คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินซีเมนต์ผสมยางพาราและดินซีเมนต์ผสมยางสไตรีนอะคริลิค

Engineering Characteristics of Rubber-modified and Styrene Acrylic-modified Cemented Soil

ไอรดาภรณ์ หาดแก้ว[1,*] กรกฎ นุสิทธิ์[2] ดร.ทวีศักดิ์ แตะกระโทก[3] และ ดร.พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม[4]

[1,2,3] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

[3] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

[1] Corresponding author; E-mail address: Iradapron@gmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการปรับปรุงคุณสมบัติดินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานมีหลายวิธีและเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมยางพาราและดินซีเมนต์ผสมยางสไตรีนอะคริลิค โดยนำหินที่เหลือทิ้งจากโรงโม่และไม่ผ่านตามมาตราฐานที่กรมทางหลวงกำหนด มาปรับปรุงคุณภาพเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดีขึ้น โดยใช้อัตราส่วนในการผสมดังนี้ซีเมนต์ร้อยละ 2 ต่อน้ำหนักดิน อัตราส่วนระหว่างน้ำและยางพาราร้อยละ 50 ต่อน้ำหนักดิน อัตราส่วนระหว่างน้ำและยางพารา ยางสไตรีนอะคริลิคร้อยละ 50 ต่อน้ำหนักดินเช่นเดียวกัน จากนั้นมีการทดสอบ 3 ชนิดคือ การทดสอบเพื่อหาค่าการบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน การทดสอบแบบไร้แรงดันด้านข้าง และการทดสอบการดูดซึมน้ำในมวลดิน โดยตัวอย่างการทดสอบจะทำการบ่มระยะเวลา 7 วัน ผลทดสอบ ปรากฏว่า ค่าความหนาแน่นแห้งของดินซีเมนต์ผสมยางสไตรีนอะคริลิคนั้นสูงดินซีเมนต์ผสมยางพารา กำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์ผสมยางสไตรีนอะคริลิคนั้นสูงกว่าดินซีเมนต์ผสมยางพารา และการทดสอบการดูดซึมน้ำในมวลดินนั้น ดินที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมยางพารามีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำในมวลดินสูงกว่า ดินซีเมนต์ผสมพอลิเมอร์ยางสไตรีนอะคริลิค

คำสำคัญ: การปรับปรุงคุณภาพดิน , ดินซีเมนต์ผสมยางพารา , ดินซีเมนต์ผสมยางสไตรีนอะคริลิค

Abstract

Currently, the methods of improving soil properties are various and have been widely used. The purpose of this project was to investigate the properties of soil improved with rubber-modified Cemented Soil and styrene-acrylic modified Cemented composite. In this study, Quarry by-product as unstandardized materials under the requirements stipulated by Department of Highways were tested to improve soil properties by using the ratio of the mixture as follows: 2 % cement to soil weight; 50% water and rubber to 50 % soil weight; 50% water and styrene-acrylic to soil weight. Then, this study conducted two tests for comparison, namely: Compaction Protor Test , Unconfined Compression test and Capillary rise test. Curing period of the samples was 7 days. The testing results showed that Maximum Dry Density of styrene-acrylic modified cemented Soil were higher than those of rubber-modified cemented Soil. Unconfined Compressive Strength of styrene-acrylic modified cemented Soil was higher than rubber-modified cemented Soil. Capillary rise test of styrene-acrylic modified cemented Soil was higher than rubber-modified cemented Soil

Keywords: Soil quality improvement, Rubber- soil cement, Styrene-acrylic soil cement.

1. คำนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจระบบคมนาคม ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมการค้าขาย และการท่องเที่ยว นอกจากนี้ในประเทศไทยนั้นนิยมการขนส่งทางถนนเนื่องจากมีความสะดวกในการเข้าถึงพื้นที่ จึงทำให้มีการสัญจรบนถนนเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ถนนมีอายุการใช้งานที่สั้นลง ทำให้ต้องมีบำรุงรักษาอยู่บ่อยครั้ง และในการก่อสร้างเส้นทางใหม่ที่เพิ่มขึ้น จะมีการใช้วัสดุจากทรัพยากรธรรมชาติที่มากขึ้นไปด้วย จึงทำให้ทรัพยากรธรรมชาติในปัจจุบันมีจำนวนลดลง

[4] ได้มีการปรับปรุงคุณภาพดินซีเมนต์ด้วยน้ำยางพาราและทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด ผลปรากฏว่า ดินซีเมนต์ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยน้ำยางพารามีค่ากำลังรับแรงอัดผ่านตามมาตรฐาน ที่ ทล.-ม.204/2533 กำหนด และจากข้อกำหนดพิเศษของกรมทางหลวง ที่ สว พิเศษ 1/2560 มีการกำหนดคุณสมบัติดินซีเมนต์ผสมยางพาราเพื่อใช้ในการสร้างถนน ซึ่งยังไม่มีข้อกำหนดเรื่องการทดสอบผลกระทบของความชื้น หรือการทดสอบการดูดซึมน้ำในมวลดินอย่างชัดเจน อีกทั้งในงานด้านคอนกรีตจากงานวิจัย [5] ได้มีการนำยางสไตรีนอะคริลิคมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกันน้ำและรั่วซึมของคอนกรีต

จากงานวิจัย [6] มีการปรับปรุงคุณสมบัติของดินเหนียว ด้วยยางสไตรีนอะคริลิค ซึ่งได้บ่มตัวอย่างที่สภาพอากาศแตกต่างกันจากนั้น นำตัวอย่างทำการทดสอบค่าแรงอัดแกนเดียว ผลปรากฏว่า ตัวอย่างที่ทำการปรับปรุงด้วยพอลิเมอร์นั้นมีความแข็งแรงลดลงแต่สามารถลดการบวมตัวของตัวอย่าง และงานวิจัยของ [7] มีการนำยางสไตรีนอะคริลิคผสมกับทรายในธรรมชาติที่คุณภาพต่ำ และทดสอบความทนทานของดิน (Durability Test) โดยทดสอบแบบแห้งสลับเปียก (wet–dry) จำนวน 24 รอบ ทดสอบแบบการแข็งตัวสลับละลายของน้ำ (freeze-thaw) จำนวน 24 รอบ และการทดสอบการให้แรงกระทำแบบซ้ำๆ 1,000,000 รอบ ด้วยน้ำหนัก 500 และ 700 ไมโครสเตรน ผลปรากฏว่าจากการทดสอบความทนทานของดินนั้นตัวอย่างดินมีความแข็งแรงต่ำลง และจากการทดสอบการทดสอบการให้แรงกระทำแบบซ้ำๆนั้นตัวอย่างดินมีพฤติกรรมอิลาสติกสมบูรณ์แบบ

จากงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดนำยางพารา และ พอลิเมอร์ชนิด Styrene Acrylic (SA) มาผสมกับดินซีเมนต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกันน้ำและผลกระทบจากทำการศึกษาผลกระทบจากความชื้น ผู้วิจัยพบว่า การผลิตหินจากโรงโม่สำหรับวัสดุงานทางนั้นมักจะมีวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มีคุณสมบัติไม่ผ่านตามมาตรฐานที่กำหนดโดยกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบท จึงไม่สามารถนำมาทำชั้นพื้นทาง (Base Course) และชั้นรองพื้นทางถนน (Subbase Course) ได้ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการนำวัสดุที่มีคุณสมบัติไม่ผ่านมาตรฐานของกรมทางหลวงมาปรับปรุงคุณภาพด้วยซีเมนต์ ยางพารา และพอลิเมอร์ชนิด Styrene Acrylic (SA) เพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุทดแทนวัสดุชั้นพื้นทางและชั้นรองพื้นทางในอนาคต

2. วัสดุที่ใช้ในโครงการ

2.1 ดินปลายตะแกรง

เป็นวัสดุที่เหลือทิ้งจากขบวนการผลิตหินของโรงโม่ (Quarry by-product) มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามพื้นที่ โดยดินปลายตะแกรงนั้นเป็นวัสดุที่มีขนาดคละไม่ผ่านตามมาตรฐานกรมทางหลวงกำหนด สำหรับงานวิจัยนี้ ดินปลายตะแกรงที่นำมาใช้เป็นหินปูน (Lime stone) โดยได้ทำการทดสอบทดลองหาขีดความข้นเหลวของดิน ทดลองหาขีดความเหนียวของดิน ดัชนีความเหนียวของดิน ทดสอบเพื่อหาค่าการบดอัดแบบสูงกว่า และการทดสอบแคลิฟอร์เนีย แบริ่ง เรโชที่มีคุณสมบัติตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

รูปที่ 1 ดินปลายตะแกรง

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินปลายตะแกรง

วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ
ค่าพิกัดเหลว (Liquid limit, L.L) %	24
พิกัดพลาสติก (Plastic limit, P.L) %	19.9
ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plastic index, P.I)	4.1
(Optimum Moisture Content, OMC) %	8
Maximum Dry Density,$\gamma_{d\ max}$ KN/m^3	22.2
% CBR	6.6

2.2 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์แลนด์ประเภท 1

2.3 น้ำยางพาราเข้มข้น

เป็นยางพาราที่มีเนื้อยางตามธรรมชาติอยู่มาก (Dry Rubber Content - DRC ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณของเหลว)สำหรับยางพาราเข้มข้นที่ใช้ในโครงการเป็นชนิด High Ammonia (HA) content ซึ่งจะทำให้ยางพาราสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่า 1 ปี ส่วนยางพารารูปแบบอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาใช้ในงานวิจัยนี้เนื่องจากอาจจะไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้งาน เช่น ยางพาราสดมีการสูญเสียสภาพเร็ว สามารถเก็บรักษาได้เพียง 4 – 6 ชั่วโมงเท่านั้น ส่วนยางพาราแผ่นแม้จะมีการเก็บรักษาได้นาน แต่ต้องนำมาแปรรูปกลับเป็นของเหลวเสียก่อนที่จะนำมาใช้งาน เป็นต้น

รูปที่ 2 น้ำยางพาราเข้มข้น

2.4 สารลดแรงตึงผิว (Surfactant)

สารลดแรงตึงชนิดไม่มีประจุ NP9 (Nonylphenol Ethoxylate 9 MOLES) เพื่อช่วยให้น้ำกับยางพาราสามารถผสมกันได้โดยไม่จับตัวเป็นก้อนก่อนนำไปปรับปรุงคุณภาพดิน

รูปที่ 3 สารลดแรงตึงผิว (Surfactant)

