



การศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของทรายในจังหวัดนราธิวาส

Study on Engineering Properties of Sand in Narathiwat Province

แอซัน ยูโซะ¹, อารง มะเซ็ง¹, ทีระ เทพพรหม¹, มุฮัมมัด ซูयी¹, อัมพรรณดี ยูโซะ¹Airsun Yusof¹, Arong Maseng¹, Theera Thepphrom¹, Muhammad Suyee¹, Ampandee Yusoh¹

บทคัดย่อ

วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของทรายจากแหล่งทรายต่างๆ ในเขตจังหวัดนราธิวาส จำนวน 9 แหล่ง ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการขุดหรือดูดทรายขายในเชิงพาณิชย์ พบว่า ค่าหน่วยน้ำหนัก มีค่าอยู่ระหว่าง 1,514.89 กก./ลบ.ม. ถึง 1,688.20 กก./ลบ.ม. ค่าอัตราการพองตัวของทรายมีค่าอยู่ระหว่าง 4.19 เปอร์เซ็นต์ถึง 24.38 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณดินและฝุ่นผงในทรายมีค่าอยู่ระหว่าง 0.68 เปอร์เซ็นต์ ถึง 3.85 เปอร์เซ็นต์ เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C-33 โดยระบุว่าต้องมีค่าไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ค่าความถ่วงจำเพาะของทรายมีค่าอยู่ระหว่าง 2.17 ถึง 2.56 เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C - 128 โดยระบุค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียด 2.40-3.00 จากผลการทดสอบมีแหล่งทรายจำนวน 5 แหล่งเป็นไปตามมาตรฐาน สามารถนำไปใช้ในการผสมคอนกรีตได้ และมีแหล่งทรายจำนวน 4 แหล่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หากต้องการนำไปผสมคอนกรีตต้องปรับปรุงคุณภาพก่อนการนำไปใช้ ค่าสัดส่วนขนาดคละของทราย จากผลการทดสอบพบว่าค่าโมดูลัสความละเอียดอยู่ระหว่าง 2.55 ถึง 3.52 ซึ่งผลการทดสอบแหล่งทรายทั้ง 9 แหล่ง มีแหล่งทรายที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 6 แหล่ง และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 แหล่ง ซึ่งเกณฑ์การตัดสินและค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน ASTM C-33 ค่าโมดูลัสความละเอียดอยู่ระหว่าง 2.15 ถึง 3.45 สำหรับการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์จากแหล่งทรายทั้ง 9 แหล่ง พบว่าค่าการรับกำลังอัดของก้อนลูกบาศก์ซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 3 วัน 7 วัน และ 28 วัน มีค่ากำลังอัดประลัยระหว่าง 139.31 กก./ลบ.ซม. ถึง 159.59 กก./ลบ.ซม., 184.62 กก./ลบ.ซม. ถึง 204.59 กก./ลบ.ซม. และ 268.95 กก./ลบ.ซม. ถึง 304.47 กก./ลบ.ซม. ตามลำดับ ซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ผสมด้วยทรายจากแหล่งทรายทั้ง 9 แหล่ง มีค่ากำลังอัดประลัย สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ASTM C 109-92 ที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: คุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของทราย มวลรวมละเอียด

Abstract

This research aimed to study and compare engineering properties of nine different sand pits for commercial purposes in Narathiwat Province. It was found that unit weight was between 1,514.89 kg/m³ to 1,688.20 kg/m³. The bulking of sand was between 4.19% to 24.38%. The quantity of silt and other fine materials in the sand was between 0.68% to 3.85%, according to the ASTM C-33 stating that the value must be no more than 5%. Specific gravity of sand was between 2.17 to 2.56, according to the ASTM C-128 specified that the specific gravity of fine aggregate was 2.40 - 3.00. The results of this study revealed that there were only five sources of sand that conformed to the standard and that could be used to mix concrete. The remaining four sources must be improved qualitatively before using for concrete mix. With regards to gradation, the study found that the fineness modulus (FM) of nine sand sources were between 2.55 to 3.52. In addition, only six sand pits conformed to ASTM C-33 which stated that the fineness modulus should be between 2.15 to 3.45. Furthermore,

¹ วิทยาลัยเทคนิคนราธิวาส มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

¹ Narathiwat Technical College, Princess of Naradhiwas University



compressive strength of mortar specimens was determined at curing age of 3, 7, and 28 days. Regarding these, the results showed that the compressive strength was between 139.31 to 184.62 ksc., 159.59 to 204.59 ksc., 268.95 to 304.47 ksc., respectively. The compressive strength of the mortar specimens was higher than the standard value of ASTM C 109-92 set.

