

การใช้ประโยชน์จากการผุกร่อนในการเปลี่ยนสภาพหินดินดาน เพื่อเป็นวัสดุที่เหมาะสมในการก่อสร้างแกนเขื่อนดิน

Application of Weathering Process Phenomena Modify Decomposed Shale to be Used as Core-Zone Material in an Earth Filled Dam

ศุภกิจ วงศ์แก้ว¹

Suphakit Wongkaew

ABSTRACT

Most of the reservoirs in Thailand, in the form of earth filled dam construction, have been constructed by using soil materials which investigating in the reservoir and the adjacent area. In some projects, the result of investigated volume of soil showed the insufficiency of soil. By this event, The Klong Tron irrigation reservoir project in Uttaradit Province, north of Thailand, has faced to it. During the investigation we found most of moderately to highly decomposed shale appearing at the toe of mild mountainside in the reservoir rim. After we dig it up and curing to the period of 24 days, it was altered to clayey soil and given their basic engineering properties such as liquid limit and plasticity index equal to 40-56% and 18-29 respectively ; maximum dry density 1.89-2.01 ton/cu.m corresponding to optimum moisture content 17-22% and coefficient of permeability 10^{-5} to 10^{-7} cm/sec.

Key words: weathering process, decomposed shale, Core-Zone Material, Earth Filled Dam

บทคัดย่อ

การก่อสร้างโครงการชลประทาน ประเภท อ่างเก็บน้ำ ที่มีขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก โดยเฉพาะการก่อสร้างเขื่อนดิน ทำนบดิน คันดิน คันทาง

และอาคารประกอบต่างๆ ที่ใช้ต้องใช้วัสดุหินในการดำเนินงานในปัจจุบันพบว่าบางโครงการประสบปัญหาวัสดุหินมีไม่เพียงพอ และการที่จะต้องนำวัสดุหินมาจากแหล่งอื่น ซึ่งห่างไกลออกไป ก็มักจะพบว่า มีปัญหาอยู่หลายประการ ดังนั้นการประยุกต์หลักการ

¹ ฝ่ายสำรวจปฐพีกลศาสตร์ กองวิชาการธรณี กรมชลประทาน

Soil Mechanics Investigation Branch, Geotechnical Division, Royal Irrigation Department, Samsen, Dusit, Bangkok 10300, Thailand.

ทฤษฎี ทางด้านธรณีวิทยามาใช้ เช่น การดำเนินการปรับเปลี่ยนสภาพหินดินดานผุ (moderately to highly decomposed shale) ซึ่งพบเป็นปริมาณมากในบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำโครงการคลองตรอน อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ โดยยึดถือ กฎเกณฑ์ทางธรรมชาติของการผุกร่อน (natural weathering process) มาทำให้เป็นวัสดุหินที่เหมาะสมต่อการใช้งานผลการดำเนินการได้ข้อสรุปว่าการหมักบ่มกองวัสดุหินดินดานผุในที่โล่งแจ้งเป็นเวลา 24 วัน เกิดการเปลี่ยนสภาพเป็นดินเหนียวปนหินผุ (GC = clayey gravel with weathered shale, CL = silty clay, and CH = high plastic clay) มีค่าดัชนี liquid limit อยู่ระหว่าง 40 - 56% มีค่าดัชนี plasticity index 18-29 มีค่าความหนาแน่นแห้ง 1.89-2.01 ตันต่อ ลบ.ม. ที่ความชื้น 17-22 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสัมประสิทธิ์การร่วซึมอยู่ระหว่าง 10^{-5} ถึง 10^{-7} ซม. ต่อวินาที

คำนำ

การสำรวจแหล่งวัสดุหินเพื่อการก่อสร้างเขื่อนดินของโครงการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลาง หรือ ทำนบกั้นดินและ คันดินของโครงการขนาดเล็ก รวมไปถึงอาคารประกอบอื่นๆ อย่างเช่นคันทางถนนเข้าหัวงานโครงการ คันดินเพื่อปิดกั้นลำน้ำ ในระหว่างการดำเนินงานก่อสร้าง

