หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 บทนำทั่วไป

ในการสร้างเขื่อนเพื่อเก็บกักน้ำ ตัวเขื่อนและฐานรากจะต้องมั่นคงและแข็งแรง เพียงพอที่จะรับน้ำหนักและต้องสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ ดังนั้นก่อนที่จะทำการก่อสร้างเขื่อนจะต้องทำการสำรวจทางปฐพีและธรณีวิทยาก่อน เพื่อจัดหาบริเวณที่เหมาะสมในการใช้เป็นฐานราก แต่ในกรณีที่ไม่สามารถหาบริเวณที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นฐานรากได้ ก็จำเป็นจะต้องทำการปรับปรุงคุณสมบัติของดินบริเวณที่จะใช้ทำฐานรากเขื่อนให้มีคุณสมบัติเหมาะสมเพียงพอที่จะรับน้ำหนักตัวเขื่อน และป้องกันการสั่นสะเทือนเนื่องจากแผ่นดินไหวได้ ซึ่งในการปรับปรุงฐานรากก็มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี จึงจำเป็นต้องเลือกวิธีที่เห็นว่าเหมาะสมกับสภานดินทั้งยังต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงฐานรากอีกด้วย

สำหรับโครงการก่อสร้างเขื่อนทับเสลา อำเภอลานศักดิ์ จังหวัดอุทัยธานี ทางกรมชลประทานซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบในการออกแบบก่อสร้าง ได้ทำการสำรวจข้อมูลดินบริเวณฐานรากที่จะทำการก่อสร้างตัวเขื่อนแล้ว ปรากฏว่าดินบริเวณดังกล่าวมีชั้นดินเป็นดินทรายหลวมถึงหลวมมาก ระยะประมาณ 500 เมตร ตามแนวแกนเขื่อนจากช่วง กม. 2+000 ถึง กม. 2+500 โดยเฉพาะบริเวณที่กั้นลำห้วยทับเสลาเป็นบริเวณที่ดินหลวมที่สุด และจะมีความแน่นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อห่างจากตลิ่งออกไป ลักษณะของทรายส่วนใหญ่จะเป็นทรายล้วนมีกรวดปนเล็กน้อย บางส่วนก็มีตะกอนละเอียดปนอยู่ด้วย จากสภาพความแน่นของทรายดังกล่าวไม่สามารถรับน้ำหนักตัวเขื่อนได้ นอกจากนั้นเนื่องจากบริเวณที่ตั้งของตัวเขื่อนอยู่ในเขตที่มีแผ่นดินไหว การเกิดแผ่นดินไหวอาจจะทำให้ทรายที่มีความแน่นไม่เพียงพอ เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าสภาพเหลว (Liquifaction) ขึ้นได้ โดยที่ทรายจะเปลี่ยนสภาพเป็นของไหล ไม่สามารถรับน้ำหนักได้ ตัวเขื่อนจะจมลงไปในทรายหรืออาจเกิดการพังเลื่อนขึ้นมาได้ ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงดินฐานรากเขื่อนบริเวณดังกล่าวเสียก่อน ก่อนที่จะลงมือถมสร้างตัวเขื่อน โดยทางกรมชลประทานได้กำหนดให้ผู้รับเหมาเลือกดำเนินการปรับปรุงดินฐานรากได้ 2 วิธีคือ

1. ปรับปรุงฐานรากโดยอัดแน่นทรายฐานราก (Sand Densification) ประกอบการก่อสร้างกำแพงทึบน้ำ (Imprevious Cut-off Wall) โดยใช้ Slurry Trench

2. ปรับปรุงฐานรากโดยขุดลอกดินหลวมออกให้หมดจนถึงชั้นหิน แล้วถมอัดกลับด้วยดินทึบน้ำ