Keywords: Engineering properties of sand, Fine aggregate

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมก่อสร้างขนาดใหญ่ ได้กระจายตัวสู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานต่างๆ เช่น ถนน สะพาน อ่างเก็บน้ำ เขื่อน สนามกีฬา อาคารขนาดใหญ่ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้การคัดเลือกวัสดุก่อสร้างที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นและสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพและต้นทุนในการก่อสร้าง การคัดเลือกวัสดุดังกล่าวจำเป็นจะต้องตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ ว่าเป็นไปตามมาตรฐาน และข้อกำหนดหรือไม่ จึงจะสามารถนำวัสดุดังกล่าวมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้โครงสร้างอาคารมีความแข็งแรงเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ (บริษัท เอลซีซีซีเมนต์ จำกัด, 2551)

คอนกรีตเป็นวัสดุที่นิยมใช้กันมากในงานก่อสร้างตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน คอนกรีตประกอบด้วยปูนซีเมนต์ มวลรวมหยาบ มวลรวมละเอียด และน้ำ ปัจจุบันมวลรวมละเอียดถูกนำมาเป็นส่วนผสมคอนกรีตเป็นปริมาณมาก ส่งผลให้ความต้องการทรายเพิ่มมากขึ้น โดยคุณสมบัติของทรายที่ดีต้องเป็นทรายที่สะอาด หากมวลรวมละเอียดหรือทรายมีฝุ่นและตะกอนดินเหนียวอยู่มากจะส่งผลให้คอนกรีตมีกำลังอัดลดต่ำลงได้ (สุทธิชัย ศรีรัตนวงศ์ และคณะ, 2543; Ngugi, Mutuku & Gariy, 2014) ประกอบกับจังหวัดนครราชสีมาพื้นที่ราบส่วนใหญ่ติดกับทะเลอ่าวไทย ส่งผลให้ทรายบริเวณดังกล่าวเป็นทรายทะเล และหากนำไปผสมคอนกรีตจะส่งผลให้กำลังอัดของคอนกรีตลดลง (Deepak & Naidu, 2015) งานวิจัยนี้จะศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของทรายจากแหล่งทรายในจังหวัดนครราชสีมา โดยลักษณะภูมิประเทศพื้นที่ราบจะติดกับทะเลอ่าวไทย เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต โดยแหล่งทรายในจังหวัดนครราชสีมาอยู่ด้วยกันหลายแหล่ง กระจายอยู่ในอำเภอต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทรายบกหรือทรายแม่น้ำ ซึ่งปัจจุบันข้อมูลคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมต่างๆ ของทรายในแต่ละแหล่งดังกล่าวมีน้อยมาก ส่งผลให้การคัดเลือกทรายมาใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

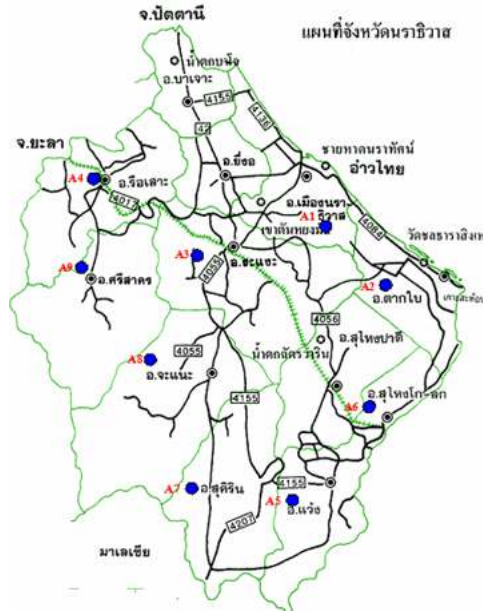
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของทรายในจังหวัดนครราชสีมา ที่มีการดูดหรือซูดซายในเชิงพาณิชย์ และมีการนำมาใช้ในการผสมคอนกรีต
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของทรายในแต่ละแหล่งของจังหวัดนครราชสีมา ที่มีการดูดหรือซูดซายในเชิงพาณิชย์ และมีการนำมาใช้ในการผสมคอนกรีต

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ขอบเขตของการศึกษา

1.1 การทดสอบหาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของทรายที่ใช้ในการก่อสร้างเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา จากแหล่งทราย 9 แหล่ง คือ อำเภอเมือง อำเภอตากใบ อำเภอรอแฉะ อำเภอศรีสะเกษ อำเภอแวง อำเภอสุโขทัย อำเภอศรีนครินทร์ อำเภอจะนะ และอำเภอศรีสาคร ตามแผนที่แสดงการเก็บตัวอย่างทรายจังหวัดนครราชสีมาตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงการเก็บตัวอย่างทรายจังหวัดนครราชสีมา

โดยได้กำหนดสัญลักษณ์แทนอำเภอต่างๆ ในจังหวัดนครราชสีมาที่มีการเก็บตัวอย่างทรายเพื่อย่อยต่อการเก็บข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ ซึ่งได้แสดงตามตารางที่ 1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงสัญลักษณ์แหล่งทรายที่เก็บตัวอย่าง

ลำดับที่	ตำแหน่งที่ตั้งเก็บตัวอย่าง (อำเภอ)	สัญลักษณ์แหล่งทราย
1	อำเภอ เมือง จังหวัดนครราชสีมา	A1
2	อำเภอ ตากใบ จังหวัดนครราชสีมา	A2
3	อำเภอ ระแงะ จังหวัดนครราชสีมา	A3
4	อำเภอ รือเสาะ จังหวัดนครราชสีมา	A4
5	อำเภอ แวง จังหวัดนครราชสีมา	A5
6	อำเภอ สู้โหงโก-ลก จังหวัดนครราชสีมา	A6
7	อำเภอ สู้ศรีริน จังหวัดนครราชสีมา	A7
8	อำเภอ จะแนะ จังหวัดนครราชสีมา	A8
9	อำเภอ ศรีสาคร จังหวัดนครราชสีมา	A9

1.2 การทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของทราย ใช้มาตรฐานและวิธีการทดสอบของสมาคมทดสอบวัสดุอเมริกา ASTM (American - Society for Tasting Materials) ซึ่งมาตรฐานของ ASTM จะมีหมายเลขอันดับแน่นอน โดยการศึกษาครั้งนี้จะใช้มาตรฐานกำหนดและวิธีการทดสอบดังนี้ (บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด, 2543; วีระชาติ ตั้งจิรภัทร และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2556)

- การทดสอบหาหน่วยน้ำหนักและช่องว่างระหว่างมวลรวม ใช้มาตรฐาน ASTM C 29-78 (Method of Test Unit Weight and Voids in Aggregate)



- การทดสอบหาอัตราการพองตัวของทราย ใช้มาตรฐาน ASTM C 29-78 (Method of Test for Unit Weight of Aggregate)
- การทดสอบหาปริมาณดินและฝุ่นผงในทราย ใช้มาตรฐาน ASTM C 40-84 (Clay And Silt Estimation By Sedimentation)
- การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของทราย ใช้มาตรฐาน ASTM C 40-84 (Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate)
- การทดสอบหาขนาดคละของทราย ใช้มาตรฐาน ASTM C 136-93 (Method of Test for Sieve or Screen Analysis of Fine and Coarse Aggregate)
- การทดสอบกำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ต้า ใช้มาตรฐาน ASTM C 109-92 (Method of Test for Compressive strength of Hydraulic Cement Mortars)

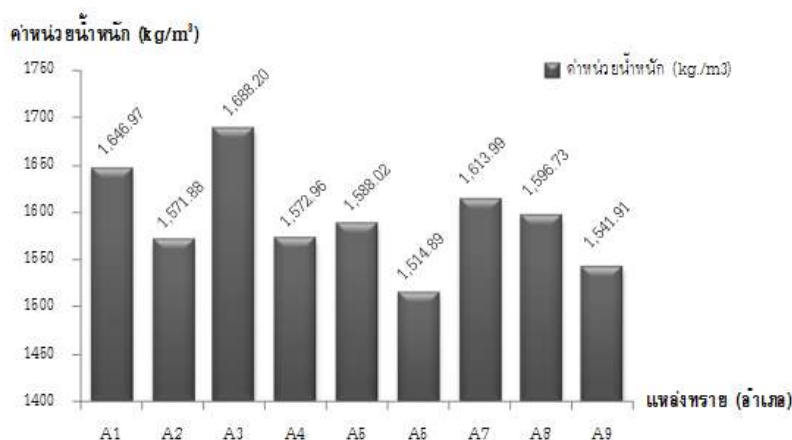
2. ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

ตัวอย่าง ได้แก่ ทรายในเขตพื้นที่จังหวัดนราธิวาส จำนวน 9 แห่ง แต่ละแห่งนำมาทดสอบหาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมและทดสอบหากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ต้าโดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นส่วนผสมของซีเมนต์มอร์ต้า ใช้อัตราส่วนผสม 1 : 2.75 โดยน้ำหนัก (วิรัชติ ตั้งจิรัชภัทร และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2556) และทำการทดสอบที่อายุ 3 วัน 7 วัน 28 วัน โดยทดสอบตามอายุ ๆ ละ 3 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 81 ตัวอย่าง โดยมีวัสดุที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ประกอบด้วย ทรายในเขตพื้นที่จังหวัดนราธิวาส ที่ใช้ในงานก่อสร้าง จำนวน 9 แห่ง นำมาทดสอบหาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรม ปูนซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์แบบธรรมดาประเภทที่ 1 ทรายล้าง และน้ำที่ใช้ผสม ใช้น้ำของการประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดนราธิวาส

ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบน้ำหนักและช่องว่างระหว่างมวลรวม

ผลการทดสอบการหาหน่วยน้ำหนักและช่องว่างระหว่างมวลรวมของตัวอย่างทรายจากแหล่งทรายทั้ง 9 แห่ง ผลทดสอบได้แสดงตามภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3



ภาพที่ 2 แสดงผลการทดสอบการหาหน่วยน้ำหนักของทราย ทั้ง 9 แห่ง

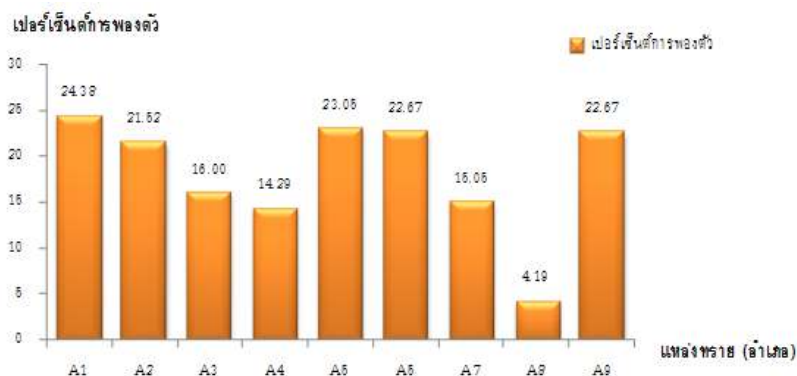


ภาพที่ 3 แสดงผลการทดสอบการหาช่องว่างระหว่างมวลรวมของทราย ทั้ง 9 แหล่ง

จากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 จากการทดสอบตัวอย่างทรายจากแหล่งทรายในจังหวัดนครราชสีมาจำนวน 9 แหล่ง โดยวิธีการทดสอบหาค่าหน่วยน้ำหนักและช่องว่าง (Unit Weight and Voids) เพื่อนำมาคำนวณหาค่าหน่วยน้ำหนัก และช่องว่างระหว่างมวลรวม จากกราฟผลการทดสอบหน่วยน้ำหนักของทราย (Unit Weight) แสดงให้เห็นว่า แหล่งทรายในจังหวัดนครราชสีมาสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มด้วยกัน คือ แหล่งทรายที่มีค่าหน่วยน้ำหนักมาก ได้แก่ แหล่งทราย A1 และ A3 แหล่งทรายที่มีค่าหน่วยน้ำหนักปานกลาง ได้แก่ แหล่งทราย A2, A4, A5, A7 และ A8 และแหล่งทรายที่มีค่าหน่วยน้ำหนักน้อย ได้แก่ แหล่งทราย A6 และ A9 โดยค่าหน่วยน้ำหนักนี้เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพภูมิประเทศของบ่อทราย ส่งผลให้บ่อทรายที่มีสภาพภูมิประเทศเหมือนกันมีค่าหน่วยน้ำหนักใกล้เคียงกัน โดยค่าหน่วยน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1,514.89 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ถึง 1,688.20 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และช่องว่างระหว่างมวลรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 24.82 เปอร์เซ็นต์ ถึง 32.54 เปอร์เซ็นต์

2. ผลการทดสอบหาอัตราการพองตัวของทราย

ผลทดสอบการหาอัตราการพองตัวของทราย ของตัวอย่างทรายจากแหล่งทรายทั้ง 9 แหล่ง ผลทดสอบได้แสดงตามภาพที่ 4



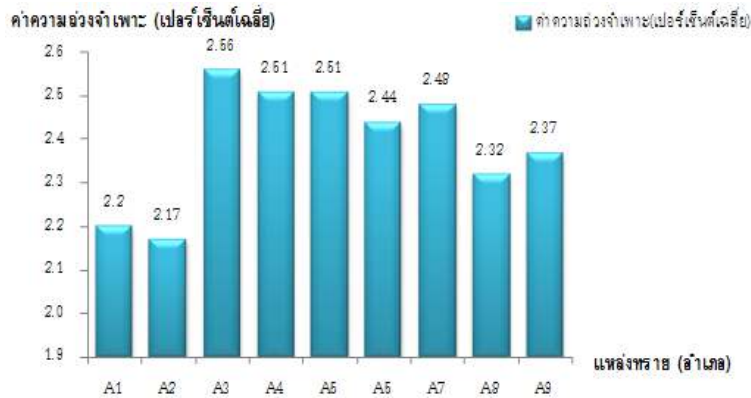
ภาพที่ 4 แสดงผลการทดสอบอัตราการพองตัวของทราย ทั้ง 9 แหล่ง

