การศึกษาผลของทิศทางการเจาะเก็บตัวอย่างที่มีต่อค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต

STUDY ON EFFECT OF CORING DIRECTION TO CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH

นรุณ จัตุรัส

NAROON JUTTURAT

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2564

KMITL-2021-EN-M-090-078

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY ON EFFECT OF CORING DIRECTION TO CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH

NAROON JUTTURAT

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

2021

KMITL-2021-EN-M-090-078

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2021

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อค้นคว้าอิสระ	การศึกษาผลของทิศทางการเจาะเก็บตัวอย่างที่มีต่อค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต
นักศึกษา	นายนรุณ จัตุรัส
รหัสประจำตัว	59601062
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ
พ.ศ.	2563
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	รศ.ดร.แหลมทอง เหล่าคงถาวร

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างต่อเนื่อง งานคอนกรีตเป็นอีกธุรกิจหนึ่งที่มีบทบาทและความสำคัญอย่างมากในงานก่อสร้าง การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตจึงต้องมีวิศวกรที่มีความรู้ ความชำนาญเกี่ยวกับงานออกแบบและควบคุมคุณภาพคอนกรีตด้วย เนื่องจากคุณภาพของโครงสร้างคอนกรีตขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญทั้งทางด้านคุณภาพของวัสดุและคุณภาพของการก่อสร้างร่วมด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการออกแบบคอนกรีต การดำเนินงานก่อสร้าง รวมถึงการเลือกใช้มวลรวมที่เหมาะสมกับคอนกรีตตามมาตรฐาน เพื่อให้ได้คุณภาพของคอนกรีตที่ดีและเพิ่มประสิทธิภาพความสามารถของคอนกรีตได้มากขึ้น สำหรับการทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพของโครงสร้างคอนกรีตที่เทไปแล้วนั้นมีหลากหลายวิธี แต่ในปัจจุบันหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนให้การยอมรับโดยใช้วิธีการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแท่งตัวอย่างที่เจาะจากโครงสร้างจริง (Core Test) เพื่อใช้เป็นการประเมินและการยอมรับกำลังอัดของคอนกรีต ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าโครงสร้างคอนกรีตสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของทิศทางการเจาะเก็บก้อนตัวอย่างคอนกรีตที่มีผลต่อกำลังการรับแรงอัดในคอนกรีต เพื่อใช้พิจารณาทำให้ทราบตำแหน่งของโครงสร้างคอนกรีตและการกระจายตัวของมวลรวมหยาบในคอนกรีตว่ามีลักษณะอย่างไรก่อนทำการเจาะเก็บตัวอย่าง Coring ทั้งทิศทางการเจาะในแนวดิ่งและแนวระนาบ 3 ระดับ เพื่อนำตัวอย่างมาทดสอบและพิจารณาค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตนั้น โดยทำการเปรียบเทียบวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพื้นที่ของมวลรวมในคอนกรีตที่มีผลต่อค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต ซึ่งแบ่งข้อมูลศึกษาออกเป็น 3 ช่วงชั้นกำลังอัด คือ คอนกรีตที่มีค่ากำลังรับแรงอัดทั่วไป ปานกลาง และสูง

จากผลการวิจัยนี้พบว่า กำลังรับแรงอัดที่เจาะเก็บในทิศทางการเจาะคอนกรีตในแนวดิ่งจะมีค่ากำลังอัดสูงกว่าค่ากำลังอัดที่เจาะในแนวนอนระดับบนเท่านั้นในทุกช่วงชั้นกำลังอัด แต่จะมีค่ากำลังอัดน้อยกว่าคอนกรีตระดับกลางและระดับล่าง สำหรับกำลังอัดคอนกรีตที่เจาะในทิศทางแนวนอนช่วงระดับล่างจะมีค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตสูงที่สุด และค่ากำลังอัดต่ำสุดจะเป็นคอนกรีตที่อยู่ในช่วงระดับบน ซึ่งจะมีค่ากำลังอัดต่างกันอยู่ในช่วงประมาณ 15-20% ดังนั้นการพิจารณาเลือกจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจาะ Coring คอนกรีต เพื่อให้ได้ค่ากำลังรับแรงอัดมากที่สุด ควรทำการเลือกเจาะคอนกรีตตรงตำแหน่งที่อยู่ในทิศทางแนวนอนช่วงระดับล่างของโครงสร้างคอนกรีต ซึ่งจะทำให้ได้ค่ากำลังอัดคอนกรีตที่สูงสุด และการมีปริมาณพื้นที่จากการกระจายตัวของเม็ดหินในคอนกรีตจำนวนมากอย่างเหมาะสมจะเป็นปัจจัยทำให้โครงสร้างของคอนกรีตมีค่ากำลังอัดมากขึ้น ซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนเพื่อเลือกกำหนดจุดในการเจาะโครงสร้างคอนกรีตจริงเพื่อประเมินกำลังรับแรงอัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและเกิดประโยชน์มากที่สุดสำหรับโครงการก่อสร้างต่างๆต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Independent study	STUDY ON EFFECT OF CORING DIRECTION TO CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH
Student	Mr. Naroon Jutturat
Student ID.	59601062
Degree	Master of Engineering
Program	Construction Engineering and Management
Year	2020
Advisor	Assoc.Prof.Dr.Laemthong Laokhongthavorn

ABSTRACT

At present, Thailand is a country in continuous development. Concrete work is another business that very important role in construction work. The design of concrete structures requires an engineer with knowledge, expertise in concrete design and quality control. Because the quality of the concrete structure depends on both the material and construction quality. Therefore, it is necessary to have a concrete design. Construction work including the selection of aggregates suitable for concrete as standard to get good quality of concrete and increase concrete's performance even more. There are several methods for testing the quality control of the poured concrete structure. But nowadays, both the public and private sectors have accepted the testing method to verify the quality of the samples drilled from the actual structure (Core Test) to be used as the assessment and acceptance of the compressive strength of concrete. This is to ensure that the concrete structure can be used safety.

Objective of this research is to study the effect of coring direction to concrete compressive strength. To determine the location of concrete structures and the distribution of coarse aggregates in concrete before coring. Both vertical and horizontal coring directions were 3 levels for testing samples and determining the compressive strength of that concrete. By comparing and analyzing between the total rock area in concrete and the compressive strength of concrete, which was divided into 3 compressive strength ranges. The main strength class were the conventional, medium and high compressive strength.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

From the results of this research, it was found that the compressive strength in the vertical concrete coring direction will have a higher compressive strength than the upper horizontal coring strength only at all compressive strength ranges. But has a lower compressive strength than that of medium and low-level concrete. For the strength of concrete coring in the horizontal direction, the lower range has the highest concrete compressive strength. And the lowest compressive strength will be concrete in the upper range, which will have different compressive strength in the range of about 15-20%, So consider choosing a concrete coring point to get the maximum compressive strength. We should be selected to coring concrete at a position in horizontal direction at the lower level of the concrete structure. This will result in the maximum concrete compressive strength and having an appropriate amount of area from the dispersion of the stone granules in the concrete is a factor to make the concrete structure more compressive strength. The results from this research can be used in planning to select the coring point of real concrete structures to accurately assess compressive strength and make the most of benefits for construction projects.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร.แหลมทอง เหล่าคงถาวร อาจารย์ที่ปรึกษาหัวข้อค้นคว้าอิสระ ซึ่งได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าคอยให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะแนวทางการค้นคว้าวิจัย และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำค้นคว้าอิสระในทุกขั้นตอนตลอดมา

ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและคณาจารย์ทุกท่าน ที่คอยให้ความรู้และคำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะแนวทางการศึกษาจนสามารถทำงานวิจัยนี้ได้สำเร็จในวันนี้

ขอขอบคุณหน่วยผลิตคอนกรีต บริษัท นครหลวงคอนกรีต จำกัด (INSEE CONCRETE) ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือ เครื่องทดสอบ รวมถึงอุปกรณ์ในการวิจัย เพื่อนร่วมงานทุกคนที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้องและเพื่อนๆทุกคน ที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนเสมอมา จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยชิ้นนี้ทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานวิจัยชิ้นนี้จะช่วยเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนเป็นการช่วยส่งเสริมข้อมูลอันเป็นประโยชน์สำหรับวิศวกร นักศึกษา และผู้ที่สนใจทั้งหลาย ที่จะใช้เป็นข้อมูลและสร้างคุณค่าในงานก่อสร้างและงานคอนกรีตต่อไป ประโยชน์ใดที่พึงมีจากการศึกษาครั้งนี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

นรุณ จัตุรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III
กิตติกรรมประกาศ V
สารบัญ VI
สารบัญตาราง VIII
สารบัญรูปภาพ X
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา 1
1.4 วิธีการศึกษา 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา 4
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 คอนกรีตและมวลรวมหยาบ 5
2.2 การทดสอบคอนกรีต 5
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังรับแรงอัดคอนกรีต 7
2.4 การออกแบบส่วนผสมคอนกรีต 8
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 14
3.1 บทนำ 14
3.2 วัสดุที่ใช้ในการศึกษา 14
3.3 กำลังรับแรงอัดที่ศึกษาและการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต 14
3.4 อุปกรณ์ทำการทดสอบ 17
3.5 ขั้นตอนการทดสอบ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัยและวิเคราะห์ผล.....23

4.1 ผลการทดสอบ.....23

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....37

5.1 สรุปผลการวิจัย.....37

5.2 ข้อเสนอแนะ.....40

บรรณานุกรม.....41

ภาคผนวก.....43

ภาคผนวก ก ราการคำนวณ Mix Design.....43

ภาคผนวก ข ภาพตัวอย่างที่ Coring ได้.....47

ภาคผนวก ค ภาพการทดสอบ.....78

ภาคผนวก ง ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด.....100

ประวัติผู้เขียน.....104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ค่าปรับแก้กำลังอัดคอนกรีต....6
2.2 ค่าความยุบตัวคอนกรีตที่แนะนำสำหรับงานก่อสร้างประเภทต่างๆ....8
2.3 ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตและความต้องการปริมาณฟองอากาศสำหรับค่าการยุบตัวและขนาดมวลรวมใหญ่สุด....9
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์และกำลังอัดคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1....10
2.5 อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่ต้องการสำหรับโครงสร้างคอนกรีตที่ใช้งานในสภาวะที่มีการกัดกร่อนหรือสภาวะที่สร้างความเสียหายต่อคอนกรีตรุนแรง....11
2.6 อัตราส่วนปริมาตรของมวลรวมหยาบต่อปริมาตรของคอนกรีต....12
2.7 การประมาณน้ำหนักของคอนกรีตสด....12
3.1 ตารางแสดงจำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบในแต่ละ Strength และทิศทางที่ Coring....15
3.2 ตัวแปรและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษา....16
3.3 อัตราส่วนผสมของคอนกรีต....17
3.4 ผลของอัตราส่วนความสูงต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่างทดสอบที่มีต่อกำลังรับแรงอัด....21
4.1 ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตลูกบาศก์....23
4.2 ผลกำลังอัดและพื้นที่หินของตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะเก็บ(Coring) ช่วงกำลังอัดชั้น LSC....25
4.3 กำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตและพื้นที่เฉลี่ยของหินในแต่ละทิศทางจากการเจาะ(Coring) ชั้น LSC....27
4.4 ผลกำลังอัดและพื้นที่หินของตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะเก็บ(Coring) ช่วงกำลังอัดชั้น MSC....30
4.5 กำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตและพื้นที่เฉลี่ยของหินในแต่ละทิศทางจากการเจาะ(Coring) ชั้น MSC....32
4.6 ผลกำลังอัดและพื้นที่หินของตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะเก็บ(Coring) ช่วงกำลังอัดชั้นHSC....34
4.7 กำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตและพื้นที่เฉลี่ยของหินในแต่ละทิศทางจากการเจาะ(Coring) ชั้น HSC....36
5.1 ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างกำลังอัดเฉลี่ยของตัวอย่างคอนกรีตจากทิศทางการเจาะเก็บในแนวนอน (Horizontal)....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างกำลังอัดเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างคอนกรีตจากทิศทางการเจาะเก็บในแนวนอน (Horizontal) เทียบกับคอนกรีตที่เจาะในแนวดิ่ง (Vertical).....38
5.3 ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างพื้นที่ของหินระหว่างตัวอย่างคอนกรีตจากทิศทางการเจาะเก็บในแนวนอน (Horizontal) เทียบกับคอนกรีตที่เจาะในแนวดิ่ง (Vertical).....39
ก.1 รายการคำนวณ Mix Design ของคอนกรีตที่มีกำลังอัดน้อยกว่า 300 กก./ซม^3 (Mix LSC)...44
ก.2 รายการคำนวณ Mix Design ของคอนกรีตที่มีกำลังอัดระหว่าง 300-800 กก./ซม^3 (Mix MSC) 45
ก.3 รายการคำนวณ Mix Design ของคอนกรีตที่มีกำลังอัดสูงกว่า 800 กก./ซม^3 (Mix HSC)....46
ข.1 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix LSC) 48
ข.2 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix MSC) 53
ข.3 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix HSC) 58
ข.4 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix LSC).....63
ข.5 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix MSC).....68
ข.6 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix HSC).....73
ค.1 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix LSC).....79
ค.2 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix MSC).....86
ค.3 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix HSC).....93
ง.1 ตารางแสดงผลทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่าง Coring (Mix LSC).....101
ง.2 ตารางแสดงผลทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่าง Coring (Mix MSC).....102
ง.3 ตารางแสดงผลทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่าง Coring (Mix HSC).....103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

1.1 ผังแสดงวิธีการศึกษา....3
3.1 การเตรียมตัวอย่างแบบหล่อสำหรับคอนกรีต....17
3.2 แบบหล่อคอนกรีตควบคุม....17
3.3 เครื่องเจาะคอนกรีต....18
3.4 เทคอนกรีตสดลงแบบหล่อเพื่อเตรียมตัวอย่าง 3 ช่วงชั้นกำลังอัด....18
3.5 การบ่มคลุมตัวอย่างคอนกรีตด้วยพลาสติกชีทจนครบ 28 วัน....19
3.6 แสดงตัวอย่างตำแหน่งการเลือกเจาะคอนกรีตเพื่อนำไปทดสอบกำลังรับแรงอัด....19
3.7 การเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีต....19
3.8 ตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการเจาะทั้งหมด 60 ตัวอย่าง....20
3.9 ตัวอย่างการทดสอบกำลังรับแรงอัด....20
3.10 ภาพหินภายในตัวอย่างคอนกรีตและแสดงการคำนวณพื้นที่ของหิน....22
4.1 ตัวอย่างคอนกรีตบางส่วนหลังการทดสอบกำลังรับแรงอัด....23
4.2 กราฟแสดงค่ากำลังรับแรงอัดกับปริมาณพื้นที่ของหินของคอนกรีต Mix LSC 27
4.3 กราฟแสดงค่ากำลังรับแรงอัดกับปริมาณพื้นที่ของหินของคอนกรีต Mix MSC 31
4.4 กราฟแสดงค่ากำลังรับแรงอัดกับปริมาณพื้นที่ของหินของคอนกรีต Mix HSC 35
5.1 กราฟค่าเฉลี่ยกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตจากการเจาะ Coring ทั้งสามช่วงชั้นกำลังอัด....37
5.2 กราฟค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตจากทิศทางการเจาะ Coring ในแนวนอน (Horizontal) เทียบกับคอนกรีตที่เจาะในแนวดิ่ง (Vertical)....38
5.3 กราฟค่าเฉลี่ยพื้นที่หินของตัวอย่างคอนกรีตจากการเจาะ Coring ทั้งสามช่วงชั้นกำลังอัด....39
5.4 กราฟค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างพื้นที่หินของตัวอย่างคอนกรีตจากทิศทางการเจาะ Coring ในแนวนอน (Horizontal) เทียบกับคอนกรีตที่เจาะในแนวดิ่ง (Vertical)....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

งานคอนกรีตในปัจจุบันได้มีการพัฒนาและมีบทบาทเป็นอย่างมากในงานก่อสร้าง ทำให้เรื่องการออกแบบคอนกรีตสำหรับการนำไปใช้งานก่อสร้างนั้น จึงมีความสำคัญและควรต้องพิจารณาเป็นลำดับต้นๆ รวมถึงการเลือกใช้มวลรวมที่เหมาะสมกับงานคอนกรีต และทำให้ความสามารถในการเทคอนกรีตมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งปัจจุบันการก่อสร้างของหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนมักมีการทำการทดสอบคอนกรีตด้วยวิธีการต่างๆมากมายเพิ่มขึ้น เพื่อตรวจสอบคุณภาพของโครงสร้างที่เทไปแล้ว

การตรวจสอบคุณภาพคอนกรีตในโครงสร้างโดยวิธีการเจาะแก่น (Core Test) เป็นอีกวิธีที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปในอุตสาหกรรมคอนกรีตเพื่อใช้ทดสอบประเมินความแข็งแรงของคอนกรีตและบางครั้งมันก็กลายเป็นเครื่องมือพิเศษ สำหรับใช้ในการประเมินความปลอดภัยของโครงสร้างคอนกรีตที่มีอยู่

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลของทิศทางการเจาะเก็บก้อนตัวอย่างคอนกรีตที่มีผลต่อกำลังการรับแรงอัดในคอนกรีต เพื่อใช้พิจารณาทำให้ทราบว่าตำแหน่งของโครงสร้างของคอนกรีตและการกระจายตัวของมวลรวมหยาบในแต่ละจุดนั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร ก่อนที่จะทำการทดสอบ Coring เพื่อนำมาพิจารณากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาถึงผลของกำลังรับแรงอัดจากการเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีตในทิศทางที่ต่างกันของคอนกรีตที่มีค่ากำลังรับแรงอัดทั่วไป ปานกลาง และสูง
2. เพื่อศึกษาถึงปริมาณพื้นที่ของเม็ดหินที่ปรากฏในเนื้อของคอนกรีตจากการเจาะเก็บก้อนตัวอย่างคอนกรีตเพื่อดูการกระจายตัวของหินในเนื้อคอนกรีตในแนวดิ่ง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการศึกษามีเป็นข้อๆ ดังนี้

1.3.1 ส่วนผสมคอนกรีตใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และใช้หินที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 และขนาดโตสุด 3/4 นิ้ว เป็นมาตรฐานขนาดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 การศึกษาทำโดยการหล่อคอนกรีตที่จะ Coring ในห้องทดลอง เพื่อเป็นตัวแทนคอนกรีตในโครงสร้างจริง

1.3.3 ศึกษาคอนกรีตสำหรับค่ากำลังรับแรงอัด แบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ

1. คอนกรีตที่มีค่ากำลังอัดน้อยกว่า 300 กก./ซม.^{2}
2. คอนกรีตที่มีค่ากำลังอัดระหว่าง 300-800 กก./ซม.^{2}
3. คอนกรีตที่มีค่ากำลังอัดสูงกว่า 800 กก./ซม.^{2}

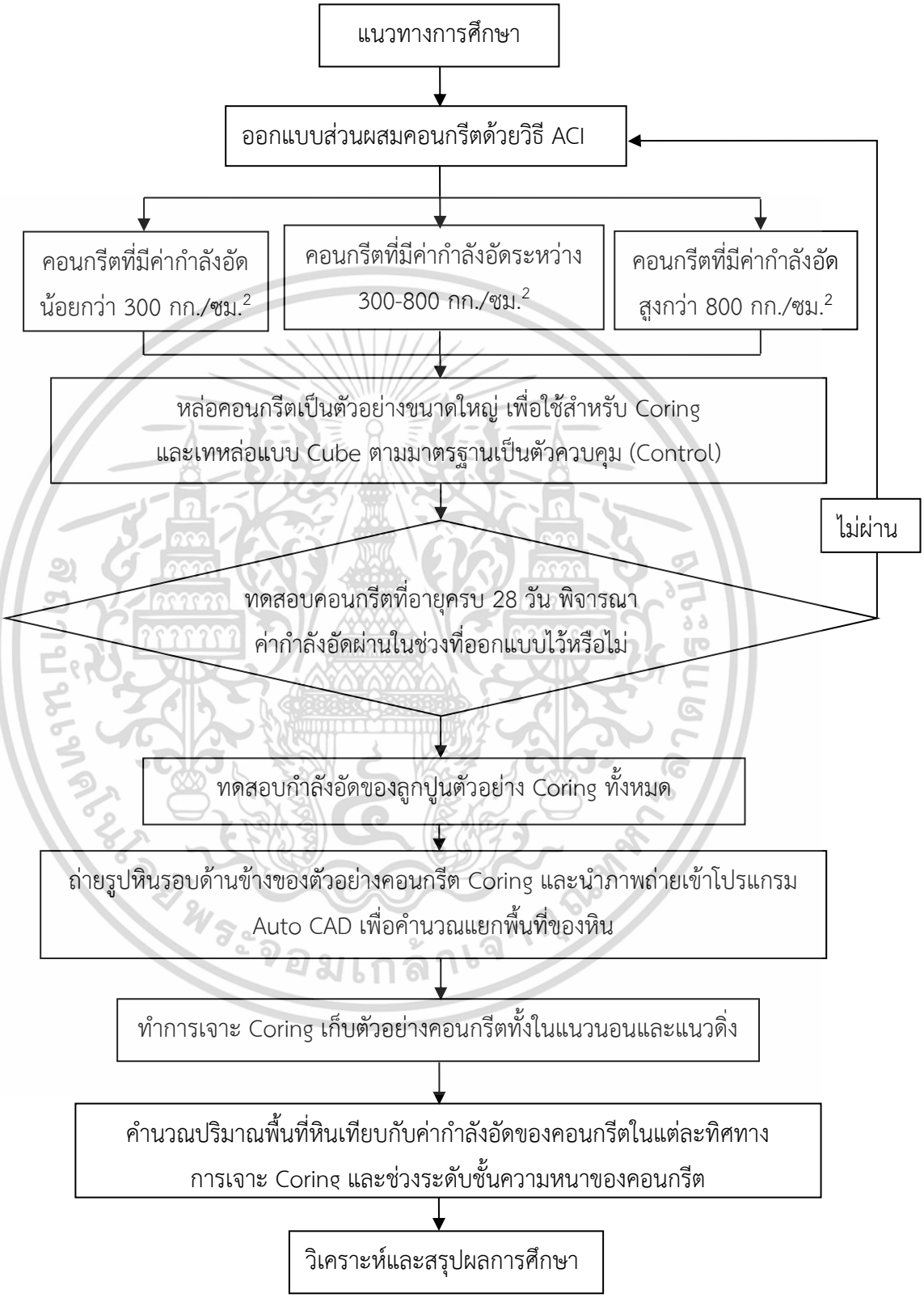
1.4 วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ออกแบบส่วนผสมคอนกรีตด้วยวิธีตามมาตรฐาน ACI โดยมีเป้าหมาย 3 ช่วงกำลังอัด
2. เทหล่อคอนกรีตเพื่อเก็บเป็นชุดใช้สำหรับควบคุมกำลังอัดตามที่กำหนดลงในแบบหล่อขนาดมาตรฐานของอังกฤษ (Cube)
3. หล่อตัวอย่างคอนกรีตขนาดใหญ่เพื่อใช้สำหรับ Coring เก็บตัวอย่าง
4. เมื่อคอนกรีตมีอายุครบ 7, 14 และ 28 วัน นำตัวอย่างคอนกรีตมากดทดสอบเพื่อดูค่ากำลังรับแรงอัด เพื่อประเมินว่าตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่
5. ทำการเจาะ Coring เก็บตัวอย่างคอนกรีตทั้งหมด โดยแบ่งการเจาะตัวอย่างออกเป็น 2 แนว ได้แก่ แนวดิ่งและแนวนอน จาก 3 ระดับชั้นของความหนาคอนกรีตโดยรอบทุกด้านของตัวอย่างทั้ง 3 ช่วงกำลังอัดที่ออกแบบ
6. ถ่ายรูปหินโดยรอบตลอดด้านข้างของตัวอย่างคอนกรีต Coring
7. นำภาพถ่ายมาเข้าโปรแกรม Auto CAD เพื่อคำนวณพื้นที่ของหิน
8. ทดสอบกำลังอัดของลูกปูนตัวอย่างที่ Coring มาทั้งหมด
9. คำนวณปริมาณพื้นที่หินเทียบกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตในแต่ละแนวการเจาะและช่วงระดับชั้นความหนาของคอนกรีต
10. วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลของทิศทางการเจาะเก็บก้อนตัวอย่างคอนกรีตที่มีผลต่อกำลังการรับแรงอัดในคอนกรีต มีรายละเอียดดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ผังแสดงวิธีการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