จากผลการเสนอราคาค่าก่อสร้างปรากฏว่าการปรับปรุงฐานรากโดยอัดแน่นทราย (วิธีที่ 1) ราคาต่ำที่สุดซึ่งวิธีการอัดแน่นทรายก็สามารถกระทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การใช้เครื่องเขย่าสั่น (Vibrating) ได้แก่ วิธีใช้ Vibro-Prob, Vibro-Wing หรือ Vibroflotation เป็นต้น, การใช้วิธีแบบพลวัต (Dynamic Compaction) ได้แก่ การทุบด้วยลูกตุ้มหนัก (Heavy Tamping) หรือ วิธีการใช้ระเบิด (Explosives) เป็นต้น จากการพิจารณาถึงข้อดี ข้อเสียและข้อจำกัดต่าง ๆ แล้วผู้รับเหมาก่อสร้าง ซึ่งได้แก่ บริษัทบางกอกมอเตอร์อีควิปเมนต์ เห็นว่าวิธีการทุบด้วยลูกตุ้มหนักน่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมและประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่สุด ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งนี้ จะศึกษาถึงวิธีการปรับปรุงชั้นดินทรายหลวมโดยการทุบด้วยลูกตุ้มหนัก โดยการใช้ลูกตุ้มหนักประมาณ 15 ถึง 30 ตัน ปล่อยทิ้งลงมาอย่างอิสระจากระยะความสูง 15 เมตร ถึง 30 เมตร ว่าจะมีประสิทธิภาพเพียงพอและมีความเหมาะสมที่จะปรับปรุงชั้นดินทรายหลวมให้มีความแน่นเพิ่มขึ้น เพียงพอที่จะสามารถรับน้ำหนักบรรทุกของตัวเขื่อน และป้องกันสภาพการเหลวของชั้นทรายเนื่องจากการเกิดแผ่นดินไหวได้หรือไม่ นอกจากนั้นยังมุ่งศึกษาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการอัดแน่น และข้อจำกัดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปรับปรุง เพื่อเป็นแนวทางนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงดินในโครงการอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมและคุณสมบัติของชั้นทรายก่อนและหลังการทุบด้วยลูกตุ้มหนัก จึงต้องดำเนินการศึกษา

1.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่ใช้ทุบ กับความแน่นของดินก่อนและหลังการบดอัด

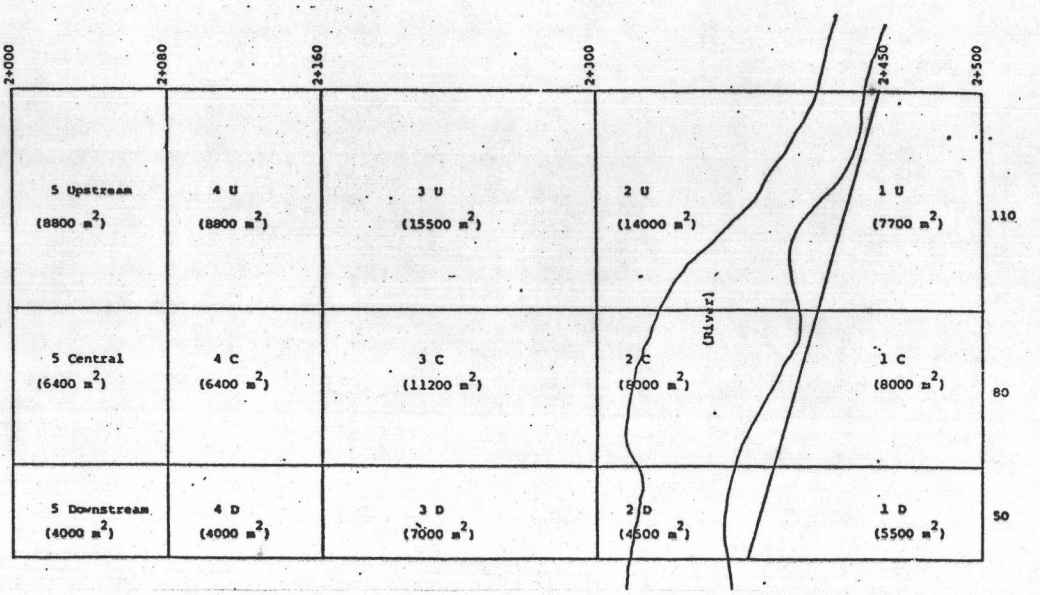
1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่ใช้ทุบ กับความหนาของชั้นทราย

