บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 บทสรุป

7.1.1 ผลการศึกษาปริมาณการตกตะกอน ลักษณะอุทกศาสตร์ องค์ประกอบของการตกตะกอนและความสัมพันธ์ ในช่วงปีที่ศึกษาดังนี้

จากการศึกษาปริมาณการตกตะกอนในร่องน้ำระหว่างปี 1957-1960 (พ.ศ. 2500-2503) ของ NEDECO (1965) มีค่าเท่ากับ 5 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี จากการศึกษาของ โรจน์ สุรเมฆ (2522) ได้แสดงว่าปริมาณดินขุดและปริมาณตะกอนตก ในปี พ.ศ. 2497-2521 มีค่าเท่ากันคือ 5.2 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี จากการศึกษาของ สุจริต คูณธนกุลวงศ์ (2535) ในปี พ.ศ. 2525-2534 ปริมาณตะกอนตกในร่องน้ำเฉลี่ย 4 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

ลักษณะของการตกตะกอนในร่องน้ำสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือระยะแรกเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกรกฎาคม ระยะที่สองเดือน สิงหาคมถึงธันวาคม ซึ่งปริมาณการตกตะกอนในระยะแรกจะมากกว่าในระยะที่สอง

โดยสรุปแล้วตะกอนจะตกในตอนต่างๆ ของร่องน้ำในช่วงปี 2525-2534 จะกระจายดังนี้

ร่องตอนใน (ระหว่าง กม.ที่ 0 ถึง กม.-6)	35%
ร่องตอนกลาง (ระหว่าง กม.ที่ -6 ถึง กม.-12)	40%
ร่องตอนนอก (ระหว่าง กม.ที่ -12ถึง กม.-18)	25%

ซึ่งจะเห็นได้ว่าร่องน้ำตอนนอกจะมีค่าตะกอนตกน้อยสุด ส่วนร่องน้ำตอนกลางและร่องน้ำตอนในตะกอนตกจะใกล้เคียงกัน สำหรับในช่วงเวลาศึกษา (2525-2534) เมื่อพิจารณารายปีตะกอนตกในร่องสูงสุด เท่ากับ 4.7 ล้านลบ.ม.ต่อปี (พ.ศ. 2527) ส่วนตะกอนตกในร่องต่ำสุด เท่ากับ 2.9 ล้าน

ลบ.ม.ต่อปี (พ.ศ. 2528) โดยมีค่าการตกตะกอนเฉลี่ยในร่องน้ำ เท่ากับ 3.8 ล้านลบ.ม.ต่อปี ค่าที่คำนวณได้เมื่อเทียบกับปริมาณการตกตะกอนในช่วงที่ศึกษาก่อนๆ ปริมาณการตกตะกอนมีปริมาณลดลงประมาณ 1 ล้านลบ.ม.

7.1.2 อัตราการไหลสุทธิจากปากแม่น้ำเจ้าพระยา

ค่าอัตราการไหลสุทธิเฉลี่ยรายเดือน คิดสัมพันธ์จากผลรวมอัตราการไหลเฉลี่ยรายเดือนของ 3 สถานี ระหว่างปี พ.ศ.2525 ถึง พ.ศ.2534 โดยอาศัยความสัมพันธ์ของผลรวมอัตราการไหลเฉลี่ยรายเดือนของ 3 สถานีกับอัตราการไหลสุทธิของปากแม่น้ำ พบว่าค่าอัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 2,029 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในตุลาคม พ.ศ. 2526 และอัตราการไหลต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 101ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในกรกฎาคม พ.ศ. 2534

7.1.3 ลักษณะลม

ในช่วงปีการศึกษา ความเร็วลมที่เกิดบ่อยครั้งที่สุดอยู่ระหว่าง 5-10 น็อต (2.5-2.0 กม.ต่อชม.) โดยเกิดขึ้น 34% ของระยะเวลาใน 1 ปี รองลงมาได้แก่ความเร็วลมที่มีค่าระหว่าง 10-15 น็อต เกิดขึ้น 27% ของระยะเวลาใน 1 ปี ความเร็วลมสูงสุดอยู่ระหว่าง 35-40 น็อต โดยมีทิศของลมส่วนใหญ่ พัดมาจากทิศใต้

7.1.4 ลักษณะคลื่นน้ำลึก

ในช่วงปีการศึกษา จากผลการคำนวณคลื่นด้วยข้อมูลลมพบว่า ช่วงเวลาที่ไม่มีคลื่นเกิดประมาณ 33% ของเวลาตลอดปี ความสูงคลื่นที่เกิดมากสุดคือ 0.1-0.5 เมตร เกิดขึ้นประมาณ 50% ของเวลาตลอดปี รองลงมาคือคลื่นที่มีความสูงระหว่าง 0.5-1.0 เมตร เกิดขึ้นประมาณ 11% ของเวลาตลอดปี ความสูงคลื่นสูงสุดอยู่ในช่วง 3.5-4.0 เมตร คลื่นเคลื่อนที่มาจากทางทิศใต้ประมาณ 22% และทางทิศ SSW ประมาณ 14% สำหรับคาบเวลาของคลื่นส่วนมากอยู่ระหว่าง 1-2 วินาที ประมาณ 23% รองลงมาได้แก่คลื่นที่มีคาบเวลา 2-3 วินาที เกิดประมาณ 13% คาบเวลาสูงสุดของคลื่นอยู่ระหว่าง 7-10 วินาที

7.1.5 ลักษณะคลื่นบริเวณปากแม่น้ำ

คลื่นน้ำลึกขนาดไม่เกิน 0.5 เมตร เมื่อเข้าสู่บริเวณปากแม่น้ำแล้ว ความสูงคลื่นไม่มีการเปลี่ยนแปลง คลื่นจะแตกตัวใกล้ชายฝั่งคลื่นขนาด 1.5 เมตรเมื่อเข้ามาบริเวณปากแม่น้ำแล้ว ความสูงคลื่นลดลงเนื่องจากการสูญเสียพลังงานไป บริเวณที่คลื่นแตกตัวส่วนใหญ่อยู่บริเวณความลึก 2 เมตร สำหรับทิศทางของคลื่นน้ำลึกเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดที่บริเวณใกล้ชายฝั่ง

7.1.6 ลักษณะคลื่นบริเวณร่องน้ำ

ลักษณะต่างๆของคลื่นบริเวณร่องน้ำสามารถสรุปได้ดังนี้

- บริเวณร่องน้ำตอนนอกทิศทางของคลื่นเปลี่ยนไปเมื่อค่าคาบเวลา เท่ากับ 4.5 วินาทีและที่ทิศของคลื่นน้ำลึกตั้งแต่ 225°-247.5° (ทิศ SW ถึง WSW)

- บริเวณร่องน้ำตอนกลางทิศทางของคลื่นเปลี่ยนไปเมื่อค่าคาบเวลาคลื่นมีค่าตั้งแต่ 2 วินาที และทิศทางของคลื่นน้ำลึกมีค่าตั้งแต่ 112.5°-247.5° (ทิศ ESE ถึง WSW)

- บริเวณร่องน้ำตอนในนั้นทิศทางเริ่มเปลี่ยนแปลงเมื่อคลื่นมีคาบเวลาตั้งแต่ 1 วินาที โดยที่ทิศทางของคลื่นน้ำลึกมีค่าตั้งแต่ 202.5° (ทิศ SSW)

- สำหรับการเปลี่ยนแปลงของความสูงคลื่นนั้นมีค่า ลดลงจากความสูงคลื่นน้ำลึก ไม่ว่าที่บริเวณร่องน้ำตอนนอก ร่องน้ำตอนกลาง และร่องน้ำตอนใน ยกเว้นค่าความสูงคลื่นน้ำลึกที่เท่ากับ 0.5 เมตร ค่าความสูงจะไม่เปลี่ยนแปลงตลอดร่องน้ำ

7.1.7 ตะกอนที่พามาจากแม่น้ำ

การคำนวณปริมาณตะกอนจากแม่น้ำ ในการศึกษาตะกอนแขวนลอย และได้ความสัมพันธ์กับปริมาณการไหลสุทธิในช่วงที่มีการสำรวจจริงมาใช้กับช่วงปีที่ทำการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า

ตะกอนที่พามาจากแม่น้ำมีค่าสูงมากในช่วงเดือนกันยายน ตุลาคมและพฤศจิกายน โดยมีค่าเฉลี่ยรายเดือนเฉลี่ย 10 ปี ตั้งแต่ 0.2 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือนถึง 0.35 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือน และมีค่าน้อยมากในเดือน มกราคมถึงสิงหาคม โดยมีค่าเฉลี่ยรายเดือนเฉลี่ย 10 ปี ตั้งแต่ 3 หมื่น ถึง 5 หมื่นลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

7.1.8 ตะกอนที่พามาจากคลื่นและกระแสน้ำ

ตะกอนจากคลื่นและกระแสน้ำที่พิจารณาจะพิจารณาทั้งจากตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำ ผลการคำนวณพบว่า ตะกอนที่พามาจากคลื่นและกระแสน้ำมีค่าสูงมากในเดือน มีนาคมถึงพฤษภาคมโดยมีค่าเฉลี่ยรายเดือนเฉลี่ย 10 ปี ตั้งแต่ 1.5 ล้านลูกบาศก์เมตรถึง 4.3 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อเดือนโดยมีค่าตะกอนต่ำมากในช่วงเดือน พฤษจิกายนถึงมกราคมมีค่า 2 หมื่นลูกบาศก์เมตรถึงประมาณ 7 หมื่นลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

7.1.9 องค์ประกอบที่มีผลต่อการตกตะกอนในร่องน้ำ

เมื่อพิจารณาตะกอนจากแม่น้ำ องค์ประกอบที่ส่งผลต่อปริมาณตะกอนที่ตกในร่องน้ำคือค่าอัตราการไหลของแม่น้ำโดยได้ข้อสรุปว่าค่าสัดส่วนของตะกอนที่ตก ต่อตะกอนที่พามาของแม่น้ำ โดยเฉลี่ยรายเดือนพบว่าค่า K_1 เท่ากับ 1 สำหรับทุกอัตราการไหลของแม่น้ำหมายความว่าตะกอนที่พามาจากแม่น้ำจะตกหมดในร่องน้ำในที่สุด แต่การศึกษาก็ยังพบว่าปริมาณตะกอนตกมีมากกว่าปริมาณตะกอนที่แม่น้ำพามา ซึ่งหมายความว่ามีแหล่งตะกอนอื่นที่ทำให้ร่องน้ำตื้นเขิน

เมื่อพิจารณาตะกอนที่พามาจากคลื่นและกระแสน้ำองค์ประกอบที่นำมาพิจารณาคือค่าพลังงานเฉลี่ยของคลื่น โดยได้ความสัมพันธ์ของ สัดส่วนตะกอนที่ตกในร่องต่อตะกอนที่พามาจากคลื่นและกระแสน้ำ ดังนี้

$$K_2 = 1 \qquad \text{เมื่อ } \overline{E} \le 500$$
$$K_2 = 2.5\times10^{10}\,\overline{E}^{-3.87} \qquad \text{เมื่อ } \overline{E} > 500$$

โดย K_2 คือสัดส่วนของตะกอนที่ตกในร่องน้ำต่อตะกอนที่พามายังรองน้ำ

E คือพลังงานคลื่นน้ำลึกเฉลี่ย

จากรูปสมการค่า K_2 จะน้อยลงเมื่อค่าพลังงานคลื่นเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น หรือตะกอนที่ตกในร่องน้ำมีอัตราส่วนลดลงเมื่อค่าพลังงานเฉลี่ยของคลื่นสูงขึ้น ในที่นี้ก็เช่นกันว่าค่า K_2 ในช่วงคลื่นขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับค่าวัดจริงมีค่าเกิน 1 อยู่ซึ่งก็แสดงว่ามีแหล่งตะกอนอื่นนอกจากคลื่นที่ทำให้ร่องน้ำตื้นเขินอยู่

7.1.10 สมการความสัมพันธ์ขององค์ประกอบกับปริมาณตะกอนตกในร่องน้ำ

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับปริมาณตะกอนตกในร่องน้ำที่พิจารณาแหล่งตะกอนเฉพาะจากแม่น้ำและคลื่นจะได้รูปแบบความสัมพันธ์ดังนี้

$$Q_{sed} = K_1Q_R + K_2Q_W$$

โดยที่ K_1 เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการตกตะกอนจากจากแม่น้ำ (ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1)

K_2 เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการตกตะกอนจากคลื่นและกระแสน้ำซึ่งมีค่าดังนี้

$$K_2 = 1 \qquad \text{เมื่อ } \overline{E} \le 500$$
$$K_2 = 2.5\times10^{10}\,\overline{E}^{-3.87} \qquad \text{เมื่อ } \overline{E} > 500$$

โดยเมื่อนำความสัมพันธ์นี้ไปทำนายในช่วงปีตรวจสอบ (พ.ศ. 2530-2534) มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของการทำนายตะกอนตกรายปี 43% ความคลาดเคลื่อนสูงสุด-ต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 63% และ18%ตามลำดับ ส่วนมากผลการคำนวณจะน้อยกว่าค่าที่วัดได้จริงเสมอ ยกเว้น

ช่วงเวลาที่อิทธิพลทั้งแม่น้ำ คลื่นและกระแสน้ำแสดงบทบาทพร้อมกัน เช่นเดือนกรกฎาคม โดยค่าความเคลื่อนอาจเกิดมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. ไม่มีการบันทึกความเร็วลมในช่วงเวลากลางคืนระยะเวลา 12 ชั่วโมง โดยสมมติว่าช่วงเวลานี้ลมมีขนาดและทิศทางเท่ากับลมที่เกิดในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ ทำให้ไม่สามารถคำนวณความสูงคลื่นและคาบเวลาคลื่นได้

2. ปริมาณการไหลสู่ปากแม่น้ำเป็นค่าประมาณจากการหาความสัมพันธ์ของสถานวัดน้ำทั้ง 3 สถานี และการวัดปริมาณการไหลของน้ำที่ปากแม่น้ำในช่วงปี พ.ศ.2513-2519 ดังนั้นค่าจึงมีโอกาสคลาดเคลื่อนได้

3. เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้คิดปรากฏการณ์การเคลื่อนตัวของตะกอนที่มีลักษณะเป็นดินเลนที่เคลื่อนด้วยความแตกต่างความดันหรือแหล่งตะกอนอื่น ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ปริมาณตะกอนที่คำนวณได้น้อยกว่าที่ตกจริง

4. การศึกษาครั้งนี้ พิจารณาค่า K_1 และ K_2 เป็นค่าตามอัตราการไหลหรือพลังงานคลื่นแยกกัน โดยไม่คิดอิทธิพลของการตกตะกอนจากคลื่นกระทบกระแสน้ำจากแม่น้ำ ซึ่งจะทำให้การตกตะกอนมากขึ้นได้

อย่างไรก็ตาม ตะกอนที่ได้จากความสัมพันธ์ในปี พ.ศ.2530-2534 คิดเป็นตะกอนที่มาจากการพาตะกอนของแม่น้ำ 58% และเป็นตะกอนที่พามาจากคลื่นและกระแสน้ำ 42 % ช่วงเวลาที่ตะกอนจากแม่น้ำแสดงอิทธิพลหลักคือเดือน กันยายนถึงธันวาคม ช่วงเวลาที่ทั้งแม่น้ำและคลื่นแสดงอิทธิพลต่อตะกอนพร้อมกันคือช่วงเดือน พฤษภาคมถึงสิงหาคม ช่วงเวลาที่คลื่นแสดงอิทธิพลคือเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน

ในการศึกษาครั้งนี้ ถึงแม้จะยังไม่ได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ให้ค่าความผิดพลาดและสมการความสัมพันธ์เป็นที่น่าพอใจ แต่ก็ทำให้ได้เห็นอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำที่มีต่อตะกอนที่ตกในร่องน้ำที่ระยะเวลาต่างกันได้ชัดเจนขึ้น และแสดงช่วงเวลาที่เกิดได้สอดคล้องใกล้เคียงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

7.2 ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาลักษณะการตกตะกอนทางชลศาสตร์ในสภาพจริง เช่นค่าความเร็วการตกของตะกอน และความเข้มข้นของตะกอนท้องน้ำให้มากขึ้น จะทำให้ค่าตัวแปรในสมการคำนวณปริมาณตะกอนเนื่องจากคลื่นและกระแสน้ำ มีความถูกต้องมากขึ้น

2. ควรมีการเก็บและศึกษาข้อมูลการตกตะกอนวัดจริงในร่องน้ำกรุงเทพฯในระยะยาวมากขึ้น

3. ควรศึกษาอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำต่อการตกตะกอนเพิ่มเติมเพื่อนำไปปรับปรุงสมการความสัมพันธ์ให้ถูกต้องมากขึ้น

4. ควรจะมีการศึกษาวัดอัตราการไหลบริเวณปากแม่น้ำในช่วงปีที่ยาวขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาลักษณะการตกตะกอนให้มีความชัดเจน

5. ควรศึกษาแหล่งตะกอนตกในร่องน้ำจากแหล่งอื่นเพิ่มเติมเช่น ปรากฏการณ์การเคลื่อนตัวของดินเลนอันเนื่องมาจากความแตกต่างของความดัน เพื่อความเข้าใจในสภาพการตกตะกอนและนำไปปรับปรุงความสัมพันธ์ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย