

II-4

変断面における研波後の波の屈折と波速に関する実験

中央大学大学院 学生員 和田 崇之

中央大学 正会員 水口 優

1. はじめに

波の屈折問題は、研波前のほとんど変形しない波に対して一様水深における理論の現象への適用性が認められている。また、流れの場における波の屈折も理論的に研究されている〔例えば、Unna(1942)〕。研波後の波の波速については、研波後の波という非保存波の場合の波速の定義に問題を残しているものの、二次元の場での波峰伝播速度を用いた実験結果が報告されている〔例えば、Horikawa・Kuo(1966)、佐伯・佐々木(1973)〕。

本研究では、水口(1979)によって発表された一様勾配断面におけるものに対し変断面、すなわちStep型断面をもつ二次元的な場における研波後の波の屈折と波速についての実験結果を報告するものである。

2. 実験の概要

実験は東京大学工学部土木工学科所在の中型平面水槽を用いて行われた。実験装置の概要を図-1に示す。実験ケースは表-1に示す2ケースである。両ケースともstep先端で研波する様に諸量を決定した。平均水位および波高の測定は8本の容量式波高計を用いてその分布を求めた。なお、本実験は沿岸流の断面分布に関する実験〔Mizuguchi・Horikawa(1978)〕と並行して行なわれた。

表-1 実験条件

ケース	I	II
周期(sec)	0.81	0.80
沖波入射角(deg)	20.4	20.5
波形勾配(%)	2.2	5.1
一様水深部水深(cm)	36.9	35.3

波向きと波速は35mmモータードライヴカメラを用いて鉛直上方より0.2秒間隔で撮影したものの5連続とつた。鏡射とりは、沿岸方向の一様性が保たれている地点において二測線について行った。入射角 θ は、研波前の波および再生波については波峰線と汀線とのなす角度を、研波後の波については研波の前面を連ねる線と汀線とのなす角度を採用した。波速 C については、撮影間隔が0.2秒と比較的長いため0.2秒間の波峰の伝播距離として求めた。

3. 解析方法

実験結果の整理にあたり、従来の方々に従って各種の保存波の理論による計算結果と実験結果との比較検討を行うことにした。なお、計算にあたって沿岸流の影響を無視した。

屈折に関しては波が線型である場合、波数の非回折条件より次式が成り立つ。

$$\frac{\partial k_x}{\partial x} - \frac{\partial k_y}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

ここで、 k は波数である。本実験では沿岸方向の一様性が保たれているから、(1)式は次式で表わされるSnellの法則が成り立つ。

$$\frac{\sin \theta}{C} = \text{const.} \quad (2)$$

ただし、 C は波速である。

次に、波峰伝播距離 l は次式により求めた。

$$l = \int_0^t C(h) dt \quad (3)$$

ただし、 t :撮影間隔、 h :平均水位の上昇を考慮した水深である。

ここで、波速 C として次の二つの理論を用いた。

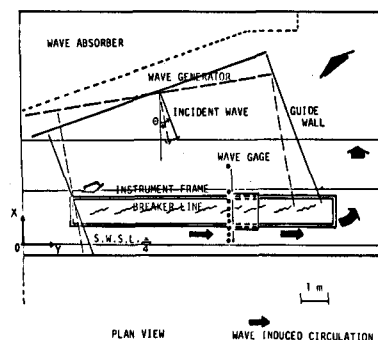


図-1 実験装置の概略

① 微小振幅波理論

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \quad (4)$$

ただし、 g : 重力加速度、 T : 周期、 L : 波長である。

② 有限振幅長波理論 (孤立波理論)

$$C = \sqrt{g(h + H_c)} \quad (5)$$

ただし、 H_c : 波峰高である。

4. 実験結果

実験結果は図-2, 3に示すように横軸に静水汀線を原点とした実座標をとり、縦軸は屈折については入射角 θ 、波速については0.2秒間の波峰伝播距離をとった。

その結果、Step型断面の場合も次の事が言える。

- ① 砕波後の波速を波峰の伝播速度としてとえた場合、平均水位の上昇を考慮した孤立波理論で近似できる。
- ② 砕波点近傍では、波形が変形するために計算値よりかなり大きな波峰進行速度をもつ。この現象は二次砕波点付近でも同様の傾向を示す。
- ③ 入射角 θ の変化は、砕波帯内外を通じSnellの法則と微小振幅波理論との組み合わせにより良い近似が得られる。
- ④ 砕波進行時には、入射角は計算値と大きくかけはなれた値を示す。
- ⑤ CASE-IIにおいて、入射角と計算値との一致はよくない。その原因として、波形勾配が大きくなつたStep前面の傾斜が急であつたためと思われる。
- ⑥ 砕波後の入射角の変化についてはplunging pointで砕波角を初期値として与え、その後の入射角変化を計算すればより良い一致が得られる。

5. 結 論

変断面(step型断面)においても一様勾配断面と同様砕波後の波の屈折および波速は、平均水位の上昇を考慮すればSnellの法則と孤立波理論で十分近似できる。

参考文献

- 1) 佐伯 浩・佐々木幹夫: 第20回海講, pp.559~564.
- 2) 水口 優: 土木学会論文報告集, 第291号, pp.10~105, 1979.
- 3) Horikawa, K. and C.T. Kuo: Proc. 10th Int. Conf. Coastal Eng., pp. 69~81, 1966.
- 4) Mizuguchi, M. and K. Horikawa: 中央大学理工学部紀要, vol. 21, pp. 123~150, 1978.
- 5) Unna, P. J.: Nature, Lond., vol. 148, pp. 226~227, 1942.

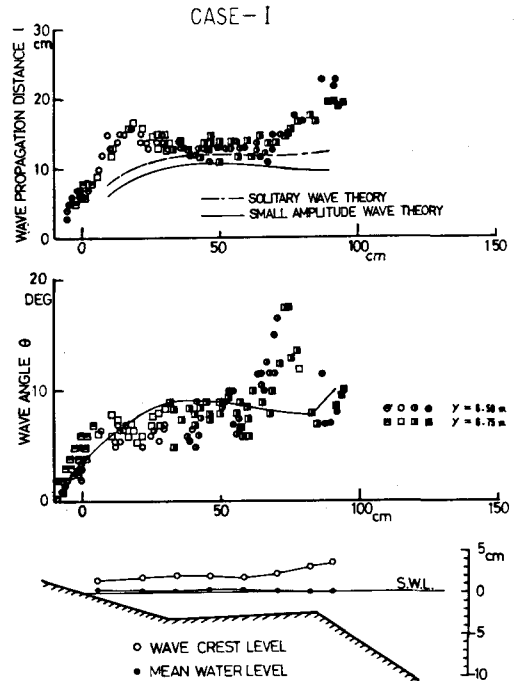


図-2 実験結果と各種理論との比較

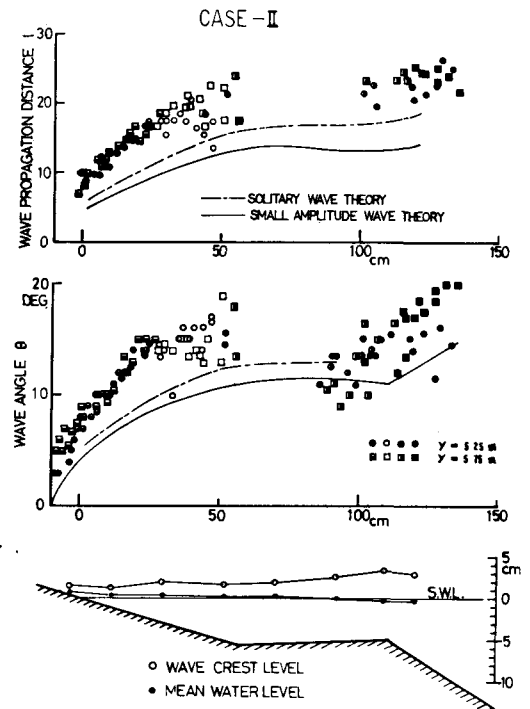


図-3 実験結果と各種理論との比較