

สรุปผลการศึกษาและ เสนอแนะ

7.1 สรุปผลการศึกษา7.1.1 หลักการทั่วไปในการพิจารณาออกแบบคลอง เสถียรภาพ

หลักการและวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาออกแบบกำหนดขนาดของคลองเสถียรภาพอันประกอบด้วย สูตร สมการ ตาราง ตลอดจนรูปความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้มีคนทำการศึกษาและวิจัยไว้อย่างมากมาย ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงพยายามที่จะรวบรวมสูตรและสมการต่าง ๆ ดังกล่าวที่เกี่ยวข้องในการพิจารณาออกแบบคลองเสถียรภาพเข้ามาไว้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษานี้ ดังมีรายละเอียดในบทที่ 3 เพื่อประโยชน์และอำนวยความสะดวกต่อผู้สนใจที่จะศึกษาในด้านนี้ ซึ่งเกณฑ์กำหนดของหลักการและวิธีการต่าง ๆ สามารถแบ่งออกเป็นหลักใหญ่ ๆ ได้ 3 ลักษณะ คือ

- (1) เกณฑ์กำหนดความเร็วการไหลสูงสุดของน้ำที่ยอมให้
(Maximum Permissible Velocities)
- (2) เกณฑ์กำหนดแรงเฉือนที่ยอมให้หรือหน่วยแรงเฉือนวิกฤติ
(Tractive Force Theory)
- (3) ลักษณะของ สูตร สมการ กำหนดรูปคลอง (ความกว้าง ความลึก ความลาดเอียงท้องคลอง) โดยทฤษฎีสภาวะสมดุลย์ (Regime Theory)

7.1.2 ความสำคัญในการศึกษา ความเสถียรภาพของคลอง

จากการศึกษางานวิจัยในอดีตพบว่า ถึงแม้สูตรและสมการต่าง ๆ ดังกล่าว ได้มีผู้ทำการศึกษาและวิจัยไว้มาก บ้างก็อาศัยผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ บ้างก็ใช้ผล

การศึกษาสังเกตในสนามโดยตรง การศึกษาโดยอาศัยผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการนั้น ยังมีข้อจำกัดอยู่มาก เนื่องจากสภาพความเป็นจริงในสนามนั้น ยังมีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อเสถียรภาพของคลองอีกมากมาย ซึ่งไม่สามารถนำมาพิจารณาได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเพียงด้านเดียว ในขณะที่เดียวกัน ผลการศึกษาข้อมูลในสนามก็มีความถูกต้องค่อนข้างจำกัด ขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลและตำแหน่งบริเวณภูมิภาคพื้นที่ในการวิจัย ผลการศึกษาในสนามยังให้ความผันแปรสูงมาก และมีความแตกต่างกันในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก

นักวิจัยหลายท่านได้ให้ข้อคิดว่า สูตรและสมการต่าง ๆ ดังกล่าว จะสามารถนำไปใช้ได้ดีและเหมาะสมกับการออกแบบคลองที่มีลักษณะและสภาพ มีความคล้ายคลึงหรือเหมือนกับคลองที่สูตรและสมการเหล่านั้นได้มา และจากผลงานวิจัยในด้านนี้เท่าที่ปรากฏพบในปัจจุบัน ก็เป็นผลงานวิจัยในต่างประเทศแทบทั้งสิ้น ซึ่งลักษณะสภาพคลองตลอดจนองค์ประกอบต่าง ๆ ในการกำหนดรูปแบบเสถียรภาพของคลอง อาจจะมีความแตกต่างจากประเทศไทยไปไม่มากนักน้อย การศึกษานี้จึงได้พยายามหาแนวทางที่เหมาะสมในการพิจารณากำหนดขนาดคลองในประเทศไทย

การศึกษานี้ได้มุ่งศึกษาโดยอ้างอิงข้อมูลจากการวัดสำรวจในสนามโดยตรง เป็นสำคัญ โดยทำการศึกษาสภาพคลองที่มีอยู่จริง มีอายุการใช้งานเป็นเวลานานพอสมควร ซึ่งรูปแบบของคลองมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากหรือแทบไม่มีเลย แล้วอนุมานว่าคลองดังกล่าวอยู่ในสภาวะสมดุลของการกัดเซาะและตกตะกอน ให้ลักษณะเสถียรภาพด้วยตัวมันเอง (Channel in Regime)

7.1.3 องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการกำหนดรูปแบบคลองเสถียรภาพ

ในการศึกษาเสถียรภาพของคลองที่ละเอียด จำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มาามีผลต่อรูปแบบคลอง ซึ่งมีทั้งองค์ประกอบที่สำคัญมากและที่มีความสำคัญน้อยดังพอสรุปได้ คือ

- (1) องค์ประกอบทางชลศาสตร์ (Hydraulic factors) ประกอบด้วย ความลาดเอียงของท้องคลอง ลักษณะความขรุขระของท้องคลอง (roughness) รัศมีชลศาสตร์ของคลอง (hydraulic radius)

หรือความลึกของการไหล ความเร็วการไหลเฉลี่ยของน้ำ ลักษณะการกระจายของความเร็วการไหลของน้ำในคลอง

- (2) รูปแบบของคลอง (Channel shape) ประกอบด้วย ความกว้างของคลอง ความลึกของการไหลและความลาดเอียงของฝั่งคลอง (side slope)
- (3) ธรรมชาติของวัสดุที่ถูกนำหามาบน้ำ ประกอบด้วย ขนาดของวัสดุ รูปร่างของวัสดุ น้ำหนักจำเพาะของวัสดุ ลักษณะการกระจายของวัสดุ ปริมาณของวัสดุและลักษณะของวัสดุประกอบคลองกับวัสดุชั้นถัดลงไปของวัสดุประกอบคลอง
- (4) องค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ลักษณะของแนวคลอง ความสม่ำเสมอของการไหลของน้ำและอายุการใช้งานของคลอง เป็นต้น

7.1.4 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรการไหลต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิจารณากำหนดขนาด รูปแบบของคลอง เช่น เส้นขอบเปียก รัศมีชลศาสตร์ ความลาดเอียงท้องคลอง ปริมาณการไหลของน้ำ เป็นต้น ได้แสดงผลไว้ในลักษณะสมการและรูปความสัมพันธ์ ดังมีรายละเอียดในบทที่ 5

ความสัมพันธ์ของตัวแปรการไหลต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ข้อมูล ลิขิตหน้าตัดคลองของตัวอย่างคลอง 4 คลองที่ทำการวัดและสำรวจ โดยทั่วไปยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำและช่วงความผันแปรของข้อมูลค่อนข้างกว้าง เช่น ความสัมพันธ์ของเส้นขอบเปียกกับปริมาณการไหล ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (r^2) = 0.40 และความสัมพันธ์ที่ได้ก็มีความแตกต่างจากผลการศึกษาของต่างประเทศ แต่ความสัมพันธ์ของรัศมีชลศาสตร์กับปริมาณการไหล ความเร็วการไหลกับผลคูณ R^2S ความสัมพันธ์ของข้อมูลอยู่ในเกณฑ์ดีพอใช้ (ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของข้อมูล (r^2) ประมาณ 0.60) แต่ช่วงความผันแปรของข้อมูลยังค่อนข้างกว้าง

สำหรับความสัมพันธ์ของตัวแปรการไหล เส้นขอบ เปียกกับปริมาณการไหล รัศมีชลศาสตร์กับปริมาณการไหล โดยพิจารณาปริมาณการไหลจากการคำนวณประกอบดังกล่าว ในหัวข้อ 5-2 ความสัมพันธ์ของข้อมูลอยู่ในเกณฑ์ ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของข้อมูล (r^2) สูงถึง 0.90 แต่ช่วงความผันแปรของข้อมูลสำหรับความสัมพันธ์ของ เส้นขอบ เปียกกับปริมาณ การไหลยังให้ช่วงกว้างอยู่ สำหรับความสัมพันธ์ของรัศมีชลศาสตร์กับปริมาณการไหล ช่วงความ ผันแปรของข้อมูลแคบลง

การเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลการศึกษาของต่างประเทศ (รูปที่ 5-8, 5-9, 5-10) ชี้ให้เห็นข้อเท็จจริงข้อหนึ่ง คือมีความแตกต่างของความสัมพันธ์จากผลการศึกษา นี้ กับผลการศึกษาของต่างประเทศ ถึงแม้ว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรบางตัวจะมีลักษณะเหมือนกัน เช่น ความสัมพันธ์ของรัศมีชลศาสตร์กับปริมาณการไหลให้ความสัมพันธ์คล้ายกัน คือ R เปลี่ยนตาม $Q^{0.36}$ แต่ก็ยังมีความแตกต่างของสัมประสิทธิ์ตัวคูณ ซึ่งจากผลเหล่านี้พอให้ข้อสรุปเบื้องต้นได้ว่า สูตรและสมการต่าง ๆ ที่พัฒนามากมายนั้น มีความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้เฉพาะตัว ในลักษณะที่คล้ายคลึงกับที่สมการ เหล่านั้นพัฒนามา ในการนำผลการศึกษาของต่างประเทศมาใช้ เป็นแนวทางในการพิจารณาออกแบบคลองเสถียรภาพ จึงต้องมีการพิจารณากันให้ละเอียดถี่ถ้วน ถึงความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้

อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการวัดยังไม่ เค่นชัดดี เท่าที่ควร เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของผลการศึกษาจากต่างประเทศ เนื่องจากขีดจำกัดของ เวลาและทุนทรัพย์ ในการวิจัยจึงทำให้ข้อมูลที่ได้ดูน้อยไปในแง่ของการนำมาวิเคราะห์ เพื่อจะยึดถือ เพียงจากผลการ ศึกษานี้เป็นหลัก ซึ่งถ้าข้อมูลที่ได้มีมากพออันต้องใช้เวลาการศึกษาที่นานพอสมควร อาจจะให้ผลที่ ได้ดู เค่นชัดและสามารถยึดถือ เป็นหลักในการพิจารณาออกแบบคลองที่เหมาะสมกับประเทศไทยต่อไปได้

7.1.5 แนวทางในการพิจารณาออกแบบคลอง เสถียรภาพ

ผลการศึกษานี้ได้ เสนอข้อแนะนำในการพิจารณากำหนดออกแบบคลอง เสถียรภาพ

แนวทางหนึ่งจากสรุปผลการศึกษาที่ผ่านมาโดยพิจารณาถึงความเหมาะสมต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้กับ
คลองในประเทศไทย และอีกแนวทางหนึ่งอาศัยจากผลการศึกษาี้ ดังรายละเอียดในบทที่ 5 อนึ่ง
ข้อแนะนำดังกล่าว เป็น เพียงแนวทางประกอบการพิจารณา เบื้องต้นในการออกแบบคลองที่มีความถูก
ต้องและให้ผลดียิ่งขึ้น ยังต้องอาศัยประสบการณ์และการตัดสินใจของผู้ออกแบบประกอบ เป็นสำคัญ
และยังต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติอีกด้วย

7.1.6 คลองในโครงการสร้างงานในชนบท (กสช.)

วัตถุประสงค์หลักข้อหนึ่งของโครงการ กสช. ก็คือ การพัฒนาแหล่งน้ำในชนบท
ซึ่งการขุดคลองส่งน้ำก็เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในการพัฒนาแหล่งน้ำ ดังจะพบว่า ในโครงการมีการ
ขุดคลองส่งน้ำมากกว่าร้อยละ 50 ของโครงการทั้งหมด โดยเฉพาะในภาคกลางมีมากถึงร้อยละ
70 ของโครงการ การกำหนดขนาดคลองเพื่อให้ได้รับประโยชน์จากการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ
จึงต้องมีการคำนึงถึงอย่างมาก

ลักษณะของคลองทั่วไปในโครงการ กสช. จะเป็นคลองขนาดเล็ก เนื่องจากความจำกัด
ในงบประมาณ การกำหนดขนาดคลองโดยทั่วไปยังขาดการคำนึงถึงหลักทางวิชาการเท่าที่ควร ไม่
มีแบบมาตรฐานเป็นแนวทางในการพิจารณากำหนดออกแบบ ทำให้คลองบางคลองขาดเสถียรภาพ มี
การเลื่อนถล่มพังทลายของดินฝั่งคลองตลอดจนการกัดเซาะที่ท้องและฝั่งคลองหลังจากขุดได้ไม่นาน

จากผลการศึกษาี้ ได้สรุปข้อแนะนำในการพิจารณากำหนดขนาดคลองในโครงการ กสช.
โดยใช้เกณฑ์ความเร็วการไหลที่ยอมรับได้ ซึ่งเป็นเกณฑ์กำหนด เบื้องต้นอย่างง่ายและเหมาะสมกับคลอง
ขนาดเล็ก โดยแสดงตัวอย่างตารางและรูปความสัมพันธ์ช่วยในการพิจารณาหาขนาดของคลองที่เหมาะสม
ในแต่ละชนิดของดินและยังได้ให้ข้อพิจารณาการจำแนกชนิดของดินตลอดจนการวัดหาความลาดเอียง
ของท้องคลองอย่างง่าย ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของโครงการ ดังรายละเอียดในบทที่ 6

7.2 ข้อเสนอแนะ

- 7.2.1 เนื่องจากหลักการในการกำหนดขนาดของคลอง เสถียรภาพแต่ละวิธีมีข้อจำกัด และใช้ได้เฉพาะแต่ละสภาพและชนิดของวัสดุประกอบคลอง ดังนั้น ผลการศึกษาที่ได้รับนี้จึงเป็น เพียงแนวทางการพิจารณาประกอบการตัดสินใจของผู้ ออกแบบ
- 7.2.2 การศึกษานี้มีข้อจำกัดของเวลาและทุนวิจัย จึงทำให้จำกัดชนิดของวัสดุ ประกอบคลอง ซึ่งคลองที่ใช้เป็นตัวอย่งการศึกษา เป็นพวกดินเหนียว ดังนั้น ในการศึกษาต่อไปจึงควรขยายขอบ เขตการศึกษาถึงวัสดุประ เภทอื่น เพื่อนำผลการ ศึกษา มา เปรียบเทียบด้วย
- 7.2.3 เนื่องจากความจำเป็นในบางครั้งของการขุดคลอง ที่ไม่สามารถทำให้เป็นแนว ตรงได้ จึงควรมีการศึกษาถึงเสถียรภาพของคลองในส่วนโค้งงอ เพื่อหาแนว ทางในการกำหนดหน้าตัดของคลองที่เสถียรภาพในส่วนโค้งงอ
- 7.2.4 ควรจะมีการศึกษาถึงปัญหาของตะกอนที่ปนมากับน้ำ ต่อเสถียรภาพของคลอง ในลักษณะตะกอนมากและน้อย ความผันแปรของตะกอนที่เข้าสู่คลอง เป็นต้น
- 7.2.5 เนื่องจากตารางและรูปความสัมพันธ์ในการพิจารณาขนาดของคลองในโครงการ กสช. ดังในบทที่ 6 เป็นเพียงตัวอย่างข้อเสนอแนะเบื้องต้น จึงควรมีการศึกษา ต่อให้ละเอียดและกำหนดแบบมาตรฐานในการกำหนดขนาดคลองที่สะดวกต่อการ นำไปปฏิบัติและมีความสอดคล้องกับลักษณะของโครงการ