

วัสดุก่อสร้างเขื่อน

บทที่ 5

วัสดุก่อสร้างเขื่อน

5.1 หลักการสำรวจและคัดเลือกวัสดุตัวเขื่อน

การสำรวจแหล่งวัสดุในงานเขื่อนมีความสำคัญในการออกแบบเขื่อน เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างเขื่อน ต้องได้มาจากวัสดุตามธรรมชาติที่อยู่ใกล้ตัวเขื่อนมากที่สุด ดังนั้นการสำรวจหาแหล่งวัสดุจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. สำรวจหาแหล่งวัสดุที่สามารถใช้ก่อสร้างตัวเขื่อนและอาคารประกอบ
2. ประเมินปริมาณที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้
3. ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและวิศวกรรม
4. จัดลำดับความสำคัญของแหล่งวัสดุที่จะใช้ก่อนหลังในระหว่างการก่อสร้าง
5. การประเมินราคาวัสดุก่อสร้าง

หลักการสำรวจแหล่งวัสดุโดยทั่วไปอาจทำได้ดังนี้

1. แหล่งวัสดุ

1. จะต้องอยู่ใกล้บริเวณตัวเขื่อนโดยคำนึงถึงเส้นทางการขนส่งที่สะดวก หากอยู่ในบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำ ก็จะเป็นการประหยัดค่าเวนคืนหรือชดเชยที่ดิน ควรหลีกเลี่ยงบริเวณพื้นที่หวงห้ามของชุมชน หรือที่ทำกินของราษฎร

2. พิจารณาวัสดุที่ได้จากการก่อสร้างอยู่แล้ว เช่น วัสดุซึ่งต้องขุดจากฐานรากเขื่อนไหล่เขา หรืออาคารประกอบ โดยคัดเลือกเฉพาะส่วนที่มีคุณสมบัติเหมาะสม

2. ปริมาณที่ต้องสำรวจ

จะต้องสำรวจแหล่งวัสดุ เพื่อไว้ประมาณ 2 เท่าของปริมาณที่คาดว่าจะใช้ ทั้งนี้เพราะบางส่วนจะถูกกัดทิ้งเนื่องจากคุณภาพต่ำ และบางส่วนสูญเสียไประหว่างขนส่ง

3. การดำเนินการสำรวจ

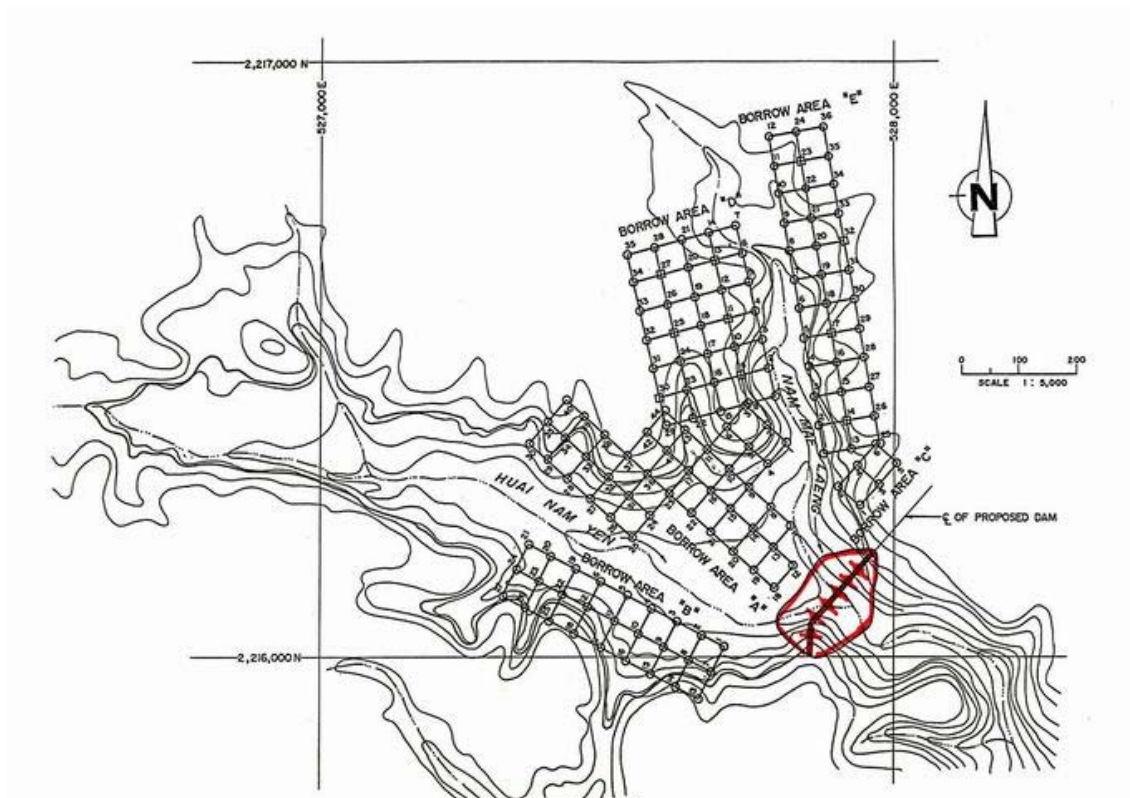
การดำเนินการสำรวจสามารถดำเนินการเองหรือจัดจ้างหน่วยงานอื่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของวัสดุอุปกรณ์และบุคลากรที่มีอยู่

5.2 ดินถมตัวเขื่อน

1. วิธีการสำรวจ

การสำรวจเริ่มด้วยการพิจารณาแผนที่มาตราส่วน 1:5,000 ถึง 1:10,000 ประกอบกับลักษณะธรณีวิทยาการกำเนิดของดินและหินในบริเวณรอบตัวเขื่อนและบริเวณที่เลือกไว้จากนั้นจึงเริ่มเจาะหรือขุดสำรวจ โดยกำหนดแปลงแต่ละบ่อขี้มดินในการก่อสร้างเขื่อนเป็นกริด ขนาด 50x50 หรือ 100x100 เมตร คลุมพื้นที่บริเวณนั้น และมีหมายเลขกำกับทุกหลุม ส่วนวิธีสำรวจอาจทำได้ดังนี้

- การเจาะด้วยสว่านมือ (Hand auger)
- การขุดหลุม Test pit



รูปที่ 5-1 ตัวอย่างแผนการเจาะสำรวจบ่อขี้มดินในการก่อสร้างเขื่อน

2. การประเมินความเหมาะสมของดินก่อสร้างเขื่อน

ดินสำหรับการก่อสร้างตัวเขื่อน จะเป็นดินที่มีสัดส่วนของดินเหนียวปะปนกับกรวดทรายซึ่งเมื่อบดอัดด้วยเครื่องจักรที่ความชื้นที่เหมาะสมแล้วจะมีความหนาแน่น ทึบน้ำ ป้องกันการรั่วซึมของเขื่อนได้เป็นอย่างดี และมีความแข็งแรงที่เกิดจากการอัดดินเม็ดหยาบ ทำให้ไม่เกิดการพังทลายของลาดเขื่อนได้ง่าย กลุ่มดินที่เหมาะสมใน 5 ลำดับแรก ตามการจำแนกของ Unified Soil Classification System (USCS) แสดงไว้ในตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 ความเหมาะสมของดินบดอัดถมตัวเขื่อนและดินฐานรากเขื่อน

ลักษณะดิน	กลุ่มดิน (USCS)	การรั่วซึมหลังการบดอัด	ความแข็งแรงหลังการอัดตัว	การยุบตัวหลังการอัดตัว	การบดอัด	ลำดับความเหมาะสม	
						ถมตัวเขื่อน	ฐานรากเขื่อน
กรวดผสมดินเหนียวมีทรายปน	GC	ทึบน้ำ	ดีพอใช้-ดี	น้อยมาก	ดี	1	1
กรวดผสมทรายแป้งมีทรายปน	GM	น้อย-ทึบน้ำ	ดี	ไม่ยุบตัว	ดี	2	2
ทรายผสมดินเหนียว	SC	ทึบน้ำ	ดีพอใช้-ดี	น้อย	ดี	3	3
ทรายผสมทรายแป้ง	SM	น้อย-ทึบน้ำ	ดี	น้อย	พอใช้	4	4
ดินเหนียวความเหนียวต่ำ	CL	ทึบน้ำ	ดี	ปานกลาง	ดี	5	5

ดินที่สำรวจในสนามชั้นดินที่เหมาะสมจะต้องไม่เป็นชั้นบางกว่า 0.5 เมตร หรือมีปริมาตรจำกัด จนไม่คุ้มกับการเปิดเป็นบ่อขุดดิน ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินศักยภาพของแต่ละบ่อขุดดินให้ชัดเจน ก่อนการคิดปริมาณดินที่สามารถนำมาใช้ได้

