หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองในบทนี้ได้ทดลองจากตัวอย่างบล็อคดิน ซีเมนต์ จำนวนทั้งหมด 280 ก้อน จำนวนบล็อคดินที่ใช้ทดลองกำลังอัด, กำลังแรงดัด, การดูดซึมน้ำ และการหนดอสภาพอากาศได้แสดงอยู่ในตารางที่ 3

คุณสมบัติของดิน

การกระจายส่วนคละของดิน รูปที่ 11 แสดงการกระจายส่วนคละของดินปนทรายและดินลูกรัง จากเส้นกราฟของดินปนทรายจะมีมวลดินผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เท่ากับ 43.28 % และดินลูกรังมีมวลดินผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เท่ากับ 29 %

United Nations กล่าวถึงว่าดินที่เหมาะในการทำบล็อคดิน ซีเมนต์ควรจะมีมวลดินค้างบนตะแกรงเบอร์ 200 อย่างน้อย 45 % และไม่เกิน 80 %[12]

U.S. Department of Housing (1955) กำหนดไว้ว่าดินที่เหมาะสำหรับทำบล็อคดิน ควรจะมีมวลดินค้างอยู่บนตะแกรงเบอร์ 200 ประมาณ 40 % - 75 %

S. Cytryn (1957) ได้พูดถึงดินที่เหมาะสำหรับทำบล็อคดิน ไม่ควรจะมีมวลดินที่เล็กกว่า 0.005 ม.ม. เกินกว่า 20 % โดยน้ำหนักของดิน และไม่ควรต่ำกว่า 10 %[17]

A.A. Hammond (1972) ได้กล่าวถึงดินลูกรังที่ใช้สำหรับทำบล็อคดิน ว่าควรจะมีมวลดินลูกรังที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 อยู่ในช่วง 69 % ถึง 18 % และมวลดินที่เล็กกว่า 0.005 ม.ม. ควรจะอยู่ช่วงระหว่าง 36 % ถึง 8 %[1]

จากข้อกำหนดของ United Nations (1964) และ U.S. Department of Housing (1955) จะเห็นว่าตัวอย่างดินปนทรายและดินลูกรังอยู่ในข้อกำหนดนี้ ในกรณีของ Cytryn (1957) และ A.A. Hammond (1972) จะเห็นว่าทั้งดินปนทราย

และดินลูกรังมีมวลดินที่เล็กกว่า 0.005 ม.ม. น้อยกว่าที่กำหนดไว้

<u>ความถ่วงจำเพาะ</u> โดยปกติดินลูกรังจะมีความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 2.5 ถึง 3.2 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของดินลูกรังและเปอร์เซนต์เหล็กออกไซด์ในมวลดิน จากผลการทดลองดินลูกรังมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.51 แสดงว่ามีเหล็กออกไซด์ในมวลดินน้อย สำหรับตัวอย่างดินปนทรายหาค่าความถ่วงจำเพาะได้เท่ากับ 2.64

<u>Atterberg Limit</u> จากผลการทดลองดินปนทรายมีค่า Liquid Limit เท่ากับ 21.5 % และ Plasticity Index เท่ากับ 2.3 % ส่วนดินลูกรังมีค่า Liquid Limit เท่ากับ 19.6 % และ Plasticity Index เท่ากับ 4.92

A.A. Hammond (1972) กำหนดค่า Liquid Limit ของดินลูกรังที่ใช้ทำบล็อคดินไว้ว่า ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 30 % ถึง 40%. และค่า Plasticity Index ควรจะอยู่ระหว่าง 10 % ถึง 20 %(1)

U.S. Department of Housing (1955) ได้กำหนดค่า Plasticity Index ของดินที่ใช้ทำบล็อคดินไว้ว่า ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 2 % ถึง 15 %(4)

Cytryn (1957) กำหนดค่า Plasticity Index ของดินว่าไม่ควรเกิน 20 % และควรจะต่ำกว่า 10 % ส่วนค่า Liquid Limit ไม่ได้กำหนดไว้(16)

Indian Standards Institution (1965) กำหนดค่า Plasticity Index ของดินไว้อย่างเดียวว่า ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 7%ถึง 12 %(15)

จากข้อกำหนดต่างๆ ที่กล่าวมา จะเห็นว่าตัวอย่างดินปนทราย และตัวอย่างดินลูกรังที่นำมาทดลองจะมีค่า Plasticity Index ต่ำกว่าข้อกำหนดของ A.A. Hammond และ Indian Standards แต่สำหรับข้อกำหนดของ U.S. Department of Housing และของ Cytryn ตัวอย่างดินทั้งสองชนิดใช้ได้

การจำแนกประเภทดิน

การจำแนกประเภทดินมีวิธีการจำแนกหลายวิธีด้วยกันคือ

1. AASHO Soil Classification System เป็นการจำแนกประเภทของดินเพื่อใช้สำหรับงานทางหลวงและสนามบิน โดยแบ่งดินออกเป็น 7 กลุ่ม ตั้งแต่ A-1 ถึง A-7 การจำแนกแบบนี้ จำแนกตามขนาดของเม็ดดิน และตามสถานะภาพความเหลว ตัวอย่างดินปนทรายจำแนกประเภทดินวิธีนี้จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-4 ส่วนดินลูกรังจะจัดอยู่ในกลุ่ม A-2-4

2. Unified Soil Classification System การจำแนกดินประเภทนี้เช่นเดียวกับ AASHO คือจำแนกดินตามขนาดของเม็ดดินและตามสภาพความเหลว แบ่งดินออกเป็นกลุ่ม ๆ คือ กรวด (G), ทราย (S), Inorganic Silt และทรายเม็ดละเอียด (M), Inorganic Clay (C), และ Organic Silt และ Clay (O) ในแต่ละกลุ่มยังแบ่งย่อยออกไปอีกตามคุณสมบัติของดิน ตัวอย่างดินปนทรายจำแนกประเภทดินวิธีนี้จัดอยู่ในกลุ่ม SM ส่วนดินลูกรังจะจัดอยู่ในกลุ่ม SM, SC

3. U.S. Bureau of Soils การจำแนกดินประเภทนี้อาศัย Triangular Soil Classification Chart ภายใน Chart จะแบ่งดินออกหลายชนิดตามเปอร์เซนต์ ดินเหนียว (Clay), ทรายเม็ดปน (Silt), และทราย (Sand) ตัวอย่างดินปนทรายและดินลูกรัง จำแนกประเภทดินตามวิธีนี้จะจัดเป็นดินชนิด Sandy Loam

G.F. Middleton (1952) ได้กล่าวไว้ว่าดินที่เหมาะสำหรับทำบล็อคดิน ได้แก่ดินประเภท Sandy Loam และ Loam เพราะฉะนั้นตัวอย่างดินปนทรายและดินลูกรังที่ใช้ในการวิจัยจัดว่าเป็นดินที่ใช้ได้(3)

ตารางที่ 4 เป็นตารางที่แสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของตัวอย่างดินที่นำมาวิจัย

กำลังอัด

ปริมาณบล็อคดินซีเมนต์ที่ใช้ทดลองด้านกำลังอัดทั้งหมด 136 ก้อน เปอร์เซนต์ซีเมนต์ที่ใช้ผสมมีตั้งแต่ 2.5 %, 5 %, 7.5 %, และ 10 % ของน้ำหนักดิน บล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายหล่อขึ้นจากดินที่มีความชื้นเท่ากับ OPTIMUM MOISTURE CONTENT และที่จุดต่ำกว่า OPTIMUM MOISTURE CONTENT 4.4 % ส่วนบล็อคดินซีเมนต์ของดินลูกรังหล่อขึ้นจากดินที่มีความชื้นเท่ากับ OPTIMUM MOISTURE CONTENT และที่จุดต่ำกว่า OPTIMUM 4 %

รูปที่ 12 เป็นเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอายุบล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทราย โดยมีแรงกดทางด้านแบน (FLAT SIZE) และรูปที่ 13 เป็นเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดกับอายุบล็อคดินซีเมนต์ของดินลูกรัง โดยมีแรงกดทางด้านแบน (FLAT SIZE) จากรูปทั้งสี่สรุปได้ดังนี้

ก. กำลังอัดของบล็อคดินซีเมนต์เพิ่มขึ้นตามอายุของบล็อค

ข. กำลังอัดบล็อคดินซีเมนต์ของดินลูกรังมากกว่าบล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายที่มีส่วนผสมของซีเมนต์และอายุเท่ากัน ทั้งนี้เพราะว่าดินลูกรังมีการกระจายส่วนคละของมวลดีกว่า และดินลูกรังมีพวกเหล็กออกไซด์ผสมอยู่

รูปที่ 14 ถึง 19 เป็นเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและเปอร์เซนต์ซีเมนต์ในบล็อคดินปนทรายและดินลูกรัง จากรูปกำลังอัดของบล็อคดินซีเมนต์เพิ่มขึ้น ในขณะที่เปอร์เซนต์ซีเมนต์ในบล็อคดินมากขึ้น

ตารางที่ 5 ถึงตารางที่ 10 แสดงผลการทดลองกำลังอัดของบล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายและดินลูกรัง

Indian Standards Institution กำหนดไว้ว่ากำลังอัดของบล็อคดินซีเมนต์ที่มีอายุครบ 28 วัน และแช่ในน้ำ 48 ชั่วโมงก่อนการทดลองจะต้องรับกำลังอัดไม่น้อยกว่า 18 ก.ก. ต่อ ต.ร.ซ.ม. มาตราฐาน ASTM และ BSS ไม่ได้กำหนดกำลังอัด

ของบล็อคดินซีเมนต์จากผลการทดลองกำลังอัดของบล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายที่มีซีเมนต์ผสม 5 % มีบางตัวอย่างกำลังอัดต่ำกว่า 18 ก.ก. ต่อ ต.ร.ซ.ม. เพราะฉะนั้นบล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายจะต้องมีซีเมนต์ผสมอย่างน้อย 7.5 % ของน้ำหนักดิน ในกรณีบล็อคดินซีเมนต์ของลูกรังที่มีซีเมนต์ผสม 2.5 % ตัวอย่างที่ให้ค่ากำลังอัดต่ำสุดเท่ากับ 24.40 ก.ก. ต่อ ต.ร.ซ.ม. ซึ่งมากกว่า 18 ก.ก. ต่อ ต.ร.ซ.ม. เพราะฉะนั้นบล็อคดินซีเมนต์ที่มีซีเมนต์ผสม 2.5 % ใช้ได้ ตารางที่ 35 แสดงการเปรียบเทียบกำลังอัดของบล็อคดินซีเมนต์และวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ

<u>กำลังดัด</u>

ปริมาณบล็อคดินซีเมนต์ที่ใช้ทดลองด้านกำลังอัดทั้งหมด 32 ก้อน เปอร์เซนต์ซีเมนต์ที่ใช้ผสมมีตั้งแต่ 2.5 %, 5 %, 7.5 % และ 10 % ของน้ำหนักดิน บล็อคดินซีเมนต์หล่อจากดินที่มีความชื้นเท่ากับจุด OPTIMUM MOISTURE CONTENT

ตารางที่ 11 ถึง 14 แสดงผลการทดลองกำลังดัดของบล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายและดินลูกรัง

รูปที่ 20 ถึง 23 เป็นเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดัดและเปอร์เซนต์ซีเมนต์ในบล็อคดินซีเมนต์ จากรูปกำลังดัดของบล็อคดินซีเมนต์สูงขึ้นในขณะที่เปอร์เซนต์ซีเมนต์ในบล็อคดินเพิ่มขึ้น และกำลังดัดของบล็อคดินซีเมนต์เพิ่มขึ้นตามอายุของบล็อค

ASTM, BSS และIndian Standard Institution ไม่ได้กำหนดกำลังดัดของบล็อคดินซีเมนต์ไว้ G.F. Middleton กำหนดไว้ว่ากำลังดัดของบล็อคดินไม่ควรต่ำกว่า 4 ก.ก. ต่อ ต.ร.ซ.ม. จากผลการทดลองกำลังดัดบล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายและดินลูกรังที่มีซีเมนต์ผสม 2.5 % สามารถรับกำลังแรงดัดมากกว่า 4 ก.ก. ต่อ ต.ร.ซ.ม.

ตารางที่ 36 แสดงการเปรียบเทียบกำลังอัดของบล็อคดินซีเมนต์และวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ

การดูดซึมน้ำ

บล็อคดินซีเมนต์ที่ใช้ทดลองเป็นบล็อคดินซีเมนต์ที่ผสมซีเมนต์ 2.5 %, 5 % 7.5 % และ 10 % และเป็นบล็อคดินที่หล่อจากดินที่มีปริมาณความชื้นเท่ากับ OPTIMUM MOISTURE CONTENT และจุดต่ำกว่า OPTIMUM 4 % สำหรับดินลูกรัง และ 4.4 % สำหรับดินปนทราย

ตารางที่ 15 ถึง 32 เป็นผลการทดลองการดูดซึมน้ำของบล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายและดินลูกรัง

รูปที่ 24 และ 25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมน้ำใน 24 ชม. และเปอร์เซนต์ซีเมนต์ในบล็อคดินซีเมนต์ จากรูปสรุปได้ดังนี้

ก. การดูดซึมน้ำของบล็อคดินซีเมนต์ที่หล่อขึ้นจากดินที่มีความชื้นเท่ากับ OPTIMUM MOISTURE CONTENT จะน้อยกว่าบล็อคดินซีเมนต์ที่หล่อขึ้นจากดินที่มีความชื้นต่ำกว่าจุด OPTIMUM โดยที่บล็อคดินซีเมนต์มีส่วนผสมซีเมนต์และอายุเท่ากัน

ข. บล็อคดินซีเมนต์ที่อายุ 28 วันจะดูดซึมน้ำน้อยกว่าที่อายุ 14 วัน โดยที่บล็อคดินซีเมนต์มีส่วนผสมซีเมนต์และปริมาณความชื้นในดินเท่ากัน

รูปที่ 26 ถึง 29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมน้ำและเวลาของบล็อคดินซีเมนต์จากรูปสรุปได้ว่า

ก. บล็อคดินซีเมนต์ของดินลูกรังจะดูดซึมน้ำน้อยกว่าของดินปนทราย

ข. อัตราการดูดซึมน้ำของบล็อคดินซีเมนต์ของดินลูกรังเร็วกว่าของดินปนทราย

ค. การเพิ่มเปอร์เซนต์ซีเมนต์ในบล็อคดินจะช่วยลดการดูดซึมน้ำ

Indian Standard กำหนดค่าปริมาณน้ำที่ยอมให้ดูดซึมมากสุดของบล็อคดินซีเมนต์หลังจากแช่น้ำ 24 ชม. จะต้องไม่เกิน 15% ของน้ำหนักบล็อค และ Nasir ได้กำหนดการดูดซึมน้ำของบล็อคดินซีเมนต์หลังจากแช่น้ำ 24 ชม. จะต้องไม่เกินค่า shrinkage limit ของดินที่ใช้ทำบล็อค จากผลการทดลองของบล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายและดินลูกรังที่มีซีเมนต์ผสม2.5% และอายุครบ28 วันอยู่ในข้อกำหนด

ตารางที่ 37 แสดงการเปรียบเทียบการดูดซึมน้ำของบล็อคดินซีเมนต์และวัสดุก่อสร้างอื่นๆ

ความคงทนต่อสภาพอากาศ

ปริมาณบล็อคดินซีเมนต์ที่ใช้ทดลองทั้งหมด24 ก้อน เป็นดินปนทราย12 ก้อน และดินลูกรัง12 ก้อน เปอร์เซนต์ซีเมนต์ที่ใช้มี2.5%, 5 %, 7.5 % และ10 % ของน้ำหนักบล็อคดิน

ตารางที่33 และ34 แสดงผลการทดลองความคงทนต่อสภาพอากาศของบล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายและดินลูกรัง

รูปที่ 30 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ของมวลดินซีเมนต์ที่สูญเสียและเปอร์เซนต์ซีเมนต์ในบล็อคดินซีเมนต์ จากรูปปริมาณมวลดินที่สูญเสียหลังการทดลองลดลง เร็วมาก เมื่อเปอร์เซนต์ซีเมนต์เพิ่มขึ้นจาก2.5% เป็น 5% และปริมาณมวลดินที่สูญเสียจะลดลงน้อยมากเมื่อเปอร์เซนต์ซีเมนต์เพิ่มจาก5 % ขึ้นไป บล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายจะสูญเสียมวลดินซีเมนต์มากกว่าบล็อคดินซีเมนต์ของดินลูกรัง

Indian Standard Institution ได้กำหนดปริมาณมวลดินที่ยอมให้สูญเสียมากที่สุดหลังจากการทดลองผ่านไป 12 รอบ จะต้องไม่เกิน 10 % ผลการทดลองบล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายที่ผสมซีเมนต์ 2.5 % จะสูญเสียมวลดิน 40.8 % ในขณะที่บล็อคดินซีเมนต์ของดินปนทรายที่ผสมซีเมนต์ 5 % สูญเสียมวลดินเพียง 3.16 % ซึ่งต่ำกว่ามาตราฐาน เพราะฉะนั้นตัวอย่างดินปนทรายจะต้องมีซีเมนต์ผสม 5 % ในกรณีบล็อคดินซีเมนต์ของดินลูกรังที่มีซีเมนต์ผสม 2.5 % จะมีมวลดินสูญเสีย 5.5 % ซึ่งค่านี้ต่ำกว่ามาตรฐาน แต่เนื่องจากดินลูกรังเป็นมวลหยาบ หลังการทดลองบล็อคดินซีเมนต์ของดินลูกรังที่ผสมซีเมนต์ 2.5 % ดูแล้วไม่สวย เพราะฉะนั้น ตัวอย่างดินลูกรังควรจะผสมซีเมนต์ 5 % เป็นอย่างต่ำ

จากการพิจารณาผลการทดลองทางด้านกำลังอัด, กำลังดัด, การดูดซึมน้ำ, ความคงทนต่อสภาพอากาศและความสวยงามของตัวอย่างบล็อคดินซีเมนต์ทั้งสองเห็นว่า ตัวอย่างดินปนทรายจากจังหวัดกาญจนบุรี ควรจะมีซีเมนต์ผสม 7.5 % โดยน้ำหนักเป็นอย่างน้อย และตัวอย่างดินลูกรังจากจังหวัดฉะเชิงเทราควรจะมีซีเมนต์ผสม 5 % โดยน้ำหนักเป็นอย่างน้อย จากผลการทดลองเห็นว่าบล็อคดินซีเมนต์ที่หล่อจากดินที่มีความชื้นเท่ากับ OPTIMUM จะให้ผลการทดลองดีกว่าดินที่มีความชื้นต่ำกว่า OPTIMUM ประมาณ 4 % ไม่มาก แต่ทางด้านปฏิบัติจะเห็นว่าดินที่มีความชื้นที่จุด OPTIMUM สภาพดินค่อนข้างเหนียวและเปียก ทำให้ยากต่อการทำงานและเวลาแกะแบบออก ส่วนผสมดินซีเมนต์จะเหนียวเกาะติดแบบออกมาทำให้บล็อคขาดความสวยงาม เพราะฉะนั้นตัวอย่างดินปนทรายของจังหวัดกาญจนบุรีควรจะผสมน้ำ 9 % ถึง 10 % และตัวอย่างดินลูกรังของจังหวัดฉะเชิงเทราควรจะผสมน้ำ 7 % ถึง 8 % ทั้งนี้เพราะง่ายต่อการทำงานและได้บล็อคที่สวยงาม

<u>ต้นทุนการผลิต</u>

การผลิตบล็อคดินซีเมนต์มีกรรมวิธีการผลิตอย่างง่าย ๆ ไม่จำเป็นต้องใช้ช่างที่มีฝีมือ ชาวชนบทสามารถผลิตในเวลาว่างจากการงานที่ทำอยู่ แทนการซื้ออิฐมอญหรือคอนกรีตบล็อค ช่วยประหยัดเงินค่าก่อสร้างและค่าขนส่ง

ต้นทุนการผลิตบล็อคดินซีเมนต์ประกอบด้วย

ก. เครื่องกระทุ้งบดอัดดิน

ข. แบบไม้สำหรับทำบล็อคดินซีเมนต์

ค. ค่าแรงงาน

ง. ซีเมนต์

จ. ดิน

ก. เครื่องกระทุ้งบดอัดดิน รูปที่ 31 ข เป็นเครื่องกระทุ้งแบบง่าย ๆ ที่สามารถทำขึ้นเอง ราคาประมาณ 500 บาท และมีอายุใช้งาน 120 วัน เพราะฉะนั้นเครื่องกระทุ้งวันหนึ่งคิดเป็นเงิน 4.16 บาท

ข. แบบไม้ รูปที่ 31 ก. เป็นแบบไม้สำหรับทำบล็อคดินซีเมนต์ได้หลายก้อนในแบบชุดเดียวกัน จากรูปเป็นแบบไม้สำหรับทำบล็อคดินซีเมนต์ ได้ 4 ก้อน ราคาประมาณ 50 บาท และมีอายุใช้งานสำหรับทำบล็อคดินซีเมนต์ได้ 50 ครั้ง เพราะฉะนั้นบล็อคดินซีเมนต์ก้อนหนึ่งจะต้องเสียค่าไม้แบบ 0.25 บาท

ค. ค่าแรงงาน สมมติวันหนึ่งใช้คนงาน 4 คน สามารถผลิตบล็อคได้ 200 ก้อน ค่าแรงงานตามชนบทคนละ 35 บาท เพราะฉะนั้นวันหนึ่งคิดเป็นเงิน 140 บาท

ง. ราคาซีเมนต์ ปริมาณซีเมนต์ที่ใช้ผลิตบล็อคดินเท่ากับ 7.5 % ของน้ำหนักบล็อค บล็อคดินซีเมนต์ก้อนหนึ่งเฉลี่ยหนัก 9 ก.ก. จำนวน 200 ก้อน หนัก 1800 ก.ก. เพราะฉะนั้นจะใช้ซีเมนต์หนัก 135 ก.ก. คิดเป็นเงิน $\frac{135 \times 60}{50}$ = 162 บาท

จ. ราคาค่าดิน ราคาค่าดิน ลูกบาศก์เมตรละ 12.50 บาท บล็อคดิน 160 ก้อน คิดเป็นปริมาตร $200 \times 0.3 \times 0.15 \times 0.10 = 0.90$ ลูกบาศก์เมตร เป็นปริมาตรอัดแน่นแล้ว ถ้าอยู่ในสภาพดินทั่ว ๆ ไปคิดเป็นปริมาตร $= 0.9 \times 1.5 = 1.35$ ลูกบาศก์เมตร เพราะฉะนั้นคิดเป็นเงิน 16.9 บาท

จากองค์ประกอบทั้งห้าที่กล่าวมา บล็อคดินซีเมนต์ก้อนหนึ่งคิดเป็นเงิน

$$\frac{(4.16 + 140 + 162 + 16.9)}{200} + 0.25$$

$$= 1.86 \text{ บาท}$$

เพราะฉนั้นบล็อคคินซีเมนต์หนึ่งก้อนคิดเป็นเงินค่าเครื่องกระทุ้งเท่ากับ 1.12 % ค่าแบบไม้ 13.44 % ค่าแรงงาน 37.62 % ค่าซีเมนต์ 43.55% และค่าคิน 4.5 % จะเห็นว่าค่าบล็อคคินซีเมนต์ก้อนหนึ่งๆจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับค่าซีเมนต์และค่าแรงงานเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในกรณีที่ถือว่าแรงงานเป็นแรงงานของชาวชนบทที่ว่างจากฤดูการทำนาและผลิตสะสมไว้ใช้เอง ค่าแรงจึงไม่ต้องนำมาคิด นอกจากนี้ยังมีค่าคินตามชนบทซึ่งไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซัดซื้อ เพราะฉนั้นบล็อคคินก้อนหนึ่งคิดเป็นเงินเท่ากับ

$$\frac{(4.16 + 162)}{200} + 0.25 = 1.08 \text{ บาท}$$

<u>การเปรียบเทียบราคาบล็อคคินซีเมนต์ , ซิรุมอญ และคอนกรีตบล็อคในพื้นที่ 1 ตารางเมตร</u>

ในพื้นที่หนึ่งตารางเมตรใช้บล็อคคินซีเมนต์ขนาด 30x15x10 ซม. จำนวน 20 ก้อนคิดเป็นเงิน 20x1.08 = 21.60 บาท ค่าวัสดุก่อ 1 ตารางเมตรคิดเป็นเงิน 15 บาท และค่าแรงก่อบล็อคคินซีเมนต์ตารางเมตรละ 20 บาท เพราะฉนั้นในเนื้อที่ 1 ตารางเมตรผนังบล็อคคินซีเมนต์คิดเป็นเงินเท่ากับ 56.60 บาท

ในพื้นที่หนึ่งตารางเมตรใช้อิฐมอญ 140ก้อน ก้อนหนึ่งราคา 0.30 บาทเพราะฉนั้นคิดเป็นเงิน 41.40 บาท ค่าปูนก่อและค่าแรง ตารางเมตรละ 40 บาท ค่าฉาบปูนและค่าแรงตารางเมตรละ 45 บาท เพราะฉนั้นในเนื้อที่ 1 ตารางเมตรคิดเป็นเงิน 126.40 บาท

ในพื้นที่หนึ่งตารางเมตรใช้คอนกรีตบล็อคขนาด 39x19x9 ซม.จำนวน 13 ก้อน ราคาก้อนละ 3.80 บาท คิดเป็นเงิน 49.40 บาท ค่าแรงและค่าปูนก่อตารางเมตรละ 50 บาท เพราะฉนั้นใน 1 ตารางเมตรคิดเป็นเงิน 99.40 บาท

จากการเปรียบเทียบราคาทั้งสามชนิดในพื้นที่ 1 ตารางเมตร บล็อคคินซีเมนต์จะถูกกว่าซิรุมอญ 69.80 บาทและถูกกว่าคอนกรีตบล็อค 42.80 บาท

<u>วิธีการทำบล็อคดินซีเมนต์และวิธีการก่อสร้าง</u>

ก่อนที่จะขุดดินขึ้นมาใช้งานจำเป็นต้องตรวจสอบคุณสมบัติของดินดูว่ามีทรายทรายเม็ดปน และดินเหนียวผสมอยู่อย่างละกี่เปอร์เซนต์ ซึ่งวิธีการตรวจสอบจะใช้วิธีการตกตะกอน โดยทั่วไปดินที่ใช้ซีเมนต์เป็นสารสเตบิไลซ์เซอร์ ควรจะมีทรายผสมอยู่อย่างน้อย 50 % ทั้งนี้ เพราะว่าดินที่มีทรายผสมอยู่น้อยจะต้องใช้ซีเมนต์มาก ซึ่งจะทำให้ราคาบล็อคดินสูงขึ้น ดินที่ขุดขึ้นมาจะต้องคัดพวกรากไม้ ใบไม้ และสารอินทรีย์ในดินออก และดินที่เกาะกันเป็นก้อนจะต้องทำให้แตกเป็นมวลเล็กแล้วจึงสาดผ่านตะแกรงขนาด 1/4" ปริมาณคนที่จะทำบล็อคดินซีเมนต์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานอย่างน้อยควรจะมี 4 คน ทั้งนี้ เพราะว่าสองคนแรกจะทำหน้าที่ขุดดินและผสมดินซีเมนต์ อีกสองคนจะทำหน้าที่บดอัดดินให้แน่น และเคลื่อนย้ายแบบออกจากบล็อคดินซีเมนต์ ในกรณีที่มีคนเพียงคนเดียว หรือสองคนก็สามารถทำได้ แต่ประสิทธิภาพการทำงานน้อยลง ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินมีความแน่นที่สุดหลังการกระทุ้ง มีวิธีหาอย่างคร่าว ๆ ในสนามดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ในหน้าที่ 11 บล็อคดินซีเมนต์ที่ทำเสร็จแล้วจะนำไปบ่มอย่างน้อย 7 วัน และสามารถนำไปใช้งานได้หลังจาก 28 วันขึ้นไป

การนำบล็อคดินซีเมนต์มาทำเป็นผนังกำแพง โดยทั่วไปฐานรากที่ใช้นิยมทำเป็นฐานรากแบบต่อเนื่อง ถ้าอื่นจะขุดหลุมเพื่อทำฐานรากที่ก้อนหลุมจะต้องกระทุ้งดินให้แน่นและเทคอนกรีตหยาบหนา 10 ซม. United Nation ได้แนะนำฐานรากสำหรับบล็อคดินไว้ 3 แบบ คือ

1. แนะนำให้ใช้ฐานรากแบบคอนกรีตรูปตัวทีหงาย ในบริเวณที่น้ำท่วมถึง

2. แนะนำให้ใช้ส่วนผสมของดิน-ซีเมนต์ โดยใช้อัตราส่วน 10 : 1 โดยปริมาตรมาทำเป็นฐานราก และใช้เครื่องกระทุ้ง กระทุ้งให้แน่นทุก ๆ ความหนา 10 ซม. และการกระทุ้งจะต้องกระทุ้งให้ได้ความแน่นตามต้องการ วิธีนี้เหมาะสำหรับบริเวณที่อยู่สูง น้ำท่วมไม่ถึง

3. แนะนำให้นำบล็อคดินซีเมนต์มาก่อเป็นฐาน ส่วนผสมของดินซีเมนต์ ใช้อัตราส่วน 10 : 1 โดยปริมาตร

หลังจากทำฐานรากเสร็จจึงนำบล็อคดินซีเมนต์ก่อเป็นผนังกำแพง วัสดุก่อที่ใช้

S. Cytryn ได้แนะนำให้ใช้ดิน-ซีเมนต์มาเป็นวัสดุก่อ โดยใช้ซีเมนต์ เป็น 2 เท่าของบล็อคดินซีเมนต์ ทั้งนี้ เพราะว่าวัสดุก่อไม่ได้กระทุ้งให้แน่นเหมือนบล็อคดินซีเมนต์ บริเวณประตูหน้าต่าง United Nation ได้แนะนำไว้ว่าบล็อคดินซีเมนต์บริเวณประตูหน้าต่างให้ทำเป็นรูปตัวยู เพื่อฝังวงกบไว้ข้างในและยึดติดด้วยตะปู ส่วนบริเวณเหนือประตูหน้าต่าง Department of Housing And Urban Developement ได้แนะนำวิธีทำ 2 แบบคือ ให้ใช้คานไม้ขนาด 2" ∤ 6" จำนวน 2 ท่อน โดยวางในแนวตั้ง หรือให้ใช้ส่วนผสมของดินซีเมนต์และกระทุ้งให้แน่น ในแบบที่วางอยู่เหนือช่องประตูหน้าต่าง เพื่อทำเป็นคานรับบล็อคดินซีเมนต์ที่อยู่เหนือขึ้นไป

