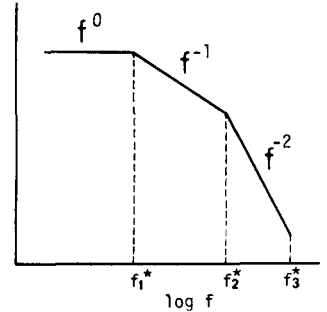


大阪大学工学部 正員 ○岩田 好一朗 榎木 亨

1. 緒言: 海岸・港湾構造物の大半が浅海碎波帯に設けられているので、浅海碎波帯における不規則波の挙動を的確に把握しておく事は工学的に重要である。本論では、不規則波に先立ち、2成分波を取り替けて実験を行ない、その碎波形状について主に波高スペクトルの面より検討を加え、その結果の一部を報告する。

2. 次元解析: 筆者らは規則波の碎波現象において、重力が復元力となる周波数域で、成分波高は周波数 f の増加に伴って f^{-1} と f^{-2} に比例する分布形と一種の平衡分配としてとる事が明らかに⁽¹⁾した。さらに、長波に対する周波数($f \leq \sqrt{g/25h}$; g =重力加速度, h =静水深)では限界波高は孤立波⁽²⁾のように周波数に無関係に水深のみで与えられると考えると、次式で示される限界波高スペクトル $H(f)$ が提案されよう。



$$H(f) \propto g f^{-2}; f_2^* \leq f < f_3^* \quad (f_2^* = \sqrt{g/4\pi h}, f_3^* = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\alpha}})$$

$$\propto g h f^{-1}; f_1^* < f < f_2^* \quad (f_1^* = \sqrt{g/25h})$$

$$\propto h; f \leq f_1^*$$

図-1 模式図

なお、上式で g と α は水の密度と表面張力である。上式を模式的に示すと図-1とある。

3. 実験装置と解析方法: 実験水槽は $30m \times 0.75m \times 0.95m$ の井面ガラス張りの2次元鋼製波水槽である。2成分波は多成分波発生器により生起せしめた。模型海岸は $1/30$ の1様分配緩斜面と前端部が $1/20$ の斜面を有する水平床の2種類である。水面形状は電気抵抗式水位計で計測し、碎波実験⁽³⁾表-1 実験種目
碎波時の波高は $16mm$ 高速ビデオカメラ(100コマ/sec)により決定

CASE	S	H ₁ (cm)	T ₁ (sec)	H ₂ (cm)	T ₂ (sec)	CASE	S	H ₁ (cm)	T ₁ (sec)	H ₂ (cm)	T ₂ (sec)
B-1	1/30	3.0	1.0	3.0	0.7	A-1	0	7.0	1.0	1.0	1.2
B-2	1/30	3.0	1.0	2.0	0.8	A-2	0	1.0	1.0	7.0	1.2
B-3	1/30	3.0	1.0	4.0	0.8	A-3	0	6.0	1.0	6.0	1.2
B-4	1/30	3.0	1.0	4.0	1.1	A-4	0	3.0	1.0	3.0	0.7
B-5	1/30	3.0	1.0	7.5	1.1	A-5	0	3.0	1.0	4.0	0.7
B-6	1/30	3.0	1.0	4.5	1.2	A-6	0	3.0	1.0	3.0	0.8
B-7	1/30	3.0	1.0	9.0	1.2	A-7	0	3.0	1.0	4.0	0.8
B-8	1/30	3.0	1.0	6.0	1.4	A-8	0	3.0	1.0	5.0	0.8
						A-9	0	3.0	1.0	4.0	1.1
						A-10	0	3.0	1.0	5.5	1.1
						A-11	0	3.0	1.0	7.5	1.1
						A-12	0	3.0	1.0	4.5	1.2
						A-13	0	3.0	1.0	6.5	1.2
						A-14	0	3.0	1.0	6.0	1.4

1. 実験波は表-1に示すように $1/30$ 分配については8種類、複合水平床で14種目である。波高スペクトルは12.8秒間の時間解析を $1/40$ 秒間隔で読みとり、計512ヶの離散量を求め、FFT法により求めた。

4. 実験結果とその考察: まず上述した次元解析の妥当性について述べる。図-2、図-3に示されているように、碎波帯では卓越波の成分波高スペクトル $H(f)$ はほぼ $f_2^* < f < f_3^*$ ($\approx 1/3 Hz$)の周波数帯では f^{-2} に比例する事、 $f_1^* < f < f_2^*$ の周波数帯では f^{-1} に比例する事が認められ、単一成分波(規則波)の場合と同様の2成分波についても、 f^{-1} と f^{-2} は一種の平衡分配となつてゐる事が指摘できよう。なお、 $f \leq f_1^*$ の周波数域のスペクトル分配は実験波の周期が短周期のため残念ながら議論できなかった。さて、2成分波の碎波は2つの異なる水深で起り、碎波型式もその都度異なる場合が多い。図-3は卓越する成分波高スペクトルを、基本となつてゐる2つの自由波(f_1, f_2)とその調和成分波、つまり $[f_1, 2f_1, 3f_1, \dots; \text{図中} \bullet \text{印}]$ と $[f_2, 2f_2, 3f_2, \dots; \text{図中} \circ \text{印}]$ と、2つの基本自由波間の非線形干渉波 $[nf_1 \pm mf_2, n=1, 2, 3, \dots, m=1, 2, 3, \dots; \text{図中} \bullet \text{印}]$ に分けて碎波帯の波高スペクトルの変化を示しに一例である。オ1回目⁽⁴⁾の碎波では、どちらか一方の自由波の基本周波数とその調和成分の波高が他方成分波より卓越する。図-3(a)の場合は、 f_2 ($T_2=1.2 \text{ sec}$)の基本周波数とその調和成分 $[mf_2; m=1, 2, \dots, 7]$ が他方成分波より卓越しており、単成分波の碎波に似

く類似している³⁾。オ1回目の砕波以後は、卓越していた $[mf_2]$ の成分は波の進行とともに低減し、オ2回目の砕波直前になると(図-3(b))、もう一方の自由波の調和成分及び非線型干渉波が周波数の比較的高い領域で卓越してくる。2回目の砕波後は($X=0$ m, 2.2 m)地帯はオ1回とオ2回目の砕波帯である(図-3(c))に一例として示されているように、非線型干渉波が自由波の調和成分と同等、あるいはそれ以上に大きくなる。こういった成分の中で特に卓越するのは、3次オーダーの成分までであるが、表-2にも示されているように、自由波の周波数より低周波数側の f_1-f_2 , $2f_2-f_1$ 等といった2次、3次の"差成分"非線型干渉波が自由波の基本周波数成分の波高より大きくなる場合が多く、特にこの傾向は波が汀線に近づくにつれて顕著になってくる。現地波浪では、浅海砕波帯において、パワー・スペクトル密度がピーク周波数より低周波数側で増大していく事、つまり低周波数側へのエネルギー移行が認められているが、恐らく上述のような"差の非線型干渉波"に依拠する所が大きいものと推察される。なお、表-2に示す実験波のオ1砕波帯とオ2砕波帯は水深9.5 cmと7.0 cmである。なお、本研究は文部省科学研究費一般研究(C)「浅海域における不規則波の砕波変形特性に関する研究」により事業と付記する。

また、本研究の実験及び資料整理に努められた
1) 当時学部4年生の改田昌生君(東洋建設株式会社)に謝意を表す次である。

参考文献: 1) Sawaragi and Iwata: Proc. of the 14th Conf. on Coastal Eng., 1976, 2) Keulegan and Patterson: NBS, 1940, 3) 橋本・岩田: オ22回 海峯論文集, 1975.

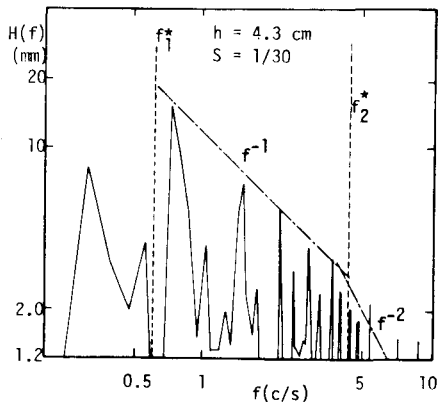
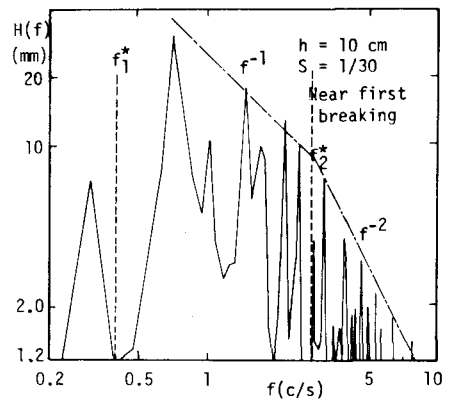


図-2 波高スペクトル ($S=1/30$, Case B-8)

h (cm)	f_1-f_2	$2f_2-f_1$	f_2	f_1	$2f_1-f_2$	$2f_2$	f_1+f_2	$2f_1$	$3f_2$	$2f_2+f_1$	$3f_1$
29.0	1.3	0.7	17.8	10.7	1.6	1.6	3.0	1.5	*	0.5	*
11.0	1.8	0.9	15.8	6.8	*	4.4	4.9	1.1	1.6	1.9	0.6
10.0	1.8	1.6	15.0	5.7	*	5.6	4.7	1.3	1.7	1.7	0.6
9.0	1.6	0.8	13.3	5.2	*	7.1	4.7	1.5	3.3	2.9	0.6
4.3	2.8	1.0	9.4	1.3	1.1	6.4	1.1	0.9	3.9	1.3	1.3
3.7	2.3	1.5	8.4	1.2	0.6	5.5	0.9	0.8	3.4	0.6	1.6
3.0	2.7	1.7	7.2	1.7	0.6	3.8	1.3	*	2.9	1.1	0.9
1.7	1.9	1.7	6.1	1.6	1.1	2.5	1.1	0.6	1.5	1.3	0.7

unit: mm $f_1=1.01\text{Hz}$, $f_2=0.85\text{Hz}$, $S=1/30$, *=values smaller than 0.5mm

表-2 成分波高の変化 ($S=1/30$, Case B-6)

図-3 砕波帯における波高スペクトルの変化 ($S=0$, Case A-2)

