

有限振幅波の屈折係数に関する研究

京都大学工学部 正会員 岩垣雄一
川崎製鉄 正会員の塩田啓介
京都大学大学院 学生員 土居宏行

1. まえがき 屈折を伴う波の浅水変形においては、水深とともに波向線間隔の影響を考慮する必要がある。後者の影響については微小振幅波理論では屈折係数 $k_r = (b/b_0)^{1/2}$ によって表わされる。本研究では有限振幅波理論と実験により、屈折係数における非線型性について検討した。

2. 実験装置および方法 実験は長さ 27m、幅 50cm、高さ 70cm の造波水槽を用いた。第1の実験は水槽中に側壁を設け、水槽幅を漸減させた場合(図-1)について波高変化を測定した。波高は最初の波の通過後数波目からの3波を平均した。第2の実験は 1/30 勾配斜面上における波高変化を測定した。第3の実験は 1/30 勾配斜面上に 1/30 勾配側壁を設置し、水深、水槽幅とともに減少させた場合の波高変化を測定した。第2、第3の実験の場合の波高は150波程度通過後の定常状態において測定した。

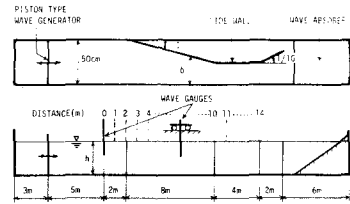


図-1 実験装置

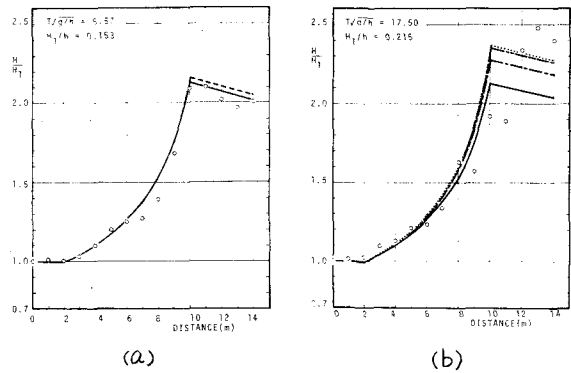


図-2 水深一定、水槽幅減少の場合の波高変化

3. 実験結果および考察 図-2 は第1の実験で側壁勾配 $I = 1/20$ の場合であり、(a)が水深 $h = 30$ cm、(b)が 20cmである。 H_1 は 0(m) 点の波高を示す。理論曲線は定線が微小振幅波、破線がストークス波、1点鎖線および2点鎖線は Laitone および Chappellear のハイパボリック波をそれぞれ採用し、エネルギーフラックス法により求めたものである。点線は首藤の非線型長波の変形式による。これらの理論は微小振幅波を用いた境界摩擦による波高減衰式によって補正した。(a)の場合、実験値と理論値はよく一致している。(b)の場合は12~14(m)地点では実験値は理論より大きな値をとっている。 $I = 1/30$ の場合も行ったが、波高の増加割合が小さく有

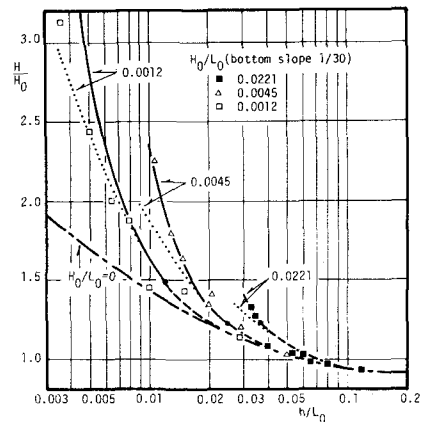


図-3 1/30 勾配斜面上の波高変化

Yûichi IWAGAKI, Keisuke SHIOTA, Hiroyuki DOI

用な結果は得られなかった。図-3は第2の実験の結果である。1点鎖線は微小振幅波、破線はストークス波、実線および点線はChappelearおよびLaitoneのハイパボリック波による理論である。 $H_0/L_0 = 0.0045$ と 0.0221 の場合、実験値は実線によく一致している。図-4は第3の実験の結果である。上側の図は水槽幅の変化を示し、実験が計画値で黒丸が実測値である。下側の図の1点鎖線は微小振幅波、破線はストークス波、実線はChappelearのハイパボリック波による理論値である。点線は浅水係数としてChappelearのハイパボリック波とストークス波による理論値を用い、屈折係数として微小振幅波の $Kr = (b_0/b)^{1/2}$ を用いて求めたものである。実験値は実線によく一致している。なお図-2と3の理論曲線では、摩擦による波高減衰は考慮していない。

4. 有限振幅波の屈折係数 いま、

$$\frac{H}{H_0} = \left(\frac{H}{H_0} \right)_{b_0/b=1} \cdot \left(\frac{b_0}{b} \right)^\alpha \quad \text{----- (1)}$$

を仮定する。上式において波高比としてChappelearのハイパボリック波とストークス波による値を与え、 α を逆算したものが図-5の実線である。黒丸は両理論の交点を示す。破線はハイパボリック波の第1近似解を用い、(1)式と同様にして求めた。

$\alpha = 2/3 + \log \left[1 - 3(h/L_0)^{3/2} (H_0/L_0)^{-2/3} \{ 1 - (b_0/b)^{-1/3} \} \right] / \log(b_0/b) \quad \text{----- (2)}$
による曲線である。この図より有限振幅波の屈折係数における α の値は浅水に伴って0.5から次第に大きくなり、特に $b_0/b = 0.5$ の場合、碎波点近傍では $\alpha = 0.7$ 以上に becoming, 有限振幅性が無視できなくなることがわかる。

5. 結語 本研究では水深あるいは水槽幅を変化させた実験を行い、その結果が有限振幅波による理論とよく一致することを示した。さらに有限振幅波の屈折係数が微小振幅波のものと異なり、非線型効果が無視できない場合があることを示した。

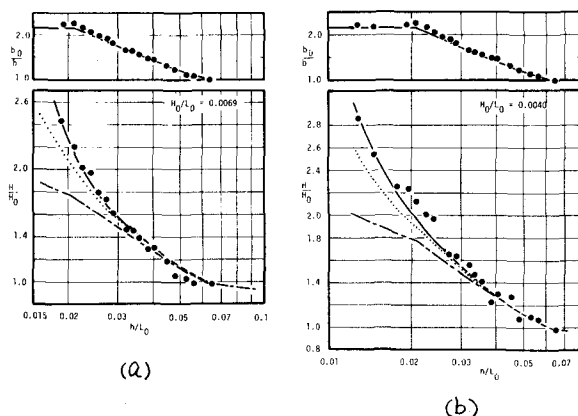


図-4 水深減少、水槽幅減少の場合の波高変化

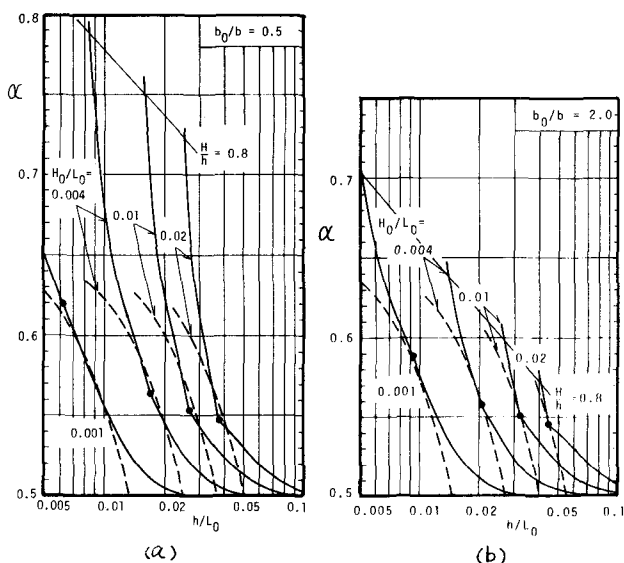


図-5 有限振幅波理論および簡略式による屈折係数の α