

1. はじめに

波による海洋構造物の動揺、係留力、波力などの基本的な応答特性を水槽実験によって調べる場合、入力波としては、出来るだけ単純化された正弦波的な規則波を用いる事が一般的である。しかしながら、既に合田⁽¹⁾が指摘するように水槽には、その有限性、造波方法、造波装置の精度等に帰因する数多くの擾乱が存在して応答特性が歪められる為、線形性が期待された入射波との物理的な関連付けが困難となる事が少なくない。これらの擾乱のうち、波高の場所的変動性は、模型の設置場所によって実験結果が異なると言った問題を生じ、実験精度に大きく影響する。波高が場所的に変動する主因の一つとして、浅海長波の条件における2次波の発生が挙げられる。2次波の発生は、既に多くの研究者によって理論付けられているが、ここでは、2次波を Fontanet が導いた造波板から発生する自由波と見なし、Hansen⁽²⁾らが用いたのと同様の方法で、この2次波を抑制することを試みた。

2. Fontanet Wave の表現

観測された波形 $\eta(x, t)$ は、Hulsbergen⁽³⁾ にならって、次のように表現できる。

$$\begin{aligned} \eta(x, t) = & A_1 e^{i(kx - \omega t)} + A_* e^{i(k_1 x - \omega t + \alpha_1)} \\ & + A_2' e^{2i(kx - \omega t)} + A_2 e^{i(k_2 x - 2\omega t + \alpha_2)} \\ & + A_3' e^{3i(kx - \omega t)} + A_* e^{i(k_3 x - 3\omega t + \alpha_3)} + \dots \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 A_1 、 A_2' 、 A_3' は、Stokes 波の3次までの定形波成分、 A_* 、 A_*' は A_1 と A_2 の干渉波振幅、 A_2 は Fontanet Wave の振幅、 k は角振動数 ω に対する Stokes 波の波数、 k_1 、 k_2 、 k_3 は干渉波の波数である。

今、 $\eta(x, t) = \frac{a_0(x)}{2} + a_1(x)e^{-i\omega t} + a_2(x)e^{-i(2\omega t + \gamma)} + a_3(x)e^{-i(3\omega t + \gamma')} + \dots$ (2)
(1)式と(2)式の第2次の項を比較すると、 A_2' 、 A_2 は次に示すように Fourier 成分の最大値、最小値で表わす事ができる。

$$A_2' = (a_{2\max} + a_{2\min}) / 2 \quad (3)$$

$$A_2 = (a_{2\max} - a_{2\min}) / 2 \quad (4)$$

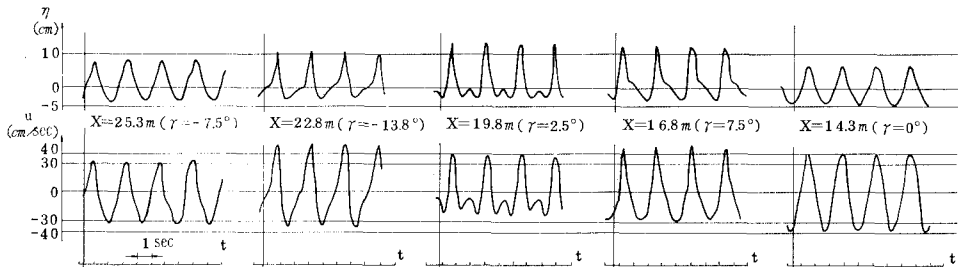


Fig.1 Wave and Velocity Record along the Flume ($h=0.3m$, $T=2.4sec$)

$$L_{0v} = L_1 L_2 / (L_1 - 2L_2) \quad (5)$$

$$\alpha_2 \div 180^\circ \quad (6)$$

ここで、 $a_{2\max}$ 、 $a_{2\min}$ は $a_2(x)$ の場所における最大値と最小値、 L_{0v} は $a_2(x)$ の Overtake length、 $L_1 = 2\pi/k$ は主要波の波長、 $L_2 = 2\pi/k_2$ はFontanet Waveの波長である。

