บทที่ 7
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 บทสรุป

7.1.1 การดำเนินงานศึกษา

การดำเนินงานศึกษาครั้งนี้มุ่งที่จะศึกษา ลักษณะของคลื่นและการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและตะกอนตามแนวชายฝั่ง (longshore transport) ที่เกิดขึ้นในระหว่างแต่ละฤดูกาลและประจำปี ในบริเวณใกล้ชายฝั่งของอ่าวไทยตอนล่างในเขตจังหวัดนราธิวาส โดยครอบคลุมชายฝั่งจากปากแม่น้ำโกลกจนถึงบริเวณเขาตันหยง มีระยะทางประมาณ 40 กม.

การศึกษาได้อาศัยข้อมูลคลื่นที่เกิดขึ้นในทะเลจีนใต้ ซึ่งสำรวจจากเรือสังเกตการณ์ (ship observation) ของสำนักงานอุตุนิยมวิทยาแห่งอังกฤษ ข้อมูลที่ใช้สำรวจในระหว่างปี 2492-2525 สำหรับข้อมูลสภาพท้องทะเลได้อาศัยแผนที่อุทกศาสตร์ มาตราส่วน 1:240,000 ซึ่งสำรวจโดยกรมอุทกศาสตร์แห่งราชนาวีไทยระหว่างปี 2503-2506

เนื่องจากข้อมูลคลื่นที่มีเป็นข้อมูลของคลื่นที่เกิดขึ้นในบริเวณน้ำลึก (deep water) จึงต้องมีการวิเคราะห์รูปแบบการเคลื่อนตัวของคลื่นจากบริเวณน้ำลึกเข้าสู่บริเวณน้ำตื้น (shallow water) จนกระทั่งมากระทบชายฝั่งที่ทำการศึกษา ซึ่งในที่นี้ได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนที่ของคลื่นเข้าสู่บริเวณน้ำตื้น โดยการสร้างไดอะแกรมการหักเห (refraction diagram) ตามวิธีมาตรฐานซึ่งอาศัยทฤษฎีคลื่นความสูงน้อย (small amplitude wave theory) และกฎการหักเหของสเนลล์ (Snell's Law) การคำนวณได้อาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในภาษา FORTRAN 77 ทำการวิเคราะห์ พื้นที่ท้องทะเลที่ครอบคลุมในการวิเคราะห์มีขนาด 42x68 กม^2 ซึ่งถูกแบ่งออกเป็นกริด (grid) ขนาด 2x2 กม^2 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมได้แก่ แนวทางเคลื่อนที่ของคลื่น (wave ray) ในรูปของมุมและทิศทางที่จุดพิกัดต่าง ๆ เมื่อนำไปเข้าเครื่อง Plotter จะได้รูปแบบการหักเหหรือการเคลื่อนที่ของคลื่น ซึ่งทำให้สามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การหักเห (refraction coefficient-K_r) สำหรับใช้ในการคำนวณค่าความสูงของคลื่น ณ จุดพิกัดต่าง ๆ ในทะเล

เมื่อทราบลักษณะของคลื่น ซึ่งประกอบด้วย คาบเวลา ความสูงคลื่น และทิศทางการเคลื่อนที่ ณ จุดพิกัดต่าง ๆ ในพื้นที่ท้องทะเลที่ทำการวิเคราะห์ ขั้นต่อไปเป็นการวิเคราะห์หาตำแหน่งและคุณสมบัติคลื่น ณ ตำแหน่งที่คลื่นแตกตัวใกล้ชายฝั่ง (breaking zone) ซึ่งการวิเคราะห์การแตกตัวของคลื่นได้อาศัยความสัมพันธ์ระหว่างความสูงคลื่นแตกตัว (H_b) ความชันคลื่นในน้ำลึก (H_o' /L_o) ความลึกที่คลื่นแตกตัว (d_b) และความลาดชันของชายฝั่ง (m) ที่เสนอโดย Goda (1973) ทำให้ทราบความสูงคลื่น ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น และความลึกของท้องน้ำ ณ จุดที่คลื่นแตกตัวตามแนวชายฝั่งที่ทำการศึกษา โดยอาศัยหลักการคงตัวของพลังงานและทฤษฎีคลื่นโดดเดี่ยว (solitary wave theory) สามารถคำนวณพลังงานคลื่นในบริเวณคลื่นแตกตัวในแนวขนานและตั้งฉากกับชายฝั่งได้ ซึ่งนำไปใช้ในการคำนวณการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและตะกอนตามแนวชายฝั่ง (longshore transport) โดยใช้ความสัมพันธ์ที่เสนอโดย Komar and Inman (1970)

ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ทั้งหมด ประกอบด้วย สถิติการเกิดคลื่นในบริเวณทะเลจีนใต้ รูปแบบการเคลื่อนที่ของคลื่นในทิศทางและขนาดต่าง ๆ จากบริเวณน้ำลึกเข้าสู่น้ำตื้นมากระทบชายฝั่ง 40 กม. ระหว่างปากแม่น้ำโกลก-เขาตันหยง ขนาดและทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นและความเร็วกระแสน้ำท้องน้ำ ณ ตำแหน่งคลื่นแตกตัวตลอดแนวชายฝั่ง พลังงานของคลื่นกระทำต่อชายฝั่ง และการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและตะกอนตามแนวชายฝั่งที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของชายฝั่ง โดยการศึกษาผลที่ได้เหล่านี้ทำให้สามารถสรุปแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่ทำการศึกษาในระยะยาวได้ ดังกล่าวต่อไป

7.1.2 เงื่อนไขที่มีในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้มีเงื่อนไขหรือสมมติฐาน ที่ควรได้กล่าวสรุปไว้ในที่นี้ดังต่อไปนี้

1) สภาพท้องทะเลสำหรับการวิเคราะห์ ได้ใช้แผนที่อุทกศาสตร์หมายเลข 206 มาตราส่วน 1:240,000 จัดทำโดย กรมอุทกศาสตร์ ระหว่างปี 2503-2506 ซึ่งกำหนดความลึกท้องน้ำจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยปานกลาง
2) ข้อมูลคลื่นได้จากสถิติข้อมูลคลื่นที่วัดในทะเลจีนใต้ จากเรือสังเกตการณ์ของสำนักงานอุตุนิยมวิทยาของอังกฤษ ระหว่าง 2492-2525

3) ความลึกของท้องน้ำได้อาศัยระดับน้ำทะเลเฉลี่ยปานกลาง เป็นระดับอ้างอิงโดยไม่พิจารณาผลกระทบจากระดับน้ำขึ้นน้ำลง (Tide)ระดับน้ำยกตัวโดยลมและคลื่น (wind and wave setup)

4) ไม่มีการพิจารณาผลกระทบจากการไหลของแม่น้ำโกลก และแม่น้ำกลันตันต่อสภาพคลื่นบริเวณใกล้ฝั่ง (surf zone)

5) ไม่มีการพิจารณาอิทธิพลของการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและตะกอนชายฝั่ง (Long shore Transport) จากบริเวณปากแม่น้ำกลันตันเข้าสู่พื้นที่ชายฝั่งที่ทำการศึกษา

7.1.3 คลื่นในทะเลจีนใต้

คลื่นในทะเลจีนใต้เป็นข้อมูลที่วัดโดยเรือสังเกตการณ์ของสำนักงานอุตุนิยมวิทยาของอังกฤษ ซึ่งพบว่าคลื่นที่มีผลต่อชายฝั่งที่ทำการศึกษานี้ จะเป็นคลื่นที่เกิดขึ้นในระหว่าง N 30° W ถึง N 90° E และมีสภาพรุนแรงในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีทิศทางคลื่นในแนว N 60° E และ N 90° E ซึ่งเกิดขึ้น 12.91% และ 9.25% ในรอบปีตามลำดับ และช่วงฤดูมรสุมเปลี่ยนแปลงในทิศดังกล่าว จะเกิด 6.28% และ 5.54% ในรอบปี ส่วนในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คลื่นมีขนาดเล็กกว่า ความสูงคลื่นที่ได้จากเรือสังเกตการณ์สามารถแปลงเป็นความสูงคลื่นนัยสำคัญ (significant wave height) โดยใช้ Nordenstorm Conversion

7.1.4 การหักเหของคลื่น

คลื่นที่เคลื่อนจากทะเลจีนใต้เข้าหาชายฝั่งจะมีลักษณะลู่เข้าหากัน (convergence) บริเวณช่วง กม.-5 ถึง -2 บริเวณชายฝั่งมาเลเซีย ช่วง กม.1 ถึง 6 บริเวณใกล้อำเภอตากใบ ช่วง กม.10 ถึง 17 ช่วงก่อนถึงประตูระบายน้ำคลองน้ำแบ่ง และช่วง กม.27 ถึง 32 บริเวณใกล้เขาตันหยง และมีลักษณะกระจายออก (divergence) ช่วง กม. -2 ถึง 1 บริเวณฝั่งมาเลเซียใกล้ปากแม่น้ำโกลก และช่วง กม. 6 ถึง 10 และ กม. 17 ถึง 27 จากประตูระบายน้ำคลองน้ำแบ่งจนถึงบริเวณเขาตันหยง

7.1.5 ลักษณะคลื่นใกล้ชายฝั่ง

คลื่นที่เกิดในบริเวณใกล้ฝั่งจะมีลักษณะแปรเปลี่ยนตามแนวชายฝั่ง ซึ่งขึ้นกับลักษณะท้องทะเลและคลื่นในทะเลจีนใต้ และพอสรุปได้ดังนี้

ในรอบปีหนึ่ง ๆ ลักษณะคลื่นบริเวณใกล้ฝั่งมีค่าเฉลี่ยตลอดแนวชายฝั่ง โดยมีความสูงคลื่นแตกตัวประมาณ 1.8-2.0 ม. ความลึกท้องทะเลบริเวณคลื่นแตกตัวประมาณ 2.3-2.6 ม. และระยะคลื่นแตกตัวห่างจากฝั่งประมาณ 1.0 กม. และโอกาสการเกิด 20%, 10% และ 5% ในรอบปีของลักษณะคลื่นตลอดแนวชายฝั่ง ดังนี้

มากกว่าค่าที่แสดง	โอกาสเกิดในรอบปี (%)		
	20	10	5
ความสูงคลื่นแตกตัว(ม.)	1.6-2.0	2.6-3.0	3.7-5.8
ความลึกท้องน้ำ(ม.)	2.1-2.6	3.3-3.8	4.7-7.3
คลื่นแตกตัวห่างจากฝั่ง(กม.)	0.8-1.0	1.3-1.5	1.9-2.9

พลังงานคลื่นที่กระทำต่อชายฝั่งแบ่งเป็น 2 แนว คือ พลังงานคลื่นที่กระทำในแนวตั้งฉากกับชายฝั่งตลอดแนวชายฝั่งในรอบปี มีค่าระหว่าง 14,000-19,500 N-m/s/m หรือ 120-170 MW-hr/yr/m และพลังงานคลื่นที่กระทำในแนวขนานกับชายฝั่งสุทธิตลอดแนวชายฝั่ง จะมีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางเหนือ (จากปากแม่น้ำโกลกไปยังเขาตันหยง) และมีค่าสูงสุดช่วง กม. 10 ถึง 18 มีค่าประมาณ 3,000-4,000 N-m/s/m หรือ 26-35 MW-hr/yr/m และมีค่าต่ำสุดช่วง กม. 22 มีค่า 200 N-m/s/m หรือ 1.75 MW-hr/yr/m

7.1.6 การเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและตะกอนตามแนวชายฝั่ง

กระแสน้ำท้องทะเล (bottom velocity) สูงสุดบริเวณคลื่นแตกตัวเฉลี่ยในรอบปีตลอดแนวชายฝั่งจะมีค่าประมาณ 2 ม/วินาที และค่าความเร็วกระแสน้ำตามแนวขนานชายฝั่งที่เคลื่อนที่ไปทางเหนือ (จากปากแม่น้ำโกลกไปยังเขาตันหยง) มีค่าเฉลี่ยในรอบปีตลอดแนวชายฝั่งประมาณ 1.0-1.8 ม/วินาที ส่วนกระแสน้ำตามแนวชายฝั่งที่เคลื่อนไปทางใต้ (จากเขาตันหยงไปยังแม่น้ำโกลก) มีค่าเฉลี่ยในรอบปีตลอดแนวชายฝั่งประมาณ 0.8-1.5 ม/วินาที

ปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวขนานชายฝั่งในรอบปีหนึ่ง ๆ จะได้รับอิทธิพลจากช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นหลัก และอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวขนานชายฝั่งในรอบปีหนึ่ง ๆ มีค่าระหว่าง 0.258-5.528 ล้าน-$ม^3$/ปี เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ

7.1.7 แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

จากการศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอนตลอดแนวชายฝั่ง พบว่าชายฝั่งมีแนวโน้มการกัดเซาะสูญเสียตะกอนโดยเฉลี่ยตลอดแนวชายฝั่ง 40 กม. ประมาณ 4.763 ล้าน-$ม^3$/ปี หรือประมาณ 125 $ม^3$/ปี/ม ของชายฝั่ง ซึ่งพอเป็นข้อสรุปว่าแนวชายฝั่งตลอดแนวนี้จะถูกกัดเซาะทำให้ชายฝั่งถดถอยจเข้ามาทุกปี และเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในระยะยาว

7.2 ข้อเสนอแนะ

1) การศึกษาครั้งนี้ได้ยืนยันแนวโน้มการถดถอยของแนวชายฝั่ง ระหว่างปากแม่น้ำโกลก-เขาตันหยง อันเนื่องมาจากการสูญเสียตะกอนทรายทุก ๆ ปีในระยะยาว เพิ่มเติมจากที่เคยได้พบและเป็นที่สนใจในการศึกษาอื่น ๆ ที่เคยมีมา เช่น SMEC ในปี คศ. 1985 [6] ประเสริฐ ทิพยธรรม ในปี พ.ศ.2526 [10] ชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์ ในปี พ.ศ.2529[8] เป็นต้น จึงควรที่จะมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ความสนใจศึกษาและติดตาม ตลอดจนหาวิธีการป้องกันปัญหาการถดถอยของแนวชายฝั่งในระยะยาวของบริเวณอ่าวไทยตอนล่างที่ทำการศึกษานี้

2) การศึกษาครั้งนี้ได้อาศัยข้อมูลสภาพท้องน้ำจากแผนที่มาตราส่วน 1:240,000 ซึ่งสำรวจและจัดทำในระหว่าง 2503-2506 โดยกรมอุทกศาสตร์แห่งราชนาวีไทย ซึ่งแสดงเส้นขั้นความลึกมากกว่า 4.00 ม. ขึ้นไป ทำให้ขาดรายละเอียดของสภาพท้องน้ำ บริเวณใกล้ชายฝั่งตื้นกว่า 4.00 ม. นอกจากนี้สภาพท้องน้ำในปัจจุบันคาดว่าจะเปลี่ยนแปลงจากที่แสดงในแผนที่ที่ใช้ศึกษามาก จึงเป็นที่คาดได้ว่าผลการศึกษาค่อนข้างหยาบและอาจคลาดเคลื่อนจากสภาพความเป็นจริงในปัจจุบัน หากจะมีการศึกษาและหาวิธีป้องกันการถดถอยแนวชายฝั่งในการปฏิบัติงานดังข้อเสนอแนะข้างบน ควรจะได้มีการสำรวจและจัดทำแผนที่สภาพท้องทะเล บริเวณใกล้ชายฝั่งตลอดความยาว 40 กม.ขึ้นมาใหม่ให้มีรายละเอียดมากขึ้น ซึ่งคาดว่าจะต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูง

3) SMEC (1985-อ้างอิง 42) ได้ศึกษาปัญหาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำโกลก ซึ่งครอบคลุมชายฝั่งเพียงส่วนหนึ่งของชายฝั่ง 40 กม. ที่ศึกษาเท่านั้น ดังนั้นผลการศึกษาของ SMEC ยังไม่เพียงพอต่อการประเมินและศึกษาคุณสมบัติของคลื่นใกล้ชายฝั่ง ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่างปากแม่น้ำโกลก-เขาตันหยงอย่างเหมาะสมได้ หากปัญหาการสูญเสียตะกอนตลอดจนการถดถอยของแนวชายฝั่งในช่วง 40 กม.นี้เป็นที่สนใจ ควรที่จะมีการดำเนินงานศึกษาด้านวิชาการขึ้นใหม่ ให้ครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งตลอดแนว

4) สำหรับชายฝั่งส่วนอื่นของอ่าวไทย โดยเฉพาะอ่าวไทยตอนล่าง เหนือจังหวัดนราธิวาสขึ้นไป คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งเช่นกัน จึงควรได้มีการศึกษาทางวิชาการในลักษณะเช่นที่ได้ทำการศึกษานี้ด้วย เพื่อที่จะได้ทราบคุณสมบัติของคลื่นและกระแสน้ำบริเวณใกล้ชายฝั่ง ตลอดจนแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง อันจะนำไปสู่แนวทางป้องกัน/อนุรักษ์สภาพชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง

5) จากการศึกษาพลังงานคลื่นบริเวณชายฝั่ง และการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณชายฝั่งยังผลให้เกิดแนวโน้มของการกัดเซาะหรือทับถมชายฝั่งนั้น ควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบกับสภาพชายฝั่งที่เป็นจริงตามธรรมชาติ ซึ่งได้จากภาพถ่ายทางอากาศหรือผลการสำรวจการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

6) ชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำได้รับอิทธิพลจากการไหลในแม่น้ำ การศึกษาลักษณะต่าง ๆ ของคลื่น และการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและตะกอน จึงค่อนข้างจะสลับซับซ้อน ดังนั้นการศึกษาลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวโดยพิจารณาจากอิทธิพลของคลื่นจากทะเลลึกเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอ หรือคลาดเคลื่อนไป ควรจะมีการพิจารณาอิทธิพลของการไหลของกระแสน้ำจากแม่น้ำเข้ามาพิจารณาร่วมด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย