

การปรับปรุงดินลูกรังด้วยการผสมซีเมนต์และทราย สำหรับบ้านราคาถูก

Cement and Sand Stabilization of Lateritic Soils for Low Cost Housing

ธีระ ชัยชนะวงศ์^๑

Thira Chaichanavong

ABSTRACT

Lateritic soil from Ratchaburi province was stabilized with cement and sand to investigate its use for low cost housing. The effect of cement concentration, sand content, compacting pressure, moisture content and time of curing were studied.

Results showed that compressive strength of cylindrical samples (6.35 cm. in diameter and 12.70 cm. in length) was increased significantly with increasing cement content. The response of the compressive strength to sand and moisture content was excellent. The compressive strength increased with increasing compacting pressure and time of curing.

บทคัดย่อ

ดินลูกรังจากจังหวัดราชบุรีได้ถูกปรับปรุงด้วยการผสมซีเมนต์ และทรายเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้เป็นวัสดุก่อสร้างสำหรับบ้านราคาถูก ในการทดลองได้ตรวจสอบแรงอัดประลัยของดินลูกรังเมื่อมีอัตราส่วนผสมของซีเมนต์, ทราย และน้ำต่างกัน ตลอดจนตรวจสอบผลจากการเปลี่ยนแปลงแรงอัดขณะเตรียมตัวอย่าง และเวลาที่ใช้ในการบ่มตัวอย่าง

ผลจากการทดลองแสดงว่า แรงอัดประลัยของตัวอย่างรูปทรงกระบอก (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.35 เซนติเมตร และยาว 12.70 เซนติเมตร) เพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อส่วนผสมของซีเมนต์เพิ่มขึ้น แรงอัดประลัยเปลี่ยนแปลงมากเมื่ออัตราส่วนผสมของทรายและน้ำเปลี่ยน แรงอัดประลัยเพิ่มขึ้นเมื่อแรงอัดขณะเตรียมตัวอย่างและระยะเวลาบ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น

1 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Civil Engineering, Kasetsart University

คำนำ

ในปัจจุบันวัสดุก่อสร้างที่ใช้สร้างกำแพงและผนังโดยทั่วไปในประเทศไทยมีอยู่ 4 ชนิดคือ ไม้, คอนกรีตบล็อก, อิฐมวล และอิฐบล็อก สำหรับ ไม้ ในประเทศไทยกำลังขาดแคลนสำหรับคอนกรีตบล็อก, อิฐมวล และอิฐบล็อก กำลังมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ประกอบกับความจำเป็นที่จะหาวัสดุราคาถูกที่ใช้ทำกำแพงและผนังของบ้าน และยุ่งยากของเกษตรกรในชนบท ดังนั้นการปรับปรุงดินลูกรังเพื่อจะใช้เป็นวัสดุก่อสร้างราคาถูกจึงมีความจำเป็น

จากการตรวจสอบการรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกที่ผลิตในประเทศไทยในห้องทดลองวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่ามีแรงอัดประลัยระหว่าง 50 ถึง 130 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร การปรับปรุงดินลูกรังโดยใช้ซีเมนต์ผสมอย่างเดียวก่อนการขึ้นตัวแล้วจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ซึ่งได้แรงอัดประลัยระหว่าง 15 ถึง 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรแต่ก็ยังต่ำกว่าแรงอัดประลัยเฉลี่ยของคอนกรีตบล็อกที่ผลิตในประเทศไทยอยู่มาก การปรับปรุงดินลูกรังด้วยการใช้ซีเมนต์และทรายผสม จะให้แรงอัดประลัยสูงกว่าการใช้ซีเมนต์ผสมอย่างเดียว

วัตถุประสงค์

และขอบข่ายของงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การหาปริมาณซีเมนต์และทรายที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงดินลูกรังให้รับแรงอัดได้สูงใกล้เคียงกับคอนกรีตบล็อกที่ผลิตในประเทศไทย ตลอดจนหาตัวแปรที่มีผลต่อแรงอัดประลัยของดินลูกรังที่ได้ถูกปรับปรุงแล้ว

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเตรียมตัวอย่างที่มีอัตราส่วนผสมของวัสดุตามรายละเอียดดังนี้

1. หากความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดประลัยและเปอร์เซ็นต์ของซีเมนต์

- ก. ดินลูกรังผสมกับทราย 5%, น้ำ 10% และซีเมนต์ 2%, 5%, 8%, 12%, 15%
 - ข. ดินลูกรังผสมกับทราย 15%, น้ำ 10% และซีเมนต์ 2%, 5%, 8%, 12%, 15%
 - ค. ดินลูกรังผสมกับทราย 25%, น้ำ 10% และซีเมนต์ 2%, 5%, 8%, 12%, 15%
2. หากความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดประลัยและเปอร์เซ็นต์ของทราย
ก. ดินลูกรังผสมกับซีเมนต์ 2%, น้ำ 10% และทราย 5%, 10%, 15%, 20%, 25%
 - ข. ดินลูกรังผสมกับซีเมนต์ 8%, น้ำ 10% และทราย 5%, 10%, 15%, 20%, 25%
3. หากความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดประลัยและแรงอัดขณะเตรียมตัวอย่าง
ดินลูกรังผสมซีเมนต์ 8%, ทราย 15%, น้ำ 10% โดยใช้แรงอัดขณะเตรียมตัวอย่าง 10, 20, 30, 40 กก./ซม.²
 4. หากความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดประลัยและเปอร์เซ็นต์ของน้ำ
ดินลูกรังผสมซีเมนต์ 8%, ทราย 15% และน้ำ 3%, 5%, 10%, 15%, 20%
 5. หากความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดประลัยและระยะเวลาการบ่มตัวอย่าง
ดินลูกรังผสมซีเมนต์ 8%, ทราย 15%, น้ำ 10% โดยทำการบ่มตัวอย่าง 8, 7, 20, 28 วัน

วิธีการทดลอง

ดินลูกรังจากราชบุรี และทรายขมิ้นอนุภาคขนาดต่างๆตามกราฟในรูปที่ 1, ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 1 และน้ำ ได้ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุในการทดลอง นำส่วนผสมของดินลูกรัง, ซีเมนต์, ทราย และน้ำมาคลุกเคล้าให้เข้ากันในถาด ส่วนผสมได้ถูกใส่ลงในกระบอกเหล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.35 ซม., ยาว 25.40 ซม. จากนั้นนำลูกสูบไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า

กระบอกเหล็กเล็กน้อย สวมลงในกระบอกเหล็กทั้งสองด้านดังรูปที่ 2 กระบอกเหล็กถูกนำเข้าเครื่องอัดแบบไฮดรอลิกเครื่องอัดได้กดลูกสูบไม้ทั้งด้านบนและล่างด้วยแรงอัดตามต้องการตัวอย่างที่อัดแล้วถูกดันออกจากกระบอกเหล็กนำตัวอย่างที่ได้ไปบ่มในห้องบ่มที่มีความชื้นสูงเมื่อครบกำหนดบ่มตัวอย่างถูกนำมาทิ้งไว้ในอากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ตัวอย่างแห้งก่อนนำไปทดสอบแรงอัดประลัย

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง

ผลการเปลี่ยนแปลงแรงอัดประลัยกับอัตราส่วนผสมของซีเมนต์, ทราย และน้ำได้แสดงไว้ในรูปที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงแรงอัดประลัยกับแรงอัดขณะเตรียมตัวอย่างได้แสดงไว้ในรูปที่ 6 และการเปลี่ยนแปลงแรงอัดประลัยกับระยะเวลาบ่มได้แสดงไว้ในรูปที่ 7 แต่จะจุดในกราฟแสดงค่าเฉลี่ยแรงอัดประลัยของ 8 การทดลอง

ผลจากการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของซีเมนต์:- ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดประลัยกับอัตราส่วนผสมของซีเมนต์เมื่อส่วนผสมของทราย 5%, 15% และ 25% ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3 เมื่อปริมาณของซีเมนต์เพิ่มขึ้นจาก 2% ถึง 15% แรงอัดประลัยเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงจากค่าต่ำสุด 10 กก./ชม.² ถึงค่าสูงสุด 150 กก./ชม.² อัตราการเพิ่มของแรงอัดประลัยมีมากที่สุดเมื่อส่วนผสมของทราย 15%, รองลงมาเมื่อมีทราย 25% และต่ำสุดเมื่อมีทราย 5% จะเห็นว่าเมื่อส่วนผสมของซีเมนต์เพิ่มขึ้นแรงอัดประลัยจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