3. 実験装置

実験に用いた水槽は長さ51m、幅0.8mの2次元造波水槽で、端部にピストン型造波機が付いている。

Fontanet Waveの抑制は、造波機に主要波動電圧の他、主要波動の2倍の周波数をもつ2次波動電圧を加えて、試行錯誤で行なった。

$$e = e_1 \sin \omega t + e_2 \sin(2\omega t + \varphi) \quad (7)$$

造波板の動き ξ は、合成電圧 e に比例するから、

主要波動に対して予想されるFontanet Waveの振幅に比例する電圧 e_2 を計算して、逆位相で加えればよい。実験は、水深 $h = 0.3$ 、 0.45 m、周期 $T = 1.25 \sim 2.5$ secの条件で行なったので、 $h/L = 0.075 \sim 0.24$ となり、この範囲における α_2 は(6)式に示すように理論的にはほぼ 180° である。従って(7)式において $\varphi = 0$ として実験を行なった。

4. 実験結果

Fig.1に波高と底面流速の波形の場所的变化を示す。図中、 X は造波板からの距離、 γ は(2)式における1次項と2次項との位相差である。Fig.2は波高のFourier級数項の場所的变化を表わす。造波板の2次波動電圧 e_2 によって $a_2(x)$ が大きく影響を受ける事が判る。Fig.3は、(4)式から計算されるFontanet Waveの振幅 A_2 の e_2 による抑制の様子を示したものである。図より、 $e_2 = 75$ で、

Fontanet Wave成分 A_2 を20%程度に抑制した事が読み取れる。

Fig.4は(5)式の L_1 、 L_2 を線形波と仮定して計算したOvertake length L_{ov} と実験値との比較を示したもので、既往の研究例と同様、実験が低い値となっている。

5. 結論

(7)式のような造波板操作では、完全にFontanet Waveを消す事は難しい。

参考文献

- 1) 合田良実：造波水路における波浪実験の二、三の問題点について、第15回海岸工学講演集、1968年
- 2) Hansen, J. Buhr et al.: Laboratory generation of waves of constant form, Proc. 14th C.E.C. Vol. I, 1974
- 3) Hulsbergen, C.H.: Origin, effect and suppression of secondary waves, Proc. 14th C.E.C. Vol. I, 1974

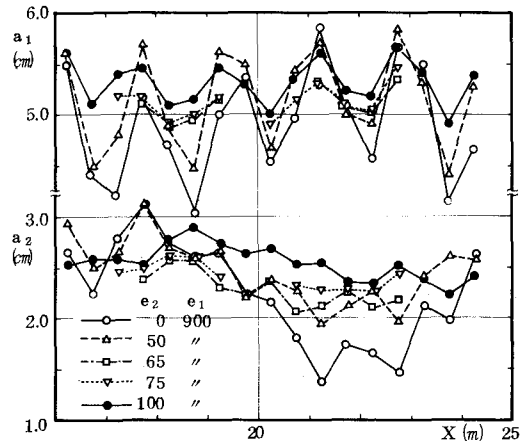


Fig.2 Fourier Components of η

($h = 0.3$ m, $T = 2.0$ sec)

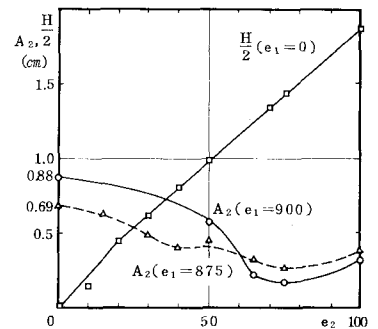


Fig.3 Suppression of Fontanet Wave

($h = 0.3$ m, $T = 2.0$ sec)

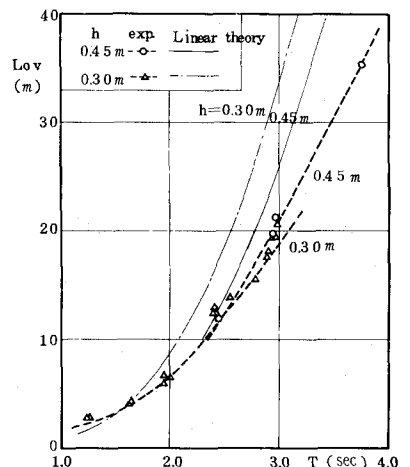


Fig.4 Overtake length