บทที่ 4

การวิเคราะห์การไหลลอดผ่านประตูระบาย

4.1 การศึกษาการไหลลอดผ่านประตูระบาย

แบ่งกรณีการศึกษาได้ 4 กรณีใหญ่ๆคือกรณีการไหลบีบรัด 1 ด้าน การไหลบีบรัด 2 ด้าน การไหลบีบรัด 3 ด้าน และการไหลบีบรัด 4 ด้าน ซึ่งจัดการทดลองออกเป็นกรณีย่อยได้ทั้งหมด 24 กรณี ดังตาราง 4-1 โดยแบ่งผลการทดลองได้ดังนี้

4.1.1 ค่าอัตราการไหล (Q) จัดทำตารางสรุปค่าอัตราการไหลโดยเปรียบเทียบความสูงของระดับน้ำและการยกเปิดบานประตู ตามตาราง 4-2

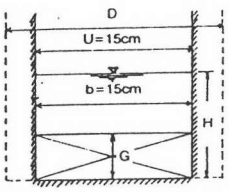
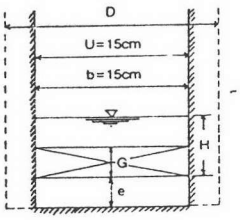
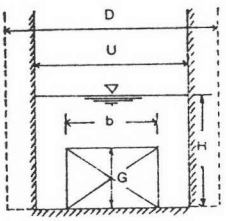
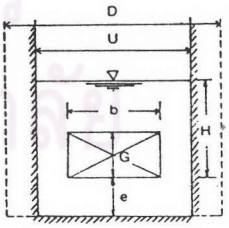
4.1.2 ค่าสัมประสิทธิ์การไหล (C_d) จัดทำตารางสรุปค่าสัมประสิทธิ์การไหลโดยเปรียบเทียบความสูงของระดับน้ำ และการยกเปิดบานประตู ตามตาราง 4-3

4.2 ความผันแปรของค่าอัตราการไหล (Q)

4.2.1 อัตราการไหล (Q) จากการทดลองกับอัตราการไหล (Q_T) จากการคำนวณโดยเปรียบเทียบกับระดับความสูง (H) ในทุกกรณี

ค่าอัตราการไหลที่ได้จากการทดลองนำมาคำนวณโดยใช้สูตร $Q=C_dA_0\sqrt{2gH}$ และค่า H มีกำลังเป็น 0.5 ได้ค่าสัมประสิทธิ์การไหล นำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์การไหล ไปคำนวณอัตราการไหล (Q_T) ส่วนค่าอัตราการไหลจากการทดลองนำไปสร้างกราฟโดย fit curve อยู่ในรูปสมการ $Q = kH^X$ ค่ากำลัง x มีค่าไม่เท่ากับ 0.5 และค่า C_d จากการ Fit Curve จะเปลี่ยนไปตามกำลัง x โดยถ้าค่ากำลัง x มากค่า Cd มีค่าน้อย ถ้าค่ากำลัง X น้อยค่า Cd มีค่ามาก และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง Q กับ H โดยให้ H มีค่าคงที่และให้พื้นที่ของช่องหน้าตัดการไหลมีค่าคงที่เช่นกัน พบว่าอัตราการไหลขึ้นอยู่กับค่า C_d ดังรูป 4-1 ถึง 4-4

ตาราง 4-1 การศึกษาการไหลบีบรัดกรณีต่างๆ

Case	U (cm.)	D (cm.)	b (cm.)	e (cm.)	Remark
1 side contraction					
1c-E1	15	15	15	-	
1c-E2	15	25	15	-	
2 side contraction					
2c-E1-e1	15	15	15	2.5	
2c-E2-e1	15	25	15	2.5	
2c-E1-e2	15	15	15	5	
2c-E2-e2	15	25	15	5	
3 side contraction					
3c-E0-b1	25	15	15	-	
3c-E0-b3	25	15	5	-	
3c-E1-b1	15	15	5	-	
3c-E0-b2	15	15	8	-	
3c-E2-b1	15	25	5	-	
3c-E0-b2	15	25	8	-	
4 side contraction					
4c-E0-b1-e1	25	15	5	2.5	
4c-E0-b1-e2	25	15	5	5	
4c-E0-b3-e1	25	15	15	2.5	
4c-E0-b3-e2	25	15	15	5	
4c-E1-b1-e1	15	15	5	2.5	
4c-E1-b1-e2	15	15	5	5	
4c-E1-b2-e1	15	15	8	2.5	
4c-E1-b2-e2	15	15	8	5	
4c-E2-b1-e1	15	25	5	2.5	
4c-E2-b1-e2	15	25	5	5	
4c-E2-b2-e1	15	25	8	2.5	
4c-E2-b2-e2	15	25	8	5	

Note : U = ความกว้างทางน้ำเปิดด้านเหนือน้ำ , b = ความกว้างช่องหน้าตัดการไหลที่ประตู

D = ความกว้างทางน้ำเปิดด้านท้ายน้ำ , e = ความสูงระดับธรณีประตู

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17113830

ตาราง 4-2 อัตราการไหลกับระดับน้ำ

G (cm)	H (cm)	Q_E (l/s)
Case 1 contraction b = 15 cm		
1	3.7-23.0	0.799-1.976
2	4.4-18.3	1.631-3.571
3	6.9-17.0	2.924-5.112
4	7.4-21.2	3.900-7.174
Case 1 contraction b = 15 cm, D/S Expansion		
1	2.1-14.3	0.559-1.623
2	4.8-18.5	1.618-3.503
3	4.8-18.3	2.275-4.890
4	8.2-19.2	4.119-6.536
Case 2 contraction, b = 15 cm, e = 2.5 cm		
1	4.9-11.6	0.960-1.946
2	2.9-15.9	1.096-3.263
3	6.8-17.0	2.884-5.000
4	5.6-16.6	2.924-6.163
Case 2 contraction, b = 15 cm, e = 5 cm		
1	5.3-16.0	1.083-2.002
2	5.6-15.1	1.944-3.339
3	5.1-15.8	2.571-4.779
4	6.0-16.6	3.868-6.231
Case 2 contraction, b = 15 cm, e = 2.5 cm, D/S expansion		
1	3.5-18.3	0.832-2.073
2	4.4-18.7	1.675-3.867
3	7.3-18.7	2.928-5.222
4	6.2-18.2	3.630-6.689
G (cm)	H (cm)	C_d
Case 2 contraction, b = 15 cm, e = 5 cm, D/S expansion		
1	3.9-18.4	0.716-1.732
2	5.6-17.8	1.692-3.086
3	5.8-16.2	2.378-4.435
4	6.7-16.8	3.431-6.098

G (cm)	H (cm)	Q_E (l/s)
Case 3 contraction, b = 15 cm, D/s contraction		
1	2.8-22.5	0.348-1.590
2	3.8-21.6	1.077-3.012
3	6.1-21.4	2.545-4.228
4	7.5-22.5	3.660-5.571
Case 3 contraction, b = 5 cm, D/S contraction		
1	9.0-20.8	0.438-0.643
2	4.8-19.2	0.516-1.354
3	8.6-20.3	1.191-1.764
4	8.2-20.2	1.487-2.364
Case 3 contraction, b = 8 cm		
1	3.0-20.2	0.352-0.948
2	3.9-20.4	0.720-1.742
3	7.5-20.3	1.451-2.962
4	8.8-20.5	2.212-3.663
Case 3 contraction, b = 5 cm		
1	3.2-19.5	0.199-0.510
2	7.0-20.7	0.709-1.282
3	4.9-20.2	0.749-1.896
4	8.2-20.6	1.332-2.188
Case 3 contraction, b = 8 cm, D/S expansion		
1	3.4-20.3	0.303-0.911
2	6.7-21.2	0.929-1.674
3	6.9-20.8	1.339-2.509
4	10.5-21.4	2.270-3.396
Case 3 contraction, b = 5 cm, D/S expansion		
1	3.9-24.2	0.263-0.702
2	4.0-22.6	0.432-1.235
3	9.1-23.1	1.114-1.881
4	10.5-21.7	1.554-2.294

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4-2 (ต่อ) อัตราการไหลกับระดับน้ำ

G (cm)	H (cm)	Q_ε (l/s)
Case 4 contraction, b = 8 cm, e = 2.5 cm		
1	7.1-17.5	0.654-1.059
2	6.4-18.3	1.055-1.854
3	7.6-18.8	1.606-2.625
4	7.9-18.2	2.162-3.559
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 2.5 cm		
1	2.5-17.6	0.206-0.584
2	4.8-17.9	0.581-1.246
3	7.4-18.7	1.109-1.934
4	8.7-18.3	1.519-2.336
Case 4 contraction, b = 8 cm, e = 5 cm		
1	5.1-18.5	0.547-1.206
2	3.8-17.2	0.806-2.225
3	6.2-17.8	1.701-3.059
4	6.6-18.3	1.92-3.922
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 5 cm		
1	1.8-13.8	0.166-0.631
2	2.9-15.5	0.314-1.016
3	5.0-16.5	0.797-1.723
4	7.4-17.2	1.253-2.137
Case 4 contraction, b = 8 cm, e = 2.5 cm, D/S expansion		
1	3.7-18.3	0.451-0.851
2	5.3-19.0	0.844-1.732
3	4.8-18.1	1.251-2.625
4	4.9-18.9	1.623-3.384
Case 4 contraction, b = 15 cm, e = 2.5 cm, D/S expansion		
1	4.9-20.1	1.071-2.062
2	6.0-17.7	2.039-3.653
3	8.0-17.9	3.210-4.762
4	7.7-17.0	3.949-6.339

G (cm)	H (cm)	Q_ε (l/s)
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 2.5 cm, D/S expansion		
1	5.3-19.5	0.332-0.674
2	3.2-17.0	0.365-1.100
3	7.1-18.8	0.943-1.696
4	7.3-18.2	1.214-2.193
Case 4 contraction, b = 8 cm, e = 5 cm, D/S expansion		
1	6.1-16.9	0.564-0.937
2	3.6-16.6	0.654-1.572
3	7.1-17.3	1.473-2.545
4	7.1-17.9	1.747-3.170
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 5 cm, D/S expansion		
1	3.0-18.5	0.211-0.616
2	2.5-6.2	0.248-0.945
3	5.4-17.5	0.704-1.535
4	6.6-16.6	1.125-1.951
Case 4 contraction, b = 15 cm, e = 5 cm, D/S contraction		
1	6.6-17.0	1.248-2.012
2	5.9-15.1	2.026-3.587
3	6.5-15.8	2.736-4.975
4	6.6-17.0	3.624-6.536
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 5 cm, D/S contraction		
1	3.1-14.4	0.273-0.562
2	3.9-16.0	0.498-1.172
3	7.9-16.7	1.159-1.748
4	6.1-16.4	1.485-2.252
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 2.5 cm, D/S expansion		
1	6.8-17.9	0.428-0.681
2	4.7-19.6	0.663-1.417
3	8.3-17.8	1.217-1.835
4	8.3-18.1	1.536-2.451

ตาราง 4-3 ค่าสัมประสิทธิ์กับระดับน้ำ

G (cm)	H (cm)	C_d	C_d (avg)
Case 1 contraction b = 15 cm			
1	3.7-23.0	0.607-0.620	0.614
2	4.4-18.3	0.558-0.626	0.592
3	6.9-17.0	0.537-0.600	0.576
4	7.4-21.2	0.510-0.581	0.55
Case 1 contraction b = 15 cm, D/S Expansion			
1	2.1-14.3	0.552-0.655	0.614
2	4.8-18.5	0.536-0.611	0.582
3	4.8-18.3	0.486-0.570	0.542
4	8.2-19.2	0.517-0.557	0.545
Case 2 contraction, b = 15 cm, e = 2.5 cm			
1	4.9-11.6	0.649-0.698	0.676
2	2.9-15.9	0.474-0.630	0.588
3	6.8-17.0	0.543-0.605	0.578
4	5.6-16.6	0.449-0.564	0.518
Case 2 contraction, b = 15 cm, e = 5 cm			
1	5.3-16.0	0.708-0.758	0.741
2	5.6-15.1	0.612-0.648	0.629
3	5.1-15.8	0.560-0.601	0.582
4	6.0-16.6	0.559-0.577	0.571
Case 2 contraction, b = 15 cm, e = 2.5 cm, D/S expansion			
1	3.5-18.3	0.664-0.729	0.702
2	4.4-18.7	0.589-0.671	0.636
3	7.3-18.7	0.533-0.603	0.571
4	6.2-18.2	0.526-0.585	0.553
Case 2 contraction, b = 15 cm, e = 5 cm, D/S expansion			
1	3.9-18.4	0.544-0.607	0.575
2	5.6-17.8	0.534-0.578	0.555
3	5.8-16.2	0.489-0.553	0.525
4	6.7-16.8	0.489-0.556	0.532

G (cm)	H (cm)	C_d	C_d (avg)
Case 3 contraction, b = 8 cm			
1	3.0-20.2	0.569-0.677	0.618
2	3.9-20.4	0.507-0.556	0.539
3	7.5-20.3	0.494-0.617	0.545
4	8.8-20.5	0.515-0.569	0.537
Case 3 contraction, b = 5 cm			
1	3.2-19.5	0.501-0.621	0.54
2	7.0-20.7	0.604-0.656	0.636
3	4.9-20.2	0.505-0.634	0.582
4	8.2-20.6	0.522-0.561	0.543
Case 3 contraction, b = 8 cm, D/S expansion			
1	3.4-20.3	0.462-0.610	0.563
2	6.7-21.2	0.471-0.574	0.521
3	6.9-20.8	0.475-0.518	0.505
4	10.5-21.4	0.491-0.517	0.506
Case 3 contraction, b = 5 cm, D/S expansion			
1	3.9-24.2	0.600-0.715	0.652
2	4.0-22.6	0.485-0.596	0.566
3	9.1-23.1	0.545-0.589	0.561
4	10.5-21.7	0.531-0.555	0.542
Case 3 contraction, b = 15 cm, D/s contraction			
1	2.8-22.5	0.412-0.521	0.472
2	3.8-21.6	0.470-0.541	0.494
3	6.1-21.4	0.520-0.458	0.49
4	7.5-22.5	0.441-0.499	0.478
Case 3 contraction, b = 5 cm, D/S contraction			
1	9.0-21.0	0.630-0.659	0.644
2	4.8-19.2	0.531-0.705	0.652
3	8.6-20.3	0.589-0.626	0.61
4	8.2-20.2	0.585-0.611	0.596

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4-3 (ต่อ) ค่าสัมประสิทธิ์กับระดับน้ำ

G (cm)	H (cm)	C_d	C_d (avg)
Case 4 contraction, b = 8 cm, e = 2.5 cm			
1	7.1-17.5	0.692-0.731	0.717
2	6.4-18.3	0.586-0.611	0.601
3	7.6-18.8	0.545-0.575	0.565
4	7.9-18.2	0.538-0591	0.574
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 2.5 cm			
1	2.5-17.6	0.588-0.686	0.638
2	4.8-17.9	0.597-0.666	0.649
3	7.4-18.7	0.612-0.673	0.641
4	8.7-18.3	0.579-0.616	0.599
Case 4 contraction, b = 8 cm, e = 5 cm			
1	5.1-18.5	0.605-0.791	0.686
2	3.8-17.2	0.581-0.766	0.685
3	6.2-17.8	0.639-0.685	0.665
4	6.6-18.3	0.524-0.645	0.589
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 5 cm			
1	1.8-13.8	0.558-0.767	0.688
2	2.9-15.5	0.416-0.592	0.547
3	5.0-16.5	0.535-0.638	0.586
4	7.4-17.2	0.519-0.584	0.564
Case 4 contraction, b = 8 cm, e = 2.5 cm, D/S expansion			
1	3.7-18.3	0.561-0.660	0.608
2	5.3-19.0	0.515-0.560	0.545
3	4.8-18.1	0.524-0.583	0.553
4	4.9-18.9	0.477-0.548	0.516
Case 4 contraction, b = 15 cm, e = 2.5 cm, D/S expansion			
1	4.9-20.1	0.692-0.748	0.728
2	6.0-17.7	0.623-0.653	0.642
3	8.0-17.9	0.564-0.570	0.567
4	7.7-17.0	0.529-0.576	0.557

