บทที่ 5

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์คลื่น และกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วการไหลของน้ำบริเวณปากแม่น้ำจะเป็นการไหลแบบ Unsteady flow เนื่องจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง แต่ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำ จึงจำลองสภาพการไหลเป็นแบบ Steady flow โดยการศึกษาทางด้านแบบจำลองคณิตศาสตร์นี้ จะใช้การวิเคราะห์แบบจำลองคำนวณคลื่นและกระแสน้ำเป็นตัวตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม จึงนำไปใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของท้องน้ำโดยใช้แบบจำลองคำนวณการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำ

เนื่องจากการทดลองศึกษาคลื่นและการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำในแบบจำลองค่อนข้างจะมีน้อย และที่มีส่วนใหญ่ก็ไม่ได้เก็บข้อมูลการกัดเซาะหรือทับถมของท้องน้ำไว้ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จะอาศัยข้อมูลที่บันทึกไว้จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำโกลกด้วยแบบจำลองชลศาสตร์ พ.ศ.2532 ณ กองวิจัยและทดลอง กรมชลประทานปากเกร็ด เป็นข้อมูลตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบจำลองคำนวณคลื่นและกระแสน้ำนั้นจะมีค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบ ดังนี้คือ

5.1 การคำนวณค่าดัชนีการแตกตัว (Breaking index)

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากชายฝั่งน้ำลึกเข้าสู่ชายทะเลที่ตื้นกว่า ผลของความลึกน้ำและการหักเหของคลื่น จะทำให้ความเร็วคลื่นเปลี่ยนแปลงไป ความยาวคลื่นจะลดลง ความสูงคลื่นจะเพิ่มขึ้นและความชันคลื่น (wave steepness, H/L) จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งคลื่นไม่สามารถคงรูปอยู่ได้ และความเร็วอนุภาคของน้ำบริเวณหน้าคลื่น (wave crest) มากกว่าความเร็วคลื่นจึงทำให้เกิดการแตกตัวของคลื่นขึ้น

สำหรับการศึกษาการแตกตัวของคลื่น เริ่มต้นด้วยการพิจารณาทฤษฎีของคลื่นที่เหมาะสมในการศึกษานี้เสียก่อน เนื่องจากความลาดชันชายฝั่งปากแม่น้ำของพื้นที่ศึกษา มีค่าความลาดชันเท่ากับ 0.004 (หรือ 1/250) พบว่าลาดชายฝั่งของพื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในประเภทความลาดท้องน้ำน้อย (mildly sloping bottom) คือมีค่าความลาดชันน้อยกว่า 1/50 (Arthur (1966)) ซึ่ง

ทฤษฎีคลื่นซีนอยดอล (Cnoidal Theory) สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของคลื่นบนชายฝั่งที่มีค่าความลาดท้องน้ำน้อยได้ จึงเลือกใช้ในการศึกษาเรื่องนี้

สำหรับการศึกษาการแตกตัวของคลื่นบนชายฝั่งที่มีค่าความลาดท้องน้ำน้อยนั้น Shuto (1974) (จาก Horikawa (1988)) ได้เสนอความสูงคลื่นเปลี่ยนแปลง จากพื้นฐานสมการของ Kakutani คือสมการ (3-32) หรือรูป 3-8 ซึ่งจากการศึกษาโดยแบบจำลองชลศาสตร์ของโชค พิพัฒน์ (2532) ในกรณีคาบคลื่นเท่ากับ 0.90วินาที จะให้ค่า

- ความลึกคลื่นแตกตัว (h_b) เท่ากับ 5.80 ซม.
- ความยาวคลื่นน้ำลึก (Lo) เท่ากับ 112.71 ซม.และ
- ความสูงคลื่นน้ำลึก (Ho) เท่ากับ 2.315 ซม.