1. ได้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อกำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการเจาะ Coring ในแต่ละทิศทางการเจาะเก็บตัวอย่างของกำลังอัดแต่ละประเภทที่ออกแบบ
2. ได้ทราบถึงปริมาณของเม็ดหินที่ปรากฏในเนื้อของคอนกรีตจากการเจาะเก็บก้อนตัวอย่าง ลักษณะทางกายภาพและแนวทางในการเลือกใช้วัตถุดิบมวลรวมในการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ เพื่อให้คอนกรีตที่ผลิตออกมาเกิดคุณสมบัติและมีประสิทธิภาพที่ดีสูงสุดสำหรับผู้ใช้งาน
3. เพื่อช่วยให้สามารถกำหนดจุดในการพิจารณาเลือกเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีตโดยการ Coring เพื่อประเมินกำลังอัดของคอนกรีตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ถึงวิธีการเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีตจากโครงสร้างจริงเพื่อนำไปทดสอบประเมินกำลังอัดของคอนกรีต ภายใต้ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งคือปริมาณและกำลังของมวลรวมหยาบหรือหินที่ใช้ผสมเป็นคอนกรีต

2.1 คอนกรีตและมวลรวมหยาบ

คอนกรีตโดยทั่วไป กำลังของมวลรวมหยาบจะสูงเป็นหลายเท่าของกำลังของมอร์ต้า ดังนั้นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างมอร์ต้ากับมวลรวม จึงเป็นตัวควบคุมการแตกร้าวของคอนกรีต กรณีคอนกรีตกำลังสูงซึ่งมีกำลังของมอร์ต้าสูงมาก กำลังของมวลรวมหยาบจะเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อกำลังอัดของคอนกรีต เมื่อกำหนดอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ กำลังอัดของคอนกรีตจะลดลงเมื่อใช้มวลรวมหยาบขนาดใหญ่ขึ้น เพราะจะก่อให้เกิดน้ำใต้มวลรวมหยาบมากขึ้นทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างมอร์ต้ากับมวลรวมหยาบลดลง

ขนาดของมวลรวมหยาบจะมีผลต่อกำลังของคอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ต่ำหรือปานกลางมากกว่าที่อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์สูง

การเพิ่มปริมาณของมวลรวมหยาบหรือหินในส่วนผสมคอนกรีตจะเป็นการเพิ่มกำลังอัด รวมทั้งถ้าใช้มวลรวมหยาบที่มีโมดูลัสยืดหยุ่นสูงจะทำให้กำลังของคอนกรีตดีขึ้น

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างมอร์ต้ากับมวลรวมหยาบจะขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพ เช่น รูปร่าง ลักษณะผิวของมวลรวม ปริมาณ และลักษณะทางเคมี คือ ปฏิกิริยาเคมีระหว่างปูนซีเมนต์กับแร่ธาตุต่างๆในเนื้อมวลรวม นอกจากนี้ทิศทางในการหล่อและทิศทางในการให้น้ำหนักจะมีผงต่อกำลังเช่นกัน โดยจะมีผลต่อกำลังดึงมากกว่ากำลังอัด ด้วยเหตุผลที่ว่าจะเกิดช่องว่างทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างมอร์ต้ากับมวลรวมหยาบต่ำลง

2.2 การทดสอบคอนกรีต

งานประเมินกำลังอัดคอนกรีตด้วยวิธีเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีต เป็นวิธีการทดสอบโครงสร้างแบบทำลาย (Destructive Test) โดยจะต้องมีการเจาะคอนกรีต เพื่อเก็บตัวอย่างทรงกระบอกไปทดสอบในห้องปฏิบัติการโครงสร้าง เพื่อดูว่าคอนกรีตตัวอย่างสามารถต้านทานแรงอัดได้มากน้อยแค่ไหน ซึ่งวิธีการนี้มีจุดเด่นคือทำให้ทราบค่ากำลังอัดของตัวอย่างนั้นได้แม่นยำกว่าวิธีการใช้ค้อนกระแทก หรือการทดสอบด้วยคลื่นอัลตราโซนิก และเห็นสภาพของคอนกรีตที่จะออกมา เช่น ปริมาณส่วนผสมในคอนกรีตโดยคร่าว หรือความพรุนของคอนกรีต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจาะคอนกรีต (Coring of concrete) จะกระทำก็ต่อเมื่อต้องการตัวอย่างคอนกรีต ที่แข็งตัวแล้วมาทดสอบคุณสมบัติต่างๆ เช่น กำลังความคงทน ความหนาแน่น ดูการแยกตัวของคอนกรีต เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าโครงสร้างคอนกรีตสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยความไม่แน่ใจในคอนกรีตที่เทเสร็จแล้วอาจเกิดขึ้นเมื่อผลทดสอบตัวอย่างคอนกรีต ที่เก็บพร้อมกับการเทคอนกรีตลงในโครงสร้างมีค่าต่ากว่าที่ออกแบบไว้หรือเมื่อคอนกรีตผ่านการใช้งานและอาจเกิดการเสียหาย การเจาะคอนกรีตเพื่อทำการทดสอบจะเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและตำแหน่งที่เจาะคอนกรีตจะเป็นหลุมซึ่งมักทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรง และต้องทำการอุดบริเวณที่เจาะคอนกรีต ดังนั้นการเจาะคอนกรีตจึงควรดำเนินการในกรณีที่จำเป็นจริงๆเท่านั้น

ในการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตโดยการเจาะแก่นของคอนกรีต (Core Test) จะยึดมาตรฐานตาม ASTM C 42/C 42M - 03 " Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete " โดยมีข้อควรปฏิบัติดังนี้

2.2.1 ตัวอย่างที่จะนำมาทดสอบ

- โครงสร้างคอนกรีตที่จะทำการเจาะต้องมีความแข็งแรงที่เพียงพอ โดยทั่วไปควรมีอายุอย่างน้อย 14 วัน
- ทำการเจาะก้อนตัวอย่าง อย่างน้อย 3 ตัวอย่าง จากบริเวณที่ต้องการตรวจสอบ
- ก้อนตัวอย่างที่จะนำไปทดสอบกำลังอัดได้นั้นจะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 95 มม. และมีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง (L/D) ระหว่าง 1.00 - 2.00 โดยจะต้องมีค่าปรับแก้กำลังอัดที่ทดสอบได้ กรณีที่ L/D มีค่าต่ำกว่า 1.75

ตารางที่ 2.1 ค่าปรับแก้กำลังอัดคอนกรีต

Ratio of Length to Diameter (L/D)	Strength Correction Factor
2.00	1.00
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าาอัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่ตรงตามตารางให้เทียบอัตราส่วนตามตารางข้างบน

2.2.2 สภาพตัวอย่างที่จะทดสอบ

ACI 318-99 ได้กำหนดไว้ว่า โครงสร้างคอนกรีตมีสภาพแห้งในการใช้งานจริงจะต้องผึ่งก้อนตัวอย่างให้แห้งเป็นเวลา 7 วันก่อนการทดสอบ และทดสอบในสภาพแห้ง แต่ถ้าโครงสร้างคอนกรีตเป็นโครงสร้างที่มีส่วนสัมผัสกับความชื้น ในการทดสอบจะต้องนำก้อนตัวอย่างแช่น้ำอย่างน้อย 40 ชั่วโมงก่อนที่จะทำการทดสอบและให้ทดสอบทันทีที่นำก้อนตัวอย่างขึ้นจากน้ำ โดยระหว่างที่อยู่ในกระบวนการทดสอบต้องทำให้ตัวอย่างอยู่ในสภาพชื้น

2.2.3 เกณฑ์การประเมินคุณภาพคอนกรีตที่เจาะมาเพื่อทดสอบ

ตาม ACI 318-99 ระบุว่าโครงสร้างคอนกรีตที่มีกำลังอัดผ่านเกณฑ์ก็ต่อเมื่อ ค่ากำลังอัดจากก้อนตัวอย่างมีค่าดังนี้

1. กำลังอัดจากการทดสอบก้อน Core 3 ก้อนจะต้องได้ค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 85 % ของกำลังอัดรับรอง

2. ค่ากำลังอัดของก้อนตัวอย่างแต่ละก้อนจะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 75 % ของกำลังอัดรับรอง

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังรับแรงอัดคอนกรีต

กำลังอัดของคอนกรีตเป็นคุณสมบัติและปัจจัยที่สำคัญยิ่งที่มีผลต่อความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างคอนกรีต ดังนั้นในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตข้อกำหนดที่สำคัญสำหรับการออกแบบอันหนึ่งคือกำลังอัดประลัยของคอนกรีต

กำลังอัดประลัยของคอนกรีตจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. กำลังอัดมอร์ต้า

กำลังของมอร์ต้าขึ้นอยู่กับความพรุน (Porosity) ภายในเนื้อมอร์ต้า อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (Water Cement Ratio) และความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Degree of Hydration) แต่ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังของมอร์ต้ากับความพรุนจะถูกควบคุมด้วยอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า กำลังอัดของมอร์ต้าขึ้นอยู่อย่างมากกับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เป็นสำคัญ

2. กำลังและค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของมวลรวม

สำหรับกำลังของคอนกรีตจะขึ้นอยู่กับกำลังของหินและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างมอร์ต้ากับมวลรวมแต่โดยทั่วไปกำลังของมวลรวมจะสูงกว่ากำลังของมอร์ต้ามากหลายเท่า ดังนั้นแรงยึดเหนี่ยวจะเป็นตัวควบคุมการแตกของคอนกรีต สำหรับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่กำหนดให้ค่าหนึ่ง กำลังอัดของคอนกรีตจะลดลงเมื่อใช้หินขนาดใหญ่ เพราะหินขนาดใหญ่จะก่อให้เกิดน้ำใต้หินมากขึ้น ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างมอร์ต้ากับหินลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของมวลรวม จะมีผลต่อกำลังอัดของคอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่ำหรือปานกลางมากกว่าคอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์สูง การเพิ่มปริมาณของมวลรวมในส่วนผสมจะเป็นการเพิ่มกำลังอัดของคอนกรีตรวมทั้งถ้าใช้หินที่มีโมดูลัสยืดหยุ่นสูง จะทำให้กำลังอัดของคอนกรีตดีขึ้น

3. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างมอร์ต้ากับมวลรวม

แรงยึดเหนี่ยวจะขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีในเนื้อของมวลรวม เช่น รูปร่างลักษณะผิวของมวลรวม หรือปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างปูนซีเมนต์กับแร่ธาตุต่างๆในเนื้อมวลรวม เป็นต้น

2.4 การออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

ในการออกแบบปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีตเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีค่าความข้นเหลวเหมาะสมกับการทำงาน เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วมีกำลังและความคงทนตามที่ต้องการ มีวิธีการทำอยู่ 2 ขั้นตอน คือ

1) การเลือกวัสดุประกอบที่เหมาะสม

2) การคำนวณหาสัดส่วนของวัสดุผสม

การคำนวณหาวัสดุที่ใช้ในการผสมคอนกรีตสำหรับงานเล็กๆที่ไม่ต้องการกำลังอัดคอนกรีตสูงมากหรือใช้ปริมาณคอนกรีตไม่มาก อาจทำการกำหนดได้เลยโดยอาศัยข้อมูลทางสถิติที่เคยปฏิบัติมาแล้วเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ สำหรับงานที่ต้องการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตที่ได้จะมีวิธีการออกแบบอยู่ 2 อย่าง คือ วิธีทดลองผสม และวิธีของ ACI

การออกแบบตามวิธีของ ACI จำเป็นต้องรู้คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ผสม เช่น ค่าความถ่วงจำเพาะ ขนาดคละ ปริมาณความชื้น โมดูลัสความละเอียดของทราย เปอร์เซ็นการดูดซึม หน่วยน้ำหนักของมวลรวมหยาบ และความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ เป็นต้น

ขั้นตอนการออกแบบตามวิธีของ ACI 211.1 สามารถทำได้ดังนี้

2.4.1 เลือกค่ายุบตัว

ค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่ต้องการขึ้นอยู่กับประเภทของงาน วิธีการขนส่ง การเทลงแบบและการอัดแน่น หากไม่ได้ระบุค่ายุบตัวของคอนกรีตมา สามารถเลือกค่ายุบตัวที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.2 ซึ่งเป็นค่ายุบตัวของคอนกรีตที่ใช้กับการอัดแน่นโดยใช้เครื่องเขย่าคอนกรีต

ตารางที่ 2.2 ค่าความยุบตัวคอนกรีตที่แนะนำสำหรับงานก่อสร้างประเภทต่างๆ

ประเภทของงานก่อสร้าง	ค่าความยุบตัว (มม.)	
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
ผนัง ตอม่อ และฐานรากเสริมเหล็ก	75	25
ฐานรากธรรมดา ปล่อง และผนังโครงสร้างย่อย	75	25
คานและผนังเสริมเหล็ก	100	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ค่าความยุบตัวคอนกรีตที่แนะนำสำหรับงานก่อสร้างประเภทต่างๆ

ประเภทของงานก่อสร้าง	ค่าความยุบตัว (มม.)	
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
เสาอาคาร	100	25
ผิวทางและแผ่นพื้น	75	25
คอนกรีตหลา	75	25

2.4.2 เลือกขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ

โดยปกติทั่วไปจะเลือกใช้มวลรวมหยาบหรือหินที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ สำหรับขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบควรเป็นดังนี้

ก) สำหรับคอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรง ไม่ควรเกินกว่า 1/5 ของส่วนที่แคบที่สุดของแบบหล่อ หรือ ¾ ของระยะช่องว่างระหว่างเหล็กเสริมแต่ละเส้นที่น้อยที่สุด

ข) สำหรับแผ่นพื้น ไม่ควรเกิน 1/3 ของความหนาของแผ่นพื้น

2.4.3 ประมาณปริมาณน้ำและฟองอากาศที่เกิดขึ้น

ความสามารถทำงานได้ของคอนกรีตขึ้นอยู่กับปริมาณของซีเมนต์เพสต์ ฟองอากาศในคอนกรีต ขนาดรูปร่าง และการกระจายขนาดของมวลรวม ตารางที่ 2.3 ใช้สำหรับประมาณปริมาณน้ำ ฟองอากาศ และขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ เมื่อกำหนดค่ายุบตัวของคอนกรีต

ตารางที่ 2.3 ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตและความต้องการปริมาณฟองอากาศสำหรับค่าการยุบตัวและขนาดมวลรวมใหญ่สุด

ค่าความยุบตัว (มม.)	น้ำ (กก.ต่อคอนกรีต 1 ลบ.ม.) สำหรับมวลรวมขนาดต่างๆ							
	9.5 มม.	12.5 มม.	19 มม.	25 มม.	37.5 มม.	50 มม.	75 มม.	150 มม.
	คอนกรีตที่ไม่มีสารกระจายกักฟองอากาศ							
25 ถึง 50	207	190	190	179	166	154	130	113
75 ถึง 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 ถึง 175	243	228	216	202	190	178	160	-
ปริมาณอากาศที่ถูกกักในคอนกรีตที่ไม่มีการกระจายกักฟองอากาศ (ร้อยละ)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตและความต้องการปริมาณฟองอากาศสำหรับค่าการยุบตัวและขนาดมวลรวมใหญ่สุด

ค่าความยุบตัว (มม.)	น้ำ (กก.ต่อคอนกรีต 1 ลบ.ม.) สำหรับมวลรวมขนาดต่างๆ							
	9.5 มม.	12.5 มม.	19 มม.	25 มม.	37.5 มม.	50 มม.	75 มม.	150 มม.
	คอนกรีตที่มีสารกระจายกักฟองอากาศ							
25 ถึง 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 ถึง 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 ถึง 175	216	205	197	184	174	166	154	-
ปริมาณฟองอากาศเฉลี่ยที่แนะนำ (ร้อยละ) สำหรับสภาวะต่างๆ								
-สภาวะระดับต่ำ	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
-สภาวะระดับกลาง	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
-สภาวะระดับสูง	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

2.4.4 อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

กำลังและความคงทนของคอนกรีตขึ้นอยู่กับอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ คอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ต่ำจะมีการรับกำลังอัดที่สูงกว่าคอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์สูง ดังนั้นต้องใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่สามารถให้ทั้งกำลังและความคงทนที่ต้องการ ตารางที่ 2.4 แสดงถึงอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์และกำลังอัดของคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ซึ่งค่าในตารางดังกล่าวเป็นค่าแนะนำเบื้องต้น สำหรับปูนซีเมนต์ประเภทอื่นต้องใช้ข้อมูลอื่น และตารางที่ 2.5 แสดงถึงอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่ต้องการสำหรับโครงสร้างคอนกรีตที่ใช้งานในสภาวะที่มีการกัดกร่อนหรือสภาวะที่สร้างความเสียหายต่อคอนกรีตรุนแรง

ตารางที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์และกำลังอัดคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

กำลังอัดของคอนกรีตที่ 28 วัน (Ksc)	**อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์โดยน้ำหนัก (W/C)**	
	คอนกรีตที่ไม่มีการกระจายกักฟองอากาศ	**คอนกรีตกระจายกักฟองอากาศ**
450	0.38	0.30
400	0.42	0.34
350	0.47	0.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์และกำลังอัดคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

กำลังอัดของคอนกรีตที่ 28 วัน (Ksc)	อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์โดยน้ำหนัก (W/C)	
	คอนกรีตที่ไม่มีการกระจายกักฟองอากาศ	คอนกรีตกระจายกักฟองอากาศ
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.60
150	0.79	0.70

ตารางที่ 2.5 อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่ต้องการสำหรับโครงสร้างคอนกรีตที่ใช้งานในสภาวะที่มีการกัดกร่อนหรือสภาวะที่สร้างความเสียหายต่อคอนกรีตรุนแรง

สภาวะการใช้งาน	อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (w/c), โดยน้ำหนักของคอนกรีต	กำลังออกแบบต่ำสุด (f'c),Ksc.
คอนกรีตที่ต้องการค่าการซึมผ่านต่ำเมื่อสัมผัสน้ำ	0.50	28
คอนกรีตที่สัมผัสกับสภาวะการแข็งตัวและหลอมเหลวของน้ำในสภาวะชื้นหรือมีการใช้สารละลายน้ำแข็ง	0.45	31
สำหรับป้องกันการกัดกร่อนในคอนกรีตเสริมเหล็กที่สัมผัสกับคลอไรด์ที่ได้มาจากเกลือของสารละลายน้ำแข็ง น้ำเค็ม น้ำกร่อย น้ำทะเล	0.40	35

2.4.5 คำนวณปริมาณปูนซีเมนต์ที่ต้องใช้

เมื่อทราบปริมาณน้ำที่ใช้และอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์โดยน้ำหนักแล้ว สามารถคำนวณหาปริมาณปูนซีเมนต์จากความสัมพันธ์ W/C ได้

2.4.6 คำนวณปริมาณมวลรวมหยาบ

ตารางที่ 2.6 แสดงถึงอัตราส่วนของปริมาตรของวัสดุมวลรวมหยาบในคอนกรีตที่มีความสามารถเทได้ปานกลางต่อปริมาตรของมวลรวมหยาบในสภาพแห้งและกระทุ้งแน่น ปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของมวลรวมหยาบขึ้นอยู่กับค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายและขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ โดยคำนวณหาน้ำหนักของมวลรวมหยาบได้เท่ากับอัตราส่วนปริมาตรของมวลรวมหยาบคูณกับหน่วยน้ำหนักของมวลรวมหยาบในสภาพแห้งและกระทุ้งแน่น

ตารางที่ 2.6 อัตราส่วนปริมาตรของมวลรวมหยาบต่อปริมาตรของคอนกรีต

ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ (มม.)	ปริมาตรของมวลรวมหยาบในสภาพแห้งและกระทุ้งแน่น สำหรับทรายที่มีค่าโมดูลัสความละเอียดต่างกัน			
	F.M. = 2.40	F.M. = 2.60	F.M. = 2.80	F.M. = 3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

2.4.7 คำนวณปริมาตรทรายและปฏิภาคส่วนผสม

ปริมาตรของทรายหาได้จากปริมาตรของคอนกรีตลบด้วยปริมาตรของส่วนผสมอื่นทั้งหมด ได้แก่ น้ำ ปูนซีเมนต์ ฟองอากาศ และมวลรวมหยาบ ดังนั้นจึงสามารถหาน้ำหนักของส่วนผสมคอนกรีตได้ หากคำนวณโดยการใช้การประมาณส่วนผสมจากน้ำหนักของคอนกรีตจะใช้ ตารางที่ 2.7 เข้าช่วย ซึ่งจะได้น้ำหนักของทรายที่แตกต่างจากวิธีคำนวณโดยใช้ปริมาตรเล็กน้อย

ตารางที่ 2.7 การประมาณน้ำหนักของคอนกรีตสด

ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ (มม.)	น้ำหนักของคอนกรีตสดโดยประมาณ (กก/ลบ.ม.)	
	ไม่มีสารกักกระจายฟองอากาศ	มีสารกักกระจายฟองอากาศ
10	2,280	2,200
12.5	2,310	2,230
20	2,345	2,275
25	2,380	2,290
40	2,410	2,350
50	2,445	2,395
75	2,490	2,415
150	2,530	2,435

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Shafik Khoury, Ali Abdel-Hakam Aliabdo, Ahmed Ghazy (2556) ศึกษาเรื่อง Reliability of core test – Critical assessment and proposed new approach พบว่า จากการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีตกว่า 500 ตัวอย่าง ซึ่งพิจารณาภายใต้ตัวแปรที่กำหนดคือ อัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูก Core , ชั้นคุณภาพของกำลังอัดคอนกรีต, การมีเหล็กเสริมในคอนกรีต, ทิศทางการเจาะคอนกรีต, สภาพความเสียหายจากการเจาะคอนกรีต, ชนิดของมวลรวมหยาบ, สภาพความชื้นของตัวอย่างคอนกรีต รวมทั้งพิจารณาตำแหน่งการเจาะในแนวดิ่งเพื่อเปรียบเทียบด้วย ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้บ่งชี้ว่ากำลังรับแรงอัดของลูก Core จะเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราส่วนความชะลูด(L/D) ที่ลดลง แต่อย่างไรก็ตามมันส่งผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อคอนกรีตที่มีกำลังรับแรงอัดสูง ตัวอย่างคอนกรีตที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 100 มม. มีแนวโน้มของกำลังรับแรงอัดน้อยกว่าตัวอย่างคอนกรีตที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 มม. ประมาณ 17% อีกทั้งเมื่อพิจารณาคอนกรีตที่มีค่ากำลังอัดต่ำ (18 Mpa) ก้อนตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะออกมาจะมีการยึดเหนี่ยวระหว่างมอร์ต้าและเม็ดหินน้อย โดยเฉพาะตัวอย่างคอนกรีตที่ผลิตผสมด้วยหินกรวดจะมีแรงยึดเกาะต่ำกว่าคอนกรีตที่ผสมด้วยหินปูน ผลด้านอัตรากำลังรับแรงอัดที่เจาะในแนวดิ่งเปรียบเทียบกับการเจาะตัวอย่างในแนวนอนพบว่า มีค่าแตกต่างมากกว่ากันถึง 8% ส่วนตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะแล้วบ่มในอากาศ 7 วัน มีแนวโน้มของกำลังอัดเพิ่มขึ้นมากกว่า 12% เมื่อเทียบกับตัวอย่างคอนกรีตที่มีความชื้น งานวิจัยนี้มีการทำตามแนวทางคำแนะนำจาก ACI ซึ่งเป็นที่น่าเชื่อถือและมีการวิเคราะห์ผลการทดสอบของข้อมูลที่รวบรวมได้ผ่านโปรแกรม “ SAS Software ” (SAS Institute, 2008) รวมถึงซอฟท์แวร์ “ Data Fit ” เพื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อกำลังการรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งสำนักการเรียนรู้ตลอดชีวิตพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ ๔ / ๒๕๖๖

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการและคณะทำงานดำเนินงานจัดโครงการ KMITL Future Innovator

ของสำนักการเรียนรู้ตลอดชีวิตพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๖

ตามที่สำนักการเรียนรู้ตลอดชีวิตพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้กำหนดนโยบายให้มีการดำเนินการจัดโครงการ KMITL Future Innovator ของสำนักการเรียนรู้ตลอดชีวิตพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มุ่งมั่นเป็นพลังร่วมพัฒนาประเทศไทยด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ งานวิจัย และนวัตกรรมสู่สังคมโลกอย่างไม่หยุดนิ่ง ด้วยวิสัยทัศน์ The World Master of Innovation ผู้นำนวัตกรรมระดับโลก ประเทศไทยจะเติบโตและเข้มแข็งอย่างยั่งยืนก้าวหน้าไปกับประชาคมโลกด้วยกัน เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาองค์ความรู้ และเกิดศักยภาพในการนำนวัตกรรมประยุกต์ใช้ชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างเครือข่ายความร่วมมือด้านนวัตกรรมกับหน่วยงานของภาครัฐและเอกชน ถ่ายทอดเทคโนโลยีและเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจด้านนวัตกรรมแก่นักเรียน นักศึกษา และครูในระดับมัธยมทั่วประเทศ ผู้สนใจทั่วไป บุคลากรทางการศึกษา รวมถึงหน่วยงานจากภาครัฐและเอกชน เพื่อเป็นการต่อยอด และส่งเสริมการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับวัสดุนาโนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ เพื่อให้การดำเนินการดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อย มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล เป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ได้วางไว้ จึงขอแต่งตั้งคณะกรรมการอำนวยการและคณะทำงานดำเนินงานจัดโครงการ KMITL Future Innovator ของสำนักการเรียนรู้ตลอดชีวิตพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประกอบด้วย

คณะกรรมการอำนวยการ

๑. รองศาสตราจารย์ ดร.จรสวรรณ โกยวานิช	รักษาการแทนผู้อำนวยการ	ประธานกรรมการ
๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สักรินทร์ แซ่ภู่	รักษาการแทนผู้ช่วยผู้อำนวยการ	รองประธานกรรมการ
๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยลพัชร์ อารีรบ	รักษาการแทนผู้ช่วยผู้อำนวยการ	รองประธานกรรมการ
๔. นางศรีไพร เกษดี	รักษาการแทนหัวหน้าฝ่ายนวัตกรรมการเรียนรู้	กรรมการ
๕. นางสาวพรวริน จันทร์แช่มช้อย	รักษาการแทนรองหัวหน้าฝ่ายนวัตกรรมการเรียนรู้	กรรมการ
๖. นางสาวนิภารัตน์ ศรีสุชาติ	รักษาการแทนรองหัวหน้าฝ่ายนวัตกรรมการเรียนรู้	กรรมการ
๗. นางสายใจ วัลลิภากร	รักษาการแทนรองหัวหน้าฝ่ายนวัตกรรมการเรียนรู้	กรรมการ
๘. นางอัญชลี ถนอมทรัพย์	รักษาการแทนหัวหน้าฝ่ายบริหารและการจัดการ	กรรมการ
๙. นางสาวปราณี สุขดีศรีสวัสดิ์	รักษาการแทนรองหัวหน้าฝ่ายบริหารและการจัดการ	กรรมการ
๑๐. นางสุจินต์ พุ่มพวง	รักษาการแทนรองหัวหน้าฝ่ายบริหารและการจัดการ	กรรมการ
๑๑. นายธีรพงษ์ พิเภก	รักษาการแทนรองหัวหน้าฝ่ายเทคโนโลยีและพื้นที่การเรียนรู้	กรรมการ
๑๒. นางสาวพรทิพย์ แยงคำ	รักษาการแทนหัวหน้าฝ่ายเทคโนโลยีและพื้นที่การเรียนรู้	กรรมการและเลขานุการ
๑๓. นางสาวดาราวรรณ พูลเพิ่ม	บรรณารักษ์	ผู้ช่วยเลขานุการ

<u>โดยให้คณะกรรมการดังกล่าวมีหน้าที่ ดังนี้</u>

(๑) กำหนดนโยบาย กลยุทธ์ เป้าหมาย และแนวทางการดำเนินโครงการ

(๒) กำกับ ติดตาม ให้คำปรึกษา แนะนำ และสนับสนุนการดำเนินงานให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย เหมาะสม เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยให้คณะกรรมการดังกล่าวมีหน้าที่ ดังนี้ (ต่อ)

(๓) จัดทำแผนการดำเนินงานโครงการ และติดตามการดำเนินงานตามแผนที่กำหนด

(๔) ปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

คณะทำงานดำเนินงานโครงการ

๑. คณะทำงานฝ่ายเอกสารลงทะเบียน ประเมินผล ต้อนรับ และอำนวยความสะดวก

๑.๑ นางศรีเพ็ญ เทนอิสสระ	บรรณารักษ์	หัวหน้าคณะทำงาน
๑.๒ นางสุจินต์ พุ่มพวง	บรรณารักษ์	รองหัวหน้าคณะทำงาน
๑.๓ นางสาวพรทิพย์ แยงคำ	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๑.๔ นางสาวรัตนา เลิศสุกสว่าง	บรรณารักษ์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๑.๕ นางสาวสายสุณี โพธิ์กระเจน	บรรณารักษ์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๑.๖ นางนพกาญจน์ ดีถนอม ชุมเปีย	บรรณารักษ์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๑.๗ นางสาวสมพร มั่งนาค	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๑.๘ นายอุทัย แสงศรี	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๑.๙ นางสาวธีราพร มาวัน	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๑.๑๐ นายธีรพงษ์ พิเภก	นักวิชาการคอมพิวเตอร์	คณะทำงาน
๑.๑๑ นางสาวยุพิน หลำผาสุข	ผู้ปฏิบัติงานห้องสมุด	คณะทำงาน
๑.๑๒ นางสาวธัญญารัตน์ ศิริยงค์	ผู้ปฏิบัติงานห้องสมุด	คณะทำงาน
๑.๑๓ นางสาวสมพร มั่งนาค	บรรณารักษ์	คณะทำงานและเลขานุการ

โดยให้คณะทำงานดังกล่าวมีหน้าที่ ดังนี้

(๑) ดูแลและจัดเตรียมแพลตฟอร์มการลงทะเบียนแบบออฟไลน์และออนไลน์

(๒) ดูแลและจัดเตรียมแพลตฟอร์มการส่ง Certificate และ e-Certificate

(๓) ดูแล จัดเตรียมแพลตฟอร์มการประเมินผลแบบออฟไลน์และออนไลน์ และดำเนินการประเมินผล

(๔) ต้อนรับและอำนวยความสะดวกแก่ผู้บริหาร วิทยากร และผู้เข้าร่วมโครงการ

(๕) รับลงทะเบียนผู้บริหาร วิทยากร ตลอดจนผู้เข้าร่วมโครงการ

(๖) สรุปและรายงานผลการดำเนินงาน

(๗) ปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

๒. คณะทำงานฝ่ายดำเนินการจัดกิจกรรมและพิธีการ

๒.๑ นางสาวสายเสน่ห์ เณรพงษ์	บรรณารักษ์	หัวหน้าคณะทำงาน
๒.๒ นางสาวกุลริศา ผุดผ่อง	บรรณารักษ์	รองหัวหน้าคณะทำงาน
๒.๓ นางศรีไพร เกษดี	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๒.๔ นางสาวพรวริน จันทร์แซ่มซ้อย	บรรณารักษ์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๒.๕ นางสาวยุพิน กาญจนารัตน์	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๒.๖ นางสาวนิภารัตน์ ศรีสุชาติ	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๒.๗ นางสมัย ลุกิเลศ	บรรณารักษ์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๒.๘ นางจักกรี ญานนนท์	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๒.๙ นางสาวสุปราณี สอนเจริญ	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๒.๑๐ นางพัชรินทร์ เย็นท่าข้าม	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๒.๑๑ นางสาวอนงค์ คูคอน	บรรณารักษ์	คณะทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๒.๑๒	นางสาวดาราวรรณ พูลเพิ่ม	บรรณารักษ์	คณะทำงานและเลขานุการ

โดยให้คณะทำงานดังกล่าวมีหน้าที่ ดังนี้

(๑) ดำเนินการจัดทำโครงการ และกำหนดการ

(๒) ดำเนินการตามวิธีดำเนินการการจัดโครงการและกิจกรรมตามระยะเวลาที่กำหนด

(๓) ดำเนินการประสานงานหน่วยงานภายในและภายนอกสถาบัน และแจ้งผลการดำเนินให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ

(๔) ดำเนินการประสานงานกับวิทยากร และแจ้งรายละเอียดให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ

(๕) ดำเนินการจัดโครงการฝึกอบรม เสวนา และกิจกรรมการจัดประกวดแข่งขันแนวคิดนวัตกรรม (Pitching) และการประกวดนวัตกรรมด้านนาโนเทคโนโลยี ระดับประเทศ เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและเหมาะสม

(๖) สรุปและรายงานผลการดำเนินงาน

(๗) งานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

๓. <u>คณะทำงานฝ่ายออกแบบ เผยแพร่ สื่อสารและประชาสัมพันธ์</u>

๓.๑	นางสายใจ วัลลิภากร	บรรณารักษ์	หัวหน้าคณะทำงาน
๓.๒	นางสาวกันฐกรรณ์ ธัญนิษฐ์ฤทธิคุณ	บรรณารักษ์	รองหัวหน้าคณะทำงาน
๓.๓	นายอนุชา ยอดพรหม	นักวิชาการคอมพิวเตอร์	คณะทำงาน
๓.๔	นางสาวศิริกร จำปาทิว	ผู้ปฏิบัติงานห้องสมุด	คณะทำงาน
๓.๕	นางสาวรษิกา ภาณุกรธนาโชติ	บรรณารักษ์	คณะทำงานและเลขานุการ

โดยให้คณะทำงานดังกล่าวมีหน้าที่ ดังนี้

(๑) ถ่ายภาพ และ Live Steaming on Facebook

(๒) ดำเนินการเผยแพร่สื่อประชาสัมพันธ์

(๓) จัดทำคลิปวีดีโอ

(๔) จัดทำแบบสอบถาม ช่องทางการรับรู้ ข่าวสาร และการประชาสัมพันธ์

(๕) สรุปและรายงานผลการดำเนินงาน

(๖) งานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

๔. <u>คณะทำงานฝ่ายจัดเตรียมสถานที่</u>

๔.๑	นายวิภาส อ่อนน้อม	บรรณารักษ์	หัวหน้าคณะทำงาน
๔.๒	นายประพันธ์ สังข์ทองงาม	นักวิชาการโสตทัศนศึกษา	รองหัวหน้าคณะทำงาน
๔.๓	นายพริษฐ์กวินท์ นาควะรี	นักวิชาการคอมพิวเตอร์	คณะทำงาน
๔.๔	นายคมสัน การสมเพียร	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป	คณะทำงาน
๔.๕	นายสำราญ อ่อนชุ่ม	พนักงานบริการ	คณะทำงาน
๔.๖	นายสมพงษ์ เปรมศรี	ผู้ปฏิบัติงานห้องสมุด	คณะทำงาน
๔.๗	นายศุภโชค ธรรมกัญยา	ผู้ปฏิบัติงานห้องสมุด	คณะทำงาน
๔.๘	นายอนุชา เกิดวิบูลย์	ผู้ปฏิบัติงานห้องสมุด	คณะทำงานและเลขานุการ

โดยให้คณะทำงานดังกล่าวมีหน้าที่ ดังนี้

(๑) จัดเตรียมสถานที่กองอำนวยการ

(๒) จัดเตรียมสถานที่และจัดเวที

(๓) จัดเตรียมสถานที่พักคอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๔) ประสานงานและจัดเตรียมอุปกรณ์ประกอบฉาก

(๕) จัดเตรียมและติดตั้งระบบภาพ แสง สี เสียง

(๖) ควบคุมดูแลและประสานงานด้านสถานที่ อุปกรณ์ และสื่อโสตทัศนวัสดุ

(๗) สรุปและรายงานผลการดำเนินงาน

(๘) ปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

๕. <u>คณะทำงานฝ่ายเอกสาร งบประมาณ และสวัสดิการ</u>

๕.๑ นางสาวปราณี สุขดีศรีสวัสดิ์	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป	หัวหน้าคณะทำงาน
๕.๒ นางอัญชลี ถนอมทรัพย์	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป	รองหัวหน้าคณะทำงาน
๕.๓ นางสาวกัญญาณัฐ อยู่สุข	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๕.๔ นางยุพเยาว์ จำปาทิว	ผู้ปฏิบัติงานบริหาร	คณะทำงาน
๕.๕ นางรุ่งฟ้า อ่อนชุ่ม	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๕.๖ นางลำดวน มีใจดี	บรรณารักษ์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๕.๗ นางอรทัย ศรีทอง	บรรณารักษ์	คณะทำงาน
๕.๘ นางอุทัย ศรีสุข	ผู้ปฏิบัติงานห้องสมุด	คณะทำงาน
๕.๙ นางชนณภา มิ่งสรรพางค์	พนักงานสถานที่	คณะทำงาน
๕.๑๐ นางสาวกรรณิการ์ มงคลเมธี	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป	คณะทำงานและเลขานุการ

<u>โดยให้คณะทำงานดังกล่าวมีหน้าที่ ดังนี้</u>

(๑) ประสานงานเรื่องการเบิก-จ่าย ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการดำเนินโครงการ

(๒) ดูแลประสานงานเรื่องของรางวัลจากการประกวด และเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

(๓) ดูแลประสานงานเรื่องอาหารและเครื่องดื่ม

(๔) สรุปและรายงานผลการดำเนินงาน

(๕) ปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๙ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๖

(รองศาสตราจารย์ ดร.จรสวรรณ โกยวานิช)

รักษาการแทนผู้อำนวยการสำนักการเรียนรู้ตลอดชีวิต

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษาวิจัยและวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการทดสอบ

4.1.1 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต

การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของตัวอย่างทดสอบคอนกรีตทรงลูกบาศก์ประกอบด้วย หน่วยแรงกดอัดสูงสุดเป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM C39 โดยคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบเป็นคอนกรีตผสมเสร็จของบริษัท นครหลวงคอนกรีต จำกัด

แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงกดอัดสูงสุดของคอนกรีตควบคุมที่ใช้สำหรับการทดสอบ โดยมีหน่วยแรงกดอัดสูงสุดเฉลี่ยทั้ง 3 ชั้นคุณภาพ ที่อายุคอนกรีต 28 วัน เฉลี่ยเท่ากับ 268 , 639 และ 835 ksc. ตามลำดับ โดยแสดงผลการทดสอบในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตลูกบาศก์

Mix	Slump Initial (cm)	Compressive Strength (ksc, Cube)						
		No.	7-Days	Average (7 Days)	14-Days	Average (14 Days)	28-Days	Average (28 Days)
LSC	15.0	1	175	164	234	224	281	268
		2	157		215		248	
		3	160		224		274	
MSC	15.0	1	519	522	555	578	648	639
		2	525		602		653	
		3	523		576		616	
HSC	15.0	1	671	672	737	738	852	835
		2	662		743		828	
		3	684		734		826	

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างคอนกรีตบางส่วนหลังการทดสอบกำลังรับแรงอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต Coring และปริมาณพื้นที่ของหินในคอนกรีตชั้นคุณภาพ LSC

1) กำลังอัดคอนกรีต

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการเจาะของชั้นคุณภาพ LSC ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่า

ส่วนด้านผิวบน เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวดิ่งมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 318.7 ksc. มีค่ากำลังอัดสูงสุดอยู่ที่เท่ากับ 333.9 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำสุดอยู่ที่เท่ากับ 288.2 ksc.

ส่วนด้าน A เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 368.2 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับล่างเท่ากับ 394.9 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 318.7 ksc.มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดประมาณ 24%

ส่วนด้าน B เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 360.6 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับล่างเท่ากับ 425.4 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 288.2 ksc. มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดประมาณ 47%

ส่วนด้าน C เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 360.5 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับล่างเท่ากับ 410.1 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 288.2 ksc. มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดประมาณ 42%

ส่วนด้าน D เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 360.5 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับล่างเท่ากับ 394.9 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 333.9 ksc. มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดประมาณ 18%

2) ปริมาณพื้นที่ของหินในคอนกรีต

ส่วนด้านผิวบน คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวดิ่งมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 117 cm^2. มีค่าสูงสุดและต่ำสุดอยู่ที่ 139 และ 103 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 11%

ส่วนด้าน A คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 105 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับล่างและมีค่าต่ำสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับบนอยู่ที่ 110 และ 100 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 3%

ส่วนด้าน B คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 96.5 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับล่างและมีค่าต่ำสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับบนอยู่ที่ 114 และ 81 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนด้าน C คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 110.5 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับล่างและมีค่าต่ำสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับบนอยู่ที่ 124 และ 102 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 7%

ส่วนด้าน D คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 106.8 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับล่างและมีค่าต่ำสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับบนอยู่ที่ 124 และ 89 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 11%

ตารางที่ 4.2 ผลกำลังอัดและพื้นที่หินของตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะเก็บ(Coring) ช่วงกำลังอัดชั้น LSC

LSC (Mix Strength < 300 ksc)									
No.	Coring		Core Specimen	Strength (ksc)	Average Strength (ksc)	Area Rock (cm^2)	% Rock	Average Area of Rock (%)	Rank
	Direction	Layer							
1	Vertical	Top	TV01	333.9	318.7	114.0	36.08	37.03	2
2	Vertical	Top	TV02	318.7		103.0	32.59		4
3	Vertical	Top	TV03	288.2		112.0	35.44		3
4	Vertical	Top	TV04	333.9		139.0	43.99		1
5	Horizontal	Upper	TL-C1-A	318.7	368.2	100.0	31.65	33.23	4
6	Horizontal	Middle	ML-C1-A	379.6		103.0	32.59		3
7	Horizontal	Lower	LL-C1-A	379.6		107.0	33.86		2
8	Horizontal	Lower	LL-C2-A	394.9		110.0	34.81		1
9	Horizontal	Upper	TL-C1-B	288.2	360.6	81.0	25.63	30.54	4
10	Horizontal	Upper	TL-C2-B	349.2		93.0	29.43		3
11	Horizontal	Middle	ML-C1-B	379.6		98.0	31.01		2
12	Horizontal	Lower	LL-C1-B	425.4		114.0	36.08		1
13	Horizontal	Upper	TL-C1-C	288.2	360.5	102.0	32.28	34.97	4
14	Horizontal	Middle	ML-C1-C	379.6		111.0	35.13		2
15	Horizontal	Middle	ML-C2-C	364.4		105.0	33.23		3
16	Horizontal	Lower	LL-C1-C	410.1		124.0	39.24		1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลกำลังอัดและพื้นที่หินของตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะเก็บ(Coring) ช่วงกำลังอัดชั้น LSC

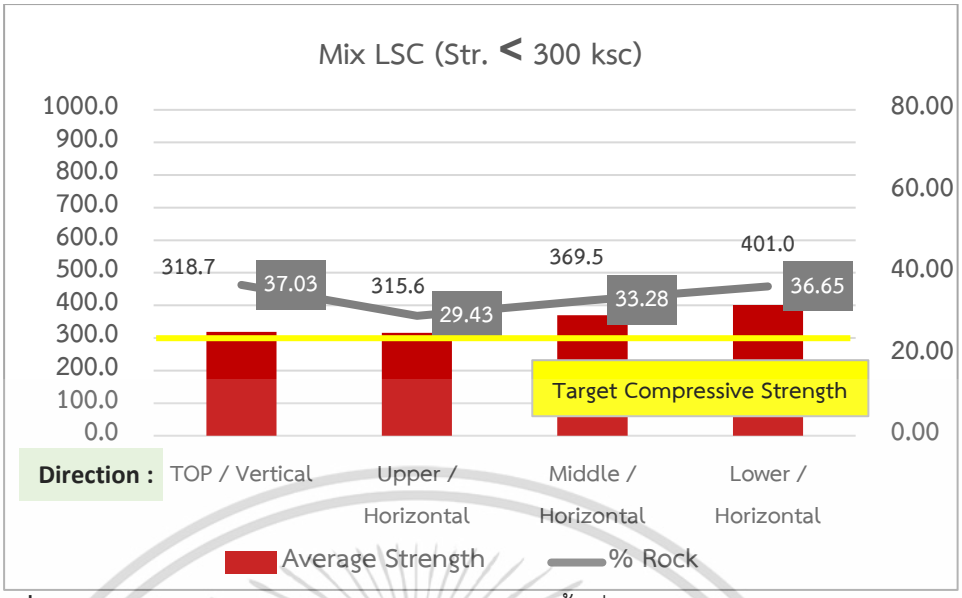
LSC (Mix Strength < 300 ksc)									
No.	Coring		Core Specimen	Strength (ksc)	Average Strength (ksc)	Area Rock (cm^2)	% Rock	Average Area of Rock (%)	Rank
	Direction	Layer							
17	Horizontal	Upper	TL-C1-D	333.9	360.5	89.0	28.16	33.78	4
18	Horizontal	Middle	ML-C1-D	333.9		118.0	37.34		2
19	Horizontal	Middle	ML-C2-D	379.6		96.0	30.38		3
20	Horizontal	Lower	LL-C1-D	394.9		124.0	39.24		1

ตารางที่ 4.3 แสดงผลทดสอบค่ากำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการเจาะและปริมาณพื้นที่เฉลี่ยของหินโดยแบ่งพิจารณาเป็น 3 ระดับชั้นของตัวอย่างคอนกรีต จาก 2 ทิศทางการเจาะคอนกรีตของช่วงคุณภาพคอนกรีต LSC ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. คอนกรีตที่เจาะในแนวดิ่ง พบว่ามีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 318.7 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 117.0 cm^2 คิดเป็น 37.03%
2. คอนกรีตที่เจาะระดับบนในแนวนอน พบว่ามีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 315.6 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 93.0 cm^2 คิดเป็น 29.43%
3. คอนกรีตที่เจาะระดับกลางในแนวนอน พบว่ามีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 369.5 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 105.2 cm^2 คิดเป็น 33.28%
4. คอนกรีตที่เจาะระดับล่างในแนวนอน พบว่ามีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 401.0 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 115.8 cm^2 คิดเป็น 36.65%

จากผลการทดสอบพบว่า คอนกรีตชั้น LSC ที่เจาะ Coring ในแนวนอนระดับบนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่อายุ 28 วันต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่เจาะ Coring ในแนวดิ่ง, คอนกรีตที่เจาะในแนวนอนระดับกลางและคอนกรีตที่เจาะในแนวนอนระดับล่าง ซึ่งจะมีค่ากำลังอัดน้อยกว่าประมาณ 1.0%, 17.0% และ 27.0% ตามลำดับ และหากพิจารณาเปรียบเทียบด้านปริมาณพื้นที่หินเฉลี่ยในคอนกรีตในแนวดิ่งจะมากสุด ส่วนแนวนอนจะมีค่าสอดคล้องกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ได้ ปริมาณการเรียงตัวของหินในแนวนอน(Horizontal) ต่างกันมากสุดที่ 7.22%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่ากำลังรับแรงอัดกับปริมาณพื้นที่ของหินของคอนกรีต Mix LSC

โดยสรุปจากผลการทดสอบคอนกรีตชั้น LSC แสดงให้เห็นว่า คอนกรีตที่ Coring ทั้งสองทิศทางในแนวนอนและแนวดิ่ง มีค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้งหมด แต่ถ้าหากพิจารณาเลือกจุดในการ Coring สำหรับคอนกรีตกำลังรับแรงอัดที่ใช้ทั่วไป เพื่อให้เหมาะสมที่จะเป็นตัวแทนของโครงสร้างคอนกรีตนั้นได้ดี ดังนั้นควรเลือกเจาะ Coring คอนกรีตที่อยู่ในทิศทางแนวนอนช่วงระดับล่าง (Lower Level / Horizontal) ดูจากตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 กำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตและพื้นที่เฉลี่ยของหินในแต่ละทิศทางจากการเจาะ (Coring) ชั้น LSC

LSC (Mix Strength < 300 ksc)								
No.	Coring		Core Specimen	Strength (ksc)	Average Strength (ksc)	Area Rock (cm^2)	% Rock	Average Area of Rock (%)
	Direction	Layer						
1	Vertical	Top	TV01	333.9	318.7	114.0	36.08	37.03
2	Vertical	Top	TV02	318.7		103.0	32.59	
3	Vertical	Top	TV03	288.2		112.0	35.44	
4	Vertical	Top	TV04	333.9		139.0	43.99	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) กำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตและพื้นที่เฉลี่ยของหินในแต่ละทิศทางจากการเจาะ (Coring) ชั้น LSC

LSC (Mix Strength < 300 ksc)								
No.	Coring		Core Specimen	Strength (ksc)	Average Strength (ksc)	Area Rock (cm^2)	% Rock	Average Area of Rock (%)
	Direction	Layer						
5	Horizontal	Upper	TL-C1-A	318.7	315.6	100.0	31.65	29.43
9	Horizontal	Upper	TL-C1-B	288.2		81.0	25.63	
10	Horizontal	Upper	TL-C2-B	349.2		93.0	29.43	
13	Horizontal	Upper	TL-C1-C	288.2		102.0	32.28	
17	Horizontal	Upper	TL-C1-D	333.9		89.0	28.16	
6	Horizontal	Middle	ML-C1-A	379.6	369.5	103.0	32.59	33.28
11	Horizontal	Middle	ML-C1-B	379.6		98.0	31.01	
14	Horizontal	Middle	ML-C1-C	379.6		111.0	35.13	
15	Horizontal	Middle	ML-C2-C	364.4		105.0	33.23	
18	Horizontal	Middle	ML-C1-D	333.9		118.0	37.34	
19	Horizontal	Middle	ML-C2-D	379.6		96.0	30.38	
7	Horizontal	Lower	LL-C1-A	379.6	401.0	107.0	33.86	36.65
8	Horizontal	Lower	LL-C2-A	394.9		110.0	34.81	
12	Horizontal	Lower	LL-C1-B	425.4		114.0	36.08	
16	Horizontal	Lower	LL-C1-C	410.1		124.0	39.24	
20	Horizontal	Lower	LL-C1-D	394.9		124.0	39.24	

4.1.3 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต Coring และปริมาณพื้นที่ของหินของคอนกรีตชั้นคุณภาพ MSC

1) กำลังอัดคอนกรีต

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการเจาะของชั้นคุณภาพ MSC ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่า

ส่วนด้านผิวบน เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวดิ่งมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 562 ksc. มีค่ากำลังอัดสูงสุดอยู่ที่เท่ากับ 623.4 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำสุดอยู่ที่เท่ากับ 486.3 ksc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนด้าน A เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 684 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับผิวล่างเท่ากับ 730.0 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 592.9 ksc.มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดอยู่ที่ 23%

ส่วนด้าน B เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 604 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับผิวล่างเท่ากับ 714.8 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 547.2 ksc. มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดอยู่ที่ 31%

ส่วนด้าน C เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 619 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับล่างและระดับกลางเท่ากับ 684.3 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 532.0 ksc. มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดอยู่ที่ 29%

ส่วนด้าน D เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 638 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับล่างและระดับกลางเท่ากับ 714.8 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 471.1 ksc. มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดอยู่ที่ 52%

2) ปริมาณพื้นที่ของหินในคอนกรีต

ส่วนด้านผิวบน คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวดิ่งมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 117 cm^2. มีค่าสูงสุดและต่ำสุดอยู่ที่ 127 และ 106 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 7%

ส่วนด้าน A คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 94 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับกลางและมีค่าต่ำสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับบนอยู่ที่ 106 และ 72 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 11%

ส่วนด้าน B คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 95.8 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับล่างและมีค่าต่ำสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับบนอยู่ที่ 117 และ 73 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 14%

ส่วนด้าน C คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 98.5 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับล่างและมีค่าต่ำสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับบนอยู่ที่ 104 และ 89 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 5%

ส่วนด้าน D คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 94.5 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับกลางและมีค่าต่ำสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับบนอยู่ที่ 102 และ 90 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 4%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลกำลังอัดและพื้นที่หินของตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะเก็บ(Coring) ช่วงกำลังอัดชั้น MSC

MSC (Mix Strength 300-800 ksc)									
No.	Coring		Core Specimen	Strength (ksc)	Average Strength (ksc)	Area Rock (cm^2)	% Rock	Average Area of Rock (%)	Rank
	Direction	Layer							
21	Vertical	Top	TV01	577.7	562.5	127.0	40.19	37.03	1
22	Vertical	Top	TV02	486.3		106.0	33.54		4
23	Vertical	Top	TV03	562.5		110.0	34.81		3
24	Vertical	Top	TV04	623.4		125.0	39.56		2
25	Horizontal	Upper	TL-C1-A	592.9	684.3	72.0	22.78	29.74	4
26	Horizontal	Middle	ML-C1-A	714.8		106.0	33.54		1
27	Horizontal	Lower	LL-C1-A	699.6		95.0	30.06		3
28	Horizontal	Lower	LL-C2-A	730.0		103.0	32.59		2
29	Horizontal	Upper	TL-C1-B	547.2	604.4	79.0	25.00	30.30	3
30	Horizontal	Upper	TL-C2-B	547.2		73.0	23.10		4
31	Horizontal	Middle	ML-C1-B	608.2		114.0	36.08		2
32	Horizontal	Lower	LL-C1-B	714.8		117.0	37.03		1
33	Horizontal	Upper	TL-C1-C	532.0	619.6	89.0	28.16	31.17	4
34	Horizontal	Middle	ML-C1-C	577.7		100.0	31.65		3
35	Horizontal	Middle	ML-C2-C	684.3		101.0	31.96		2
36	Horizontal	Lower	LL-C1-C	684.3		104.0	32.91		1
37	Horizontal	Upper	TL-C1-D	471.1	638.7	90.0	28.48	29.91	4
38	Horizontal	Middle	ML-C1-D	653.9		90.0	28.48		3
39	Horizontal	Middle	ML-C2-D	714.8		102.0	32.28		1
40	Horizontal	Lower	LL-C1-D	714.8		96.0	30.38		2

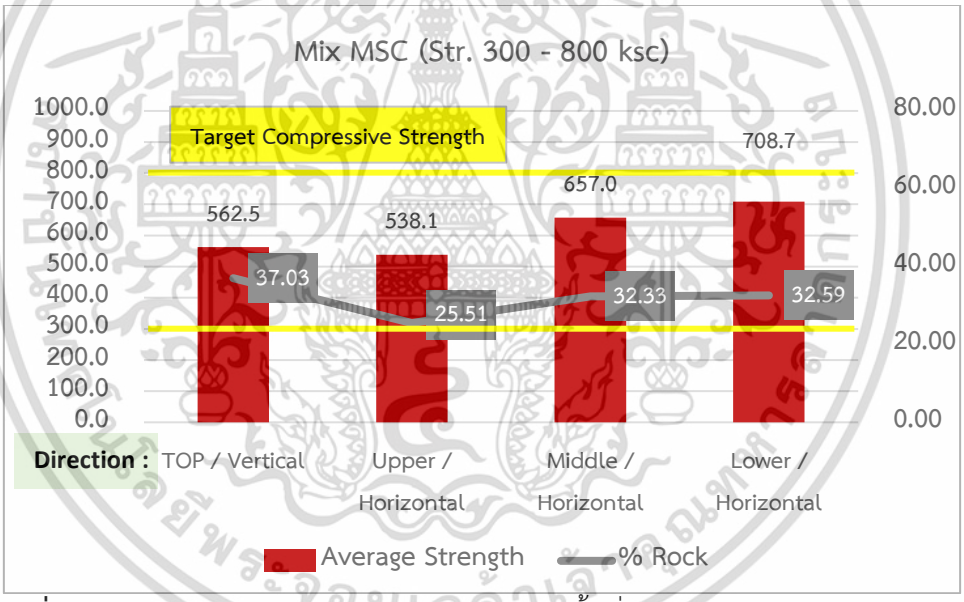
เมื่อพิจารณาในส่วนของผลการทดสอบระหว่างกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการเจาะและปริมาณพื้นที่เฉลี่ยของหินโดยแบ่งพิจารณาเป็น 3 ระดับชั้นของตัวอย่างคอนกรีต จาก 2 ทิศทางการเจาะคอนกรีตของช่วงคุณภาพคอนกรีต MSC ดังแสดงในตารางที่ 4.5 พบว่า

1. คอนกรีตที่เจาะในแนวดิ่งมีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 562.5 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 117.0 cm^2 คิดเป็น 37.03%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คอนกรีตที่เจาะระดับบนในแนวนอน พบว่า มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 538.1 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 81.0 cm^2 คิดเป็น 25.51%
3. คอนกรีตที่เจาะระดับกลางในแนวนอน พบว่า มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 659.0 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 102.2 cm^2 คิดเป็น 32.33%
4. คอนกรีตที่เจาะระดับล่างในแนวนอน พบว่า มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 708.7 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 103.0 cm^2 คิดเป็น 32.59%

จากผลการทดสอบข้างต้นพบว่า คอนกรีตชั้น MSC ที่เจาะ Coring ในแนวนอนระดับบนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่อายุ 28 วันต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่เจาะ Coring ในแนวดิ่ง, คอนกรีตที่เจาะในแนวนอนระดับกลางและคอนกรีตที่เจาะในแนวนอนระดับล่าง ซึ่งจะมีค่ากำลังอัดน้อยกว่าประมาณ 4.5%, 22.0% และ 31.7% ตามลำดับ และหากพิจารณาเปรียบเทียบด้านปริมาณพื้นที่หินเฉลี่ยในคอนกรีตในแนวดิ่งจะมากสุด ส่วนแนวนอนจะมีค่าสอดคล้องกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ได้ ปริมาณการเรียงตัวของหินในแนวนอน(Horizontal) ต่างกันมากสุดที่ 7.1%



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่ากำลังรับแรงอัดกับปริมาณพื้นที่ของหินของคอนกรีต Mix MSC

โดยสรุปจากผลการทดสอบคอนกรีตชั้น MSC แสดงให้เห็นว่า คอนกรีตที่ Coring ทั้งสองทิศทางในแนวนอนและแนวดิ่ง มีค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้งหมด แต่ถ้าหากพิจารณาเลือกจุดในการ Coring สำหรับคอนกรีตกำลังสูงปานกลาง เพื่อให้เหมาะสมที่จะเป็นตัวแทนของโครงสร้างคอนกรีตนั้นได้ดี ดังนั้นควรเลือกเจาะ Coring คอนกรีตที่อยู่ในทิศทางแนวนอนช่วงระดับล่าง (Lower Level / Horizontal) ดูจากตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 กำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตและพื้นที่เฉลี่ยของหินในแต่ละทิศทางจากการเจาะ (Coring) ชั้น MSC

MSC (Mix Strength 300-800 ksc)								
No.	Coring		Core Specimen	Strength (ksc)	Average Strength (ksc)	Area Rock (cm^2)	% Rock	Average Area of Rock (%)
	Direction	Layer						
21	Vertical	Top	TV01	577.7	562.5	127.0	40.19	37.03
22	Vertical	Top	TV02	486.3		106.0	33.54	
23	Vertical	Top	TV03	562.5		110.0	34.81	
24	Vertical	Top	TV04	623.4		125.0	39.56	
25	Horizontal	Upper	TL-C1-A	592.9	538.1	72.0	22.78	25.51
29	Horizontal	Upper	TL-C1-B	547.2		79.0	25.00	
30	Horizontal	Upper	TL-C2-B	547.2		73.0	23.10	
33	Horizontal	Upper	TL-C1-C	532.0		89.0	28.16	
37	Horizontal	Upper	TL-C1-D	471.1		90.0	28.48	
26	Horizontal	Middle	ML-C1-A	714.8	657.0	106.0	33.54	32.33
31	Horizontal	Middle	ML-C1-B	608.2		114.0	36.08	
34	Horizontal	Middle	ML-C1-C	577.7		100.0	31.65	
35	Horizontal	Middle	ML-C2-C	684.3		101.0	31.96	
38	Horizontal	Middle	ML-C1-D	653.9		90.0	28.48	
39	Horizontal	Middle	ML-C2-D	714.8		102.0	32.28	
27	Horizontal	Lower	LL-C1-A	699.6	708.7	95.0	30.06	32.59
28	Horizontal	Lower	LL-C2-A	730.0		103.0	32.59	
32	Horizontal	Lower	LL-C1-B	714.8		117.0	37.03	
36	Horizontal	Lower	LL-C1-C	684.3		104.0	32.91	
40	Horizontal	Lower	LL-C1-D	714.8		96.0	30.38	

4.1.4 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต Coring และปริมาณพื้นที่ของหินของคอนกรีตชั้นคุณภาพ HSC

1) กำลังอัดคอนกรีต

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการเจาะของชั้นคุณภาพ HSC ดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนด้านผิวบน เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวดิ่งมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 840 ksc. มีค่ากำลังอัดสูงสุดอยู่ที่เท่ากับ 867.2 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำสุดอยู่ที่เท่ากับ 806.2 ksc.

ส่วนด้าน A เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 875 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับล่างและระดับกลางเท่ากับ 928.1 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 775.7 ksc.มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดอยู่ที่ 20%

ส่วนด้าน B เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 860 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับล่างเท่ากับ 928.1 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 791.0 ksc. มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดอยู่ที่ 17%

ส่วนด้าน C เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 855.7 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับล่างเท่ากับ 943.3 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 745.3 ksc. มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดอยู่ที่ 27%

ส่วนด้าน D เป็นคอนกรีตที่ถูกเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยอยู่ที่เท่ากับ 897.6 ksc. ซึ่งมีค่าสูงสุดอยู่ที่ระดับล่างเท่ากับ 989.0 ksc. และมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดอยู่ที่ระดับบนเท่ากับ 836.7 ksc. มีค่ากำลังอัดต่างกันมากสุดอยู่ที่ 18%

2) ปริมาณพื้นที่ของหินในคอนกรีต

ส่วนด้านผิวบน คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวดิ่งมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 126 cm^2. มีค่าสูงสุดและต่ำสุดอยู่ที่ 138 และ 107 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 10%

ส่วนด้าน A คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 137.7 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับกลางและมีค่าต่ำสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับบนอยู่ที่ 147.2 และ 126 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 7%

ส่วนด้าน B คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 130.4 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับกลางและมีค่าต่ำสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับบนอยู่ที่ 138.2 และ 109 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 9%

ส่วนด้าน C คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 126.7 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับล่างและมีค่าต่ำสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับกลางอยู่ที่ 141.2 และ 119.2 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 7%

ส่วนด้าน D คอนกรีตเจาะเก็บทิศทางในแนวนอนมีค่าปริมาณพื้นที่ของหินภายในคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 94.5 cm^2. มีปริมาณพื้นที่ของหินสูงสุดอยู่ในคอนกรีตส่วนระดับกลางและมีค่าต่ำสุดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในคอนกรีตส่วนระดับกลางอีกหนึ่งชุดอยู่ที่ 135 และ 121.2 cm^2 ตามลำดับ มีค่าปริมาณพื้นที่ของหินต่างกันมากสุดอยู่ที่ประมาณ 4%

ตารางที่ 4.6 ผลกำลังอัดและพื้นที่หินของตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะเก็บ(Coring) ช่วงกำลังอัดชั้น HSC

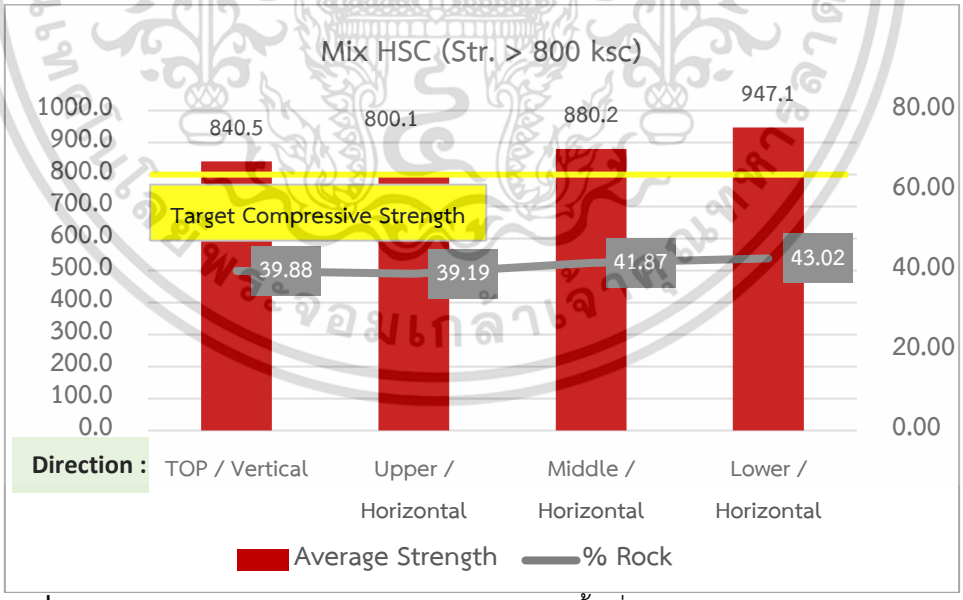
HSC (Mix Strength > 800 ksc)									
No.	Coring		Core Specimen	Strength (ksc)	Average Strength (ksc)	Area Rock (cm^2)	% Rock	Average Area of Rock (%)	Rank
	Direction	Layer							
41	Vertical	Top	TV01	806.2	840.5	131.0	41.46	39.88	2
42	Vertical	Top	TV02	867.2		128.0	40.51		3
43	Vertical	Top	TV03	867.2		138.0	43.67		1
44	Vertical	Top	TV04	821.5		107.0	33.86		4
45	Horizontal	Upper	TL-C1-A	775.7	874.8	126.0	39.87	43.56	4
46	Horizontal	Middle	ML-C1-A	867.2		139.2	44.05		2
47	Horizontal	Lower	ML-C2-A	928.1		147.2	46.58		1
48	Horizontal	Lower	LL-C1-A	928.1		138.2	43.73		3
49	Horizontal	Upper	TL-C1-B	791.0	859.6	109.0	34.49	41.27	4
50	Horizontal	Upper	TL-C2-B	851.9		137.2	43.42		3
51	Horizontal	Middle	ML-C1-B	867.2		138.2	43.73		1
52	Horizontal	Lower	LL-C1-B	928.1		137.2	43.42		2
53	Horizontal	Upper	TL-C1-C	745.3	855.7	120.0	37.97	40.08	3
54	Horizontal	Middle	ML-C1-C	897.6		126.2	39.94		2
55	Horizontal	Middle	ML-C2-C	836.7		119.2	37.72		4
56	Horizontal	Lower	LL-C1-C	943.3		141.2	44.68		1
57	Horizontal	Upper	TL-C1-D	836.7	897.6	127.0	40.19	40.38	2
58	Horizontal	Middle	ML-C1-D	851.9		121.2	38.35		3
59	Horizontal	Middle	ML-C2-D	912.9		135.0	42.72		1
60	Horizontal	Lower	LL-C1-D	989.0		127.2	40.25		2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาในส่วนของผลการทดสอบระหว่างกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการเจาะและปริมาณพื้นที่เฉลี่ยของหินโดยแบ่งพิจารณาเป็น 3 ระดับชั้นของตัวอย่างคอนกรีต จาก 2 ทิศทางการเจาะคอนกรีตของช่วงคุณภาพคอนกรีต HSC ดังแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่า

1. คอนกรีตที่เจาะในแนวดิ่งมีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 840.5 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 126.0 cm^2 คิดเป็น 39.87%
2. คอนกรีตที่เจาะระดับบนในแนวนอน พบว่า มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 800.1 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 123.8 cm^2 คิดเป็น 39.19%
3. คอนกรีตที่เจาะระดับกลางในแนวนอน พบว่า มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 880.2 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 132.3 cm^2 คิดเป็น 41.87%
4. คอนกรีตที่เจาะระดับล่างในแนวนอน พบว่า มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 947.1 ksc และมีปริมาณพื้นที่ของหินภายในเนื้อคอนกรีตเฉลี่ยเท่ากับ 136.0 cm^2 คิดเป็น 43.02%

