

重複波モデルによる極大波の発生機構に関する研究

戸田建設 正員 ○ 河本泰二郎 鳥取県庁 正員 甲斐智行
鳥取大学工学部 正員 木村 晃, 太田隆夫

1. はじめに

波高が有義波高の2倍を越えるような異常な波はfreak waveとよばれ、大水深海域での開発が進むにつれて広く知られるようになってきた。本研究ではfreak waveの発生原因として多方向からの波の重合とするモデルを提案する。まず実験により斜め重複波の波高に関する実験を行って、非常に大きな波高が発生することを示す。つぎにその波高と確率モデルを組み合わせて波の重合が波高の確率特性に及ぼす影響を評価し、freak waveが必ずしもきわめて希な現象でないことを示す。

2. 斜め重複波

本研究では方向分布特性を持つ不規則波を、主波向きを中心とした、時計回り方向と反時計回り方向に2等分し、それぞれの波高はRayleigh分布、波向きは合田の方向分布関数で与えられる波の集合と考えた。斜め重複波の波高の確率分布は、上の2つの確率母集団に含まれるすべての2波の組み合わせについて、力学特性と発生確率を評価し、最後に全体を組み合わせて波高の確率分布を推定する方法をとった。それぞれの2波を式(1)で与える。 θ_1, θ_2 はそれぞれの入射角である。周期を一定と仮定すると、式(1)の2波が重なった場合、一点で測定した波高 H_0 は場所によって変化し[式(2)]、その確率分布は式(3)で与えられる。図-1の実線は式(3)を示したものである。本研究では斜め重複波の波高を実験により求めた。

$$\eta_1 = a_1 \cos(k_1 \cos \theta_{1x} + k_1 \sin \theta_{1y} - \sigma_1 t + \varepsilon_1) \quad (1)$$

$$\eta_2 = a_2 \cos(k_2 \cos \theta_{2x} + k_2 \sin \theta_{2y} - \sigma_2 t + \varepsilon_2)$$

$$H_0 = \sqrt{H_1^2 + H_2^2 + 2H_1 H_2 \cos\left(2k \sin \frac{\theta}{2} y + \varepsilon_0\right)} \quad (2)$$

$$p(H_0) = \frac{H_0}{\pi H_1 H_2 \sqrt{1 - \left(\frac{H_0^2 - H_1^2 - H_2^2}{2H_1 H_2}\right)^2}} \quad (3)$$

3. 斜め重複波の波高

碎波高に近い2波が衝突すると、いわゆる三角波が生じ、波高が異常に高くなる。この点を確認するために三井らと同様、水槽に反射壁を設置して反射波と入射波と重ねることにより、斜め重複波を発生させて検討した。実験ケースは波の交差角 θ ($=|\theta_1 - \theta_2|$)を 30° 間隔で6種類、反射板の反射率を2種類変えた計11ケースについて行った。図-2は斜め重複波の峰の位置における波高と入射波高の関係を示したもので、図の下に示した条件での実験結果である。各図とも斜めの実線は入射波高と反射率から求めた重複波高の関係を示したものである。水平な実線の部分は岩田らの結果に、波の交差角の影響を加味して求めた次の式(4)から計算した値である。

$$H_b/L_b = (C - D \cdot b^*) \tanh(2\pi h_b/L_b) \quad C = 0.218 - 0.076 \frac{180^\circ - \theta}{180^\circ} \quad (4)$$

$$b^* = \frac{|H_1 - H_2|}{H_1 + H_2} \quad D = C - 0.142$$

実線の屈曲点が斜め重複波の碎波点である。各図の○印は非碎波、×印は碎波しているデータである。図からわかるように、特に屈曲点付近にある波ではデータの多くが実線より上にプロットされ、推定値より大きな波高の波が発生しており、特に反射率が1.0で θ が 180° の場合に、波高が推定値の2倍以上に達しているデータがある。これは非常にシャープに尖った峰をもつ波で、freak waveの特徴としてPer Bruun(1985)があげている条件に非常に近い特徴を持つ。

4. 巨大な波の発生の可能性

3. で示したように碎波条件に近い入射波で、対向に近い条件で2波が重なった斜め重複波の波高は非常

に大きくなる。このような状況の実際の海での発生可否を検討するため、波向きの確率分布を合田の波高分布関数 ($S_{\max}=10$)、波高の確率分布はRayleigh分布、重合波の空間的な波高の確率分布を式(3)でそれぞれ近似して、その発生確率を計算した。その結果、上記の条件を満たす波の発生確率は1ストーム内に十分発生し得るオーダーであることがわかった。

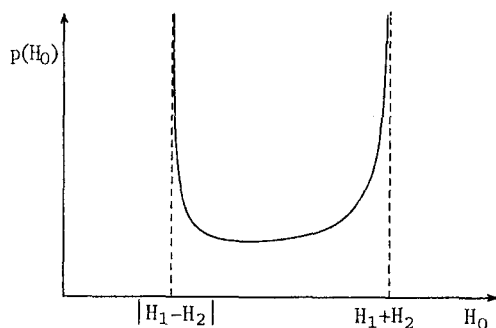


図-1 波高の空間分布の確率分布

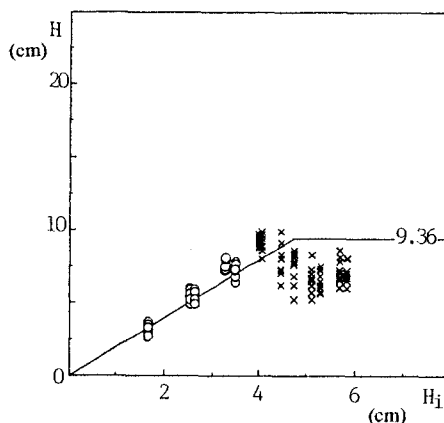


図-2.1 斜め重複波の波高
 $\theta=60^\circ$ 反射率 0.97

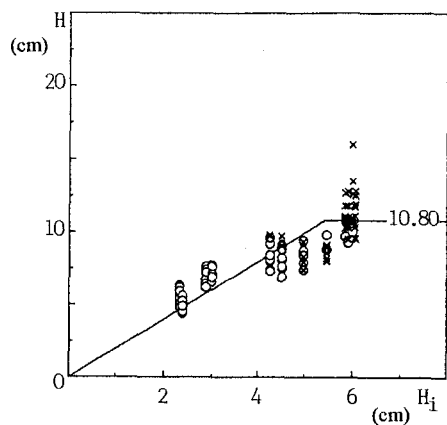


図-2.2 斜め重複波の波高
 $\theta=120^\circ$ 反射率 1.00

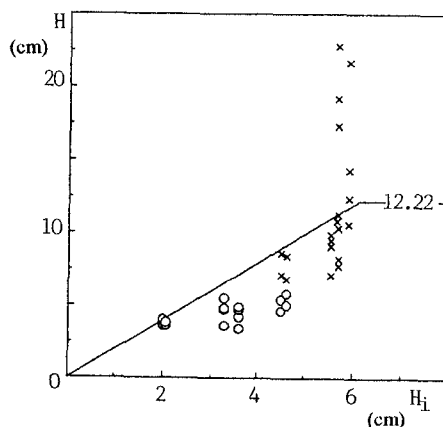


図-2.3 斜め重複波の波高
 $\theta=180^\circ$ 反射率 1.00

<参考文献> 1) 岩田好一郎, 清野博: 部分重複波の砕波に関する実験的研究, 第30回海溝論文集, 1983
2) 三井宏, 豊田裕作: 2方向からの入射波の砕波について, 第31回海溝論文集, 1984