

บทที่ 4

การทดลอง



การเตรียมดิน

ดินที่ใช้ทำบล็อกดิน ซีเมนต์ ควรจะเป็นดินที่มีทรายปนอยู่ระหว่าง 45 % ถึง 75 % มีทรายเม็ดป่นและดินเหนียวปนอยู่ 25 % ถึง 55 % ดินทุกตัว ๆ ไปมักมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่ ดังนั้นดินที่นำมาทำบล็อกควรจะเป็นดินที่อยู่ต่ำกว่าผิวดินประมาณ 0.50 เมตร ตัวอย่างดินที่นำมาวิจัยเป็นดินลูกรังจากอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา และดินปนทรายจาก ตำบลวังสารา อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี วิธีตรวจสอบดินเพื่อคุณสมบัติส่วนของมวลหนายับและละเอียดในสนามใช้วิธีตกตะกอน โดยใช้ขวดแก้วรูปทรงกระบอกขนาดไม่เล็กกว่าครึ่งลิตร ใส่ดินในขวดสูง $\frac{1}{4}$ ของความสูงขวด จากนั้นเติมน้ำลงไปในขวดอีก $\frac{3}{4}$ ของความสูงขวด เขย่าขวดแก้วทิ้งไว้ประมาณหนึ่งชั่วโมง จึงเขย่าขวดแก้วใหม่อีกครั้งทิ้งไว้ประมาณ 8 ชั่วโมง ดินจะตกตะกอนเป็นชั้น ๆ ชั้นล่างเป็นทราย ชั้นกลางเป็นทรายเม็ดป่น และชั้นบนสุดเป็นดินเหนียว วัตถุประสงค์และชั้นก็สามารถทราบปริมาณของทราย ทรายเม็ดป่นและดินเหนียวปนอยู่อย่างละเท่าไร ดินที่ซุกมาต้องผสมกันและผึ่งแดดให้แห้ง ถ้ามีรากไม้ปะปนอยู่ควรเก็บออก ส่วนดินที่เกาะกันเป็นก้อนต้องทุบให้แตกและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ $\frac{3}{16}$ นิ้ว

004117

ปริมาณความชื้น

ก่อนที่จะทำบล็อกดิน ซีเมนต์ ต้องนำตัวอย่างดินมาหาค่า OPTIMUM MOISTURE CONTENT ของดิน การหาค่า OPTIMUM MOISTURE CONTENT ทำ 2 วิธีคือ
ก. Standard Proctor ใช้ลูกตุ้มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2" หนัก 5.5 ปอนด์ ยกสูงเหนือดิน 12 นิ้ว แล้วปล่อยให้ตกลงมากระทบบนดินในแบบทรงกระบอกกลวง มีเส้น

น้ำหนักกลางภายใน 4 นิ้ว สูง 4.52 นิ้ว มีความจุคือเป็นปริมาตร $\frac{1}{30}$ ล.บ. ฟุต (0.945 ลิตร) บรรจุดินเป็น 3 ชั้น กระทุ้งชั้นละ 25 ครั้ง พลังงานที่ใช้บดอัดเท่ากับ 12,400 ฟุต-ปอนด์/ล.บ. ฟุต รูปที่ 6 เป็นเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในมวลดินกับความหนาแน่นของมวลดิน ดินปนทรายมีความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ 127.5 ปอนด์ ต่อลูกบาศก์ฟุต โดยมีปริมาณน้ำในมวลดินเท่ากับ 9.15 % และดินลูกรังมีความหนาแน่นของมวลดินมากที่สุดเท่ากับ 137.3 ปอนด์ ต่อ ล.บ. ฟุต โดยมีปริมาณน้ำในมวลดินเท่ากับ 7.1 %

