

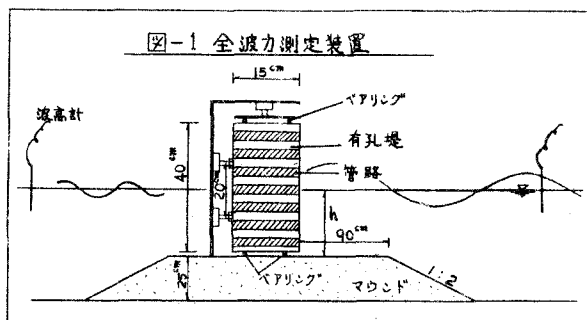
東京大学工学部 正会員 工博 堀川清司
 東京大学工学部 正会員 ○長谷直樹
 日本テトラポッド 正会員 遠藤泰司
 東京大学工学部 学生員 高橋 修

§1. はしがき

従来の直立防波堤は、堤体に作用する強大な波力に、それ自身の重量によって耐えなければならない。したがって、大型の断面が必要であり、荷重も大きく、軟弱地盤などでの建設には種々の困難がともなう。このような大型の断面の縮小、堤体重量の減少の一方法として、直立防波堤の断面に、連通する管路を設けて空隙を与えたならば、波のエネルギーの一部が透過することによって波圧は減少し、また堤体重量も軽くてすむ。しかし、一方では、堤体背後に透過する波高は増大することになる。ここでは、堤体に管路を設け、管路の径と数を変えて空隙率を変えた場合、堤体に作用する波力の減少率、波高透過率、反射率等について二次元長水路により実験的に検討した。

§2. 実験装置および実験方法

実験に用いた水槽は長さ25m、幅0.6m、高さ0.9mであり、水路の一端にコンクリートブロックによるマウンドを設け、その上に全波力測定装置を設置した。有孔堤は管路部分を除いては中空とし、上下間隔20cmの2枚でリングに連結し、下部接合にはスプリングにより約1kgの張力を堤体に与えて、

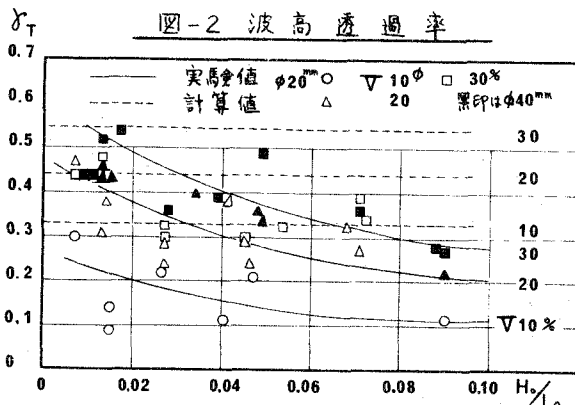


作用する波力を上下2枚の反力として取り出した。リングには、抵抗線式ひずみ計をはりつけて作用する波力をビジグラフによって記録した。計巻の固有振動数は60サイクルである。波高測定は抵抗線式波高計を使用し、模型前面に生ずる合成波は波高計を移動させることによって波高分布を描き、

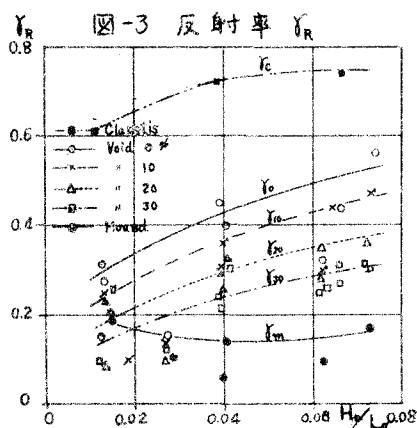
loopとnodeのヶ所の H_{max} 、 H_{min} を測定し、入射波高と反射波高を算出した。実験に使用した波はマウンド上（堤前面水深8.0～15.0cm）で碎波するように波高を調整し、周期 T は1.0, 1.4, 2.1 secの3種類とした。有孔堤の模型はいづれも高さ40cm、幅15cm、長さ30cmで管路の径は20, 40mmの2種類、空隙率は10, 20, 30%の3種類とした。

§3. 実験結果ならびに考察

3-1 波高透過率について



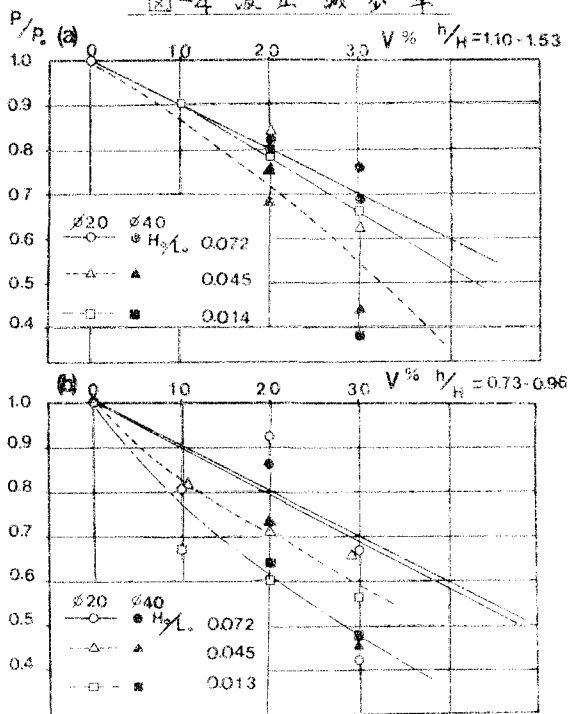
有孔堤に入射する波のエネルギーは、その一部は堤体より沖側に反射し、一部は堤体に連通する管路を通して港内側に透過する。そして、残りの部分は堤前面での損失と堤体中を通過する際に失われる。図-2は、有孔堤の透過率の関係を空隙率をパラメーターとして示したものである。エネルギーの透過率式單に空隙率に比例するものとするは透過率 Y_T と空隙率 V との間には $Y_T = \sqrt{V}$ の関係が成立つ。図中の計算値はこの関係から Y_T も求めたものである。一方実験値は $H/L_0 = 0.73 \sim 1.63$ で、碎波する範囲であるが H/L_0 は沖波の波形勾配 H/L_0 が小さい程大くなる。実験値はいづれも計算値より小さく空隙率10%では $Y_T = 0.1 \sim 0.25$, 20%では $0.2 \sim 0.4$, 30%では $0.3 \sim 0.5$ 程度である。これは堤前面で碎波させているため碎波によるエネルギーの減殺が大きいことに起因してゐるものと考えられる。



3.2 反射率について

図-3は反射率 Y_R を空隙率をパラメーターとして示したものである。図中の Y_0 は一樣水深部に直立堤を設置した場合の反射率であり、下の方の Y_m はマウンドのみによる反射率である。 Y_0 , Y_{10} , Y_{20} , Y_{30} はそれぞれマウンド上に直立壁、10, 20, 30%空隙率の有孔堤を設置した場合の反射率で Y_0 と Y_m の間に分布している。 $Y_0^2 - Y_m^2$ の値は主として碎波によるエネルギー損失割合とみなせば、波形勾配によらず0.3となり、碎波の影響の大きいことがわかる。空隙率に対応した反射率 Y_R は何れも波形勾配と共に大きくなる傾向がある。実験精度が低くとも十分でなく、従つて其の散乱状態が、直立堤或堤の反射率 Y_0 に対比して Y_{30} はその大略 $\frac{1}{2}$ となることがわかる。

図-4 波圧減少率



3.3 波圧減少率について

図-4は直立壁の波圧 P_0 と有孔堤の波圧 P との比較を示したものである。図中の直線は波圧減少率と空隙率が比例するとした時の値である。 P_0 は空隙率10%では $0.9 \sim 0.8$, 20%では $0.8 \sim 0.7$, 30%では $0.7 \sim 0.5$ と減少している。 P_0 は H/L_0 によって異なり、 H/L_0 が小さい程減少率は大きくなっている。 H/L_0 が0.072の場合には波圧減少率はほぼ空隙率に採つてもよいようで、 H/L_0 が0.045, 0.014の場合には、

それより多少大きくとってもよいであろう。

§4. 碎波式との比較

測定した記録は上下2つの圧力の合力が最大になる時刻におけるそれぞれの圧を読みとり5~10波の全波力を求めた。実験により得られた単位巾当りの全波力 P_0 と相対水深 h/H_0 との関係を図-5に示した。図で h/H_0 の値が小さい時は碎波した後の波力を受けて値は小さく、 $1 \leq h/H_0 \leq 2$ の碎波域に近づくにつれて P_0 は大きく極限値を与えさらに2より大きい時は重複波の領域に入ると P_0 も下降する。いま、

作用高さをS.W.L.上 αH_0 とすれば全波力は $P_0 = 1.5 \omega H_0 (h + \alpha H_0) = 1.5 \omega H_0^2 (\frac{h}{H_0} + \alpha)$ となる。図には $\alpha = 1.0$ の場合を示してある。測定値は広い範囲に散乱しており、各 h/H_0 に対する P_0 の最大値は上記の計算値より幾分下の値をとっている。この実験においては碎波条件に影響するマウンドおよび $\beta\%$ の条件が限られており、実験ケースも少なくまた5~10波の波力の平均値と採っていることでもあり限界値をきわめるには至っていない。なお H_0 の小さい時の P_0 の値が大きいのが顕著であり、さきの反射率 R_0 の大きいことと符合して注目される。

§5. むすび

以上述べた有孔堤の実験結果から次のようなことが言えよう。(1)有孔堤の波高透過率は空隙率から計算した値よりは小さく、また H_0 が大きい程小さくなる。(2)有孔堤の反射率の減少はさほど顕著ではないが空隙率が増すにつれて減少する。(3)波圧減少率はほぼ空隙率に等しいか又はそれ以下となる。減少率は H_0 が小さい程大きくなる。(4)同じ空隙率でも管路の大きい方が透過率は大きいが波圧減少率も大きい。今回報告した実験は碎波を対象としたものであり、今後は重複波の場合、堤体の帽の影響、管路の勾配を変えた場合などについても検討する予定である。本研究を行うにあたり東京大学本間仁教授には終始助言をいただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 本間・堀川・長谷；海岸護岸に於く全波力に関する実験的研究，第11回海岸工学講演会講演集，1964。
 PA-HAMILL；Experimental Development of Perforated Wave Absorber of Simple Construction and Minimum Length，Mechanical Engineering Report MB-252，National Research Council of Canada，1963。
 林・柳野・白井・服部；簡型透過性防波堤の水理特性について，第12回海岸工学講演会講演集，1965。

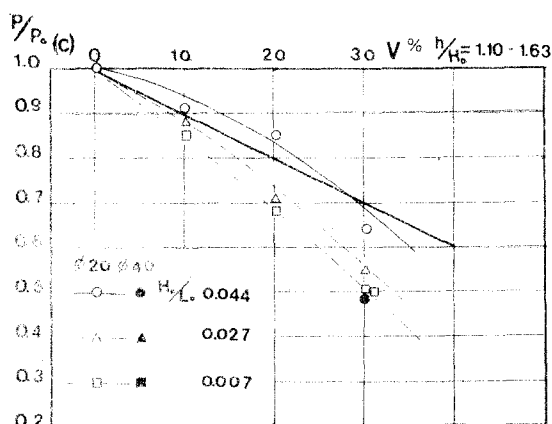


図-5 h/H_0 と波力の関係