<u>การเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างบ้านขนาดพื้นที่ 4 ∤ 6 เมตร และ สูง 2.4 เมตร มีประตู 2 ประตู ขนาด 0.75 ∤ 1.80 เมตร ช่องหน้าต่าง ขนาด 1.20 ∤1.00 เมตร ใช้หน้าต่างบานกู จำนวน 4 ช่อง หลังคามุงด้วยสังกะสี มีชายคายื่น 1.50 เมตร ด้านหน้าและหลังของหลังคายื่น 1 เมตร</u>

1. ราคาค่าก่อสร้างที่ใช้บล็อคดินซีเมนต์

ก. ฐานราก ใช้บล็อคดินซีเมนต์ก่อเป็นฐานรากกว้าง 0.60 เมตร ลึก 0.55 เมตร โดยนำบล็อคดินมาก่อเรียงซ้อนกันเป็น 5 ชั้น ชั้นละ 0.10 เมตร ก่อด้วยวัสดุก่อ 5 ชั้น ชั้นละ 1 ซม. เพราะฉะนั้น จะต้องใช้บล็อคดินซีเมนต์ จำนวน 1265 ก้อน คิดเป็นเงิน 1265 ∤ 1.08 = 1366 บาท ค่าวัสดุก่อและค่าแรงก่อฐานรากหนา 0.60 ม. คิดเป็นตารางเมตรละ 80 บาท เพราะฉะนั้น คิดเป็นเงิน 80 ∤ 12.5 = 1000 บาท ค่าแรงขุดหลุมฐานรากคิวละ 26 บาท เพราะฉะนั้นคิดเป็นเงิน 26 ∤ 8.5 = 221 บาท ค่าคอนกรีตหยาบใต้ฐานรากหนา 0.10 ม. คิดเป็นเงิน 600 ∤ 1.3 = 780 บาท เพราะฉะนั้น ราคาฐานรากรวมทั้งสิ้นคิดเป็นเงิน 1366 + 1000 + 221 + 780 = 3367 บาท

ข. พื้นที่ผนังบล็อคดินซีเมนต์ ทั้งหมดมีเนื้อที่เท่ากับ (4∤2.4)∤ 2 + (6∤2.4)∤ 2 - 2∤0.75∤1.8 - 4∤1.20∤1.00 = 40.5 ตารางเมตร เพราะฉะนั้น คิดเป็นเงิน 40.50 ∤ 56.6 = 2293 บาท

ค. ราคาประตูและหน้าต่าง คิดเป็นเงิน เท่ากับ 3,000 บาท

ง. พื้นคอนกรีตหนา 0.08 ม. คิดเป็นเงิน 24/0.08/950 = 1,824 บาท ค่ากระทุ้งดินให้แน่นตารางเมตรละ 20 บาท คิดเป็นเงิน 480 บาท เพราะฉะนั้น ราคาพื้นทั้งหมดเท่ากับ 2,304 บาท

จ. หลังคา ราคาตารางเมตรละ 100 บาท เพราะฉะนั้น คิดเป็นเงิน 56/100 = 5,600 บาท

ฉ. ราคาค่าเครื่องไม้เครื่องมือที่จำเป็นในการก่อสร้างประมาณ 2,000 บาท

เพราะฉะนั้นรวมราคาค่าก่อสร้างทั้งหมด = 3,367 + 2,293 + 3,000 + 2,304 + 5,600 + 2,000 = 18,564 บาท

2. ราคาบ้านที่ก่อด้วยผนังอิฐมอญ คิดเป็นพื้นที่ตารางเมตรละ 1,700 บาท เพราะฉะนั้นบ้านขนาด 24 ตารางเมตร คิดเป็นเงิน 40,800 บาท

3. ราคาบ้านไม้ คิดเป็นพื้นที่ตารางเมตรละ 1,250 บาท เพราะฉะนั้น บ้านขนาด 24 ตารางเมตร คิดเป็นเงิน 30,000 บาท

จากราคาทั้งสามตัวอย่างที่แสดง จะเห็นว่า บ้านที่ทำด้วยบล็อคดินซีเมนต์ จะถูกกว่าบ้านที่ก่อด้วยอิฐมอญ 22,236 บาท และถูกกว่าบ้านไม้ 11,436 บาท