ดังนั้น

- อัตราส่วน h_b/Lo เท่ากับ 0.05 และ
- อัตราส่วน Ho/Lo เท่ากับ 0.02

จากรูป 3-9 จะได้

- อัตราส่วนความสูงคลื่นแตกตัวกับความสูงคลื่นคลื่นน้ำลึก (H/Ho) เท่ากับ 1.05 หรือความสูงคลื่นแตกตัว (H) เท่ากับ 2.43 ซม. (1.05 xHo =1.05 x 2.315)

ดังนั้น

- ค่าดัชนีการแตกตัวของคลื่น (H/h_b) เท่ากับ 0.42 (หรือ 2.43/5.80)

5.2 การกำหนดค่า BR

การคำนวณค่าพลังงานที่สูญเสียไปภายหลังคลื่นเกิดการแตกตัวของคลื่น (Energy loss by wave breaking) แสดงไว้ในสมการ (3-41) เนื่องจากในแบบจำลองคณิตศาสตร์จะกำหนดเทอมหลังของต่าความสูงคลื่นหลังการแตกตัวเป็นค่าคงที่ (BR) ของการทดลองเพื่อให้แก้สมการได้ ดังนั้นการทดสอบด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์จะหาค่าดังกล่าวโดยการปรับค่า BR ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ตัวหนึ่งในแบบจำลองคำนวณคลื่นและกระแสน้ำ เทียบกับการวัดจริงในแบบจำลองชลศาสตร์ ซึ่งการทดลองแต่ละครั้งจะเกิดขึ้นไม่เท่ากัน จากการศึกษาของ Sawaragi (1988) เมื่อคลื่นมีขนาดความสูงคลื่นเท่ากับ 6 ซม. คาบคลื่นเท่ากับ 1.25 วินาที ใช้ค่า BR เท่ากับ 15 แต่การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการตรวจสอบแล้ว พบว่าค่า BR ที่เหมาะสมเท่ากับ 3 รายละเอียดแสดงไว้ในหัวข้อ 5.4

5.3 การกำหนดความเร็วกระแสน้ำปากแม่น้ำ

หลังจากที่มีการกำหนดค่าดัชนีการแตกตัว ตรวจสอบค่า BR แล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการกำหนดความเร็วกระแสน้ำปากแม่น้ำ ซึ่งการหาค่าความเร็วกระแสน้ำ ณ ตำแหน่งปากแม่น้ำคำนวณโดยใช้สมการ (4-1) ซึ่งจะต้องทราบปริมาณการไหลของน้ำแม่น้ำ และระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น ณ ตำแหน่งปากแม่น้ำเพื่อใช้คำนวณหาพื้นที่หน้าตัดการไหลบริเวณปากแม่น้ำ รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ง. (ตาราง ง-1 ถึง ง-5 และรูป ง-1 ถึง ง-5)

5.4 การตรวจสอบ

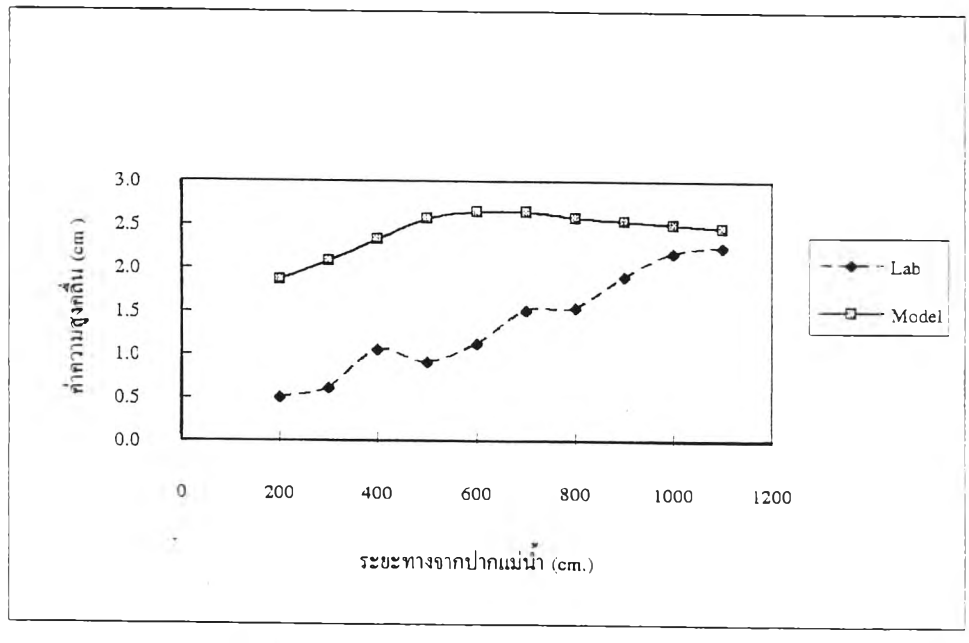
เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองคำนวณคลื่นและกระแสน้ำ ที่กำหนดขึ้นคือ ดัชนีการแตกตัว ส่วนที่ต้องตรวจสอบคือค่า BR ดังนั้นจึงทำการตรวจสอบค่า BR โดยใช้ค่าดัชนีการแตกตัวคลื่นเท่ากับ 0.42 ทุกกรณี โดยนำค่าความสูงคลื่นภายหลังการคำนวณจากแบบจำลองคำนวณคลื่นและกระแสน้ำ ที่ตำแหน่งเดียวกับที่มีการวัดไว้ในแบบจำลองชลศาสตร์ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยความสูงคลื่นตามระยะทางตั้งฉากกับชายฝั่ง (แกนX) แล้วทำการเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาค่าที่เหมาะสม สำหรับขั้นตอนการตรวจสอบมีดังต่อไปนี้

