

1. おえがき

海底から波の峯までの高さとして示される波峯位 Y_c は、その位置の水深 d 、波高 H 、周期 T または波長 L の各因子で与えることができる。ここで、波峯位 Y_c を表現するとき、周期 T または波長 L を波高 H の中に含まれる因子であると考え、波峯位 Y_c は、 $Y_c = d + \alpha H$ (1) として示される。ただし、 α は静水面から波の峯までの高さ αH を求めるための係数で、進行波においては、 $1/2 \leq \alpha \leq 1$ の範囲で変化する。本研究は、斜面勾配 $1/30$ の滑らかな斜面上を直立壁で遮蔽した場合に、一様水深部から直立壁までの波峯位を統一的に表現する方法について検討したもので、波峯位 Y_c に影響を与える水深 d 、波高 H 、周期 T または波長 L について、波峯位 Y_c とその支配因子である水深 d 、波高 H 、周期 T または波長 L の関連性について実験的に考察した。

2. 実験概要

実験は、長さ 45.45m 、幅 0.46m 、高さ 0.91m の両面ガラス張りの2次元造波水槽を使用し、図-1に示すように、斜面勾配 $1/30$ の固定床土に、直立壁面を有する構造物を設置し、一様水深部 (1) および斜面上の (2)~(5) の5ヶ所に抵抗線式波高計を固定し、それぞれ波峯位 Y_c および波高 H を測定した。また、砕波の波峯位 Y_b 、砕波波高 H_b 、砕波水深 d_b および直立壁面への波の打ちあげ高 R_u は、16mm シネカメラにて測定した。

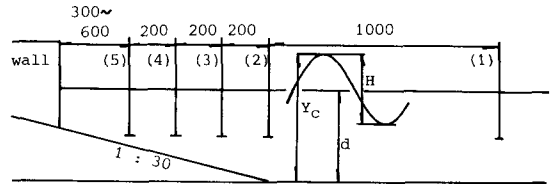
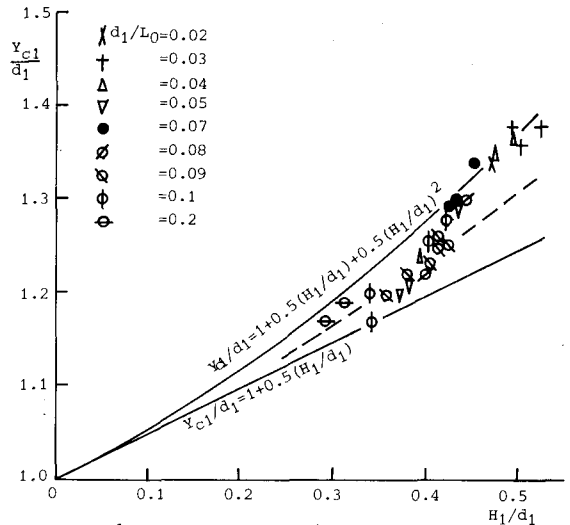


図-1 実験断面 (単位 cm)

3. 進行波の波峯位について

一様水深 d_1 における静水面上の波の峯高 αH_1 は、有限振幅波理論によるストークス波あるいはクノイド波において比較的实验値に近い数値を与えるが、これらの波の峯高の算定は、複雑で計算が容易ではない。したがって、実際の海の波のように、不規則な現象を工学的に利用するには、周期 T 、または波長 L などの因子は、波高 H の中に含まれるものとして取り扱い、波峯位 Y_{c1} と波高 H_1 、水深 d_1 の関係によって波峯位 Y_{c1} を論じた方が合理的であると考えられる。図-2は、一様水深部水深 $d_1 = 0.4\text{m}, 0.5\text{m}$ に対する波峯位 Y_{c1} と波高-水深比 H_1/d_1 の関係と水深-沖波波長比 d_1/L_0 に対して示したものであるが、これらの実験値は、水深-沖波波長比 d_1/L_0 との関連性が小さく、 $Y_{c1}/d_1 = 1 + 0.5(H_1/d_1)$ (2) と $Y_{c1}/d_1 = 1 + 0.5(H_1/d_1) + 0.5(H_1/d_1)^2$ (3) の間にプロットされ、近似的に式(2)と式(3)の平均的曲線 (図-2の点線) $Y_{c1}/d_1 = 1 + 0.5(H_1/d_1) + 0.25(H_1/d_1)^2$ (4) で与えられる。また、斜面上の波峯位 $Y_{c2} \sim Y_{c5}$ と水深 $d_2 \sim d_5$ 、波高 $H_2 \sim H_5$ の関係も図-2と同様の実験結果が得られ、進行波の波峯位 Y_c は式(4)を示すように、近似的に $Y_c/d = 1 + 0.5(H/d) + 0.25(H/d)^2$ (5) によって与えることができる。

図-2 Y_{c1}/d_1 と H_1/d_1 の関係

4. 砕波の波峯位について

ここで示す砕波の波峯位 Y_b は、砕波の峯が最高点に達した時の値であり、その時の波高を砕波波高 H_b 、その位置の水深を砕波水深 d_b とした。図-3は、砕波水深 d_b に対する波峯位 Y_b と砕波波高-水深比 H_b/d_b の関係を砕波水深-沖波波長比 d_b/L_0 をパラメータとしてプロットしたもので、進行波の波峯位 Y_c と同様に図-3の点線で示すように

$Y_b/d_b = 1 + 0.5 (H_b/d_b) + 0.25 (H_b/d_b)^2$ (6) の曲線によって近似的に示される。

5. 直立壁面へのうちあげ高について

ここで論じる波のうちあげ高 R_u は、泡沫を含まない波の実質部の高さである。図-4は、直立壁面の前脚水深 d_s に対する波のうちあげ波峯位 $Y_R (= R_u + d_s)$ と相当沖波波高-前脚水深比 H_0/d_s の関係を前脚水深-沖波波長比 d_s/L_0 をパラメータとしてプロットしたものである。トロイッド波理論によると、これらの関係は、 $Y_R/d_s = 1 + 0.5 (1 + K_R) (H/d_s)$

$$+ \frac{\pi}{24} (1 + K_R)^2 (H/d_s)^2 (d_s/L) \cot k (2\pi d_s/L) \quad (7)$$

によって示されるが、前脚水深-波長比 d_s/L の影響は $d_s/L = 0.01 \sim 0.1$ で非常に小さく、壁面からの反射率 K_R によって Y_R/d_s の値が変わる。そして、 $K_R = 0$ の場合 $Y_R/d_s = 1 + 0.5 (H_0/d_s) + 0.125 (H_0/d_s)^2$ (8) となり $K_R = 1$ の場合 $Y_R/d_s = 1 + (H_0/d_s) + 0.5 (H_0/d_s)^2$ (9) となる。ただし、 $H \approx H_0$ とする。また、式(4)および式(6)と同様に、 $Y_R/d_s = 1 + 0.5 (H_0/d_s) + 0.25 (H_0/d_s)^2$ (10) と与えろとこれに対する重複波は $Y_R/d_s = 1 + (H_0/d_s) + (H_0/d_s)^2$ (11) によって与えられる。

6. 結論

以上のように、一様水深部から斜面勾配 $1/30$ の斜面上に設けられた直立壁面までの波峯位について、それぞれの波高-水深比によって統一的に表示することができたすなわち、波の周期または波長が波高の中に含まれる因子であると考えることによって、波峯位と水深、波高の関係が進行波、砕波あるいは波のうちあげ高に關する波峯位に適用できるかどうかを実験的に確かめた結果、式(5)、(6)、(10) あるいは(11) で近似的に表わすことができることが明らかになった。

さらに今後は、斜面勾配や斜面上の構造物が波峯位に与える影響、あるいは現地観測等による実際の海の波への適用性などについて検討したい。

最後に、この研究を行うにあたり種々御指導いただいた日本大学名誉教授久室雅史先生に深甚なる感謝の意を表します。

(参考文献)

1) 岩垣雄一、樫木亨、"海岸工学"、共立出版、1978年、pp. 272 ~ 273.

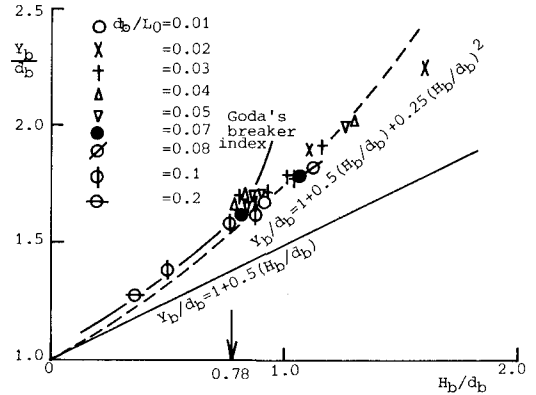


図-3 Y_b/d_b と H_b/d_b の関係

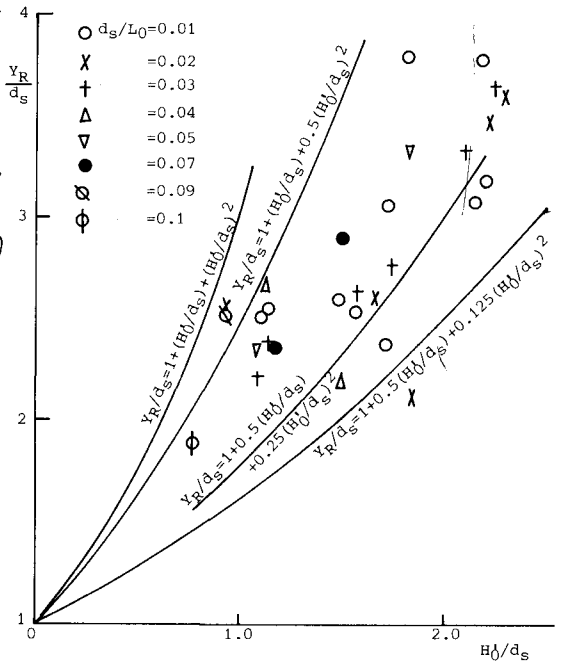


図-4 Y_R/d_s と H_0/d_s の関係