แหล่งวัสดุหินเพื่อการก่อสร้างดังกล่าว มีมาตรการและขั้นตอนในการดำเนินการสำรวจอย่างเป็นระบบ และมีแบบแผนตามมาตรฐานการสำรวจทางวิทยาการธรณี (2531) แต่เนื่องจากสภาพทางภูมิศาสตร์ในบางโครงการชลประทาน มีความเป็นป่าเขาสูงชัน ตลอดทั้ง ลักษณะทางปฐพีและธรณีมีความยากซับซ้อน เป็นผลทำให้การดำเนินงานสำรวจแหล่งวัสดุหิน ที่ต้องการกระทำในบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำประสบปัญหาหินที่ต้องนำมาใช้งานมีไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องนำหลักการ ทฤษฎีทางธรณี

วิทยามาประยุกต์ใช้ร่วมกับการดำเนินงานสำรวจ อย่างเช่น โครงการอ่างเก็บน้ำคลองตรอน ซึ่งเป็นโครงการชลประทานขนาดกลางอยู่ใน อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ โดยทั้งนี้มียัตถุประสงค์ เพื่อที่จะนำเอาหินดินดานผุมาก (highly decomposed shale) ซึ่งพบอยู่ทั่วไปบริเวณลาดเชิงเขา มาทำการหมักบ่มเปลี่ยนสภาพให้เป็นวัสดุหินที่เหมาะสมมาใช้ถมบดอัดแน่นแทนเขื่อน ทดแทนปริมาณดินที่ยังไม่เพียงพอ

อุปกรณ์ และวิธีการ

การดำเนินงานในเบื้องต้นจำเป็นต้องตรวจสอบศักยภาพของพื้นที่ที่จะทำการขุดเปิด โดยการขุดร่องสำรวจ (test trench) ดังแสดงใน Figure 1 ตรวจสอบลักษณะการวางตัวของชั้นหิน (bedding plane) ตรวจสอบสภาพของเนื้อหิน (texture) ตรวจสอบสภาพความผุกร่อนของเนื้อหิน (degree of weathering) ตลอดจนเป็นบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศที่เครื่องจักรเครื่องมือในการขุด อย่างเช่นรถขุดสามารถเข้าไปได้อย่างปลอดภัย สำหรับขั้นตอนของการดำเนินการนั้นกระทำโดยการขุดเปิดบริเวณลาดเชิงเขาที่เห็นว่ามีชั้นหินดินดานผุมากดังแสดงใน Figure 2 (moderately to highly decomposed shale) ลงมากองรวมกันไว้ในบริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง ดังแสดงใน Figure 3 (stock pile) จากนั้นทำการรดน้ำหมักบ่มทุกวันในช่วงตลอดระยะเวลาของการหมักบ่มจะทำการไถคราดพลิกกลับผิวหน้ากองวัสดุเพื่อให้ทุกส่วนของเนื้อหินดินดานผุได้มีโอกาสสัมผัสกับน้ำและแสงแดด ซึ่งเป็นการช่วยเร่งทำให้เนื้อหินดินดานแตกตัวออกจากกันเป็นแผ่นๆตามสภาพโครงสร้างของหินดินดานที่มีการจัดวางเป็นแผ่นแผ่น (platy structure) ดังแสดงใน Figure 4 ตลอดระยะเวลาของการหมักบ่มต้องทำการสังเกต การเปลี่ยนแปลงจากสภาพก่อนเนื้อหินผุ จนกระทั่งเกิดการแตกแยกตัว สลายจนกลายเป็นเนื้อหินผุนดิน



Figure 1 Test trench excavating at the toe of the mild hill side.



Figure 2 Textures and shapes of the moderately to highly decomposed shale.



Figure 3 Stockpile of samples during curing.

จากนั้นทำการทดสอบคุณภาพการบดอัดโดยการไถเกลี่ย ทำการคราด พรมน้ำ และบดอัด ซึ่งกรรมวิธีนี้ก็เป็นวิธีการเดียวกันกับขั้นตอนในกระบวนการบดอัดดินถมตัวเขื่อนทุกประการ

การทดลองนี้ดำเนินการในช่วงเวลาดังแต่เดือน มีนาคม 2539 จนถึง พฤษภาคม 2539 การเก็บตัวอย่างวัสดุได้กระทำไว้ที่ 7, 14, 20 และ 24 วัน ตามลำดับ เพื่อนำมาตรวจสอบคุณสมบัติชั้นพื้นฐานทางวิศวกรรม

ผล

การดำเนินการในขั้นตอนการหมักบ่มการไถคราด พลิกกลับหน้ากองวัสดุทำการเก็บตัวอย่างที่ 7, 14, 20 และ 24 วัน ตามลำดับ ทำการทดสอบด้วยการร่อนผ่านตะแกรง (Figure 6) จากการทดสอบ Atterberg's limits. ตัวอย่างที่ 20 วัน และที่ 24 วัน ปรากฏว่าได้ค่า liquid limit อยู่ระหว่าง 40-56% และ plasticity index อยู่ระหว่าง 18-29 สำหรับตัวอย่างที่ 7 วัน และ 14 วัน พบว่าการแตกตัวจนมีปริมาณเนื้อ



Figure 4 Decomposed materials after curing 24 days .



Figure 5 The use of decomposed material as dam core zone material.

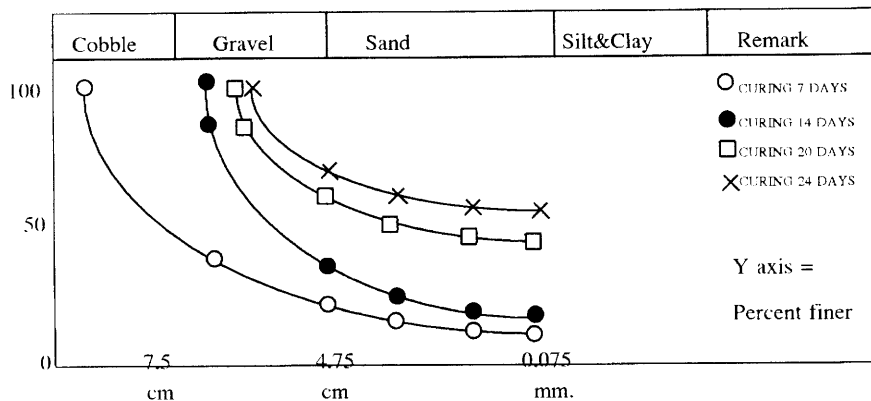


Figure 6 Grain size distribution curves of 4 samples at several times.

ดินหรือเมื่อร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (0.075 มม.) มีปริมาณเล็กน้อยเพียง 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการใช้งานเป็นวัสดุถมบดอัดแทนเขื่อนดิน ดังนั้นจึงไม่นำมาทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรม และจากการทดสอบหาค่าการบดอัดแน่นด้วยวิธี sand cone method ปรากฏว่าได้ค่าความหนาแน่น แห้ง (maximum dry density) 1.89-2.01 ตันต่อ ลบ.ม. ที่ความชื้น (optimum moisture content) 17-22% และจากการทดสอบ permeability test แบบ Constant head ตัวอย่างที่ 24 วัน ให้ค่าสัมประสิทธิ์การรั่วซึม (coefficient of permeability) อยู่ระหว่าง 10^{-5} ถึง 10^{-7} ซม./วินาที

วิจารณ์

หินดินดาน (shale) จัดอยู่ในประเภทหินชั้น (sedimentary rock) ซึ่ง Attewell and Farmer (1976) ได้จำแนกการกำเนิดไว้เป็นแบบ mechanical sediment มีแร่ที่เป็นองค์ประกอบหลักสำคัญๆ อันได้แก่ feldspar และ clay mineral ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งมีผลต่อพฤติกรรมของหินชั้นคือปริมาณ clay mineral ที่ปรากฏในระหว่างกระบวนการ weathering process ของการเปลี่ยนแปลง feldspars และ silicates นอก

จากนี้กระบวนการยังมีผลต่อสภาพของเนื้อหิน และคุณสมบัติเชิงกล (mechanical properties) ซึ่งนำไปสู่คุณสมบัติพื้นฐานในการพิจารณาทางด้านวิศวกรรม (Bell, 1981) และเนื่องจาก texture ของหิน shale มีองค์ประกอบของ clay mineral มากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ โดยพื้นภูมิ ดังนั้นการนำแนวความคิดและข้อสังเกต ประเด็น weathering process มาประยุกต์ใช้กับการดำเนินงานทดสอบการเปลี่ยนสภาพหินดินดาน ให้เป็นวัสดุที่เหมาะสมเพียงพอต่อการนำไปใช้งานเป็นดินถมบดอัดแน่นตัวเขื่อนจึงนับได้ว่าเป็นประโยชน์อย่างมาก โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำที่มีปัญหาในเรื่องวัสดุหินเพื่อการก่อสร้างมีไม่เพียงพอ ดังเช่นโครงการนี้เป็นต้น

สรุป

1. การดำเนินงานทดลอง หมักบ่มหินดินดาน ผุงจนได้เวลา 24 วัน มาทำการทดลองการบดอัด ด้วยวิธีการเช่นเดียวกับการดำเนินการถมดินบดอัดแน่นตัวเขื่อนทำให้ทราบว่า หินดินดานผุ เปลี่ยนสภาพเป็นดินเหนียว (CL = silty clay) ดินเหนียวที่มีความ

เหนียวมาก (CH = high plastic clay) มีค่า liquid limit มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ หรือจนกระทั่งเป็น weathered shale with clay) ได้ และคุณสมบัติทางวิศวกรรมพื้นฐาน เทียบเท่ากับวัสดุดินที่ใช้ในการก่อสร้างงานดินบดอัด แน่นแกนเขื่อน กล่าวคือ มีค่า liquid limit 40-56% มีค่า plasticity index 18 - 29% มีค่าความหนาแน่น 1.89-2.01 ตันต่อลบ.ม. ที่ความชื้นที่เหมาะสมในการบดอัด 17-22 เปอร์เซ็นต์และค่าสัมประสิทธิ์การรั่วซึม 10^{-5} ถึง 10^{-7} ซม./วินาที ช่วยทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการหาแหล่งดินที่ห่างไกลออกไปมากและไม่ต้องประสบปัญหาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการขนส่ง ราษฎรอาจร้องเรียน เป็นเหตุทำให้ความก้าวหน้าของโครงการล่าช้าออกไป

2. หากการหมักบ่ม ในระยะเวลาเพียง 7 วัน หรือ 14 วัน ก็ยังสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุดินถมบดอัดในส่วนอื่นนอกจากแกนเขื่อนได้ด้วย

3. ปริมาณดินถมบดอัดแน่นแกนเขื่อน (core-

zone material of earth filled dam) จากผลการทดลองพบว่าต้องใช้เวลาในการดำเนินการตามขั้นตอนการทดลอง 3 เดือน เพื่อให้ได้วัสดุดินที่เหมาะสมทดแทนปริมาณที่ไม่เพียงพอดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

- มาตรฐานการสำรวจทางวิทยาการธรณี. 2531. กองวิทยาการธรณี กรมชลประทาน. 31 น.
- Attewell, P.B. and I.W. Farmer. 1976. Principles of Engineering in Geology. John Wiley and Sons, Inc., New York. 1045 p.
- Bell, F.G. 1981. Foundation engineering in difficult ground, pp 88-93. In F.G. Bell (ed.). Proceedings of the Conference on Foundation Engineering. W and J Mackay Ltd., Chatham. Great Britain. 598 p.