- กำหนดค่า BR เท่ากับ 1 , 3 , และ 15 กำหนดปริมาณการไหลปากแม่น้ำเท่ากับ 0.005 ลบ.ม./วินาที คาบคลื่น 0.9 วินาที และกำหนดเงื่อนไขขอบเขตเบื้องต้นจากตาราง 4-3 ซึ่งผลจากการตรวจสอบเมื่อทำการเปรียบเทียบจากแบบจำลองชลศาสตร์ ได้ผลตามรูป 5-1 ถึง 5-3 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ จากตาราง จ-1 ถึง จ-3)ผลจากการตรวจสอบขั้นตอนนี้ พบว่าค่า BR เท่ากับ 3 ให้ค่าได้ใกล้เคียงกับแบบจำลองชลศาสตร์มากที่สุด

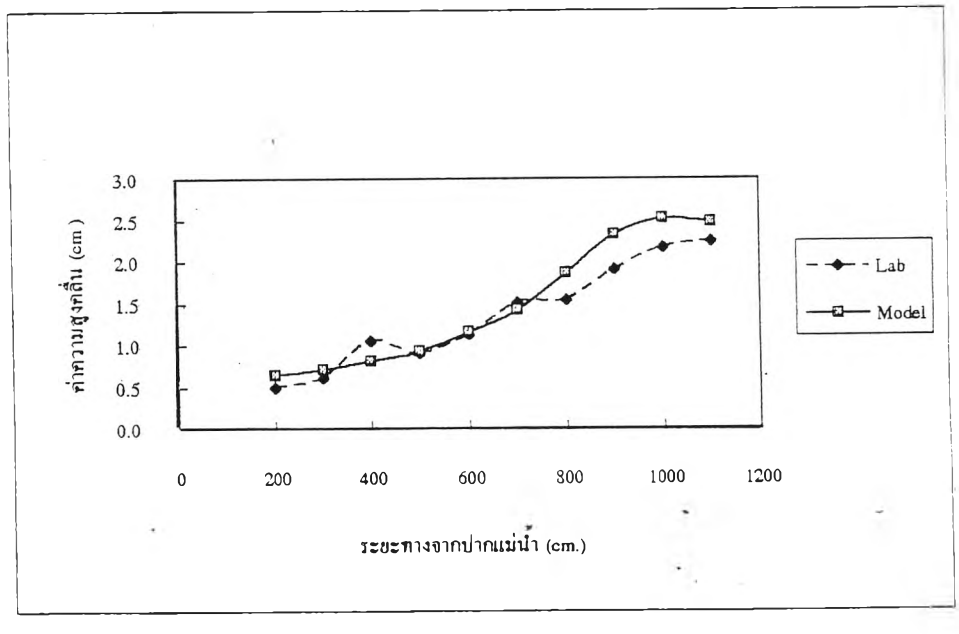
- ตรวจสอบค่า BR เท่ากับ 3 กำหนดปริมาณการไหลปากแม่น้ำเท่ากับ 0.005 ลบ.ม./วินาที คาบคลื่นเปลี่ยนไปเป็น 1.10 วินาที และกำหนดเงื่อนไขขอบเขตเบื้องต้นจากตาราง 4-4 ซึ่งผลจากการตรวจสอบเมื่อทำการเปรียบเทียบจากแบบจำลองชลศาสตร์ ได้ผลตามรูป 5-4 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ ตาราง จ-4) ผลจากการตรวจสอบขั้นตอนนี้ พบว่าค่า BR เท่ากับ 3 ยังให้ผลได้ใกล้เคียงกับแบบจำลองชลศาสตร์