5.3 กรวดทรายกรองน้ำและแผ่นใยสังเคราะห์

ชั้นกรอง (Filter) หรือ ชั้นระบายน้ำ (Drainage) เป็นส่วนสำคัญในตัวเขื่อน ทำหน้าที่รับน้ำที่ซึมผ่านตัวเขื่อนและฐานรากให้ไหลมารวมกัน ในบริเวณที่เตรียมไว้โดยไม่ทำให้เกิดอันตรายจากการกัดเซาะ หรือเกิดความดันน้ำสูงจนเกิดการกัดเซาะ คุณสมบัติหลักของชั้นกรองหรือชั้นระบายน้ำมี 2 ประการ คือ

1. ขนาดของวัสดุกรอง (หรือช่องว่างระหว่างเม็ด) ต้องมีขนาดเล็กพอที่จะป้องกันไม่ให้เม็ดดินของตัวเขื่อนและฐานรากถูกกัดเซาะและไหลตามน้ำที่ซึมผ่านออกมาได้

2. ขนาดของวัสดุกรอง (หรือช่องว่างระหว่างเม็ด) จะต้องใหญ่พอที่จะยอมให้น้ำไหลซึมออกได้สะดวกโดยไม่เกิดความดันน้ำสะสมขึ้นในตัวเขื่อนหรือชั้นกรอง

ชั้นกรองหรือชั้นระบายน้ำในตัวเขื่อนจะต้องมีความหนาเพียงพอที่จะรองรับปริมาณน้ำที่คาดว่าจะต้องระบายออกจากตัวเขื่อนหรือฐานรากได้

แผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) สามารถนำมาใช้ในการออกแบบและก่อสร้างเขื่อนได้ในลักษณะดังต่อไปนี้

1. ใช้หุ้มท่อเจาะรูระบายน้ำในชั้นกรองระบายน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำให้ดีขึ้น

2. ใช้เป็นวัสดุกรองพื้นหินที่กันคลื่นและกันการกัดเซาะที่ลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ

3. ใช้ปูบนดินฐานรากที่เป็นกรวดทรายขนาดเล็กให้แยกออกจากวัสดุถมตัวเขื่อน เพื่อไม่ให้เกิดการพัดพาวัสดุตัวเขื่อนสูญหายไปชั้นฐานราก โดยทั่วไปแผ่นใยสังเคราะห์จะต้องมีความหนา และแข็งแรงพอที่จะรับแรงดึงหรือแรงกดทะลุโดยไม่ฉีกขาดมีขนาดรูเปิดใหญ่พอที่จะระบายน้ำได้ดี แต่ไม่ใหญ่จนทำให้วัสดุเม็ดละเอียดถูกพัดพาหลุดลอดออกไปได้

5.4 หินทิ้งกันคลื่น

หินทิ้งกันคลื่นของลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ จะต้องมีความสูงและมีน้ำหนักเพียงพอที่จะสลายพลังงานจากการกระแทกของคลื่นได้ โดยพิจารณาจากความสูงของคลื่นในอ่างเก็บน้ำด้านหน้าเขื่อน ดังแสดงในตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 ขนาดเฉลี่ยของหินทิ้งกันคลื่นที่ลาดเขื่อน

ขนาดของหินทิ้งกันคลื่นที่ลาดเขื่อน (เมตร)									
ความชันของลาดเขื่อน	ความสูงของคลื่น (เมตร)								
	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
1:1.5	0.33	0.5	0.66	0.83	1.00	1.16	1.33	1.49	1.66
1:2.0	0.21	0.32	0.43	0.53	0.64	0.75	0.86	0.96	1.07
1:2.5	0.19	0.28	0.38	0.47	0.57	0.66	0.75	0.85	0.94
1:3.0	0.18	0.28	0.37	0.46	0.55	0.64	0.73	0.83	0.92

นอกจากชั้นหินเรียงแล้วยังต้องมีชั้นกรวดและทรายรองพื้นเป็นชั้นๆ จนกระทั่งถึงดินที่บดอัดเป็นตัวเชื่อม โดยมีขนาดลดหลั่นกันลงไปตามเกณฑ์กำหนดของการออกแบบชั้นกรอง (Filter Design Criteria) และความหนาของแต่ละชั้นไม่ควรต่ำกว่าค่าต่อไปนี้

- ก. ชั้นหินทิ้ง หนา 1.2-1.5 เท่าของขนาดใหญ่ที่สุดของหิน
- ข. ชั้นกรวด หนา 20 เซนติเมตร
- ค. ชั้นทราย หนา 10 เซนติเมตร

5.5 การทดสอบวัสดุ

การทดสอบคุณสมบัติดินและหินในห้องทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ และกำหนดการควบคุมคุณภาพในการก่อสร้าง ซึ่งมีชนิดการทดสอบในตารางที่ 5-3 วิศวกรต้องพิจารณาตามความจำเป็น

ตารางที่ 5-3 การทดสอบในห้องทดลองสำหรับงานเขื่อน

1. สำหรับดินแกนเขื่อน และวัสดุส่วนนอก (Core and Randam Materials)

การทดสอบ	มาตรฐานอ้างอิง	ผลที่ได้จากการทดสอบ	การประยุกต์ผลการทดสอบ
1. Gradation Analysis	ASTM D422-63	การกระจายของขนาดเม็ดดิน	- Filter Design
2. Liquid Limit	ASTM D423-66	Plasticity และ "A-line " Chart	- Soil Classification เขียนข้อกำหนดทางวิศวกรรม
3. Plastic Limit	ASTM D424-59		
4. Natural Water Content	ASTM D2216-80	ความชื้นในธรรมชาติ	- การปรับความชื้นในการก่อสร้าง
5. Soil Classification	ASTM D2487-83	Unified Soil Group	- เขียนข้อกำหนด ทางวิศวกรรม
6. Specific Gravity	ASTM D854-83	Specific Gravity	- การคำนวณพื้นฐานของมวลดิน
7. Compaction	ASTM D698-75 ASTM D1557-78	Compaction Curve (γ_{dmax}, W_{opt})	- การควบคุมคุณภาพในสนาม - การกำหนดความแน่นในการทดสอบ ทางวิศวกรรมอื่น ๆ
8. Permeability	Earth Manual E-13	สัมประสิทธิ์ความซึมน้ำ (k)	- Filter Design - Seepage Analysis

มาตรฐานอ่างเก็บน้ำและเขื่อนขนาดเล็ก

การทดสอบ	มาตรฐานอ้างอิง	ผลที่ได้จากการทดสอบ	การประยุกต์ผลการทดสอบ
9. Direct Shear	ASTM D3080-72	ความแข็งแรงของมวลดินโดยประมาณ ($\bar{c}, \bar{\phi}$)	- วิเคราะห์ความมั่นคงของเขื่อนในการออกแบบเบื้องต้น
10. Dispersive	ASTM D4221-83a	% Dispersion	- ตรวจสอบการกระจายตัวของดินจากบ่อขี้ม

2. สำหรับกรวดทรายที่ใช้เป็นวัสดุกรอง

การทดสอบ	มาตรฐานอ้างอิง	ผลที่ได้จากการทดสอบ	การประยุกต์ผลการทดสอบ
1. Gradation Analysis	ASTM D422-63	การกระจายของขนาดเม็ดดิน	- Filter Design
2. Specific Gravity	ASTM D854-83	Specific Gravity	- การคำนวณพื้นฐานของมวลดิน
3. Relative Density	Earth Manual E-12	$\gamma_{dmax}, \gamma_{dmin}$	- ควบคุมคุณภาพการบดอัดในสนาม
4. Permeability	Earth Manual E-13	สัมประสิทธิ์ความซึมน้ำ (k)	- Filter Design - Seepage Analysis
5. Soundness	ASTM C88	% Soundness	- ตรวจสอบความคงทนของเม็ดกรวดทราย
6. Abrasion	ASTM C535	%Abrasion	- ตรวจสอบการกัดกร่อนจากการขัดสี

3. สำหรับหินทิ้งกันการกัดเซาะลาดเขื่อน

การทดสอบ	มาตรฐานอ้างอิง	ผลที่ได้จากการทดสอบ	การประยุกต์ผลการทดสอบ
1. Specific Gravity	ASTM C127	Specific Gravity	- ควบคุมคุณภาพหิน
2. Absorption	ASTM C128	% Absorption	- ควบคุมคุณภาพหิน
3. Gradation Analysis	ASTM C136	การกระจายของขนาดหิน	- ควบคุมคุณภาพหิน