

熊本大学 工学部 正会員 滝川 清
 熊本大学 工学部 正会員 田判 幹修
 熊本大学 工学部 学生員 〇永田 修一

1. はじめに. 本報告は、先にその(1)で示した有限要素法による解析手法を用いて、入射波が微小振幅の正弦波の場合について解析検討したものである。

2. 境界処理. 図-1に示す様に、解析領域内での速度ポテンシャルを ϕ 、外部は $\bar{\phi}$ と表す事にする。いま波の入射側において、 $\bar{\phi} = \bar{\phi}_1 + \bar{\phi}_2$ と考へて、

$Re(\bar{\phi}) = \alpha \{ \sin \alpha x - |A_1| \sin(\alpha_1 x + \epsilon_1) \} \cos \alpha t + Re(\phi)$, $\alpha = \omega / g, A_1 = |A_1| e^{i\epsilon_1}$
 したがって、汎関数中の $\int_{S_0} \bar{\phi} \delta \alpha$ は次式のようになる。

$Re(\bar{\phi}) \delta \alpha = Re(\alpha \{ \cos \alpha x - |A_1| \cos(\alpha_1 x + \epsilon_1) \} \sin \alpha t) \delta \alpha$ (2)

式(2)は $|A_1|$ と位相差 ϵ_1 の2つの未知量を含む。従って、先の解析方法で述べた様に、境界 S_0 上で新たに $\bar{\phi}$ および ϕ の連続をここで考へると、

$\int_{S_0} Re(\bar{\phi}) \delta \alpha = - \frac{\alpha}{g} \{ \cos \alpha x + |A_1| \cos(\alpha_1 x + \epsilon_1) \} = \int_{S_0} \bar{\phi} \delta \alpha = \sum_{S_0} [S] \delta \alpha$ (3)

$\int_{S_0} Re(\phi) \delta \alpha = \frac{\alpha}{g} \{ \sin \alpha x - |A_1| \sin(\alpha_1 x + \epsilon_1) \} = \int_{S_0} \phi \delta \alpha = \sum_{S_0} [S] \phi$ (4)

3. 数値計算結果. 解析方法の有効性を確かめる為に、まず一様水深における完全通過の場合について図-2に示す様に分割を行い解析した。 ϕ , η の初期条件としては微小振幅理論による値を用いている。図-3は、入射波を $\alpha = 1.0$, $\alpha_1 = 1/40$, $\epsilon_1 = 1/20$ として時刻 $t = 3.0 \sim 3.8$ における波形を抽いたもので、図の通り、境界処理がうまく行っている事が知れる。さらに表-1は、計算による通過波の成分をFourier分解して1次~3次波まで示しており、合わせて理論の3次近似式との比較をしているものである。これからも本解析法が十分有効であるものと思われる。さらに、図-4、図-5は、漕上の場合、図-6、図-7は不透過な潜堤の場合についての同様な計算結果であり、これらの説明は他の結果と合わせて議論時に発表の予定である。

ここに $[S] = \frac{\alpha}{g} \{ A_1 e^{i\epsilon_1} \}$ である。
 通過側においても同様に考へる事にして、 $\bar{\phi} = \bar{\phi}_2$ として汎関数中の $\int_{S_0} \bar{\phi} \delta \alpha$ は
 $Re(\bar{\phi}) \delta \alpha = Re(\alpha |A_2| \cos(\alpha_2 x + \epsilon_2)) \cos \alpha t \delta \alpha$
 として汎関数中の $\int_{S_0} \bar{\phi} \delta \alpha$ は
 $Re(\bar{\phi}) \delta \alpha = - \frac{\alpha}{g} |A_2| \cos(\alpha_2 x + \epsilon_2) = \sum_{S_0} [S] \delta \alpha$
 したがって、汎関数中の $\int_{S_0} \bar{\phi} \delta \alpha$ は次式となる。
 $Re(\bar{\phi}) \delta \alpha = Re(\alpha |A_2| \cos(\alpha_2 x + \epsilon_2)) \cos \alpha t \delta \alpha$ (2)

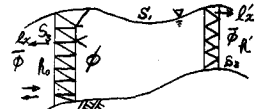
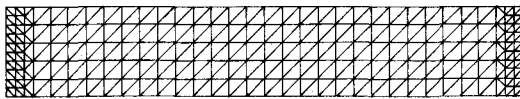


図-1. 解析領域
注: (左) 外向き法線方向を正とし、 $\alpha_2 = \alpha x - \alpha z$

また、新たに加えるべき条件として、次式を得る。
 $\int_{S_0} Re(\bar{\phi}) \delta \alpha = - \frac{\alpha}{g} |A_2| \cos(\alpha_2 x + \epsilon_2) = \sum_{S_0} [S] \delta \alpha$ (6)
 $\int_{S_0} Re(\phi) \delta \alpha = \frac{\alpha}{g} |A_2| \sin(\alpha_2 x + \epsilon_2) = \sum_{S_0} [S] \phi$ (7)

これらの条件を加えて多元連立方程式を解く事によって全未知量が同時に決定できる。なお、ここで、 $Re(\phi)$ のみを考へているのは、計算機の容量を節約する為である。



節点数 228 全要素数 370
 図-2 有限要素分割

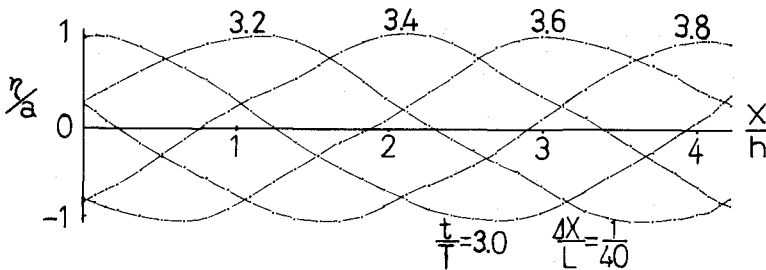


図-3 表面波形 ($\alpha = 1.0$, $\alpha_1 = 1/40$, $\epsilon_1 = 1/20$)

表-1 通過波形 ($\alpha = 1.0$)

α_1	ϵ_1	次数	3次近似式	数値計算
1/40	1/40	1次	0.999	1.001
		2次	0.030	0.013
		3次	0.001	0.004
1/40	1/40	1次	0.999	0.998
		2次	0.030	0.022
		3次	0.001	0.004
1/20	1/10	1次	0.996	0.982
		2次	0.059	0.039
		3次	0.004	0.016
1/20	1/20	1次	0.996	0.994
		2次	0.059	0.042
		3次	0.004	0.006

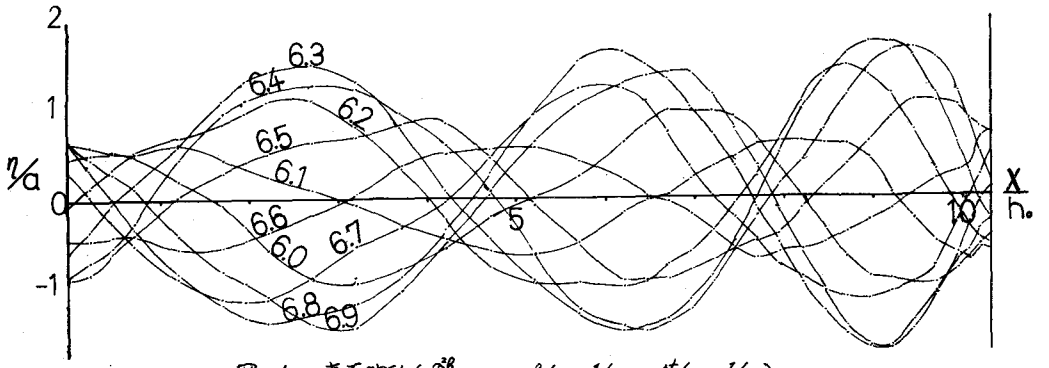


图-4 表面波形 ($\frac{\sigma_R^R}{\sigma} = 0.5$, $\frac{\rho_{R_0}}{\rho_0} = 1/80$, $\frac{\delta t}{\tau} = 1/20$)

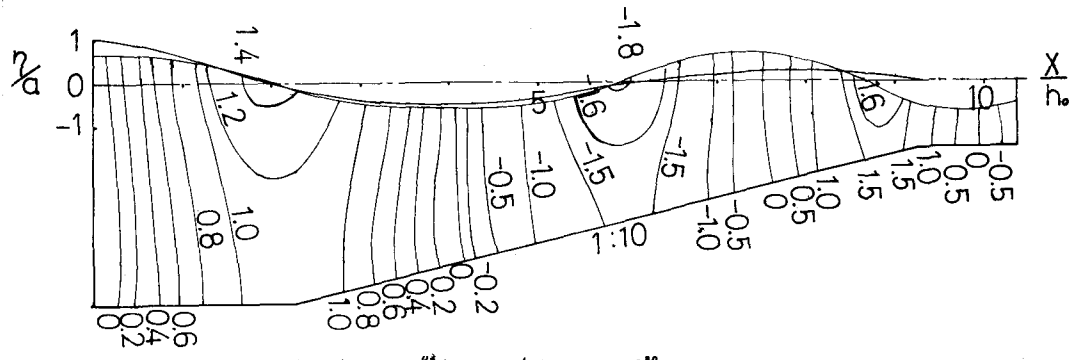


图-5 ϕ^* 分布 ($\phi^* = \frac{\sigma_R^R}{\sigma} \phi \times 10^2$, $t/\tau = 6.0$, $\frac{\sigma_R^R}{\sigma} = 0.5$)

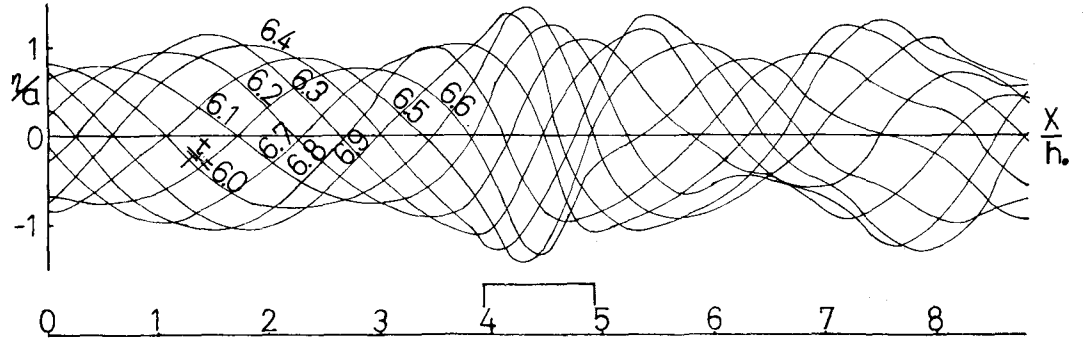


图-6 表面波形 ($\frac{\sigma_R^R}{\sigma} = 0.75$, $\frac{\rho_{R_0}}{\rho_0} = 1/80$, $\frac{\delta t}{\tau} = 1/20$)

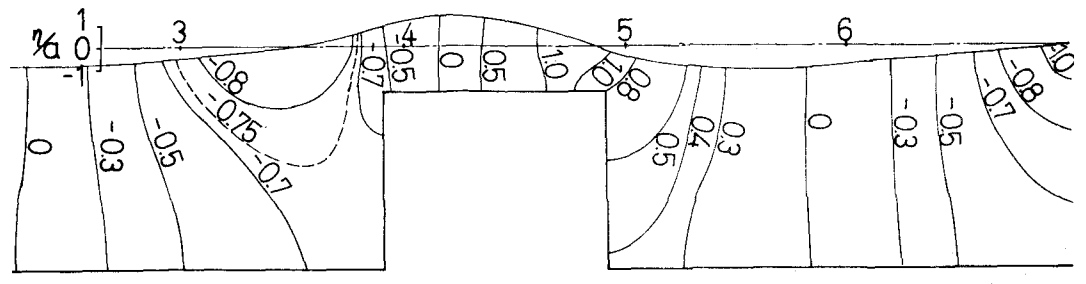


图-7 ϕ^* の分布 ($\phi^* = \frac{\sigma_R^R}{\sigma} \phi \times 10^2$, $t/\tau = 6.0$, $\frac{\sigma_R^R}{\sigma} = 0.75$)