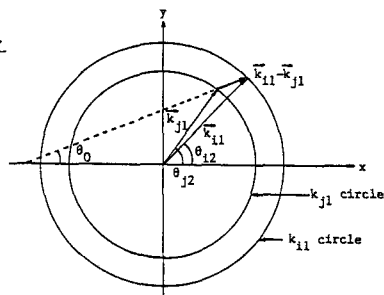


1. はじめに：不規則波の1次成分波相互の干渉によって発生する2次非線形長周期波が、エッジ波、浮体の長周期動揺、湾水振動等の発生原因となり得ることが指摘されて以来、その重要性が認識されるようになってきている。最近になりBowers(1975), Ottesen-Hansen(1978)あるいはSand(1982a)らによりそのスペクトルを与える試みがなされた。Sand(1982b)はさらに理論を拡張し、この波の方向スペクトルを与える式を示した。しかしこれらの理論は共通して1次成分波の位相角を必要とし、従来いくつか提案されている不規則波の1次スペクトルからその2次波のスペクトルは計算できなかった。これに対応するための方法として新たに位相角の確率特性を導入するという示唆もなされたが、著者(1984)は2次波の理論スペクトルの位相角を平均することでこれに対処し、2次非線形長周期波の平均方向スペクトルを与える式を示した。合田らは(1975)光易型の方向スペクトルの浅海域での変形を計算し、水深の変化に伴う方向分布関数の特性値 $S_{\max}$ の変化を与える図を示した。ここではやはり1次波のスペクトルとして合田らにより規格化された光易型の方向スペクトルを用い、浅海域における2次非線形長周期波の方向スペクトルを計算し、その変形特性について検討した。



2. 2次非線形長周期波：ここでいう2次非線形長周期波とは2つの1次成分波相互の非線型干渉によって生じる波のうち周波数差の波である．図-1は2つの1次成分波（周波数： f_{i1} , f_{j1} , 波数： k_{i1} , k_{j1} , 進行角 θ_{i2} , θ_{j2} ）とそれによって生じる2次非線形長周期波の波数の関係を示したものである．2次波の周波数を f_0 , 進行角を θ_0 とするとこれらと2つの1次波の周波数および進行角との間に次の関係がある．

図-1 1次波と2次波の波数の関係

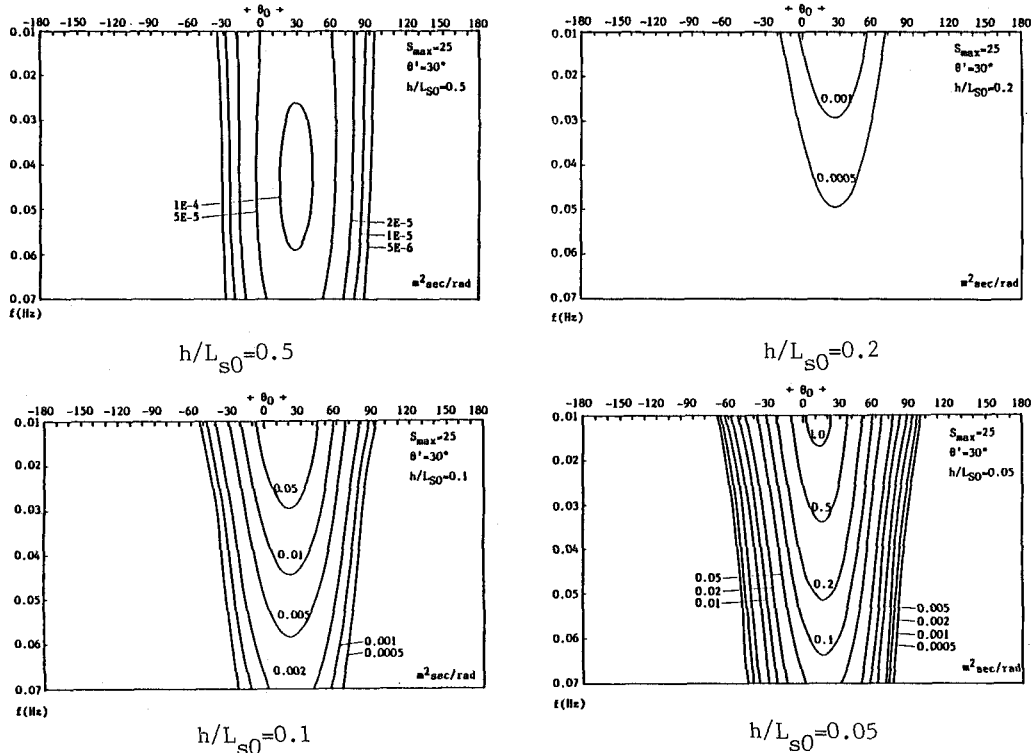
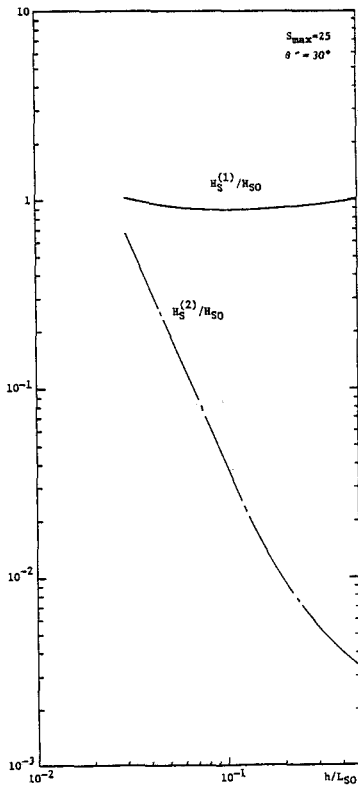


図-2 2次非線形長周期波の方向スペクトル


図-3 $H_s^{(1)}$ と $H_s^{(2)}$ の比較

$$f_{i1} = f_{j1} - f_0$$

$$\theta_{j2} = \theta_0 - \sin^{-1}\{(k_{i1}/k_{j1})\sin(\theta_0 - \theta_{i2})\}$$

方向スペクトルを持つ不規則波の場合上式を満たす1次波の組合せは無限に存在する。したがって周波数が f_0 ，進行角が θ_0 である2次波の方向スペクトル $E^{(2)}$ はこれら全てを加え合わせた

$$E^{(2)}(f_0) = \int_{f_{i1}} \int_{\theta_{i2}} E^{(1)}(f_{i1}, \theta_{i2}) E^{(1)}(f_{j1}, \theta_{j2}) \alpha(f_{i1}, f_{j1}, \theta_{i2}, \theta_{j2}) df_{i1} d\theta_{i2} \quad (3)$$

で与えられる。ここに $E^{(1)}$ は1次波の方向スペクトル， α は応答関数である (Kimura, 1984)。

3. 1次成分波の方向スペクトル：1次成分波の方向スペクトルとしては光量型方向分布関数を持つスペクトルを用いた。計算は合田により規格化された式を用いた。有義波の波高・周期はそれぞれ3.3m, 8.0sとし， S_{max} ，深海部での入射角 θ' を種々変化させて平行等深浅海岸に入射した場合について検討した。

4. スペクトルの変形：図-2は $S_{max}=25$ ， $\theta'=30^\circ$ の場合の $E^{(2)}$ の変形を示したものである。図中の実線はスペクトルの等エネルギー線である。図から浅海部では $E^{(2)}$ のピークは最低周波数部分に現れ，エネルギーは水深の減少とともに急激に増加して行くことがわかる。図-3はエネルギーの増加の様子を見るために示したもので，図中の実線は $E^{(1)}$ および $E^{(2)}$ から計算した有義波高 $H_s^{(1)}$ および $H_s^{(2)}$ を深海部での1次波の有義波高 H_{s0} (3.3m) で割ったもので水深の減少に伴う $H_s^{(2)}$ の急激な増加がよくわかる。次に方向分布関数の変化を示したものが図-4である。図は $S_{max}=25$ の場合の $E^{(1)}$ および $E^{(2)}$ のそれぞれのピーク周波数の部分における方向分布関数を正規化して示したものである。 θ' は 10° ， 30° ， 60° の3通りに変化させて計算した。左側の図が $E^{(1)}$ ，右側が $E^{(2)}$ に対応するものである。図からわかるように $E^{(1)}$ のものに比して $E^{(2)}$ のものは分布幅が非常に大きく水深減少に伴うピークの先鋭化も緩やかである。しかし，ピークにおける両者の進行角は全てのケースで一致する。

参考文献：Bowers (1975): Trans. Roy. Inst. Naval Archit., Vol. 118, Ottesen-Hansen (1978): Prog. Rept. 46 Tech. Univ. Denmark, Sand (1982a): Jour. ASCE, WW4, Sand (1982b): Coastal, Engg., Kimura (1984): Rept. No. 84-3 Dept. Civil Engg. Delft Univ., 合田ら (1975): 港研資料, No. 230。

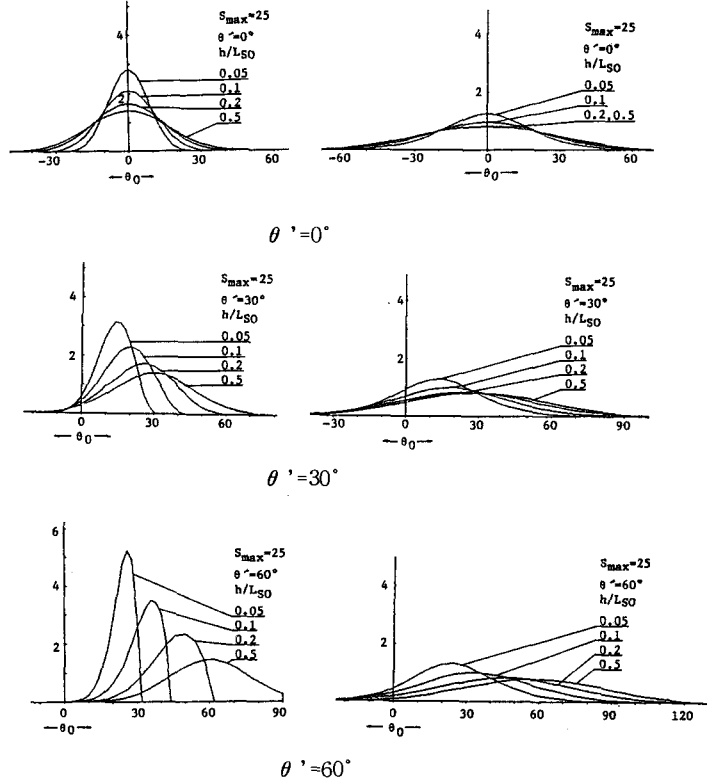


図-4 1次波と2次波の方向分布関数の比較

(1)

(2)