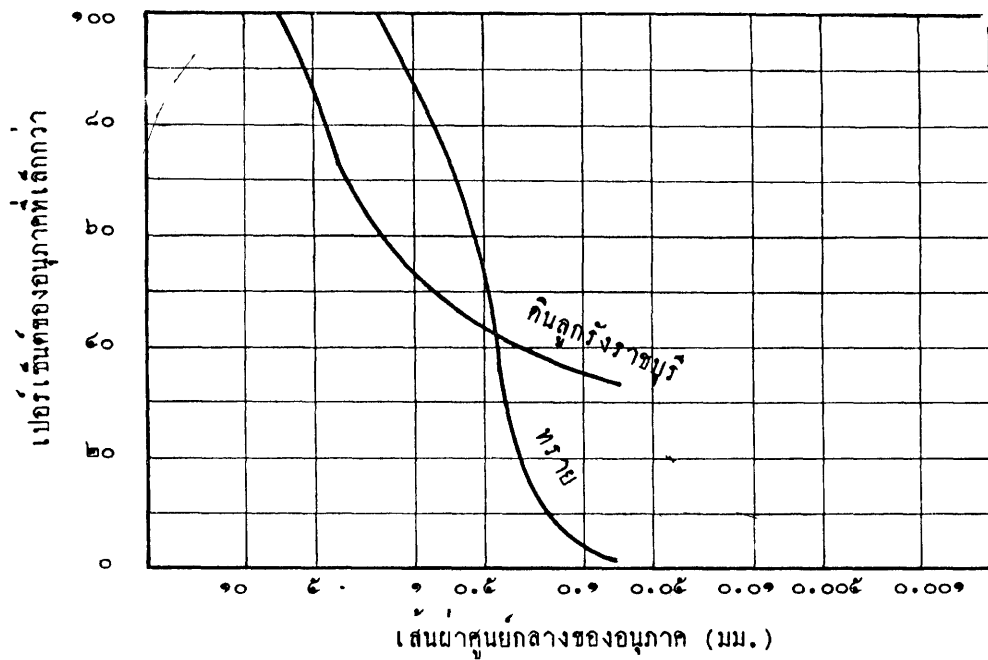
ผลจากการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของทราย:- ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดประลัยกับอัตราส่วนผสมของทรายเมื่อส่วนผสมของ

ซีเมนต์ 15%, 12%, 8% และ 2% ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4 เมื่อส่วนผสมของทรายเพิ่มขึ้นจาก 5% ถึง 10% แรงอัดประลัยจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยแรงอัดประลัยจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อส่วนผสมของทรายเพิ่มขึ้นจาก 10% ถึง 15% และจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อส่วนผสมของทรายเพิ่มจาก 15% ถึง 20% สำหรับส่วนผสมของซีเมนต์ 2%, การเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของทรายมีผลต่อแรงอัดประลัยเพียงเล็กน้อย ผลจากการทดลองนี้แสดงว่าส่วนผสมของทรายที่เหมาะสมสำหรับดินลูกรังราชบุรีคือ 15%

