

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์. องค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลในบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

ประกอบ มหัตเดชกุล. การออกแบบเขื่อนกันคลื่นในโครงการท่าเรือมาตาพูด. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

สกุล ห่อวโนทยาน. การออกแบบหัวหาดและการป้องกันชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

สุพจน์ จารุลักษณะ. ลักษณะของคลื่นและการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณสงขลา. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

เอกวิทย์ แต่. ลักษณะคลื่นกระแสน้ำและตะกอนบริเวณชายฝั่งในอ่าวไทยตอนล่าง. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

ภาษาอังกฤษ

Abeyasinghe, J.P. Beach Plan Formation Between Detached Breakwaters. Thesis No.934
Asian Institute of Technology, 1979.

Adachi, S., Sawaragi, T., and Ogo. The Effect of Structure on the Littoral Sand Drift : Coastal
Engineering in Japan. Vol.2., 1959.

Anisu H.Md. Coastal Erosion on the East Coast of the Southern Peninsular, Thailand. Thesis
No. WA-90-12 Asian Institute of Technology, 1990.

Bakker, W.T., and Delman, T. The Coastline of River Delta : Proceeding of the 9th Conf. on
Coastal Engineering. 1964. pp.199-218.

- Beach Erosion board. Shore Protection Planning and Design : Technological Report No.4. 1961. pp. 29-50.
- Chakrabarti, S.K. Offshore Structure Modeling. Advance Series on Ocean Engineering-Vol.9. Singapore: World Scientific, 1994.
- Chew , Wong , and Chin. Beach Development Between Headland Breakwaters : Proceeding of the 14th Conference on Coastal Engineering. 1974.
- Cheang C. M. The Applied Dynamics of Ocean Surface Waves. Advance Series on Ocean Engineering-Vol.1. Singapore: World Scientific, 1992.
- Chowdhury, S.B. Beach Plan Formation behind Offshore Breakwaters. Thesis No. WA-79-21 Asian Institute of Technology, 1980.
- Devasiri. Longshore Circulation Behind Offshore Breakwaters. Thesis No. WA-79-22 Asian Institute of Technology, 1980.
- Dean, R.G. Diffraction Calculation of Shoreline Platforms : Proceeding of the 16th Coastal Engineering Conference. 1978. pp.1903-1919.
- Dean, R.G. and Dalrymple, R.A. Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists. Advanced Series on Ocean Engineering-Vol.2. Singapore: World Scientific, 1984.
- Ho, S.K. and Silvester, R. Use of Crenulate Shaped Bays to Stabilize Coasts : Proceeding of the 13th Conference on Coastal Engineering. 1972. pp.1347-1366.
- Ho, S.K. and Silvester, R. Crenulate Shaped Bays. Thesis No.346 Asian Institute of Technology, 1971.
- Horikawa, K. Coastal Engineering. An Introduction to Ocean Engineering. Japan: University of Tokyo Press, 1978.
- Horikawa, K. and Watanabe, A. A study of Sand Movement due to Wave Action. Coastal Engineering in Japan. Vol.10. 1976. pp. 39-57.
- Hughes, S.A. Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering. Advanced Series on Ocean Engineering- Vol.7. Singapore: World Scientific, 1993.
- Hsu, R.C. and Silvester, R. Stabilizing Beach Downcoast of Harbours Extension. International Conference on Coastal Engineering. Florida, USA, 1996. pp.1-14.
- Hsu, R.C. , Silvester, R. and Uda, T. Beach Downcoast of Harbours in Bays. Coastal Engineering. Vol.19. 1993. pp.163-181.

- Hsu, R.C., Silvester, R. and Xia, Y. Application of Headland Control. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering. Vol.115. No.3. May, 1989. pp.299-310.
- Ippen, A.T. Estuary and Coastline Hydrodynamics. New York: McGraw-Hill Book, 1966.
- Krumbien, W.C., and Graybill, F.A. An Introduction to Statistical Models in Geology. Mc.Graw-Hill, 1965.
- Kystian, W. P. Coastal protection. A.A. Balkema / Rotterdam / Brookfield, 1990.
- Leblound, P.H. On the Formation of Spiral Beachs : Proceeding of the 13th Conference on Coastal Engineering. 1972. pp. 1331-1346.
- Longuet-Higgins, M.S. Longshore Currents Generated by Obliquely Incident Sea Wave, 1. Jour. of Geophysical Research. Vol.75. No.33. 1970. pp.6778-6801.
- Massie, P.E., Coastal Engineering : Breakwater Design. Vol.3. 1st ed. Delft University of Technology, 1979.
- Nakatani, T. Morphological Change of Shoreline in the Presence of Groins and Offshore Breakwaters. Thesis No.WA-83-15 Asian Institute of Technology, 1982.
- Nielsen, P. Coastal Bottom Boundary Layers and Sediment Transport. Advance Series on Ocean Engineering-Vol.4. Singapore: World Scientific, 1994.
- Novak, P., et al. Hydraulic Structures. 2nd ed. Great Britain: Chapman&Hall, 1996.
- Perlin, M. Prediction Beach Platforms in the Lee of a Breakwater : ASCE Proceedings of the Specially Conference on Coastal Structure 79. Alexandria, Virginia, 1979.
- Philip L.F. Advance in Coastal and Ocean Engineering. Vol.2. Cornell University: World Scientific, 1996.
- Rosen, D.S. Sedimentological Influences of Detached Breakwaters : Proceeding of the 10th Coastal Engineering Conference. 1982. pp.1930 -1949.
- Sawaraki T. Coastal Engineering - Waves, Beaches, Wave-Structure Interactions. Development in Geotechnical Engineering, 78. Japan: Department of Civil Engineering, Osaka University, 1995.
- Shinohara, K. and Tsubaki, T. Model Study on the Change of Shoreline of Sandy Beach by the Offshore Breakwater : Proceeding of the 10th Conference on Coastal Engineering. 1966. pp. 550-563.
- Silvester R. Coastal Engineering 1. Development in Geotechnical Engineering. Vol.4A. Amsterdam Oxford, New York : Isevier Scientific, 1960.

- Silvester R. Coastal Engineering, 2 - Sediment, Estuaries, Tides, Effluents and Modeling. Development in Geotechnical Engineering. Vol.4B. Amsterdam Oxford, New York : Isevier Scientific, 1979.
- Silvester R. Coastal Sediment Movement and Some Fundamental Problems with Discussion of Research Support. Jour. Instn. Engrs. Australia. Vol.3. 1965. pp.311-323.
- Silvester R. Stabilization of Sedimentary Coastlines : Nature. Vol.188. No.4749. 1960. pp. 467-469.
- Silvester R. Sediment Movement Around the Coastlines of the World : Proceeding Conference on Civil Engineering Problem Overseas. Instn. Civil Engrs. 1962. pp. 289-305.
- Silvester R. Growth of Crenulate Shaped Bay to Equilibrium. ASCE Jour. Waterways and Harbors Div. Vol.96. No.WW2. Proc. Paper 7274. 1970. pp. 275-287.
- Srinivasan, K. Shoreline Stabilization by Offshore Breakwater and Groin. Thesis No.Wa-88-16 Asian Institute of Technology, 1988.
- Sorensen, R.M. Basic Coastal Engineering. A Wiley Series. Singapore: John Wiley & Sons., 1991.
- Suppataratarn, P. Beach Planform Deformation. Thesis No.WA-83-17 Asian Institute of Technology, 1982.
- Toyoshima, O. Design of Detached Breakwater System : Proceeding of the 14th International Conference on Coastal Engineering. Vol.2. 1975. pp.1419-1431.
- US. Coastal Engineering Research Center. Shore Protection Manual. 2 Vols. 2nd ed. Washington DC: Department of the US.Army Corps of Engrs., 1990.
- US. Coastal Engineering Research Center. Coastal Hydraulic Model. Special Report No.5, US. Army Corps. Of Engineers., 1979.
- Vichetpan, N. Equilibrium Shapes of Coastline in Plan. Thesis No.280 Asian Institute of Technology, 1969.
- Wiegel, R.L. Oceanographical Engineering. Eaglewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1964.
- Yasso, W.E. Plan Geometry of Headland-Bay Beaches. Department of Geology Columbia University, Project No.NR388-057, Technological Report 7, 1965.

ภาคผนวก



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

แบบจำลองชลศาสตร์

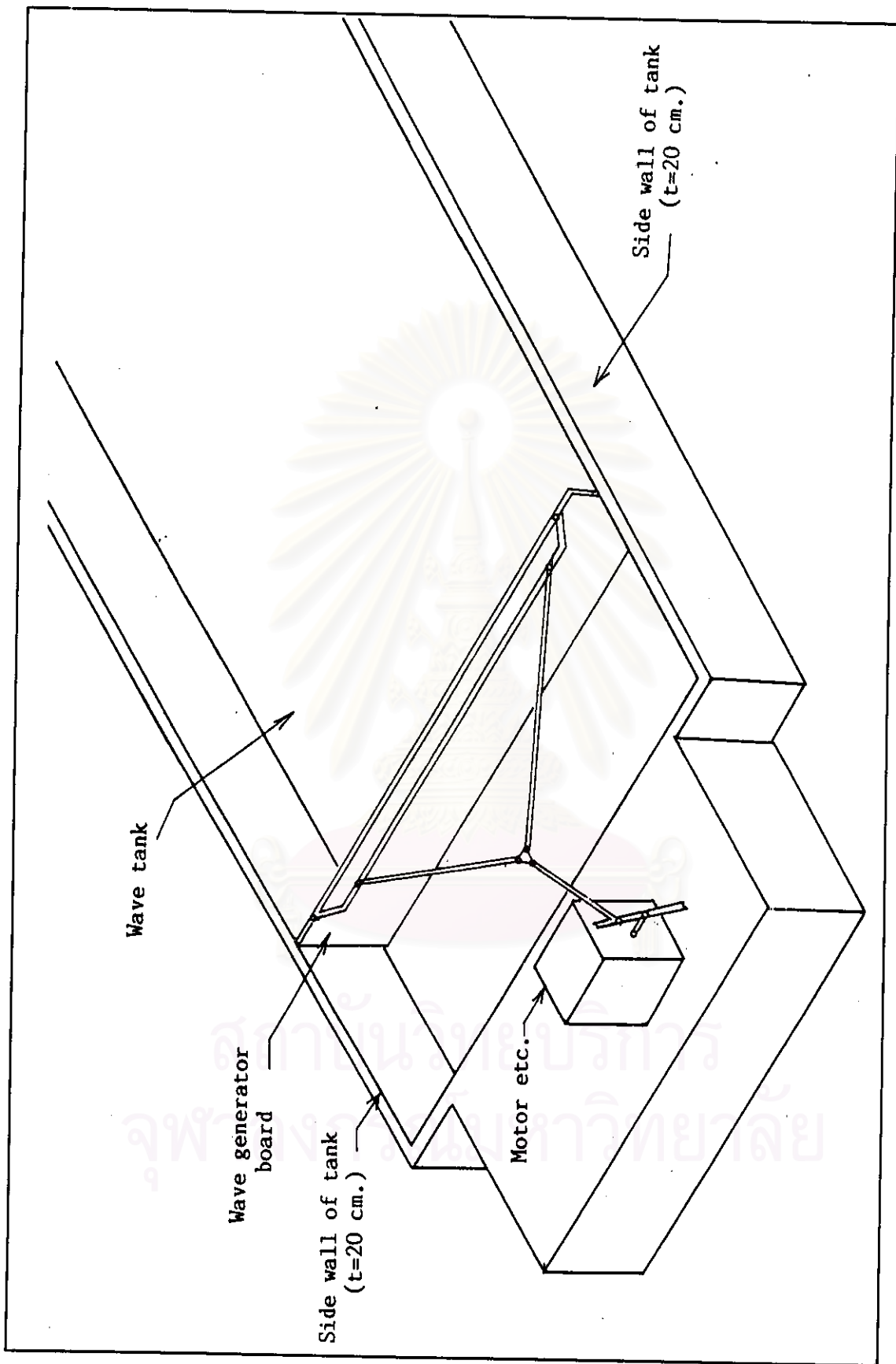
ความจำเป็นในการศึกษาทางด้านวิศวกรรมชายฝั่ง มีเทคนิคหรือวิธีการที่ใช้ในการศึกษา เพื่อให้ทราบและเข้าใจถึงพฤติกรรมและกระบวนการทางชายฝั่งทะเลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ที่สำคัญคือการวัดและสังเกตการณ์ในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากพฤติกรรมและกระบวนการทางชายฝั่งทะเลมีความซับซ้อนมาก จึงเป็นการยากที่จะอธิบายพฤติกรรมเหล่านี้ได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ได้ด้วยแนวทางศึกษาแบบใดแบบหนึ่ง สำหรับการศึกษาค้างนี้ได้ใช้การศึกษาแบบที่เป็นการวัดและการสังเกตการณ์ในห้องปฏิบัติการ หรือที่เราเรียกว่าการศึกษาแบบจำลองชลศาสตร์ (hydraulic model study) ซึ่งนับว่ามีความจำเป็นมากในการศึกษาการป้องกันชายฝั่ง เนื่องจากแบบจำลองนั้นสามารถตรวจสอบและสังเกตถึงพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจนในสภาพทะเลต่าง ๆ

ในการศึกษาค้างนี้ได้ใช้แบบจำลองชลศาสตร์และชายฝั่งทะเลซึ่งติดตั้งอยู่ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อันมีส่วนประกอบหลัก ๆ 3 ส่วน ดังนี้คือ

ก-1 แบบจำลองแอ่งคลื่น

แบบจำลองแอ่งคลื่น (wave basin model) ที่ใช้ในการทดลองมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด กว้าง 10 ม. x ยาว 20 ม. x สูง 0.70 ม. พื้นแบบจำลองเป็นพื้นเดิมของอาคารและผนังโครงสร้างทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กมีความหนา 20 ซม. ดังรูป ก-1 โดยที่ปลายด้านหนึ่งของแบบจำลองสร้างเป็นชายหาดที่ทำด้วยทรายละเอียดขนาดประมาณ 0.25 มม. ดังแสดงในรูป ก-2 และปลายอีกด้านหนึ่งสร้างเป็นแท่นคอนกรีตทึบมีความสูงเท่ากับขอบของแอ่งคลื่นขนาดกว้าง 2.0 ม. และยาว 2.5 ม. เพื่อติดตั้งส่วนขับเคลื่อนสำหรับเครื่องกำเนิดคลื่นเอาไว้ ที่พื้นของแบบจำลองแอ่งคลื่นจะมีระบายน้ำออกจากแอ่งคลื่นได้ ในการปรับเปลี่ยนมุมของคลื่นที่กระทำกับแนวชายฝั่งสามารถทำได้ด้วยการปรับแนวชายฝั่งให้ทำมุมกับทิศทางของคลื่น ดังแสดงในรูป ก-3

ทรายที่ใช้เป็นชายฝั่งในแบบจำลองนี้ทางภาควิชาฯ ได้ให้ความอนุเคราะห์ต่อค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ โดยสั่งซื้อมาจากจังหวัดระยอง เป็นทรายละเอียดขนาดพิเศษที่ไม่สามารถหาได้ทั่วไป โดยมีขนาดของเม็ดทรายใกล้เคียงกันดังผลการวิเคราะห์ขนาดทรายในรูป ก-4



รูป ก-1 แบบจำลองของแท่งคลื่น

ก-2 เครื่องกำเนิดคลื่น

เครื่องกำเนิดคลื่น (wave generator) เป็นเครื่องมือที่ทางภาควิชาได้สั่งซื้อมาจากต่างประเทศ นำมาติดตั้งในแบบจำลองอ่างคลื่น ดังรูป ก-5 แสดงการติดตั้งเครื่องกำเนิดคลื่นลงในแบบจำลองอ่างคลื่น ทำการติดตั้งโดยตัวแทนจากบริษัทที่จำหน่ายเมื่อเดือนพฤษภาคม 2539 โดยเครื่องกำเนิดคลื่นนี้มีโครงสร้างทั้งหมดทำด้วยเหล็กยกเว้น กระดานสร้างคลื่น (wave board) ทำด้วยพลาสติก ปลายด้านล่างของกระดานสร้างคลื่นเป็นแบบ Hinge Connection ส่วนปลายด้านบนต่อเข้ากับส่วนขับเคลื่อนสามารถโยกกลับไปกลับมาได้ เครื่องกำเนิดคลื่นนี้สามารถสร้างคลื่นที่มีความสูงคลื่นและคาบเวลาที่แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะช่วงชัก ความสูงของระดับน้ำในอ่างคลื่นและความเร็วของมอเตอร์ ดังแสดงในรูป ก-6 ส่วนในตาราง ก-1 แสดงถึงคุณสมบัติของมอเตอร์เครื่องกำเนิดคลื่น และตาราง ก-2 แสดงถึงคุณสมบัติของมอเตอร์เครื่องกำเนิดคลื่นกับคาบเวลาของคลื่น และมีเอกสารประกอบการใช้เครื่องกำเนิดในท้ายภาคผนวกนี้

ก-3 เครื่องมือวัดความสูงคลื่น

เครื่องมือวัดความสูงคลื่น (wave height meter) ที่นี้ได้ติดตั้งลงในแบบจำลองอ่างคลื่นมีลักษณะดังรูป ก-7 โดยให้เครื่องมือนี้หันหลอดแดงเข้าหาทิศทางของคลื่นที่มากกระทำ และส่วนรับสัญญาณนี้ต้องแช่อยู่ในน้ำไม่ต่ำกว่า 1 ซม. โดยหลักการทำงานของอุปกรณ์ชนิดนี้ก็คือ เป็นการวัดความจุไฟฟ้าบนเส้นลวดที่เปลี่ยนแปลงตามระดับผิวน้ำ จากนั้นจะส่งสัญญาณต่อไปยังส่วนแสดงผล ให้แปลงสัญญาณเป็นค่าความต่างศักย์ (volt) ซึ่งสามารถนำไปต่อเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล หรือคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป โดยเมื่อค่าระดับน้ำเปลี่ยนแปลงไป 1 ซม. ค่าความต่างศักย์จะเปลี่ยนไปเท่ากับ 0.1 โวลต์ ซึ่งค่านี้ได้จากการสอบเทียบเครื่องมือวัดความสูงคลื่นในตาราง ก-3 และรูป ก-8 รายละเอียดในการใช้เครื่องมือนี้แสดงไว้ในท้ายภาคผนวกนี้

ตาราง ก-1 คุณสมบัติเครื่องกำเนิดคลื่น

มอเตอร์-กระแส

ความเร็วรอบ

$$N_p = \frac{120f}{p} \text{ (rpm)}$$

$$\frac{120 \times \text{Hz}}{4} =$$

$$\frac{f(\text{Hz})}{p(\text{ขั้ว})} \quad 30 \times \text{Hz} =$$

ความเร็ว 1/10 ของ

$$3 \times \text{Hz} =$$

Hz	rpm	rps
1	3	0.05
2	6	0.10
3	9	0.15
4	12	0.20
5	15	0.25
6	18	0.30
7	21	0.35
8	24	0.40
9	27	0.45
10	30	0.50
11	33	0.55
12	36	0.60
13	39	0.65
14	42	0.70
15	45	0.75
16	48	0.80
17	51	0.85
18	54	0.90
19	57	0.95
20	60	1.00

Hz	rpm	rps
21	63	1.05
22	66	1.10
23	69	1.15
24	72	1.20
25	75	1.25
26	78	1.30
27	81	1.35
28	84	1.40
29	87	1.45
30	90	1.50
31	93	1.55
32	96	1.60
33	99	1.65
34	102	1.70
35	105	1.75
36	108	1.80
37	111	1.85
38	114	1.90
39	117	1.95
40	120	2.00

Hz	rpm	rps
41	123	2.05
42	126	2.10
43	129	2.15
44	132	2.20
45	135	2.25
46	138	2.30
47	141	2.35
48	144	2.40
49	147	2.45
50	150	2.50
51	153	2.55
52	156	2.60
53	159	2.65
54	162	2.70
55	165	2.75
56	168	2.80
57	171	2.85
58	174	2.90
59	177	2.95
60	180	3.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก-2 คุณสมบัติมอเตอร์ของเครื่องกำเนิดคลื่นกับค่าคาบเวลาของคลื่น

Wave period, T (sec)	Speed motor, Hz	Wave period, T (sec)	Speed motor, Hz
0.20	100.0	1.65	12.12
0.25	80.00	1.70	11.76
0.30	66.67	1.75	11.43
0.35	57.14	1.80	11.11
0.40	50.00	1.85	10.81
0.45	44.44	1.90	10.53
0.50	40.00	1.95	10.26
0.55	36.36	2.00	10.00
0.60	33.33	2.05	9.756
0.65	30.77	2.10	9.524
0.70	28.57	2.15	9.302
0.75	26.67	2.20	9.091
0.80	25.00	2.25	8.889
0.85	23.53	2.30	8.696
0.90	22.22	2.35	8.511
0.95	21.05	2.40	8.333
1.00	20.00	2.45	8.163
1.05	19.05	2.50	8.000
1.10	18.18	2.55	7.843
1.15	17.39	2.60	7.692
1.20	16.67	2.65	7.547
1.25	16.00	2.70	7.407
1.30	15.38	2.75	7.273
1.35	14.81	2.80	7.143
1.40	14.29	2.85	7.018
1.45	13.79	2.90	6.897
1.50	13.33	2.95	6.780
1.55	12.90	3.00	6.667
1.60	12.50	3.05	6.557



รูป ก-2 แบบจำลองแอ่งคัลลินและชายฝั่งทราย



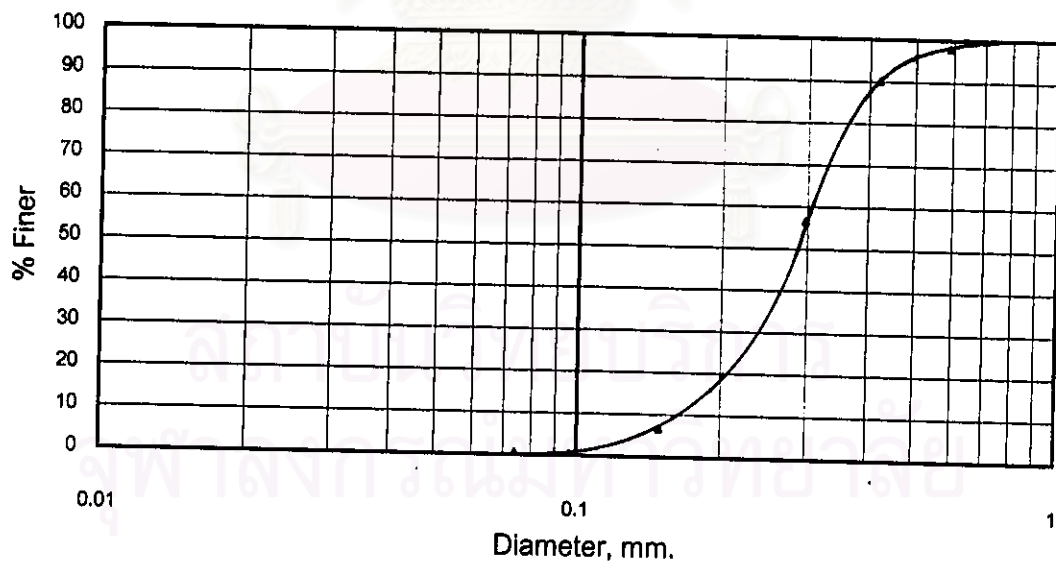
รูป ก-3 การปรับมุมของแนวชายฝั่งทราย

SIEVE ANALYSIS

Weight of container + Dry soil	gm.	855
Weight of container	gm.	95
Weight of dry soil	gm.	760

Sieve No.	Sieve opening mm.	Weight of sieve gm.	Weight of sieve+soil. gm.	Weight of soil retained gm.	Weight of soil retained %	Cumulative retained %	Percent finer %
30	0.59	450	465	15	1.97	1.97	98.03
40	0.42	435	495	60	7.89	9.87	90.13
50	0.297	430	685	255	33.55	43.42	56.58
100	0.149	400	780	380	50.00	93.42	6.58
200	0.074	340	385	45	5.92	99.34	0.66
PAN	-	360	365	5	0.66	100.00	-

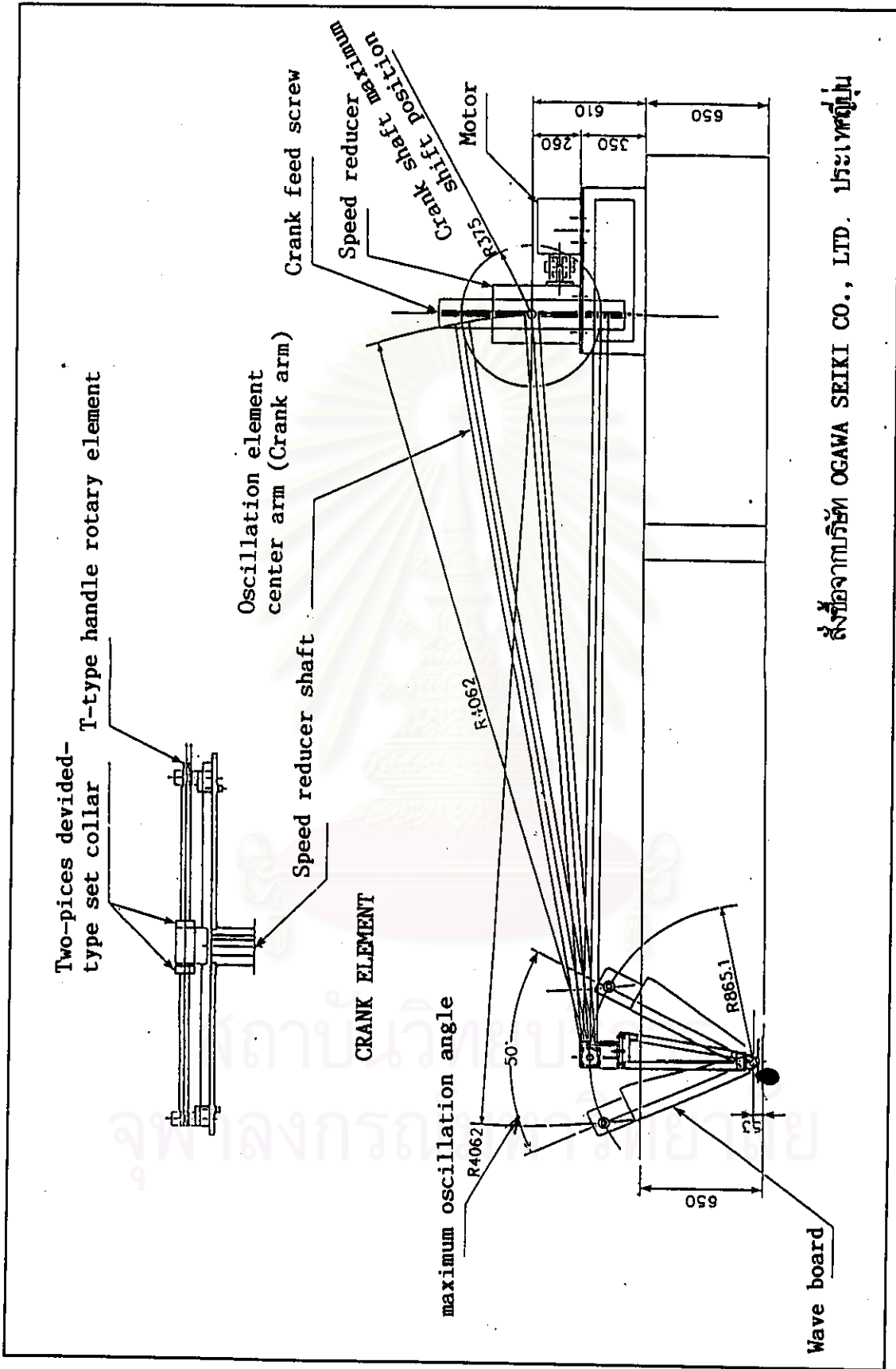
Grain Size Distribution Curve



รูป ก-4 การวิเคราะห์ขนาดของตะกอนทราย

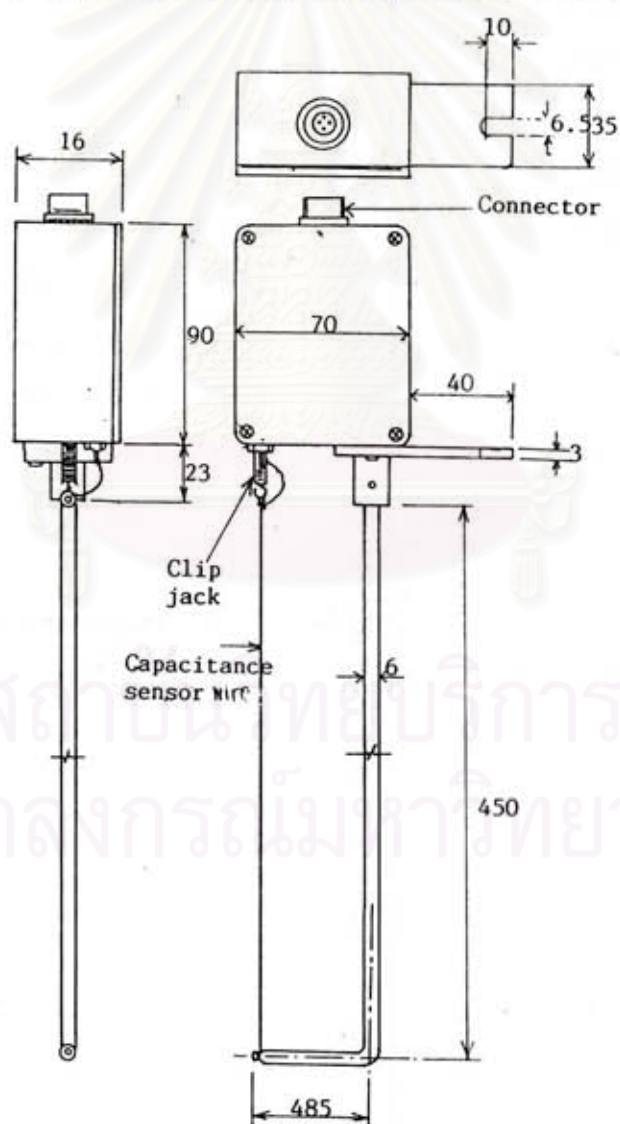
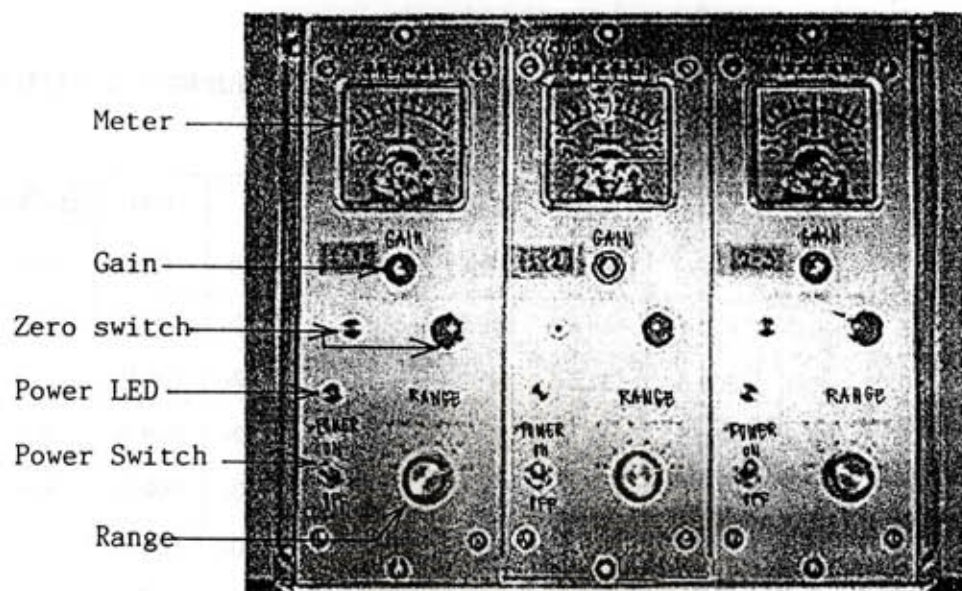


รูป ก-5 การติดตั้งเครื่องกำเนิดคลื่นในแบบจำลองแห่งคลื่น



ตั้งชื่อจากบริษัท OGAWA SEIKI CO., LTD. ประเทศญี่ปุ่น

รูป ก-6 รายละเอียดสำหรับเครื่องกำเนิดคลื่น



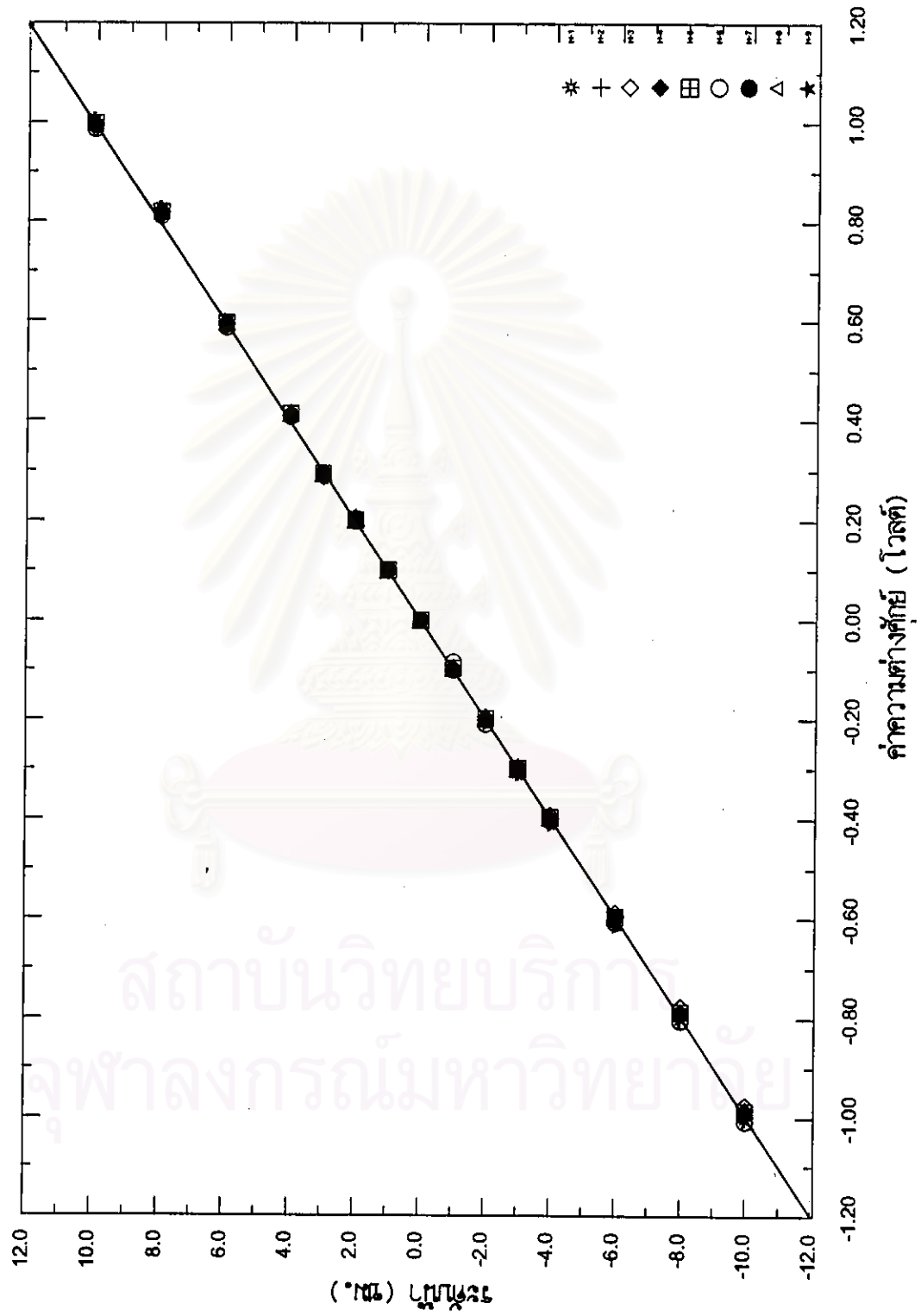
รูป ก-7 เครื่องมือวัดความสูงคลื่น

ตาราง ก-3 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความสูงคลื่น

ระดับน้ำ (cm)	H-1 (volts)	H-2 (volts)	H-3 (volts)	H-4 (volts)	H-5 (volts)	H-6 (volts)	H-7 (volts)	H-8 (volts)	H-9 (volts)
-10.00	-1.002	-0.985	-0.975	-0.984	-0.987	-1.009	-0.990	-0.998	-1.005
-8.00	-0.801	-0.788	-0.776	-0.786	-0.787	-0.805	-0.791	-0.796	-0.802
-6.00	-0.606	-0.595	-0.588	-0.595	-0.596	-0.608	-0.598	-0.605	-0.612
-4.00	-0.405	-0.398	-0.392	-0.398	-0.397	-0.402	-0.402	-0.406	-0.408
-3.00	-0.306	-0.300	-0.296	-0.299	-0.299	-0.300	-0.301	-0.306	-0.308
-2.00	-0.203	-0.198	-0.196	-0.195	-0.199	-0.210	-0.202	-0.204	-0.206
-1.00	-0.099	-0.096	-0.095	-0.095	-0.098	-0.085	-0.101	-0.102	-0.102
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.00	0.099	0.100	0.100	0.101	0.100	0.101	0.100	0.102	0.102
2.00	0.208	0.206	0.201	0.203	0.201	0.198	0.203	0.205	0.206
3.00	0.296	0.293	0.296	0.287	0.293	0.291	0.295	0.288	0.293
4.00	0.410	0.408	0.411	0.410	0.413	0.407	0.409	0.407	0.413
6.00	0.595	0.590	0.590	0.590	0.595	0.586	0.591	0.591	0.598
8.00	0.824	0.816	0.811	0.818	0.820	0.810	0.816	0.818	0.825
10.00	1.004	0.992	0.987	0.993	0.998	0.985	0.993	0.996	1.005

จากการสอบเทียบเครื่องมือวัดความสูงคลื่นจำนวน 9 เครื่อง

พบว่าเมื่อความสูงของระดับน้ำเปลี่ยนแปลงไป 1 ซม. ค่าความต่างศักย์ที่วัดได้จะเปลี่ยนไปเท่ากับ 0.1 volt



รูป ก-3 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความสูงคลื่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

WAVE GENERATOR and WAVE BASIN

ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมชายฝั่งใดๆก็ตาม wave generator หรือเครื่องกำเนิดคลื่นนั้นเป็นสิ่งจำเป็นมาก เนื่องจากโดยธรรมชาติแล้วเราจะพิจารณาการเกิดคลื่นจากลมที่ได้พัดผ่านผิวน้ำ ซึ่งก็เป็นการยากที่จะสามารถควบคุมให้เกิดลมภายในห้องปฏิบัติการได้ ดังนั้นจึงใช้ mechanic wave paddle แทนการเกิดคลื่นจากลมโดยตรงการสร้างคลื่นนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคร่าวๆ คือ regular wave generator และ irregular wave generator ความแตกต่างของเครื่องกำเนิดคลื่นทั้ง 2 ชนิดนี้อยู่ที่ชิ้นส่วนที่ใช้ขับเคลื่อนและการควบคุมการทำงานของเครื่องมีอย่างไรก็ดี หลักการทำงานทั่วไปของเครื่องกำเนิดคลื่นนั้นก็เหมือนกัน wave generator ของห้องปฏิบัติการแบบจำลองชลศาสตร์ และชายฝั่งทะเล ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้สั่งซื้อจากบริษัท OGAWA SEIKI CO., LTD. ประเทศญี่ปุ่น เป็นแบบ Flap Type 2 มิติซึ่งโครงสร้างของใบพัดคลื่น (wave paddle) นี้ปลายด้านล่างจะเป็น hinge connection ส่วนปลายด้านบนสามารถเคลื่อนที่โยกไป-มาได้โดยอาศัยการทำงานแบบการหมุนเยื้องศูนย์กลาง เครื่องกำเนิดคลื่นชนิดนี้สามารถสร้างได้ง่ายเพราะหลักการทำงานไม่ค่อยซับซ้อน และข้อดีอีกอย่างหนึ่งก็คือไม่ต้องใช้กำลังมากในการขับเคลื่อนเมื่อเทียบกับเครื่องกำเนิดคลื่นชนิดอื่นๆ

ข้อควรระวังในการใช้งาน

1. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าสายดินของหม้อแปลงและมอเตอร์นั้นได้ต่อลงดินแล้ว
2. เมื่อไม่มีการใช้งานจะต้องปิดสวิทช์ของหม้อแปลงและสวิทช์ที่ตู้ควบคุมของเครื่องกำเนิดคลื่น
3. ห้ามดึงสายไฟเพราะจะทำให้สายไฟหลุดได้ และระวังอย่าให้สายไฟหักหรืออย่าเหยียบทับสายไฟ
4. ระวังอย่าให้สายไฟเปียกน้ำเพราะอาจทำให้เกิดไฟช็อตได้
5. ในระหว่างการเดินเครื่อง อย่าเข้าใกล้มอเตอร์หรือชิ้นส่วนที่สามารถหมุนได้

การตรวจและบำรุงรักษา

1. เนื่องจาก wave generator นี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้าแรงสูง ดังนั้นจึงควรหมั่นตรวจเช็ค สายไฟและฉนวนหุ้ม สายไฟเป็นประจำ และควรให้ช่างไฟฟ้ามาตรวจทุกๆ 6 เดือน
2. ถ้าไม่ได้ใช้ wave generator เกินกว่า 1 เดือน ควรจะเปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง และต้องมีน้ำใน wave basin และควรตรวจเช็คสายไฟต่างๆ ว่าผิดปกติหรือไม่
3. หมั่นทาน้ำมันหรืออัดจารบี ในชิ้นส่วนของเครื่องมือที่สามารถเคลื่อนที่ได้ และอย่าปล่อยให้แห้งหรือปราศจากน้ำมัน
4. ถ้าสีที่ทาเอาไว้หลุดลอกออกไป ให้ทาสีซ่อม อย่าปล่อยให้แห้งเพราะจะทำให้เกิดสนิมได้
5. ถ้าแผ่นพลาสติก wave board เสียหายหรือแตกหัก ควรเปลี่ยนด้วยแผ่นใหม่

การเตรียมการก่อนการใช้งาน

1. ความสูงของน้ำที่สามารถได้ใสมากที่สุดใน wave basin คือประมาณ 50 เซนติเมตร
2. เมื่อเริ่มเดินเครื่อง ให้เปิดสวิตช์ที่หม้อแปลงจะเห็นว่าหลอดไฟที่หม้อแปลงสว่างขึ้น จากนั้นค่อยเปิดสวิตช์ที่ตู้ควบคุม มอเตอร์ก็จะเริ่มทำงานและทำให้ wave board เคลื่อนที่โยกไปและกลับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Capacitance Type Wave Height Measuring System

provide with precision auto-zero function

Model CH-403A & CHT4-40

Wave Height Measuring System นี้เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสูงของคลื่น สามารถใช้งานได้ อย่างรวดเร็วและมีความถูกต้องสูง มี auto-zero function ที่สามารถตั้งค่าศูนย์ (zero setting) ได้ เพียงแค่กดปุ่มเพียงปุ่มเดียวให้ความถูกต้องถึง 0.5% แต่ละเครื่องมืออุปกรณ์วัดได้หลายชุด ทำให้ สามารถวัดได้หลายจุดในเวลาเดียวกัน

ข้อควรระวังก่อนการใช้งาน

1. อย่าเสียบ/ดึง ปลั๊กหรือสายไฟใดๆ ในขณะที่สวิทช์ของเครื่องยังเปิดอยู่ และอย่าดึงสายไฟ ออกโดยที่ไม่ได้จับขั้วของสาย เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายได้
2. ขั้วต่อของอุปกรณ์วัด (detector unit) นั้นได้รับการออกแบบมาให้สามารถกันน้ำได้ ดังนั้น จะต้องหมุนขั้วต่อให้แน่น มิฉะนั้นแล้วจะทำให้เครื่องมือทำงานผิดพลาดได้ถ้าน้ำเข้า แต่ถ้า เมื่ออุปกรณ์วัดนี้เปียกน้ำแล้วก่อนการใช้งานจะต้องเช็ดให้แห้ง
3. ลวดวัด เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมาก ถ้าเกิดความเสียหายโดยเกิดแผล บิด หัก หรือ งอ จะทำให้ข้อมูลที่ได้นั้นไม่มีความสม่ำเสมอและผิดพลาดได้ ในกรณีเสียหายมากระบบการทำงานนั้นจะไม่สามารถที่จะทำการวัดได้เลย ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนลวดวัดใหม่ทุกครั้งที่เกิด ความเสียหายขึ้น(ในการเปลี่ยนลวดวัดนี้จะต้องใช้ลวดของอุปกรณ์นี้โดยเฉพาะ เครื่องมือ จะไม่สามารถทำงานได้ถ้าใช้ลวดอย่างอื่นได้)
4. หลังจากที่ได้กดปุ่ม auto-zero point แล้ว วงจรจะอยู่ในสภาวะการทำงาน (ไฟสีเขียวสว่าง) ควรระวังอย่าให้ความสูงของคลื่นเปลี่ยนแปลง หรืออย่าให้อุปกรณ์วัดเคลื่อนที่โดยไม่จำเป็น เพราะจะทำให้ค่าของ zero point มีค่าที่ไม่ถูกต้องได้
5. ขั้วต่อที่อยู่บนอุปกรณ์วัดที่เป็นกล่องสี่เหลี่ยมนี้ได้รับไฟเลี้ยงขนาด 220 volt ดังนั้นห้ามนำ สิ่งของใดๆ ก็ตาม ที่เป็นโลหะไปแตะหรือสัมผัสกับมัน เพราะจะทำให้ไฟฟ้ารั่วได้
6. ก่อนที่จะกระทำการใดๆ ทุกครั้ง จะต้องถอดปลั๊กไฟออกด้วยเพื่อความปลอดภัย

การเตรียมการก่อนการวัด

1. ติดตั้งอุปกรณ์วัด (detector unit) ในบริเวณที่ต้องการวัดความสูงของคลื่น โดยให้ลวดวัดหันไปในทิศทางของคลื่นที่เข้ามากระทบ ในการติดตั้งนั้นจะต้องมีน้ำท่วมลวดวัดอย่างน้อย 1 ซม.
2. ตั้งอุปกรณ์วัดให้มันคงอย่าให้ขยับได้แล้วจึงเสียบสายเคเบิล แล้วหมุนล้อคที่ขั้วต่อให้แน่น
3. ก่อนที่จะเสียบสายเคเบิลเข้ากับเครื่องวัด เช็คให้ติ๊กก่อนว่าได้ปิดสวิตช์ไฟของเครื่องแล้ว
4. ต่อปลั๊กของสายเคเบิล output (2P) โดยปลายข้างหนึ่งที่ขั้วต่อ output และปลายอีกข้างหนึ่งต่อเข้าเครื่องบันทึก

<u>Connector pin number</u>	<u>Signal</u>	<u>Code color</u>
1	(-) earth	ดำ
2	(+) signal	ขาว

5. ต่อปลั๊กสายไฟ (3P) เข้าที่ขั้วต่อ 220VAC และปลายอีกข้างหนึ่งต่อกับแหล่งจ่ายไฟ

การวัดความสูงของคลื่น

1. ตั้งค่าของ range ไว้ที่ค่า " ZERO " แล้วคอยผลักสวิตช์ปิด-เปิด ของเครื่องไปที่ ON จะเห็นว่าหน้าปัดเครื่องวัดอ่านค่าได้เท่ากับ 0 volt โดยที่เข็มชี้ที่กึ่งกลางพอดี
2. ตั้งค่าของ range ไว้ที่ค่า " CAL." เท่ากับ 1 ที่หน้าปัดจะอ่านค่าได้ประมาณ +2.5 volts และปรับ " CAL." เท่ากับ 1/2 หน้าปัดจะอ่านค่าได้ประมาณ +1.25 volts
3. เมื่อทำการเริ่มวัดให้ตั้งค่า range ไว้ที่ " MEAS 1." รอบประมาณ 10 วินาที จะเห็นไฟสีเขียวที่ ZERO สว่างขึ้นซึ่งก็หมายความว่าวงจรถูกปรับค่า zero-point ให้อย่างอัตโนมัติ
4. เมื่อไฟสีเขียวดับลงเครื่องก็จะเริ่มทำการวัดอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งเราปิดเครื่อง

ภาคผนวก ข

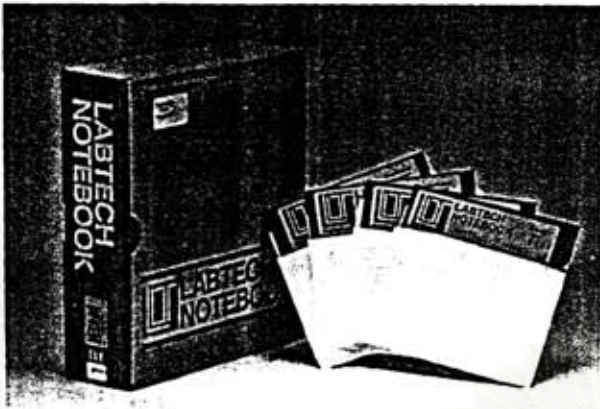
การวิเคราะห์ข้อมูลคลื่น

ข้อมูลคลื่นที่ใช้วิเคราะห์ในการศึกษา เป็นข้อมูลคลื่นที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือวัดความสูงคลื่นที่ติดตั้งในแบบจำลองอ่างคลื่น ณ ห้องปฏิบัติการแบบจำลองชลศาสตร์และชายฝั่งทะเล ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อทำการติดตั้งเครื่องมือวัดระดับความสูงของคลื่นในตำแหน่งที่ต้องการแล้วจึงบันทึกข้อมูล โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ " Labtech NoteBookpro " ซึ่งเป็น Data Acquisition Software อย่างหนึ่งดังรูป ข-1 โดยมีหลักการทำงานในการควบคุมการวัดและการบันทึกข้อมูลคลื่นดังแสดงในรูป ข-2 และในรูป ข-3 เป็นตัวอย่างการใช้โปรแกรมนี้บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์อย่างง่าย ๆ

ข้อมูลคลื่นที่โปรแกรมนี้บันทึกได้มาจากเครื่องมือวัดความสูงคลื่นซึ่งต่อเข้ากับแผงวงจรแปลงสัญญาณ Analog เป็น Digital รุ่น PCL-816 และใช้ร่วมกับแผงวงจรรวมสัญญาณแบบสกรู รุ่น PCLD-780 และ PCLD-880 ของบริษัท Advantech ดังรูป ข-4 และ รูป ข-5 ตามลำดับ โดยมีลักษณะสัญญาณเข้าเป็นแบบ Analog และแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณแบบ Digital ดังรูป ข-6

เมื่อได้ข้อมูลคลื่น (ดังตาราง ข-1) แล้วจึงนำไปวิเคราะห์โดยการคำนวณทางสถิติและการวิเคราะห์ความถี่เพื่อให้ได้ข้อมูลคลื่นซึ่งได้แก่ ความสูงคลื่น คาบเวลาของคลื่น และพลังงานคลื่น และเนื่องจากข้อมูลคลื่นที่บันทึกได้นั้น มีจำนวนข้อมูลมากจึงได้เขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ขึ้นมาอีกหนึ่งโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นดังตัวอย่างท้ายภาคผนวกนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

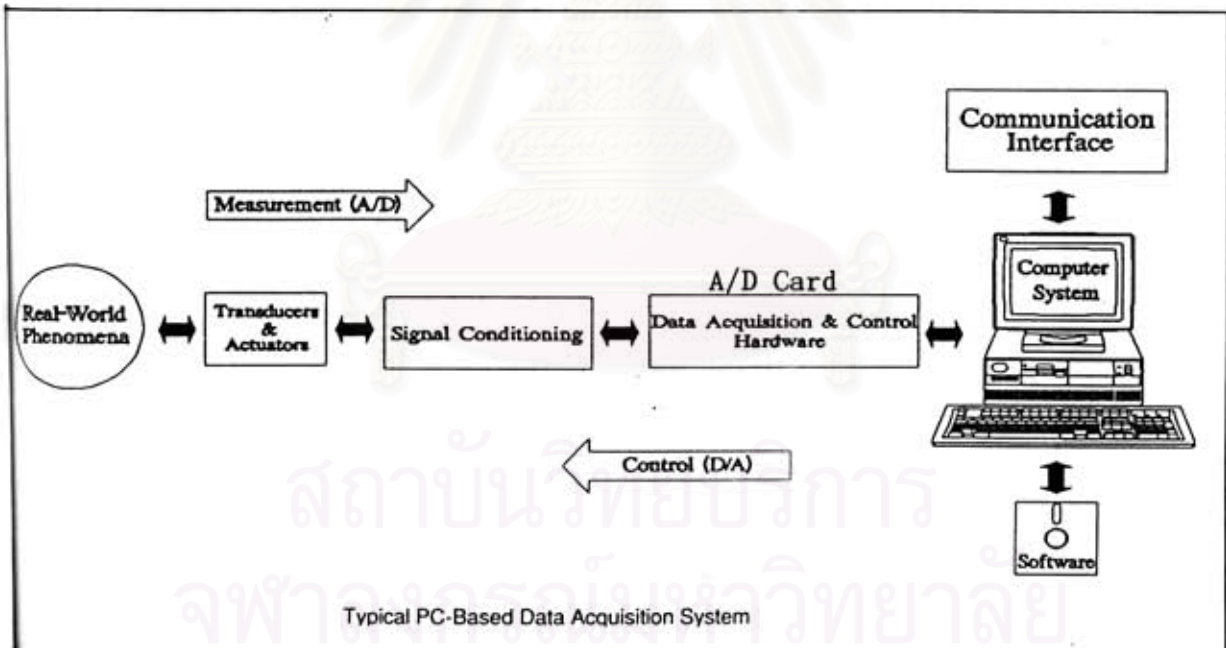


PCLS-701 LABTECH NOTEBOOK

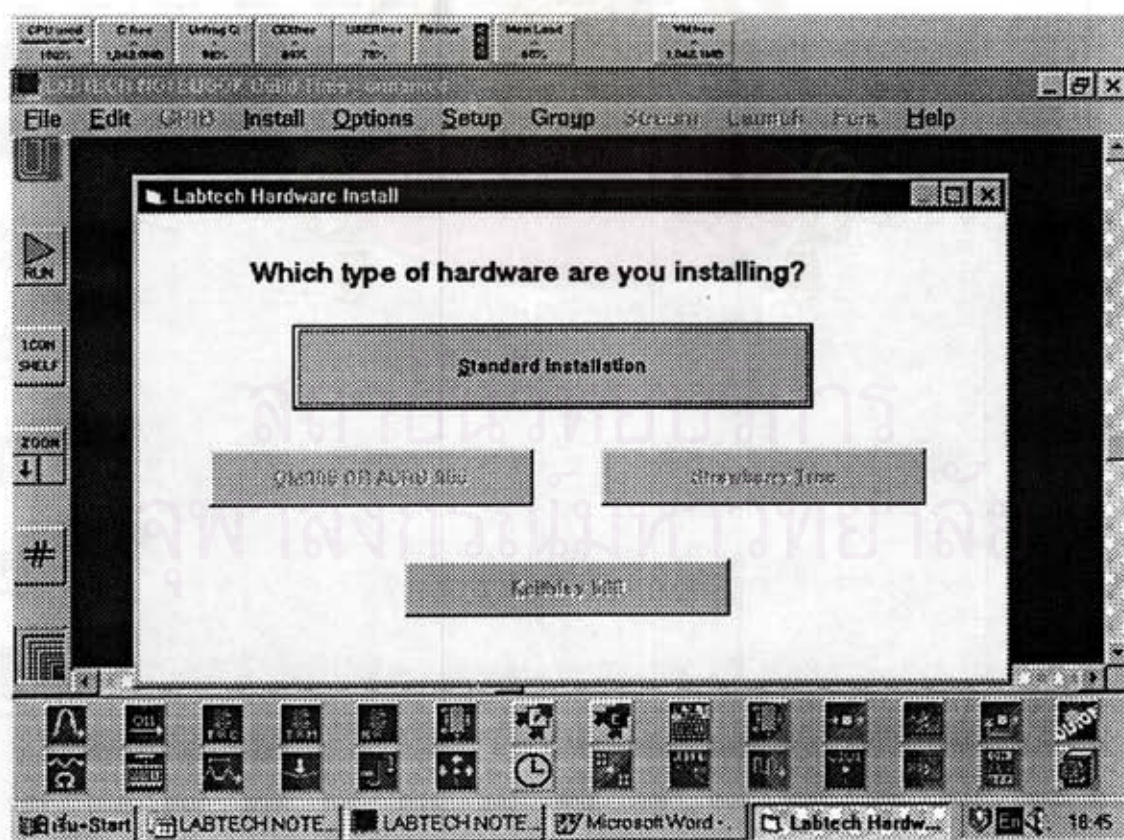
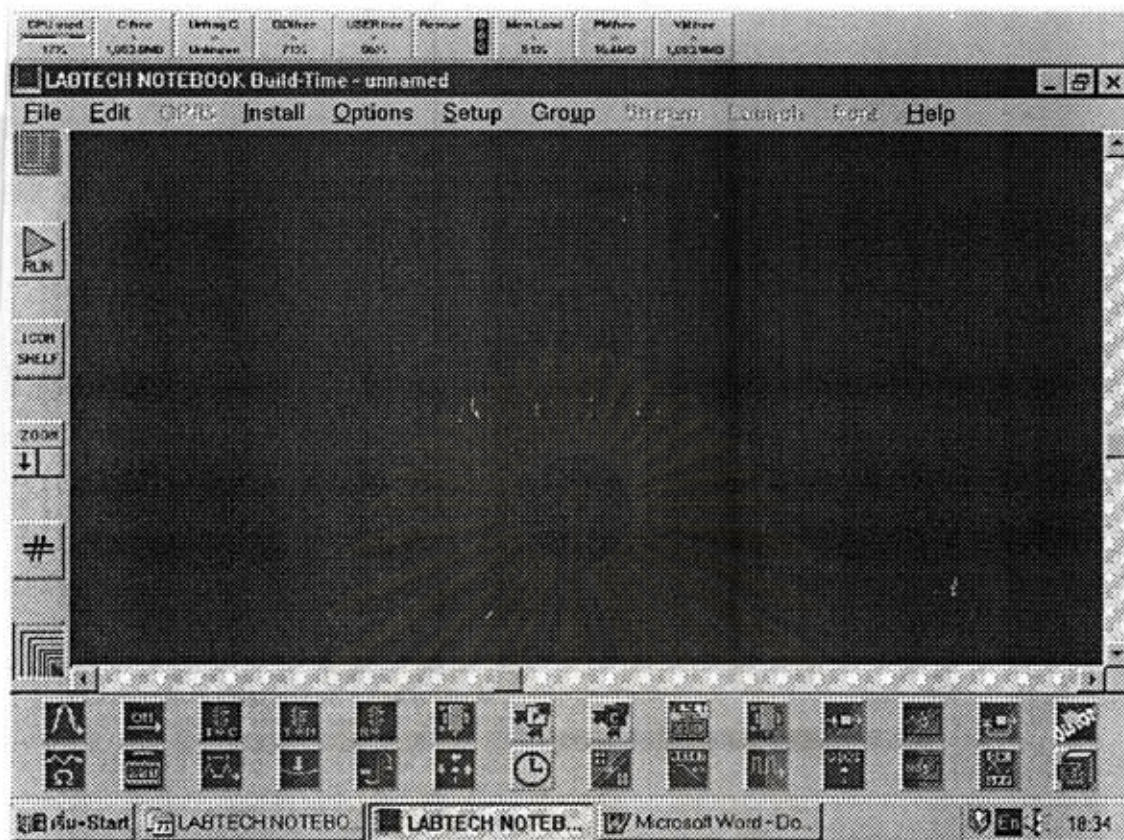
- Data acquisition
- Real-time process control
- ICON view graphical interface
- Thermocouple linearization and compensation

P6-8

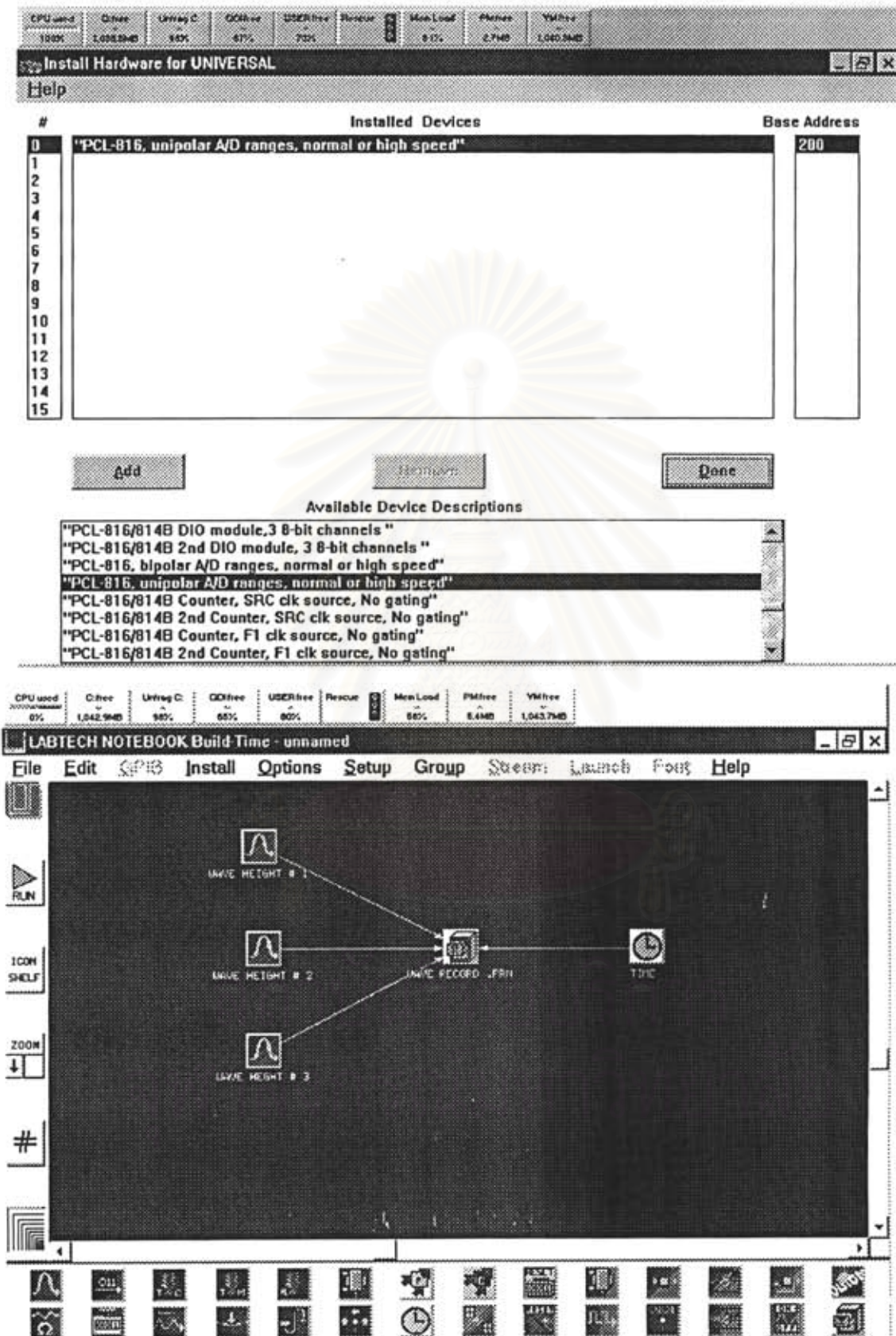
รูป ข-1 โปรแกรมควบคุมและบันทึกการวัดข้อมูลคลื่น
" Labtech NoteBookpro "



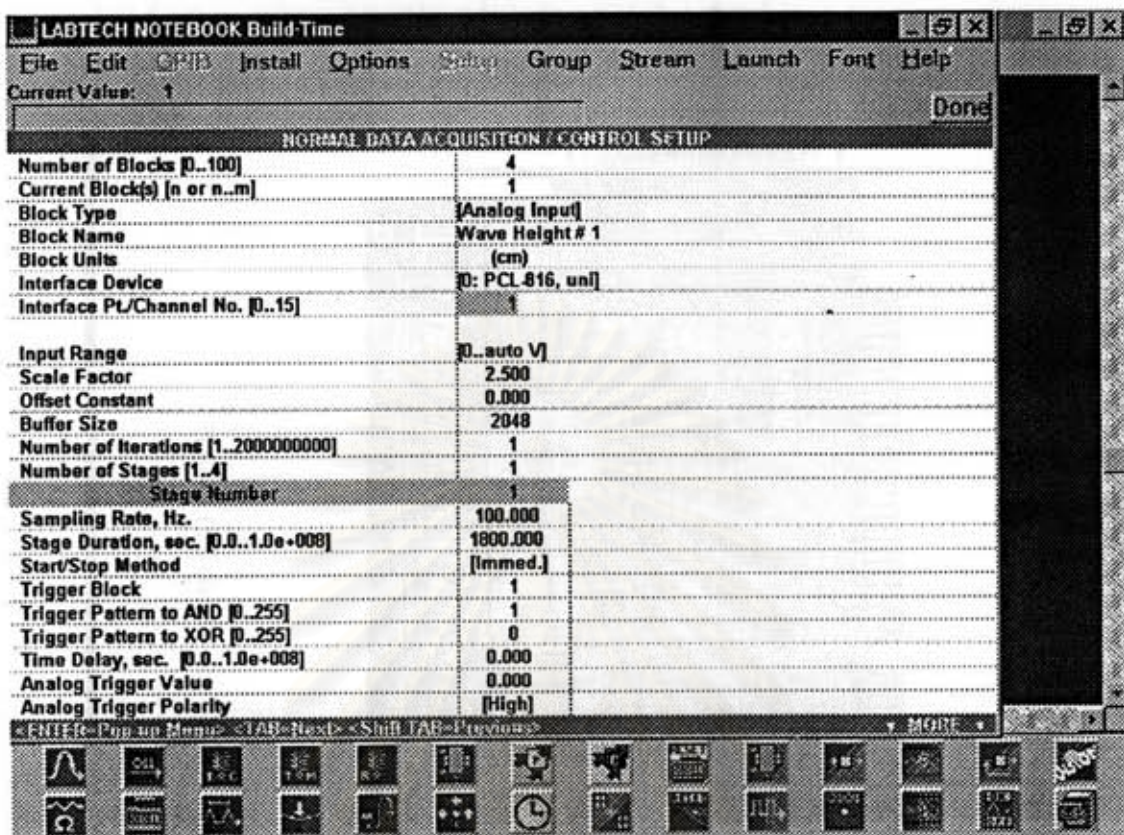
รูป ข-2 หลักการทำงานของโปรแกรม Data Acquisition



รูป ข-3 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Labtech NoteBookpro ในการวัดข้อมูลคลื่น



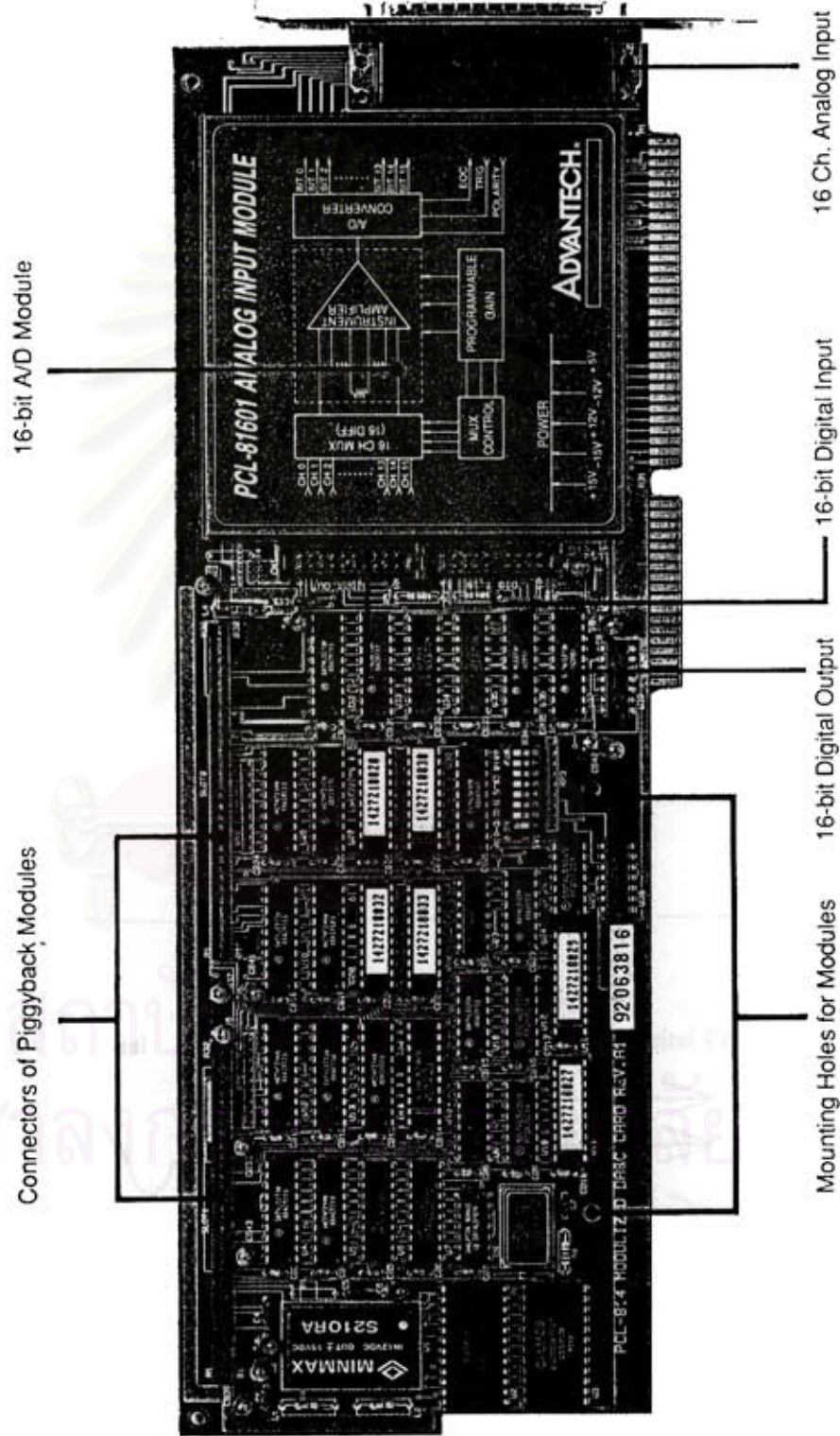
รูป ข-3 (ต่อ) ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Labtech NoteBookpro ในการวัดข้อมูลคลื่น



รูป ข-3 (ต่อ) ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Labtech NoteBookpro ในการวัดข้อมูลคลื่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

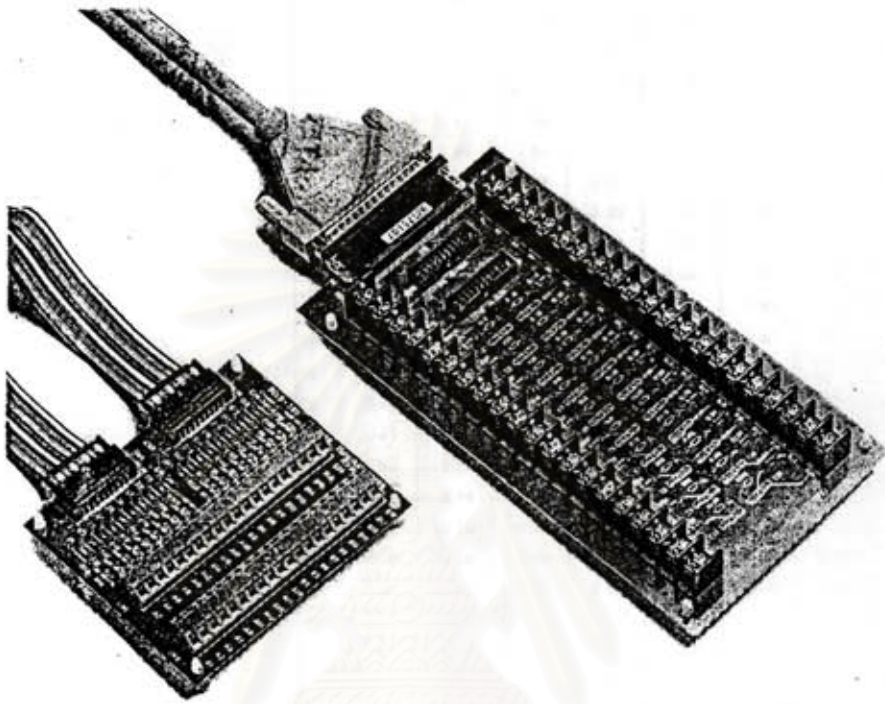
PCL-816 Modular Data Acquisition Cards



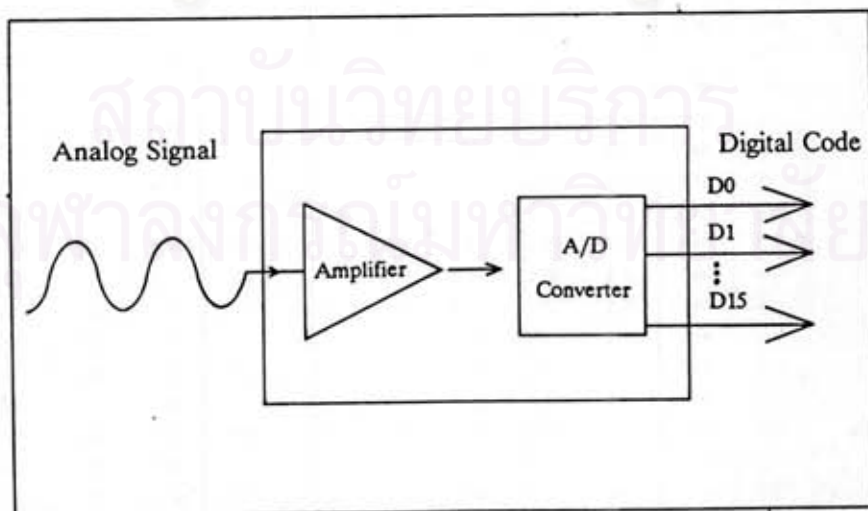
รูป ข-4 แผงวงจรแปลงสัญญาณ PCL-816

PCLD-780/880

Screw-terminal Board



รูป ข-5 แผงวงจรรวมสัญญาณแบบสกรู PCLD-780/880



รูป ข-6 การแปลงสัญญาณจาก analog เป็น digital

Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)				
	A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5
0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.60	1.26	0.91	-1.61	-1.77	-2.31	1.20	-1.11	-0.78	1.95	1.88	0.14
0.01	0.04	0.04	0.25	0.18	0.17	0.61	1.25	0.84	-1.65	-1.83	-2.30	1.21	-1.17	-0.69	1.95	1.51	-0.09
0.02	0.06	0.09	0.40	0.34	0.47	0.62	1.26	0.75	-1.68	-1.89	-2.26	1.22	-1.23	-0.60	1.95	1.26	-0.30
0.03	0.08	0.14	0.54	0.53	0.75	0.63	1.24	0.62	-1.72	-1.95	-2.22	1.23	-1.28	-0.52	1.94	1.02	-0.50
0.04	0.09	0.19	0.68	0.71	0.91	0.64	1.23	0.48	-1.76	-1.99	-2.15	1.24	-1.32	-0.45	1.93	0.81	-0.67
0.05	0.11	0.24	0.86	0.92	1.03	0.65	1.23	0.40	-1.80	-2.03	-2.07	1.25	-1.36	-0.37	1.91	0.65	-0.84
0.06	0.12	0.30	1.05	1.13	1.20	0.66	1.22	0.33	-1.84	-2.04	-1.97	1.26	-1.39	-0.30	1.88	0.46	-0.98
0.07	0.13	0.36	1.21	1.38	1.35	0.67	1.21	0.28	-1.87	-2.03	-1.86	1.27	-1.42	-0.23	1.84	0.29	-1.11
0.08	0.15	0.45	1.36	1.58	1.54	0.68	1.20	0.23	-1.90	-2.01	-1.73	1.28	-1.44	-0.18	1.80	0.12	-1.21
0.09	0.17	0.60	1.51	1.73	1.68	0.69	1.19	0.19	-1.94	-1.96	-1.60	1.29	-1.45	-0.12	1.74	-0.05	-1.33
0.10	0.19	0.76	1.67	1.87	1.84	0.70	1.18	0.15	-1.98	-1.89	-1.46	1.30	-1.46	-0.05	1.64	-0.22	-1.43
0.11	0.20	0.88	1.78	2.00	1.99	0.71	1.17	0.10	-2.01	-1.82	-1.32	1.31	-1.46	-0.01	1.50	-0.36	-1.55
0.12	0.22	0.97	1.82	2.07	2.14	0.72	1.16	0.08	-2.05	-1.75	-1.18	1.32	-1.46	0.03	1.38	-0.53	-1.67
0.13	0.24	1.04	1.86	2.11	2.23	0.73	1.13	0.01	-2.09	-1.65	-1.04	1.33	-1.45	0.06	1.26	-0.64	-1.79
0.14	0.28	1.12	1.90	2.15	2.30	0.74	1.10	-0.05	-2.12	-1.55	-0.89	1.34	-1.45	0.11	1.13	-0.74	-1.90
0.15	0.28	1.18	1.92	2.17	2.35	0.75	1.05	-0.11	-2.15	-1.46	-0.74	1.35	-1.43	0.15	0.99	-0.84	-2.00
0.16	0.31	1.23	1.94	2.20	2.40	0.76	1.00	-0.17	-2.18	-1.35	-0.60	1.36	-1.41	0.21	0.84	-0.95	-2.08
0.17	0.35	1.28	1.95	2.24	2.42	0.77	0.95	-0.25	-2.20	-1.23	-0.47	1.37	-1.39	0.25	0.70	-1.06	-2.16
0.18	0.41	1.32	1.95	2.27	2.43	0.78	0.89	-0.33	-2.20	-1.10	-0.31	1.38	-1.36	0.31	0.58	-1.17	-2.22
0.19	0.43	1.34	1.95	2.30	2.43	0.79	0.84	-0.41	-2.19	-0.97	-0.17	1.39	-1.32	0.38	0.46	-1.26	-2.26
0.20	0.46	1.36	1.95	2.33	2.44	0.80	0.78	-0.49	-2.17	-0.84	-0.03	1.40	-1.28	0.47	0.39	-1.35	-2.29
0.21	0.51	1.37	1.95	2.34	2.43	0.81	0.68	-0.57	-2.14	-0.71	0.10	1.41	-1.24	0.62	0.26	-1.43	-2.30
0.22	0.57	1.38	1.95	2.34	2.42	0.82	0.61	-0.66	-2.10	-0.57	0.32	1.42	-1.19	0.76	0.07	-1.52	-2.27
0.23	0.63	1.38	1.94	2.33	2.39	0.83	0.54	-0.76	-2.06	-0.43	0.59	1.43	-1.13	0.88	-0.16	-1.61	-2.24
0.24	0.70	1.38	1.93	2.33	2.35	0.84	0.47	-0.88	-2.00	-0.27	0.81	1.44	-1.08	0.96	-0.34	-1.69	-2.17
0.25	0.78	1.38	1.90	2.32	2.31	0.85	0.43	-0.96	-1.95	-0.11	0.92	1.45	-1.03	1.02	-0.44	-1.76	-2.09
0.26	0.86	1.38	1.88	2.30	2.25	0.86	0.38	-1.06	-1.88	0.05	1.03	1.46	-0.98	1.08	-0.55	-1.83	-1.99
0.27	0.91	1.38	1.82	2.27	2.17	0.87	0.32	-1.15	-1.81	0.22	1.16	1.47	-0.93	1.13	-0.67	-1.89	-1.88
0.28	0.98	1.39	1.76	2.23	2.06	0.88	0.28	-1.24	-1.74	0.37	1.30	1.48	-0.88	1.18	-0.78	-1.93	-1.75
0.29	1.04	1.39	1.68	2.20	1.95	0.89	0.24	-1.33	-1.67	0.57	1.45	1.49	-0.85	1.23	-0.87	-1.97	-1.62
0.30	1.10	1.40	1.53	2.16	1.85	0.90	0.21	-1.43	-1.59	0.74	1.61	1.50	-0.81	1.27	-0.94	-1.98	-1.46
0.31	1.14	1.41	1.40	2.11	1.75	0.91	0.19	-1.52	-1.49	0.96	1.74	1.51	-0.77	1.30	-1.00	-1.97	-1.34
0.32	1.17	1.42	1.28	2.05	1.63	0.92	0.17	-1.62	-1.39	1.18	1.88	1.52	-0.75	1.32	-1.08	-1.94	-1.20
0.33	1.19	1.42	1.13	1.93	1.48	0.93	0.15	-1.71	-1.28	1.44	2.03	1.53	-0.72	1.34	-1.16	-1.90	-1.06
0.34	1.21	1.42	0.96	1.78	1.33	0.94	0.13	-1.81	-1.16	1.64	2.17	1.54	-0.70	1.35	-1.23	-1.86	-0.92
0.35	1.22	1.42	0.80	1.61	1.15	0.95	0.12	-1.90	-1.03	1.80	2.24	1.55	-0.69	1.36	-1.29	-1.80	-0.78
0.36	1.23	1.43	0.68	1.34	1.00	0.96	0.12	-1.98	-0.91	1.95	2.30	1.56	-0.68	1.38	-1.35	-1.74	-0.65
0.37	1.24	1.44	0.52	1.06	0.88	0.97	0.11	-2.06	-0.78	2.06	2.35	1.57	-0.68	1.38	-1.41	-1.67	-0.53
0.38	1.25	1.45	0.42	0.81	0.68	0.98	0.11	-2.12	-0.59	2.11	2.37	1.58	-0.69	1.40	-1.46	-1.60	-0.40
0.39	1.26	1.45	0.27	0.63	0.29	0.99	0.11	-2.18	-0.45	2.14	2.39	1.59	-0.70	1.41	-1.53	-1.53	-0.28
0.40	1.26	1.45	0.08	0.43	0.06	1.00	0.11	-2.23	-0.26	2.17	2.40	1.60	-0.71	1.42	-1.58	-1.45	-0.15
0.41	1.27	1.45	-0.18	0.28	-0.12	1.01	0.11	-2.28	0.02	2.20	2.40	1.61	-0.71	1.43	-1.65	-1.36	-0.01
0.42	1.27	1.45	-0.35	0.08	-0.33	1.02	0.10	-2.30	0.28	2.23	2.39	1.62	-0.72	1.45	-1.70	-1.28	0.11
0.43	1.27	1.44	-0.46	-0.09	-0.54	1.03	0.10	-2.32	0.42	2.26	2.37	1.63	-0.72	1.46	-1.78	-1.18	0.31
0.44	1.27	1.43	-0.57	-0.26	-0.73	1.04	0.08	-2.32	0.55	2.29	2.35	1.64	-0.72	1.48	-1.82	-1.08	0.57
0.45	1.27	1.42	-0.71	-0.41	-0.92	1.05	0.07	-2.30	0.70	2.31	2.33	1.65	-0.70	1.49	-1.87	-0.97	0.79
0.46	1.27	1.40	-0.83	-0.53	-1.08	1.06	0.04	-2.25	0.87	2.33	2.30	1.66	-0.69	1.50	-1.92	-0.87	0.91
0.47	1.27	1.38	-0.92	-0.63	-1.17	1.07	0.01	-2.19	1.05	2.33	2.25	1.67	-0.66	1.51	-1.96	-0.75	1.01
0.48	1.27	1.36	-0.99	-0.72	-1.30	1.08	-0.03	-2.12	1.20	2.33	2.19	1.68	-0.63	1.53	-1.99	-0.63	1.14
0.49	1.27	1.34	-1.08	-0.80	-1.45	1.09	-0.08	-2.03	1.34	2.33	2.11	1.69	-0.60	1.53	-2.02	-0.48	1.28
0.50	1.27	1.32	-1.16	-0.91	-1.60	1.10	-0.13	-1.93	1.49	2.31	2.00	1.70	-0.52	1.53	-2.05	-0.34	1.42
0.51	1.27	1.29	-1.22	-1.01	-1.74	1.11	-0.19	-1.82	1.64	2.29	1.90	1.71	-0.46	1.52	-2.08	-0.17	1.58
0.52	1.27	1.27	-1.28	-1.12	-1.87	1.12	-0.26	-1.71	1.73	2.26	1.80	1.72	-0.42	1.50	-2.11	-0.02	1.72
0.53	1.27	1.24	-1.33	-1.22	-1.98	1.13	-0.35	-1.58	1.79	2.23	1.68	1.73	-0.38	1.47	-2.14	0.15	1.84
0.54	1.27	1.20	-1.37	-1.31	-2.07	1.14	-0.51	-1.46	1.84	2.20	1.50	1.74	-0.34	1.45	-2.16	0.30	1.98
0.55	1.27	1.16	-1.41	-1.38	-2.15	1.15	-0.68	-1.33	1.88	2.16	1.31	1.75	-0.28	1.43	-2.19	0.48	2.11
0.56	1.28	1.12	-1.48	-1.47	-2.21	1.16	-0.80	-1.21	1.91	2.12	1.13	1.76	-0.25	1.41	-2.20	0.67	2.20
0.57	1.26	1.06	-1.50	-1.55	-2.28	1.17	-0.88	-1.10	1.93	2.06	0.97	1.77	-0.20	1.38	-2.22	0.88	2.27
0.58	1.26	1.02	-1.53	-1.63	-2.29	1.18	-0.96	-0.99	1.94	1.94	0.81	1.78	-0.17	1.35	-2.22	1.11	2.33
0.59	1.26	0.97	-1.57	-1.70	-2.31	1.19	-1.04	-0.88	1.95	1.81	0.50	1.79	-0.14	1.31	-2.22	1.39	2.36

Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)				
	A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5
1.80	-0.12	1.28	-2.20	1.80	2.38	2.40	1.26	-2.14	0.39	-1.92	-0.24	3.00	-0.81	1.41	-0.66	0.01	-2.20
1.81	-0.09	1.24	-2.17	1.77	2.39	2.41	1.25	-2.05	0.24	-1.84	-0.10	3.01	-0.89	1.41	-0.51	-0.17	-2.25
1.82	-0.07	1.20	-2.14	1.93	2.40	2.42	1.25	-1.96	0.07	-1.77	0.03	3.02	-0.96	1.41	-0.40	-0.34	-2.27
1.83	-0.05	1.16	-2.09	2.04	2.40	2.43	1.25	-1.83	-0.15	-1.88	0.19	3.03	-1.02	1.40	-0.17	-0.49	-2.28
1.84	-0.03	1.13	-2.04	2.10	2.39	2.44	1.24	-1.71	-0.32	-1.59	0.45	3.04	-1.08	1.40	0.10	-0.62	-2.27
1.85	-0.01	1.09	-1.99	2.14	2.35	2.45	1.23	-1.58	-0.42	-1.49	0.71	3.05	-1.14	1.39	0.33	-0.74	-2.23
1.86	0.01	1.07	-1.92	2.17	2.32	2.46	1.22	-1.45	-0.50	-1.39	0.87	3.06	-1.20	1.39	0.44	-0.88	-2.18
1.87	0.02	1.04	-1.85	2.22	2.26	2.47	1.22	-1.33	-0.59	-1.29	0.97	3.07	-1.25	1.38	0.59	-1.01	-2.10
1.88	0.03	1.02	-1.78	2.26	2.19	2.48	1.21	-1.20	-0.69	-1.19	1.09	3.08	-1.30	1.37	0.76	-1.13	-2.01
1.89	0.04	1.00	-1.70	2.29	2.08	2.49	1.21	-1.08	-0.78	-1.09	1.23	3.09	-1.34	1.35	0.93	-1.24	-1.90
1.90	0.05	0.98	-1.63	2.32	1.94	2.50	1.20	-0.96	-0.87	-0.98	1.37	3.10	-1.38	1.33	1.11	-1.34	-1.78
1.91	0.06	0.94	-1.56	2.36	1.83	2.51	1.20	-0.86	-0.94	-0.88	1.52	3.11	-1.41	1.31	1.25	-1.43	-1.64
1.92	0.07	0.92	-1.48	2.38	1.72	2.52	1.19	-0.75	-0.99	-0.77	1.65	3.12	-1.44	1.29	1.40	-1.51	-1.50
1.93	0.09	0.89	-1.36	2.37	1.61	2.53	1.18	-0.66	-1.05	-0.65	1.76	3.13	-1.46	1.27	1.55	-1.59	-1.36
1.94	0.10	0.85	-1.25	2.36	1.45	2.54	1.18	-0.57	-1.12	-0.53	1.88	3.14	-1.47	1.25	1.69	-1.67	-1.20
1.95	0.12	0.79	-1.15	2.36	1.29	2.55	1.17	-0.49	-1.17	-0.39	2.00	3.15	-1.48	1.22	1.77	-1.74	-1.04
1.96	0.13	0.72	-1.03	2.35	1.14	2.56	1.15	-0.42	-1.23	-0.25	2.14	3.16	-1.49	1.20	1.84	-1.80	-0.88
1.97	0.16	0.64	-0.93	2.32	0.99	2.57	1.13	-0.35	-1.28	-0.10	2.22	3.17	-1.48	1.17	1.88	-1.86	-0.73
1.98	0.18	0.52	-0.81	2.29	0.85	2.58	1.09	-0.28	-1.34	0.05	2.28	3.18	-1.47	1.14	1.92	-1.92	-0.59
1.99	0.20	0.44	-0.65	2.26	0.58	2.59	1.04	-0.21	-1.40	0.20	2.32	3.19	-1.45	1.10	1.95	-1.96	-0.44
2.00	0.23	0.38	-0.49	2.22	0.22	2.60	0.99	-0.15	-1.45	0.34	2.34	3.20	-1.42	1.07	1.95	-1.99	-0.28
2.01	0.26	0.32	-0.36	2.18	0.01	2.61	0.92	-0.09	-1.52	0.53	2.36	3.21	-1.39	1.03	1.95	-2.01	-0.13
2.02	0.28	0.27	-0.10	2.15	-0.18	2.62	0.87	-0.04	-1.58	0.70	2.37	3.22	-1.35	1.00	1.95	-2.00	0.01
2.03	0.32	0.21	0.18	2.10	-0.38	2.63	0.79	0.01	-1.65	0.91	2.38	3.23	-1.31	0.97	1.95	-1.97	0.18
2.04	0.38	0.15	0.38	2.03	-0.57	2.64	0.71	0.05	-1.71	1.13	2.38	3.24	-1.27	0.92	1.95	-1.93	0.47
2.05	0.42	0.07	0.48	1.90	-0.73	2.65	0.63	0.09	-1.78	1.38	2.36	3.25	-1.23	0.88	1.95	-1.88	0.72
2.06	0.46	-0.01	0.63	1.75	-0.89	2.66	0.56	0.14	-1.84	1.69	2.33	3.26	-1.19	0.83	1.95	-1.82	0.88
2.07	0.50	-0.09	0.80	1.59	-1.03	2.67	0.49	0.19	-1.89	1.75	2.28	3.27	-1.15	0.75	1.95	-1.76	0.96
2.08	0.56	-0.18	0.98	1.34	-1.15	2.68	0.44	0.24	-1.93	1.90	2.22	3.28	-1.11	0.67	1.94	-1.69	1.12
2.09	0.64	-0.28	1.15	1.05	-1.25	2.69	0.40	0.29	-1.98	2.02	2.14	3.29	-1.07	0.53	1.91	-1.61	1.25
2.10	0.71	-0.38	1.31	0.83	-1.33	2.70	0.34	0.35	-2.01	2.09	2.02	3.30	-1.04	0.44	1.66	-1.52	1.39
2.11	0.80	-0.47	1.46	0.65	-1.42	2.71	0.29	0.43	-2.04	2.14	1.90	3.31	-1.01	0.37	1.80	-1.43	1.54
2.12	0.87	-0.56	1.62	0.45	-1.52	2.72	0.26	0.55	-2.07	2.17	1.79	3.32	-0.98	0.31	1.73	-1.32	1.65
2.13	0.93	-0.65	1.72	0.27	-1.63	2.73	0.23	0.71	-2.09	2.22	1.67	3.33	-0.96	0.28	1.60	-1.23	1.76
2.14	0.99	-0.74	1.79	0.11	-1.72	2.74	0.20	0.83	-2.11	2.26	1.54	3.34	-0.94	0.21	1.45	-1.14	1.87
2.15	1.06	-0.82	1.85	-0.06	-1.81	2.75	0.18	0.94	-2.14	2.29	1.39	3.35	-0.92	0.15	1.31	-1.04	1.97
2.16	1.11	-0.91	1.89	-0.22	-1.89	2.76	0.16	1.00	-2.16	2.33	1.23	3.36	-0.91	0.09	1.16	-0.94	2.10
2.17	1.15	-0.99	1.93	-0.38	-1.96	2.77	0.14	1.07	-2.18	2.36	1.10	3.37	-0.90	0.02	1.00	-0.83	2.18
2.18	1.17	-1.07	1.95	-0.52	-2.03	2.78	0.12	1.13	-2.20	2.38	0.96	3.38	-0.89	-0.05	0.84	-0.73	2.23
2.19	1.19	-1.16	1.95	-0.62	-2.09	2.79	0.11	1.19	-2.21	2.39	0.82	3.39	-0.88	-0.12	0.68	-0.61	2.28
2.20	1.21	-1.24	1.95	-0.74	-2.14	2.80	0.10	1.24	-2.22	2.39	0.56	3.40	-0.88	-0.19	0.54	-0.48	2.31
2.21	1.22	-1.33	1.95	-0.88	-2.18	2.81	0.09	1.28	-2.21	2.40	0.18	3.41	-0.87	-0.27	0.43	-0.34	2.32
2.22	1.23	-1.41	1.95	-1.02	-2.20	2.82	0.08	1.32	-2.19	2.39	-0.02	3.42	-0.87	-0.36	0.31	-0.19	2.33
2.23	1.24	-1.50	1.95	-1.14	-2.20	2.83	0.08	1.34	-2.16	2.36	-0.22	3.43	-0.86	-0.44	0.12	-0.04	2.33
2.24	1.25	-1.60	1.95	-1.25	-2.17	2.84	0.07	1.36	-2.12	2.32	-0.41	3.44	-0.86	-0.52	-0.11	0.13	2.34
2.25	1.25	-1.70	1.95	-1.35	-2.12	2.85	0.06	1.37	-2.08	2.28	-0.56	3.45	-0.85	-0.60	-0.31	0.28	2.34
2.26	1.26	-1.79	1.95	-1.44	-2.05	2.86	0.04	1.38	-2.02	2.24	-0.71	3.46	-0.84	-0.68	-0.43	0.45	2.32
2.27	1.26	-1.89	1.92	-1.53	-1.97	2.87	0.03	1.39	-1.96	2.20	-0.85	3.47	-0.83	-0.76	-0.53	0.64	2.28
2.28	1.26	-1.97	1.88	-1.62	-1.87	2.88	0.01	1.39	-1.90	2.16	-1.00	3.48	-0.82	-0.85	-0.64	0.81	2.23
2.29	1.27	-2.06	1.83	-1.70	-1.75	2.89	-0.02	1.39	-1.82	2.12	-1.13	3.49	-0.80	-0.94	-0.75	1.03	2.16
2.30	1.27	-2.13	1.76	-1.79	-1.62	2.90	-0.05	1.40	-1.74	2.04	-1.23	3.50	-0.77	-1.03	-0.84	1.25	2.04
2.31	1.27	-2.20	1.67	-1.86	-1.49	2.91	-0.08	1.40	-1.66	1.90	-1.32	3.51	-0.74	-1.12	-0.92	1.47	1.82
2.32	1.27	-2.28	1.50	-1.94	-1.35	2.92	-0.12	1.41	-1.58	1.73	-1.42	3.52	-0.70	-1.22	-0.98	1.63	1.61
2.33	1.27	-2.30	1.36	-2.00	-1.20	2.93	-0.16	1.41	-1.49	1.53	-1.54	3.53	-0.66	-1.32	-1.06	1.76	1.71
2.34	1.27	-2.33	1.21	-2.05	-1.06	2.94	-0.20	1.41	-1.39	1.27	-1.67	3.54	-0.61	-1.42	-1.14	1.89	1.61
2.35	1.27	-2.35	1.05	-2.08	-0.92	2.95	-0.26	1.41	-1.28	1.01	-1.79	3.55	-0.52	-1.52	-1.20	2.00	1.48
2.36	1.27	-2.34	0.89	-2.09	-0.78	2.96	-0.33	1.41	-1.17	0.78	-1.90	3.56	-0.45	-1.63	-1.25	2.06	1.37
2.37	1.27	-2.32	0.73	-2.08	-0.65	2.97	-0.43	1.41	-1.04	0.59	-1.99	3.57	-0.39	-1.74	-1.31	2.11	1.24
2.38	1.27	-2.28	0.60	-2.05	-0.52	2.98	-0.60	1.41	-0.94	0.37	-2.08	3.58	-0.34	-1.85	-1.36	2.14	1.13
2.39	1.26	-2.22	0.47	-1.99	-0.37	2.99	-0.72	1.41	-0.82	0.19	-2.14	3.59	-0.28	-1.95	-1.42	2.17	1.01

Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)				
	A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5
5.50	-0.06	1.37	-0.55	1.86	-2.06	6.10	1.32	-0.89	0.56	1.89	-0.76	6.70	-1.08	0.81	-1.93	-1.78	2.24
5.51	-0.03	1.37	-0.65	1.43	-1.96	6.11	1.31	-0.77	0.71	1.86	-0.93	6.71	-1.14	0.98	-1.98	-1.72	2.19
5.52	-0.01	1.37	-0.75	1.14	-1.84	6.12	1.30	-0.85	0.88	2.01	-1.06	6.72	-1.20	1.04	-2.02	-1.66	2.10
5.53	0.01	1.38	-0.84	0.91	-1.71	6.13	1.29	-0.94	1.07	2.09	-1.17	6.73	-1.25	1.10	-2.06	-1.59	1.98
5.54	0.03	1.38	-0.91	0.72	-1.57	6.14	1.28	-1.04	1.22	2.13	-1.33	6.74	-1.30	1.16	-2.09	-1.51	1.87
5.55	0.05	1.38	-0.97	0.53	-1.42	6.15	1.26	-1.14	1.37	2.18	-1.48	6.75	-1.35	1.22	-2.12	-1.43	1.78
5.56	0.08	1.38	-1.03	0.32	-1.26	6.16	1.25	-1.24	1.52	2.23	-1.63	6.76	-1.38	1.26	-2.14	-1.35	1.68
5.57	0.10	1.38	-1.11	0.15	-1.11	6.17	1.24	-1.35	1.67	2.27	-1.75	6.77	-1.42	1.30	-2.17	-1.26	1.58
5.58	0.12	1.38	-1.17	-0.03	-0.96	6.18	1.22	-1.47	1.76	2.31	-1.86	6.78	-1.45	1.33	-2.19	-1.17	1.47
5.59	0.16	1.38	-1.23	-0.21	-0.77	6.19	1.21	-1.58	1.83	2.34	-1.96	6.79	-1.47	1.35	-2.20	-1.09	1.38
5.60	0.18	1.37	-1.29	-0.38	-0.61	6.20	1.19	-1.71	1.88	2.38	-2.03	6.80	-1.48	1.36	-2.22	-1.00	1.26
5.61	0.20	1.36	-1.36	-0.51	-0.47	6.21	1.17	-1.82	1.92	2.4	-2.09	6.81	-1.51	1.38	-2.23	-0.91	1.15
5.62	0.24	1.36	-1.42	-0.63	-0.31	6.22	1.15	-1.93	1.95	2.41	-2.14	6.82	-1.52	1.38	-2.23	-0.80	1.05
5.63	0.27	1.36	-1.50	-0.76	-0.15	6.23	1.12	-2.03	1.96	2.42	-2.19	6.83	-1.53	1.38	-2.23	-0.68	0.93
5.64	0.30	1.36	-1.57	-0.91	-0.01	6.24	1.07	-2.13	1.96	2.42	-2.23	6.84	-1.53	1.39	-2.22	-0.54	0.76
5.65	0.35	1.35	-1.64	-1.06	0.11	6.25	1.02	-2.22	1.96	2.43	-2.26	6.85	-1.52	1.39	-2.21	-0.38	0.58
5.66	0.41	1.34	-1.72	-1.20	0.35	6.26	0.96	-2.30	1.96	2.42	-2.27	6.86	-1.50	1.39	-2.18	-0.22	0.21
5.67	0.43	1.34	-1.79	-1.32	0.60	6.27	0.91	-2.38	1.96	2.41	-2.27	6.87	-1.48	1.39	-2.14	-0.05	0.00
5.68	0.47	1.34	-1.85	-1.43	0.80	6.28	0.86	-2.41	1.96	2.38	-2.25	6.88	-1.46	1.39	-2.10	0.11	-0.21
5.69	0.51	1.34	-1.91	-1.52	0.90	6.29	0.80	-2.45	1.96	2.34	-2.20	6.89	-1.43	1.39	-2.06	0.27	-0.43
5.70	0.56	1.34	-1.97	-1.60	0.99	6.30	0.73	-2.46	1.96	2.28	-2.13	6.90	-1.39	1.38	-2.01	0.45	-0.62
5.71	0.60	1.34	-2.01	-1.67	1.11	6.31	0.67	-2.45	1.94	2.22	-2.04	6.91	-1.35	1.38	-1.95	0.66	-0.79
5.72	0.65	1.33	-2.05	-1.73	1.23	6.32	0.61	-2.41	1.91	2.17	-1.94	6.92	-1.30	1.37	-1.88	0.85	-0.93
5.73	0.70	1.31	-2.08	-1.78	1.35	6.33	0.56	-2.35	1.87	2.1	-1.81	6.93	-1.26	1.37	-1.80	1.09	-1.05
5.74	0.76	1.30	-2.10	-1.82	1.49	6.34	0.50	-2.28	1.82	1.98	-1.67	6.94	-1.22	1.37	-1.72	1.37	-1.19
5.75	0.82	1.29	-2.12	-1.86	1.61	6.35	0.46	-2.18	1.75	1.79	-1.50	6.95	-1.18	1.37	-1.64	1.60	-1.34
5.76	0.87	1.29	-2.14	-1.89	1.71	6.36	0.43	-2.07	1.66	1.60	-1.34	6.96	-1.14	1.36	-1.56	1.77	-1.49
5.77	0.91	1.28	-2.15	-1.92	1.80	6.37	0.41	-1.95	1.51	1.32	-1.16	6.97	-1.10	1.36	-1.46	1.95	-1.62
5.78	0.96	1.27	-2.17	-1.94	1.90	6.38	0.36	-1.82	1.38	1.04	-0.98	6.98	-1.07	1.35	-1.36	2.06	-1.73
5.79	1.00	1.26	-2.18	-1.95	2.01	6.39	0.32	-1.68	1.24	0.8	-0.78	6.99	-1.04	1.36	-1.24	2.13	-1.83
5.80	1.05	1.25	-2.18	-1.93	2.14	6.40	0.29	-1.53	1.10	0.60	-0.61	7.00	-1.01	1.36	-1.12	2.17	-1.91
5.81	1.10	1.23	-2.19	-1.89	2.21	6.41	0.27	-1.38	0.93	0.38	-0.45	7.01	-0.98	1.36	-1.00	2.22	-1.98
5.82	1.14	1.20	-2.18	-1.85	2.26	6.42	0.24	-1.24	0.77	0.18	-0.28	7.02	-0.96	1.36	-0.88	2.26	-2.04
5.83	1.16	1.16	-2.17	-1.8	2.30	6.43	0.22	-1.10	0.63	-0.01	-0.10	7.03	-0.94	1.36	-0.75	2.31	-2.09
5.84	1.18	1.12	-2.16	-1.74	2.32	6.44	0.20	-0.97	0.50	-0.21	0.04	7.04	-0.92	1.36	-0.60	2.36	-2.13
5.85	1.20	1.08	-2.13	-1.67	2.34	6.45	0.18	-0.85	0.41	-0.4	0.22	7.05	-0.91	1.36	-0.47	2.40	-2.17
5.86	1.22	1.04	-2.10	-1.59	2.34	6.46	0.16	-0.74	0.28	-0.57	0.48	7.06	-0.91	1.35	-0.35	2.41	-2.20
5.87	1.24	1.00	-2.07	-1.51	2.36	6.47	0.13	-0.64	0.11	-0.89	0.71	7.07	-0.90	1.36	-0.12	2.42	-2.20
5.88	1.25	0.95	-2.03	-1.45	2.35	6.48	0.11	-0.56	-0.11	-0.81	0.86	7.08	-0.89	1.34	0.11	2.42	-2.20
5.89	1.26	0.89	-1.98	-1.38	2.33	6.49	0.09	-0.48	-0.29	-0.93	0.94	7.09	-0.89	1.34	0.31	2.43	-2.17
5.90	1.28	0.81	-1.93	-1.31	2.28	6.50	0.07	-0.41	-0.41	-1.05	1.04	7.10	-0.88	1.33	0.43	2.43	-2.13
5.91	1.29	0.71	-1.87	-1.22	2.22	6.51	0.05	-0.34	-0.50	-1.17	1.16	7.11	-0.87	1.31	0.56	2.43	-2.08
5.92	1.31	0.55	-1.80	-1.15	2.14	6.52	0.02	-0.28	-0.60	-1.28	1.28	7.12	-0.85	1.29	0.70	2.42	-2.01
5.93	1.32	0.43	-1.74	-1.06	2.00	6.53	-0.01	-0.22	-0.71	-1.37	1.38	7.13	-0.84	1.25	0.86	2.41	-1.93
5.94	1.33	0.35	-1.68	-0.98	1.88	6.54	-0.03	-0.17	-0.82	-1.45	1.50	7.14	-0.82	1.21	1.04	2.36	-1.82
5.95	1.33	0.28	-1.61	-0.89	1.77	6.55	-0.06	-0.12	-0.91	-1.51	1.59	7.15	-0.80	1.16	1.20	2.30	-1.71
5.96	1.34	0.22	-1.52	-0.81	1.65	6.56	-0.08	-0.06	-0.97	-1.57	1.67	7.16	-0.77	1.10	1.35	2.23	-1.58
5.97	1.35	0.16	-1.42	-0.7	1.53	6.57	-0.13	-0.01	-1.05	-1.62	1.73	7.17	-0.75	1.05	1.50	2.18	-1.43
5.98	1.36	0.10	-1.32	-0.59	1.39	6.58	-0.16	0.02	-1.13	-1.66	1.81	7.18	-0.72	1.00	1.66	2.10	-1.28
5.99	1.36	0.04	-1.22	-0.45	1.25	6.59	-0.20	0.05	-1.19	-1.7	1.86	7.19	-0.69	0.94	1.75	1.99	-1.12
6.00	1.37	-0.02	-1.10	-0.30	1.12	6.60	-0.25	0.08	-1.26	-1.74	1.93	7.20	-0.65	0.87	1.82	1.81	-0.97
6.01	1.37	-0.08	-0.98	-0.14	1.00	6.61	-0.30	0.13	-1.32	-1.77	2.03	7.21	-0.62	0.78	1.87	1.65	-0.79
6.02	1.37	-0.14	-0.86	0.01	0.91	6.62	-0.38	0.18	-1.38	-1.81	2.10	7.22	-0.57	0.66	1.92	1.38	-0.62
6.03	1.37	-0.20	-0.71	0.18	0.75	6.63	-0.50	0.23	-1.45	-1.84	2.17	7.23	-0.49	0.49	1.95	1.05	-0.46
6.04	1.36	-0.27	-0.55	0.35	0.45	6.64	-0.68	0.28	-1.52	-1.87	2.20	7.24	-0.44	0.38	1.96	0.80	-0.28
6.05	1.36	-0.34	-0.43	0.66	0.17	6.65	-0.76	0.34	-1.59	-1.88	2.24	7.25	-0.40	0.30	1.96	0.60	-0.12
6.06	1.36	-0.41	-0.23	0.73	0.01	6.66	-0.83	0.42	-1.66	-1.89	2.25	7.26	-0.35	0.24	1.96	0.38	0.04
6.07	1.36	-0.48	0.06	0.97	-0.17	6.67	-0.90	0.52	-1.73	-1.88	2.26	7.27	-0.30	0.18	1.96	0.21	0.24
6.08	1.34	-0.55	0.30	1.22	-0.38	6.68	-0.96	0.68	-1.80	-1.86	2.28	7.28	-0.25	0.12	1.96	0.04	0.54
6.09	1.33	-0.61	0.42	1.49	-0.57	6.69	-1.02	0.80	-1.87	-1.82	2.27	7.29	-0.21	0.06	1.96	-0.12	0.79

Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)				
	A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5
3.70	0.01	-2.30	-1.84	2.26	-1.10	4.30	1.26	1.39	1.88	0.06	2.17	4.90	-1.23	-1.86	-1.89	-1.85	1.16
3.71	0.02	-2.23	-1.88	2.22	-1.21	4.31	1.25	1.38	1.83	0.21	2.05	4.91	-1.27	-1.97	-1.81	-1.88	1.32
3.72	0.04	-2.14	-2.01	2.18	-1.32	4.32	1.24	1.38	1.77	0.37	1.92	4.92	-1.31	-2.07	-1.73	-1.81	1.48
3.73	0.06	-2.03	-2.05	2.14	-1.45	4.33	1.22	1.38	1.70	0.56	1.81	4.93	-1.34	-2.18	-1.66	-1.93	1.63
3.74	0.08	-1.91	-2.08	2.08	-1.59	4.34	1.21	1.37	1.55	0.72	1.68	4.94	-1.37	-2.26	-1.58	-1.93	1.75
3.75	0.10	-1.79	-2.11	2.00	-1.72	4.35	1.20	1.36	1.41	0.92	1.56	4.95	-1.39	-2.34	-1.49	-1.91	1.66
3.76	0.12	-1.86	-2.13	1.88	-1.84	4.36	1.19	1.36	1.28	1.13	1.42	4.96	-1.41	-2.40	-1.39	-1.88	1.98
3.77	0.15	-1.52	-2.15	1.75	-1.94	4.37	1.18	1.35	1.14	1.37	1.29	4.97	-1.42	-2.44	-1.27	-1.83	2.10
3.78	0.18	-1.38	-2.17	1.59	-2.02	4.38	1.16	1.35	0.99	1.57	1.16	4.98	-1.43	-2.48	-1.16	-1.78	2.19
3.79	0.20	-1.25	-2.18	1.34	-2.09	4.39	1.15	1.34	0.83	1.72	1.04	4.99	-1.44	-2.46	-1.03	-1.71	2.26
3.80	0.23	-1.13	-2.18	1.08	-2.15	4.40	1.13	1.33	0.68	1.86	0.93	5.00	-1.44	-2.42	-0.92	-1.63	2.30
3.81	0.27	-1.01	-2.18	0.88	-2.21	4.41	1.10	1.32	0.54	1.98	0.82	5.01	-1.43	-2.37	-0.80	-1.54	2.33
3.82	0.30	-0.89	-2.17	0.70	-2.24	4.42	1.06	1.30	0.44	2.05	0.60	5.02	-1.42	-2.29	-0.64	-1.46	2.37
3.83	0.36	-0.79	-2.16	0.53	-2.27	4.43	1.02	1.29	0.34	2.11	0.24	5.03	-1.40	-2.20	-0.50	-1.37	2.38
3.84	0.41	-0.69	-2.13	0.34	-2.28	4.44	0.98	1.27	0.18	2.15	0.05	5.04	-1.38	-2.09	-0.39	-1.28	2.39
3.85	0.44	-0.60	-2.09	0.18	-2.26	4.45	0.93	1.26	0.00	2.20	-0.09	5.05	-1.35	-1.98	-0.17	-1.19	2.39
3.86	0.48	-0.52	-2.06	0.01	-2.23	4.46	0.89	1.25	-0.21	2.24	-0.28	5.06	-1.32	-1.85	0.08	-1.11	2.39
3.87	0.52	-0.45	-2.01	-0.15	-2.18	4.47	0.84	1.23	-0.36	2.29	-0.45	5.07	-1.28	-1.72	0.29	-1.02	2.38
3.88	0.57	-0.38	-1.97	-0.30	-2.12	4.48	0.77	1.22	-0.45	2.34	-0.62	5.08	-1.24	-1.57	0.41	-0.93	2.35
3.89	0.62	-0.31	-1.92	-0.42	-2.05	4.49	0.71	1.20	-0.53	2.39	-0.78	5.09	-1.20	-1.44	0.53	-0.84	2.29
3.90	0.67	-0.24	-1.86	-0.52	-1.96	4.50	0.64	1.17	-0.62	2.41	-0.93	5.10	-1.16	-1.31	0.67	-0.75	2.22
3.91	0.71	-0.18	-1.78	-0.63	-1.85	4.51	0.59	1.15	-0.73	2.42	-1.05	5.11	-1.12	-1.18	0.83	-0.65	2.11
3.92	0.77	-0.12	-1.71	-0.76	-1.73	4.52	0.53	1.11	-0.82	2.43	-1.18	5.12	-1.08	-1.05	1.00	-0.53	1.97
3.93	0.83	-0.06	-1.64	-0.89	-1.59	4.53	0.47	1.08	-0.90	2.43	-1.32	5.13	-1.04	-0.93	1.16	-0.39	1.84
3.94	0.87	0.00	-1.56	-1.02	-1.45	4.54	0.44	1.04	-0.96	2.42	-1.48	5.14	-1.00	-0.83	1.30	-0.24	1.71
3.95	0.90	0.05	-1.46	-1.13	-1.30	4.55	0.41	1.01	-1.01	2.41	-1.62	5.15	-0.97	-0.73	1.45	-0.09	1.58
3.96	0.94	0.09	-1.35	-1.24	-1.15	4.56	0.36	0.98	-1.09	2.37	-1.75	5.16	-0.94	-0.64	1.61	0.07	1.43
3.97	0.97	0.13	-1.23	-1.33	-0.97	4.57	0.32	0.93	-1.15	2.32	-1.87	5.17	-0.91	-0.56	1.72	0.23	1.28
3.98	1.01	0.19	-1.09	-1.42	-0.80	4.58	0.29	0.87	-1.21	2.27	-1.97	5.18	-0.89	-0.49	1.81	0.39	1.16
3.99	1.04	0.24	-0.97	-1.50	-0.64	4.59	0.26	0.80	-1.27	2.22	-2.06	5.19	-0.87	-0.42	1.88	0.60	1.04
4.00	1.08	0.30	-0.84	-1.58	-0.47	4.60	0.24	0.71	-1.34	2.17	-2.13	5.20	-0.85	-0.35	1.91	0.77	0.93
4.01	1.11	0.36	-0.89	-1.65	-0.30	4.61	0.22	0.55	-1.40	2.12	-2.19	5.21	-0.84	-0.28	1.94	0.99	0.81
4.02	1.14	0.43	-0.52	-1.71	-0.12	4.62	0.20	0.44	-1.46	2.02	-2.24	5.22	-0.83	-0.21	1.96	1.24	0.60
4.03	1.17	0.53	-0.39	-1.77	0.03	4.63	0.18	0.36	-1.53	1.85	-2.28	5.23	-0.83	-0.15	1.96	1.47	0.27
4.04	1.18	0.88	-0.13	-1.82	0.23	4.64	0.16	0.29	-1.61	1.67	-2.30	5.24	-0.83	-0.10	1.96	1.85	0.06
4.05	1.20	0.80	0.16	-1.86	0.53	4.65	0.14	0.23	-1.68	1.43	-2.29	5.25	-0.83	-0.04	1.96	1.80	-0.08
4.06	1.22	0.91	0.37	-1.91	0.78	4.66	0.11	0.17	-1.75	1.14	-2.26	5.26	-0.83	0.02	1.96	1.93	-0.23
4.07	1.24	0.97	0.49	-1.84	0.91	4.67	0.09	0.10	-1.82	0.88	-2.22	5.27	-0.82	0.06	1.96	2.03	-0.40
4.08	1.25	1.03	0.64	-1.96	1.02	4.68	0.07	0.03	-1.88	0.67	-2.16	5.28	-0.81	0.10	1.96	2.09	-0.56
4.09	1.27	1.09	0.81	-1.96	1.15	4.69	0.04	-0.05	-1.93	0.46	-2.08	5.29	-0.80	0.15	1.96	2.13	-0.71
4.10	1.28	1.14	1.00	-1.95	1.29	4.70	0.01	-0.11	-1.96	0.26	-2.00	5.30	-0.78	0.20	1.94	2.17	-0.85
4.11	1.30	1.18	1.18	-1.90	1.43	4.71	-0.02	-0.18	-2.02	0.08	-1.90	5.31	-0.76	0.26	1.90	2.21	-0.95
4.12	1.31	1.23	1.33	-1.85	1.56	4.72	-0.06	-0.26	-2.06	-0.09	-1.78	5.32	-0.74	0.32	1.86	2.25	-1.06
4.13	1.32	1.27	1.49	-1.79	1.88	4.73	-0.09	-0.33	-2.09	-0.26	-1.66	5.33	-0.71	0.37	1.80	2.29	-1.17
4.14	1.33	1.29	1.64	-1.72	1.79	4.74	-0.13	-0.41	-2.12	-0.43	-1.52	5.34	-0.67	0.46	1.74	2.32	-1.29
4.15	1.34	1.31	1.74	-1.84	1.91	4.75	-0.17	-0.48	-2.15	-0.56	-1.38	5.35	-0.63	0.56	1.62	2.35	-1.42
4.16	1.35	1.33	1.81	-1.58	2.02	4.76	-0.21	-0.55	-2.18	-0.68	-1.23	5.36	-0.57	0.72	1.48	2.36	-1.55
4.17	1.35	1.35	1.86	-1.46	2.14	4.77	-0.26	-0.62	-2.20	-0.81	-1.08	5.37	-0.49	0.83	1.34	2.38	-1.67
4.18	1.36	1.36	1.90	-1.37	2.21	4.78	-0.33	-0.69	-2.22	-0.95	-0.93	5.38	-0.44	0.92	1.20	2.39	-1.78
4.19	1.35	1.36	1.93	-1.29	2.26	4.79	-0.42	-0.77	-2.23	-1.08	-0.76	5.39	-0.40	0.98	1.06	2.38	-1.89
4.20	1.35	1.37	1.95	-1.20	2.31	4.80	-0.56	-0.85	-2.24	-1.21	-0.60	5.40	-0.36	1.03	0.90	2.35	-1.98
4.21	1.35	1.37	1.98	-1.11	2.33	4.81	-0.68	-0.93	-2.24	-1.32	-0.45	5.41	-0.31	1.09	0.73	2.33	-2.06
4.22	1.35	1.38	1.98	-1.01	2.35	4.82	-0.77	-1.01	-2.23	-1.41	-0.29	5.42	-0.27	1.15	0.60	2.30	-2.14
4.23	1.34	1.38	1.98	-0.91	2.36	4.83	-0.84	-1.10	-2.21	-1.50	-0.13	5.43	-0.23	1.19	0.47	2.27	-2.20
4.24	1.33	1.39	1.98	-0.80	2.37	4.84	-0.90	-1.19	-2.18	-1.58	0.01	5.44	-0.20	1.24	0.38	2.24	-2.26
4.25	1.32	1.39	1.98	-0.69	2.37	4.85	-0.96	-1.29	-2.14	-1.64	0.18	5.45	-0.17	1.28	0.22	2.20	-2.27
4.26	1.31	1.40	1.96	-0.57	2.35	4.86	-1.02	-1.40	-2.10	-1.69	0.48	5.46	-0.14	1.30	0.03	2.15	-2.28
4.27	1.30	1.40	1.95	-0.43	2.33	4.87	-1.08	-1.51	-2.05	-1.73	0.75	5.47	-0.12	1.33	-0.20	2.09	-2.28
4.28	1.28	1.40	1.94	-0.27	2.29	4.88	-1.13	-1.63	-2.00	-1.78	0.90	5.48	-0.10	1.35	-0.36	1.98	-2.21
4.29	1.27	1.39	1.92	-0.11	2.24	4.89	-1.18	-1.75	-1.95	-1.81	1.02	5.49	-0.08	1.36	-0.46	1.83	-2.14

Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)				
	A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5
7.30	-0.17	0.00	1.86	-0.29	0.91	7.90	1.49	0.07	-2.02	2.39	-2.11	8.50	-1.17	0.89	-0.01	-1.13	-0.37
7.31	-0.16	-0.05	1.94	-0.45	1.02	7.91	1.48	0.10	-1.96	2.42	-2.06	8.51	-1.23	0.81	-0.26	-1.04	-0.56
7.32	-0.12	-0.11	1.91	-0.58	1.14	7.92	1.48	0.14	-1.90	2.43	-1.99	8.52	-1.29	0.70	-0.40	-0.86	-0.72
7.33	-0.10	-0.16	1.87	-0.68	1.27	7.93	1.47	0.18	-1.83	2.43	-1.91	8.53	-1.36	0.53	-0.50	-0.87	-0.86
7.34	-0.07	-0.21	1.83	-0.77	1.40	7.94	1.46	0.23	-1.76	2.43	-1.83	8.54	-1.41	0.41	-0.62	-0.76	-0.99
7.35	-0.04	-0.27	1.77	-0.87	1.51	7.95	1.44	0.27	-1.68	2.43	-1.72	8.55	-1.47	0.33	-0.75	-0.64	-1.12
7.36	-0.01	-0.33	1.71	-0.96	1.61	7.96	1.43	0.31	-1.60	2.42	-1.62	8.56	-1.52	0.26	-0.86	-0.51	-1.27
7.37	0.02	-0.39	1.59	-1.06	1.68	7.97	1.39	0.37	-1.53	2.42	-1.49	8.57	-1.57	0.20	-0.94	-0.36	-1.42
7.38	0.05	-0.45	1.46	-1.16	1.76	7.98	1.36	0.44	-1.44	2.41	-1.36	8.58	-1.60	0.15	-1.02	-0.21	-1.56
7.39	0.07	-0.51	1.35	-1.27	1.84	7.99	1.33	0.55	-1.34	2.39	-1.22	8.59	-1.64	0.10	-1.11	-0.05	-1.69
7.40	0.10	-0.58	1.24	-1.36	1.92	8.00	1.30	0.70	-1.23	2.33	-1.08	8.60	-1.68	0.04	-1.18	0.12	-1.80
7.41	0.12	-0.64	1.13	-1.43	2.00	8.01	1.26	0.80	-1.12	2.28	-0.92	8.61	-1.68	-0.01	-1.25	0.28	-1.90
7.42	0.15	-0.72	1.00	-1.49	2.08	8.02	1.23	0.90	-1.00	2.21	-0.76	8.62	-1.70	-0.06	-1.32	0.47	-1.99
7.43	0.18	-0.80	0.87	-1.56	2.15	8.03	1.19	0.97	-0.88	2.15	-0.61	8.63	-1.70	-0.10	-1.38	0.67	-2.06
7.44	0.20	-0.89	0.73	-1.62	2.20	8.04	1.14	1.03	-0.75	2.06	-0.46	8.64	-1.70	-0.15	-1.44	0.89	-2.13
7.45	0.23	-0.97	0.62	-1.66	2.23	8.05	1.05	1.08	-0.60	1.91	-0.29	8.65	-1.70	-0.19	-1.50	1.14	-2.19
7.46	0.26	-1.07	0.50	-1.72	2.27	8.06	0.96	1.13	-0.47	1.74	-0.12	8.66	-1.68	-0.24	-1.57	1.42	-2.23
7.47	0.30	-1.17	0.42	-1.76	2.29	8.07	0.88	1.19	-0.35	1.55	0.03	8.67	-1.66	-0.28	-1.64	1.64	-2.26
7.48	0.36	-1.28	0.32	-1.80	2.31	8.08	0.79	1.23	-0.12	1.26	0.24	8.68	-1.64	-0.35	-1.70	1.82	-2.28
7.49	0.41	-1.39	0.13	-1.83	2.33	8.09	0.71	1.27	0.12	1	0.54	8.69	-1.61	-0.41	-1.77	2.00	-2.27
7.50	0.44	-1.50	-0.11	-1.86	2.32	8.10	0.64	1.29	0.32	0.77	0.80	8.70	-1.57	-0.46	-1.83	2.10	-2.24
7.51	0.49	-1.62	-0.32	-1.87	2.29	8.11	0.57	1.31	0.43	0.6	0.93	8.71	-1.54	-0.54	-1.88	2.16	-2.19
7.52	0.55	-1.74	-0.44	-1.89	2.25	8.12	0.51	1.33	0.57	0.40	1.05	8.72	-1.50	-0.61	-1.93	2.20	-2.13
7.53	0.62	-1.85	-0.56	-1.88	2.19	8.13	0.46	1.35	0.70	0.23	1.19	8.73	-1.46	-0.66	-1.97	2.26	-2.04
7.54	0.70	-1.96	-0.70	-1.85	2.10	8.14	0.44	1.35	0.87	0.07	1.34	8.74	-1.42	-0.75	-2.00	2.32	-1.95
7.55	0.79	-2.05	-0.83	-1.8	1.99	8.15	0.42	1.36	1.04	-0.09	1.49	8.75	-1.37	-0.83	-2.04	2.39	-1.82
7.56	0.87	-2.14	-0.93	-1.75	1.89	8.16	0.40	1.37	1.21	-0.26	1.62	8.76	-1.32	-0.92	-2.06	2.42	-1.69
7.57	0.95	-2.22	-1.01	-1.69	1.81	8.17	0.37	1.38	1.38	-0.41	1.69	8.77	-1.27	-1.01	-2.08	2.43	-1.54
7.58	1.03	-2.30	-1.11	-1.62	1.72	8.18	0.34	1.39	1.53	-0.56	1.79	8.78	-1.23	-1.10	-2.10	2.44	-1.38
7.59	1.11	-2.36	-1.20	-1.54	1.61	8.19	0.32	1.41	1.68	-0.68	1.86	8.79	-1.18	-1.19	-2.12	2.44	-1.20
7.60	1.16	-2.39	-1.27	-1.45	1.46	8.20	0.30	1.41	1.77	-0.79	1.93	8.80	-1.14	-1.30	-2.13	2.44	-1.04
7.61	1.19	-2.42	-1.34	-1.36	1.31	8.21	0.29	1.42	1.84	-0.89	2.03	8.81	-1.10	-1.40	-2.15	2.44	-0.87
7.62	1.21	-2.43	-1.41	-1.28	1.16	8.22	0.28	1.42	1.89	-0.99	2.08	8.82	-1.06	-1.51	-2.16	2.44	-0.70
7.63	1.23	-2.39	-1.47	-1.2	1.02	8.23	0.26	1.42	1.93	-1.09	2.15	8.83	-1.02	-1.62	-2.17	2.44	-0.54
7.64	1.25	-2.36	-1.54	-1.13	0.89	8.24	0.25	1.42	1.95	-1.18	2.21	8.84	-0.98	-1.73	-2.18	2.42	-0.39
7.65	1.26	-2.28	-1.60	-1.05	0.68	8.25	0.24	1.42	1.96	-1.27	2.23	8.85	-0.94	-1.83	-2.18	2.40	-0.21
7.66	1.27	-2.20	-1.66	-0.98	0.35	8.26	0.23	1.41	1.96	-1.36	2.27	8.86	-0.91	-1.92	-2.17	2.33	-0.05
7.67	1.28	-2.10	-1.73	-0.89	0.08	8.27	0.21	1.41	1.96	-1.43	2.27	8.87	-0.88	-2.01	-2.16	2.27	0.09
7.68	1.30	-1.99	-1.79	-0.80	-0.13	8.28	0.19	1.41	1.96	-1.50	2.30	8.88	-0.85	-2.11	-2.13	2.21	0.33
7.69	1.30	-1.86	-1.85	-0.69	-0.36	8.29	0.17	1.40	1.96	-1.56	2.33	8.89	-0.83	-2.19	-2.10	2.14	0.61
7.70	1.31	-1.73	-1.91	-0.56	-0.55	8.30	0.14	1.40	1.96	-1.62	2.32	8.90	-0.80	-2.26	-2.06	2.04	0.81
7.71	1.32	-1.59	-1.97	-0.41	-0.71	8.31	0.11	1.40	1.95	-1.67	2.31	8.91	-0.78	-2.31	-2.02	1.89	0.91
7.72	1.32	-1.45	-2.01	-0.25	-0.86	8.32	0.07	1.40	1.93	-1.72	2.27	8.92	-0.75	-2.36	-1.98	1.73	1.01
7.73	1.33	-1.31	-2.05	-0.08	-1.00	8.33	0.03	1.40	1.90	-1.77	2.22	8.93	-0.71	-2.38	-1.92	1.53	1.11
7.74	1.33	-1.18	-2.09	0.09	-1.13	8.34	-0.01	1.40	1.86	-1.82	2.15	8.94	-0.66	-2.39	-1.86	1.25	1.22
7.75	1.34	-1.06	-2.12	0.25	-1.25	8.35	-0.06	1.40	1.82	-1.86	2.05	8.95	-0.60	-2.36	-1.79	0.99	1.35
7.76	1.35	-0.93	-2.14	0.43	-1.38	8.36	-0.10	1.39	1.76	-1.89	1.94	8.96	-0.51	-2.31	-1.72	0.76	1.48
7.77	1.36	-0.82	-2.16	0.65	-1.50	8.37	-0.15	1.39	1.68	-1.91	1.85	8.97	-0.45	-2.24	-1.65	0.56	1.58
7.78	1.37	-0.72	-2.18	0.86	-1.61	8.38	-0.19	1.38	1.54	-1.91	1.78	8.98	-0.40	-2.15	-1.56	0.38	1.65
7.79	1.39	-0.62	-2.19	1.09	-1.71	8.39	-0.25	1.37	1.43	-1.89	1.65	8.99	-0.36	-2.06	-1.47	0.22	1.72
7.80	1.41	-0.54	-2.21	1.38	-1.81	8.40	-0.32	1.36	1.32	-1.86	1.51	9.00	-0.32	-1.94	-1.38	0.06	1.77
7.81	1.43	-0.47	-2.22	1.6	-1.89	8.41	-0.42	1.36	1.20	-1.82	1.37	9.01	-0.28	-1.81	-1.25	-0.10	1.83
7.82	1.44	-0.40	-2.23	1.78	-1.97	8.42	-0.58	1.34	1.08	-1.77	1.20	9.02	-0.24	-1.67	-1.14	-0.27	1.90
7.83	1.45	-0.33	-2.23	1.95	-2.03	8.43	-0.69	1.31	0.94	-1.7	1.05	9.03	-0.21	-1.53	-1.02	-0.42	1.95
7.84	1.46	-0.27	-2.23	2.07	-2.08	8.44	-0.78	1.27	0.80	-1.64	0.93	9.04	-0.19	-1.38	-0.90	-0.56	2.03
7.85	1.47	-0.20	-2.22	2.14	-2.12	8.45	-0.85	1.22	0.68	-1.56	0.79	9.05	-0.16	-1.24	-0.77	-0.66	2.08
7.86	1.48	-0.14	-2.19	2.18	-2.16	8.46	-0.91	1.15	0.57	-1.47	0.48	9.06	-0.14	-1.11	-0.61	-0.75	2.12
7.87	1.48	-0.08	-2.16	2.24	-2.18	8.47	-0.98	1.09	0.46	-1.39	0.15	9.07	-0.12	-0.97	-0.48	-0.85	2.14
7.88	1.49	-0.02	-2.12	2.30	-2.18	8.48	-1.04	1.03	0.38	-1.31	0.00	9.08	-0.10	-0.86	-0.36	-0.96	2.18
7.89	1.48	0.03	-2.07	2.36	-2.15	8.49	-1.11	0.97	0.21	-1.21	-0.17	9.09	-0.07	-0.75	-0.14	-1.07	2.22

Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)				
	A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5
9.10	-0.04	-0.65	0.10	-1.18	2.23	9.70	1.33	1.40	-1.78	2.43	0.58	10.30	-0.92	-2.10	1.96	-0.09	-2.21
9.11	-0.02	-0.57	0.31	-1.27	2.23	9.71	1.33	1.41	-1.85	2.4	0.76	10.31	-0.97	-1.99	1.96	0.07	-2.16
9.12	0.01	-0.50	0.42	-1.36	2.20	9.72	1.33	1.40	-1.91	2.34	0.88	10.32	-1.01	-1.86	1.96	0.22	-2.10
9.13	0.04	-0.44	0.55	-1.44	2.16	9.73	1.32	1.39	-1.96	2.28	0.97	10.33	-1.05	-1.75	1.96	0.38	-2.03
9.14	0.06	-0.36	0.68	-1.51	2.09	9.74	1.32	1.38	-2.00	2.21	1.07	10.34	-1.09	-1.62	1.94	0.57	-1.94
9.15	0.08	-0.32	0.85	-1.58	2.01	9.75	1.31	1.36	-2.04	2.17	1.18	10.35	-1.14	-1.49	1.91	0.73	-1.89
9.16	0.10	-0.27	1.03	-1.64	1.96	9.76	1.30	1.33	-2.07	2.09	1.30	10.36	-1.18	-1.36	1.86	0.92	-1.72
9.17	0.12	-0.21	1.19	-1.7	1.91	9.77	1.28	1.30	-2.09	1.95	1.41	10.37	-1.23	-1.23	1.82	1.13	-1.59
9.18	0.14	-0.16	1.33	-1.75	1.82	9.78	1.26	1.24	-2.11	1.76	1.53	10.38	-1.27	-1.10	1.76	1.38	-1.46
9.19	0.16	-0.11	1.48	-1.8	1.74	9.79	1.24	1.18	-2.13	1.57	1.62	10.39	-1.31	-0.98	1.68	1.58	-1.31
9.20	0.18	-0.06	1.63	-1.85	1.62	9.80	1.22	1.10	-2.14	1.29	1.69	10.40	-1.34	-0.87	1.53	1.74	-1.17
9.21	0.19	-0.02	1.73	-1.89	1.47	9.81	1.20	1.04	-2.15	1.03	1.77	10.41	-1.38	-0.77	1.41	1.89	-1.01
9.22	0.21	0.02	1.80	-1.93	1.32	9.82	1.17	0.97	-2.16	0.80	1.85	10.42	-1.41	-0.68	1.28	2.02	-0.84
9.23	0.23	0.06	1.85	-1.94	1.16	9.83	1.13	0.88	-2.17	0.62	1.91	10.43	-1.44	-0.60	1.15	2.10	-0.69
9.24	0.25	0.11	1.90	-1.94	1.02	9.84	1.08	0.77	-2.18	0.39	1.99	10.44	-1.46	-0.52	1.01	2.16	-0.55
9.25	0.27	0.17	1.93	-1.91	0.92	9.85	1.01	0.60	-2.18	0.21	2.06	10.45	-1.48	-0.45	0.87	2.21	-0.42
9.26	0.29	0.23	1.95	-1.88	0.74	9.86	0.96	0.44	-2.18	0.02	2.12	10.46	-1.50	-0.38	0.73	2.27	-0.28
9.27	0.32	0.28	1.96	-1.83	0.44	9.87	0.90	0.33	-2.17	-0.15	2.16	10.47	-1.51	-0.31	0.61	2.33	-0.15
9.28	0.36	0.34	1.96	-1.77	0.15	9.88	0.85	0.25	-2.16	-0.33	2.18	10.48	-1.51	-0.25	0.49	2.38	-0.02
9.29	0.40	0.41	1.96	-1.7	-0.03	9.89	0.80	0.16	-2.14	-0.49	2.21	10.49	-1.51	-0.17	0.42	2.42	0.08
9.30	0.42	0.51	1.96	-1.62	-0.23	9.90	0.75	0.11	-2.11	-0.62	2.24	10.50	-1.49	-0.12	0.31	2.43	0.24
9.31	0.44	0.67	1.96	-1.54	-0.43	9.91	0.71	0.05	-2.07	-0.74	2.25	10.51	-1.48	-0.05	0.14	2.44	0.46
9.32	0.47	0.78	1.95	-1.45	-0.63	9.92	0.67	-0.01	-2.03	-0.85	2.23	10.52	-1.45	0.01	-0.06	2.44	0.67
9.33	0.51	0.89	1.93	-1.36	-0.81	9.93	0.63	-0.06	-1.98	-0.96	2.21	10.53	-1.43	0.06	-0.25	2.44	0.84
9.34	0.57	0.97	1.90	-1.27	-0.95	9.94	0.61	-0.12	-1.93	-1.06	2.17	10.54	-1.39	0.10	-0.38	2.44	0.92
9.35	0.63	1.03	1.88	-1.18	-1.09	9.95	0.58	-0.17	-1.86	-1.15	2.11	10.55	-1.36	0.15	-0.45	2.44	1.01
9.36	0.70	1.08	1.82	-1.09	-1.24	9.96	0.55	-0.22	-1.78	-1.24	2.02	10.56	-1.32	0.20	-0.52	2.43	1.12
9.37	0.79	1.13	1.76	-1	-1.39	9.97	0.51	-0.27	-1.70	-1.31	1.95	10.57	-1.28	0.25	-0.60	2.42	1.23
9.38	0.87	1.18	1.69	-0.91	-1.54	9.98	0.48	-0.32	-1.62	-1.38	1.86	10.58	-1.23	0.30	-0.68	2.39	1.33
9.39	0.94	1.23	1.54	-0.81	-1.68	9.99	0.45	-0.37	-1.54	-1.44	1.78	10.59	-1.19	0.35	-0.77	2.34	1.46
9.40	1.02	1.28	1.42	-0.71	-1.80	10.00	0.44	-0.43	-1.45	-1.50	1.67	10.60	-1.15	0.40	-0.84	2.27	1.56
9.41	1.09	1.29	1.30	-0.59	-1.90	10.01	0.42	-0.48	-1.34	-1.57	1.54	10.61	-1.11	0.49	-0.90	2.20	1.65
9.42	1.15	1.31	1.19	-0.46	-1.98	10.02	0.39	-0.54	-1.23	-1.63	1.40	10.62	-1.06	0.63	-0.96	2.14	1.70
9.43	1.18	1.33	1.07	-0.32	-2.06	10.03	0.36	-0.59	-1.12	-1.7	1.24	10.63	-1.03	0.75	-1.03	2.04	1.79
9.44	1.20	1.34	0.93	-0.17	-2.12	10.04	0.31	-0.66	-1.01	-1.76	1.08	10.64	-0.99	0.84	-1.13	1.86	1.86
9.45	1.22	1.35	0.80	-0.02	-2.17	10.05	0.28	-0.72	-0.91	-1.82	0.97	10.65	-0.96	0.94	-1.22	1.67	1.94
9.46	1.24	1.35	0.68	0.14	-2.21	10.06	0.25	-0.78	-0.80	-1.86	0.85	10.66	-0.92	0.99	-1.30	1.40	2.02
9.47	1.26	1.35	0.58	0.29	-2.23	10.07	0.22	-0.87	-0.65	-1.91	0.58	10.67	-0.90	1.04	-1.39	1.08	2.09
9.48	1.27	1.36	0.47	0.47	-2.23	10.08	0.18	-0.95	-0.51	-1.94	0.20	10.68	-0.87	1.08	-1.48	0.82	2.14
9.49	1.29	1.37	0.40	0.67	-2.20	10.09	0.16	-1.04	-0.41	-1.95	0.02	10.69	-0.85	1.12	-1.58	0.60	2.17
9.50	1.30	1.37	0.27	0.86	-2.17	10.10	0.13	-1.13	-0.29	-1.94	-0.16	10.70	-0.82	1.17	-1.69	0.36	2.19
9.51	1.31	1.38	0.11	1.07	-2.12	10.11	0.09	-1.23	0.02	-1.9	-0.37	10.71	-0.81	1.21	-1.79	0.17	2.22
9.52	1.31	1.39	-0.10	1.32	-2.07	10.12	0.05	-1.33	0.23	-1.86	-0.58	10.72	-0.79	1.24	-1.88	-0.02	2.22
9.53	1.31	1.40	-0.29	1.53	-1.99	10.13	0.01	-1.44	0.38	-1.8	-0.75	10.73	-0.78	1.26	-1.97	-0.19	2.21
9.54	1.32	1.39	-0.41	1.69	-1.91	10.14	-0.03	-1.54	0.47	-1.73	-0.92	10.74	-0.76	1.28	-2.04	-0.38	2.17
9.55	1.32	1.39	-0.50	1.86	-1.80	10.15	-0.07	-1.66	0.62	-1.66	-1.04	10.75	-0.74	1.31	-2.11	-0.54	2.11
9.56	1.32	1.39	-0.60	2.01	-1.68	10.16	-0.11	-1.77	0.78	-1.59	-1.15	10.76	-0.71	1.32	-2.16	-0.68	2.01
9.57	1.32	1.39	-0.73	2.09	-1.54	10.17	-0.15	-1.86	0.95	-1.51	-1.26	10.77	-0.69	1.33	-2.19	-0.80	1.93
9.58	1.32	1.39	-0.84	2.15	-1.39	10.18	-0.19	-1.96	1.13	-1.43	-1.39	10.78	-0.65	1.34	-2.21	-0.93	1.85
9.59	1.32	1.39	-0.92	2.2	-1.24	10.19	-0.23	-2.06	1.27	-1.34	-1.52	10.79	-0.60	1.35	-2.23	-1.05	1.78
9.60	1.32	1.38	-0.99	2.26	-1.08	10.20	-0.27	-2.15	1.42	-1.26	-1.65	10.80	-0.52	1.36	-2.24	-1.15	1.69
9.61	1.32	1.38	-1.06	2.33	-0.93	10.21	-0.33	-2.22	1.58	-1.18	-1.75	10.81	-0.48	1.38	-2.25	-1.24	1.61
9.62	1.32	1.38	-1.17	2.39	-0.75	10.22	-0.41	-2.28	1.71	-1.09	-1.85	10.82	-0.44	1.38	-2.24	-1.32	1.48
9.63	1.32	1.38	-1.25	2.42	-0.59	10.23	-0.50	-2.33	1.79	-0.99	-1.93	10.83	-0.40	1.40	-2.23	-1.39	1.35
9.64	1.32	1.38	-1.33	2.43	-0.46	10.24	-0.62	-2.37	1.85	-0.88	-2.01	10.84	-0.37	1.41	-2.21	-1.45	1.21
9.65	1.32	1.39	-1.41	2.44	-0.30	10.25	-0.69	-2.38	1.89	-0.77	-2.08	10.85	-0.34	1.42	-2.19	-1.50	1.10
9.66	1.33	1.39	-1.49	2.44	-0.15	10.26	-0.75	-2.37	1.93	-0.65	-2.14	10.86	-0.31	1.41	-2.16	-1.56	0.97
9.67	1.33	1.40	-1.56	2.44	-0.01	10.27	-0.80	-2.33	1.95	-0.52	-2.18	10.87	-0.28	1.42	-2.13	-1.62	0.86
9.68	1.33	1.40	-1.64	2.44	0.10	10.28	-0.84	-2.27	1.96	-0.39	-2.22	10.88	-0.24	1.41	-2.10	-1.68	0.74
9.69	1.33	1.41	-1.71	2.44	0.31	10.29	-0.89	-2.19	1.96	-0.24	-2.23	10.89	-0.21	1.41	-2.06	-1.73	0.48

Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)					Time (sec)	Wave Heights (cm.)				
	A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5
10.90	-0.18	1.41	-2.01	-1.79	0.12	11.50	1.43	-1.99	0.39	1.84	2.16	12.10	-1.00	1.38	-0.52	1.44	-0.18
10.91	-0.16	1.41	-1.97	-1.84	-0.08	11.51	1.44	-2.07	0.24	1.66	2.20	12.11	-1.06	1.38	-0.40	1.64	-0.06
10.92	-0.13	1.41	-1.92	-1.89	-0.30	11.52	1.44	-2.15	0.08	1.38	2.22	12.12	-1.11	1.39	-0.18	1.81	0.06
10.93	-0.11	1.40	-1.87	-1.93	-0.49	11.53	1.44	-2.21	-0.14	1.07	2.21	12.13	-1.16	1.40	0.08	1.98	0.22
10.94	-0.09	1.40	-1.82	-1.96	-0.64	11.54	1.45	-2.26	-0.31	0.81	2.19	12.14	-1.21	1.41	0.31	2.08	0.46
10.95	-0.07	1.40	-1.77	-1.97	-0.77	11.55	1.44	-2.30	-0.42	0.58	2.15	12.15	-1.26	1.42	0.42	2.14	0.71
10.96	-0.04	1.41	-1.72	-1.96	-0.92	11.56	1.44	-2.32	-0.49	0.34	2.07	12.16	-1.31	1.42	0.55	2.20	0.87
10.97	-0.02	1.41	-1.65	-1.91	-1.08	11.57	1.43	-2.33	-0.57	0.14	1.99	12.17	-1.35	1.43	0.68	2.28	0.96
10.98	0.00	1.41	-1.59	-1.86	-1.23	11.58	1.42	-2.31	-0.66	-0.05	1.92	12.18	-1.40	1.42	0.85	2.31	1.07
10.99	0.02	1.42	-1.54	-1.80	-1.37	11.59	1.41	-2.27	-0.76	-0.24	1.87	12.19	-1.44	1.42	1.01	2.38	1.20
11.00	0.05	1.42	-1.48	-1.73	-1.51	11.60	1.39	-2.21	-0.84	-0.42	1.80	12.20	-1.47	1.42	1.18	2.42	1.31
11.01	0.07	1.42	-1.41	-1.65	-1.63	11.61	1.36	-2.13	-0.92	-0.58	1.74	12.21	-1.51	1.42	1.31	2.44	1.42
11.02	0.10	1.41	-1.33	-1.57	-1.75	11.62	1.35	-2.04	-0.97	-0.72	1.65	12.22	-1.54	1.41	1.46	2.44	1.54
11.03	0.12	1.41	-1.23	-1.49	-1.85	11.63	1.33	-1.94	-1.03	-0.85	1.53	12.23	-1.57	1.40	1.62	2.45	1.65
11.04	0.14	1.40	-1.14	-1.39	-1.94	11.64	1.30	-1.83	-1.12	-0.97	1.38	12.24	-1.59	1.39	1.73	2.45	1.75
11.05	0.16	1.38	-1.04	-1.30	-2.02	11.65	1.27	-1.71	-1.20	-1.08	1.23	12.25	-1.61	1.39	1.81	2.48	1.83
11.06	0.19	1.36	-0.96	-1.21	-2.09	11.66	1.25	-1.59	-1.27	-1.17	1.09	12.26	-1.62	1.38	1.86	2.48	1.94
11.07	0.21	1.33	-0.86	-1.12	-2.13	11.67	1.22	-1.47	-1.35	-1.25	0.97	12.27	-1.63	1.38	1.91	2.48	2.05
11.08	0.23	1.29	-0.73	-1.03	-2.17	11.68	1.19	-1.35	-1.42	-1.33	0.86	12.28	-1.63	1.38	1.94	2.48	2.13
11.09	0.26	1.24	-0.58	-0.94	-2.19	11.69	1.15	-1.23	-1.50	-1.40	0.87	12.29	-1.63	1.38	1.96	2.44	2.17
11.10	0.28	1.17	-0.47	-0.85	-2.19	11.70	1.10	-1.12	-1.58	-1.47	0.95	12.30	-1.62	1.38	1.96	2.39	2.21
11.11	0.31	1.10	-0.34	-0.75	-2.15	11.71	1.03	-1.01	-1.66	-1.54	0.08	12.31	-1.61	1.38	1.96	2.32	2.25
11.12	0.35	1.03	-0.10	-0.63	-2.10	11.72	0.97	-0.91	-1.74	-1.61	-0.09	12.32	-1.60	1.37	1.96	2.24	2.28
11.13	0.40	0.97	0.13	-0.50	-2.03	11.73	0.91	-0.82	-1.82	-1.68	-0.28	12.33	-1.58	1.37	1.96	2.17	2.28
11.14	0.42	0.89	0.33	-0.36	-1.96	11.74	0.87	-0.73	-1.88	-1.74	-0.47	12.34	-1.55	1.37	1.96	2.09	2.25
11.15	0.44	0.78	0.44	-0.22	-1.86	11.75	0.83	-0.64	-1.96	-1.80	-0.60	12.35	-1.53	1.36	1.96	1.95	2.22
11.16	0.47	0.82	0.59	-0.08	-1.76	11.76	0.77	-0.56	-2.00	-1.86	-0.72	12.36	-1.50	1.35	1.93	1.75	2.19
11.17	0.52	0.48	0.74	0.07	-1.65	11.77	0.73	-0.49	-2.05	-1.91	-0.85	12.37	-1.47	1.34	1.90	1.54	2.15
11.18	0.57	0.36	0.92	0.21	-1.53	11.78	0.69	-0.42	-2.09	-1.94	-1.01	12.38	-1.43	1.31	1.86	1.22	2.09
11.19	0.62	0.28	1.10	0.35	-1.40	11.79	0.65	-0.35	-2.12	-1.96	-1.16	12.39	-1.40	1.28	1.82	0.93	2.02
11.20	0.69	0.21	1.26	0.53	-1.26	11.80	0.62	-0.29	-2.14	-1.96	-1.32	12.40	-1.36	1.24	1.77	0.70	1.95
11.21	0.75	0.15	1.42	0.70	-1.12	11.81	0.59	-0.23	-2.17	-1.93	-1.47	12.41	-1.32	1.18	1.70	0.46	1.88
11.22	0.83	0.10	1.59	0.87	-0.98	11.82	0.56	-0.17	-2.18	-1.88	-1.62	12.42	-1.28	1.11	1.67	0.28	1.79
11.23	0.88	0.05	1.73	1.08	-0.84	11.83	0.51	-0.11	-2.20	-1.83	-1.75	12.43	-1.24	1.05	1.44	0.07	1.70
11.24	0.93	0.01	1.81	1.32	-0.71	11.84	0.48	-0.06	-2.21	-1.77	-1.87	12.44	-1.20	0.99	1.32	-0.12	1.66
11.25	0.98	-0.04	1.87	1.53	-0.57	11.85	0.45	-0.01	-2.22	-1.69	-1.97	12.45	-1.18	0.92	1.21	-0.29	1.40
11.26	1.03	-0.08	1.92	1.69	-0.44	11.86	0.43	0.04	-2.22	-1.61	-2.06	12.46	-1.11	0.83	1.10	-0.45	1.23
11.27	1.07	-0.12	1.95	1.84	-0.31	11.87	0.41	0.09	-2.22	-1.53	-2.12	12.47	-1.07	0.73	0.95	-0.59	1.09
11.28	1.11	-0.16	1.96	1.99	-0.17	11.88	0.36	0.15	-2.21	-1.46	-2.18	12.48	-1.03	0.55	0.82	-0.72	0.95
11.29	1.14	-0.20	1.96	2.10	-0.06	11.89	0.31	0.22	-2.20	-1.38	-2.21	12.49	-0.99	0.43	0.69	-0.83	0.81
11.30	1.17	-0.25	1.98	2.16	0.04	11.90	0.28	0.28	-2.17	-1.31	-2.23	12.50	-0.94	0.35	0.58	-0.95	0.65
11.31	1.18	-0.30	1.98	2.22	0.16	11.91	0.24	0.34	-2.14	-1.23	-2.20	12.51	-0.91	0.29	0.47	-1.07	0.20
11.32	1.20	-0.36	1.96	2.27	0.35	11.92	0.21	0.41	-2.11	-1.16	-2.15	12.52	-0.87	0.23	0.40	-1.16	0.00
11.33	1.21	-0.42	1.96	2.33	0.58	11.93	0.17	0.52	-2.07	-1.09	-2.08	12.53	-0.84	0.18	0.28	-1.24	-0.19
11.34	1.23	-0.49	1.96	2.39	0.74	11.94	0.13	0.69	-2.02	-1.01	-2.01	12.54	-0.81	0.13	0.13	-1.32	-0.39
11.35	1.24	-0.56	1.96	2.42	0.87	11.95	0.08	0.82	-1.98	-0.93	-1.91	12.55	-0.79	0.09	-0.07	-1.39	-0.56
11.36	1.26	-0.63	1.94	2.43	0.95	11.96	0.03	0.93	-1.92	-0.85	-1.81	12.56	-0.75	0.04	-0.27	-1.47	-0.70
11.37	1.27	-0.71	1.89	2.44	1.05	11.97	-0.03	1.00	-1.86	-0.75	-1.71	12.57	-0.71	0.00	-0.40	-1.54	-0.83
11.38	1.28	-0.80	1.85	2.44	1.16	11.98	-0.08	1.06	-1.79	-0.65	-1.61	12.58	-0.66	-0.05	-0.49	-1.61	-0.98
11.39	1.30	-0.90	1.80	2.45	1.27	11.99	-0.13	1.13	-1.72	-0.53	-1.50	12.59	-0.60	-0.10	-0.59	-1.67	-1.13
11.40	1.31	-0.99	1.74	2.44	1.39	12.00	-0.18	1.19	-1.65	-0.40	-1.39	12.60	-0.52	-0.15	-0.70	-1.73	-1.29
11.41	1.32	-1.09	1.61	2.45	1.49	12.01	-0.24	1.22	-1.57	-0.26	-1.27	12.61	-0.47	-0.20	-0.81	-1.78	-1.43
11.42	1.33	-1.19	1.47	2.44	1.60	12.02	-0.31	1.26	-1.49	-0.11	-1.16	12.62	-0.42	-0.26	-0.90	-1.83	-1.57
11.43	1.34	-1.30	1.33	2.43	1.69	12.03	-0.41	1.30	-1.39	0.04	-1.04	12.63	-0.39	-0.33	-0.97	-1.86	-1.70
11.44	1.36	-1.40	1.18	2.41	1.77	12.04	-0.56	1.32	-1.28	0.19	-0.93	12.64	-0.36	-0.40	-1.05	-1.90	-1.81
11.45	1.37	-1.51	1.04	2.35	1.86	12.05	-0.68	1.34	-1.17	0.36	-0.82	12.65	-0.32	-0.47	-1.15	-1.92	-1.91
11.46	1.39	-1.61	0.89	2.28	1.95	12.06	-0.78	1.35	-1.05	0.56	-0.70	12.66	-0.29	-0.54	-1.24	-1.93	-2.00
11.47	1.40	-1.71	0.73	2.21	2.01	12.07	-0.83	1.36	-0.95	0.74	-0.57	12.67	-0.27	-0.62	-1.33	-1.92	-2.08
11.48	1.42	-1.81	0.60	2.14	2.06	12.08	-0.89	1.37	-0.83	0.96	-0.44	12.68	-0.24	-0.70	-1.41	-1.89	-2.15
11.49	1.42	-1.90	0.48	2.03	2.13	12.09	-0.95	1.37	-0.67	1.19	-0.31	12.69	-0.21	-0.79	-1.49	-1.85	-2.21

ตัวอย่างโปรแกรมคำนวณคลื่นด้วยวิธี Spectrum Analysis

```

C *****
C **          PROGRAM CALCULATE WAVE HEIGHT AND WAVE PERIOD          **
C **          BY SPECTRUM ANALYSIS                                   **
C **          by  Arthittaya  Kessamaris  ( 1/10/97 )                **
C *****
C DIMENSION T(400000),Y(400000),CV(5001),CR(5001),PS(5001),SP(5001)
C CHARACTER FINPUT*30,FOUTPUT*30
C REAL Nmax,Nmin,Ht,Tt
C REAL Y,CR,CV,SP,PS
C -----
C WRITE(*,100) ' What is your input filename? '
C READ (*,100) FINPUT
C WRITE(*,100) ' What is your output filename?'
C READ (*,100) FOUTPUT
C OPEN (1,FILE=FINPUT)
C OPEN (2,FILE='E:\TEMP\TEMPO.DAT')
C OPEN (3,FILE=FOUTPUT)
C -----
C NT = 180000
C LAG = 5000
C DT = 0.01
C PI = 3.141592654
C -----
C READ (1,200) HEADER
C DO 5 i=1,NT
C READ (1,300)T(i),Y(i)
5   Y(i) = Y(i)/100
C WRITE(2,100)'* RESULT OF WAVE HEIGHT AND WAVE PERIOD CALCULATION*'
C WRITE(2,100)' No. Wave Height(m.) Wave Period(sec)'
C Nmax = 0
C Nmin = 0
C Ht = 0
C Tt = 0
C Tp = T(1)
C m = 0
C i = 1
C 8 IF (i.GT.NT) GOTO 99
C 10 IF (Y(i).LT.0) GOTO 20
C GOTO 50
C 20 IF (Y(i).LT.Nmin) GOTO 30
C i = i+1
C GOTO 70
C 30 Nmin=Y(i)
C i = i+1
C 70 IF (i.GT.NT) GOTO 99
C IF (Y(i).GT.0) GOTO 40
C GOTO 20
C 40 i = i-1
C Tt = T(i)-Tp
C Ht = Nmax - Nmin
C m = m+1
C WRITE (2,500)m,Ht,Tt
C Nmax = 0
C Nmin = 0
C Tt = 0

```



```

SUBROUTINE spect (CV,PS,SP,LAG,DT,DF)
DIMENSION CV(1),PS(1),SP(1)
C *****
  PI = 3.14159265358949
  FM = LAG
  LG = LAG + 1
  CM = 2.0 * DT / PI
  DF = 0.5 / FM / dt
  DO 20 I = 1, LG
20     SP(I) = CV(I)
        SP(1) = SP(1) * 0.5
        SP(LG) = SP(LG) * 0.5
C   +++ Finite Fourier Cosine Transform of a Half Symmetric Series +++
        C1 = PI / FM
        C2 = -C1
        DO 40 I = 1, LG
            PS(I) = 0
            C2 = C2 + C1
            C3 = -C2
            DO 30 L = 1, LG
30                 C3 = C3 + C2
                    PS(I) = PS(I) + SP(L) * COS(C3)
40     PS(I) = PS(I) * CM
C   ++++ Smoothing Power Spectrum by HAMMING WINDOW for SP(I)   ++++
        SP(1) = 0.54 * PS(1) + 0.46 * PS(2)
        SP(LG) = 0.54 * PS(LG) + 0.46 * PS(LAG)
50     DO 50 I = 2, LAG
            SP(I) = 0.54 * PS(I) + 0.23 * (PS(I-1) + PS(I+1))
        WRITE (3,200) 'Analysis of Time Series-AutoCor. and Power Spectrum'
        WRITE (3,200) 'Lag AutoCov Frequency EnergyDensity RawEnergy'
        SUM = -0.5 * (SP(1) + SP(LG))
        CUMPOWER = 0
        TOTALENG = 0
            DO 60 I = 1, LG
                L = I-1
                F = L * DF
                IF (SP(L).LT.0.) SP(L) = 0
70         TOTALENG = TOTALENG + 0.5*(SP(L)+SP(L+1))*DF

                CUMPOWER = CUMPOWER + SP(L)
                WRITE (3,210) L,CV(L),F,SP(L),PS(L)
60         SUM = SUM + SP(I)
            SUM = SUM * PI / FM / DT
            WRITE (3,250) SUM,CV(1)
            WRITE (3,270) CUMPOWER
            WRITE (3,300) TOTALENG
            WRITE (*,300) TOTALENG
200    FORMAT (A/)
210    FORMAT (T1,I4,T6,F8.4,T18,F5.2,T27,F10.8,T40,F10.8)
250    FORMAT (T1,'Calculated Variance is = ',F10.5/T1,'Which should
* be = ',F10.5)
270    FORMAT (T1,'Cumulative of Smoothed Power =',F12.8)
300    FORMAT (T1,'Total Energy in the Wave Field=',F12.8)
        RETURN
END

```

ภาคผนวก ค
ผลการศึกษาระณิศลินที่มุมกับชายฝั่ง 15°

ค-1 ลักษณะของคลิ่น

- การทดลองนี้มีมุมของคลิ่นที่กระทำกับแนวชายฝั่งเท่ากับ 15°
- ความสูงของคลิ่นที่ได้จากการวัดในแบบจำลองแอ่งคลิ่นมีค่าประมาณ 0.020 – 0.060 เมตร
- คาบเวลาของคลิ่นที่กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1.80 1.55 1.30 1.00 0.85 และ 0.80 วินาที
- ความยาวคลิ่นในแบบจำลองแอ่งคลิ่นมีค่าประมาณ 1.00 - 3.00 เมตร โดยคำนวณจากทฤษฎีคลิ่นความสูงน้อย

ค-2 การติดตั้งแบบจำลองเชื่อมกันคลิ่นแยก

- กำหนดให้เชื่อมกันคลิ่นมีความยาว 1.00 เมตร ทุกการทดลอง
- ระยะห่างระหว่างเชื่อมกันคลิ่นเท่ากับ 1.00 2.00 3.00 และ 4.00 เมตร
- เชื่อมกันคลิ่นตัวแรกทางชายฝั่งด้านเหนือน้ำวางตั้งห่างจากผนังของแอ่งคลิ่นเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างเชื่อมกันคลิ่นคือ 0.50 1.00 1.50 และ 2.00 เมตร

ตาราง ค-1 สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง A

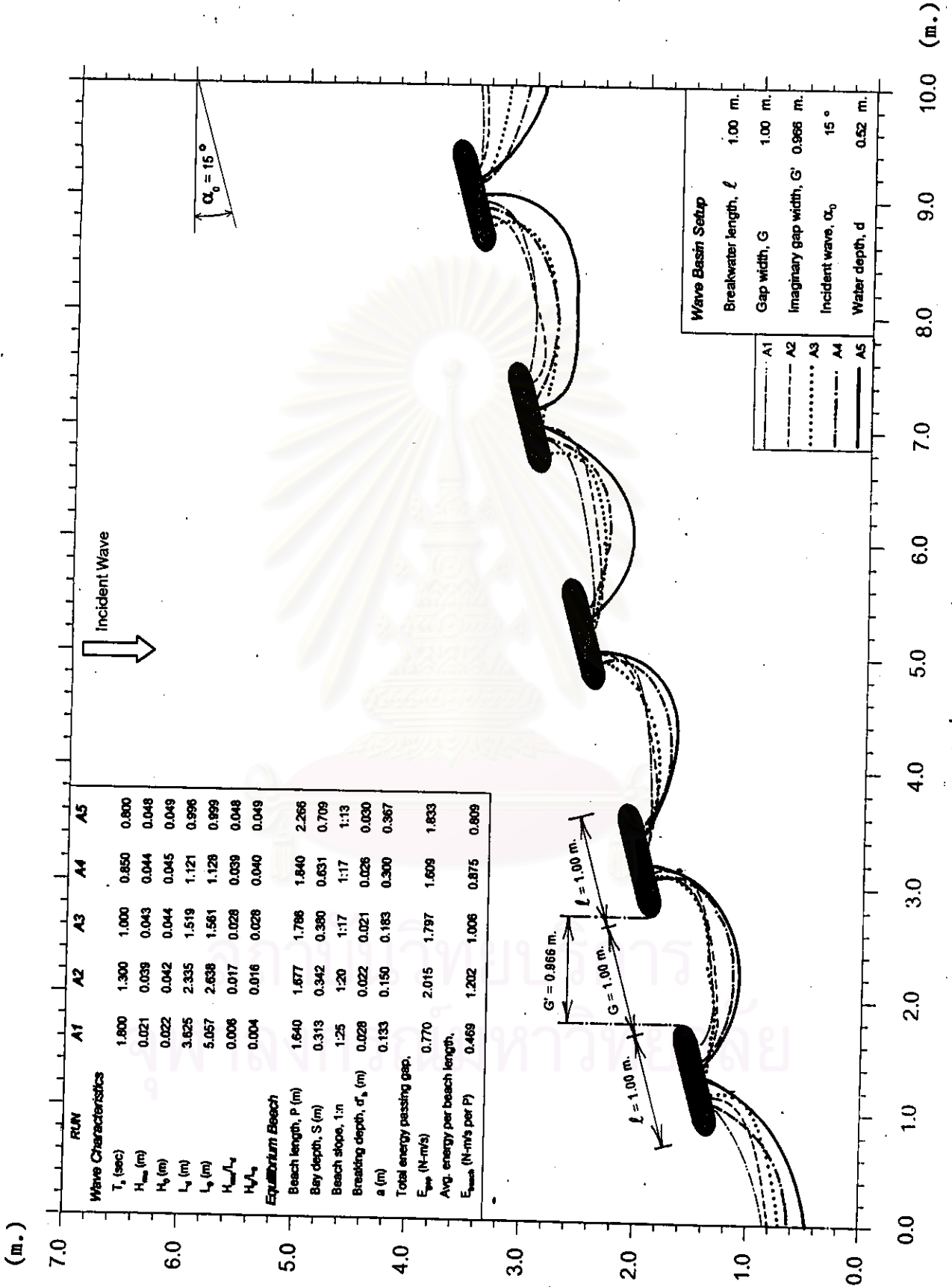
Run No.	A1	A2	A3	A4	A5	Remark
Setup Condition						
Breakwater Setup						
Water depth in wave basin, d (m)	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	
Numbers of breakwaters	4	4	4	4	4	
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Gap width, G (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Imaginary gap width, G' (m)	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	
Incident wave angle, α_0	15°	15°	15°	15°	15°	
Wave Characteristics						
Transitional Water at Mid Basin (recorder, d = 0.52 m.)						
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250	
Statistic Analysis (Time Domain)						
Root mean square wave height, H_{rms} (m)	0.021	0.039	0.043	0.044	0.048	$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum H^2}$
Significant wave period, T_s (sec)	1.80	1.30	1.00	0.85	0.80	= avg. period between zero upward crossing
Wave length, L_d (m)	3.825	2.335	1.519	1.121	0.996	$L_d = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_d}\right)$
Wave celerity, C_d (m/s)	2.014	1.796	1.519	1.319	1.245	$C_d = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_d}\right) = \frac{L_d}{T}$
Wave steepness, H_{rms}/L_d	0.006	0.017	0.028	0.039	0.048	
Wave energy, \bar{E}_d (N-m/m ²)	0.530	1.826	2.224	2.373	2.880	= total avg. wave energy per unit surface area, $\bar{E}_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{16}$
Energy flux, \bar{P}_d (N-m/s per m. of wave crest)	0.534	1.840	1.689	1.585	1.780	= rate of energy per unit crest width, $\bar{P}_d = \bar{E}_d C_d = \frac{1}{2} \bar{E}_d C_d^3$
Spectral Analysis (Frequency Domain)						
Spectral energy density at f_p , $S(f)$ ($\times 10^{-4}$ m ² -s)	5.76	13.05	19.83	18.74	25.23	$S(f) \Delta f = \sum \frac{a_n^2}{2}$
Spectral variance, σ^2 ($\times 10^{-6}$ m ²)	13.25	27.87	40.42	43.76	51.53	$\sigma^2 = \int S(f) df = m_0$
Zeroth-moment wave height, H_{m0} (m)	0.015	0.021	0.025	0.026	0.029	$H_{m0} = 4\sigma$
Peak spectra period, T_p (sec)	1.80	1.30	1.00	0.85	0.80	= proportional to the reciprocal of peak frequency, (1/ f_p)
Peak frequency, f_p (Hz)	0.56	0.77	1.00	1.18	1.25	= frequency associated with max. of spectral energy density
Wave energy, $E(f)$ (N-m/m ²)	0.130	0.273	0.396	0.429	0.505	$\bar{E}(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^\infty S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$
Deep Water (calculated)						
Wave period, T (sec)	1.80	1.30	1.00	0.85	0.80	= T_s at depth (d = 0.50 m.)
Wave length, L_0 (m.)	5.057	2.638	1.561	1.128	0.999	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$
Wave height, H_0 (m.)	0.022	0.042	0.044	0.045	0.049	= calculated by Shoaling Coefficient, K_s
Wave steepness, H_0/L_0	0.004	0.016	0.028	0.040	0.049	

ตาราง ก-1 (ต่อ) สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง A

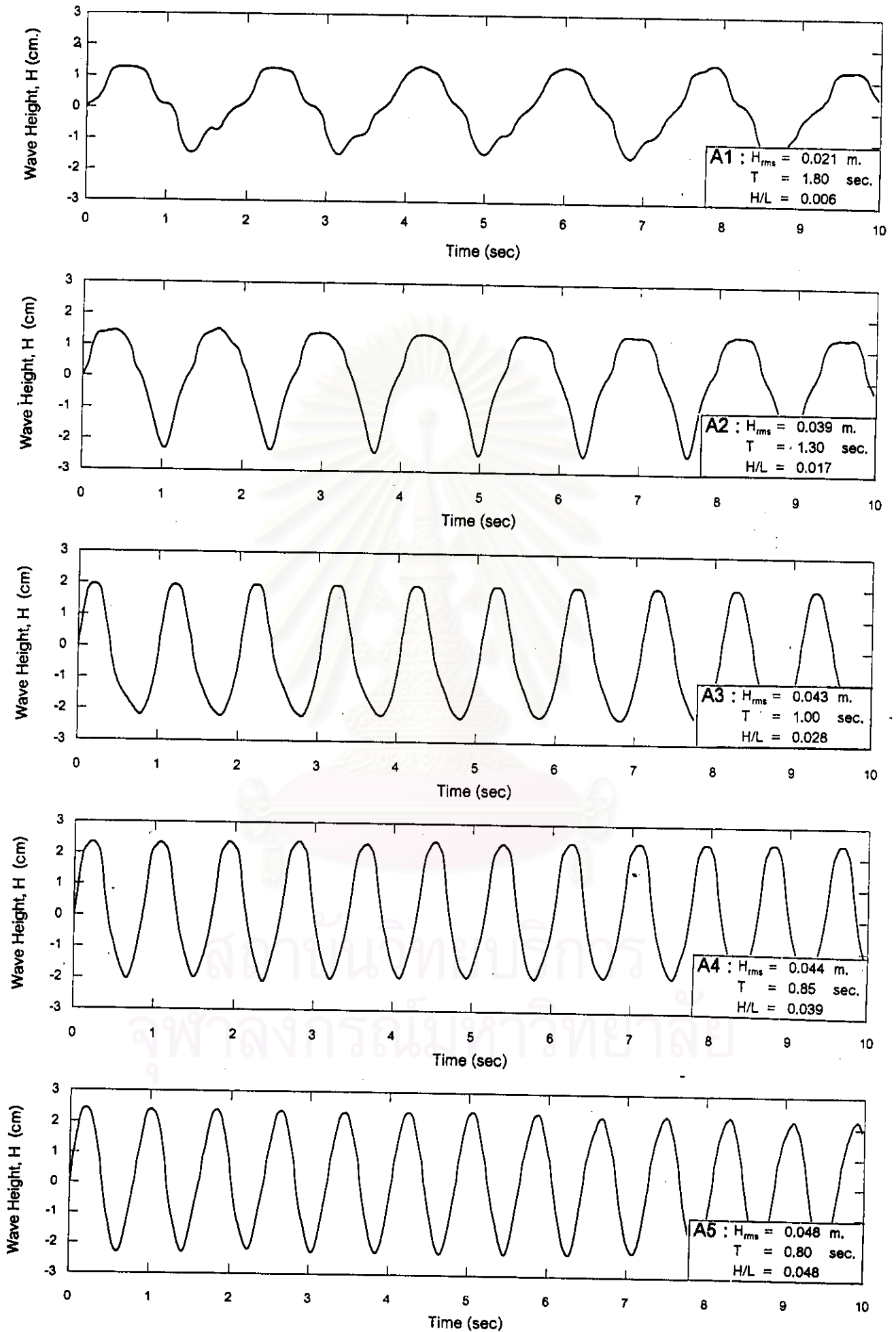
Run No.	A1	A2	A3	A4	A5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.047	0.051	0.057	0.062	0.062	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.063	0.066	0.061	0.068	0.067	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	1.208	0.902	0.719	0.624	0.583	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.671	0.694	0.719	0.734	0.729	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Shoaling coef., K_s^*	1.461	1.234	1.083	1.007	0.988	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0) \sin \alpha_0$	3.576	5.178	7.099	8.690	9.244	
Refraction coef., K_r^{**}	0.953	0.954	0.956	0.958	0.958	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.031	0.050	0.046	0.043	0.046	$H_{ent} = H_0 K_r K_s$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	1.188	3.008	2.588	2.271	2.604	$\bar{E}_{ent} = \frac{\rho g H_{ent}^2}{8}$
Energy flux, P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest)	0.797	2.087	1.861	1.866	1.898	$\bar{P}_{ent} = \bar{E}_{ent} C_{ent}$
(rate of energy per unit crest width)						
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	0.770	2.015	1.797	1.609	1.833	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_0	1.846	1.204	0.993	0.889	0.830	$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3(H_0/L_0)^{1/3}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.041	0.051	0.044	0.040	0.040	
Breaking depth, d_b (m.)	0.053	0.065	0.056	0.051	0.052	$\frac{d_b}{H_b} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	1.840	1.677	1.786	1.840	2.266	
Bay depth, S (m.)	0.313	0.342	0.380	0.631	0.709	
Beach slope, 1: n_1	1:115	1:30	1:23	1:27	1:12	
Beach slope, 1: n_2	1:101	1:20	1:16	1:17	1:16	
Beach slope, 1: n_3	1:45	1:15	1:15	1:12	1:12	
Avg. beach slope, 1: n	1:25	1:20	1:17	1:17	1:13	
Breaking depth, d_p' (m)	0.028	0.022	0.021	0.026	0.030	
a (m)	0.133	0.150	0.183	0.300	0.367	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	0.770	2.015	1.797	1.609	1.833	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, T_{gap}/P	0.469	1.202	1.006	0.875	0.809	
(N-m/s per m. of beach lengths)						

* Shoaling Coefficient, $K_s = \frac{1}{\sqrt{\left[1 + \frac{(4\pi d/L)}{\sinh(4\pi d/L)}\right] \tanh \frac{2\pi d}{L}}}$

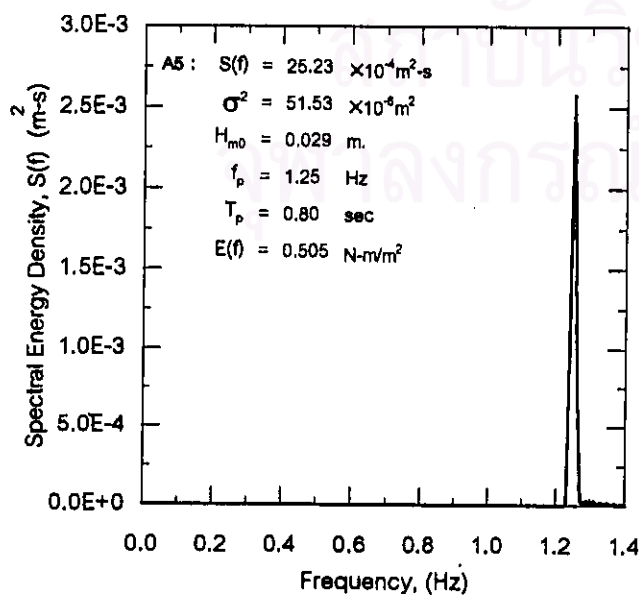
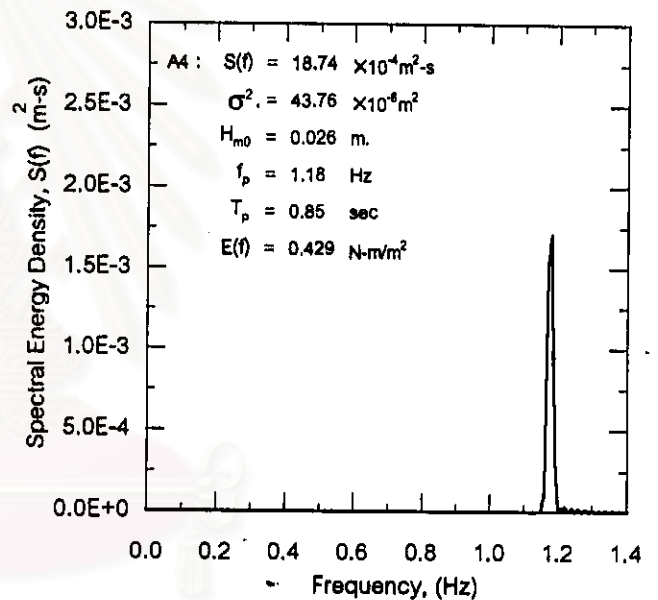
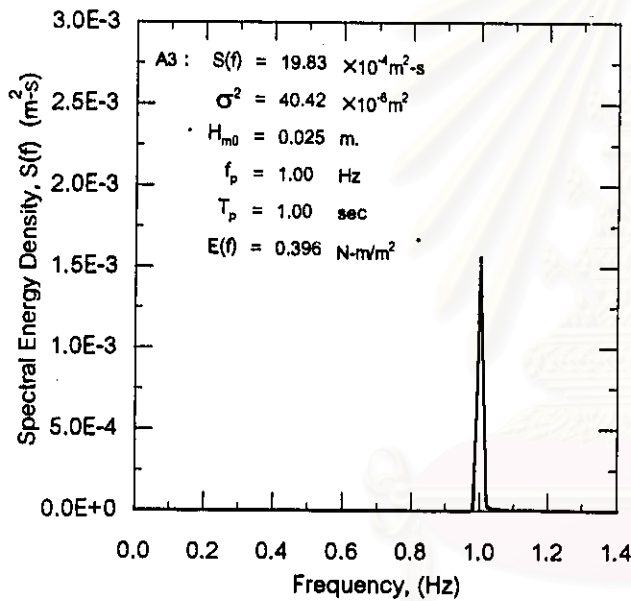
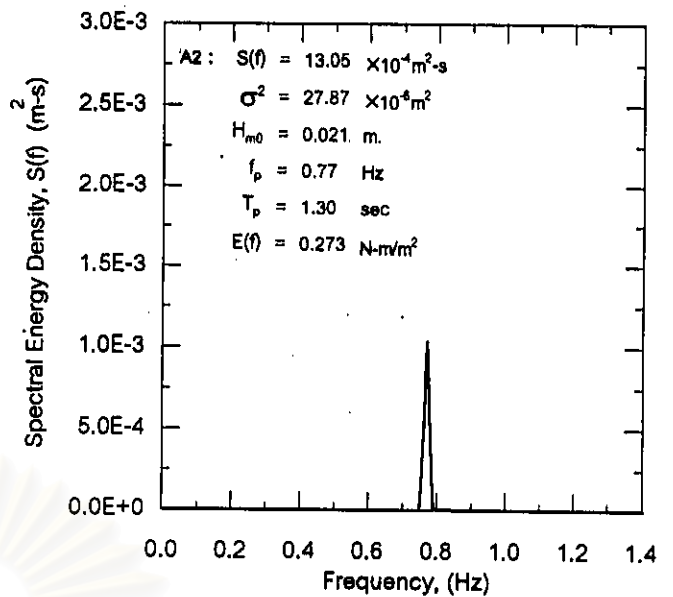
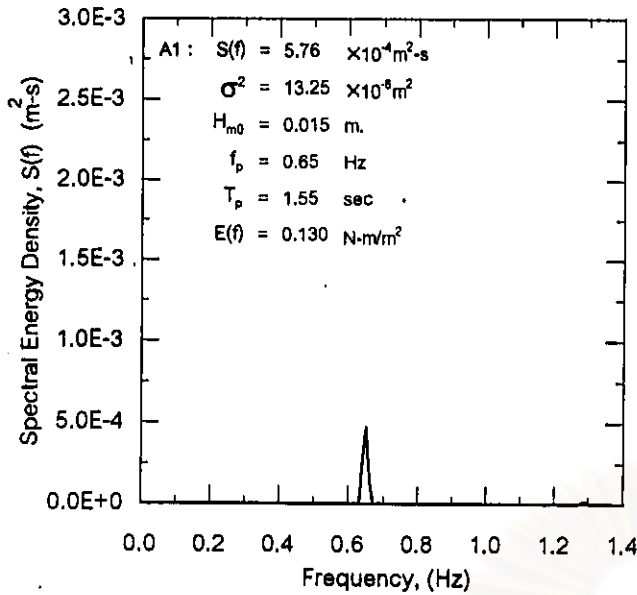
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}\right]^{1/2}$



รูป ค-1 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง A



รูป ค-1 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง A



Wave Basin Setup	
Breakwater length, l	1.00 m.
Gap width, G	1.00 m.
Incident wave angle, α_0	15 °
Water depth, d	0.52 m.
	A1 A2 A3 A4 A5
H_{m0} (cm.)	0.021 0.039 0.043 0.044 0.048
T (sec)	1.80 1.30 1.00 0.85 0.80
H/L	0.006 0.017 0.028 0.039 0.048

รูป ค-1 (ค) พลังงานคลื่นจากกรวยวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง A

ตาราง ค-2 สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง B

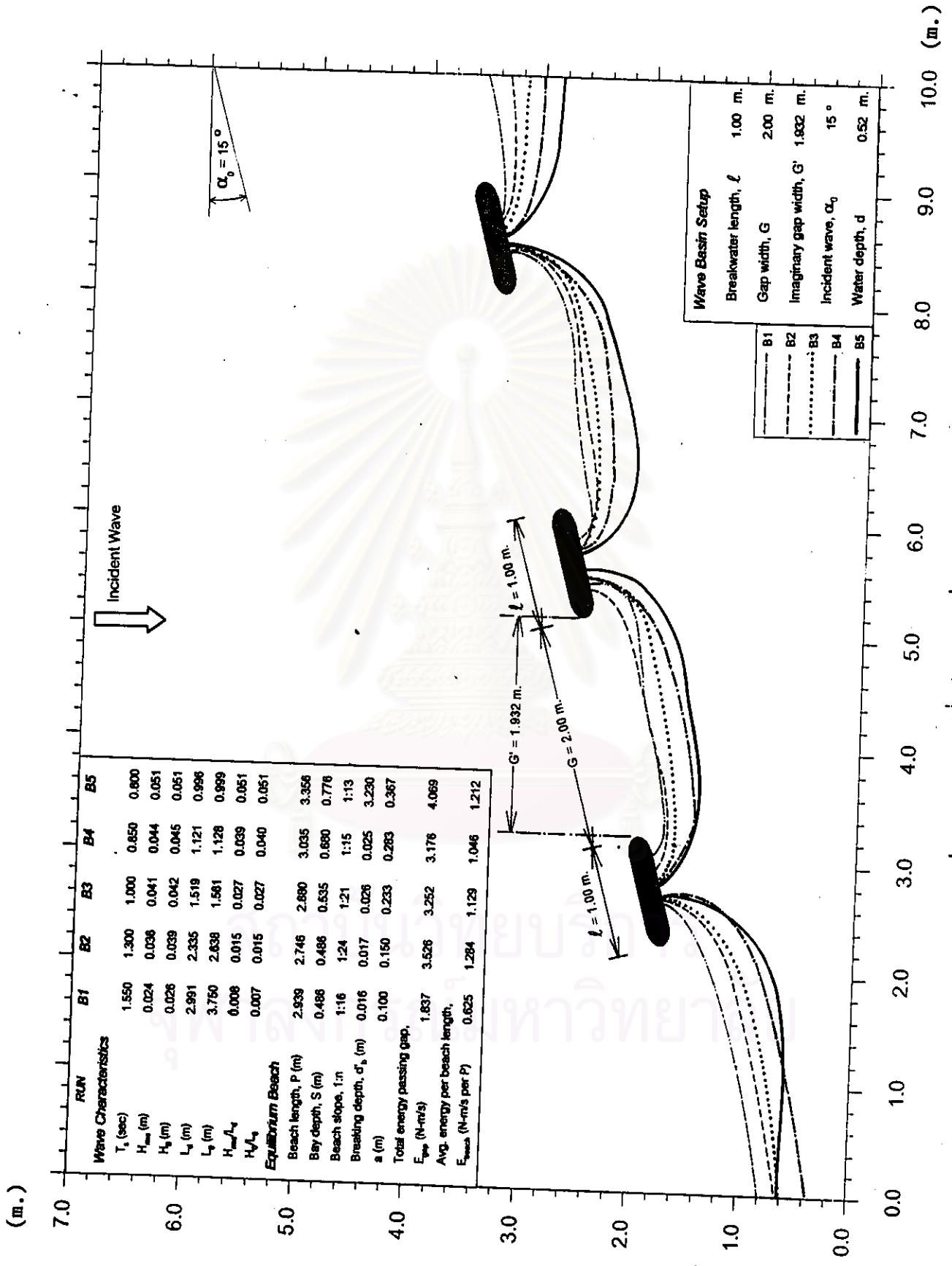
Run No.	B1	B2	B3	B4	B5	Remark	
Setup Condition							
Breakwater Setup							
Water depth in wave basin, d (m)	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52		
Numbers of breakwaters	3	3	3	3	3		
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
Gap width, G (m)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		
imaginary gap width, G' (m)	1.932	1.932	1.932	1.932	1.932		
Incident wave angle, α_0	15°	15°	15°	15°	15°		
Wave Characteristics							
Transitional Water at Mid Basin (recorder, d = 0.52 m.)							
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum H^2}$ <p>= avg. period between zero upward crossing</p> $L_s = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_s}\right)$ $C_s = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_s}\right) = \frac{L_s}{T}$ <p>= total avg. wave energy per unit surface area, $\bar{E}_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{8}$</p> <p>= rate of energy per unit crest width, $\bar{P}_d = \bar{E}_d C_s = \frac{1}{8} \bar{E}_d C_s$</p>	
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250		
Statistic Analysis (Time Domain)							
Root mean square wave height, H_{rms} (m)	0.024	0.036	0.041	0.044	0.051		
Significant wave period, T_s (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80		
Wave length, L_d (m)	2.991	2.335	1.519	1.121	0.998		
Wave celerity, C_d (m/s)	1.930	1.796	1.519	1.319	1.245		
Wave steepness, H_{rms}/L_d	0.008	0.015	0.027	0.039	0.051		
Wave energy, \bar{E}_d (N-m/m ²)	0.706	1.589	2.020	2.373	3.126		
Energy flux, \bar{P}_d (N-m/s per m. of wave crest)	0.881	1.427	1.535	1.585	1.946		
Spectral Analysis (Frequency Domain)							
Spectral energy density at f_p , $S(f)$ ($\times 10^{-4}$ m ² -s)	4.72	10.40	15.64	17.10	25.80	$S(f) \Delta f = \sum \frac{a_n^2}{2}$ $\sigma^2 = \int_0^n S(f) df = m$ $H_{m0} = 4\sigma$ <p>= proportional to the reciprocal of peak frequency, (1/f_p)</p> <p>= frequency associated with max. of spectral energy density</p> $\bar{E}(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^n S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$	
Spectral variance, σ^2 ($\times 10^{-4}$ m ²)	10.02	22.23	32.78	40.05	53.40		
Zeroth-moment wave height, H_{m0} (m)	0.013	0.019	0.023	0.025	0.029		
Peak spectra period, T_p (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80		
Peak frequency, f_p (Hz)	0.85	0.77	1.00	1.18	1.25		
Wave energy, $E(f)$ (N-m/m ²)	0.098	0.218	0.321	0.393	0.524		
Deep Water (calculated)							
Wave period, T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= T_s at depth (d = 0.50 m.)	
Wave length, L_0 (m.)	3.750	2.638	1.561	1.128	0.998	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$	
Wave height, H_0 (m.)	0.026	0.039	0.042	0.045	0.051	= calculated by Shoaling Coefficient, K_s **	
Wave steepness, H_0/L_0	0.007	0.015	0.027	0.040	0.051		

ตาราง ค-2 (ต่อ) สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง B

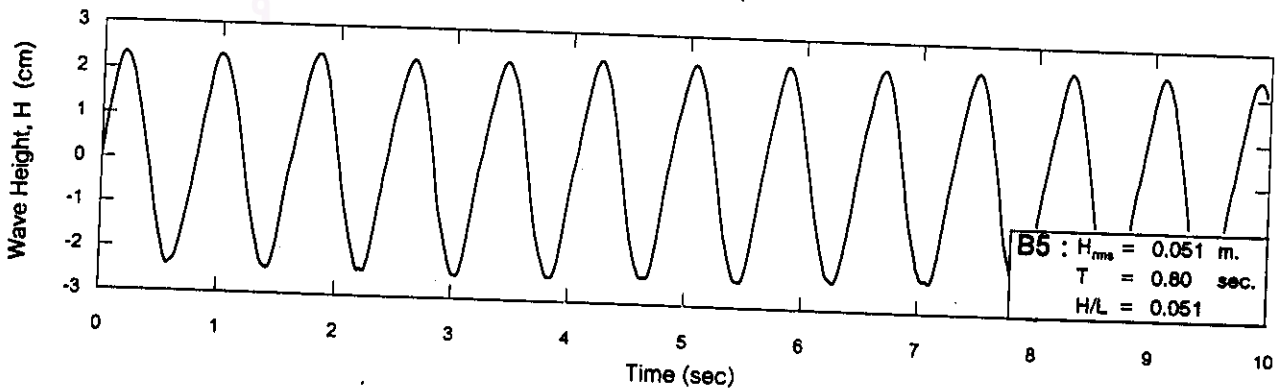
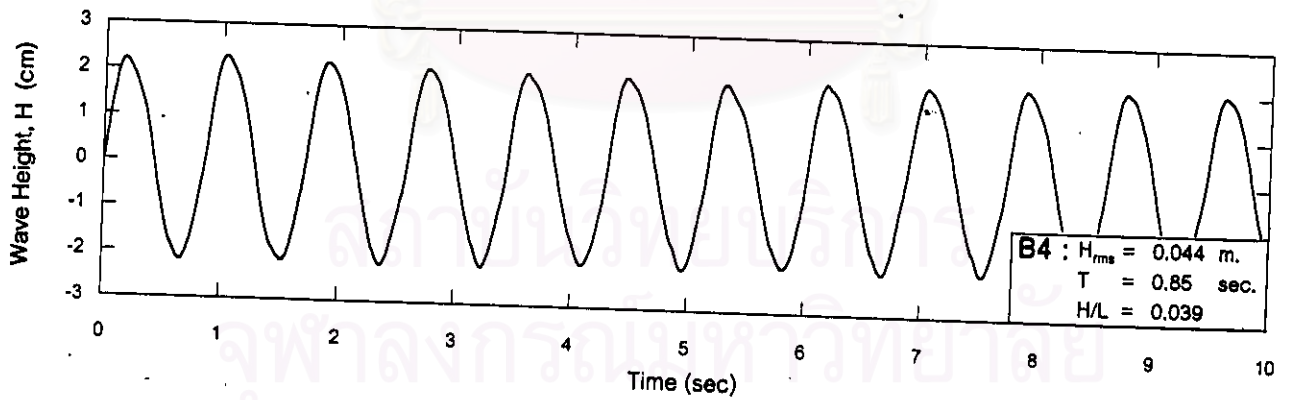
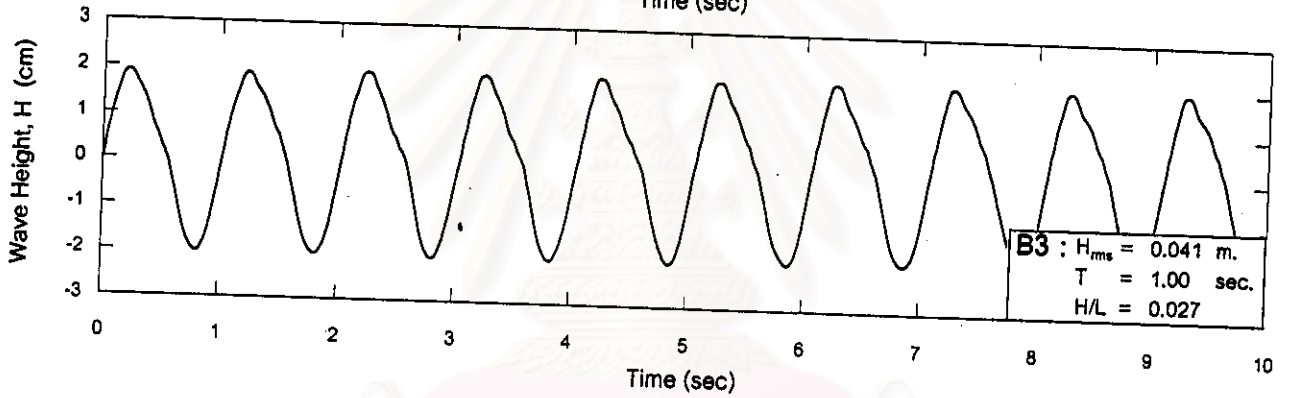
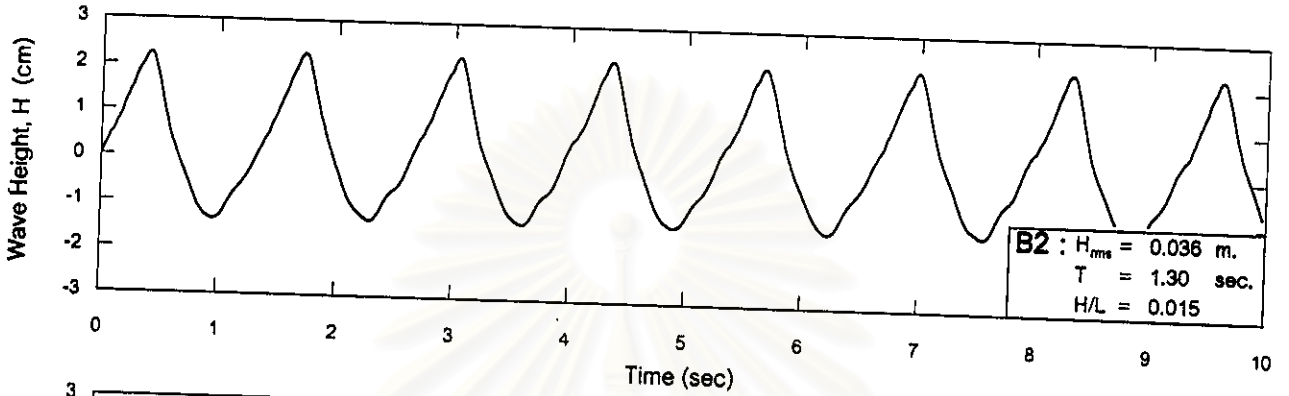
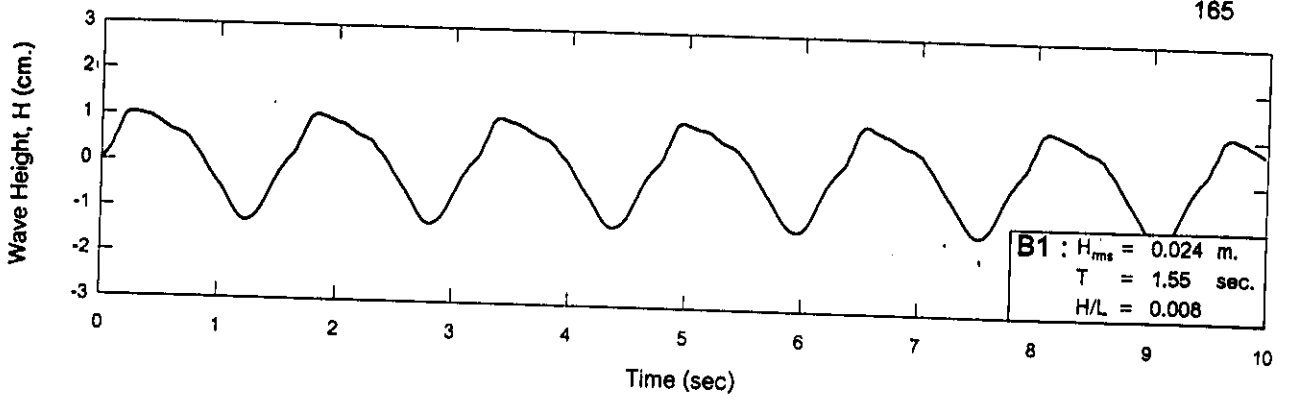
Run No.	B1	B2	B3	B4	B5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.051	0.058	0.054	0.055	0.069	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.064	0.069	0.068	0.068	0.082	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	1.085	0.958	0.701	0.594	0.609	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.700	0.737	0.701	0.699	0.781	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Shoaling coef., K_s^*	1.334	1.201	1.094	1.028	0.974	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0) \sin \alpha_0$	4.352	5.510	6.913	8.229	9.719	
Refraction coef., K_r^{**}	0.953	0.954	0.955	0.957	0.959	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.033	0.045	0.044	0.044	0.048	$H_{ent} = H_0 K_r K_s$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	1.359	2.478	2.400	2.352	2.768	$\bar{E}_{ent} = \frac{\rho g H_{ent}^2}{8}$
Energy flux, P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest) (rate of energy per unit crest width)	0.951	1.825	1.684	1.644	2.108	$\bar{P}_{ent} = \bar{E}_{ent} C_{ent}$
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	1.837	3.526	3.252	3.176	4.089	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_0	1.585	1.232	1.009	0.889	0.817	$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3(H_0/L_0)^{1/3}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.042	0.048	0.043	0.040	0.042	
Breaking depth, d_b (m.)	0.053	0.062	0.055	0.051	0.053	$\frac{d_b}{H_0} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	2.939	2.746	2.880	3.036	3.358	
Bay depth, S (m.)	0.486	0.486	0.535	0.680	0.776	
Beach slope, 1: n_1	1:18	1:18	1:20	1:19	1:15	
Beach slope, 1: n_2	1:18	1:40	1:26	1:18	1:13	
Beach slope, 1: n_3	1:14	1:22	1:18	1:12	1:11	
Avg. beach slope, 1: n	1:18	1:24	1:21	1:15	1:13	
Breaking depth, d_p' (m)	0.018	0.017	0.026	0.025	0.032	
a (m)	0.100	0.150	0.233	0.283	0.367	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	1.837	3.526	3.252	3.176	4.089	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, T_{gap}/P (N-m/s per m. of beach lengths)	0.625	1.284	1.129	1.046	1.212	

* Shoaling Coefficient, $K_s = \frac{1}{\sqrt{\left[1 + \frac{(4\pi d/L)}{\sinh(4\pi d/L)}\right] \tanh \frac{2\pi d}{L}}}$

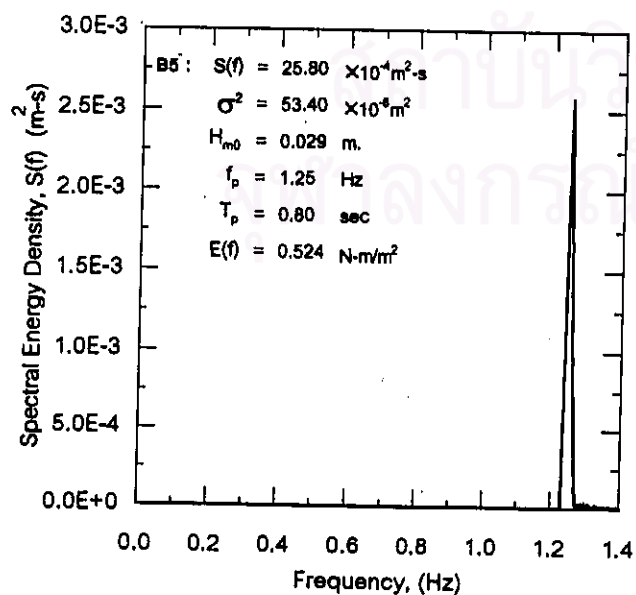
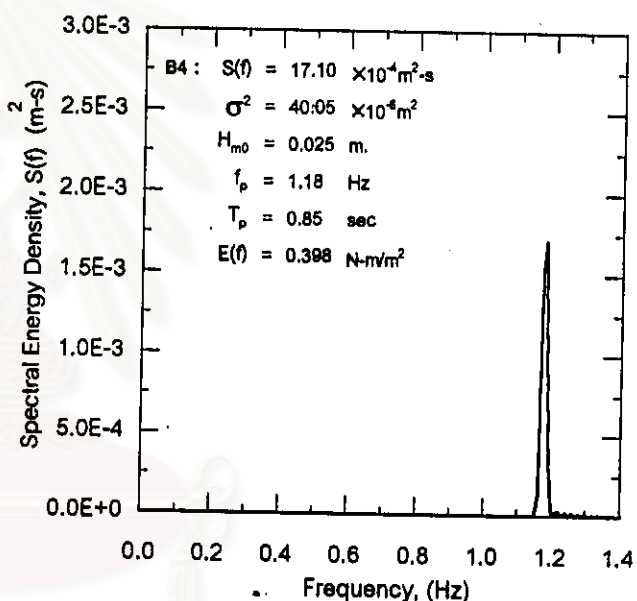
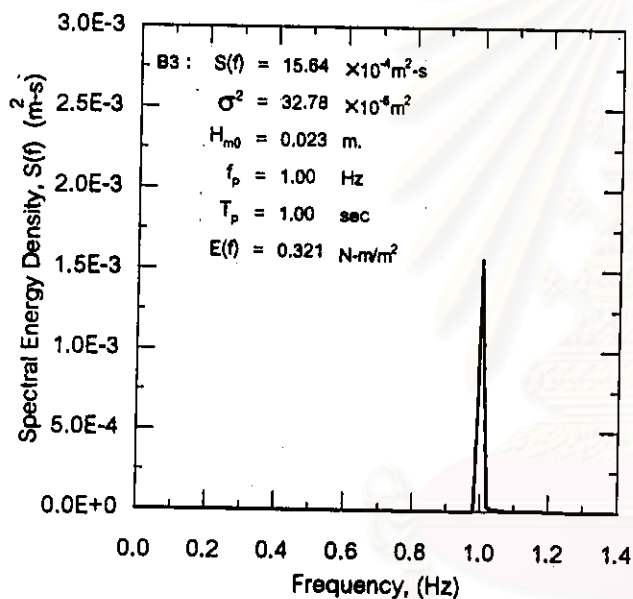
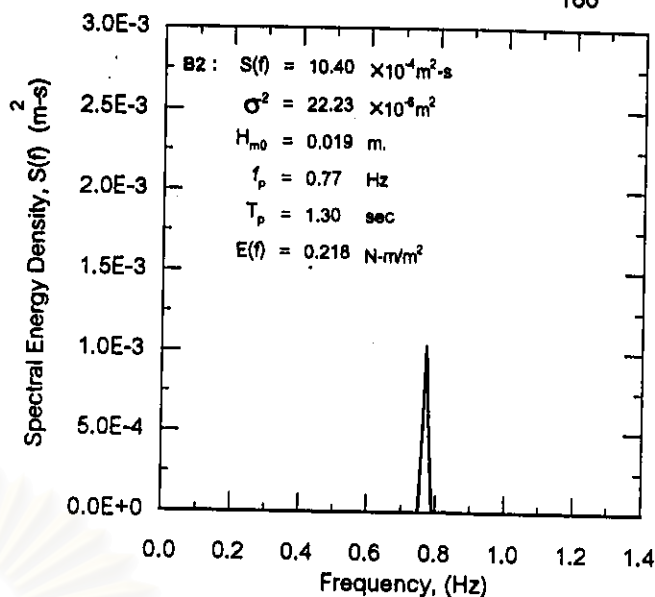
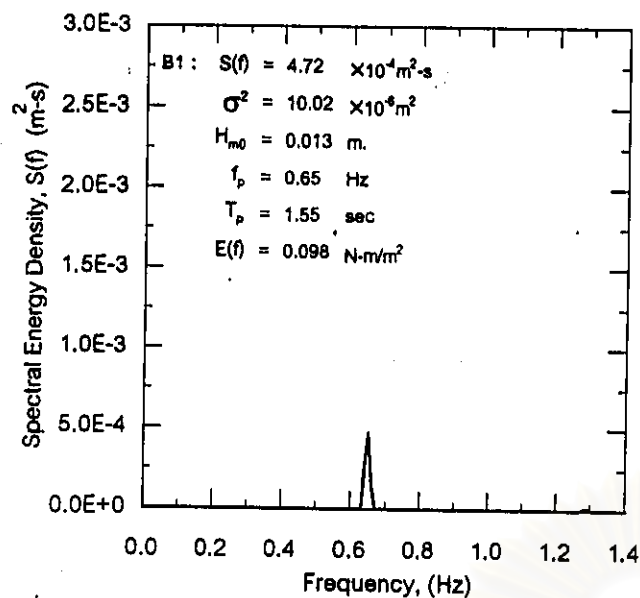
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}\right]^{1/2}$



รูป ค-2 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง B



รูป ค-2 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง B



Wave Basin Setup

Breakwater length, l	1.00 m.
Gap width, G	2.00 m.
Incident wave angle, α_0	15 °
Water depth, d	0.52 m.

	B1	B2	B3	B4	B5
H_{m0} (cm.)	0.024	0.036	0.041	0.044	0.051
T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80
H/L	0.008	0.015	0.027	0.039	0.051

รูป ค-2 (ค) พลังงานคลื่นจากการวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง B

ตาราง ค-3 สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง C

Run No.	C1	C2	C3	C4	C5	Remark
Setup Condition						
Breakwater Setup						
Water depth in wave basin, d (m)	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	
Numbers of breakwaters	3	3	3	3	3	
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Gap width, G (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
Imaginary gap width, G' (m)	2.898	2.898	2.898	2.898	2.898	
Incident wave angle, α_0	15°	15°	15°	15°	15°	
Wave Characteristics						
Transitional Water at Mid Basin (recorder, d = 0.52 m.)						
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250	
Statistic Analysis (Time Domain)						
Root mean square wave height, H_{rms} (m)	0.022	0.037	0.040	0.043	0.053	$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum H^2}$
Significant wave period, T_s (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= avg. period between zero upward crossing
Wave length, L_d (m)	2.991	2.335	1.519	1.121	0.998	$L_d = \frac{gT^4}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_d}\right)$
Wave celerity, C_d (m/s)	1.930	1.796	1.519	1.319	1.245	$C_d = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_d}\right) = \frac{L_d}{T}$
Wave steepness, H_{rms}/L_d	0.007	0.016	0.026	0.038	0.053	
Wave energy, \bar{E}_d (N-m/m ²)	0.615	1.642	1.942	2.256	3.469	= total avg. wave energy per unit surface area, $\bar{E}_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{8}$
Energy flux, \bar{P}_d (N-m/s per m. of wave crest)	0.593	1.475	1.475	1.488	2.160	= rate of energy per unit crest width, $\bar{P}_d = \bar{E}_d C_d = \frac{1}{8} \bar{E}_d C_d^3$
Spectral Analysis (Frequency Domain)						
Spectral energy density at f_p , $S(f)$ ($\times 10^{-4}$ m ² -s)	4.96	11.23	15.42	18.06	25.80	$S(f) \Delta f = \frac{\sum a_n^2}{2}$
Spectral variance, σ^2 ($\times 10^{-9}$ m ²)	10.81	24.93	33.05	41.63	66.14	$\sigma^2 = \int_0^n S(f) df = m_0$
Zeroth-moment wave height, H_{m0} (m)	0.013	0.020	0.023	0.026	0.033	$H_{m0} = 4\sigma$
Peak spectra period, T_p (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= proportional to the reciprocal of peak frequency, $(1/f_p)$
Peak frequency, f_p (Hz)	0.85	0.77	1.00	1.18	1.25	= frequency associated with max. of spectral energy density
Wave energy, $E(f)$ (N-m/m ²)	0.106	0.244	0.324	0.408	0.649	$\bar{E}(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^n S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$
Deep Water (calculated)						
Wave period, T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= T_s at depth (d = 0.50 m.)
Wave length, L_0 (m.)	3.750	2.838	1.561	1.128	0.999	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$
Wave height, H_0 (m.)	0.024	0.040	0.041	0.044	0.054	= calculated by Shallowing Coefficient, K_s
Wave steepness, H_0/L_0	0.007	0.015	0.027	0.039	0.054	

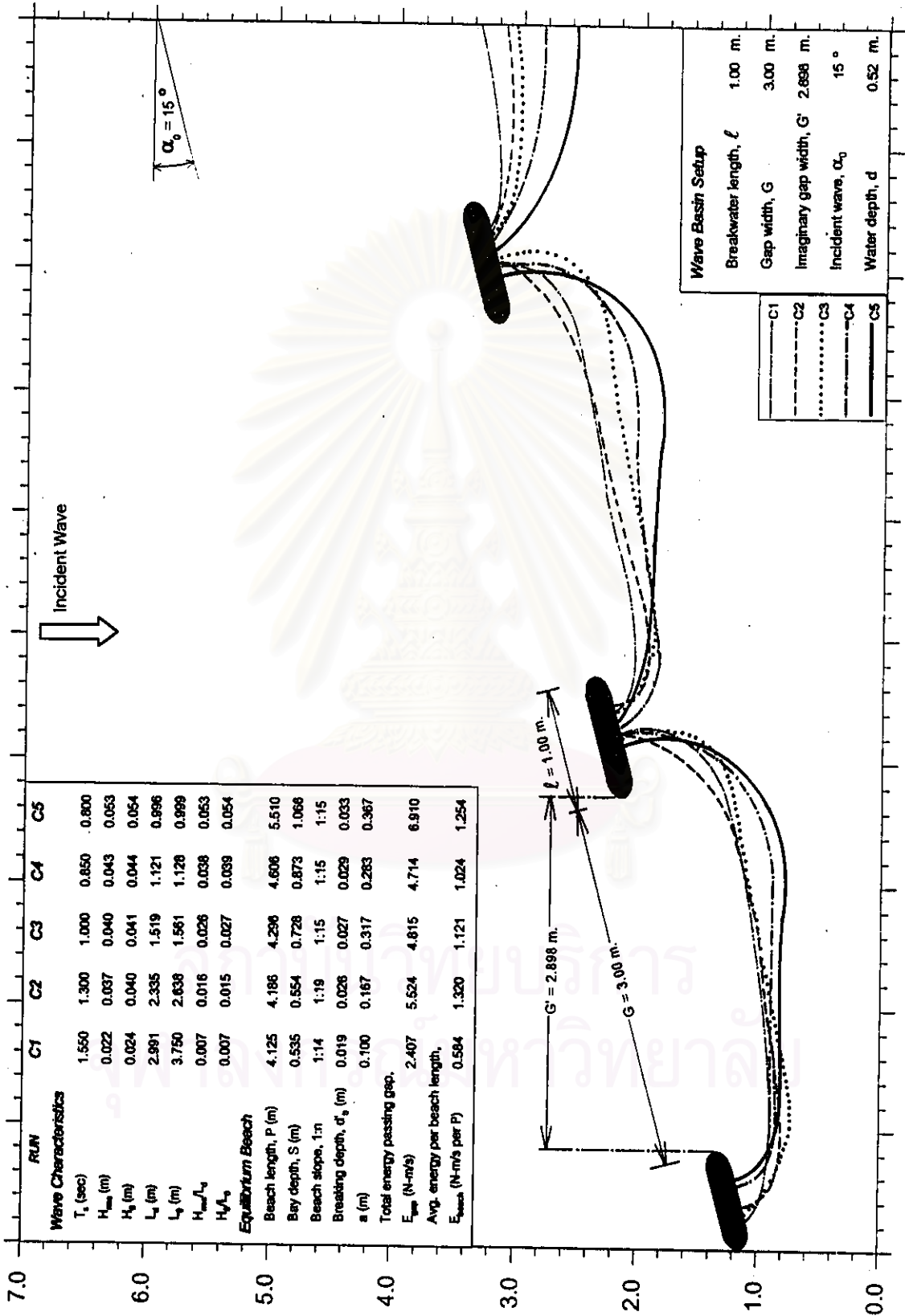
ตาราง ค-3 (ต่อ) สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง C

Run No.	C1	C2	C3	C4	C5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.056	0.069	0.072	0.075	0.077	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.070	0.072	0.098	0.091	0.099	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	1.131	1.042	0.801	0.679	0.639	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.730	0.802	0.801	0.798	0.799	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Shoaling coef., K_s^*	1.308	1.157	1.036	0.978	0.959	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0) \sin \alpha_0$	4.543	6.024	7.992	9.575	10.298	
Refraction coef., K_r^{**}	0.954	0.955	0.957	0.959	0.960	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.030	0.044	0.041	0.041	0.049	$H_{ent} = H_0 K_r K_s$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	1.139	2.378	2.075	2.038	2.984	$\bar{E}_{ent} = \frac{\rho g H_{ms}^2}{8}$
Energy flux, P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest)	0.831	1.906	1.662	1.627	2.385	$\bar{P}_{ent} = \bar{E}_{ent} C_{ent}$
(rate of energy per unit crest width)						
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	2.407	5.524	4.815	4.714	6.910	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_0	1.622	1.225	1.015	0.897	0.803	$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3(H_0/L_0)^{1/2}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.040	0.049	0.042	0.039	0.043	
Breaking depth, d_b (m.)	0.051	0.063	0.054	0.050	0.055	$\frac{d_b}{H_b} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	4.125	4.186	4.296	4.606	5.510	
Bay depth, S (m.)	0.535	0.554	0.728	0.873	1.066	
Beach slope, 1: n_1	1:14	1:16	1:12	1:17	1:15	
Beach slope, 1: n_2	1:14	1:18	1:26	1:13	1:14	
Beach slope, 1: n_3	1:15	1:24	1:13	1:16	1:15	
Avg. beach slope, 1: n	1:14	1:19	1:15	1:15	1:15	
Breaking depth, d_p (m)	0.019	0.026	0.027	0.029	0.033	
a (m)	0.100	0.167	0.317	0.283	0.367	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	2.407	5.524	4.815	4.714	6.910	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, T_{gap}/P	0.584	1.320	1.121	1.024	1.254	
(N-m/s per m. of beach lengths)						

* Shoaling Coefficient, $K_s = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(4\pi d/L)}{\sinh(4\pi d/L)} \tanh \frac{2\pi d}{L}}}$

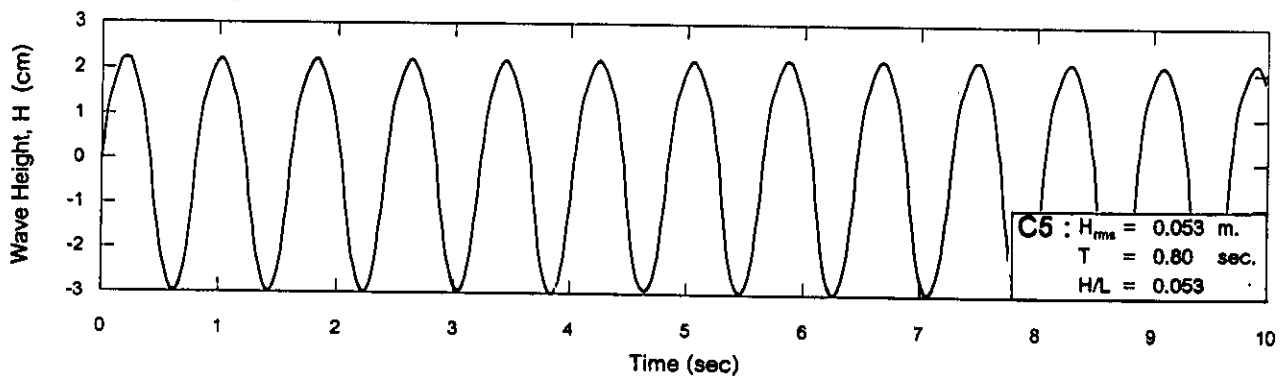
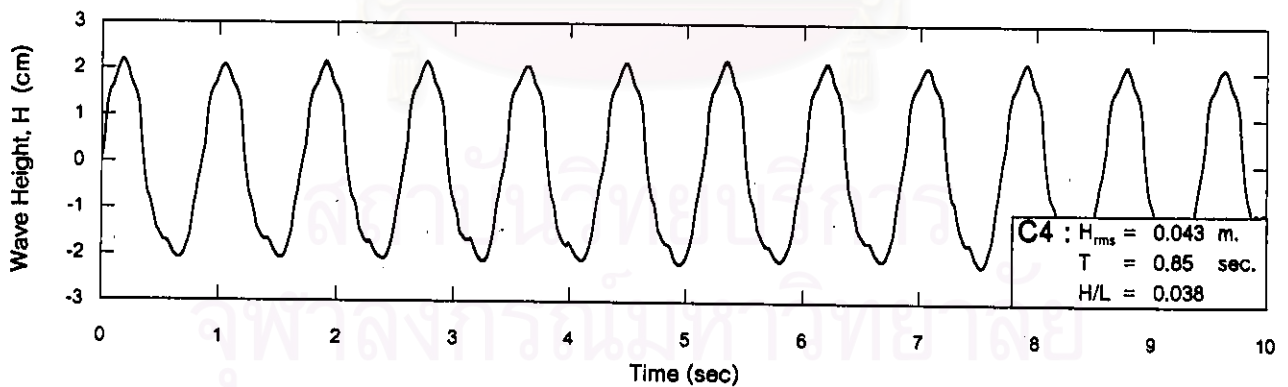
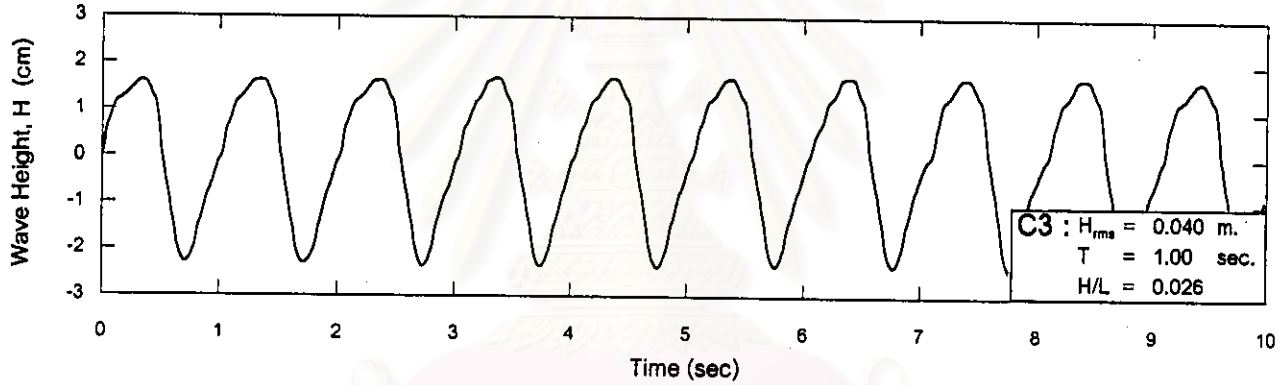
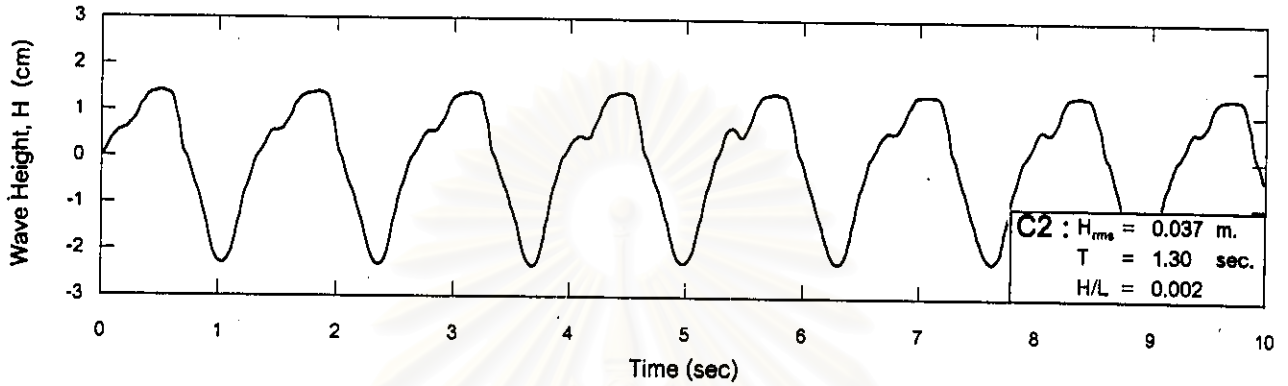
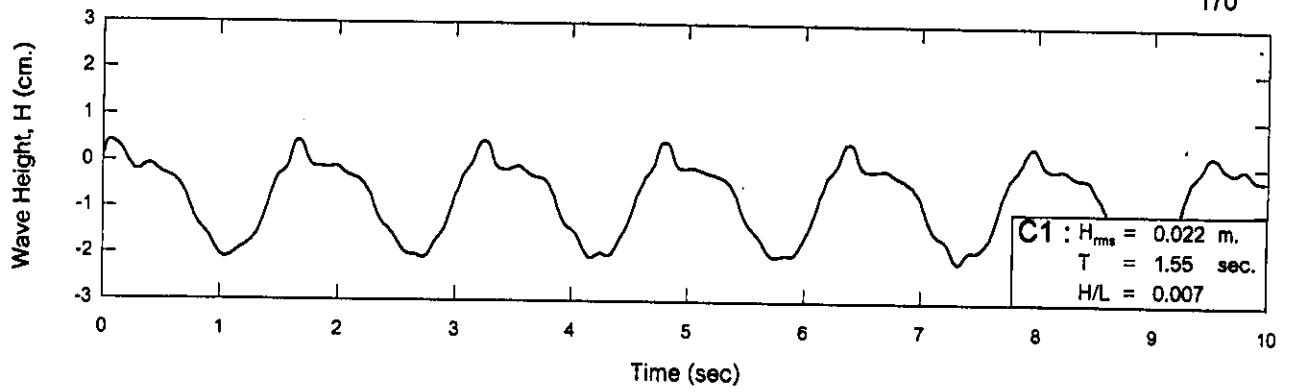
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} \right]^{1/2}$

(ม.)

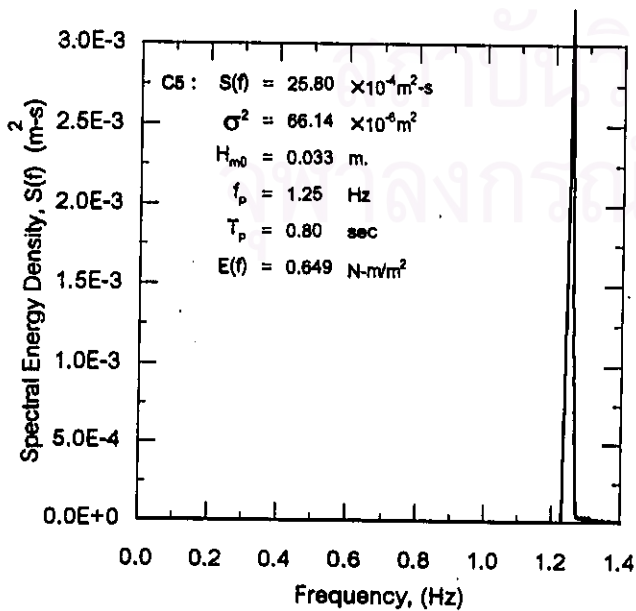
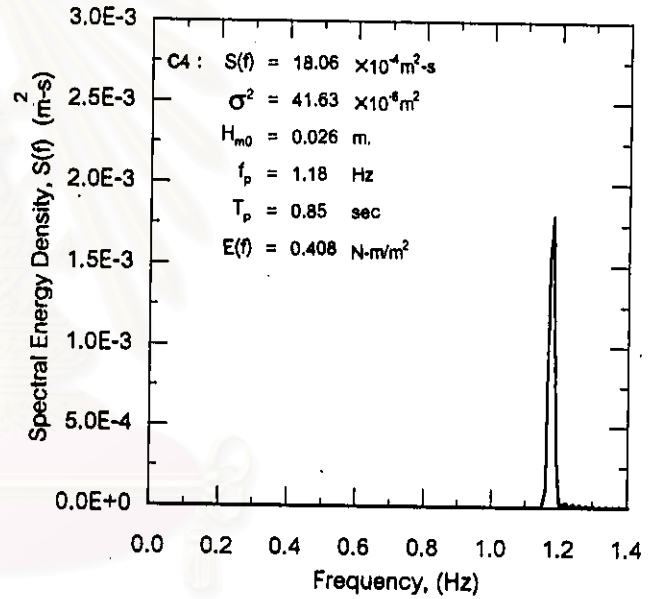
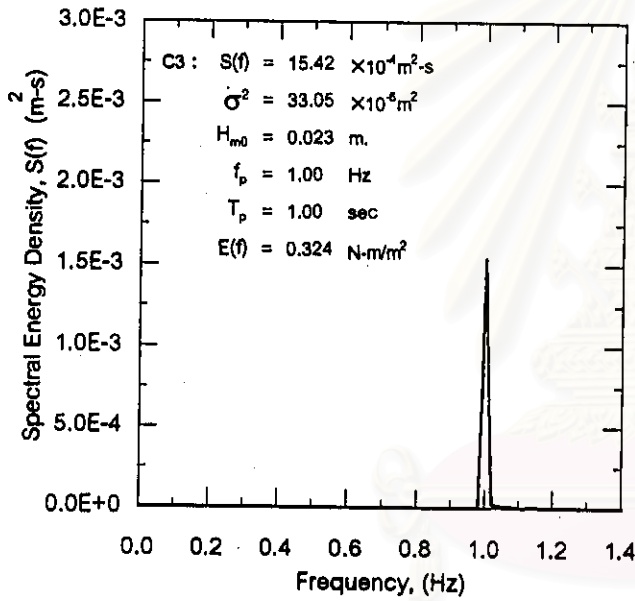
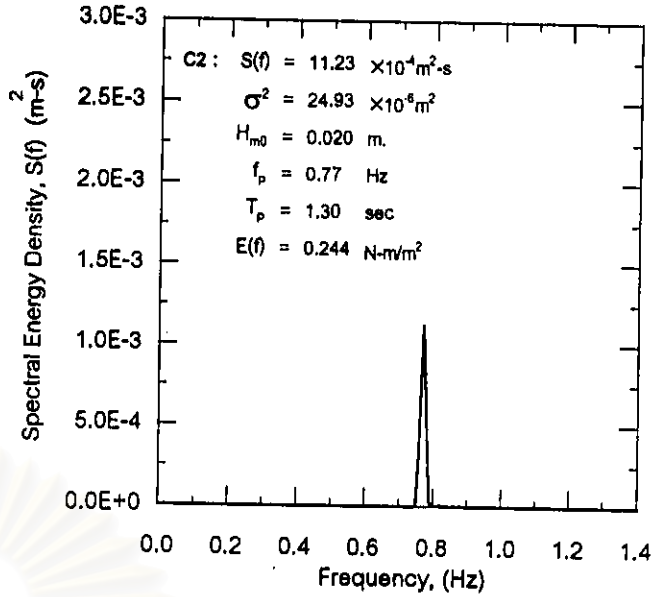
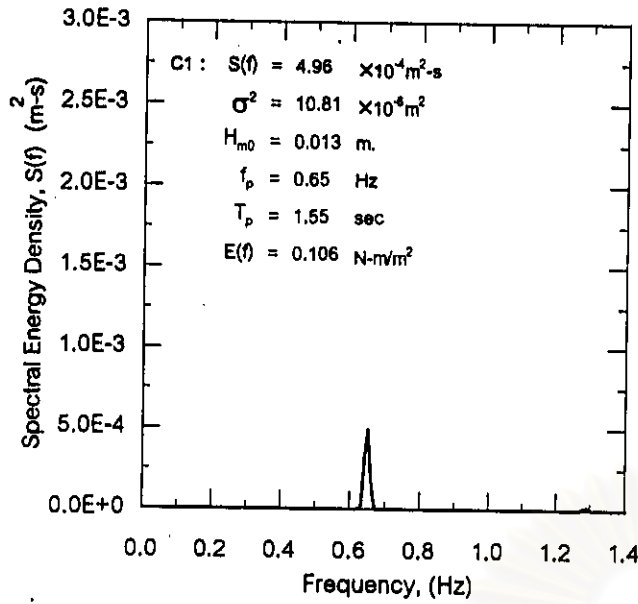


รูป ค-3 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง C

10.0 (ม.)



รูป ค-3 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง C

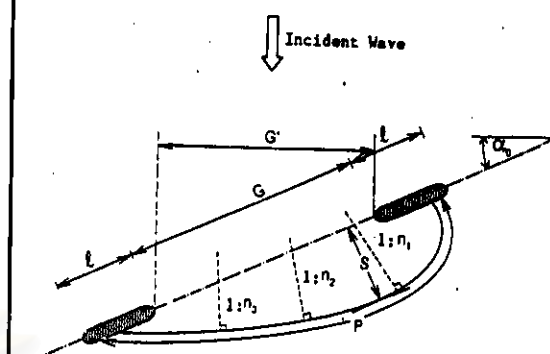
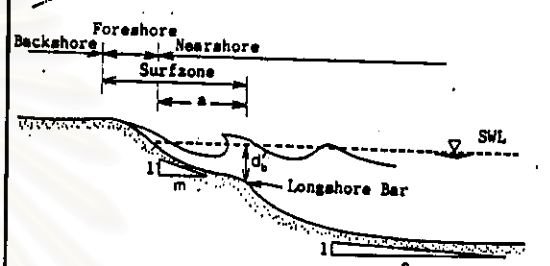


Wave Basin Setup	
Breakwater length, l	1.00 m.
Gap width, G	3.00 m.
Incident wave angle, α_1	15 °
Water depth, d	0.52 m.

	C1	C2	C3	C4	C5
H_{ms} (cm.)	0.022	0.037	0.040	0.043	0.053
T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80
H/L	0.007	0.002	0.026	0.038	0.053

รูป ค-3 (ค) พลังงานคลื่นจากการวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง C

ตาราง ก-4 สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง D

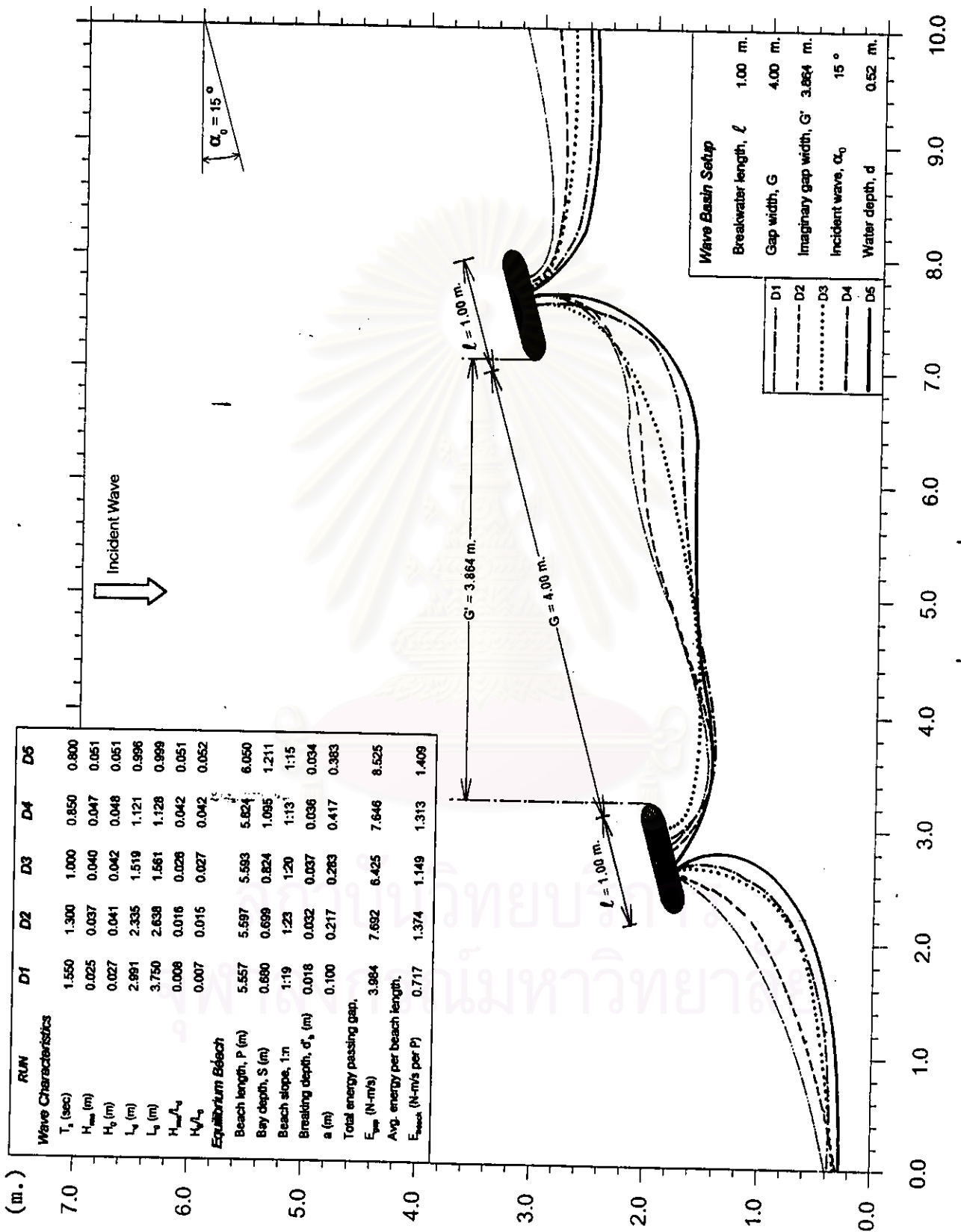
Run No.	D1	D2	D3	D4	D5	Remark
Setup Condition						
Breakwater Setup						
Water depth in wave basin, d (m)	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	
Numbers of breakwaters	3	3	3	3	3	
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Gap width, G (m)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
Imaginary gap width, G' (m)	3.864	3.864	3.864	3.864	3.864	
Incident wave angle, alpha_0	15°	15°	15°	15°	15°	
Wave Characteristics						
Transitional Water at Mid Basin (recorder, d = 0.52 m.)						
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250	
Statistic Analysis (Time Domain)						
Root mean square wave height, H _{rms} (m)	0.025	0.037	0.040	0.047	0.051	$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum H^2}$
Significant wave period, T _s (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= avg. period between zero upward crossing
Wave length, L _d (m)	2.991	2.335	1.519	1.121	0.996	$L_d = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \left(\frac{2\pi d}{L_d} \right)$
Wave celerity, C _d (m/s)	1.930	1.798	1.519	1.319	1.245	$C_d = \frac{gT}{2\pi} \tanh \left(\frac{2\pi d}{L_d} \right) = \frac{L_d}{T}$
Wave steepness, H _{rms} /L _d	0.008	0.016	0.026	0.042	0.051	
Wave energy, E _d (N-m/m ²)	0.780	1.715	1.951	2.719	3.201	= total avg. wave energy per unit surface area, $E_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{16}$
Energy flux, P _d (N-m/s per m. of wave crest)	0.733	1.540	1.482	1.793	1.992	= rate of energy per unit crest width, $P_d = E_d C_d = \frac{1}{2} E_d C_d$
Spectral Analysis (Frequency Domain)						
Spectral energy density at f _p , S(f) (x10 ⁻⁴ m ² -s)	4.59	18.98	17.50	23.19	31.28	$S(f) \Delta f = \sum \frac{a_n^2}{2}$
Spectral variance, sigma ² (x10 ⁻⁶ m ²)	10.46	34.38	35.74	52.39	65.43	$\sigma^2 = \int_0^n S(f) df = m_0$
Zeroth-moment wave height, H _{m0} (m)	0.013	0.023	0.024	0.029	0.032	$H_{m0} = 4\sigma$
Peak spectra period, T _p (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= proportional to the reciprocal of peak frequency, (1/f _p)
Peak frequency, f _p (Hz)	0.85	0.77	1.00	1.18	1.25	= frequency associated with max. of spectral energy density
Wave energy, E(f) (N-m/m ²)	0.103	0.337	0.350	0.514	0.642	$E(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^n S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$
Deep Water (calculated)						
Wave period, T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= T _s at depth (d = 0.50 m.)
Wave length, L ₀ (m.)	3.750	2.638	1.561	1.128	0.999	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$
Wave height, H ₀ (m.)	0.027	0.041	0.042	0.048	0.051	= calculated by Shoaling Coefficient, K _s **
Wave steepness, H ₀ /L ₀	0.007	0.015	0.027	0.042	0.052	

ตาราง ก-4 (ต่อ) สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง D

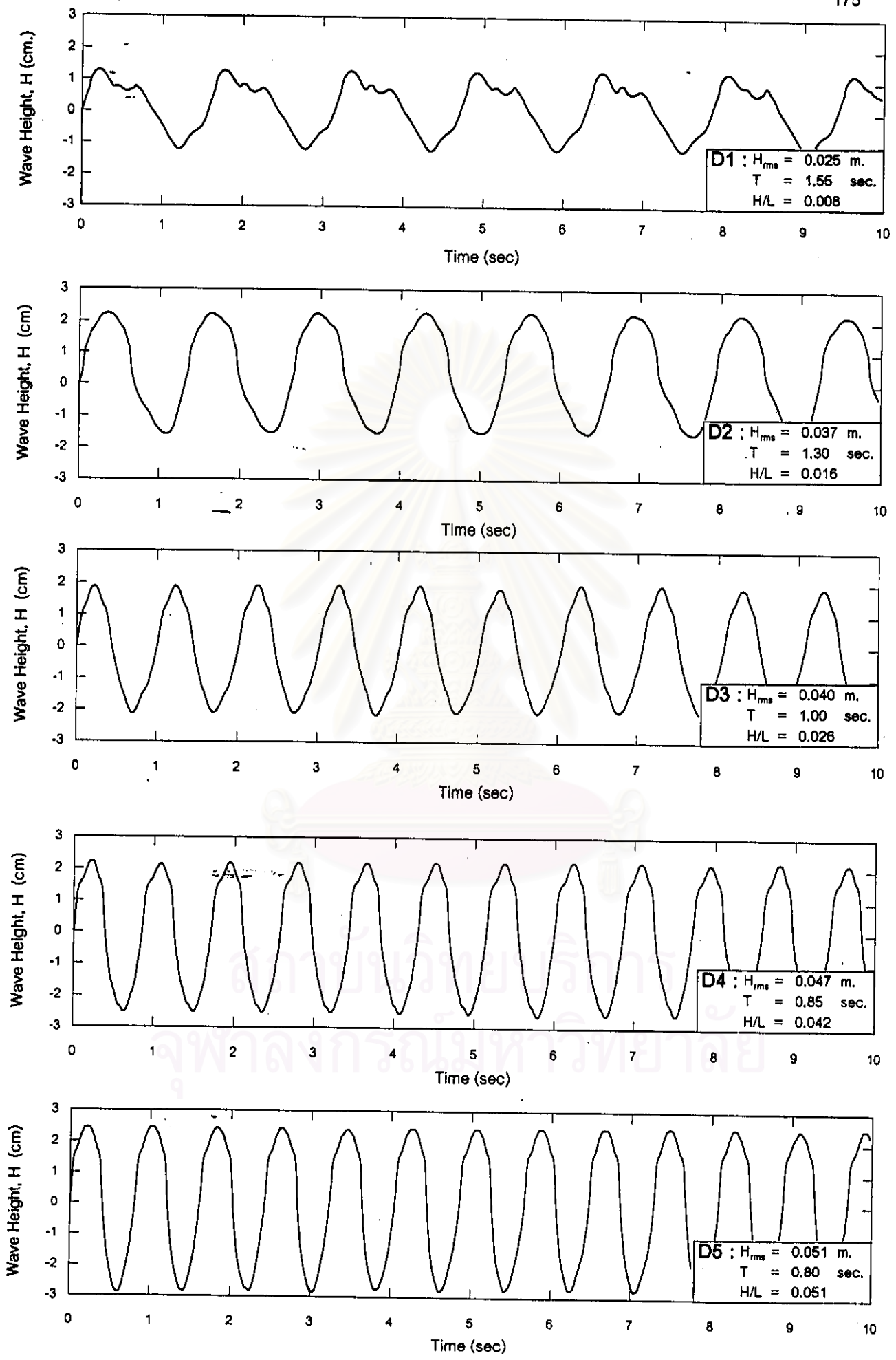
Run No.	D1	D2	D3	D4	D5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.064	0.070	0.070	0.080	0.078	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.082	0.095	0.093	0.100	0.090	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	1.208	1.045	0.787	0.695	0.644	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.778	0.804	0.787	0.817	0.804	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Shoaling coef. , K_S^*	1.269	1.155	1.044	0.970	0.957	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0) \sin \alpha_0$	4.855	6.040	7.838	9.844	10.382	
Refraction coef. , K_r^{**}	0.954	0.955	0.956	0.959	0.980	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.033	0.045	0.042	0.044	0.047	$H_{ent} = H_o K_r K_s$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	1.325	2.477	2.113	2.421	2.743	$\bar{E}_{ent} = \frac{\rho g H_{ent}^2}{8}$
Energy flux , P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest) (rate of energy per unit crest width)	1.031	1.991	1.663	1.979	2.208	$\bar{P}_{ent} = \bar{E}_{ent} C_{ent}$
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	3.984	7.892	6.425	7.646	8.525	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_o	1.566	1.217	1.014	0.889	0.814	$\frac{H_b}{H_o} = \frac{1}{3.3(H_o/L_o)^{1/3}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.043	0.050	0.042	0.042	0.042	
Breaking depth, d_b (m.)	0.054	0.063	0.054	0.053	0.054	$\frac{d_b}{H_b} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	5.557	5.597	5.593	5.824	6.050	
Bay depth, S (m.)	0.880	0.699	0.824	1.095	1.211	
Beach slope, 1: n_1	1:27	1:26	1:20	1:22	1:14	
Beach slope, 1: n_2	1:19	1:19	1:67	1:12	1:26	
Beach slope, 1: n_3	1:15	1:25	1:12	1:10	1:11	
Avg. beach slope, 1: n	1:19	1:23	1:20	1:13	1:15	
Breaking depth, d_p' (m)	0.018	0.032	0.037	0.036	0.034	
a (m)	0.100	0.217	0.283	0.417	0.383	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	3.984	7.892	6.425	7.646	8.525	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, T_{gap}/P (N-m/s per m. of beach lengths)	0.717	1.374	1.149	1.313	1.409	

* Shoaling Coefficient, $K_s = \frac{1}{\sqrt{\left[1 + \frac{(4\pi d/L)}{\sinh(4\pi d/L)}\right] \tanh \frac{2\pi d}{L}}}$

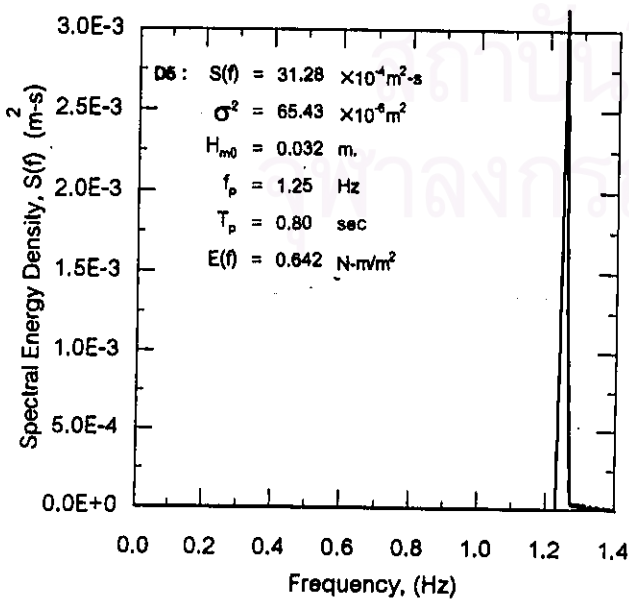
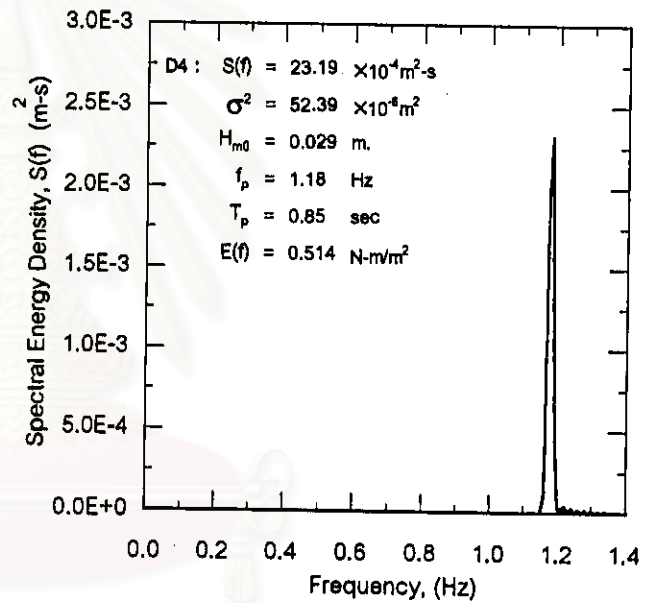
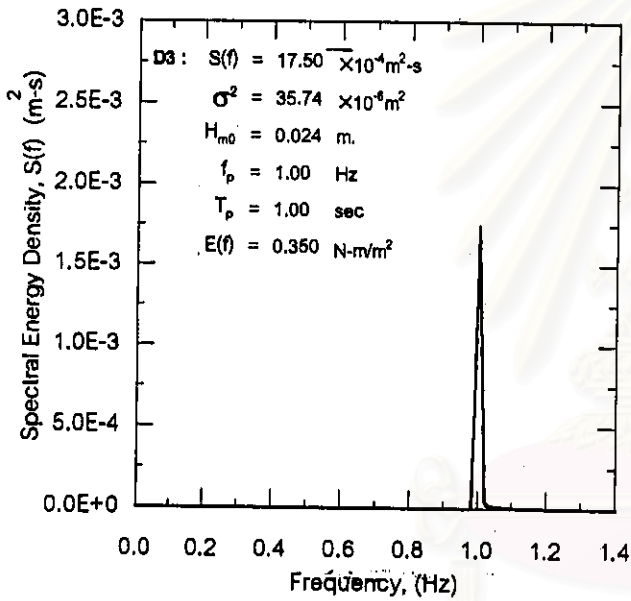
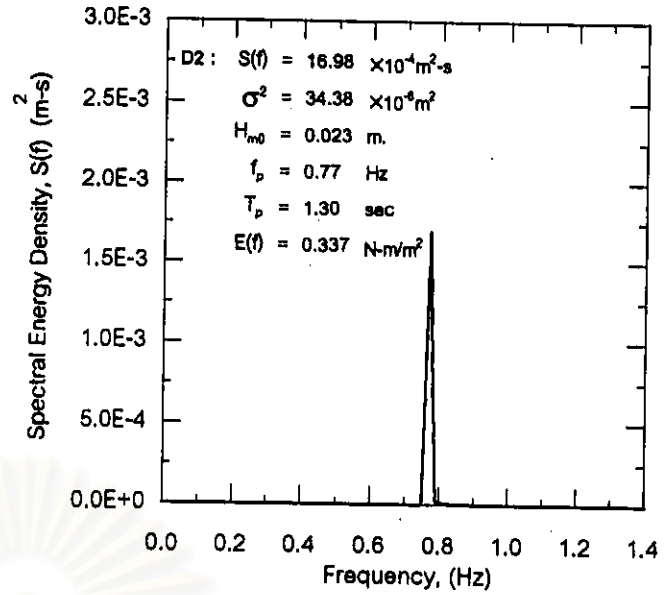
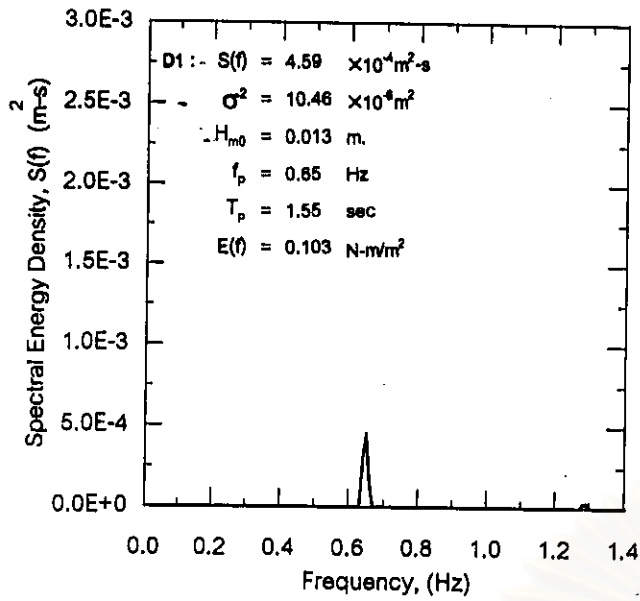
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}\right]^{1/2}$



รูป ค-4 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง D



รูป ค-4 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง D



Wave Basin Setup

Breakwater length, l	1.00 m.
Gap width, G	4.00 m.
Incident wave angle, α_1	15 °
Water depth, d	0.52 m.

	D1	D2	D3	D4	D5
H_{ms} (cm.)	0.025	0.037	0.040	0.047	0.051
T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80
H/L	0.008	0.016	0.026	0.042	0.051

รูป ค-4 (ค) พลังงานคลื่นจากการวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง D

ภาคผนวก ง
ผลการศึกษาระณิศลินที่มุมกับชายฝั่ง 25°

ง-1 ลักษณะของคลีน

- การทดลองนี้มุมของคลีนที่กระทำกับแนวชายฝั่งเท่ากับ 25°
- ความสูงของคลีนที่ได้จากการวัดในแบบจำลองแอ่งคลีนมีค่าประมาณ 0.020 – 0.060 เมตร
- คาบเวลาของคลีนที่กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1.80 1.55 1.30 1.00 0.85 และ 0.80 วินาที
- ความยาวคลีนในแบบจำลองแอ่งคลีนมีค่าประมาณ 1.00 - 3.00 เมตร โดยคำนวณจากทฤษฎีคลีนความสูงน้อย

ง-2 การติดตั้งแบบจำลองเชื่อมกันคลีนแยก

- กำหนดให้เชื่อมกันคลีนมีความยาว 1.00 เมตร ทุกการทดลอง
- ระยะห่างระหว่างเชื่อมกันคลีนเท่ากับ 1.00 2.00 3.00 และ 4.00 เมตร
- เชื่อมกันคลีนตัวแรกทางชายฝั่งด้านเหนือน้ำวางตั้งห่างจากผนังของแอ่งคลีนเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างเชื่อมกันคลีนคือ 0.50 1.00 1.50 และ 2.00 เมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ง-1. สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง E

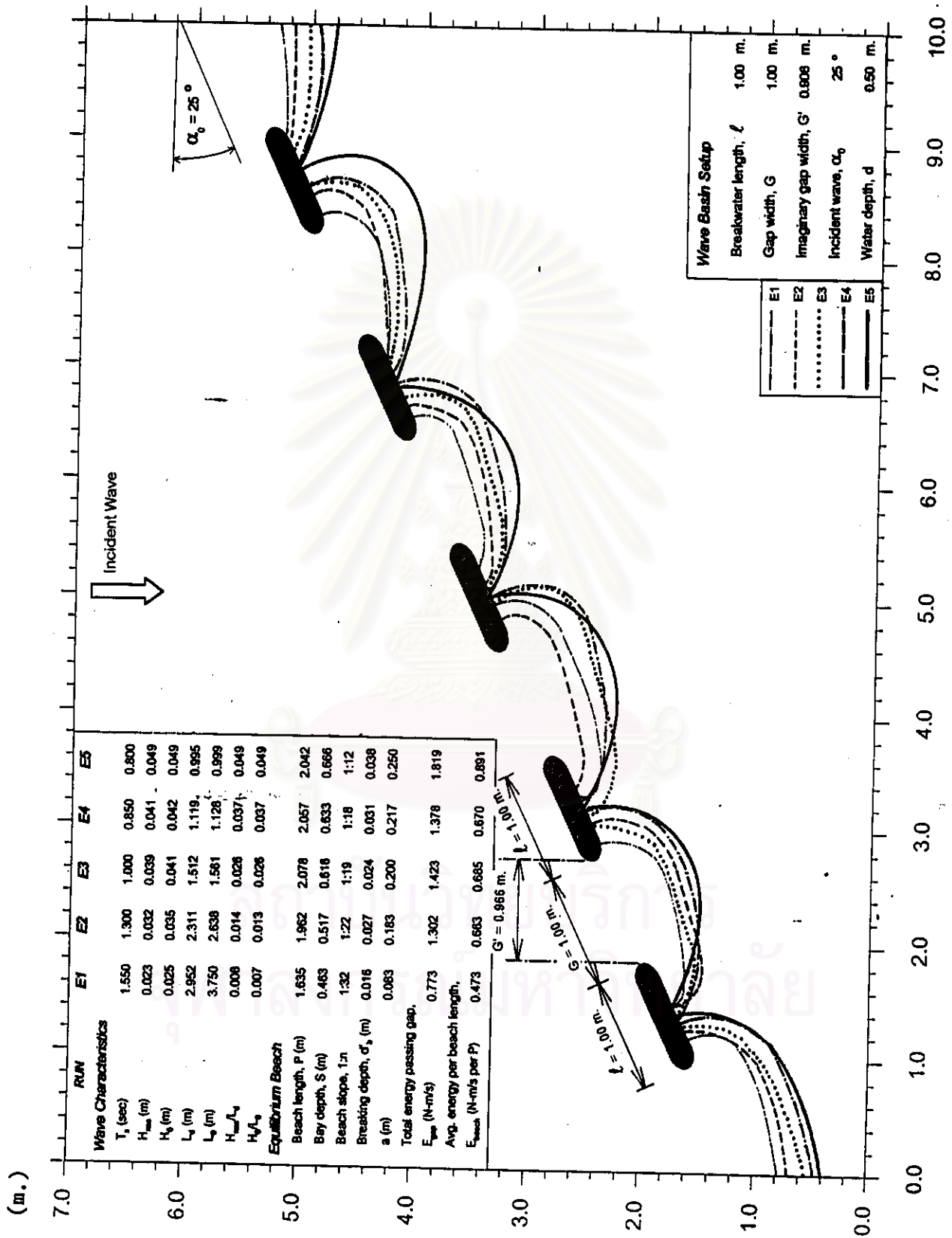
Run No.	E1	E2	E3	E4	E5	Remark	
Setup Condition							
Breakwater Setup							
Water depth in wave basin, d (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
Numbers of breakwaters	4	4	4	4	4		
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
Gap width, G (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
Imaginary gap width, G' (m)	0.906	0.906	0.906	0.906	0.906		
Incident wave angle, α_0	25°	25°	25°	25°	25°		
Wave Characteristics							
Transitional Water at Mid Basin (recorder, d = 0.50 m.)							
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800		
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250		
Statistic Analysis (Time Domain)							
Root mean square wave height, H_{rms} (m)	0.023	0.032	0.039	0.041	0.049		$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum H^2}$
Significant wave period, T_s (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80		= avg. period between zero upward crossing
Wave length, L_d (m)	2.952	2.311	1.512	1.119	0.995		$L_d = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \left\{ \frac{2\pi d}{L_d} \right\}$
Wave celerity, C_d (m/s)	1.905	1.778	1.512	1.318	1.244	$C_d = \frac{gT}{2\pi} \tanh \left\{ \frac{2\pi d}{L_d} \right\} = \frac{L_d}{T}$	
Wave steepness, H_{rms}/L_d	0.008	0.014	0.026	0.037	0.049		
Wave energy, \bar{E}_d (N-m/m ²)	0.665	1.232	1.836	2.101	2.931	= total avg. wave energy per unit surface area, $\bar{E}_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{16}$	
Energy flux, \bar{P}_d (N-m/s per m. of wave crest)	0.834	1.095	1.388	1.383	1.823	= rate of energy per unit crest width, $\bar{P}_d = \bar{E}_d C_d = \frac{1}{2} \bar{E}_d C_d^2$	
Spectral Analysis (Frequency Domain)							
Spectral energy density at f_p , $S(f)$ ($\times 10^{-4} m^2 \cdot s$)	4.25	10.48	15.18	19.31	26.61	$S(f) \Delta f = \sum \frac{a_n^2}{2}$	
Spectral variance, σ^2 ($\times 10^{-6} m^2$)	9.13	22.20	34.32	43.33	52.88	$\sigma^2 = \int_0^n S(f) df = m$	
Zeroth-moment wave height, H_{m0} (m)	0.012	0.019	0.023	0.026	0.029	$H_{m0} = 4\sigma$	
Peak spectra period, T_p (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= proportional to the reciprocal of peak frequency, (1/f _p)	
Peak frequency, f_p (Hz)	0.65	0.77	1.00	1.18	1.25	= frequency associated with max. of spectral energy density	
Wave energy, $E(f)$ (N-m/m ²)	0.090	0.218	0.337	0.425	0.519	$\bar{E}(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^n S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$	
Deep Water (calculated)							
Wave period, T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= T _s at depth (d = 0.50 m.)	
Wave length, L ₀ (m.)	3.750	2.638	1.561	1.128	0.999	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$	
Wave height, H ₀ (m.)	0.025	0.035	0.041	0.042	0.049	= calculated by Shallowing Coefficient, K _s	
Wave steepness, H ₀ /L ₀	0.007	0.013	0.026	0.037	0.049		

ตาราง ง-1 (ต่อ) สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง E

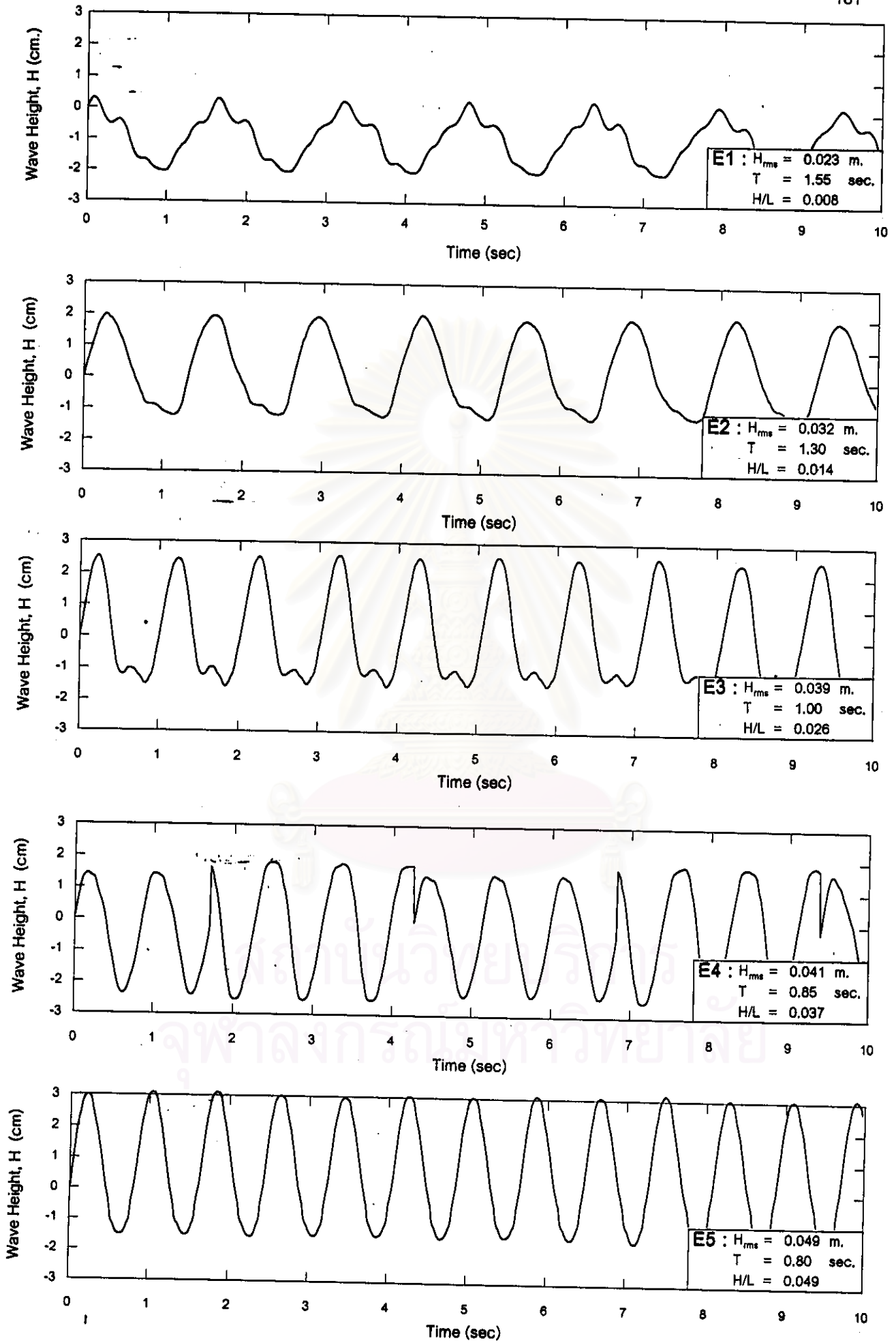
Run No.	E1	E2	E3	E4	E5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.052	0.063	0.062	0.074	0.074	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.060	0.075	0.072	0.085	0.093	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	1.093	0.996	0.748	0.875	0.828	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.705	0.766	0.748	0.794	0.785	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Shoaling coef., K_S^*	1.329	1.180	1.065	0.979	0.984	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0)\sin\alpha_0$	4.386	5.744	7.409	9.515	10.085	
Refraction coef., K_r^{**}	0.953	0.954	0.956	0.959	0.959	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.031	0.039	0.041	0.040	0.046	$H_{ent} = H_0 K_r K_S$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	1.209	1.874	2.099	1.916	2.557	$\bar{E}_{ent} = \frac{\rho g H_{ent}^2}{8}$
Energy flux, P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest) (rate of energy per unit crest width)	0.853	1.436	1.570	1.521	2.007	$\bar{P}_{ent} = \bar{E}_{ent} C_{ent}$
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	0.773	1.302	1.423	1.378	1.819	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_0	1.815	1.283	1.022	0.907	0.826	$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3(H_0/L_0)^{1/2}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.040	0.045	0.042	0.038	0.041	
Breaking depth, d_b (m.)	0.051	0.057	0.053	0.049	0.052	$\frac{d_b}{H_b} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	1.835	1.962	2.078	2.057	2.042	
Bay depth, S (m.)	0.463	0.517	0.616	0.633	0.666	
Beach slope, 1: n_1	1:45	1:20	1:15	1:17	1:11	
Beach slope, 1: n_2	1:31	1:13	1:22	1:18	1:17	
Beach slope, 1: n_3	1:26	1:99	1:23	1:20	1:11	
Avg. beach slope, 1: n	1:32	1:22	1:19	1:18	1:12	
Breaking depth, d_p' (m)	0.016	0.027	0.024	0.031	0.038	
a (m)	0.083	0.183	0.200	0.217	0.250	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	0.773	1.302	1.423	1.378	1.819	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, \bar{T}_{gap}/P (N-m/s per m. of beach lengths)	0.473	0.663	0.685	0.670	0.891	

* Shoaling Coefficient, $K_S = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(4\pi d/L)}{\sinh(4\pi d/L)} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)}}$

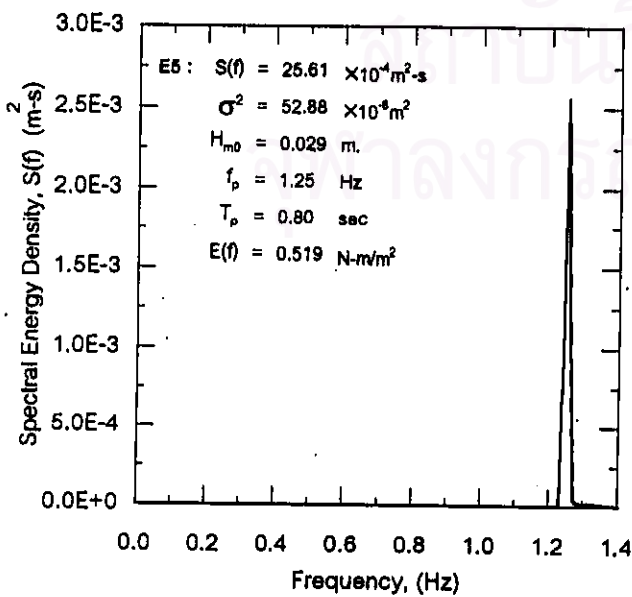
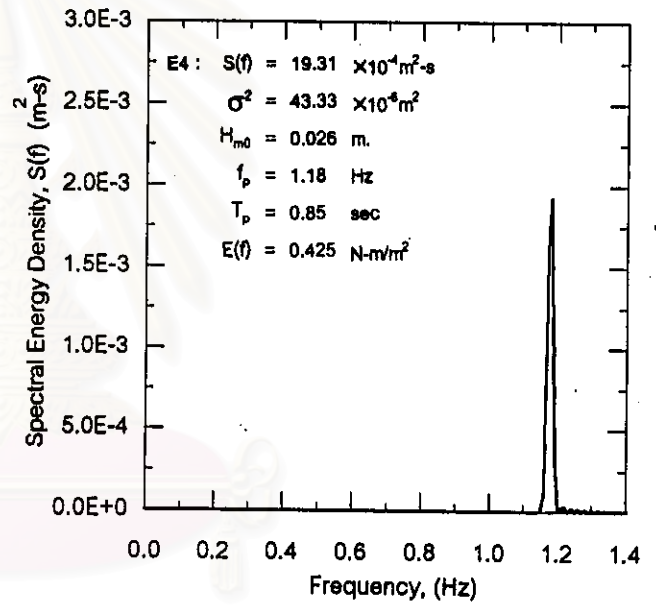
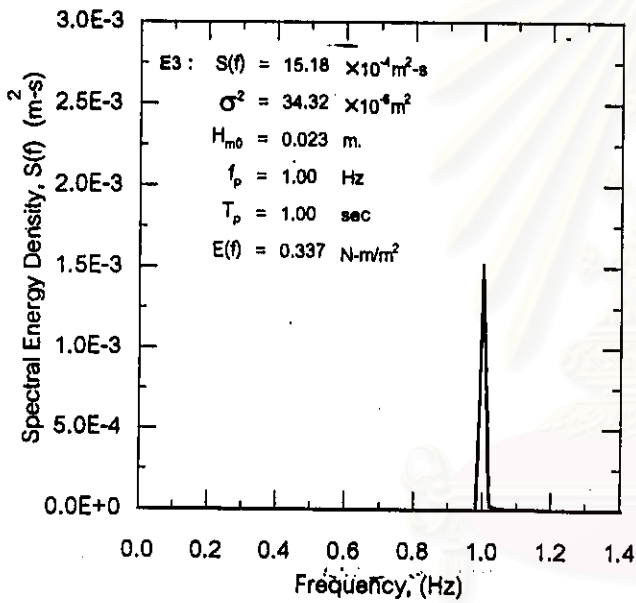
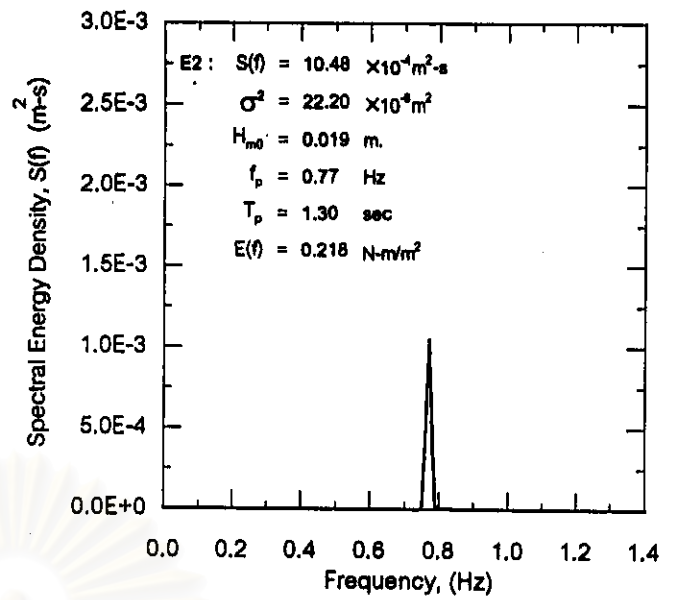
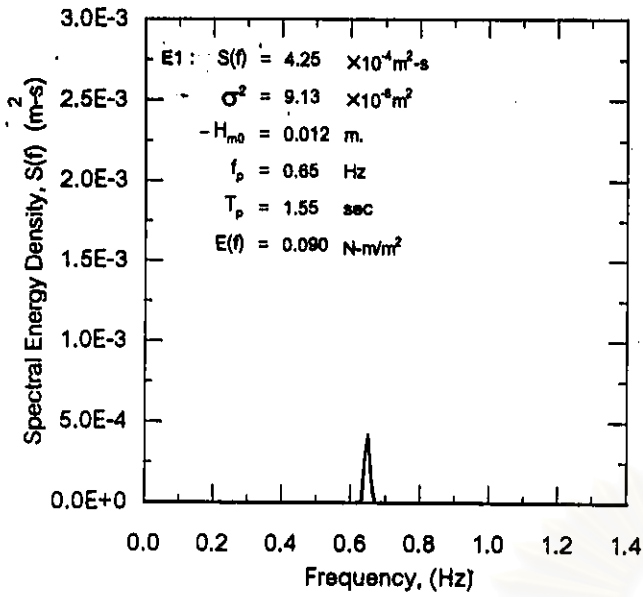
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos\alpha_0}{\cos\alpha}\right]^{1/2}$



รูป 4-1 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง E



รูป ง-1 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง E



Wave Basin Setup

Breakwater length, l	1.00 m.
Gap width, G	1.00 m.
Incident wave angle, α_2	25 °
Water depth, d	0.50 m.