G (cm)	H (cm)	C_d	C_d (avg)
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 2.5 cm, D/S expansion			
1	6.8-17.9	0.679-0.745	0.72
2	4.7-19.6	0.690-0.768	0.728
3	8.3-17.8	0.635-0.667	0.653
4	8.3-18.1	0.601-0.661	0.636
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 2.5 cm, D/S expansion			
1	5.3-19.5	0.651-0.689	0.678
2	3.2-17.0	0.460-0.602	0.556
3	7.1-18.8	0.532-0.588	0.553
4	7.3-18.2	0.506-0.580	0.539
Case 4 contraction, b = 8 cm, e = 5 cm, D/S expansion			
1	6.1-16.9	0.635-0.647	0.643
2	3.6-16.6	0.485-0.576	0.534
3	7.1-17.3	0.518-0.575	0.551
4	7.1-17.9	0.460-0.528	0.505
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 5 cm, D/S expansion			
1	3.0-18.5	0.550-0.763	0.653
2	2.5-6.2	0.454-0.553	0.507
3	5.4-17.5	0.455-0.557	0.525
4	6.6-16.6	0.493-0.540	0.52
Case 4 contraction, b = 15 cm, e = 5 cm, D/S contraction			
1	6.6-17.0	0.723-0.740	0.732
2	5.9-15.1	0.625-0.694	0.658
3	6.5-15.8	0.536-0.627	0.582
4	6.6-17.0	0.526-0.595	0.563
Case 4 contraction, b = 5 cm, e = 5 cm, D/S contraction			
1	3.1-14.4	0.581-0.700	0.645
2	3.9-16.0	0.569-0.675	0.642
3	7.9-16.7	0.620-0.649	0.64
4	6.1-16.4	0.596-0.677	0.631

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4-4 ความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์การไหล Cd กับ อัตราส่วน H/G

Case	Logarithm : Cd = a ln (H/G) + b			Remark
	a	b	R^2	
1 side contraction				C คือ การบีบรัดการไหล
1c-E1	0.0403	0.5172	0.89	1C = บีบรัดการไหล 1 ด้าน
1c-E2	0.0725	0.4632	0.913	2C = บีบรัดการไหล 2 ด้าน
2 side contraction				3C = บีบรัดการไหล 3 ด้าน
2c-E1-e1	0.0981	0.4474	0.868	4C = บีบรัดการไหล 4 ด้าน
2c-E2-e1	0.0977	0.485	0.884	
2c-E1-e2	0.0904	0.4736	0.89	E = การขยายความกว้างทางน้ำเปิด
2c-E2-e2	0.0405	0.4844	0.895	E0 = ความกว้าง U/S = D/S
3 side contraction				E1 = ความกว้าง D/S > U/S
3c-E0-b1	0.0347	0.5649	0.911	E2 = ความกว้าง D/S >> U/S
3c-E0-b3	0.0233	0.4454	0.886	
3c-E1-b1	0.0181	0.5492	0.891	e คือ การยกระดับธรณีประตูระบาย
3c-E0-b2	0.0514	0.4743	0.896	e1 = ยกระดับ 2.5 ซม.
3c-E2-b1	0.0681	0.4581	0.892	e2 = ยกระดับ 5.0 ซม.
3c-E0-b2	0.0603	0.4214	0.913	
4 side contraction				b = ความกว้างหน้าตัดการไหลที่ประตู
4c-E0-b1-e1	0.0488	0.6022	0.918	b1 = 5.0 ซม.
4c-E0-b1-e2	0.0122	0.6211	0.901	b2 = 8.0 ซม.
4c-E0-b3-e1	0.0897	0.4763	0.902	b3 = 15.0 ซม.
4c-E0-b3-e2	0.1068	0.4461	0.903	
4c-E1-b1-e1	0.0328	0.5791	0.919	R2 = Regression Coefficient
4c-E1-b1-e2	0.1055	0.4539	0.894	
4c-E1-b2-e1	0.0919	0.46	0.916	
4c-E1-b2-e2	0.0758	0.5401	0.882	
4c-E2-b1-e1	0.0906	0.4415	0.885	
4c-E2-b1-e2	0.1071	0.4014	0.852	
4c-E2-b2-e1	0.0328	0.5062	0.863	
4c-E2-b2-e2	0.0786	0.4373	0.902	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 อัตราการไหล (Q) กับระดับน้ำ (H) ในการยกเปิดบานประตูแต่ละความสูงของกรณี การไหลบีบรัดด้านเดียว (1 side Contraction) ดังรูป 4-5 จัดการทดลองได้ 2 กรณีย่อย คือ

1) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม.

2) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม.และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

- เปิดบานประตูสูง 1 ซม. เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน ในช่วงค่าระดับน้ำต่ำ อัตราการไหลทั้งสองกรณีมีค่าใกล้เคียงกันมากเกือบจะเท่ากันแต่เมื่อระดับน้ำสูงขึ้น อัตราการไหลของกรณี 2 มีค่ามากกว่ากรณี 1

- เปิดบานประตูสูง 2 ซม. เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน ค่าอัตราการไหลของกรณี 1 มีค่ามากกว่า กรณี 2 และค่าอัตราการไหลทั้งสองกรณีเพิ่มขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีเปิดบานประตูสูง 1 ซม. โดยให้ระดับความสูงน้ำเท่ากันค่าอัตราการไหลของทั้ง 2 กรณี ในการเปิดบานประตูสูง 2 ซม. มีค่ามากกว่ากรณีการเปิดบานประตูสูง 1 ซม.

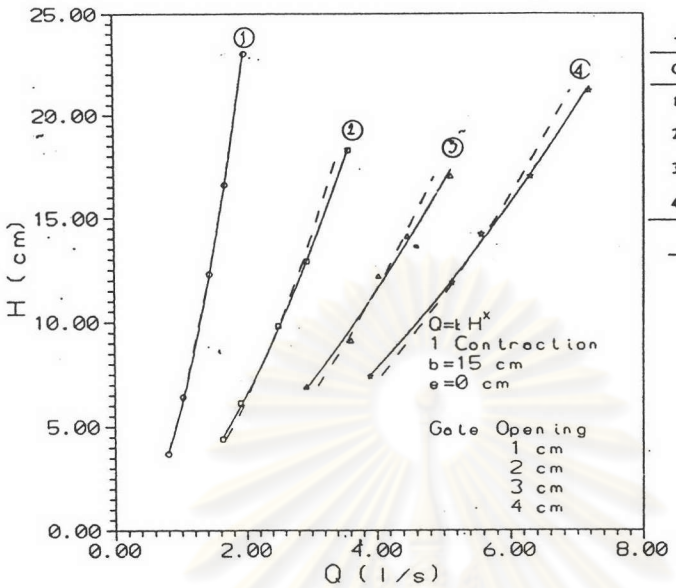
- เปิดบานประตูสูง 3 ซม. อัตราการไหลในกรณี 1 มากกว่า ในกรณี 2 เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน และค่าอัตราการไหลของทั้งสองกรณีมากขึ้น เมื่อให้ระดับน้ำเพิ่มเท่ากัน ค่าอัตราการไหลของทั้งสองกรณี ในการเปิดบานประตูสูง 3 ซม. มีค่ามากกว่าอัตราการไหลในการเปิดบานประตูสูง 1 ซม. และ 2 ซม.

- เปิดบานประตูสูง 4 ซม. อัตราการไหลในกรณี 1 มีค่าใกล้เคียงกับกรณี 2 และค่าอัตราการไหลของทั้งสองกรณีมากขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้น และเมื่อให้ระดับน้ำเท่ากันในการเปิดบานประตู 1 ซม. ถึง 4 ซม. ค่าอัตราการไหลของกรณีเปิดบานประตูสูง 4 ซม. มีค่ามากกว่าอัตราการไหลในการเปิดบานประตูสูง 1 ซม. 2 ซม. และ 3 ซม.

4.2.3 อัตราการไหล (Q) กับระดับน้ำ (H) ในการยกเปิดบานประตูแต่ละความสูงของกรณีการไหลบีบรัด 2 ด้าน (2 side Contraction) จัดการทดลองได้ 4 กรณีย่อยคือ

1) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับธรณีประตู 2.5 ซม.

2) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับธรณีประตู 5 ซม.

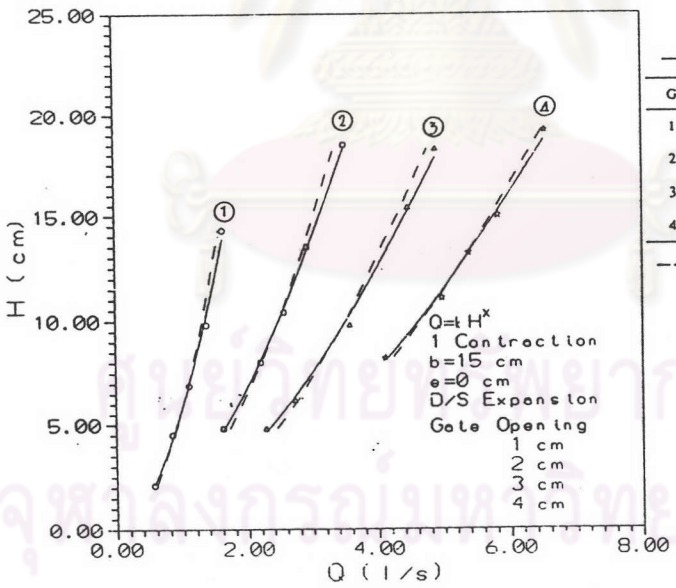


—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.412	0.498	0.62
2	0.707	0.556	0.53
3	0.928	0.598	0.47
4	1.222	0.578	0.46

--- $Q = \overline{C}_d A_0 \sqrt{2gH}$

G	X	$\overline{Cd}$
1	0.500	0.62
2	0.500	0.60
3	0.500	0.59
4	0.500	0.56



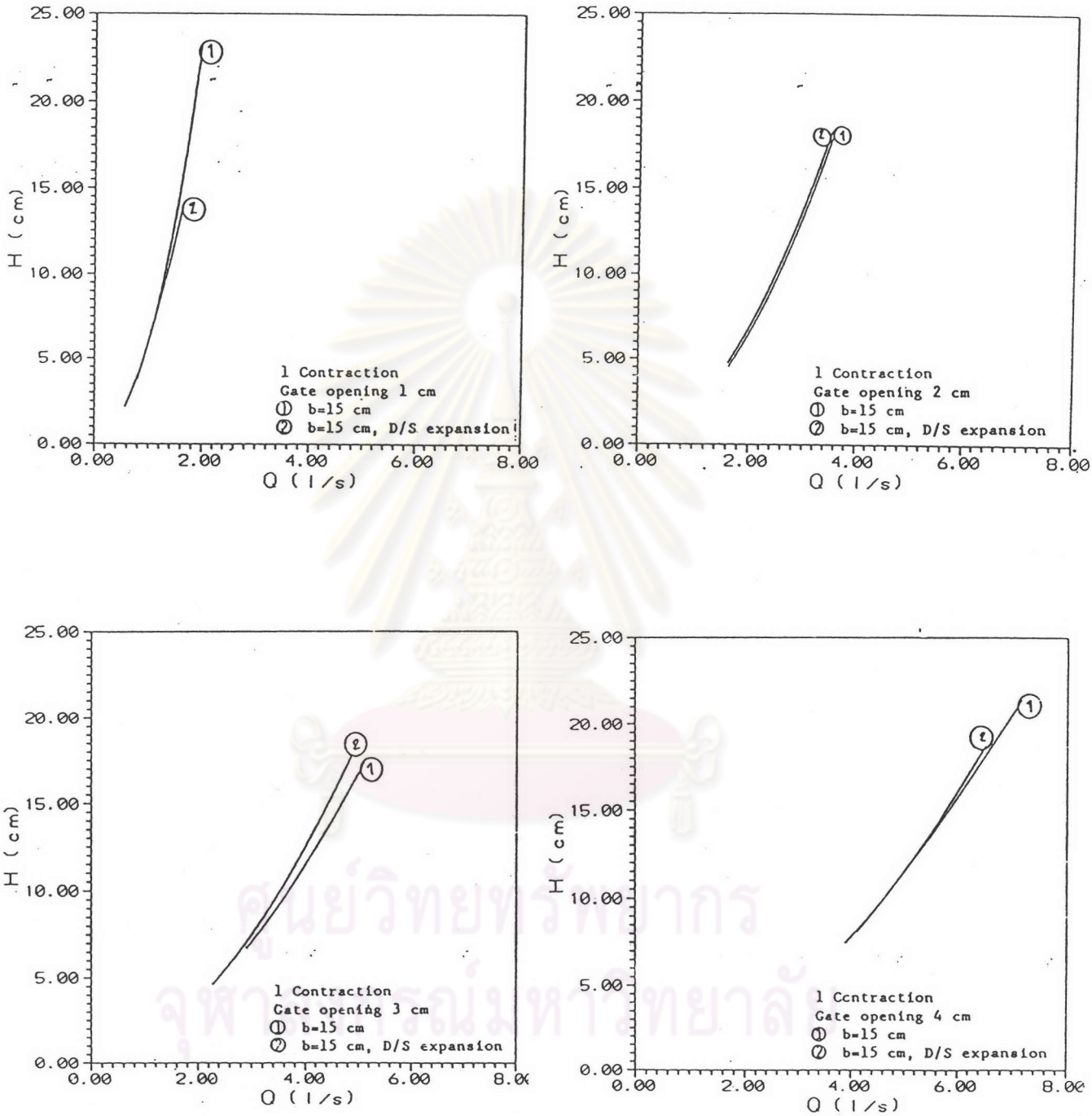
—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.364	0.568	0.55
2	0.665	0.571	0.50
3	0.954	0.567	0.48
4	1.322	0.545	0.50

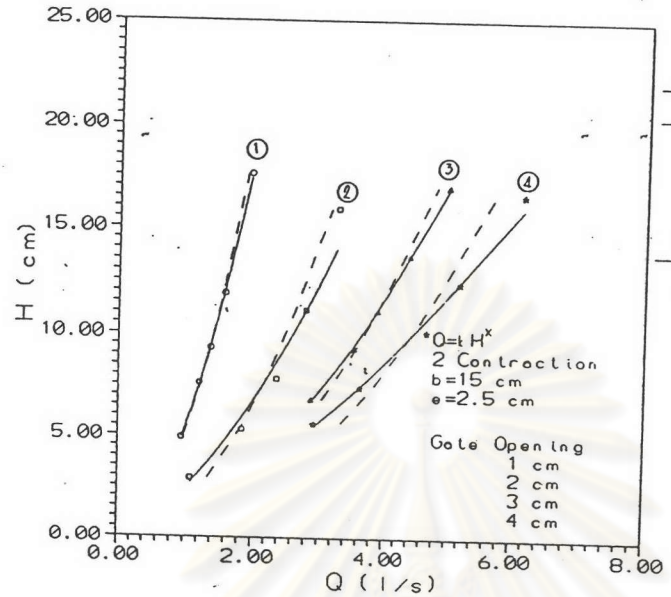
--- $Q = \overline{C}_d A_0 \sqrt{2gH}$

G	X	$\overline{Cd}$
1	0.500	0.62
2	0.500	0.591
3	0.500	0.56
4	0.500	0.56

รูป 4-1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 1 ด้าน



รูป 4-2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 1 ด้าน เปรียบเทียบเมื่อมีการขยายช่องทางน้ำเปิดด้านท้ายน้ำ

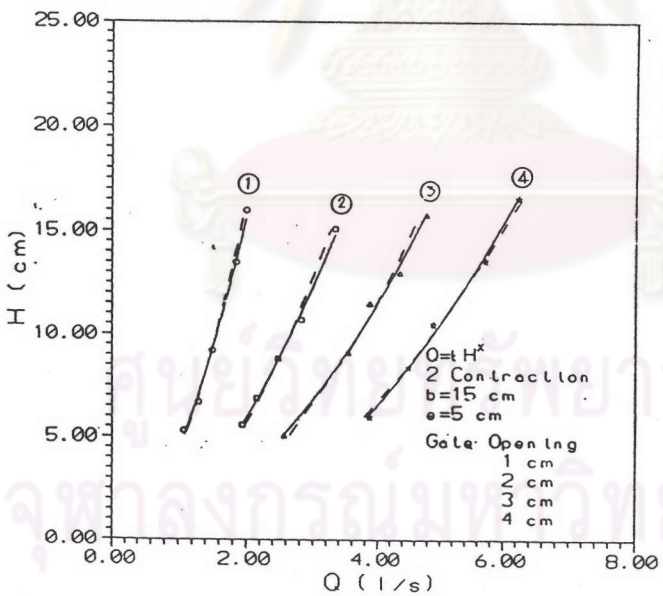


—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.398	0.555	0.60
2	0.578	0.655	0.43
3	0.923	0.597	0.46
4	0.896	0.697	0.34

--- $Q = \bar{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	$\bar{C}d$
1	0.500	0.68
2	0.500	0.60
3	0.500	0.84
4	0.500	0.53



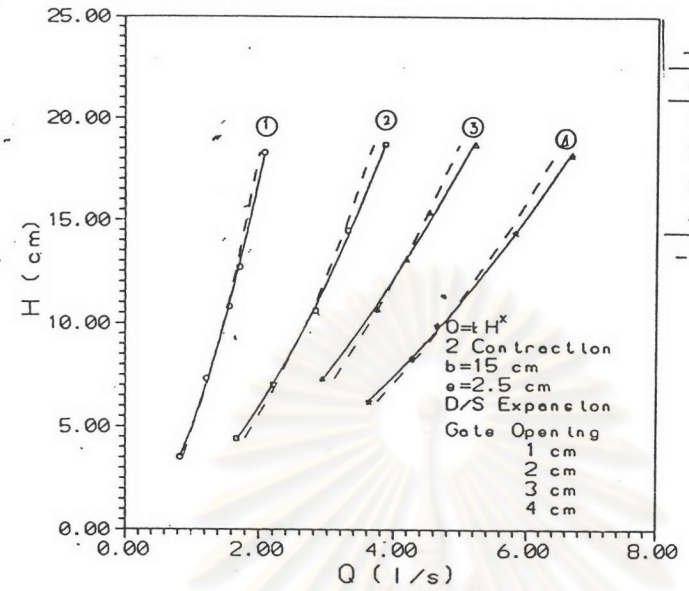
—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.444	0.547	0.67
2	0.741	0.558	0.56
3	1.044	0.550	0.52
4	1.635	0.475	0.62

--- $Q = \bar{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	$\bar{C}d$
1	0.500	0.74
2	0.500	0.63
3	0.500	0.59
4	0.500	0.58

รูป 4-3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 2 ด้าน

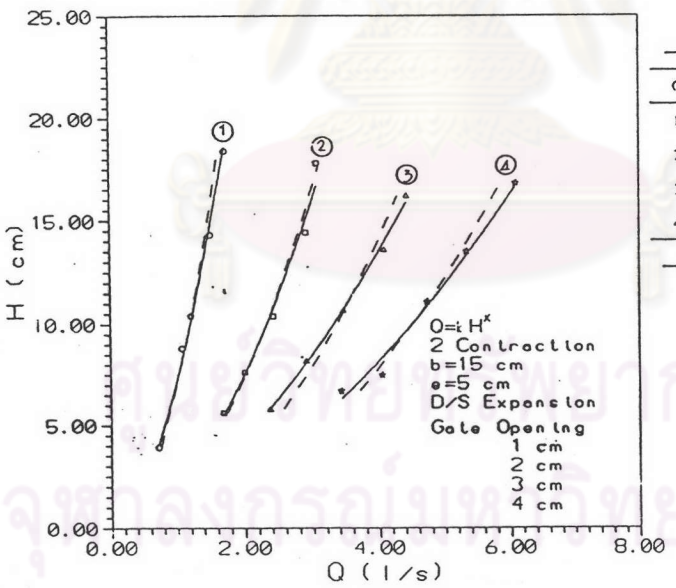


—— $Q = kH^{x}$

G	K	X	Cd
1	0.411	0.558	0.62
2	0.718	0.575	0.54
3	0.885	0.603	0.44
4	1.278	0.569	0.48

--- $Q = \bar{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.70
2	0.500	0.64
3	0.500	0.58
4	0.500	0.57



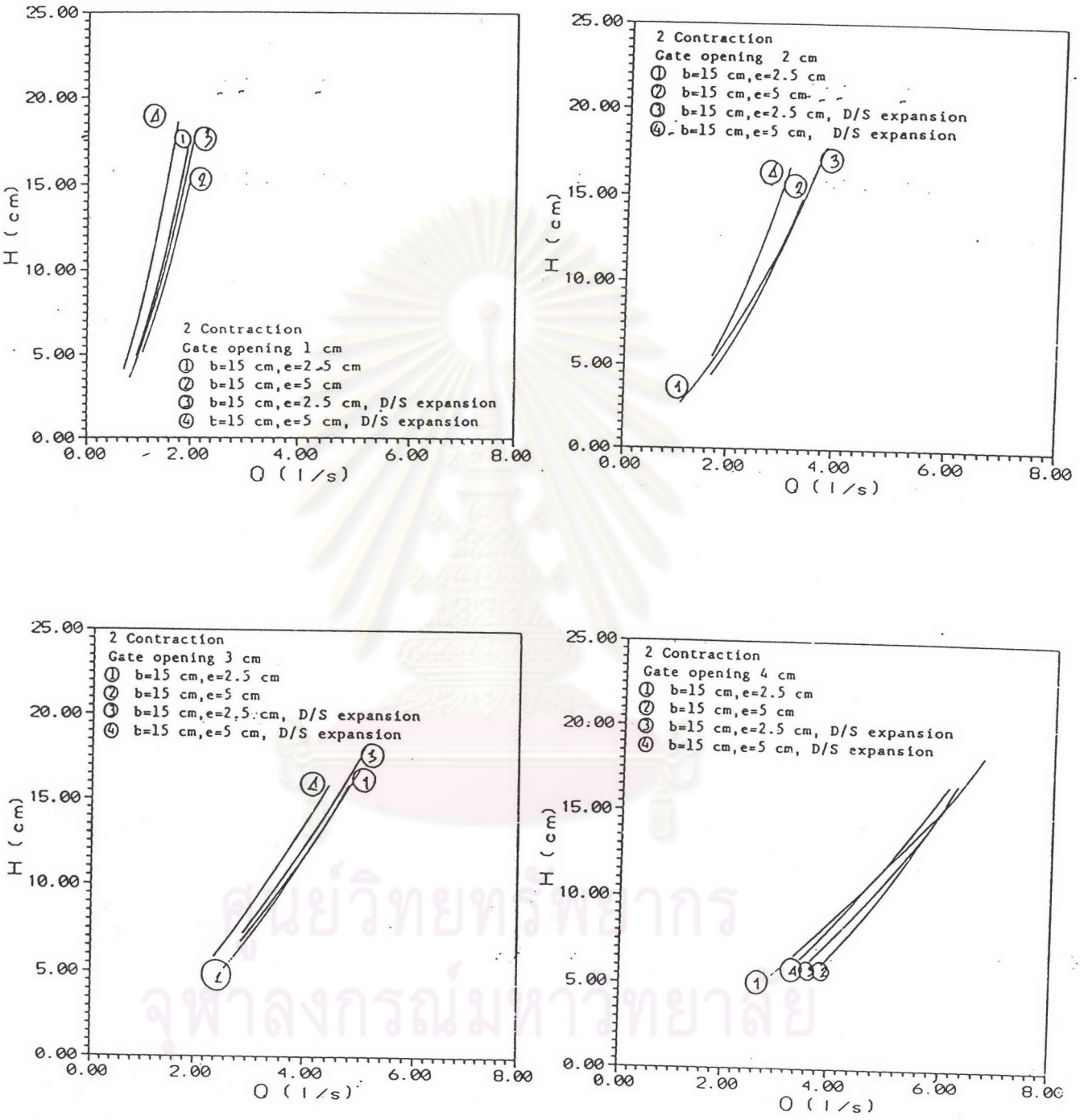
—— $Q = kH^{x}$

G	K	X	Cd
1	0.319	0.579	0.48
2	0.671	0.542	0.51
3	0.794	0.622	0.40
4	1.156	0.591	0.44

--- $Q = \bar{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.58
2	0.500	0.56
3	0.500	0.53
4	0.500	0.54

รูป 4-3 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 2 ด้าน



รูป 4-4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 2 ด้าน เปรียบเทียบเมื่อมีการยกระดับธรณี และมีการขยายช่องทางน้ำเปิดด้านท้ายน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) เพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับธรณีประตู 2.5 ซม.

4) เพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับธรณีประตู 5 ซม.

- เปิดบานประตูสูง 1 ซม. เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน อัตราการไหลของกรณี 2 มีค่ามากสุด รองลงไปคือกรณี 3 กรณี 1 และกรณี 4 ตามลำดับ และค่าอัตราการไหลของทั้ง 4 กรณี มีค่ามากขึ้น เมื่อระดับน้ำสูงขึ้น

- เปิดบานประตูสูง 2 ซม. เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน อัตราการไหลของกรณี 2 และกรณี 3 มีค่าใกล้เคียงกันมาก และมากกว่า ในกรณี 1 เมื่อระดับน้ำต่ำ แต่จะใกล้เคียงกันมาก เมื่อระดับน้ำสูงขึ้น โดยที่กรณี 4 ค่าอัตราการไหลน้อยที่สุด เมื่อระดับน้ำเท่ากัน แต่ในทุกกรณี อัตราการไหลมากขึ้นเมื่อระดับน้ำเพิ่มขึ้นตามลำดับ

- เปิดบานประตูสูง 3 ซม. เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน อัตราการไหลของกรณี 1 และกรณี 2 มีค่าใกล้เคียงกันมากกว่ากรณี 3 และกรณี 4 ตามลำดับ และในทุกกรณี อัตราการไหลมากขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้นตามลำดับ และมากกว่าในทุกกรณี ของการเปิดบานประตู 1 ซม. และ 2 ซม. โดยที่ระดับน้ำเท่ากัน

- เปิดบานประตูสูง 4 ซม. เมื่อระดับน้ำต่ำกว่ากรณี 2 มีค่าอัตราการไหลมากสุดรองลงไป คือ กรณี 3 กรณี 4 และกรณี 1 แต่ค่าอัตราการไหลมีค่าใกล้เคียงกันมาก เมื่อระดับน้ำสูงขึ้น และในทุกกรณีของการยกเปิดบานประตู 4 ซม. นี้ ค่าอัตราการไหลมีค่ามากกว่าทุกกรณีของการเปิดบานประตู 1 ซม. 2 ซม. และ 3 ซม. โดยที่ระดับน้ำเท่ากัน

4.2.4 อัตราการไหล (Q) กับระดับน้ำ (H) ในการยกเปิดบานประตู แต่ละความสูงของกรณีการไหลบีบรัด 3 ด้าน (3 side Contraction) ดังรูป 4-7 จัดการทดลองได้ 6 กรณีย่อย คือ

1) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม.

2) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม.

3) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

4) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

5) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. และลดความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

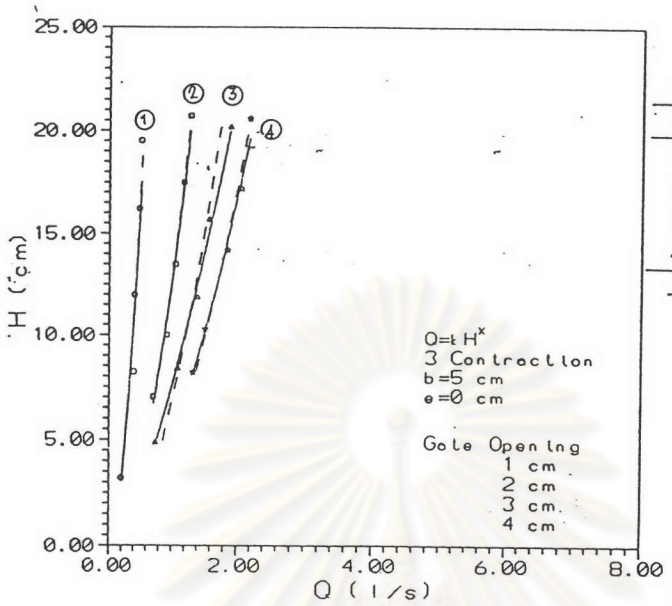
6) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. และลดความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

- เปิดบานประตูสูง 1 ซม. เมื่อระดับน้ำเท่ากัน อัตราการไหลของกรณี 5 มีค่ามากสุด รองลงไป คือ กรณี 1 กรณี 3 กรณี 4 กรณี 6 และกรณี 2 ตามลำดับ ค่าอัตราการไหลของกรณี 1 และกรณี 3 มีค่าใกล้เคียงกันมาก ค่าอัตราการไหลกรณี 4 กับ 6 มีค่าใกล้เคียงกันมาก เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน รวมทั้ง กรณี 2 เมื่อให้ระดับน้ำต่ำ ค่าอัตราการไหล กรณี 2 กรณี 4 และ กรณี 6 มีค่าใกล้เคียงกัน และในทุกกรณี ค่าอัตราการไหลมากขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้น

- เปิดบานประตูสูง 2 ซม. เมื่อระดับน้ำเท่ากัน อัตราการไหลของกรณี 5 มีค่ามากสุด รองลงไป คือ กรณี 1 กรณี 3 กรณี 6 กรณี 2 และกรณี 4 ตามลำดับ และเมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน ค่าอัตราการไหลของกรณี 1 และกรณี 3 มีค่าใกล้เคียงกันมาก ค่าอัตราการไหลกรณี 2 กับ 4 และกรณี 6 มีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อให้ระดับน้ำต่ำ แต่ในทุกกรณี ค่าอัตราการไหลเพิ่มขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้น และค่าอัตราการไหลของในแต่ละกรณีมีค่ามากกว่าอัตราการไหลของแต่ละกรณีในการเปิดบานประตูสูง 1 ซม. และในทุกกรณีมีค่าอัตราการไหลมากขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้น

- เปิดบานประตูสูง 3 ซม. เมื่อระดับน้ำเท่ากัน อัตราการไหลของกรณี 5 มีค่ามากที่สุด รองลงไป คือ กรณี 1 กรณี 3 กรณี 2 กรณี 6 และกรณี 4 ตามลำดับ และพบว่ากรณี 1 กับ กรณี 3 มีค่าอัตราการไหลใกล้เคียงกัน กรณี 2 กรณี 4 และกรณี 6 มีค่าอัตราการไหลใกล้เคียงกันทั้งนี้เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน ค่าอัตราการไหลของแต่ละกรณีมีค่ามากกว่าค่าอัตราการไหลในการเปิดบานสูง 1 ซม.และ 2 ซม. และในทุกกรณี ค่าอัตราการไหลมากขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้น

- เปิดบานประตูสูง 4 ซม. เมื่อระดับน้ำเท่ากัน อัตราการไหลของกรณี 5 มีค่ามากสุด รองลงไป คือ กรณี 1 กรณี 3 กรณี 6 กรณี 2 และกรณี 4 ในกรณี 2 และกรณี 4 ค่าอัตราการไหลเกือบจะเท่ากัน ค่าอัตราการไหลของแต่ละกรณีมีค่ามากกว่าอัตราการไหลในการเปิดบานสูง 1 ซม. 2 ซม. และ 3 ซม. และในทุกกรณีค่าอัตราการไหลมากขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้น

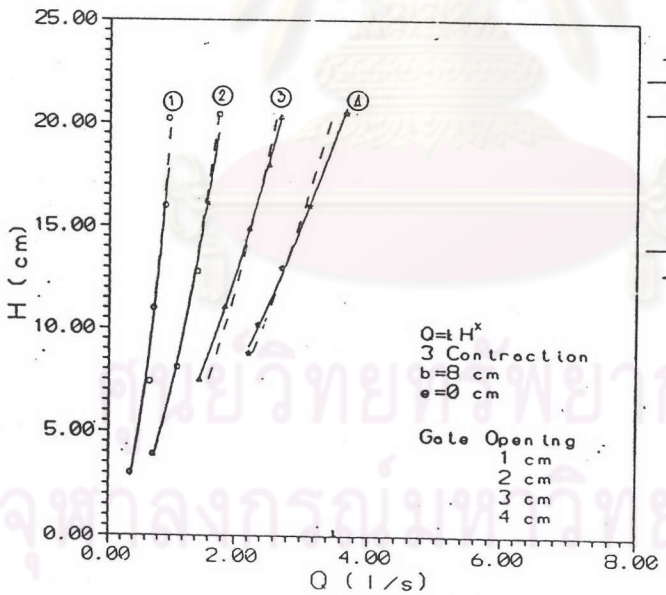


—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.110	0.540	0.50
2	0.254	0.541	0.57
3	0.270	0.649	0.41
4	0.412	0.561	0.47

--- $Q = \overline{C}_d A_0 \sqrt{2gH}$

G	X	$\overline{Cd}$
1	0.500	0.55
2	0.500	0.64
3	0.500	0.58
4	0.500	0.55



—— $Q = kH^x$

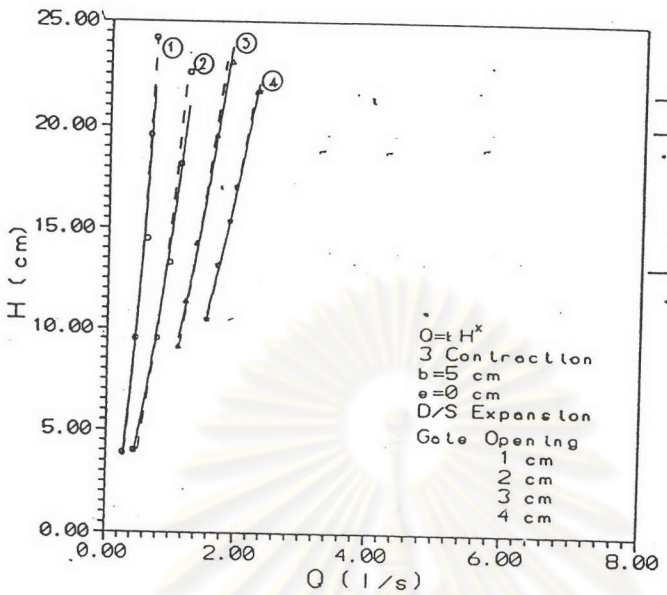
G	K	X	Cd
1	0.202	0.535	0.57
2	0.350	0.539	0.49
3	0.411	0.625	0.39
4	0.576	0.610	0.41

--- $Q = \overline{C}_d A_0 \sqrt{2gH}$

G	X	$\overline{Cd}$
1	0.500	0.62
2	0.500	0.54
3	0.500	0.55
4	0.500	0.54

รูป 4-5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 3 ด้าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

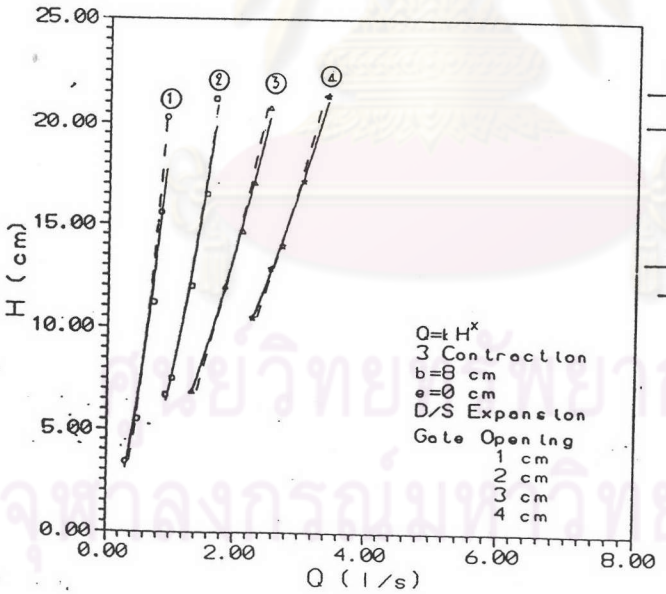


—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.124	0.561	0.56
2	0.188	0.618	0.42
3	0.310	0.569	0.47
4	0.428	0.542	0.48

----$Q = \bar{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.56
2	0.500	0.52
3	0.500	0.51
4	0.500	0.51



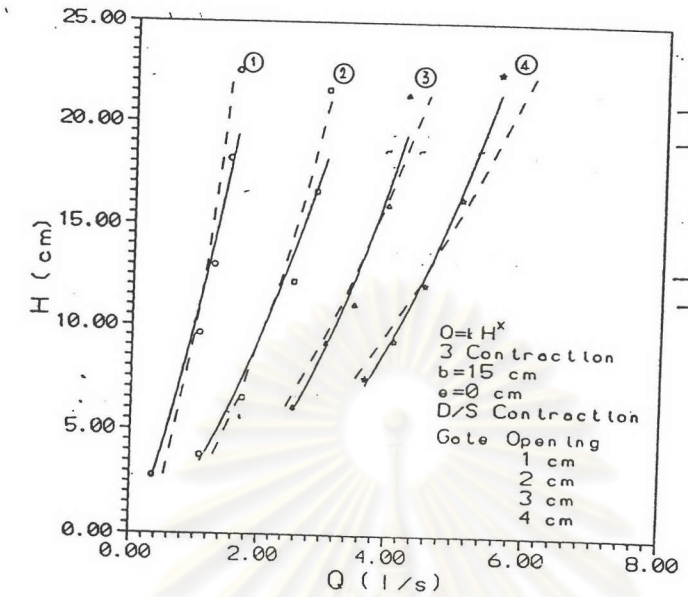
—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.151	0.624	0.43
2	0.355	0.518	0.50
3	0.440	0.578	0.41
4	0.596	0.571	0.42

----$Q = \bar{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.65
2	0.500	0.57
3	0.500	0.56
4	0.500	0.54

รูป 4-5 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 3 ด้าน

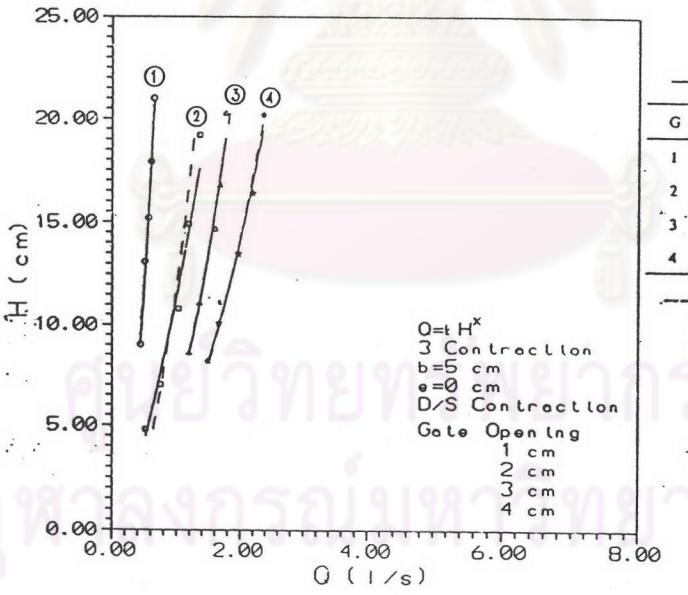


—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.165	0.763	0.25
2	0.501	0.617	0.38
3	1.195	0.425	0.60
4	1.727	0.382	0.65

---- $Q = \overline{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.47
2	0.500	0.49
3	0.500	0.49
4	0.500	0.48



—— $Q = kH^x$

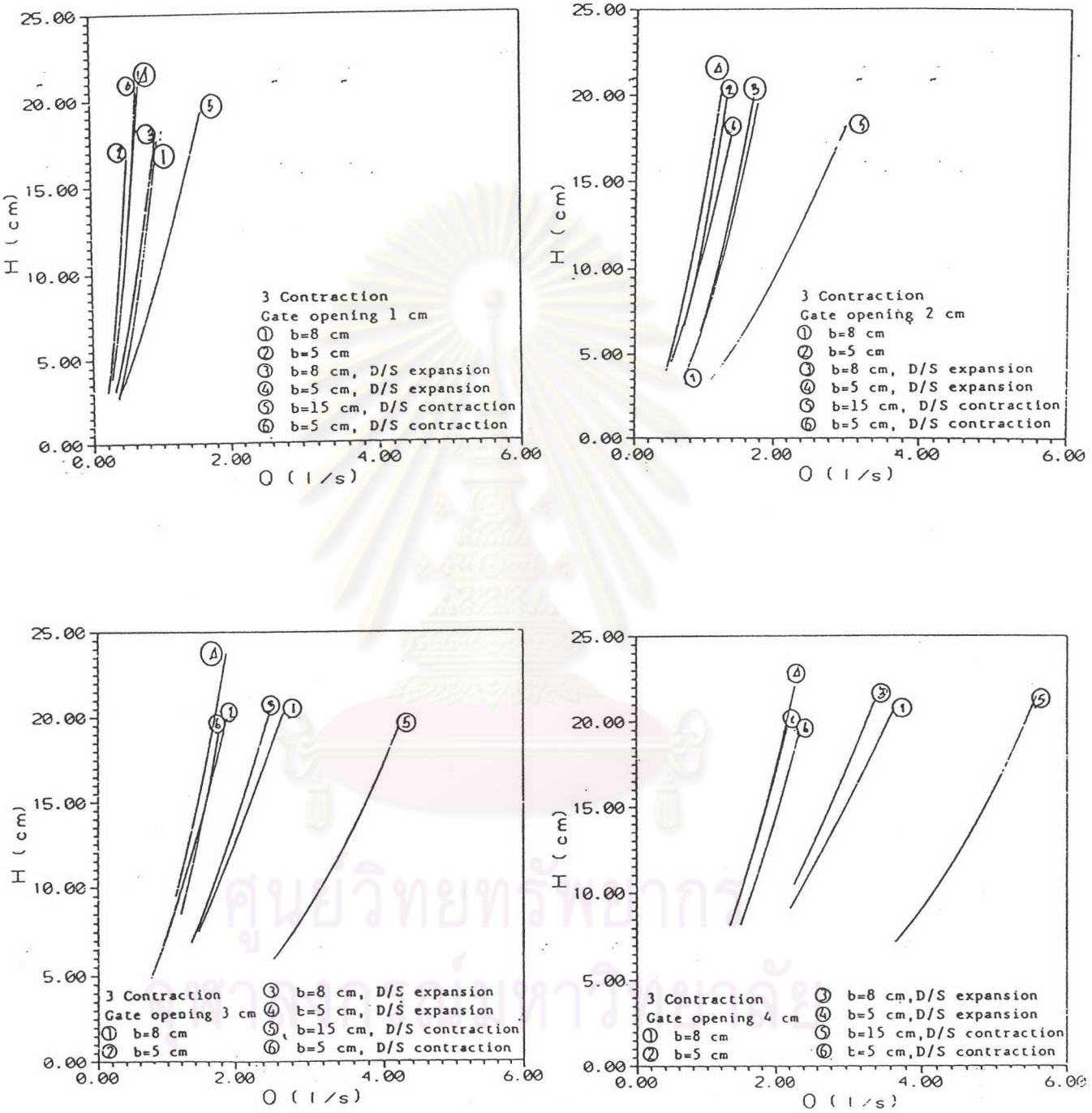
G	K	X	Cd
1	0.154	0.471	0.70
2	0.181	0.700	0.41
3	0.424	0.483	0.64
4	0.488	0.531	0.55

--- $Q = \overline{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.64
2	0.500	0.65
3	0.500	0.61
4	0.500	0.60

รูป 4-5 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 3 ด้าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4-6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 3 ด้าน เปรียบเทียบเมื่อเปลี่ยนความกว้างบาน และมีการขยายช่องทางน้ำเปิดด้านท้ายน้ำ

4.2.5 อัตราการไหล (Q) กับระดับน้ำ (H) ในการยกเปิดบานประตูแต่ละความสูงของกรณีการไหลบีบรัด 4 ด้าน (4 side Contraction) ดังรูป 4-8 จัดการทดลองได้ 12 กรณีย่อย คือ

1) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 2.5 ซม.

2) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 2.5 ซม.

3) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 5 ซม.

4) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 5 ซม.

5) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 2.5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

6) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 2.5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

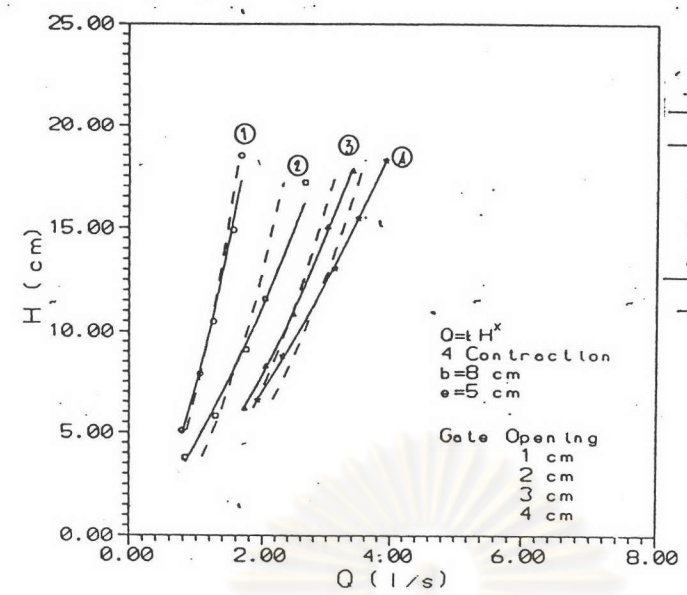
7) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

8) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

9) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 2.5 ซม. และลดความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

10) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 2.5 ซม. และลดความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

11) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 5 ซม. และลดความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

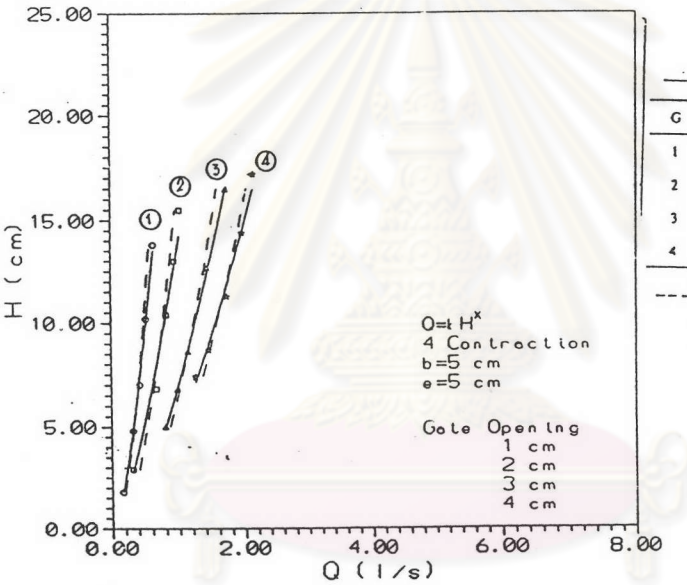


—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.298	0.603	0.84
2	0.316	0.763	0.45
3	0.530	0.643	0.50
4	0.502	0.708	0.35

--- $Q = \overline{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.72
2	0.500	0.60
3	0.500	0.57
4	0.500	0.57

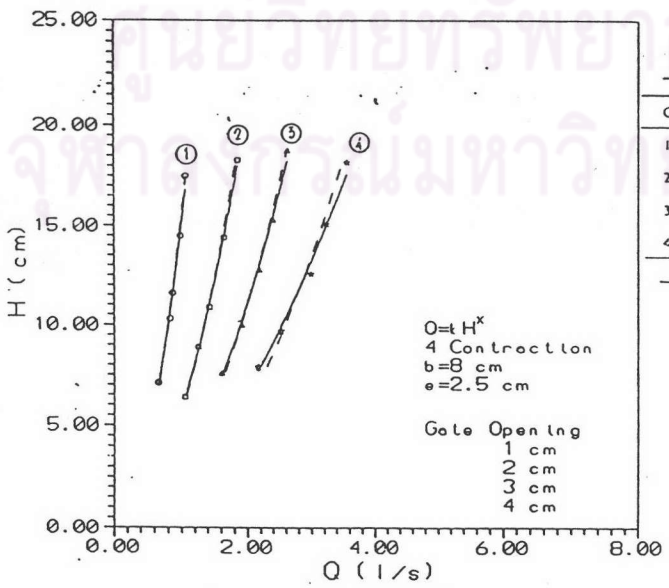


—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.114	0.657	0.51
2	0.152	0.715	0.34
3	0.288	0.636	0.43
4	0.363	0.632	0.41

---- $Q = \overline{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.69
2	0.500	0.55
3	0.500	0.59
4	0.500	0.57



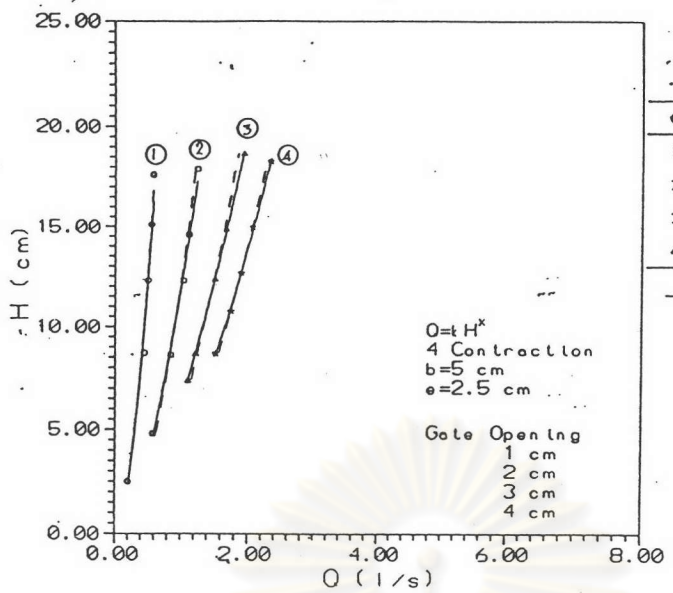
—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.229	0.543	0.65
2	0.386	0.542	0.54
3	0.538	0.545	0.51
4	0.636	0.600	0.45

--- $Q = \overline{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.72
2	0.500	0.60
3	0.500	0.57
4	0.500	0.58

รูป 4-7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 4 ด้าน

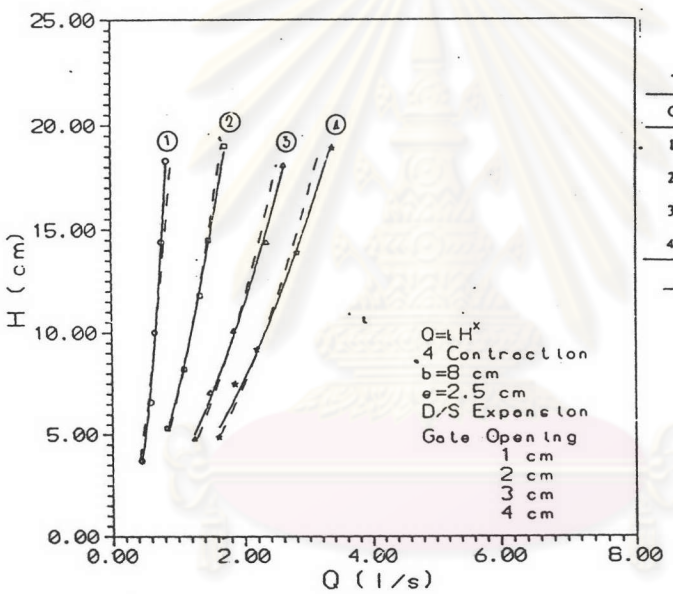


—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.127	0.547	0.57
2	0.237	0.582	0.54
3	0.337	0.595	0.51
4	0.446	0.569	0.50

--- $Q = \overline{C}_d A_0 \sqrt{2gH}$

G	X	$\overline{Cd}$
1	0.500	0.64
2	0.500	0.65
3	0.500	0.64
4	0.500	0.60

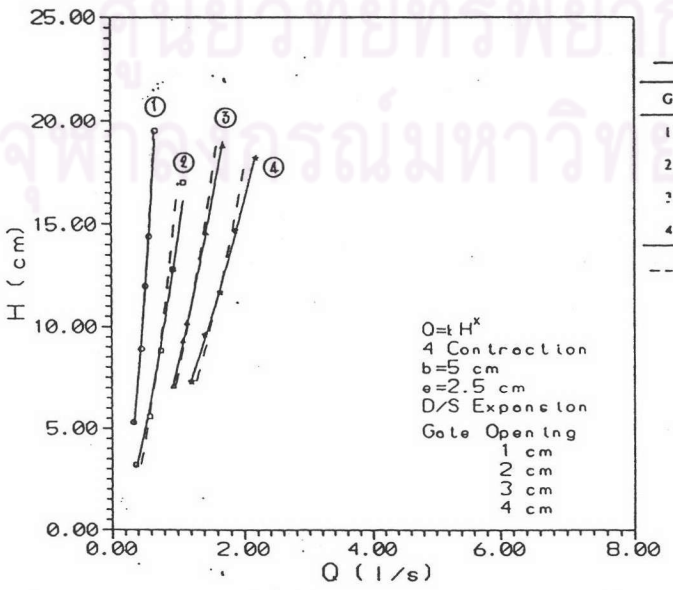


—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.275	0.390	0.78
2	0.334	0.561	0.47
3	0.492	0.579	0.46
4	0.621	0.574	0.44

--- $Q = \overline{C}_d A_0 \sqrt{2gH}$

G	X	$\overline{Cd}$
1	0.500	0.61
2	0.500	0.55
3	0.500	0.54
4	0.500	0.52



—— $Q = kH^x$

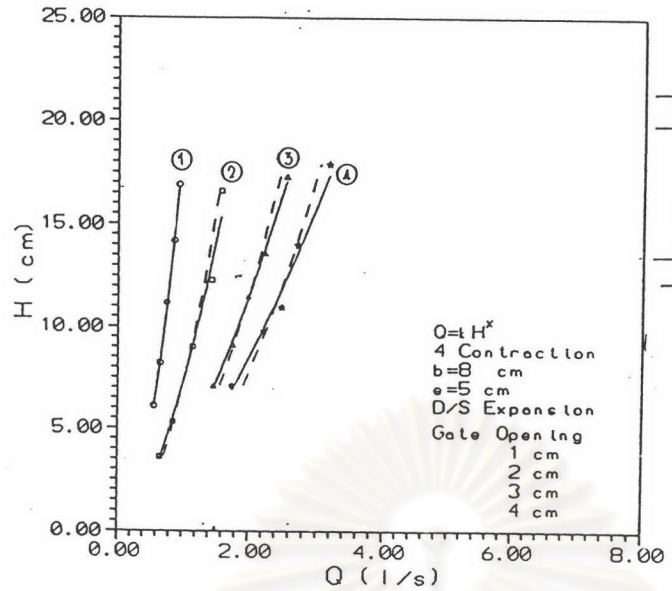
G	K	X	Cd
1	0.136	0.541	0.61
2	0.176	0.659	0.40
3	0.285	0.605	0.43
4	0.332	0.648	0.37

---- $Q = \overline{C}_d A_0 \sqrt{2gH}$

G	X	$\overline{Cd}$
1	0.500	0.68
2	0.500	0.65
3	0.500	0.55
4	0.500	0.54

รูป 4-7 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 4 ด้าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

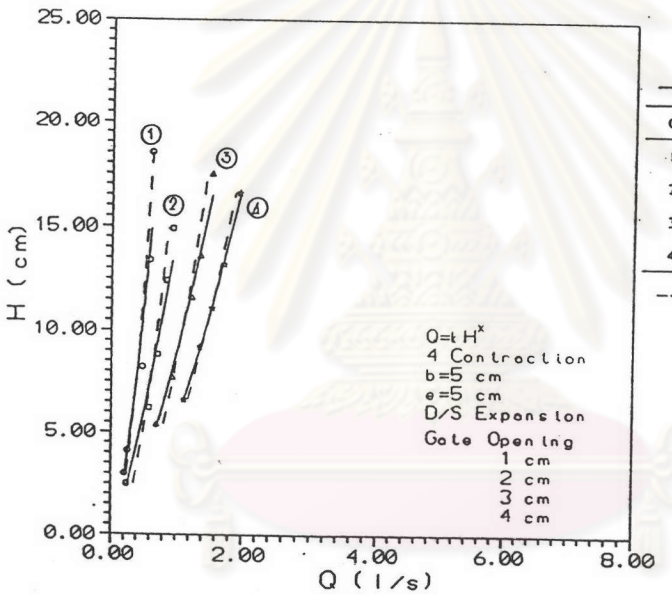


—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.228	0.499	0.64
2	0.313	0.590	0.44
3	0.448	0.612	0.42
4	0.507	0.642	0.36

---- $Q = \overline{C}_d A_0 \sqrt{2gH}$

G	X	$\overline{Cd}$
1	0.500	0.64
2	0.500	0.53
3	0.500	0.55
4	0.500	0.51

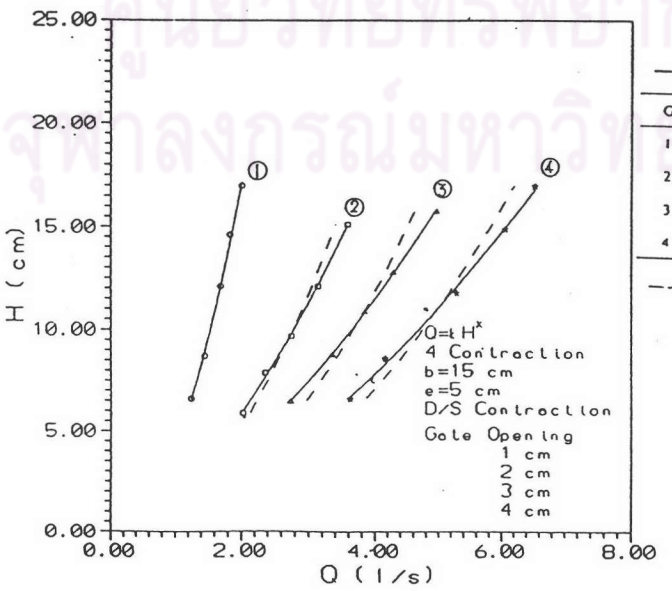


—— $Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.106	0.652	0.48
2	0.129	0.767	0.29
3	0.232	0.674	0.35
4	0.359	0.605	0.41

---- $Q = \overline{C}_d A_0 \sqrt{2gH}$

G	X	$\overline{Cd}$
1	0.500	0.65
2	0.500	0.51
3	0.500	0.53
4	0.500	0.52



—— $Q = kH^x$

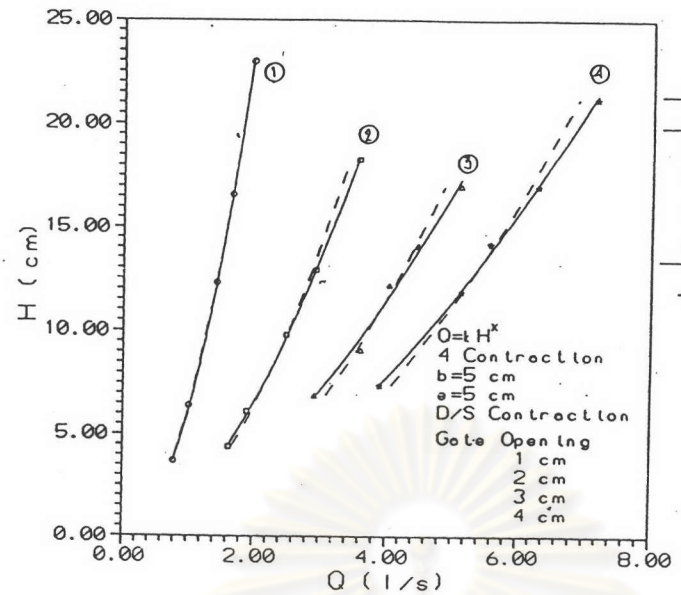
G	K	X	Cd
1	0.494	0.494	0.74
2	0.670	0.619	0.50
3	0.779	0.670	0.39
4	1.069	0.642	0.40

---- $Q = \overline{C}_d A_0 \sqrt{2gH}$

G	X	$\overline{Cd}$
1	0.500	0.73
2	0.500	0.66
3	0.500	0.58
4	0.500	0.57

รูป 4-7 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 4 ด้าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

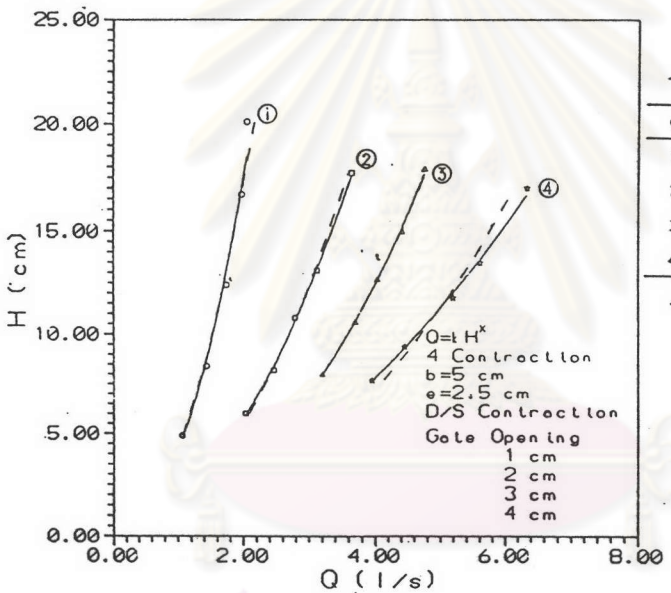


$Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.131	0.498	0.59
2	0.217	0.621	0.49
3	0.365	0.561	0.55
4	0.617	0.459	0.70

$Q = \overline{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.72
2	0.500	0.73
3	0.500	0.65
4	0.500	0.64

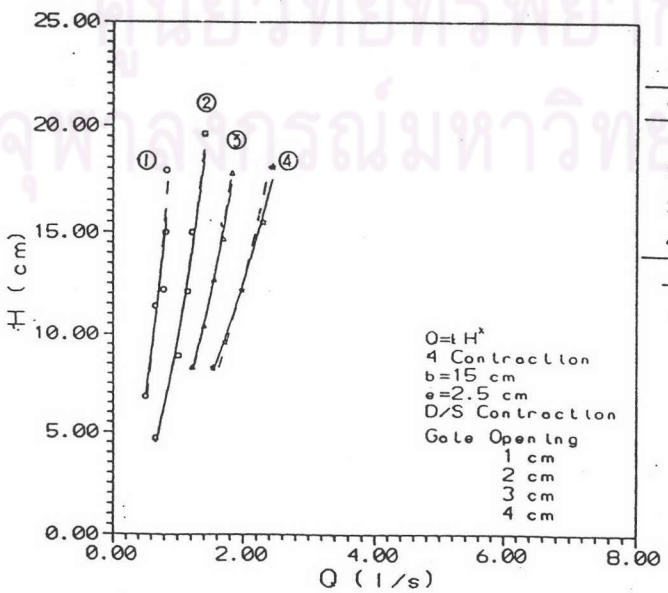


$Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.153	0.617	0.69
2	0.299	0.531	0.68
3	0.386	0.547	0.58
4	0.433	0.606	0.49

$Q = \overline{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.73
2	0.500	0.66
3	0.500	0.58
4	0.500	0.56



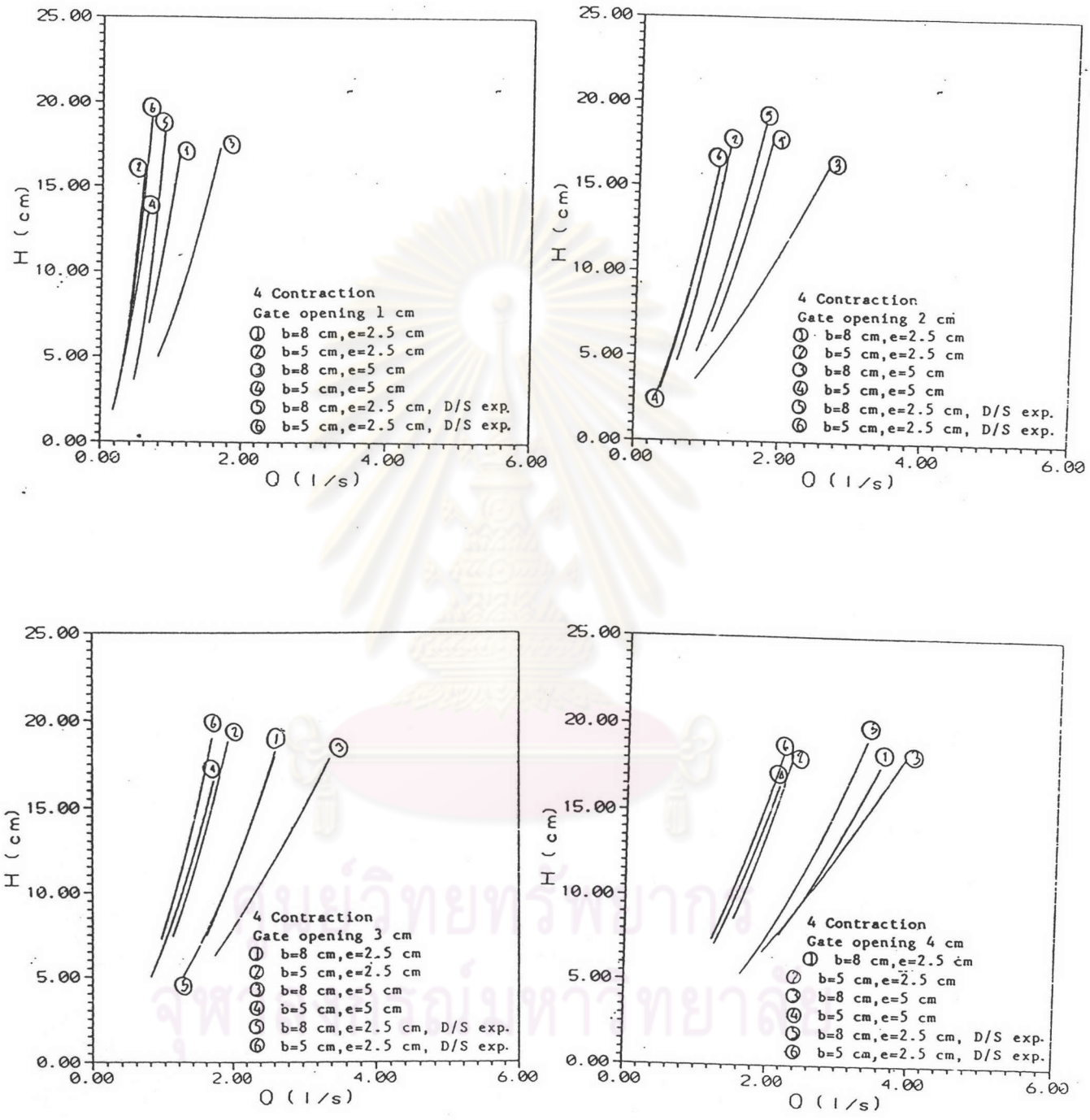
$Q = kH^x$

G	K	X	Cd
1	0.508	0.480	0.77
2	0.788	0.535	0.59
3	1.155	0.493	0.58
4	1.146	0.607	0.43

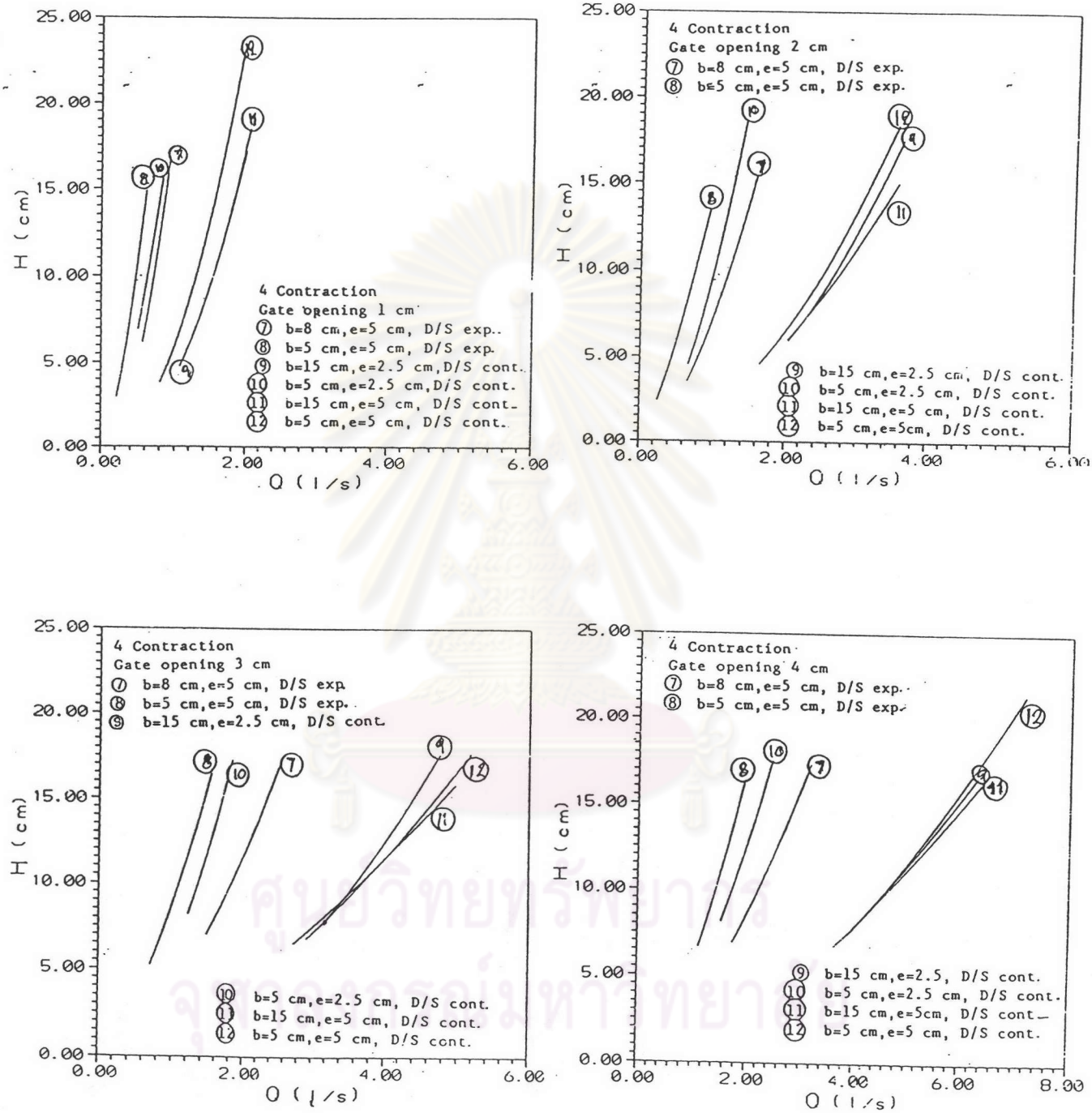
$Q = \overline{C}_d A_o \sqrt{2gH}$

G	X	Cd
1	0.500	0.73
2	0.500	0.64
3	0.500	0.57
4	0.500	0.56

รูป 4-7 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 4 ด้าน



รูป 4-8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 4 ด้าน เปรียบเทียบเมื่อมีการยกระดับธรณี เปลี่ยนความกว้างบานประตู และมีการขยายช่องทางน้ำเปิดด้านท้ายน้ำ



รูป 4-8 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำ กรณีการไหลบีบรัด 4 ด้าน เปรียบเทียบเมื่อมีการยกระดับธรณี เปลี่ยนความกว้างบานประตู และมีการขยายช่องทางน้ำเปิดด้านท้ายน้ำ

12) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับพื้นธรณีประตู 5 ซม. และลดความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

- เปิดบานประตูสูง 1 ซม. เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน อัตราการไหลกรณี 9 มีค่ามากสุด และอัตราการไหลกรณี 8 มีค่าต่ำสุด และในทุกกรณีอัตราการไหลมากขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้น และค่าอัตราการไหลกรณี 2 กรณี 4 และกรณี 6 มีค่าใกล้เคียงกันเมื่อระดับน้ำเท่ากัน

- เปิดบานประตูสูง 2 ซม. เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน ค่าอัตราการไหลกรณี 11 มีค่ามากสุด และอัตราการไหลกรณี 8 มีค่าต่ำสุด อัตราการไหลกรณี 2 กรณี 4 และกรณี 6 มีค่าใกล้เคียงกันเมื่อระดับน้ำเท่ากัน อัตราการไหลกรณี 1 กับกรณี 5 มีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเพิ่มระดับน้ำ อัตราการไหลมากขึ้น ตามลำดับ

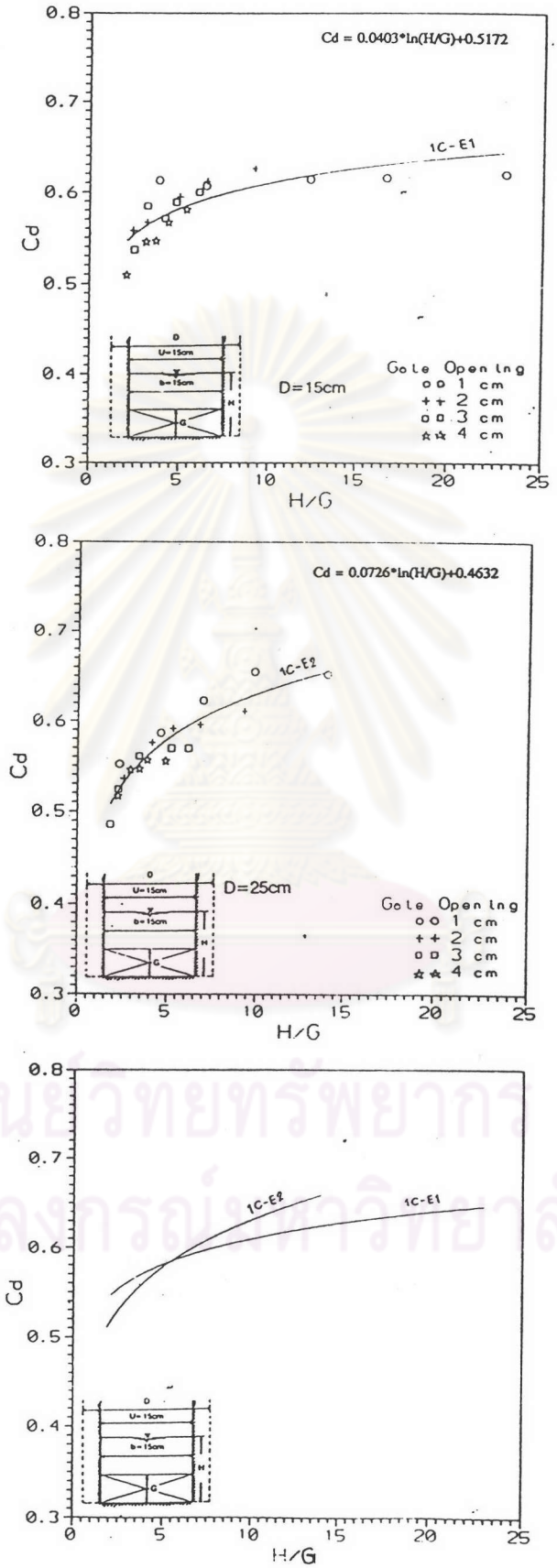
- เปิดบานประตูสูง 3 ซม. เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน อัตราการไหลกรณี 11 มีค่ามากสุด แต่เมื่อระดับน้ำต่ำ ค่าอัตราการไหลของกรณี 9 กรณี 11 และกรณี 12 มีค่าใกล้เคียงกัน ค่าอัตราการไหลกรณี 8 มีค่าต่ำสุด และค่าอัตราการไหลของกรณี 2 กรณี 4 กรณี 6 กรณี 8 และกรณี 10 มีค่าใกล้เคียงกันมาก ค่าอัตราการไหลในทุกกรณีที่ค่ามากขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้น

- เปิดบานประตูสูง 4 ซม. เมื่อให้ระดับน้ำเท่ากัน ค่าอัตราการไหลกรณี 11 มีค่ามากสุด ค่าอัตราการไหลกรณี 8 มีค่าต่ำสุด ค่าอัตราการไหลของกรณี 2 กรณี 4 กรณี 6 กรณี 8 และกรณี 10 มีค่าใกล้เคียงกันมาก ค่าอัตราการไหลในทุกกรณีมีค่ามากขึ้นเมื่อระดับน้ำสูงขึ้น

4.3 <u>ความผันแปรของค่าสัมประสิทธิ์การไหล (Cd) โดยเปรียบเทียบกับอัตราส่วนระดับความสูงของน้ำ ต่อการเปิดบานประตู (H/G)</u>

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ ค่า Cd กับ H/G ได้กำหนดโดยการใช้สมการในรูปของ logarithmic และทำการ fit curve จากการเปิดประตูตั้งแต่ 1 ซม. ถึง 4 ซม. ซึ่งจัดแบ่งประเภทการวิเคราะห์ได้ดังนี้

4.3.1 ค่าสัมประสิทธิ์การไหล (Cd) กับอัตราส่วนระดับความสูงน้ำต่อการเปิดประตู(H/G) ของกรณีการไหลบีบรัดด้านเดียว (1 side contraction) ดังรูป 4-9 จัดการทดลองได้ 2 กรณีย่อย คือ



รูป 4-9 ความสัมพันธ์ระหว่าง Cd กับ H/G กรณีการไหลบีบรัด 1 ด้าน

1) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม.

2) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำมากขึ้น

เส้นกราฟมีลักษณะเป็นโค้งคว่ำโดยถ้า H/G มีค่าน้อยค่า Cd มีค่าน้อยด้วย และเมื่อ H/G มีค่าเพิ่มขึ้นค่า Cd มีค่ามากขึ้นตาม แต่ Cd มีแนวโน้มคงที่เมื่อ H/G มีค่ามาก ซึ่งเมื่อนำกรณีทั้งสองมาเปรียบเทียบโดยให้ H/G เท่ากันในช่วงต่ำ ค่า Cd ของกรณี 2 มีค่าน้อยกว่ากรณี 1 แต่เมื่อให้ H/G เท่ากันในช่วงมาก ค่า Cd ของกรณี 2 มีค่ามากกว่ากรณี 1 และค่า Cd ของทั้งสองกรณีย่อย มีแนวโน้มคงที่ เมื่อค่า H/G เพิ่มมากขึ้น

4.3.2 ค่าสัมประสิทธิ์การไหล (Cd) กับอัตราส่วนระดับความสูงน้ำต่อการเปิดบานประตู(H/G) ของกรณีการไหลบีบรัด 2 ด้าน (2 side contraction) ดังรูป 4-10 จัดการทดลองได้ 4 กรณีย่อยคือ

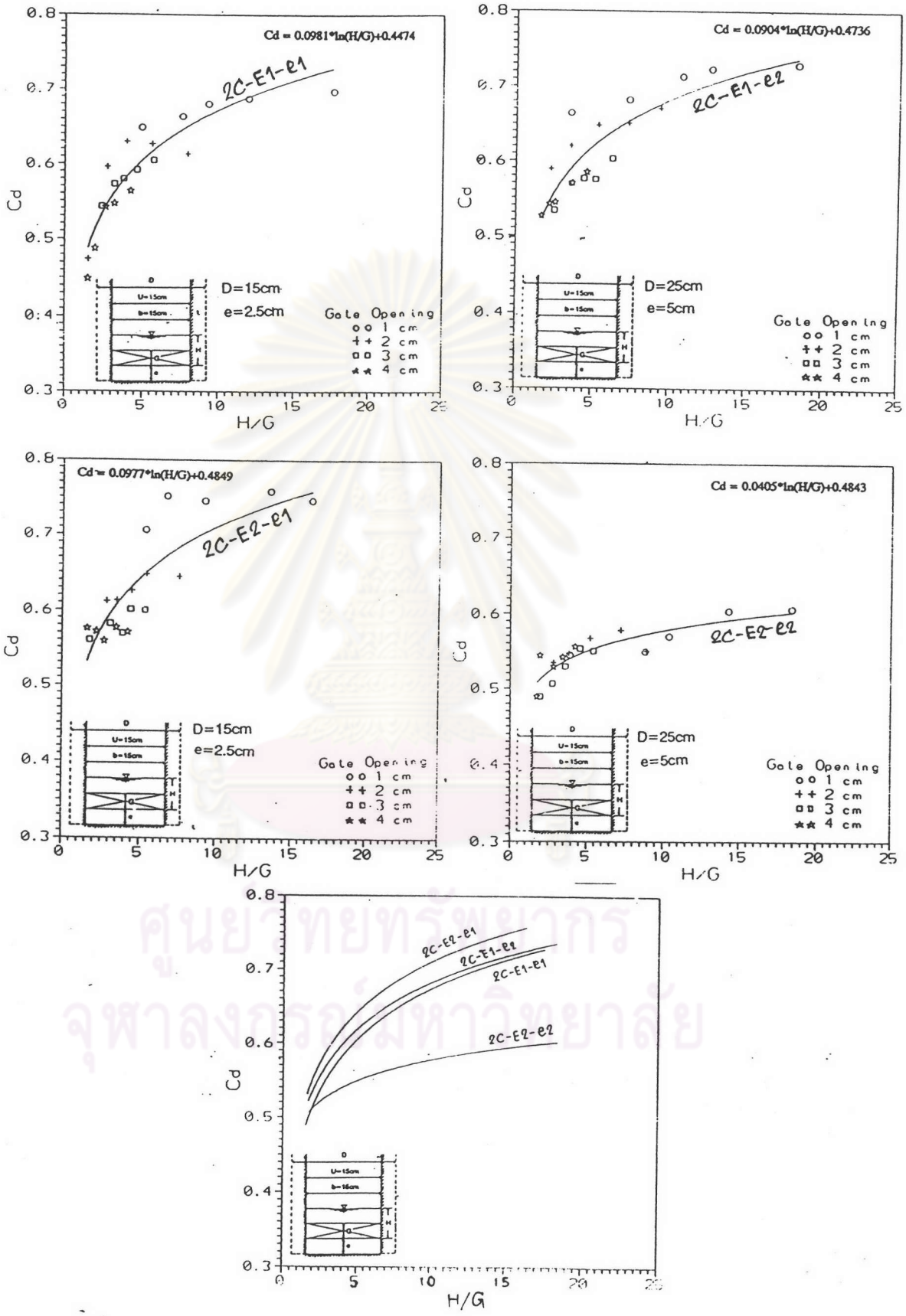
1) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับธรณีประตู 2.5 ซม.

2) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับธรณีประตู 5 ซม.

3) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับธรณีประตู 2.5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

4) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับธรณีประตู 5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

เส้นกราฟมีลักษณะเป็นเส้นโค้งคว่ำในทุกกรณี โดยที่ค่า Cd มีค่าน้อยเมื่อค่า H/G มีค่าน้อย และค่า Cd มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ H/G มากขึ้น และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในทุกกรณีแล้วเห็นว่า ค่า Cd ของกรณี 2 มีค่ามากสุด เมื่อ H/G เท่ากัน และเห็นว่าเมื่อยกระดับธรณีเพิ่มขึ้น ค่า Cd ควรเพิ่มขึ้นเนื่องจากการไหลถูกบีบรัดมากขึ้น แต่ในกรณี 4 ไม่เป็นเช่นนั้นเพราะเมื่อให้ค่า H/G เท่ากัน ค่า Cd ของกรณี 4 มีค่าน้อยกว่ากรณี 3 เป็นที่น่าพิจารณาในการศึกษาคราวต่อไป



รูป 4-10 ความสัมพันธ์ระหว่าง Cd กับ H/G กรณีการไหลบีบรัด 2 ด้าน

4.3.3 ค่าสัมประสิทธิ์การไหล (Cd) กับอัตราส่วนระดับความสูงน้ำต่อการเปิดบานประตู (H/G) ของกรณีการไหลบีบรัด 3 ด้าน (3 side contraction) ดังรูป 4-11 จัดการทดลองได้ 6 กรณีย่อยคือ

1) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม.

2) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม.

3) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

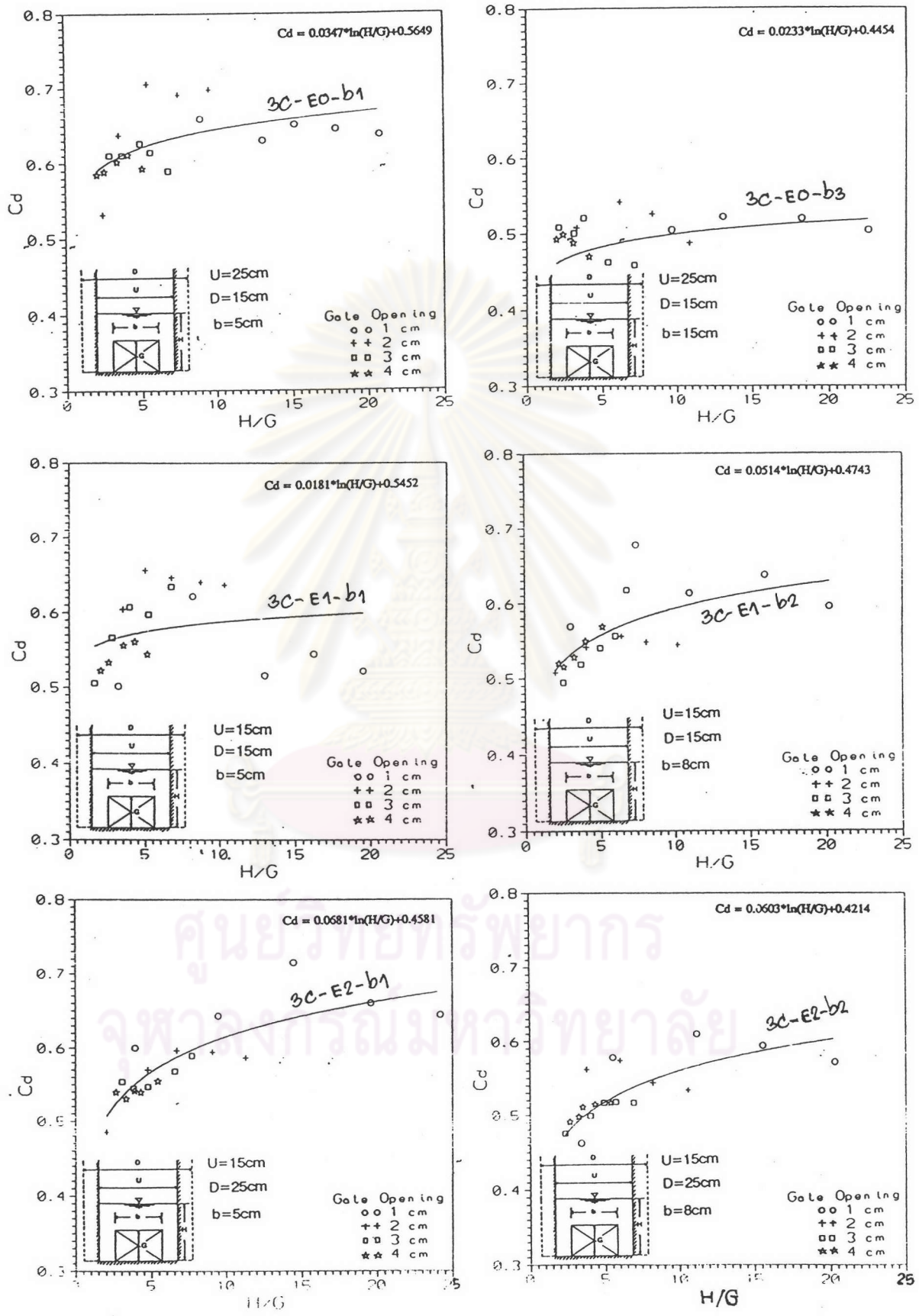
4) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

5) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำมากขึ้น

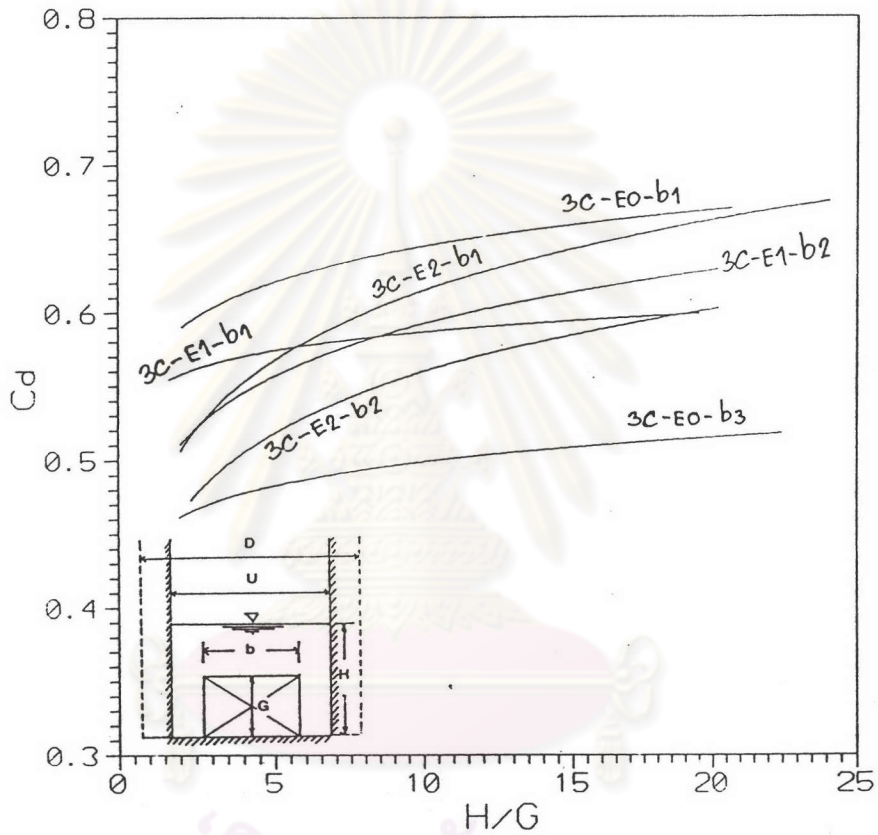
6) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำมากขึ้น

เส้นกราฟมีลักษณะเป็นเส้นโค้งคว่ำโดยเมื่อค่า H/G น้อย ค่า Cd มีค่าน้อย และเมื่อให้ค่า H/G เพิ่มขึ้นค่า Cd มากขึ้นเพียงเล็กน้อย และค่า Cd มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่เมื่อให้ H/G เพิ่มสูงขึ้น เมื่อนำกราฟมาเปรียบเทียบกันทุกกรณี ค่า Cd ของกรณี 1 มีค่ามากที่สุด เมื่อให้ H/G เท่ากัน และ ค่า Cd ของกรณี 2 มีค่าต่ำสุด กรณีความกว้างหน้าตัดการไหลที่ประตูน้อย ค่า Cd มีค่ามาก เมื่อให้ H/G เท่ากัน กรณีความกว้างหน้าตัดการไหลที่ประตูมีความกว้างมาก ค่า Cd มีค่าน้อย แสดงให้เห็นว่าเมื่อความกว้างหน้าตัดการไหลที่ประตูถูกบีบให้เล็กลงค่า Cd มีค่าเพิ่มสูงขึ้น และยังขึ้นอยู่กับความกว้างของทางน้ำเปิดด้านเหนือน้ำ ถ้ามีความกว้างมากค่า Cd จะเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบ H/G เท่ากัน

4.3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การไหล (Cd) กับอัตราส่วนระดับความสูงน้ำต่อการเปิดบานประตู (H/G) ของกรณีการไหลบีบรัด 4 ด้าน (4 side contraction) ดังรูป 4-12 จัดตารางทดลองได้ 12 กรณีย่อย คือ



รูป 4-11 ความสัมพันธ์ระหว่าง Cd กับ H/G กรณีการไหลบีบรัด 3 ด้าน



รูป 4-11 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่าง Cd กับ H/G กรณีการไหลบีบรัด 3 ด้าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับธรณีประตู 2.5 ซม.

2) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับธรณีประตู 2.5 ซม.

3) ความกว้างหน้าตัดการไหล 15 ซม. ยกระดับธรณีประตู 5 ซม.

4) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับธรณีประตู 5 ซม.

5) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับธรณีประตู 2.5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

6) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม. ยกระดับธรณีประตู 2.5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

7) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับธรณีประตู 5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

8) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม. ยกระดับธรณีประตู 5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำ

9) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับธรณีประตู 2.5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำมากขึ้น

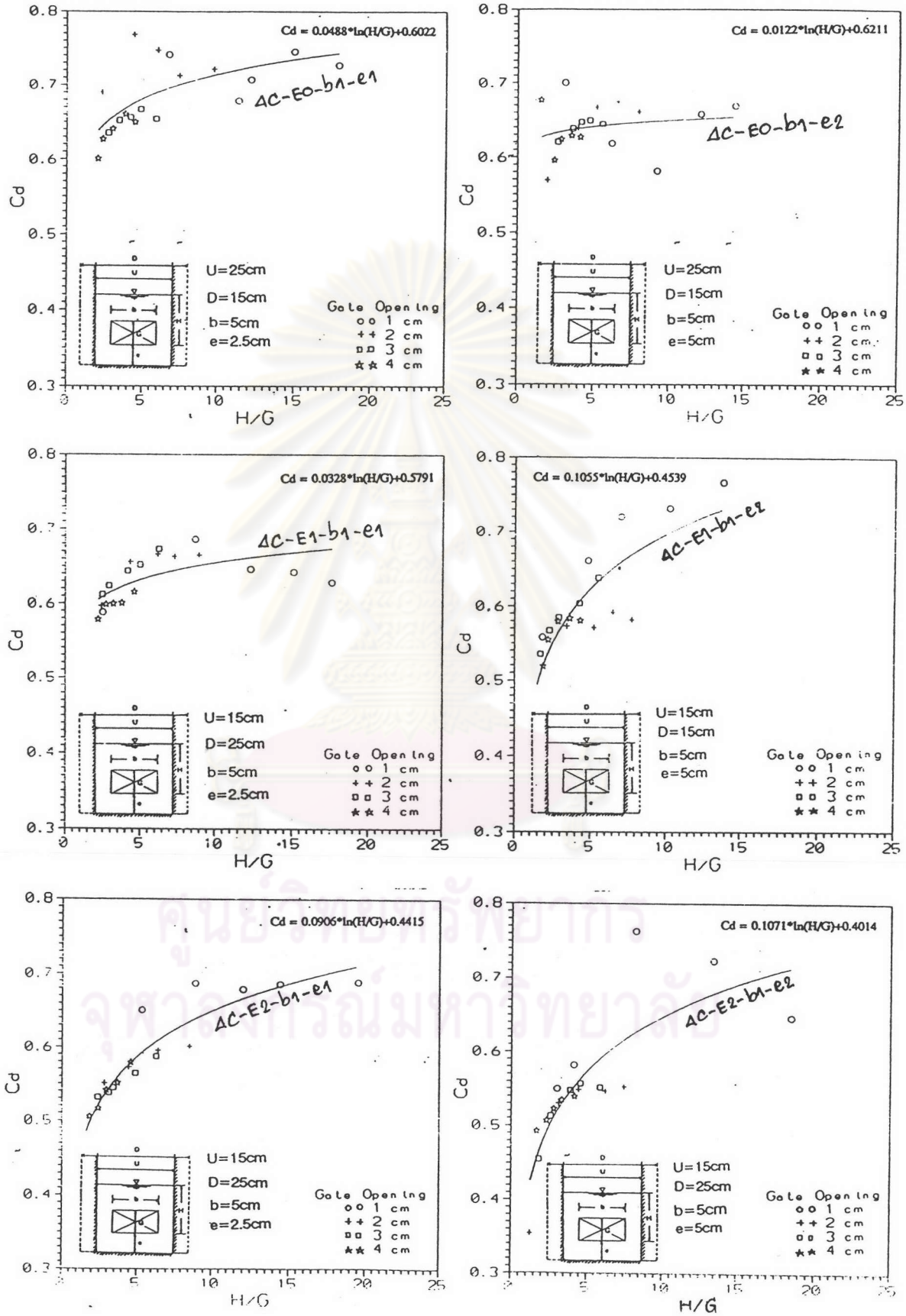
10) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม. ยกระดับธรณีประตู 2.5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำมากขึ้น

11) ความกว้างหน้าตัดการไหล 5 ซม. ยกระดับธรณีประตู 5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำมากขึ้น

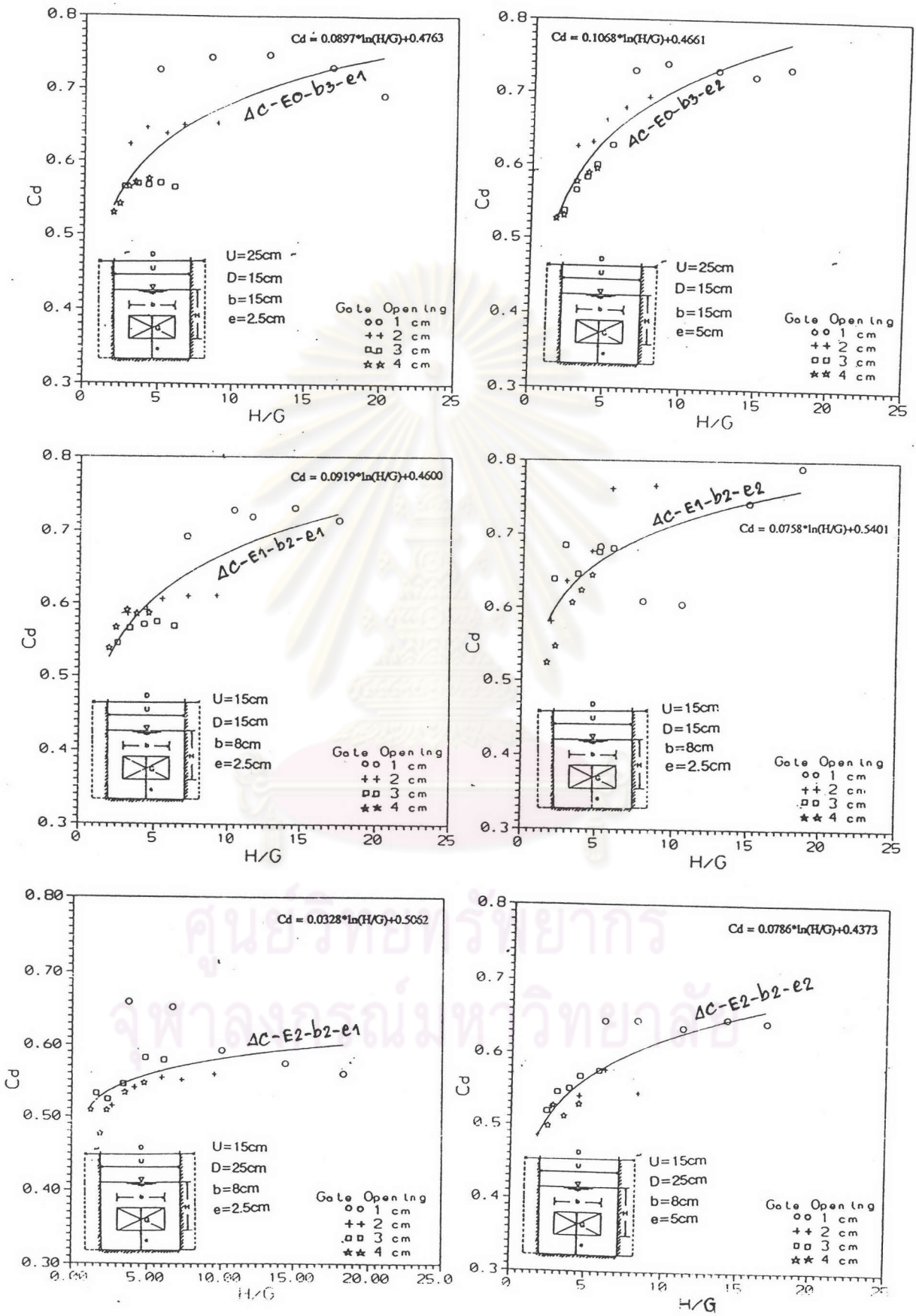
12) ความกว้างหน้าตัดการไหล 8 ซม. ยกระดับธรณีประตู 5 ซม. และเพิ่มความกว้างหน้าตัดการไหลด้านท้ายน้ำมากขึ้น

เส้นกราฟในทุกกรณีมีลักษณะเป็นเส้นโค้งคว่ำ โดยเมื่อค่า H/G น้อย ค่า Cd มีค่าน้อย และเมื่อให้ค่า H/G มากขึ้น ค่า Cd ในกรณี 1 , 4 , 5 และ 10 มีแนวโน้มคงที่ เมื่อให้ค่า H/G เพิ่มขึ้นไม่มากนัก และค่า Cd ของกรณีที่เหลือเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยมีความชันของเส้นกราฟมากเมื่อเพิ่มค่า H/G สูงขึ้น แต่ยังมีแนวโน้มที่ค่า Cd จะคงที่ได้เมื่อค่า H/G มีค่ามาก และเมื่อนำกราฟมาเปรียบเทียบกันได้โดยให้ค่า H/G เท่ากัน และความกว้างทางน้ำเปิดด้านเหนือน้ำเท่ากันและความกว้างหน้าตัดการไหลที่ประตูเท่ากัน แต่ค่าระดับความสูงธรณีประตูต่างกัน โดยที่ความสูงระดับธรณีประตูเพิ่มขึ้น ค่า Cd มากขึ้น และเมื่อให้ H/G เท่ากันความกว้างทางน้ำเปิดด้านเหนือน้ำเท่ากัน ยกระดับธรณีประตูเท่ากันแต่ความกว้างหน้าตัดการไหลต่างกันค่า Cd มีค่ามากเมื่อความกว้างหน้าตัดการไหลที่ประตูมีค่าน้อย และเมื่อนำกราฟมาเปรียบเทียบกันในทุกๆ กรณี พบว่าเมื่อให้อัตราส่วน H/G คงที่ ค่า Cd ของกรณี 8 และ กรณี 3 มีค่ามาก ส่วนกรณี 10 มีค่า Cd ต่ำสุด และเห็นได้ว่าในกรณีของ 1 . 3 . 4 . 9 . 10 และ 11 มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยเส้นกราฟมีความชันที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน และเมื่อเพิ่มค่า H/G สูงขึ้น ค่า Cd เพิ่มขึ้นมาก

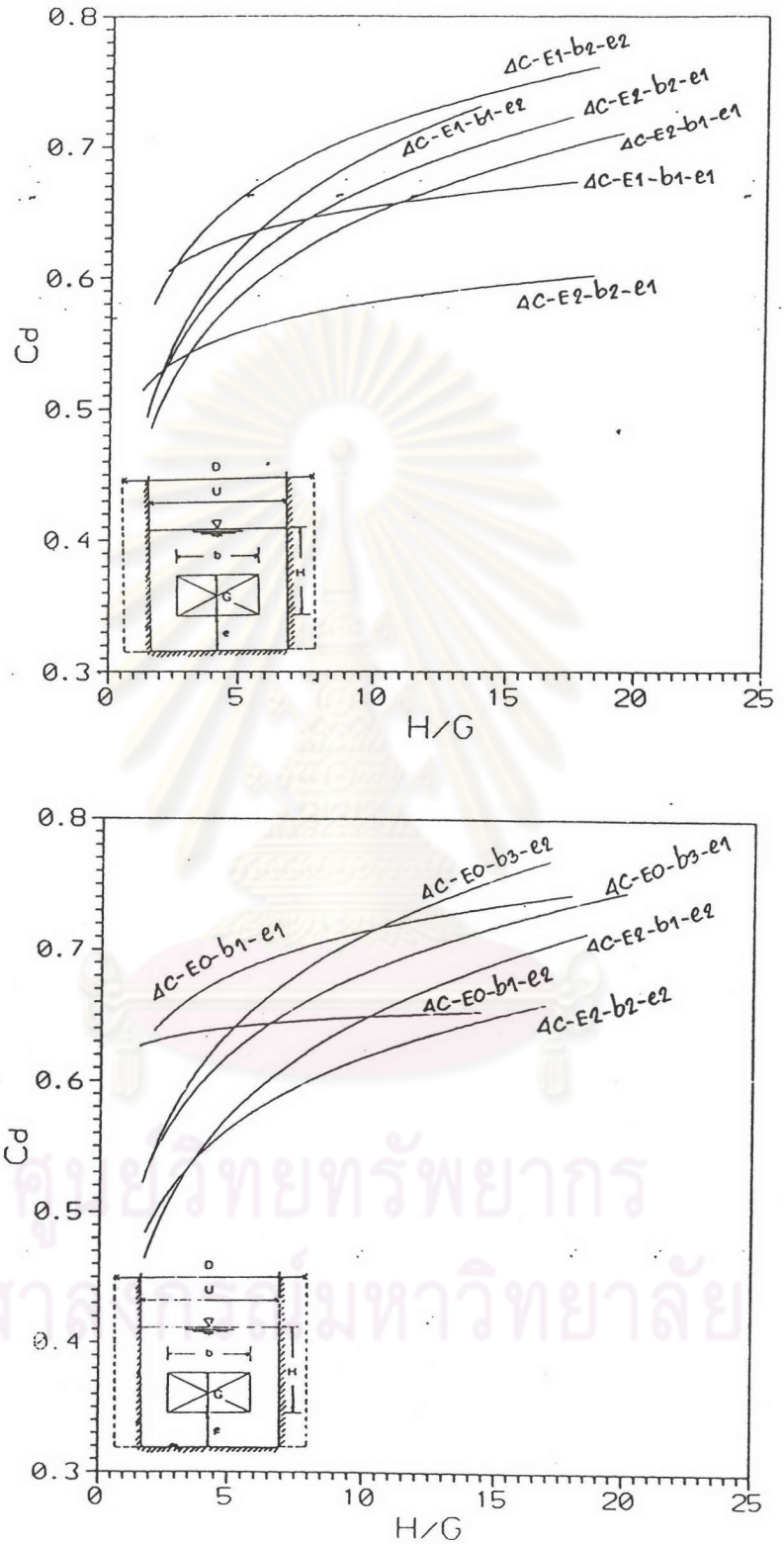
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4-12 ความสัมพันธ์ระหว่าง Cd กับ H/G กรณีการไหลบีบรัด 4 ด้าน



รูป 4-12 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่าง Cd กับ H/G กรณีการไหลบีบรัด 4 ด้าน



รูป 4-12 (ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่าง Cd กับ H/G กรณีการไหลบีบรัด 4 ด้าน