

現地砕波帯における波の統計的性質

堀田新太郎*・水口 優**

1. はじめに

砕波帯近傍の波浪の特性，例えば統計的代表波の変化，個々の波の浅水砕波変形などの解明は海岸工学上重要な研究課題である。しかしながら，現地波浪の観測の困難さの故に，現地波浪の特性については不明な事柄が多い。著者らは，現地波浪の観測手法として，同期した何台かの 16mm メモーションカメラによって海面の水位変動を映像として記録する方法を用いて一連の現地観測を実施してきた¹⁾。1978 年 12 月に実施した観測では，海面は比較的静穏であったため，砕波点の沖側より swash zone の先端まで，約 100m の区間にわたって 40 を超える地点の水位変動のデータを得ることができた。たとえ静穏時であっても，砕波帯全域においてこのように多地点のデータが得られた観測は過去にない。データ解析の結果，現地波浪について多くの有益な知見を得た。報告すべき多くの観測結果およびその検討課題があるが紙面に限りがあるので，ここでは統計的性質についてのみ報告する。その他の結果と定量的な検討については稿をあらためることにする。

なお，この現地観測のデータの一部（後に Run 14-2 と呼ぶことにするデータ）は，Mizuguchi²⁾ によって解析，発表されている。

2. 現地観測

現地観測は，1978 年 12 月 13 日，14 日に，茨城県那珂湊市阿字ヶ浦海岸で実施した。この海岸には建設省土木研究所の漂砂観測用の棧橋があり，棧橋をカメラの足場として利用して観測した。棧橋から北側に約 50m 離れて汀線に直角に，棧橋にほぼ平行にポールアレイが打設された。ポールは，高潮位時の最大はい上がり点付近を原点として，沖側に 100m の区間は 2m 間隔，それより沖側では 4m 間隔で合計 55 本打設された。観測は 13 日に 2 回，14 日に 2 回，計 4 回実施した。以後，この観測を Run 13-1，Run 13-2，Run 14-1，Run 14-2 と呼ぶことにする。観測には 11 台のカメラを使用

した。撮影間隔は 0.2 秒で約 3800 コマ，12 分 30～40 秒のデータが得られている。しかし，データの処理はすべて 3800 コマ，760 秒に統一して解析した。入射波浪はうねり性で波は非常に二次元的であった。目視による平均砕波点の位置は観測毎に変わったが，だいたい測点 40～50 の間にあった。砕波点における観測時の有義波高はどの場合も約 1m，周期は約 8 秒程度であった。Run 14-1 の観測において，512 コマの撮影が終了した時点で 1 台のカメラが故障し，その後の撮影ができなかった。その結果 Run 14-1 の測点 21～25 での有効データ数は 512 である。

3. データの解析と精度

水位のデータは標識ポールの先端から海表面までの鉛直距離として読み取られた。Run 13-1，Run 14-1, 2 においては，プロジェクターにより鉛直スクリーンに投影し直接読み取った。Run 13-2 では，フィルムアナライザーとデジタイザーを用いた。データの精度はフィルム上における標識ポールの基準長の大きさとプロジェクターおよびアナライザーの拡大率によって定まる。プロジェクターによる解析での最小読み取り値は 2cm，デジタイザーの最小単位は 1cm である。5 本のポールを選び同一のポールにつき 3 回水位を解析し，データの精度を検討した結果，いずれの方法にも水位のデータに ± 2 cm 程度の誤差が含まれることがわかった。特に，波が砕波し泡立ち，飛沫が舞上がっている場合には解析者の判断によって 10cm 程度の差異が生じる場合があった。このような場合には飛沫の部分を除き，水塊の表面と思われるところを水位とした。

4. 結 果

水位変動の平均値，二乗平均値，skewness，および，kurtosis と断面地形，および測点を図-1 に示す。平均水位と二乗平均値は表-1 にも載せてある。波別解析法により砕波帯近傍の波を定義する場合の問題点の一つは，かなりの数定義される水位データの読み取り誤差程度の微小な波をどう扱うかということである。微小な波を捨てる方法として low-pass filter を用いた例がある

* 正会員 工博 東京都立大学助手 工学部土木工学科

** 正会員 工博 中央大学助教授 理工学部土木工学科

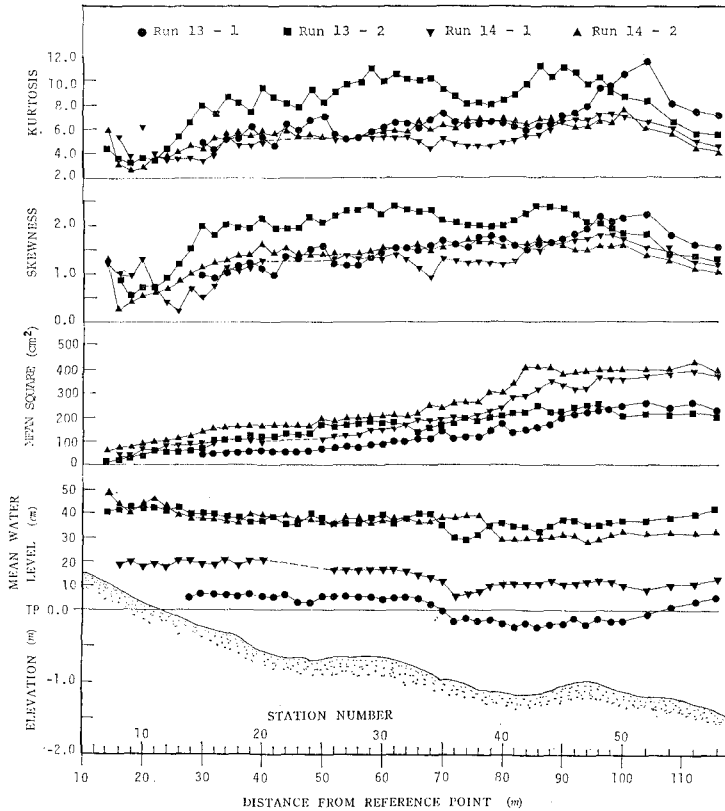


図-1 水位変動の統計量

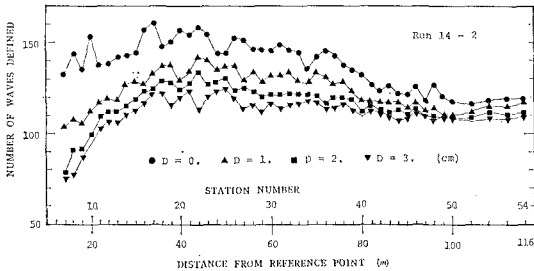


図-2 D による定義される波数の変化

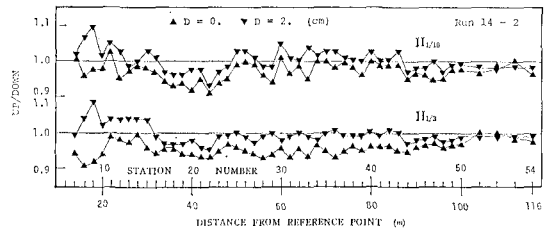


図-3 $H_{1/10}$, $H_{1/3}$ に対する up 法と down 法の比

が³⁾, それでは碎波帯特有の波峯のとんがりを失なわせることになる。ここでは微小な波を捨てる方法として, zero-cross 点に幅 ($2D$) をもたせることにした ($2D$ 以下の波高の波は定義されないことになる)。図-2 は D の相違によって定義される波の数になる状況を示したものである。水位の長周期変動は定義される波の数に影響を及ぼすが, その影響は汀線近傍を除いては少ないので, ここでは考慮していない。図-2 は読み取り誤差 ± 2 cm ($D=2$ cm) として微小な波を無視すれば碎波帯内で定義される波の数はほぼ一定となり, 波の伝播によって波の数が変わることが無くなることを示している。

波の定義における次の問題は zero-up 法と zero-down 法 (以下 up 法と down 略記する)。のいずれを適用するかということである⁴⁾。碎波帯の波の定義には down 法が意味がある事は著者らはかねてより主張してきた事である。単純に考えても, 目視による波高は波の谷から峯までの鉛直距離を採用するのが自然である。図-3 に up 法による $H_{1/10}$, $H_{1/3}$, と down 法による $H_{1/10}$, $H_{1/3}$ の比の一例を示す。 $D=0$ cm の場合, down 法で定義される $H_{1/10}$ と $H_{1/3}$ が数パーセント程度大きくなる。 $D=2$ cm の場合ほとんど差異はないが, 碎波点では僅かではあるが down 法が大きい。図表に示さないが Run 13-2 では, $D=2$ cm の場合でも有意な差異が

表—I 観測された統計波の諸量

STNO	Run	Run 13-1												Run 13-2													
		L (m)	d (m)	$\bar{\eta}$ (cm)	$\bar{\eta}^2$ (cm ²)	N	$H_{\max}$ (cm)	$T_{\max}$ (s)	$H_{1/10}$ (cm)	$T_{1/10}$ (s)	$H_{1/3}$ (cm)	$T_{1/3}$ (s)	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{T}$ (s)	H_{rms} (cm)	$\bar{\eta}$ (cm)	$\bar{\eta}^2$ (cm ²)	N	$H_{\max}$ (cm)	$T_{\max}$ (s)	$H_{1/10}$ (cm)	$T_{1/10}$ (s)	$H_{1/3}$ (cm)	$T_{1/3}$ (s)	$\bar{H}$ (cm)	$\bar{T}$ (s)	H_{rms} (cm)
54		117.11	-1.42	5.3	230	100	136	9.2	96	8.2	76	8.4	47	7.5	53	42.9	205	102	118	7.6	86	8.7	66	8.9	41	7.3	46
53		112.72	-1.32	3.1	260	108	148	9.6	110	8.2	83	8.1	49	7.0	57	40.9	221	100	121	7.7	90	8.0	70	8.5	44	7.5	49
52		108.31	-1.21	1.7	241	107	126	9.0	107	7.6	83	7.9	50	7.0	57	39.7	214	103	121	7.3	96	8.5	71	8.6	43	7.3	50
51		104.26	-1.16	-1.4	265	101	155	6.8	124	7.7	97	8.1	57	7.4	66	37.8	217	103	142	8.5	102	8.5	75	8.7	44	7.3	51
50		100.08	-1.11	-4.3	246	105	137	6.0	114	7.9	95	7.9	56	7.2	65	38.7	202	104	121	10.3	101	8.6	76	8.7	44	7.3	52
49		98.36	-1.09	-4.1	238	107	122	7.4	105	7.5	89	7.9	54	7.0	62	37.1	240	101	140	10.0	110	8.8	86	8.4	50	7.5	58
48		96.31	-1.03	-3.6	243	110	116	5.2	102	8.0	87	8.1	52	6.8	60	35.7	246	103	153	9.6	113	8.7	87	8.6	50	7.3	57
47		94.37	-1.00	-2.3	235	116	102	6.4	91	7.6	80	7.8	48	6.4	56	35.9	239	111	129	8.8	111	8.5	85	8.4	48	6.8	57
46		92.29	-1.00	-2.9	216	110	94	9.4	86	8.5	76	7.9	49	6.8	54	37.9	227	100	121	7.7	107	8.5	87	9.1	51	7.5	59
45		90.09	-1.04	-5.6	203	120	96	6.6	82	8.2	77	7.7	48	6.8	53	38.2	217	110	116	7.7	110	8.0	84	8.2	47	6.8	56
44		88.32	-1.10	-5.5	176	110	84	7.5	76	7.9	66	7.8	44	6.8	49	35.4	219	111	108	8.4	100	8.7	83	7.9	47	6.7	55
43		86.31	-1.09	-6.9	172	115	92	7.9	74	8.7	64	7.9	42	6.5	47	32.5	258	127	142	6.1	106	7.6	86	7.6	46	5.9	56
42		84.07	-1.15	-4.9	154	120	80	6.6	67	8.1	59	8.2	39	6.3	43	34.8	214	126	110	6.5	94	8.0	77	7.6	42	6.0	51
41		82.32	-1.16	-6.0	139	108	80	5.9	66	8.9	57	8.5	41	7.0	44	35.2	214	125	96	7.1	92	8.0	76	7.5	43	6.0	51
40		80.24	-1.18	-5.2	182	123	80	6.0	73	7.7	65	8.1	43	6.1	48	36.8	207	127	115	9.9	88	7.8	73	7.5	42	5.9	49
39		78.15	-1.11	-3.8	150	118	66	7.4	69	8.2	62	7.9	41	6.3	46	35.7	203	129	98	9.8	86	7.7	72	7.6	42	5.8	49
38		76.11	-1.09	-4.6	122	112	66	7.1	61	8.0	55	8.3	39	6.7	42	31.6	196	130	106	9.7	84	8.0	71	7.5	41	5.8	48
37		74.21	-1.01	-3.3	118	123	66	7.6	61	8.5	54	7.8	36	6.1	40	29.8	200	132	95	6.8	84	7.1	72	7.5	41	5.8	49
36		71.89	-0.91	0.0	118	122	68	8.6	61	8.4	55	7.5	37	6.1	41	30.0	187	131	97	6.4	82	7.1	70	7.5	40	5.8	47
35		70.35	-0.97	2.9	149	125	84	5.6	73	8.7	63	8.1	40	6.0	46	36.2	178	135	111	6.3	83	6.8	69	7.0	40	5.6	47
34		68.14	-0.83	4.6	119	129	68	7.1	64	8.2	56	7.8	36	5.8	41	40.0	168	131	98	6.1	85	6.7	69	7.2	40	5.8	47
33		65.97	-0.79	5.4	114	132	74	6.8	58	7.9	52	7.3	35	5.7	39	39.6	140	135	91	5.7	75	7.5	63	7.4	36	5.6	42
32		64.05	-0.74	4.7	100	130	64	6.1	54	6.8	50	7.1	33	5.3	37	38.3	175	128	97	7.2	83	6.8	70	7.6	41	5.9	48
31		61.90	-0.70	4.4	103	137	74	6.2	58	6.3	50	6.9	32	5.5	36	37.8	183	145	102	10.3	87	7.5	71	7.3	39	5.2	47
30		60.15	-0.66	5.9	99	132	68	6.0	56	6.9	49	7.2	32	5.7	36	40.0	183	138	109	5.2	86	7.8	72	7.1	41	5.5	48
29		58.13	-0.65	5.3	92	128	66	6.3	53	6.5	47	7.0	31	5.8	35	38.0	187	126	117	5.7	90	9.0	73	7.4	44	6.0	51
28		56.06	-0.63	5.8	84	127	54	6.2	50	7.4	43	7.4	29	6.0	32	35.8	182	136	98	14.0	86	8.1	70	7.0	41	5.5	48
27		54.14	-0.63	5.4	83	123	56	10.2	50	7.3	43	7.9	30	6.2	33	35.9	177	141	100	4.3	81	7.3	67	6.9	38	5.3	46
26		52.03	-0.65	5.9	76	128	54	18.4	49	8.6	42	8.0	28	5.9	31	35.4	160	141	99	10.7	76	6.5	64	6.9	37	5.3	44
25		50.09	-0.68	2.9	78	117	64	9.9	53	7.5	45	7.5	25	6.4	34	38.0	182	142	99	5.0	78	6.0	66	7.0	40	5.3	46
24		48.05	-0.73	3.3	68	122	62	9.4	47	8.5	41	7.0	29	5.5	31	39.8	130	151	84	5.6	69	6.6	57	6.5	33	5.0	39
23		46.18	-0.65	6.3	62	133	50	14.5	43	7.3	38	7.2	25	5.6	28	35.8	134	137	77	12.8	67	6.8	58	7.0	35	5.5	41
22		44.11	-0.67	5.6	62	139	64	13.6	45	8.8	37	7.3	25	5.4	27	35.1	136	134	92	7.8	69	9.2	58	7.6	36	5.6	41
21		42.11	-0.63	5.4	61	167	53	4.5	43	6.3	34	6.3	21	4.4	24	37.4	122	146	97	15.5	65	7.8	55	6.8	32	5.2	38
20		40.13	-0.59	6.4	66	148	52	2.3	44	7.6	36	7.3	23	5.1	26	38.9	121	149	85	7.3	66	7.4	55	6.7	32	5.0	38
19		37.93	-0.51	5.7	63	150	62	3.1	47	8.1	37	7.2	23	5.0	26	36.2	127	141	80	4.4	66	6.9	55	7.0	35	5.4	39
18		35.97	-0.38	6.3	62	141	50	2.9	44	8.0	36	7.2	25	5.3	27	38.6	117	137	80	8.4	66	6.5	55	7.0	34	5.5	38
17		33.93	-0.31	6.4	58	133	46	12.1	42	9.5	36	8.2	24	5.7	26	38.8	114	151	82	4.4	59	6.3	53	6.6	32	5.0	37
16		31.99	-0.26	6.9	54	141	46	6.8	37	10.2	31	7.9	21	5.3	23	40.3	108	135	75	13.9	59	6.7	50	6.8	33	5.6	37
15		29.96	-0.26	6.0	50	111	50	21.9	40	13.9	33	9.5	22	6.8	24	39.6	64	135	60	12.0	48	6.3	39	6.5	26	5.6	38
14		27.89	-0.17		52											38.9	79	139	61	9.1	51	7.8	43	7.3	27	5.4	30
13		25.90	-0.12		50											42.1	65	134	53	7.9	45	7.7	38	7.4	25	5.5	27
12		23.93	-0.02		50											41.3	61	126	47	15.6	42	9.5	34	8.6	23	5.9	25
11		22.01	0.03		50											43.2	68	117	45	8.4	40	11.7	33	9.3	23	6.4	25
10		19.91	0.09													42.0	52	97	46	22.3	35	12.5	28	11.3	20	7.8	21
9		18.02	0.22													42.4	43	53	35	23.3	31	20.4	27	17.5	19	13.6	21
8		15.96	0.31													41.1	31	39	31	23.8	29	27.9	24	28.2	17	18.6	18
7		13.99	0.43													40.7	18	32	25	12.0	24	25.2	21	27.8	14	22.0	15
STNO	測点番号	L : 印象点からの水平距離	d : 地盤高	$\bar{\eta}^2$: 水位の2乗平均	$T_{\max}$: 最大波の周期	$H_{\max}$: 最大波の波高	$H_{1/10}$: 1/10最大波の波高	$H_{1/3}$: 有義波の波高	$\bar{T}$: 平均波の周期	$T_{1/10}$: 1/10最大波の周期	$T_{1/3}$: 有義波の周期	$\bar{H}$: 平均波の波高	H_{rms} : 2乗平均波の波高	$\bar{T}$: 平均波の波高	H_{rms} : 2乗平均波の波高												

