

日本大学理工学部 正会員 久室 雅史

同 上 シ 竹沢 三雄

日本大学大学院 学生員の樋口 豊久

1. 概 説

沿岸における波動中心の上昇は、非線形性に関連した浅海波の重要な特性の一つである。この上昇高を算定する方法として、従来の各種理論を適用することが考えられるが、いずれの理論もその適用に限界があり一つの式では表現されていないようである。そこで著者らは、勾配の緩やかな斜面上を進行する波の波動中心上昇高について実験的に考察し、その算定式として Ursell パラメータを導入したつぎの式を提案しその指数 n を実験によって定めようと試みた。すなわち、

$$\frac{d}{H} = \left[\frac{\pi H}{4L} \coth \frac{2\pi h}{L} \right] \cdot [U_r]^n \quad (1)$$

ここで、 d : 波動中心の静水面からの上昇高 h : 水深 L : 微小振幅波理論による波長

H : 進行波の波高 (沖波から推算する場合は、たとえば首藤の長波理論による式を用いることが考えられる。)

U_r : $(H/L)/(\pi/L)^3$ で表わされる一種の Ursell パラメータである。

n : 実験により決定される値 (本実験の結果 $n = \frac{1}{4}$ である。)

ただし、碎波前の進行波に適用するものとし、 $U_r < 200 \sim 300$ とする。

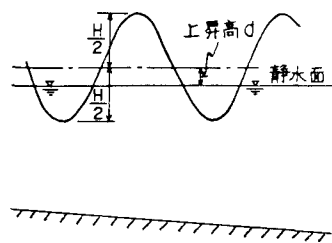


図-1. 波動中心の上昇高

2. 実験方法

実験には、長さ 4.5 m、幅 0.5 m、高さ 1 m で一端にピストン型造波装置を有する両面ガラス張りの二次元造波水槽を用いた。水槽の他端には勾配 1/30 の斜面を設け、さらに波高測定のために水槽水平部と斜面上に計 3 個の抵抗線式波高計 (No. 1 ~ No. 3) を設置した。水槽水平部の水深は、 $h = 30 \text{ cm}$ 、 40 cm 、 50 cm の 3 種類とし、使用した実験波は水槽水平部で、 $H = 10.4 \text{ cm} \sim 25.86 \text{ cm}$ 、周期 $T = 0.99 \text{ sec} \sim 3.54 \text{ sec}$ である。

波長 L は、微小振幅波理論より計算する。波動中心の上昇高 d は、波高計により測定された波峰位と波底位から計算により求めた。なお測定された実験波は、大体 $U_r = 2 \sim 300$ の範囲で部分碎波も若干含まれている。

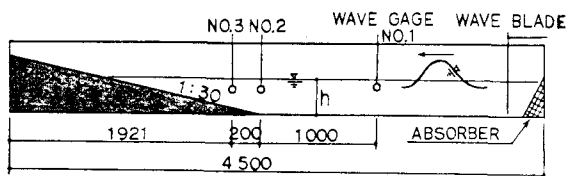


図-2. 実験水槽概要図 (単位: cm)

3. 提案式の考察

実験結果より、(1) 式の U_r と $\frac{d}{H} / \left[\frac{\pi H}{4L} \coth \frac{2\pi h}{L} \right]$ との関係を図示すると、図-3 のとおりになる。この図より、(1) 式中の $[U_r]^n$ の指数 n の値として $n = \frac{1}{4}$ を求めた。したがって、(1) 式はつぎの式で表わされることになる。

$$\frac{d}{H} = \left[\frac{\pi H}{4L} \coth \frac{2\pi h}{L} \right] \cdot [U_r]^{\frac{1}{4}} \quad (2)$$

さらに n の値を吟味するために、相対水深 $h/L = 0.5, 0.2, 0.1, 0.05$ の実験値、従来用いられた理論式(トロコイド波、ストークス波第3近似解、クノイド波³⁾)による値、本提案式(2式)による値の関係を示したのが図-4(a)~(d)である。図より明らかなように、いずれの理論も液動中心上昇高 d の一連の変化過程を十分に表わしていないが、提案式による値は $h/L = 0.5 \sim 0.05$ のいずれの場合にも実験値と比較的よく合い、十分な精度をもつものと思われる。したがって、指数 n の値として $n = 1/4$ が適当な値であることが明らかである。

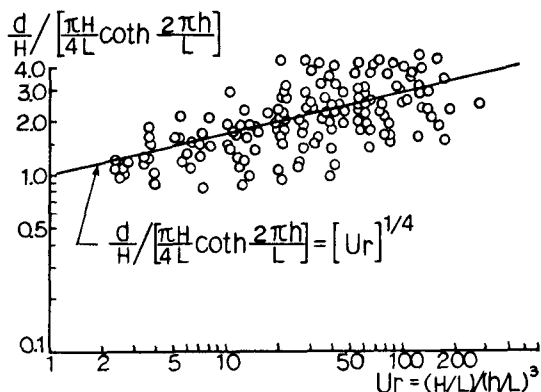
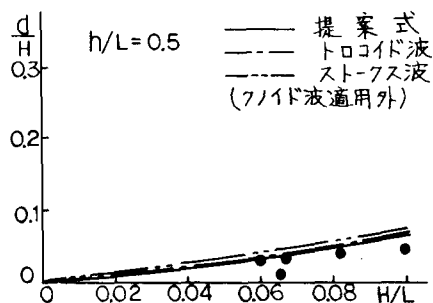
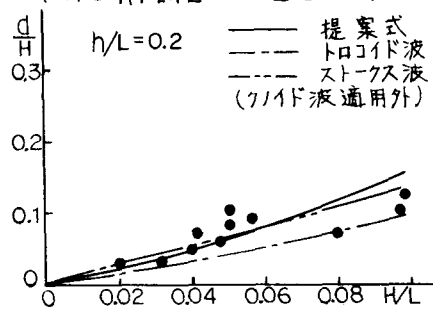


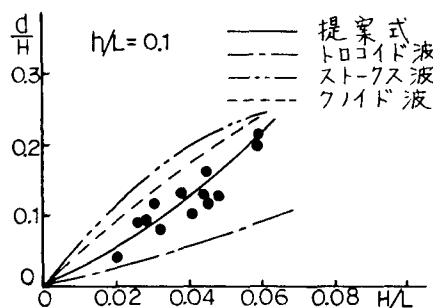
図-3. Ur と $\frac{d}{H} / \left[\frac{\pi H}{4L} \coth \frac{2\pi h}{L} \right]$ との関係



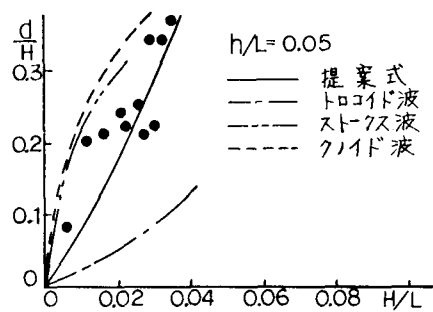
(a)



(b)



(c)



(d)

図-4. 各種理論式および提案式による上昇高と実験値との比較

なお図-5は、提案式による液動中心の上昇高 d と液高 H との比(d/H)、相対水深(h/L)、液形勾配(H/L)との関係を示したもので、合田の実験結果とよく合う。ただし、砕波限界および d/H は合田の実験曲線より換算したものである。最後に、実験資料を提供していただいた、C.E.R.C.の諸氏に対し感謝の意を表します。

- (参考文献) 1) 首藤伸夫: 非線型長波の変形-水路槽水深の変化する場合 第21回海洋工学講演会論文集, 1974
2) 土木学会: 水理公式集, 昭和46年度版, 等
3) Y. Goda: Wave forces on a Vertical Circular Cylinder, Rept. Port and Harbour Res. Inst., No. 8, 1964

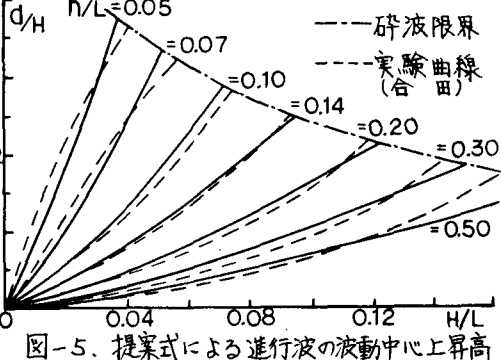


図-5. 提案式による進行波の液動中心上昇高