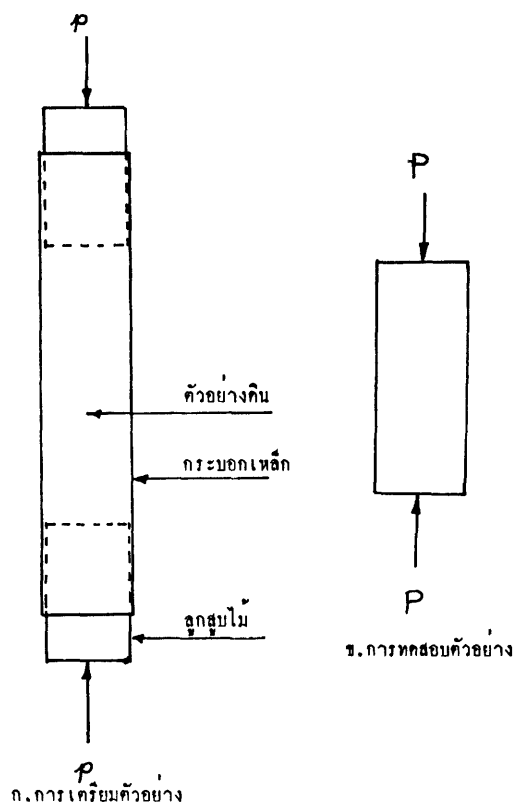
ผลจากการเปลี่ยนแปลงแรงอัดขณะเตรียมตัวอย่าง:- ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดประลัยกับแรงอัดขณะเตรียมตัวอย่างได้แสดงไว้ในรูปที่ 6 เมื่อแรงอัดประลัยขณะเตรียมตัวอย่างเพิ่มจาก 10 กก./ชม.² ถึง 40 กก./ชม.² กำลังอัดประลัยจะเพิ่มจาก 25 กก./ชม.² เป็น 70 กก./ชม.² อัตราการเพิ่มของแรงอัดประลัยเกือบเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงอัดขณะเตรียมตัวอย่าง

ผลจากการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของน้ำ:- ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดประลัยกับอัตราส่วนผสมของน้ำได้แสดงไว้ในรูปที่ 5 แรงอัดประลัยลดลงจาก 70 กก./ชม.² เป็น 45 กก./ชม.² เมื่อส่วนผสมของน้ำเพิ่มจาก 10% เป็น 15% และลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อส่วนผสมของน้ำเพิ่มจาก 15% เป็น 20% การเตรียมตัวอย่างเมื่อส่วนผสมของน้ำต่ำกว่า 10% ไม่สามารถทำได้เนื่องจากตัวอย่างไม่สามารถคงรูปร่างขณะดันออกจากกระบอกเหล็กเนื่องจากตัวอย่างแห้งเกินไป