จากภาพที่ 4 ผลการทดสอบตัวอย่างทรายจากแหล่งทรายในจังหวัดนครราชสีมาจำนวน 9 แหล่งมาทำการทดสอบหาค่าอัตราการพองตัวของทราย (Bulking of Sand) เพื่อนำมาคำนวณหาค่าปริมาณการพองตัวของทรายที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากความชื้นที่มีอยู่ในทรายขณะนั้น จากผลการทดสอบมีค่าเปอร์เซ็นต์การพองอยู่ระหว่าง 4.19 เปอร์เซ็นต์ ถึง 24.38 เปอร์เซ็นต์

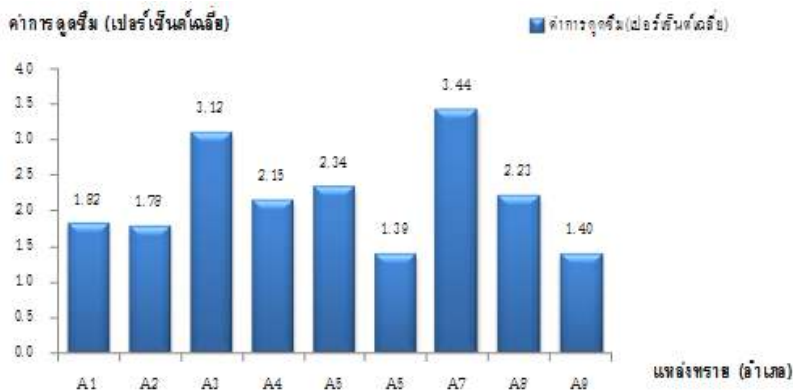


3. ผลการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะและค่าการดูดซึ่มของทราย

ผลการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะและค่าการดูดซึ่มของทราย ของตัวอย่างทรายจากแหล่งทรายทั้ง 9 แหล่ง ผลทดสอบได้แสดงตาม ภาพที่ 5 และ ภาพที่ 6



ภาพที่ 5 แสดงผลการทดสอบค่าความถ่วงจำเพาะ(เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย)ของทราย ทั้ง 9 แหล่ง

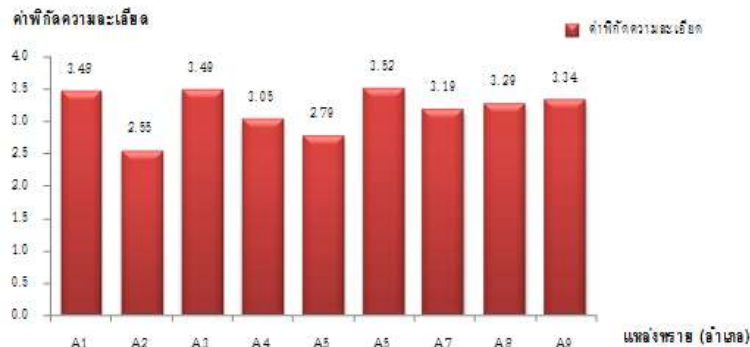


ภาพที่ 6 แสดงผลการทดสอบค่าการดูดซึ่ม(เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย)ของทราย ทั้ง 9 แหล่ง

จากภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ผลการทดสอบตัวอย่างทรายจากแหล่งทรายในจังหวัดนราธิวาสจำนวน 9 แหล่งมาทำการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของทราย (Specific Gravity of Sand) และค่าการดูดซึ่ม (Specific Absorption of Sand) เพื่อหาค่าความถ่วงจำเพาะและค่าการดูดซึ่ม ในสภาพต่างๆ ของทราย จากผลการทดสอบพบว่าค่าความถ่วงจำเพาะของทรายมีค่าอยู่ระหว่าง 2.17 ถึง 2.56 และค่าการดูดซึ่ม มีค่าอยู่ระหว่าง 1.39 เปอร์เซ็นต์ ถึง 3.44 เปอร์เซ็นต์

4. ผลการทดสอบหาค่าส่วนขนาดคละของทราย

ผลการทดสอบหาค่าส่วนขนาดคละของตัวอย่างทรายจากแหล่งทรายทั้ง 9 แหล่ง ผลทดสอบได้แสดงตาม ภาพที่ 7