จากผลการทดสอบข้างต้นพบว่า คอนกรีตชั้น HSC ที่เจาะ Coring ในแนวนอนระดับบนมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่อายุ 28 วันต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับคอนกรีตที่เจาะ Coring ในแนวดิ่ง, คอนกรีตที่เจาะในแนวนอนระดับกลางและคอนกรีตที่เจาะในแนวนอนระดับล่าง ซึ่งจะมีค่ากำลังอัดน้อยกว่าประมาณ 5.0%, 10.0% และ 18.4% ตามลำดับ และหากพิจารณาเปรียบเทียบด้านปริมาณพื้นที่หินเฉลี่ยในคอนกรีตในแนวนอนระดับล่างจะมากสุด และมีค่าสอดคล้องกับค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ได้เช่นกัน ปริมาณการเรียงตัวของหินในแนวนอน(Horizontal) ต่างกันมากสุดที่ 3.8%



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่ากำลังรับแรงอัดกับปริมาณพื้นที่ของหินของคอนกรีต Mix HSC

โดยสรุปจากผลการทดสอบคอนกรีตชั้น HSC แสดงให้เห็นว่า คอนกรีตที่ Coring ทั้งสองทิศทางในแนวนอนและแนวดิ่ง มีค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้งหมด แต่ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากพิจารณาเลือกจุดในการ Coring สำหรับคอนกรีตกำลังสูงมาก เพื่อให้เหมาะสมที่จะเป็นตัวแทนของโครงสร้างคอนกรีตนั้นได้ดี ดังนั้นควรเลือกเจาะ Coring คอนกรีตที่อยู่ในทิศทางแนวนอนช่วงระดับล่าง (Lower Level / Horizontal) ดูจากตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 กำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตและพื้นที่เฉลี่ยของหินในแต่ละทิศทางจากการเจาะ (Coring) ชั้น HSC

HSC (Mix Strength > 800 ksc)								
No.	Coring		Core Specimen	Strength (ksc)	Average Strength (ksc)	Area Rock (cm^2)	% Rock	Average Area of Rock (%)
	Direction	Layer						
41	Vertical	Top	TV01	806.2	840.5	131.0	41.46	39.88
42	Vertical	Top	TV02	867.2		128.0	40.51	
43	Vertical	Top	TV03	867.2		138.0	43.67	
44	Vertical	Top	TV04	821.5		107.0	33.86	
45	Horizontal	Upper	TL-C1-A	775.7	800.1	126.0	39.87	39.19
49	Horizontal	Upper	TL-C1-B	791.0		109.0	34.49	
50	Horizontal	Upper	TL-C2-B	851.9		137.2	43.42	
53	Horizontal	Upper	TL-C1-C	745.3		120.0	37.97	
57	Horizontal	Upper	TL-C1-D	836.7		127.0	40.19	
46	Horizontal	Middle	ML-C1-A	867.2	880.2	139.2	44.05	41.87
47	Horizontal	Middle	ML-C2-A	928.1		147.2	46.58	
51	Horizontal	Middle	ML-C1-B	867.2		138.2	43.73	
54	Horizontal	Middle	ML-C1-C	897.6		126.2	39.94	
55	Horizontal	Middle	ML-C2-C	836.7		119.2	37.72	
58	Horizontal	Middle	ML-C1-D	851.9		121.2	38.35	
59	Horizontal	Middle	ML-C2-D	912.9		135.0	42.72	
48	Horizontal	Lower	LL-C1-A	928.1	947.1	138.2	43.73	43.02
52	Horizontal	Lower	LL-C1-B	928.1		137.2	43.42	
56	Horizontal	Lower	LL-C1-C	943.3		141.2	44.68	
60	Horizontal	Lower	LL-C1-D	989.0		127.2	40.25	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

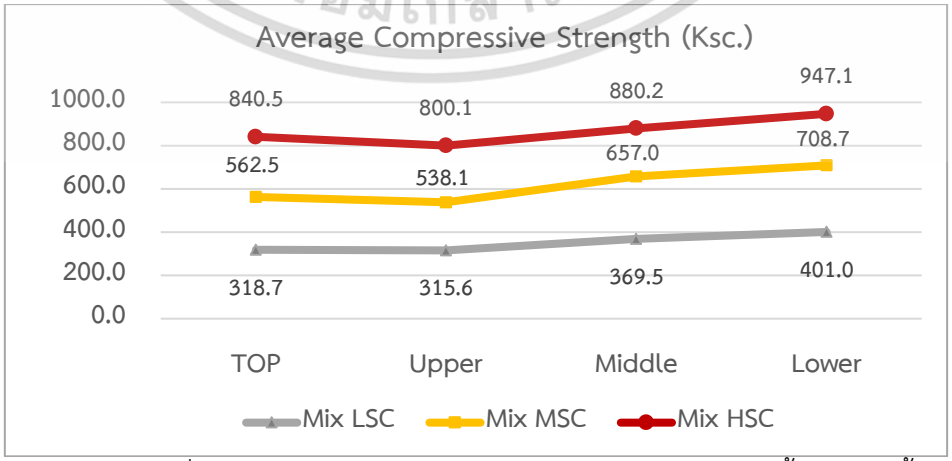
5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตและปริมาณพื้นที่ของหินในคอนกรีต โดยการนำตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะ Coring ในทิศทางแนวดิ่งและแนวระนาบ 3 ระดับ (บน-กลาง-ล่าง) จากคอนกรีต 3 ช่วงชั้นกำลังอัด ได้แก่ คอนกรีตที่มีค่ากำลังอัดทั่วไป , คอนกรีตมีค่ากำลังอัดปานกลาง และคอนกรีตที่มีค่ากำลังอัดสูง เพื่อประเมินผลกำลังอัดจากคอนกรีตและนำมาใช้พิจารณาเลือกจุดในการเจาะ Coring คอนกรีต โดยสามารถสรุปสาระสำคัญในการวิจัยได้ดังนี้

1. ค่ากำลังรับแรงอัดในคอนกรีตจากตัวอย่างที่เจาะในแนวนอน(Horizontal)ทั้ง 3 ช่วงชั้นกำลังอัด พบว่า กำลังรับแรงอัดที่เจาะเก็บในทิศทางแนวนอนระดับล่าง(Lower) จะมีค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตสูงที่สุด ส่วนค่ากำลังอัดที่น้อยที่สุดจะเป็นคอนกรีตที่อยู่ในแนวนอนช่วงระดับบน(Upper) โดยจะมีค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยต่างกันอยู่ในช่วงประมาณ 10-31% ซึ่งแสดงผลได้ดังตารางและกราฟ

ตารางที่ 5.1 ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างกำลังอัดเฉลี่ยของตัวอย่างคอนกรีตจากทิศทางการเจาะเก็บในแนวนอน (Horizontal)

% Diff. of Compressive Strength (Compare with Upper Level / Horizontal)			
Direction of Coring	Mix LSC	Mix MSC	Mix HSC
Middle / Horizontal	17.1	22.1	10.0
Lower / Horizontal	27.1	31.7	18.4



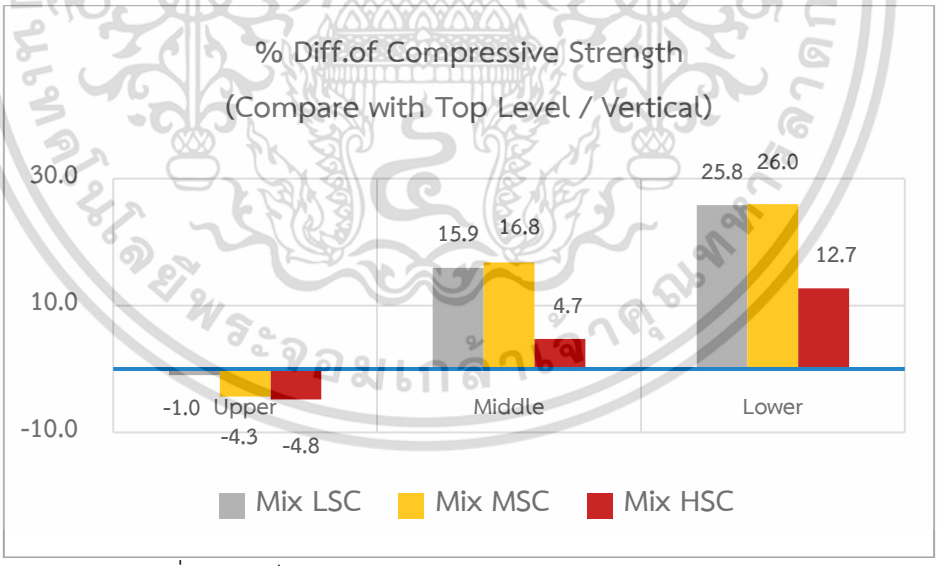
รูปที่ 5.1 กราฟค่าเฉลี่ยกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตจากการเจาะ Coring ทั้งสามช่วงชั้นกำลังอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หากพิจารณาค่ากำลังรับแรงอัดในคอนกรีตตามทิศทางการเจาะคอนกรีตในแนวดิ่ง (Vertical) พบว่า มีค่ากำลังรับแรงอัดในแนวดิ่งสูงกว่าค่ากำลังอัดที่เจาะในแนวนอนระดับบน(Upper)เท่านั้นในทุกช่วงชั้นกำลังอัด โดยจะมีค่ากำลังอัด(Top-Upper) เฉลี่ยต่างกันอยู่ในช่วงประมาณ 1.0-4.8% แต่คอนกรีตในแนวดิ่งจะมีค่ากำลังอัดน้อยกว่าคอนกรีตระดับกลาง(Middle) และระดับล่าง(Lower)ที่เจาะในแนวนอนโดยจะมีค่ากำลังอัด(Top-Middle&Lower) เฉลี่ยต่างกันอยู่ในช่วงประมาณ 4.7-26.0% แสดงผลได้ดังตารางและกราฟ

ตารางที่ 5.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างกำลังอัดเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างคอนกรีตจากทิศทางการเจาะเก็บในแนวนอน (Horizontal) เทียบกับคอนกรีตที่เจาะในแนวดิ่ง (Vertical)

% Diff. of Compressive Strength (Compare with Top Level / Vertical)			
Direction of Coring	Mix LSC	Mix MSC	Mix HSC
Upper / Horizontal	-1.0	-4.3	-4.8
Middle / Horizontal	15.9	16.8	4.7
Lower / Horizontal	25.8	26.0	12.7



รูปที่ 5.2 กราฟค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตจากทิศทางการเจาะ Coring ในแนวนอน (Horizontal) เทียบกับคอนกรีตที่เจาะในแนวดิ่ง (Vertical)

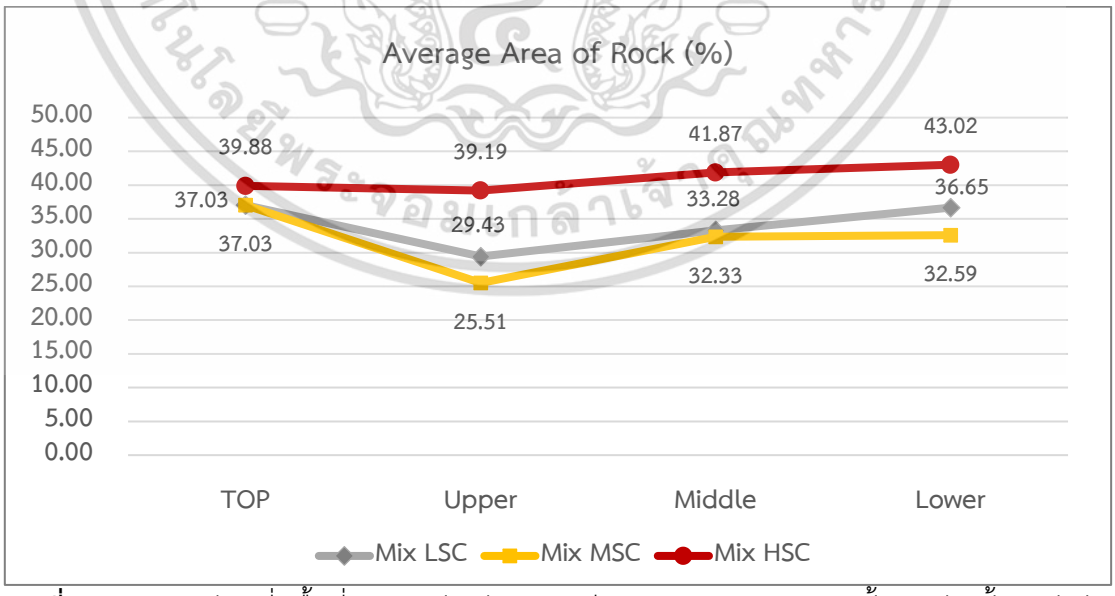
3. ปริมาณและการกระจายตัวของขนาดอนุภาคของเม็ดหินในคอนกรีตเป็นคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับการกำหนดปริมาณซีเมนต์เพสท์เพื่อใช้ห่อหุ้มมวลรวมและจะส่งผลต่อค่ากำลังรับแรงอัดของโครงสร้างคอนกรีต ซึ่งคอนกรีตที่มีสัดส่วนขนาดคละและปริมาณของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หินในคอนกรีตกระจายตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้ช่องว่างระหว่างมวลรวมมีปริมาณน้อยลง ดังนั้น ปริมาณซีเมนต์เพสท์ที่ทำหน้าที่ในการยึดมวลรวมและอุดช่องว่างลดลง จะส่งผลทำให้คอนกรีตในบริเวณนั้นๆมีค่าความสามารถในการเทได้ และกำลังรับแรงอัดเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณพื้นที่ของหินใน Mix HSC ที่เจาะเก็บตัวอย่างในแนวนอน(Horizontal) จะมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งมากกว่าทั้ง Mix LSC และ Mix MSC สอดคล้องตามค่ากำลังอัดของคอนกรีตเช่นกัน ส่วนปริมาณพื้นที่ของหินใน Mix LSC ที่เจาะ Coring ในแนวนอนระดับบน(Upper) พบว่า มีค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุดในทุกช่วงชั้นกำลังอัด เนื่องจากน้ำในเนื้อคอนกรีตที่เป็นองค์ประกอบที่เบาที่สุดของส่วนผสมคอนกรีตถูกดันขึ้นมาลอยตัวอยู่บนผิวหน้าคอนกรีต ส่วนปริมาณของมวลรวมหรือหินซึ่งเป็นองค์ประกอบที่หนักกว่าน้ำจะจมลงสู่ด้านล่าง ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางและกราฟ

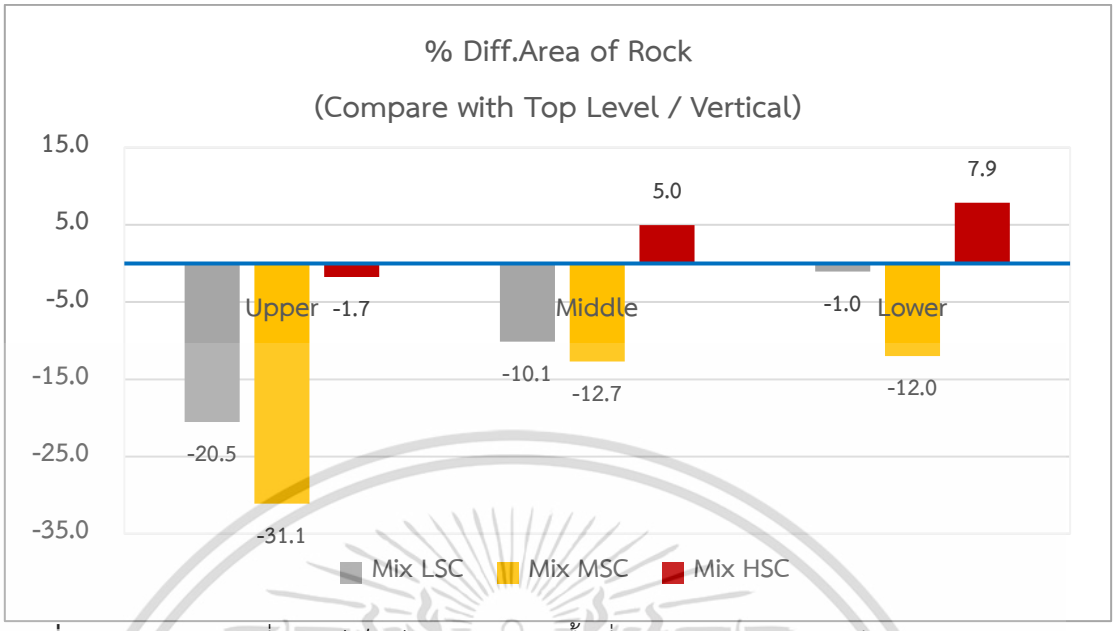
ตารางที่ 5.3 ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างพื้นที่ของหินระหว่างตัวอย่างคอนกรีตจากทิศทางการเจาะเก็บในแนวนอน (Horizontal) เทียบกับคอนกรีตที่เจาะในแนวดิ่ง (Vertical)

% Diff. Area of Rock (Compare with Top Level / Vertical)			
Direction of Coring	Mix LSC	Mix MSC	Mix HSC
Upper / Horizontal	-20.5	-31.1	-1.7
Middle / Horizontal	-10.1	-12.7	5.0
Lower / Horizontal	-1.0	-12.0	7.9



รูปที่ 5.3 กราฟค่าเฉลี่ยพื้นที่หินของตัวอย่างคอนกรีตจากการเจาะ Coring ทั้งสามช่วงชั้นกำลังอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 กราฟค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างพื้นที่หินของตัวอย่างคอนกรีตจากทิศทางการเจาะ Coring ในแนวนอน (Horizontal) เทียบกับคอนกรีตที่เจาะในแนวดิ่ง (Vertical)

4. จากผลงานวิจัยทั้งหมดข้างต้นพบว่า ทิศทางการเจาะเก็บตัวอย่างโครงสร้างคอนกรีตมีผลต่อค่ากำลังอัดของคอนกรีต ดังนั้นการพิจารณาเลือกกำหนดจุดเจาะ Coring คอนกรีตบนโครงสร้างใดๆ เพื่อให้เหมาะสมที่เป็นตัวแทนของโครงสร้างคอนกรีตจริงได้ดี ควรทำการเลือกเจาะเก็บตัวอย่างคอนกรีตที่อยู่ในทิศทางแนวนอนช่วงระดับล่าง (Lower / Horizontal) ของโครงสร้างคอนกรีตนั้นๆ ซึ่งจะทำให้ได้ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตสูงที่มีค่าส่วนเผื่อมากกว่าเกณฑ์ในการออกแบบและตรงตามความต้องการสูงสุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับแนวทางในการศึกษาต่อไป สามารถศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดคอนกรีตจากการเจาะคอนกรีตที่มีช่วงของค่าการยุบตัว (Slump) ของเนื้อคอนกรีตที่สูงกว่านี้ได้ เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของเม็ดหินที่อยู่ภายในคอนกรีตที่หลากหลายมิติมากขึ้น ตามความต้องการของผู้รับเหมาในการก่อสร้างยุคปัจจุบันซึ่งมักต้องการคอนกรีตที่มีความสามารถในการเทลงแบบหล่อได้อย่างรวดเร็ว ทำงานสะดวกและง่ายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ปริญญา จินดาประเสริฐ และ ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และ คอนกรีต, พิมพ์ครั้งที่ 5, สมาคมคอนกรีตไทย, 2551

[2] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, ข้อกำหนดมาตรฐานวัสดุและการก่อสร้างสำหรับโครงสร้างคอนกรีต, คณะอนุกรรมการคอนกรีตและวัสดุ คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, ปรับปรุงครั้งที่ 1, พิมพ์ครั้งที่ 4, 2556

[3] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มอก.15 เล่ม 1-2532 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์, เล่ม 1 ข้อกำหนดคุณภาพ, พิมพ์เพิ่มเติมครั้งที่ 4, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพ, 2539.

[4] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มอก.409 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีทดสอบความต้านทานแรงอัดแท่งคอนกรีต, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพ, 2525.

[5] American Concrete Institute, ACI 211.1-91 : Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, Michigan, 2000.

[6] American Concrete Institute, ACI 211.4R-93 : Guide for Selecting Proportions for High Strength Concrete with Portland and Fly Ash, ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, Michigan, 2000.

[7] American Concrete Institute, ACI 308-92 : Standard Practice for Curing Concrete, ACI Manual of Concrete Practice, Part 2, Michigan, 2000.

[8] American Society for Testing and Material, ASTM C31/C31M-00 : Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field, Annual Book of ASTM Standard, 2001.

[9] American Society for Testing and Material, ASTM C33-01 : Standard Specification for Concrete Aggregates, Annual Book of ASTM Standard, 2001.

[10] American Society for Testing and Material, ASTM C39/C 39M-01 : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, ASTM International, Philadelphia, USA, 2000.

[11] American Society for Testing and Material, ASTM C 42/C 42M - 99 : Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete, Annual Book of ASTM Standards, 2001.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

[12] American Society for Testing and Material, ASTM C150-00 : Standard Specification for Portland Cement, Annual Book of ASTM Standard, 2001.