Run			Run 14-1										Run 14-2													
STNO	L (m)	d (m)	$\bar{\eta}$ (cm)	$\overline{\eta^2}$ (cm ²)	N	H _{max} (cm)	T _{max} (s)	H _{v,10} (cm)	T _{v,10} (s)	H _{v,3} (cm)	T _{v,3} (s)	H (cm)	T (s)	H _{ms} (cm)	$\bar{\eta}$ (cm)	$\overline{\eta^2}$ (cm ²)	N	H _{max} (cm)	T _{max} (s)	H _{v,10} (cm)	T _{v,10} (s)	H _{v,3} (cm)	T _{v,3} (s)	H (cm)	T (s)	H _{rms} (cm)
53	117.11	-1.42	12.1	366	118	118	6.2	97	6.8	81	7.2	55	6.4	60	40.6	371	123	132	5.1	102	7.1	83	7.2	53	6.2	59
54	112.72	-1.32	10.8	397	118	119	5.9	104	6.4	86	6.9	59	6.4	64	38.5	446	121	154	4.9	114	6.7	92	7.1	58	6.3	65
52	108.31	-1.21	10.5	384	119	137	7.0	115	6.0	92	6.7	61	6.4	67	37.4	391	124	158	5.1	117	7.1	91	7.1	56	6.1	64
51	104.26	-1.16	9.1	376	125	151	6.4	114	5.9	94	6.8	60	6.4	66	36.1	393	117	146	6.1	127	7.4	96	7.1	61	6.4	68
50	100.08	-1.11	10.3	363	128	133	5.9	116	6.9	98	7.0	61	5.9	68	32.9	406	117	162	7.4	130	7.1	99	7.1	62	6.4	70
49	98.36	-1.09	13.2	372	119	150	5.3	115	7.5	99	7.4	65	6.4	71	32.0	406	118	139	7.6	124	7.2	101	7.3	64	6.4	71
48	96.31	-1.03	14.1	322	127	126	5.2	107	6.2	90	6.4	58	6.0	65	32.9	394	119	125	6.8	102	7.4	102	7.2	63	6.3	71
47	94.37	-1.00	12.0	319	126	127	9.1	103	7.2	89	7.2	58	6.0	64	32.1	391	120	120	8.0	116	7.8	99	7.2	64	6.3	71
46	92.29	-1.00	11.6	340	126	130	10.7	105	6.8	90	7.4	60	6.0	66	33.4	378	113	113	8.0	116	7.8	98	7.1	61	5.9	68
45	90.09	-1.04	11.4	350	129	138	10.4	108	7.7	91	7.0	61	5.9	67	30.9	412	122	133	8.3	119	8.1	104	7.4	66	6.2	73
44	88.32	-1.10	12.5	313	129	111	11.8	98	8.5	85	7.3	57	5.8	62	30.0	420	127	128	6.9	116	7.3	102	7.1	64	5.9	72
43	86.31	-1.09	11.5	291	127	106	6.1	90	8.7	80	7.3	54	5.9	59	28.9	412	124	135	7.9	118	6.3	101	6.6	66	6.1	73
42	84.07	-1.15	11.8	289	139	110	12.5	92	7.2	78	6.5	50	5.4	56	32.3	348	125	118	9.9	104	7.6	89	7.1	59	6.0	65
41	82.32	-1.16	10.6	241	125	94	3.4	81	7.7	70	7.5	49	6.1	52	31.0	305	132	113	8.1	98	6.5	85	6.7	54	5.7	60
40	80.24	-1.18	10.3	222	127	89	3.6	77	8.1	66	7.7	47	6.0	50	31.3	317	123	130	10.3	100	7.5	86	7.3	58	6.1	63
39	78.15	-1.11	10.1	214	126	89	5.2	76	9.4	65	7.6	46	6.0	50	30.1	276	139	114	6.9	95	6.7	79	6.6	51	5.4	57
38	76.21	-1.09	7.8	199	126	74	11.6	71	7.3	61	7.8	44	6.0	47	30.1	271	138	103	3.3	93	7.0	78	6.6	50	5.4	56
37	74.21	-1.01	7.5	204	118	83	9.2	72	8.9	63	7.4	47	6.4	50	29.5	272	139	115	8.2	93	6.6	77	6.6	50	5.4	56
36	71.89	-0.91	6.6	188	128	78	10.3	71	7.6	62	7.3	44	5.9	48	29.6	246	132	104	11.7	86	6.4	74	7.2	50	5.7	55
35	70.35	-0.97	6.1	181	142	85	6.3	69	7.2	60	6.7	39	5.3	44	36.1	255	143	110	11.9	86	6.4	73	6.6	48	5.3	53
34	68.14	-0.83	14.2	194	126	76	17.5	67	9.2	60	8.1	42	5.9	45	40.3	224	143	92	10.7	80	7.6	68	6.8	44	5.2	49
33	65.97	-0.79	14.8	170	111	75	8.8	67	8.2	60	8.3	44	6.8	47	39.1	204	142	142	9.7	79	6.7	66	6.7	44	5.2	48
32	64.05	-0.74	16.3	163	153	75	8.2	66	6.7	57	7.1	36	4.9	41	38.0	217	144	166	5.9	80	7.4	67	6.9	44	5.2	49
31	61.90	-0.70	17.1	156	129	69	15.9	63	7.1	57	7.6	40	5.8	43	37.8	210	141	94	5.7	75	6.8	58	6.5	45	5.3	50
30	58.13	-0.66	16.7	132	134	66	3.9	63	7.1	57	7.0	40	5.7	43	37.7	207	144	94	3.2	75	6.1	66	6.6	44	5.2	49
29	56.13	-0.65	16.1	135	139	78	4.0	62	6.8	54	7.2	37	5.4	40	36.1	200	139	87	6.9	76	5.8	65	6.6	45	5.4	49
28	55.06	-0.63	16.4	129	144	74	14.8	62	8.2	52	7.2	35	5.2	39	38.1	197	147	76	6.3	72	6.8	63	6.4	42	5.2	47
27	54.14	-0.63	16.8	122	145	70	6.5	57	7.4	50	7.0	34	5.2	38	36.1	183	151	76	9.8	69	7.0	61	6.5	40	5.0	45
26	52.03	-0.65	17.0	115	133	68	7.2	55	7.7	49	7.0	34	5.7	37	34.7	196	147	76	12.3	72	7.0	63	6.7	43	5.1	47
25	50.09	-0.68	17.0												38.1	161	162	86	12.3	65	6.1	57	6.1	37	4.7	42
24	48.05	-0.73													39.2	172	158	97	12.2	69	6.6	58	6.3	39	4.8	43
23	46.18	-0.65													37.0	168	154	84	3.4	69	6.4	59	6.2	39	4.9	43
22	44.11	-0.67													39.8	172	169	90	10.9	75	6.8	60	6.6	36	4.5	42
21	42.11	-0.63													38.3	163	154	81	6.8	78	6.8	58	6.3	38	4.9	42
20	40.13	-0.59	21.7	110	148	60	7.5	54	7.4	48	6.8	31	5.1	34	39.3	171	148	101	6.2	74	6.2	62	6.5	41	5.1	45
19	37.93	-0.51	20.2	110	161	68	12.8	53	6.3	47	6.7	30	4.7	34	39.3	161	157	89	10.9	68	7.8	57	6.5	37	4.8	41
18	35.97	-0.38	18.0	109	141	68	12.7	53	8.9	46	7.2	31	5.4	34	36.6	160	158	73	11.3	66	8.6	57	6.4	38	4.8	42
17	33.93	-0.31	21.7	99	150	62	19.5	54	8.4	45	7.3	29	5.0	32	37.6	153	149	76	4.4	66	9.4	56	7.1	38	5.1	41
16	31.99	-0.26	18.5	101	142	65	6.8	48	8.3	47	7.5	27	5.2	30	37.6	140	147	78	10.7	64	7.9	53	7.2	35	5.2	39
15	29.96	-0.26	19.1	81	119	53	15.0	45	10.8	37	9.5	26	6.3	28	38.5	127	136	63	11.0	56	9.1	48	7.0	34	5.5	37
14	27.89	-0.17	20.6	80	125	50	14.1	43	11.1	35	8.5	24	5.8	26	38.4	119	130	77	13.3	56	9.3	46	7.6	32	5.7	35
13	25.90	-0.12	19.2	85	90	30	13.0	40	15.1	32	11.6	23	7.7	24	39.9	107	124	68	10.6	51	9.6	41	7.9	30	6.1	32
12	23.93	-0.02	17.6	76	86	55	13.3	41	21.0	32	13.8	22	8.4	24	43.8	101	123	55	16.2	47	10.7	38	8.4	27	6.1	29
11	22.01	0.03	19.7	66	81	47	21.3	40	17.7	33	13.2	21	9.0	23	47.1	87	118	58	8.5	42	13.1	34	8.8	25	6.3	27
10	19.91	0.09	17.3	70	131	59	27.2	35	13.8	25	11.3	15	5.8	18	44.5	78	99	59	14.7	44	13.8	36	10.9	25	7.6	23
9	18.02	0.22	20.0	40	49	37	28.8	29	19.8	22	20.6	16	13.4	17	41.5	75	82	59	14.8	41	18.1	31	14.9	21	9.0	27
8	15.96	0.31	38.7	39	100	42	18.3	34	13.3	24	11.9	15	7.3	17	44.2	66	82	63	12.7	39	19.8	30	15.2	19	9.2	21

現れている。

表-1 は $D=2\text{cm}$ として down 法で定義された統計波の諸量を示す。

図-4 に例として Run 14-2 の統計波の諸量を示す。

図表より重要な結果は次のように要約できる。

①明らかに波砕点近傍での平均水位の低下、および砕波帯内の平均水位の上昇がみられる。しかし、平均水位の場所的变化は造波水槽における一様勾配斜面実験に見られるように単純ではない。統計波が最大の波高を示した後、速やかな波高の減少がみられる。速やかな波高の減少が終了した場所(測点 35)の近傍で地形が浅くなることとあいまって水位が上昇に転じている。②水位変動の統計量は統計波と密接に関係している。砕波帯外では、波のエネルギー(波高の)増大に対応して、skewness, kurtosis も増加する。これは非線型性による。一方、砕波帯内では砕波点よりエネルギー(波高)が減少するにもかかわらず、skewness はほぼ一定の値を示し、その区間の波形が相似となっていることを示している。砕波終了後(ポール 25 以浅)になると skewness, kurtosis もともに減少し、波形が正弦的になっていく傾向と対応している。③有義波の波高と水位の二乗平均値のピークはほぼ同じ地点にあり、(波高と水位の二乗平均値の速やかな減少が始まる点でもある)これより有義波の砕波点が定義できる。④規則波あるいは不規則波群の中の個々の波に見られる砕波直前直後の波高の急激な増大と減少は統計波では顕著に現れない。⑤ $1/10$ 最大波と有義波の周期は砕波帯近傍ではほぼ一定とみることができる。⑥汀線近傍では長周期波の影響があり、zero-cross 法では通常の波を定義できない。

以上、砕波帯の波について考える上での一助になれば幸いである。

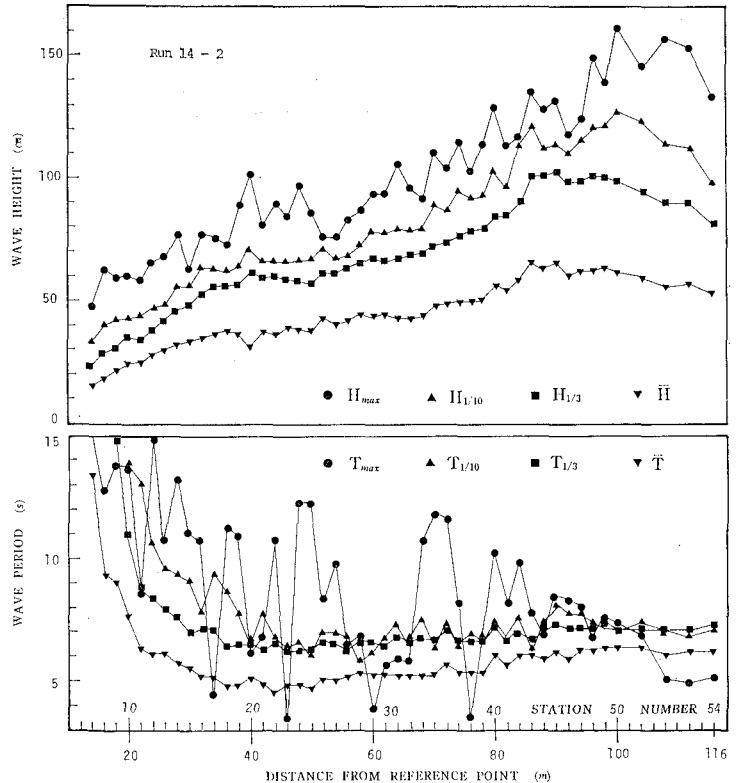


図-4 観測された統計波の例 (Run 14-2)

謝 辞

この観測は堀川清司東京大学教授の指導のもとに海岸環境工学センターのプロジェクトの一環として行ったものである。観測に当たっては棧橋の使用について、建設省土木研究所橋本宏河川部長(当時海岸研究室長)、宇多高明海岸研究室長(当時海岸研究室研究員)に便宜を計って頂いた。

参 考 文 献

- 1) Hotta, S. and M. Mizuguchi, A field study of waves in the surf zone, Coastal Eng. in Japan, vol. 23, p. 59~79, 1980.
- 2) Mizuguchi, M., Individual wave analysis of irregular waves in the nearshore zone, Proc. 18th Conf. Coastal. Eng., p. 485~504, 1982.
- 3) Thornton, E. B. and R. T. Guza, Transformation of wave height distribution, Jour. Geophys. Res., vol. 88, C10, p. 5925~5938, 1983.
- 4) 合田良実, 波浪の統計的性質に関する二, 三の数値的検討, 港湾技術研究所報告第24巻, p. 55~102, 1985.