九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

船舶の甲板上への海水打込みに関する一考察

田才，福造

https://doi.org/10.15017/4743401

出版情報：應用力學研究所所報. 18, pp.39-45, 1961. 九州大学応用力学研究所
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

寄　書

船舶の甲板上への海水打込みに関する一考察

田　才　福　造

向い波の中に於ける船の海水打込みは主として船首部に起つているが，この打込みに関係する量としては，先ず第一に，船の pitch in および heave in による船首部に於ける相対的波面の上昇，次に船体航走による船首波の盛り上り，第三には，船首部と波との相対的上下方向速度に基く動的な水位上昇とがある．即ち船首部分が l だけ，基準水面下に突入すれば，船側の水面が基準水面より，或る量（本文では ζ_0）丈け上昇或いは沈下する．従つて相対的な乾舷の減少は，l ではなく，$l+\zeta_0$ である．

この l が前述の第一の量で，ζ_0 が第三の量である．

田崎亮[1]は，船首甲板と波面との相対的位置の変化を前述の3つに依るとして，それぞれの量を模型を用いて計測している．

船首と水面の相対運動に依る動的な水面の盛り上り ζ_0 ($\zeta_0=|\zeta_0|\cos(\omega t+\varepsilon_h)$) を調べるために，田崎氏は，大型油槽船模型 (No. 1367)，および貨物船模型 (No. S-01) を任意の振動数，振巾で強制縦揺れを行わせながら，静水中を任意の速度で前進せしめ，16 ミリ Camera で船首部の相対的波形をよみとり，別に求めた所の船首波に依るものを差し引いて，ζ_0 を出し，更に船体運動との位相差をも求めた．

この実験の，ζ_0 に関する主要な結論は次の通りである．

(1) 船首の変位と水面の盛り上りとの位相差は，**振動数 ω に関係なく，ほぼ 180° である**．即ち船首を最も水に突込んだ瞬間に水面が最も上昇する．

(2) 船首と水面の相対運動による水面の盛り上りの振幅 $|\zeta_0|$ は，振動数が一定の場合，船首と水面との相対振幅 h に比例する．

(3) Froude 数 $F_N=0.163\sim0.283$ の範囲の実験から，$\overline{\zeta_h}$ は次式で近似的に表わされることが判つた．

$$\overline{\zeta_h}=\frac{|\zeta_0|}{h}=k_2\left(\frac{\omega^2 L}{g}\right)^{1/2} \qquad (1)$$

但し L は模型船の長さ．g は重力の加速度．尚 No. 1367 および No. S-01 模型に対して，それぞれ $k_2=0.147$, 0.113 を得た．

(4) 船側波形の観測から，船体に対する水面の相対的上昇が極大となる位置は，両船型

---

[1] 田崎　亮："On shipping water"，運輸技術研究所報告　Vol. II, No. 8, 1961.

共 station No. 9½ より前方であり，ほゞ船首波が極大となる位置であつた．

著者はさきに，2) に於て，水面上で，heaving, swaying および rolling する柱状体の側面に於ける水面の上昇および沈下について，2次元計算を行つた．以下その結果と比較してみよう．

1. 位　　相

模型船の巾を B^* とすれば，田崎氏の実験に於ける $\xi_B^*=\frac{\omega^2}{g}\cdot\frac{B^*}{2}$ は凡そ 0.2～1.6 の範囲である．

2次元計算の $\overline{\zeta_h}$ および位相 ε_h は楕円断面について Fig. 1, 2 に示す．

又 $H_0=2/3$, $H_0=0.2$ の断面については，$\overline{\zeta_h}$ および ε_h に対する断面係数 σ の影響を Fig. 3, 4, 5 および 6 に示す．断面が肥える程 $\overline{\zeta_h}$ は小さくなるが，ε_h は逆に増加する．Fig. 2, 4 および Fig. 6 から挿間して，$H_0=0.2$, 0.3, 0.4 の肥えた断面 ($\sigma\fallingdotseq0.93$) について ε_h－ξ_B 曲線を求めると Fig. 7 の様になる．船の任意の断面の ξ_B は $\xi_B=\left(\frac{H_0}{H_0{}^*}\right)\xi_B^*$ で与えられる．

田崎氏の模型の H_0^* は夫々

No. 1367 : $H_0^*=\frac{B^*}{2d}=0.9105$

No. S-01 : $H_0^*=$　　1.092

平均として $H_0^*\fallingdotseq1.0$ である．今 $H_0^*=1.0$ とし，ξ_B^* が 0.2～1.6 の間に変化する時，$H_0=0.2$, 0.3, 0.4 および $H_0=2/3$ の肥えた断面の ε_h の変化を図から求めると，別表に示す如くなる．(勿論船の吃水は全長に亘り一定であるとする．)

ξ_B^*		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
H_0 = 0.2	ξ_B	0.04	0.08	0.12	0.16	0.2	0.24	0.28	0.32
	ε_h		−100°	−110°	−120°	−127°	−134°	−140°	−145°
H_0 = 0.3	ξ_B	0.06	0.12	0.18	0.24	0.3	0.36	0.42	0.48
	ε_h		−98°	−110°	−119°	−128°	−136°	−142°	−148°
H_0 = 0.4	ξ_B	0.08	0.16	0.24	0.32	0.4	0.48	0.56	0.64
	ε_h		−96°	−108°	−117°	−127°	−136°	−142°	−148°
H_0 = 2/3	ξ_B	0.133	0.266	0.4	0.533	0.666	0.8	0.933	1.066
	ε_h	−70°	−89°	−102°	−112°	−122°	−130°	−137°	−143°

2) F. Tasai: "Wave Height at the side of Two-dimensional Body Oscillating on the Surface of a Fluid". Reports of Research Institute for Applied Mechanics, Vol. IX, No. 35, 1961.

表から解る如く，H_0 によつて ε_h は余り変らない．又肥えた断面では実験範囲の ξ_B^* で，-70°～-150° 位である．ε_h の2次元値は，楕円では前表より小さく，断面が fine になれば更に小さくなる．船の場合，船首近傍に於ては，勿論流体運動は3次元的であるので，2次元計算とは相当異るであろうが，一般に ε_h は振動数 ω の函数であると想像される．而るに田崎氏の実験で ω に無関係に $\varepsilon \fallingdotseq 180^\circ$ であるということは，如何なる原因によるものか，今後一層の研究の必要がある．

2. $\overline{\zeta_h}$

(1) 式を ξ_B^* の parameter で表わすと

$$\overline{\zeta_h} = \frac{|\zeta_0|}{h} = k_2 \sqrt{\frac{2L}{B^*}} \sqrt{\frac{\omega^2 B^*}{2g}} = k_2' \sqrt{\xi_B^*}$$

k_2' は夫々 No. 1367 に対して $k_2' = 0.5501$

No. S-01 に対して $k_2' = 0.4289$

となる．$\overline{\zeta_h}$ の実験値を Fig. 9 の実線で示す．$H_0 = 0.3$, 0.4 および 2/3 の $\overline{\zeta_h}$ の2次元値を，楕円断面について Fig. 8 に示す．今 $H_0^* = 1.0$ とし，吃水は全長に亘り一定であるとして，船首部の $H_0 = 0.4$ および 2/3 の楕円断面の $\overline{\zeta_h}$ を ξ_B^* の parameter に対して書き直すと，Fig. 9 の点線の如くなる．

田崎氏の実験で $|\zeta_0|$ が最大になつた位置が明瞭でないので，正確に比較出来ない．而し $|\zeta_0|$ 最大の位置は凡そ，No. 1367 では $H_0 \fallingdotseq 0.55$, $\sigma \fallingdotseq 0.75$, 更に No. S-01 では $H_0 \fallingdotseq 0.4$ で $\sigma \fallingdotseq 0.6$ の見当の様である．この事及び Fig. 9 から考えると，2次元計算の $\overline{\zeta_h}$ は，ξ_B^* に対する傾向も，その値の order も実験結果に近い．

田崎氏が模型実験の解析から提示された ζ_0 即ち船首と波面の相対運動に基く動的な水面の上昇及び沈下の大きさを推定する方法として，線型理論による2次元計算値を使用してみた．

今後模型船を用いての実験的研究，並に3次元流れを考慮した所の理論的考察がなされることが望ましい．

(昭和37年2月26日受理)

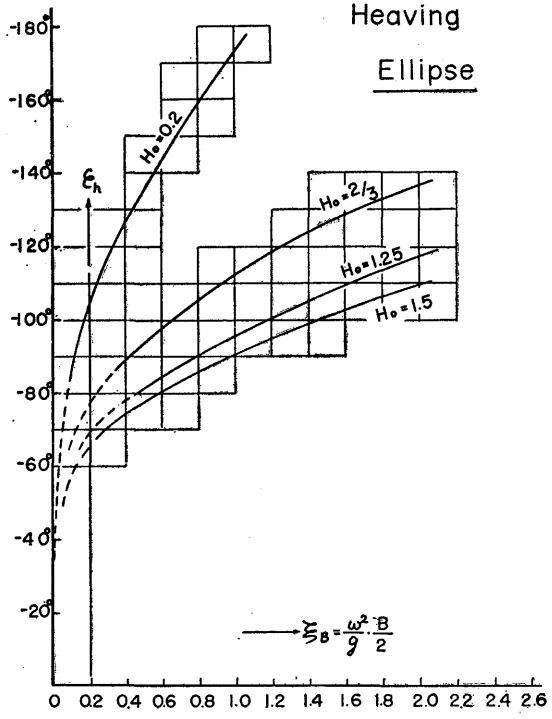
Heaving
Ellipse
ε_h
$H_0=0.2$
$H_0=2/3$
$H_0=1.25$
$H_0=1.5$
$\Xi_B=\frac{\omega^2}{g}\cdot\frac{B}{2}$
-160°
-140°
-120°
-100°
-80°
-60°
-40°
-20°
0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.6

Fig. 2

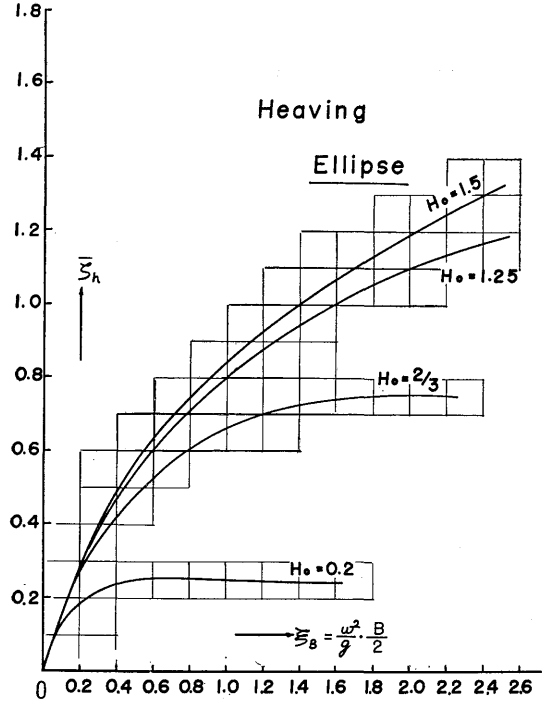
Heaving
Ellipse
Ξ_h
$H_0=1.5$
$H_0=1.25$
$H_0=2/3$
$H_0=0.2$
$\Xi_B=\frac{\omega^2}{g}\cdot\frac{B}{2}$
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.6

Fig. 1

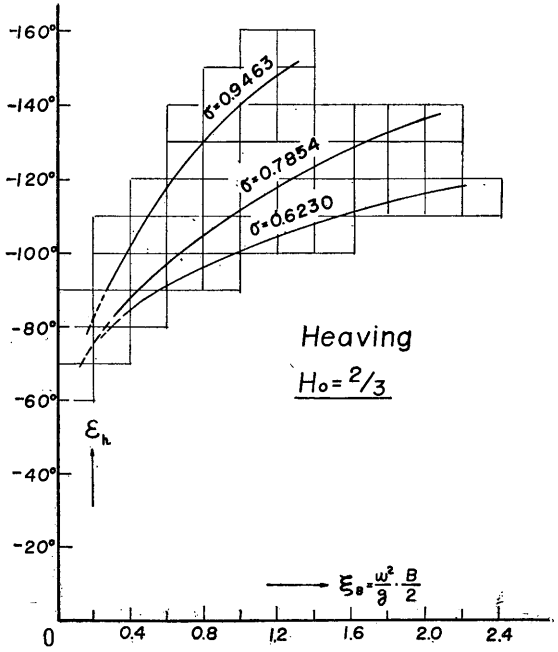
Heaving
$H_0 = 2/3$
$\sigma = 0.9463$
$\sigma = 0.7854$
$\sigma = 0.6230$
ε_h
$\xi_\theta = \frac{\omega^2}{g} \cdot \frac{B}{2}$
-160°
-140°
-120°
-100°
-80°
-60°
-40°
-20°
0
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
2.4

Fig. 4

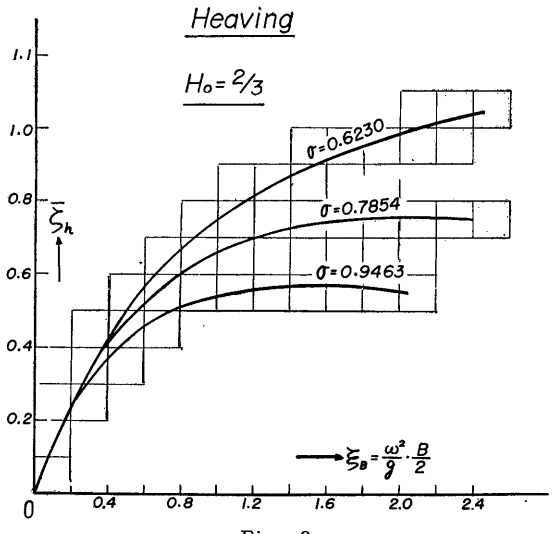
Heaving
$H_0 = 2/3$
$\sigma = 0.6230$
$\sigma = 0.7854$
$\sigma = 0.9463$
$\lambda\zeta_h$
$\xi_\theta = \frac{\omega^2}{g} \cdot \frac{B}{2}$
1.1
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
2.4

Fig. 3

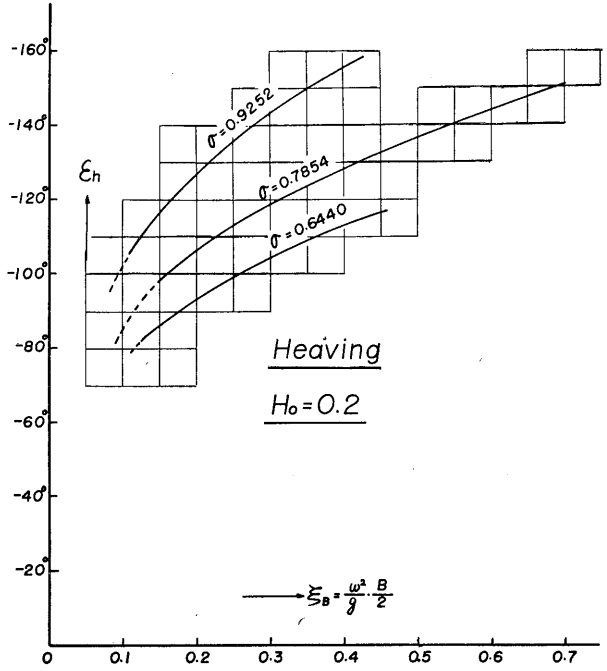
-160°
-140°
-120°
-100°
-80°
-60°
-40°
-20°
ε_h
σ=0.9252
σ=0.7854
σ=0.6440
Heaving
H_0=0.2
$\Xi_B = \frac{\omega^2}{g} \cdot \frac{B}{2}$
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7

Fig. 6

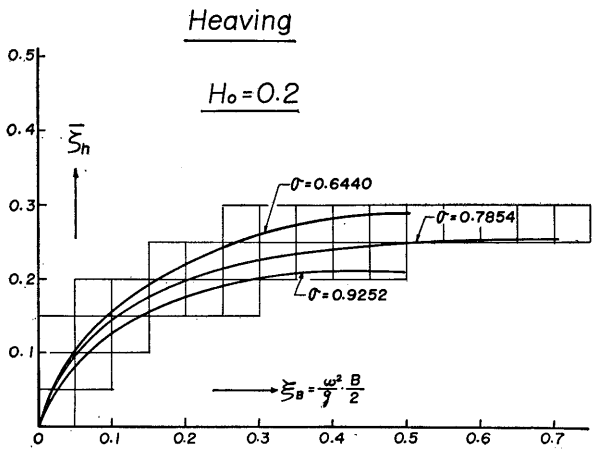
Heaving
H_0=0.2
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
Ξ_h
σ=0.6440
σ=0.7854
σ=0.9252
$\Xi_B = \frac{\omega^2}{g} \cdot \frac{B}{2}$
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7

Fig. 5

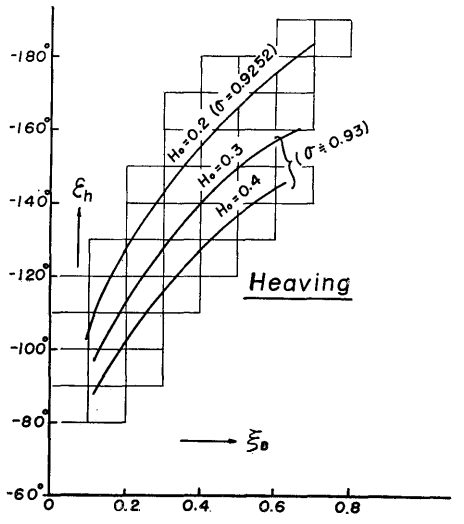

Fig. 7

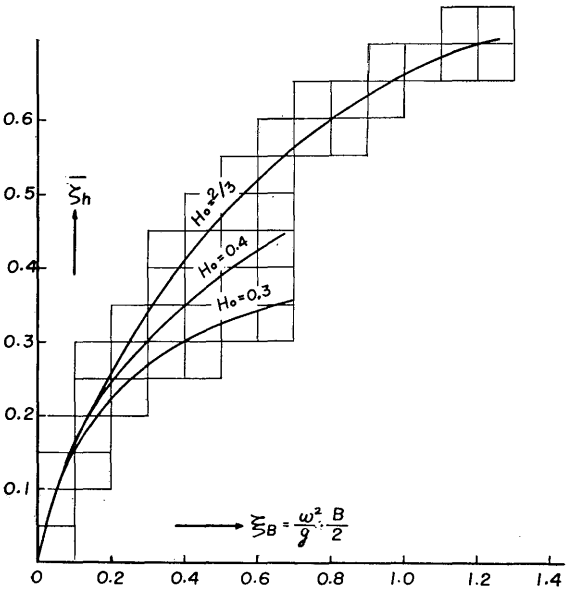

Fig. 8

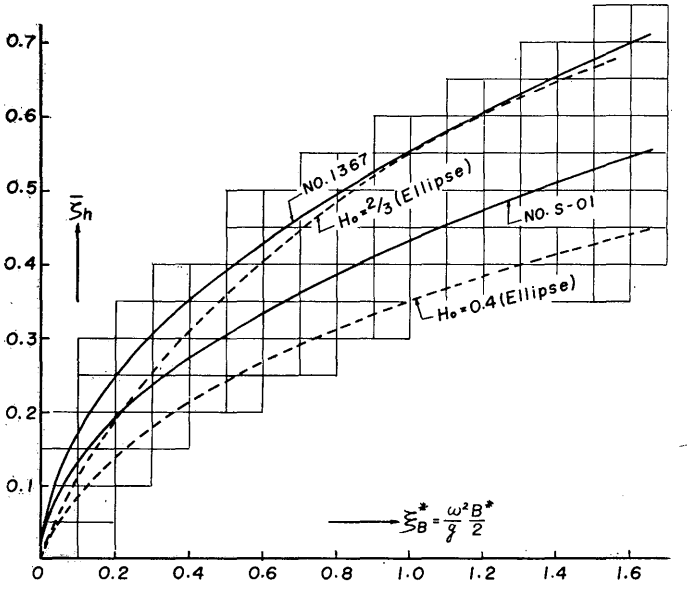

Fig. 9