- ตรวจสอบกรณีค่า BR เท่ากับ 3 กับกรณีที่เหลือของตาราง 4-3 และตาราง 4-4 ซึ่งผลการตรวจสอบแสดงไว้ในรูป 5-5 ถึง 5-6 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ จากตาราง จ-5 ถึง จ-16 และรูป จ-1 ถึง จ-6) ผลจากการตรวจสอบขั้นตอนนี้ พบว่าค่า BR เท่ากับ 3 ยังให้ผลได้ใกล้เคียงกับแบบจำลองชลศาสตร์ จึงมั่นใจได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดมีความถูกต้อง

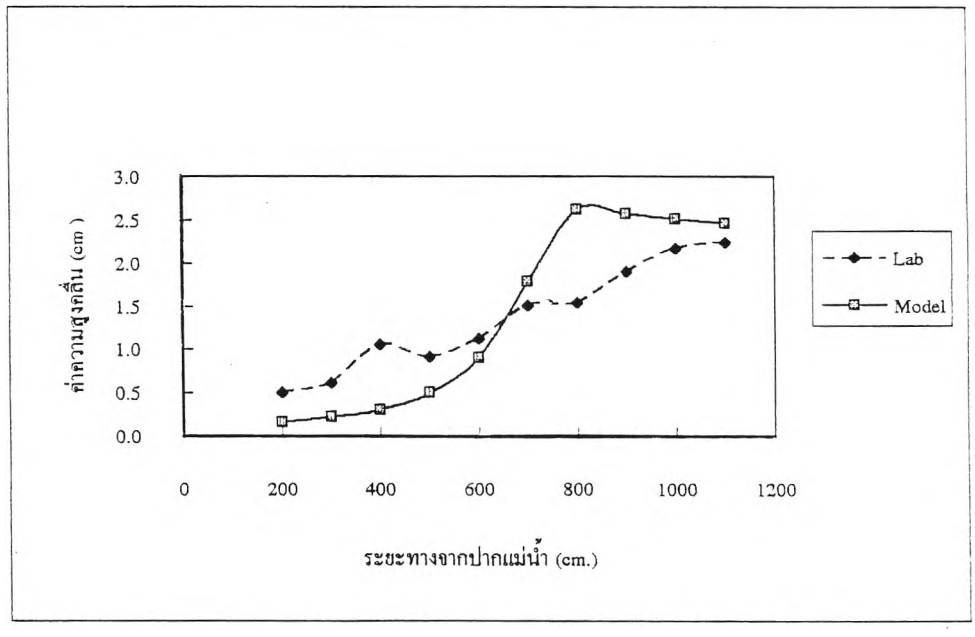
- ตรวจสอบกับทฤษฎี จากการศึกษาของ Kuo (1966) (จากโชคพิพัฒน์ (2532)) พบว่าคลื่นที่เกิดขึ้นใน surf zone จะมีขนาดความสูงคลื่นลดลงตามระยะทางจากคลื่นแตกตัวเข้าสู่ฝั่งบริเวณปากแม่น้ำ ตามสมการ (3-33) เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณความสูงคลื่นจากทฤษฎี จากการวัดในแบบจำลองชลศาสตร์ และจากผลของแบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งจะได้ขนาดความสูงคลื่นใกล้เคียงกัน เมื่อชายฝั่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องชายฝั่งเฉลี่ยเท่ากับ 0.02 (C_f) (กำหนดเท่ากับแบบจำลองคณิตศาสตร์) และใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความปั่นป่วน (β)เท่ากับ 2.5 (รายละเอียดแสดงในตาราง 5-1 และรูป 5- 7 และ 5-8)