	E1	E2	E3	E4	E5
H_{ms} (cm.)	0.023	0.032	0.039	0.041	0.049
T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80
H/L	0.008	0.014	0.026	0.037	0.049

รูป ง-1 (ค) พลังงานคลื่นจากการวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง E

ตาราง ง-2 สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง F

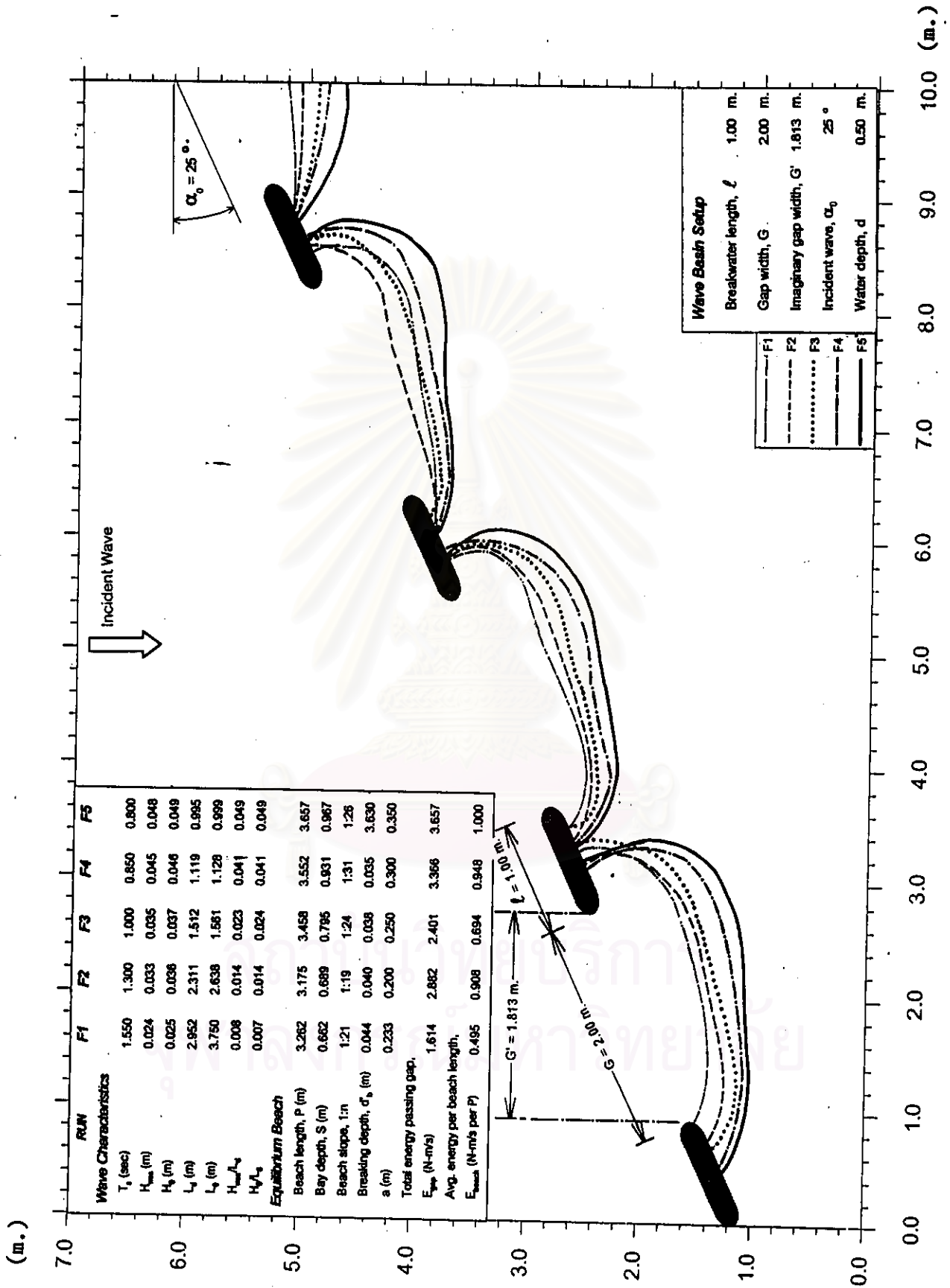
Run No.	F1	F2	F3	F4	F5	Remark
Setup Condition						
Breakwater Setup						
Water depth in wave basin, d (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Numbers of breakwaters	3	3	3	3	3	
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Gap width, G (m)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
Imaginary gap width, G' (m)	1.813	1.813	1.813	1.813	1.813	
Incident wave angle, α_0	25°	25°	25°	25°	25°	
Wave Characteristics						
Transitional Water at Mid Basin (recorder, d = 0.50 m.)						
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250	
Statistic Analysis (Time Domain)						
Root mean square wave height, H_{rms} (m)	0.024	0.033	0.035	0.045	0.048	$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum H^2}$
Significant wave period, T_s (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= avg. period between zero upward crossing
Wave length, L_d (m)	2.952	2.311	1.512	1.119	0.995	$L_s = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_s}\right)$
Wave celerity, C_d (m/s)	1.905	1.778	1.512	1.318	1.244	$C_s = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_s}\right) = \frac{L_s}{T}$
Wave steepness, H_{rms}/L_d	0.008	0.014	0.023	0.041	0.049	
Wave energy, \bar{E}_d (N-m/m ²)	0.683	1.343	1.527	2.526	2.871	= total avg. wave energy per unit surface area, $\bar{E}_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{16}$
Energy flux, \bar{P}_d (N-m/s per m. of wave crest)	0.650	1.194	1.155	1.683	1.788	= rate of energy per unit crest width, $\bar{P}_d = \bar{E}_d C_s = \frac{1}{2} \bar{E}_d C_s^3$
Spectral Analysis (Frequency Domain)						
Spectral energy density at f_p , $S(f)$ ($\times 10^{-4}$ m ² -s)	4.12	11.67	13.52	19.64	22.33	$S(f) \Delta f = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_i^2}{2}$
Spectral variance, σ^2 ($\times 10^{-6}$ m ²)	9.26	23.67	27.72	43.37	46.76	$\sigma^2 = \int_0^{\infty} S(f) df = m_0$
Zeroth-moment wave height, H_{m0} (m)	0.012	0.019	0.021	0.028	0.027	$H_{m0} = 4\sigma$
Peak spectra period, T_p (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= proportional to the reciprocal of peak frequency, $(1/f_p)$
Peak frequency, f_p (Hz)	0.65	0.77	1.00	1.18	1.25	= frequency associated with max. of spectral energy density
Wave energy, $E(f)$ (N-m/m ²)	0.091	0.232	0.272	0.425	0.459	$\bar{E}(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^{\infty} S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$
Deep Water (calculated)						
Wave period, T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= T_s at depth (d = 0.50 m.)
Wave length, L_0 (m.)	3.750	2.638	1.501	1.128	0.998	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$
Wave height, H_0 (m.)	0.025	0.038	0.037	0.046	0.049	= calculated by Shoothing Coefficient, K_s^{**}
Wave steepness, H_0/L_0	0.007	0.014	0.024	0.041	0.049	

ตาราง ๖-2 (ต่อ) ผลการทดลอง ทดการทดลอง F

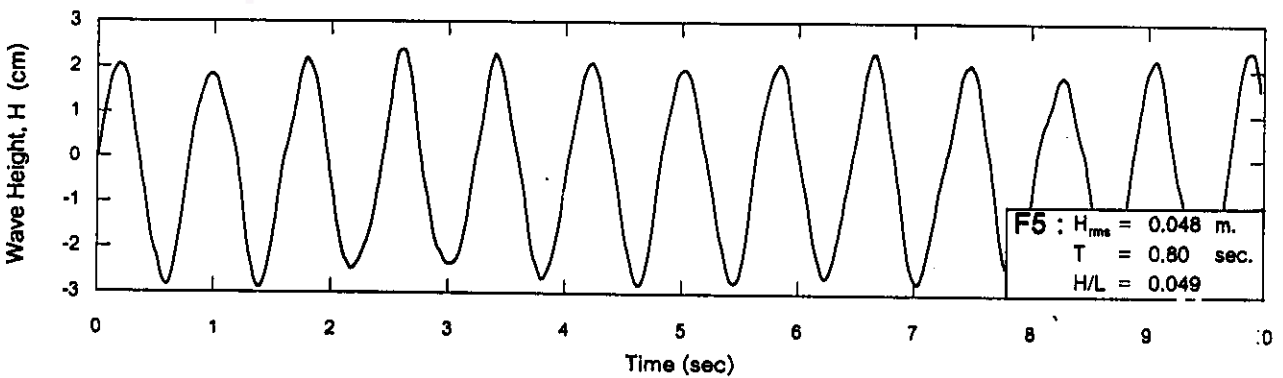
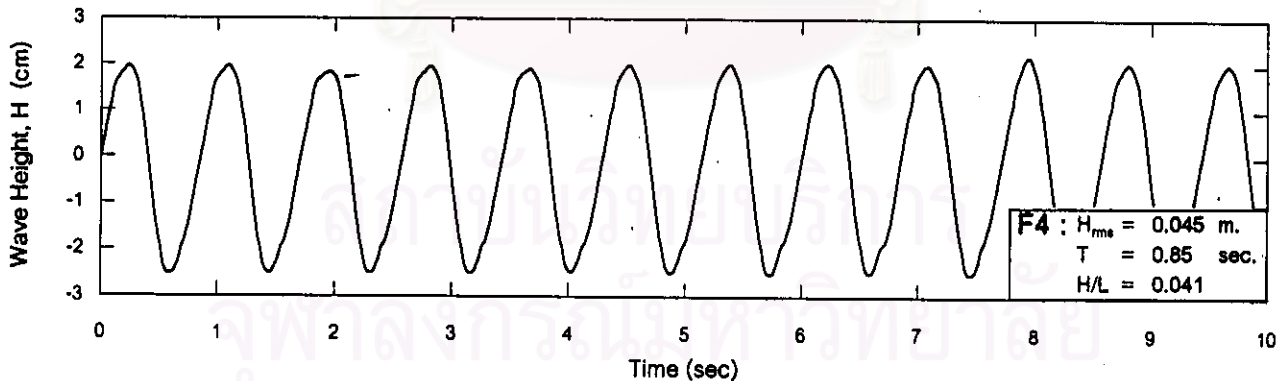
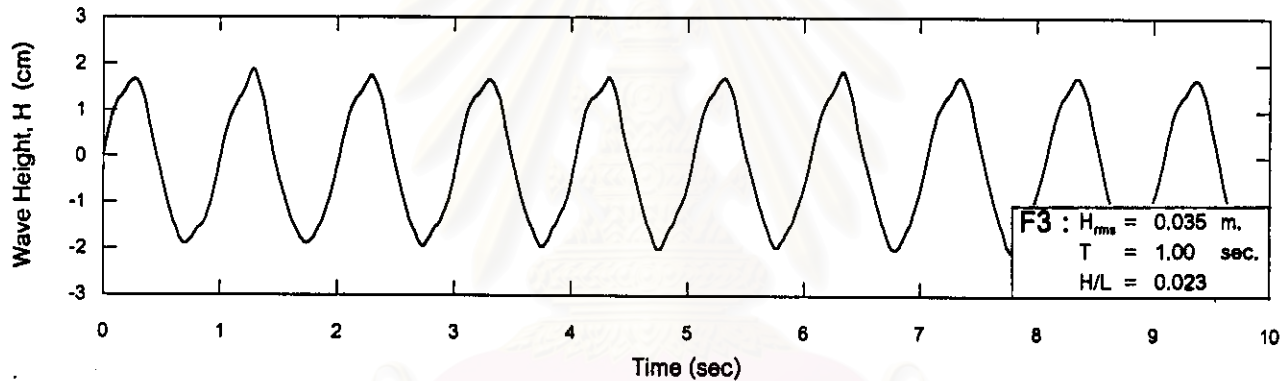
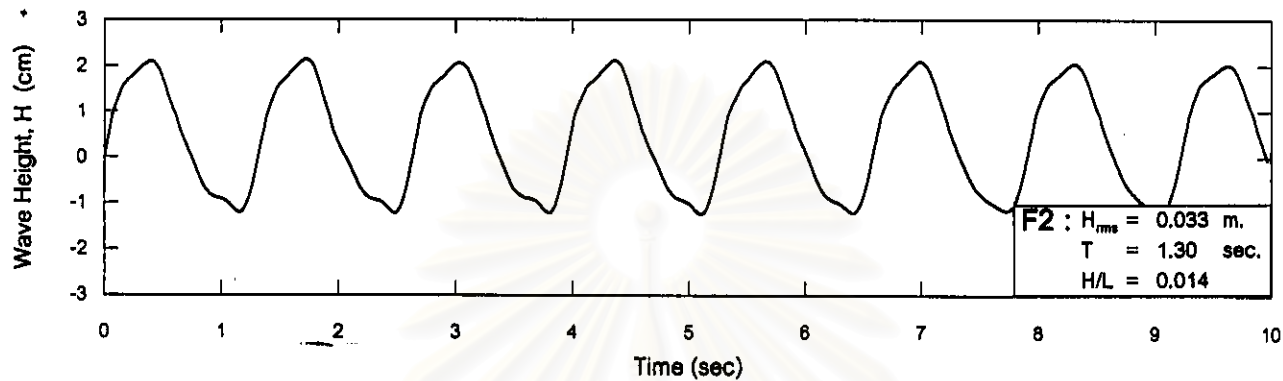
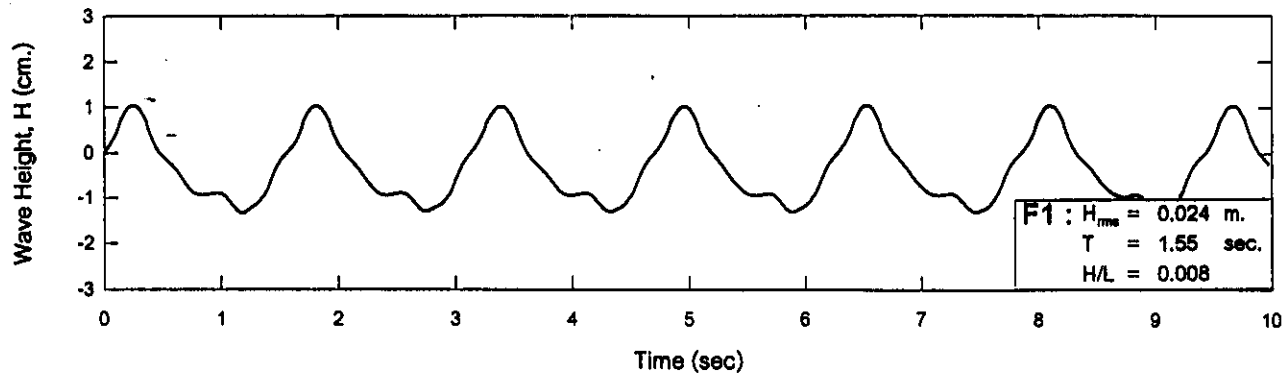
Run No.	F1	F2	F3	F4	F5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.082	0.081	0.072	0.081	0.085	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.092	0.092	0.082	0.090	0.098	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	1.360	1.119	0.797	0.700	0.865	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.878	0.861	0.797	0.823	0.831	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Shoaling coef., K_s^*	1.201	1.121	1.038	0.968	0.948	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0) \sin \alpha_0$	5.505	6.499	7.944	9.929	10.804	
Refraction coef., K_r^{**}	0.954	0.955	0.957	0.959	0.961	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.029	0.039	0.037	0.043	0.044	$H_{ent} = H_0 K_r K_s$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	1.015	1.847	1.863	2.255	2.427	$\bar{E}_{ent} = \frac{\rho g H_{ent}^2}{8}$
Energy flux, P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest) (rate of energy per unit crest width)	0.890	1.590	1.324	1.857	2.017	$\bar{P}_{ent} = \bar{E}_{ent} C_{ent}$
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	1.614	2.882	2.401	3.368	3.657	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_0	1.608	1.265	1.054	0.879	0.829	$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3(H_0/L_0)^{1/2}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.040	0.046	0.039	0.041	0.040	
Breaking depth, d_b (m.)	0.052	0.059	0.050	0.052	0.052	$\frac{d_b}{H_b} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	3.292	3.175	3.458	3.552	3.657	
Bay depth, S (m.)	0.682	0.689	0.795	0.931	0.967	
Beach slope, 1: n_1	1:23	1:12	1:18	1:25	1:42	
Beach slope, 1: n_2	1:22	1:24	1:27	1:27	1:27	
Beach slope, 1: n_3	1:18	1:28	1:31	1:46	1:19	
Avg. beach slope, 1: n	1:21	1:19	1:24	1:31	1:26	
Breaking depth, d_p' (m)	0.044	0.040	0.038	0.035	0.036	
a (m)	0.233	0.200	0.250	0.300	0.350	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	1.614	2.882	2.401	3.368	3.657	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, T_{gap}/P (N-m/s per m. of beach lengths)	0.495	0.908	0.694	0.948	1.000	

* Shoaling Coefficient, $K_s = \frac{1}{\sqrt{\left[1 + \frac{(4\pi d/L)^2}{\sinh(4\pi d/L)}\right] \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)}}$

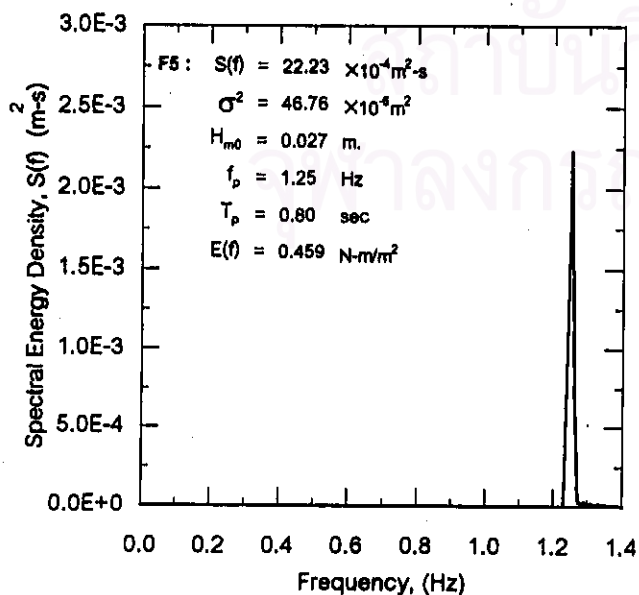
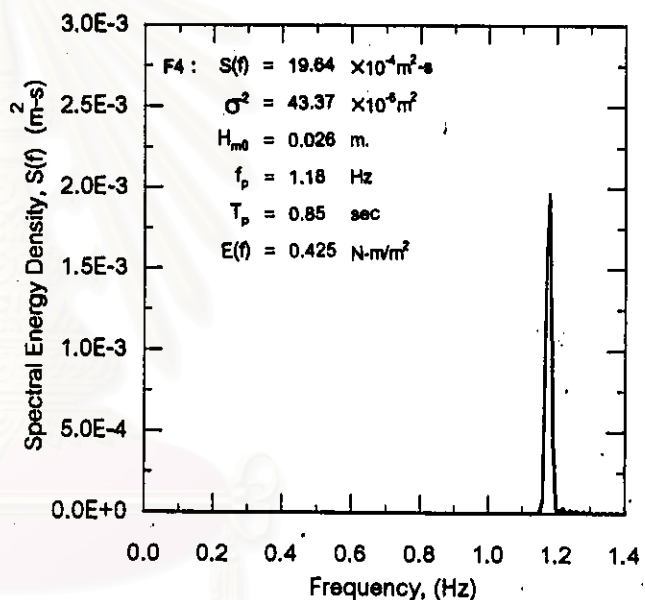
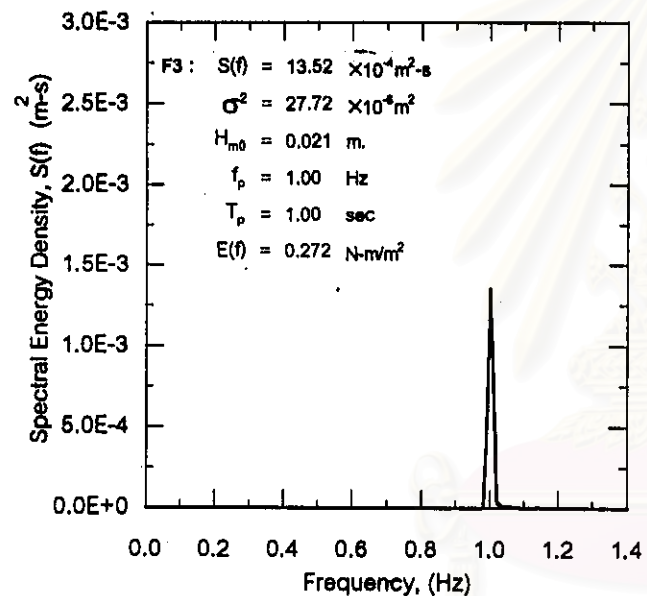
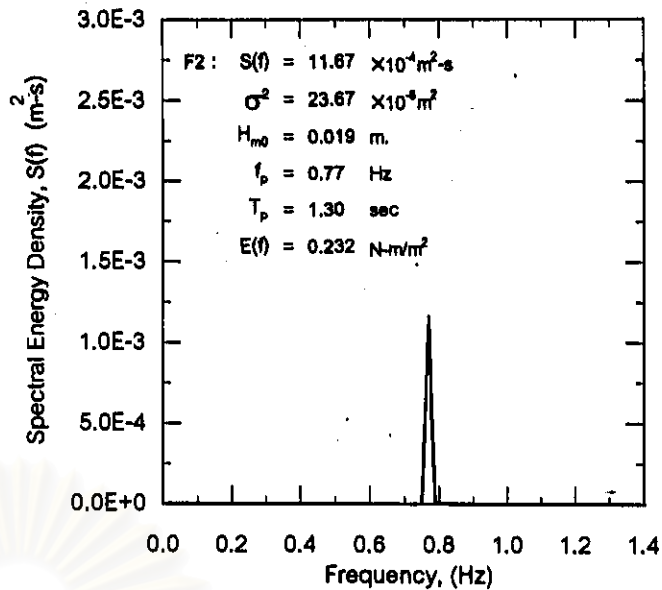
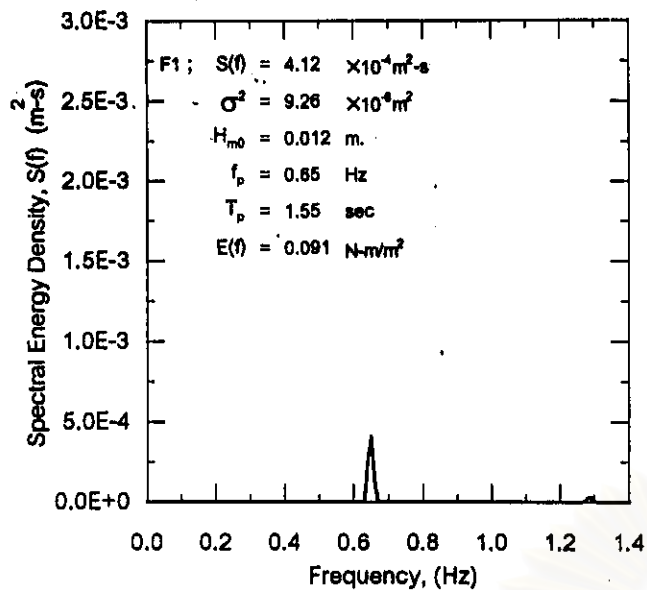
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}\right]^{1/2}$



รูป 4-2 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง F



รูป 4-2 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง F



Wave Basin Setup

Breakwater length, l	1.00 m.
Gap width, G	2.00 m.
Incident wave angle, α_2	25 °
Water depth, d	0.50 m.

	F1	F2	F3	F4	F5
H_{m0} (cm.)	0.024	0.033	0.035	0.045	0.048
T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80
H/L	0.008	0.014	0.023	0.041	0.049

รูป ง-2 (ค) พลังงานคลื่นจากการวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง F

ตาราง 4-3 สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง G

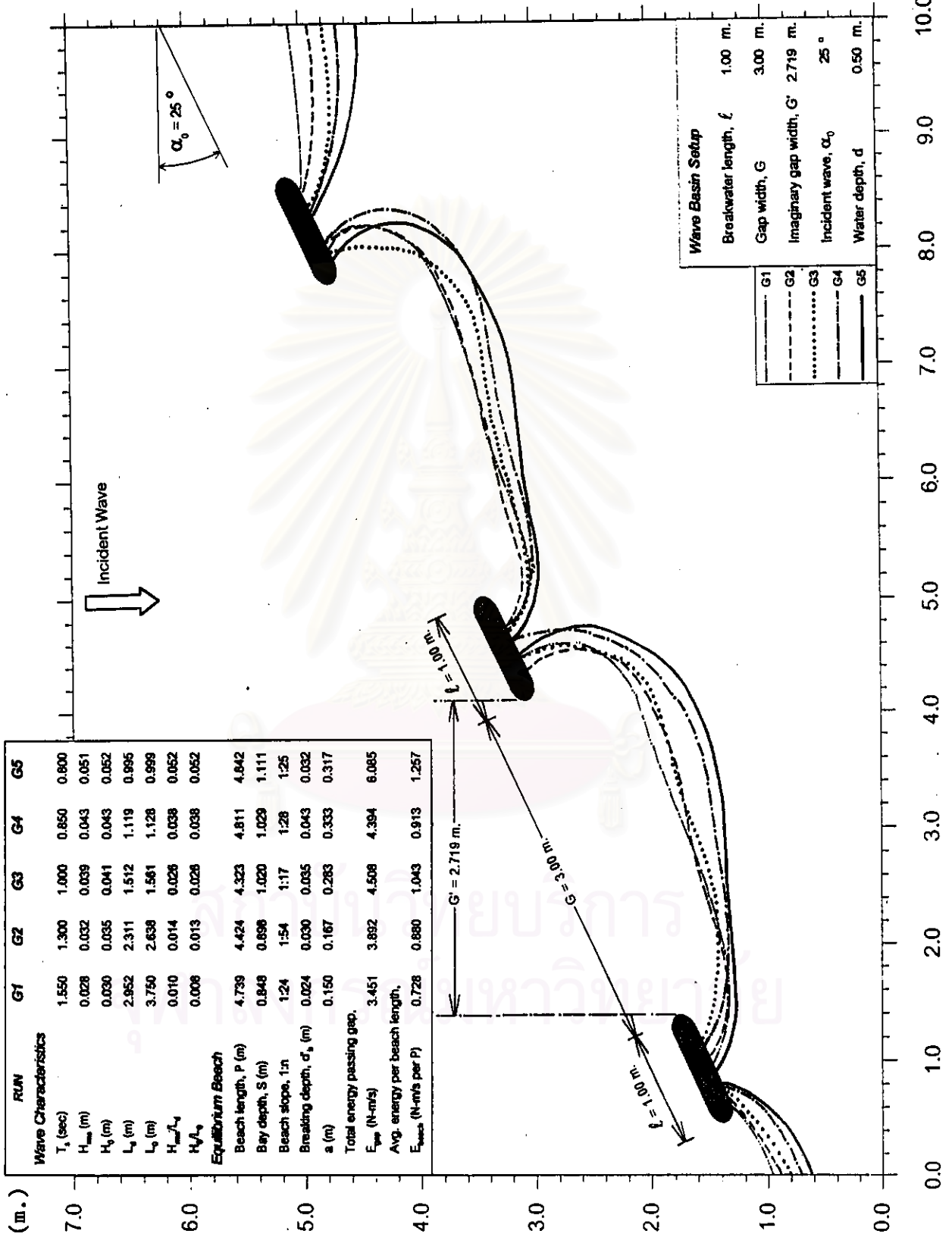
Run No.	G1	G2	G3	G4	G5	Remark	
Setup Condition							
Breakwater Setup							
Water depth in wave basin, d (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
Numbers of breakwaters	3	3	3	3	3		
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
Gap width, G (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		
Imaginary gap width, G' (m)	2.719	2.719	2.719	2.719	2.719		
Incident wave angle, α_0	25°	25°	25°	25°	25°		
Wave Characteristics							
Transitional Water at Mid Basin (recorder, $d = 0.50$ m.)							
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800		
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250		
Statistic Analysis (Time Domain)							
Root mean square wave height, H_{rms} (m)	0.028	0.032	0.039	0.043	0.051		$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum H^2}$
Significant wave period, T_g (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80		= avg. period between zero upward crossing
Wave length, L_d (m)	2.952	2.311	1.512	1.119	0.995		$L_d = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_d}\right)$
Wave celerity, C_d (m/s)	1.905	1.778	1.512	1.318	1.244	$C_d = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_d}\right) = \frac{L_d}{T}$	
Wave steepness, H_{rms}/L_d	0.010	0.014	0.026	0.038	0.052		
Wave energy, \bar{E}_d (N-m/m ²)	0.975	1.224	1.893	2.224	3.226	= total avg. wave energy per unit surface area, $\bar{E}_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{16}$	
Energy flux, \bar{P}_d (N-m/s per m. of wave crest)	0.928	1.088	1.431	1.484	2.008	= rate of energy per unit crest width, $\bar{P}_d = \bar{E}_d C_d = \frac{1}{2} \bar{E}_d C_d^3$	
Spectral Analysis (Frequency Domain)							
Spectral energy density at f_p , $S(f)$ ($\times 10^{-4}$ m ² -s)	3.84	7.50	15.19	17.48	27.80	$S(f) \Delta f = \sum_{i=1}^{i+\Delta f} \frac{a_i^2}{2}$	
Spectral variance, σ^2 ($\times 10^{-4}$ m ²)	8.12	16.89	32.84	38.43	56.85	$\sigma^2 = \int_0^{\infty} S(f) df = m_0$	
Zeroth-moment wave height, H_{m0} (m)	0.011	0.016	0.023	0.025	0.030	$H_{m0} = 4\sigma$	
Peak spectra period, T_p (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= proportional to the reciprocal of peak frequency, ($1/f_p$)	
Peak frequency, f_p (Hz)	0.65	0.77	1.00	1.18	1.25	= frequency associated with max. of spectral energy density	
Wave energy, $E(f)$ (N-m/m ²)	0.080	0.184	0.322	0.377	0.558	$\bar{E}(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^{\infty} S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$	
Deep Water (calculated)							
Wave period, T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= T_p at depth ($d = 0.50$ m.)	
Wave length, L_0 (m.)	3.750	2.638	1.561	1.128	0.999	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$	
Wave height, H_0 (m.)	0.030	0.036	0.041	0.043	0.052	= calculated by Shallowing Coefficient, K_s^{**}	
Wave steepness, H_0/L_0	0.008	0.013	0.026	0.038	0.052		

ตาราง ง-3 (ต่อ) สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง G

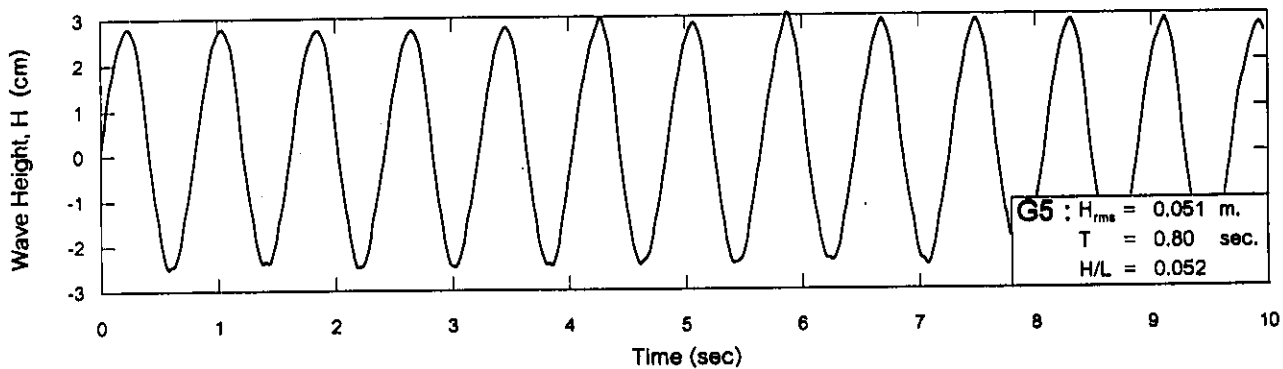
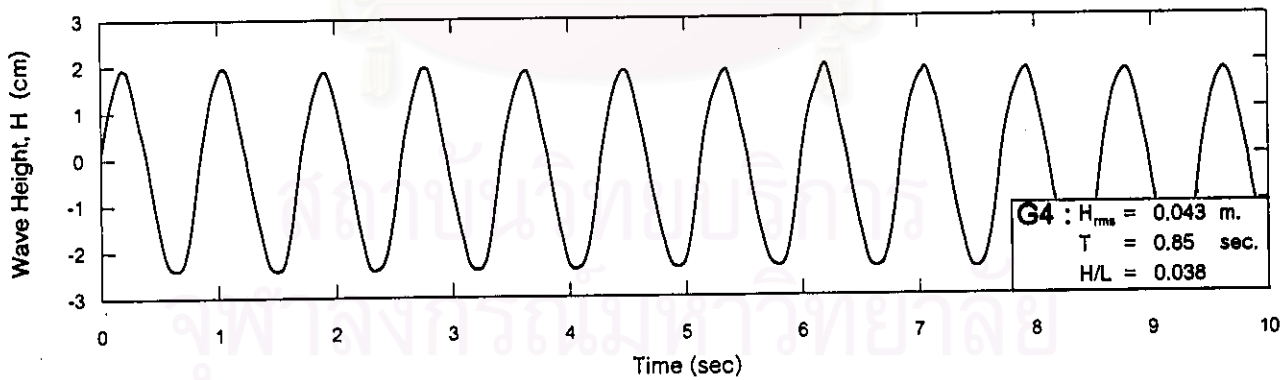
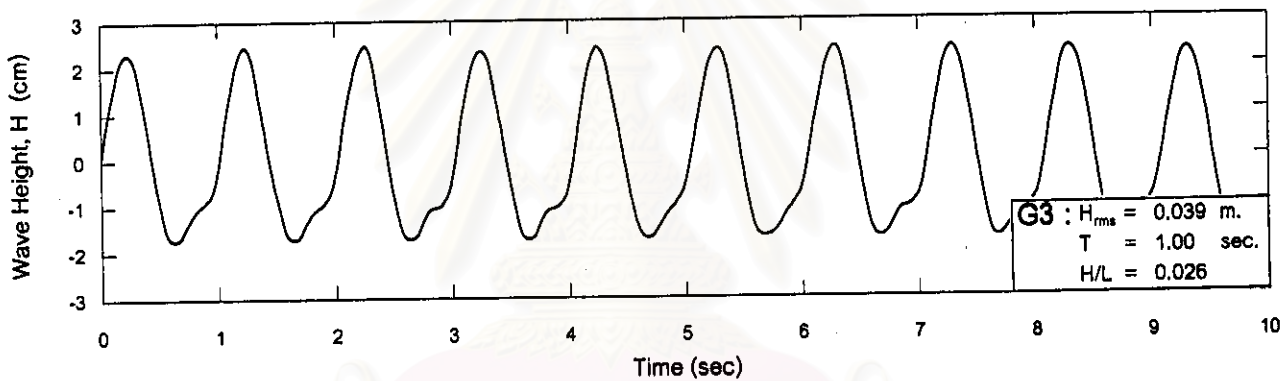
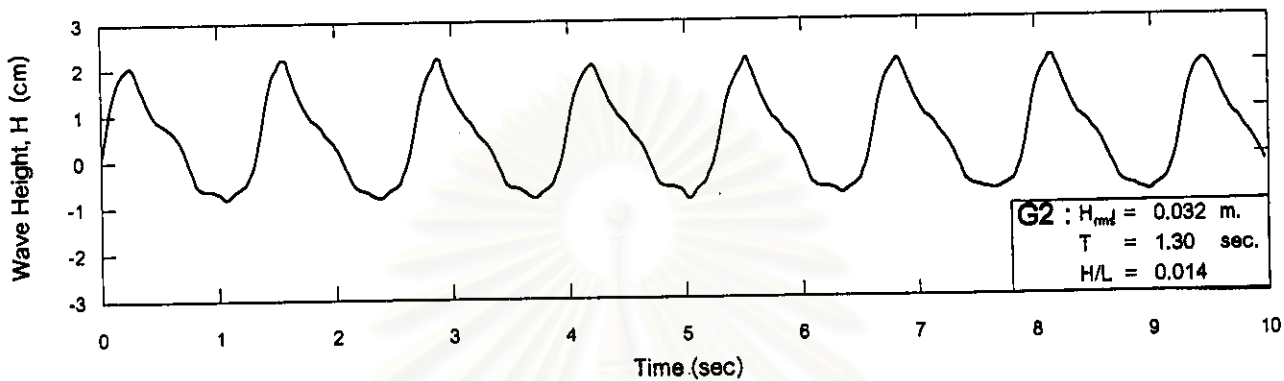
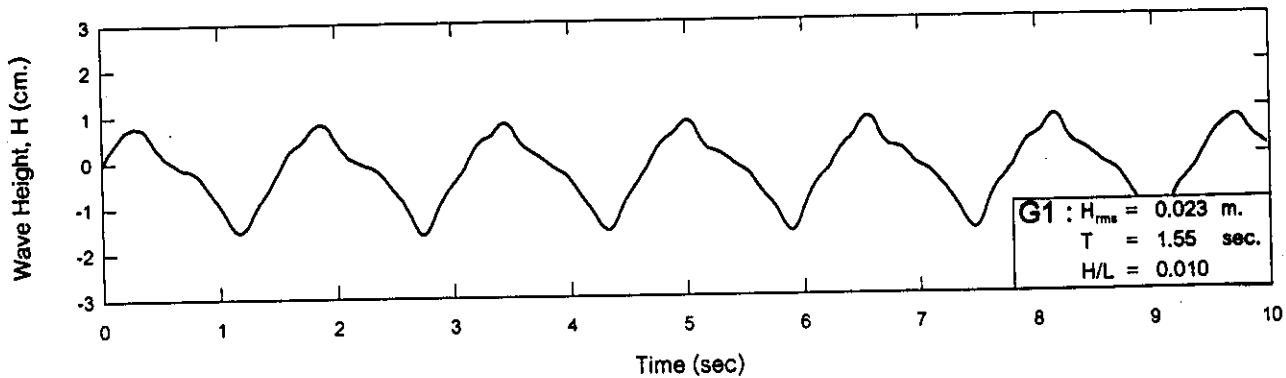
Run No.	G1	G2	G3	G4	G5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.080	0.067	0.078	0.076	0.079	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.102	0.073	0.112	0.096	0.094	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	1.341	1.028	0.829	0.661	0.647	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.865	0.791	0.829	0.801	0.809	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Shoaling coef., K_s^*	1.209	1.163	1.022	0.976	0.955	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0) \sin \alpha_0$	5.424	5.937	8.302	9.817	10.452	
Refraction coef., K_r^{**}	0.954	0.955	0.957	0.959	0.960	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.035	0.038	0.040	0.041	0.048	$H_{ent} = H_0 K_r K_s$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	1.467	1.810	2.001	2.017	2.766	$E_{ent} = \frac{\rho g H_{ent}^3}{8}$
Energy flux, P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest)	1.269	1.431	1.658	1.816	2.238	$\bar{P}_{ent} = E_{ent} C_{ent}$
(rate of energy per unit crest width)						
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	3.451	3.892	4.508	4.394	6.085	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_0	1.515	1.285	1.017	0.898	0.813	$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3(H_0/L_0)^{1/2}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.045	0.044	0.042	0.039	0.042	
Breaking depth, d_b (m.)	0.058	0.057	0.054	0.050	0.054	$\frac{d_b}{H_b} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	4.739	4.424	4.323	4.811	4.842	
Bay depth, S (m.)	0.716	0.716	0.870	1.029	1.111	
Beach slope, 1: n_1	1:18	1:45	1:13	1:32	1:22	
Beach slope, 1: n_2	1:28	1:53	1:26	1:23	1:20	
Beach slope, 1: n_3	1:27	1:66	1:17	1:32	1:41	
Avg. beach slope, 1: n	1:24	1:54	1:17	1:28	1:25	
Breaking depth, d_p^* (m.)	0.024	0.030	0.035	0.043	0.032	
a (m)	0.150	0.167	0.283	0.333	0.317	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	3.451	3.892	4.508	4.394	6.085	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, T_{gap}/P	0.728	0.880	1.043	0.913	1.257	
(N-m/s per m. of beach lengths)						

* Shoaling Coefficient, $K_s = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(4\pi d/L)^2}{\sinh(4\pi d/L)}}} \tanh \frac{2\pi d}{L}$

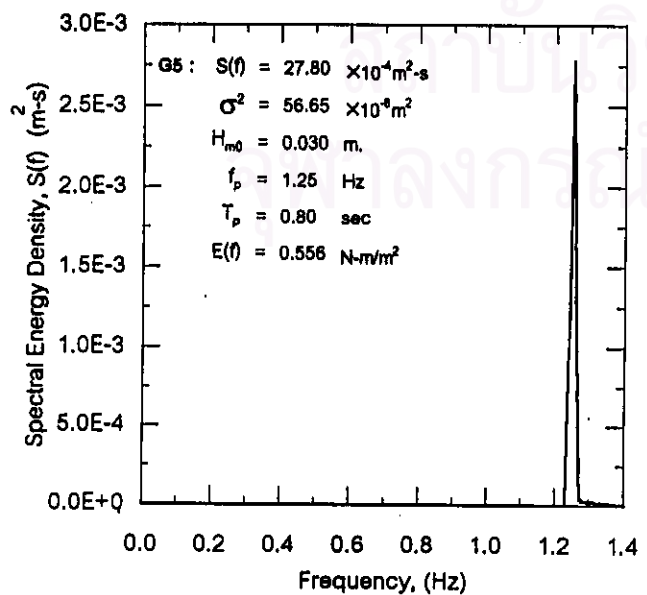
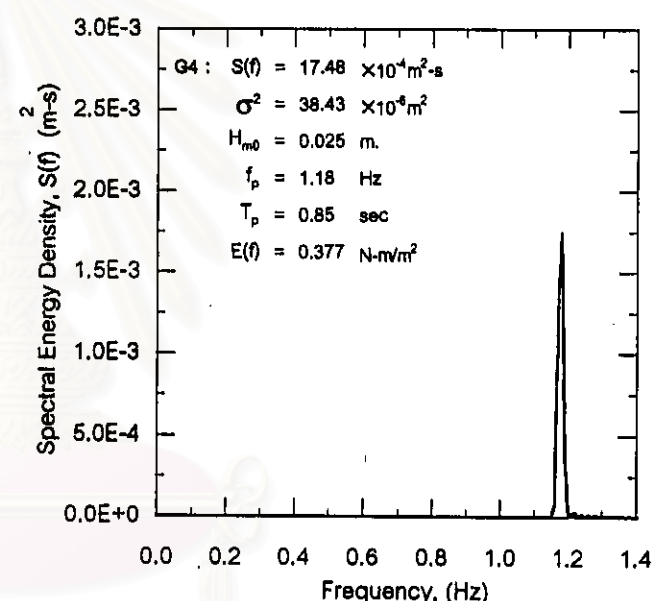
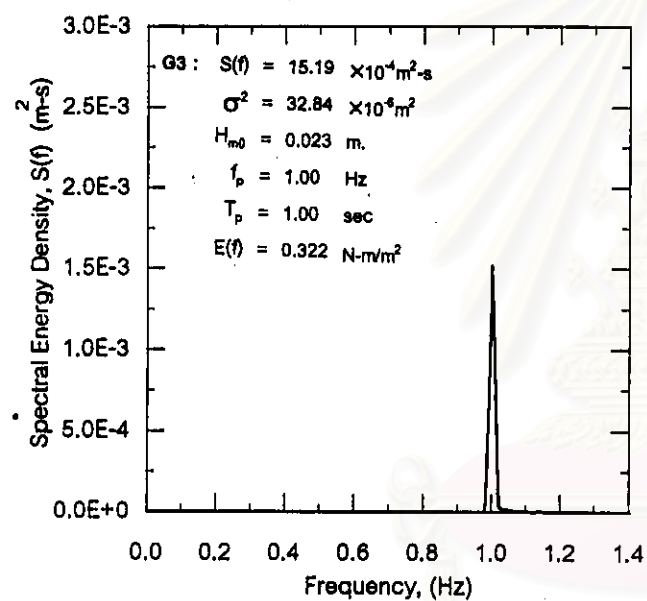
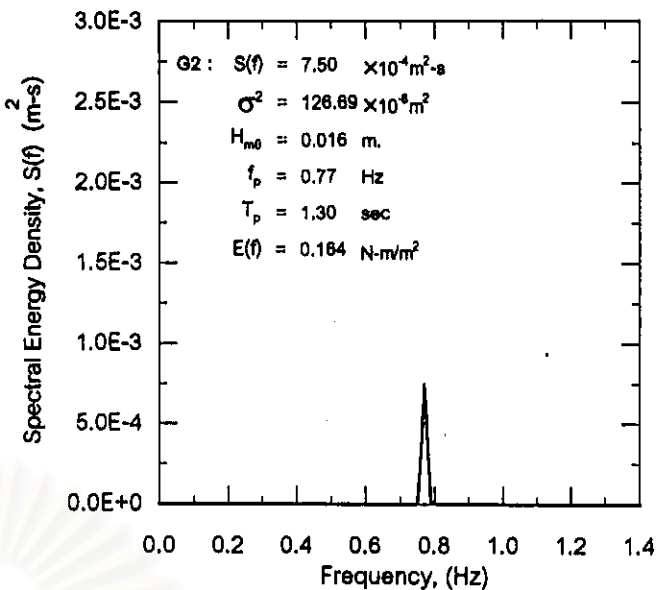
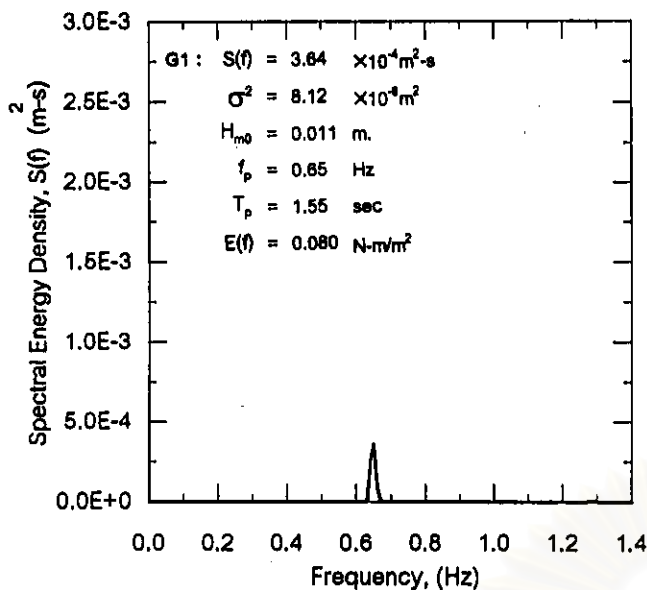
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} \right]^{1/2}$



รูป ง-3 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง G



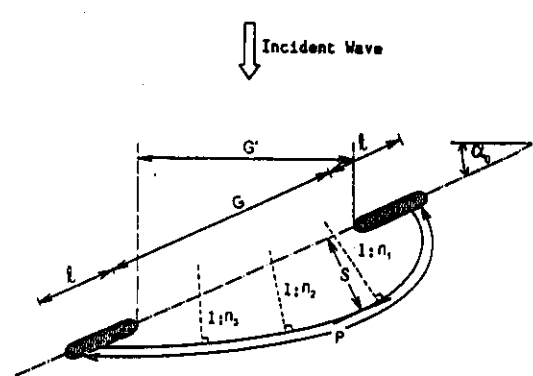
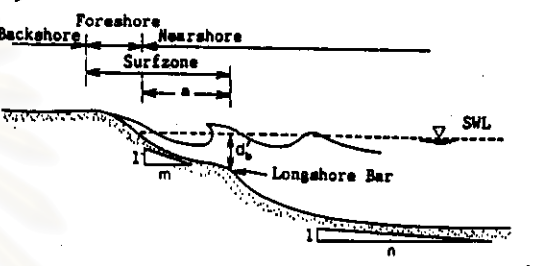
รูป ง-3 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง G



Wave Basin Setup	
Breakwater length, l	1.00 m.
Gap width, G	3.00 m.
Incident wave angle, α _i	25 °
Water depth, d	0.50 m.
	G1 G2 G3 G4 G5
H _{m0} (cm.)	0.023 0.032 0.039 0.043 0.051
T (sec)	1.55 1.30 1.00 0.85 0.80
H/L	0.010 0.014 0.026 0.038 0.062

รูป 4-3 (ค) พลังงานคลื่นจากการวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง G

ตาราง ง-4 สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง H

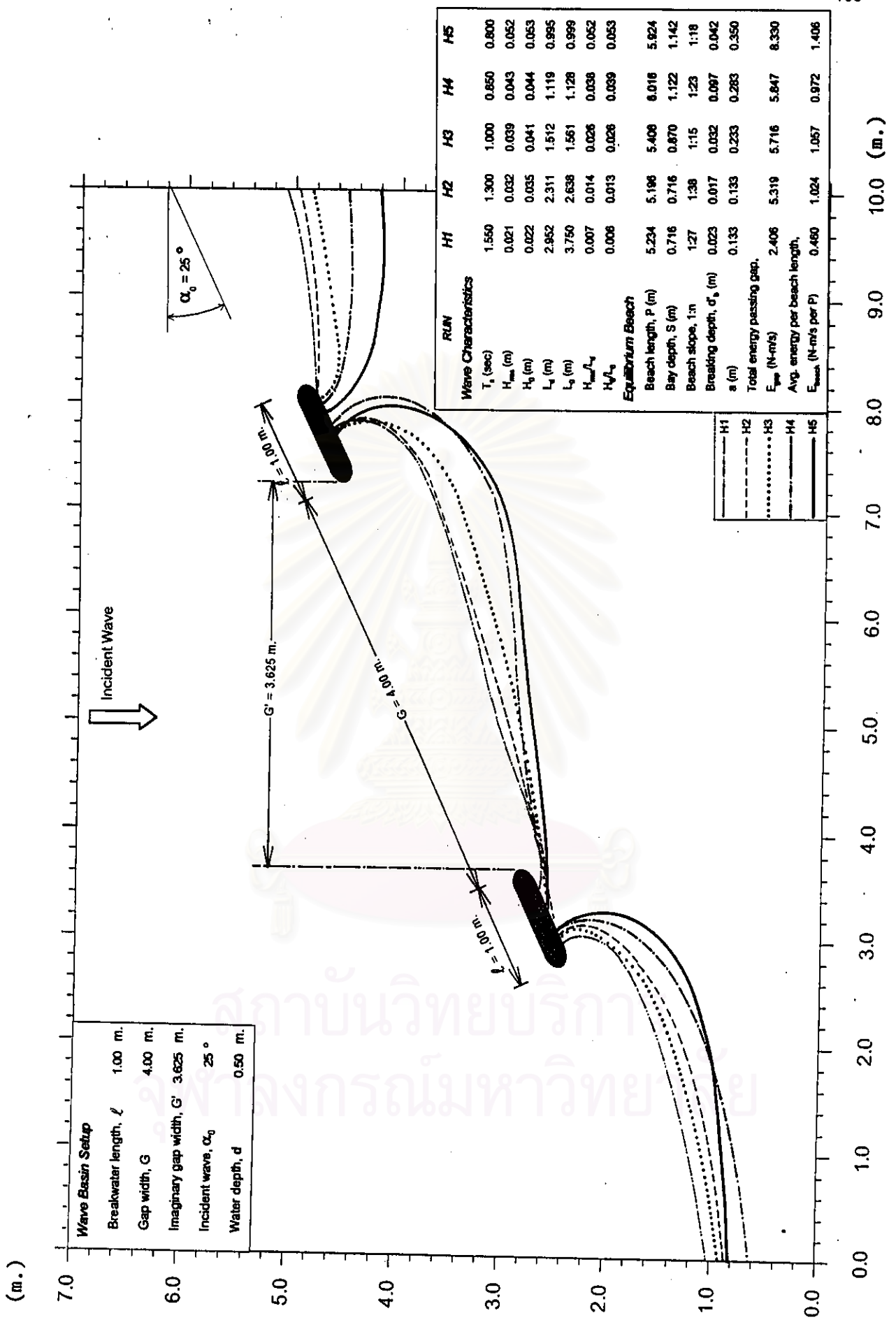
Run No.	H1	H2	H3	H4	H5	Remark
Setup Condition						
Breakwater Setup						
Water depth in wave basin, d (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Numbers of breakwaters	3	3	3	3	3	
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Gap width, G (m)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
Imaginary gap width, G' (m)	3.825	3.825	3.825	3.825	3.825	
Incident wave angle, α_0	25°	25°	25°	25°	25°	
Wave Characteristics						
Transitional Water at Mid Basin (recorder, d = 0.50 m.)						
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250	
Statistic Analysis (Time Domain)						
Root mean square wave height, H_{rms} (m)	0.021	0.032	0.039	0.043	0.052	$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum H^2}$ = avg. period between zero upward crossing $L_s = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_s}\right)$ $C_s = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_s}\right) = \frac{L_s}{T}$ = total avg. wave energy per unit surface area, $\bar{E}_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{16}$ = rate of energy per unit crest width, $\bar{P}_d = \bar{E}_d C_s = \frac{1}{16} \bar{E}_d C_s^3$
Significant wave period, T_s (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	
Wave length, L_d (m)	2.952	2.311	1.512	1.119	0.995	
Wave celerity, C_d (m/s)	1.905	1.778	1.512	1.316	1.244	
Wave steepness, H_{rms}/L_d	0.007	0.014	0.028	0.038	0.052	
Wave energy, \bar{E}_d (N-m/m ²)	0.515	1.271	1.828	2.266	3.340	
Energy flux, \bar{P}_d (N-m/s per m. of wave crest)	0.491	1.130	1.381	1.492	2.077	
Spectral Analysis (Frequency Domain)						
Spectral energy density at f_p , $S(f)$ ($\times 10^{-4}$ m ² -s)	4.31	8.44	15.87	16.81	29.69	$S(f) \Delta f = \sum_{i=1}^{n+\Delta f} \frac{a_i^2}{2}$ $\sigma^2 = \int_0^\infty S(f) df = m_0$ $H_{m0} = 4\sigma$ = proportional to the reciprocal of peak frequency, $(1/f_p)$ = frequency associated with max. of spectral energy density $\bar{E}(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^\infty S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$
Spectral variance, σ^2 ($\times 10^{-6}$ m ²)	9.93	19.74	32.79	37.28	60.37	
Zeroth-moment wave height, H_{m0} (m)	0.013	0.018	0.023	0.024	0.031	
Peak spectra period, T_p (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	
Peak frequency, f_p (Hz)	0.65	0.77	1.00	1.18	1.25	
Wave energy, $E(f)$ (N-m/m ²)	0.097	0.194	0.322	0.385	0.592	
Deep Water (calculated)						
Wave period, T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= T_s at depth (d = 0.50 m.) $L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$ = calculated by Shoaling Coefficient, K_s^{**}
Wave length, L_0 (m.)	3.750	2.838	1.561	1.128	0.999	
Wave height, H_0 (m.)	0.022	0.035	0.041	0.044	0.053	
Wave steepness, H_0/L_0	0.006	0.013	0.026	0.039	0.053	

ตาราง ง-4 (ต่อ) สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง H

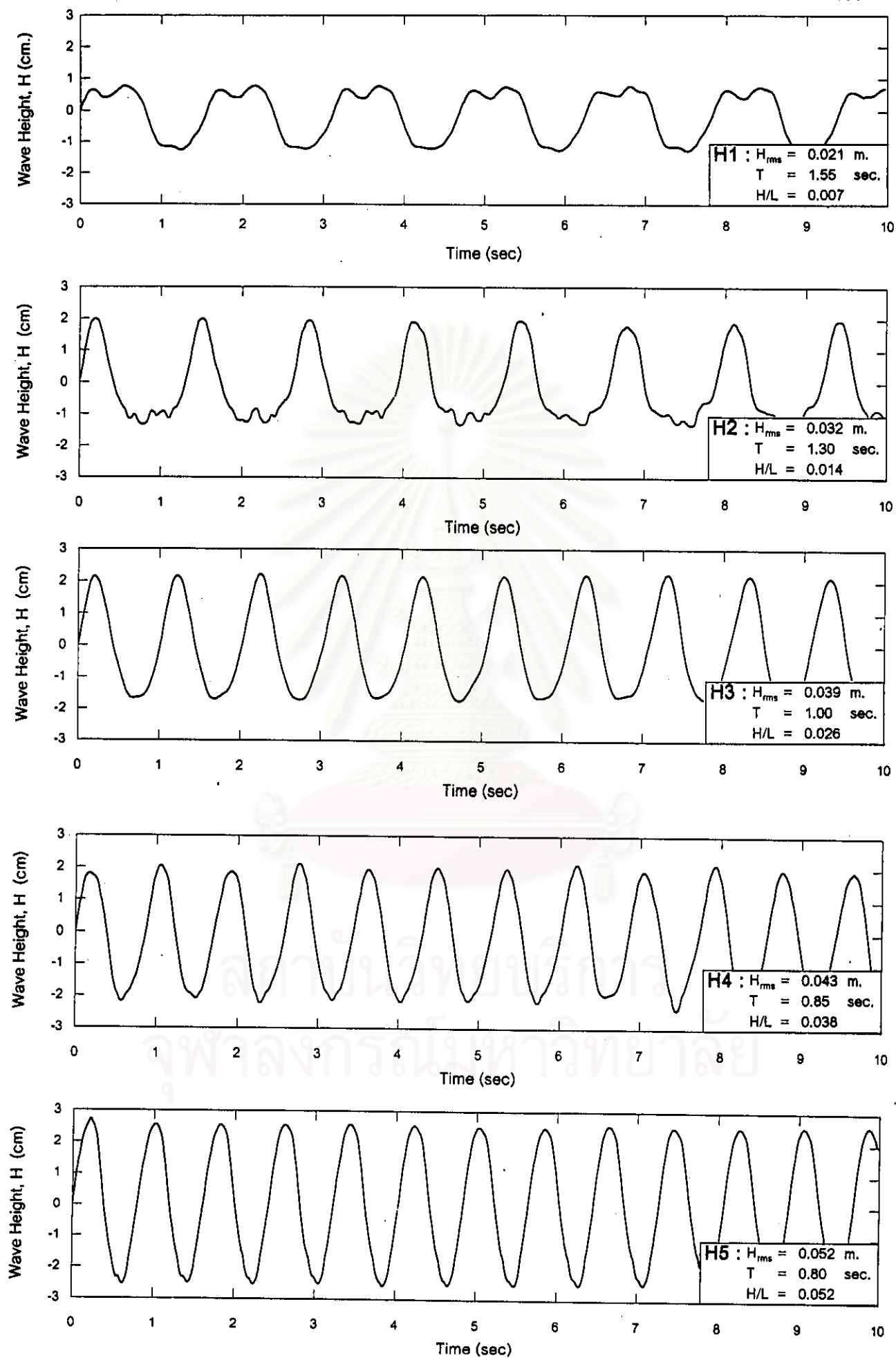
Run No.	H1	H2	H3	H4	H5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.084	0.052	0.088	0.086	0.078	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.084	0.068	0.099	0.090	0.100	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	1.202	0.912	0.781	0.840	0.838	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.775	0.701	0.781	0.753	0.794	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$
Shoaling coef., K_s^*	1.271	1.228	1.046	0.998	0.960	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0) \sin \alpha_0$	4.838	5.234	7.772	8.947	10.227	
Refraction coef., K_r^{**}	0.954	0.954	0.956	0.958	0.960	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.026	0.041	0.041	0.042	0.049	$H_{ent} = H_0 K_r K_s$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	0.856	2.092	2.019	2.143	2.893	$\bar{E}_{ent} = \frac{\rho g H_{ent}^2}{8}$
Energy flux, P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest) (rate of energy per unit crest width)	0.664	1.467	1.577	1.813	2.298	$\bar{P}_{ent} = \bar{E}_{ent} C_{ent}$
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	2.406	5.319	5.716	5.847	8.330	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_0	1.685	1.277	1.023	0.895	0.808	$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3(H_0/L_0)^{1/3}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.037	0.045	0.041	0.039	0.043	
Breaking depth, d_b (m.)	0.047	0.058	0.053	0.050	0.055	$\frac{d_b}{H_b} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	5.234	5.196	5.408	6.016	5.924	
Bay depth, S (m.)	0.848	0.898	1.020	1.122	1.142	
Beach slope, 1: n_1	1:27	1:29	1:15	1:14	1:17	
Beach slope, 1: n_2	1:28	1:38	1:18	1:72	1:21	
Beach slope, 1: n_3	1:26	1:57	1:13	1:23	1:18	
Avg. beach slope, 1: n	1:27	1:38	1:15	1:23	1:18	
Breaking depth, d_p' (m)	0.023	0.017	0.032	0.040	0.042	
a (m)	0.133	0.133	0.233	0.283	0.350	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	2.406	5.319	5.716	5.847	8.330	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, T_{gap}/P (N-m/s per m. of beach lengths)	0.460	1.024	1.057	0.972	1.406	

* Shoaling Coefficient, $K_s = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(4\pi d/L)}{\sinh(4\pi d/L)} \tanh \frac{2\pi d}{L}}}$

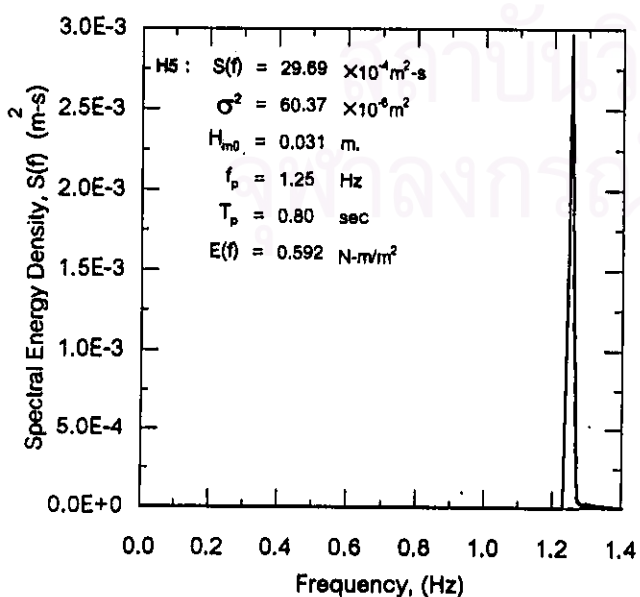
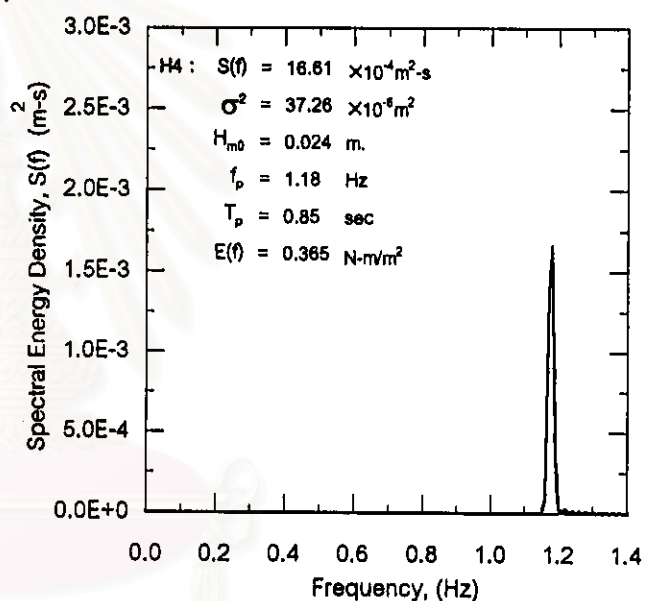
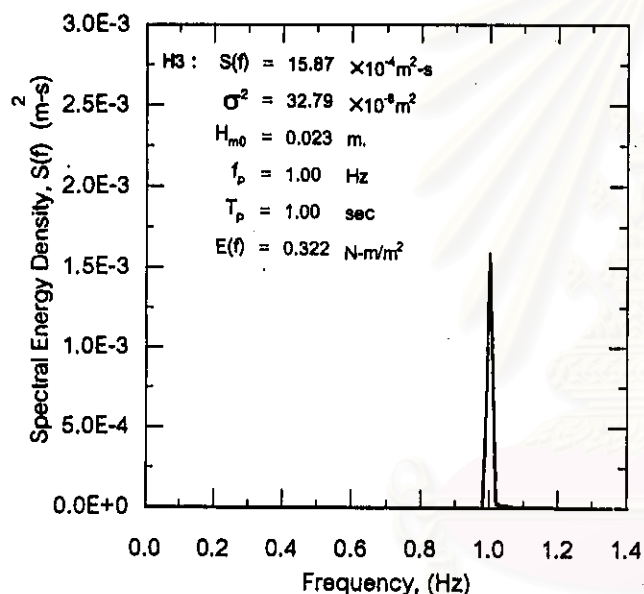
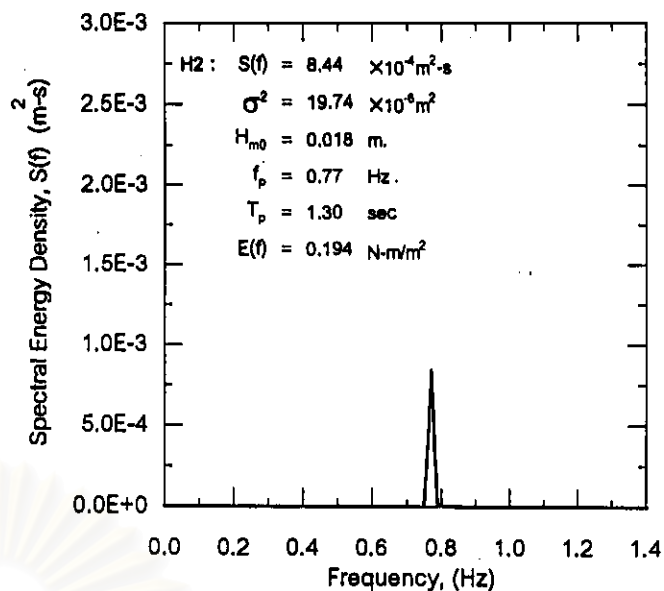
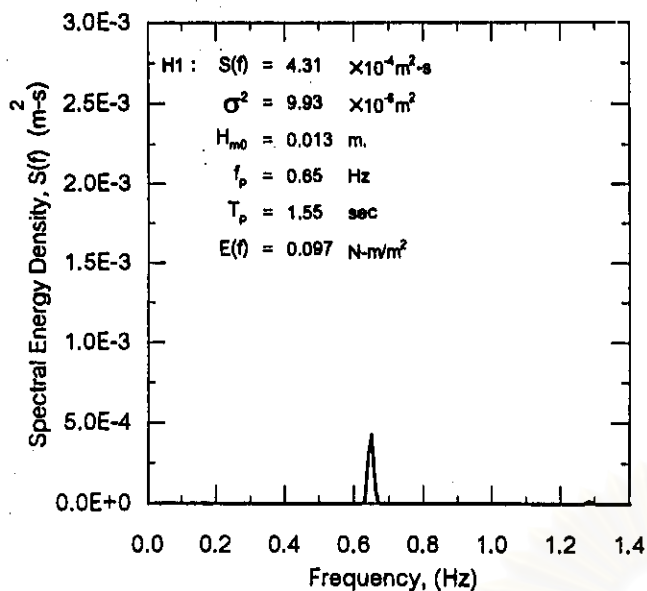
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} \right]^{1/2}$



รูป ง-4 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง H



รูป ง-4 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง H



Wave Basin Setup

Breakwater length, l	1.00 m.
Gap width, G	4.00 m.
Incident wave angle, α_1	25 °
Water depth, d	0.50 m.

	H1	H2	H3	H4	H5
H_{ms} (cm.)	0.021	0.032	0.039	0.043	0.052
T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80
H/L	0.007	0.014	0.026	0.038	0.052

รูป ง-4 (ค) พลังงานคลื่นจากการวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง H

ภาคผนวก ๑
ผลการศึกษาระดับคลื่นที่มุมกับชายฝั่ง 35°

๑-1 ลักษณะของคลื่น

- การทดลองนี้มีมุมของคลื่นที่กระทำกับแนวชายฝั่งเท่ากับ 35°
- ความสูงของคลื่นที่ได้จากการวัดในแบบจำลองแอ่งคลื่นมีค่าประมาณ 0.020 – 0.060 เมตร
- คาบเวลาของคลื่นที่กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1.80 1.55 1.30 1.00 0.85 และ 0.80 วินาที
- ความยาวคลื่นในแบบจำลองแอ่งคลื่นมีค่าประมาณ 1.00 - 3.00 เมตร โดยคำนวณจากทฤษฎีคลื่นความสูงน้อย

๑-2 การติดตั้งแบบจำลองเชื่อมกันคลื่นแยก

- กำหนดให้เชื่อมกันคลื่นมีความยาว 1.00 เมตร ทุกการทดลอง
- ระยะห่างระหว่างเชื่อมกันคลื่นเท่ากับ 1.00 2.00 3.00 และ 4.00 เมตร
- เชื่อมกันคลื่นตัวแรกทางชายฝั่งด้านเหนือน้ำวางตั้งห่างจากผนังของแอ่งคลื่นเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างเชื่อมกันคลื่นคือ 0.50 1.00 1.50 และ 2.00 เมตร

ตาราง ๑-1 สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง I

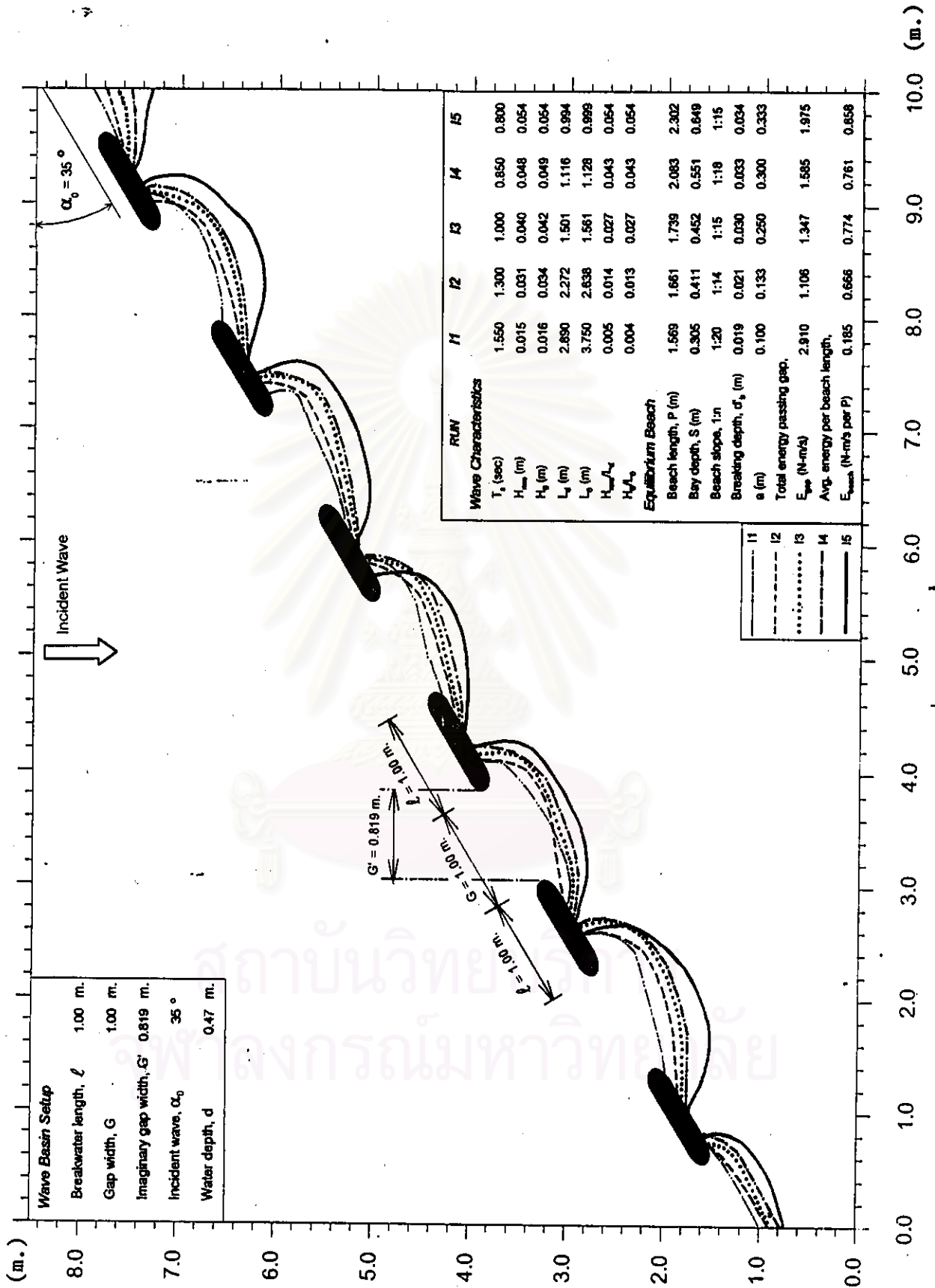
Run No.	I1	I2	I3	I4	I5	Remark	
Setup Condition							
Breakwater Setup							
Water depth in wave basin, d (m)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47		
Numbers of breakwaters	6	6	6	6	6		
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
Gap width, G (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
Imaginary gap width, G' (m)	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819		
incident wave angle, α_0	35°	35°	35°	35°	35°		
Wave Characteristics							
Transitional Water at Mid Basin (recorder, d = 0.47 m.)							
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800		
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250		
Statistic Analysis (Time Domain)							
Root mean square wave height, H_{rms} (m)	0.015	0.031	0.040	0.048	0.054		$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum H^2}$
Significant wave period, T_s (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80		= avg. period between zero upward crossing
Wave length, L_d (m)	2.890	2.272	1.501	1.116	0.994		$L_s = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \left(\frac{2\pi d}{L_s} \right)$
Wave celerity, C_d (m/s)	1.865	1.748	1.501	1.313	1.243	$C_s = \frac{gT}{2\pi} \tanh \left(\frac{2\pi d}{L_s} \right) = \frac{L_s}{T}$	
Wave steepness, H_{rms}/L_d	0.005	0.014	0.027	0.043	0.054		
Wave energy, \bar{E}_d (N-m/m ²)	0.268	1.186	1.971	2.777	3.522	= total avg. wave energy per unit surface area , $\bar{E}_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{16}$	
Energy flux, \bar{P}_d (N-m/s per m. of wave crest)	0.250	1.036	1.479	1.823	2.188	= rate of energy per unit crest width , $\bar{P}_d = \bar{E}_d C_d = \frac{1}{2} \bar{E}_d C_d^2$	
Spectral Analysis (Frequency Domain)							
Spectral energy density at f_p , $S(f)$ ($\times 10^{-4} m^2 \cdot s$)	2.11	8.03	16.29	21.09	29.76	$S(f) \Delta f = \sum_{i=1}^{n+\Delta f} \frac{a_i^2}{2}$	
Spectral variance, σ^2 ($\times 10^{-4} m^2$)	6.91	17.46	33.40	47.51	61.34	$\sigma^2 = \int_0^n S(f) df = m_0$	
Zeroth-moment wave height, H_{m0} (m)	0.011	0.017	0.023	0.028	0.031	$H_{m0} = 4\sigma$	
Peak spectra period, T_p (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= proportional to the reciprocal of peak frequency , (1/f _p)	
Peak frequency, f_p (Hz)	0.85	0.77	1.00	1.18	1.25	= frequency associated with max. of spectral energy density	
Wave energy, $E(f)$ (N-m/m ²)	0.068	0.171	0.328	0.466	0.802	$\bar{E}(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^n S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$	
Deep Water (calculated)							
Wave period, T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= T _s at depth (d = 0.50 m.)	
Wave length, L ₀ (m.)	3.750	2.638	1.561	1.128	0.999	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$	
Wave height, H ₀ (m.)	0.016	0.034	0.042	0.049	0.054	= calculated by Shoothing Coefficient , K _s **	
Wave steepness, H ₀ /L ₀	0.004	0.013	0.027	0.043	0.054		

ตาราง ๑-1 (ต่อ) สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง I

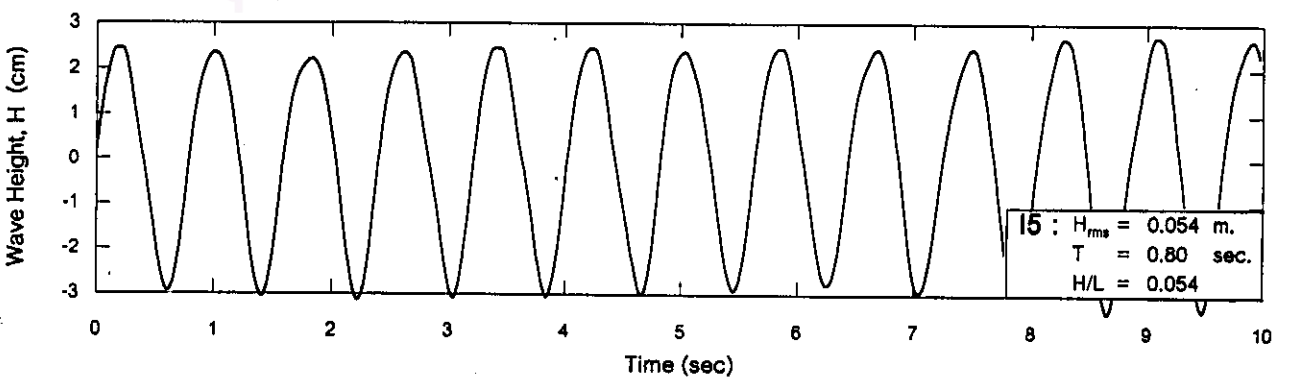
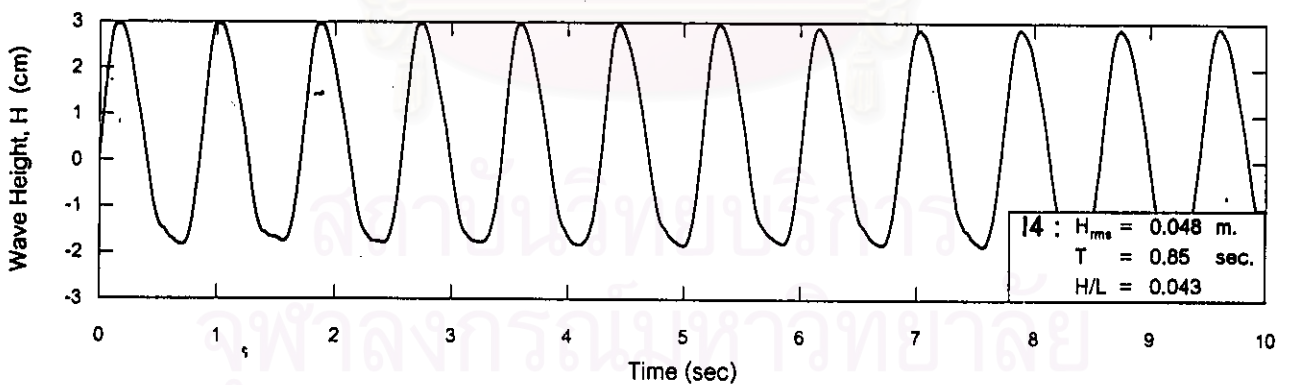
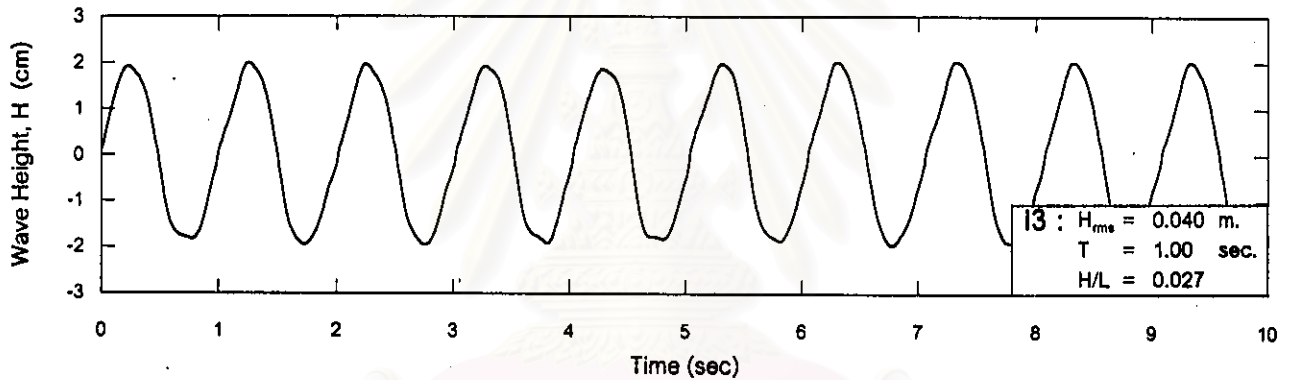
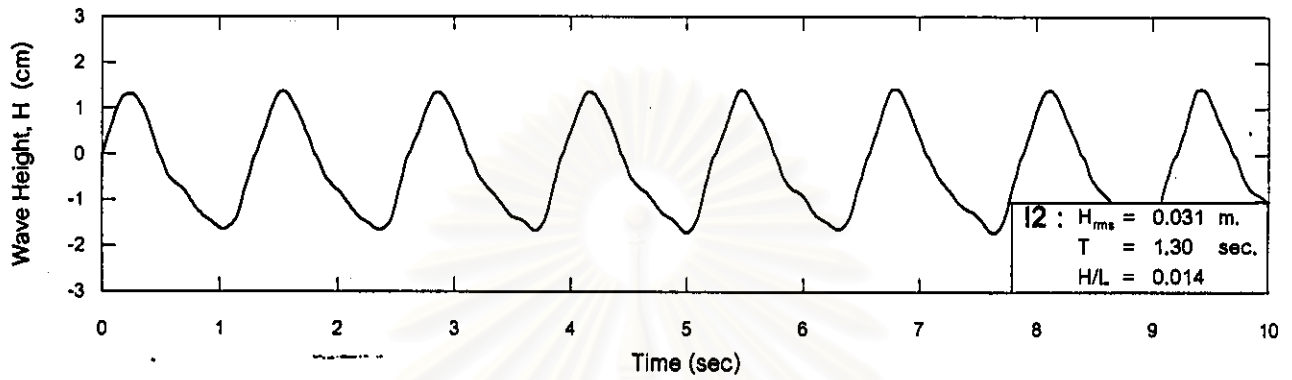
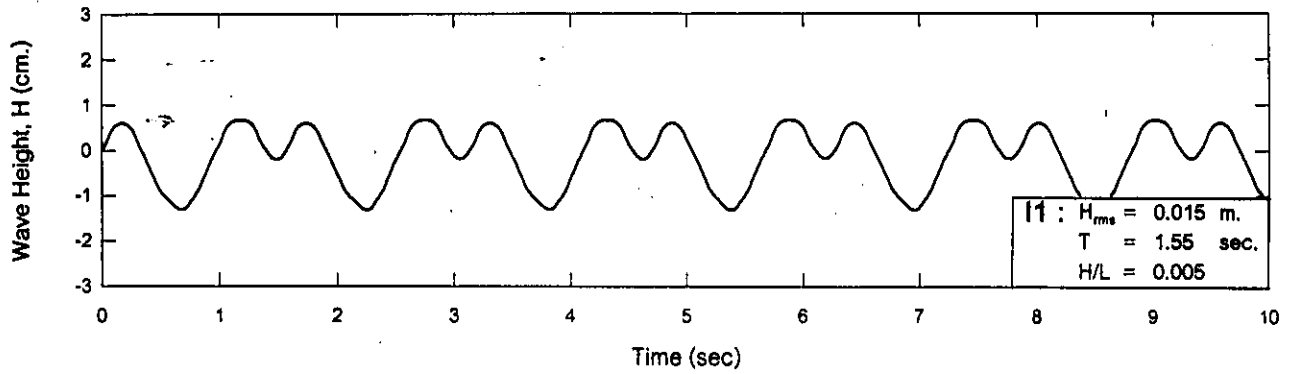
Run No.	I1	I2	I3	I4	I5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.028	0.040	0.041	0.051	0.071	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.080	0.066	0.079	0.085	0.098	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	0.799	0.799	0.817	0.575	0.818	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.515	0.615	0.617	0.676	0.772	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Shoaling coef. , K_s^*	1.544	1.305	1.157	1.039	0.969	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0) \sin \alpha_0$	3.184	4.566	6.024	7.929	9.887	
Refraction coef. , K_r^{**}	0.953	0.954	0.955	0.957	0.959	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.024	0.042	0.047	0.048	0.050	$H_{ent} = H_0 K_r K_s$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	0.889	2.197	2.666	2.862	3.122	$\bar{E}_{ent} = \frac{\rho g H_{rms}^2}{8}$
Energy flux , P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest) (rate of energy per unit crest width) ---	0.355	1.351	1.644	1.935	2.410	$\bar{P}_{ent} = \bar{E}_{ent} C_{ent}$
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	0.291	1.106	1.347	1.585	1.975	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_0	1.864	1.292	1.008	0.884	0.800	$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3(H_0/L_0)^{1/3}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.030	0.044	0.043	0.042	0.043	
Breaking depth, d_b (m.)	0.038	0.056	0.055	0.054	0.056	$\frac{d_b}{H_b} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	1.569	1.661	1.739	2.083	2.302	
Bay depth, S (m.)	0.305	0.411	0.452	0.551	0.649	
Beach slope, 1: n_1	1:32	1:13	1:13	1:21	1:12	
Beach slope, 1: n_2	1:21	1:15	1:25	1:15	1:15	
Beach slope, 1: n_3	1:14	1:15	1:12	1:19	1:19	
Avg. beach slope, 1: n	1:20	1:14	1:15	1:18	1:15	
Breaking depth , d_p' (m)	0.019	0.021	0.030	0.033	0.034	
a (m)	0.100	0.133	0.250	0.300	0.333	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	0.291	1.106	1.347	1.585	1.975	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, T_{gap}/P (N-m/s per m. of beach lengths)	0.185	0.666	0.774	0.761	0.858	

* Shoaling Coefficient, $K_s = \frac{1}{\sqrt{\left[1 + \frac{(47\pi d/L)}{\sinh(47\pi d/L)}\right] \tanh \frac{2\pi d}{L}}}$

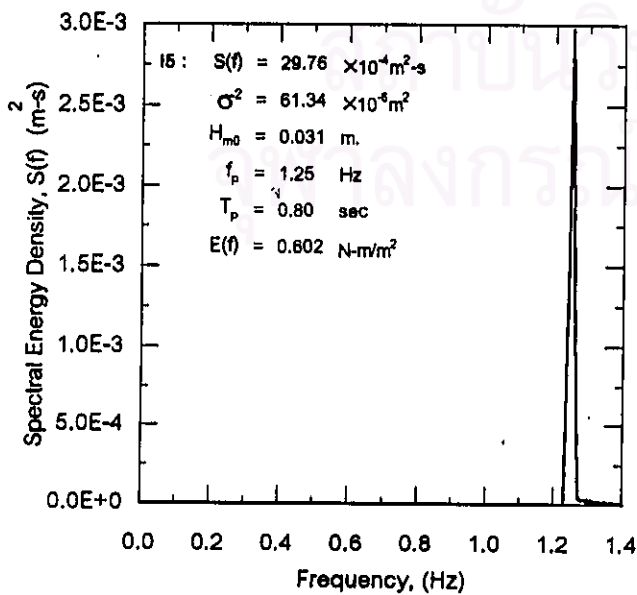
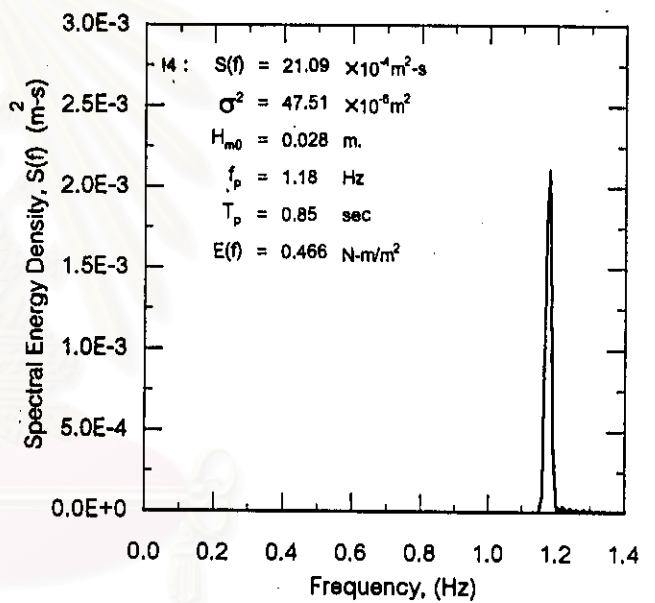
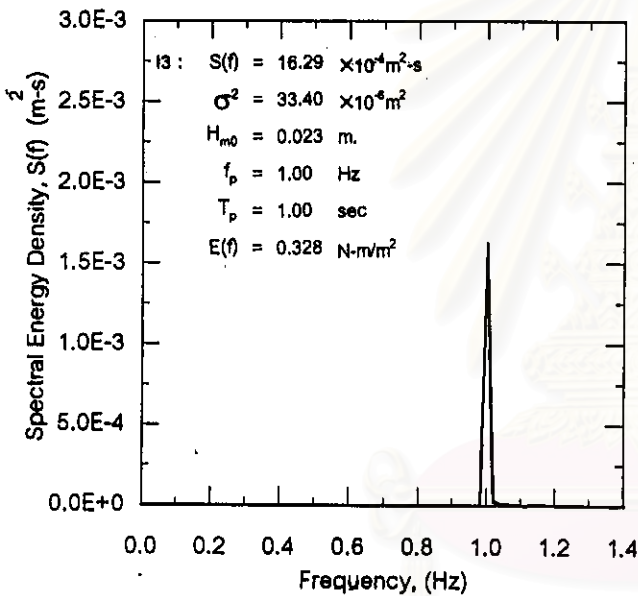
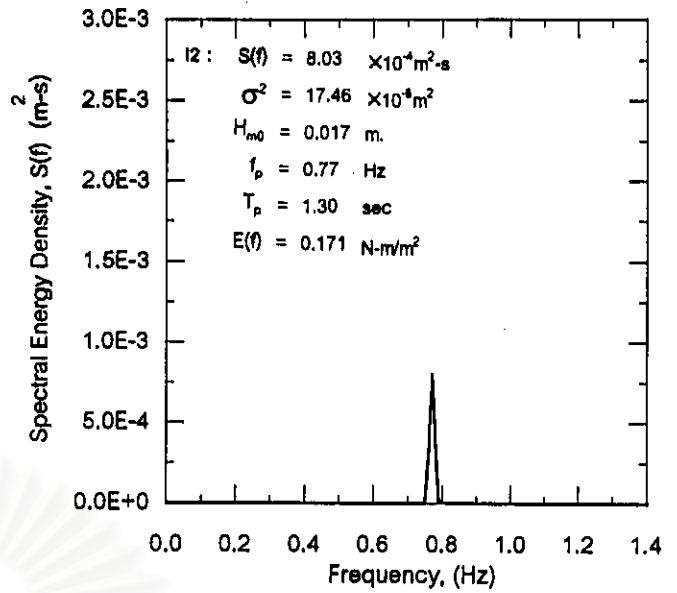
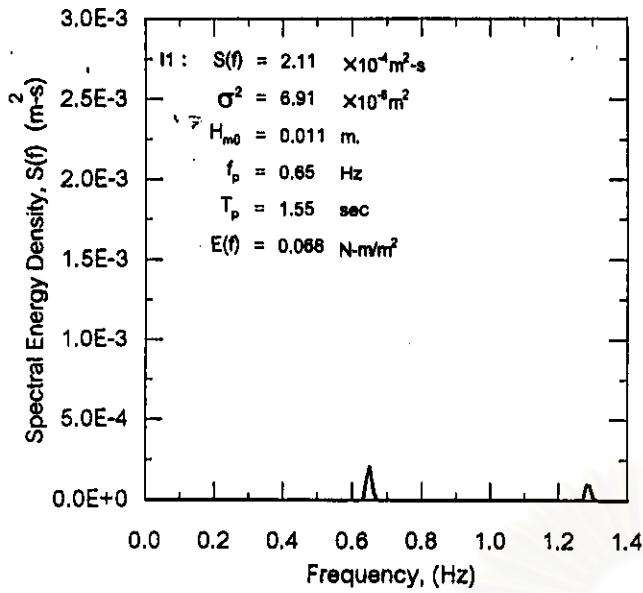
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}\right]^{1/2}$



รูป จ-1 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง I



รูป ๑-1 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง 1



Wave Basin Setup

Breakwater length, l	1.00 m.
Gap width, G	1.00 m.
Incident wave angle, α ₁	35 °
Water depth, d	0.47 m.

	11	12	13	14	15
(cm.)	0.015	0.031	0.040	0.048	0.054
	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80
	0.05	0.014	0.027	0.043	0.054

รูป ๑-1 (ค) พลังงานคลื่นจากการวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง 1

ตาราง ๑-2 สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง J

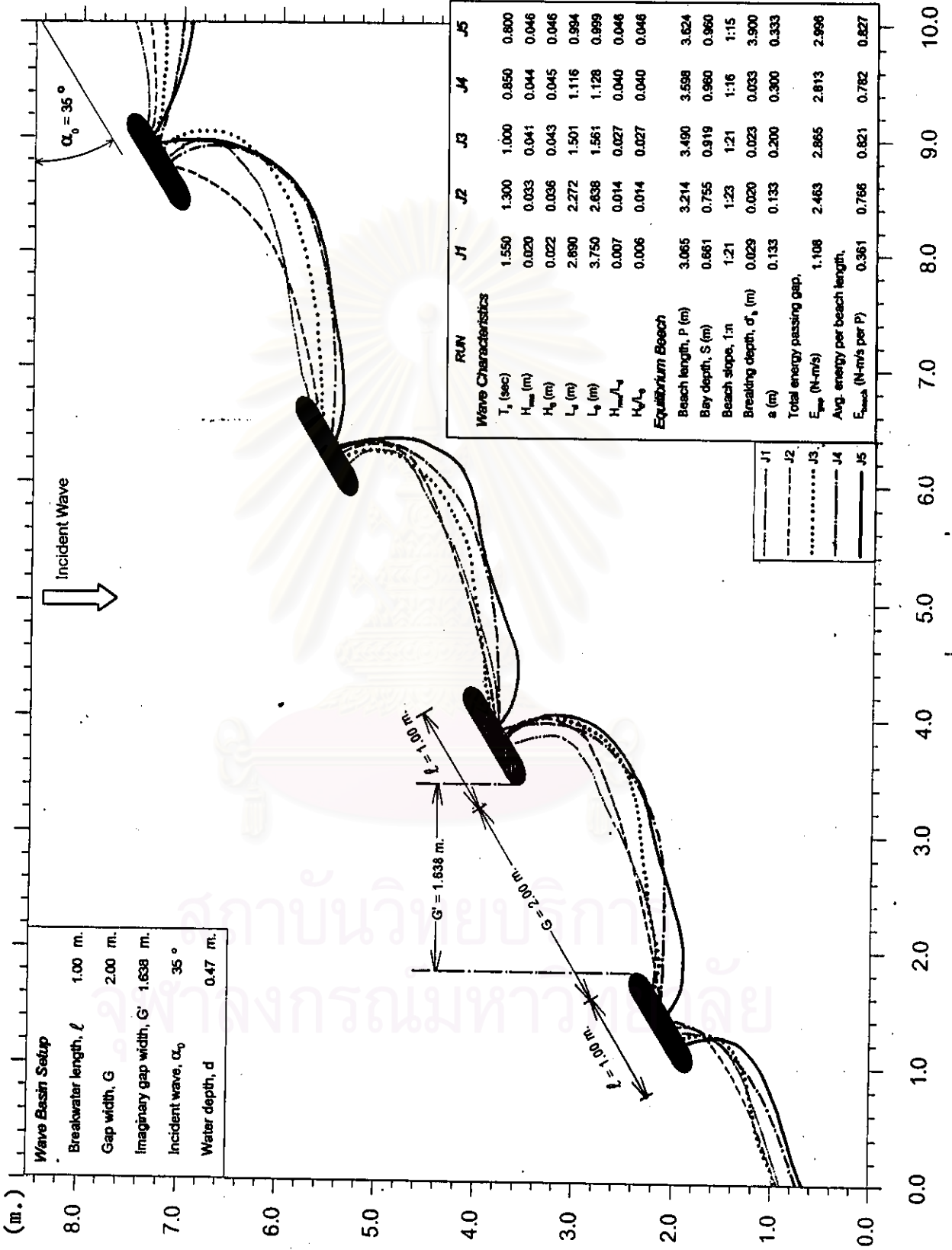
Run No.	J1	J2	J3	J4	J5	Remark
Setup Condition						
Breakwater Setup						
Water depth in wave basin, d (m)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	
Numbers of breakwaters	4	4	4	4	4	
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Gap width, G (m)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
Imaginary gap width, G' (m)	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	
Incident wave angle, α_0	35°	35°	35°	35°	35°	
Wave Characteristics						
Transitional Water at Mid Basin (recorder, d = 0.47 m.)						
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250	
Statistic Analysis (Time Domain)						
Root mean square wave height, H_{rms} (m)	0.020	0.033	0.041	0.044	0.046	$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum H^2}$
Significant wave period, T_s (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= avg. period between zero upward crossing
Wave length, L_d (m)	2.890	2.272	1.501	1.118	0.994	$L_s = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_s}\right)$
Wave celerity, C_d (m/s)	1.865	1.748	1.501	1.313	1.243	$C_s = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_s}\right) = \frac{L_s}{T}$
Wave steepness, H_{rms}/L_d	0.007	0.014	0.027	0.040	0.046	
Wave energy, \bar{E}_d (N-m/m ²)	0.505	1.303	2.030	2.395	2.538	= total avg. wave energy per unit surface area, $\bar{E}_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{16}$
Energy flux, \bar{P}_d (N-m/s per m. of wave crest)	0.471	1.138	1.524	1.572	1.578	= rate of energy per unit crest width, $\bar{P}_d = \bar{E}_d C_p = \frac{1}{2} \bar{E}_d C_p^3$
Spectral Analysis (Frequency Domain)						
Spectral energy density at f_p , $S(f)$ ($\times 10^{-4}$ m ² -s)	3.95	9.79	18.82	17.54	20.82	$S(f) \Delta f = \sum \frac{a_i^2}{2}$
Spectral variance, σ^2 ($\times 10^{-4}$ m ²)	8.48	20.65	33.98	40.54	44.29	$\sigma^2 = \int_0^\infty S(f) df = m_0$
Zeroth-moment wave height, H_{m0} (m)	0.012	0.018	0.023	0.025	0.027	$H_{m0} = 4\sigma$
Peak spectra period, T_p (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= proportional to the reciprocal of peak frequency, (1/ f_p)
Peak frequency, f_p (Hz)	0.65	0.77	1.00	1.18	1.25	= frequency associated with max. of spectral energy density
Wave energy, $E(f)$ (N-m/m ²)	0.083	0.202	0.333	0.398	0.434	$\bar{E}(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^\infty S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$
Deep Water (calculated)						
Wave period, T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= T_s at depth (d = 0.50 m.)
Wave length, L_0 (m.)	3.750	2.838	1.561	1.128	0.999	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$
Wave height, H_0 (m.)	0.022	0.038	0.043	0.045	0.046	= calculated by Shooaling Coefficient, K_s^{**}
Wave steepness, H_0/L_0	0.006	0.014	0.027	0.040	0.046	

ตาราง ๑-2 (ต่อ) สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง J

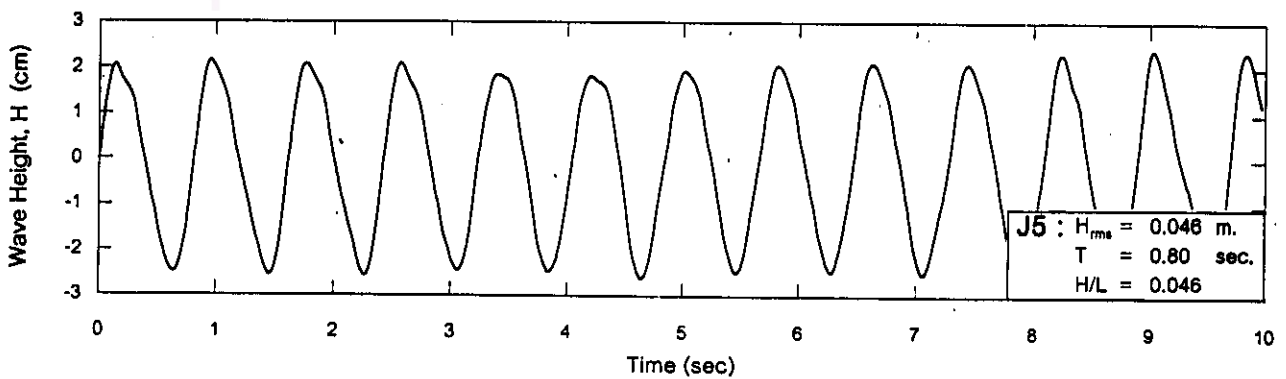
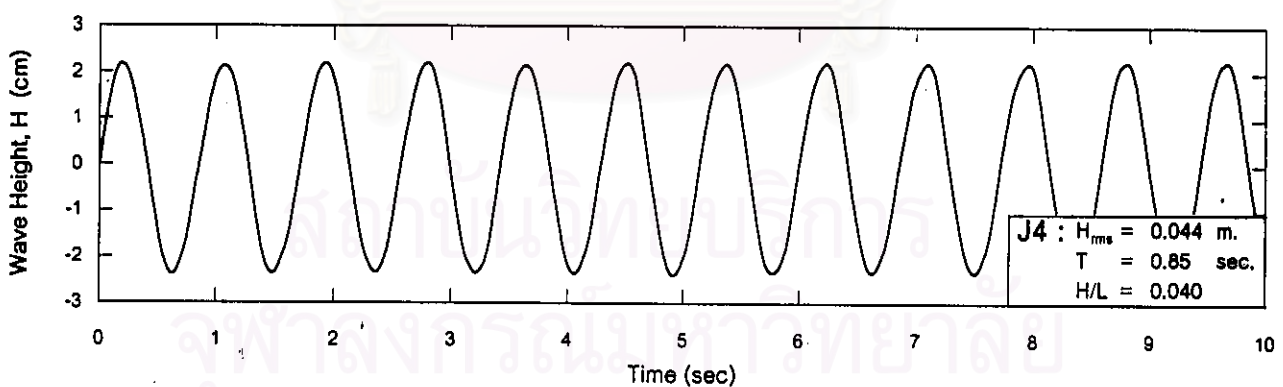
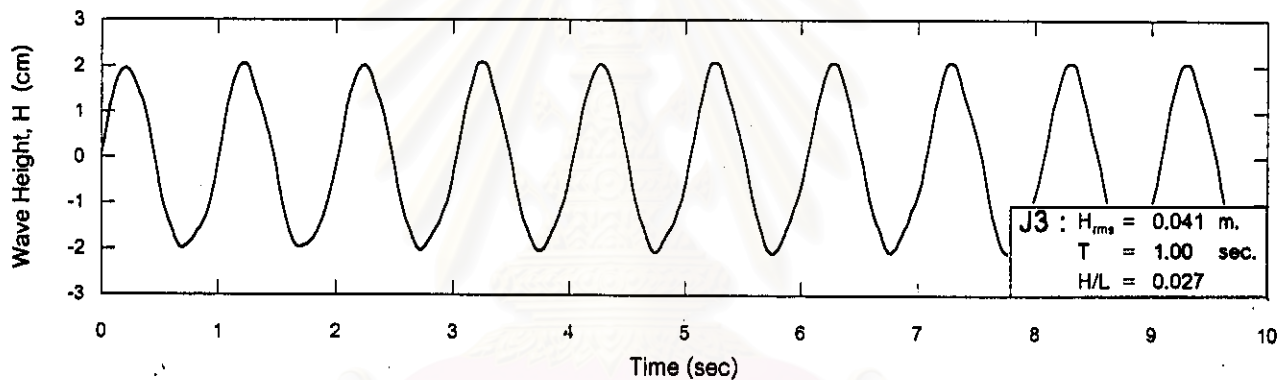
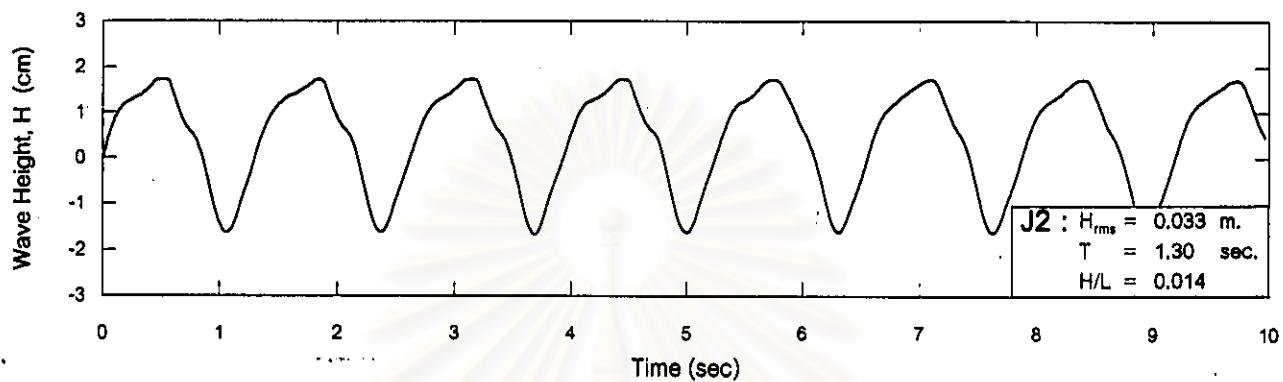
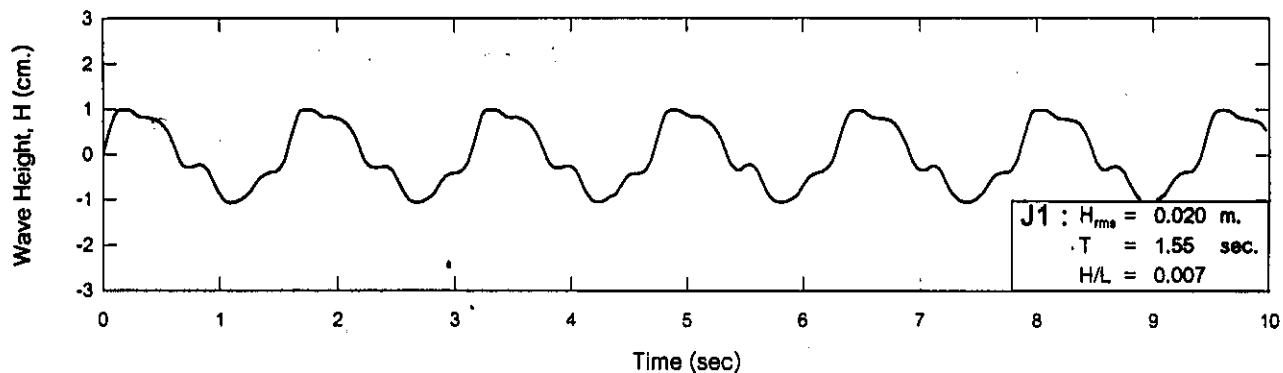
Run No.	J1	J2	J3	J4	J5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.049	0.055	0.062	0.066	0.093	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.051	0.063	0.081	0.070	0.086	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	1.058	0.932	0.750	0.640	0.890	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.683	0.717	0.750	0.753	0.863	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Shoaling coef., K_s^*	1.349	1.216	1.064	0.998	0.939	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0) \sin \alpha_0$	4.244	5.355	7.430	8.945	11.313	
Refraction coef., K_r^{**}	0.953	0.954	0.956	0.958	0.961	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.028	0.041	0.044	0.043	0.042	$H_{ent} = H_0 K_r K_s$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	0.990	2.097	2.332	2.281	2.120	$\bar{E}_{ent} = \frac{\rho g H_{rms}^2}{8}$
Energy flux, P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest) (rate of energy per unit crest width)-----	0.876	1.503	1.749	1.717	1.829	$\bar{P}_{ent} = \bar{E}_{ent} C_{ent}$
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	1.108	2.463	2.865	2.813	2.996	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_0	1.678	1.272	1.004	0.866	0.845	$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3(H_0/L_0)^{1/2}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.037	0.045	0.043	0.040	0.039	
Breaking depth, d_b (m.)	0.047	0.058	0.055	0.051	0.050	$\frac{d_b}{H_b} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	3.065	3.214	3.490	3.598	3.624	
Bay depth, S (m.)	0.661	0.755	0.919	0.960	0.960	
Beach slope, 1: n_1	1:27	1:29	1:27	1:16	1:18	
Beach slope, 1: n_2	1:16	1:21	1:23	1:17	1:16	
Beach slope, 1: n_3	1:19	1:19	1:16	1:16	1:13	
Avg. beach slope, 1: n	1:21	1:23	1:21	1:16	1:15	
Breaking depth, d_p' (m)	0.029	0.020	0.023	0.033	0.039	
a (m)	0.133	0.133	0.200	0.300	0.333	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	1.108	2.463	2.865	2.813	2.996	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, T_{gap}/P (N-m/s per m. of beach lengths)	0.361	0.766	0.821	0.782	0.827	