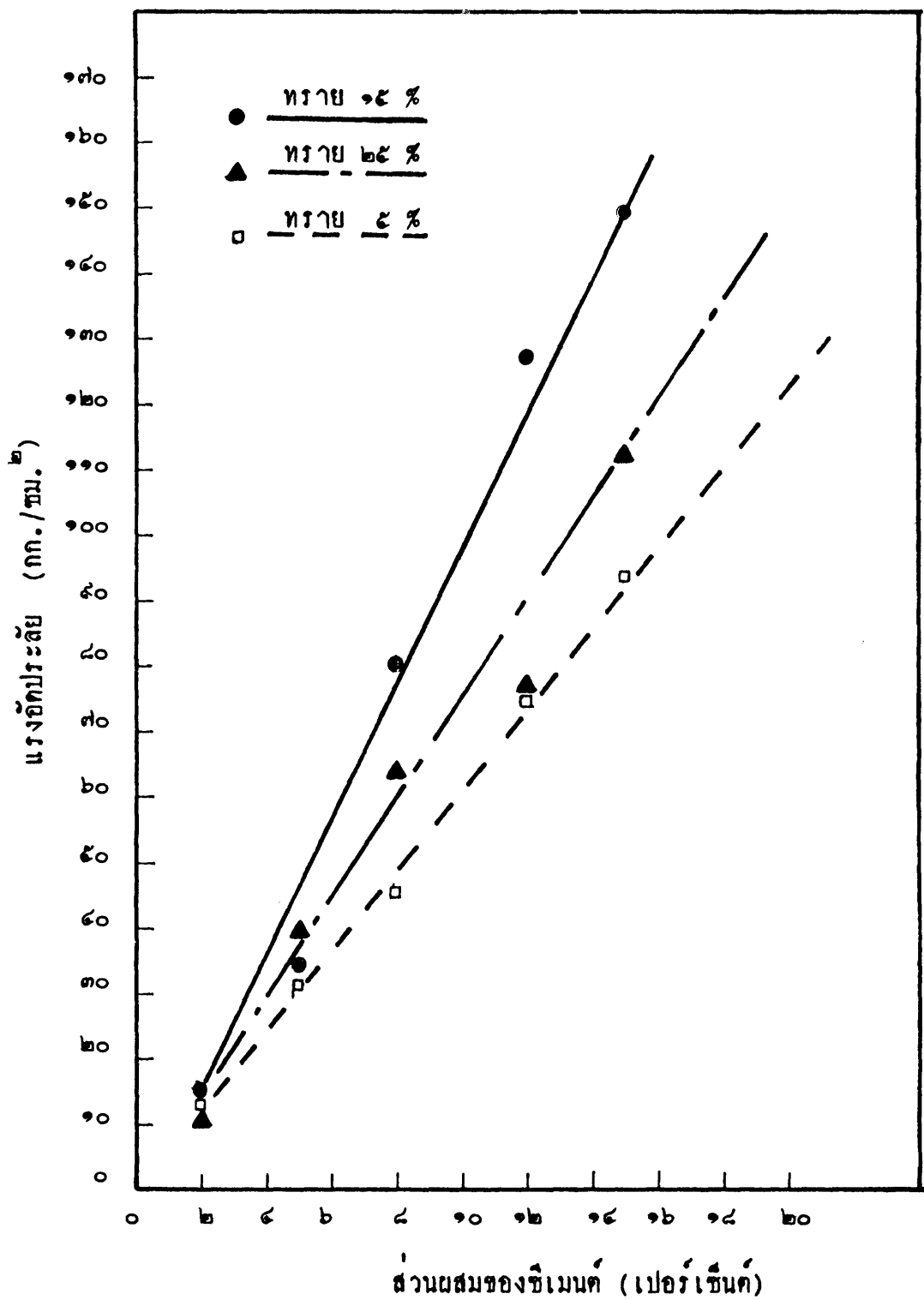
ผลจากการบ่มที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน:- ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดประลัยกับระยะเวลาบ่มตัวอย่างได้แสดงไว้ในรูปที่ 7 แรงอัดประลัยเพิ่มขึ้นจาก 50 กก./ชม.² เป็น 88 กก./ชม.² เมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้นจาก 8 วันเป็น 28 วัน อัตราการเพิ่มที่ระยะเวลาระหว่าง 8 ถึง 7 วัน มากกว่าระยะเวลา 7 ถึง 28 วัน



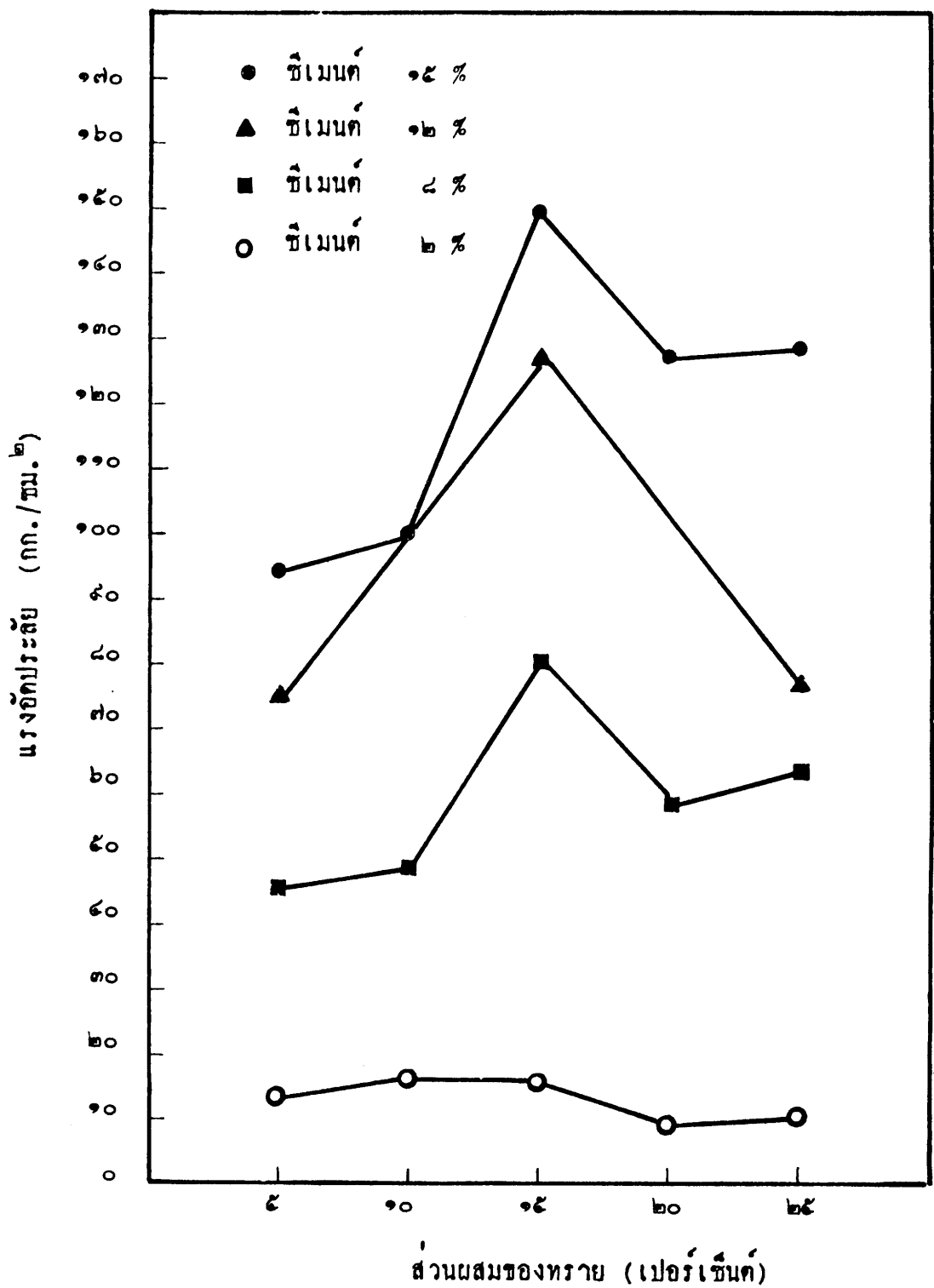
รูปที่ ๑ ขนาดต่างๆ ของอนุภาค ของดินลูกรัง (ราชบุรี) และทรายที่ใช้ในการทดลอง



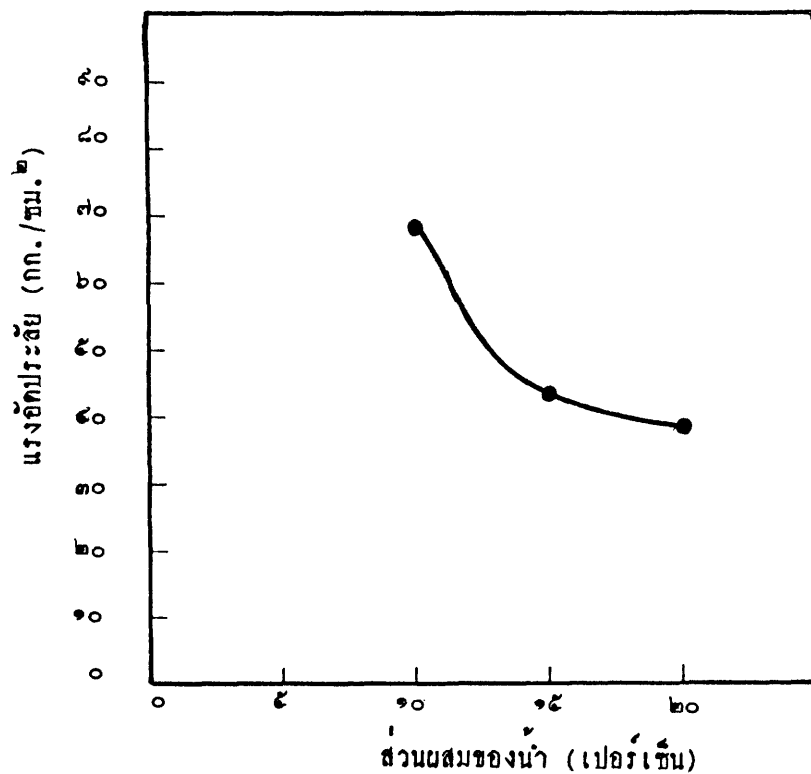
รูปที่ ๒ รายละเอียดของการเตรียมและการทดสอบตัวอย่าง