1.2.3 องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการบดอัด

1.2.4 เปรียบเทียบผลจากการคำนวณ กับผลที่วัดได้ในสนาม

## 1.3 ขอบเขตการทำวิจัย

สำหรับการวิจัยนี้ บริเวณที่ทำการวิจัยเป็นบริเวณลำห้วยทับเสลา ที่ระยะ กม. 2+000 ถึง กม. 2+500 ตามแนวแกนเขื่อน ความกว้างประมาณ 200 เมตร ตามแนวขวางเขื่อน ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีการทับถมของชั้นทรายที่มีความแน่นตามธรรมชาติ และความลึกของชั้นทรายแตกต่างกัน จากสภาพดินเดิมจะเป็นชั้นดินทราย หลวมมาก (very loose) ถึงแน่นปานกลาง (Medium) ความหนาของชั้นทรายประมาณ 2 เมตร ถึง 12 เมตร จากผิวดิน ดังนั้น เพื่อสะดวกในการปรับปรุงจึงได้ทำการแบ่งพื้นที่บริเวณที่จะปรับปรุงดังกล่าวออกเป็นโซนใหญ่ 5 โซน โดยแต่ละโซนยังได้แบ่งย่อยออกไปอีกเป็นด้านเหนือน้ำ (Upstream), ตอนกลาง (Central), ด้านท้ายน้ำ (Downstream) สถานที่เลือกทำการทดสอบ จะทำการทดสอบทั้งหมดตลอดบริเวณทุกโซน ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ได้แก่




รูปที่ 1.1 แสดงการแบ่งโซน บริเวณที่ทำการปรับปรุงฐานรากโดยวิธีการทุบด้วยลูกตุ้มหนัก

1. โซนที่ 1 ซึ่งได้แก่ โซน 1U, 1C, 1D และ Pilot หมายเลข 2 มีพื้นที่ประมาณ 21,200 ตารางเมตร โดยทางด้านเหนือน้ำจาก กม. 2+450 ถึง กม. 2+500 แบ่งกับโซนที่ 2 โดยเส้นเอียงขนานกับลำน้ำจนมาถึงทางด้านท้ายน้ำที่ กม. 2+368 ระดับผิวดินบริเวณโซนที่ 1 โดยเฉลี่ยประมาณ +134.00 เมตร (รทก) ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ต่ำกว่าผิวดินประมาณ 1.20 เมตร ความหนาของชั้นดินประมาณ 10-11 เมตร โดยทั่วไป ยกเว้นที่แนวระยะ กม. 2+490 ถึง กม. 2+500 จะมีความลึกของชั้นทรายประมาณ 8 เมตร ทางตอนเหนือและจะค่อย ๆ ตื้นขึ้น จนเหลือประมาณ 5-6 เมตร ทางด้านท้ายน้ำ สภาพความแน่นของทรายตามธรรมชาติจะมีลักษณะแน่นปานกลาง จนถึงหลวมมาก

2. โซนที่ 2 ซึ่งได้แก่ โซน 2U, 2C, 2D มีพื้นที่ประมาณ 26,500 ตารางเมตร โดยทางด้านเหนือน้ำ จาก กม. 2+300 ถึง กม. 2+450 แบ่งกันโซนที่ 1 โดยเส้นเอียงขนานลำน้ำ ทางด้านท้ายน้ำจาก กม. 2+300 ถึง กม. 2+368 ครอบคลุมพื้นที่บริเวณลำน้ำทั้งหมด ระดับของผิวดินอยู่ที่ระดับ + 132.90 เมตร (รทก) ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ที่บริเวณผิวดินพอดี ความหนาของชั้นทรายประมาณ 10.5-12.0 เมตร สภาพความแน่นชั้นทรายตามธรรมชาติที่มีลักษณะหลวมมาก และลักษณะของผิวดินจะมีตะกอนปนทรายทับถมอยู่ ส่วนลึกลงไปจะเป็นทรายล้วน มีปนกรวดบ้างเล็กน้อย

3. โซนที่ 3 ซึ่งได้แก่ โซน 3U, 3C, 3D มีพื้นที่ประมาณ 33,700 ตารางเมตร จาก กม. 2+100 ถึง กม. 2+300 ระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ต่ำกว่าผิวดินประมาณ 70-80 ซม. ระดับผิวดินโดยเฉลี่ยประมาณ 133.50 เมตร (รทก) ความหนาของชั้นทรายอยู่ระหว่าง 7-11 เมตร สภาพของทรายตามธรรมชาติมีสภาพหลวม ถึงหลวมมาก ซึ่งสภาพส่วนใหญ่ของโซน 3 จะเหมือนกับโซนที่ 2

4. โซนที่ 4 ซึ่งได้แก่4U,4C,4D มีพื้นที่ประมาณ 19,200 ตารางเมตร จาก กม. 2+080 ถึง กม. 2+160 ระดับผิวดินโดยเฉลี่ย 134.50 เมตร (รทก) ระดับน้ำใต้ดินอยู่ใต้ผิวดินประมาณ 1.80 เมตร ความหนาของชั้นทรายอยู่ระหว่าง 4-8 เมตร สภาพของทรายตามธรรมชาติมีสภาพแน่นปานกลางถึงแน่น

5. โซนที่ 5 ซึ่งได้แก่ โซน 5U, 5C, 5D และแปลงทดสอบที่ 1 มีพื้นที่ประมาณ 19,200 ตารางเมตร จาก กม. 2+000 ถึง กม. 2+080 ระดับผิวดินโดยเฉลี่ย 135.50 เมตร (รทก) ความหนาของชั้นทรายอยู่ระหว่าง 1-4 เมตร สภาพความแน่นของทรายตามธรรมชาติมีสภาพแน่น ถึงแน่นมาก

เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้วางขอบเขตการทดลองสำหรับการวิจัยเป็น 2 ภาค ด้วยกัน คือ การทดสอบภาคสนาม และ การทดสอบในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การทดสอบภาคสนาม ในแต่ละแห่งที่เลือกเป็นสถานที่ทดสอบ จะทำการสำรวจชั้นดิน เก็บตัวอย่าง และทดสอบความแน่นโดยวิธีการตอกแบบมาตรฐาน เพื่อหาค่า SPT-N Value ทุกระยะความลึก 1 เมตร จากระดับผิวบนจนถึงชั้นหิน ทั้งก่อนทำการอัดแน่น และหลังทำการอัดแน่น โดยจะทำการทดสอบประมาณ 1 จุด ต่อพื้นที่ 200 ตารางเมตร

2. การทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยจากการทดสอบภาคสนามจะเก็บตัวอย่างดินเข้ามาทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การทดสอบหาขนาดคละ (Grain Size Distibution)

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงความเป็นไปได้ในการปรับปรุงดินทรายหลวม โดยวิธีการทุบด้วยลูกตุ้มหนัก หากผลที่ได้รับออกมาเป็นที่น่าพอใจ จะเป็นแนวทางนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงดินที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันในโครงการอื่นต่อในอนาคต

1.4.2 ทราบถึงองค์ประกอบและข้อจำกัดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการอัดแน่น เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงในสนามให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.4.3 ทราบถึงแนวทางประมาณค่าพลังงานที่เหมาะสมในการทุบชั้นทรายที่มีความหนาต่าง ๆ เพื่อให้ได้ความแน่นตามต้องการ