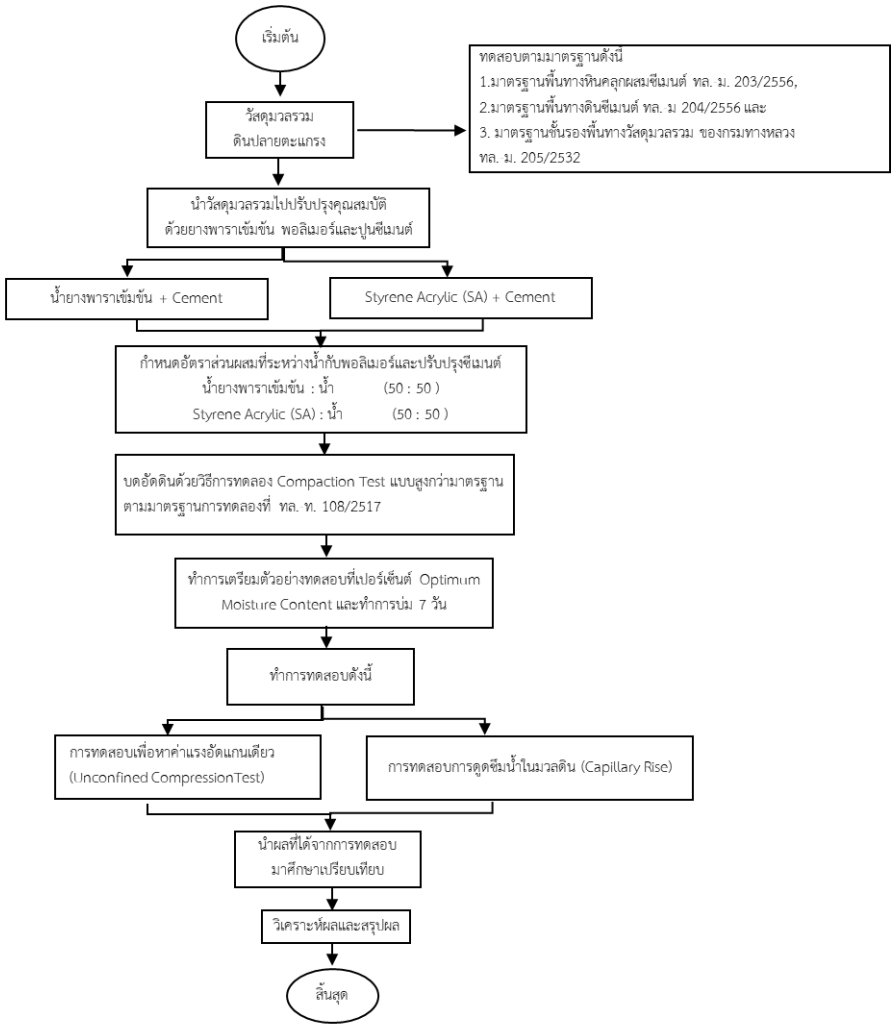
2.5 พอลิเมอร์ชนิด Styrene Acrylic (SA)

เป็นสารเติมแต่งเพื่อใช้เป็นกาวยึดประสานผสมคอนกรีต ผสมสารเคลือบผิว ประยุกต์และปรับปรุงเพื่อป้องกันความร้อน หรือเพิ่มความยืดหยุ่น ทนทานต่อเกลือและป้องกันการซึมผ่านของน้ำ

รูปที่ 4 พอลิเมอร์ชนิด Styrene Acrylic (SA)

3. การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

โดยขั้นตอนการทดสอบในห้องปฏิบัติการแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนการดำเนินงาน

3.1 การทดสอบเพื่อหาค่าการบดอัด (Compaction Test) ตามมาตรฐาน ทล. -ท 108/2517

1) เตรียมตัวอย่างมวลรวม และอัตราส่วนผสมตาม **ตารางที่ 2**

2) วิธีการผสมมีดังนี้

- สำหรับดินซีเมนต์ผสมยางพารา ต้องทำการผสมน้ำกับสารลดแรงตึงผิวก่อน จากนั้นนำยางพาราเข้มข้นผสม ตามลำดับ หากไม่ผสมด้วยวิธีดังกล่าวนั้นจะทำให้ยางพารานั้นจับตัวเป็นก้อน

- สำหรับดินซีเมนต์ผสมยางสไตรีนอะคริลิค นั้นสามารถนำน้ำผสมกับพอลิเมอร์ได้ตามปกติ

3) ทำการคลุกเคล้าส่วนผสมตามข้อ 2) กับมวลรวมจนเข้ากัน

4) การบดอัดตามแบบสูงกว่ามาตรฐาน ตามมาตรฐานการทดลองที่ ทล.-ท. 108/2517

5) คำนวณหาค่าความหนาแน่นเปียกและความหนาแน่นแห้งสูงสุด $\gamma_{d\ max}$ และปริมาณความชื้นที่เหมาะสม (OMC)

ตารางที่ 2 อัตราส่วนของส่วนผสมต่างๆ ต่อตัวอย่างดิน

ประเภทตัวอย่าง	ดินซีเมนต์ผสมยางพารา	ดินซีเมนต์ผสมยางพอลิเมอร์ SA
ซีเมนต์ (ต่อน้ำหนักดินแห้ง)	ร้อยละ 2	ร้อยละ 2
ยางพารา (ต่อน้ำหนักดินแห้ง)	ร้อยละ 4	-
พอลิเมอร์ SA (ต่อน้ำหนักดินแห้ง)	-	ร้อยละ 4
น้ำ (ต่อน้ำหนักดินแห้ง)	ร้อยละ 4	ร้อยละ 4
สารลดแรงตึงผิว (ต่อน้ำหนักซีเมนต์)	ร้อยละ 5	-

3.2 การทดสอบเพื่อหาค่าแรงอัดแกนเดียว (Unconfined CompressionTest, UCS) ตามมาตรฐาน ทล.-ท. 105/2515

1) การเตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบ

ก.เตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง ตามดังหัวข้อ 3.1

ข.บ่มตัวอย่างเป็นเวลา 7 วัน

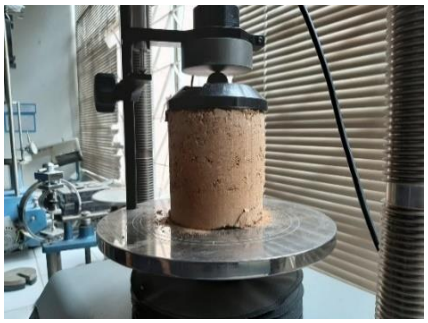
ค.วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของตัวอย่าง

2) การทดสอบ (ด้วยวิธีควบคุมอัตราแรงกดด้วยอัตราความเครียด Strain Rate)

ก.ติดตั้งตัวอย่างและเครื่องมือโดยวางแท่นตัวอย่างไว้ตรงกลางของแป้นเครื่องแล้วเลื่อนแป้นกดอันบนให้สัมผัสกับตัวอย่างพอดี

ข.เริ่มทำการกดตัวอย่างโดยให้อัตราการเคลื่อนที่ทางแนวดิ่งของเครื่องคิดเป็นอัตราความเครียด (Strain Rate) ร้อยละ 2 ของความสูงตัวอย่าง ต่อนาที

ค.ทำการบันทึกน้ำหนักกดและระยะทางเคลื่อนที่ลงในแนวดิ่งทุกๆ 10 วินาที เมื่อค่าแรงกดลดลงจึงหยุดทำการทดสอบ



รูปที่ 6 การทดสอบเพื่อหาค่าแรงอัดแกนเดียว

3.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำในมวลดิน (Capillary rise test) ตามมาตรฐาน (AS-1141.53)

1. ทำการขึ้นก้อนตัวอย่างแบบ Modified Proctor Test เมื่อได้ตัวอย่างอายุครบ 7 วัน นำเข้าตู้อบที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

รูปที่ 7 บ่มก้อนตัวอย่าง 7 วัน

2. นำตัวอย่างออกจากตู้อบ รอให้เย็นใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง

3. แช่น้ำในอ่างหรือถาดก้นแบน ความสูง 1 เซนติเมตร (รักษาระดับน้ำให้คงที่) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน

รูปที่ 8 ทำการทดสอบแช่น้ำเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

4. วัดค่าความสูงของระดับน้ำที่ 5 10 15 20 30 นาที และ 1 2 4 8 16 32 64 72 ชั่วโมง และการชั่งน้ำหนักหลังจากแช่น้ำครบ 72 ชั่วโมง