ข. วิธีในสนาม โดยใช้เครื่องกระทุ้งดินแบบเหล็ก ลักษณะดังรูปที่ 7 เป็นเครื่องกระทุ้งที่มีลูกตุ้มเหล็กหนัก 4350 กรัม ยกสูง 0.45 เมตร แล้วปล่อยให้ตกลงมา กระทุ้งดินในแบบไมขนาด 10 x 15 x 30 ซม. กระทุ้งดินทั้งหมด 25 ครั้ง พลังงานที่ใช้บดอัดเท่ากับ 2223 ฟุต-ปอนด์ ต่อ ล.บ. ฟุต รูปที่ 8 เป็นเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในมวลดินกับความหนาแน่นของมวลดิน จากรูปดินปนทรายมีความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ 112 ปอนด์ ต่อ ล.บ. ฟุต และมีน้ำในมวลดิน 13.6 % ส่วนดินลูกรังมีความหนาแน่นมากที่สุด 125.4 ปอนด์ ต่อ ล.บ. ฟุต และมีน้ำในมวลดิน 11.1 %

การหาค่า OPTIMUM MOISTURE CONTENT ทั้ง 2 วิธี พลังงานของการบดอัดวิธี Standard Proctor มากกว่าประมาณ 5 เท่า แต่ความหนาแน่นของดินปนทรายเพิ่มขึ้นเพียง 15.5 ปอนด์ ต่อ ล.บ. ฟุต และดินลูกรังเพิ่มขึ้นเพียง 11.9 ปอนด์ ต่อ ล.บ. ฟุต ซึ่งนับว่าเพิ่มขึ้นน้อยมากเมื่อเทียบกับพลังงานและเวลาที่สูญเสีย เพราะฉะนั้น การทำบดอัดดินซีเมนต์นี้ จะใช้พลังงานในการบดอัด 2223 ฟุต-ปอนด์ ต่อ ล.บ. ฟุต และปริมาณน้ำที่ชื้นสม จะใช้เท่ากับค่าที่ได้จากวิธีในสนามและวิธี Standard Proctor นั่นคือปริมาณน้ำที่ชื้นสมในดินปนทรายใช้ 9.15 % และ 13.6 % และปริมาณน้ำที่ชื้นสมในดินลูกรัง ใช้ 7.1% และ 11.1 %

การผสมดินและซีเมนต์

ปริมาณดินที่ใส่แต่ละครั้งหนัก 28 ก.ก. สามารถหว่านลอคดินซีเมนต์ได้ 3 ก้อน เพื่อไม่ให้ซีเมนต์เกิดการ set ตัวก่อน ซีเมนต์ที่เลือกใช้ในการวิจัยเป็นพอร์ตแลนด์ ซีเมนต์ TYPE 1 ปริมาณซีเมนต์ที่ใส่ผสมดินประกอบควย 2.5 %, 5 %, 75 % และ 10 % ของน้ำหนักดิน ก่อนผสมซีเมนต์หาปริมาณความชื้นในดินว่ามีอยู่เท่าไร หลังจากผสม ดินและซีเมนต์ จนส่วนผสมมีลักษณะเป็นสีเดียวกัน จึงเติมน้ำลงไปเพื่อให้ดินมีปริมาณความ ชื้นเท่ากับที่หาได้จาก Standard Proctor และวิธีในสนาม และเนื้อเปอร์เซนต์น้ำของ น้ำหนักซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้น นั่นคือ ดินปนทรายจะเพิ่มน้ำมากขึ้น 9.15 % และ 13.6 % ของ น้ำหนักซีเมนต์ที่ผสม และดินลูกรังจะเพิ่มน้ำ 7.1 % และ 11.1 % ของน้ำหนักซีเมนต์ที่ผสม ผสมดินอีกครั้งจนดินมีความชื้นเท่า ๆ กัน จึงตักดินลงในแบบ แบบที่ใช่เป็นแบบไม้ขนาด 10 x 15 x 30 ทำจากไม้เนื้อแข็งหนา 1 นิ้ว ดังรูปที่ 9 แบบนี้เป็นแบบที่ง่ายต่อการ แกะแบบออกจากมวลลอคดิน และสามารถแกะแบบออกทันทีที่กระทุ้งเสร็จ หลังจากกระทุ้ง เสร็จ 25 ครั้ง ปล่อยให้ไวสักครู่ จึงแกะแบบออกทำชุดต่อไป

การบ่ม

มวลลอคดินซีเมนต์ที่เทึงแกะแบบออกไม่ควรเคลื่อนย้ายไปจากตำแหน่งเดิมทันที ต้องทิ้งไว้ 24 ช.ม. จึงขนไปกองรวมไว้ในบริเวณที่มีหลังคาคลุม ป้องกันถูกแดดและฝน และควรวางอยู่บนพื้นที่ที่แห้งน้ำท่วมไม่ถึง พรมน้ำให้ชื้นเวลา 7 วัน และเมื่อครบ 28 วัน จึงนำไปใช้งานได้

การทดลองกำลังอัด

เพื่อศึกษาการรับกำลังอัดของมวลลอคดินซีเมนต์ ได้แบ่งการทดลองของมวลลอคดิน ซีเมนต์เมื่อมีอายุครบ 7 วัน, 14 วัน และ 28 วัน ตามลำดับ และนำมวลลอคดินซีเมนต์ไป แชน่า 48 ช.ม. หลังจากได้อายุตามต้องการแล้วทดลองกำลังอัดทั้งทางคาน Flat size

และ Edge size บล็อกคินซีเมนต์ที่นำเข้าเครื่องทกลอง ควรมีแผ่นไม้หนาประมาณ 3 ม.ม. 2 ชุด ชุดละ 3 แผนวางประกบบน และล่างของบล็อกคินซีเมนต์ แล้วจับบล็อกคินซีเมนต์ที่อยู่กึ่งกลางเครื่องกด ดังแสดงในรูปที่ 10 โดยใช้อัตราการกด 14 ก.ก.ต่อ ต.ร.ช.ม. ต่อนาที จนบล็อกคินซีเมนต์แตกกร้าว เมื่อใดก็ตามที่แรงอัดประลัยหารช่วยพื้นที่หน้าตัดของบล็อก จะใดก็ตามกำลังอัดประลัยแต่ละตัวอย่าง

การทกลองกำลังคัก

การศึกษารับกำลังคักของบล็อกคินซีเมนต์จากบล็อกคินซีเมนต์ที่มีอายุครบ 7 วัน และ 28 วัน จำนวน 32 ก้อน และหลังจากแช่น้ำ 48 ช.ม. จึงนำเข้าเครื่องทกลอง โดยให้ฐานรองรับห่างกัน 20 ช.ม. มีแรงกดที่กึ่งกลางของบล็อกคินซีเมนต์ ทกลองทั้งทางด้าน Flat size และ Edge size ค่ากำลังคักแตกกร้าว หาได้จากสูตร

$$R = \frac{3 P_{max} L}{2 b d^2}$$

$$P_{max} = \text{ค่าแรงกดสูงสุดที่นำไหลบล็อกแตกกร้าว}$$

$$L = \text{ช่วงฐานรองรับ 20 ช.ม.}$$

การทกลองการดูคิมน้ำ

เครื่องมือในการทกลองมีดังนี้

- ก. เครื่องชั่งที่สามารถชั่งน้ำหนักได้ถึง 20 ก.ก. และมีความละเอียด 10 กรัม
- ข. เตาอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ $110 \pm 5^{\circ}C$
- ค. อ่างน้ำเพื่อใช้สำหรับแช่บล็อกคินซีเมนต์ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง

การทกลองการดูคิมน้ำได้แยกเป็น 2 กรณี กรณีแรกทกลองโดยนำตัวอย่างบล็อกคินซีเมนต์แต่ละก้อนอบในเตาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ $110 \pm 5^{\circ}C$ เป็นเวลา 24 ช.ม. จึงนำ

บลอคคินซีเมนต์ที่แห้งซึ่งทาน้ำหนัก แล้วนำไปแช่ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ช.ม.
บลอคคินซีเมนต์ที่นำขึ้นจากอ่างน้ำของเซ็คไทเอแห้งแล้วซึ่งน้ำหนักอีกครั้งทันที หากหาความสามารถ
ในการดูดซึมน้ำเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักได้จากสูตร

$$X = \frac{100 (B-A)}{A}$$

B = น้ำหนักของบลอคคินซีเมนต์หลังจากแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

A = น้ำหนักของบลอคคินซีเมนต์หลังจากอบแห้ง

กรณีที่สองทดลองการดูดซึมน้ำของบลอคคินซีเมนต์ โดยเทียบกับระยะเวลาที่
แช่ในน้ำ นำตัวอย่างบลอคคินซีเมนต์แต่ละก้อนอบในเตาอบในแห้งที่อุณหภูมิ $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำบลอคคินซีเมนต์ที่แห้งซึ่งทาน้ำหนัก แล้วนำบลอคคินซีเมนต์แช่ในน้ำและชั่งน้ำหนัก
บลอคคินซีเมนต์หลังการแช่น้ำเวลา $\frac{1}{2}$ ช.ม., 1 ช.ม., 2 ช.ม., 4 ช.ม. 1 วัน....
จนกระทั่งเห็นว่าบลอคคินซีเมนต์ที่แช่ในน้ำมีน้ำหนักคงที่

การทดลองความคงทนต่อสภาพอากาศ

เครื่องมือในการทดลองมี

- ก. เครื่องชั่งที่สามารถชั่งน้ำหนักได้ถึง 20 ก.ก. และมีความละเอียด
10 กรัม
- ข. เตาอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ และที่ $71 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ค. อ่างน้ำสำหรับแช่บลอคคินซีเมนต์
- ง. แปรงลวดที่ทำจากเส้นลวดขนาด 0.40 ม.ม. รวม 50 กลุ่ม แต่ละ
กลุ่มมีเส้นลวด 10 เส้น เรียงเป็นแถวในแนวยาว 5 แถว และในแนวขวาง 10 แถว

วิธีการทดลอง

- ก. อบตัวอย่างบลอคคินซีเมนต์ในเตาอบที่อุณหภูมิ $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ อย่างน้อย
12 ชั่วโมง หรืออบจนกระทั่งน้ำหนักบลอคคินซีเมนต์คงที่ แล้วจึงชั่งน้ำหนักของบลอคคินซีเมนต์

ที่แห้ง จากนั้นจึงนำไปแช่ในอ่างน้ำ

ข. แช่ตัวอย่างบลอคคินซีเมนต์ ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จึงนำเขาเตาอบอีกครั้ง อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 71°C เป็นเวลา 42 ชั่วโมง นำบลอคคินซีเมนต์มาชั่งดูความแปรปรวนตลอดคณิวิของบลอคคความแรงกบประมาณ 1.5 ก.ก. การชั่งดู จะชั่งที่ผิวหน้าและหลังบลอค หน้าละ 18-20 ครั้ง ด้านข้างบลอคจะชั่งดูหน้าละ 4 ครั้ง และด้านหัวท้ายจะชั่งดูหน้าละ 2 ครั้ง เมื่อชั่งเสร็จแล้วถือว่าทำการทดลองนี้ครบ 1 รอบ

ค. ทำอย่างเดียวกับข้อ ข. จนครบ 12 รอบ จึงนำบลอคคินซีเมนต์เข้าเตาอบอีกครั้ง อบให้แห้งที่อุณหภูมิ $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ จนกระทั่งน้ำหนักบลอคคินซีเมนต์คงที่ แล้วชั่งหาน้ำหนักครั้งสุดท้าย

ง. หามวลของบลอคคินซีเมนต์ที่สูญเสียในการทดลองจาก

$$\text{ปริมาณคิน ซีเมนต์ที่สูญเสีย \%} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

W_i = น้ำหนักบลอคคินซีเมนต์หลังอบแห้งก่อนการทดลอง

W_f = น้ำหนักบลอคคินซีเมนต์หลังอบแห้ง หลังการทดลอง 12 รอบ