

浮体に働く^{波の}水平力を消す方法

浮体に働く上下方向波強制力は波なし形状を採用する事によって容易になくする事が出来るが水平力に対しては波なし形状がない（正確に言うと水平方向波強制力の^{いくらでも}小さい形状は考えられるが実用的なものはないと言う事）ので少なくとも浮体ごとの水平力をなくする事は出来ない。

そこで浮体にバネ（必要ならばダンパーも）を介して附加物を取付け波の水平強制力を消す可能性について検討して見よう。

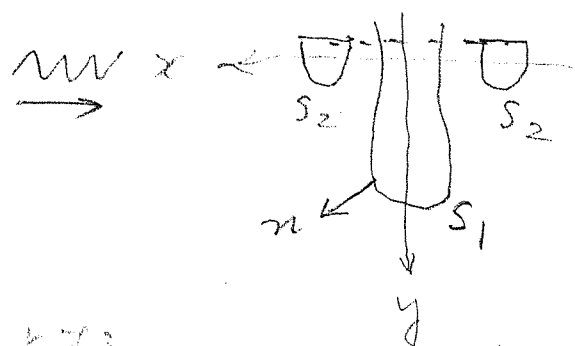
1. 流体力の表現 物体は
簡単の為、2次元問題とし左右対称としよう。

また、主物体 S_1 に対し ^{左側の} 附加物 S_2 は一体となって
運動するものとする。

速度ポテンシャル等は

$$\operatorname{Re} \{ \phi e^{i\omega t} \}$$

の形に複素表示されるものとする。



S_1 の動揺振動を X_1^j

S_2 " X_2^j

但し $j=1$ は左右, $j=2$ は上下, $j=3$ は回転とする。

未知の運動による速度ポテンシャル ϕ を

$$\phi_k^j = i\omega X_k^j \phi_k^j, \quad \dots (1.1)$$

と書くと ϕ_k^j に与える境界条件は

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \phi_k^j}{\partial n} \phi_k^j &= \begin{cases} -\frac{\partial X_k^{(j)}}{\partial n} & \text{on } S_k \\ 0 & \text{on } S_\ell \neq S_k \end{cases} \end{aligned} \right\} (1.2)$$

こゝに

$$\frac{\partial X_k^{(1)}}{\partial x} \equiv \frac{\partial x}{\partial x}, \quad \frac{\partial X_k^{(2)}}{\partial n} \equiv \frac{\partial y}{\partial n}$$

$$\frac{\partial X_k^{(3)}}{\partial n} = x \frac{\partial y}{\partial n} - y \frac{\partial x}{\partial n}$$

(1.3)

反射波は $(\neq \phi_0)$

$$\varphi_0 = -i\omega K a \phi_0$$

$$\phi_0 = e^{-Kx} + iKx$$

} (1.6)

2) 散乱ポテンシャルは

$$\varphi_d = -i\omega K a \phi_d, \quad (1.7)$$

$$\frac{\partial(\phi_d + \phi_0)}{\partial n} = 0 \quad \text{on } S_1 \text{ and } S_2, \quad (1.8)$$

3) 故に全ポテンシャルは

$$\varphi = -i\omega K a [\phi_0 + \phi_d] + i\omega \sum_{k=1}^2 \sum_{j=1}^3 X_k^j \phi_k^j, \quad (1.9)$$

反射波がない時に

したがって S_k は働く力又は原点周りのモーメントは

$$F_k^j = \rho i\omega \int_{S_k} \varphi \frac{\partial \chi^{(j)}}{\partial n} dS, \quad (1.10)$$

で今

$$\int_{S_k} \phi_l^j \frac{\partial \chi^{(i)}}{\partial n} dS = f_{l,k}^{(i,j)}, \quad (1.11)$$

とあくく

$$F_k^j = -\rho \omega^2 \sum_{i=1}^3 \sum_{l=1}^2 X_l^i f_{l,k}^{(i,j)}, \quad (1.12)$$

1.12 から

$$f_{l,k}^{(i,j)} = f_{k,l}^{(j,i)}, \quad (1.13)$$

S_R に働く 圧力 の力 と モーメント は

$$\begin{aligned} \bar{E}_R^j &= \rho i \omega \int_{S_R} (\phi_0 + \phi_1) \frac{\partial \chi^{(j)}}{\partial n} ds = \rho g a \int_{S_R} (\phi_0 + \phi_1) \frac{\partial \chi^{(j)}}{\partial n} ds \\ &= \rho g a H_R^j(K), \quad \dots \quad (2.14) \end{aligned}$$

$$H_R^j(K) = \int_{\Sigma R} \left\{ \phi_R^j \frac{\partial}{\partial n} - \frac{\partial \phi_R^j}{\partial n} \right\} e^{-ky + iKx} ds, \quad \dots \quad (2.15)$$

2. 主体に働く力が消える条件

主体 S_1 が静止している時は、波あや S_2 から与える力が消える条件を考えてみよう。

S_2 としては、簡単のため、薄い板を考えると板面に平行な方向の力は無視出来る。

板の置き方としては右図のように

2つ考えられるが、先んず F , R 型としよう。

そうすると S_2 の運動の自由度は先んず 2つ

考えればよいが、その内、1つを拘束

すれば、更に簡単になる。

最も単純な場合として F 型で、 S_2 は上下動

のみ許されて S_1 にバネで連結

されている場合を考えてみよう。

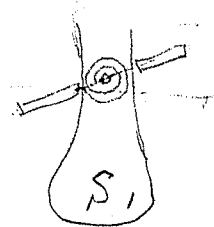
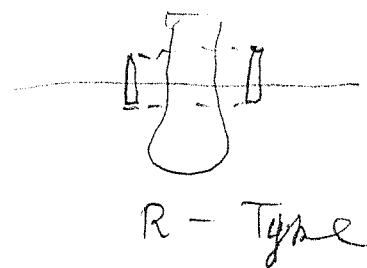
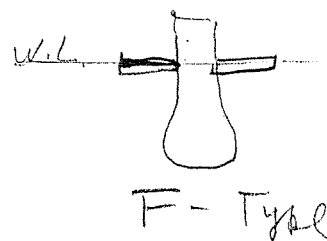
S_1 に働く水平力は (1.12), (1.15) より

$$F_1' + E_1' = \rho g H_1^{(1)} - \rho \omega^2 X_2^3 \int_{2,1}^{(3,1)} \quad (2.1)$$

(括弧の中は1とする)

であるからこれが 0 となるには

$$K X_2^3 = H_1^{(1)} / \int_{2,1}^{(3,1)} \quad (2.2)$$



それ故 $X_2^{(3)}$ を (2.2) に従って制御するのの一法である。

(この場合対称性から S_2 の上下動は、水平方向に関係ない)

さて S_2 の運動は支点回りの慣性モーメントを I

復元力を k (この時 S_2 が水面に出ている場合は

浮力による復元力をこれに含ませる事とする。また

没水平板の時は流体力を考える時注意を要する)

とすると

$$(-\omega^2 I + k) X_2^{(3)} = -F_2^{(3)} \Rightarrow E_2^{(3)} \\ = -\rho g H_2^{(3)} + \rho \omega^2 X_2^{(3)} f_{2,2}^{(3,3)}$$

$$\therefore K X_2^{(3)} = \frac{H_2^{(3)}}{C_2^{(3)}} \quad \dots \dots \dots (2.3)$$

$$C_2^{(3)} = \frac{I}{\rho} + f_{2,2}^{(3,3)} - \frac{k}{\rho \omega^2} \quad \dots \dots \dots (2.4)$$

それ故 (2.2) を等置して

$$\frac{H_1^{(1)}}{f_{2,1}^{(3,1)}} = \frac{H_2^{(3)}}{C_2^{(3)}} \quad \dots \dots \dots (2.5)$$

ここで I および k はかなり自由に選べるので S_2 が適当に大きければこの条件を満たす事は可能である。

モーメントはバネの反力も考慮しなければならぬ。

$$M = F_1^3 + E_1^3 + R X_2^3 \\ = \rho g H_1^{(3)} - X_2^3 \left[\rho \omega^2 f_{21}^{(33)} - R \right], \quad \dots (2.6)$$

上下力は対称性から X_2^3 の運動は関係なく

$$F_y = E_y = \rho g H_1^{(2)}, \quad \dots (2.7)$$

それ故 上下方向力をなくするには S_2 も考えて 上下方向流なし形としておけばよい。

モーメントは S_1 と S_2 が一体となっている時は 水平力と同位相で 水圧中心は 流なし形状で ω から小さければ 浮心の少し上にある。

それ故 水平力が小さくなればモーメントも小さく
なると考えられるが これも 0 とするには 自由度が
足りないように思われるが 力の係数の間の関係
によっては可能かもしれない。

R-Type でも全く同様な議論となるが S_2 に上下力
が働かないから 上下力への影響は F-Type に比べて

小さいであろう。 また S_2 を S_1 にバネでつける場合
その位置により モーメントの調整も可能である。