* Shoaling Coefficient, $K_s = \frac{1}{\sqrt{\left[1 + \frac{(4\pi d/L)}{\sinh(4\pi d/L)}\right] \tanh \frac{2\pi d}{L}}}$

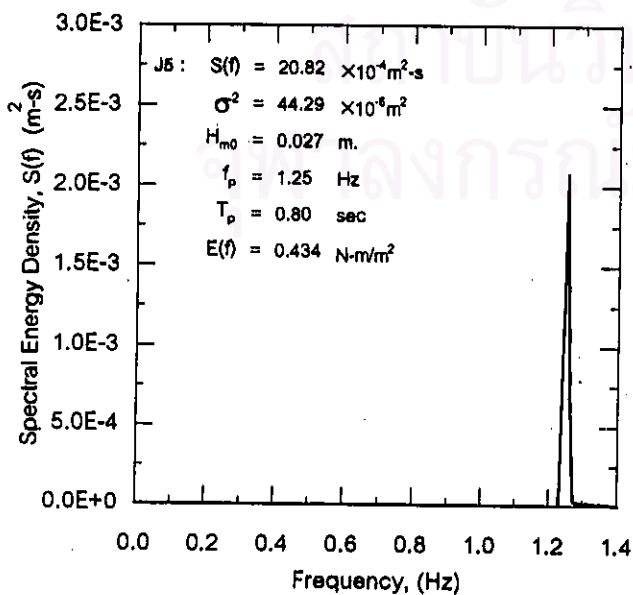
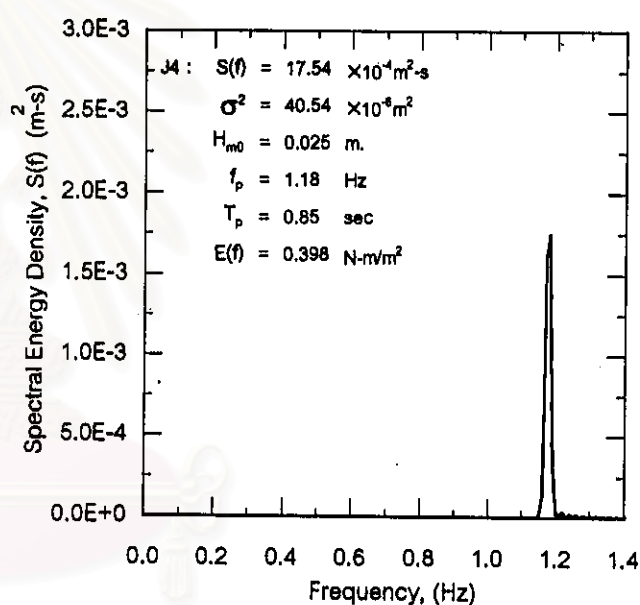
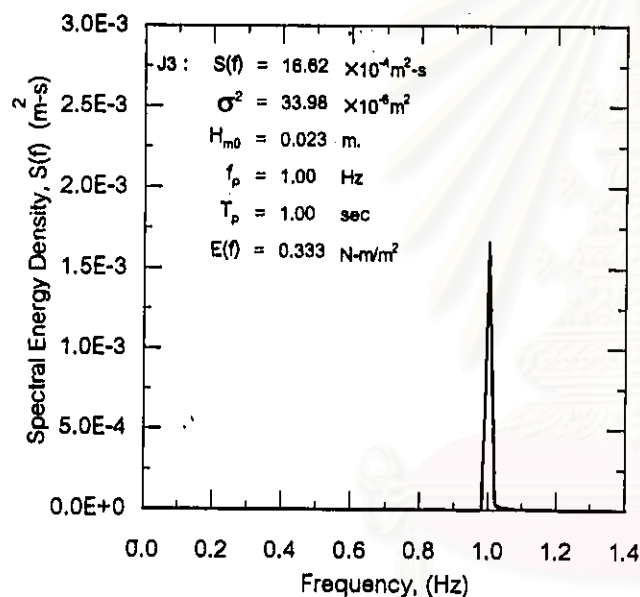
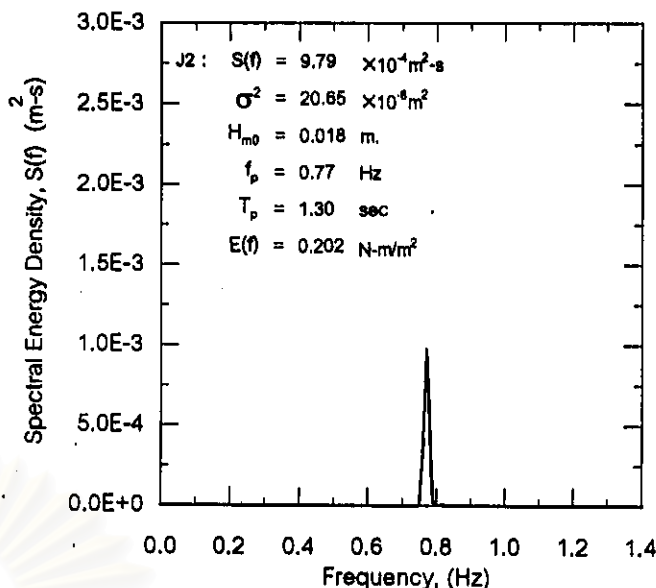
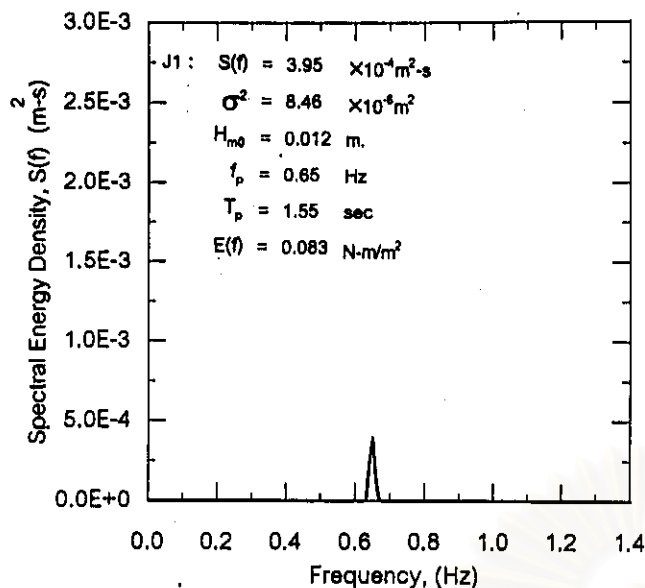
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}\right]^{1/2}$



รูป จ-2 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง J



รูป จ-2 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง J



Wave Basin Setup					
Breakwater length, l	1.00 m.				
Gap width, G	2.00 m.				
Incident wave angle, α_i	35 °				
Water depth, d	0.47 m.				
	J1	J2	J3	J4	J5
H_{m0} (cm)	0.020	0.033	0.041	0.044	0.046
T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80
H/L	0.007	0.014	0.027	0.040	0.046

รูป ๑-๒ (ค) พลังงานคลื่นจากการวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง J

ตาราง ๑-3 สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง K

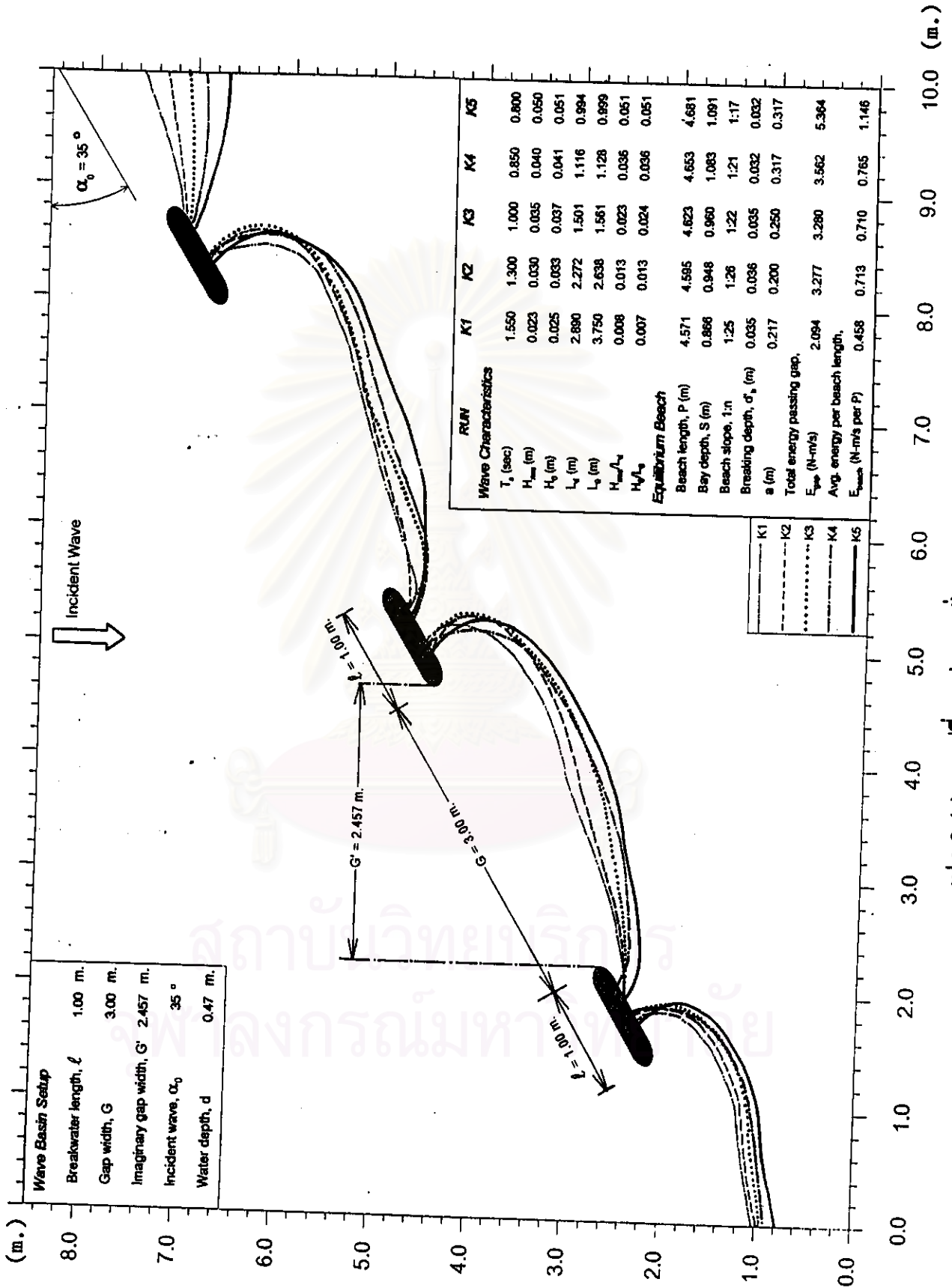
Run No.	K1	K2	K3	K4	K5	Remark	
Setup Condition							
Breakwater Setup							
Water depth in wave basin, d (m)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47		
Numbers of breakwaters	3	3	3	3	3		
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
Gap width, G (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		
Imaginary gap width, G' (m)	2.457	2.457	2.457	2.457	2.457		
Incident wave angle, α_0	35°	35°	35°	35°	35°		
Wave Characteristics							
Transitional Water at Mid Basin (recorder, d = 0.47 m.)							
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800		
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250		
Statistic Analysis (Time Domain)							
Root mean square wave height, H_{rms} (m)	0.023	0.030	0.035	0.040	0.050		$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum H^2}$
Significant wave period, T_s (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80		= avg. period between zero upward crossing
Wave length, L_d (m)	2.890	2.272	1.501	1.116	0.994	$L_d = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_d}\right)$	
Wave celerity, C_d (m/s)	1.865	1.748	1.501	1.313	1.243	$C_d = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_d}\right) = \frac{L_d}{T}$	
Wave steepness, H_{rms}/L_d	0.008	0.013	0.023	0.036	0.051		
Wave energy, \bar{E}_d (N-m/m ²)	0.626	1.133	1.519	1.961	3.101	= total avg. wave energy per unit surface area, $\bar{E}_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{8}$	
Energy flux, \bar{P}_d (N-m/s per m. of wave crest)	0.584	0.990	1.140	1.287	1.927	= rate of energy per unit crest width, $\bar{P}_d = \bar{E}_d C_d = \frac{1}{2} \bar{E}_d C_d^3$	
Spectral Analysis (Frequency Domain)							
Spectral energy density at f_p , $S(f)$ ($\times 10^{-4}$ m ² -s)	5.02	6.82	12.37	14.94	25.48	$S(f) \Delta f = \sum \frac{a_n^2}{2}$	
Spectral variance, σ^2 ($\times 10^{-8}$ m ²)	10.83	15.29	25.46	35.38	52.46	$\sigma^2 = \int_0^\infty S(f) df = m_0$	
Zeroth-moment wave height, H_{m0} (m)	0.013	0.016	0.020	0.024	0.029	$H_{m0} = 4\sigma$	
Peak spectra period, T_p (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= proportional to the reciprocal of peak frequency, (1/ f_p)	
Peak frequency, f_p (Hz)	0.65	0.77	1.00	1.18	1.25	= frequency associated with max. of spectral energy density	
Wave energy, $E(f)$ (N-m/m ²)	0.106	0.150	0.250	0.347	0.514	$\bar{E}(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^\infty S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$	
Deep Water (calculated)							
Wave period, T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= T_s at depth (d = 0.50 m.)	
Wave length, L_0 (m.)	3.750	2.838	1.561	1.128	0.999	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$	
Wave height, H_0 (m.)	0.025	0.033	0.037	0.041	0.051	= calculated by Shoaing Coefficient, K_s	
Wave steepness, H_0/L_0	0.007	0.013	0.024	0.036	0.051		

ตาราง ๑-3 (ต่อ) สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง K

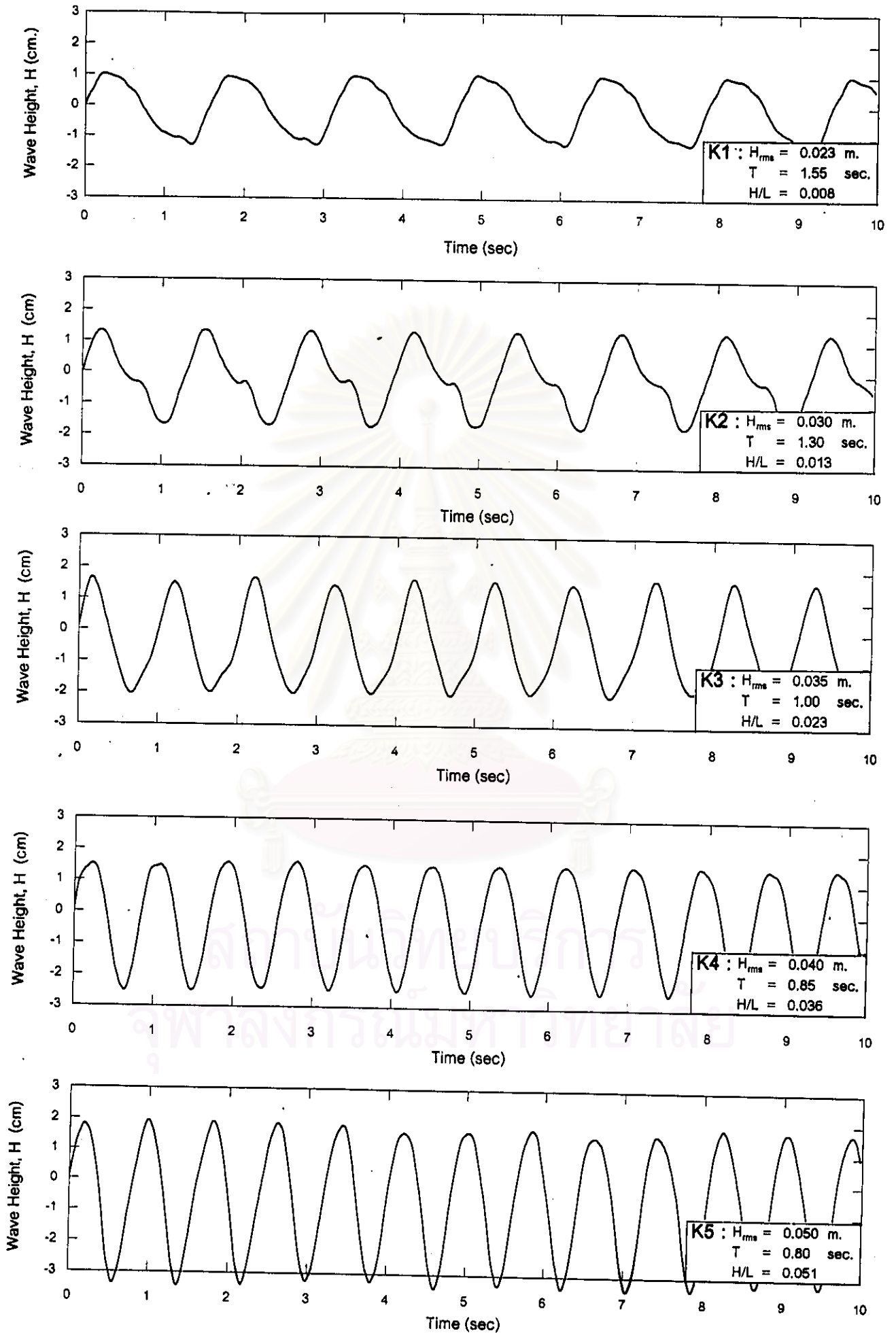
Run No.	K1	K2	K3	K4	K5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.076	0.077	0.076	0.080	0.083	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.086	0.085	0.086	0.088	0.099	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	1.306	1.098	0.820	0.898	0.860	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.842	0.845	0.820	0.821	0.824	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_{ent}}\right)$
Shoaling coef., K_s^*	1.224	1.130	1.027	0.989	0.950	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0) \sin \alpha_0$	5.274	6.366	8.201	9.892	10.895	
Refraction coef., K_r^{**}	0.954	0.955	0.957	0.959	0.960	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.029	0.036	0.036	0.038	0.046	$H_{ent} = H_0 K_r K_s$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	1.011	1.579	1.828	1.766	2.648	$\bar{E}_{ent} = \frac{\rho g H_{ent}^2}{8}$
Energy flux, P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest) (rate of energy per unit crest width)	0.852	1.334	1.335	1.449	2.183	$\bar{P}_{ent} = \bar{E}_{ent} C_{ent}$
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	2.094	3.277	3.280	3.582	5.364	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_0	1.619	1.302	1.054	0.916	0.817	$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3(H_0/L_0)^{1/3}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.040	0.043	0.039	0.037	0.042	
Breaking depth, d_b (m.)	0.051	0.055	0.050	0.048	0.053	$\frac{d_b}{H_0} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	4.571	4.595	4.823	4.653	4.681	
Bay depth, S (m.)	0.886	0.948	0.980	1.083	1.081	
Beach slope, 1: n_1	1:26	1:22	1:31	1:21	1:23	
Beach slope, 1: n_2	1:20	1:39	1:22	1:22	1:21	
Beach slope, 1: n_3	1:31	1:23	1:17	1:19	1:12	
Avg. beach slope, 1: n	1:25	1:26	1:22	1:21	1:17	
Breaking depth, d_p' (m)	0.035	0.036	0.035	0.032	0.032	
a (m)	0.217	0.200	0.250	0.317	0.317	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	2.094	3.277	3.280	3.582	5.364	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, T_{gap}/P (N-m/s per m. of beach lengths)	0.458	0.713	0.710	0.765	1.146	

* Shoaling Coefficient, $K_s = \frac{1}{\sqrt{\left[1 + \frac{(4\pi d/L)^2}{\sinh(4\pi d/L)}\right] \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)}}$

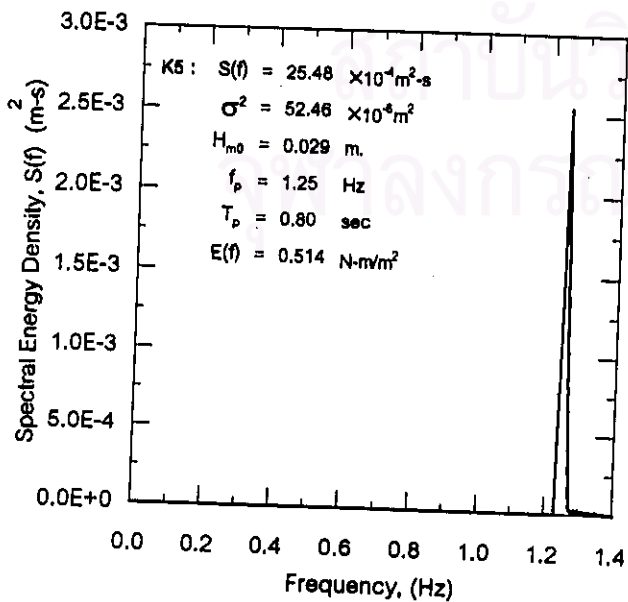
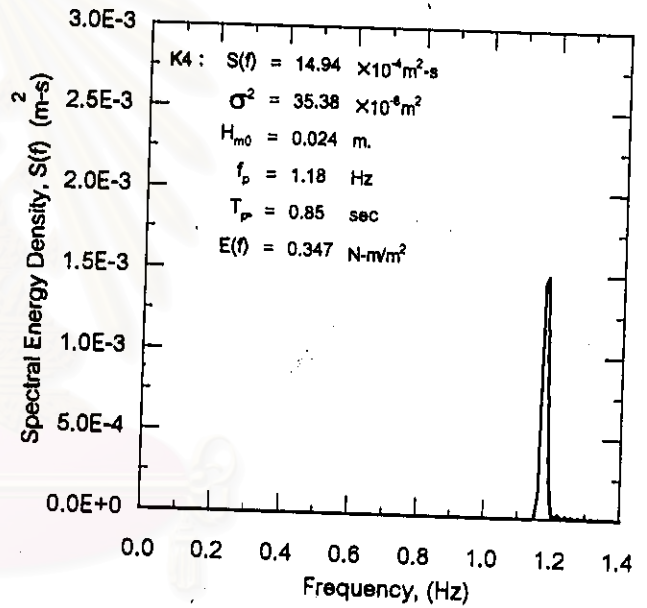
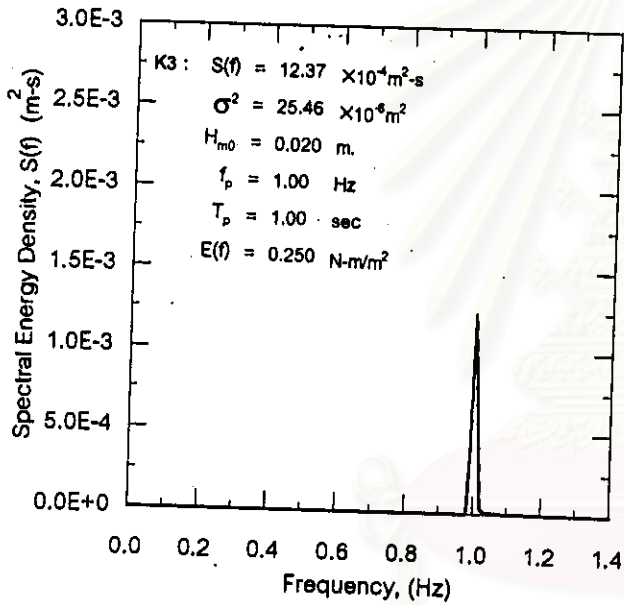
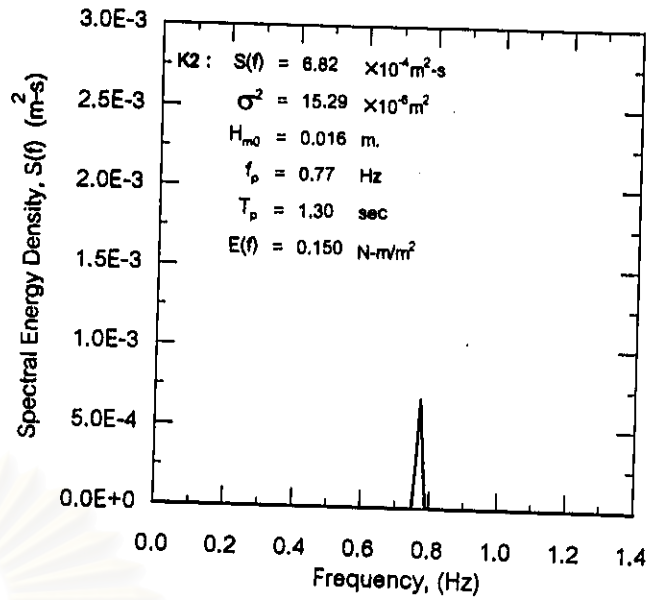
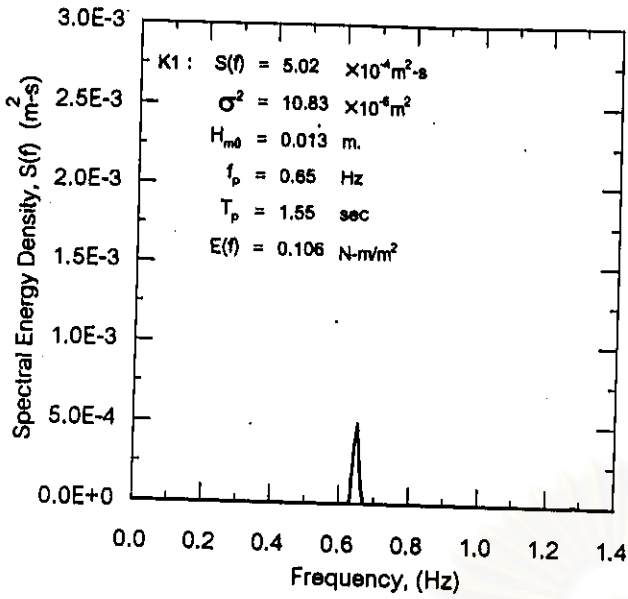
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}\right]^{1/2}$



รูป ๓-3 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง K



รูป จ-3 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง K



Wave Basin Setup

Breakwater length, l	1.00 m.
Gap width, G	3.00 m.
Incident wave angle, α_1	35 °
Water depth, d	0.47 m.

	K1	K2	K3	K4	K5
H_{m0} (cm.)	0.023	0.030	0.035	0.040	0.050
T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80
H/L	0.008	0.013	0.023	0.036	0.051

รูป ๑-3 (ค) พลังงานคลื่นจากการวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง K

ตาราง ๑-4 รูปผลการทดลอง ชุดการทดลอง L

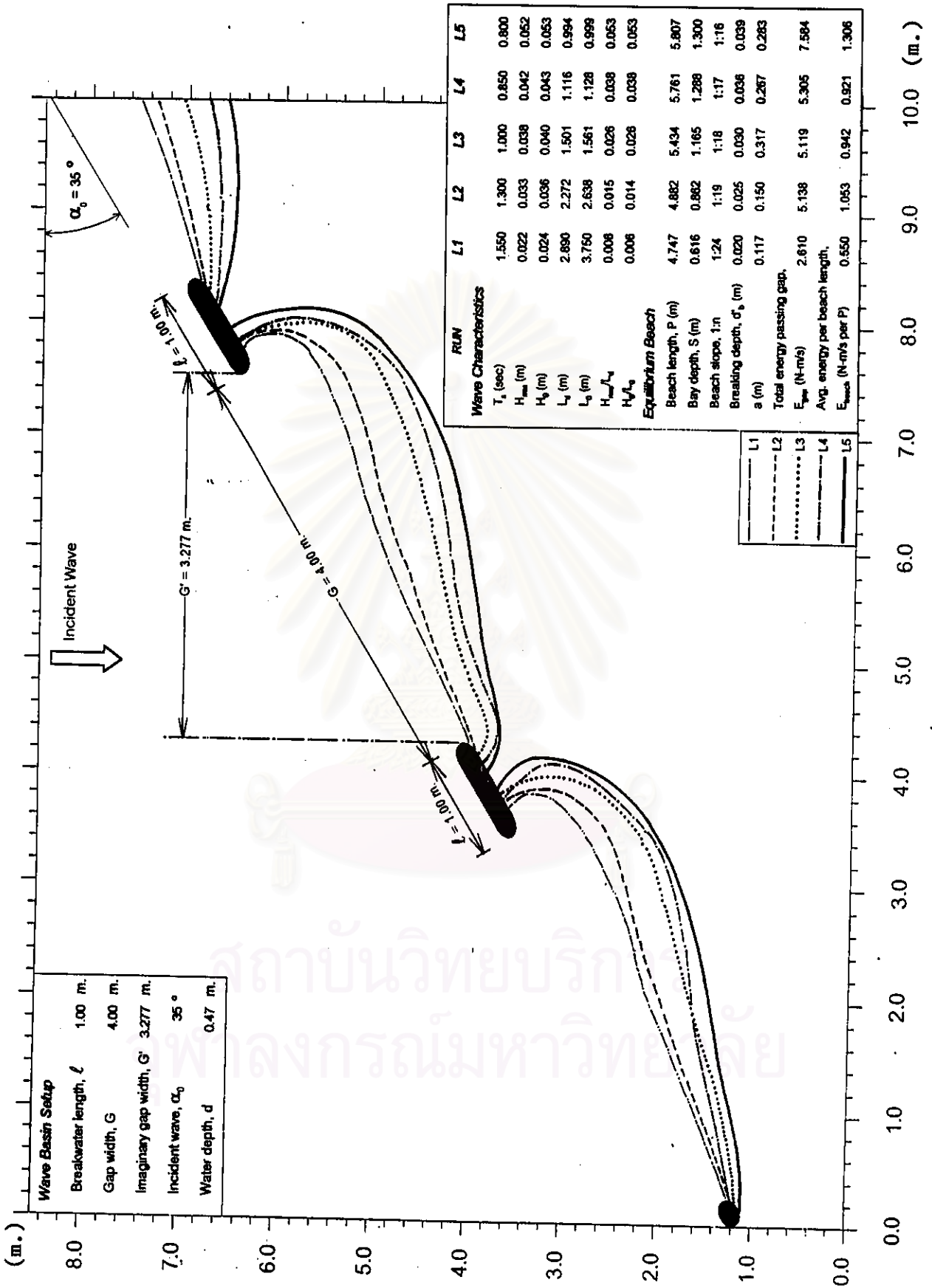
Run No.	L1	L2	L3	L4	L5	Remark	
Setup Condition							
Breakwater Setup							
Water depth in wave basin, d (m)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47		
Numbers of breakwaters	3	3	3	3	3		
Breakwater length, l (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
Gap width, G (m)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0		
Imaginary gap width, G' (m)	3.277	3.277	3.277	3.277	3.277		
Incident wave angle, α_0	35°	35°	35°	35°	35°		
Wave Characteristics							
Transitional Water at Mid Basin (recorder, d = 0.47 m.)							
Time of the record (sec)	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800		
Numbers of wave data	1,000	1,380	1,800	2,110	2,250		
Statistic Analysis (Time Domain)							
Root mean square wave height, H_{rms} (m)	0.022	0.033	0.038	0.042	0.052		$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum H^2}$
Significant wave period, T_s (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80		= avg. period between zero upward crossing
Wave length, L_d (m)	2.890	2.272	1.501	1.116	0.994		$L_s = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_s}\right)$
Wave celerity, C_d (m/s)	1.865	1.748	1.501	1.313	1.243		$C_s = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_s}\right) = \frac{L_s}{T}$
Wave steepness, H_{rms}/L_d	0.008	0.015	0.026	0.038	0.053		
Wave energy, \bar{E}_d (N-m/m ²)	0.593	1.359	1.798	2.193	3.340		= total avg. wave energy per unit surface area, $\bar{E}_d = \frac{\rho g H_{rms}^2}{16}$
Energy flux, \bar{P}_d (N-m/s per m. of wave crest)	0.553	1.188	1.349	1.440	2.075		= rate of energy per unit crest width, $\bar{P}_d = \bar{E}_d C_s = \frac{1}{2} \bar{E}_d C_s^3$
Spectral Analysis (Frequency Domain)							
Spectral energy density at f_p , $S(f)$ ($\times 10^{-4}$ m ² -s)	3.95	11.11	14.17	17.14	28.09	$S(f) \Delta f = \sum \frac{a_i^2}{2}$	
Spectral variance, σ^2 ($\times 10^{-6}$ m ²)	8.84	23.44	29.50	38.50	58.19	$\sigma^2 = \int_0^\infty S(f) df = m_0$	
Zeroth-moment wave height, H_{m0} (m)	0.012	0.019	0.022	0.025	0.031	$H_{m0} = 4\sigma$	
Peak spectra period, T_p (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= proportional to the reciprocal of peak frequency, $(1/f_p)$	
Peak frequency, f_p (Hz)	0.85	0.77	1.00	1.18	1.25	= frequency associated with max. of spectral energy density	
Wave energy, $E(f)$ (N-m/m ²)	0.085	0.230	0.289	0.378	0.571	$\bar{E}(f) = \rho g \sigma^2 = \rho g \int_0^\infty S(f) df = \rho g \frac{H_{m0}^2}{16}$	
Deep Water (calculated)							
Wave period, T (sec)	1.55	1.30	1.00	0.85	0.80	= T_s at depth (d = 0.50 m.)	
Wave length, L_0 (m.)	3.750	2.838	1.561	1.128	0.999	$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$	
Wave height, H_0 (m.)	0.024	0.036	0.040	0.043	0.053	= calculated by Shallowing Coefficient, K_s **	
Wave steepness, H_0/L_0	0.008	0.014	0.026	0.038	0.053		

ตาราง ๑-4 (ต่อ) สรุปผลการทดลอง ชุดการทดลอง L

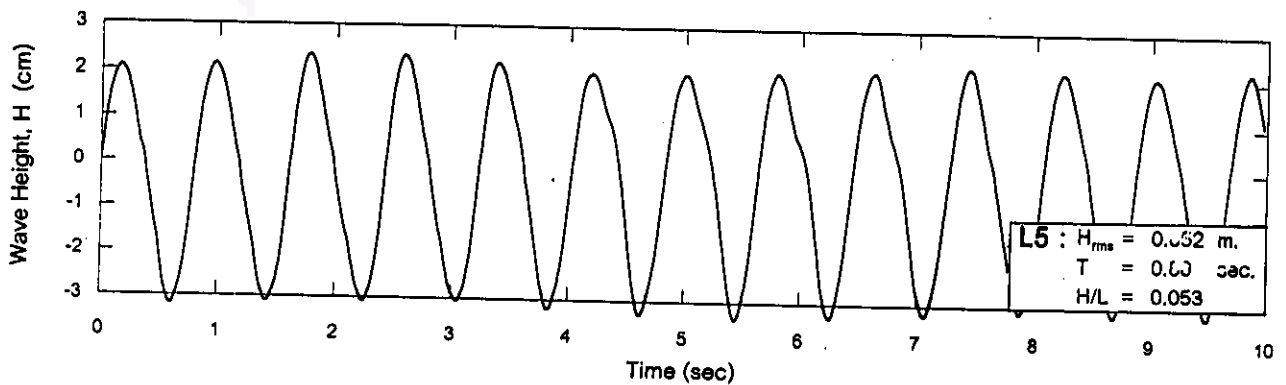
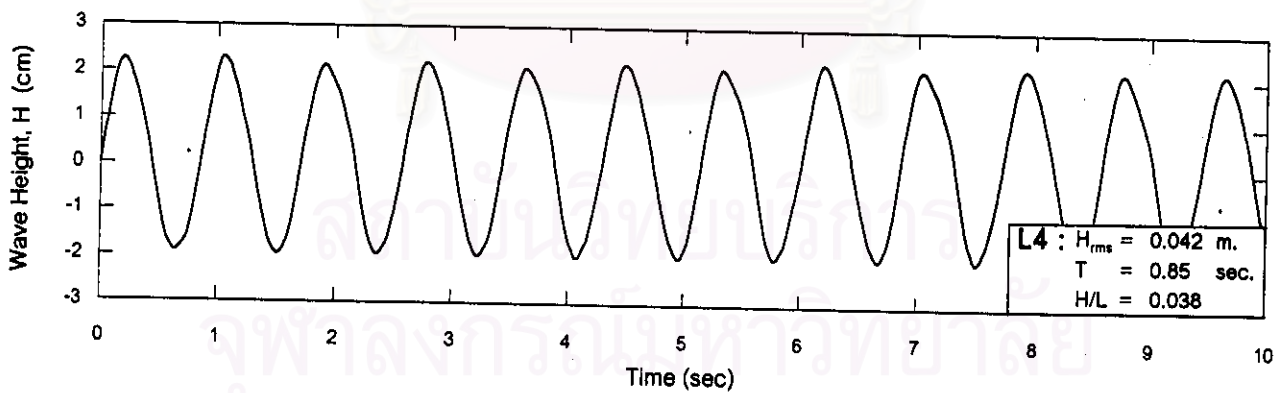
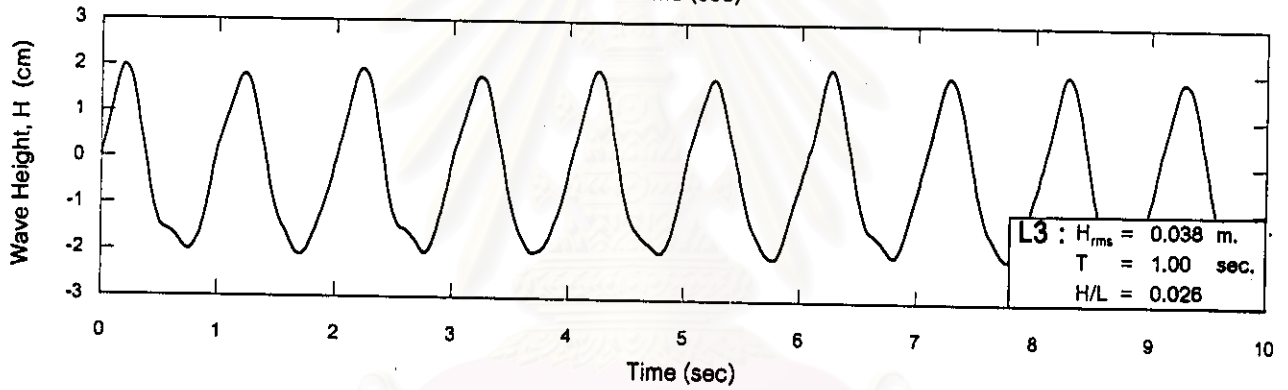
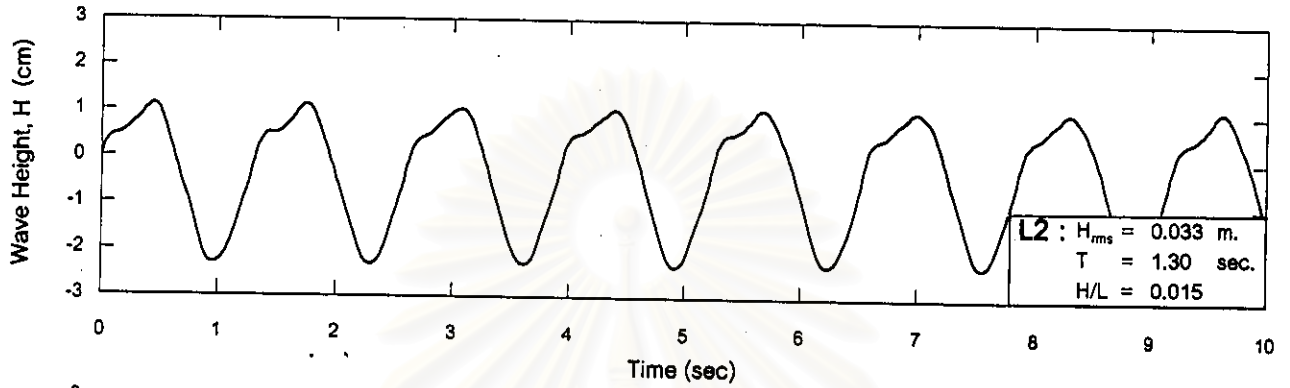
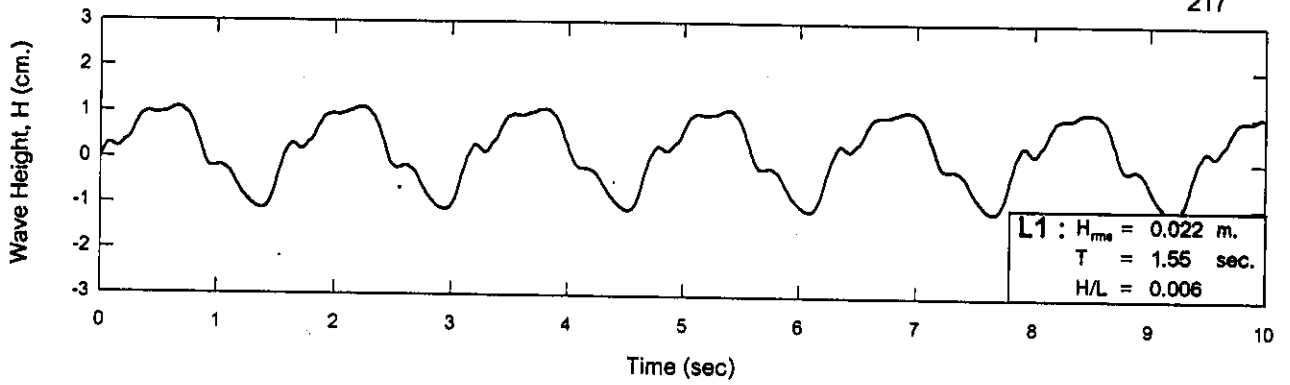
Run No.	L1	L2	L3	L4	L5	Remark
Wave Characteristics (cont.)						
At Entrance						
Avg. water depth, d_{ent} (m.)	0.054	0.055	0.069	0.080	0.076	= avg. value at entrance
Max. water depth, d_{max} (m.)	0.082	0.081	0.102	0.082	0.116	= maximum value at entrance
Wave length, L_{ent} (m.)	1.111	0.932	0.784	0.895	0.836	$L_{ent} = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$
Wave celerity, C_{ent} (m/s)	0.717	0.717	0.784	0.818	0.795	$C_{ent} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$
Shoaling coef., K_s^*	1.319	1.216	1.045	0.970	0.980	
$\alpha = \sin^{-1}(C/C_0)\sin\alpha_0$	4.460	5.353	7.799	9.850	10.243	
Refraction coef., K_r^{**}	0.953	0.954	0.956	0.959	0.960	
Wave height, H_{ent} (m.)	0.030	0.042	0.040	0.040	0.049	$H_{ent} = H_0 K_r K_s$
Wave energy, E_{ent} (N-m / m ² of surface area)	1.112	2.188	1.994	1.980	2.910	$\bar{E}_{ent} = \frac{\rho g H_{me}^2}{8}$
Energy flux, P_{ent} (N-m/s per m. of wave crest) (rate of energy per unit crest width)	0.797	1.568	1.562	1.819	2.314	$\bar{P}_{ent} = \bar{E}_{ent} C_{ent}$
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	2.810	5.138	5.119	5.305	7.584	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
At Breaking						
Breaker height index, H_b/H_0	1.633	1.263	1.025	0.899	0.807	$\frac{H_b}{H_0} = \frac{1}{3.3(H_0/L_0)^{1/2}}$
Breaking height, H_b (m.)	0.039	0.046	0.041	0.039	0.043	
Breaking depth, d_b (m.)	0.050	0.059	0.053	0.050	0.055	$\frac{d_b}{H_b} = 1.28$
Beach Formation						
Equilibrium Bays						
Beach length, P (m.)	4.747	4.882	5.434	5.761	5.807	
Bay depth, S (m.)	0.878	0.982	1.165	1.288	1.300	
Beach slope, 1: n_1	1:34	1:21	1:18	1:17	1:36	
Beach slope, 1: n_2	1:17	1:17	1:13	1:12	1:10	
Beach slope, 1: n_3	1:27	1:21	1:24	1:24	1:15	
Avg. beach slope, 1: n	1:24	1:19	1:18	1:17	1:16	
Breaking depth, d_p' (m)	0.020	0.025	0.030	0.036	0.039	
a (m)	0.117	0.150	0.317	0.267	0.283	
Total energy passing gap, T_{gap} (N-m/s)	2.810	5.138	5.119	5.305	7.584	$T_{gap} = \bar{P}_{ent} \times G$
Avg. energy per beach lengths, T_{gap}/P (N-m/s per m. of beach lengths)	0.550	1.053	0.942	0.921	1.306	

* Shoaling Coefficient, $K_s = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(4\pi d/L)}{\sinh(4\pi d/L)} \tanh \frac{2\pi d}{L}}}$

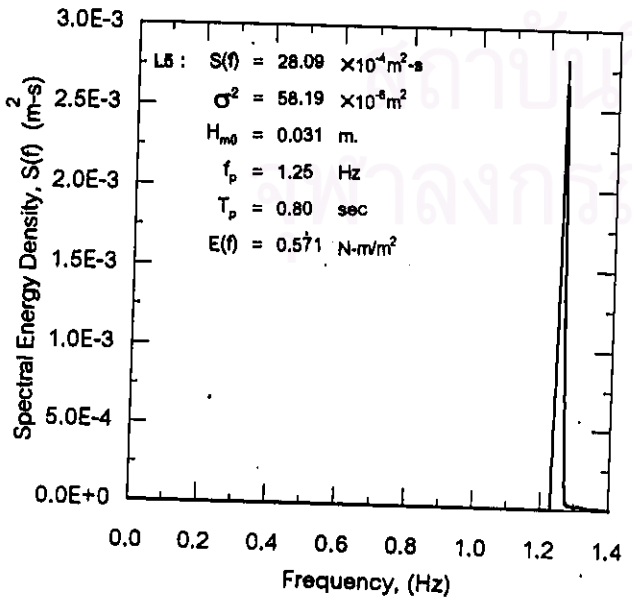
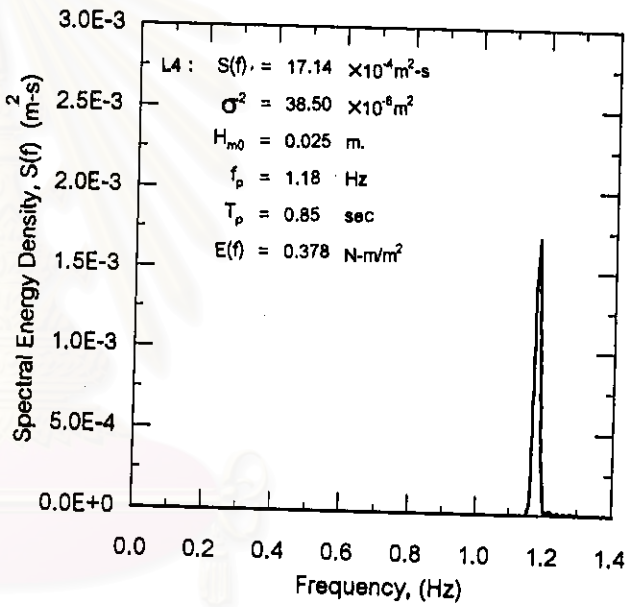
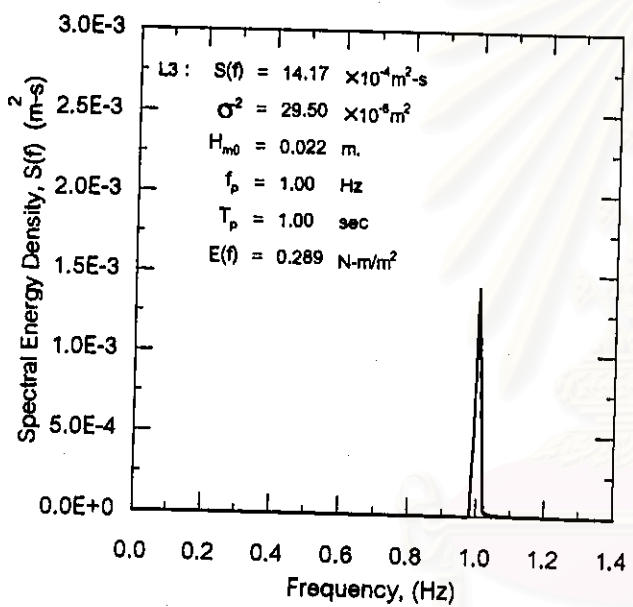
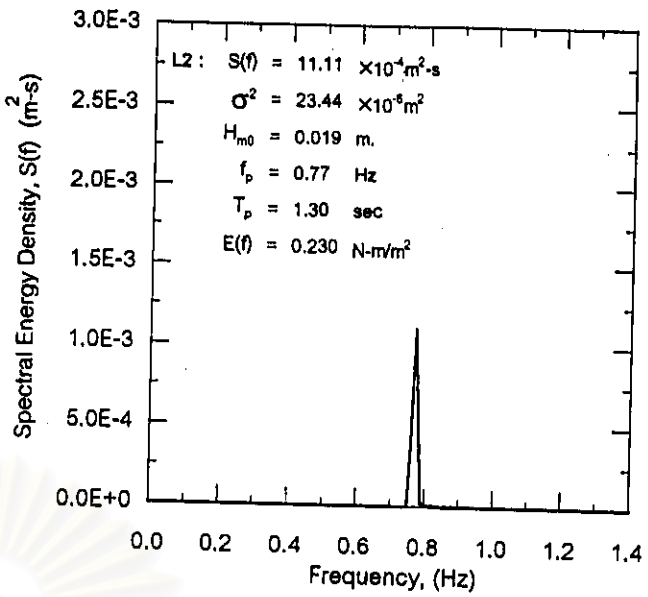
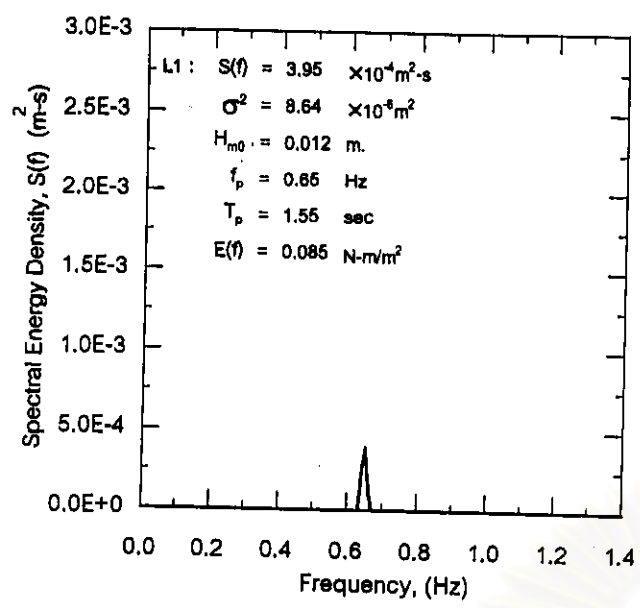
**Refraction Coefficient, $K_r = \left[\frac{\cos\alpha_0}{\cos\alpha} \right]^{1/2}$



รูป ๑-4 (ก) การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ชุดการทดลอง L



รูป ๑-4 (ข) ตัวอย่างคลื่นจากการบันทึก ชุดการทดลอง L



Wave Basin Setup	
Breakwater length, l	1.00 m.
Gap width, G	4.00 m.
Incident wave angle, α_1	35 °
Water depth, d	0.47 m.
	L1 L2 L3 L4 L5
H_{ms} (cm.)	0.022 0.033 0.038 0.042 0.052
T (sec)	1.55 1.30 1.00 0.85 0.80
H/L	0.006 0.015 0.026 0.038 0.053

รูป ๑-4 (ค) พลังงานคลื่นจากการวิเคราะห์ความถี่ ชุดการทดลอง L

ประวัติผู้ศึกษา

- ชื่อ นางสาวอาทิตย์ยา เกศมาริช
- เกิด 9 มกราคม พ.ศ. 2515 จ. เชียงราย
- การศึกษา พ.ศ. 2536 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (วศ.บ.โยธา)
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
พ.ศ. 2537 เข้าศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี (วศ.ม.)
ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ประสบการณ์ 2538 - 2539 ได้รับทุนผู้ช่วยสอน ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2539 - 2540 ได้รับทุนวิจัย ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย