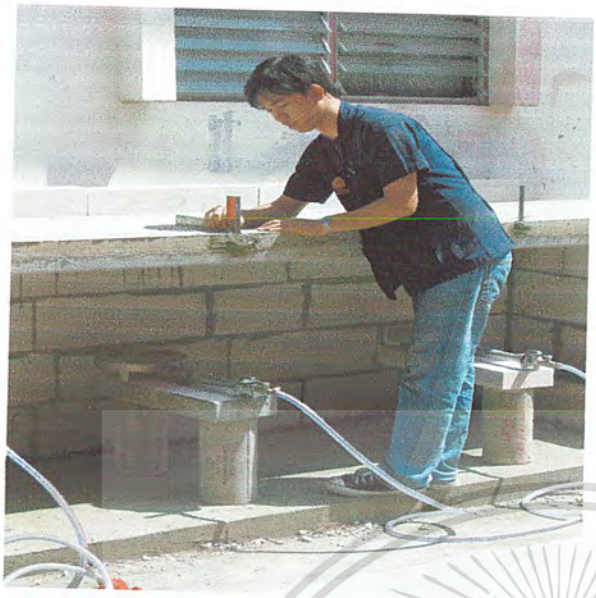
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

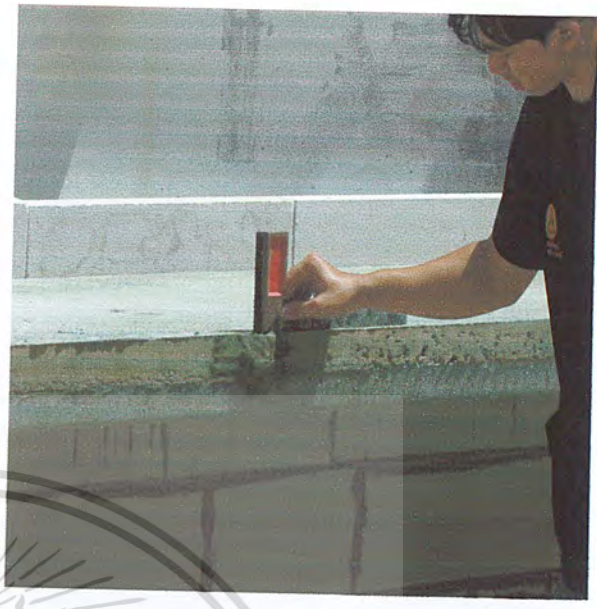


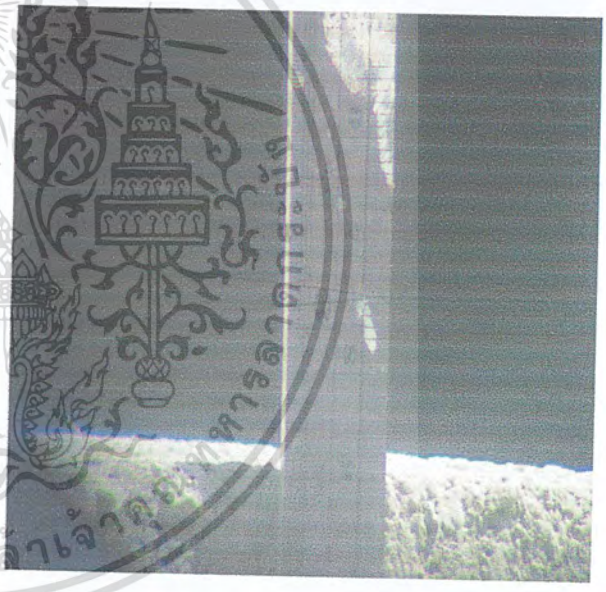




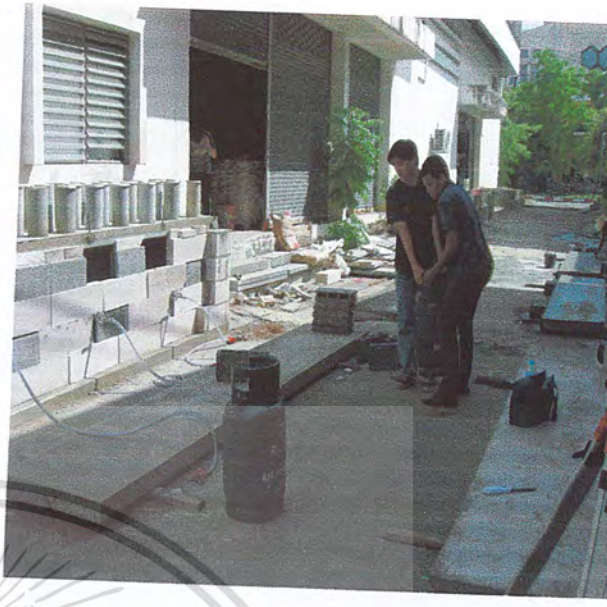
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





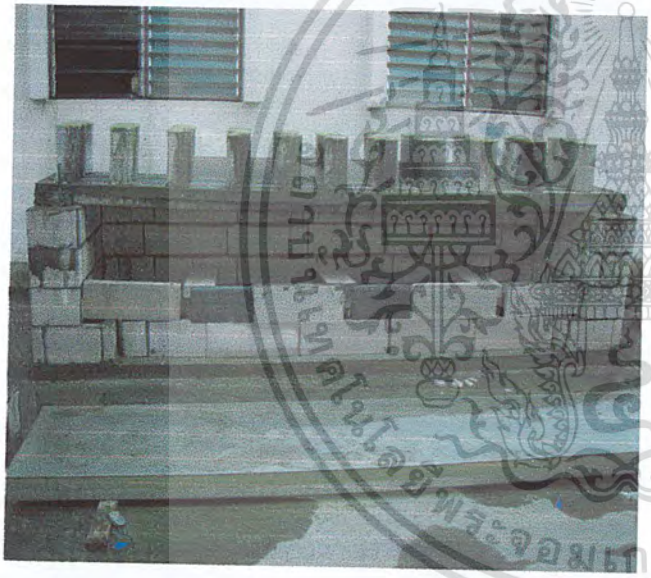


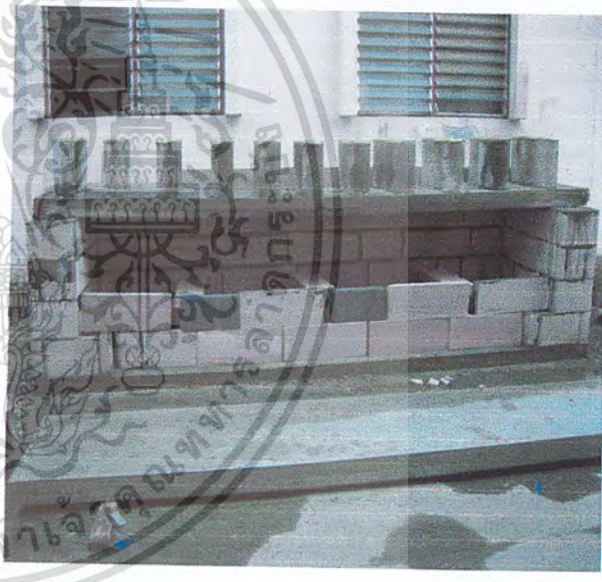
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

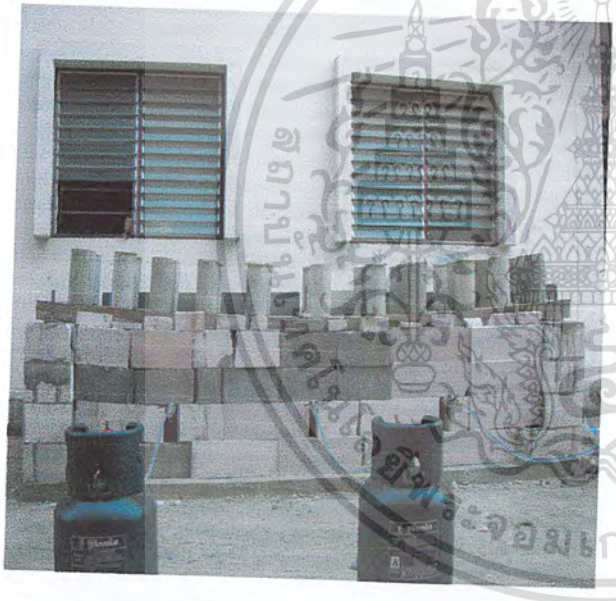
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

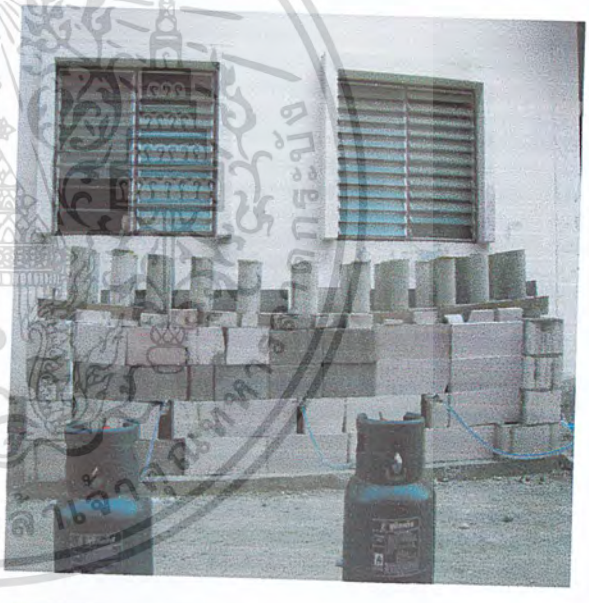




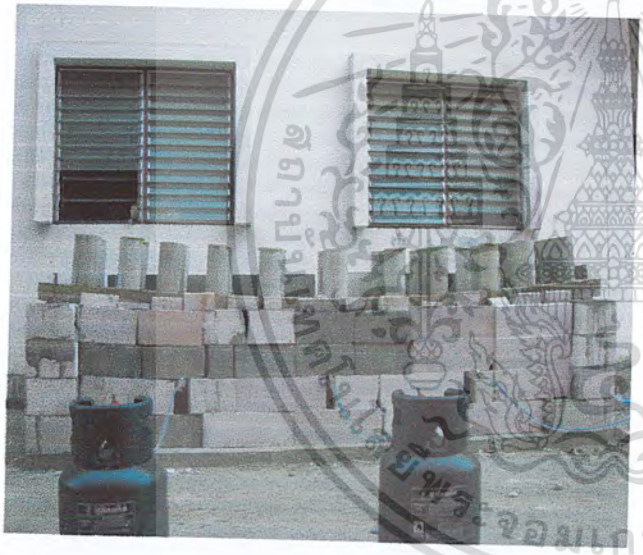
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





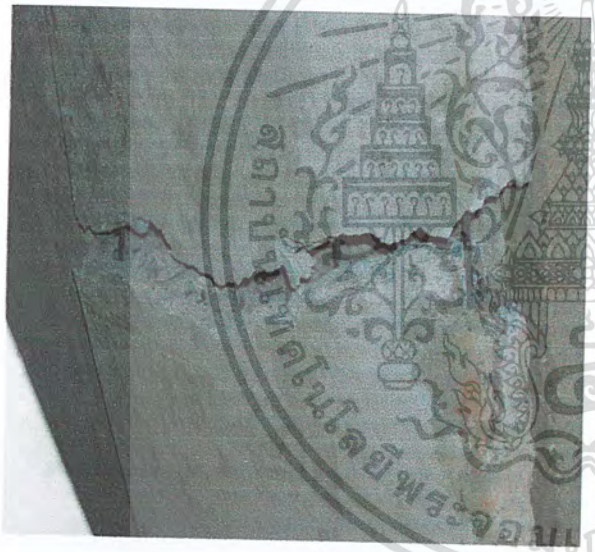
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



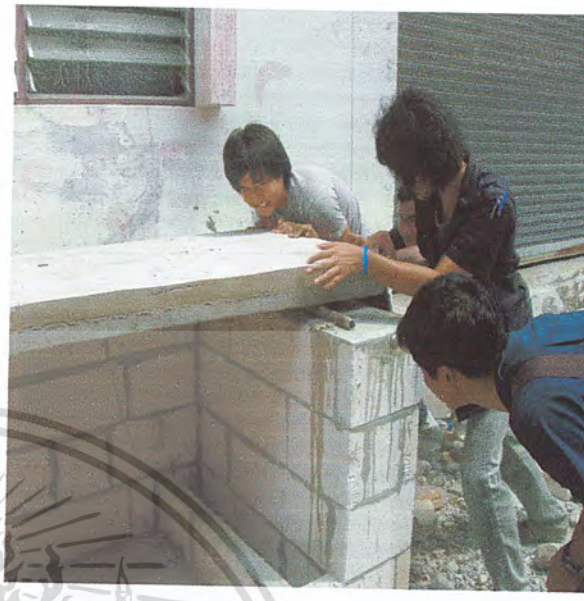
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การขาย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้