

京都大学工学研究所 正員 岩 垣 雄 一
全 上 土 屋 義 人
京都大学大学院 学生員 陳 浩 雄

1 緒 言

海底の摩擦によって波高が減少する現象は、浅海における波の変形の問題であって、浅海波の波浪予知という観点から工学的には重要な課題の一つであり、またその機構についても不明な点が多い。われわれは、この問題について、現地観測を行ない、実際の海岸における波の減衰の実態を把握するよう努め、かなりの成果をえているが、それと同時に、実験室においても、水槽を用いた基礎的な実験を行なって、海底摩擦による波の減衰機構を解明するべく努力している。基礎的研究としては、土屋・井上(1961)が、まず水深が一定の場合と、水深が距離とともに直線的に変化する場合とについて、層流境界層にもとづく波高減衰の理論的解析を試み、前者の場合については、Savage (1953) の実験結果と理論式とを比較し、実験結果が理論値よりかなり大きくプロットされることを見出した。ついで、岩垣・土屋・坂井(1964)は、波による水底の摩擦応力を直接測定する装置を製作し、実験を試み、結果、若干の補正をすれば、理論値と測定値とはほぼ一致することを見出したが、波高減衰の実験からは、やはり実験値の方が理論値より大きいという結果がえられた。そこで、著者らは、この原因を追究するために、まず波高減衰の実験資料から側壁の影響を取り除く Kenegan の方法が正しいかどうか、側壁の影響が実際にどの程度のものかを明らかにする目的で実験を行なった。

2. 実験装置と実験方法

実験水槽は宇治川水理実験所にある岩垣・土屋・坂井が用いたものと同じ長さ70m、幅50cm、深さ70cmの水槽で(図-1)、今回は波起し機としてフラッター型のも

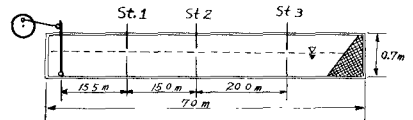


図-1 実験水槽と波高測定装置

のを使用した。波高の測定は、抵抗線式波高計により、ペン書きオシロに記録させ、それから波高を読みとるとともに、ポイントゲージによる測定をも実施した。測定点は図-1に示すように、St.1, 2, および3の3カ所で、後述の波高減衰の算出は、St.1と2 および St.1と3の2つの距離の両方に対して行なった。この実験は、側壁の影響を明確にすることを目的としたものであり、水深を 9, 10, 13.5, 16.5, 20.5, 23, 30 および 32.8 cm の8種類に変える間隔は 0.8 ~ 2.0 sec., 波高は St.1 にあり、0.3 ~ 5.6 cm の範囲に対して行なった。

3 実験結果とその考察

層流境界層内のエネルギー損失理論から導かれる波高減衰の関係式は、

$$H = H_1 e^{-\epsilon_b^{3/2}} \quad (1)$$

$$\epsilon_b = 4\pi^2/\beta L (\sinh 4\pi h/L + 4\pi h/L), \quad \beta = \sqrt{\pi/L} T \quad (2), (3)$$

によってあらわされる。ここに、 H_1 は基準となる点($x=0$)における波高、 H は x だけ離れた点における波高、 L は波長、 h は水深、 E_b は底面摩擦による波高減衰率、 T は周期、 ν は動粘性係数である。

底面の摩擦に側壁の摩擦が加わると、(1)式の E_b を E_{w+b} と書きかえ、

$$E_{w+b} = E_b \left(1 + \frac{1}{\phi}\right), \quad \phi = 2\pi B/L \sinh 4\pi h/L \tag{4}, (5)$$

とあらわされる。ここに、 B は水槽の幅であって、この場合一定である。実験によって、側壁の効果も含んだ E_{w+b} が求められると、(4)および(5)式から E_b が算出される。これをプロットしたものが図-2であって、やはり実験値は散乱しているが、(2)式にもとづく理論式より大きい。(4)式を変形すれば

$$\beta L E_{w+b} = \frac{4\pi^2}{\sinh 4\pi h/L + 4\pi h/L} \left(1 + \frac{\sinh 4\pi h/L}{2\pi h/L} \cdot \frac{h}{B}\right) \tag{6}$$

となり、 $\beta L E_{w+b}$ は h/L と h/B のみの関数となる。図-3は $h=23\text{cm}$ 、すなわち $h/B=0.462$ (正確には $B=497\text{cm}$)を一定とし、 $\beta L E_{w+b}$ と h/L との関係をプロットしたもので、側壁の影響を含めても、実験値は理論値より大きいことがわかる。しかし、 h/L が大きくなると、理論曲線に近づいてくる傾向があるように思われる。図-4は $h/L=0.12\sim 0.15$ の範囲で一定とし、 h/B との関係をプロットしたもので、 h/B が小さくなって、側

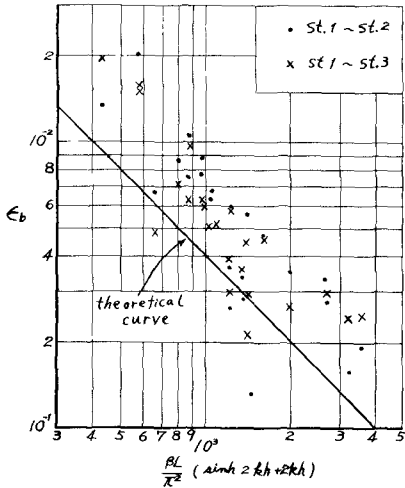


図-2 底面摩擦による波高減衰率

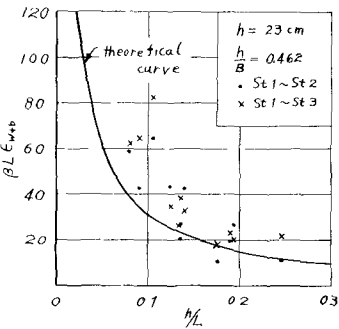


図-3 $h/B = \text{一定}$ の場合の $\beta L E_{w+b}$ と h/L との関係

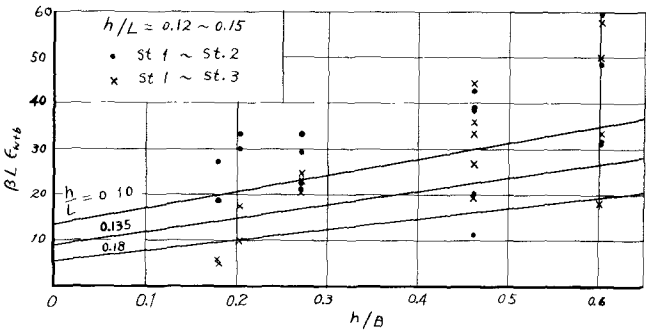


図-4 $h/L = \text{一定}$ の場合の $\beta L E_{w+b}$ と h/B との関係

壁の効果が増加すると、 $\beta L E_{w+b}$ の値も小さくなる傾向が明瞭に見出される。しかし、実験値はやはり理論値よりも大きい。今後は実験値の散乱の原因を調べ、さらに側壁の影響をくわしく究明したいと考えている。

なお、この研究は特定研究費による研究の一部であることを付記するとともに、実験に熱心な協力をいただいた、副田忠君に謝意を表します。