

潜堤による斜交波の碎波限界に関する一考察

名古屋大学大学院 学生員 新美 達也
中部電力㈱ 正会員 川嶋 直人

名古屋大学大学院 学生員 川崎 浩司
運輸省港湾技術研究所 正会員 富田 孝史
名古屋大学大学院 正会員 岩田好一朗

1. はじめに

今まで潜堤による碎波限界に関して多くの議論がなされてきたが、断面 2 次元波動場を対象としたものが多く、3 次元波動場での潜堤による碎波限界、特に多方向不規則波の碎波限界について検討を行った研究は前例がない。そこで本研究では、潜堤による多方向不規則波の碎波限界の基礎特性を解明する一段階として、異なる 2 つの波高、周期、波向をもつ斜交波の碎波限界について規則波の場合と比較しながら水理実験より考究することを目的とする。

2. 水理実験

中部電力㈱電力技術研究所の平面波浪水槽を使用して、水平床上に設置された不透過矩形型潜堤（堤長 $W=300\text{cm}$ 、堤幅 $B=60\text{cm}$ 、堤高 $D=35\text{cm}$ ）に対して、規則波および斜交波の碎波限界（それぞれ実験 I、II と以後略称する）の 2 種類の水理実験を行った。なお、本実験では、静水深 h を 50cm と一定に保った。

実験 I では、0.33, 0.24, 0.19, 0.16, 0.14, 0.12 の 6 種類の水深波長比 h/L_i (L_i : 入射波長) を取り上げ、それぞれの h/L_i に対し入射波高 H_i を徐々に大きくして碎波限界を求めた。一方、実験 II では、表 1 に示すように、斜交波を構成する波 (A 波, B 波) のうち A 波を波形勾配 $H_{ia}/L_{ia}=0.022$ で水深波長比 $h/L_{ia}=0.24$ と $H_{ia}/L_{ia}=0.013$ で $h/L_{ia}=0.17$ の 2 種類とし、それぞれの A 波の条件に対して B 波の水深波長比 h/L_{ib} を 4 種類、A 波と B 波の交差角 θ を 3 種類変化させた（合計 24 ケース）。なお、下付き添字 a, b は A 波, B 波を示す。そして、各実験ケースに対し B 波の入射波高 H_{ib} を徐々に増大させて斜交波の碎波限界を求めた。さらに、碎波点近傍の水位変動特性を把握するために、写真 1 に示すような 12 本の水位計を 4cm 間隔で設置した水位計群（碎波水位計と称することにする）を製作し、これを用いて碎波点付近の水位変動を詳細に計測した。

表 1 実験 II の実験条件

H_{ia}/L_{ia}	h/L_{ia}	h/L_{ib}	θ (deg.)
0.022	0.24	0.5, 0.24, 0.16, 0.12	30, 45, 60
0.013	0.17		

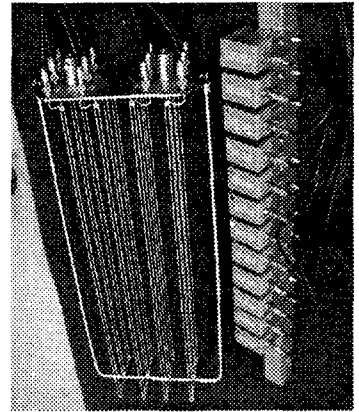


写真 1 碎波水位計

3. 実験結果およびその考察

(i)規則波の碎波限界：図 1 は、入射波の碎波限界相対波高 $(H/R)_c$ (R は潜堤上の天端水深) と水深波長比 h/L_i の関係を示したものである。同図より、 h/L_i の減少にともない進行波は浅海性を帯びるため碎波し易くなり、 $(H/R)_c$ は減少するが、 $0.12 < h/L_i < 0.14$ の範囲では $(H/R)_c$ は大きくなっている。岩田ら(1996a, 1996b)は、断面 2 次元および 3 次元波動場に設置された潜堤による碎波限界の水理実験を行い、 h/L_i が一定のもので相対堤幅 B/L_i が小さくなると $(H/R)_c$ が増大すること、また、碎波限界に及ぼす相対堤長 W/L_i の影響が少ないことなどの知見を得ている。このことから、 $h/L_i=0.12 \sim 0.14$ の範囲では相対堤幅が $B/L_i=0.15 \sim 0.17$ と非常に小さくなるので、 B/L_i の効果が顕著となり $(H/R)_c$ が大きくなったと考えられる。

(ii)斜交波の碎波限界：図 2 は、斜交波の交差角 θ と $(H/R)_c$ の関係 ($H_i=H_{ia}+H_{ib}$) を示したものであり、黒塗り、白抜きの記号は、それぞれ A 波に対する水深波長比 $h/L_{ia}=0.24, 0.16$ の場合であり、記号の違いは B 波に対する水深波長比 h/L_{ib} の違いを表す。

図2より、 $(H_i/R)_c$ に及ぼす θ の効果ははっきりしないが、 $\theta=60$ より $\theta=30(\text{deg.})$ の方が $(H_i/R)_c$ が小さくなる傾向が認められる。なお、 θ によって $(H_i/R)_c$ が変動するのは、(i)の規則波の碎波限界で述べたように B/L_i の影響によるためと推察される。

ついで、規則波と斜交波の碎波限界 $(H_i/R)_c$ の違いを、斜交波を構成する2つの波の周期が等しい場合($h/L_{ia}=h/L_{ib}=0.24, 0.16$)に着目して、図1, 2より論議する。両図の比較より、 $h/L_i=0.24, 0.16$ の場合の規則波の $(H_i/R)_c$ はそれぞれ0.43, 0.28であり、交差角 θ によらず斜交波における $h/L_{ia}=h/L_{ib}=0.24, 0.16$ の場合の $(H_i/R)_c$ と比べて小さいことが認められる。したがって、斜交波の方が規則波に比べて碎波しにくいと判断でき、このことは、波の方向性が強くなるほど碎波し易いことを示唆している。

潜堤上に設置された碎波水位計より得られた各地点における水位の時間波形の一例を示した図3から、波と構造物の非線形干渉により、波峰が尖り、波谷が平坦となることが認められる。そして、構造物上を波が進行するにつれて波の非線形性はより顕著になり、特に9chでの最大波高10.76cmであり、 H_i (=6.95cm)の約1.5倍となっている。

4. おわりに

本研究では水理実験を行うことにより、潜堤による斜交波の碎波限界について規則波の場合と比較しながら議論した。講演時では水位変動の振幅スペクトル解析等についても発表する予定である。なお、本研究は文部省科学研究費補助金(基盤研究(B)(2), 研究代表者: 名大 岩田)により行われたことを付記する

【参考文献】

岩田好一郎・川崎浩司・安藤敏宏(1996a): 潜堤による碎波特性とその内部機構に及ぼす波と潜堤の幾何スケール比, 海洋開発論文集, Vol.12, pp.297-302.

岩田好一郎・川崎浩司・亀崎大輔(1996b): 碎波に伴う潜堤周辺の波・水粒子速度場の細部構造に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第43巻, pp.56-60.

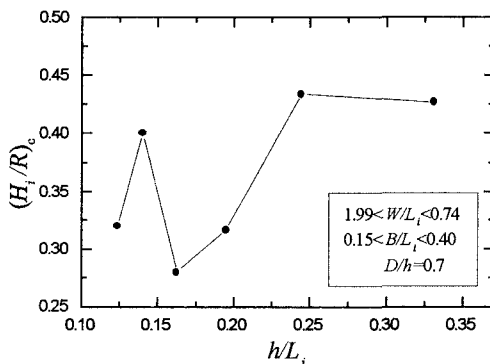


図1 規則波の碎波限界

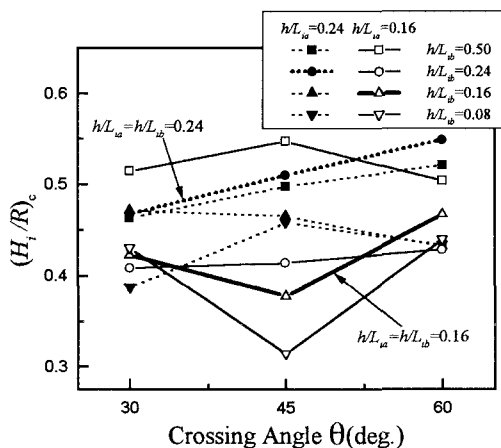


図2 斜交波の碎波限界

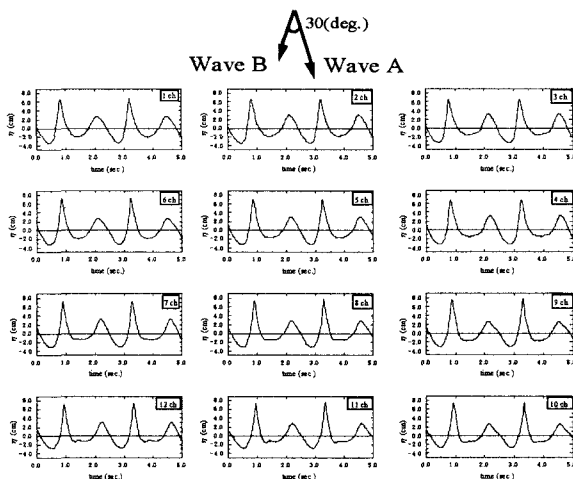


図3 碎波水位計で計測された各地点での波の時間波形

$(H_{ia}/L_{ia}=0.022, H_{ib}/L_{ib}=0.026,$
 $h/L_{ia}=0.24, h/L_{ib}=0.16, \theta=30(\text{deg.})$