

II-326 収れん堤による揚水効率に関する研究

熊谷組 技術研究所 正員 森田知志

1. まえがき

収れん堤とは海岸から沖に向けてV字型に開口する堤防状の構造物で、V字型堤¹⁾あるいは集波堤²⁾とも呼ばれている。従来型の堤防は波の反射・減衰が目的であるのに対し、収れん堤は波を集めて増大化させ、高密度となった波浪エネルギーを利用して揚水や発電を行おうとするものである。

本研究は、急斜面上に設置した収れん堤を対象に、斜面へ遡上する波の増幅効果およびそれを利用した揚水機能について、実験による検討を行ったものである。

2. 実験装置および方法

熊谷組技術研究所内にある長さ50m、幅2mの造波水槽を用いた。図-1に示すように、水槽中央部に勾配1/2の急斜面を設置し、その上に長さA=1.80mの合板製の収れん堤模型、および打ち上げ波を導くための遡上水路を取り付けた。なお収れん堤は中心面に関して左右対称であるので模型ではその片側部分のみを再現した。収れん堤の開口角 θ は30°~60°、遡上水路の幅Bは4.5~25cmの範囲で変化させた。また急斜面の前方には勾配1/25の緩斜面を長さ4mにわたって設置し、水深は急斜面直前で $h_c=48$ cm、沖合一様部で $h=80$ cmとした。

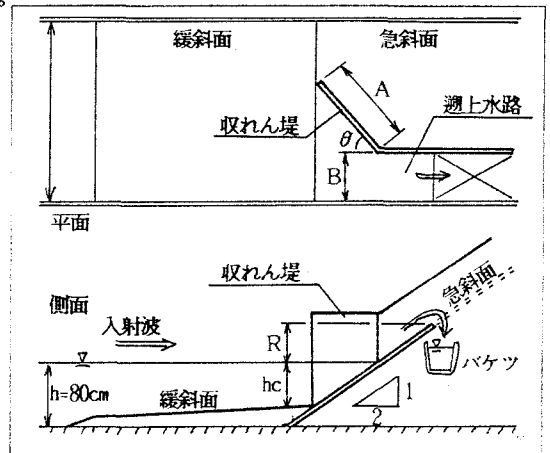


図-1 実験装置

実験は波の遡上高さおよび揚水量実験の2種類に分けられる。遡上高さの測定に当たっては、遡上水路内に水位計を取り付けた。この水位計は容量式波高計を改造したもので、測定長は150cmである。また揚水量の実験は、遡上水路内のうち静水面からの高さRが20cm以上となる部分の斜面を取り去り、波の作用時にここから越流する水量を揚水量とみなして行った。越流水は斜面下に置いたバケツで採水し、一回の測定ごとに水量を測り、これを波の数と周期で割って揚水量 q (cm/sec)を算出した。作用せしめた波は、周期 $T=0.8 \sim 2.7$ sec、波高 $H=3 \sim 18$ cmのものである。

実験は波の遡上高さおよび揚水量実験の2種類に分けられる。遡上高さの測定に当たっては、遡上水路内に水位計を取り付けた。この水位計は容量式波高計を改造したもので、測定長は150cmである。また揚水量の実験は、遡上水路内のうち静水面からの高さRが20cm以上となる部分の斜面を取り去り、波の作用時にここから越流する水量を揚水量とみなして行った。越流水は斜面下に置いたバケツで採水し、一回の測定ごとに水量を測り、これを波の数と周期で割って揚水量 q (cm/sec)を算出した。作用せしめた波は、周期 $T=0.8 \sim 2.7$ sec、波高 $H=3 \sim 18$ cmのものである。

3. 波の遡上高さの増幅特性

図-2は、収れん堤の開口角 θ をパラメーターにとり、遡上高さの無次元量 H_r/H_o を A/L_o との関係で示したものである。ここに H_o, L_o は入射波の沖波波高と波長である。また図中には比較のため、収れん堤を設置しない斜面での値も併せ示してある。

この図より H_r/H_o の値は斜面のみの場合は2~3程度であるが、収れん堤を設置することによって5~6と大幅に増大していることがわかる。この増大傾向は、エネルギー伝達速度の大きな長周期波側の条件で特に著しい。

次に開口角の影響をみると $\theta=60^\circ$ での H_r/H_o は 30° や 45° の場合を下回

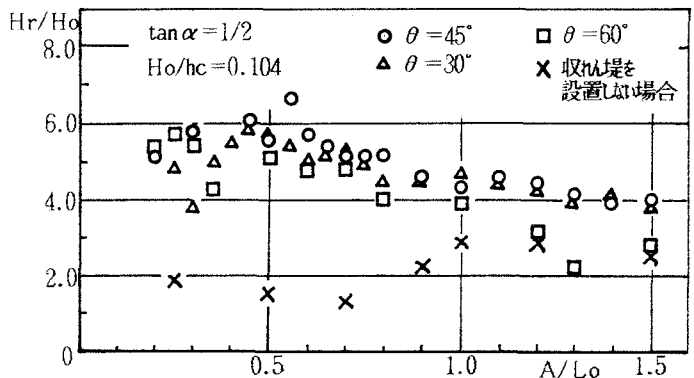


図-2 波の遡上高さの増幅特性($B/A=0.025$)

る傾向にあることなどが認められる。これは短周期波側の条件で顕著であり、取れん堤と遡上水路との不連続な結合部での抵抗によるものと考えられる。

4. 揚水特性

図-3は、揚水量 q の測定結果の一例を H_o との関係で示すものである。図中の横軸についてみると H_o が3~4cmに達するまでは $q=0$ であったのが、さらに H_o が増加して波の遡上が越流高さ R を越えるようになると q は急激に増加することがわかる。そしてこの増加は $H_o > 10$ cmになると穏やかなものとなっている。

このような傾向を検討するために、単位時間当たりに作用する入射波のエネルギー P_i と揚水した水の位置エネルギー P_r を次式によって算出し、両者の比をとって揚水効率 η を求めてみた。

$$P_i = \rho g C_g H^2 / 8 \quad \text{----- (1)}$$

$$P_r = \rho g q R / \ell \quad \text{----- (2)}$$

$$\eta = 100 \times P_r / P_i \quad \text{----- (3)}$$

ここに、 ρ ：流体密度、 g ：重力加速度、 C_g ：入射波の群速度、 ℓ ：取れん堤の開口幅($=A \sin \theta + B$)

図-4は、パラメーターとして B/L_o をとり、揚水効率 η と H_o/R との関係を示す図である。これによると、 η の変動は $H_o/R < 0.5$ では急激な増加を示すものの、 $H_o/R > 0.5$ の領域ではほぼ一定値をとる傾向にあることなどがわかる。そして η の最大値は、多少のばらつきはあるものの、ほぼ B/L_o の値によって決定されるものといえ今回の実験の範囲内では $B/L_o = 0.028$ のとき $\eta = 24\%$ と最も効率のよい結果となっている。

図-5は $H_o/R = 0.5$ と固定した場合の η を B/L_o との関係で示した図である。 η の変動傾向は図中に示した折れ線によって表され、 $B/L_o = 0.02 \sim 0.04$ の条件下で $\eta > 20\%$ と高い効率を示すことなどが認められる。

5. 結論

取れん堤による揚水効率 η は、遡上水路の幅 B と入射波の波長 L_o との比が $0.02 \sim 0.04$ の時に極大値 $\eta > 20\%$ となることなどが明らかとなった。

(参考文献)

- 1) 小松英則, 中野晋, 三井宏; 『集波用V字型堤の集波特性』、海洋開発論文集Vol. 5, 1989.
- 2) 宮江伸一, 手操能彦; 『集波堤による波浪エネルギーの位置エネルギーへの変換実験』、第1回波浪エネルギー利用シンポジウム.

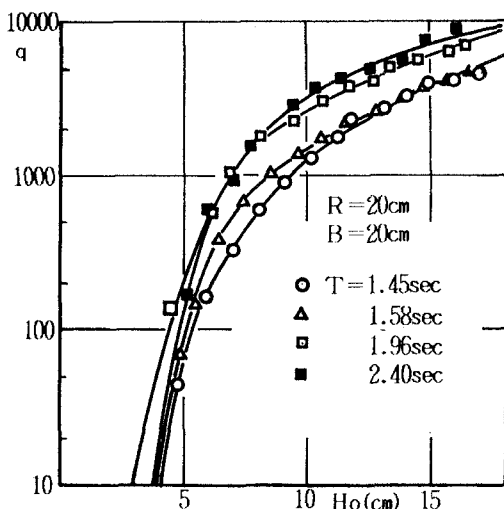


図-3 揚水量の特性

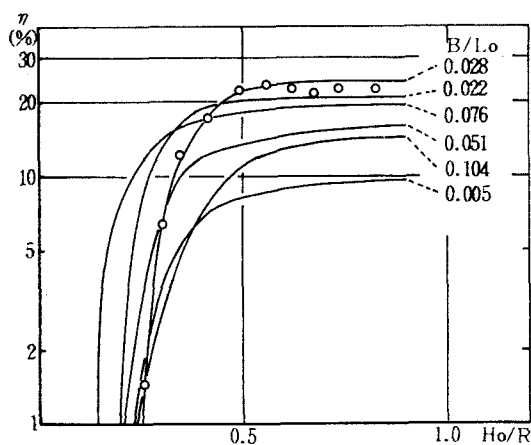


図-4 η と H_o/R の関係

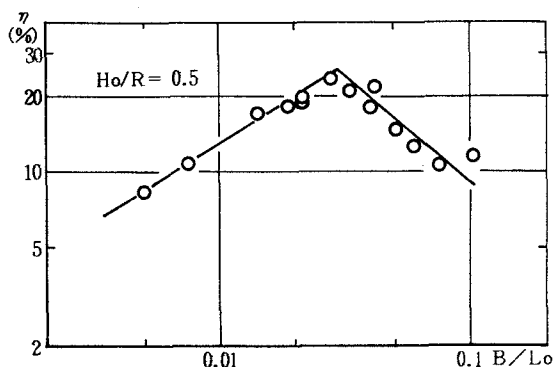


図-5 η と B/L_o の関係