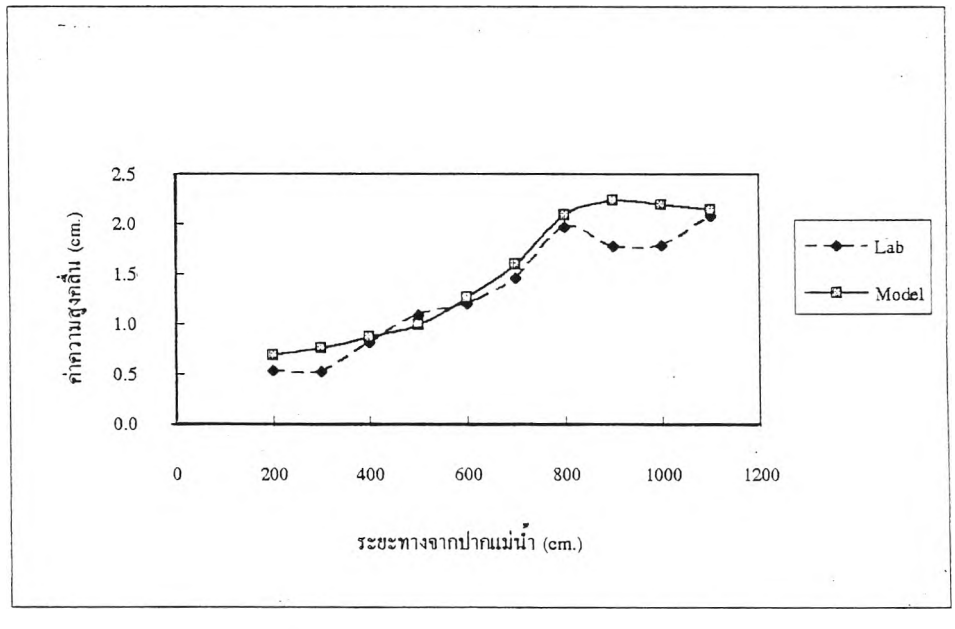
รูป 5- 1 ความสูงคลื่นเฉลี่ยตามแนวแกน x จากการวัดและการคำนวณ
กรณีค่า BR=1 ค่าดัชนีการแตกตัวเท่ากับ 0.42 (Q=0.005 cms./T=0.9s.)



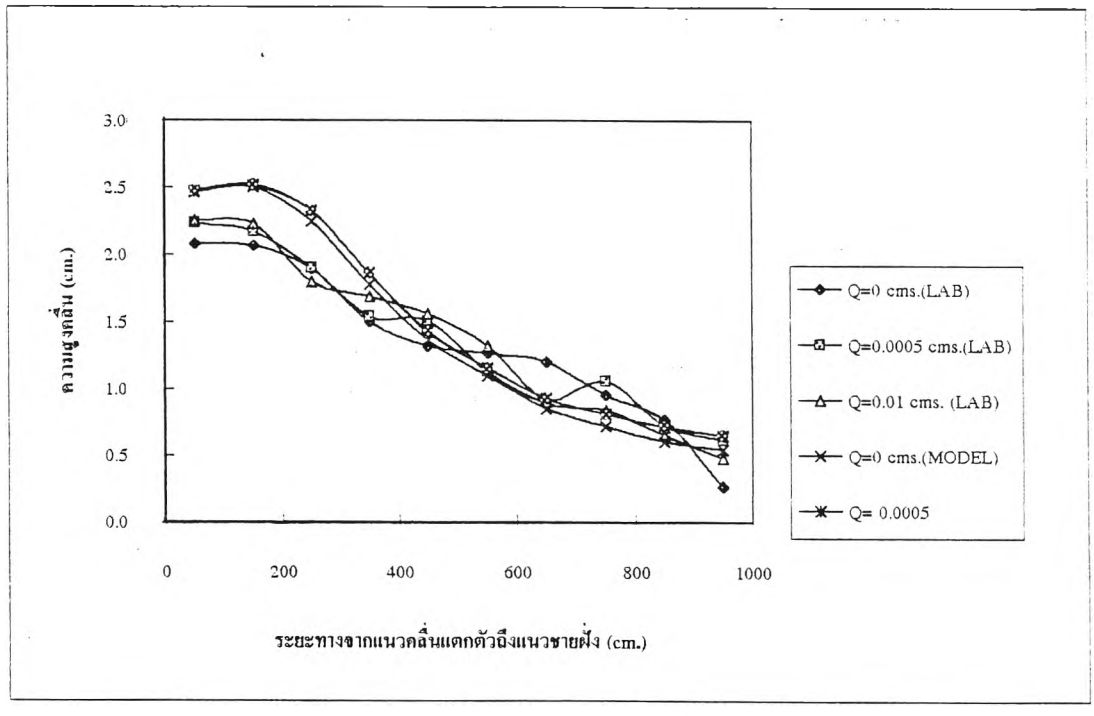
รูป 5- 2 ความสูงคลื่นเฉลี่ยตามแนวแกน x จากการวัดและการคำนวณ
กรณีค่า BR=3 ค่าดัชนีการแตกตัวเท่ากับ 0.42 (Q=0.005 cms./T=0.9s.)



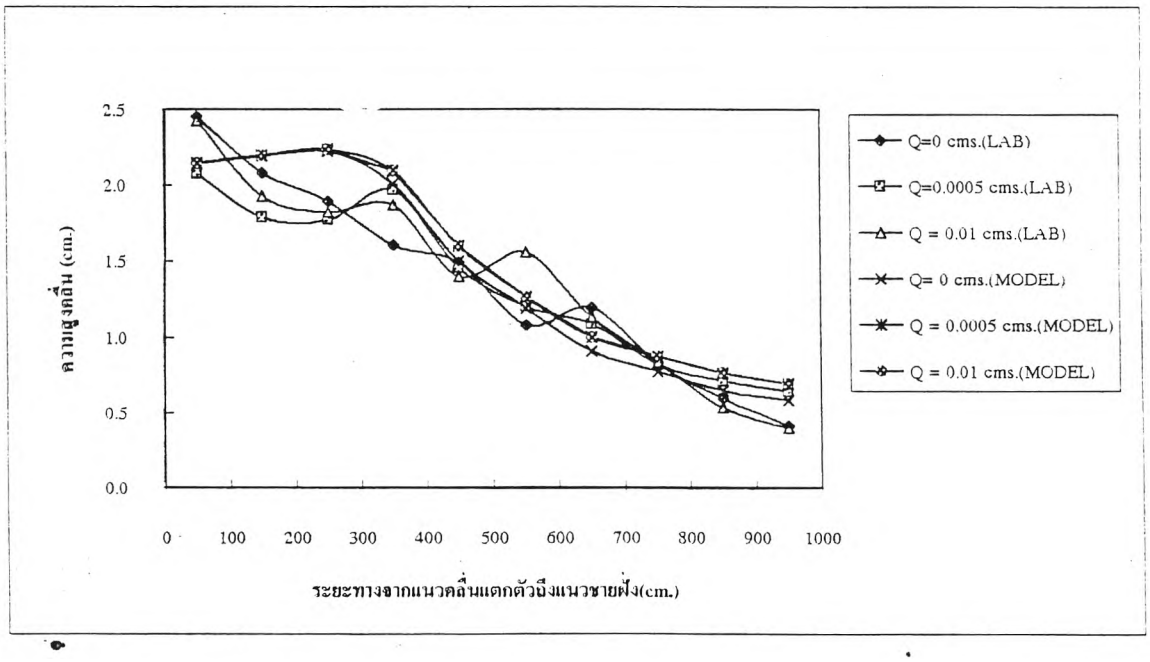
รูป 5- 3 ความสูงคลื่นเฉลี่ยตามแนวแกน x จากการวัดและการคำนวณ
กรณีค่า BR=15 ค่าดัชนีการแตกตัวเท่ากับ 0.42 (Q=0.005 cms./T=0.9s.)



รูป 5- 4 ความสูงคลื่นเฉลี่ยตามแนวแกน x จากการวัดและการคำนวณ
กรณีค่า BR=3 ค่าดัชนีการแตกตัวเท่ากับ 0.42 (Q=0.005 cms./T=1.10s.)



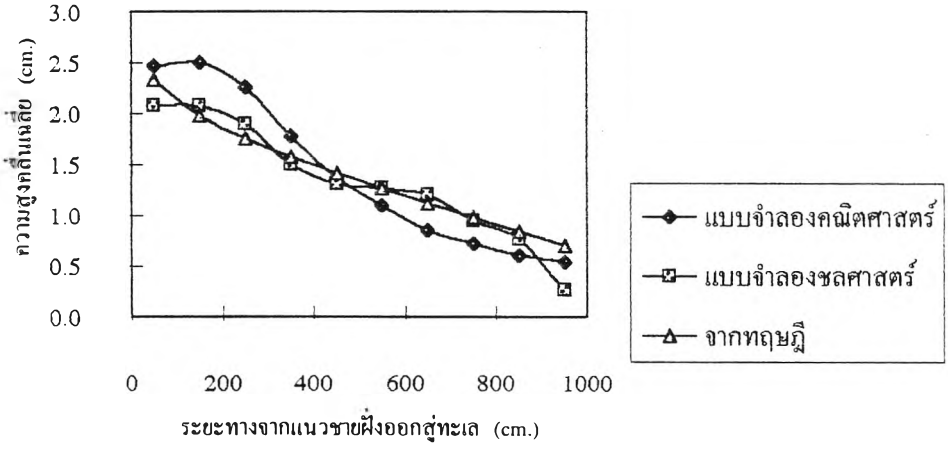
รูป 5- 5 เปรียบเทียบความสูงคลื่นที่วัดได้จากการวัดและการคำนวณ (T=0.9s)



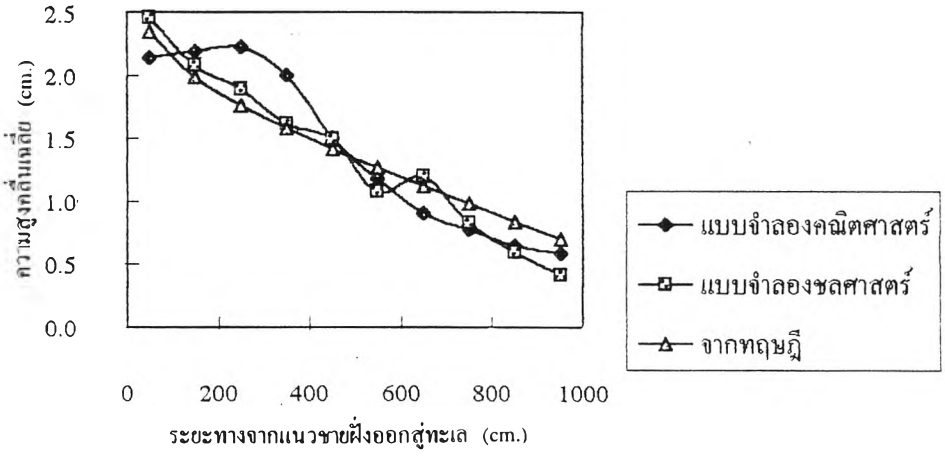
รูป 5- 6 เปรียบเทียบความสูงคลื่นที่วัดได้จากการวัดและการคำนวณ (T=1.10s)

ตาราง 5-1 เปรียบเทียบคลื่นในเขต surf zone โดยเทียบผลจากการคำนวณของ Kuo แบบจำลองชลศาสตร์ และแบบจำลองคณิตศาสตร์ (โชคพิพัฒน์ (2532))

DISTANCE (cm.)	T=0.9 sec.			T=1.10 sec.			REMARK
	แบบจำลองคณิตศาสตร์	แบบจำลองชลศาสตร์	จากทฤษฎี Kuo	แบบจำลองคณิตศาสตร์	แบบจำลองชลศาสตร์	จากทฤษฎี Kuo	
50	2.464	2.079	2.330	2.137	2.454	2.343	
150	2.499	2.070	1.983	2.191	2.079	1.985	
250	2.251	1.890	1.757	2.223	1.890	1.758	
350	1.779	1.495	1.575	2.004	1.608	1.576	
450	1.360	1.312	1.413	1.503	1.493	1.413	
550	1.094	1.266	1.264	1.184	1.078	1.264	
650	0.849	1.199	1.120	0.909	1.194	1.120	
750	0.722	0.950	0.979	0.772	0.824	0.979	
850	0.604	0.763	0.839	0.646	0.594	0.839	
950	0.545	0.263	0.699	0.583	0.410	0.699	RIVER MOUTH



รูป 5-7 เปรียบเทียบความสูงคลื่นจากทฤษฎี แบบจำลองชลศาสตร์ และแบบจำลอง กรณีไม่มีน้ำแม่น้ำ คาบคลื่น 0.90 วินาที



รูป 5-8 เปรียบเทียบความสูงคลื่นจากทฤษฎี แบบจำลองชลศาสตร์ และแบบจำลอง กรณีไม่มีน้ำแม่น้ำ คาบคลื่น 1.10 วินาที