

東北大学 正 首藤伸夫
中央大学 学 〇加藤教吉

1. はじめに

防波堤の設計において、波圧は重要な要素の一つである。それゆえ、防波堤の一基本形である直立堤に働く波圧については、理論的、実験的に種々の研究が行われて来た。しかし、傾斜堤に関しては、あまり研究の例がない。本報は、傾斜堤に働く波圧に関する実験を主に重複波の形成される範囲において行なう。現象の観察を行なうとともに次のように与えられる理論式¹⁾

$$P = \rho g \alpha x_0 - \rho \frac{g}{\sqrt{g\alpha}} \alpha A J_2 \left(\frac{2\sigma}{\sqrt{g\alpha}} \sqrt{x_0} \right), \quad x = x_0 - \frac{A}{\sqrt{x_0}} J_1 \left(\frac{2\sigma}{\sqrt{g\alpha}} \sqrt{x_0} \right), \quad A = \frac{2a}{kh} \sqrt{J_0^2 \left(4\pi \frac{L}{l} \right) + J_1^2 \left(4\pi \frac{L}{l} \right)}^{-1/2}$$

……(1) の適用度について考察を行なったものである。

2. 実験の概要

実験は、中央大学理工学部水理実験室にある長さ 30 m、幅 0.8 m、高さ 0.7 m の片面ガラス張り二次元波動水槽において行なった。実験における入射波は、斜面前の水深 40 cm の部分において、周期 $T = 1.2$ sec に固定し、波高は 2.5 cm から 6.5 cm の間で 10 段階に変化させた。実験の対象とした斜面は、木板と鉄板により製作された厚さ 1.0 cm のものである。波圧測定点として斜面上に、3.3 cm 径の孔が 5.0 cm 間隔に、17ヶ所あけられている。波圧は、これに圧力変換器を取り付けて測定し、記録はジググラフによって行なった。斜面勾配は、1割勾配、1割5分勾配の二通りである。

3. 実験結果

得られた波圧分布の例を図-1, 2に示す。斜面勾配は、それぞれ1割、1割5分勾配である。図-1で、(1)の曲線は、斜面上での水位上昇が最大の時点における波圧を理論式(1)によつて計算したものである。同じく(2)は、得られた実験値を滑らかに結んだ波圧分布である。同図中(3), (4)は、斜面上の水位が最も低下した場合の波圧分布であり、点線は理論値、実線は実験値である。波の山に対応する波圧の場合、理論値、実験値とも最大値は、ほぼ静水面のあたりで生じ、しかもその波圧強度は、ほとんど等しいとしてよい。水面より下方に下るにつれて、実験値では負の波圧が生ずるが、理論値では正の波圧のままである。波の谷に対応する波圧分布では、その最大値は両者ほぼ等しいが、下方に下るにつれて、実験値は急速に小さくなっている。

1割5分勾配の場合には、図-2に見られるように、理論と実験は、かなり良い分布形を示す。ここで特徴的なことは、波の山に対応する波圧が上方で正、下方で負となることである。

同じく、波の谷に

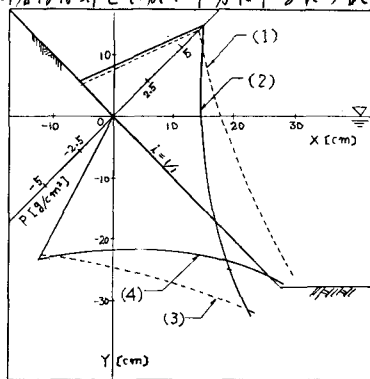


図-1. 1割勾配の波圧分布

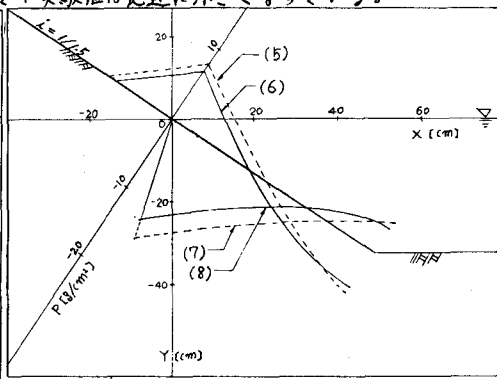
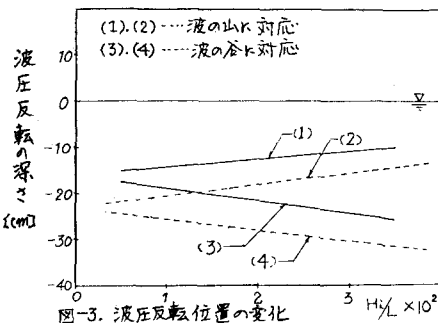


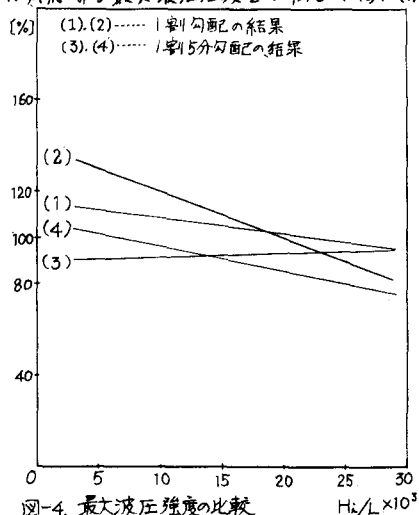
図-2. 1割5分勾配の波圧分布

いては、上方が負、下方が正となる。この傾向は、図-1の場合の実験値にも見られたことである。この現象を本報では、「波圧の反転」と呼ぶこととする。ここに斜面勾配1割5分、水深40cm、周期 $T=1.2$

secにおける波圧の反転の条件を示す。図-3の実験は、実験により求められた波圧反転の位置であり、点線は理論によるものである。直線(1)、(2)は、波の山に対応し、(3)、(4)は波の谷に対応する。いずれの場合も、理論の方が下方において波圧の反転を生じており、その結果、全波圧としては理論の方が大きな値をとることとなっている。斜面勾配1割の場合には、実験において反転が生ずるにもかかわらず、理論では反転が生じない。これは、理論の根拠となっている長波の仮定が必要な精度を保持しないことを意味していると考えられる。



次いで、実験で得られた波圧と理論値の比較を行なった。図-4は、波の山および谷に対応する最大波圧強度をくらべたものである。縦軸は、(実験最大波圧強度)/(理論最大波圧強度)を百分率で表わしたものである。図-4における(1)、(2)は、斜面勾配1割2分の波の山および谷に対応する最大波圧強度を、同じく(3)、(4)は斜面勾配1割5分勾配の最大波圧強度の比較を表わしたものである。実験値と理論値の差は、最大で約20%であり、1割勾配における小さな H/L の場合をのぞき、実験値は理論値より小さな値となっている。



第2の比較方法は、 $|(理論値全波圧) - (実験値全波圧)| / (理論値全波圧)$ として百分率により表わしたものである。その結果が、図-5である。図中(1)、(2)は、斜面勾配1割2分の波の山および谷に対応した全波圧の比較であり、(3)、(4)は同様に斜面勾配1割5分勾配の波の山、谷に対応した比較である。図のように、1割5分勾配の場合、理論と実験の差は、30%程度であるに対して、1割勾配の場合においては、その差が大きい。これは、図-1に見られた通り、理論においては波圧が反転しないにもかかわらず、実験では反転が見られることと密接な関係がある。

4. 結論と今後の問題点

以上の結果を総合すると、勾配が緩い場合には理論と実験の対応がよいことがわかった。これは、理論の展開において長波の解を採っていることと関係している。さらに実験データに基づいて、理論の適用範囲を決めるとともに、適用外の範囲については実用的な実験式を作成するつもりである。また、或る条件下では、直立壁の場合と同じく、双峰型波圧が記録されており、こうした現象の出現する条件、及びその影響を考慮に入れて実用公式を作成しなければならない。

参考文献: 1) 菅藤伸夫; "Standing wave in front of sloping face dike"

Coastal Engineering in Japan, Vol.15, 1972