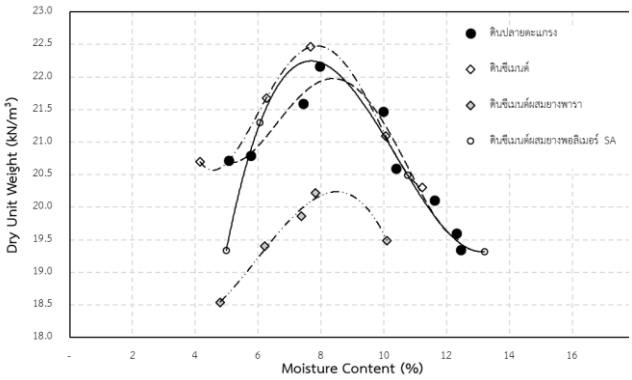
รูปที่ 9 ตัวอย่างหลังจากการทดสอบการดูดซึมน้ำในมวลดิน

5. การคำนวณการดูดซึมน้ำในมวลดิน (Capillary rise test, CR%) ด้วยสมการที่ 1

$$CR,\% = \left(\frac{\text{ความสูงของน้ำที่ดูดซึม ณ เวลานั้น}}{\text{ความสูงทั้งก้อนตัวอย่าง}}\right) \times 100 \qquad (1)$$

4. ผลการทดสอบ

4.1 ผลการทดสอบการบดอัด (Compaction Test)



รูปที่ 10 ผลการทดสอบการบดอัด

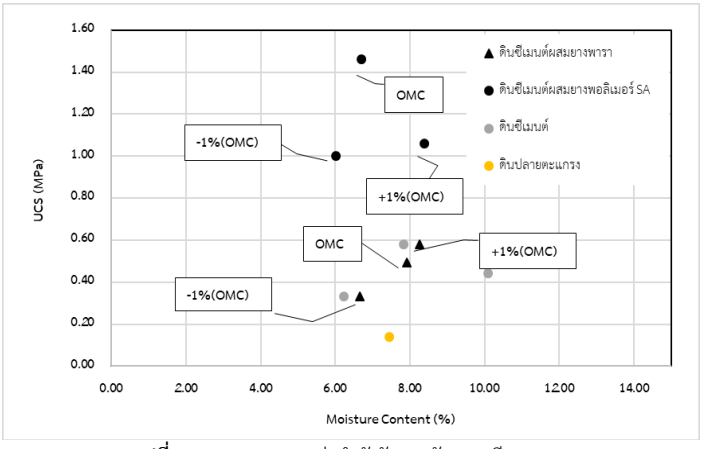
จากผลการทดสอบนั้นพบว่า ดินปลายตะแกรงมีปริมาณความชื้นที่ความหนาแน่นสูงสุด ร้อยละ 8 และมีความหนาแน่นแห้งสูงสุด 22.15 กิโลนิวตันต่อลูกบาศก์เมตร

ดินปลายตะแกรงที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์มีปริมาณความชื้นที่ความหนาแน่นสูงสุด ร้อยละ 7.7 และมีความหนาแน่นแห้งสูงสุด 22.46 กิโลนิวตันต่อลูกบาศก์เมตร

ดินปลายตะแกรงที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมยางพารา มีปริมาณความชื้นที่ความหนาแน่นสูงสุด ร้อยละ 7.8 และมีความหนาแน่นแห้งสูงสุด 20.2 กิโลนิวตันต่อลูกบาศก์เมตร

ดินปลายตะแกรงที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมพอลิเมอร์ยางสไตรีน-อะคริลิค นั้นมีปริมาณความชื้นที่ความหนาแน่นสูงสุด ร้อยละ 6.06 และมีความหนาแน่นแห้งสูงสุด 21.3 กิโลนิวตันต่อลูกบาศก์เมตร

4.2 ผลการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compression, UCS Test)



รูปที่ 11 ผลการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียว

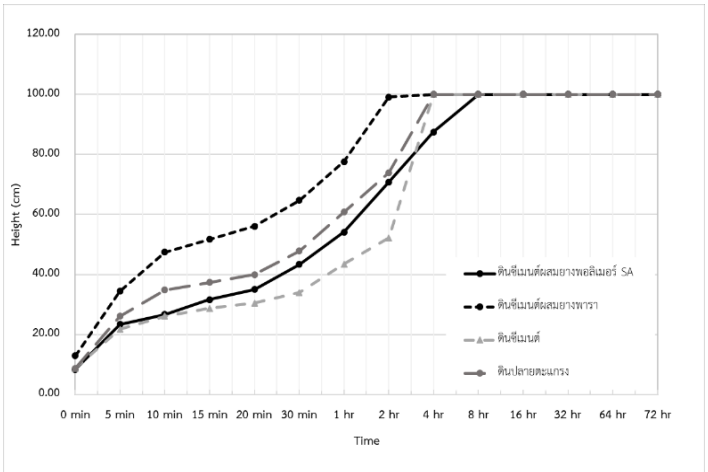
การทำการทดสอบ 3 ตัวอย่างที่ความชื้นแตกต่างกัน เนื่องจากมีการคำนึงถึงการใช้งานในสนามจริงที่การบดอัดอาจเกิดการคาดเคลื่อนที่ทำให้ความชื้นในดินนั้นไม่เท่ากับปริมาณความชื้นที่ความหนาแน่นสูงสูด

จากผลการทดสอบนั้นพบว่าดินปลายตะแกรงที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมพอลิเมอร์ยางสไตรีนอะคริลิคที่ความชื้นแตกต่างที่ ร้อยละ 6.8 ร้อยละ 7.8 และ ร้อยละ 8.8 นั้นมีค่า 1.06 1.46 และ 1 Mpa ตามลำดับ

จากผลการทดสอบนั้นพบว่าดินปลายตะแกรงที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมยางพาราที่ความชื้นแตกต่างที่ร้อยละ 6 ร้อยละ 7 และ ร้อยละ 8 นั้นมีค่า 0.33 0.49 และ 0.56 Mpa ตามลำดับ

อีกทั้งดินปลายตะแกรงที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมพอลิเมอร์ยางสไตรีนอะคริลิค และ ดินปลายตะแกรงที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมยางพารา สามารถรับได้มากกว่าดินปลายตะแกรงปกติ และดินปลายตะแกรงผสมซีเมนต์ร้อยละ 2

4.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำในมวลดิน (Capillary rise test)



รูปที่ 12 ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำในมวลดิน 3 ก้อนต่อหนึ่งสูตรส่วนผสม

จาก**รูปที่ 12** นั้นจะเห็นได้ว่าการดูดซึมน้ำในมวลดินของดินปลายตะแกรงที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมยางพารานั้นมีค่าร้อยละการซึมน้ำจนเต็มตัวอย่างที่เวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งต่างจากการดูดซึมน้ำในมวลดินของดินปลายตะแกรงที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมพอลิเมอร์ยางสไตรีนอะคริลิคนั้นมีค่าร้อยละการซึมน้ำจนเต็มตัวอย่างที่เวลา 8 ชั่วโมง

เมื่อพิจารณา**รูปที่ 11** และ **12** นั้นจะเห็นได้ว่า เมื่อตัวอย่างสามารถรับแรงอัดแกนเดียวได้สูง การดูดซึมน้ำในมวลดินจะมีค่าต่ำ และเช่นเดียวกัน เมื่อตัวอย่างสามารถรับแรงอัดแกนเดียวได้ต่ำ การดูดซึมน้ำในมวลดินจะมีค่าสูง เนื่องจากความพรุนในตัวอย่างนั้นส่งผลกระทบกับการรับแรง และการดูดซึมน้ำในตัวอย่าง

โดยขณะการทดสอบการดูดซึมน้ำในมวลดินของตัวอย่างดินปลายตะแกรง และดินปลายตะแกรงที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์นั้น สามารถสังเกตการพังทะลายของก้อนตัวอย่าง ในสภาวะความชื้นก่อนระยะเวลา 72 ชั่วโมง

ซึ่งการทดสอบนี้หากก้อนตัวอย่างสามารถนั้นอยู่ในสภาพสมบูรณ์สามารถนำไปแนวทางในการทดสอบความทนทานของดิน (Durability Test) ในสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกันต่อไป

5. บทสรุป

-จากการทดสอบการบดอัดนั้น ค่ามีความหนาแน่นแห้งสูงสุดของดินที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมพอลิเมอร์ยางสไตรีนอะคริลิคนั้นมีค่าสูงกว่าดินที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมยางพารา และปริมาณความชื้นที่ความหนาแน่นสูงสุดของดินซีเมนต์ผสมพอลิเมอร์ยางสไตรีนอะคริลิค**จากรูปที่ 10** นั้นมีความแปรปรวน อาจเกิดจากพอลิเมอร์ยางสไตรีนอะคริลิคนั้นเป็นประเภทที่ใช้ผสมกับซีเมนต์ เมื่อนำมาใช้กับดินจึงทำให้เนื้อพอลิเมอร์เมอร์นั้นจับกับดินเม็ดละเอียดจึงส่งผลให้ความชื้นในตัวอย่างแปรปรวน และการปรับปรุงดินปลายตะแกรงด้วยวิธีทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น นั้นจะให้ค่าความชื้นที่เหมาะสมน้อยกว่าดินปลายตะแกรงปกติ

-จากผลการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียวนั้นจะเห็นได้ว่าดินซีเมนต์ผสมพอลิเมอร์ยางสไตรีนอะคริลิคมีค่ากำลังรับแรงอัดสูงกว่าดินที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมยางพารา เนื่องจากพอลิเมอร์นั้นทำหน้าที่เหมือนกาวที่ช่วยประสานมวลจึงทำให้รับแรงได้มากขึ้น

-จากผลการทดสอบการดูดซึมน้ำในมวลดินนั้นจะเห็นได้ว่าดินที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์ผสมยางพารามีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำในมวลดินสูงกว่าดินซีเมนต์ผสมพอลิเมอร์ยางสไตรีนอะคริลิค เนื่องจากเมื่อผสมยางพาราลงในดินแล้วภายในตัวอย่างดินนั้นมีความพรุนมากขึ้น และส่งผลให้กำลังรับแรงในแกนเดียวนั้นมีการแปรผกผันกับค่าร้อยละการดูดซึมน้ำในมวลดิน อีกทั้งก้อนตัวอย่างดินปลายตะแกรง และดินปลายตะแกรงที่ปรับปรุงด้วยซีเมนต์นั้น เกิดการพังทะลายของก้อนตัวอย่างก่อนระยะเวลา 72 ชั่วโมง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง, กรมทางหลวง. (2517). ทล.-ท. 108/2517 วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน. กรุงเทพฯ.

[2] สำนักงานวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง, กรมทางหลวง. (2515). ทล.-ท. 105/2515 วิธีการทดลองหาค่า Unconfined Compressive Strength ของดิน. กรุงเทพฯ

[3] Australian Standard (1996) , AS1141.53 Absorption swell andcapillary rise of compacted materials.

[4] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศาสน์ สุขประเสริฐ และ คณะ. (2560). *การประยุกต์ใช้ยางพาราและดินซีเมนต์สำหรับงานก่อสร้างถนน.* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[5] Yacine Benali and Fouad Ghomari. (2 june 2016). Latex influence on the mechanical behavior and durability of cementitious materials. *trading as Taylor & Francis Group*, pp. 119-241.

[6] Sepehr Rezaeimalek, Reza Nasouri, Jie Huang, และ Sazzad Bin-Shafique. (20 September 2018). Curing Method and Mix Design Evaluationof a Styrene-Acrylic Based Liquid Polymer for Sand and Clay Stabilization. *ASCE (The American Society of Civil Engineers)*.

[7] Jie Huang, Sazzad Bin-Shafique Sepehr Rezaeimalek. (5 March 2019). Performance Evaluation for Polymer-Stabilized Soils. *SAGE journals*, pp. 58-66.