บทที่ 5
การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในบทนี้จะทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง ผลสรุปได้เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณโดยทฤษฎี และผลจากการทดลองศึกษาอื่น ๆ ผลการวิเคราะห์ประกอบด้วยผลการแตกตัวของคลื่น การเปลี่ยนแปลงคลื่นภายในชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำ ลักษณะการไหลของกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำ พลังงานคลื่นภายในชายฝั่งและผลของคลื่นและกระแสน้ำต่อเปลี่ยนแปลงท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำ ดังจะกล่าวต่อไปนี้

5.1 การแตกตัวของคลื่น

เนื่องจากว่าการทดลองศึกษาคลื่นบริเวณปากแม่น้ำในแบบจำลองค่อนข้างจะมีน้อย การทดลองจึงเริ่มจากการศึกษาลักษณะคลื่นแตกตัวในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีปากแม่น้ำอยู่ และมีความลาดชันของท้องทะเลน้อย เพื่อศึกษาลักษณะคลื่นแตกตัว ภายใต้เงื่อนไขของสภาพท้องทะเลจริง และมีกระแสน้ำจากแม่น้ำ โดยสัมพันธ์กับความชันคลื่นน้ำลึก (H_o/L_o) และความลาดชายฝั่ง (bottom slope, m) ที่คลื่นเกิดการแตกตัว

ในการทดลองการแตกตัวของคลื่นในแบบจำลองนั้น ก่อนเริ่มเก็บข้อมูลจะทำการทดลองหาตำแหน่งคลื่นแตกตัวก่อน โดยทำการสังเกตการณ์วัดการแตกตัวของคลื่นที่มีขนาดความสูงคลื่นใหญ่ที่สุด หรือปรากฏเด่นชัด เพื่อกำหนดกับตำแหน่งแตกตัวก่อน โดยการแปรเปลี่ยนความชันคลื่นของแต่ละคาบเวลาคลื่น เพื่อจะได้เลือกตำแหน่งคลื่นแตกตัวที่เหมาะสมสำหรับการทดลองต่อไป โดยทดลองหานี้ทั้งในกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

ผลการทดลองการแตกตัวของคลื่น สรุปไว้ในตาราง 5-1 ซึ่งเป็นผลแสดงลักษณะการแตกตัวของคลื่นที่เกิดขึ้นที่ชายฝั่งปากแม่น้ำ ซึ่งมีความลาด 0.004 (หรือ 1/250) โดยเฉลี่ย เมื่อพิจารณาลักษณะคลื่นแตกตัวในกรณีไม่มีกระแสน้ำไหลจากแม่น้ำ จะเห็นได้ว่าการแตกตัวของคลื่นที่มีคาบเวลาคลื่นสั้นจะมีขนาดความสูงคลื่นแตกตัว (H_b) เล็กกว่าคลื่นที่มีคาบเวลาคลื่นยาว และคลื่นที่ความชันคลื่น (H_o/L_o) มากจะมีความสูงคลื่นแตกตัวเล็กกว่าคลื่นที่ความชันคลื่นน้อย และเมื่อเปรียบเทียบขนาดคลื่นของกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ จะเห็นได้ว่าความสูงคลื่นแตกตัวของแต่ละคาบเวลาคลื่นจะมีค่าใกล้เคียงกัน จึงพอสรุปได้ว่าในกรณีจากแบบจำลองนี้กระแสจากแม่น้ำไม่ส่งผลต่อตำแหน่งและขนาดของคลื่นแตกตัว ทั้งนี้เนื่องจากว่าการแตกตัวของคลื่นเกิดขึ้นอยู่ห่างจากปากแม่น้ำไกลมาก และลักษณะกระแสการไหลไม่ปะทะกับคลื่นที่แตกตัวโดยตรง ในการทดลองนี้

ได้จำแนกชนิดการแตกตัวของคลื่นไว้ด้วย จากการสังเกตการณ์ระหว่างการทดลอง พบว่า ลักษณะการแตกตัวของคลื่นที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที จะแตกตัวชนิด spilling อย่างเด่นชัด สำหรับคาบเวลาคลื่น 10.5 และ 12.5 วินาที จะแตกตัวชนิดผสมระหว่าง spilling และ plunging ร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างความชันคลื่นน้ำลึก และความลาดชายฝั่ง ตามทฤษฎีในรูป 3-8

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองการแตกตัวของคลื่นกับผลของทฤษฎี Goda (1970) และ Munk (1968) ภายใต้ความชันคลื่นน้ำลึกที่ได้จากการทดลอง กรณีไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ ดังแสดงในตาราง 5-2 พบว่าความสูงคลื่นแตกตัวจะมีขนาดใกล้เคียงกัน แต่ความลึกคลื่นแตกตัว (h_b) จะแตกต่างกันมาก โดยความลึกคลื่นแตกตัวจากการทดลองจะมากกว่าค่าตามทฤษฎี

การทดสอบผลการแตกตัวของคลื่นที่ได้จากการทดลอง ได้ทำการเปรียบเทียบค่าดัชนีการแตกตัว (H_b/h_b หรือ γ) ร่วมกับผลที่ได้จากการคำนวณโดยทฤษฎี และผลทดลองศึกษาอื่น ๆ ดังสรุปไว้ในตาราง 5-3 จะเห็นได้ว่าค่าดัชนีการแตกตัวของคลื่นที่ได้จากการทดลองจะมีแนวโน้มน้อยกว่าค่าคำนวณที่ได้จากทฤษฎีเช่นกัน ผลการทดลองครั้งนี้ให้มีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองศึกษาอื่น จากผลการทดลองของ Iwata และ Sawaragi แสดงให้เห็นว่าการแตกตัวของคลื่นขึ้นอยู่กับความลาดชายฝั่งและชนิดของการแตกตัว โดยที่ความลาดชายฝั่งยิ่งลดลงจะทำให้ค่าดัชนีการแตกตัวลดลงตาม และขึ้นอยู่กับชนิดการแตกตัวของคลื่นด้วย เมื่อคลื่นแตกตัวชนิด spilling จะมีค่าดัชนีการแตกตัวน้อยกว่าชนิด plunging

จากการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลจากการทดลองการแตกตัวของคลื่นบริเวณปากแม่น้ำ สรุปได้ว่าในกรณีการทดลองนี้กระแสน้ำจากแม่น้ำไม่ส่งผลต่อขนาดและตำแหน่งคลื่นแตกตัว เนื่องจากอยู่ห่างจากปากแม่น้ำ และทิศทางการไหลไม่ปะทะกับคลื่นแตกตัวโดยตรง และการแตกตัวของคลื่นที่เกิดขึ้นในพื้นที่ความลาดชันน้อย มีแนวโน้มที่จะแตกตัวเร็ว ทำให้ค่าดัชนีการแตกตัวมีค่าน้อยกว่าค่าคำนวณจากทุกทฤษฎี และเมื่อความชันคลื่นน้ำลึกมีค่ามากจะทำให้ค่าดัชนีการแตกตัวมีค่าน้อยเช่นกัน ดังนั้นการแตกตัวของคลื่นจะขึ้นอยู่กับความลาดชายฝั่ง และความชันคลื่นน้ำลึกด้วย ผลการทดลองครั้งนี้สรุปได้ดังในรูป 5-1 และ 5-2 ตามลำดับ

5.2 ลักษณะคลื่นภายในชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำ

เนื่องจากว่าภายหลังจากคลื่นนอกชายฝั่งเกิดการแตกตัวที่ความลึกน้ำซึ่งคลื่นไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้ จะเกิดการสูญเสียพลังงานไปส่วนหนึ่ง ดังนั้นคลื่นลูกใหม่ที่เกิดขึ้นภายหลังจากการแตกตัว ก็จะมีขนาดลดลงตามความลึกน้ำและตามระยะทางที่คลื่นเคลื่อนตัวเข้าสู่ฝั่ง เพราะฉะนั้นใน

ตาราง 5-1 ขนาดความสูงคลื่นแตกตัวที่คาบเวลาคลื่นและกระแสการไหลต่าง ๆ

WAVE PERIOD T,(sec)	WAVE STEEPNESS Ho'/Lo	DEPTH hi (m)	BREAKING WAVE HEIGHT , Hb , (m)				BREAKER TYPE BY OBSERVED
			Q = 0	Q = 500	Q = 1000	Q = 1500	
8.5	0.0205	5.80	2.760	2.790	2.750	2.760	SPILLING
10.5	0.0122	5.80	2.970	3.010	3.020	3.000	SPILLING-PLUNGING
12.5	0.0078	5.80	3.270	3.310	3.250	3.200	SPILLING-PLUNGING

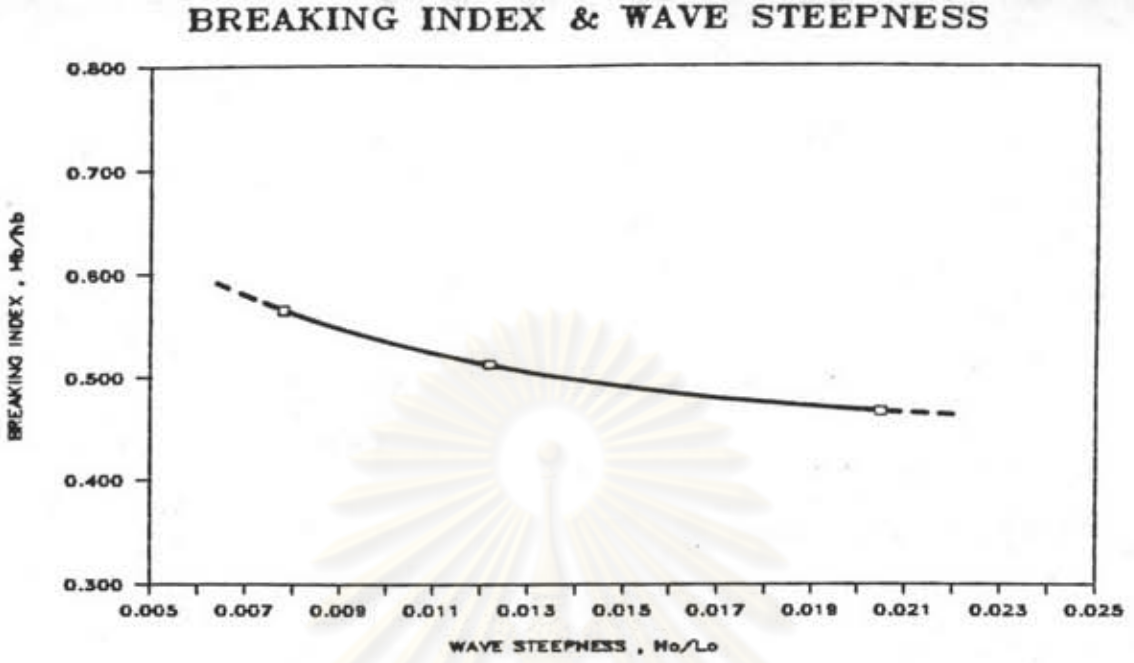
ตาราง 5-2 ขนาดความสูงคลื่นแตกตัวที่คาบเวลาคลื่นต่าง ๆ ในกรณีไม่มีกระแสน้ำ

WAVE PERIOD (sec)	Ho'/Lo	OBSERVED		COMPUTED BY GODA		COMPUTED BY MUNK	
		Hb (m)	hb (m)	Hb (m)	hb (m)	Hb (m)	hb (m)
8.5	0.0205	2.766	5.800	2.865	3.907	2.563	3.281
10.5	0.0122	2.970	5.800	2.896	3.826	2.727	3.490
12.5	0.0078	3.270	5.800	2.934	3.810	2.905	3.718

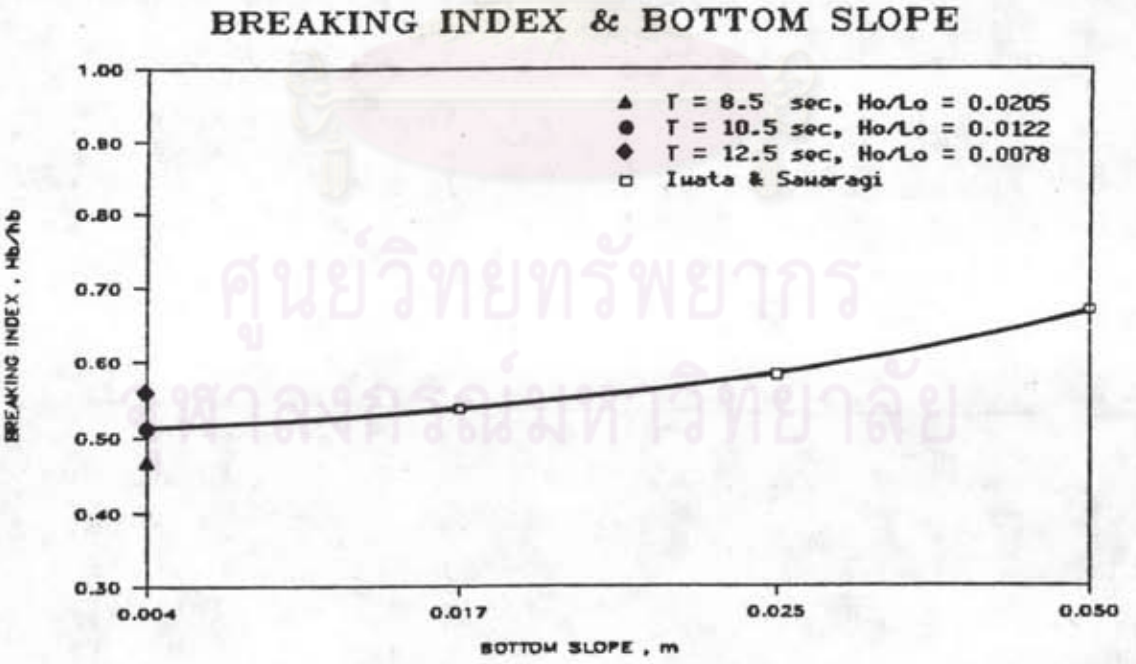
ตาราง 5-3 สรุปการเปรียบเทียบดัชนีการแตกตัวของคลื่น

BOTTOM SLOPE	OBSERVED BY LAB.	COMPUTED		OTHER LAB.		BREAKER TYPE
		GODA	MUNK	IWATA	KUO	
1/20	-	-	-	0.671	-	SPILLING
	-	-	-	0.914	-	PLUNGING
1/40	-	-	-	0.584	-	SPILLING
1/60	-	-	-	0.538	-	SPILLING
1/20-1/80	-	-	-	-	0.63	
1/250	0.467	0.733	0.781	-	-	SPILLING
	0.512	0.757	0.781	-	-	SPILLING-PLUNGING
	0.564	0.770	0.781	-	-	SPILLING-PLUNGING

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความชันคลื่นน้ำลึกกับดัชนีการแตกตัวของคลื่น



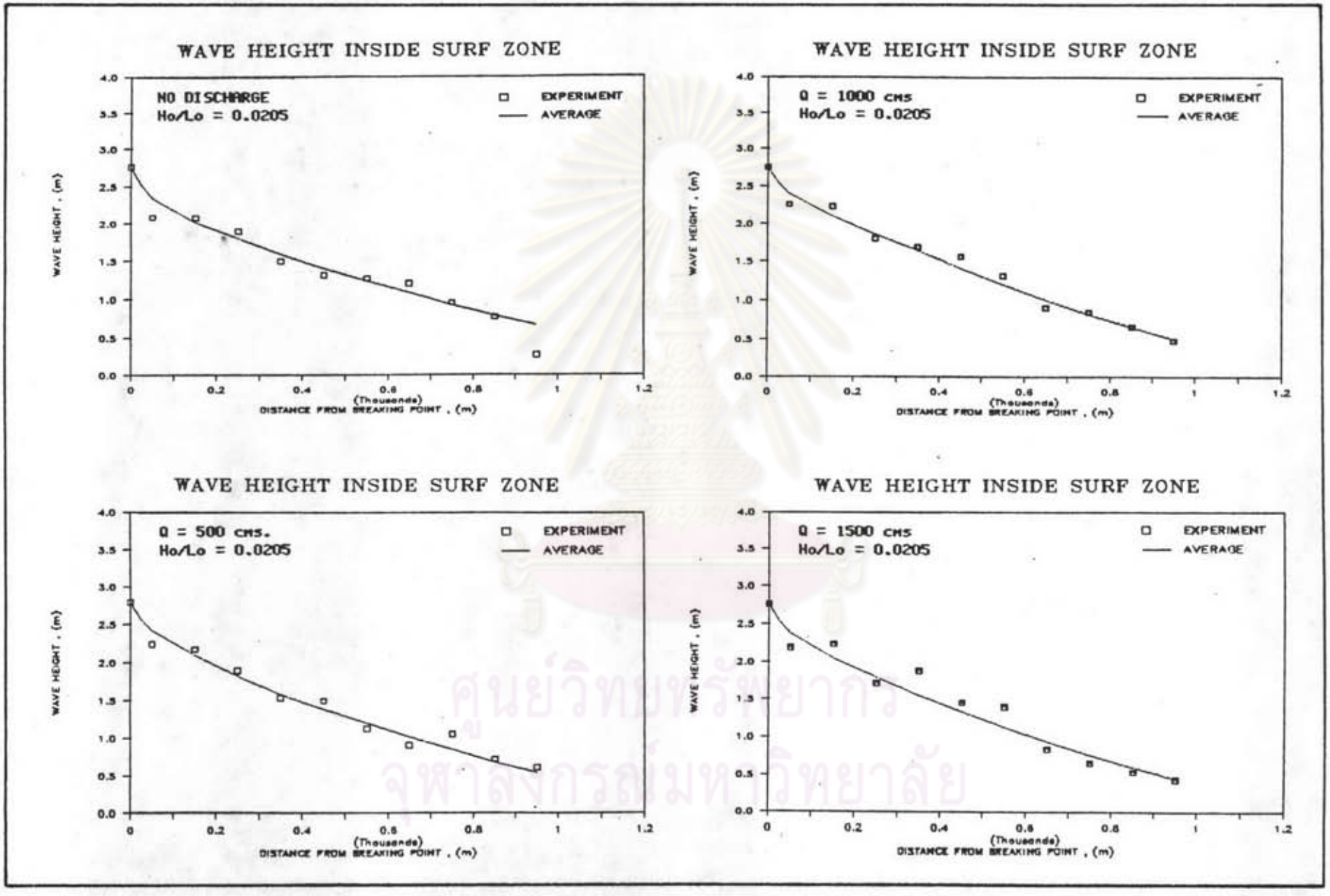
รูป 5-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความลาดชันท้องน้ำกับดัชนีการแตกตัวของคลื่น

การศึกษานี้จึงได้ทำการทดลองศึกษาการเปลี่ยนแปลงของขนาดคลื่นภายในชายฝั่งตั้งแต่คลื่นแตกตัวจนถึงบริเวณปากแม่น้ำ เพื่อศึกษาลักษณะคลื่นที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขทั้งกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

ในการทดลองดูการเปลี่ยนแปลงของคลื่นภายในชายฝั่งปากแม่น้ำ จะทดลองพร้อมไปกับการทดลองการแตกตัวของคลื่น ภายใต้เงื่อนไขกระแสน้ำจากแม่น้ำเช่นเดียวกัน โดยวัดความสูงคลื่นที่เกิดขึ้นภายหลังจากการแตกตัวของคลื่นตามตำแหน่งวัดต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง (ดูรูป 4-1 ประกอบ)