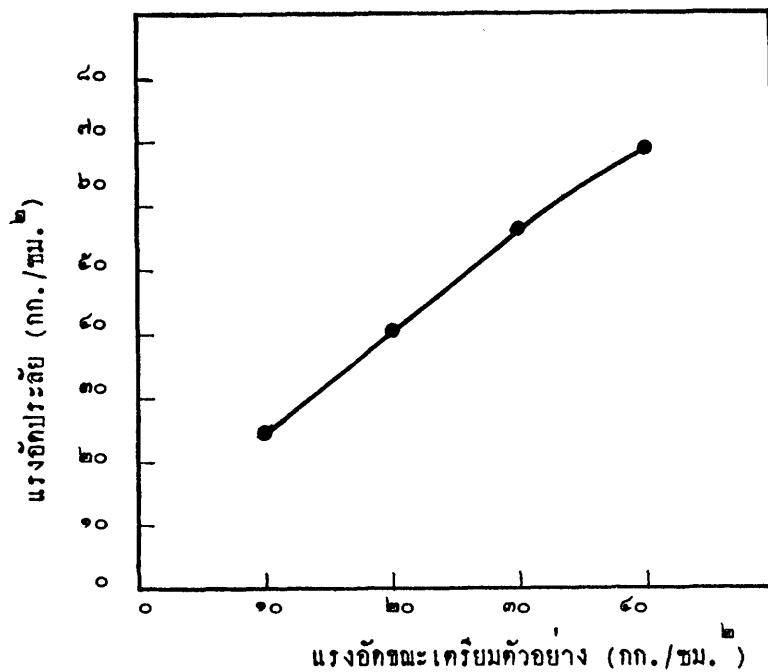
รูปที่ ๓ แรงอัดประลัยที่ส่วนผสมของซีเมนต์ต่างๆ กัน ตัวอย่างนี้ส่วนผสมของ ทราบ ๑๕% และน้ำ ๑๐% ระยะเวลาบ่ม ๒๘ วัน และที่แรงอัดขณะเตรียมตัวอย่าง ๓๐ กก./ซม.²



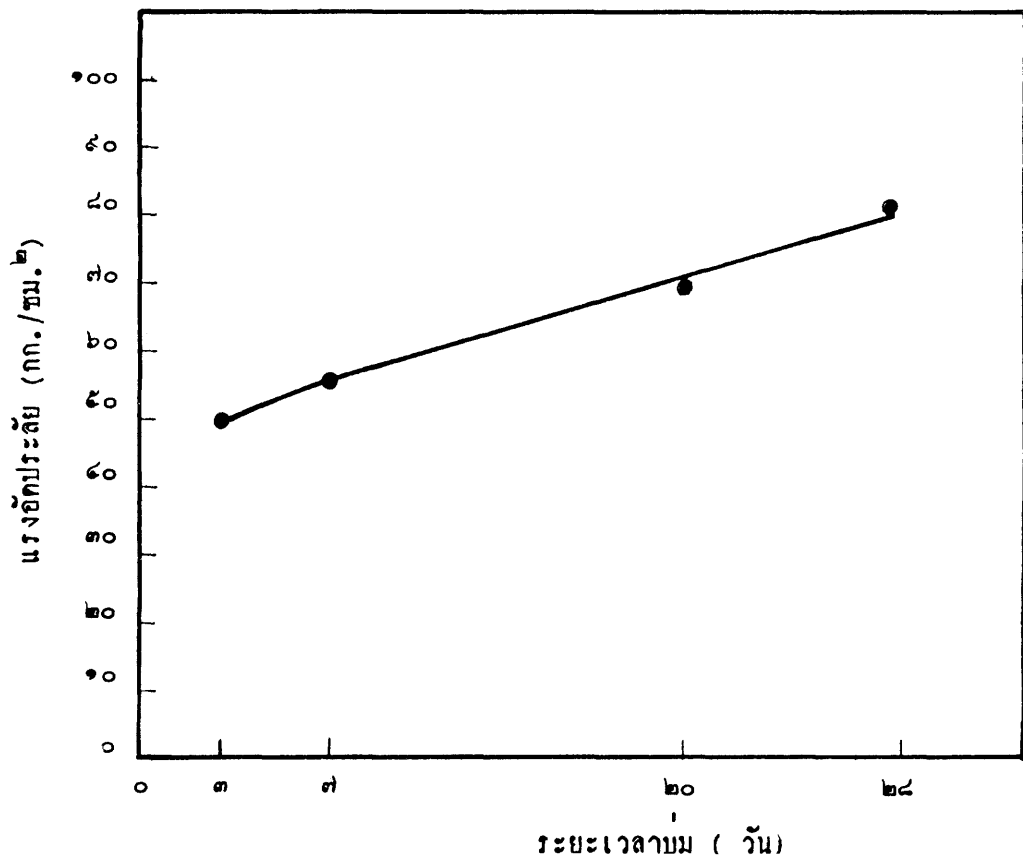
รูปที่ ๔ แรงอัดประลัยที่ส่วนผสมของทรายต่างๆ กัน ตัวอย่างมีส่วนผสมของน้ำ ๑๐% ที่ระยะเวลาบ่ม ๒๘ วัน และที่แรงอัดขณะเตรียมตัวอย่าง ๓๐ กก./ซม.²



รูปที่ ๕ แรงอัดประลัย ที่ส่วนผสมของน้ำต่างกัน ตัวอย่างมีส่วนผสมของ ซีเมนต์ ๘% และทราย ๑๕% ที่ระยะเวลาบ่ม ๒๘ วัน และที่แรงอัดขณะเตรียมตัวอย่าง ๓๐ กก./ซม. ๒



รูปที่ ๖ แรงอัดประลัยที่แรงอัดขณะเตรียมตัวอย่างต่างกัน ตัวอย่างมีส่วนผสมของ ซีเมนต์ ๘%, ทราย ๑๕% และน้ำ ๑๐% ที่ระยะเวลาบ่ม ๒๘ วัน



รูปที่ ๑ แรงอัดประลัยในระยะเวลาบ่มต่างๆ กัน ตัวอย่างมีส่วนผสมของซีเมนต์ ๘%, ทราช ๑๕% และน้ำ ๑๐% ที่แรงอัดขณะเตรียมตัวอย่าง ๓๐ กก./ชม.²

สรุป

การปรับปรุงดินลูกรังจากราชบุรีด้วยการผสมซีเมนต์และทราช สามารถทำให้กำลังอัดประลัยสูงเท่าคอนกรีตบล็อกที่ผลิตในประเทศไทยก็มีกำลังอัดประลัยมากกว่า 60 กก./ชม.² โดยที่ดินลูกรังมีส่วนผสมของซีเมนต์ไม่น้อยกว่า 8%, ทราชระหว่าง 12% ถึง 17%, กำลังอัดขณะเตรียมตัวอย่างไม่น้อยกว่า 30 กก./ชม.², ส่วนผสมของน้ำประมาณ 10% และควรรบไม่น้อยกว่า 7 วัน ส่วนผสมของทราชมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกำลังอัดประลัยอย่างมาก เนื่องจากส่วนผสมที่เหมาะสมของทราชแปรไปตามชนิดของดินลูกรังที่จะนำมาใช้ ดังนั้น จึงควรจะหาส่วนผสมที่เหมาะสมของทราชสำหรับดินลูกรังที่จะทำการปรับปรุงก่อนทำการผลิตในอุตสาหกรรม

การปรับปรุงดินลูกรังให้มีกำลังอัดประลัยสูง (มากกว่า 100 กก./ชม.²) สามารถทำได้โดยใช้อัตราส่วนของซีเมนต์ไม่น้อยกว่า 12% ซึ่งจะได้คอนกรีตบล็อกที่มีคุณภาพสูง

เอกสารอ้างอิง

- Soil Stabilization with Portland Cement. 1961. *Bulletin 292*, Highway Research Board.
- Nasir, S.H. *Use of Lateritic Soils for Low Cost Housing*. Master thesis, Asian Institute of Technology.
- Mun, W.S. 1971. *Cement and Lime Stabilization of Selected Lateritic Soils*. Master thesis, Asian Institute of Technology.