[13] American Society for Testing and Material, ASTM C494-81 : Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete, Annual Book of ASTM Standard, 2001

[14] Neville, A.M., Properties of Concrete, 4th and Final Edition, London, Addison Wesley Longman Limited, 1995.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รายการคำนวณ Mix Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 รายการคำนวณ Mix Design ของคอนกรีตที่มีกำลังอัดน้อยกว่า 300 กก./ซม^3 (Mix LSC)

CALCULATION SHEET										
PRODUCT CODE :	Mix LSC									
SPECIFICATION OF DESIGN										
Cylinder compressive strength					:	250	ksc	at	28	days
Cube compressive strength					:	300	ksc	at	28	days
Slump					:	12.5+/-2.5	cm			
Maximum size of aggregate					:	20.0	mm			
Water-Cementitous materials ratio					:	0.813				
Specific gravity of cementitous materials					:	2.89				
Specific gravity of fine aggregate					:	2.61				
Specific gravity of coarse aggregate					:	2.71				
Air content					:	1	%			
Chemical Admixture : Type A&D					:	500	cc / 100 kg of cementitous materials			
CALCULATION OF VOLUMETRIC COMPOSITION FOR 1 CUBIC METER										
Required water					=	187	litres			
Required cementitious materials	=	187 / 0.813			=	230	kg			
Solid volume of cementitious materials	=	230 / 2.89			=	80	litres			
Designed solid volume of fine portion (cementitious materials + fine aggregate)					=	415	litres			
Solid volume of fine aggregate	=	415 - 80			=	335	litres			
Volume of Air content					=	10	litres			
Designed Total volume					=	1010	litres			
Solid volume of coarse aggregate	=	1010 - 415	- 187	- 10	=	399	litres			
CHANGE TO THE WEIGHT (SSD CONDITION)										
Cementitous materials					=	230	kg			
Water	=	187 x 1.00			=	187	litres			
Fine aggregate	=	335 x 2.61			=	875	kg			
Coarse aggregate	=	399 x 2.71			=	1080	kg			
Chemical Admixture : Type A&D	=	230 x 5.00			=	1150	cc			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 รายการคำนวณ Mix Design ของคอนกรีตที่มีกำลังอัดระหว่าง 300-800 กก./ซม^3 (Mix MSC)

CALCULATION SHEET										
PRODUCT CODE :	Mix MSC									
SPECIFICATION OF DESIGN										
Cylinder compressive strength					:	750	ksc	at	28	days
Cube compressive strength					:	800	ksc	at	28	days
Slump					:	12.5+/-2.5	cm			
Maximum size of aggregate					:	20.0	mm			
Water-Cementitous materials ratio					:	0.363				
Specific gravity of cementitous materials					:	3.01				
Specific gravity of fine aggregate					:	2.61				
Specific gravity of coarse aggregate					:	2.71				
Air content					:	1	%			
Chemical Admixture : Type A&D					:	549	cc / 100 kg of cementitous materials			
CALCULATION OF VOLUMETRIC COMPOSITION FOR 1 CUBIC METER										
Required water					=	185	litres			
Required cementitious materials	=	185 / 0.363			=	510	kg			
Solid volume of cementitious materials	=	510 / 3.01			=	169	litres			
Designed solid volume of fine portion (cementitious materials + fine aggregate)					=	443	litres			
Solid volume of fine aggregate	=	443 - 169			=	274	litres			
Volume of Air content					=	10	litres			
Designed Total volume					=	1011	litres			
Solid volume of coarse aggregate	=	1011 - 443	- 185	- 10	=	373	litres			
CHANGE TO THE WEIGHT (SSD CONDITION)										
Cementitous materials					=	510	kg			
Water	=	185 x 1.00			=	185	litres			
Fine aggregate	=	274 x 2.61			=	715	kg			
Coarse aggregate	=	373 x 2.71			=	1010	kg			
Chemical Admixture :										
Type A&D	=	510 x 5.49			=	2800	cc			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 รายการคำนวณ Mix Design ของคอนกรีตที่มีกำลังอัดสูงกว่า 800 กก./ซม^3 (Mix HSC)

CALCULATION SHEET									
PRODUCT CODE :	Mix HSC								
SPECIFICATION OF DESIGN									
Cylinder compressive strength			:	800	ksc	at	28	days	
Cube compressive strength			:	850	ksc	at	28	days	
Slump			:	12.5+/-2.5	cm				
Maximum size of aggregate			:	20.0	mm				
Water-Cementitous materials ratio			:	0.242					
Specific gravity of cementitous materials			:	2.92					
Specific gravity of fine aggregate			:	2.61					
Specific gravity of coarse aggregate			:	2.71					
Air content			:	1	%				
Chemical Admixture : Type F			:	1200	cc / 100 kg of cementitous materials				
CALCULATION OF VOLUMETRIC COMPOSITION FOR 1 CUBIC METER									
Required water			=	145	litres				
Required cementitious materials	=	145 / 0.242	=	600	kg				
Solid volume of cementitious materia	=	600 / 2.92	=	205	litres				
Designed solid volume of fine portion			=	485	litres				
(cementitious materials + fine aggregate)									
Solid volume of fine aggregate	=	485 - 205	=	280	litres				
Volume of Air content			=	10	litres				
Designed Total volume			=	1009	litres				
Solid volume of coarse aggregate	=	1009 - 485 - 145 - 10	=	369	litres				
CHANGE TO THE WEIGHT (SSD CONDITION)									
Cementitous materials			=	600	kg				
Water	=	145 x 1.00	=	145	litres				
Fine aggregate	=	280 x 2.61	=	730	kg				
Coarse aggregate	=	369 x 2.71	=	1000	kg				
Chemical Admixture :									
Type F	=	600 x 12.00	=	7200	cc				

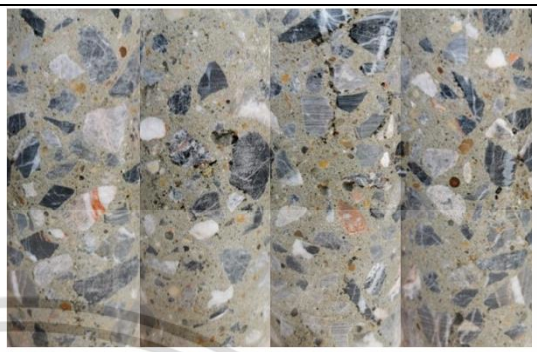
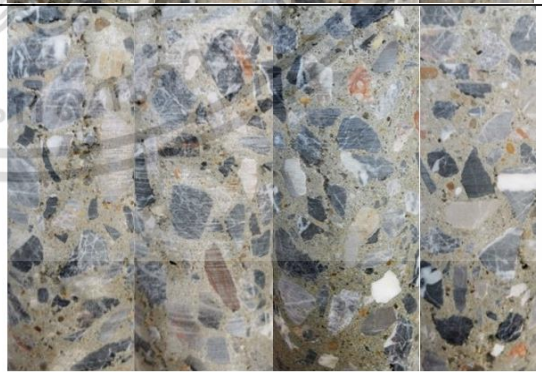
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ภาพตัวอย่างที่ Coring ได้

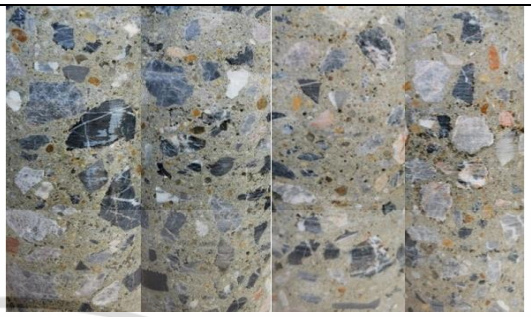
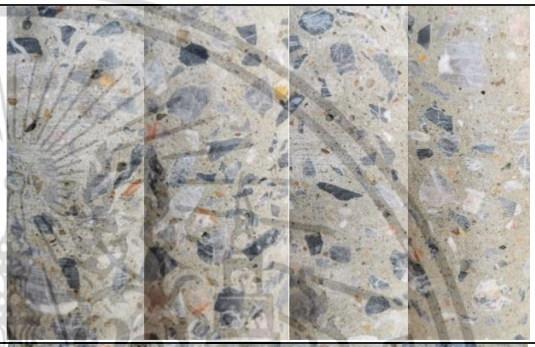
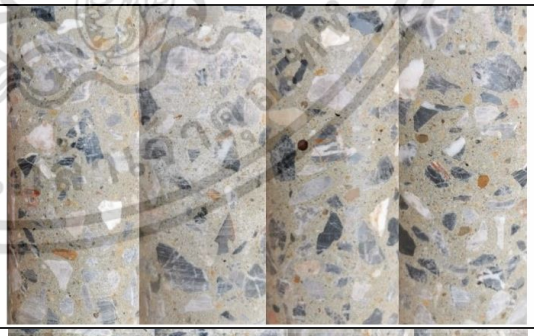
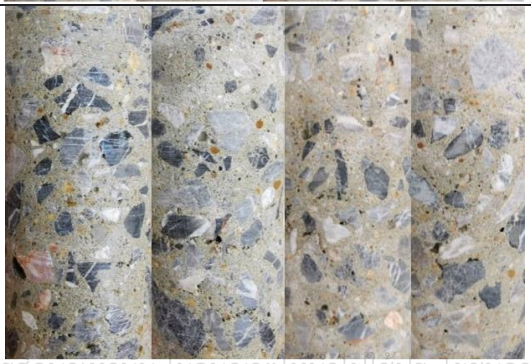
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
1	LSC-TV-01	
2	LSC-TV-02	
3	LSC-TV-03	
4	LSC-TV-04	

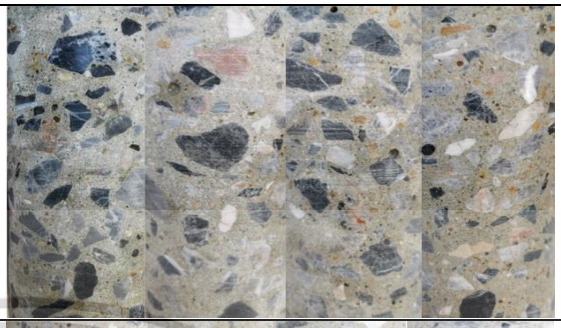
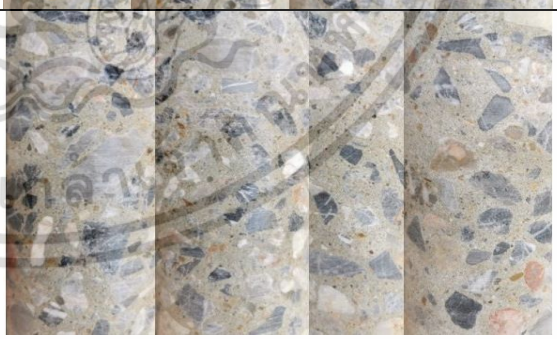
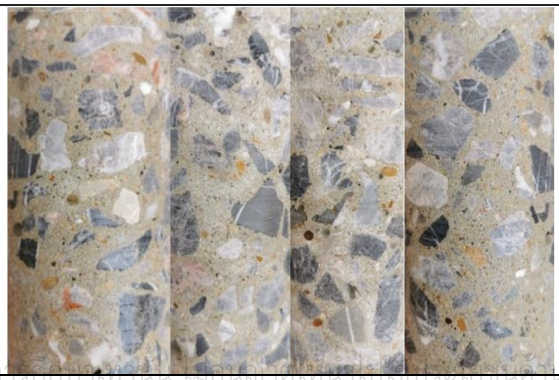
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
5	LSC-TL-C1-A	
9	LSC-TL-C1-B	
10	LSC-TL-C2-B	
13	LSC-TL-C1-C	
17	LSC-TL-C1-D	

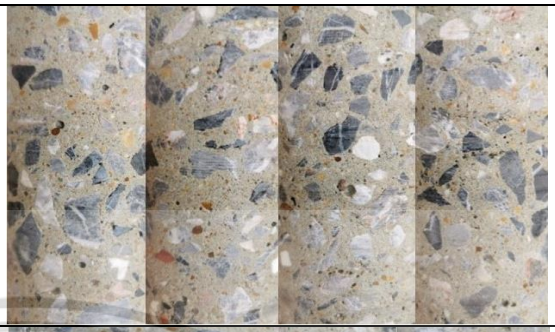
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
6	LSC-ML-C1-A	
11	LSC-ML-C1-B	
14	LSC-ML-C1-C	
15	LSC-ML-C2-C	
18	LSC-ML-C1-D	

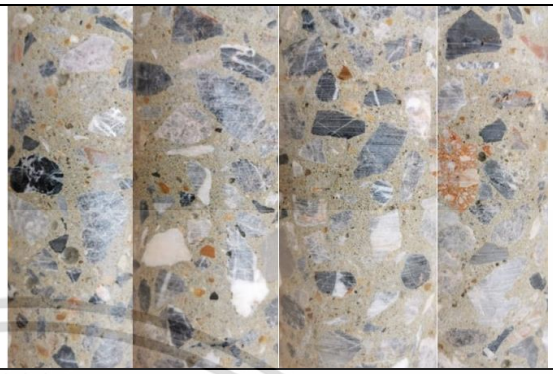
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
19	LSC-ML-C2-D	
7	LSC-LL-C1-A	
8	LSC-LL-C2-A	
12	LSC-LL-C1-B	
16	LSC-LL-C1-C	

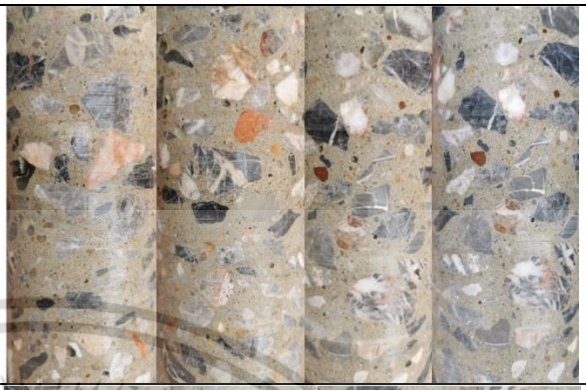
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
20	LSC-LL-C1-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
21	MSC-TV-01	
22	MSC-TV-02	
23	MSC-TV-03	
24	MSC-TV-04	

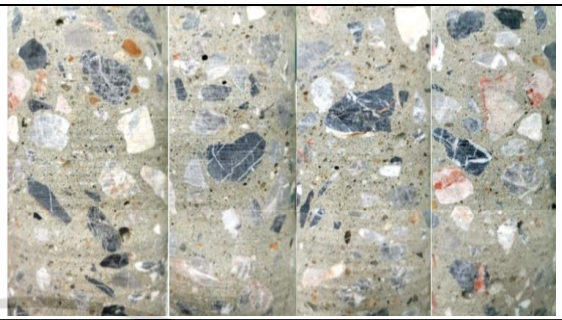
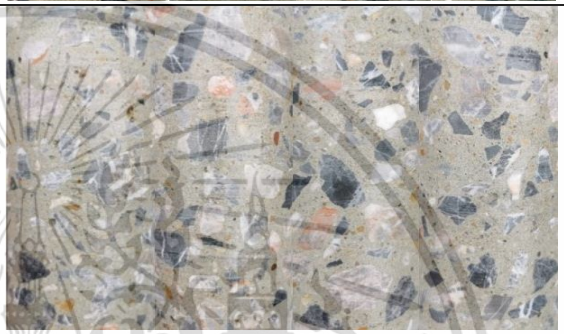
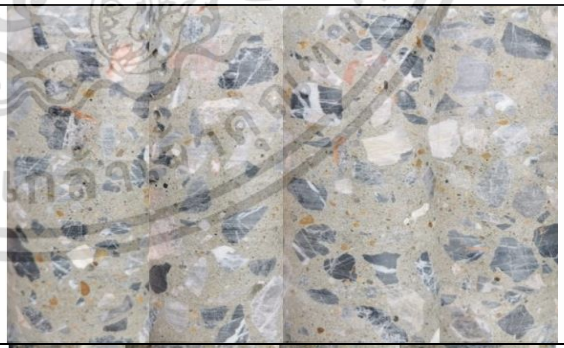
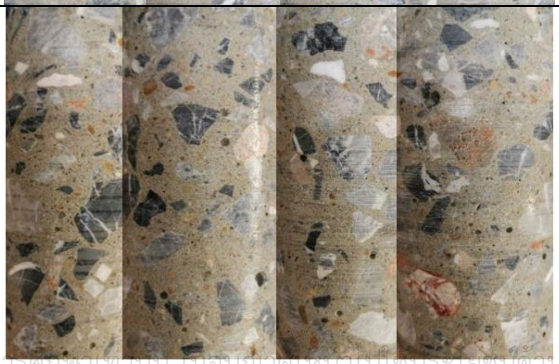
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
25	MSC-TL-C1-A	
29	MSC-TL-C1-B	
30	MSC-TL-C2-B	
33	MSC-TL-C1-C	
37	MSC-TL-C1-D	

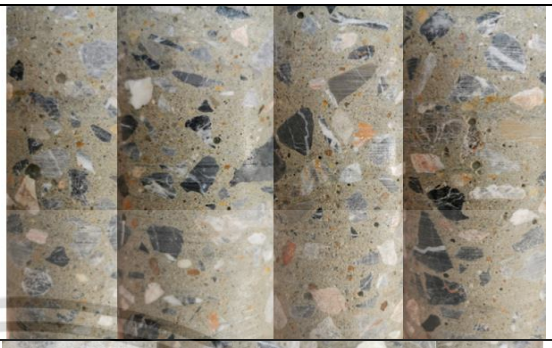
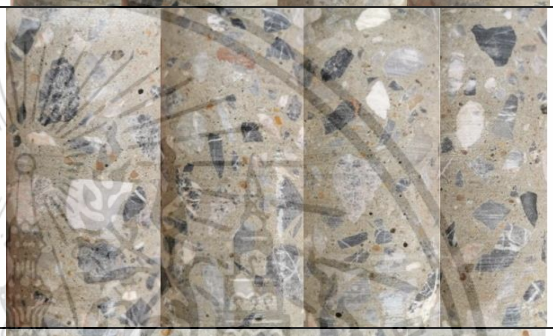
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
26	MSC-ML-C1-A	
31	MSC-ML-C1-B	
34	MSC-ML-C1-C	
35	MSC-ML-C2-C	
38	MSC-ML-C1-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
39	MSC-ML-C2-D	
27	MSC-LL-C1-A	
28	MSC-LL-C2-A	
32	MSC-LL-C1-B	
36	MSC-LL-C1-C	

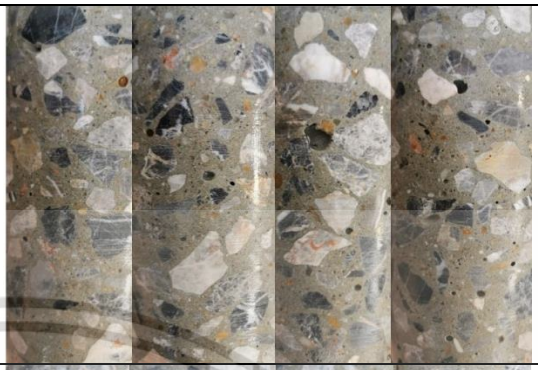
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
40	MSC-LL-C1-D	

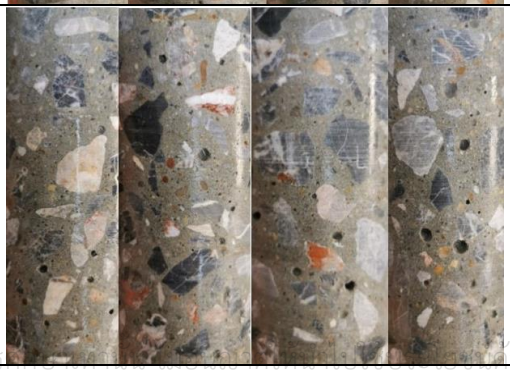
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
41	HSC-TV-01	
42	HSC-TV-02	
43	HSC-TV-03	
44	HSC-TV-04	

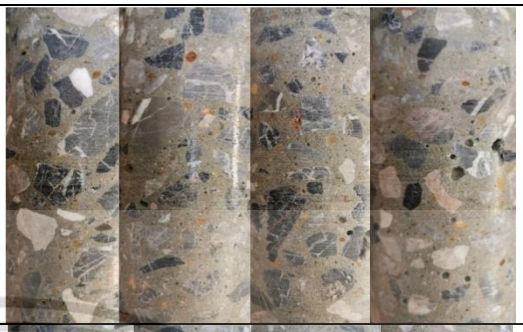
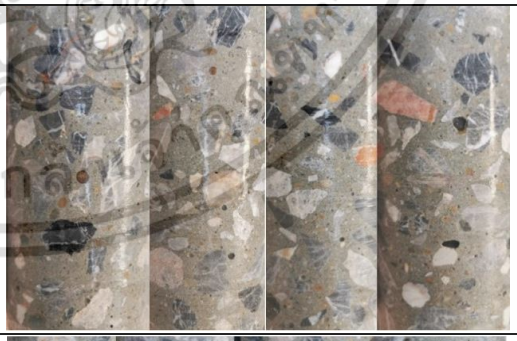
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
45	HSC-TL-C1-A	
49	HSC-TL-C1-B	
50	HSC-TL-C2-B	
53	HSC-TL-C1-C	
57	HSC-TL-C1-D	

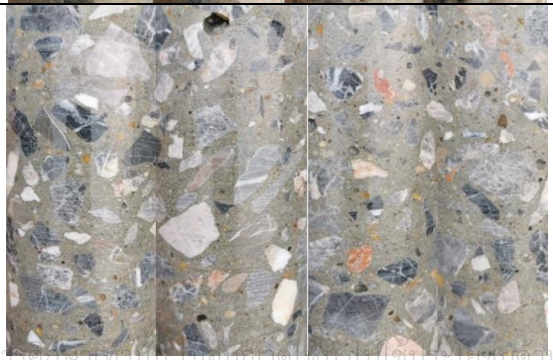
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
46	HSC-ML-C1-A	
47	HSC-ML-C2-A	
51	HSC-ML-C1-B	
54	HSC-ML-C1-C	
55	HSC-ML-C2-C	

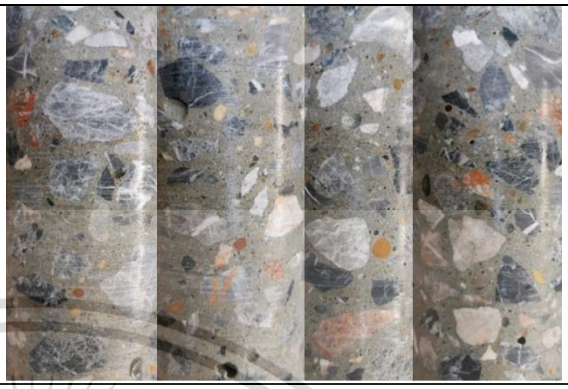
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
58	HSC-ML-C1-D	
59	HSC-ML-C2-D	
48	HSC-LL-C1-A	
52	HSC-LL-C1-B	
56	HSC-LL-C1-C	

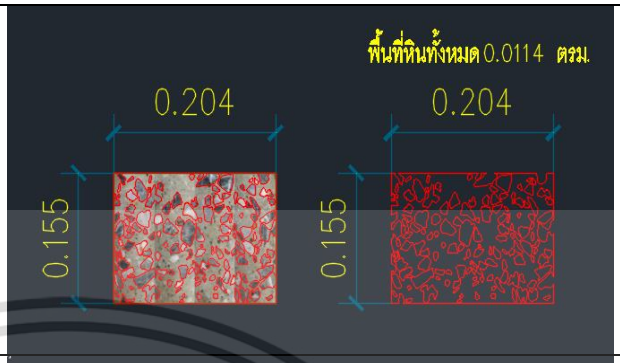
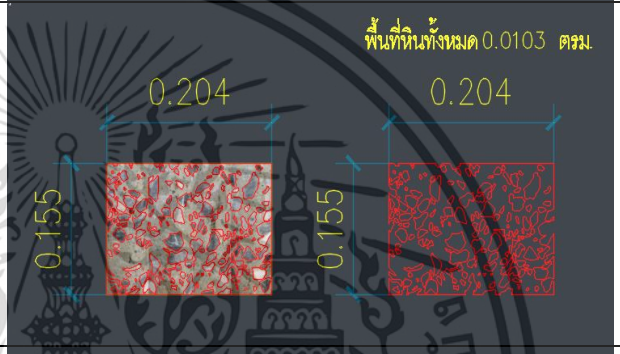
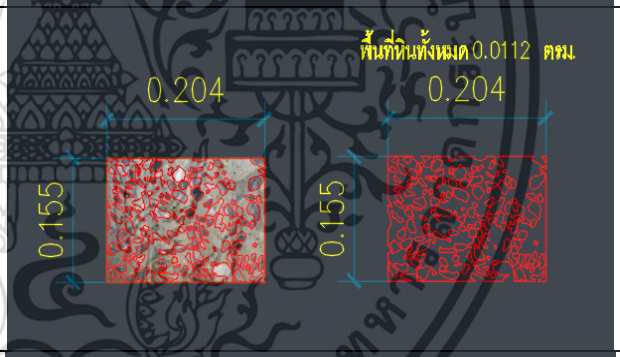
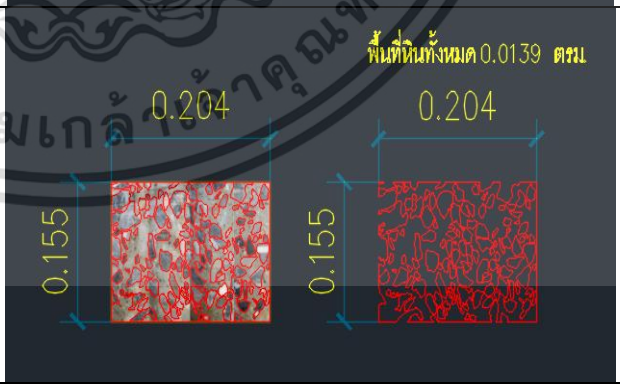
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 แสดงภาพและชื่อตัวอย่างคอนกรีตที่ Coring ได้ (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพตัวอย่าง Coring
60	HSC-LL-C1-D	

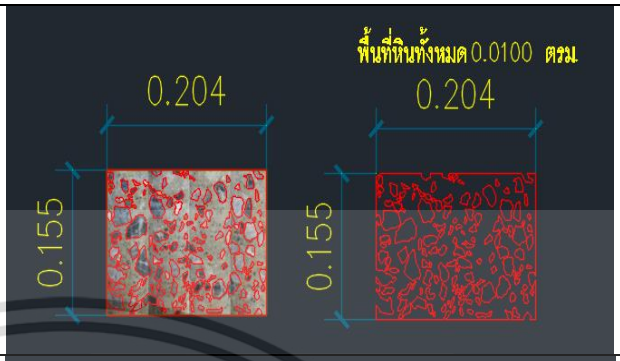
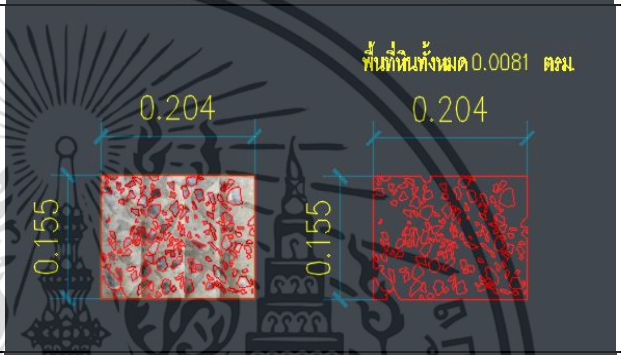
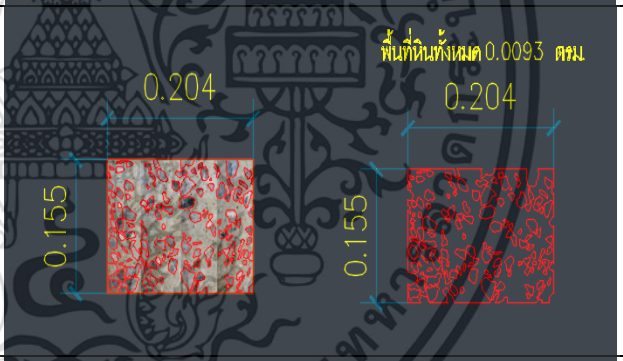
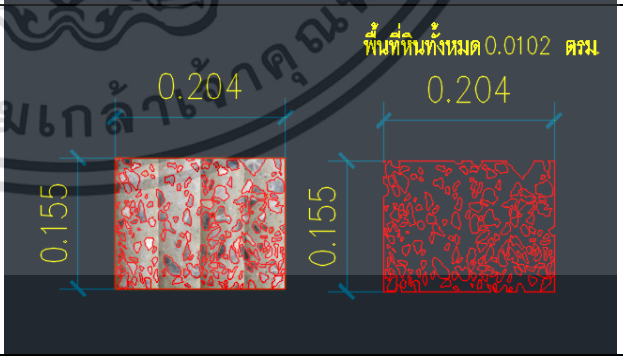
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
1	LSC-TV-01	
2	LSC-TV-02	
3	LSC-TV-03	
4	LSC-TV-04	

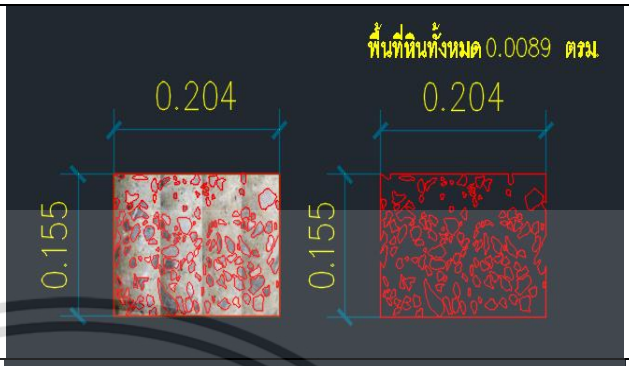
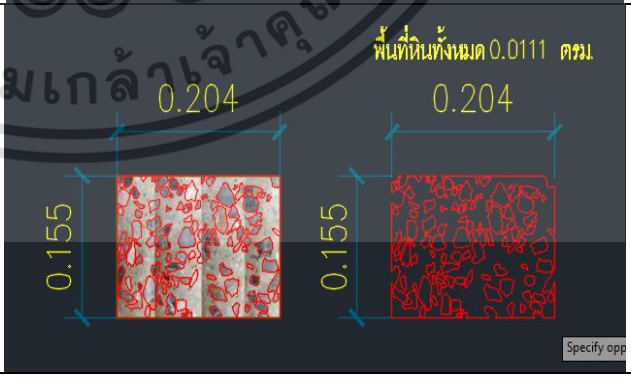
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
5	LSC-TL-C1-A	
9	LSC-TL-C1-B	
10	LSC-TL-C2-B	
13	LSC-TL-C1-C	

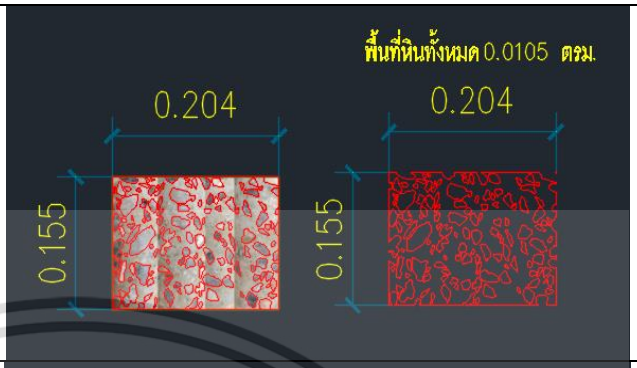
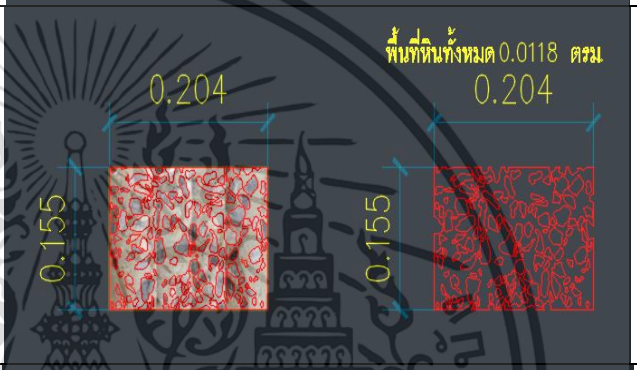
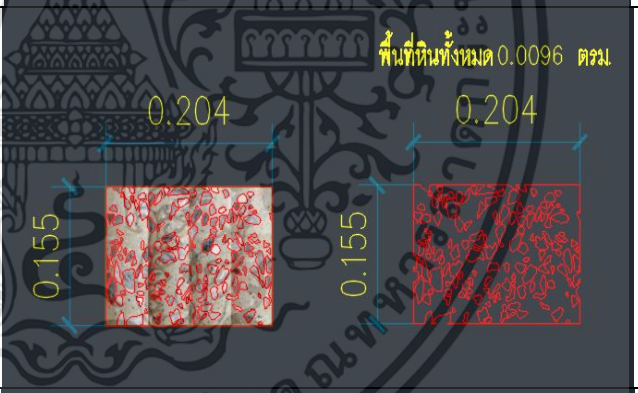
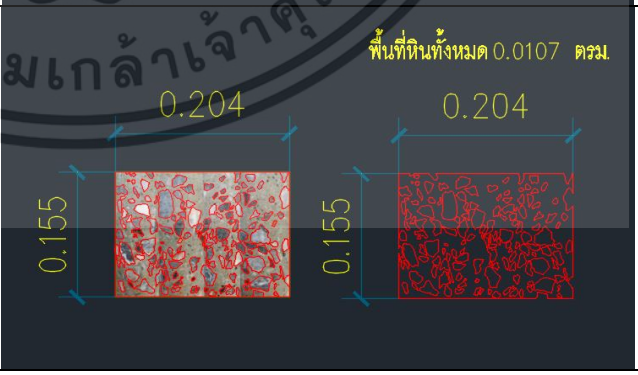
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
17	LSC-TL-C1-D	
6	LSC-ML-C1-A	
11	LSC-ML-C1-B	
14	LSC-ML-C1-C	

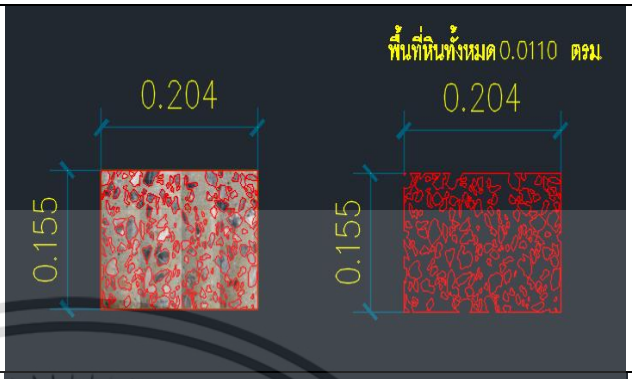
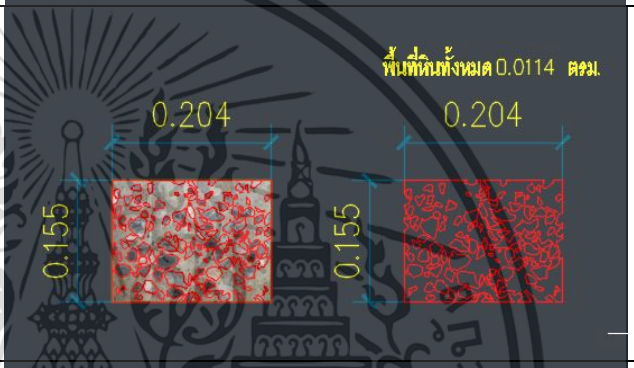
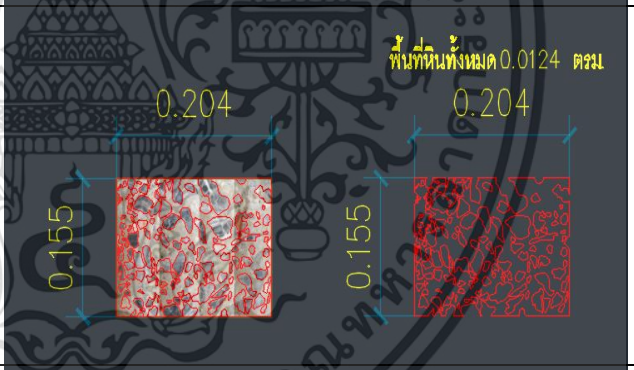
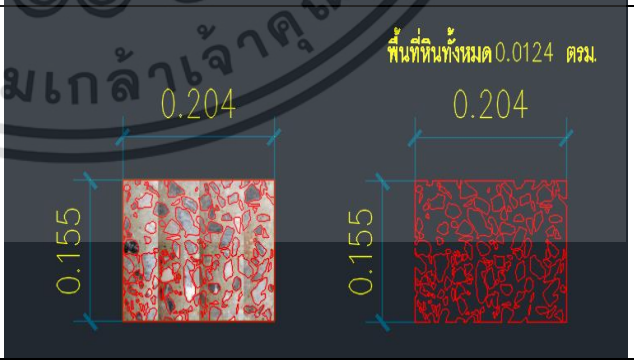
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
15	LSC-ML-C2-C	
18	LSC-ML-C1-D	
19	LSC-ML-C2-D	
7	LSC-LL-C1-A	

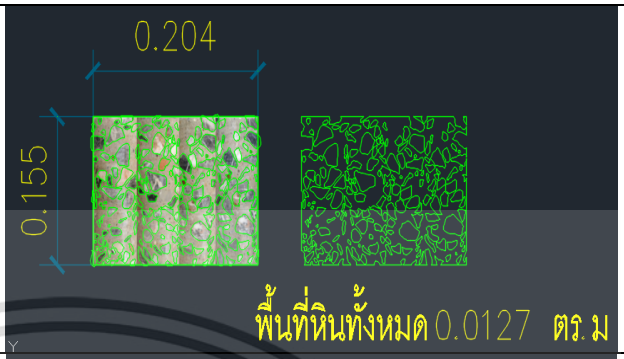
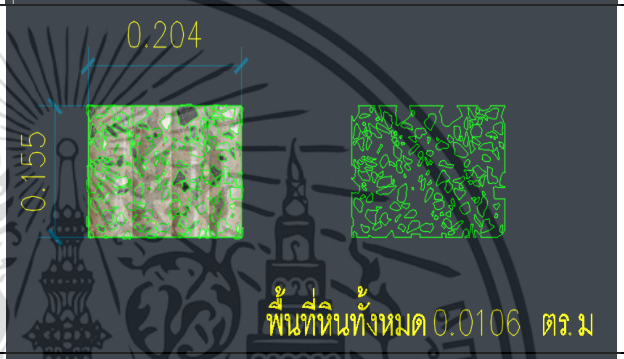
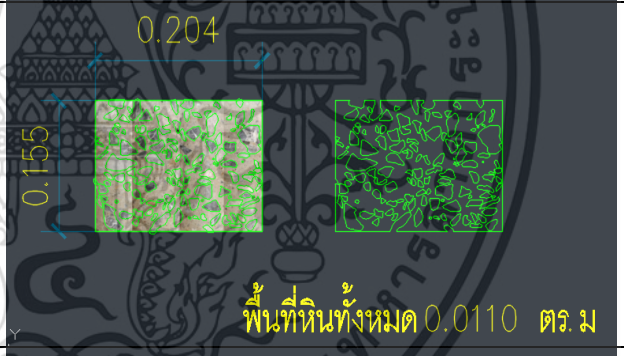
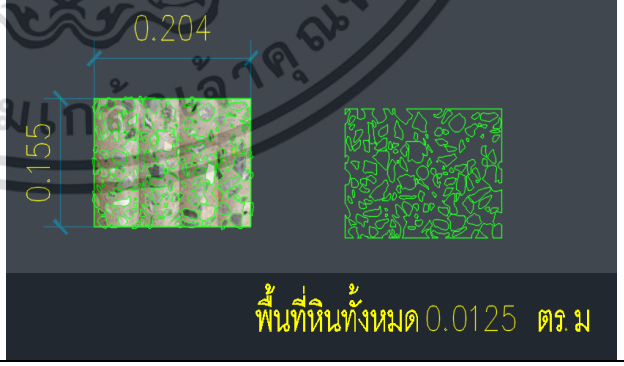
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
8	LSC-LL-C2-A	
12	LSC-LL-C1-B	
16	LSC-LL-C1-C	
20	LSC-LL-C1-D	

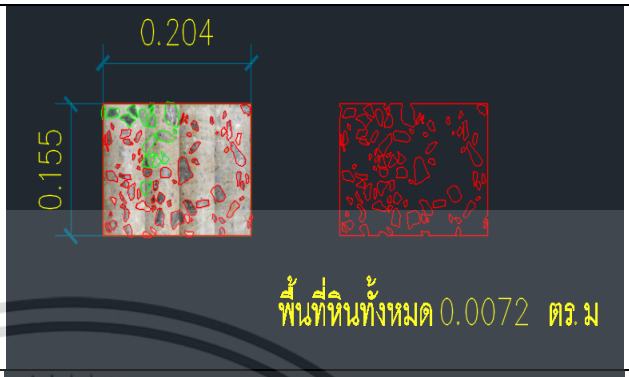
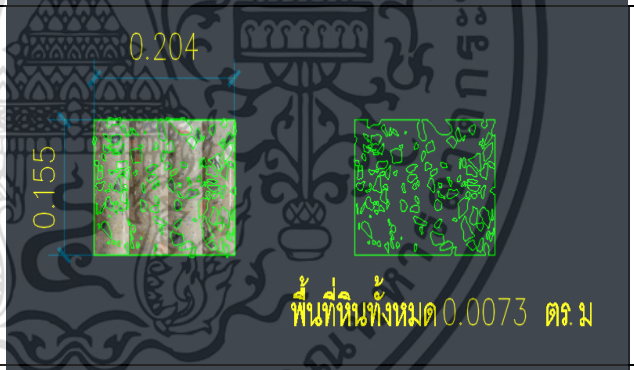
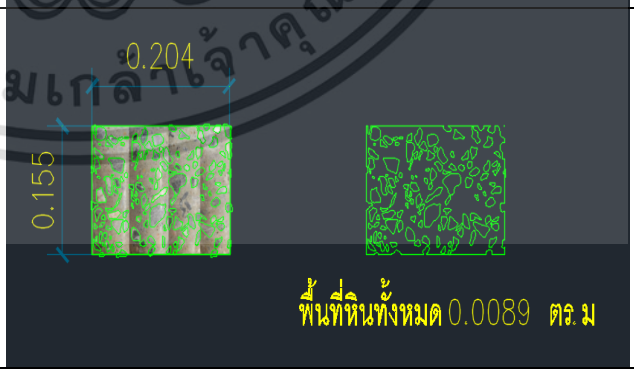
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
21	MSC-TV-01	
22	MSC-TV-02	
23	MSC-TV-03	
24	MSC-TV-04	

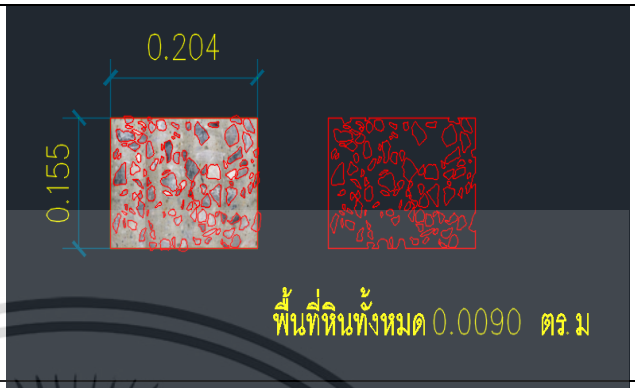
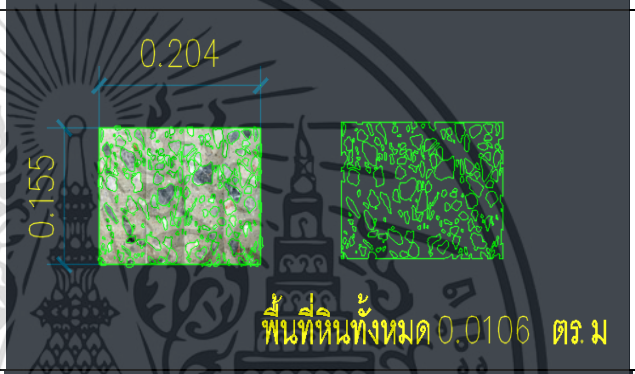
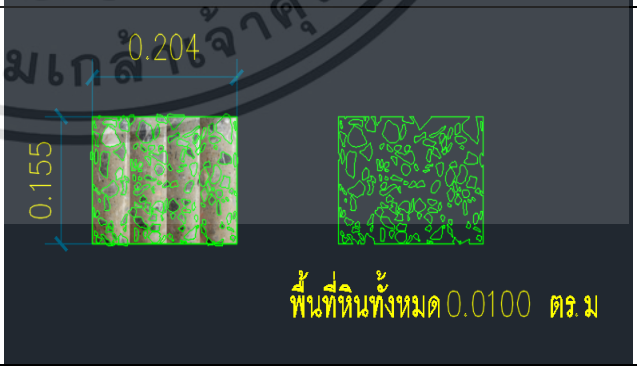
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
25	MSC-TL-C1-A	
29	MSC-TL-C1-B	
30	MSC-TL-C2-B	
33	MSC-TL-C1-C	

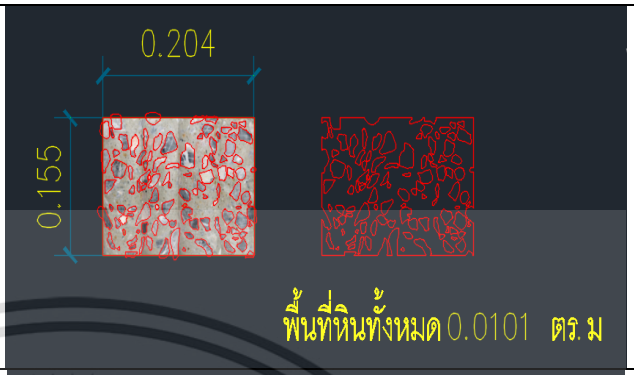
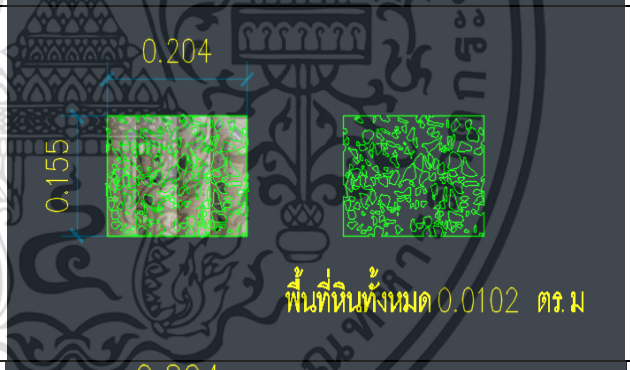
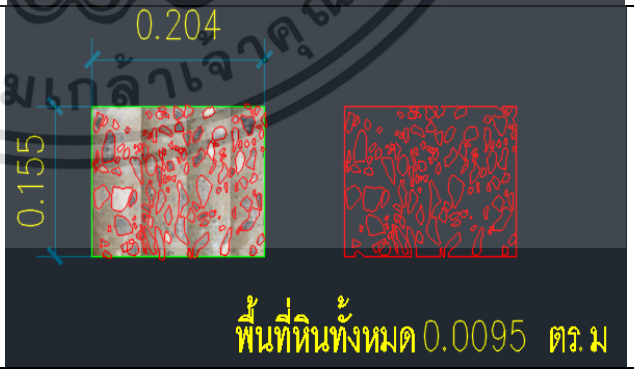
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
37	MSC-TL-C1-D	
26	MSC-ML-C1-A	
31	MSC-ML-C1-B	
34	MSC-ML-C1-C	

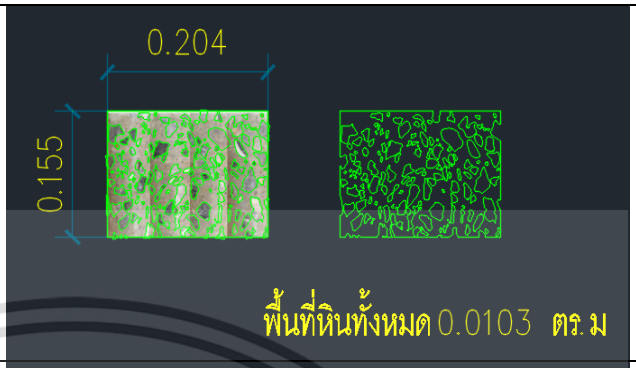
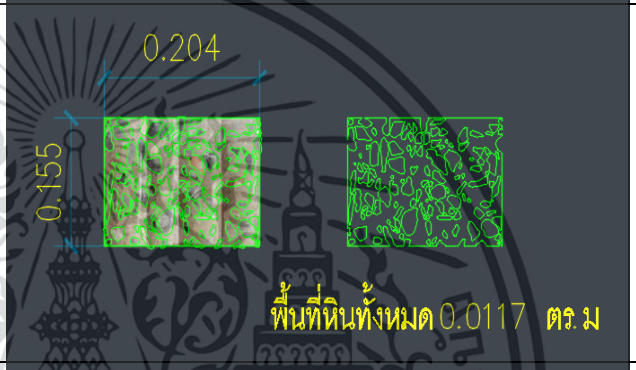
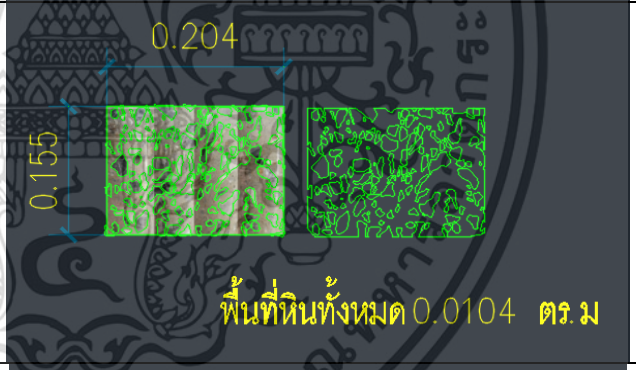
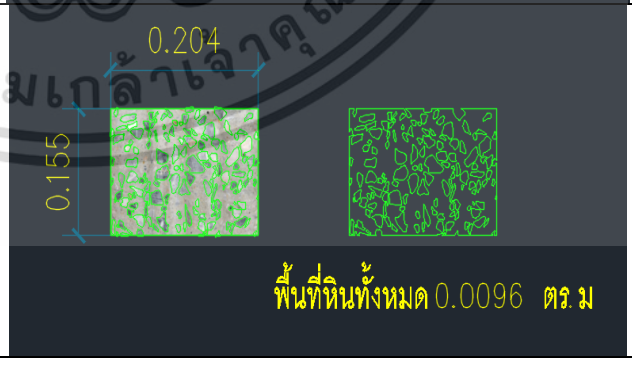
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
35	MSC-ML-C2-C	
38	MSC-ML-C1-D	
39	MSC-ML-C2-D	
27	MSC-LL-C1-A	

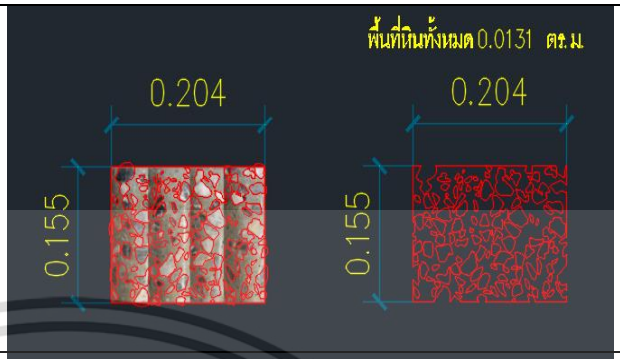
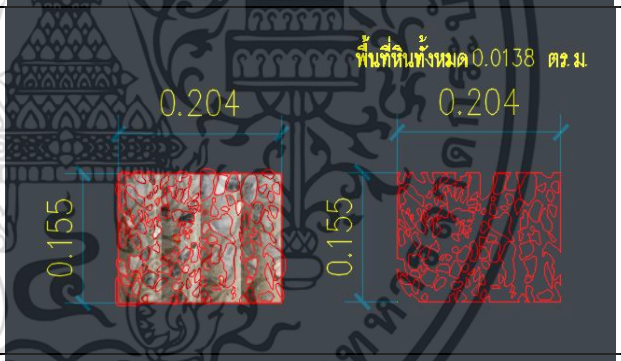
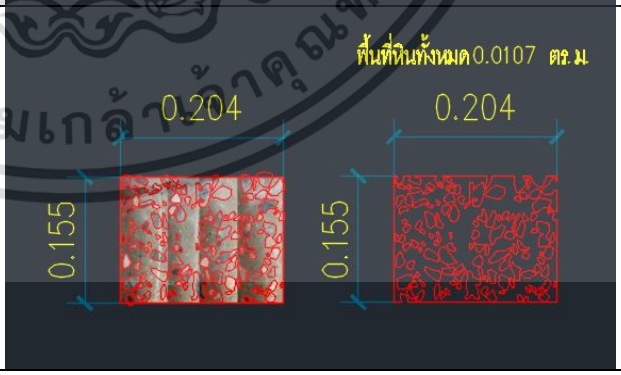
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
28	MSC-LL-C2-A	
32	MSC-LL-C1-B	
36	MSC-LL-C1-C	
40	MSC-LL-C1-D	

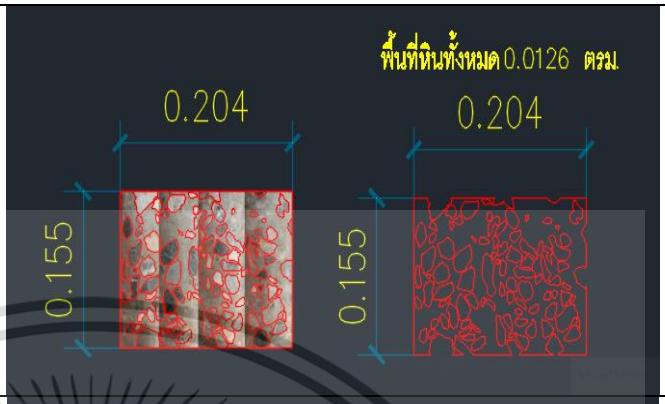
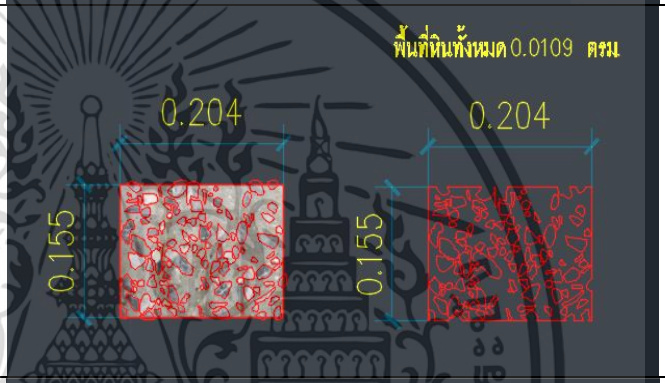
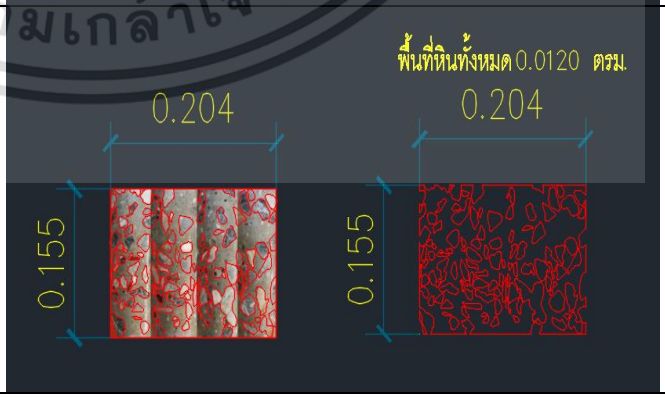
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
41	HSC-TV-01	
42	HSC-TV-02	
43	HSC-TV-03	
44	HSC-TV-04	

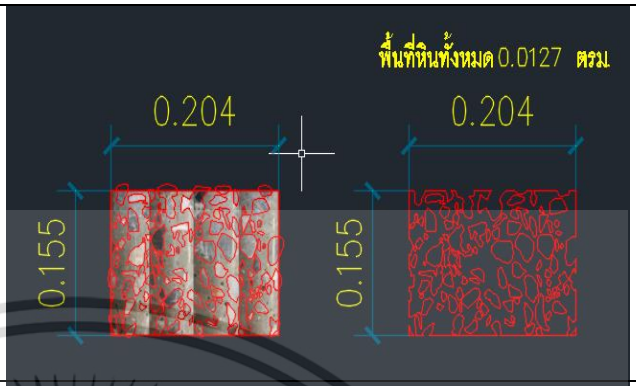
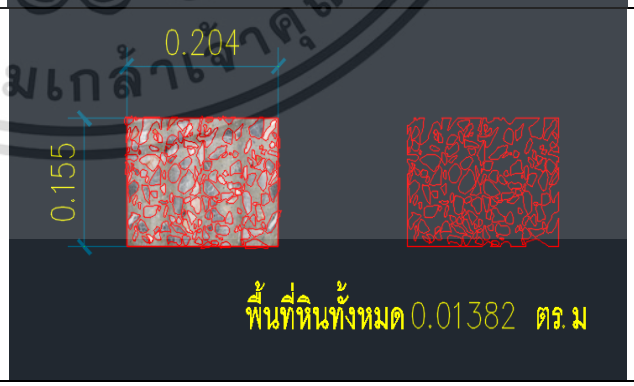
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
45	HSC-TL-C1-A	
49	HSC-TL-C1-B	
50	HSC-TL-C2-B	
53	HSC-TL-C1-C	

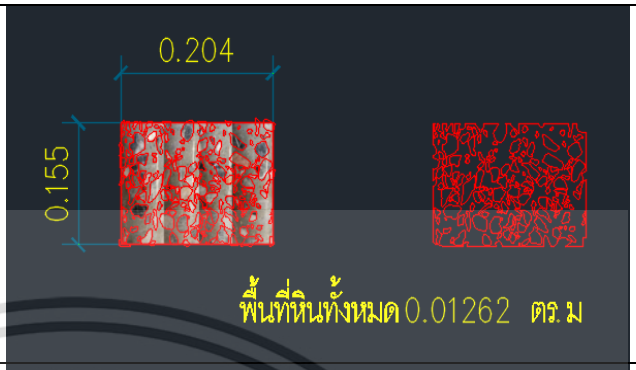
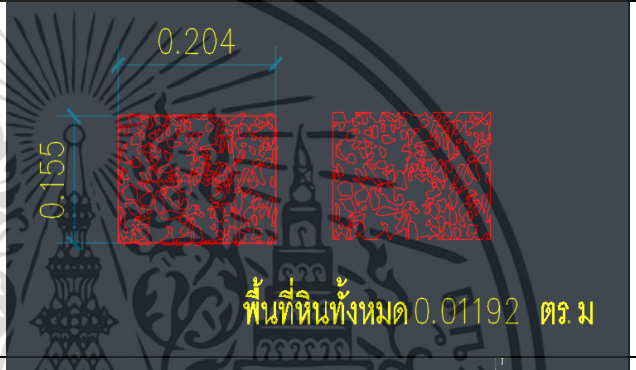
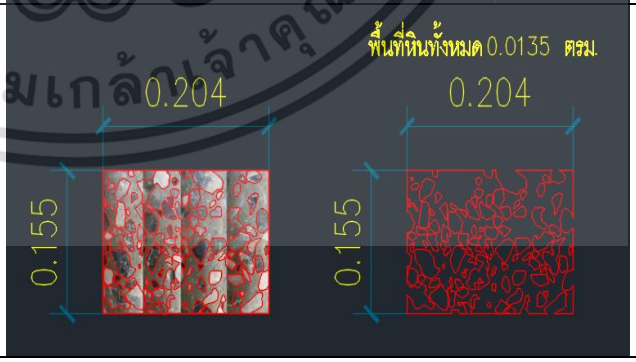
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
57	HSC-TL-C1-D	
46	HSC-ML-C1-A	
47	HSC-ML-C2-A	
51	HSC-ML-C1-B	

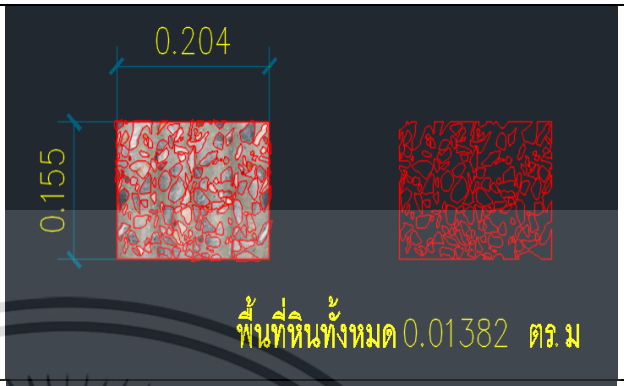
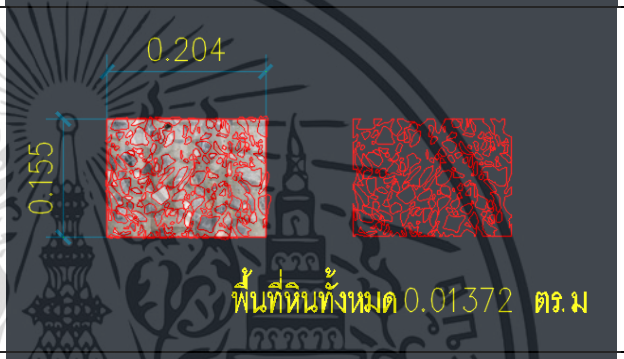
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
54	HSC-ML-C1-C	
55	HSC-ML-C2-C	
58	HSC-ML-C1-D	
59	HSC-ML-C2-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 แสดงชื่อภาพและปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพแสดงปริมาณพื้นที่ของหินในก้อนตัวอย่าง Coring
48	HSC-LL-C1-A	
52	HSC-LL-C1-B	
56	HSC-LL-C1-C	
60	HSC-LL-C1-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ภาพการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix LSC
1	LSC-TV-01	
2	LSC-TV-02	
3	LSC-TV-03	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix LSC
4	LSC-TV-04	
5	LSC-TL-C1-A	
9	LSC-TL-C1-B	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix LSC
10	LSC-TL-C2-B	
13	LSC-TL-C1-C	
17	LSC-TL-C1-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix LSC
6	LSC-ML-C1-A	
11	LSC-ML-C1-B	
14	LSC-ML-C1-C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix LSC
15	LSC-ML-C2-C	
18	LSC-ML-C1-D	
19	LSC-ML-C2-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix LSC
7	LSC-LL-C1-A	
8	LSC-LL-C2-A	
12	LSC-LL-C1-B	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix LSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix LSC
16	LSC-LL-C1-C	
20	LSC-LL-C1-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix MSC
21	MSC-TV-01	
22	MSC-TV-02	
23	MSC-TV-03	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix MSC
24	MSC-TV-04	
25	MSC-TL-C1-A	
29	MSC-TL-C1-B	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix MSC
30	MSC-TL-C2-B	
33	MSC-TL-C1-C	
37	MSC-TL-C1-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix MSC
26	MSC-ML-C1-A	
31	MSC-ML-C1-B	
34	MSC-ML-C1-C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix MSC
35	MSC-ML-C2-C	
38	MSC-ML-C1-D	
39	MSC-ML-C2-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix MSC
27	MSC-LL-C1-A	
28	MSC-LL-C2-A	
32	MSC-LL-C1-B	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix MSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix MSC
36	MSC-LL-C1-C	
40	MSC-LL-C1-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix HSC
41	HSC-TV-01	
42	HSC-TV-02	
43	HSC-TV-03	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix HSC
44	HSC-TV-04	
45	HSC-TL-C1-A	
49	HSC-TL-C1-B	

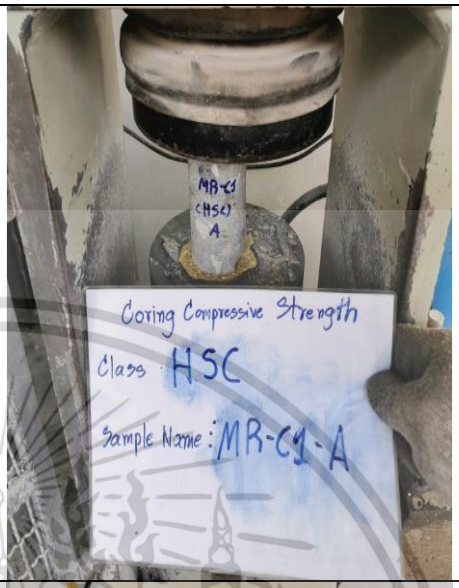
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix HSC
50	HSC-TL-C2-B	
53	HSC-TL-C1-C	
57	HSC-TL-C1-D	

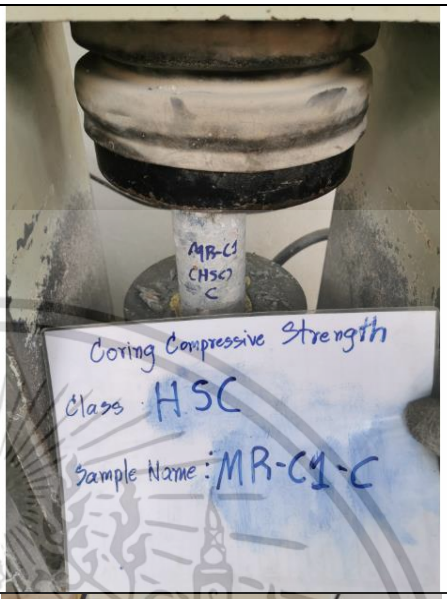
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix HSC
46	HSC-ML-C1-A	
47	HSC-ML-C2-A	
51	HSC-ML-C1-B	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix HSC
54	HSC-ML-C1-C	
55	HSC-ML-C2-C	
58	HSC-ML-C1-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix HSC
59	HSC-ML-C2-D	
48	HSC-LL-C1-A	
52	HSC-LL-C1-B	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ตารางแสดงภาพการทดสอบตัวอย่างคอนกรีต Coring (Mix HSC)

ลำดับก้อนตัวอย่าง	ชื่อตัวอย่าง Coring	ภาพการทดสอบตัวอย่าง Coring Mix HSC
56	HSC-LL-C1-C	
60	HSC-LL-C1-D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 ตารางแสดงผลทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่าง Coring (Mix LSC)

Core specimen	Strength (KN)	Strength (Ksc)
1. TV01	105	333.9
2. TV02	100	318.7
3. TV03	90	288.2
4. TV04	105	333.9
5. TL-C1-A	100	318.7
9. TL-C1-B	90	288.2
10. TL-C2-B	110	349.2
13. TL-C1-C	90	288.2
17. TL-C1-D	105	333.9
6. ML-C1-A	120	379.6
11. ML-C1-B	120	379.6
14. ML-C1-C	120	379.6
15. ML-C2-C	115	364.4
18. ML-C1-D	105	333.9
19. ML-C2-D	120	379.6
7. LL-C1-A	120	379.6
8. LL-C2-A	125	394.9
12. LL-C1-B	135	425.4
16. LL-C1-C	130	410.1
20. LL-C1-D	125	394.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 ตารางแสดงผลทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่าง Coring (Mix MSC)

Core specimen	Strength (KN)	Strength (Ksc)
21. TV01	185	577.7
22. TV02	155	486.3
23. TV03	180	562.5
24. TV04	200	623.4
25. TL-C1-A	190	592.9
29. TL-C1-B	175	547.2
30. TL-C2-B	175	547.2
33. TL-C1-C	170	532.0
37. TL-C1-D	150	471.1
26. ML-C1-A	230	714.8
31. ML-C1-B	195	608.2
34. ML-C1-C	185	577.7
35. ML-C2-C	220	684.3
38. ML-C1-D	210	653.9
39. ML-C2-D	230	714.8
27. LL-C1-A	225	699.6
28. LL-C2-A	235	730.0
32. LL-C1-B	230	714.8
36. LL-C1-C	220	684.3
40. LL-C1-D	230	714.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 ตารางแสดงผลทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่าง Coring (Mix HSC)

Core specimen	Strength (KN)	Strength (Ksc)
41. TV01	260	806.2
42. TV02	280	867.2
43. TV03	280	867.2
44. TV04	265	821.5
45. TL-C1-A	250	775.7
49. TL-C1-B	255	791.0
50. TL-C2-B	275	851.9
53. TL-C1-C	240	745.3
57. TL-C1-D	270	836.7
46. ML-C1-A	280	867.2
47. ML-C2-A	300	928.1
51. ML-C1-B	280	867.2
54. ML-C1-C	290	897.6
55. ML-C2-C	270	836.7
58. ML-C1-D	275	851.9
59. ML-C2-D	295	912.9
48. LL-C1-A	300	928.1
52. LL-C1-B	300	928.1
56. LL-C1-C	305	943.3
60. LL-C1-D	320	989.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายนรุณ จัตุรัส
วัน เดือน ปีเกิด	17 สิงหาคม 2526
ที่อยู่ปัจจุบัน	35/428 หมู่ 3 หมู่บ้านภัสสร 3 ถนนเลียบคลองสาม ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
ประวัติการศึกษา	2549 ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ความชำนาญเฉพาะด้าน	1.) การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์คอนกรีตพิเศษ 2.) การควบคุมและตรวจสอบคุณภาพทางเทคนิคด้านปูนซีเมนต์ และคอนกรีต
ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย	
พ.ศ. 2549 - 2551	ตำแหน่ง Civil Engineer บริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวล๊อปเมนต์ จำกัด (มหาชน)
พ.ศ. 2551 - 2554	ตำแหน่ง Junior Engineer บริษัท ฤทธา จำกัด
พ.ศ. 2554 - 2557	ตำแหน่ง วิศวกรโยธา ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ประจำพื้นที่กรุงเทพ และภาคตะวันออก บริษัท ทีพีไอคอนกรีต จำกัด
พ.ศ. 2557 - 2558	ตำแหน่ง Construction Engineer ฝ่ายก่อสร้าง บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) - เป็นคณะกรรมการที่ปรึกษา BTSC Control of Engineering Change งานด้านโยธาและโครงสร้าง - ผลงานการออกแบบโครงสร้างอาคารออฟฟิศสำหรับวิศวกรใน DEPOT และโครงสร้างลานจอดรถสำหรับ VIP
พ.ศ. 2558 - ปัจจุบัน	ตำแหน่ง วิศวกรอาวุโสที่ปรึกษาทางด้านเทคนิคลูกค้า ฝ่ายบริการเทคนิค ประจำพื้นที่กรุงเทพตะวันตก, ภาคตะวันตก และภาคใต้ บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน) - ผลงานโครงการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์คอนกรีตพิเศษสำหรับ บจก.นครหลวงคอนกรีต - เป็นที่ปรึกษาด้านการปฏิบัติงานด้านงานโครงสร้างและอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้