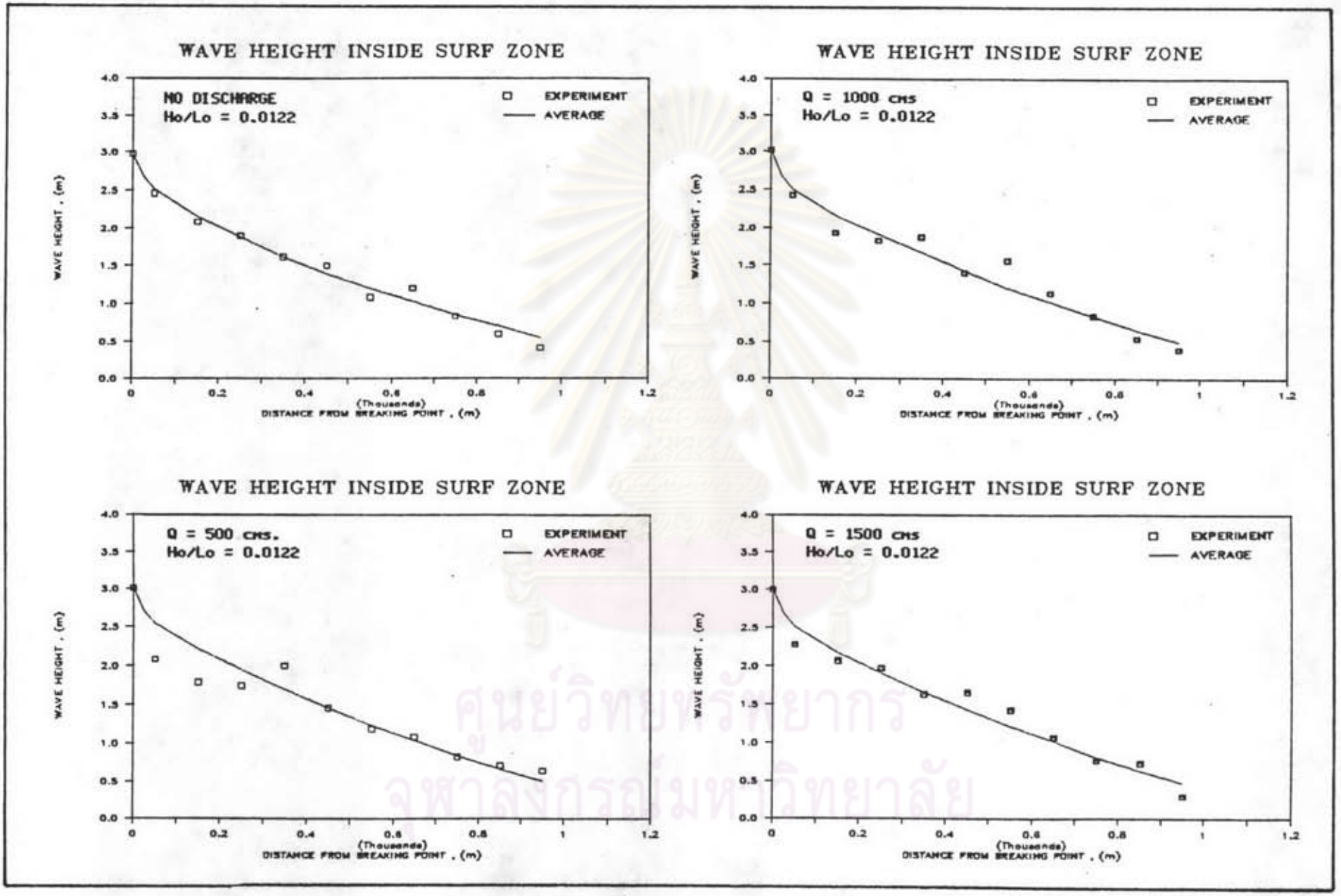
จากผลการวัดขนาดความสูงคลื่นที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในชายฝั่ง (surf zone) ภายหลังจากเกิดการแตกตัวของคลื่นแล้ว (ดังแสดงในตาราง ก-1 ถึง ก-3) เมื่อนำข้อมูลขนาดคลื่นที่วัดได้ไปพิจารณาหาค่าเฉลี่ย โดยการเฉลี่ยความสูงคลื่นในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนตัวของคลื่น (ดูรูป จ-1 ประกอบ) เพื่อหาตัวแทนของขนาดคลื่นภายในชายฝั่ง (ดังแสดงในตาราง ก-4) ดังรูป 5-3 ถึง 5-5 พบว่าภายหลังจากคลื่นนอกชายฝั่งเกิดการแตกตัวแล้ว คลื่นภายในชายฝั่งจะมีขนาดความสูงคลื่นลดลงตามระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่เข้าสู่ชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำทั้งกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำ และเมื่อนำเส้นเฉลี่ยจากรูปมาเปรียบเทียบที่แต่ละคาบเวลาคลื่นดังรูป 5-6 ถึง 5-8 จะแสดงให้เห็นได้ว่าทั้งกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำลักษณะการลดขนาดความสูงคลื่นจะสอดคล้องกันและกรณีมีกระแสน้ำ ความสูงคลื่นบริเวณใกล้ปากแม่น้ำมีแนวโน้มลดลงกว่าขนาดคลื่นกรณีไม่มีกระแสน้ำ โดยการเปรียบเทียบขนาดความสูงคลื่นเฉลี่ยที่ปากแม่น้ำดังตาราง 5-4 จะเห็นได้ว่าในกรณีที่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ ความสูงคลื่นจะมีขนาดลดลง และจะลดลงเพิ่มขึ้นเมื่อมีการไหลมากขึ้น จากผลการทดลองที่อัตราการไหลจากแม่น้ำ 500-1500 ลบม./วินาที ขนาดความสูงคลื่นจะลดลงประมาณ 7-30 %

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับทฤษฎีการศึกษาของ Kuo ในสมการ 3-16 ซึ่งเป็นสมการดิฟเฟอเรนเชียล ใช้คำนวณหาการลดขนาดคลื่นกับชายฝั่งที่มีความลาดน้อยและสม่ำเสมอ ผลการคำนวณภายใต้เงื่อนไขของขนาดคลื่นแตกตัวที่ได้จากการทดลองและความลาดชายฝั่งเท่ากับ 1/250 (หรือ 0.004) พบว่า เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความปั่นป่วน, (β) เท่ากับ 2.5 และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องชายฝั่ง, (C_f) เท่ากับ 0.02 ผลที่ได้จากการคำนวณการลดขนาดคลื่น ภายในชายฝั่งมีความสอดคล้องกับผลเฉลี่ยคลื่นที่ได้จากการทดลอง ดังแสดงเปรียบเทียบในรูป 5-9 ถึง 5-11 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเส้นแสดงการลดขนาดคลื่นที่ได้จากการคำนวณจะอยู่ภายในกลุ่มของข้อมูลคลื่นเฉลี่ยของคาบเวลาคลื่นต่าง ๆ อันแสดงผลการทดลองให้ค่าใกล้เคียงกับค่าคำนวณจากทฤษฎี



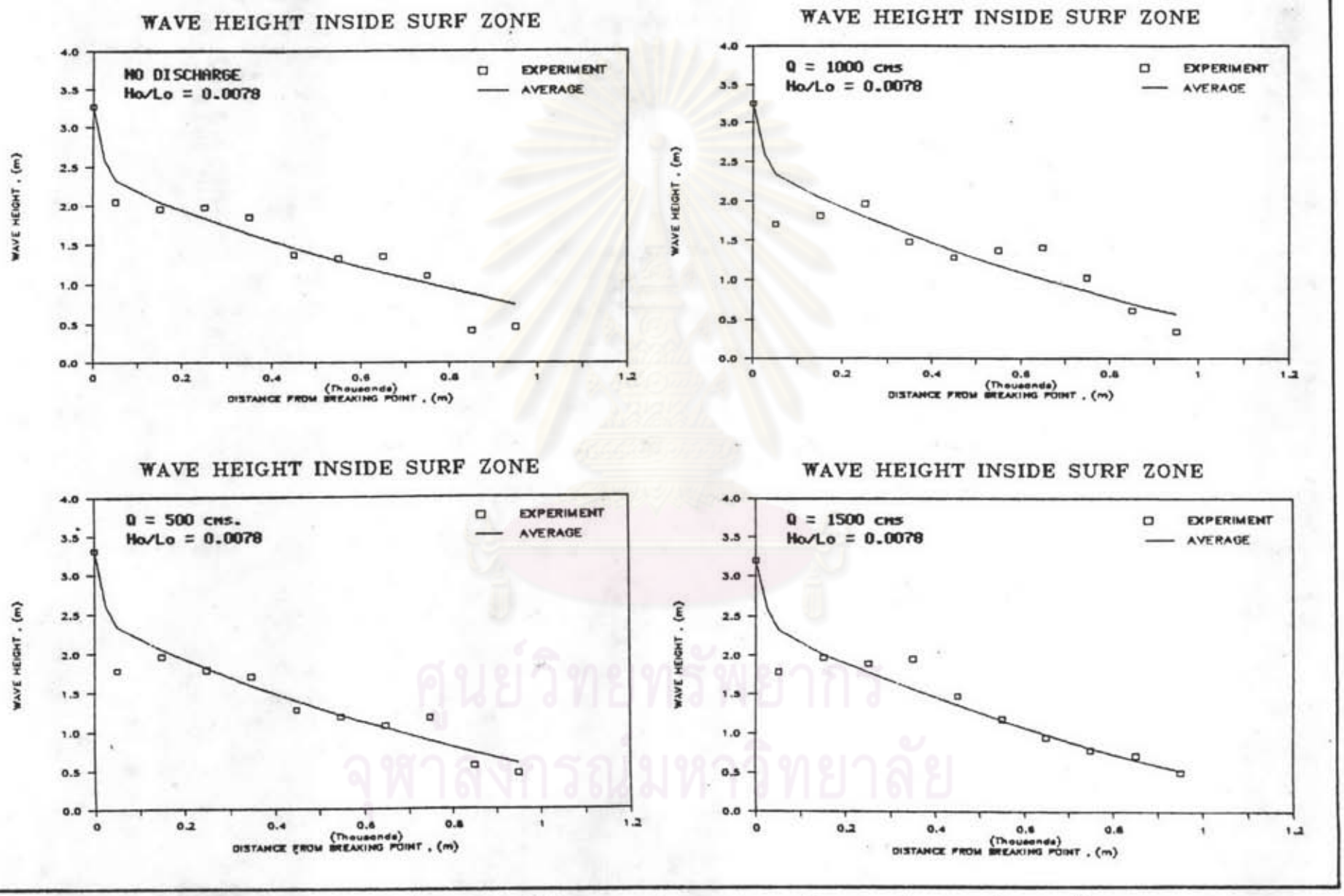
รูป 5-3 ความสูงคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-4 ความสูงคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 10.5 วินาที ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-5 ความสูงคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 12.5 วินาที ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

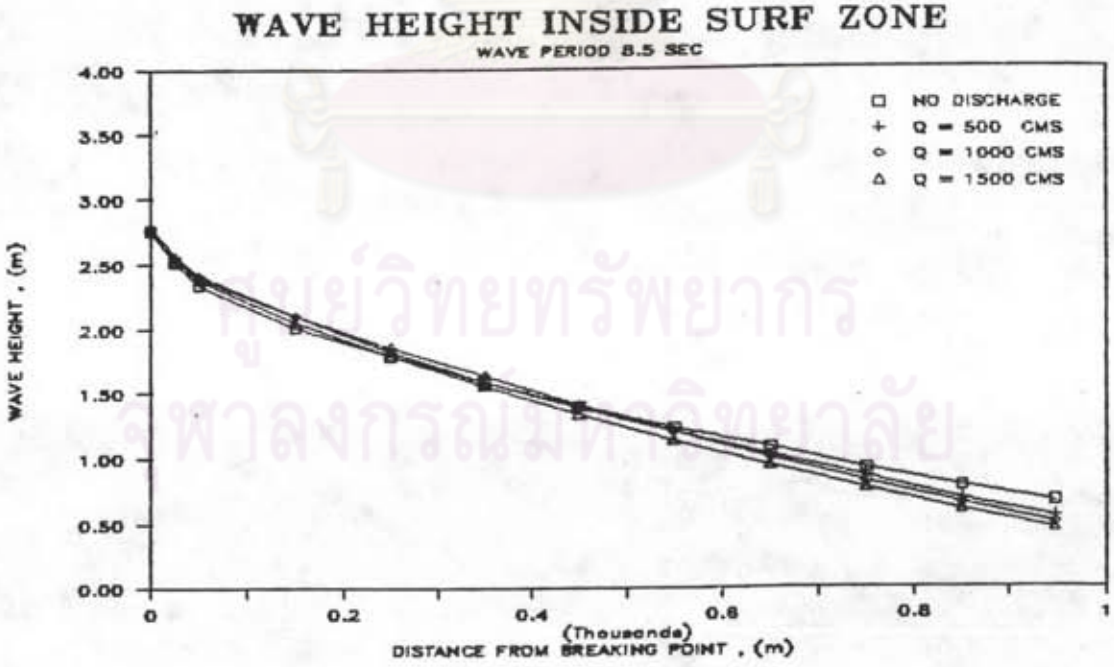
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-4 การเปรียบเทียบความสูงคลื่นที่ปากแม่น้ำระหว่างกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

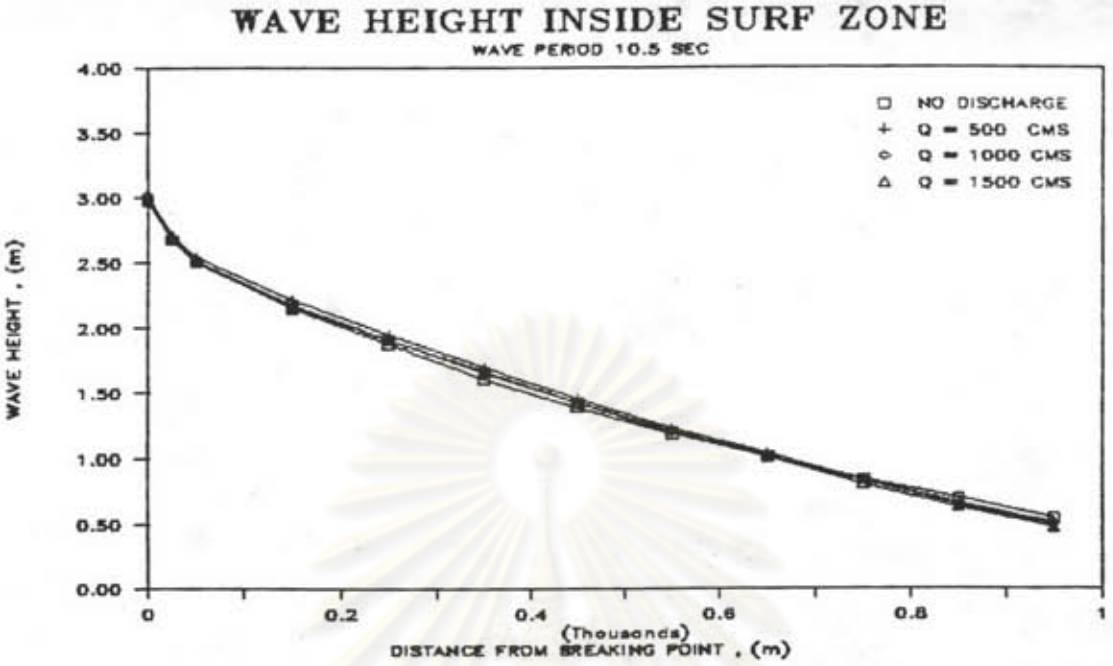
DISCHARGE	WAVE PERIOD , (sec)					
	8.5		10.5		12.5	
(cms)	Hr (m)	% REDUCT.	Hr (m)	% REDUCT.	Hr (m)	% REDUCT.
0	0.666		0.543		0.745	
500	0.552	17.12	0.508	6.44	0.590	20.80
1000	0.496	25.52	0.495	8.84	0.566	24.03
1500	0.454	31.83	0.472	13.07	0.522	29.93

หมายเหตุ: 1. H_r คือความสูงคลื่นที่ปากแม่น้ำ

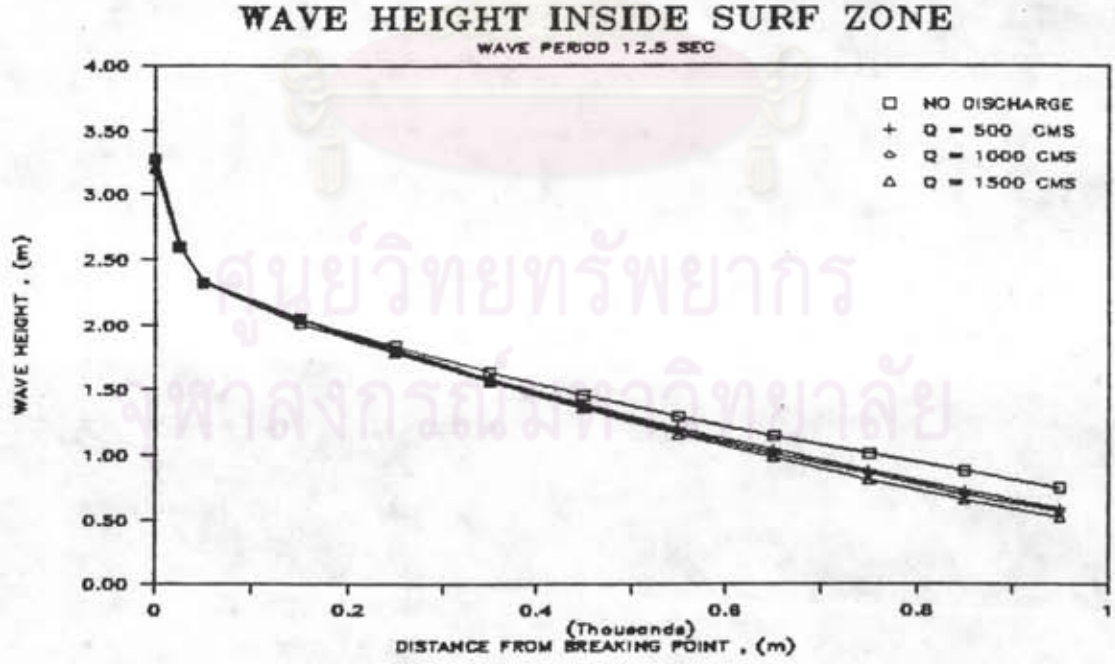
2. การเปรียบเทียบการลดของขนาดคลื่นโดยเทียบคลื่นในกรณีไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำเป็นหลัก



รูป 5-6 การเปรียบเทียบขนาดความสูงคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที ที่กรณีกระแสน้ำจากแม่น้ำต่าง ๆ

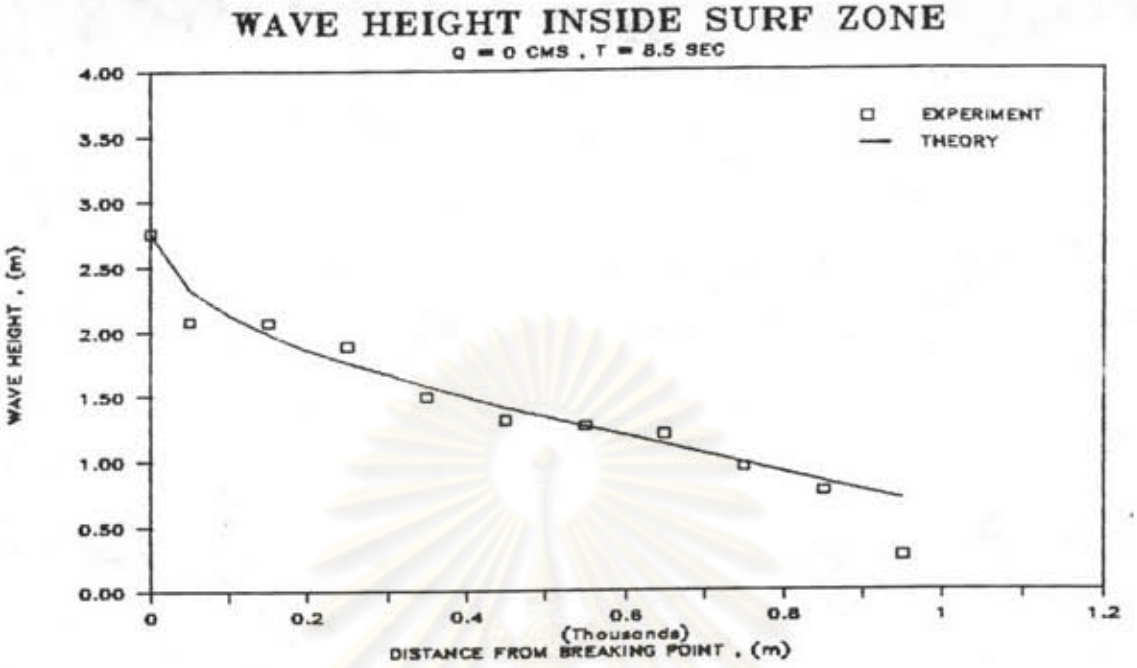


รูป 5-7 การเปรียบเทียบขนาดความสูงคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 10.5 วินาที ที่กรณีกระแสน้ำจากแม่น้ำต่าง ๆ

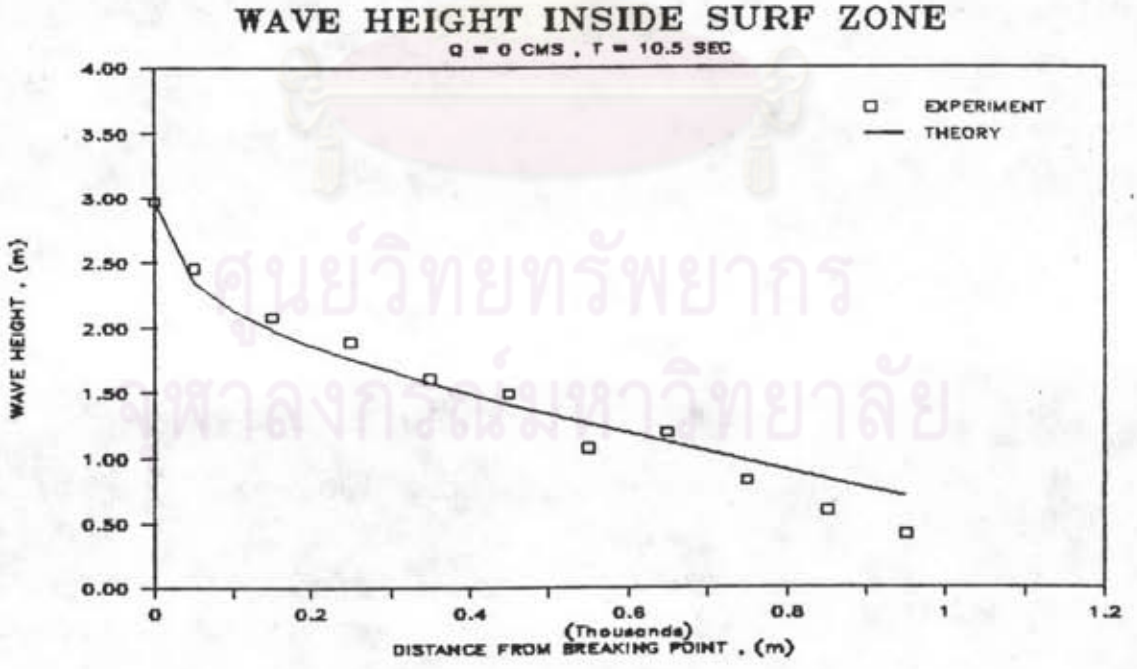


รูป 5-8 การเปรียบเทียบขนาดความสูงคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 12.5 วินาที ที่กรณีกระแสน้ำจากแม่น้ำต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