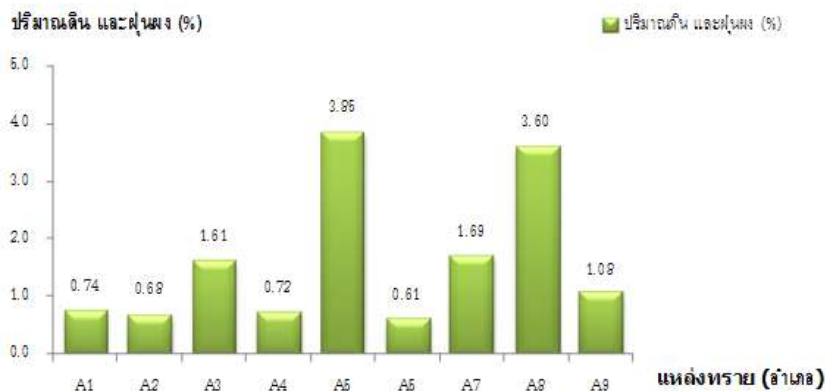


ภาพที่ 7 แสดงผลการทดสอบค่าส่วนขนาดคละของทราย ทั้ง 9 แหล่ง

จากภาพที่ 7 ผลการทดสอบตัวอย่างทรายจากแหล่งทรายในจังหวัดนราธิวาสจำนวน 9 แห่งมาทำการทดสอบหาค่าส่วนขนาดคละของทราย (Sieve Analysis) เพื่อหาค่าขนาดของมวลรวมละเอียด โดยใช้ตะแกรงมาตรฐาน สำหรับหาค่าพิถีความละเอียด (Fineness modulus) ซึ่งเป็นดัชนีที่เป็นปฏิภาคโดยประมาณกับขนาดเฉลี่ย ของอนุภาคในมวลรวมละเอียดที่กำหนดให้ นั่นคือ มวลรวมยิ่งหยาบค่าพิถีความละเอียดจะยิ่งสูงขึ้น จากผลการทดสอบหาค่าส่วนขนาดคละของทราย พบว่ามีค่าโมดูลัสความละเอียดอยู่ระหว่าง 2.55 ถึง 3.52

5. ผลการทดสอบหาปริมาณดินและฝุ่นผงในทราย

ผลการทดสอบหาปริมาณดินและฝุ่นผงในทรายของตัวอย่างทรายจากแหล่งทรายทั้ง 9 แห่ง ผลทดสอบได้แสดงตาม ภาพที่ 8



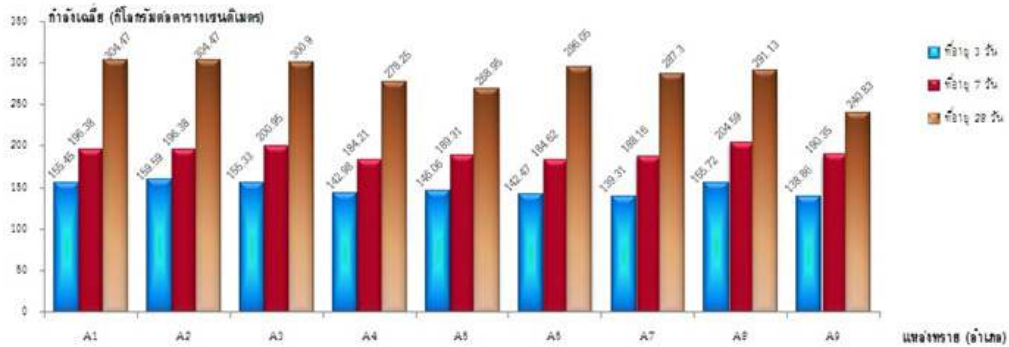
ภาพที่ 8 แสดงผลการทดสอบหาปริมาณดินและฝุ่นผง ในทรายของทราย ทั้ง 9 แหล่ง

จากภาพที่ 8 ผลการทดสอบตัวอย่างทรายจากแหล่งทรายในจังหวัดนราธิวาสจำนวน 9 แห่งมาทำการทดสอบหาค่าปริมาณดินและฝุ่นผงในทราย (Clay And Silt Estimation By Sedimentation) จากผลการทดสอบพบว่าค่าปริมาณดินและฝุ่นผงในทรายมีค่าอยู่ระหว่าง 0.68 เปอร์เซ็นต์ ถึง 3.85 เปอร์เซ็นต์



6. ผลการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ต้า

ผลการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ต้าของตัวอย่างทรายจากแหล่งทรายทั้ง 9 แหล่ง มาเป็นส่วนผสมซีเมนต์มอร์ต้า และทำการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ต้า (Compressive Strength of Cement Mortar) เพื่อหาค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ต้า โดยการหล่อก้อนทดสอบรูปลูกบาศก์ขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร ทำการทดสอบที่อายุ 3 วัน 7 วัน และ 28 วัน โดยผลการทดสอบแสดงไว้ใน ภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ผลการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ต้า

จากภาพที่ 9 ผลการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ต้า (Compressive Strength of Cement Mortar) พบว่าค่าการรับกำลังอัดของก้อนลูกบาศก์ซีเมนต์มอร์ต้าที่ 3 วัน มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 139.31 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ถึง 159.59 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่อายุ 7 วัน มีค่ากำลังอัด ประลัยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 184.62 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ถึง 204.59 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่อายุ 28 วัน มีค่ากำลังอัดประลัยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 268.95 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ถึง 304.47 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

วิเคราะห์ผลการวิจัย

1. การทดสอบหาหน่วยน้ำหนักและช่องว่าง

จากผลการทดสอบมีค่าหน่วยน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1,514.89 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ถึง 1,688.20 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งหน่วยน้ำหนักของมวลรวมที่ใช้ในประเทศไทยมีค่า 1,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ถึง 1,600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร, 2537) และช่องว่างระหว่างมวลรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 24.82 เปอร์เซ็นต์ ถึง 32.54 เปอร์เซ็นต์ นำค่าที่ได้ไปใช้ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตโดยวิธีใช้ค่าอัตราส่วนทรายต่อวัสดุผสมรวม (Mix Design by Sand Ratio)

2. การทดสอบหาอัตราการฟองตัวของทราย

จากผลการทดสอบพบว่าค่าอัตราการฟองตัวของทรายมีค่าอยู่ระหว่าง 4.19 เปอร์เซ็นต์ ถึง 24.38 เปอร์เซ็นต์ นำค่าที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลในการผสมคอนกรีตโดยวิธีตวงวัสดุ ดังนั้นการผสมคอนกรีตจะต้องตวงทรายเพิ่มจากที่กำหนดไว้อีกประมาณ 4.19 เปอร์เซ็นต์ ถึง 24.38 เปอร์เซ็นต์

3. การทดสอบหาปริมาณดินและฝุ่นผงในทราย

จากผลการทดสอบพบว่าค่าปริมาณดินและฝุ่นผงในทรายมีค่าอยู่ระหว่าง 0.68 เปอร์เซ็นต์ ถึง 3.85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกณฑ์ที่ยอมรับของปริมาณดินและฝุ่นผงในทรายต้องมีค่าไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ตามมาตรฐาน ASTM C - 33 ถือว่าทรายทั้ง 9 แหล่งนี้เป็นไปตามมาตรฐาน สามารถนำไปใช้เป็นผสมคอนกรีตได้



4. การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของทราย

จากผลการทดสอบพบว่าค่าความถ่วงจำเพาะของทรายมีค่าอยู่ระหว่าง 2.17 ถึง 2.56 นำค่าที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตตามมาตรฐาน ACI ซึ่งเกณฑ์การตัดสินและค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ ค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียดต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 2.40 - 3.00 ตามมาตรฐาน ASTM C - 127 ASTM C - 128 จากผลการทดสอบทรายจำนวน 5 แหล่งเป็นไปตามมาตรฐาน ได้แก่ แหล่งทราย A3, A4, A5, A6 และ A7 และมีทรายจำนวน 4 แหล่งไม่ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน ได้แก่ แหล่งทราย A1, A2, A8 และ A9 ไม่สามารถนำไปใช้ในการผสมคอนกรีตได้ หรือต้องมีการปรับปรุงคุณภาพให้มีค่าความถ่วงจำเพาะของทรายเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ก่อนการนำไปใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีต

5. การทดสอบหาค่าส่วนผสมขนาดละเอียดของทราย

จากผลการทดสอบหาค่าส่วนผสมขนาดละเอียดของทราย พบว่ามีค่าโมดูลัสความละเอียดอยู่ระหว่าง 2.55 ถึง 3.52 ซึ่งผลการทดสอบแหล่งทรายทั้ง 9 แหล่ง มีแหล่งทรายที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 6 แหล่ง ได้แก่ แหล่งทราย A2, A4, A5, A7, A8 และ A9 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 แหล่ง ได้แก่ แหล่งทราย A1, A3 และ A6 ซึ่งเกณฑ์การตัดสินและค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ ตามมาตรฐาน ASTM C - 33 ค่าโมดูลัสความละเอียดอยู่ระหว่าง 2.15 ถึง 3.45 หากต้องการนำทรายจากแหล่งที่มีค่าโมดูลัสความละเอียดไม่อยู่ในช่วงดังกล่าวจะต้องทำการทดลองส่วนผสมเพื่อยืนยันความสามารถให้ได้เสียก่อน

6. การทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์

จากผลการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ผสมด้วยทรายจากแหล่งทรายทั้ง 9 แหล่ง พบว่าการรับกำลังอัดของคอนกรีตที่ซีเมนต์มอร์ตาร์ที่อายุ 3 วัน มีค่ากำลังอัดประลัยระหว่าง 139.31 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ถึง 159.59 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่อายุ 7 วัน มีค่ากำลังอัดประลัยอยู่ระหว่าง 184.62 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ถึง 204.59 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่อายุ 28 วัน มีค่ากำลังอัดประลัยระหว่าง 268.95 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ถึง 304.47 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ผสมด้วยทรายจากแหล่งทรายทั้ง 9 แหล่ง มีค่ากำลังอัดประลัยสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ASTM C 109 - 92 ได้กำหนดค่ากำลังอัดประลัย ที่อายุ 3 วัน ไว้ที่ 85 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ที่อายุ 7 วัน กำหนดค่ากำลังอัดประลัยไว้ที่ 150 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และที่อายุ 28 วัน กำหนดค่ากำลังอัดประลัยไว้ที่ 245 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

สรุป

จากการทดสอบหาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของทรายจากแหล่งทรายต่างๆ ในเขตจังหวัดนราธิวาส จำนวน 9 แหล่ง พบว่า ค่าหน่วยน้ำหนักของทรายอยู่ในเกณฑ์ทั่วไปของหน่วยน้ำหนักทรายในประเทศไทย ค่าหน่วยน้ำหนักแสดงให้เห็นว่าแหล่งทรายในจังหวัดนราธิวาสสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มด้วยกัน คือ แหล่งทรายที่มีค่าหน่วยน้ำหนักมาก แหล่งทรายที่มีค่าหน่วยน้ำหนักปานกลาง และแหล่งทรายที่มีค่าหน่วยน้ำหนักน้อย โดยค่าหน่วยน้ำหนักนี้เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพภูมิประเทศของบ่อทราย ส่งผลให้บ่อทรายที่มีสภาพภูมิประเทศเหมือนกันมีค่าหน่วยน้ำหนักใกล้เคียงกัน การทดสอบหาปริมาณดินและฝุ่นผงในทราย และการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ พบว่าแหล่งทรายทั้ง 9 แหล่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASTM C - 33 และ ASTM C 109 - 92 ตามลำดับ ส่วนการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของทรายมีแหล่งทรายที่ไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบจำนวน 4 แหล่ง ได้แก่ แหล่งทรายอำเภอเมือง อำเภอตากใบ อำเภอจะนะ และอำเภอศรีสาคร และแหล่งทรายที่ไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบหาค่าส่วนผสมขนาดละเอียดของทรายมีจำนวน 3 แหล่ง ได้แก่ แหล่งทรายอำเภอเมือง อำเภอรวยง และอำเภอสุไหงโก-ลก แหล่งทรายเหล่านี้จำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณสมบัติของทรายก่อนนำมาใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีต เพราะมีผลต่อความสามารถได้ และแหล่งทรายที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ แหล่งทรายอำเภอหรือเสาะ อำเภอแว้ง และอำเภอสุคีริน



ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของทรายเพิ่มเติม
2. เพื่อความถูกต้องในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต ควรมีการทดสอบคุณสมบัติของทรายทุกครั้ง เมื่อมีการเปลี่ยนแหล่งทราย

รายการอ้างอิง

- ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร. (2537). **คอนกรีตเทคโนโลยี** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด.
- บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด. (2543). **คู่มือการทดสอบ หิน ทราย และคอนกรีต** (พิมพ์ครั้งที่ 3). บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด.
- บริษัท เอสซีจี ซีเมนต์ จำกัด. (2551). **ปูนซีเมนต์และการประยุกต์ใช้งาน** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: บริษัท เอสซีจี ซีเมนต์ จำกัด.
- วิชาตี ตั้งจิรภัทร และชัย จาตุรพิทักษ์กุล (2556). **คู่มือการทดสอบคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ มวลรวม และคอนกรีต**. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- สุทธิชัย ศรีรัตนวงศ์, สมิตร์ ส่งพิริยะกิจ, ชัย จาตุรพิทักษ์กุล และ ไกรวุฒิ เกียรติโกมล. (2543). ผลกระทบของทรายแป้งและดินเหนียวต่อคุณสมบัติของคอนกรีต. **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6**, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 95-100.
- Deepak, W.S., & Naidu, G.T. (2015). Effect on compressive strength of concrete using sea sand as a partial replacement for fine aggregate. **International Journal of Research in Engineering and Technology**, 4(6), 180-183.
- Ngugi, H.N., Mutuku, R.N. & Gariy, Z.A. (2014). Effects of Sand Quality on Compressive Strength of Concrete: A Case of Nairobi County and Its Environs, Kenya. **Open Journal of Civil Engineering** 2014, 4(3), 255-273.