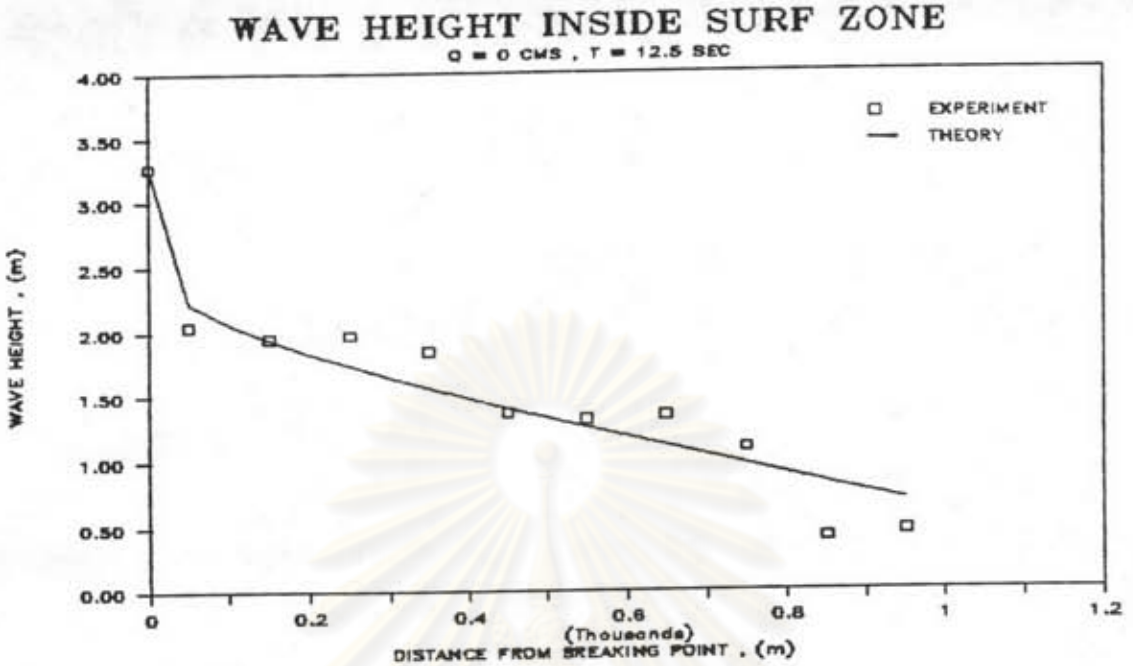


รูป 5-9 การเปรียบเทียบความสูงคลื่นภายในชายฝั่งระหว่างผลการทดลองและค่าทฤษฎี ที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที

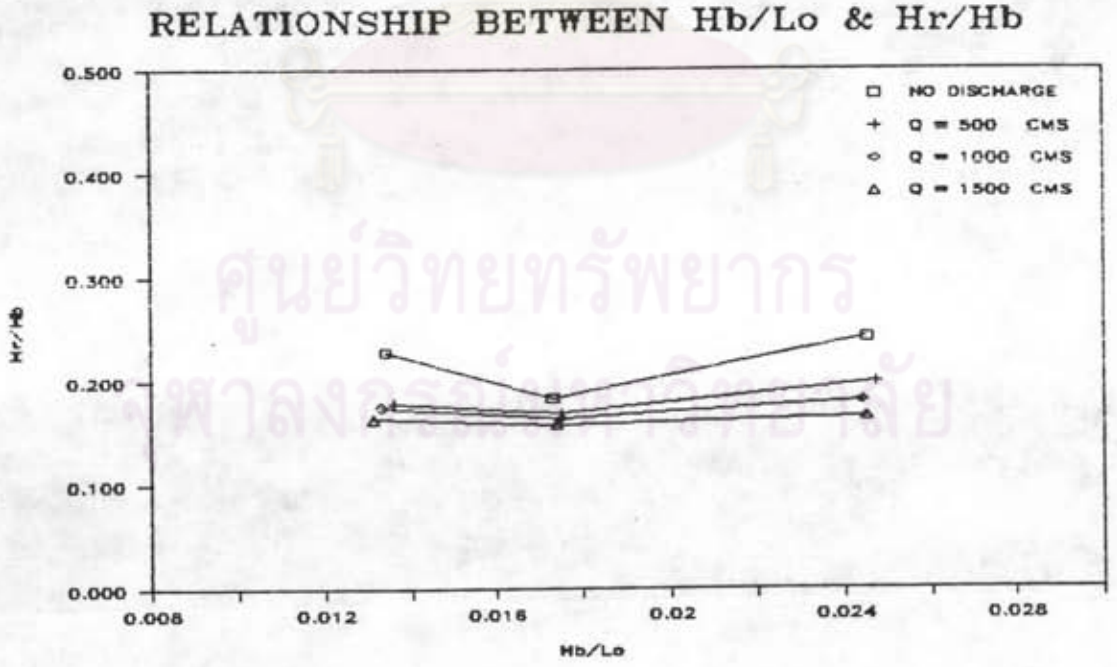


รูป 5-10 การเปรียบเทียบความสูงคลื่นภายในชายฝั่งระหว่างผลการทดลองและค่าทฤษฎี ที่คาบเวลาคลื่น 10.5 วินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-11 การเปรียบเทียบความสูงคลื่นภายในชายฝั่งระหว่างผลการทดลองและค่าทฤษฎี ที่คาบเวลาคลื่น 12.5 วินาที



รูป 5-12 ความสัมพันธ์ระหว่าง H_b/L_o และ H_r/H_b ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

ขนาดของคลื่นที่ปากแม่น้ำ จากการทดลองสามารถสรุปได้ในรูปของความสัมพันธ์ร่วมกันของความชันคลื่นน้ำลึก (H_o/L_o) และอัตราส่วนระหว่างความสูงคลื่นที่ปากแม่น้ำต่อความสูงคลื่นแตกตัว ในกรณีการไหลของกระแสน้ำจากแม่น้ำในอัตราต่าง ๆ ดังรูป 5-12 จะเห็นได้ว่าความสูงคลื่นบริเวณปากแม่น้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณการไหลจากแม่น้ำ ที่ปริมาณการไหลมากจะทำให้ความสูงคลื่นลดลงมากขึ้นเป็นลำดับ ส่วนความสูงคลื่นแตกตัว (H_b) จะส่งผลต่อคลื่นปากแม่น้ำน้อยมาก

ผลที่ได้จากการทดลองและเปรียบเทียบกับค่าจากการคำนวณ แสดงให้เห็นว่าภายหลังคลื่นแตกตัวแล้ว คลื่นภายในชายฝั่งจะมีขนาดลดลง และคลื่นในกรณีไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำสามารถประมาณหาขนาดความสูงคลื่นที่ลดลงภายในชายฝั่งได้จากสมการของ Kuo และกระแสน้ำเนื่องจากการไหลจากแม่น้ำในช่วง 500-1500 ลบม./วินาที มีผลทำให้ขนาดของคลื่นที่ปากแม่น้ำมีขนาดความสูงคลื่นลดลง ประมาณ 7-30 % มีขนาดลดลง

5.3 ระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำ

โดยปกติแล้วระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำที่อยู่ติดกับทะเล จะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยขึ้นอยู่กับปริมาณการไหลจากแม่น้ำ และการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงของทะเล และการกระทำของคลื่น สำหรับการศึกษานี้จะทำการทดลองศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำ ภายใต้เงื่อนไขการไหลของกระแสน้ำจากแม่น้ำและการกระทำของคลื่นเนื่องจากการแตกตัว โดยไม่พิจารณาผลจากการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำเช่นกัน

ในการทดลองระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำในแบบจำลอง จะวัดระดับน้ำตามระยะทางในแนวอ้างอิงจากปากแม่น้ำ (ดูรูป จ-1 ประกอบ) ทั้งเมื่อไม่มีคลื่นและมีคลื่นในกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ ภายใต้การแตกตัวของคลื่นที่ทำการทดลอง ในหัวข้อ 5.1

ผลการทดลองวัดระดับน้ำในกรณีต่าง ๆ ในบริเวณปากแม่น้ำ ได้สรุปไว้ในตาราง 5-7 จากทดลองระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำในเงื่อนไขไม่มีคลื่นกระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ ดังแสดงในตาราง 5-5 และรูป 5-13 ค่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการไหลจากแม่น้ำที่อัตราต่าง ๆ ตามระยะทางจากปากแม่น้ำ แสดงให้เห็นว่าระดับน้ำจะเพิ่มขึ้นมากภายในปากแม่น้ำแล้วจะค่อยลดลงจนถึงปากแม่น้ำ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางชลศาสตร์แบบปกติ

เมื่อมีการกระทำของคลื่น ปรากฏว่าระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำจะเพิ่มขึ้นจากระดับเดิมทั้งกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ ดังตาราง 5-6 และรูป 5-14 ค่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากคลื่น แสดงให้เห็นว่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยตามระยะทาง ในกรณีไม่มีกระแสน้ำไหลจากแม่

น้ำมีแนวโน้มจะมากกว่ากรณีมีกระแสน้ำไหลจากแม่น้ำ และที่ปากแม่น้ำจะมีระดับน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าภายในปากแม่น้ำ และยังแสดงให้เห็นว่าคลื่นที่คาบเวลาคลื่นสั้นจะทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าคลื่นที่คาบเวลาคลื่นยาว ผลของการเพิ่มระดับน้ำเนื่องจากการไหลจากแม่น้ำที่อัตราต่าง ๆ และการแตกตัวของคลื่นที่คาบเวลาคลื่นต่าง ๆ จะทำให้ระดับน้ำตามระยะทางจากปากแม่น้ำสูงขึ้นจากระดับทดลอง +2.00 ม. ดังแสดงในตาราง 5-7 และรูป 5-15 ถึง 5-19

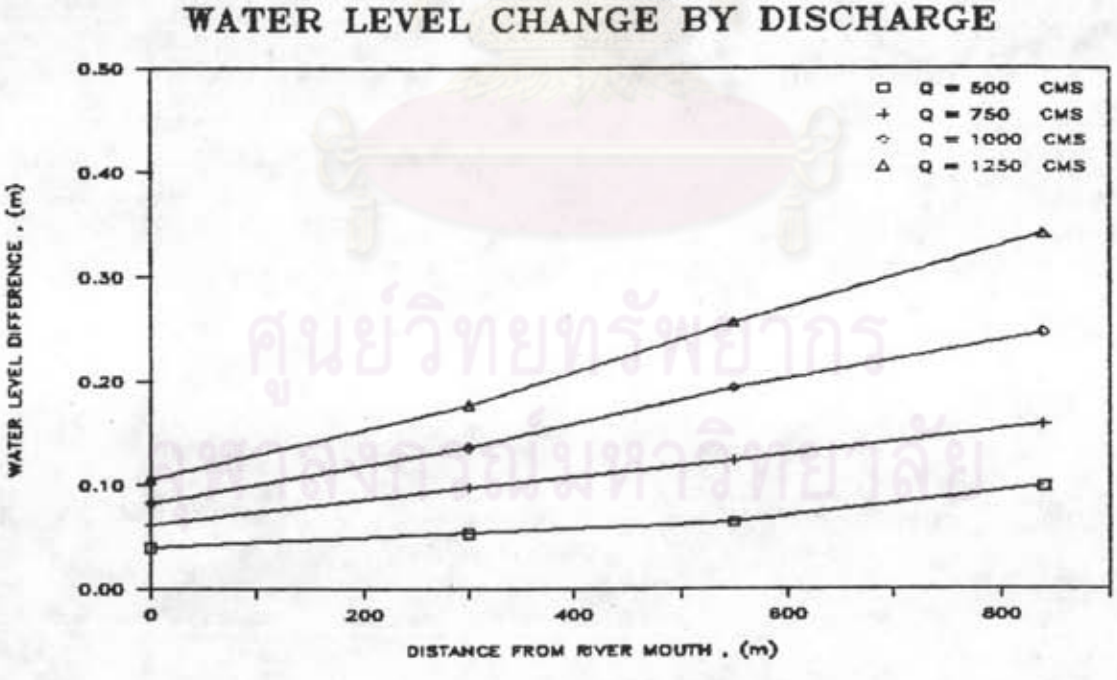
เพื่อที่จะทดสอบแนวโน้มของค่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากคลื่นอันเป็นผลมาจากพลังงานที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นแตกตัว ที่คาบเวลาคลื่นต่าง ๆ จากการทดลอง และที่ตำแหน่งปากแม่น้ำ ภายใต้เงื่อนไขไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ โดยเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณจากทฤษฎี ผลการคำนวณที่ได้จากทฤษฎีการประมาณค่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น (wave setup) ภายในชายฝั่ง จากทฤษฎีประมาณค่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นของ Bijker และ Visser ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดการแตกตัวของคลื่นในสมการ 3-14 และ 3-15 ผลจากการคำนวณภายใต้เงื่อนไขชนิดการแตกตัวของคลื่นในหัวข้อ 5.1 จะได้ค่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นดังตาราง 5-8 จะเห็นได้ว่าคลื่นแตกตัวชนิด spilling จะทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าคลื่นแตกตัวชนิด plunging และเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นของคาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที จะมีค่าระดับน้ำมากกว่า และแตกต่างกันมาก ประมาณ 1.73 เท่าของระดับน้ำจากการทดลองและค่าระดับน้ำที่คลื่นคาบเวลา 10.5 และ 12.5 วินาที จะให้ค่าระดับน้ำใกล้เคียงกัน และจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความชันคลื่นแตกตัวต่ออัตราส่วนของระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น (W_*) เนื่องจากคลื่นที่ปากแม่น้ำต่อความสูงคลื่นแตกตัว ที่กรณีการไหลจากแม่น้ำต่าง ๆ ดังรูป 5-20 แสดงให้เห็นว่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับความชันคลื่นแตกตัว โดยที่ความชันคลื่นแตกตัวมาก จะทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้นมาก และค่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้น ยังขึ้นอยู่กับปริมาณการไหลจากแม่น้ำด้วย ปริมาณการไหลมีมากขึ้นจะทำให้คลื่นที่ปากแม่น้ำลดลง แต่ก็ทำให้ระดับน้ำที่ปากแม่น้ำสูงขึ้นด้วยในเวลาเดียวกัน

จากผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นกับทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าค่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นจากการทดลองยังให้ค่าน้อยกว่าผลที่ได้จากการประมาณค่าจากทฤษฎี ในกรณีคลื่นที่คาบเวลาน้อย แต่อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองก็ได้ให้ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นที่ปากแม่น้ำเป็นผลมาจากคลื่นและกระแสน้ำ คลื่นจะทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากการแตกตัวของคลื่น และเมื่อมีกระแสน้ำจะทำให้ระดับน้ำสูงขึ้นอีก แต่จะลดลงไปตามระยะทางเข้าสู่ลำแม่น้ำ

ตาราง 5-5 ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกระแสการไหลจากแม่น้ำที่กรณีไม่มีคลื่น

DISCHARGE (cms)	WATER LEVEL , (m)			
	DISTANCE FROM RIVER MOUTH , (m)			
	0	300	550	840
500	0.040	0.054	0.065	0.099
750	0.062	0.098	0.124	0.158
1000	0.083	0.136	0.193	0.246
1250	0.106	0.177	0.256	0.341

หมายเหตุ: ระดับน้ำเพิ่มขึ้นจากระดับ +2.00 ม.



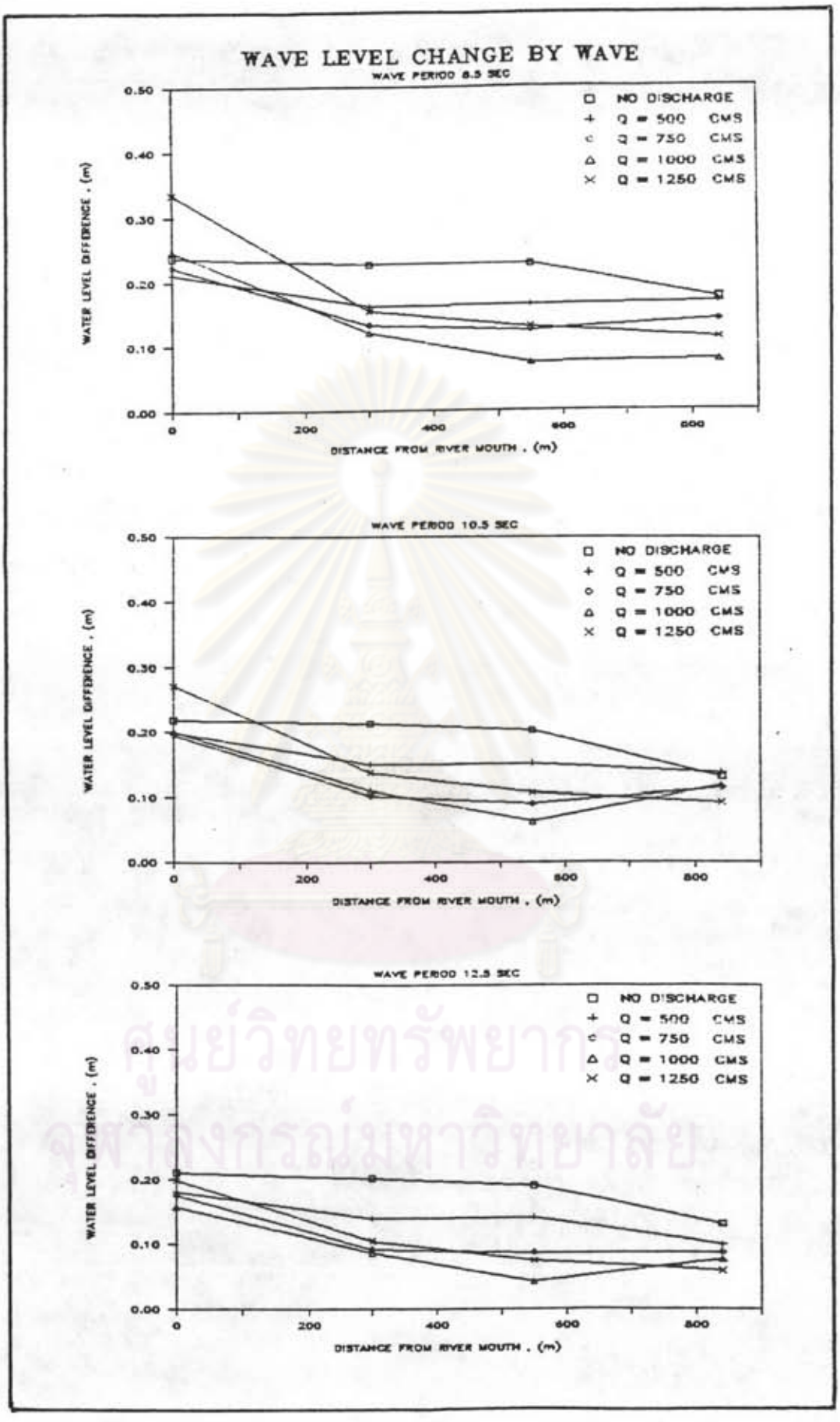
รูป 5-13 การเปรียบเทียบระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกระแสน้ำจากแม่น้ำในกรณีไม่มีคลื่นกระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ

ตาราง 5-6 ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการแตกตัวของคลื่นกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

DISCHARGE	WAVE PERIOD	WATER LEVEL , (m)			
		DISTANCE FROM RIVER MOUTH . (m)			
(cms)	(sec)	0	300	550	840
NO	8.5	0.237	0.226	0.226	0.173
	10.5	0.218	0.212	0.202	0.130
	12.5	0.210	0.201	0.190	0.130
500	8.5	0.211	0.161	0.162	0.166
	10.5	0.198	0.150	0.151	0.137
	12.5	0.180	0.139	0.141	0.099
750	8.5	0.223	0.132	0.123	0.139
	10.5	0.195	0.102	0.090	0.114
	12.5	0.175	0.092	0.087	0.087
1000	8.5	0.247	0.120	0.074	0.077
	10.5	0.200	0.109	0.063	0.117
	12.5	0.157	0.087	0.043	0.076
1250	8.5	0.334	0.153	0.128	0.111
	10.5	0.271	0.137	0.107	0.092
	12.5	0.198	0.105	0.075	0.059

หมายเหตุ: ระดับน้ำเพิ่มขึ้นจากระดับ +2.00 ม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



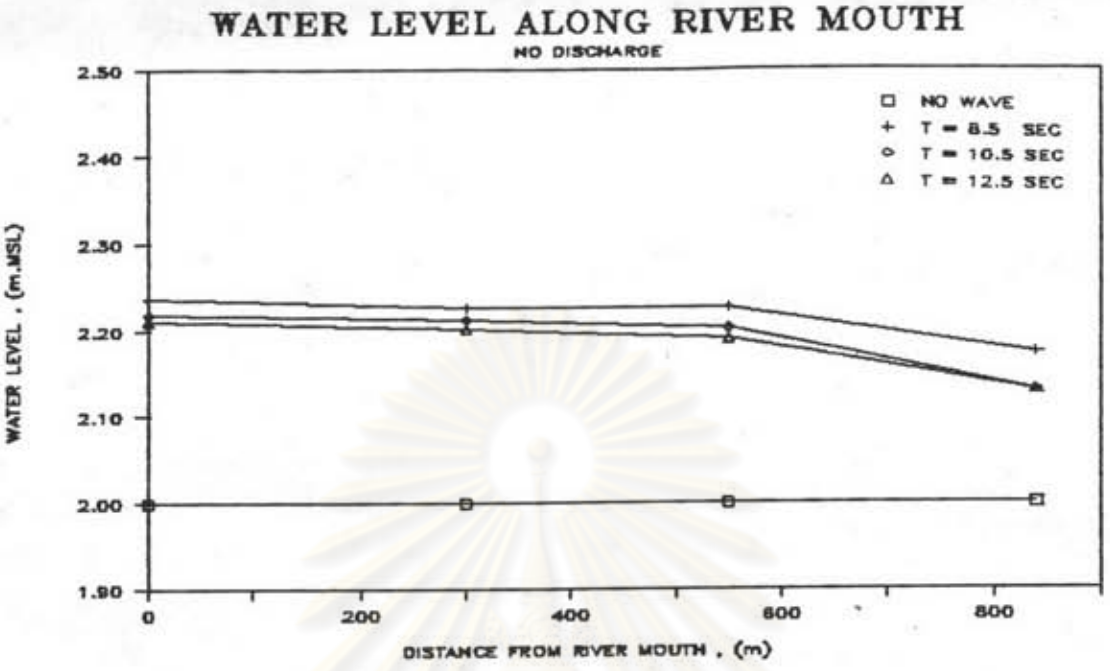
รูป 5-14 การเปรียบเทียบระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากคลื่นที่คาบเวลาคลื่นต่าง ๆ ภายใต้กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

ตาราง 5-7 ระดับน้ำตามระยะทางอ้างอิงจากปากแม่น้ำที่กรณีมีและไม่มีคลื่น และกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

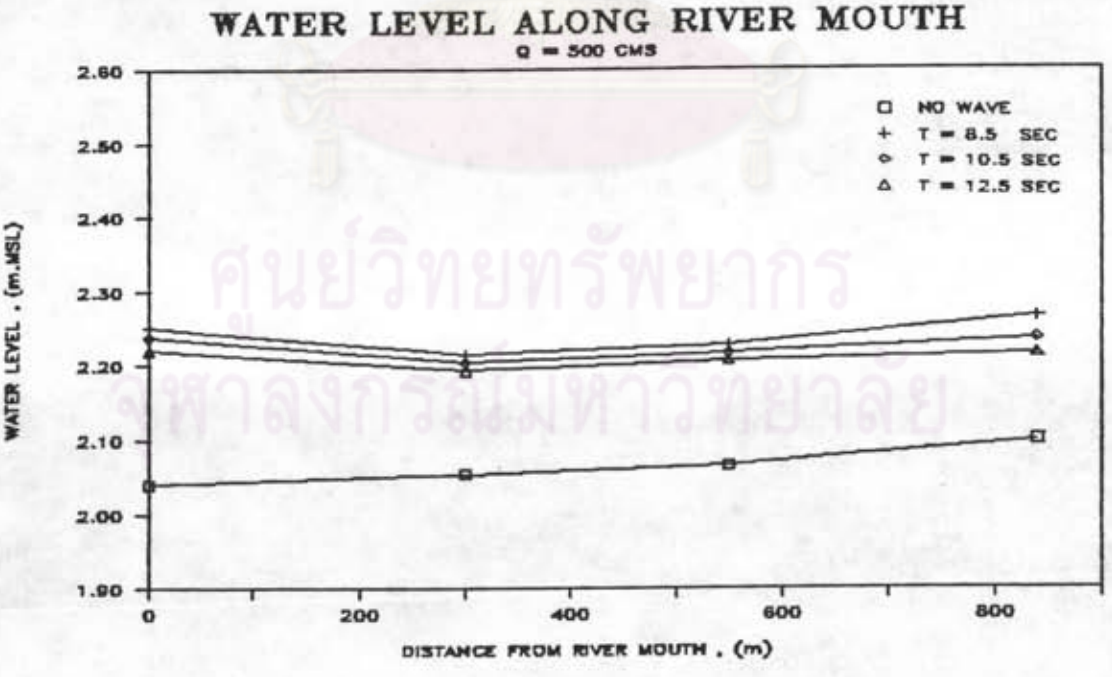
DISCHARGE (cms)	WAVE PERIOD (sec)	WATER LEVEL , (m) DISTANCE FROM RIVER MOUTH , (m) 0	300	550	840
NO	NO WAVE	2.000	2.000	2.000	2.000
	8.5	2.237	2.226	2.226	2.173
	10.5	2.218	2.212	2.202	2.130
	12.5	2.210	2.201	2.190	2.130
500	NO WAVE	2.040	2.054	2.065	2.099
	8.5	2.251	2.215	2.227	2.265
	10.5	2.238	2.204	2.216	2.236
	12.5	2.200	2.193	2.206	2.215
750	NO WAVE	2.062	2.098	2.124	2.158
	8.5	2.285	2.230	2.247	2.297
	10.5	2.257	2.200	2.214	2.272
	12.5	2.237	2.190	2.211	2.245
1000	NO WAVE	2.083	2.136	2.193	2.246
	8.5	2.350	2.256	2.267	2.363
	10.5	2.283	2.245	2.258	2.341
	12.5	2.240	2.223	2.236	2.322
1250	NO WAVE	2.106	2.177	2.256	2.341
	8.5	2.440	2.330	2.384	2.452
	10.5	2.377	2.314	2.363	2.433
	12.5	2.304	2.282	2.331	2.400

ตาราง 5-8 ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากคลื่นจากการคำนวณที่กรณีไม่มีกระแสน้ำ

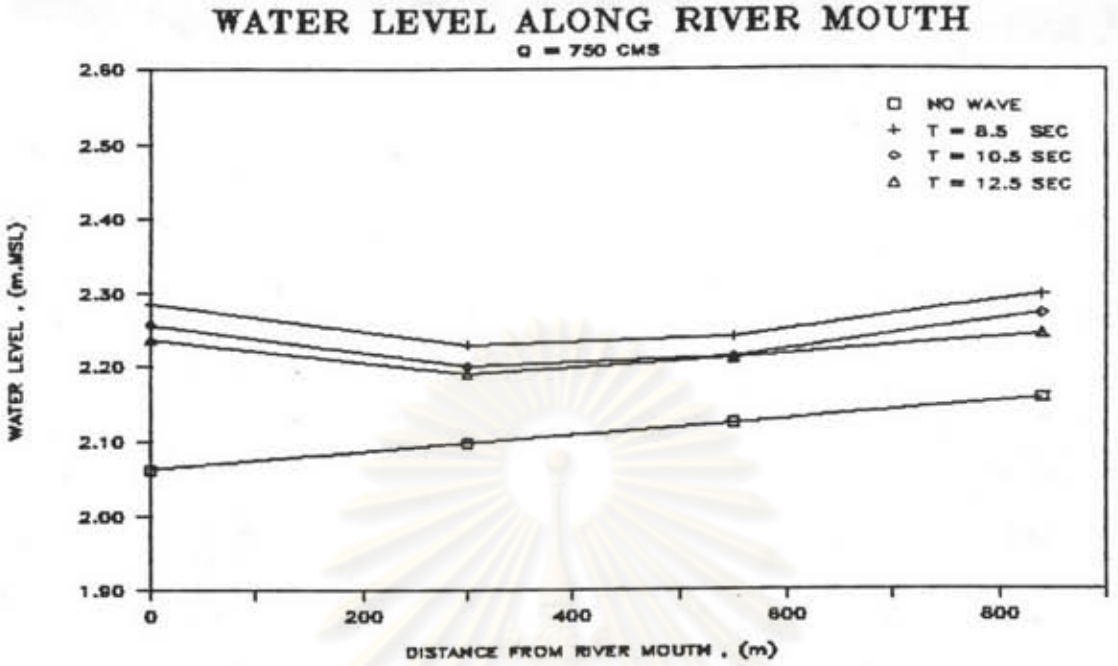
WAVE PERIOD (sec)	Hb (m)	Hb/hb (m)	WAVE SETUP (m)	LAB RESULT (m)	BREAKER TYPE
8.5	2.760	0.476	0.410	0.237	SPILLING
10.5	2.970	0.512	0.190	0.218	SPILLING-PLUNGING
12.5	3.270	0.564	0.230	0.210	SPILLING-PLUNGING



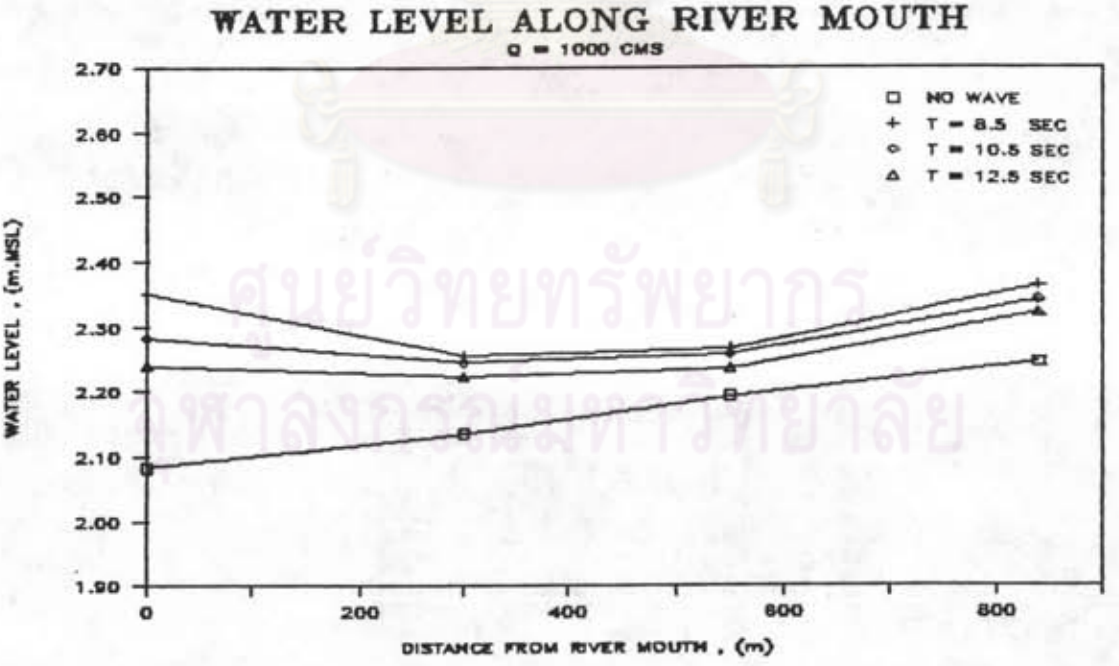
รูป 5-15 ระดับน้ำภายในปากแม่น้ำ กรณีที่ไม่มีการไหลจากแม่น้ำ



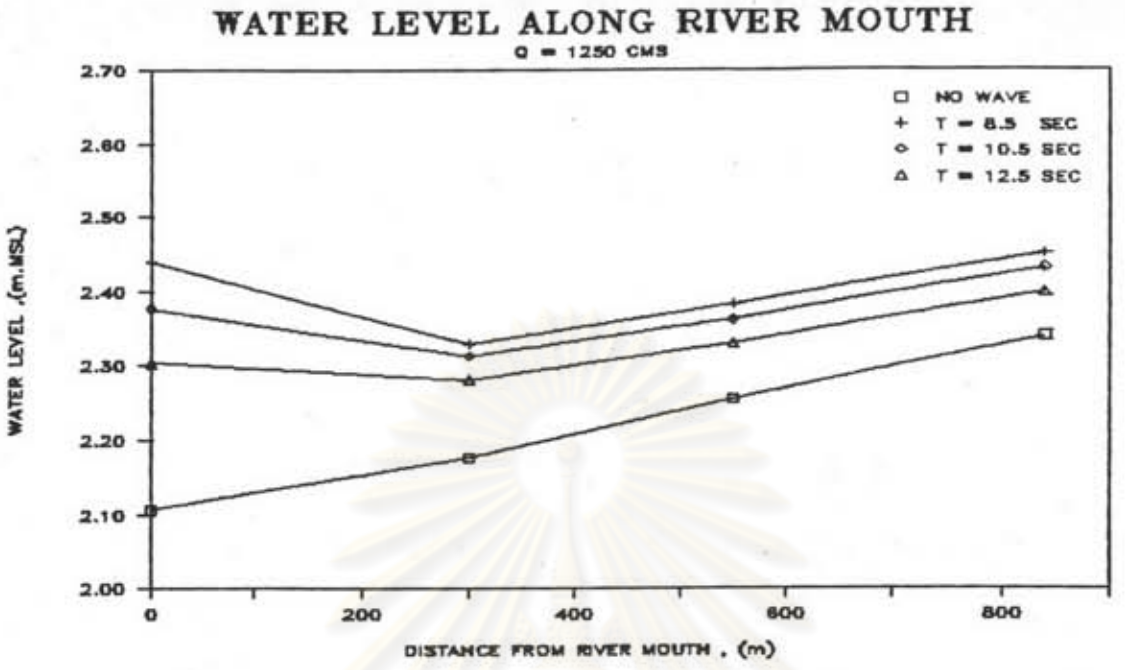
รูป 5-16 ระดับน้ำภายในปากแม่น้ำ กรณีที่ Q = 500 cms.



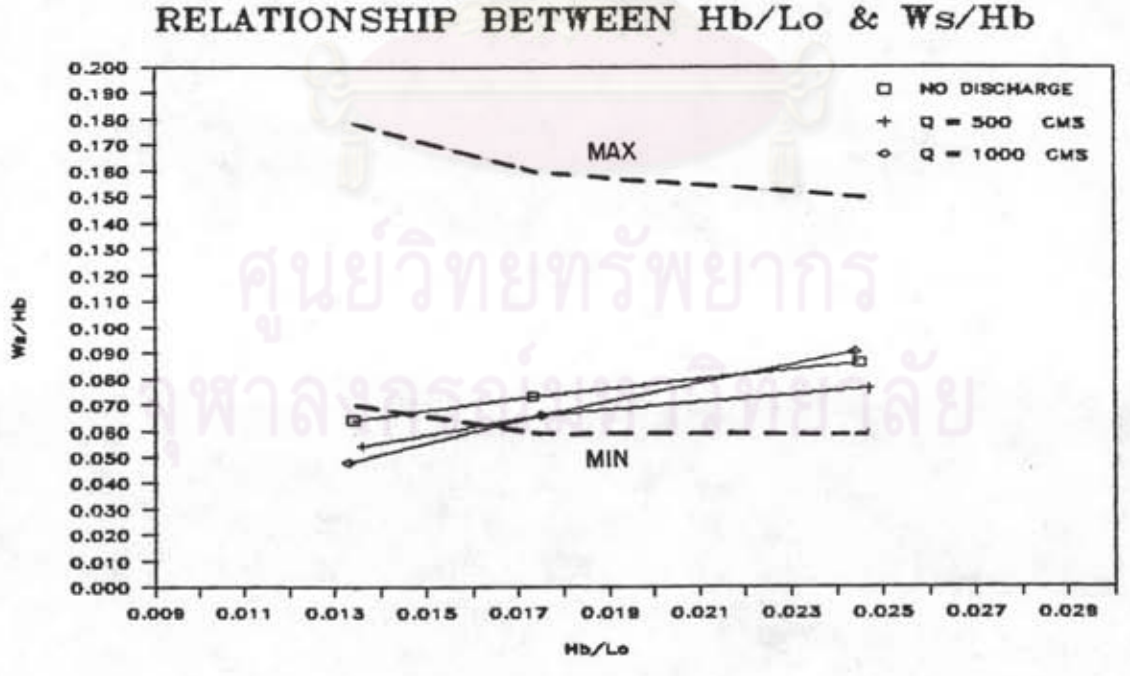
รูป 5-17 ระดับน้ำภายในปากแม่น้ำ กรณีที่ Q = 750 cms.



รูป 5-18 ระดับน้ำภายในปากแม่น้ำ กรณีที่ Q = 1000 cms.



รูป 5-19 ระดับน้ำภายในปากแม่น้ำ กรณีที่ Q = 1250 cms.



รูป 5-20 ความสัมพันธ์ระหว่าง H_b/L_o และ W_s/H_b ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

5.4 ลักษณะการไหลของกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำ

เนื่องจากการกัดเซาะและการทับถมของตะกอน มีผลมาจากการไหลของกระแสน้ำด้วย จึงจำจะต้องทดลองดูรูปแบบการไหลของกระแสน้ำ บริเวณปากแม่น้ำด้วย การทดลองศึกษาลักษณะการไหลของกระแสน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณปากแม่น้ำของการศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของคลื่นภายในชายฝั่งต่อกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำทั้งในแง่ความเร็วและทิศทาง โดยเปรียบเทียบกับการไหลในกรณีไม่มีคลื่นกระทำต่อชายฝั่ง

การทดลองศึกษาลักษณะการไหลของกระแสน้ำในแบบจำลอง จะวัดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำในอัตราการไหลจากแม่น้ำต่าง ๆ และในกรณีมีคลื่น และไม่มีคลื่นเคลื่อนที่เข้ามาแตกตัวภายในชายฝั่งในเงื่อนไขเดียวกันกับในหัวข้อ 5.1 ตามตำแหน่งต่าง ๆ บริเวณปากแม่น้ำ (ดูรูป 4-1 และ จ-1 ประกอบ)

ผลการศึกษาความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณปากแม่น้ำ แสดงไว้ดังรูป 5-21 ถึง 5-23 (รายละเอียดข้อมูลอยู่ในตาราง ข-1) ผลดังกล่าวแสดงการเปรียบเทียบขนาดความเร็วของกระแสน้ำตามระยะทางในแนวอ้างอิงจากปากแม่น้ำภายใต้เงื่อนไขมีคลื่นและไม่มีคลื่นในเขตชายฝั่งที่กระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ เมื่อเปรียบเทียบความเร็วของกระแสน้ำในอัตราการไหลต่าง ๆ จากแม่น้ำระหว่างกรณีมีและไม่มีคลื่น จะเห็นได้ว่ากระแสการไหลที่ปากแม่น้ำใกลกจะมีความเร็วมากบริเวณปากทางเข้าออกของแม่น้ำ โดยที่ความเร็วของกระแสน้ำภายในปากแม่น้ำจะมีค่าใกล้เคียงกัน ความเร็วของกระแสน้ำจะลดลงตามระยะทางจากปากแม่น้ำเข้าสู่ภายใน ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดตามลำน้ำภายในปากแม่น้ำมีขนาดใหญ่กว่า (ดูรูป จ-2 ประกอบ) ส่วนความเร็วกระแสน้ำภายนอกปากแม่น้ำมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันและความเร็วของกระแสน้ำจะลดลงตามระยะทางจากปากแม่น้ำเช่นกัน ผลของการเปรียบเทียบความเร็วกระแสน้ำ ปรากฏว่าคลื่นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความเร็วของกระแสน้ำไม่ชัดเจนนัก และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของความเร็วของกระแสน้ำทั้งกรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่นของแต่ละอัตราการไหลจากแม่น้ำมาเขียนตามระยะทาง จะได้ความเร็วดังรูป 5-24 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความเร็วของกระแสน้ำที่อัตราการไหลจากแม่น้ำต่าง ๆ จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลจากแม่น้ำเพิ่มขึ้น

การทดลองยังได้ทำการวัดความเร็วและทิศทางกระแสน้ำที่ตำแหน่งกริดต่าง ๆ (ดังแสดงในตาราง ข-1 และรูป ข-1 ถึง ข-12) ซึ่งเมื่อนำผลการวัดความเร็วของกระแสน้ำที่อัตราการไหลจากแม่น้ำต่าง ๆ ทั้งในเงื่อนไขมีและไม่มีคลื่นกระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ มาแสดงการกระจายความเร็วกระแสน้ำ ดังรูป 5-25 ถึง 5-27 เมื่อมองภาพรวมจากรูปโดยการเปรียบเทียบลักษณะการกระจายความเร็วกระแสน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณปากแม่น้ำของอัตราการไหลจากแม่น้ำต่าง ๆ

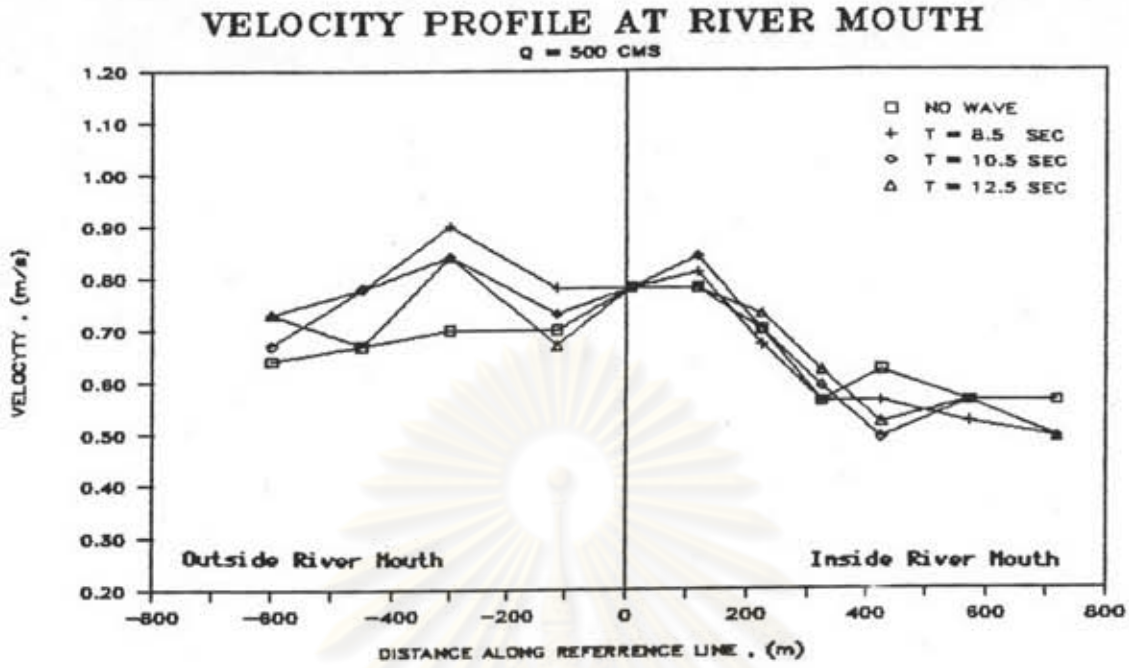
จะเห็นได้ว่าที่อัตราการไหลจากแม่น้ำน้อย จะมีลักษณะการกระจายความเร็วของกระแสน้ำเปลี่ยนแปลงไปเมื่อได้รับการกระทำจากอิทธิพลของคลื่น โดยเฉพาะกระแสน้ำบริเวณภายนอกปากแม่น้ำ ส่วนที่อัตรการไหลจากแม่น้ำมากลักษณะการกระจายความเร็วของกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน และเมื่อนำเส้นตัวแทนการกระจายความเร็วของกระแสน้ำ ที่อัตราการไหลเดียวกันทั้งกรณีมีและไม่มีคลื่นมาเปรียบเทียบร่วมกัน ดังแสดงในรูป 5-28 จะพบว่าที่อัตราการไหลจากแม่น้ำน้อย กระแสน้ำจะถูกอิทธิพลของคลื่นผลักดันให้ไหลชิดชายฝั่งด้านซ้าย เมื่อมีอัตราการไหลจากแม่น้ำมากขึ้นเรื่อย ๆ อิทธิพลของคลื่นจะมีผลต่อกระแสน้ำน้อยลง

และในทำนองเดียวกันนำผลการวัดทิศทางของกระแสน้ำมาแสดงการกระจายทิศทางของกระแสน้ำ ดังแสดงในรูป 5-29 ถึง 5-31 จะเห็นได้ว่าลักษณะทิศทางของกระแสน้ำในกรณีที่มีอัตราการไหลจากแม่น้ำน้อยค่อนข้างจะแปรปรวน เมื่อมีอัตราการไหลมากลักษณะทิศทางของกระแสน้ำค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน และเมื่อนำเส้นแทนการกระจายทิศทางกระแสน้ำที่อัตราการไหลเดียวกันภายใต้เงื่อนไขมีคลื่นและไม่มีคลื่นมาเปรียบเทียบร่วมกัน ดังรูป 5-32 จะแสดงให้เห็นว่าบริเวณใกล้ปากแม่น้ำมีทิศทางกระแสน้ำใกล้เคียงกันมาก สำหรับบริเวณภายนอกปากแม่น้ำซึ่งอยู่ห่างออกไป กรณีมีอัตราการไหลจากแม่น้ำน้อยทิศทางกระแสน้ำค่อนข้างจะแตกต่างกัน กรณีมีอัตราการไหลมากจะมีทิศทางกระแสน้ำค่อนข้างใกล้เคียงกัน ซึ่งก็แสดงให้เห็นว่าคลื่นจะส่งผลกระทบต่อทิศทางกระแสน้ำเมื่อมีอัตราการไหลจากแม่น้ำน้อยเช่นเดียวกันกับความเร็วของกระแสน้ำ

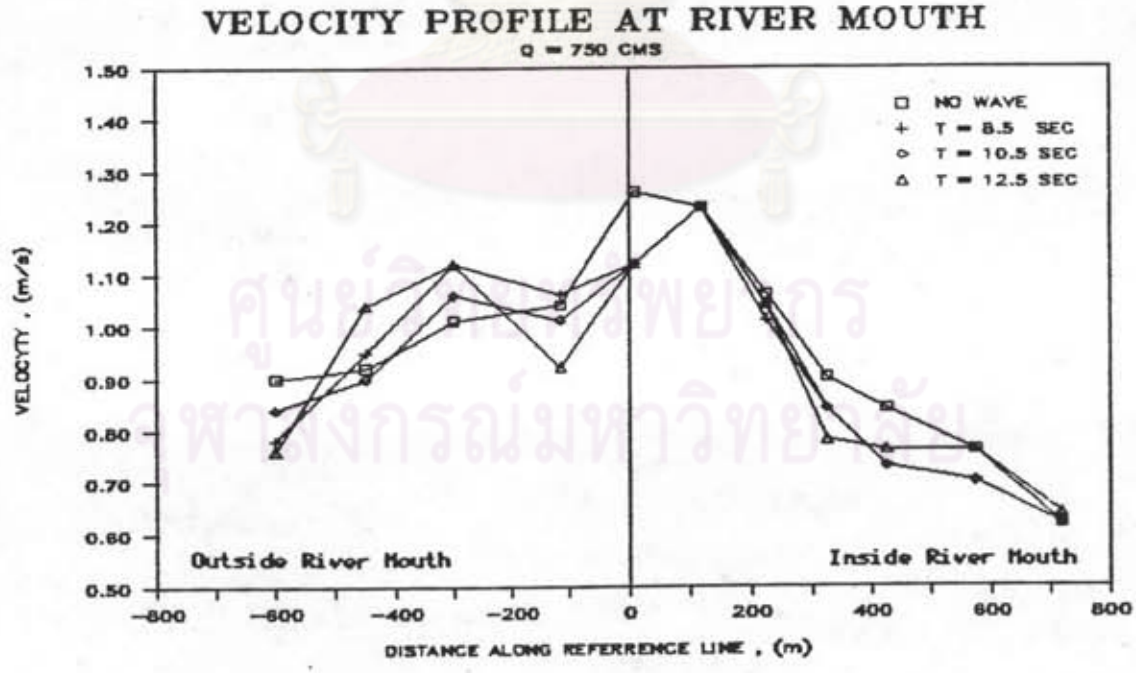
ผลของการเปรียบเทียบความเร็วและทิศทางกระแสน้ำ ที่เกิดขึ้นบริเวณปากแม่น้ำ ของแต่ละอัตราการไหลจากแม่น้ำภายใต้เงื่อนไขมีคลื่นและไม่มีคลื่นภายในชายฝั่งกระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ สามารถสรุปได้ว่าคลื่นจะส่งผลกระทบต่อความเร็วและทิศทางกระแสน้ำก็ต่อเมื่อมีอัตราการไหลจากแม่น้ำน้อย

5.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบพลังงานคลื่นภายในชายฝั่ง

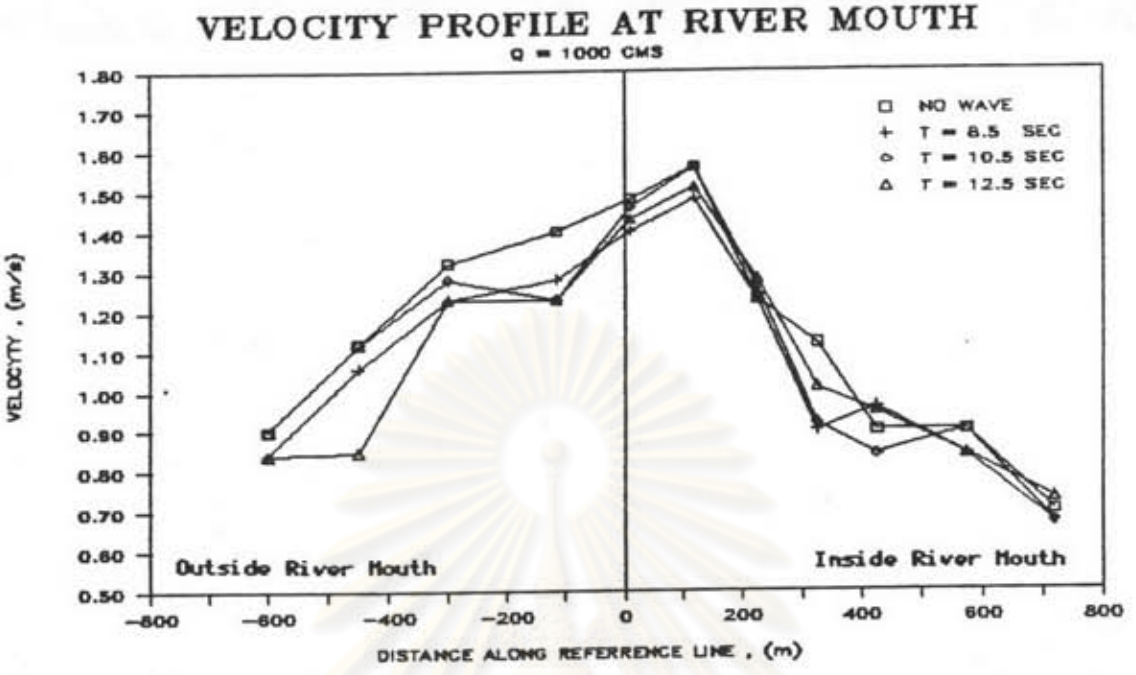
นอกจากการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของขนาดคลื่นแล้ว การพิจารณาเรื่องการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำยังสามารถจะพิจารณาได้จากพลังงานของคลื่นได้ สำหรับการศึกษาพลังงานคลื่นภายในชายฝั่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพลังงานคลื่นบริเวณปากแม่น้ำต่อพลังงานคลื่นแตกตัว ภายใต้เงื่อนไขมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ โดยการนำผลการแตกตัวของคลื่นในหัวข้อ 5.1 และผลคลื่นภายในชายฝั่งในหัวข้อ 5.2 (ค่าความสูงคลื่นภายในชายฝั่งจากตาราง ก-5)



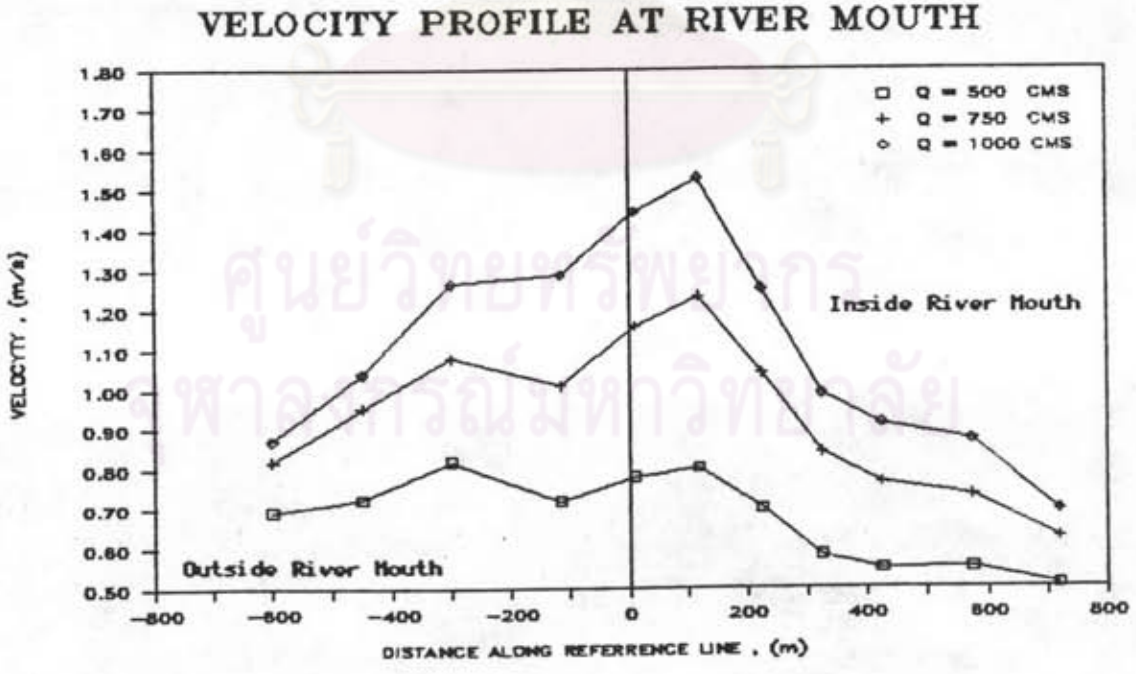
รูป 5-21 การเปรียบเทียบความเร็วกระแสน้ำ กรณีที่ Q = 500 cms.



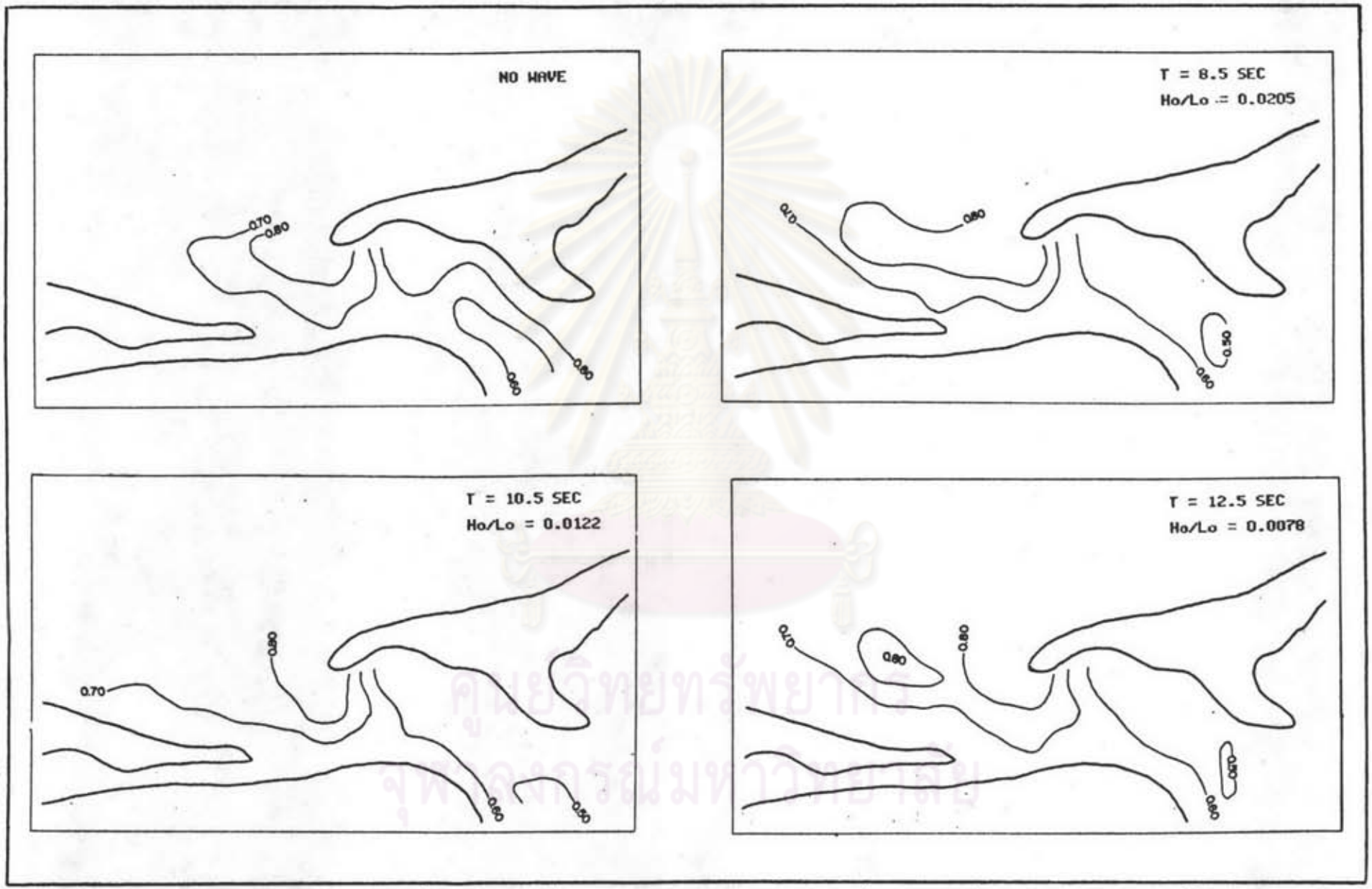
รูป 5-22 การเปรียบเทียบความเร็วกระแสน้ำ กรณีที่ Q = 750 cms.



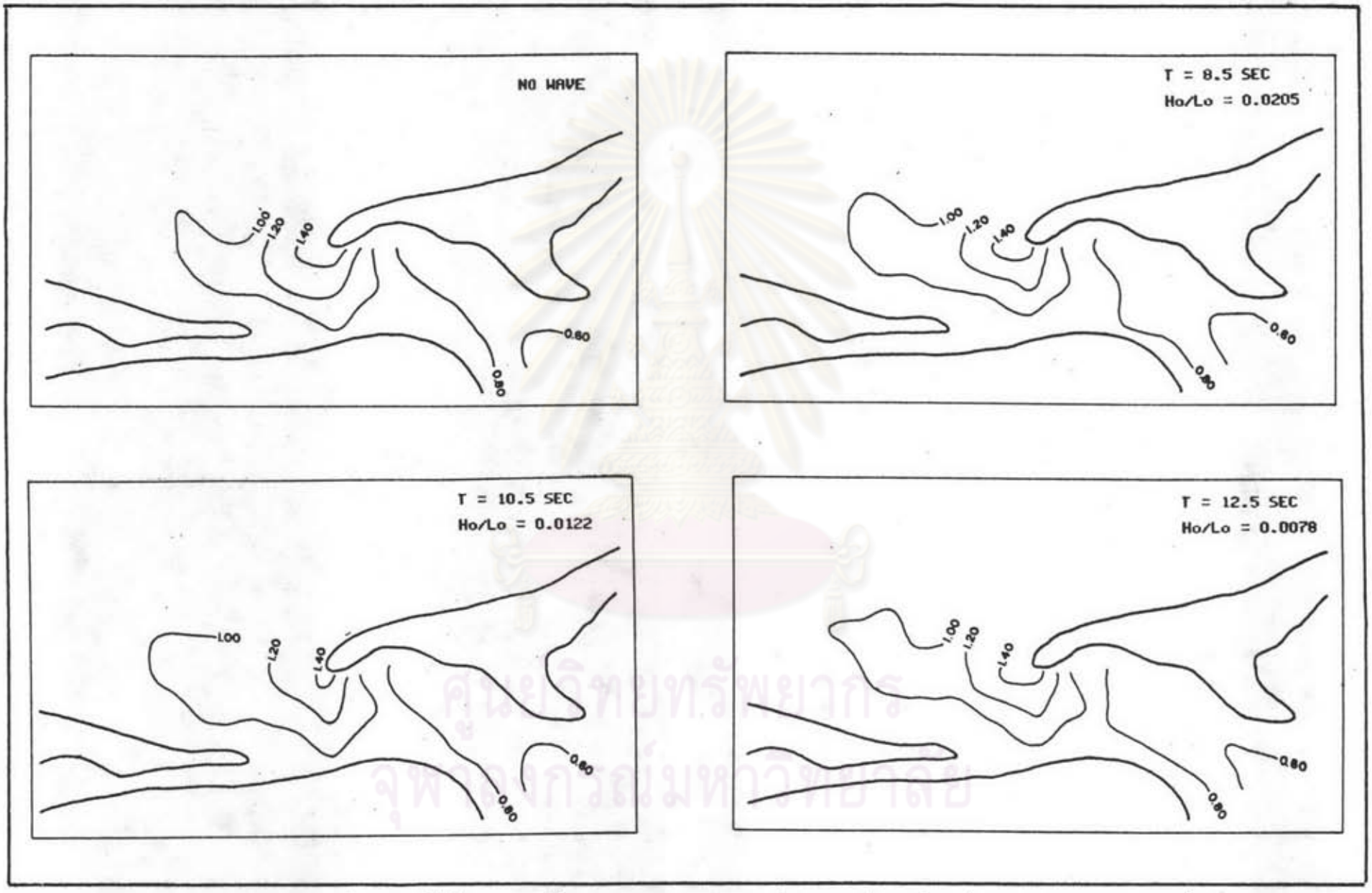
รูป 5-23 การเปรียบเทียบความเร็วกระแสน้ำ กรณีที่ Q = 1000 cms.



รูป 5-24 การเปรียบเทียบความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยตามระยะทางจากปากน้ำ

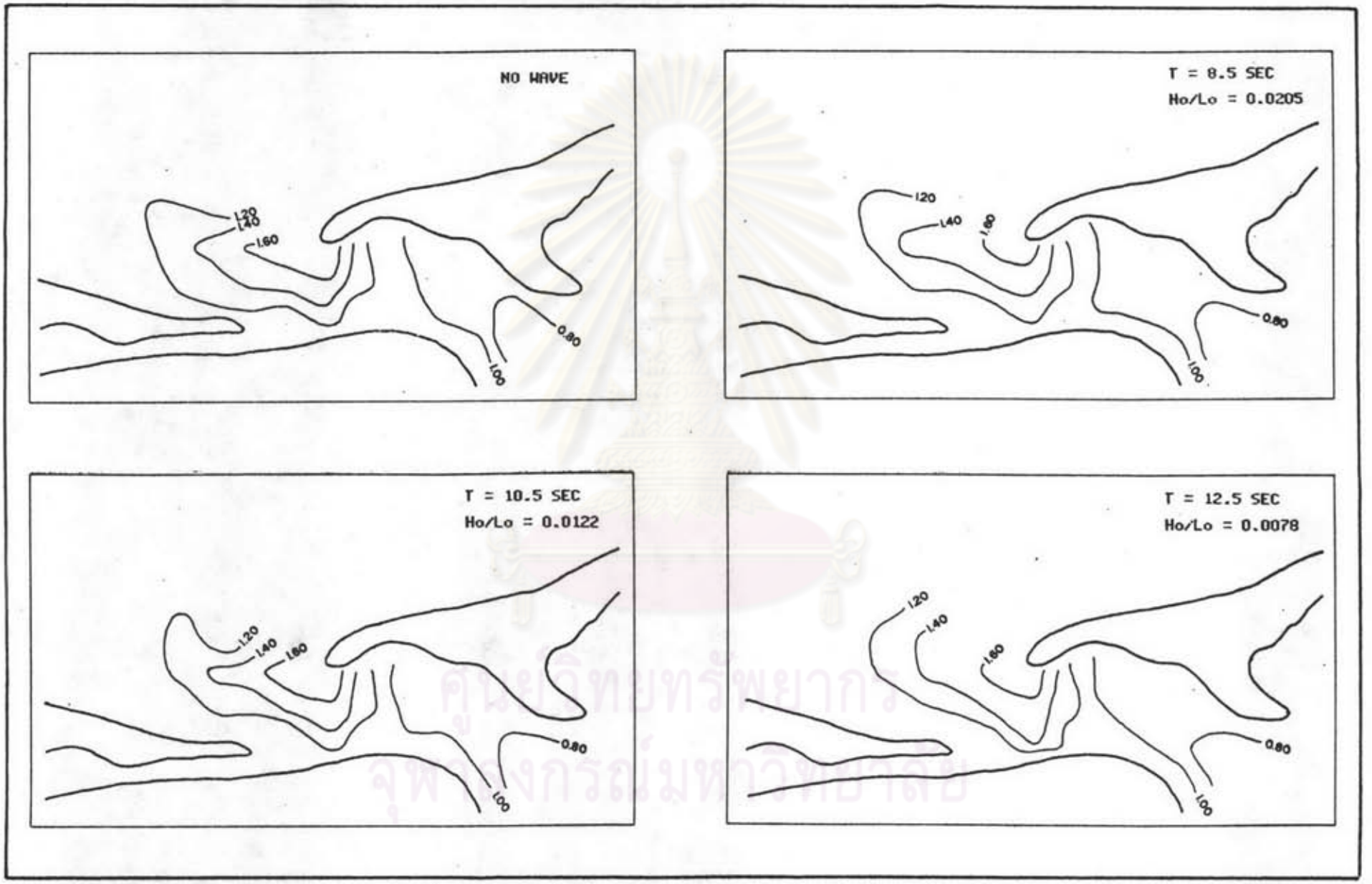


รูป 5-25 การกระจายความเร็วกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 500 ลบม./วินาที ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่นกระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ

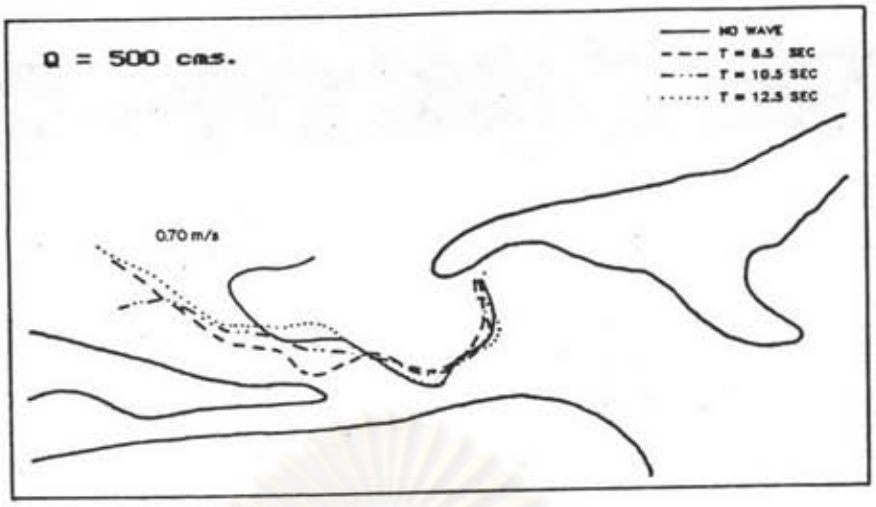


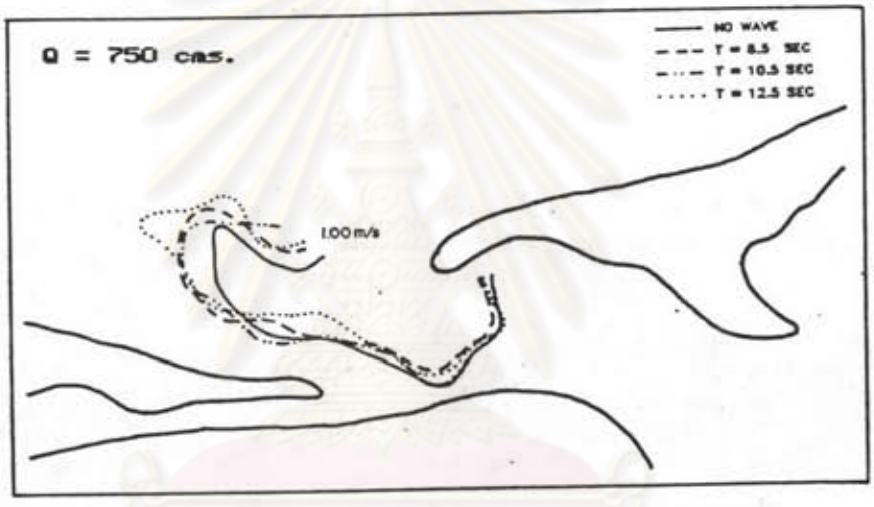
รูป 5-26 การกระจายความเร็วกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 750 ลบม./วินาที ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่นกระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ

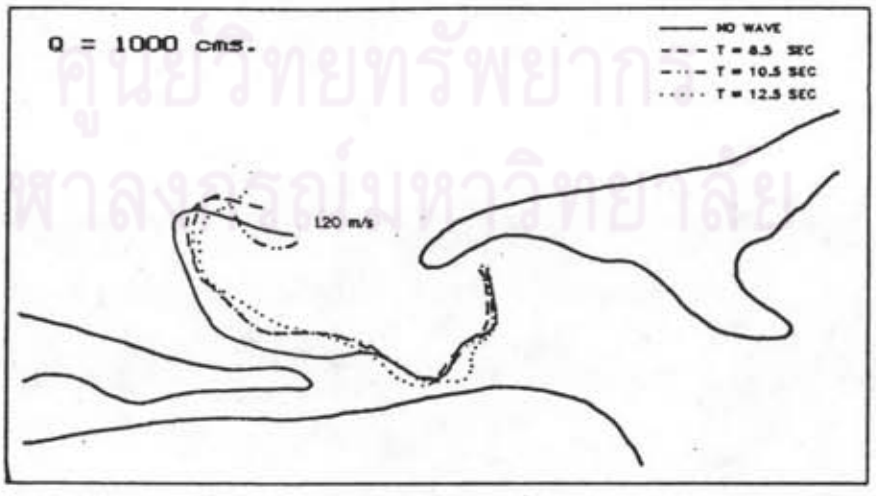
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



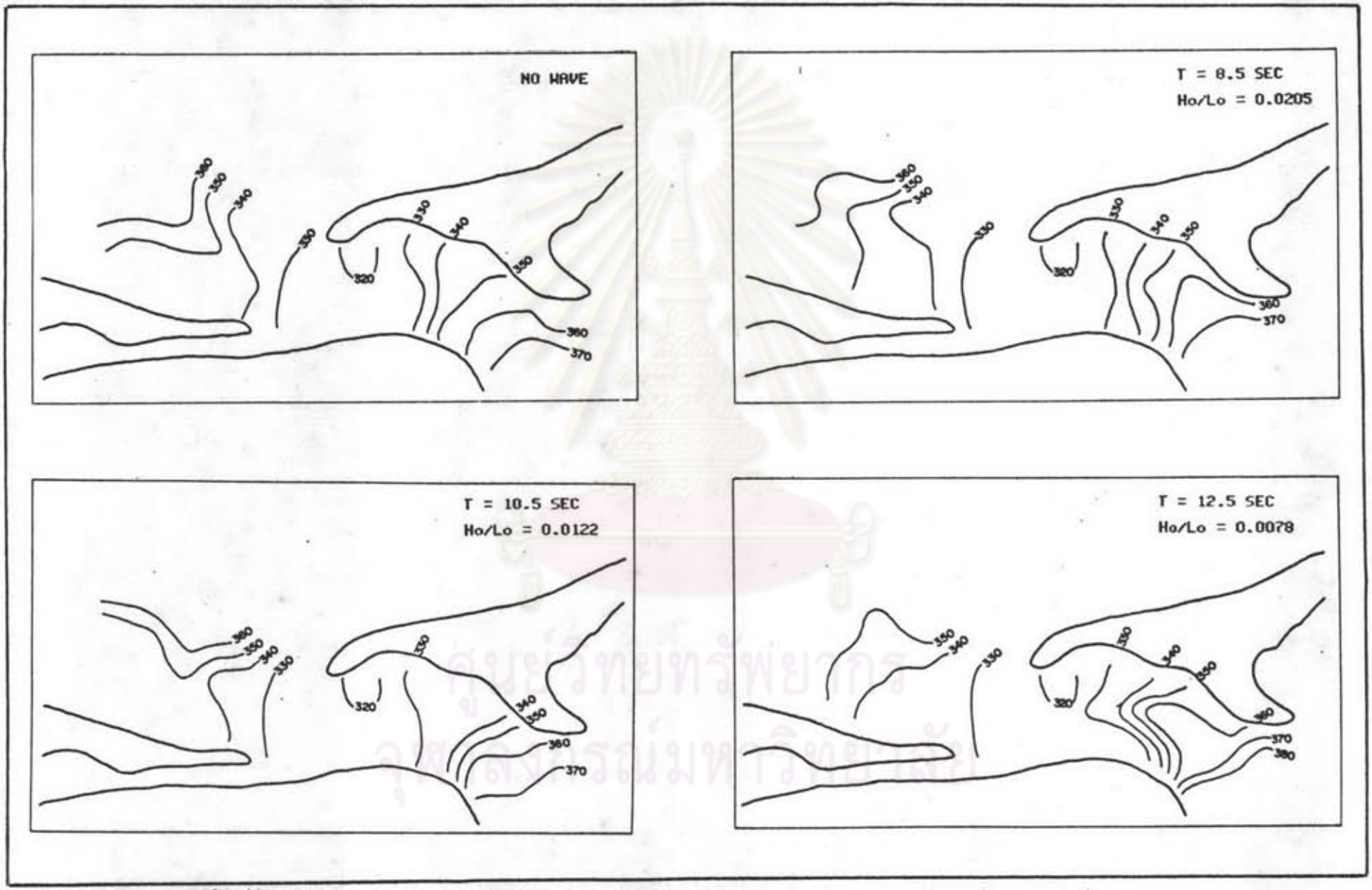
รูป 5-27 การกระจายความเร็วกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 1000 ลบม./วินาที ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่นกระทำต่อบริเวณปากแม่น้ำ



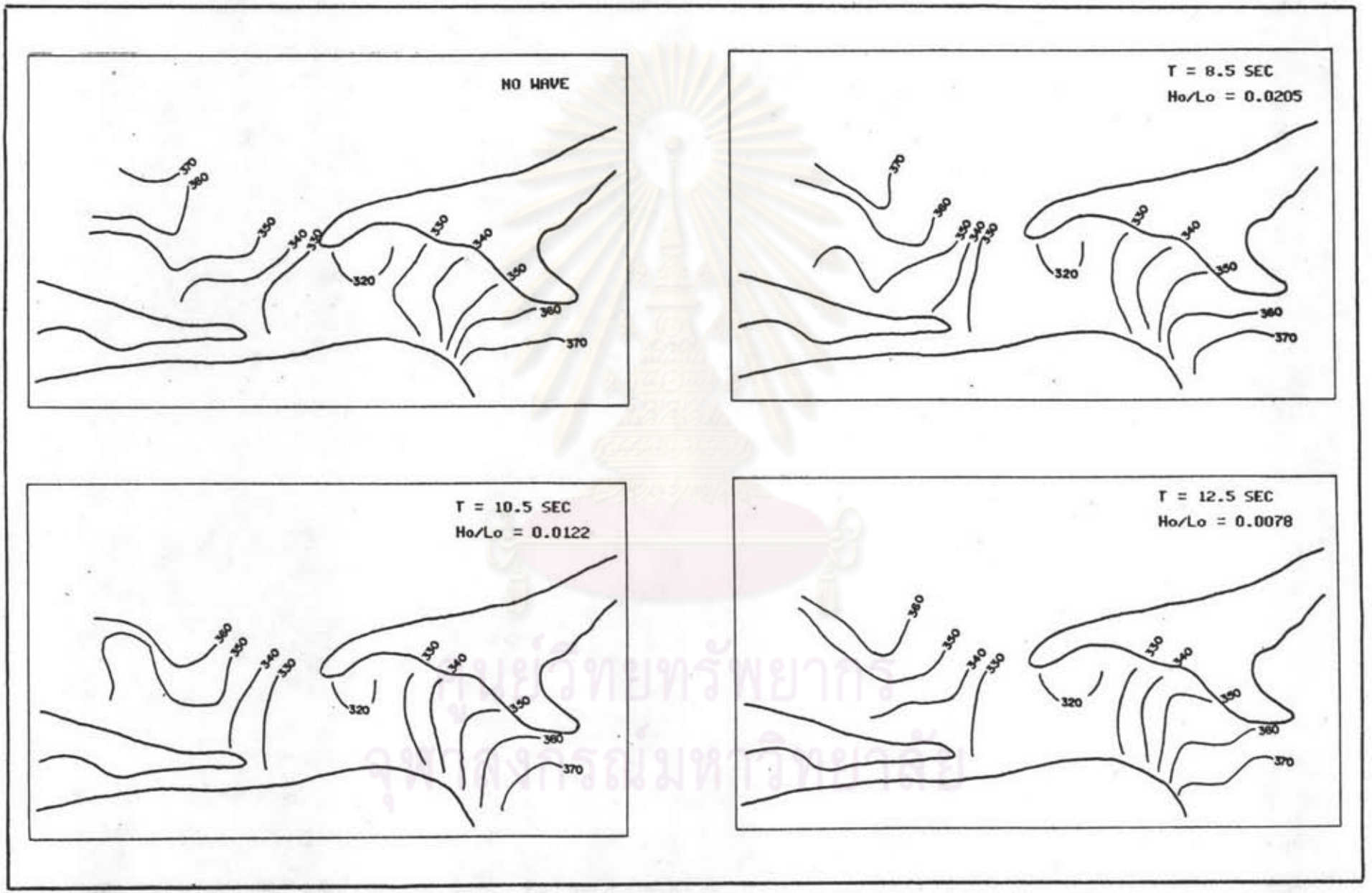




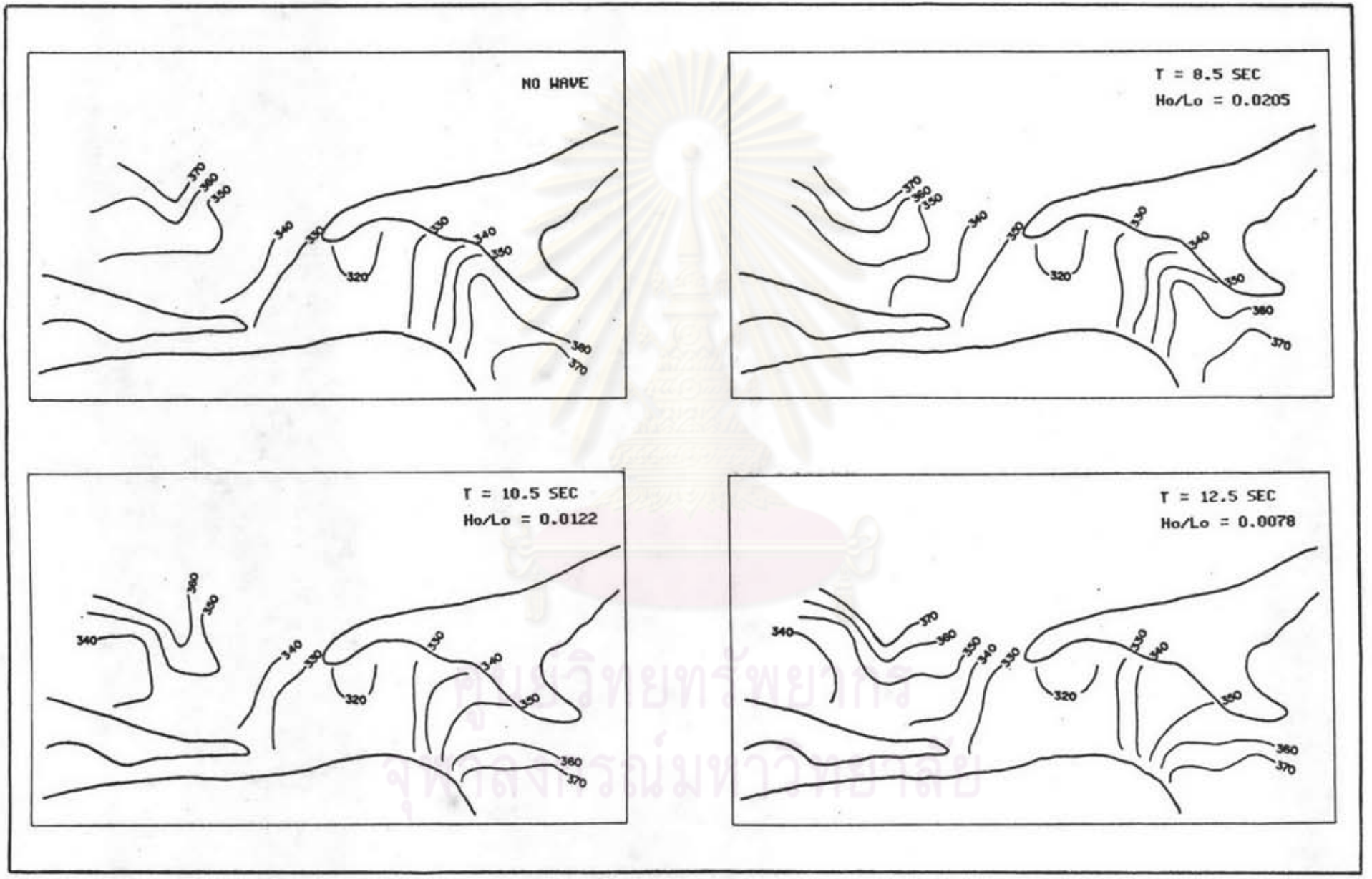
รูป 5-28 การเปรียบเทียบการกระจายความเร็วของกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำที่ไหลจากแม่น้ำต่าง ๆ ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่น



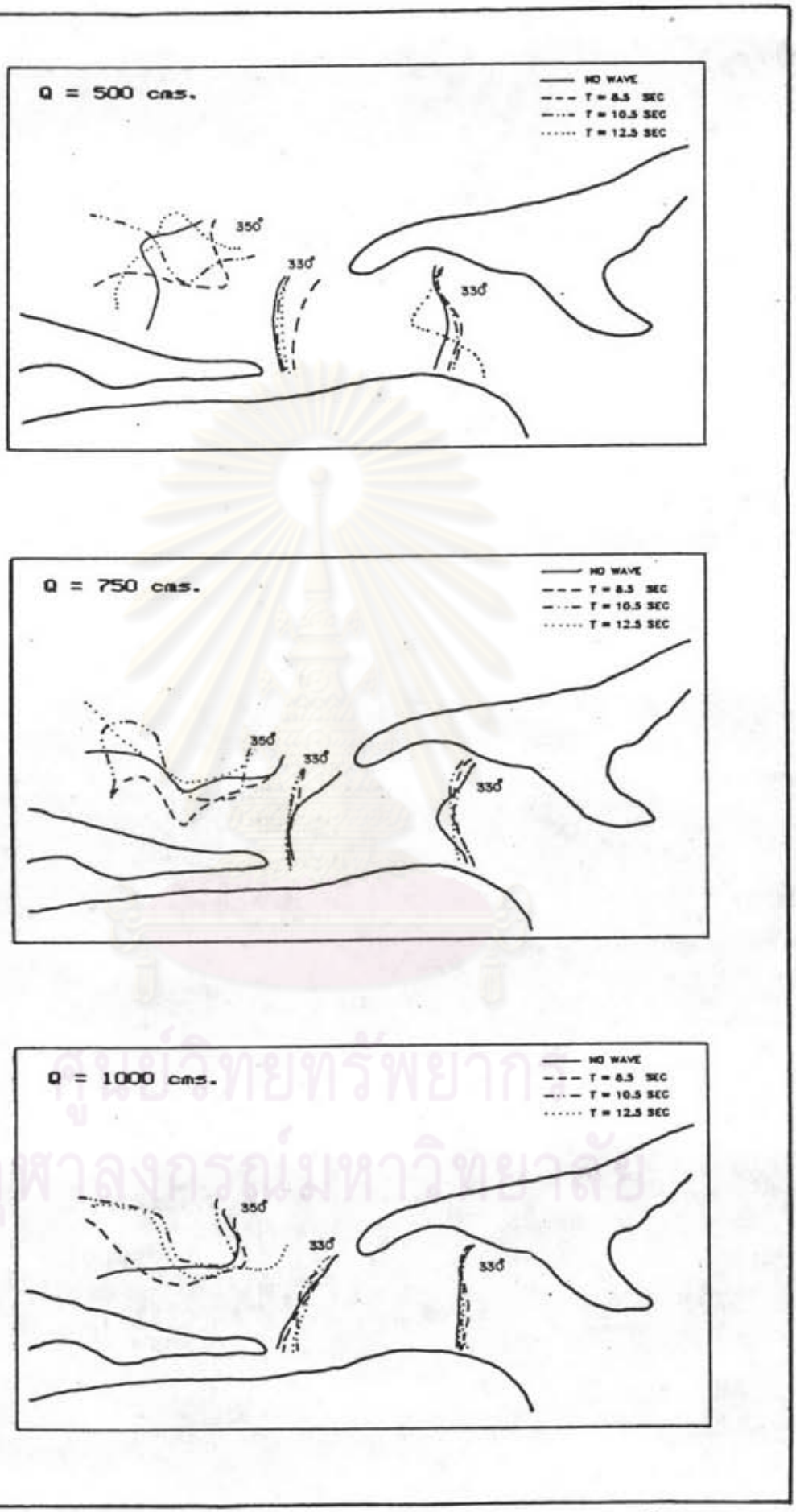
รูป 5-29 การกระจายทิศทางกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 500 ลบม./วินาที ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่น



รูป 5-30 การกระจายทิศทางกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 750 ลบม./วินาที ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่น



รูป 5-31 การกระจายทิศทางกระแสน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ 1000 ลบม./วินาที ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่น



รูป 5-32 การเปรียบเทียบการกระจายทิศทางกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำที่ไหลจากแม่น้ำต่าง ๆ ภายใต้กรณีมีคลื่นและไม่มีคลื่น

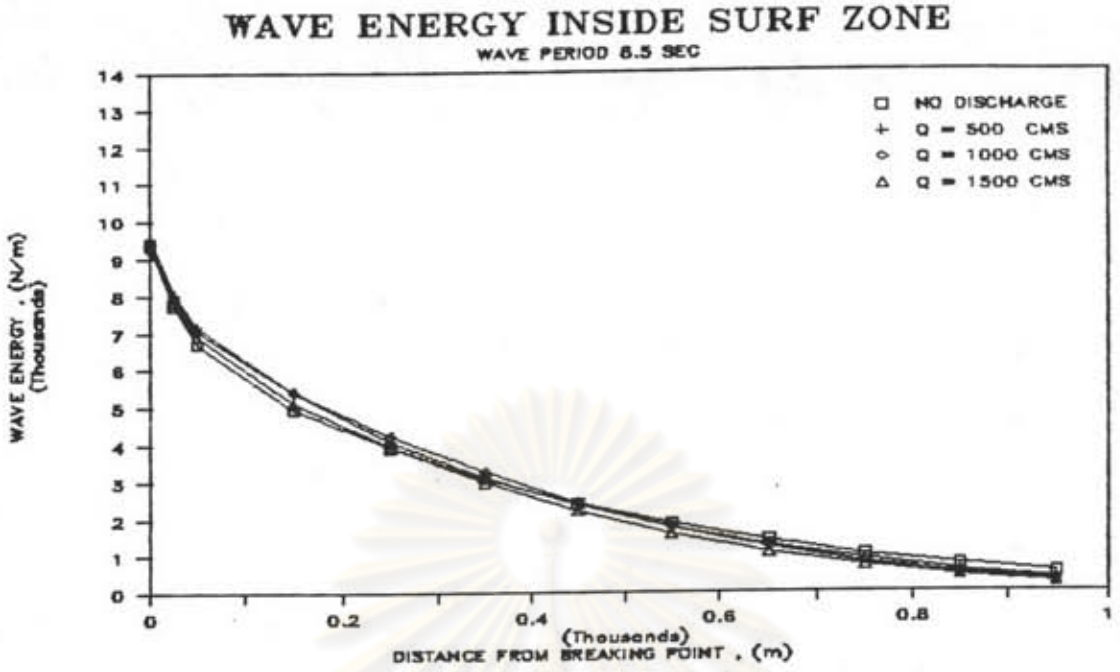
ผลของการแตกตัวของคลื่นและการเปลี่ยนแปลงขนาดคลื่นภายในชายฝั่งทำให้ได้พลังงานคลื่นต่อพื้นที่ ที่คลื่นนำไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ผ่าน ดังแสดงในรูป 5-33 ถึง 5-35 (รายละเอียดการคำนวณแสดงในตาราง ค-1) ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นการสูญเสียพลังงานคลื่นเนื่องจากการแตกตัวของคลื่นและการเสียดทานกับท้องชายฝั่งตามระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่เข้าสู่ฝั่ง ตาราง 5-9 แสดงผลสรุปการเปรียบเทียบพลังงานคลื่นที่คาบเวลาคลื่นต่าง ๆ คำนวณจากสูตร ($\rho g H^2/8$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าในกรณีที่ไม่มีการไหลจากปากแม่น้ำ พลังงานคลื่นที่ถ่ายทอดมาสู่ปากแม่น้ำจะมีค่าประมาณ 3-6% ของพลังงานคลื่นแตกตัว และเมื่อมีการไหลจากแม่น้ำประมาณ 500-1500 ลบม./วินาที พลังงานคลื่นจะถูกทำให้ลดลงอีก จะเหลือประมาณ 2-4% ของพลังงานคลื่นแตกตัว หรือพลังงานคลื่นที่ปากแม่น้ำจะถูกทำให้ลดลงประมาณ 10-55% จากรูป 5-36 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานคลื่นที่ปากแม่น้ำต่อพลังงานคลื่นแตกตัวของแต่ละคาบเวลาคลื่นภายใต้เงื่อนไขการไหลจากแม่น้ำ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการลดของพลังงานคลื่นที่ปากแม่น้ำจะมากขึ้นตามอัตราการไหลที่เพิ่มขึ้น ในรูปดังกล่าวการลดลงของพลังงานคลื่นที่ปากแม่น้ำที่คาบเวลาคลื่นต่าง ๆ ไม่เป๊ะไปตามกัน เนื่องจากว่าขนาดคลื่นในแบบจำลองมีขนาดมกล้เคียงกันมาก ความแตกต่างของขนาดคลื่นตามคาบเวลาคลื่นต่าง ๆ จึงมีโอกาสคลาดเคลื่อนได้

เพื่อทดสอบแนวโน้มการลดลงของพลังงานคลื่นบริเวณปากแม่น้ำ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างความชันคลื่นแตกตัว และอัตราส่วนระหว่างพลังงานคลื่นบริเวณปากแม่น้ำต่อพลังงานคลื่นแตกตัว ทั้งกรณีมีและไม่มีกระแสการไหลจากแม่น้ำ ดังแสดงในรูป 5-37 จะเห็นได้ว่าความชันคลื่นแตกตัวจะมีผลการลดพลังงานคลื่นที่ปากแม่น้ำน้อยมาก กระแสน้ำเนื่องจากการไหลจากแม่น้ำจะส่งผลต่อการลดพลังงานคลื่นบริเวณปากแม่น้ำ โดยที่ปริมาณการไหลมากก็จะทำให้การลดพลังงานคลื่นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

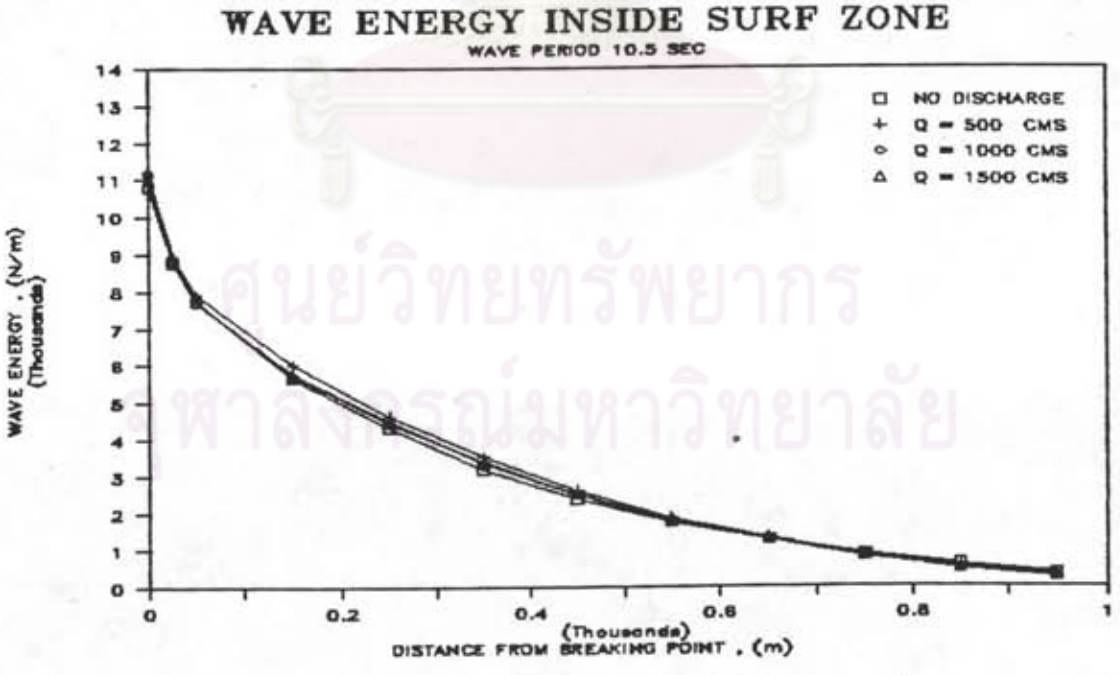
5.6 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำ

สำหรับการทดลองศึกษาลักษณะท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการกัดเซาะหรือทับถมของท้องน้ำบริเวณภายในชายฝั่ง (surf zone) ในเชิงปริมาณ ภายหลังจากการแตกตัวของคลื่น ภายใต้เงื่อนไขมีและไม่มีกระแสน้ำไหลจากแม่น้ำ

การศึกษาดังกล่าว จะทดลองในแบบจำลองชนิด distorted model โดยใช้คลื่นทดลองที่คาบเวลาคลื่น 8.5 และ 10.5 วินาที โดยมีความชันคลื่น (H_o/L_o) เท่ากับ 0.0244 และ 0.0152 ตามลำดับ ให้คลื่นเคลื่อนที่เข้ามาแตกตัวภายในชายฝั่ง ในส่วนของท้องน้ำที่เป็นพื้น (moveable bed) เช่นเดียวกันกับการทดลองการแตกตัวของคลื่นในหัวข้อ 5.1 การทดลองแต่ละ

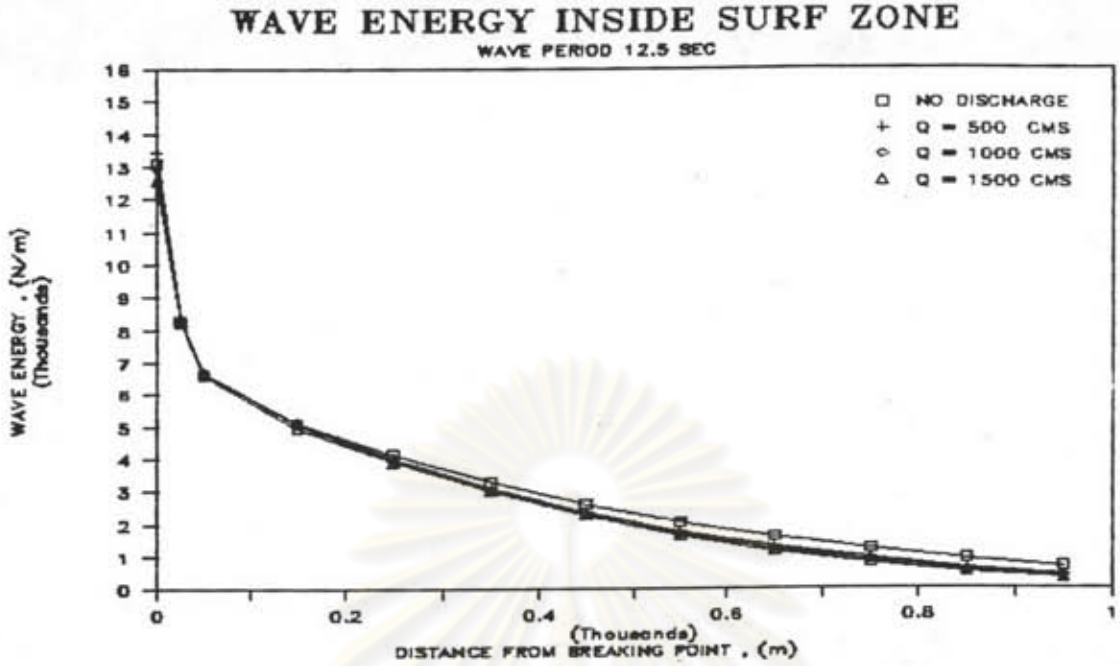


รูป 5-33 การเปรียบเทียบพลังคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ



รูป 5-34 การเปรียบเทียบพลังคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 10.5 วินาที ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-35 การเปรียบเทียบพลังคลื่นภายในชายฝั่งที่คาบเวลาคลื่น 12.5 วินาที ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

ตาราง 5-9 การเปรียบเทียบพลังงานคลื่นที่ปากแม่น้ำต่อพลังงานคลื่นแตกตัว

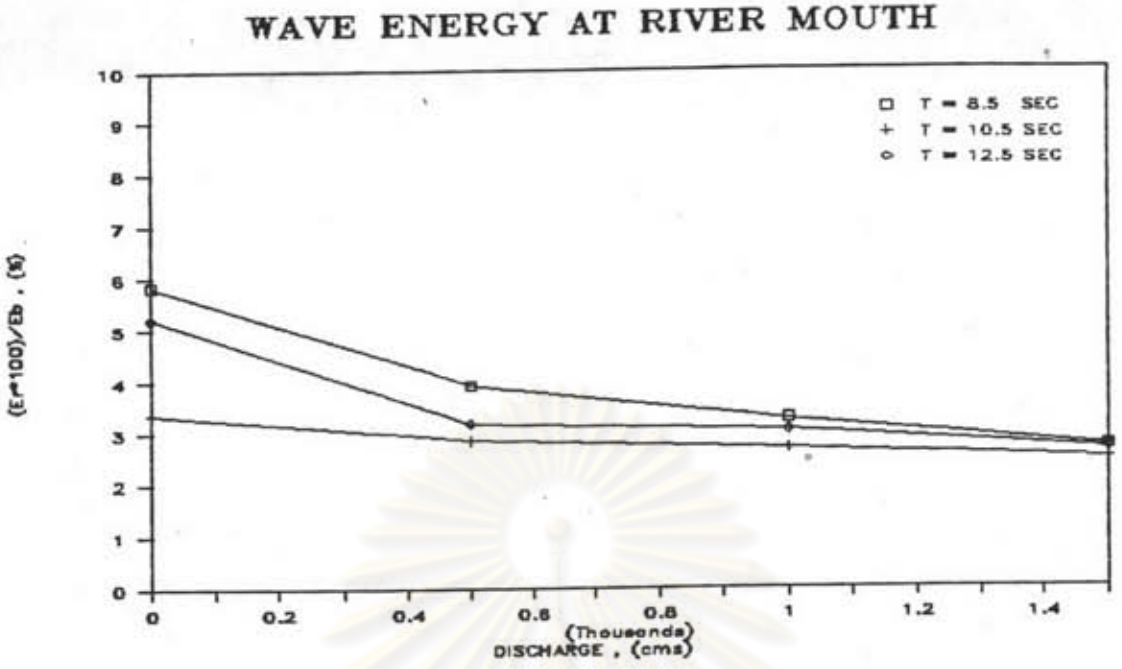
WAVE PERIOD (sec)	DISCHARGE (cms)	Hb (m)	Hr (m)	Eb (N/m)	Er (N/m)	Er*100/Eb	% Er Reduction
8.5	0	2.760	0.666	9341.08	543.91	5.82	
	500	2.790	0.552	9545.25	373.64	3.91	31.30
	1000	2.750	0.496	9273.52	301.68	3.25	44.54
	1500	2.760	0.454	9341.08	252.75	2.71	53.53
10.5	0	2.970	0.543	10816.63	361.56	3.34	
	500	3.010	0.508	11109.95	316.45	2.85	12.48
	1000	3.020	0.495	11183.89	300.46	2.69	16.90
	1500	3.000	0.472	11036.25	273.19	2.48	24.44
12.5	0	3.270	0.745	13112.17	680.60	5.19	
	500	3.310	0.590	13434.92	426.86	3.18	37.28
	1000	3.250	0.566	12952.27	392.84	3.03	42.28
	1500	3.200	0.522	12556.80	334.13	2.66	50.91

หมายเหตุ: H_b คือความสูงคลื่นแตกตัว, ม.

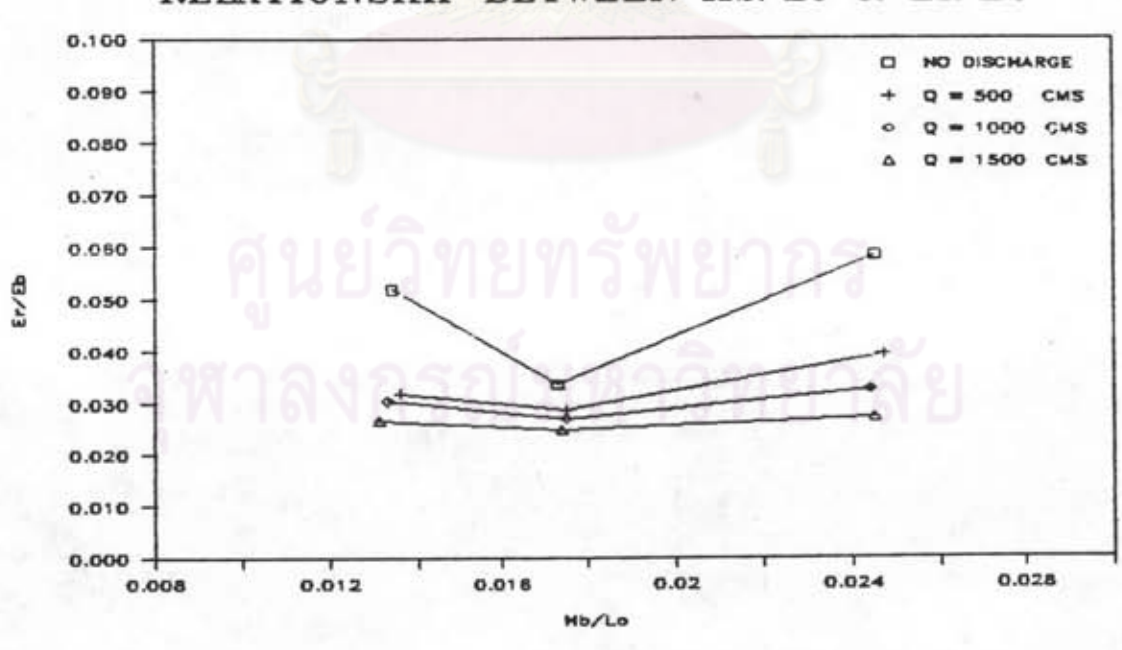
H_r คือความสูงคลื่นที่ปากแม่น้ำ, ม.

E_b คือพลังงานคลื่นที่ตำแหน่งแตกตัว, นิวตัน/ม.

E_r คือพลังงานคลื่นที่ปากแม่น้ำ, นิวตัน/ม.



รูป 5-36 การเปรียบเทียบพลังงานคลื่นบริเวณปากแม่น้ำที่คาบเวลาคลื่น และกระแสน้ำจากแม่น้ำที่เงื่อนไขต่าง ๆ



รูป 5-37 ความสัมพันธ์ระหว่าง H_b/L_o และ E_r/E_b ที่กรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ

กรณีใช้เวลา 5 ชั่วโมง แล้วจึงทำการสำรวจระดับท้องน้ำตามตำแหน่งต่าง ๆ ภายในชายฝั่งที่ออกจากเส้นระยะทางอ้างอิงตามแนวชายฝั่ง (ดูรูป จ-3 ประกอบ)

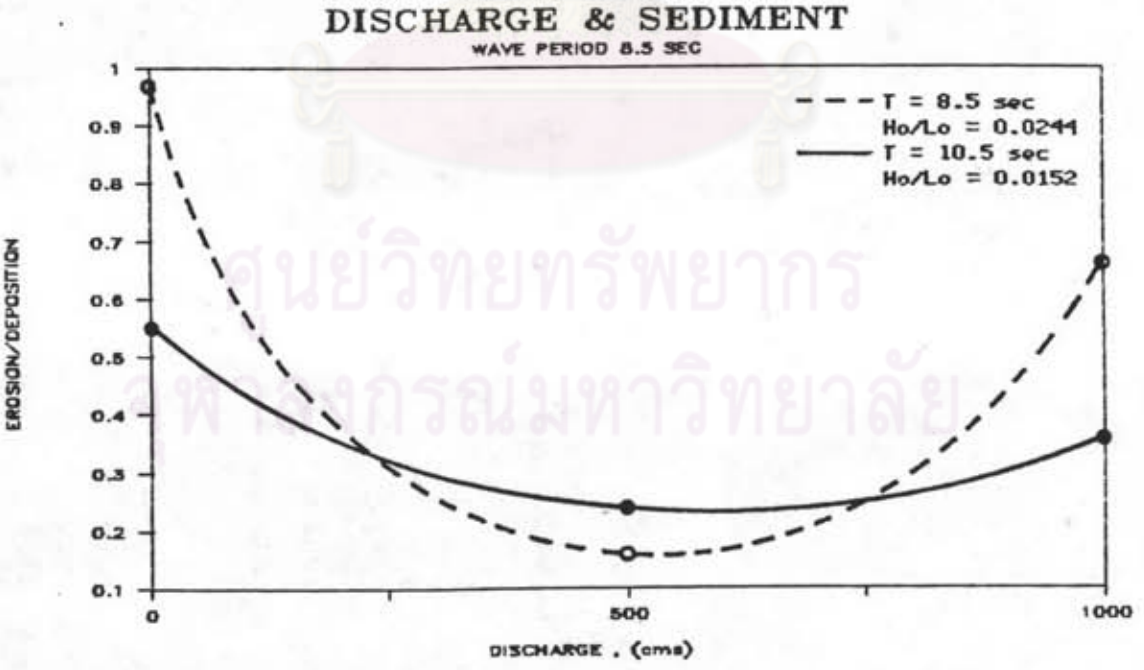
จากผลระดับสำรวจท้องน้ำบริเวณชายฝั่งภายใต้เงื่อนไขและกรณีต่าง ๆ เปรียบเทียบกับระดับท้องน้ำเดิม จะสามารถคำนวณหาปริมาณตะกอนทรายท้องน้ำที่ถูกกัดเซาะหรือทับถมได้ (ดังแสดงรายละเอียดการคำนวณไว้ในตาราง ง-11 ถึง ง-16) เมื่อนำปริมาณตะกอนกัดเซาะทับถมที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำจากแม่น้ำ ดังสรุปไว้ในตาราง 5-10 พบว่าเมื่อมีคลื่นเคลื่อนที่มาแตกตัวที่ชายฝั่งในกรณีไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำ ค่าอัตราส่วนของปริมาณการกัดเซาะต่อการทับถมจะมีค่ามาก สำหรับกรณีที่มีกระแสน้ำจากการไหลจากแม่น้ำในอัตราน้อยปะทะกับคลื่นบริเวณปากแม่น้ำจะพบว่า ปริมาณการกัดเซาะต่อการทับถมจะลดน้อยลง และเมื่อมีกระแสน้ำจากการไหลในอัตรามากขึ้น จนกระทั่งถึงสภาวะที่กระแสน้ำสามารถพัดพาตะกอนท้องน้ำเคลื่อนที่ไปได้ จะมีปริมาณการกัดเซาะต่อการทับถมมากขึ้น ดังแสดงเปรียบเทียบในรูป 5-38 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า คลื่นจะเป็นองค์ประกอบหลักทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำ ส่วนกระแสน้ำจากการไหลของแม่น้ำสามารถที่จะช่วยสลายพลังงานได้เพียงบางส่วน ขณะเดียวกันจะสามารถลดปริมาณการกัดเซาะเนื่องจากคลื่นได้ แต่เมื่อกระแสน้ำมีความแรงพอที่จะทำให้ตะกอนท้องน้ำเคลื่อนที่ได้ จึงเป็นเหตุทำให้เกิดการพัดพาตะกอนท้องน้ำให้เคลื่อนที่ไปได้

เมื่อทำการศึกษาการกัดเซาะ/ทับถมบริเวณปากแม่น้ำทั้งพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในรูป 5-39 ถึง 5-40 พบว่าที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที โดยมีความชันคลื่นน้ำลึก (H_o/L_o) เท่ากับ 0.0244 ในกรณีไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำจะเกิดการกัดเซาะมาก เมื่อมีกระแสน้ำจากแม่น้ำการกัดเซาะทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำมีแนวโน้มลดลง แต่เมื่อกระแสน้ำแรงมากการกัดเซาะจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับทางฝั่งขวาของแม่น้ำมีลักษณะการเกิดการกัดเซาะ/ทับถมไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนที่คาบเวลาคลื่น 10.5 วินาที โดยมีความชันคลื่นน้ำลึก 0.0152 จะมีลักษณะการกัดเซาะ/ทับถมเช่นเดียวกัน แต่จะมีปริมาณการกัดเซาะทับถมในเชิงปริมาณน้อยกว่า จากผลสรุปปริมาณการกัดเซาะ/ทับถมในตาราง 5-11 ซึ่งแสดงปริมาณการกัดเซาะ/ทับถมต่อเมตรของฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของปากแม่น้ำ จะเห็นได้ว่าบริเวณฝั่งขวาซึ่งอิทธิพลของกระแสน้ำไปไม่ถึง ที่ความชันคลื่นน้ำลึก 0.0244 และช่วงอัตราการไหล 0-1000 ลบม./วินาที ปริมาณตะกอนทรายท้องน้ำจะถูกกัดเซาะประมาณ 3-4 ลบม./ม./ชม. ทับถมประมาณ 0.60-1.20 ลบม./ม./ชม. และเกิดการกัดเซาะสุทธิประมาณ 1.90-3.40 ลบม./ม./ชม. และที่ความชันคลื่นน้ำลึก 0.0152 ประมาณตะกอนทรายท้องน้ำจะถูกกัดเซาะประมาณ 1.10-2.40 ลบม./ม./ชม. ทับถมประมาณ 0.70-1.15 ลบม./ม./ชม. และเกิดการกัดเซาะประมาณ 0.05-1.65 ลบม./ม./ชม. สำหรับทางซ้ายของปากแม่น้ำที่ความชันน้ำลึก 0.0244 จะเกิดการกัดเซาะประมาณ 2.35-4.70 ลบม./ม./ชม. ทับถม

ตาราง 5-10 เปรียบเทียบปริมาณการกัดเซาะและการทับถมของตะกอน

WAVE PERIOD (sec)	WAVE STEEPNESS	DISCHARGE (cms)	SEDIMENT TRANSPORT , (cum/m/hr)		
			ERO.	DEP.	ERO/DEP
8.5	0.0244	0	-0.94	0.97	0.97
		500	-0.27	1.68	0.16
		1000	-1.06	1.60	0.66
10.5	0.0152	0	-0.40	0.73	0.55
		500	-0.24	1.00	0.24
		1000	-0.41	1.13	0.36

หมายเหตุ: ERO. คือปริมาณการกัดเซาะ,ลบม./ม./ชม.
DEP. คือปริมาณการทับถม,ลบม./ม./ชม.

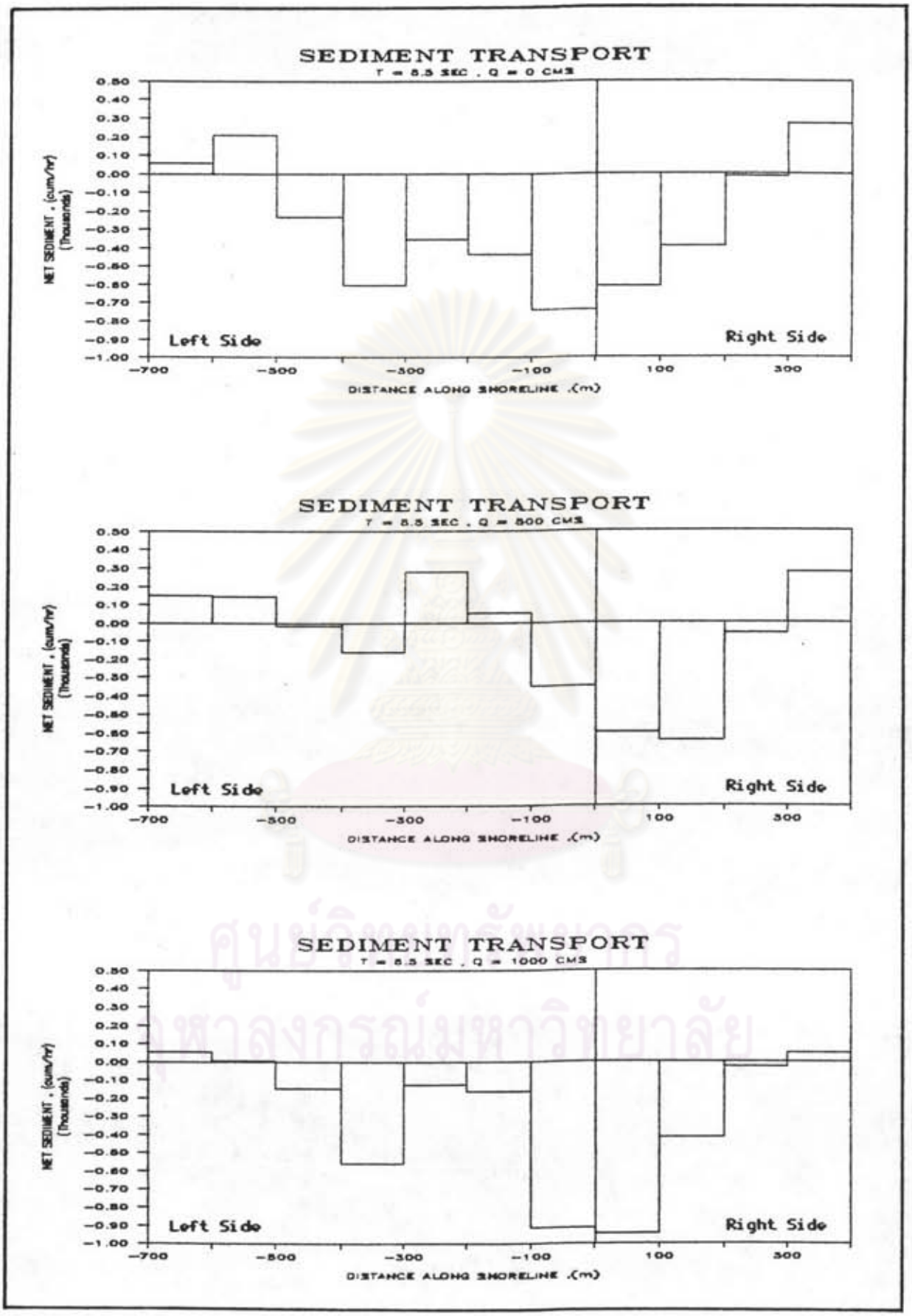


รูป 5-38 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและอัตราส่วนการกัดเซาะต่อการทับถมของตะกอน

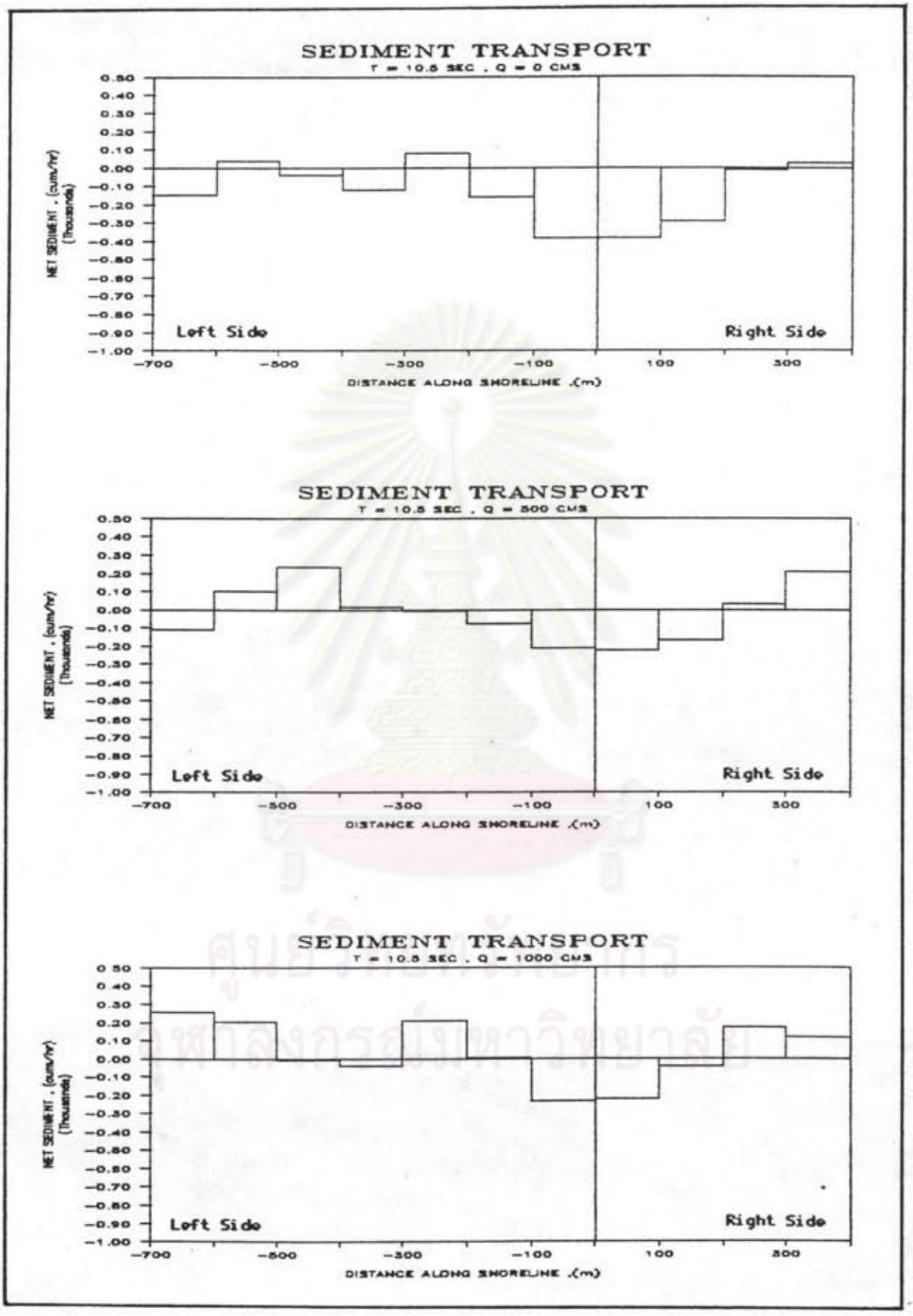
ตาราง 5-11 สรุปผลการกัดเซาะและการทับถมบริเวณปากแม่น้ำ

WAVE PERIOD	DISCHARGE	SEDIMENT TRANSPORT , (cum/hr/m)					
		LEFT SIDE			RIGHT SIDE		
(sec)	(cms)	EROS.	DEP.	NET SED.	EROS.	DEP.	NET SED.
8.5	0	-4.44	1.43	-3.01	-3.08	1.19	-1.89
	500	-2.35	2.48	0.13	-3.81	1.23	-2.59
	1000	-4.70	2.11	-2.64	-3.96	0.60	-3.36
10.5	0	-2.59	1.55	-1.05	-2.36	0.71	-1.65
	500	-1.52	1.44	-0.08	-1.38	0.98	-0.40
	1000	-1.63	2.20	0.57	-1.11	1.15	-0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 5-39 การเปรียบเทียบการกัดเซาะและทับถมบริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำที่คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที



รูป 5-40 การเปรียบเทียบการกัดเซาะและทับถมบริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำที่คาบเวลาคลื่น 10.5 วินาที

ประมาณ 1.40-2.50 ลบม./ม./ชม. และเกิดการกัดเซาะสุทธิประมาณ 2.65-3.00 ลบม./ม./ชม. และที่ความชันคลื่นน้ำลึกจะเกิดการกัดเซาะประมาณ 1.50-2.60 ลบม./ม./ชม. ทับถมประมาณ 1.45-2.20 และเกิดการกัดเซาะสุทธิประมาณ 0.08-1.05 ลบม./ม./ชม. สำหรับที่ฝั่งซ้ายปากแม่น้ำจะมีปริมาณตะกอนทับถมสุทธิเกิดขึ้นด้วย

โดยสรุปแล้วผลการทดลองศึกษาปริมาณการกัดเซาะ/ทับถม บริเวณปากแม่น้ำ พบว่าการกัดเซาะ/ทับถมที่เกิดขึ้นภายในชายฝั่งจะเกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของคลื่นเป็นหลัก กระแสน้ำจะช่วยลดปริมาณการกัดเซาะในขณะเดียวกันเมื่อมีกระแสน้ำรุนแรงก็จะช่วยในการพัดพาตะกอนท้องน้ำให้เคลื่อนที่ไปได้ด้วย และคลื่นที่มีความชันคลื่นน้ำลึกมากจะทำให้เกิดการกัดเซาะรุนแรงกว่าคลื่นที่มีความชันคลื่นน้อย

5.7 สรุปผลการศึกษาวิเคราะห์

1) ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบการแตกตัวของคลื่นจากการทดลอง พบว่าการแตกตัวของคลื่นจะขึ้นอยู่กับความชันคลื่น (H_o/L_o) และความลาดชายฝั่ง คาบเวลาคลื่น 8.5 วินาที จะแตกตัวชนิด spilling และคาบเวลาคลื่น 10.5 และ 12.5 วินาที จะแตกตัวชนิด spilling-plunging สำหรับความสูงคลื่นแตกตัวทั้งในกรณีมีและไม่มีกระแสน้ำจากแม่น้ำจะมีขนาดใกล้เคียงกัน แสดงว่าผลของการไหลจากแม่น้ำไม่สามารถส่งผลกระทบต่อบริเวณคลื่นแตกตัว ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณที่คลื่นแตกตัวอยู่ไกลจากปากแม่น้ำมาก และการไหลจากแม่น้ำไม่ปะทะกับคลื่นที่แตกตัวโดยตรง

2) ผลการทดลองคลื่นภายในชายฝั่งทะเล เป็นการศึกษาคลื่นต่อจากคลื่นแตกตัวภายในชายฝั่ง จากการศึกษาเปรียบเทียบขนาดคลื่นที่ลดลงจากการทดลองและคำนวณโดยทฤษฎีของ Kuo และ Horikawa จะมีแนวโน้มสอดคล้องกัน เมื่อให้แบบจำลองมีค่าสัมประสิทธิ์ความปั่นป่วน, $\beta = 2.50$ และสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน, $C_f = 0.02$ และเมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองทั้งในกรณีมีและไม่มีการไหลจากแม่น้ำ จะเห็นได้ว่าการไหลจากแม่น้ำจะมีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อการลดขนาดคลื่นบริเวณใกล้ปากแม่น้ำ เนื่องจากกระแสน้ำจะช่วยสลายพลังงานคลื่นได้บางส่วน

3) จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับน้ำจากปากแม่น้ำและตามระยะทางเข้าสู่ภายในปากแม่น้ำ พบว่านอกจากระดับน้ำจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการไหลจากแม่น้ำแล้ว ยังเพิ่มขึ้นเนื่องจากการแตกตัวของคลื่นที่บริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำ และจากผลการทดลองดังแสดงให้เห็นว่าระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการแตกตัวของคลื่นในกรณีไม่มีการไหลจากแม่น้ำมีแนวโน้มจะมากกว่ากรณีมีการไหลจากแม่น้ำ และระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการแตกตัวของคลื่นที่มีคาบเวลาสั้นจะมีค่ามากกว่าคาบเวลาคลื่นยาว

4) การวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำที่เกิดขึ้น บริเวณปากแม่น้ำแสดงให้เห็นว่าคลื่นภายในชายฝั่งจะส่งผลต่อกระแสน้ำภายนอกปากแม่น้ำ ทั้งในแง่ความเร็วและทิศทางในกรณีที่มีการไหลจากแม่น้ำปริมาณน้อย ส่วนภายในปากแม่น้ำคลื่นจะส่งผลต่อความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำได้ไม่เด่นชัดนัก ลักษณะความเร็วของกระแสน้ำจะแปรเปลี่ยนตามขนาดหน้าตัดของลำน้ำ

5) พลังงานคลื่นที่เกิดขึ้นภายหลังจากเกิดการแตกตัวของคลื่นแล้ว จะสูญเสียไปในระหว่างทางที่ถูกส่งผ่านมายังบริเวณปากแม่น้ำ เนื่องจากความเสียดทานกับท้องน้ำแล้ว ยังสูญเสียเนื่องจากกระแสน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณปากแม่น้ำอีก ซึ่งจากผลการทดลองพลังงานคลื่นบริเวณปากแม่น้ำจะเหลือเพียงประมาณ 2-4 % ของพลังงานคลื่นแตกตัว

6) การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำที่ศึกษาสามารถสรุปได้ว่ากระแสน้ำมีส่วนช่วยในการลดปริมาณการกัดเซาะตะกอนทรายท้องน้ำได้ และที่ความชันคลื่น (H_o/L_o) มากกว่า 0.0200 จะเกิดการกัดเซาะมากกว่าการทับถม และที่ความชันคลื่นประมาณ 0.0150 การกัดเซาะมีแนวโน้มจะเกิดขึ้นน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดตะกอนที่ใช้ในแบบจำลอง ขนาดเม็ดเฉลี่ย 0.20 มม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย