

# 港 湾 技 研 資 料

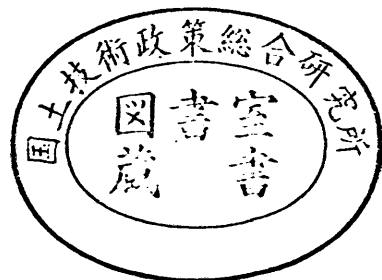
TECHNICAL NOTE OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 731      June    1992

箱型浮体の波浪による断面力の計算例と  
流体力係数の図表

上    田            茂  
白    石            悟  
石    崎    崇        志

運輸省港湾技術研究所



# 目 次

要旨 .....	3
1. まえがき .....	3
2. 浮体の動揺を考慮した断面力の計算法 .....	3
2. 1 計算手順 .....	3
2. 2 基本式 .....	4
2. 3 二次元厳密解による流体力係数 .....	6
2. 4 断面力計算における流体力係数の適用範囲 .....	8
3. 流体力係数および断面力の計算例 .....	9
3. 1 流体力係数の図表 .....	9
3. 2 流体力係数の計算例 .....	10
3. 3 断面力の計算例 .....	11
4. あとがき .....	14
参考文献 .....	15
主要記号表 .....	15
付録A 厳密解による流体力係数の図面 .....	17
付録B 厳密解による流体力係数の表 .....	17

# Example of Calculation of Forces and Moments Induced on Pontoon Type Floating Structures and Figures and Tables of Radiation Forces.

Shigeru UEDA \*  
Satoru SHIRAIISHI\*\*  
Takashi ISHISAKI \*\*\*

## Synopsis

Two of authors had presented the calculation method of a vertical shear force and a bending moment induced on a pontoon type floating structure taking account of its motions. In this method, coefficients of radiation forces are computed by use of the 2-dimensional approximate theory by Ito, which is easily computed by means of a personal computer. The shear force and the bending moment induced on a pontoon type floating structure in relatively shallow water have been calculated by use of this method. However, it was found that the added mass of heaving motion and the added inertia moment of rolling motion were not adequate in deep water. In this report, coefficients of radiation forces by use of 2-dimensional strict theory by Kihara is adopted.

As, it is not easy to compute the coefficients of radiation forces by strict theory, tables and figures of them are presented.

**KeyWords;** Pontoon Type Floating Structures, Forces induced on Floating Structure, Shear Force, Bending Moment, Torsional Moment, Coefficient of Radiation Forces, 2-Dimensional Strict Theory.

---

\* Chief of the Offshore Structures Laboratory, Structural Engineering Division  
\*\* Senior Research Engineer, Structural Engineering Division  
\*\*\* Trainee, (Toyo Construction Co., Ltd.)

# 箱型浮体の波浪による断面力の計算例と流体力係数の図表

上田 茂\*  
白石 悟\*\*  
石崎崇志\*\*\*

## 要 旨

著者の2人は、箱型浮体について浮体の動揺を考慮して垂直せん断力および垂直曲げモーメントを求める簡便な計算法を提案している。すなわち、箱型浮体に作用する流体力係数を伊藤の二次元近似理論による数値を用いて計算することとしたもので、パソコンなどで容易にプログラミングできるものである。この方法によりこれまで比較的浅海域における箱型浮体の断面力の計算が行なわれてきた。しかし、大水深においては、ヒービングの付加質量およびローリングの付加慣性モーメントが過大になり断面力の計算値が適切でないことが判明したので、流体力係数の計算法を木原による二次元厳密解に改め、大水深における適用性を図った。

しかしながら、二次元厳密解のプログラミングが容易ではないので、本資料では、水深喫水比および浮体幅喫水比をパラメータとして変えて、箱型浮体の流体力係数を計算し、これを図表としてとりまとめ、箱型浮体の断面力計算において利用できるようにした。

キーワード：箱型浮体、断面力、波浪せん断力、波浪曲げモーメント、ねじりモーメント、流体力係数、二次元厳密解

## 1. まえがき

著者の2人は、箱型浮体について浮体の動揺を考慮して垂直せん断力および垂直曲げモーメントを求める簡便な計算法を提案している。すなわち、箱型浮体に作用する流体力係数を伊藤<sup>2)</sup>の二次元近似理論(以下、近似理論)による数値を用いて計算することとしたもので、パソコンなどで容易にプログラミングできるものである。この方法によりこれまで比較的浅海域における箱型浮体の断面力の計算が行なわれてきた。しかし、大水深においては、ヒービングの付加質量およびローリングの付加慣性モーメントが過大になり断面力の計算値が適切でないことが判明したので、流体力係数の計算法を木原<sup>3)</sup>による二次元厳密解(以下、厳密解)に改め、大水深における適用性を図った<sup>4)</sup>。

しかしながら、二次元厳密解のプログラミングが容易ではないので、本資料では、水深喫水比および浮体幅喫水比をパラメータとして変えて、箱型浮体の流体力係数を計算し、これを図表としてとりまとめ、箱型浮体の断面力計算において利用できるようにした。

## 2. 浮体の動揺を考慮した断面力の計算法

### 2.1 計算手順

浮体の動揺を考慮した断面力の計算法の詳細については文献(4)に述べている。以下に、その概要を記述する。

浮体の動揺を考慮した断面力の計算は以下の手順に従う。図-1はそのブロックチャートを示したものである。

#### ①波強制力の計算

浮体が固定されていて動揺しないと仮定したときに浮体に作用する波強制力、すなわち通過波によるフルードクリロフ力および反射波によるディフラクション力を求める。

#### ②浮体の動揺により流体から受ける力の計算

静水中で浮体が動揺することによって浮体が流体から受けるラディエーション流体力(造波抵抗力)および静水圧的復元力を求め、それぞれ流体力係数および静水圧的復元力係数の形に変換する。

#### ③浮体の動揺量の計算

①および②で計算した諸量を運動方程式に組み込み、浮体の動揺の規則応答を求める。

#### ④慣性力の計算

図-2に示す浮体の動揺6成分のうちサージングを除く他の5成分の動揺について、これらの運動に

\* 構造部 海洋構造研究室長

\*\* 構造部 主任研究官(浮体構造担当)

\*\*\* 研修生(東洋建設株式会社)

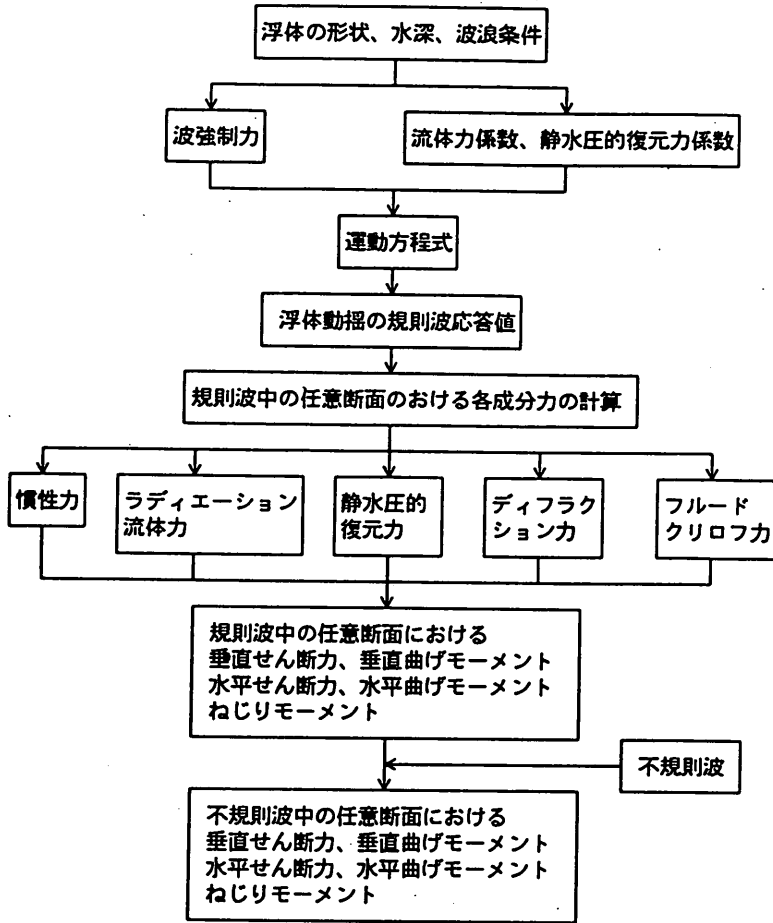


図-1 浮体の断面力計算のブロックチャート

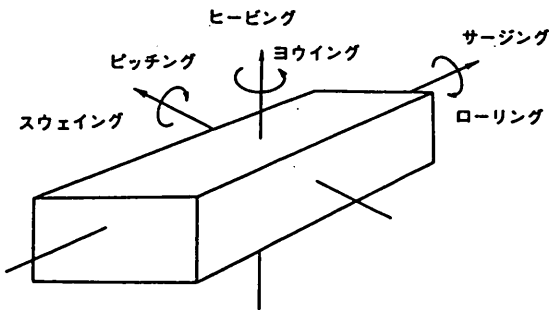


図-2 浮体の動揺成分

じて浮体の動揺によって生ずるラディエーション流体力および静水圧的復元力を求める。

⑥断面力の計算

浮体の動揺に伴って生ずる慣性力、ラディエーション流体力、静水圧的復元力および波強制力を相互の位相差を考慮して浮体の長手方向および短手方向に沿って積分することにより浮体の任意断面に作用する断面力を計算する。

不規則波中の浮体に生ずる断面力については、不規則波の各成分波について、断面力を求め、これらの位相を考慮して合成して求める。

- よって生ずる浮体の動揺による慣性力を計算する。
- ⑤ラディエーション流体力および静水圧復元力の計算  
 浮体の動揺量に流体力係数（ラディエーション流体力に関するもの）および静水圧的復元力係数を乗

2.2 基本式

(1) 算定式

箱型浮体に作用する波強制力およびラディエーション流体力の計算には断面分割法<sup>5)</sup>を用いる。断面分割法で

はまず、断面浮体に作用する波力およびラディエーション流体力を算定する。三次元浮体に作用する波力とラディエーション流体力は、断面浮体の波力およびラディエーション流体力を浮体の長軸方向に積分して求める。波力およびラディエーション流体力は厳密解を用いて求めた。厳密解は速度ポテンシャルの無限級数項を考慮したもので、これに対し近似理論ではこれを無視している。そのため近似理論を用いて計算した断面力は文献(4)で示したように大水深において不適当であることが判明している。

以上に示した考え方にに基づき、図-3に示す浮体の任意断面 $X-X'$ に生ずる断面力を計算する。浮体に作用する断面力は、垂直方向の運動、すなわち、ヒービング、ピッチングによる垂直せん断力 $S_z(X)$ および垂直曲げモーメント $M_z(X)$ である。また、水平方向の運動、すなわち、スウェイング、ローリングおよびヨウイングによる水平せん断力 $S_H(X)$ 、水平曲げモーメント $M_H(X)$ およびねじりモーメント $M_T(X)$ である。これらの諸量は以下の式(1)~(5)で求められる。

垂直せん断力 $S_z(X)$ ：

$$S_z(X) = S_{Iz}(X) + S_{Rz}(X) + S_{Sz}(X) + S_{az}(X) + S_z^{F,K}(X) \quad (1)$$

垂直曲げモーメント $M_z(X)$ ：

$$M_z(X) = M_{Iz}(X) + M_{Rz}(X) + M_{Sz}(X) + M_{az}(X) + M_z^{F,K}(X) \quad (2)$$

水平せん断力 $S_H(X)$ ：

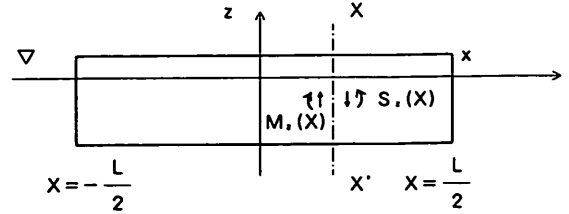
$$S_H(X) = S_{IH}(X) + S_{RH}(X) + S_{aH}(X) + S_H^{F,K}(X) \quad (3)$$

水平曲げモーメント $M_H(X)$ ：

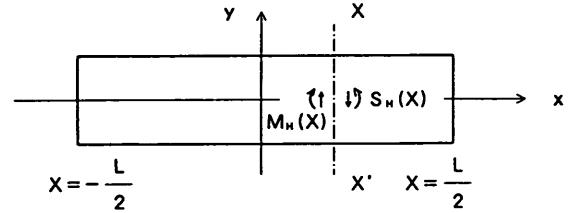
$$M_H(X) = M_{IH}(X) + M_{RH}(X) + M_{aH}(X) + M_H^{F,K}(X) \quad (4)$$

ねじりモーメント $M_T(X)$ ：

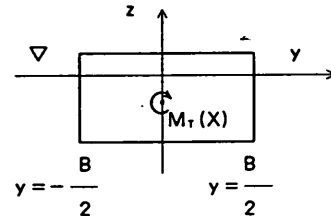
$$M_T(X) = M_{IT}(X) + M_{RT}(X) + M_{ST}(X) + M_{aT}(X) + M_T^{F,K}(X) \quad (5)$$



a) 垂直せん断力および垂直曲げモーメント



b) 水平せん断力および水平曲げモーメント



c) ねじりモーメント

図-3 浮体の断面力の定義

- ここに、
- $S_{Iz}(X)$  : 慣性力によって浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力
  - $S_{Rz}(X)$  : ラディエーション流体力によって浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力
  - $S_{Sz}(X)$  : 静水圧的復元力によって浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力
  - $S_{az}(X)$  : ディフラクション力によって浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力
  - $S_z^{F,K}(X)$  : フルドクリロフ力によって浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力
  - $M_{Iz}(X)$  : 慣性力によって浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメント
  - $M_{Rz}(X)$  : ラディエーション流体力によって浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメント
  - $M_{Sz}(X)$  : 静水圧的復元力によって浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメント

$M_{dz}(X)$  : ディフラクション力によって浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメント  
 $M_Z^{F,K}(X)$  : フルドクリロフ力によって浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメント  
 $S_{IH}(X)$  : 慣性力によって浮体の任意断面に生ずる水平せん断力  
 $S_{RH}(X)$  : ラディエーション流体力によって浮体の任意断面に生ずる水平せん断力  
 $S_{dH}(X)$  : ディフラクション力によって浮体の任意断面に生ずる水平せん断力  
 $S_H^{F,K}(X)$  : フルドクリロフ力によって浮体の任意断面に生ずる水平せん断力  
 $M_{IH}(X)$  : 慣性力によって浮体の任意断面に生ずる水平曲げモーメント  
 $M_{RH}(X)$  : ラディエーション流体力によって浮体の任意断面に生ずる水平曲げモーメント  
 $M_{dH}(X)$  : ディフラクション力によって浮体の任意断面に生ずる水平曲げモーメント  
 $M_H^{F,K}(X)$  : フルドクリロフ力によって浮体の任意断面に生ずる水平曲げモーメント  
 $M_{IT}(X)$  : 慣性力によって浮体の任意断面に生ずるねじりモーメント  
 $M_{RT}(X)$  : ラディエーション流体力によって浮体の任意断面に生ずるねじりモーメント  
 $M_{ST}(X)$  : 静水圧的復元力によって浮体の任意断面に生ずるねじりモーメント  
 $M_{dT}(X)$  : ディフラクション力によって浮体の任意断面に生ずるねじりモーメント  
 $M_T^{F,K}(X)$  : フルドクリロフ力によって浮体の任意断面に生ずるねじりモーメント

である。

以上の断面力の計算式の各項については文献(4)に記述してある。なお、本資料では垂直せん断力と垂直曲げモーメントについては、4.において計算式を示し、本資料の図表を用いて求めた流体力係数による計算例を示す。

### 2.3 二次元厳密解による流体力係数

#### (1) 記号

ここでは、以下の式に用いられる記号をとりまとめて示す。

$B$  : 浮体の幅(m)  
 $d$  : 喫水(m)  
 $g$  : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>)  
 $h$  : 水深(m)

$I_R$  : 二次元浮体(断面浮体)のローリングによる付加慣性モーメント(kgf·s<sup>2</sup>)  
 $i$  : 虚数単位  
 $k$  : 波数( $k=2\pi/\lambda$ )  
 $M_H$  : 二次元浮体(断面浮体)のヒービングによる付加質量(kgf·m<sup>-2</sup>s<sup>2</sup>)  
 $M_S$  : 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによる付加質量(kgf·m<sup>-2</sup>s<sup>2</sup>)  
 $M_{SR}$  : 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによる付加慣性モーメント(kgf·m<sup>-1</sup>s<sup>2</sup>)  
 $M_{RS}$  : 二次元浮体(断面浮体)のローリングによる付加質量(kgf·m<sup>-1</sup>s<sup>2</sup>)  
 $N_H$  : 二次元浮体(断面浮体)のヒービングによる減衰係数(kgf·m<sup>-2</sup>s)  
 $N_S$  : 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによる減衰係数(kgf·m<sup>-2</sup>s)  
 $N_{SR}$  : 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによるローリングに対する減衰係数(kgf·m<sup>-1</sup>s)  
 $N_{RS}$  : 二次元浮体(断面浮体)のローリングによるスウェイングに対する減衰係数(kgf·m<sup>-1</sup>s)  
 $N_R$  : 二次元浮体(断面浮体)のローリングによる減衰係数(kgf·s)  
 $\overline{OG}$  : 静水面と重心の鉛直距離(m)  
 $T$  : 波周期(s)  
 $w_0$  : 海水の単位体積重量(kgf·m<sup>-3</sup>)  
 $y, \dot{y}, \ddot{y}$  : スウェイングの変位(m), 速度(m/s), 加速度(m/s<sup>2</sup>) (浮体の動揺計算より求める)  
 $z, \dot{z}, \ddot{z}$  : ヒービングの変位(m), 速度(m/s), 加速度(m/s<sup>2</sup>) (浮体の動揺計算より求める)  
 $z_0$  : 浮体の重心のz座標(m)  
 $\lambda$  : 波長(m)  
 $\rho$  : 水(または海水)の密度(kgf·m<sup>-4</sup>s<sup>2</sup>)  
 $(\rho=w_0/g)$

$\sigma$  : 角周波数( $\sigma=2\pi/T$ ) (rad/s)  
 $\phi, \dot{\phi}, \ddot{\phi}$  : ローリングの振幅(rad), 角速度(rad/s), 角加速度(rad/s<sup>2</sup>) (浮体の動揺計算より求める)

#### (2) 計算式

ここでは、箱型浮体の断面力を計算する際に必要な二次元浮体の付加質量および慣性モーメント $M_H, M_S, M_{SR}, M_{RS}, I_R$ , ならびに二次元浮体の減衰係数 $N_H, N_S, N_{SR}, N_{RS}, N_R$ について厳密解による計算式を式(6)~(13)に示す。

木原の論文<sup>3)</sup>では、流体力を付加質量と減衰係数に分離して示していないが<sup>2)</sup>、本資料における必要性から付加

質量と減衰係数として以下に示す。なお、浮体の半幅は木原の論文では  $l$  を用いているが、ここでは  $(B/2)$  と表記する。なお、式(6)~(13)において  $\text{Re}(\ )$  は括弧内の数式の実数部を、 $\text{Im}(\ )$  は虚数部を示す。

$$M_S = \text{Re}(P_{HY}) \sigma^{-2} \quad (6)$$

$$N_S = -\text{Im}(P_{HY}) \sigma^{-1} \quad (7)$$

$$M_H = \text{Re}(P_{VZ}) \sigma^{-2} \quad (8)$$

$$N_H = -\text{Im}(P_{VZ}) \sigma^{-1} \quad (9)$$

$$I_R = \text{Re}(M\phi) \sigma^{-2} \quad (10)$$

$$N_R = -\text{Im}(M\phi) \sigma^{-1} \quad (11)$$

$$M_{SR} = M_{RS} = \text{Re}(P_H\phi) \sigma^{-2} \quad (12)$$

$$N_{SR} = N_{RS} = -\text{Im}(P_H\phi) \sigma^{-1} \quad (13)$$

ここに、 $P_H$ 、 $P_V$ 、 $M$  は動揺する浮体に作用する水平波力、鉛直波力および波力モーメントであり、以下の式で計算される。

$$P_H = P_1 - P_3 \quad (14)$$

$$P_V = P_2 \quad (15)$$

$$M = M_{P1} + M_{P2} + M_{P3} \quad (16)$$

$$P_1 = \int_{-d}^0 p_1 \left( -\frac{B}{2}, z \right) dz \\ = -i\rho\sigma d \left\{ (A_0 + B_0) f_H + \sum_{n=1}^{\infty} A_n g_{Hn} \right\} \quad (17)$$

$$P_2 = \int_{-B/2}^{B/2} p_2(x, -d) dx \\ = (M_1 - M_2) \sigma^2 z - i\rho\sigma \left( \frac{B}{2} \right) \\ \cdot \left\{ (A_0 + B_0 + G_0) (f_B + \sum_{s=1}^{\infty} a_s a_s) \right. \\ \left. + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n + G_n) (g_{Bn} + \sum_{s=1}^{\infty} a_s a_{ns}) \right\} \quad (18)$$

$$P_3 = \int_{-d}^0 p_3 \left( \frac{B}{2}, z \right) dz$$

$$= -i\rho\sigma d \left( G_0 f_H + \sum_{n=1}^{\infty} G_n g_{Hn} \right) \quad (19)$$

$$M_{P1} = -\int_a^0 (z - z_0) p_1 \left( -\frac{B}{2}, z \right) dz \\ = i\rho\sigma d \left( \frac{B}{2} \right) \left\{ (A_0 + B_0) f_{MH} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n g_{MHn} \right\} \quad (20)$$

$$M_{P2} = \int_{-B/2}^{B/2} x p_2(x, -d) dx \\ = (I_1 - I_2) \sigma^2 \phi + i\rho\sigma d \left( \frac{B}{2} \right) \\ \cdot \left\{ (A_0 + B_0 - G_0) \left( \frac{B}{2} \right) f_B + \sum_{s=1}^{\infty} \beta_s a_s \right\} \\ + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n - G_n) \left( \frac{B}{2} \right) g_{Bn} + \sum_{s=1}^{\infty} \beta_s a_{ns} \right\} \quad (21)$$

$$M_{P3} = -\int_a^0 (z - z_0) p_3 \left( \frac{B}{2}, z \right) dz \\ = -i\rho\sigma d \left( \frac{B}{2} \right) \left( G_0 f_{MH} + \sum_{n=1}^{\infty} G_n g_{MHn} \right) \quad (22)$$

ここに、 $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_3$  はそれぞれ、波上側の浮体側面の圧力、浮体底面の圧力、波下側の浮体側面の圧力である。また、 $A_0$ 、 $B_0$ 、 $G_0$ 、 $A_n$ 、 $G_n$  は速度ポテンシャルの未定係数項であり、境界条件を用いて連立方程式を解いて求めるものである。なお、 $n$ 、 $s$  は無限級数の次数を示す。

また、以上の諸式で  $f_H$ 、 $g_{Hn}$ 、 $M_1$ 、 $M_2$ 、 $f_B$ 、 $a_s$ 、 $a_s$ 、 $g_{Bn}$ 、 $a_{ns}$ 、 $f_{MH}$ 、 $g_{MHn}$ 、 $I_1$ 、 $I_2$ 、 $\beta_s$  はそれぞれ以下である。

$$f_H = \frac{\sinh kh - \sinh k(h-d)}{k d \cosh kh} \quad (23)$$

$$g_{Hn} = \frac{\sin k_n h - \sin k_n(h-d)}{k_n d \cos k_n h} \quad (24)$$

$$M_1 = \frac{\rho B}{3(h-d)} \left\{ \left( \frac{B}{2} \right)^2 + (h-d)^2 \right\} \quad (25)$$

$$M_2 = \sum_{s=1}^{\infty} \frac{4\rho(h-d)^2}{(s\pi)^3} \tanh \frac{s\pi \left( \frac{B}{2} \right)}{h-d} \quad (26)$$

$$f_B = \frac{1}{k(h-d)} \cdot \frac{\sinh k(h-d)}{\cosh kh} \quad (27)$$



$$\alpha_s = \frac{2(h-d)}{\left(\frac{B}{2}\right)} \frac{(-1)^s}{s\pi} \tanh \frac{s\pi\left(\frac{B}{2}\right)}{h-d} \quad (28)$$

$$\alpha_s = \frac{(-1)^s}{k(h-d)\cosh kh} \cdot \frac{\sinh k(h-d)}{1 + \left\{\frac{s\pi}{k(h-d)}\right\}^2} \quad (29)$$

$$g_{Bn} = \frac{1}{k_n(h-d)} \cdot \frac{\sin k_n(h-d)}{\cos k_n h} \quad (30)$$

$$\alpha_{ns} = \frac{(-1)^s}{k_n(h-d)\cos k_n h} \cdot \frac{\sin k_n(h-d)}{1 - \left\{\frac{s\pi}{k_n(h-d)}\right\}^2} \quad (31)$$

$$f_{MH} = \frac{1}{kd \cdot k \left(\frac{B}{2}\right) \cosh kh} \cdot \{-k \overline{OG} \sinh kh + k(d + \overline{OG}) \sinh k(h-d) - \cosh kh + \cosh k(h-d)\} \quad (32)$$

$$g_{MnH} = \frac{1}{k_n d \cdot k_n \left(\frac{B}{2}\right) \cos k_n h} \cdot \{-k_n \overline{OG} \sin k_n h + k_n(d + \overline{OG}) \sin k_n(h-d) + \cos k_n h - \cos k_n(h-d)\} \quad (33)$$

$$I_1 = \frac{2\rho\left(\frac{B}{2}\right)^3}{h-d} \left\{ \left(\frac{B}{2}\right)^2 + \frac{(h-d)^2}{9} \right\} \quad (34)$$

$$I_2 = \sum_{s=1}^{\infty} \frac{4\rho\left(\frac{B}{2}\right)}{h-d} \left(\frac{h-d}{s\pi}\right)^4 \cdot \left\{ \frac{s\pi\left(\frac{B}{2}\right)}{h-d} \coth \frac{s\pi\left(\frac{B}{2}\right)}{h-d} - 1 \right\} \quad (35)$$

$$\beta_s = \frac{2(-1)^s}{d\left(\frac{B}{2}\right)} \left(\frac{h-d}{s\pi}\right)^2 \cdot \left\{ \frac{s\pi\left(\frac{B}{2}\right)}{h-d} \coth \frac{s\pi\left(\frac{B}{2}\right)}{h-d} - 1 \right\} \quad (36)$$

以上に示した式(6)~式(36)を用いて、厳密解による流体力係数を計算できる。ただし、近似理論に比べるとプログラミングは容易でないで、種々の条件に対して、 $M_s$ ,  $N_s$ ,  $M_H$ ,  $N_H$ ,  $I_R$ ,  $N_R$ ,  $M_{SR}$ ,  $N_{SR}$ の無次元値を求める。

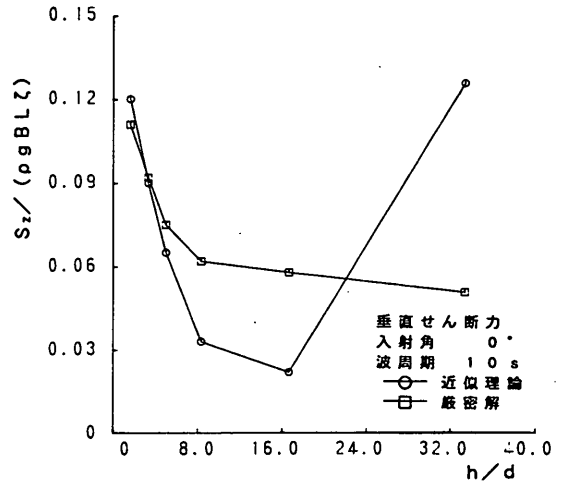


図-4 水深喫水比と垂直せん断力の関係

これらは3.1で示すこととする。

#### 2.4 断面力計算における流体力係数の適用範囲

文献(4)では、二次元厳密解と近似理論とによる流体力係数を用いた断面力の比較検討、三次元理論と二次元厳密解による流体力係数を用いた断面力の比較検討を行

表-1 浮体の諸元

長さ	100.0 (m)
幅	19.7 (m)
水深	10, 20, 30, 50, 100, 200(m)
喫水	6.0 (m)
浮体の断面重量	$1.22 \times 10^8$ (kgf/m)
メタセンター高さ	4.68 (m)
水面よりの重心位置	-2.29 (m)

い、近似理論および二次元理論の適用範囲について考察しているため、その概要を引用して示す。

##### (1) 近似理論の適用範囲

図-4は表-1に示す諸元の箱型浮体について厳密解および近似理論による垂直せん断力の無次元値を、波周期10.0sについて、水深喫水比に対して比較して示したものである。図の横軸は水深喫水比 $h/d$ 、縦軸は $S_z / (\rho g B L \zeta)$ である。厳密解と近似理論とによる断面力は $h/d \leq 5.0$ では差異が小さく、この領域では流体力係数として近似理論を用いてもよい。しかしながら、 $h/d > 5.0$ では、流体力係数として厳密解を用いる必要がある。

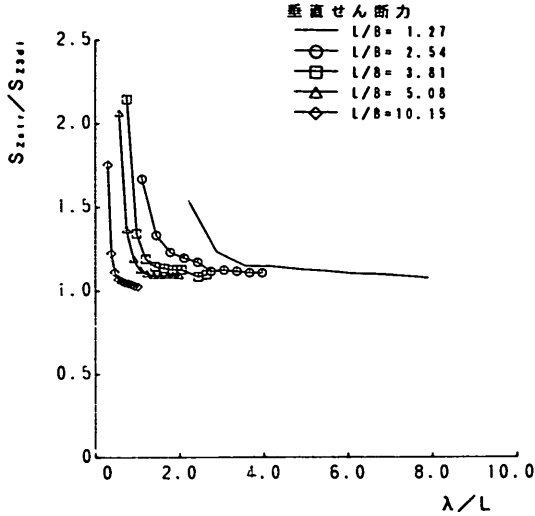


図-5 厳密解と三次元理論とによる垂直せん断力の比較

(2) 二次元理論の適用範囲

二次元理論は、浮体長 $L$ が浮体幅 $B$ に対して十分大きいときに適用できるものであるが、 $L/B$ が1~2程度の構造物に対しては、二次元理論を適用することには問題があると考えられる。そこで、文献(4)では井島<sup>6)</sup>の三次元理論による流体力係数を用いた断面力の計算を行い、二次元厳密解による計算結果と比較検討している。

図-5は二次元厳密解と三次元理論を用いた垂直せん断力を比較したものである。図の横軸は波長と浮体長との比 $\lambda/L$ 、縦軸は二次元厳密解による垂直せん断力 $S_{zstr}$ と三次元理論による垂直せん断力 $S_{z3di}$ との比 $S_{zstr}/S_{z3di}$ である。 $L/B$ がいずれの条件でも $\lambda/L$ が大きくなるときには $S_{zstr}/S_{z3di}$ は1.0に近づく。ただし、 $L/B$ ごとに $S_{zstr}/S_{z3di}$ がほぼ1.0に等しくなる $\lambda/L$ の値は異なる。二次元厳密解による計算値と三次元理論による計算値とがほぼ等しくなる $\lambda/L$ の範囲は $L/B$ によって異なり、 $L/B=1.27, 2.54, 3.81, 5.08, 10.15$ に対して、それぞれ、4.0, 3.0, 1.5, 1.0, 0.5以上の場合である。このような条件のときには二次元厳密解の流体力係数を用いて浮体の断面力を計算しても誤差が少ないが、上記の範囲以外の $\lambda/L$ では、差異が生じる。しかしながら、二次元厳密解による計算値がいずれの場合にも三次元計算値より大きな値を与えるので、二次元厳密解を用いて断面力を計算すれば設計上安全側の数値が得られる。

3. 流体力係数および断面力の計算例

3.1 流体力係数の図表

2.4では、 $h/d > 5.0$ の条件では、流体力係数として厳密解を用いる必要があることを示した。しかしながら、厳密解のプログラミングは近似理論に比べると容易ではないので、水深喫水比 $h/d$ が1.5, 2.0, 3.0, 4.0, 6.0, 10.0, 20.0, 40.0の各条件に対し、それぞれ、浮体幅喫水比 $B/d$ が1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 6.0, 8.0, 12.0, 20.0に対して厳密解による流体力係数を計算し、式(37)~(44)による無次元値を図表にとりまとめ、断面力計算の際に利用できるようにした。

ただし、無次元化の際の浮体の慣性モーメントは、浮体の没水部分の慣性モーメントとしている。すなわち、浮体の半幅( $B/2$ )と浮体の吃水の半分( $d/2$ )とから慣性モーメントを求めている。

$$M_s' = \frac{M_s}{M} \tag{37}$$

$$N_s' = \frac{N_s}{M\sigma} \tag{38}$$

$$M_H' = \frac{M_H}{M} \tag{39}$$

$$N_H' = \frac{N_H}{M\sigma} \tag{40}$$

$$I_R' = \frac{I_R}{I} \tag{41}$$

$$N_R' = \frac{N_R}{I\sigma} \tag{42}$$

$$M_{SR}' = \frac{M_{SR}}{M} \tag{43}$$

$$N_{SR}' = \frac{N_{SR}}{M\sigma} \tag{44}$$

$$M = \rho B d \tag{45}$$

$$I = \frac{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}{3} \times M \tag{46}$$

ここに、

- $I_R'$  : 二次元浮体 (断面浮体) ローリングの付加慣性モーメント係数
- $M_S'$  : 二次元浮体 (断面浮体) のスウェイングの付加質量係数
- $M_H'$  : 二次元浮体 (断面浮体) のヒービングの付加質量係数
- $M_{SR}'$  : 二次元浮体 (断面浮体) のローリングによるスウェイングの付加質量係数
- $N_S'$  : 二次元浮体 (断面浮体) のスウェイングの減衰係数の無次元値
- $N_H'$  : 二次元浮体 (断面浮体) のヒービングの減衰係数の無次元値
- $N_R'$  : 二次元浮体 (断面浮体) のローリングの減衰係数の無次元値
- $N_{SR}'$  : 二次元浮体 (断面浮体) のローリングによるスウェイングの減衰係数の無次元値
- $M$  : 断面浮体の質量 ( $\text{kgf}\cdot\text{m}^{-2}\text{s}^2$ )
- $I$  : 断面浮体の慣性モーメント ( $\text{kgf}\cdot\text{s}^2$ )

である。

式(37)~(44)の諸量を $h/d$ および $B/d$ ごとに図面化し付録A (付図-A.1~A.64)に示す。例えば、付図-A.1~A.8はスウェイングの付加質量係数 $M_S/M$ を $h/d$ ごとに示したもので、同一図面に $B/d=1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 6.0, 8.0, 12.0, 20.0$ に対する数値をプロットしてある。なお、付録Aの図面の横軸は波長 $\lambda$ と浮体幅 $B$ の比 $\lambda/B$ であり、縦軸は流体力係数の無次元値である。

また、式(37)~(44)の諸量について付録B (付表-B.1~B.8)に数表として示した。例えば、付表-B.1は $h/d=1.5$ の条件に対して、 $B/d$ ごとに $\lambda/B, M_S/M, N_S/(M\sigma), M_H/M, N_H/(M\sigma), I_R/I, N_R/(I\sigma), M_{SR}/M, N_{SR}/(M\sigma), \sigma^2 h/g$ の各量を示したものである。

### 3.2 流体力係数の計算例

図-6は付録A (付図-A.1~A.64)および付録B (付表-B.1~B.8)に示した流体力係数の無次元値を用いて流体力係数を得る手順を示したものである。以下に、図に示した手順に従う流体力係数の計算例を示す。

ここでは、表-1に示す浮体について水深20m、波周期10sにおける流体力係数の計算手順を示す。この浮体では $h/d=20.0/6.0=3.33, B/d=19.7/6.0=3.28$ であるので、これに近い $h/d=3.0, B/d=3.0$ の数表(付表-B.3)の数値を用いる。また、波周期10sにおける波長 $\lambda$ は121.16mであるので、 $\lambda/B=121.16/19.7=6.15$

であるので、表中の $\lambda/B=6.37$ に対する数値より無次元量としてそれぞれ以下の数値が得られる。

- $M_S' = 0.8571$
- $N_S' = 0.6873$
- $M_H' = 1.0511$
- $N_H' = 1.3546$
- $I_R' = 0.5860$
- $N_R' = 0.2185$
- $M_{SR}' = -1.5217$
- $N_{SR}' = -1.7685$

ここで、二次元浮体の質量は式(45)より $M=1.245 \times 10^4$  ( $\text{kgf}\cdot\text{m}^{-2}\text{s}^2$ )、慣性モーメントは式(46)より $I=4.400 \times 10^5$  ( $\text{kgf}\cdot\text{s}^2$ )であるので、上記の数値を式(37)~(46)にしたがって、有次元すればそれぞれ以下の数値となる。なお、括弧内の数値は、表-1の浮体について厳密解の計算プログラムで求めた流体力係数である。

$$M_S = 0.8571 \times 1.245 \times 10^4 = 1.07 \times 10^4 \quad (1.00 \times 10^4)$$

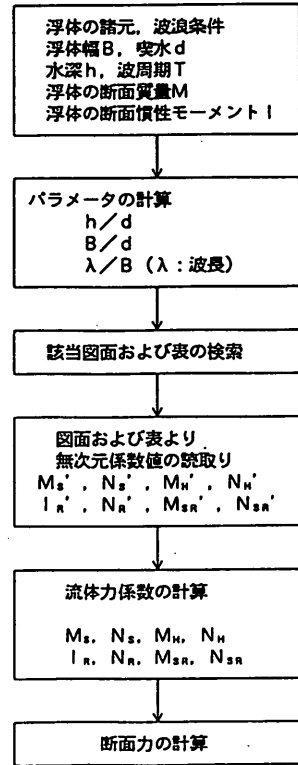


図-6 流体力係数の計算および断面力計算の手順

$$N_s = 0.6873 \times 1.245 \times 10^4 \times 0.6283 = 5.38 \times 10^3$$

$$(4.76 \times 10^3)$$

$$M_H = 1.0511 \times 1.245 \times 10^4 = 1.31 \times 10^4$$

$$(1.38 \times 10^4)$$

$$N_H = 1.3546 \times 1.245 \times 10^4 \times 0.6283 = 1.06 \times 10^4$$

$$(1.12 \times 10^4)$$

$$I_R = 0.5860 \times 4.400 \times 10^5 = 2.58 \times 10^5$$

$$(2.53 \times 10^5)$$

$$N_R = 0.2185 \times 4.400 \times 10^5 \times 0.6283 = 6.04 \times 10^4$$

$$(4.24 \times 10^4)$$

$$M_{SR} = -1.5217 \times 1.245 \times 10^4 = -1.89 \times 10^4$$

$$(-1.84 \times 10^4)$$

$$N_{SR} = -1.7685 \times 1.245 \times 10^4 \times 0.6283$$

$$= -1.38 \times 10^4$$

$$(-1.42 \times 10^4)$$

計算した浮体の $h/d$ および $B/d$ と数表の $h/d$ および $B/d$ とにやや差があるため、数表から求めた流体力係数と厳密解の計算プログラムで求めた流体力係数とは、 $N_s$ 、 $N_R$ についてはやや差がある。しかしながら、後述するように数表で求めた流体力係数を用いて得られる断面力の計算値の誤差は0.6%であったので、実用上は問題ないと思われる。なお、計算しようとする浮体の $h/d$ 、 $B/d$ 、 $\lambda/B$ に対して、本資料で示した図表において条件の一致するものが無い場合があるので、その場合については数表の数値を補間して求めると良い。

### 3.3 断面力の計算例

3.2で求めた流体力係数を用いて断面力を計算する事例を示す。ここでは、表-1に示した浮体について、水深 $h=20\text{m}$ 、波向 $\alpha=0^\circ$ 、波周期 $T=10.0\text{s}$ 、波高 $H=5.0\text{m}$ の規則波中の垂直せん断力および垂直曲げモーメントの計算例を示す。

#### 1) 垂直せん断力について

浮体の各断面で垂直せん断力を計算する。

ここでは、上記の条件において垂直せん断力が最大となる断面( $X=\pm 27.5\text{m}$ )のうち $X=27.5\text{m}$ における計算値を示す。

#### a) 浮体の動揺量

表の流体力係数を用いて、箱型浮体に作用するラディエーション流体力および波強制力を計算し、浮体の動揺振幅を求める。ここでは、その詳細を省略するが、ヒーピングおよびピッチングについて動揺振幅として $0.563(\text{m})$ および $0.0683(\text{rad})$ が得られる。また、波と動揺との位相差はヒーピングが $\epsilon_H=14.9^\circ$ 、ピッチングが $\epsilon_P=$

$104.9^\circ$ である。

#### b) 慣性力による項

慣性力によって箱型浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力は文献(4)でも示したように式(47)で計算される。

$$S_{iz}(X) = -\rho B d \left\{ \left( X + \frac{L}{2} \right) \ddot{z} - \frac{1}{2} \left( X^2 - \frac{L^2}{4} \right) \ddot{\theta} \right\} \quad (47)$$

ここに、

$\theta$ 、 $\dot{\theta}$ 、 $\ddot{\theta}$ : ピッチングの変位(rad)、速度(rad/s)、加速度(rad/s<sup>2</sup>)

である。

したがって、 $X=27.5\text{m}$ においては以下の数値が得られる。なお、 $\epsilon_{iz}$ は慣性力と入射波との位相差である。

$$S_{iz}(27.5) = 3.62 \times 10^5 (\text{kgf})$$

$$\epsilon_{iz} = -68.6^\circ$$

#### c) ラディエーション流体力による項

ラディエーション流体力によって箱型浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力は式(48)で計算される。

$$S_{Rz}(X) = - \left( X + \frac{L}{2} \right) (M_H \ddot{z} + N_H \ddot{\theta}) + \frac{1}{2} \left( X^2 - \frac{L^2}{4} \right) (M_H \ddot{\theta} + N_H \dot{\theta}) \quad (48)$$

したがって、 $X=27.5\text{m}$ においては以下の数値が得られる。なお、 $\epsilon_{Rz}$ はラディエーション流体力と入射波との位相差である。

$$S_{Rz}(27.5) = 6.22 \times 10^5 (\text{kgf})$$

$$\epsilon_{Rz} = -120.8^\circ$$

#### d) 静水圧的復元力による項

静水圧的復元力によって箱型浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力は式(49)で計算される。

$$S_{sz}(X) = -\rho g B \left\{ \left( X + \frac{L}{2} \right) z - \frac{1}{2} \left( X^2 - \frac{L^2}{4} \right) \theta \right\} \quad (49)$$

したがって、 $X=27.5\text{m}$ においては以下の数値が得られ

表-2 垂直せん断力の計算表

成分	実数部 (kgf)	虚数部 (kgf)	絶対値 (kgf)	位相 (°)
$S_{Iz}(X)$	$1.32 \times 10^5$	$-3.37 \times 10^5$	$3.62 \times 10^5$	-68.6
$S_{Rz}(X)$	$-3.19 \times 10^5$	$-5.35 \times 10^5$	$6.22 \times 10^5$	-120.8
$S_{Sz}(X)$	$-5.46 \times 10^5$	$13.96 \times 10^5$	$14.99 \times 10^5$	111.4
$S_{dz}(X)$	$-0.36 \times 10^5$	$4.71 \times 10^5$	$4.72 \times 10^5$	94.9
$S_z^{F,K}(X)$	$11.87 \times 10^5$	$-7.83 \times 10^5$	$14.22 \times 10^5$	144.5
$S_z(X)$	$4.18 \times 10^5$	$2.12 \times 10^5$	$4.68 \times 10^5$	26.8

注)  $X=27.5\text{m}$  における数値を示す。

る。なお、 $\varepsilon_{sz}$ は静水圧的復元力と入射波との位相差である。

$$S_{sz}(27.5) = 14.99 \times 10^5 \text{ (kgf)}$$

$$\varepsilon_{sz} = 111.4^\circ$$

e) デイフラクション力による項

デイフラクション力によって箱型浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力は式(50)で計算される。

$$S_{dz}(X) = \zeta_0 \frac{\sinh k(h-d)}{\sinh kh} \left( -\sigma^2 M_H + i\sigma N_H \right) \cdot \frac{i}{k \cos \alpha} \left\{ -\exp(i k X \cos \alpha) + \exp\left(-i \frac{kL}{2} \cos \alpha\right) \right\} \cdot \exp(i\sigma t) \quad (50)$$

ここに、 $\zeta_0$ : 波の振幅(m)、 $t$ : 時刻(s)である。

したがって、 $X=27.5\text{m}$  においては以下の数値が得られる。なお、 $\varepsilon_{dz}$ はデイフラクション力と入射波との位相差である。

$$S_{dz}(27.5) = 4.72 \times 10^5 \text{ (kgf)}$$

$$\varepsilon_{dz} = 94.9^\circ$$

f) フルードクリロフ力による項

フルードクリロフ力によって箱型浮体の任意断面に生

ずる垂直せん断力は式(51)で計算される。

$$S_z^{F,K}(X) = \rho g \zeta_0 \frac{\cosh k(h-d)}{\cosh kh} \cdot \frac{2 \sin\left(\frac{kB}{2} \sin \alpha\right)}{k \sin \alpha} \cdot \frac{i}{k \cos \alpha} \left\{ -\exp(i k X \cos \alpha) + \exp\left(-i \frac{kL}{2} \cos \alpha\right) \right\} \cdot \exp(i\sigma t) \quad (51)$$

したがって、 $X=27.5\text{m}$  においては以下の数値が得られる。なお、 $\varepsilon_z^{F,K}$ はフルードクリロフ力と入射波との位相差である。

$$S_z^{F,K}(27.5) = 14.22 \times 10^5 \text{ (kgf)}$$

$$\varepsilon_z^{F,K} = -144.5^\circ$$

g) 合計値

以上の計算値より、表-2に示すように各項の力を位相差を考慮して式(52)で加算する。

$$S_z(X) = S_{Iz}(X) + S_{Rz}(X) + S_{Sz}(X) + S_{dz}(X) + S_z^{F,K}(X) \quad (52)$$

したがって、 $X=27.5\text{m}$  においては垂直せん断力として以下の数値が得られる。なお、 $\varepsilon_z$ は垂直せん断力と入

射波との位相差である。

$$S_z (27.5) = 4.68 \times 10^5 \text{ (kgf)}$$

$$\varepsilon_z = 26.8^\circ$$

なお、この例では厳密解の流体力係数を直接プログラムで計算して得られる垂直せん断力は  $4.65 \times 10^5 \text{ (kgf)}$  であるので、本資料に掲載した数表による流体力係数を用いて計算した垂直せん断力の誤差は0.6%である。

## 2) 垂直曲げモーメントについて

ここでは、垂直曲げモーメントが最大となる中央断面 ( $X=0.0\text{m}$ ) における計算値を示す。

### a) 慣性力による項

慣性力によって箱型浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメントは式(53)で計算される。

$$M_{iz}(X) = -\rho B d \left\{ \frac{1}{2} \left( X^2 + XL + \frac{L^2}{4} \right) \ddot{z} - \left( \frac{X^3}{6} - \frac{L^2 X}{8} - \frac{L^3}{24} \right) \ddot{\theta} \right\} \quad (53)$$

したがって、 $X=0.0\text{m}$  においては以下の数値が得られる。

$$M_{iz} (0.0) = 1.44 \times 10^7 \text{ (kgf}\cdot\text{m)}$$

$$\varepsilon_{iz} = -91.0^\circ$$

### b) ラディエーション流体力による項

ラディエーション流体力によって箱型浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメントは式(54)で計算される。

$$M_{Rz}(X) = -\frac{1}{3} \left( X + \frac{L^3}{8} \right) (M_H \ddot{\theta} + N_H \dot{\theta}) + \frac{1}{2} \left( X^2 - \frac{L^2}{4} \right) (M_H (\ddot{z} + X \ddot{\theta}) + N_H (\dot{z} + X \dot{\theta})) - X \left( X + \frac{L}{2} \right) (M_H \ddot{z} + N_H \dot{z}) \quad (54)$$

したがって、 $X=0.0\text{m}$  においては以下の数値が得られる。

$$M_{Rz} (0.0) = 2.47 \times 10^7 \text{ (kgf}\cdot\text{m)}$$

$$\varepsilon_{Rz} = -143.2^\circ$$

### c) 静水圧的復元力による項

静水圧的復元力によって箱型浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメントは式(55)で計算される。

$$M_{sz}(X) = -\rho g B \left\{ \frac{1}{3} \left( X^3 + \frac{L^3}{8} \right) \theta - \frac{1}{2} \left( X^2 - \frac{L^2}{4} \right) (z + X \theta) - X \left( X + \frac{L}{2} \right) z \right\} \quad (55)$$

したがって、 $X=0.0\text{m}$  においては以下の数値が得られる。

表-3 垂直曲げモーメントの計算表

成分	実数部 (kgfm)	虚数部 (kgfm)	絶対値 (kgfm)	位相 ( $^\circ$ )
$M_{iz} (X)$	$-0.02 \times 10^7$	$-1.44 \times 10^7$	$1.44 \times 10^7$	-91.0
$M_{Rz} (X)$	$-1.98 \times 10^7$	$-1.48 \times 10^7$	$2.47 \times 10^7$	-143.2
$M_{sz} (X)$	$0.10 \times 10^7$	$5.95 \times 10^7$	$5.95 \times 10^7$	89.0
$M_{dz} (X)$	$1.24 \times 10^7$	$0.65 \times 10^7$	$1.40 \times 10^7$	27.5
$M_z^{\text{F.K.}} (X)$	$-0.76 \times 10^7$	$-4.14 \times 10^7$	$4.21 \times 10^7$	-100.4
$M_z (X)$	$-1.42 \times 10^7$	$-0.46 \times 10^7$	$1.49 \times 10^7$	-161.8

注)  $X=0.0\text{m}$  における数値を示す。

れる。

$$M_{sz}(0.0) = 5.95 \times 10^7 \text{ (kgf}\cdot\text{m)}$$

$$\varepsilon_{sz} = 89.0^\circ$$

d) デイフラクション力による項

デイフラクション力によって箱型浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメントは式(56)で計算される。

$$M_{az}(X) = \zeta_0 \frac{\sinh k(h-d)}{\sinh kh} (-\sigma^2 M_H + i\sigma N_H) \cdot \left[ \frac{i}{k \cos \alpha} \left( X + \frac{L}{2} \right) \cdot \exp\left(-i \frac{kL}{2} \cos \alpha\right) - \frac{1}{k^2 \cos^2 \alpha} \left\{ \exp(ikX \cos \alpha) - \exp\left(-i \frac{kL}{2} \cos \alpha\right) \right\} \right] \cdot \exp(i\sigma t) \quad (56)$$

したがって、 $X=0.0\text{m}$ においては以下の数値が得られる。

$$M_{az}(0.0) = 1.40 \times 10^7 \text{ (kgf}\cdot\text{m)}$$

$$\varepsilon_{az} = 27.5^\circ$$

e) フルードクリロフ力による項

フルードクリロフ力によって浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメントは式(57)で計算される。

$$M_z^{F,K}(X) = \rho g \zeta_0 \frac{\cosh k(h-d)}{\cosh kh} \cdot \frac{2 \sin\left(\frac{kB}{2} \sin \alpha\right)}{k \sin \alpha} \cdot \left[ \frac{i}{k \cos \alpha} \left( X + \frac{L}{2} \right) \cdot \exp\left(-i \frac{kL}{2} \cos \alpha\right) - \frac{1}{k^2 \cos^2 \alpha} \left\{ \exp(ikX \cos \alpha) - \exp\left(-i \frac{kL}{2} \cos \alpha\right) \right\} \right] \cdot \exp(i\sigma t) \quad (57)$$

したがって、 $X=0.0\text{m}$ においては以下の数値が得られる。

$$M_z^{F,K}(0.0) = 4.21 \times 10^7 \text{ (kgf}\cdot\text{m)}$$

$$\varepsilon_z^{F,K} = -100.4^\circ$$

f) 合計値

以上の計算値より、表-3に示すように各項のモーメントを位相差を考慮して式(58)で加算する。

$$M_z(X) = M_{Iz}(X) + M_{Rz}(X) + M_{sz}(X) + M_{az}(X) + M_z^{F,K}(X) \quad (58)$$

したがって、 $X=0.0\text{m}$ においては垂直曲げモーメントとして以下の数値が得られる。

$$M_z(0.0) = 1.49 \times 10^7 \text{ (kgf}\cdot\text{m)}$$

$$\varepsilon_z = -161.8^\circ$$

なお、この例では厳密解の流体力係数を直接プログラムで計算して得られる垂直曲げモーメントは  $1.49 \times 10^7 \text{ (kgf}\cdot\text{m)}$  であるので、数表による流体力係数を用いて計算した垂直曲げモーメントと全く一致している。

4. あとがき

著者の2人は、箱型浮体について浮体の動揺を考慮して垂直せん断力および垂直曲げモーメントを求める簡便な計算法を提案した。すなわち、箱型浮体に作用する流体力係数を伊藤の二次元近似理論による数値を用いて計算することとしたもので、パソコンなどで容易にプログラミングできるものである。この方法によりこれまで比較的浅海域における箱型浮体の断面力の計算が行なわれてきた。しかし、大水深においては、ヒービングの付加質量およびローリングの付加慣性モーメントが過大になり断面力の計算値が適切でないことが判明したので、流体力係数の計算法を木原による二次元厳密解に改め、大水深における適用性を図った。

しかしながら、二次元厳密解のプログラミングは近似理論に比べると容易ではないので、本資料では、水深喫水比および浮体幅喫水比をパラメータとして変えて、箱型浮体の流体力係数を計算し、これを図表としてとりまとめ、箱型浮体の断面力計算において利用できるようにした。今後、大水深防波堤あるいは離島等の港湾施設の建設において、ケーソン等の大規模構造物の曳航時の断面力を計算する必要が生ずることと思われるが、この資料が活用されることを期待する。

(1992年3月31日受付)

参考文献

- 1) 上田 茂, 白石 悟, 甲斐一夫: 箱型浮体の波浪によるせん断力と縦曲げモーメントの計算法について, 港湾技研資料 No.505, 1984.12, 27 p
- 2) 伊藤喜行, 千葉 繁: 浮き防波堤の水理に関する近似理論と応用, 港湾技術研究所報告, 第11巻第2号, 1972.6, pp.141~166
- 3) 木原 力, 轟 正彦: 矩形断面浮体の波浪動揺に関する研究, 港湾技術研究所報告, 第14巻第2号, 1975.6, pp.47~77
- 4) 上田 茂, 白石 悟, 石崎崇志: 箱型浮体の波浪による断面力の計算法, 港湾技術研究所報告, 第31巻第2号, 1992.6, pp.75~106
- 5) 上田 茂, 白石 悟: 大型矩形浮体の波浪中の動揺と係留力に関する研究(第2報) - 数値シミュレーション手法について -, 港湾技術研究所報告, 第19巻第3号, 1980.9, pp.105~143
- 6) 井島武士, 吉田明德: 有限水深域における矩形浮体の3次元係留運動, 九大工学集報, 第49巻2号, 1976.3, pp.83~86

主要記号表

$A_0$	: 速度ポテンシャルの未定係数項
$A_n$	: 速度ポテンシャルの未定係数項
$a_s$	: 式(29)
$a_{ns}$	: 式(31)
$B$	: 浮体の幅 (m)
$B_0$	: 速度ポテンシャルの未定係数項
$d$	: 喫水 (m)
$f_H$	: 式(23)
$f_B$	: 式(27)
$f_{MH}$	: 式(32)
$G_0$	: 速度ポテンシャルの未定係数項
$G_n$	: 速度ポテンシャルの未定係数項
$\overline{GM}$	: メタセンター高さ (m)
$g$	: 重力加速度 (m/s <sup>2</sup> )
$g_{Hn}$	: 式(24)
$g_{Bn}$	: 式(30)
$g_{MHn}$	: 式(33)
$H$	: 波高 (m)
$h$	: 水深 (m)
$I$	: X軸回りの慣性モーメント (kgf·ms <sup>2</sup> )

$I_R$	: 二次元浮体(断面浮体)のローリングによる付加慣性モーメント (kgf·s <sup>2</sup> )
$I_R'$	: 二次元浮体(断面浮体)のローリングによる付加慣性モーメント係数
$I_1$	: 式(34)
$I_2$	: 式(35)
$i$	: 虚数単位
$k$	: 波数 ( $k = 2\pi/\lambda$ )
$L$	: 浮体の長さ (m)
$M$	: 断面浮体の質量 (kgf·m <sup>-2</sup> s <sup>2</sup> ) または式(16)
$M_1$	: 式(25)
$M_2$	: 式(26)
$M_{P1}$	: 式(20)
$M_{P2}$	: 式(21)
$M_{P3}$	: 式(22)
$M_H$	: 二次元浮体(断面浮体)のヒービングによる付加質量 (kgf·m <sup>-2</sup> s <sup>2</sup> )
$M_H'$	: 二次元浮体(断面浮体)のヒービングによる付加質量係数
$M_S$	: 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによる付加質量 (kgf·m <sup>-2</sup> s <sup>2</sup> )
$M_S'$	: 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによる付加質量係数
$M_{SR}$	: 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによる付加慣性モーメント (kgf·m <sup>-1</sup> s <sup>2</sup> )
$M_{SR}'$	: 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによる付加慣性モーメント係数
$M_{RS}$	: 二次元浮体(断面浮体)のローリングによる付加質量 (kgf·m <sup>-1</sup> s <sup>2</sup> )
$M_{Iz}(X)$	: 慣性力によって浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメント
$M_{Rz}(X)$	: ラディエーション流体力によって浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメント
$M_{Sz}(X)$	: 静水圧的復元力によって浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメント
$M_{az}(X)$	: ディフラクション力によって浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメント
$M_{Iz}^{f,K}(X)$	: フルードクリロフ力によって浮体の任意断面に生ずる垂直曲げモーメント
$M_{Ih}(X)$	: 慣性力によって浮体の任意断面に生ずる水平曲げモーメント



$M_{RH}(X)$	: ラディエーション流体力によって浮体の任意断面に生ずる水平曲げモーメント	$d_1$	: 波上側の浮体側面に作用する波圧
$M_{dH}(X)$	: ディフラクション力によって浮体の任意断面に生ずる水平曲げモーメント	$d_2$	: 浮体底面に作用する波圧
$M_H^{F,K}(X)$	: フルードクリロフ力によって浮体の任意断面に生ずる水平曲げモーメント	$d_3$	: 波下側の浮体側面に作用する波圧
$M_{IT}(X)$	: 慣性力によって浮体の任意断面に生ずるねじりモーメント	$S_{Iz}(X)$	: 慣性力によって浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力
$M_{RT}(X)$	: ラディエーション流体力によって浮体の任意断面に生ずるねじりモーメント	$S_{Rz}(X)$	: ラディエーション流体力によって浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力
$M_{ST}(X)$	: 静水圧的復元力によって浮体の任意断面に生ずるねじりモーメント	$S_{Sz}(X)$	: 静水圧的復元力によって浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力
$M_{dR}(X)$	: ディフラクション力によって浮体の任意断面に生ずるねじりモーメント	$S_{dR}(X)$	: ディフラクション力によって浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力
$M_T^{F,K}(X)$	: フルードクリロフ力によって浮体の任意断面に生ずるねじりモーメント	$S_2^{F,K}(X)$	: フルードクリロフ力によって浮体の任意断面に生ずる垂直せん断力
$N_H$	: 二次元浮体(断面浮体)のヒービングによる減衰係数(kgf·m <sup>-2</sup> s)	$S_{IH}(X)$	: 慣性力によって浮体の任意断面に生ずる水平せん断力
$N_H'$	: 二次元浮体(断面浮体)のヒービングによる減衰係数の無次元値	$S_{RH}(X)$	: ラディエーション流体力によって浮体の任意断面に生ずる水平せん断力
$N_S$	: 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによる減衰係数(kgf·m <sup>-2</sup> s)	$S_{dH}(X)$	: ディフラクション力によって浮体の任意断面に生ずる水平せん断力
$N_S'$	: 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによる減衰係数の無次元値	$S_H^{F,K}(X)$	: フルードクリロフ力によって浮体の任意断面に生ずる水平せん断力
$N_{SR}$	: 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによるローリングに対する減衰係数(kgf·m <sup>-1</sup> s)	$s$	: 無限級数の次数
$N_{SR}'$	: 二次元浮体(断面浮体)のスウェイングによるローリングに対する減衰係数の無次元値	$T$	: 波周期(s)
$N_{RS}$	: 二次元浮体(断面浮体)のローリングによるスウェイングに対する減衰係数(kgf·m <sup>-1</sup> s)	$t$	: 時刻(s)
$N_R$	: 二次元浮体(断面浮体)のローリングによる減衰係数(kgf·s)	$w_0$	: 海水の単位体積重量(kgf/m <sup>3</sup> )
$N_R'$	: 二次元浮体(断面浮体)のローリングによる減衰係数の無次元値	$X$	: $X$ 座標( $-L/2 \leq X \leq L/2$ )(m)
$n$	: 無限級数の次数	$y, \dot{y}, \ddot{y}$	: スウェイングの変位(m), 速度(m/s), 加速度(m/s <sup>2</sup> )(浮体の動揺計算より求める)
$\overline{OG}$	: 静水面と重心の鉛直距離(m)	$z, \dot{z}, \ddot{z}$	: ヒービングの変位(m), 速度(m/s), 加速度(m/s <sup>2</sup> )(浮体の動揺計算より求める)
$P_H$	: 式(14)	$z_0$	: 浮体の $z$ 方向の重心位置(m)
$P_V$	: 式(15)	$\alpha$	: 浮体の長軸に対する波の入射角(°)
$P_1$	: 式(17)	$a_s$	: 式(28)
$P_2$	: 式(18)	$\beta_s$	: 式(30)
$P_3$	: 式(19)	$\zeta_0$	: 波の振幅(m)
		$\rho$	: 水(または海水)の密度(kgf·m <sup>-4</sup> s <sup>2</sup> )
		$\lambda$	: 波の波長(m)
		$\sigma$	: 角周波数( $\sigma = 2\pi/T$ )(rad/s)
		$\phi, \dot{\phi}, \ddot{\phi}$	: ローリングの振幅(rad), 角速度(rad/s), 角加速度(rad/s <sup>2</sup> )(浮体の動揺計算より求める)

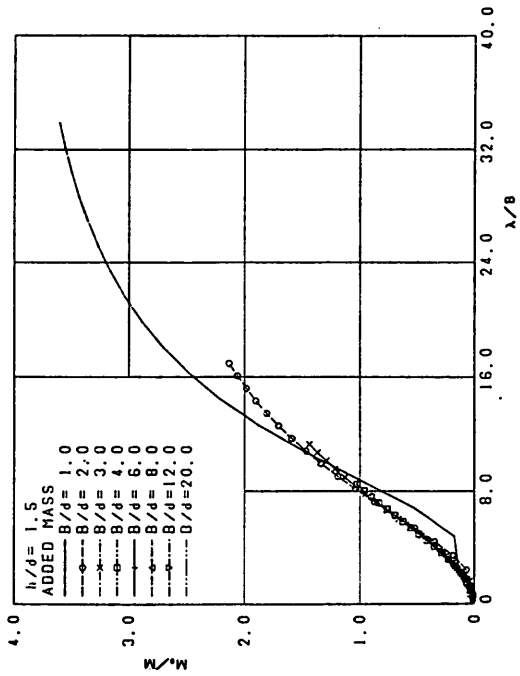
$\theta, \dot{\theta}, \ddot{\theta}$  : ピッチングの振幅(rad), 角速度(rad/s), 角加速度(rad/s<sup>2</sup>) (浮体の動揺計算より求める)

付録 A. 厳密解による流体力係数の図面

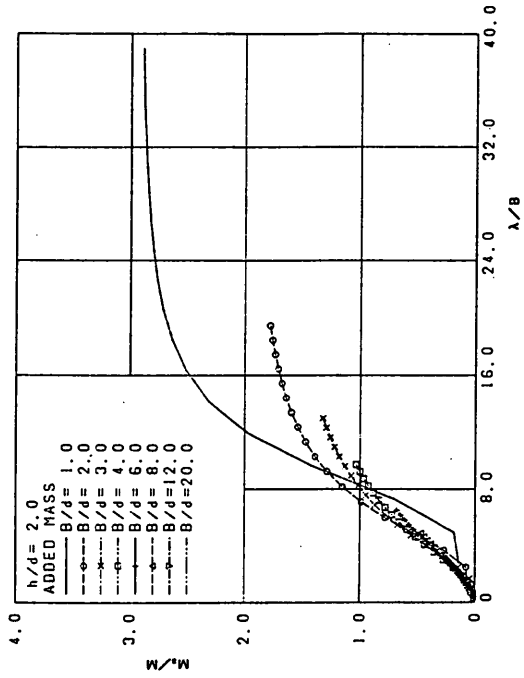
付図-A. 1 ~ A. 64

付録 B. 厳密解による流体力係数の表

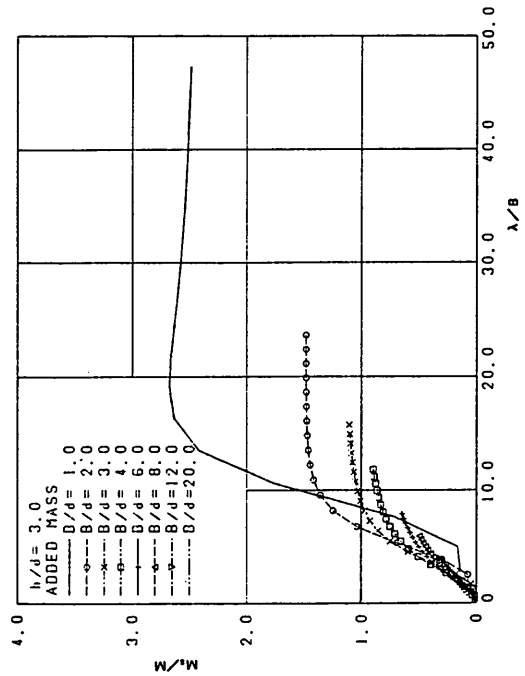
付表-B. 1 ~ B. 8



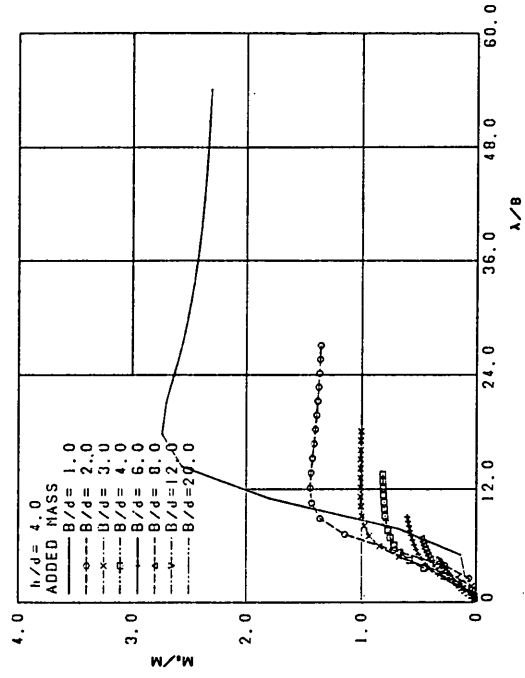
付図-A.1 スウェィングの断面付加質量係数 ( $h/d=1.5$ )



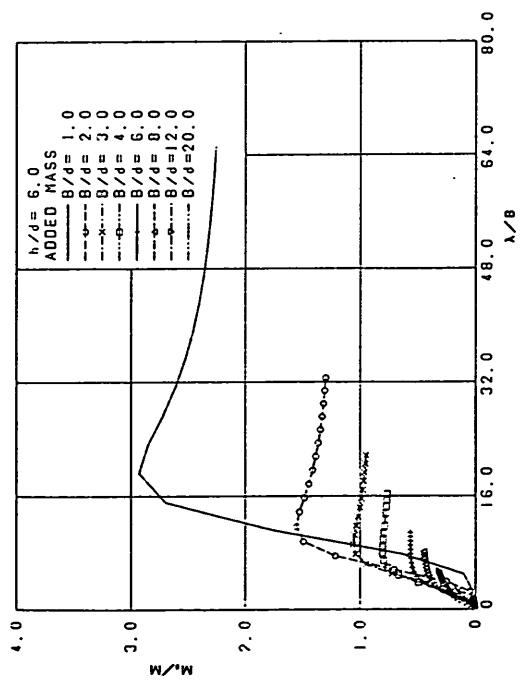
付図-A.2 スウェィングの断面付加質量係数 ( $h/d=2.0$ )



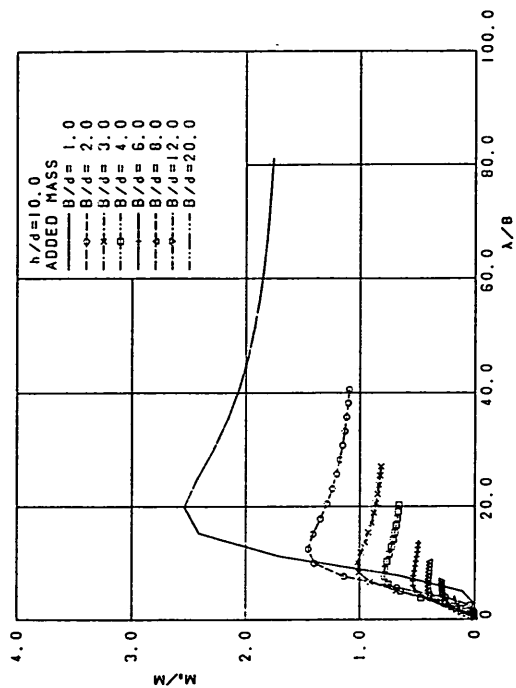
付図-A.3 スウェィングの断面付加質量係数 ( $h/d=3.0$ )



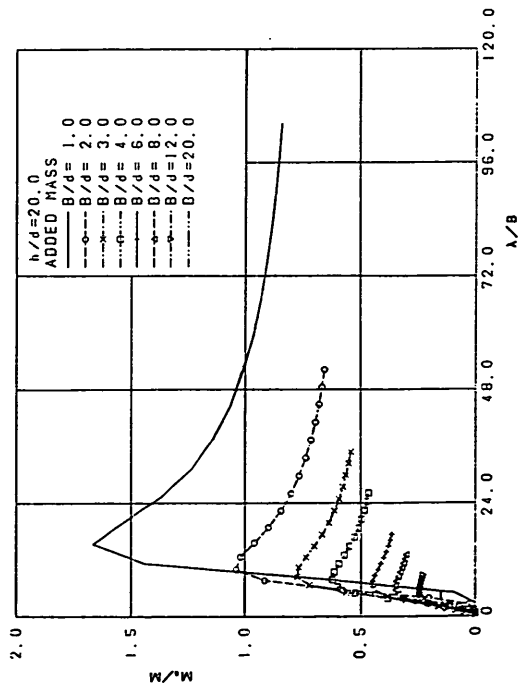
付図-A.4 スウェィングの断面付加質量係数 ( $h/d=4.0$ )



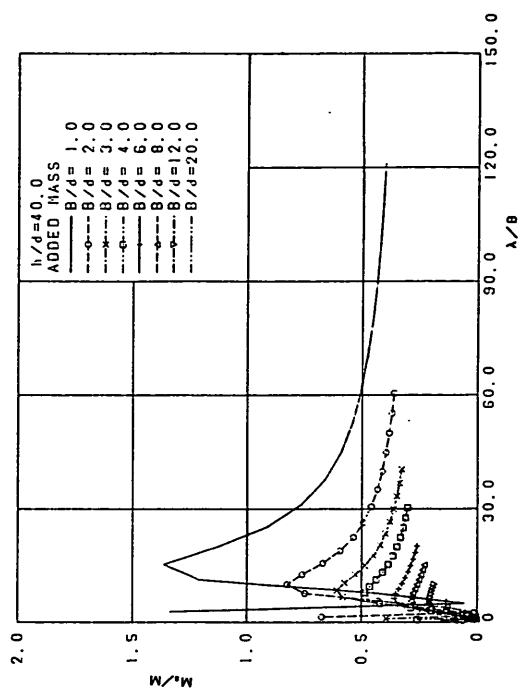
付図-A.5 スウェーイングの断面付加質量係数 ( $h/d=6.0$ )



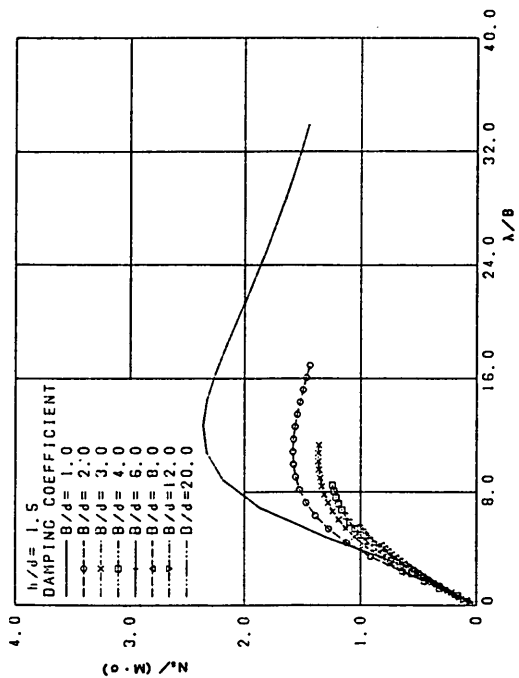
付図-A.6 スウェーイングの断面付加質量係数 ( $h/d=10.0$ )



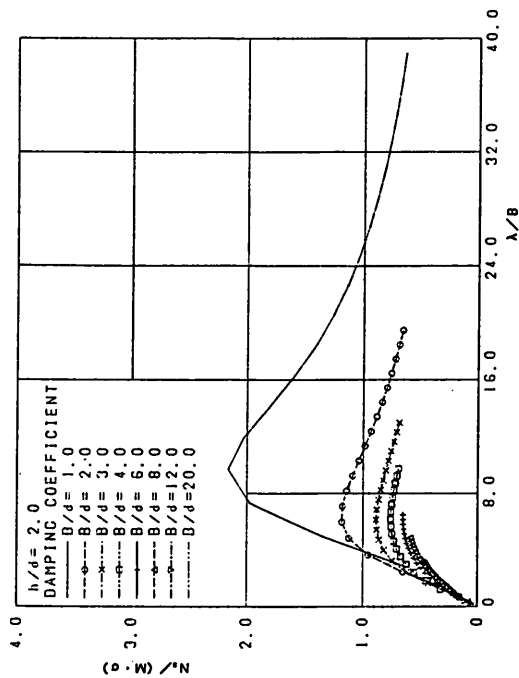
付図-A.7 スウェーイングの断面付加質量係数 ( $h/d=20.0$ )



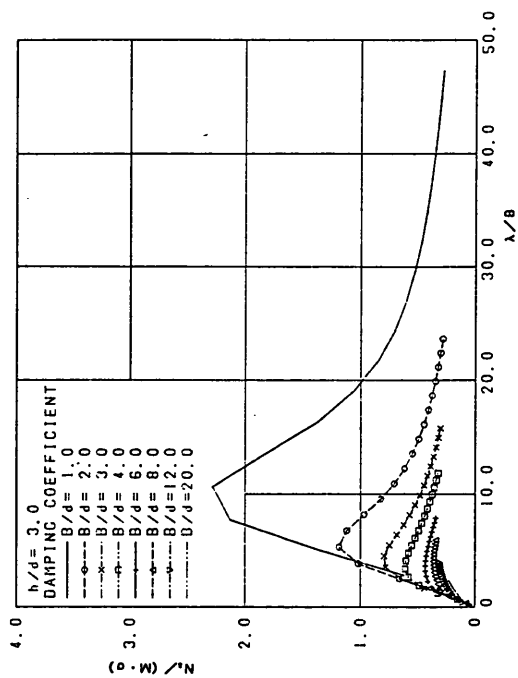
付図-A.8 スウェーイングの断面付加質量係数 ( $h/d=40.0$ )



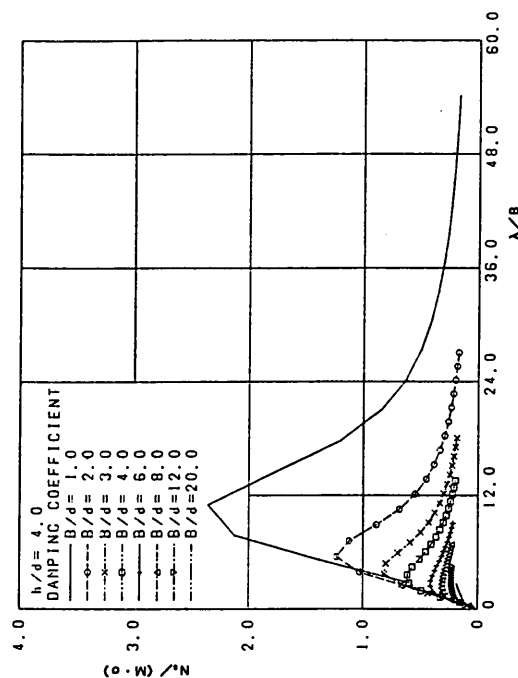
付図-A.9 スウェーイングの断面減衰係数( $h/d=1.5$ )



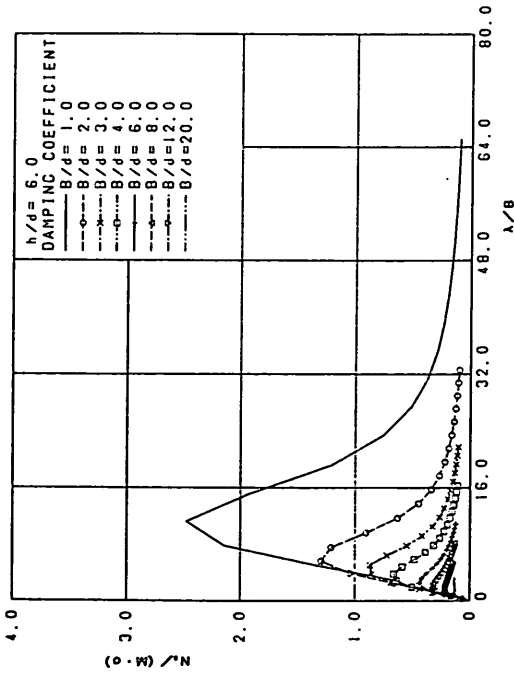
付図-A.10 スウェーイングの断面減衰係数( $h/d=2.0$ )



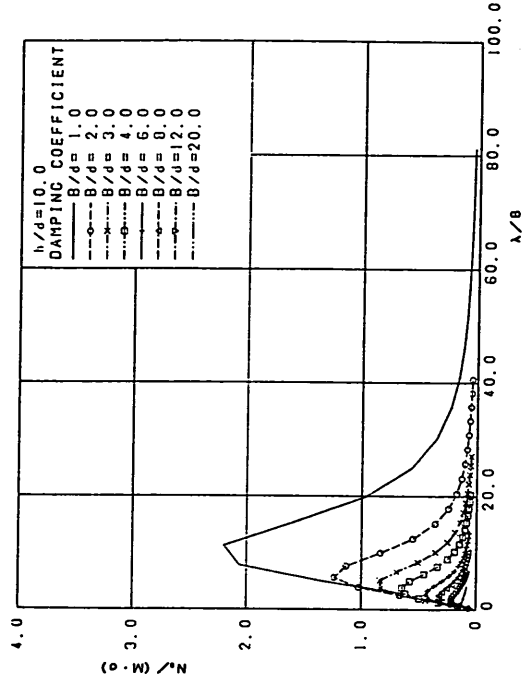
付図-A.11 スウェーイングの断面減衰係数( $h/d=3.0$ )



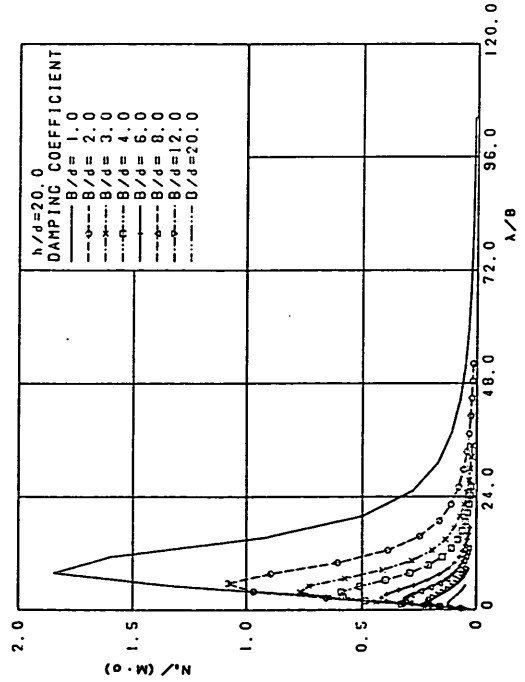
付図-A.12 スウェーイングの断面減衰係数( $h/d=4.0$ )



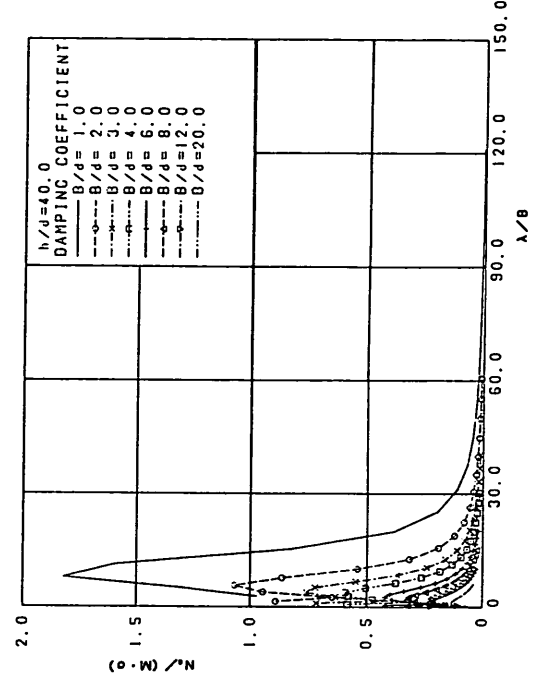
付図-A.13 スウェーイングの断面減衰係数( $h/d=6.0$ )



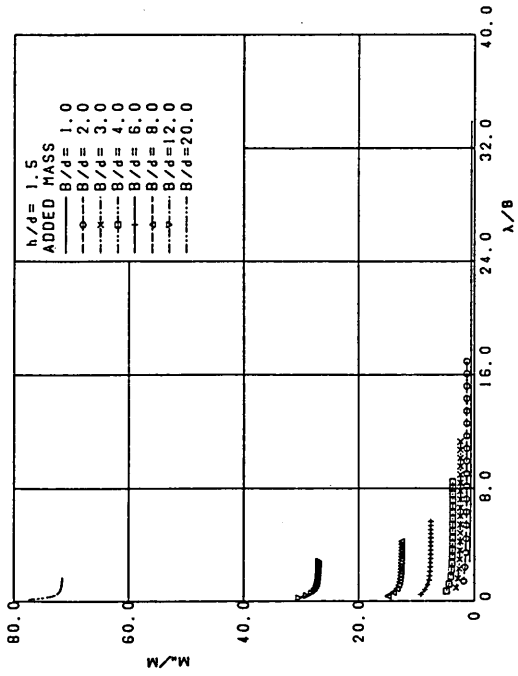
付図-A.14 スウェーイングの断面減衰係数( $h/d=10.0$ )



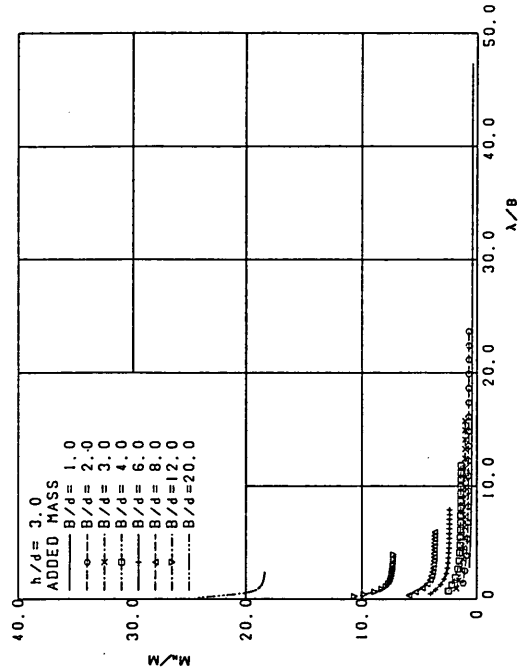
付図-A.15 スウェーイングの断面減衰係数( $h/d=20.0$ )



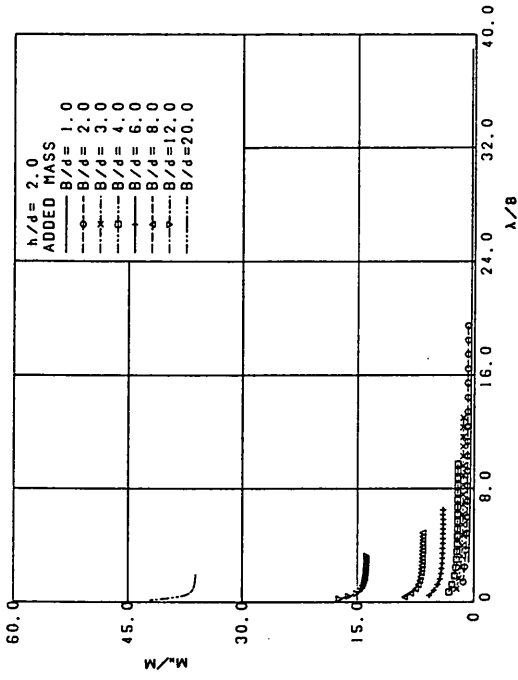
付図-A.16 スウェーイングの断面減衰係数( $h/d=40.0$ )



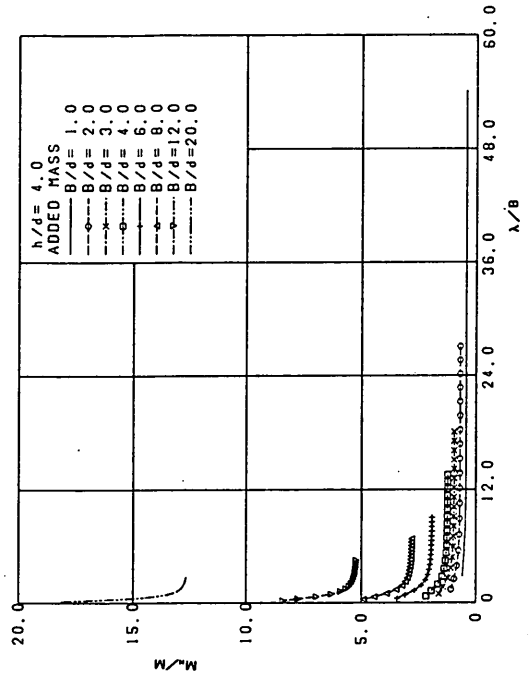
付図-A.17 ヒービングの断面付加質量係数 ( $h/d=1.5$ )



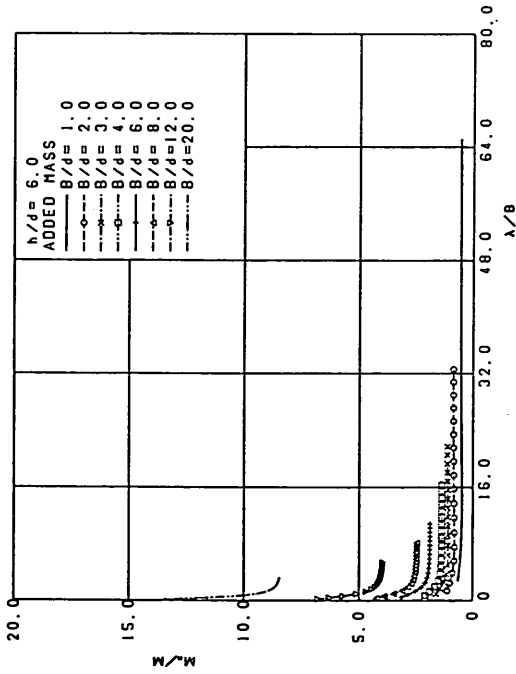
付図-A.19 ヒービングの断面付加質量係数 ( $h/d=3.0$ )



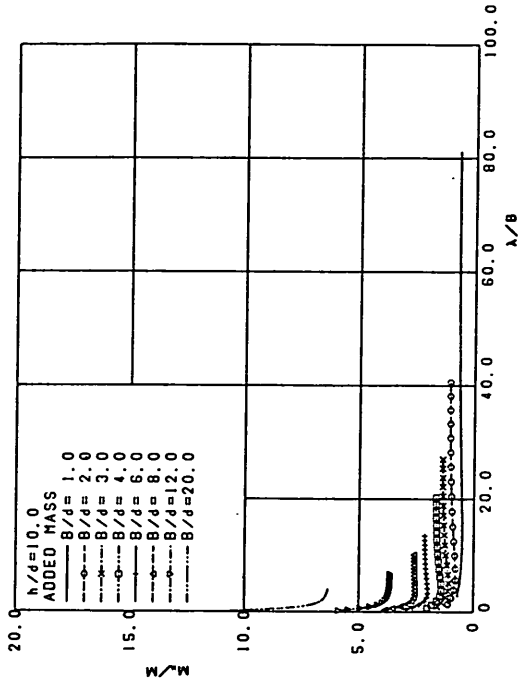
付図-A.18 ヒービングの断面付加質量係数 ( $h/d=2.0$ )



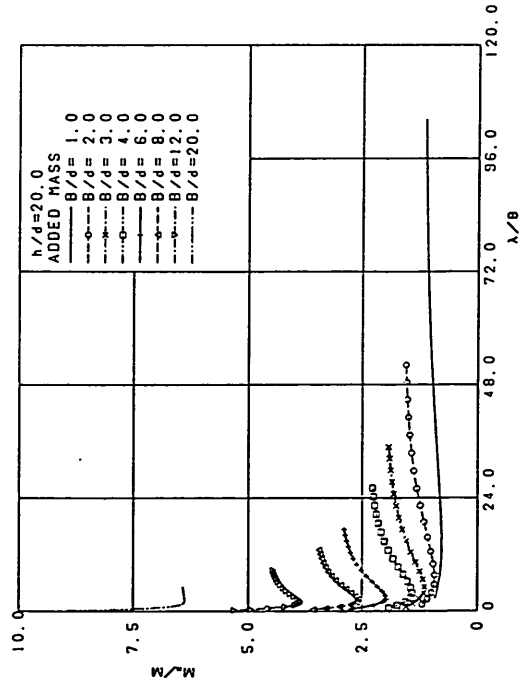
付図-A.20 ヒービングの断面付加質量係数 ( $h/d=4.0$ )



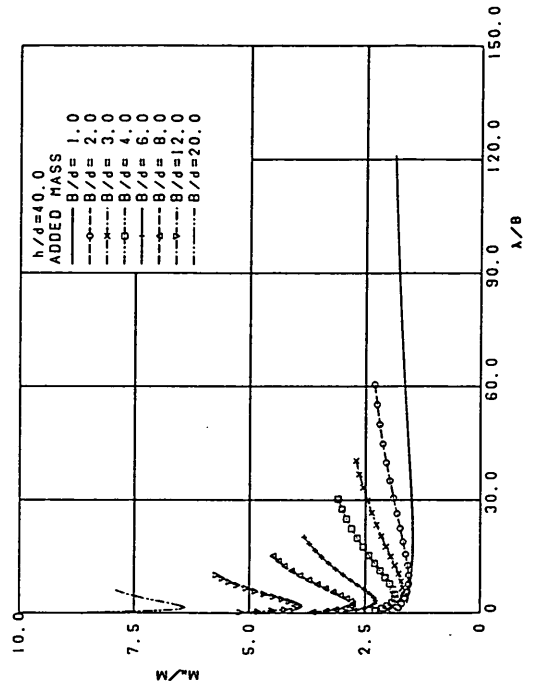
付図-A.21 ヒーピングの断面付加質量係数 ( $h/d=6.0$ )



付図-A.22 ヒーピングの断面付加質量係数 ( $h/d=10.0$ )

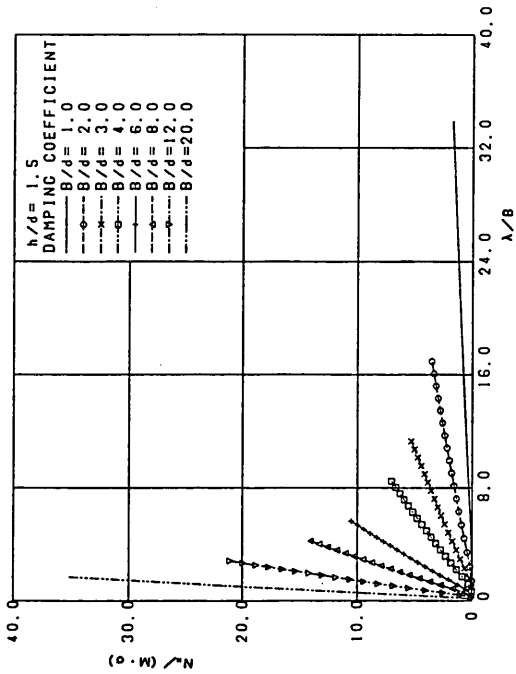


付図-A.23 ヒーピングの断面付加質量係数 ( $h/d=20.0$ )

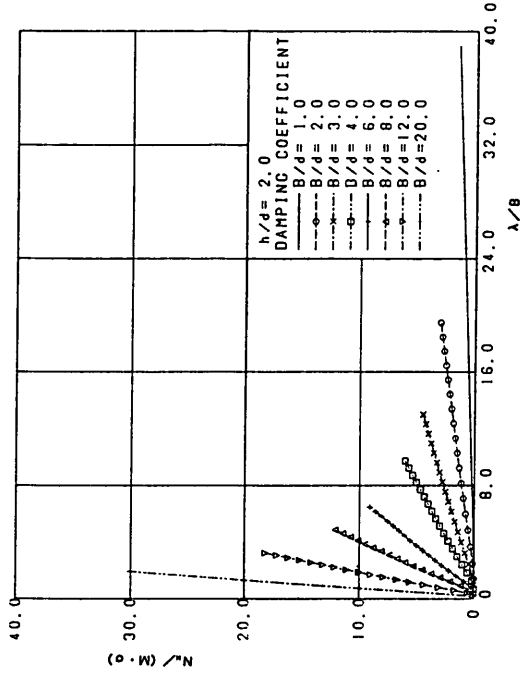


付図-A.24 ヒーピングの断面付加質量係数 ( $h/d=40.0$ )

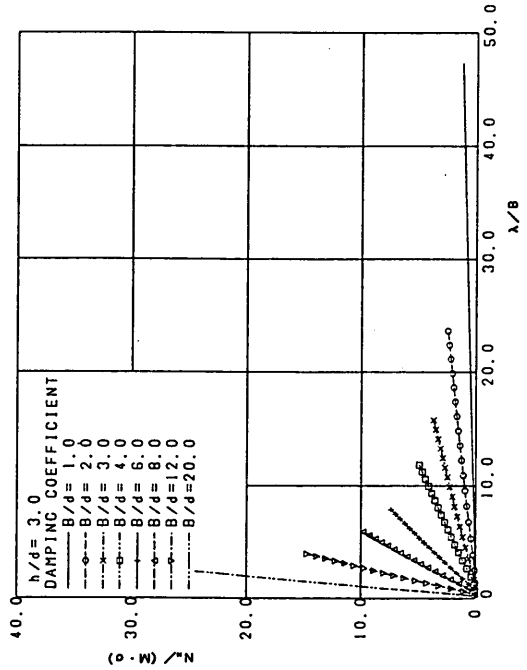




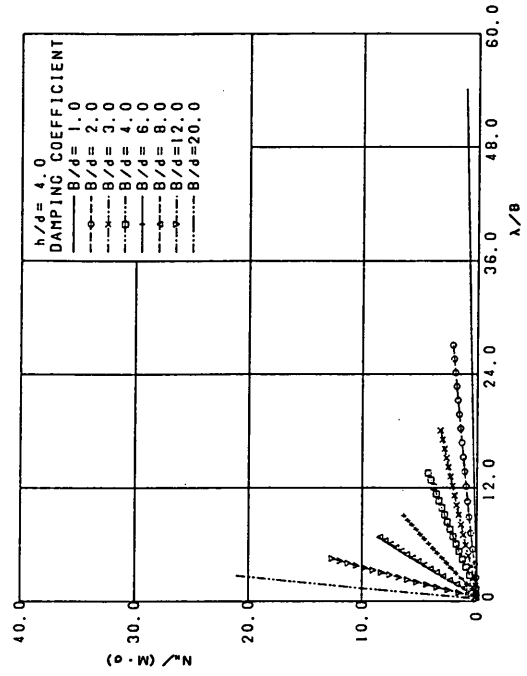
付図-A.25 ヒービングの断面減衰係数( $h/d=1.5$ )



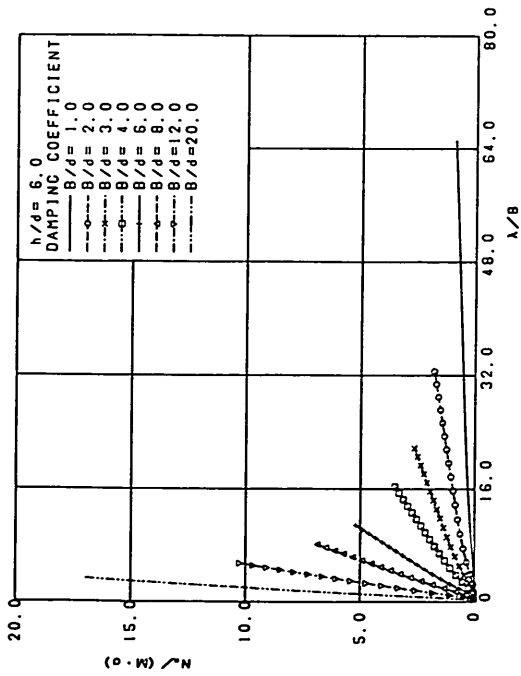
付図-A.26 ヒービングの断面減衰係数( $h/d=2.0$ )



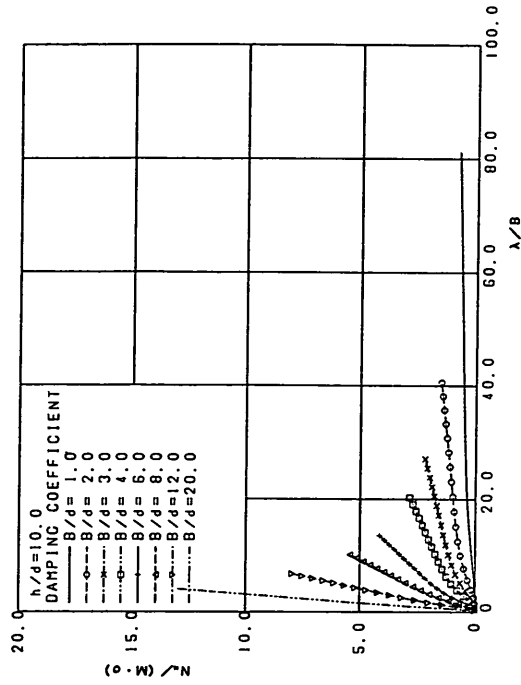
付図-A.27 ヒービングの断面減衰係数( $h/d=3.0$ )



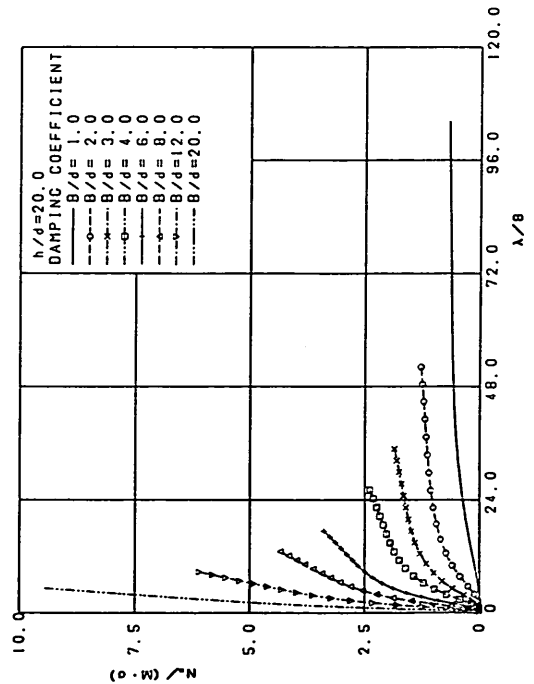
付図-A.28 ヒービングの断面減衰係数( $h/d=4.0$ )



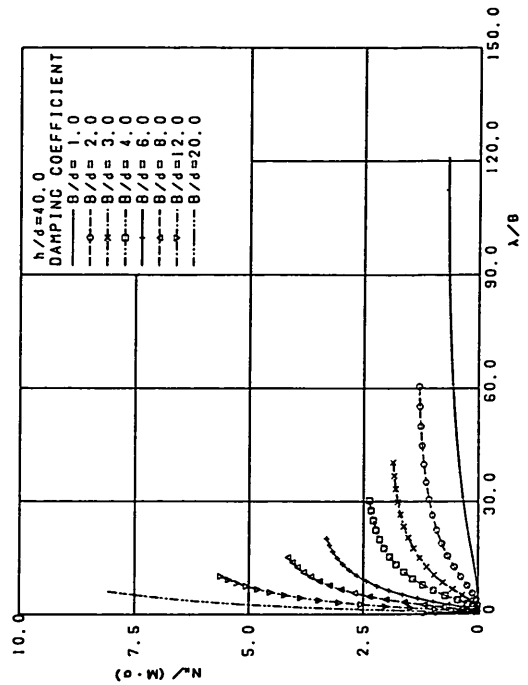
付図-A.29 ヒービングの断面減衰係数 ( $h/d=6.0$ )



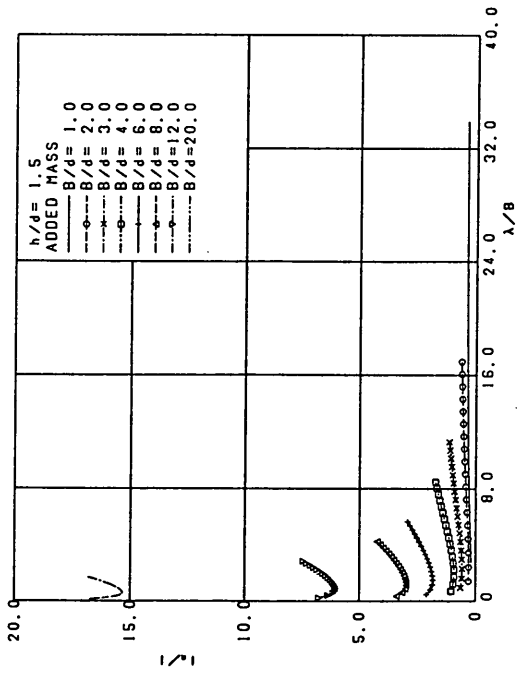
付図-A.30 ヒービングの断面減衰係数 ( $h/d=10.0$ )



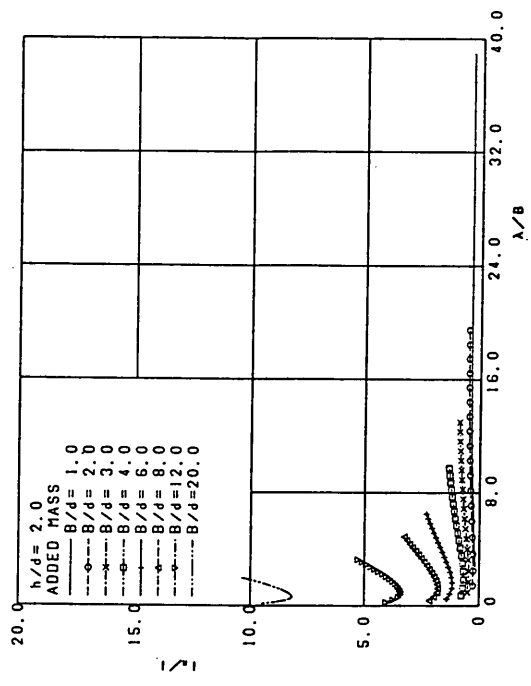
付図-A.31 ヒービングの断面減衰係数 ( $h/d=20.0$ )



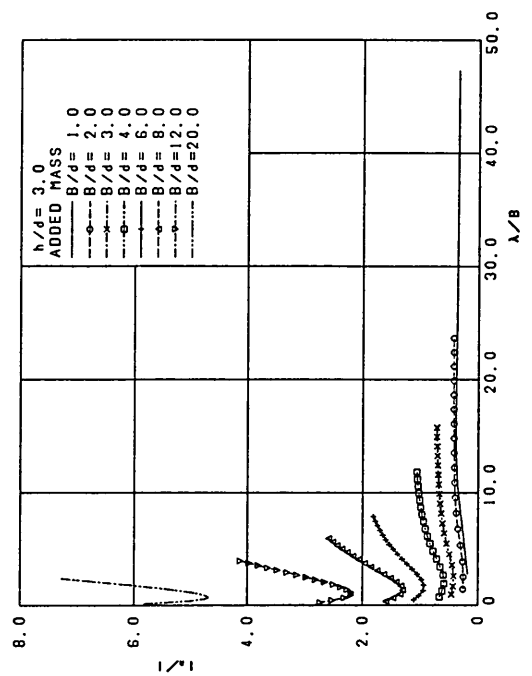
付図-A.32 ヒービングの断面減衰係数 ( $h/d=40.0$ )



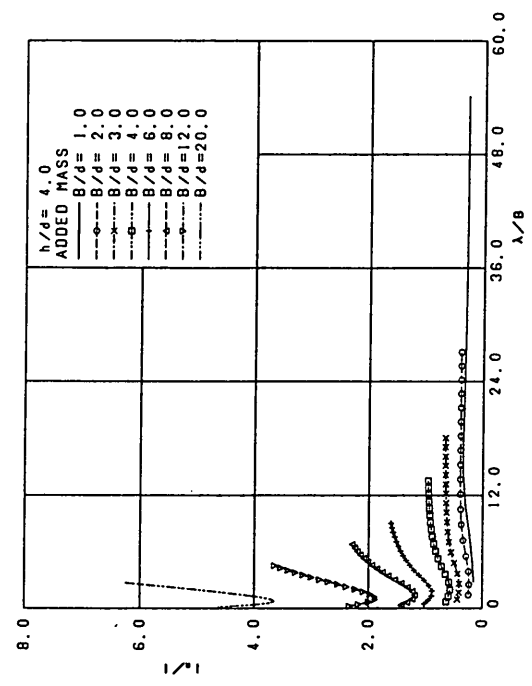
付図-A.33 ローリングの断面付加慣性モーメント係数 ( $h/d=1.5$ )



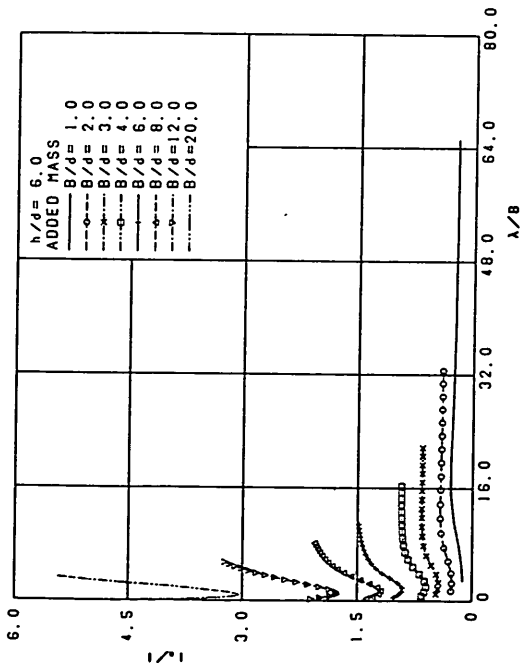
付図-A.34 ローリングの断面付加慣性モーメント係数 ( $h/d=2.0$ )



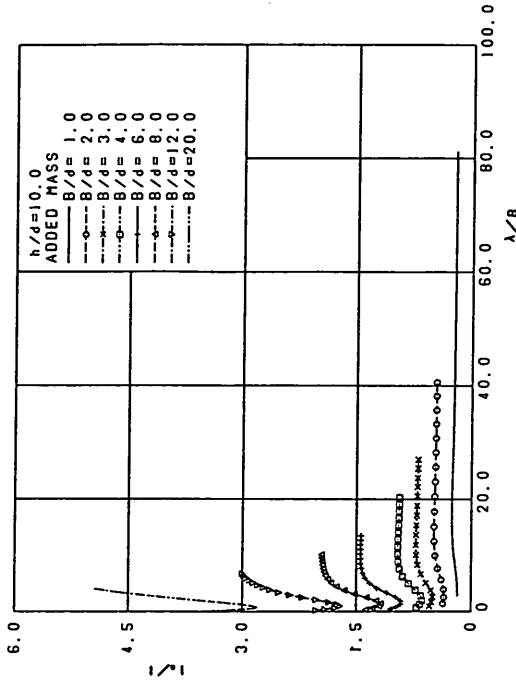
付図-A.35 ローリングの断面付加慣性モーメント係数 ( $h/d=3.0$ )



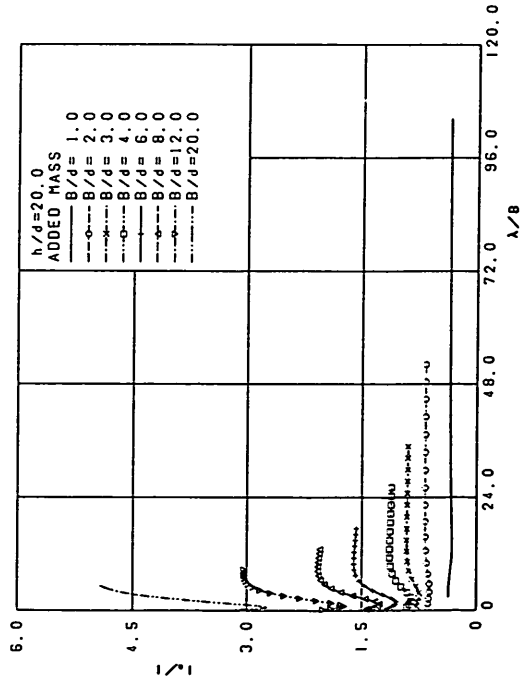
付図-A.36 ローリングの断面付加慣性モーメント係数 ( $h/d=4.0$ )



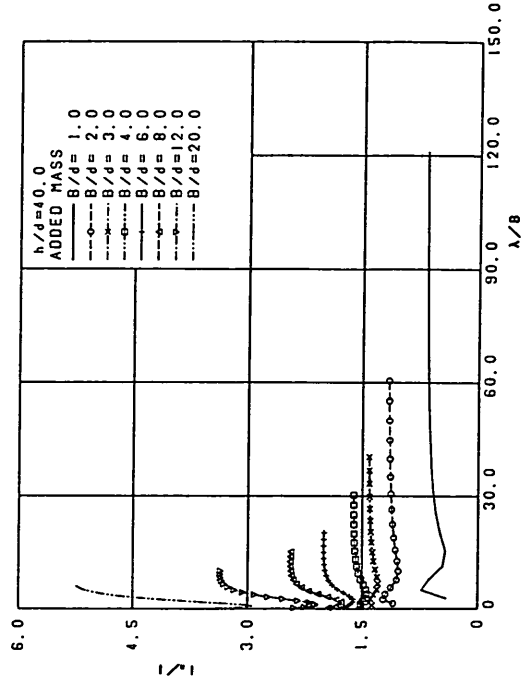
付図-A.37 ローリングの断面付加慣性モーメント係数 ( $h/d=6.0$ )



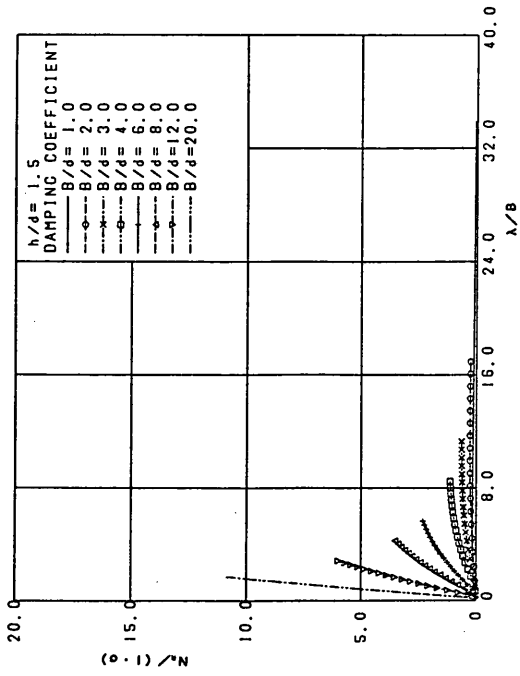
付図-A.38 ローリングの断面付加慣性モーメント係数 ( $h/d=10.0$ )



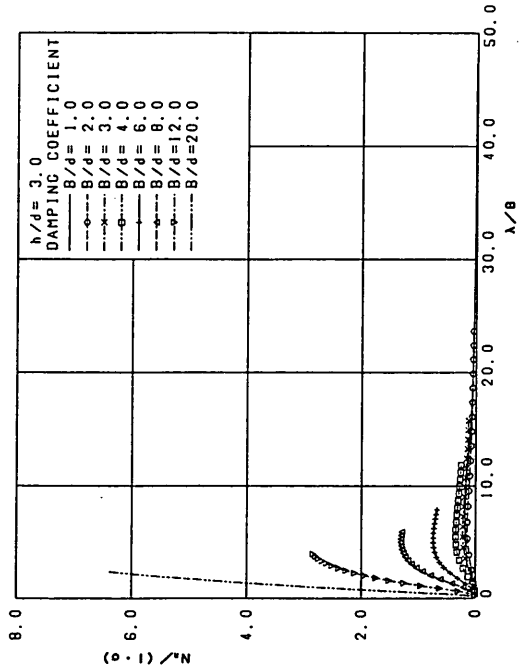
付図-A.39 ローリングの断面付加慣性モーメント係数 ( $h/d=20.0$ )



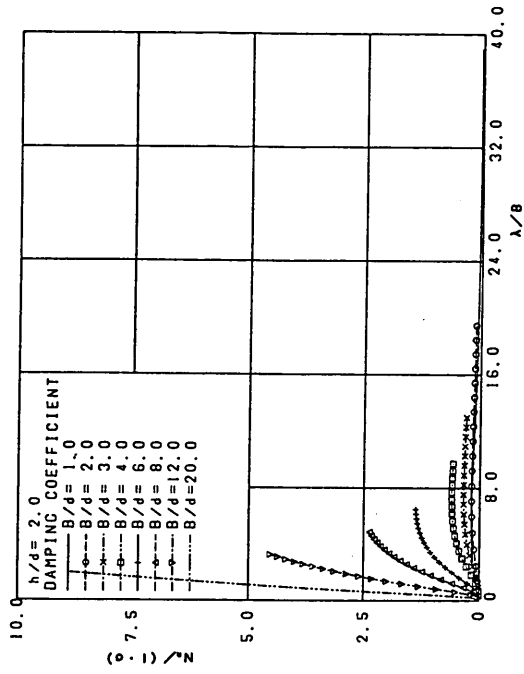
付図-A.40 ローリングの断面付加慣性モーメント係数 ( $h/d=40.0$ )



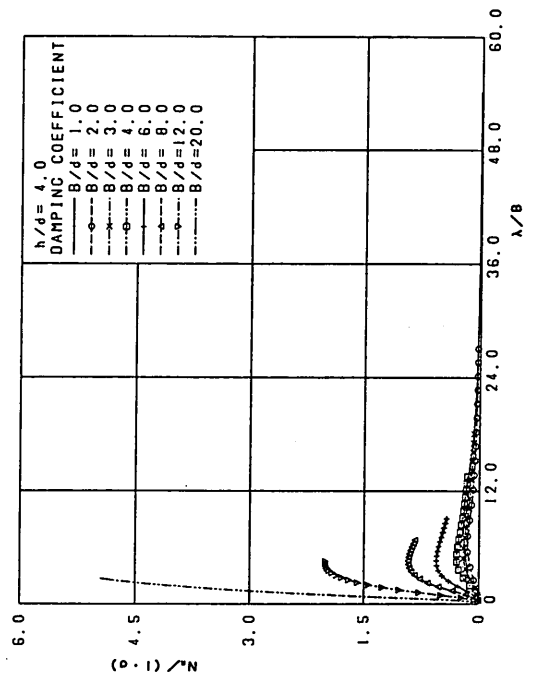
付図-A.41 ローリングの断面減衰係数( $h/d=1.5$ )



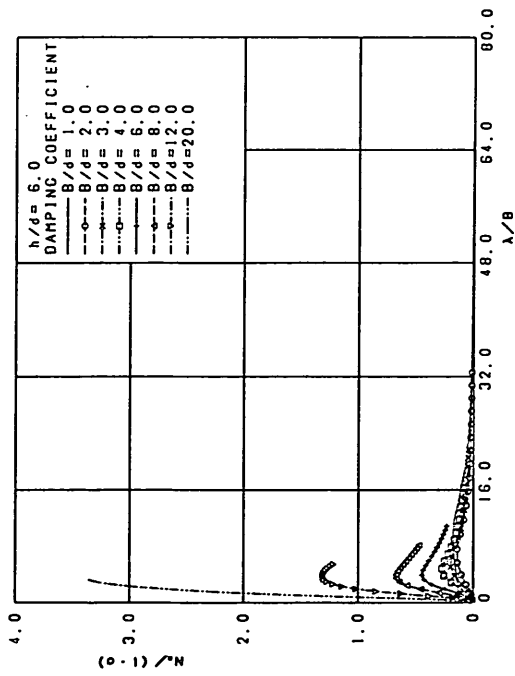
付図-A.43 ローリングの断面減衰係数( $h/d=3.0$ )



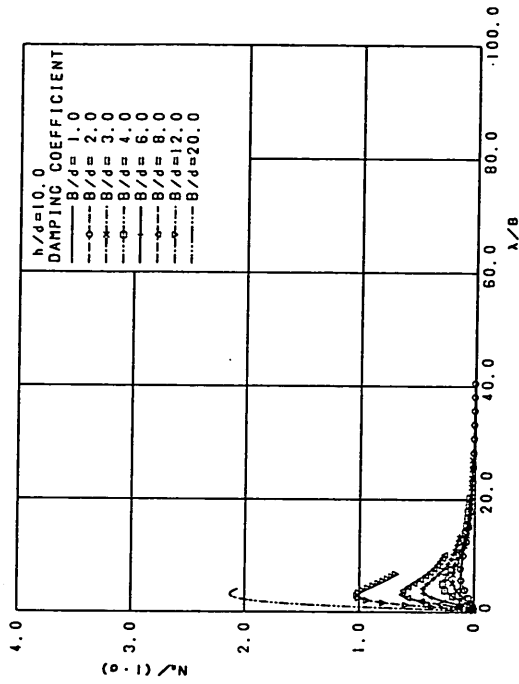
付図-A.42 ローリングの断面減衰係数( $h/d=2.0$ )



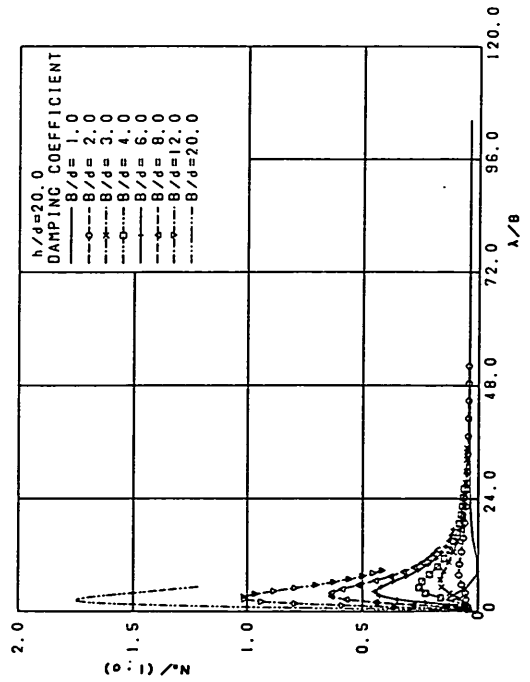
付図-A.44 ローリングの断面減衰係数( $h/d=4.0$ )



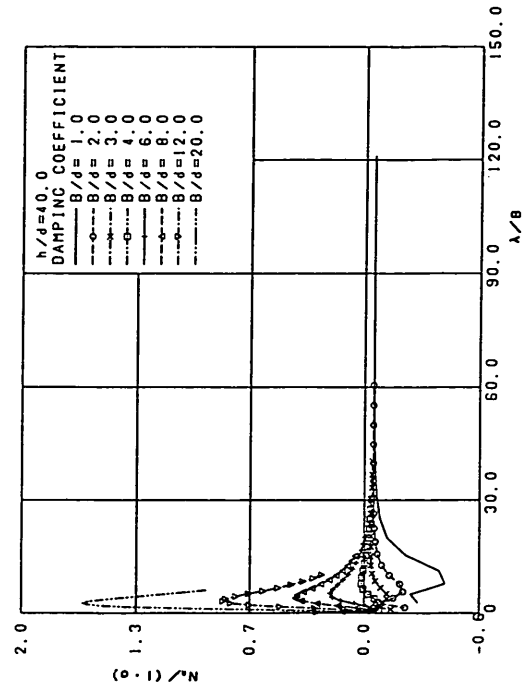
付図-A.45 ローリングの断面減衰係数 ( $h/d=6.0$ )



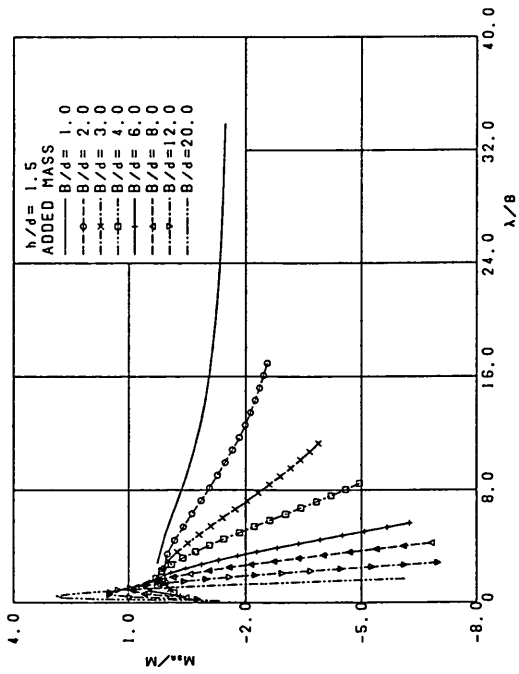
付図-A.46 ローリングの断面減衰係数 ( $h/d=10.0$ )



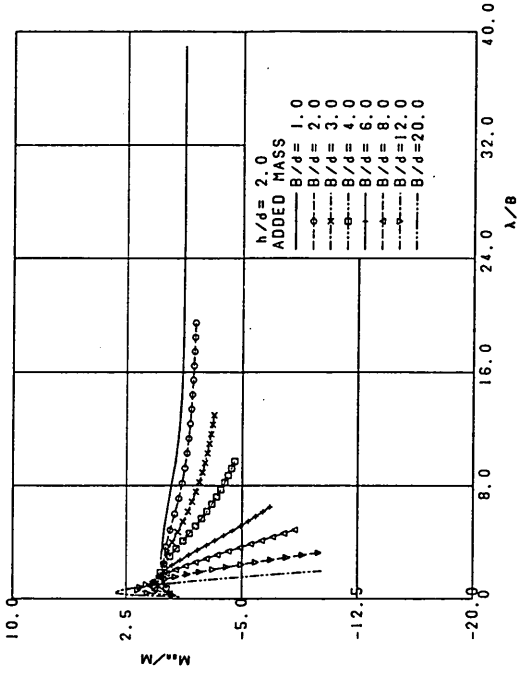
付図-A.47 ローリングの断面減衰係数 ( $h/d=20.0$ )



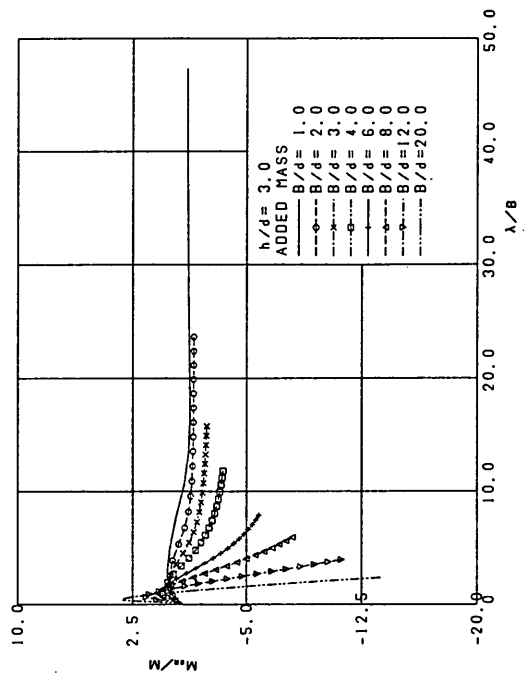
付図-A.48 ローリングの断面減衰係数 ( $h/d=40.0$ )



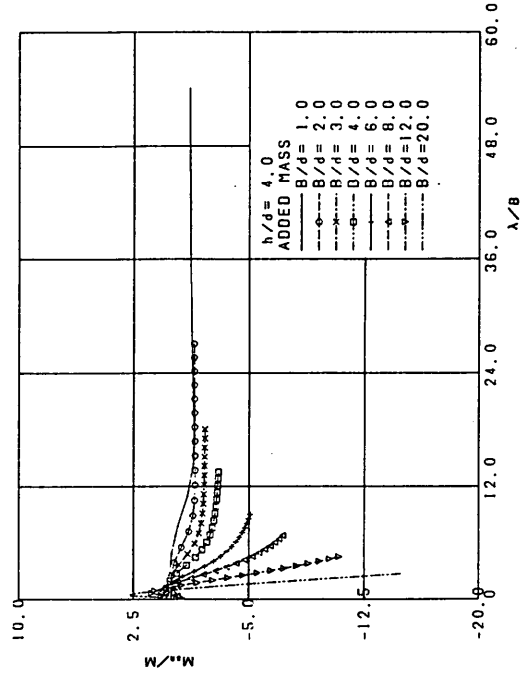
付図-A.49 ローリングによるスウェーイングの断面付加質量係数( $h/d=1.5$ )



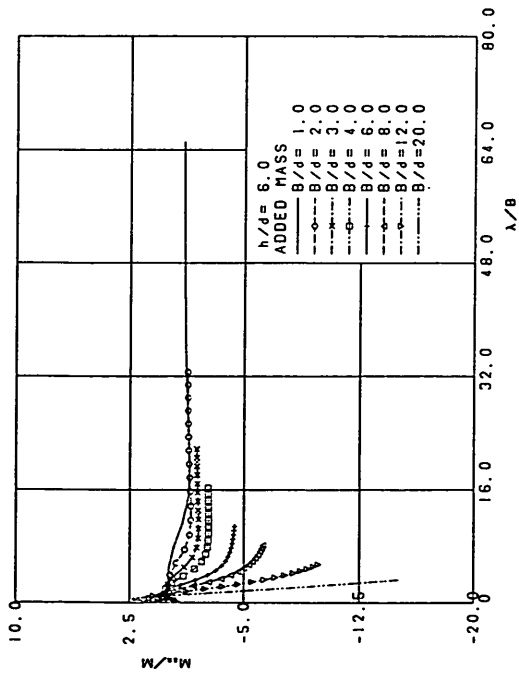
付図-A.50 ローリングによるスウェーイングの断面付加質量係数( $h/d=2.0$ )



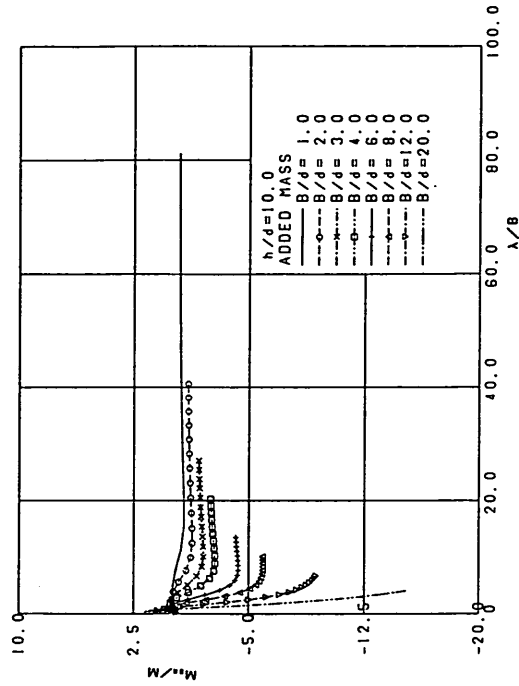
付図-A.51 ローリングによるスウェーイングの断面付加質量係数( $h/d=3.0$ )



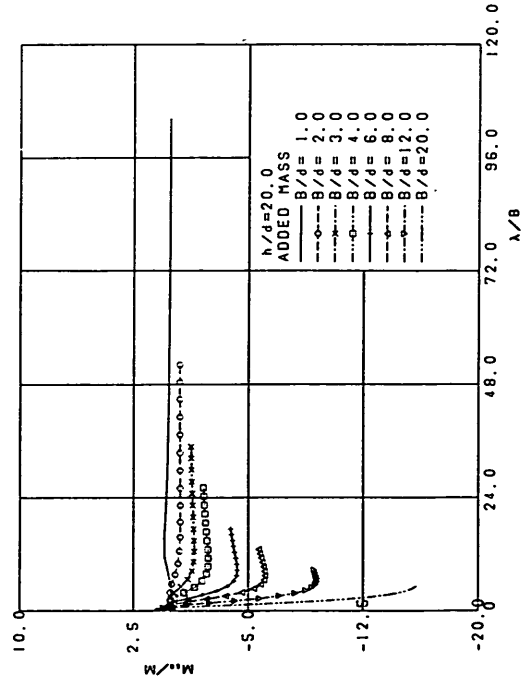
付図-A.52 ローリングによるスウェーイングの断面付加質量係数( $h/d=4.0$ )



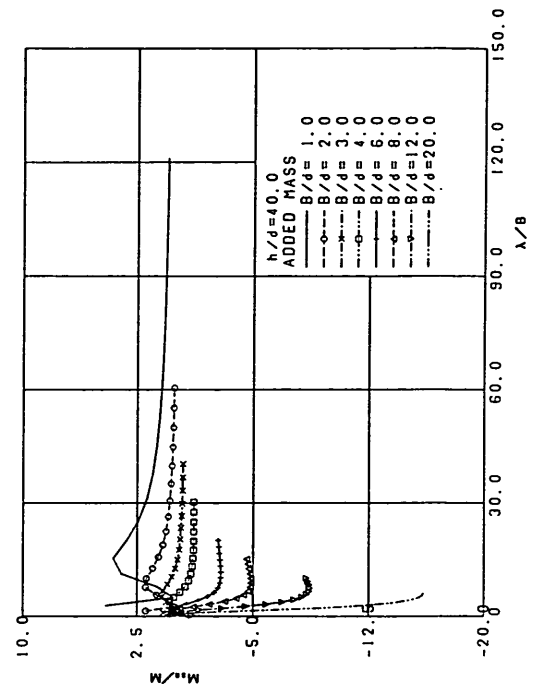
付図-A.53 ローリングによるスウェーイングの断面付加質量係数 ( $h/d = 6.0$ )



付図-A.54 ローリングによるスウェーイングの断面付加質量係数 ( $h/d = 10.0$ )

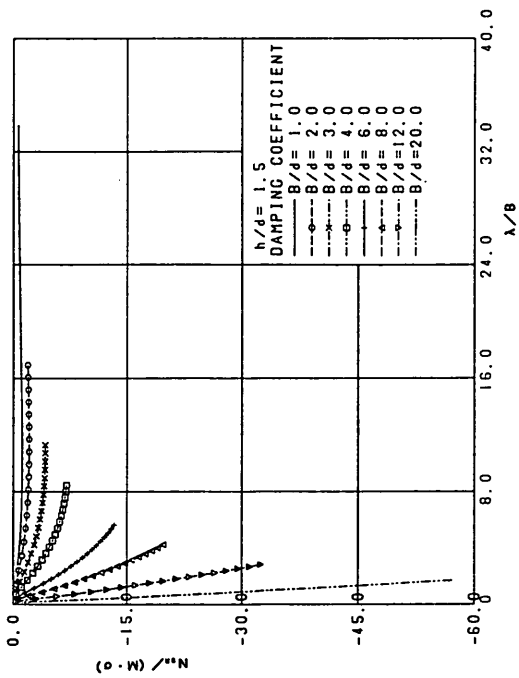


付図-A.55 ローリングによるスウェーイングの断面付加質量係数 ( $h/d = 20.0$ )

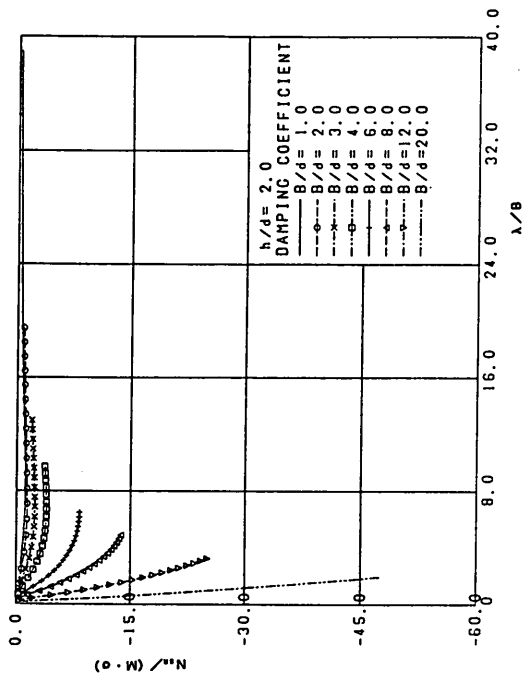


付図-A.56 ローリングによるスウェーイングの断面付加質量係数 ( $h/d = 40.0$ )

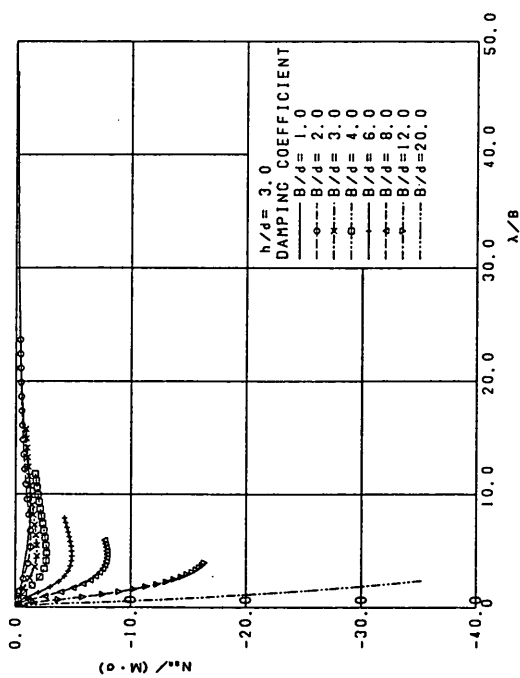




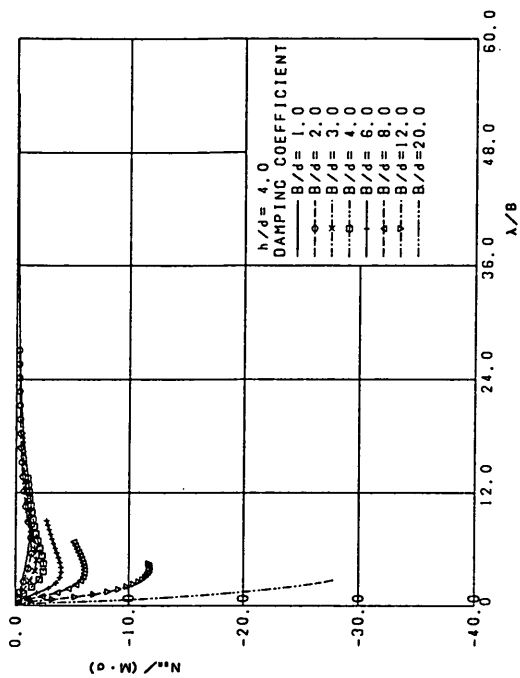
付図-A.57 ローリングによるスウェーイングの断面減衰係数( $h/d=1.5$ )



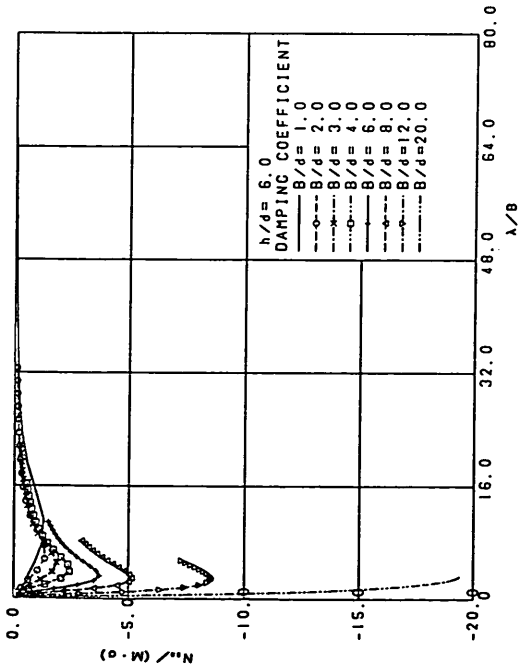
付図-A.58 ローリングによるスウェーイングの断面減衰係数( $h/d=2.0$ )



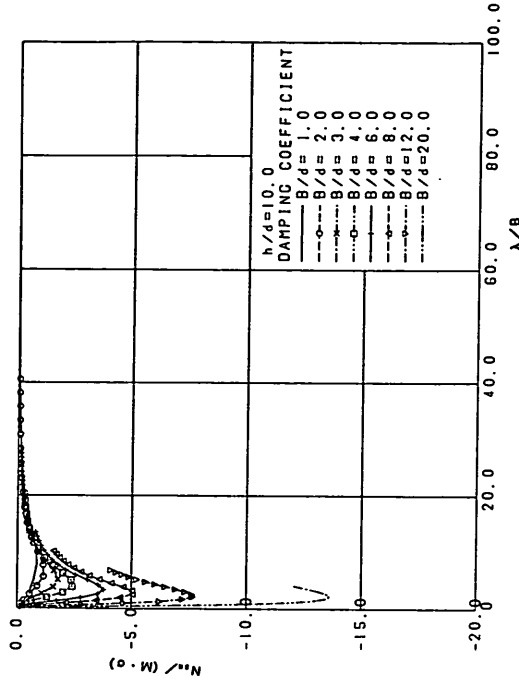
付図-A.59 ローリングによるスウェーイングの断面減衰係数( $h/d=3.0$ )



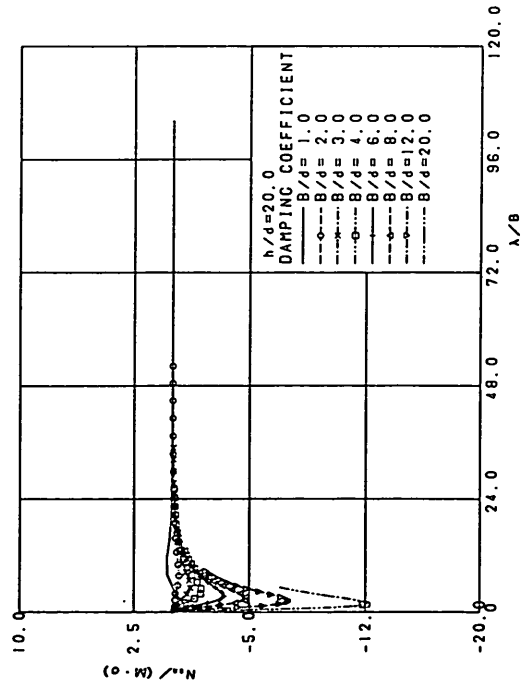
付図-A.60 ローリングによるスウェーイングの断面減衰係数( $h/d=4.0$ )



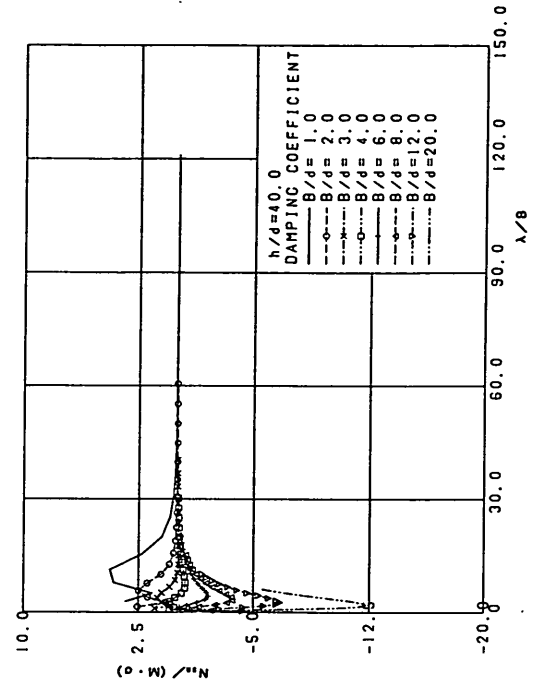
付図-A.61 ローリングによるスウェーイングの断面減衰係数 ( $h/d=6.0$ )



付図-A.62 ローリングによるスウェーイングの断面減衰係数 ( $h/d=10.0$ )



付図-A.63 ローリングによるスウェーイングの断面減衰係数 ( $h/d=20.0$ )



付図-A.64 ローリングによるスウェーイングの断面減衰係数 ( $h/d=40.0$ )

付表-B. 1 厳密解による流体力係数 ( $h/d=1.5$ )

$h/d = 1.5$		$B/d = 1.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
33.8745	3.6038	1.4469	0.5051	1.7581	0.3986	0.0609	-1.4981	-0.6061	0.0755
32.1389	3.5554	1.5089	0.5056	1.6639	0.3973	0.0639	-1.4810	-0.6336	0.0837
30.3957	3.4997	1.5755	0.5062	1.5694	0.3957	0.0670	-1.4612	-0.6634	0.0933
28.6500	3.4351	1.6469	0.5070	1.4744	0.3940	0.0706	-1.4380	-0.6958	0.1045
26.9050	3.3595	1.7234	0.5078	1.3789	0.3919	0.0744	-1.4109	-0.7310	0.1180
25.1515	3.2707	1.8049	0.5089	1.2827	0.3894	0.0787	-1.3789	-0.7692	0.1343
23.3972	3.1654	1.8913	0.5102	1.1859	0.3864	0.0834	-1.3407	-0.8108	0.1541
21.6321	3.0398	1.9818	0.5118	1.0881	0.3828	0.0887	-1.2948	-0.8558	0.1788
19.8637	2.8887	2.0748	0.5139	0.9891	0.3784	0.0946	-1.2390	-0.9042	0.2098
18.0805	2.7058	2.1671	0.5167	0.8887	0.3729	0.1011	-1.1706	-0.9556	0.2497
16.2846	2.4828	2.2531	0.5204	0.7863	0.3661	0.1085	-1.0858	-1.0090	0.3021
14.4753	2.2104	2.3224	0.5256	0.6814	0.3574	0.1166	-0.9798	-1.0622	0.3730
12.6381	1.8781	2.3575	0.5332	0.5729	0.3461	0.1256	-0.8462	-1.1105	0.4721
10.7676	1.4787	2.3283	0.5449	0.4596	0.3311	0.1351	-0.6772	-1.1450	0.6166
8.8493	0.9175	2.1857	0.5647	0.3396	0.3110	0.1448	-0.4651	-1.1485	0.8393
6.8629	0.5391	1.8604	0.6013	0.2116	0.2833	0.1532	-0.2088	-1.0896	1.2085
4.8015	0.1780	1.2995	0.6741	0.0848	0.2445	0.1560	0.0653	-0.9189	1.8883
2.8023	0.1456	0.6240	0.7888	0.0086	0.1928	0.1425	0.2632	-0.6086	3.3570

$h/d = 1.5$		$B/d = 2.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
16.9373	2.1292	1.4346	1.2535	3.5148	0.6278	0.2513	-2.5717	-1.9377	0.0755
16.0694	2.0596	1.4651	1.2546	3.3263	0.6152	0.2563	-2.4763	-1.9776	0.0837
15.1979	1.9830	1.4942	1.2558	3.1371	0.6014	0.2609	-2.3714	-2.0153	0.0933
14.3250	1.8987	1.5211	1.2573	2.9470	0.5863	0.2652	-2.2559	-2.0497	0.1045
13.4525	1.8059	1.5448	1.2591	2.7559	0.5696	0.2687	-2.1289	-2.0795	0.1180
12.5758	1.7039	1.5642	1.2613	2.5636	0.5513	0.2714	-1.9895	-2.1028	0.1343
11.6986	1.5920	1.5776	1.2639	2.3697	0.5313	0.2728	-1.8366	-2.1174	0.1541
10.8161	1.4695	1.5831	1.2673	2.1740	0.5094	0.2727	-1.6695	-2.1205	0.1788
9.9318	1.3361	1.5783	1.2716	1.9759	0.4857	0.2705	-1.4878	-2.1087	0.2098
9.0402	1.1916	1.5602	1.2772	1.7748	0.4602	0.2656	-1.2917	-2.0776	0.2497
8.1423	1.0364	1.5253	1.2848	1.5699	0.4331	0.2574	-1.0819	-2.0223	0.3021
7.2377	0.8717	1.4694	1.2955	1.3598	0.4046	0.2450	-0.8606	-1.9366	0.3730
6.3190	0.6996	1.3875	1.3110	1.1426	0.3754	0.2275	-0.6317	-1.8132	0.4721
5.3838	0.5235	1.2736	1.3350	0.9156	0.3467	0.2036	-0.4017	-1.6435	0.6166
4.4247	0.3493	1.1196	1.3754	0.6752	0.3204	0.1721	-0.1821	-1.4169	0.8393
3.4315	0.1882	0.9137	1.4498	0.4192	0.3000	0.1319	0.0049	-1.1203	1.2085
2.4007	0.0701	0.6389	1.5970	0.1664	0.2929	0.0839	0.1086	-0.7475	1.8883
1.4011	0.0732	0.3139	1.8268	0.0165	0.3066	0.0413	0.0484	-0.3674	3.3570

$h/d = 1.5$		$B/d = 3.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
11.2915	1.4390	1.3584	2.3275	5.2715	1.1527	0.6299	-3.8797	-4.2220	0.0755
10.7130	1.3682	1.3621	2.3291	4.9888	1.1185	0.6299	-3.6550	-4.2278	0.0837
10.1319	1.2933	1.3621	2.3309	4.7049	1.0824	0.6278	-3.4171	-4.2209	0.0933
9.5500	1.2142	1.3576	2.3332	4.4197	1.0443	0.6234	-3.1662	-4.1989	0.1045
8.9683	1.1309	1.3479	2.3359	4.1330	1.0043	0.6160	-2.9023	-4.1592	0.1180
8.3838	1.0436	1.3321	2.3392	3.8444	0.9626	0.6054	-2.6262	-4.0989	0.1343
7.7991	0.9526	1.3092	2.3432	3.5535	0.9193	0.5910	-2.3388	-4.0148	0.1541
7.2107	0.8583	1.2784	2.3483	3.2599	0.8746	0.5721	-2.0417	-3.9034	0.1788
6.6212	0.7614	1.2385	2.3548	2.9627	0.8290	0.5482	-1.7372	-3.7609	0.2098
6.0268	0.6625	1.1885	2.3633	2.6610	0.7831	0.5186	-1.4282	-3.5833	0.2497
5.4282	0.5627	1.1272	2.3748	2.3534	0.7376	0.4825	-1.1188	-3.3661	0.3021
4.8251	0.4633	1.0536	2.3908	2.0381	0.6936	0.4391	-0.8141	-3.1047	0.3730
4.2127	0.3656	0.9664	2.4143	1.7122	0.6524	0.3876	-0.5209	-2.7935	0.4721
3.5892	0.2712	0.8640	2.4507	1.3716	0.6162	0.3268	-0.2486	-2.4254	0.6166
2.9498	0.1819	0.7440	2.5116	1.0108	0.5885	0.2555	-0.0125	-1.9902	0.8393
2.2876	0.1010	0.6007	2.6238	0.6268	0.5762	0.1734	0.1562	-1.4730	1.2085
1.6005	0.0409	0.4222	2.8455	0.2479	0.5926	0.0863	0.1782	-0.8714	1.8883
0.9341	0.0489	0.2099	3.1904	0.0243	0.6441	0.0242	-0.0697	-0.3256	3.3570

$h/d = 1.5$		$B/d = 4.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$M_\sigma$	$I$	$I_\sigma$	$M$	$M_\sigma$	$g$
8.4686	1.0244	1.2401	3.7327	7.0282	1.7284	1.1325	-4.9460	-7.0527	0.0755
8.0347	0.9618	1.2266	3.7349	6.6512	1.6690	1.1167	-4.5826	-6.9650	0.0837
7.5989	0.8973	1.2093	3.7374	6.2727	1.6081	1.0967	-4.2086	-6.8534	0.0933
7.1625	0.8311	1.1876	3.7404	5.8924	1.5457	1.0722	-3.8255	-6.7154	0.1045
6.7263	0.7636	1.1612	3.7440	5.5101	1.4822	1.0427	-3.4348	-6.5484	0.1180
6.2879	0.6950	1.1297	3.7484	5.1252	1.4179	1.0077	-3.0387	-6.3498	0.1343
5.8493	0.6258	1.0927	3.7538	4.7374	1.3534	0.9669	-2.6395	-6.1168	0.1541
5.4080	0.5564	1.0497	3.7606	4.3458	1.2892	0.9195	-2.2403	-5.8468	0.1788
4.9659	0.4873	1.0006	3.7693	3.9494	1.2260	0.8651	-1.8448	-5.5369	0.2098
4.5201	0.4192	0.9448	3.7807	3.5471	1.1646	0.8032	-1.4569	-5.1844	0.2497
4.0712	0.3526	0.8822	3.7961	3.1370	1.1060	0.7331	-1.0815	-4.7860	0.3021
3.6188	0.2882	0.8124	3.8176	2.7165	1.0517	0.6541	-0.7242	-4.3383	0.3730
3.1595	0.2268	0.7351	3.8490	2.2818	1.0033	0.5653	-0.3923	-3.8363	0.4721
2.6919	0.1687	0.6496	3.8976	1.8275	0.9637	0.4656	-0.0955	-3.2727	0.6166
2.2123	0.1146	0.5546	3.9791	1.3464	0.9378	0.3534	0.1491	-2.6347	0.8393
1.7157	0.0655	0.4462	4.1292	0.8343	0.9353	0.2288	0.3028	-1.9015	1.2085
1.2004	0.0281	0.3150	4.4253	0.3295	0.9753	0.1021	0.2572	-1.0670	1.8883
0.7006	0.0367	0.1577	4.8854	0.0321	1.0631	0.0199	-0.1637	-0.3338	3.3570

$h/d = 1.5$		$B/d = 6.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$M_\sigma$	$I$	$I_\sigma$	$M$	$M_\sigma$	$g$
5.6458	0.5787	1.0019	7.5413	10.5416	2.9302	2.3017	-6.2478	-13.3330	0.0755
5.3565	0.5353	0.9747	7.5445	9.9760	2.8276	2.2313	-5.6610	-12.9479	0.0837
5.0660	0.4921	0.9449	7.5483	9.4082	2.7257	2.1541	-5.0774	-12.5258	0.0933
4.7750	0.4494	0.9124	7.5528	8.8378	2.6250	2.0697	-4.4995	-12.0651	0.1045
4.4842	0.4071	0.8771	7.5583	8.2642	2.5260	1.9780	-3.9300	-11.5646	0.1180
4.1919	0.3657	0.8391	7.5649	7.6869	2.4293	1.8786	-3.3720	-11.0231	0.1343
3.8995	0.3252	0.7982	7.5730	7.1050	2.3356	1.7713	-2.8286	-10.4395	0.1541
3.6054	0.2860	0.7544	7.5833	6.5175	2.2456	1.6557	-2.3034	-9.8125	0.1788
3.3106	0.2482	0.7078	7.5964	5.9230	2.1601	1.5314	-1.7999	-9.1411	0.2098
3.0134	0.2120	0.6584	7.6136	5.3194	2.0802	1.3982	-1.3220	-8.4235	0.2497
2.7141	0.1777	0.6060	7.6367	4.7041	2.0069	1.2553	-0.8741	-7.6577	0.3021
2.4126	0.1453	0.5508	7.6691	4.0732	1.9419	1.1019	-0.4612	-6.8401	0.3730
2.1063	0.1150	0.4927	7.7163	3.4211	1.8875	0.9368	-0.0898	-5.9648	0.4721
1.7946	0.0869	0.4313	7.7896	2.7395	1.8476	0.7582	0.2299	-5.0207	0.6166
1.4749	0.0606	0.3659	7.9121	2.0176	1.8295	0.5638	0.4772	-3.9875	0.8393
1.1438	0.0362	0.2939	8.1379	1.2495	1.8490	0.3533	0.5980	-2.8294	1.2085
0.8002	0.0169	0.2087	8.5829	0.4927	1.9375	0.1452	0.4265	-1.5281	1.8883
0.4670	0.0245	0.1054	9.2732	0.0477	2.0989	0.0198	-0.3273	-0.4006	3.3570

$h/d = 1.5$		$B/d = 8.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$M_\sigma$	$I$	$I_\sigma$	$M$	$M_\sigma$	$g$
4.2343	0.3653	0.8169	12.6821	14.0550	4.2485	3.5348	-6.8199	-19.7739	0.0755
4.0174	0.3357	0.7879	12.6865	13.3008	4.1167	3.3970	-6.0907	-19.0375	0.0837
3.7995	0.3066	0.7573	12.6915	12.5437	3.9882	3.2514	-5.3777	-18.2603	0.0933
3.5813	0.2783	0.7252	12.6976	11.7831	3.8633	3.0978	-4.6835	-17.4419	0.1045
3.3631	0.2508	0.6915	12.7048	11.0183	3.7427	2.9362	-4.0108	-16.5820	0.1180
3.1439	0.2243	0.6564	12.7137	10.2486	3.6269	2.7662	-3.3622	-15.6802	0.1343
2.9246	0.1987	0.6197	12.7246	9.4727	3.5166	2.5879	-2.7407	-14.7362	0.1541
2.7040	0.1743	0.5815	12.7383	8.6893	3.4124	2.4008	-2.1490	-13.7493	0.1788
2.4830	0.1511	0.5418	12.7558	7.8965	3.3153	2.2047	-1.5901	-12.7186	0.2098
2.2601	0.1292	0.5007	12.7787	7.0917	3.2260	1.9990	-1.0673	-11.6426	0.2497
2.0356	0.1086	0.4582	12.8096	6.2712	3.1461	1.7830	-0.5841	-10.5186	0.3021
1.8094	0.0894	0.4143	12.8529	5.4299	3.0771	1.5554	-0.1450	-9.3419	0.3730
1.5798	0.0715	0.3689	12.9160	4.5603	3.0220	1.3145	0.2438	-8.1039	0.4721
1.3460	0.0549	0.3218	13.0138	3.6514	2.9857	1.0576	0.5710	-6.7891	0.6166
1.1062	0.0392	0.2724	13.1775	2.6888	2.9781	0.7812	0.8120	-5.3685	0.8393
0.8579	0.0242	0.2189	13.4789	1.6646	3.0211	0.4848	0.8967	-3.7907	1.2085
0.6002	0.0119	0.1560	14.0729	0.6559	3.1586	0.1939	0.6022	-2.0234	1.8883
0.3503	0.0184	0.0791	14.9934	0.0634	3.3949	0.0227	-0.4789	-0.4927	3.3570

$h/d = 1.5$		$B/d = 12.0$								$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_u$	$N_u$	$I_R$	$N_R$	$M_{sR}$	$N_{sR}$		$g$
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$		
2.8229	0.1819	0.5814	26.9628	21.0817	7.4673	6.0024	-6.9911	-32.4696		0.0755
2.6782	0.1664	0.5565	26.9693	19.9505	7.3041	5.7238	-6.1140	-31.0192		0.0837
2.5330	0.1514	0.5309	26.9769	18.8148	7.1473	5.4373	-5.2695	-29.5303		0.0933
2.3875	0.1370	0.5048	26.9860	17.6738	6.9975	5.1429	-4.4595	-28.0030		0.1045
2.2421	0.1233	0.4780	26.9969	16.5266	6.8550	4.8404	-3.6858	-26.4375		0.1180
2.0960	0.1102	0.4507	27.0102	15.3719	6.7203	4.5298	-2.9503	-24.8335		0.1343
1.9498	0.0977	0.4228	27.0266	14.2080	6.5941	4.2106	-2.2547	-23.1908		0.1541
1.8027	0.0860	0.3944	27.0471	13.0329	6.4768	3.8826	-1.6011	-21.5085		0.1788
1.6553	0.0749	0.3655	27.0735	11.8436	6.3694	3.5451	-0.9915	-19.7848		0.2098
1.5067	0.0645	0.3361	27.1079	10.6363	6.2730	3.1972	-0.4281	-18.0170		0.2497
1.3571	0.0548	0.3062	27.1544	9.4055	6.1889	2.8376	0.0860	-16.2002		0.3021
1.2063	0.0458	0.2757	27.2194	8.1434	6.1196	2.4641	0.5469	-14.3263		0.3730
1.0532	0.0374	0.2447	27.3142	6.8388	6.0690	2.0737	0.9475	-12.3810		0.4721
0.8973	0.0295	0.2129	27.4612	5.4753	6.0445	1.6619	1.2738	-10.3393		0.6166
0.7374	0.0218	0.1800	27.7071	4.0312	6.0611	1.2228	1.4917	-8.1547		0.8393
0.5719	0.0141	0.1448	28.1600	2.4949	6.1527	0.7547	1.4997	-5.7447		1.2085
0.4001	0.0074	0.1036	29.0517	0.9822	6.3887	0.2968	0.9606	-3.0476		1.8883
0.2335	0.0123	0.0528	30.4326	0.0946	6.7765	0.0309	-0.7700	-0.7022		3.3570

$h/d = 1.5$		$B/d = 20.0$								$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_u$	$N_u$	$I_R$	$N_R$	$M_{sR}$	$N_{sR}$		$g$
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$		
1.6937	0.0729	0.3607	71.5226	35.1353	16.8109	10.8407	-6.1089	-57.1529		0.0755
1.6069	0.0668	0.3436	71.5335	33.2498	16.6248	10.2890	-5.1276	-54.3441		0.0837
1.5198	0.0609	0.3263	71.5462	31.3569	16.4480	9.7301	-4.1918	-51.5034		0.0933
1.4325	0.0553	0.3089	71.5614	29.4552	16.2808	9.1637	-3.3022	-48.6308		0.1045
1.3453	0.0500	0.2914	71.5796	27.5432	16.1236	8.5897	-2.4599	-45.7255		0.1180
1.2576	0.0450	0.2737	71.6017	25.6186	15.9769	8.0075	-1.6659	-42.7867		0.1343
1.1699	0.0403	0.2558	71.6291	23.6787	15.8411	7.4164	-0.9213	-39.8126		0.1541
1.0816	0.0358	0.2379	71.6634	21.7200	15.7171	6.8156	-0.2271	-36.8006		0.1788
0.9932	0.0316	0.2197	71.7073	19.7378	15.6058	6.2037	0.4150	-33.7468		0.2098
0.9040	0.0277	0.2015	71.7649	17.7254	15.5087	5.5789	1.0032	-30.6449		0.2497
0.8142	0.0240	0.1831	71.8425	15.6739	15.4280	4.9386	1.5344	-27.4854		0.3021
0.7238	0.0206	0.1645	71.9509	13.5703	15.3674	4.2789	2.0038	-24.2529		0.3730
0.6319	0.0173	0.1458	72.1092	11.3958	15.3332	3.5940	2.4017	-20.9220		0.4721
0.5384	0.0142	0.1267	72.3546	9.1230	15.3378	2.8757	2.7073	-17.4486		0.6166
0.4425	0.0110	0.1071	72.7649	6.7160	15.4065	2.1134	2.8665	-13.7521		0.8393
0.3431	0.0075	0.0862	73.5205	4.1555	15.5975	1.3027	2.7142	-9.6882		1.2085
0.2401	0.0042	0.0619	75.0078	1.6349	16.0316	0.5097	1.6867	-5.1357		1.8883
0.1401	0.0074	0.0317	77.3097	0.1572	16.7248	0.0501	-1.3377	-1.1517		3.3570

付表-B.2 厳密解による流体力係数 ( $h/d=2.0$ )

$h/d = 2.0$		$B/d = 1.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
B	M	M $\sigma$	M	M $\sigma$	I	I $\sigma$	M	M $\sigma$	
38.9483	2.8964	0.6425	0.3915	1.5184	0.3682	0.0278	-1.2234	-0.2728	0.1007
36.9309	2.8903	0.6792	0.3919	1.4366	0.3685	0.0295	-1.2233	-0.2891	0.1116
34.9096	2.8829	0.7204	0.3924	1.3544	0.3689	0.0315	-1.2231	-0.3075	0.1243
32.8894	2.8737	0.7671	0.3931	1.2718	0.3693	0.0338	-1.2227	-0.3286	0.1394
30.8579	2.8621	0.8204	0.3938	1.1887	0.3698	0.0364	-1.2218	-0.3528	0.1574
28.8201	2.8473	0.8818	0.3947	1.1051	0.3704	0.0396	-1.2204	-0.3811	0.1790
26.7745	2.8277	0.9533	0.3959	1.0207	0.3711	0.0433	-1.2181	-0.4146	0.2055
24.7246	2.8014	1.0375	0.3973	0.9354	0.3717	0.0478	-1.2141	-0.4546	0.2384
22.6567	2.7649	1.1379	0.3991	0.8489	0.3724	0.0535	-1.2075	-0.5033	0.2798
20.5735	2.7125	1.2591	0.4016	0.7610	0.3730	0.0606	-1.1962	-0.5637	0.3329
18.4703	2.6341	1.4066	0.4050	0.6712	0.3732	0.0699	-1.1763	-0.6400	0.4028
16.3407	2.5116	1.5863	0.4098	0.5788	0.3723	0.0823	-1.1402	-0.7376	0.4973
14.1753	2.3115	1.7991	0.4171	0.4827	0.3689	0.0992	-1.0724	-0.8624	0.6294
11.9607	1.9754	2.0231	0.4287	0.3817	0.3594	0.1219	-0.9417	-1.0136	0.8221
9.6794	1.4288	2.1602	0.4493	0.2738	0.3366	0.1491	-0.6967	-1.1583	1.1190
7.3150	0.7078	1.9755	0.4890	0.1594	0.2929	0.1698	-0.3136	-1.1819	1.6114
4.9333	0.1848	1.3373	0.5657	0.0546	0.2374	0.1659	0.0635	-0.9614	2.5178
2.8074	0.1449	0.6222	0.6651	0.0048	0.1865	0.1426	0.2566	-0.6081	4.4760

$h/d = 2.0$		$B/d = 2.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
B	M	M $\sigma$	M	M $\sigma$	I	I $\sigma$	M	M $\sigma$	
19.4742	1.7823	0.6602	0.8074	3.0305	0.4953	0.1065	-1.9592	-0.8559	0.1007
18.4654	1.7624	0.6903	0.8084	2.8665	0.4917	0.1112	-1.9317	-0.8940	0.1116
17.4548	1.7394	0.7230	0.8096	2.7017	0.4875	0.1161	-1.8999	-0.9352	0.1243
16.4447	1.7124	0.7585	0.8110	2.5362	0.4826	0.1215	-1.8627	-0.9796	0.1394
15.4290	1.6806	0.7970	0.8127	2.3696	0.4769	0.1272	-1.8189	-1.0276	0.1574
14.4100	1.6427	0.8388	0.8148	2.2017	0.4701	0.1333	-1.7671	-1.0792	0.1790
13.3872	1.5974	0.8840	0.8173	2.0323	0.4621	0.1398	-1.7051	-1.1345	0.2055
12.3623	1.5424	0.9327	0.8206	1.8611	0.4524	0.1465	-1.6303	-1.1930	0.2384
11.3284	1.4751	0.9844	0.8248	1.6875	0.4406	0.1534	-1.5392	-1.2541	0.2798
10.2867	1.3918	1.0383	0.8304	1.5108	0.4263	0.1601	-1.4272	-1.3157	0.3329
9.2352	1.2877	1.0920	0.8380	1.3301	0.4087	0.1660	-1.2886	-1.3741	0.4028
8.1704	1.1563	1.1411	0.8489	1.1441	0.3871	0.1702	-1.1159	-1.4222	0.4973
7.0877	0.9901	1.1764	0.8651	0.9508	0.3607	0.1708	-0.9016	-1.4466	0.6294
5.9804	0.7817	1.1806	0.8909	0.7473	0.3296	0.1648	-0.6407	-1.4234	0.8221
4.8397	0.5313	1.1223	0.9358	0.5306	0.2958	0.1475	-0.3425	-1.3132	1.1190
3.6575	0.2674	0.9549	1.0210	0.3026	0.2669	0.1148	-0.0578	-1.0686	1.6114
2.4666	0.0805	0.6540	1.1802	0.0989	0.2565	0.0713	0.0967	-0.6971	2.5178
1.4037	0.0728	0.3123	1.3775	0.0079	0.2662	0.0376	0.0573	-0.3499	4.4760

$h/d = 2.0$		$B/d = 3.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
B	M	M $\sigma$	M	M $\sigma$	I	I $\sigma$	M	M $\sigma$	
12.9828	1.3216	0.6877	1.3657	4.5422	0.8860	0.2891	-3.1895	-2.0352	0.1007
12.3103	1.2927	0.7102	1.3673	4.2960	0.8722	0.2974	-3.0979	-2.0976	0.1116
11.6365	1.2601	0.7334	1.3691	4.0487	0.8568	0.3056	-2.9948	-2.1609	0.1243
10.9631	1.2233	0.7571	1.3714	3.8001	0.8394	0.3137	-2.8785	-2.2245	0.1394
10.2860	1.1815	0.7810	1.3740	3.5500	0.8198	0.3215	-2.7470	-2.2869	0.1574
9.6067	1.1341	0.8047	1.3773	3.2979	0.7976	0.3285	-2.5979	-2.3467	0.1790
8.9248	1.0800	0.8275	1.3813	3.0436	0.7726	0.3345	-2.4286	-2.4012	0.2055
8.2415	1.0184	0.8487	1.3864	2.7863	0.7443	0.3387	-2.2363	-2.4471	0.2384
7.5522	0.9480	0.8669	1.3930	2.5255	0.7125	0.3405	-2.0181	-2.4795	0.2798
6.8578	0.8677	0.8803	1.4018	2.2600	0.6768	0.3386	-1.7712	-2.4919	0.3329
6.1568	0.7762	0.8867	1.4137	1.9885	0.6372	0.3316	-1.4934	-2.4747	0.4028
5.4469	0.6726	0.8824	1.4306	1.7088	0.5942	0.3173	-1.1841	-2.4152	0.4973
4.7251	0.5562	0.8627	1.4558	1.4181	0.5488	0.2932	-0.8466	-2.2957	0.6294
3.9869	0.4273	0.8206	1.4960	1.1122	0.5040	0.2560	-0.4916	-2.0919	0.8221
3.2265	0.2886	0.7455	1.5655	0.7867	0.4659	0.2023	-0.1471	-1.7725	1.1190
2.4383	0.1508	0.6210	1.6964	0.4451	0.4464	0.1323	0.1191	-1.3081	1.6114
1.6444	0.0498	0.4305	1.9384	0.1428	0.4608	0.0606	0.1728	-0.7373	2.5178
0.9358	0.0487	0.2086	2.2334	0.0108	0.5002	0.0189	-0.0404	-0.2865	4.4760

$h/d = 2.0$		$B/d = 4.0$							
$\frac{\lambda}{B}$	$\frac{M_s}{M}$	$\frac{N_s}{M\sigma}$	$\frac{M_H}{M}$	$\frac{N_H}{M\sigma}$	$\frac{I_R}{I}$	$\frac{N_R}{I\sigma}$	$\frac{M_{SR}}{M}$	$\frac{N_{SR}}{M\sigma}$	$\frac{\sigma^2 h}{g}$
9.7371	1.0359	0.6933	2.0834	6.0539	1.3429	0.5761	-4.5168	-3.7611	0.1007
9.2327	1.0023	0.7073	2.0855	5.7255	1.3122	0.5850	-4.3246	-3.8282	0.1116
8.7274	0.9655	0.7206	2.0881	5.3957	1.2786	0.5927	-4.1140	-3.8893	0.1243
8.2224	0.9251	0.7328	2.0911	5.0641	1.2418	0.5988	-3.8834	-3.9423	0.1394
7.7145	0.8809	0.7435	2.0947	4.7304	1.2018	0.6028	-3.6309	-3.9839	0.1574
7.2050	0.8324	0.7521	2.0992	4.3941	1.1581	0.6039	-3.3550	-4.0107	0.1790
6.6936	0.7794	0.7578	2.1047	4.0547	1.1108	0.6015	-3.0543	-4.0178	0.2055
6.1812	0.7216	0.7600	2.1116	3.7115	1.0597	0.5943	-2.7278	-3.9996	0.2384
5.6642	0.6588	0.7575	2.1206	3.3635	1.0050	0.5813	-2.3753	-3.9488	0.2798
5.1434	0.5910	0.7490	2.1325	3.0092	0.9471	0.5608	-1.9976	-3.8570	0.3329
4.6176	0.5183	0.7333	2.1487	2.6468	0.8869	0.5310	-1.5973	-3.7136	0.4028
4.0852	0.4409	0.7084	2.1717	2.2735	0.8258	0.4898	-1.1797	-3.5056	0.4973
3.5438	0.3594	0.6723	2.2059	1.8854	0.7664	0.4346	-0.7541	-3.2169	0.6294
2.9902	0.2744	0.6223	2.2605	1.4771	0.7134	0.3626	-0.3375	-2.8269	0.8221
2.4199	0.1871	0.5537	2.3545	1.0427	0.6749	0.2717	0.0364	-2.3083	1.1190
1.8288	0.1013	0.4577	2.5313	0.5876	0.6660	0.1647	0.2910	-1.6338	1.6114
1.2333	0.0356	0.3203	2.8560	0.1867	0.7045	0.0642	0.2641	-0.8534	2.5178
0.7018	0.0366	0.1566	3.2486	0.0139	0.7714	0.0134	-0.1131	-0.2721	4.4760

$h/d = 2.0$		$B/d = 6.0$							
$\frac{\lambda}{B}$	$\frac{M_s}{M}$	$\frac{N_s}{M\sigma}$	$\frac{M_H}{M}$	$\frac{N_H}{M\sigma}$	$\frac{I_R}{I}$	$\frac{N_R}{I\sigma}$	$\frac{M_{SR}}{M}$	$\frac{N_{SR}}{M\sigma}$	$\frac{\sigma^2 h}{g}$
6.4914	0.6810	0.6541	4.0112	9.0773	2.3054	1.3863	-6.8250	-8.3603	0.1007
6.1551	0.6474	0.6538	4.0145	8.5846	2.2291	1.3788	-6.3784	-8.3363	0.1116
5.8183	0.6120	0.6518	4.0184	8.0896	2.1491	1.3662	-5.9094	-8.2850	0.1243
5.4816	0.5750	0.6476	4.0230	7.5920	2.0657	1.3478	-5.4187	-8.2023	0.1394
5.1430	0.5364	0.6410	4.0286	7.0912	1.9790	1.3225	-4.9072	-8.0834	0.1574
4.8033	0.4962	0.6315	4.0354	6.5865	1.8894	1.2895	-4.3767	-7.9231	0.1790
4.4624	0.4546	0.6190	4.0439	6.0771	1.7975	1.2477	-3.8295	-7.7159	0.2055
4.1208	0.4119	0.6030	4.0545	5.5619	1.7041	1.1959	-3.2692	-7.4557	0.2384
3.7761	0.3683	0.5832	4.0683	5.0394	1.6103	1.1328	-2.7001	-7.1361	0.2798
3.4289	0.3240	0.5592	4.0865	4.5075	1.5174	1.0571	-2.1279	-6.7499	0.3329
3.0784	0.2795	0.5307	4.1113	3.9634	1.4274	0.9670	-1.5599	-6.2894	0.4028
2.7235	0.2350	0.4973	4.1464	3.4029	1.3428	0.8610	-1.0052	-5.7450	0.4973
2.3626	0.1908	0.4588	4.1987	2.8201	1.2677	0.7368	-0.4762	-5.1045	0.6294
1.9935	0.1469	0.4143	4.2819	2.2069	1.2083	0.5923	0.0082	-4.3496	0.8221
1.6132	0.1030	0.3625	4.4252	1.5547	1.1758	0.4261	0.4113	-3.4508	1.1190
1.2192	0.0588	0.2985	4.6934	0.8727	1.1913	0.2440	0.6400	-2.3696	1.6114
0.8222	0.0223	0.2114	5.1836	0.2746	1.2799	0.0830	0.4650	-1.1629	2.5178
0.4679	0.0244	0.1046	5.7715	0.0199	1.4039	0.0107	-0.2342	-0.2934	4.4760

$h/d = 2.0$		$B/d = 8.0$							
$\frac{\lambda}{B}$	$\frac{M_s}{M}$	$\frac{N_s}{M\sigma}$	$\frac{M_H}{M}$	$\frac{N_H}{M\sigma}$	$\frac{I_R}{I}$	$\frac{N_R}{I\sigma}$	$\frac{M_{SR}}{M}$	$\frac{N_{SR}}{M\sigma}$	$\frac{\sigma^2 h}{g}$
4.8685	0.4739	0.5879	6.6020	12.1007	3.2717	2.3742	-8.4162	-13.7479	0.1007
4.6164	0.4452	0.5794	6.6065	11.4436	3.1495	2.3278	-7.7249	-13.5147	0.1116
4.3637	0.4160	0.5692	6.6117	10.7836	3.0252	2.2726	-7.0198	-13.2354	0.1243
4.1112	0.3862	0.5571	6.6179	10.1199	2.8993	2.2080	-6.3038	-12.9062	0.1394
3.8572	0.3561	0.5429	6.6254	9.4520	2.7724	2.1330	-5.5802	-12.5231	0.1574
3.6025	0.3258	0.5266	6.6346	8.7789	2.6456	2.0469	-4.8529	-12.0820	0.1790
3.3468	0.2954	0.5081	6.6460	8.0995	2.5196	1.9487	-4.1265	-11.5790	0.2055
3.0906	0.2652	0.4872	6.6604	7.4123	2.3959	1.8375	-3.4062	-11.0099	0.2384
2.8321	0.2353	0.4638	6.6789	6.7154	2.2757	1.7124	-2.6979	-10.3705	0.2798
2.5717	0.2058	0.4379	6.7033	6.0059	2.1609	1.5723	-2.0082	-9.6560	0.3329
2.3088	0.1771	0.4095	6.7367	5.2800	2.0537	1.4158	-1.3447	-8.8608	0.4028
2.0426	0.1492	0.3786	6.7840	4.5322	1.9572	1.2414	-0.7161	-7.9773	0.4973
1.7719	0.1220	0.3450	6.8544	3.7547	1.8759	1.0470	-0.1339	-6.9935	0.6294
1.4951	0.0953	0.3085	6.9663	2.9366	1.8172	0.8300	0.3838	-5.8886	0.8221
1.2099	0.0685	0.2683	7.1587	2.0668	1.7952	0.5887	0.7976	-4.6248	1.1190
0.9144	0.0406	0.2209	7.5185	1.1578	1.8375	0.3309	0.9957	-3.1463	1.6114
0.6167	0.0162	0.1577	8.1742	0.3625	1.9779	0.1070	0.6764	-1.5114	2.5178
0.3509	0.0183	0.0785	8.9573	0.0259	2.1618	0.0109	-0.3438	-0.3400	4.4760

$h/d = 2.0$		$B/d = 12.0$		$N_R$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_R$						
$\frac{\lambda}{B}$	$\frac{M_s}{M}$	$\frac{N_s}{M\sigma}$	$\frac{M_R}{M}$	$\frac{N_R}{M\sigma}$	$\frac{I_R}{I}$	$\frac{N_R}{I\sigma}$	$\frac{M_{SR}}{M}$	$\frac{N_{SR}}{M\sigma}$	$\frac{\sigma^2 h}{g}$
3.2457	0.2615	0.4620	13.7798	18.1475	5.2865	4.5168	-9.9621	-25.1072	0.1007
3.0776	0.2429	0.4482	13.7865	17.1617	5.0969	4.3582	-8.9252	-24.2903	0.1116
2.9091	0.2245	0.4333	13.7944	16.1714	4.9101	4.1872	-7.9012	-23.4106	0.1243
2.7408	0.2063	0.4174	13.8039	15.1757	4.7270	4.0034	-6.8940	-22.4665	0.1394
2.5715	0.1886	0.4004	13.8153	14.1736	4.5485	3.8063	-5.9082	-21.4565	0.1574
2.4017	0.1712	0.3824	13.8292	13.1637	4.3758	3.5956	-4.9482	-20.3794	0.1790
2.2312	0.1544	0.3633	13.8464	12.1443	4.2100	3.3706	-4.0187	-19.2336	0.2055
2.0604	0.1381	0.3432	13.8682	11.1132	4.0523	3.1309	-3.1246	-18.0175	0.2384
1.8881	0.1224	0.3222	13.8962	10.0673	3.9044	2.8756	-2.2709	-16.7290	0.2798
1.7145	0.1074	0.3001	13.9333	9.0026	3.7680	2.6039	-1.4627	-15.3650	0.3329
1.5392	0.0931	0.2772	13.9838	7.9132	3.6456	2.3141	-0.7056	-13.9204	0.4028
1.3617	0.0793	0.2534	14.0554	6.7909	3.5407	2.0044	-0.0062	-12.3863	0.4973
1.1813	0.0661	0.2287	14.1620	5.6240	3.4590	1.6717	0.6261	-10.7465	0.6294
0.9967	0.0531	0.2030	14.3312	4.3962	3.4103	1.3120	1.1733	-8.9704	0.8221
0.8066	0.0396	0.1759	14.6220	3.0909	3.4149	0.9222	1.5881	-6.9991	1.1190
0.6096	0.0247	0.1451	15.1649	1.7280	3.5140	0.5126	1.7178	-4.7391	1.6114
0.4111	0.0104	0.1045	16.1514	0.5384	3.7609	0.1601	1.1111	-2.2479	2.5178
0.2339	0.0122	0.0524	17.3251	0.0380	4.0688	0.0133	-0.5520	-0.4591	4.4760

$h/d = 2.0$		$B/d = 20.0$		$N_R$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_R$						
$\frac{\lambda}{B}$	$\frac{M_s}{M}$	$\frac{N_s}{M\sigma}$	$\frac{M_R}{M}$	$\frac{N_R}{M\sigma}$	$\frac{I_R}{I}$	$\frac{N_R}{I\sigma}$	$\frac{M_{SR}}{M}$	$\frac{N_{SR}}{M\sigma}$	$\frac{\sigma^2 h}{g}$
1.9474	0.1134	0.3056	36.1306	30.2411	10.3225	8.8239	-10.1821	-47.4672	0.1007
1.8465	0.1049	0.2930	36.1419	28.5980	10.0701	8.4146	-8.8371	-45.3866	0.1116
1.7455	0.0967	0.2801	36.1552	26.9472	9.8275	7.9924	-7.5391	-43.2451	0.1243
1.6445	0.0888	0.2668	36.1711	25.2874	9.5954	7.5570	-6.2910	-41.0427	0.1394
1.5429	0.0812	0.2532	36.1903	23.6168	9.3745	7.1082	-5.0956	-38.7796	0.1574
1.4410	0.0739	0.2394	36.2136	21.9332	9.1658	6.6456	-3.9556	-36.4555	0.1790
1.3387	0.0670	0.2252	36.2426	20.2338	8.9703	6.1688	-2.8737	-34.0696	0.2055
1.2362	0.0604	0.2108	36.2792	18.5148	8.7890	5.6768	-1.8525	-31.6202	0.2384
1.1328	0.0542	0.1962	36.3263	16.7712	8.6236	5.1685	-0.8944	-29.1045	0.2798
1.0287	0.0483	0.1813	36.3886	14.9960	8.4761	4.6421	-0.0023	-26.5170	0.3329
0.9235	0.0427	0.1663	36.4734	13.1797	8.3494	4.0950	0.8210	-23.8489	0.4028
0.8170	0.0373	0.1510	36.5937	11.3084	8.2484	3.5235	1.5709	-21.0840	0.4973
0.7088	0.0321	0.1356	36.7726	9.3625	8.1812	2.9219	2.2389	-18.1938	0.6294
0.5980	0.0267	0.1200	37.0564	7.3152	8.1636	2.2826	2.8031	-15.1244	0.8221
0.4840	0.0208	0.1038	37.5440	5.1392	8.2286	1.5988	3.1960	-11.7732	1.1190
0.3658	0.0136	0.0858	38.4529	2.8684	8.4461	0.8857	3.1785	-7.9700	1.6114
0.2467	0.0060	0.0623	40.1013	0.8901	8.9101	0.2728	1.9963	-3.7690	2.5178
0.1404	0.0074	0.0315	42.0559	0.0623	9.4727	0.0202	-0.9558	-0.7288	4.4760



付表-B.3 厳密解による流体力係数 ( $h/d=3.0$ )

$h/d = 3.0$		$B/d = 1.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
47.2966	2.4836	0.2858	0.3950	1.2454	0.3499	0.0128	-1.0715	-0.1233	0.1511
44.8058	2.4916	0.3051	0.3951	1.1789	0.3508	0.0137	-1.0770	-0.1319	0.1674
42.3079	2.5009	0.3275	0.3952	1.1120	0.3518	0.0148	-1.0834	-0.1420	0.1865
39.8016	2.5117	0.3536	0.3954	1.0449	0.3531	0.0161	-1.0912	-0.1539	0.2091
37.2853	2.5245	0.3847	0.3956	0.9773	0.3546	0.0177	-1.1002	-0.1681	0.2360
34.7571	2.5396	0.4222	0.3959	0.9093	0.3564	0.0196	-1.1111	-0.1854	0.2686
32.2059	2.5574	0.4684	0.3962	0.8407	0.3587	0.0220	-1.1244	-0.2069	0.3083
29.6452	2.5786	0.5267	0.3967	0.7714	0.3614	0.0251	-1.1405	-0.2344	0.3576
27.0623	2.6032	0.6023	0.3973	0.7011	0.3649	0.0293	-1.1601	-0.2706	0.4196
24.4513	2.6308	0.7040	0.3983	0.6295	0.3693	0.0351	-1.1840	-0.3202	0.4994
21.8044	2.6579	0.8464	0.3996	0.5562	0.3747	0.0435	-1.2117	-0.3911	0.6043
19.1112	2.6722	1.0547	0.4018	0.4804	0.3812	0.0566	-1.2395	-0.4981	0.7460
16.3510	2.6330	1.3699	0.4056	0.4010	0.3873	0.0781	-1.2507	-0.6668	0.9442
13.5216	2.4162	1.8277	0.4129	0.3161	0.3864	0.1138	-1.1846	-0.9296	1.2332
10.6140	1.7599	2.2798	0.4286	0.2234	0.3585	0.1622	-0.8900	-1.2395	1.6785
7.6892	0.7327	2.1242	0.4647	0.1244	0.2915	0.1867	-0.3348	-1.2837	2.4170
4.9883	0.1639	1.3472	0.5345	0.0404	0.2306	0.1681	0.0730	-0.9702	3.7766
2.8074	0.1406	0.6218	0.6155	0.0038	0.1828	0.1417	0.2468	-0.6055	6.7140

$h/d = 3.0$		$B/d = 2.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
23.6483	1.4801	0.2871	0.6796	2.4722	0.4270	0.0448	-1.5205	-0.3658	0.1511
22.4029	1.4803	0.3049	0.6802	2.3381	0.4266	0.0474	-1.5189	-0.3879	0.1674
21.1539	1.4803	0.3252	0.6809	2.2033	0.4261	0.0504	-1.5168	-0.4129	0.1865
19.9008	1.4800	0.3485	0.6818	2.0678	0.4255	0.0538	-1.5141	-0.4416	0.2091
18.6427	1.4792	0.3755	0.6829	1.9314	0.4247	0.0576	-1.5101	-0.4747	0.2360
17.3786	1.4777	0.4074	0.6842	1.7939	0.4237	0.0622	-1.5047	-0.5133	0.2686
16.1029	1.4749	0.4453	0.6859	1.6550	0.4223	0.0674	-1.4969	-0.5591	0.3083
14.8226	1.4698	0.4913	0.6880	1.5144	0.4204	0.0737	-1.4854	-0.6140	0.3576
13.5311	1.4608	0.5480	0.6909	1.3715	0.4176	0.0813	-1.4677	-0.6808	0.4196
12.2256	1.4446	0.6192	0.6948	1.2258	0.4134	0.0904	-1.4396	-0.7635	0.4994
10.9022	1.4149	0.7100	0.7004	1.0763	0.4069	0.1017	-1.3930	-0.8667	0.6043
9.5556	1.3589	0.8262	0.7087	0.9214	0.3963	0.1152	-1.3126	-0.9951	0.7460
8.1755	1.2504	0.9700	0.7219	0.7590	0.3784	0.1302	-1.1685	-1.1465	0.9442
6.7608	1.0430	1.1206	0.7450	0.5862	0.3485	0.1427	-0.9124	-1.2898	1.2332
5.3070	0.6948	1.1877	0.7891	0.4004	0.3053	0.1403	-0.5145	-1.3167	1.6785
3.8446	0.2962	1.0225	0.8771	0.2103	0.2657	0.1100	-0.1051	-1.0815	2.4170
2.4941	0.0748	0.6635	1.0249	0.0620	0.2535	0.0671	0.0757	-0.6806	3.7766
1.4037	0.0708	0.3120	1.1776	0.0051	0.2600	0.0368	0.0516	-0.3458	6.7140

$h/d = 3.0$		$B/d = 3.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
15.7655	1.1085	0.3066	0.9964	3.6952	0.7196	0.1211	-2.3952	-0.8794	0.1511
14.9353	1.1034	0.3234	0.9976	3.4933	0.7160	0.1270	-2.3743	-0.9250	0.1674
14.1026	1.0973	0.3421	0.9991	3.2905	0.7118	0.1335	-2.3495	-0.9754	0.1865
13.2672	1.0899	0.3632	1.0008	3.0864	0.7068	0.1406	-2.3199	-1.0314	0.2091
12.4284	1.0807	0.3869	1.0028	2.8808	0.7007	0.1484	-2.2838	-1.0938	0.2360
11.5857	1.0693	0.4140	1.0054	2.6735	0.6934	0.1570	-2.2396	-1.1636	0.2686
10.7353	1.0547	0.4450	1.0086	2.4639	0.6845	0.1664	-2.1844	-1.2420	0.3083
9.8817	1.0357	0.4807	1.0127	2.2517	0.6733	0.1767	-2.1143	-1.3300	0.3576
9.0208	1.0105	0.5221	1.0182	2.0359	0.6591	0.1876	-2.0237	-1.4284	0.4196
8.1504	0.9760	0.5702	1.0255	1.8156	0.6409	0.1990	-1.9042	-1.5373	0.4994
7.2681	0.9275	0.6255	1.0358	1.5892	0.6171	0.2099	-1.7430	-1.6537	0.6043
6.3704	0.8571	0.6873	1.0511	1.3546	0.5860	0.2185	-1.5217	-1.7685	0.7460
5.4503	0.7530	0.7500	1.0751	1.1087	0.5455	0.2207	-1.2163	-1.8565	0.9442
4.5072	0.6000	0.7963	1.1157	0.8474	0.4961	0.2086	-0.8081	-1.8599	1.2332
3.5380	0.3929	0.7850	1.1907	0.5687	0.4465	0.1718	-0.3302	-1.6755	1.6785
2.5631	0.1763	0.6616	1.3337	0.2892	0.4195	0.1097	0.0501	-1.2290	2.4170
1.6628	0.0482	0.4379	1.5603	0.0808	0.4303	0.0499	0.1261	-0.6745	3.7766
0.9358	0.0473	0.2083	1.7829	0.0062	0.4586	0.0175	-0.0391	-0.2754	6.7140

$h/d = 3.0$		$B/d = 4.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
11.8241	0.8998	0.3244	1.3752	4.9173	1.0614	0.2507	-3.4675	-1.6971	0.1511
11.2014	0.8905	0.3396	1.3770	4.6477	1.0512	0.2607	-3.4076	-1.7705	0.1674
10.5770	0.8797	0.3561	1.3791	4.3766	1.0395	0.2712	-3.3382	-1.8494	0.1865
9.9504	0.8671	0.3742	1.3817	4.1039	1.0259	0.2823	-3.2573	-1.9341	0.2091
9.3213	0.8521	0.3939	1.3848	3.8291	1.0100	0.2939	-3.1622	-2.0245	0.2360
8.6893	0.8342	0.4154	1.3886	3.5519	0.9914	0.3057	-3.0496	-2.1207	0.2686
8.0515	0.8126	0.4389	1.3935	3.2717	0.9693	0.3177	-2.9150	-2.2221	0.3083
7.4113	0.7863	0.4645	1.3996	2.9877	0.9431	0.3292	-2.7530	-2.3270	0.3576
6.7656	0.7538	0.4922	1.4077	2.6988	0.9118	0.3395	-2.5561	-2.4326	0.4196
6.1128	0.7131	0.5216	1.4186	2.4038	0.8743	0.3473	-2.3149	-2.5328	0.4994
5.4511	0.6614	0.5519	1.4338	2.1005	0.8296	0.3503	-2.0177	-2.6166	0.6043
4.7778	0.5950	0.5808	1.4562	1.7861	0.7767	0.3451	-1.6514	-2.6639	0.7460
4.0878	0.5088	0.6035	1.4912	1.4565	0.7166	0.3258	-1.2055	-2.6385	0.9442
3.3804	0.3978	0.6098	1.5498	1.1067	0.6541	0.2845	-0.6862	-2.4785	1.2332
2.6535	0.2620	0.5797	1.6563	0.7351	0.6031	0.2143	-0.1559	-2.0971	1.6785
1.9223	0.1230	0.4855	1.8548	0.3669	0.5886	0.1229	0.2070	-1.4534	2.4170
1.2471	0.0354	0.3262	2.1605	0.0991	0.6205	0.0466	0.1955	-0.7331	3.7766
0.7018	0.0355	0.1563	2.4522	0.0072	0.6669	0.0114	-0.1019	-0.2508	6.7140

$h/d = 3.0$		$B/d = 6.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
7.8828	0.6510	0.3438	2.3564	7.3611	1.8114	0.6752	-5.8045	-4.2299	0.1511
7.4676	0.6363	0.3541	2.3594	6.9559	1.7763	0.6904	-5.6017	-4.3413	0.1674
7.0513	0.6199	0.3648	2.3630	6.5485	1.7372	0.7048	-5.3754	-4.4516	0.1865
6.6336	0.6015	0.3755	2.3673	6.1385	1.6938	0.7179	-5.1225	-4.5583	0.2091
6.2142	0.5808	0.3862	2.3725	5.7253	1.6454	0.7291	-4.8392	-4.6586	0.2360
5.7929	0.5576	0.3967	2.3789	5.3083	1.5915	0.7374	-4.5216	-4.7482	0.2686
5.3676	0.5314	0.4067	2.3869	4.8866	1.5317	0.7417	-4.1656	-4.8217	0.3083
4.9409	0.5018	0.4158	2.3972	4.4590	1.4654	0.7404	-3.7668	-4.8715	0.3576
4.5104	0.4684	0.4237	2.4106	4.0240	1.3925	0.7315	-3.3207	-4.8875	0.4196
4.0752	0.4306	0.4295	2.4286	3.5795	1.3130	0.7122	-2.8239	-4.8558	0.4994
3.6341	0.3879	0.4325	2.4538	3.1223	1.2279	0.6789	-2.2742	-4.7578	0.6043
3.1852	0.3395	0.4315	2.4906	2.6482	1.1394	0.6273	-1.6734	-4.5674	0.7460
2.7252	0.2844	0.4244	2.5477	2.1512	1.0526	0.5517	-1.0310	-4.2482	0.9442
2.2536	0.2214	0.4081	2.6424	1.6244	0.9774	0.4465	-0.3758	-3.7477	1.2332
1.7690	0.1497	0.3759	2.8122	1.0672	0.9328	0.3103	0.2123	-2.9984	1.6785
1.2815	0.0751	0.3145	3.1220	0.5218	0.9462	0.1611	0.5399	-1.9765	2.4170
0.8314	0.0231	0.2155	3.5856	0.1359	1.0213	0.0503	0.3605	-0.9140	3.7766
0.4679	0.0238	0.1043	4.0155	0.0094	1.1044	0.0076	-0.1997	-0.2473	6.7140

$h/d = 3.0$		$B/d = 8.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
5.9121	0.4964	0.3430	3.6568	9.8049	2.5908	1.2879	-7.9843	-7.7342	0.1511
5.6007	0.4798	0.3482	3.6610	9.2641	2.5187	1.2974	-7.5759	-7.8215	0.1674
5.2885	0.4617	0.3530	3.6660	8.7203	2.4411	1.3028	-7.1342	-7.8911	0.1865
4.9752	0.4421	0.3570	3.6720	8.1730	2.3576	1.3034	-6.6573	-7.9383	0.2091
4.6607	0.4210	0.3603	3.6793	7.6214	2.2680	1.2978	-6.1431	-7.9569	0.2360
4.3446	0.3982	0.3624	3.6883	7.0645	2.1724	1.2846	-5.5903	-7.9401	0.2686
4.0257	0.3737	0.3633	3.6996	6.5014	2.0708	1.2621	-4.9981	-7.8792	0.3083
3.7057	0.3475	0.3625	3.7139	5.9303	1.9638	1.2281	-4.3664	-7.7643	0.3576
3.3828	0.3193	0.3598	3.7327	5.3492	1.8522	1.1802	-3.6967	-7.5835	0.4196
3.0564	0.2894	0.3549	3.7579	4.7551	1.7377	1.1156	-2.9919	-7.3222	0.4994
2.7255	0.2575	0.3474	3.7931	4.1441	1.6227	1.0307	-2.2577	-6.9631	0.6043
2.3889	0.2235	0.3368	3.8443	3.5103	1.5114	0.9217	-1.5033	-6.4835	0.7460
2.0439	0.1870	0.3226	3.9235	2.8459	1.4109	0.7841	-0.7447	-5.8522	0.9442
1.6902	0.1470	0.3035	4.0545	2.1421	1.3335	0.6139	-0.0151	-5.0228	1.2332
1.3267	0.1021	0.2762	4.2876	1.3994	1.3013	0.4127	0.6018	-3.9284	1.6785
0.9612	0.0535	0.2317	4.7086	0.6770	1.3457	0.2054	0.8899	-2.5390	2.4170
0.6235	0.0171	0.1608	5.3298	0.1730	1.4665	0.0585	0.5422	-1.1285	3.7766
0.3509	0.0178	0.0783	5.8979	0.0117	1.5884	0.0067	-0.2843	-0.2670	6.7140

$h/d = 3.0$		$B/d = 12.0$										$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$				
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$			$g$	
3.9414	0.3121	0.3109	7.2430	14.6924	4.1266	2.8501	-11.1585	-16.3613			0.1511	
3.7338	0.2968	0.3088	7.2497	13.8805	3.9725	2.8080	-10.3070	-16.1859			0.1674	
3.5257	0.2810	0.3059	7.2576	13.0640	3.8138	2.7548	-9.4273	-15.9555			0.1865	
3.3168	0.2647	0.3020	7.2671	12.2420	3.6512	2.6891	-8.5218	-15.6639			0.2091	
3.1071	0.2480	0.2972	7.2786	11.4135	3.4854	2.6094	-7.5936	-15.3047			0.2360	
2.8964	0.2309	0.2912	7.2927	10.5771	3.3176	2.5142	-6.6468	-14.8709			0.2686	
2.6838	0.2135	0.2840	7.3104	9.7310	3.1492	2.4019	-5.6864	-14.3553			0.3083	
2.4704	0.1958	0.2756	7.3330	8.8729	2.9817	2.2708	-4.7182	-13.7503			0.3576	
2.2552	0.1780	0.2660	7.3624	7.9995	2.8176	2.1189	-3.7491	-13.0475			0.4196	
2.0376	0.1600	0.2550	7.4020	7.1064	2.6595	1.9438	-2.7867	-12.2374			0.4994	
1.8170	0.1420	0.2428	7.4571	6.1877	2.5114	1.7432	-1.8398	-11.3081			0.6043	
1.5926	0.1237	0.2294	7.5373	5.2345	2.3789	1.5137	-0.9189	-10.2423			0.7460	
1.3626	0.1048	0.2148	7.6607	4.2354	2.2709	1.2517	-0.0388	-9.0118			0.9442	
1.1268	0.0844	0.1986	7.8641	3.1776	2.2029	0.9541	0.7689	-7.5658			1.2332	
0.8845	0.0609	0.1793	8.2238	2.0641	2.2034	0.6250	1.4124	-5.8177			1.6785	
0.6408	0.0336	0.1513	8.8671	0.9876	2.3142	0.3008	1.6149	-3.7080			2.4170	
0.4157	0.0112	0.1065	9.8034	0.2473	2.5312	0.0791	0.9268	-1.5949			3.7766	
0.2339	0.0119	0.0522	10.6478	0.0162	2.7356	0.0069	-0.4421	-0.3305			6.7140	

$h/d = 3.0$		$B/d = 20.0$										$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$				
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$			$g$	
2.3648	0.1530	0.2330	18.3980	24.4675	7.2644	6.3778	-13.6897	-35.2357			0.1511	
2.2403	0.1438	0.2265	18.4096	23.1133	6.9943	6.1475	-12.2329	-34.1045			0.1674	
2.1154	0.1346	0.2195	18.4233	21.7513	6.7283	5.8990	-10.7923	-32.8864			0.1865	
1.9901	0.1256	0.2120	18.4397	20.3801	6.4678	5.6315	-9.3733	-31.5790			0.2091	
1.8643	0.1167	0.2040	18.4596	18.9978	6.2142	5.3444	-7.9814	-30.1802			0.2360	
1.7379	0.1081	0.1956	18.4840	17.6022	5.9691	5.0369	-6.6223	-28.6881			0.2686	
1.6103	0.0996	0.1867	18.5146	16.1903	5.7343	4.7079	-5.3015	-27.1004			0.3083	
1.4823	0.0914	0.1775	18.5536	14.7581	5.5119	4.3565	-4.0245	-25.4143			0.3576	
1.3531	0.0834	0.1678	18.6045	13.3001	5.3044	3.9810	-2.7963	-23.6259			0.4196	
1.2226	0.0756	0.1579	18.6728	11.8091	5.1150	3.5795	-1.6216	-21.7290			0.4994	
1.0902	0.0680	0.1477	18.7678	10.2749	4.9483	3.1492	-0.5044	-19.7126			0.6043	
0.9556	0.0604	0.1374	18.9058	8.6830	4.8112	2.6861	0.5510	-17.5563			0.7460	
0.8176	0.0526	0.1269	19.1177	7.0145	4.7157	2.1850	1.5357	-15.2207			0.9442	
0.6761	0.0438	0.1163	19.4660	5.2490	4.6844	1.6411	2.4195	-12.6273			1.2332	
0.5307	0.0330	0.1047	20.0788	3.3938	4.7611	1.0601	3.0819	-9.6310			1.6785	
0.3845	0.0192	0.0890	21.1665	1.6094	5.0127	0.5008	3.1034	-6.1036			2.4170	
0.2494	0.0067	0.0635	22.7327	0.3963	5.4306	0.1252	1.7261	-2.5776			3.7766	
0.1404	0.0072	0.0314	24.1298	0.0254	5.8093	0.0091	-0.7459	-0.4879			6.7140	

付表-B.4 厳密解による流体力係数 ( $h/d=4.0$ )

$h/d = 4.0$		$B/d = 1.0$		$N_R$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_R$						
54.1329	2.3085	0.1741	0.4381	1.0912	0.2913	0.0094	-1.1317	-0.0821	0.2014
51.2335	2.3199	0.1871	0.4378	1.0342	0.2925	0.0101	-1.1390	-0.0884	0.2232
48.3232	2.3332	0.2024	0.4375	0.9770	0.2939	0.0110	-1.1475	-0.0959	0.2487
45.4001	2.3491	0.2206	0.4371	0.9197	0.2956	0.0120	-1.1577	-0.1048	0.2788
42.4618	2.3683	0.2428	0.4366	0.8620	0.2976	0.0133	-1.1700	-0.1157	0.3147
39.4939	2.3916	0.2701	0.4361	0.8041	0.3001	0.0150	-1.1851	-0.1293	0.3581
36.5142	2.4202	0.3049	0.4354	0.7457	0.3032	0.0171	-1.2036	-0.1467	0.4111
33.5076	2.4557	0.3504	0.4346	0.6868	0.3071	0.0199	-1.2270	-0.1696	0.4767
30.4679	2.5004	0.4122	0.4336	0.6272	0.3121	0.0237	-1.2567	-0.2011	0.5595
27.3760	2.5564	0.5002	0.4323	0.5666	0.3186	0.0294	-1.2947	-0.2466	0.6659
24.2409	2.6249	0.6325	0.4307	0.5044	0.3272	0.0382	-1.3432	-0.3160	0.8057
21.0326	2.6991	0.8447	0.4289	0.4400	0.3381	0.0529	-1.4011	-0.4298	0.9947
17.7532	2.7370	1.2034	0.4270	0.3716	0.3499	0.0793	-1.4505	-0.6282	1.2589
14.3890	2.5644	1.7840	0.4268	0.2965	0.3521	0.1268	-1.4019	-0.9669	1.6442
11.0040	1.7958	2.3531	0.4338	0.2110	0.3129	0.1875	-1.0263	-1.3505	2.2380
7.7798	0.6795	2.1217	0.4624	0.1170	0.2337	0.2031	-0.3929	-1.3353	3.2227
4.9909	0.1360	1.3275	0.5238	0.0382	0.1800	0.1742	-0.0019	-0.9787	5.0355
2.8074	0.0985	0.6163	0.5946	0.0036	0.1510	0.1426	0.1611	-0.6042	8.9520

$h/d = 4.0$		$B/d = 2.0$		$N_R$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_R$						
27.0665	1.3549	0.1745	0.7093	2.1542	0.3947	0.0286	-1.4422	-0.2279	0.2014
25.6168	1.3600	0.1869	0.7093	2.0386	0.3951	0.0305	-1.4470	-0.2436	0.2232
24.1616	1.3658	0.2012	0.7094	1.9226	0.3956	0.0327	-1.4526	-0.2617	0.2487
22.7000	1.3725	0.2182	0.7095	1.8060	0.3961	0.0353	-1.4590	-0.2830	0.2788
21.2309	1.3803	0.2384	0.7096	1.6886	0.3967	0.0384	-1.4663	-0.3084	0.3147
19.7469	1.3894	0.2630	0.7098	1.5704	0.3974	0.0421	-1.4747	-0.3391	0.3581
18.2571	1.3999	0.2937	0.7100	1.4510	0.3980	0.0466	-1.4840	-0.3769	0.4111
16.7538	1.4119	0.3327	0.7104	1.3302	0.3987	0.0522	-1.4941	-0.4248	0.4767
15.2339	1.4248	0.3839	0.7110	1.2075	0.3992	0.0594	-1.5041	-0.4868	0.5595
13.6880	1.4371	0.4532	0.7120	1.0822	0.3991	0.0689	-1.5112	-0.5697	0.6659
12.1204	1.4439	0.5503	0.7137	0.9534	0.3976	0.0818	-1.5088	-0.6839	0.8057
10.5163	1.4308	0.6901	0.7169	0.8194	0.3925	0.0995	-1.4788	-0.8446	0.9947
8.8766	1.3597	0.8880	0.7235	0.6776	0.3787	0.1228	-1.3759	-1.0642	1.2589
7.1945	1.1461	1.1229	0.7380	0.5243	0.3466	0.1465	-1.1075	-1.3072	1.6442
5.5020	0.7204	1.2356	0.7727	0.3565	0.2929	0.1493	-0.6187	-1.3839	2.2380
3.8899	0.2744	1.0322	0.8508	0.1853	0.2476	0.1140	-0.1574	-1.1052	3.2227
2.4954	0.0597	0.6570	0.9803	0.0553	0.2365	0.0684	0.0148	-0.6829	5.0355
1.4037	0.0505	0.3097	1.1116	0.0046	0.2466	0.0369	-0.0166	-0.3447	8.9520

$h/d = 4.0$		$B/d = 3.0$		$N_R$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_R$						
18.0443	1.0058	0.1869	0.9712	3.2080	0.6649	0.0748	-2.1540	-0.5396	0.2014
17.0778	1.0071	0.1992	0.9718	3.0335	0.6639	0.0792	-2.1517	-0.5731	0.2232
16.1077	1.0084	0.2133	0.9725	2.8581	0.6627	0.0842	-2.1484	-0.6113	0.2487
15.1334	1.0097	0.2296	0.9734	2.6816	0.6611	0.0898	-2.1439	-0.6552	0.2788
14.1539	1.0109	0.2488	0.9744	2.5039	0.6591	0.0963	-2.1375	-0.7062	0.3147
13.1646	1.0118	0.2716	0.9758	2.3247	0.6565	0.1038	-2.1283	-0.7660	0.3581
12.1714	1.0121	0.2993	0.9775	2.1435	0.6530	0.1125	-2.1146	-0.8373	0.4111
11.1692	1.0110	0.3333	0.9798	1.9598	0.6483	0.1229	-2.0939	-0.9233	0.4767
10.1560	1.0072	0.3761	0.9829	1.7729	0.6415	0.1351	-2.0613	-1.0284	0.5595
9.1253	0.9980	0.4307	0.9873	1.5819	0.6317	0.1497	-2.0084	-1.1585	0.6659
8.0803	0.9776	0.5016	0.9939	1.3850	0.6166	0.1668	-1.9191	-1.3195	0.8057
7.0109	0.9343	0.5929	1.0043	1.1801	0.5928	0.1855	-1.7632	-1.5131	0.9947
5.9177	0.8447	0.7030	1.0223	0.9637	0.5552	0.2019	-1.4887	-1.7185	1.2589
4.7963	0.6737	0.8043	1.0562	0.7315	0.5001	0.2038	-1.0362	-1.8469	1.6442
3.6680	0.4145	0.8169	1.1248	0.4828	0.4395	0.1722	-0.4529	-1.7102	2.2380
2.5933	0.1653	0.6715	1.2579	0.2402	0.4073	0.1087	-0.0219	-1.2321	3.2227
1.6636	0.0380	0.4349	1.4557	0.0676	0.4158	0.0498	0.0549	-0.6710	5.0355
0.9358	0.0340	0.2068	1.6428	0.0053	0.4426	0.0175	-0.1085	-0.2739	8.9520

$h/d = 4.0$		$B/d = 4.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{RR}$	$N_{RR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
13.5332	0.8164	0.2001	1.2560	4.2585	0.9660	0.1539	-3.0446	-1.0440	0.2014
12.8084	0.8146	0.2120	1.2572	4.0249	0.9617	0.1618	-3.0243	-1.1020	0.2232
12.0808	0.8124	0.2255	1.2586	3.7900	0.9566	0.1705	-2.9999	-1.1668	0.2487
11.3500	0.8096	0.2409	1.2604	3.5535	0.9504	0.1802	-2.9699	-1.2396	0.2788
10.6154	0.8058	0.2585	1.2625	3.3152	0.9430	0.1909	-2.9328	-1.3219	0.3147
9.8735	0.8009	0.2791	1.2652	3.0747	0.9338	0.2028	-2.8860	-1.4155	0.3581
9.1286	0.7941	0.3031	1.2686	2.8313	0.9224	0.2160	-2.8258	-1.5226	0.4111
8.3769	0.7846	0.3316	1.2730	2.5845	0.9077	0.2306	-2.7467	-1.6456	0.4767
7.6170	0.7708	0.3658	1.2789	2.3331	0.8888	0.2465	-2.6401	-1.7867	0.5595
6.8440	0.7501	0.4069	1.2872	2.0758	0.8637	0.2632	-2.4927	-1.9472	0.6659
6.0602	0.7180	0.4562	1.2992	1.8105	0.8301	0.2794	-2.2834	-2.1242	0.8057
5.2582	0.6666	0.5137	1.3177	1.5342	0.7848	0.2915	-1.9801	-2.3024	0.9947
4.4383	0.5834	0.5740	1.3483	1.2427	0.7250	0.2921	-1.5421	-2.4359	1.2589
3.5973	0.4537	0.6175	1.4032	0.9315	0.6542	0.2674	-0.9499	-2.4173	1.6442
2.7510	0.2807	0.6025	1.5078	0.6027	0.5923	0.2043	-0.3046	-2.0868	2.2380
1.9450	0.1169	0.4943	1.6979	0.2909	0.5725	0.1163	0.1093	-1.4258	3.2227
1.2477	0.0279	0.3246	1.9636	0.0787	0.5986	0.0450	0.1076	-0.7184	5.0355
0.7018	0.0256	0.1553	2.2047	0.0059	0.6391	0.0112	-0.1741	-0.2479	8.9520

$h/d = 4.0$		$B/d = 6.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{RR}$	$N_{RR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
9.0222	0.6021	0.2203	1.9453	6.3568	1.6128	0.4235	-5.0948	-2.6817	0.2014
8.5389	0.5958	0.2306	1.9478	6.0047	1.5941	0.4392	-4.9944	-2.7937	0.2232
8.0539	0.5884	0.2417	1.9508	5.6506	1.5727	0.4555	-4.8785	-2.9132	0.2487
7.5667	0.5798	0.2539	1.9544	5.2939	1.5480	0.4724	-4.7436	-3.0403	0.2788
7.0770	0.5696	0.2672	1.9588	4.9342	1.5194	0.4896	-4.5858	-3.1751	0.3147
6.5823	0.5574	0.2817	1.9642	4.5709	1.4859	0.5067	-4.3995	-3.3167	0.3581
6.0857	0.5428	0.2976	1.9711	4.2031	1.4468	0.5230	-4.1781	-3.4635	0.4111
5.5846	0.5249	0.3149	1.9801	3.8297	1.4007	0.5376	-3.9130	-3.6123	0.4767
5.0780	0.5029	0.3337	1.9920	3.4490	1.3464	0.5489	-3.5929	-3.7569	0.5595
4.5627	0.4753	0.3537	2.0083	3.0589	1.2824	0.5541	-3.2039	-3.8863	0.6659
4.0401	0.4401	0.3744	2.0318	2.6563	1.2078	0.5491	-2.7294	-3.9805	0.8057
3.5054	0.3946	0.3943	2.0671	2.2368	1.1226	0.5275	-2.1523	-4.0041	0.9947
2.9589	0.3350	0.4100	2.1240	1.7948	1.0309	0.4802	-1.4647	-3.8950	1.2589
2.3982	0.2576	0.4134	2.2222	1.3255	0.9448	0.3964	-0.6969	-3.5536	1.6442
1.8340	0.1640	0.3894	2.4006	0.8372	0.8906	0.2740	0.0149	-2.8671	2.2380
1.2966	0.0729	0.3212	2.7059	0.3892	0.8983	0.1400	0.3888	-1.8612	3.2227
0.8318	0.0182	0.2149	3.1068	0.1002	0.9597	0.0450	0.2325	-0.8627	5.0355
0.4679	0.0172	0.1036	3.4544	0.0072	1.0273	0.0072	-0.2761	-0.2389	8.9520

$h/d = 4.0$		$B/d = 8.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{RR}$	$N_{RR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
6.7666	0.4740	0.2302	2.8283	8.4543	2.2909	0.8397	-7.2141	-5.1160	0.2014
6.4042	0.4648	0.2378	2.8321	7.9837	2.2470	0.8593	-6.9736	-5.2604	0.2232
6.0404	0.4545	0.2458	2.8366	7.5103	2.1981	0.8778	-6.7040	-5.4051	0.2487
5.6750	0.4428	0.2540	2.8421	7.0334	2.1434	0.8948	-6.4012	-5.5476	0.2788
5.3077	0.4296	0.2624	2.8488	6.5523	2.0823	0.9094	-6.0603	-5.6844	0.3147
4.9367	0.4147	0.2709	2.8572	6.0662	2.0141	0.9204	-5.6757	-5.8110	0.3581
4.5643	0.3976	0.2795	2.8676	5.5738	1.9379	0.9262	-5.2414	-5.9206	0.4111
4.1885	0.3782	0.2879	2.8812	5.0736	1.8532	0.9247	-4.7506	-6.0041	0.4767
3.8085	0.3559	0.2959	2.8992	4.5635	1.7597	0.9130	-4.1961	-6.0487	0.5595
3.4220	0.3302	0.3032	2.9237	4.0406	1.6574	0.8874	-3.5709	-6.0363	0.6659
3.0301	0.3004	0.3093	2.9587	3.5006	1.5478	0.8428	-2.8694	-5.9411	0.8057
2.6291	0.2654	0.3133	3.0111	2.9379	1.4343	0.7725	-2.0900	-5.7249	0.9947
2.2191	0.2237	0.3137	3.0946	2.3455	1.3251	0.6688	-1.2438	-5.3303	1.2589
1.7986	0.1732	0.3070	3.2366	1.7181	1.2364	0.5251	-0.3779	-4.6724	1.6442
1.3755	0.1134	0.2854	3.4892	1.0707	1.1971	0.3459	0.3647	-3.6559	2.2380
0.9725	0.0526	0.2369	3.9097	0.4872	1.2353	0.1674	0.6888	-2.3169	3.2227
0.6239	0.0135	0.1605	4.4452	0.1219	1.3337	0.0488	0.3722	-1.0294	5.0355
0.3509	0.0129	0.0778	4.8989	0.0085	1.4296	0.0060	-0.3633	-0.2507	8.9520

$h/d = 4.0$		$B/d = 12.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
4.5111	0.3178	0.2266	5.2295	12.6490	3.6455	2.0083	-10.8582	-11.7241	0.2014
4.2695	0.3069	0.2290	5.2360	11.9415	3.5313	2.0089	-10.2334	-11.7882	0.2232
4.0269	0.2952	0.2310	5.2437	11.2295	3.4099	2.0021	-9.5661	-11.8204	0.2487
3.7833	0.2827	0.2326	5.2530	10.5120	3.2812	1.9865	-8.8546	-11.8140	0.2788
3.5385	0.2694	0.2336	5.2643	9.7881	3.1452	1.9603	-8.0981	-11.7611	0.3147
3.2912	0.2552	0.2339	5.2784	9.0563	3.0025	1.9216	-7.2962	-11.6525	0.3581
3.0429	0.2402	0.2335	5.2960	8.3149	2.8536	1.8678	-6.4493	-11.4778	0.4111
2.7923	0.2242	0.2322	5.3188	7.5613	2.6998	1.7964	-5.5591	-11.2247	0.4767
2.5390	0.2074	0.2299	5.3490	6.7924	2.5428	1.7040	-4.6282	-10.8792	0.5595
2.2813	0.1896	0.2266	5.3900	6.0037	2.3856	1.5872	-3.6610	-10.4240	0.6659
2.0201	0.1706	0.2223	5.4483	5.1890	2.2323	1.4414	-2.6636	-9.8372	0.8057
1.7527	0.1502	0.2167	5.5349	4.3401	2.0898	1.2618	-1.6456	-9.0884	0.9947
1.4794	0.1274	0.2098	5.6716	3.4468	1.9698	1.0431	-0.6259	-8.1299	1.2589
1.1991	0.1009	0.2003	5.9012	2.5038	1.8925	0.7831	0.3447	-6.8835	1.6442
0.9170	0.0687	0.1847	6.3020	1.5385	1.8913	0.4936	1.1125	-5.2472	2.2380
0.6483	0.0336	0.1548	6.9525	0.6843	1.9959	0.2265	1.3239	-3.2539	3.2227
0.4159	0.0089	0.1064	7.7566	0.1659	2.1726	0.0599	0.6729	-1.3876	5.0355
0.2339	0.0086	0.0519	8.4225	0.0111	2.3290	0.0056	-0.5245	-0.2958	8.9520

$h/d = 4.0$		$B/d = 20.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
2.7066	0.1690	0.1869	12.6599	21.0385	6.2482	4.9455	-14.8633	-27.7889	0.2014
2.5617	0.1606	0.1839	12.6718	19.8571	6.0017	4.8140	-13.5318	-27.1966	0.2232
2.4162	0.1521	0.1805	12.6859	18.6679	5.7537	4.6642	-12.1859	-26.5188	0.2487
2.2700	0.1436	0.1766	12.7028	17.4694	5.5057	4.4948	-10.8304	-25.7502	0.2788
2.1231	0.1350	0.1722	12.7234	16.2598	5.2590	4.3042	-9.4711	-24.8856	0.3147
1.9747	0.1264	0.1674	12.7489	15.0367	5.0157	4.0911	-8.1137	-23.9194	0.3581
1.8257	0.1178	0.1621	12.7811	13.7971	4.7777	3.8538	-6.7645	-22.8463	0.4111
1.6754	0.1093	0.1564	12.8224	12.5368	4.5476	3.5904	-5.4300	-21.6601	0.4767
1.5234	0.1008	0.1503	12.8769	11.2504	4.3288	3.2987	-4.1160	-20.3537	0.5595
1.3688	0.0923	0.1439	12.9510	9.9303	4.1252	2.9761	-2.8281	-18.9169	0.6659
1.2120	0.0837	0.1373	13.0557	8.5663	3.9429	2.6192	-1.5707	-17.3341	0.8057
1.0516	0.0747	0.1306	13.2109	7.1449	3.7908	2.2236	-0.3487	-15.5770	0.9947
0.8877	0.0649	0.1239	13.4540	5.6502	3.6844	1.7849	0.8259	-13.5910	1.2589
0.7195	0.0531	0.1168	13.8589	4.0762	3.6515	1.3023	1.9021	-11.2714	1.6442
0.5502	0.0378	0.1075	14.5557	2.4757	3.7387	0.7972	2.6836	-8.4605	2.2380
0.3890	0.0194	0.0911	15.6651	1.0801	3.9855	0.3518	2.6526	-5.1739	3.2227
0.2495	0.0053	0.0635	17.0055	0.2549	4.3286	0.0865	1.3094	-2.1425	5.0355
0.1404	0.0052	0.0312	18.0959	0.0166	4.6146	0.0066	-0.8354	-0.4135	8.9520

付表-B.5 厳密解による流体力係数 ( $h/d=6.0$ )

$h/d = 6.0$		$B/d = 1.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
65.1384	2.2547	0.0998	0.5502	0.9194	0.2216	0.0047	-0.9815	-0.0431	0.3021
61.5294	2.2693	0.1085	0.5492	0.8743	0.2228	0.0051	-0.9900	-0.0469	0.3348
57.9014	2.2867	0.1190	0.5481	0.8294	0.2242	0.0056	-1.0000	-0.0516	0.3730
54.2329	2.3076	0.1318	0.5467	0.7844	0.2259	0.0062	-1.0121	-0.0573	0.4182
50.5522	2.3330	0.1479	0.5451	0.7394	0.2279	0.0070	-1.0268	-0.0645	0.4721
46.8403	2.3645	0.1686	0.5430	0.6945	0.2305	0.0081	-1.0450	-0.0738	0.5371
43.0706	2.4040	0.1961	0.5404	0.6495	0.2337	0.0095	-1.0679	-0.0863	0.6166
39.2707	2.4544	0.2340	0.5370	0.6044	0.2378	0.0115	-1.0972	-0.1036	0.7151
35.3973	2.5197	0.2889	0.5326	0.5590	0.2432	0.0144	-1.1355	-0.1288	0.8393
31.4717	2.6053	0.3730	0.5266	0.5130	0.2504	0.0190	-1.1861	-0.1680	0.9988
27.4517	2.7160	0.5113	0.5185	0.4656	0.2602	0.0267	-1.2533	-0.2334	1.2085
23.3529	2.8459	0.7556	0.5074	0.4152	0.2730	0.0409	-1.3376	-0.3512	1.4920
19.2059	2.9292	1.2040	0.4933	0.3582	0.2866	0.0686	-1.4130	-0.5743	1.8883
15.0900	2.6961	1.9223	0.4791	0.2889	0.2863	0.1182	-1.3529	-0.9525	2.4664
11.2092	1.7586	2.4741	0.4765	0.2026	0.2435	0.1710	-0.9420	-1.3009	3.3570
7.7982	0.6385	2.1419	0.5032	0.1083	0.1771	0.1796	-0.3845	-1.2428	4.8341
4.9909	0.1056	1.3370	0.5642	0.0335	0.1370	0.1575	-0.0711	-0.9233	7.5533
2.8074	0.0324	0.6208	0.6318	0.0028	0.1227	0.1357	0.0353	-0.5881	13.4280

$h/d = 6.0$		$B/d = 2.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
32.5692	1.3001	0.0987	0.8505	1.7986	0.4009	0.0151	-1.2671	-0.1240	0.3021
30.7647	1.3088	0.1070	0.8494	1.7064	0.4018	0.0163	-1.2763	-0.1341	0.3348
28.9507	1.3191	0.1170	0.8481	1.6139	0.4029	0.0177	-1.2871	-0.1462	0.3730
27.1164	1.3313	0.1291	0.8466	1.5212	0.4041	0.0195	-1.3000	-0.1609	0.4182
25.2761	1.3460	0.1442	0.8447	1.4281	0.4056	0.0216	-1.3153	-0.1790	0.4721
23.4202	1.3640	0.1633	0.8423	1.3346	0.4074	0.0242	-1.3339	-0.2018	0.5371
21.5353	1.3859	0.1885	0.8394	1.2406	0.4095	0.0276	-1.3565	-0.2316	0.6166
19.6353	1.4130	0.2225	0.8357	1.1457	0.4120	0.0322	-1.3840	-0.2716	0.7151
17.6986	1.4462	0.2706	0.8310	1.0495	0.4150	0.0385	-1.4172	-0.3275	0.8393
15.7359	1.4857	0.3419	0.8248	0.9513	0.4183	0.0476	-1.4554	-0.4091	0.9988
13.7258	1.5275	0.4526	0.8168	0.8497	0.4211	0.0612	-1.4926	-0.5338	1.2085
11.6764	1.5520	0.6304	0.8066	0.7422	0.4205	0.0822	-1.5052	-0.7295	1.4920
9.6029	1.4936	0.9032	0.7956	0.6239	0.4085	0.1120	-1.4191	-1.0190	1.8883
7.5450	1.2162	1.2113	0.7902	0.4874	0.3712	0.1407	-1.0952	-1.3219	2.4664
5.6046	0.7035	1.2975	0.8087	0.3293	0.3136	0.1388	-0.5504	-1.3574	3.3570
3.8991	0.2546	1.0452	0.8764	0.1675	0.2737	0.1017	-0.1309	-1.0423	4.8341
2.4954	0.0444	0.6622	0.9950	0.0481	0.2652	0.0607	-0.0021	-0.6408	7.5533
1.4037	0.0180	0.3120	1.1128	0.0037	0.2741	0.0341	-0.0647	-0.3308	13.4280

$h/d = 6.0$		$B/d = 3.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
$B$	$M$	$M\sigma$	$M$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
21.7128	0.9514	0.1050	1.1076	2.6594	0.6557	0.0401	-1.8827	-0.2957	0.3021
20.5098	0.9571	0.1135	1.1068	2.5189	0.6564	0.0430	-1.8927	-0.3183	0.3348
19.3005	0.9637	0.1235	1.1058	2.3778	0.6572	0.0464	-1.9041	-0.3450	0.3730
18.0776	0.9715	0.1357	1.1047	2.2362	0.6580	0.0505	-1.9174	-0.3769	0.4182
16.8507	0.9807	0.1506	1.1033	2.0937	0.6590	0.0553	-1.9325	-0.4156	0.4721
15.6134	0.9915	0.1693	1.1017	1.9502	0.6599	0.0612	-1.9498	-0.4636	0.5371
14.3569	1.0043	0.1933	1.0997	1.8053	0.6608	0.0686	-1.9691	-0.5244	0.6166
13.0902	1.0190	0.2252	1.0973	1.6587	0.6614	0.0780	-1.9896	-0.6036	0.7151
11.7991	1.0353	0.2688	1.0943	1.5096	0.6612	0.0903	-2.0084	-0.7096	0.8393
10.4906	1.0510	0.3305	1.0906	1.3568	0.6591	0.1068	-2.0178	-0.8556	0.9988
9.1506	1.0591	0.4204	1.0864	1.1986	0.6524	0.1290	-1.9975	-1.0602	1.2085
7.7843	1.0398	0.5507	1.0825	1.0316	0.6354	0.1576	-1.8976	-1.3408	1.4920
6.4020	0.9473	0.7203	1.0821	0.8504	0.5976	0.1872	-1.6174	-1.6709	1.8883
5.0300	0.7238	0.8659	1.0952	0.6480	0.5334	0.1968	-1.0634	-1.8772	2.4664
3.7364	0.4085	0.8595	1.1452	0.4246	0.4676	0.1618	-0.4001	-1.6945	3.3570
2.5994	0.1531	0.6828	1.2601	0.2079	0.4385	0.0985	0.0069	-1.1772	4.8341
1.6636	0.0277	0.4387	1.4334	0.0569	0.4472	0.0442	0.0529	-0.6315	7.5533
0.9358	0.0124	0.2084	1.5946	0.0041	0.4704	0.0157	-0.1347	-0.2601	13.4280

$h/d = 6.0$		$B/d = 4.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\frac{\lambda}{B}$	$\frac{M_s}{M}$	$\frac{N_s}{M\sigma}$	$\frac{M_H}{M}$	$\frac{M\sigma}{M\sigma}$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
16.2846	0.7651	0.1125	1.3521	3.5108	0.9250	0.0831	-2.6340	-0.5748	0.3021
15.3823	0.7687	0.1211	1.3518	3.3216	0.9248	0.0886	-2.6406	-0.6159	0.3348
14.4753	0.7727	0.1312	1.3515	3.1315	0.9244	0.0950	-2.6476	-0.6637	0.3730
13.5582	0.7772	0.1432	1.3512	2.9403	0.9237	0.1024	-2.6548	-0.7199	0.4182
12.6381	0.7824	0.1578	1.3508	2.7478	0.9227	0.1110	-2.6617	-0.7871	0.4721
11.7101	0.7881	0.1758	1.3504	2.5535	0.9210	0.1214	-2.6673	-0.8686	0.5371
10.7676	0.7943	0.1985	1.3500	2.3571	0.9184	0.1339	-2.6697	-0.9693	0.6166
9.8177	0.8006	0.2278	1.3496	2.1578	0.9141	0.1492	-2.6650	-1.0959	0.7151
8.8493	0.8056	0.2664	1.3494	1.9547	0.9070	0.1681	-2.6452	-1.2580	0.8393
7.8679	0.8065	0.3185	1.3497	1.7463	0.8947	0.1915	-2.5938	-1.4683	0.9988
6.8629	0.7960	0.3896	1.3513	1.5302	0.8730	0.2197	-2.4767	-1.7387	1.2085
5.8382	0.7585	0.4834	1.3562	1.3027	0.8347	0.2496	-2.2283	-2.0642	1.4920
4.8015	0.6657	0.5900	1.3700	1.0581	0.7716	0.2697	-1.7519	-2.3698	1.8883
3.7725	0.4943	0.6630	1.4064	0.7906	0.6884	0.2550	-1.0200	-2.4422	2.4664
2.8023	0.2803	0.6352	1.4928	0.5054	0.6201	0.1909	-0.2742	-2.0670	3.3570
1.9496	0.1087	0.5045	1.6574	0.2403	0.6012	0.1055	0.1305	-1.3683	4.8341
1.2477	0.0202	0.3277	1.8834	0.0635	0.6251	0.0399	0.1088	-0.6772	7.5533
0.7018	0.0094	0.1564	2.0847	0.0044	0.6603	0.0099	-0.1905	-0.2333	13.4280

$h/d = 6.0$		$B/d = 6.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\frac{\lambda}{B}$	$\frac{M_s}{M}$	$\frac{N_s}{M\sigma}$	$\frac{M_H}{M}$	$\frac{M\sigma}{M\sigma}$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
10.8564	0.5628	0.1262	1.8638	5.2014	1.4857	0.2327	-4.3619	-1.5040	0.3021
10.2549	0.5630	0.1345	1.8650	4.9141	1.4794	0.2455	-4.3390	-1.5951	0.3348
9.6502	0.5629	0.1442	1.8663	4.6252	1.4718	0.2596	-4.3102	-1.6981	0.3730
9.0388	0.5627	0.1554	1.8680	4.3342	1.4626	0.2754	-4.2736	-1.8156	0.4182
8.4254	0.5620	0.1685	1.8702	4.0406	1.4511	0.2931	-4.2261	-1.9504	0.4721
7.8067	0.5606	0.1841	1.8729	3.7438	1.4366	0.3129	-4.1630	-2.1063	0.5371
7.1784	0.5582	0.2028	1.8765	3.4431	1.4180	0.3351	-4.0775	-2.2877	0.6166
6.5451	0.5537	0.2256	1.8814	3.1374	1.3936	0.3596	-3.9584	-2.4997	0.7151
5.8995	0.5459	0.2536	1.8882	2.8251	1.3610	0.3862	-3.7879	-2.7465	0.8393
5.2453	0.5320	0.2881	1.8983	2.5040	1.3166	0.4134	-3.5374	-3.0284	0.9988
4.5753	0.5074	0.3299	1.9140	2.1708	1.2559	0.4371	-3.1624	-3.3323	1.2085
3.8921	0.4644	0.3774	1.9402	1.8209	1.1742	0.4483	-2.6024	-3.6090	1.4920
3.2010	0.3927	0.4217	1.9873	1.4489	1.0730	0.4298	-1.8102	-3.7352	1.8883
2.5150	0.2880	0.4415	2.0766	1.0525	0.9715	0.3619	-0.8522	-3.5062	2.4664
1.8682	0.1683	0.4116	2.2424	0.6489	0.9094	0.2465	-0.0125	-2.7933	3.3570
1.2997	0.0687	0.3295	2.5089	0.2956	0.9130	0.1237	0.3761	-1.7700	4.8341
0.8318	0.0132	0.2173	2.8372	0.0746	0.9652	0.0390	0.2243	-0.8067	7.5533
0.4679	0.0064	0.1044	3.1141	0.0050	1.0222	0.0061	-0.2811	-0.2207	13.4280

$h/d = 6.0$		$B/d = 8.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\frac{\lambda}{B}$	$\frac{M_s}{M}$	$\frac{N_s}{M\sigma}$	$\frac{M_H}{M}$	$\frac{M\sigma}{M\sigma}$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
8.1423	0.4490	0.1361	2.4533	6.8856	2.0650	0.4746	-6.2300	-2.9573	0.3021
7.6912	0.4465	0.1437	2.4560	6.5001	2.0457	0.4949	-6.1377	-3.1031	0.3348
7.2377	0.4436	0.1522	2.4593	6.1119	2.0231	0.5166	-6.0285	-3.2626	0.3730
6.7791	0.4400	0.1618	2.4634	5.7207	1.9966	0.5396	-5.8982	-3.4374	0.4182
6.3190	0.4356	0.1726	2.4683	5.3256	1.9651	0.5637	-5.7408	-3.6289	0.4721
5.8550	0.4299	0.1849	2.4746	4.9259	1.9275	0.5887	-5.5486	-3.8385	0.5371
5.3838	0.4226	0.1990	2.4827	4.5205	1.8822	0.6139	-5.3107	-4.0664	0.6166
4.9088	0.4130	0.2152	2.4934	4.1077	1.8272	0.6380	-5.0122	-4.3110	0.7151
4.4247	0.4000	0.2338	2.5080	3.6856	1.7601	0.6589	-4.6323	-4.5666	0.8393
3.9340	0.3820	0.2551	2.5289	3.2510	1.6782	0.6724	-4.1427	-4.8182	0.9988
3.4315	0.3565	0.2786	2.5600	2.8000	1.5792	0.6715	-3.5078	-5.0324	1.2085
2.9191	0.3197	0.3027	2.6093	2.3273	1.4641	0.6450	-2.6917	-5.1405	1.4920
2.4007	0.2673	0.3222	2.6922	1.8277	1.3419	0.5774	-1.6904	-5.0174	1.8883
1.8863	0.1976	0.3265	2.8375	1.3034	1.2380	0.4570	-0.6074	-4.4927	2.4664
1.4011	0.1189	0.3020	3.0857	0.7842	1.1906	0.2963	0.2759	-3.4785	3.3570
0.9748	0.0503	0.2439	3.4548	0.3472	1.2193	0.1415	0.6292	-2.1594	4.8341
0.6239	0.0098	0.1625	3.8833	0.0850	1.2991	0.0407	0.3434	-0.9452	7.5533
0.3509	0.0048	0.0783	4.2339	0.0055	1.3765	0.0049	-0.3577	-0.2268	13.4280



$h/d = 6.0$		$B/d = 12.0$								
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$	
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g	
5.4282	0.3156	0.1445	3.9595	10.2499	3.2313	1.2167	-9.8569	-7.2879	0.3021	
5.1274	0.3102	0.1496	3.9656	9.6675	3.1653	1.2419	-9.5115	-7.4906	0.3348	
4.8251	0.3041	0.1549	3.9729	9.0808	3.0919	1.2651	-9.1247	-7.6933	0.3730	
4.5194	0.2972	0.1604	3.9817	8.4888	3.0103	1.2854	-8.6902	-7.8926	0.4182	
4.2127	0.2894	0.1663	3.9926	7.8906	2.9196	1.3012	-8.2012	-8.0837	0.4721	
3.9034	0.2806	0.1723	4.0062	7.2847	2.8187	1.3107	-7.6494	-8.2600	0.5371	
3.5892	0.2704	0.1787	4.0236	6.6694	2.7068	1.3113	-7.0257	-8.4121	0.6166	
3.2726	0.2587	0.1852	4.0465	6.0423	2.5833	1.2998	-6.3193	-8.5267	0.7151	
2.9498	0.2451	0.1919	4.0773	5.4001	2.4483	1.2716	-5.5187	-8.5848	0.8393	
2.6226	0.2291	0.1987	4.1204	4.7384	2.3029	1.2208	-4.6114	-8.5586	0.9988	
2.2876	0.2098	0.2053	4.1835	4.0516	2.1505	1.1396	-3.5866	-8.4057	1.2085	
1.9461	0.1860	0.2112	4.2802	3.3330	1.9992	1.0186	-2.4421	-8.0600	1.4920	
1.6005	0.1560	0.2147	4.4364	2.5786	1.8653	0.8490	-1.2064	-7.4189	1.8883	
1.2575	0.1181	0.2118	4.6956	1.7996	1.7775	0.6303	0.0042	-6.3485	2.4664	
0.9341	0.0741	0.1954	5.1096	1.0516	1.7702	0.3871	0.9134	-4.7789	3.3570	
0.6499	0.0327	0.1599	5.6834	0.4497	1.8541	0.1748	1.1593	-2.9039	4.8341	
0.4159	0.0065	0.1079	6.3104	0.1064	1.9900	0.0458	0.5898	-1.2214	7.5533	
0.2339	0.0033	0.0523	6.8076	0.0067	2.1080	0.0042	-0.4947	-0.2559	13.4280	

$h/d = 6.0$		$B/d = 20.0$								
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$	
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g	
3.2569	0.1834	0.1342	8.4725	16.9768	5.4269	3.3581	-15.0744	-19.4031	0.3021	
3.0765	0.1772	0.1348	8.4853	16.0006	5.2367	3.3214	-14.0537	-19.3368	0.3348	
2.8951	0.1707	0.1351	8.5007	15.0165	5.0388	3.2706	-12.9838	-19.2115	0.3730	
2.7116	0.1639	0.1352	8.5193	14.0231	4.8336	3.2034	-11.8650	-19.0189	0.4182	
2.5276	0.1568	0.1350	8.5422	13.0185	4.6222	3.1177	-10.6983	-18.7495	0.4721	
2.3420	0.1494	0.1345	8.5708	12.0003	4.4059	3.0107	-9.4854	-18.3931	0.5371	
2.1535	0.1416	0.1338	8.6072	10.9653	4.1865	2.8795	-8.2283	-17.9383	0.6166	
1.9635	0.1336	0.1328	8.6546	9.9094	3.9665	2.7206	-6.9296	-17.3719	0.7151	
1.7699	0.1251	0.1316	8.7183	8.8271	3.7498	2.5303	-5.5914	-16.6782	0.8393	
1.5736	0.1161	0.1303	8.8065	7.7114	3.5414	2.3040	-4.2153	-15.8361	0.9988	
1.3726	0.1063	0.1290	8.9339	6.5532	3.3495	2.0367	-2.8023	-14.8139	1.2085	
1.1676	0.0951	0.1277	9.1262	5.3436	3.1866	1.7232	-1.3574	-13.5583	1.4920	
0.9603	0.0814	0.1261	9.4293	4.0808	3.0741	1.3611	0.0897	-11.9749	1.8883	
0.7545	0.0637	0.1227	9.9161	2.7942	3.0446	0.9605	1.4193	-9.9211	2.4664	
0.5605	0.0417	0.1136	10.6603	1.5902	3.1327	0.5621	2.3094	-7.3027	3.3570	
0.3899	0.0192	0.0943	11.6407	0.6587	3.3369	0.2407	2.2806	-4.3530	4.8341	
0.2495	0.0039	0.0645	12.6634	0.1507	3.5904	0.0584	1.1054	-1.7726	7.5533	
0.1404	0.0020	0.0314	13.4543	0.0092	3.7941	0.0043	-0.7510	-0.3346	13.4280	

付表-B.6 厳密解による流体力係数 ( $h/d=10.0$ )

$h/d = 10.0$		$B/d = 1.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{RR}$	$N_{RR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
B	M	M $\sigma$	M	M $\sigma$	I	I $\sigma$	M	M $\sigma$	g
81.1042	1.7620	0.0398	0.7039	0.7715	0.2161	0.0011	-0.4334	-0.0122	0.5036
76.2976	1.7774	0.0442	0.7015	0.7402	0.2167	0.0013	-0.4391	-0.0135	0.5580
71.4225	1.7958	0.0497	0.6985	0.7093	0.2174	0.0014	-0.4459	-0.0152	0.6217
66.5275	1.8181	0.0567	0.6948	0.6790	0.2183	0.0016	-0.4542	-0.0174	0.6970
61.5478	1.8455	0.0660	0.6901	0.6493	0.2194	0.0019	-0.4644	-0.0203	0.7868
56.5081	1.8797	0.0786	0.6841	0.6203	0.2207	0.0023	-0.4771	-0.0242	0.8952
51.4186	1.9230	0.0964	0.6761	0.5919	0.2225	0.0028	-0.4932	-0.0298	1.0277
46.2245	1.9789	0.1228	0.6654	0.5640	0.2247	0.0036	-0.5141	-0.0380	1.1918
40.9506	2.0523	0.1639	0.6508	0.5361	0.2277	0.0049	-0.5417	-0.0509	1.3988
35.6078	2.1493	0.2319	0.6307	0.5067	0.2318	0.0071	-0.5787	-0.0725	1.6646
30.2486	2.2752	0.3511	0.6038	0.4728	0.2374	0.0109	-0.6281	-0.1107	2.0142
24.9570	2.4229	0.5691	0.5701	0.4290	0.2447	0.0182	-0.6902	-0.1818	2.4867
19.9088	2.5355	0.9650	0.5347	0.3688	0.2528	0.0324	-0.7513	-0.3151	3.1472
15.2845	2.4127	1.5971	0.5084	0.2889	0.2558	0.0579	-0.7518	-0.5420	4.1106
11.2294	1.7096	2.1966	0.5047	0.1942	0.2402	0.0911	-0.5694	-0.8001	5.5950
7.7982	0.6698	2.0657	0.5353	0.0986	0.2064	0.1094	-0.2451	-0.8625	8.0568
4.9909	0.1087	1.3444	0.6028	0.0278	0.1823	0.1130	-0.0477	-0.7309	12.5888
2.8074	0.0073	0.6314	0.6824	0.0019	0.1751	0.1198	-0.0073	-0.5429	22.3801

$h/d = 10.0$		$B/d = 2.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{RR}$	$N_{RR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
B	M	M $\sigma$	M	M $\sigma$	I	I $\sigma$	M	M $\sigma$	g
40.5521	1.0939	0.0452	1.0546	1.4935	0.4605	0.0072	-1.0234	-0.0569	0.5036
38.1488	1.1046	0.0502	1.0508	1.4278	0.4616	0.0079	-1.0335	-0.0628	0.5580
35.7113	1.1175	0.0563	1.0462	1.3627	0.4628	0.0088	-1.0454	-0.0702	0.6217
33.2637	1.1331	0.0641	1.0406	1.2981	0.4643	0.0099	-1.0599	-0.0795	0.6970
30.7739	1.1521	0.0743	1.0334	1.2342	0.4661	0.0114	-1.0775	-0.0916	0.7868
28.2541	1.1756	0.0881	1.0243	1.1710	0.4684	0.0133	-1.0992	-0.1077	0.8952
25.7093	1.2052	0.1074	1.0125	1.1083	0.4711	0.0160	-1.1262	-0.1302	1.0277
23.1123	1.2425	0.1356	0.9967	1.0458	0.4745	0.0197	-1.1600	-0.1625	1.1918
20.4753	1.2896	0.1789	0.9755	0.9827	0.4785	0.0254	-1.2016	-0.2113	1.3988
17.8039	1.3473	0.2484	0.9468	0.9166	0.4830	0.0341	-1.2501	-0.2881	1.6646
15.1243	1.4100	0.3641	0.9088	0.8433	0.4868	0.0478	-1.2968	-0.4126	2.0142
12.4785	1.4512	0.5550	0.8620	0.7547	0.4860	0.0690	-1.3096	-0.6100	2.4867
9.9544	1.3982	0.8366	0.8137	0.6409	0.4724	0.0966	-1.2113	-0.8831	3.1472
7.6423	1.1400	1.1340	0.7810	0.4964	0.4372	0.1186	-0.9039	-1.1343	4.1106
5.6147	0.6782	1.2357	0.7867	0.3285	0.3893	0.1136	-0.4350	-1.1516	5.5950
3.8991	0.2517	1.0275	0.8513	0.1625	0.3583	0.0809	-0.0755	-0.8808	8.0568
2.4954	0.0424	0.6660	0.9753	0.0439	0.3553	0.0475	0.0258	-0.5440	12.5888
1.4037	0.0040	0.3164	1.1105	0.0029	0.3659	0.0295	-0.0380	-0.3030	22.3801

$h/d = 10.0$		$B/d = 3.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{RR}$	$N_{RR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
B	M	M $\sigma$	M	M $\sigma$	I	I $\sigma$	M	M $\sigma$	g
27.0347	0.8149	0.0503	1.3612	2.1836	0.6961	0.0211	-1.7299	-0.1475	0.5036
25.4325	0.8233	0.0556	1.3568	2.0817	0.6978	0.0231	-1.7462	-0.1623	0.5580
23.8075	0.8333	0.0622	1.3516	1.9802	0.6998	0.0256	-1.7655	-0.1805	0.6217
22.1758	0.8452	0.0706	1.3451	1.8791	0.7022	0.0286	-1.7885	-0.2034	0.6970
20.5159	0.8597	0.0814	1.3370	1.7784	0.7049	0.0325	-1.8161	-0.2327	0.7868
18.8360	0.8775	0.0959	1.3268	1.6780	0.7082	0.0376	-1.8492	-0.2715	0.8952
17.1395	0.8992	0.1160	1.3136	1.5776	0.7120	0.0444	-1.8888	-0.3243	1.0277
15.4082	0.9258	0.1447	1.2962	1.4768	0.7162	0.0538	-1.9354	-0.3988	1.1918
13.6502	0.9573	0.1877	1.2730	1.3743	0.7203	0.0673	-1.9866	-0.5076	1.3988
11.8693	0.9914	0.2541	1.2421	1.2675	0.7227	0.0869	-2.0320	-0.6706	1.6646
10.0829	1.0177	0.3576	1.2018	1.1512	0.7193	0.1150	-2.0404	-0.9142	2.0142
8.3190	1.0073	0.5102	1.1533	1.0162	0.7009	0.1512	-1.9371	-1.2503	2.4867
6.6363	0.9076	0.6958	1.1057	0.8512	0.6564	0.1845	-1.6082	-1.6098	3.1472
5.0948	0.6828	0.8363	1.0803	0.6497	0.5877	0.1897	-1.0188	-1.7849	4.1106
3.7431	0.3888	0.8323	1.1062	0.4219	0.5247	0.1507	-0.3734	-1.5806	5.5950
2.5994	0.1479	0.6741	1.2089	0.2028	0.5005	0.0877	0.0245	-1.0788	8.0568
1.6636	0.0260	0.4412	1.3824	0.0526	0.5144	0.0369	0.0824	-0.5628	12.5888
0.9358	0.0028	0.2112	1.5589	0.0033	0.5417	0.0134	-0.0690	-0.2370	22.3801

$h/d = 10.0$		$B/d = 4.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
20.2760	0.6597	0.0552	1.6343	2.8538	0.9385	0.0447	-2.4987	-0.2943	0.5036
19.0744	0.6664	0.0608	1.6299	2.7147	0.9407	0.0487	-2.5207	-0.3227	0.5580
17.8556	0.6744	0.0678	1.6246	2.5756	0.9432	0.0536	-2.5465	-0.3573	0.6217
16.6319	0.6838	0.0765	1.6181	2.4366	0.9461	0.0596	-2.5766	-0.4004	0.6970
15.3869	0.6951	0.0878	1.6101	2.2975	0.9493	0.0672	-2.6118	-0.4550	0.7868
14.1270	0.7086	0.1026	1.6000	2.1582	0.9529	0.0768	-2.6525	-0.5261	0.8952
12.8547	0.7246	0.1228	1.5870	2.0184	0.9565	0.0895	-2.6985	-0.6212	1.0277
11.5561	0.7433	0.1512	1.5701	1.8772	0.9597	0.1066	-2.7471	-0.7519	1.1918
10.2377	0.7636	0.1924	1.5478	1.7332	0.9608	0.1300	-2.7893	-0.9362	1.3988
8.9020	0.7813	0.2532	1.5184	1.5835	0.9562	0.1619	-2.8005	-1.1983	1.6646
7.5622	0.7851	0.3417	1.4809	1.4223	0.9385	0.2035	-2.7230	-1.5594	2.0142
6.2392	0.7503	0.4591	1.4373	1.2403	0.8953	0.2485	-2.4508	-1.9959	2.4867
4.9772	0.6456	0.5807	1.3984	1.0254	0.8188	0.2758	-1.8793	-2.3621	3.1472
3.8211	0.4672	0.6497	1.3883	0.7718	0.7254	0.2567	-1.0681	-2.4060	4.1106
2.8074	0.2646	0.6202	1.4403	0.4925	0.6560	0.1868	-0.3051	-2.0000	5.5950
1.9496	0.1037	0.4991	1.5822	0.2311	0.6402	0.0991	0.1199	-1.3013	8.0568
1.2477	0.0188	0.3296	1.8002	0.0582	0.6698	0.0347	0.1379	-0.6225	12.5888
0.7018	0.0021	0.1585	2.0109	0.0035	0.7121	0.0084	-0.0982	-0.2124	22.3801

$h/d = 10.0$		$B/d = 6.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
13.5174	0.4886	0.0640	2.1295	4.1596	1.4433	0.1263	-4.1508	-0.7883	0.5036
12.7163	0.4929	0.0701	2.1262	3.9441	1.4447	0.1365	-4.1759	-0.8573	0.5580
11.9038	0.4978	0.0774	2.1221	3.7279	1.4461	0.1485	-4.2035	-0.9399	0.6217
11.0879	0.5035	0.0864	2.1171	3.5109	1.4472	0.1629	-4.2334	-1.0403	0.6970
10.2580	0.5099	0.0978	2.1110	3.2927	1.4477	0.1805	-4.2644	-1.1645	0.7868
9.4180	0.5171	0.1123	2.1034	3.0731	1.4471	0.2021	-4.2937	-1.3208	0.8952
8.5698	0.5249	0.1315	2.0938	2.8513	1.4440	0.2291	-4.3151	-1.5211	1.0277
7.7041	0.5324	0.1571	2.0815	2.6261	1.4364	0.2630	-4.3156	-1.7813	1.1918
6.8251	0.5376	0.1919	2.0657	2.3958	1.4200	0.3054	-4.2678	-2.1210	1.3988
5.9346	0.5360	0.2388	2.0459	2.1569	1.3876	0.3562	-4.1177	-2.5551	1.6646
5.0414	0.5185	0.2992	2.0223	1.9034	1.3281	0.4097	-3.7735	-3.0665	2.0142
4.1595	0.4719	0.3668	1.9995	1.6263	1.2320	0.4481	-3.1254	-3.5494	2.4867
3.3181	0.3872	0.4220	1.9911	1.3149	1.1062	0.4416	-2.1523	-3.7768	3.1472
2.5474	0.2739	0.4392	2.0248	0.9658	0.9866	0.3698	-1.0463	-3.5231	4.1106
1.8716	0.1577	0.4060	2.1383	0.5989	0.9178	0.2479	-0.1369	-2.7694	5.5950
1.2997	0.0647	0.3271	2.3584	0.2712	0.9210	0.1209	0.3161	-1.7319	8.0568
0.8318	0.0122	0.2186	2.6558	0.0656	0.9789	0.0355	0.2488	-0.7647	12.5888
0.4679	0.0015	0.1057	2.9250	0.0038	1.0458	0.0051	-0.1509	-0.2012	22.3801

$h/d = 10.0$		$B/d = 8.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
10.1380	0.3932	0.0712	2.6089	5.4405	1.9627	0.2597	-5.8881	-1.5816	0.5036
9.5372	0.3955	0.0773	2.6073	5.1473	1.9596	0.2779	-5.8958	-1.7047	0.5580
8.9278	0.3981	0.0846	2.6053	4.8527	1.9553	0.2989	-5.9005	-1.8490	0.6217
8.3159	0.4008	0.0933	2.6030	4.5561	1.9491	0.3233	-5.8995	-2.0200	0.6970
7.6935	0.4037	0.1040	2.6002	4.2573	1.9402	0.3519	-5.8882	-2.2250	0.7868
7.0635	0.4064	0.1174	2.5968	3.9554	1.9272	0.3856	-5.8587	-2.4736	0.8952
6.4273	0.4085	0.1342	2.5927	3.6497	1.9077	0.4253	-5.7971	-2.7774	1.0277
5.7781	0.4091	0.1556	2.5877	3.3385	1.8780	0.4715	-5.6788	-3.1495	1.1918
5.1188	0.4061	0.1830	2.5819	3.0196	1.8322	0.5237	-5.4618	-3.5989	1.3988
4.4510	0.3959	0.2172	2.5761	2.6893	1.7621	0.5774	-5.0781	-4.1165	1.6646
3.7811	0.3730	0.2571	2.5725	2.3420	1.6589	0.6207	-4.4369	-4.6430	2.0142
3.1196	0.3309	0.2969	2.5782	1.9694	1.5210	0.6305	-3.4672	-5.0270	2.4867
2.4886	0.2673	0.3246	2.6096	1.5637	1.3677	0.5797	-2.2215	-5.0383	3.1472
1.9106	0.1896	0.3275	2.6964	1.1261	1.2407	0.4599	-0.9387	-4.5053	4.1106
1.4037	0.1114	0.2998	2.8770	0.6832	1.1811	0.2963	0.0593	-3.4569	5.5950
0.9748	0.0471	0.2427	3.1739	0.3019	1.2046	0.1387	0.5175	-2.1249	8.0568
0.6239	0.0090	0.1635	3.5437	0.0711	1.2874	0.0375	0.3582	-0.9046	12.5888
0.3509	0.0011	0.0793	3.8655	0.0041	1.3745	0.0041	-0.1976	-0.2066	22.3801

h / d = 10.0		B / d = 12.0		N <sub>H</sub>	I <sub>R</sub>	N <sub>R</sub>	M <sub>SR</sub>	N <sub>SR</sub>	σ <sup>2</sup> h
λ	M <sub>s</sub>	N <sub>s</sub>	M <sub>H</sub>						
B	M	M σ	M	M σ	I	I σ	M	M σ	g
6.7587	0.2844	0.0807	3.6446	7.9721	3.0032	0.6875	-9.3666	-4.0931	0.5036
6.3581	0.2839	0.0861	3.6476	7.5221	2.9763	0.7213	-9.2580	-4.3301	0.5580
5.9519	0.2831	0.0922	3.6512	7.0689	2.9441	0.7579	-9.1242	-4.5945	0.6217
5.5440	0.2820	0.0994	3.6556	6.6116	2.9053	0.7973	-8.9569	-4.8906	0.6970
5.1290	0.2804	0.1076	3.6612	6.1493	2.8579	0.8394	-8.7448	-5.2222	0.7868
4.7090	0.2779	0.1172	3.6683	5.6810	2.7995	0.8837	-8.4712	-5.5930	0.8952
4.2849	0.2742	0.1286	3.6778	5.2051	2.7267	0.9286	-8.1131	-6.0038	1.0277
3.8520	0.2685	0.1419	3.6908	4.7193	2.6356	0.9713	-7.6373	-6.4494	1.1918
3.4126	0.2598	0.1573	3.7093	4.2209	2.5215	1.0062	-6.9991	-6.9109	1.3988
2.9673	0.2464	0.1745	3.7370	3.7058	2.3807	1.0231	-6.1437	-7.3414	1.6646
2.5207	0.2262	0.1925	3.7805	3.1690	2.2136	1.0065	-5.0215	-7.6463	2.0142
2.0797	0.1974	0.2083	3.8525	2.6056	2.0317	0.9364	-3.6298	-7.6709	2.4867
1.6591	0.1596	0.2172	3.9745	2.0148	1.8628	0.7985	-2.0754	-7.2325	3.1472
1.2737	0.1153	0.2142	4.1783	1.4092	1.7463	0.5985	-0.5973	-6.2163	4.1106
0.9358	0.0700	0.1956	4.4984	0.8289	1.7159	0.3694	0.4975	-4.6651	5.5950
0.6499	0.0306	0.1598	4.9453	0.3548	1.7809	0.1655	0.9252	-2.8197	8.0568
0.4159	0.0060	0.1087	5.4515	0.0811	1.9079	0.0413	0.5706	-1.1601	12.5888
0.2339	0.0008	0.0529	5.8726	0.0046	2.0286	0.0034	-0.2800	-0.2304	22.3801

h / d = 10.0		B / d = 20.0		N <sub>H</sub>	I <sub>R</sub>	N <sub>R</sub>	M <sub>SR</sub>	N <sub>SR</sub>	σ <sup>2</sup> h
λ	M <sub>s</sub>	N <sub>s</sub>	M <sub>H</sub>						
B	M	M σ	M	M σ	I	I σ	M	M σ	g
4.0552	0.1773	0.0845	6.3572	13.0048	4.9406	2.0627	-15.2382	-12.0674	0.5036
3.8149	0.1743	0.0874	6.3704	12.2400	4.8219	2.0907	-14.6413	-12.3535	0.5580
3.5711	0.1709	0.0904	6.3864	11.4680	4.6915	2.1129	-13.9781	-12.6324	0.6217
3.3264	0.1671	0.0936	6.4060	10.6875	4.5485	2.1273	-13.2397	-12.8979	0.6970
3.0774	0.1629	0.0970	6.4302	9.8967	4.3920	2.1310	-12.4158	-13.1415	0.7868
2.8254	0.1580	0.1006	6.4610	9.0936	4.2212	2.1207	-11.4945	-13.3516	0.8952
2.5709	0.1525	0.1045	6.5007	8.2754	4.0360	2.0919	-10.4621	-13.5123	1.0277
2.3112	0.1461	0.1086	6.5533	7.4387	3.8370	2.0388	-9.3029	-13.6006	1.1918
2.0475	0.1385	0.1130	6.6250	6.5794	3.6267	1.9543	-7.9994	-13.5834	1.3988
1.7804	0.1293	0.1177	6.7255	5.6933	3.4103	1.8296	-6.5352	-13.4099	1.6646
1.5124	0.1179	0.1223	6.8707	4.7775	3.1981	1.6552	-4.9033	-13.0024	2.0142
1.2478	0.1034	0.1262	7.0840	3.8343	3.0082	1.4235	-3.1292	-12.2470	2.4867
0.9954	0.0853	0.1278	7.3969	2.8789	2.8674	1.1348	-1.3131	-11.0044	3.1472
0.7642	0.0635	0.1248	7.8422	1.9479	2.8069	0.8063	0.3300	-9.1662	4.1106
0.5615	0.0399	0.1146	8.4426	1.1070	2.8513	0.4764	1.4748	-6.7489	5.5950
0.3899	0.0180	0.0946	9.1827	0.4583	3.0010	0.2044	1.7519	-4.0163	8.0568
0.2495	0.0036	0.0650	9.9536	0.1017	3.2083	0.0478	0.9824	-1.6088	12.5888
0.1404	0.0005	0.0317	10.5709	0.0056	3.3877	0.0032	-0.4248	-0.2884	22.3801

付表-B.7 厳密解による流体力係数 ( $h/d=20.0$ )

$h/d = 20.0$		$B/d = 1.0$		$N_H$	$I_H$	$N_H$	$M_{HR}$	$N_{HR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	M $\sigma$	M	M $\sigma$	I	I $\sigma$	M	M $\sigma$	g
104.3011	0.8408	0.0098	1.1382	0.6707	0.3491	0.0001	0.1155	-0.0012	1.0071
96.9878	0.8526	0.0114	1.1297	0.6569	0.3488	0.0001	0.1197	-0.0013	1.1159
89.5948	0.8667	0.0136	1.1189	0.6442	0.3484	0.0001	0.1248	-0.0015	1.2433
82.1223	0.8838	0.0166	1.1049	0.6324	0.3479	0.0002	0.1308	-0.0016	1.3939
74.5792	0.9048	0.0208	1.0868	0.6210	0.3473	0.0002	0.1383	-0.0018	1.5736
67.0174	0.9310	0.0269	1.0633	0.6092	0.3466	0.0002	0.1475	-0.0020	1.7904
59.4204	0.9641	0.0359	1.0332	0.5952	0.3457	0.0002	0.1593	-0.0020	2.0553
51.9312	1.0065	0.0498	0.9960	0.5762	0.3444	0.0002	0.1747	-0.0018	2.3837
44.6341	1.0617	0.0717	0.9524	0.5488	0.3428	0.0001	0.1952	-0.0010	2.7975
37.6714	1.1347	0.1073	0.9053	0.5095	0.3405	-0.0002	0.2234	0.0017	3.3293
31.1929	1.2331	0.1681	0.8588	0.4568	0.3371	-0.0008	0.2630	0.0085	4.0284
25.2663	1.3659	0.2786	0.8175	0.3908	0.3323	-0.0024	0.3196	0.0257	4.9733
19.9635	1.5329	0.4941	0.7857	0.3127	0.3253	-0.0064	0.3975	0.0692	6.2944
15.2845	1.6645	0.9236	0.7686	0.2251	0.3174	-0.0165	0.4793	0.1737	8.2212
11.2294	1.4398	1.5930	0.7732	0.1350	0.3185	-0.0343	0.4514	0.3447	11.1900
7.7982	0.6308	1.8447	0.8046	0.0579	0.3408	-0.0347	0.2060	0.3124	16.1136
4.9909	0.0931	1.3137	0.8573	0.0129	0.3575	0.0131	0.0374	-0.0929	25.1776
2.8074	0.0025	0.6362	0.9132	0.0007	0.3607	0.0877	-0.0125	-0.4113	44.7601

$h/d = 20.0$		$B/d = 2.0$		$N_H$	$I_H$	$N_H$	$M_{HR}$	$N_{HR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	M $\sigma$	M	M $\sigma$	I	I $\sigma$	M	M $\sigma$	g
52.1505	0.6550	0.0157	1.5511	1.2846	0.6679	0.0027	-0.5316	-0.0194	1.0071
48.4939	0.6654	0.0183	1.5367	1.2528	0.6683	0.0031	-0.5353	-0.0224	1.1159
44.7974	0.6779	0.0217	1.5183	1.2227	0.6687	0.0036	-0.5398	-0.0262	1.2433
41.0612	0.6930	0.0265	1.4948	1.1940	0.6692	0.0043	-0.5451	-0.0314	1.3939
37.2896	0.7116	0.0331	1.4645	1.1661	0.6699	0.0052	-0.5514	-0.0385	1.5736
33.5087	0.7345	0.0426	1.4253	1.1373	0.6706	0.0065	-0.5589	-0.0483	1.7904
29.7102	0.7631	0.0567	1.3755	1.1049	0.6713	0.0083	-0.5672	-0.0623	2.0553
25.9656	0.7987	0.0781	1.3138	1.0645	0.6720	0.0108	-0.5759	-0.0826	2.3837
22.3171	0.8429	0.1112	1.2413	1.0103	0.6724	0.0143	-0.5831	-0.1119	2.7975
18.8357	0.8967	0.1636	1.1623	0.9366	0.6720	0.0192	-0.5855	-0.1542	3.3293
15.5965	0.9587	0.2481	1.0837	0.8400	0.6699	0.0257	-0.5752	-0.2143	4.0284
12.6331	1.0184	0.3866	1.0130	0.7202	0.6645	0.0340	-0.5361	-0.2959	4.9733
9.9817	1.0360	0.6068	0.9580	0.5786	0.6529	0.0422	-0.4369	-0.3904	6.2944
7.6423	0.9140	0.8953	0.9283	0.4190	0.6338	0.0444	-0.2456	-0.4451	8.2212
5.6147	0.5741	1.0832	0.9374	0.2531	0.6160	0.0331	-0.0188	-0.3687	11.1900
3.8991	0.2024	0.9687	0.9959	0.1090	0.6141	0.0174	0.0816	-0.2190	16.1136
2.4954	0.0295	0.6559	1.0943	0.0242	0.6239	0.0142	0.0503	-0.1886	25.1776
1.4037	0.0009	0.3182	1.1980	0.0013	0.6340	0.0207	-0.0164	-0.2272	44.7601

$h/d = 20.0$		$B/d = 3.0$		$N_H$	$I_H$	$N_H$	$M_{HR}$	$N_{HR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	M $\sigma$	M	M $\sigma$	I	I $\sigma$	M	M $\sigma$	g
34.7670	0.5403	0.0201	1.9307	1.8545	0.8986	0.0098	-1.2817	-0.0621	1.0071
32.3293	0.5497	0.0234	1.9121	1.8018	0.9001	0.0112	-1.2963	-0.0716	1.1159
29.8649	0.5608	0.0278	1.8885	1.7510	0.9018	0.0130	-1.3136	-0.0841	1.2433
27.3741	0.5743	0.0337	1.8585	1.7018	0.9039	0.0155	-1.3342	-0.1007	1.3939
24.8597	0.5907	0.0420	1.8201	1.6533	0.9063	0.0187	-1.3586	-0.1235	1.5736
22.3391	0.6107	0.0538	1.7707	1.6037	0.9089	0.0233	-1.3871	-0.1553	1.7904
19.8068	0.6350	0.0710	1.7080	1.5494	0.9116	0.0295	-1.4192	-0.2005	2.0553
17.3104	0.6640	0.0968	1.6306	1.4851	0.9139	0.0384	-1.4528	-0.2654	2.3837
14.8780	0.6975	0.1357	1.5395	1.4033	0.9147	0.0505	-1.4820	-0.3586	2.7975
12.5571	0.7331	0.1944	1.4398	1.2968	0.9122	0.0669	-1.4944	-0.4901	3.3293
10.3976	0.7637	0.2825	1.3403	1.1607	0.9031	0.0875	-1.4649	-0.6690	4.0284
8.4221	0.7714	0.4103	1.2510	0.9939	0.8821	0.1103	-1.3473	-0.8923	4.9733
6.6545	0.7182	0.5757	1.1825	0.7977	0.8439	0.1269	-1.0744	-1.1100	6.2944
5.0948	0.5593	0.7291	1.1487	0.5771	0.7923	0.1208	-0.6237	-1.1803	8.2212
3.7431	0.3157	0.7675	1.1681	0.3478	0.7523	0.0837	-0.1562	-0.9592	11.1900
2.5994	0.1088	0.6466	1.2558	0.1491	0.7466	0.0394	0.0782	-0.5636	16.1136
1.6636	0.0163	0.4362	1.3967	0.0328	0.7645	0.0152	0.0713	-0.2803	25.1776
0.9358	0.0005	0.2122	1.5414	0.0017	0.7851	0.0089	-0.0232	-0.1753	44.7601

$h/d = 20.0$		$B/d = 4.0$		$N_H$	$I_H$	$N_H$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
26.0753	0.4626	0.0238	2.2788	2.3910	1.1178	0.0223	-2.0960	-0.1351	1.0071
24.2469	0.4710	0.0277	2.2573	2.3152	1.1207	0.0255	-2.1234	-0.1556	1.1159
22.3987	0.4810	0.0327	2.2302	2.2413	1.1241	0.0296	-2.1556	-0.1822	1.2433
20.5306	0.4930	0.0395	2.1960	2.1691	1.1279	0.0350	-2.1934	-0.2176	1.3939
18.6448	0.5074	0.0490	2.1522	2.0974	1.1322	0.0422	-2.2375	-0.2658	1.5736
16.7544	0.5247	0.0623	2.0963	2.0241	1.1367	0.0521	-2.2874	-0.3325	1.7904
14.8551	0.5450	0.0816	2.0256	1.9454	1.1408	0.0656	-2.3409	-0.4261	2.0553
12.9828	0.5679	0.1097	1.9384	1.8551	1.1432	0.0841	-2.3910	-0.5581	2.3837
11.1585	0.5916	0.1507	1.8358	1.7450	1.1413	0.1087	-2.4229	-0.7416	2.7975
9.4178	0.6119	0.2096	1.7235	1.6064	1.1309	0.1399	-2.4080	-0.9882	3.3293
7.7982	0.6195	0.2913	1.6114	1.4331	1.1058	0.1756	-2.2982	-1.2980	4.0284
6.3166	0.5974	0.3965	1.5116	1.2233	1.0587	0.2081	-2.0230	-1.6362	4.9733
4.9909	0.5218	0.5106	1.4376	0.9785	0.9872	0.2208	-1.5184	-1.8910	6.2944
3.8211	0.3805	0.5906	1.4069	0.7046	0.9072	0.1931	-0.8300	-1.8693	8.2212
2.8074	0.2076	0.5842	1.4424	0.4219	0.8547	0.1258	-0.2032	-1.4607	11.1900
1.9496	0.0723	0.4829	1.5613	0.1791	0.8515	0.0558	0.1022	-0.8488	16.1136
1.2477	0.0111	0.3265	1.7419	0.0390	0.8798	0.0167	0.0967	-0.3690	25.1776
0.7018	0.0004	0.1592	1.9218	0.0020	0.9115	0.0053	-0.0312	-0.1561	44.7601

$h/d = 20.0$		$B/d = 6.0$		$N_H$	$I_H$	$N_H$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
17.3835	0.3635	0.0299	2.8995	3.3930	1.5736	0.0668	-3.8373	-0.3906	1.0071
16.1646	0.3704	0.0346	2.8751	3.2668	1.5794	0.0758	-3.8913	-0.4470	1.1159
14.9325	0.3784	0.0406	2.8448	3.1423	1.5857	0.0873	-3.9531	-0.5195	1.2433
13.6871	0.3878	0.0485	2.8065	3.0190	1.5925	0.1022	-4.0231	-0.6145	1.3939
12.4299	0.3987	0.0594	2.7580	2.8956	1.5992	0.1217	-4.0996	-0.7412	1.5736
11.1696	0.4110	0.0743	2.6965	2.7698	1.6046	0.1474	-4.1778	-0.9120	1.7904
9.9034	0.4241	0.0951	2.6191	2.6373	1.6066	0.1813	-4.2456	-1.1432	2.0553
8.6552	0.4366	0.1239	2.5240	2.4913	1.6007	0.2249	-4.2784	-1.4520	2.3837
7.4390	0.4453	0.1630	2.4124	2.3223	1.5805	0.2780	-4.2335	-1.8492	2.7975
6.2786	0.4448	0.2135	2.2904	2.1202	1.5372	0.3364	-4.0478	-2.3244	3.3293
5.1988	0.4279	0.2741	2.1697	1.8771	1.4628	0.3890	-3.6467	-2.8252	4.0284
4.2110	0.3861	0.3380	2.0657	1.5895	1.3553	0.4168	-2.9722	-3.2363	4.9733
3.3272	0.3142	0.3910	1.9968	1.2593	1.2276	0.3964	-2.0417	-3.3780	6.2944
2.5474	0.2179	0.4132	1.9867	0.8957	1.1133	0.3156	-1.0200	-3.0754	8.2212
1.8716	0.1181	0.3893	2.0645	0.5274	1.0531	0.1940	-0.1998	-2.3126	11.1900
1.2997	0.0426	0.3190	2.2471	0.2190	1.0616	0.0819	0.1829	-1.3342	16.1136
0.8318	0.0068	0.2170	2.4978	0.0465	1.1118	0.0203	0.1553	-0.5339	25.1776
0.4679	0.0003	0.1061	2.7346	0.0024	1.1655	0.0031	-0.0487	-0.1488	44.7601

$h/d = 20.0$		$B/d = 8.0$		$N_H$	$I_H$	$N_H$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
13.0376	0.3023	0.0349	3.4514	4.3313	2.0541	0.1407	-5.6564	-0.8133	1.0071
12.1235	0.3078	0.0400	3.4268	4.1513	2.0612	0.1584	-5.7306	-0.9235	1.1159
11.1994	0.3140	0.0465	3.3963	3.9724	2.0685	0.1805	-5.8122	-1.0631	1.2433
10.2653	0.3211	0.0550	3.3581	3.7941	2.0752	0.2085	-5.8987	-1.2425	1.3939
9.3224	0.3289	0.0663	3.3100	3.6149	2.0798	0.2442	-5.9835	-1.4757	1.5736
8.3772	0.3371	0.0814	3.2491	3.4324	2.0796	0.2897	-6.0525	-1.7802	1.7904
7.4276	0.3445	0.1016	3.1729	3.2421	2.0699	0.3466	-6.0785	-2.1747	2.0553
6.4914	0.3494	0.1282	3.0796	3.0371	2.0433	0.4150	-6.0148	-2.6711	2.3837
5.5793	0.3486	0.1617	2.9706	2.8076	1.9900	0.4903	-5.7937	-3.2589	2.7975
4.7089	0.3380	0.2012	2.8523	2.5427	1.9008	0.5611	-5.3381	-3.8847	3.3293
3.8991	0.3135	0.2432	2.7373	2.2334	1.7728	0.6082	-4.5897	-4.4401	4.0284
3.1583	0.2724	0.2815	2.6436	1.8756	1.6148	0.6083	-3.5478	-4.7684	4.9733
2.4954	0.2154	0.3077	2.5933	1.4714	1.4522	0.5432	-2.3067	-4.6979	6.2944
1.9106	0.1479	0.3128	2.6147	1.0337	1.3239	0.4127	-1.0752	-4.1107	8.2212
1.4037	0.0812	0.2898	2.7403	0.5991	1.2669	0.2470	-0.1362	-3.0403	11.1900
0.9748	0.0301	0.2376	2.9833	0.2442	1.2908	0.1021	0.2866	-1.7497	16.1136
0.6239	0.0049	0.1624	3.2934	0.0509	1.3627	0.0234	0.2195	-0.6814	25.1776
0.3509	0.0002	0.0796	3.5751	0.0025	1.4362	0.0025	-0.0668	-0.1552	44.7601

$h/d = 20.0$		$B/d = 12.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
8.6918	0.2282	0.0421	4.4535	6.0983	3.0416	0.3826	-9.3254	-2.2045	1.0071
8.0823	0.2313	0.0475	4.4333	5.8053	3.0428	0.4226	-9.3938	-2.4590	1.1159
7.4662	0.2347	0.0541	4.4083	5.5120	3.0406	0.4706	-9.4539	-2.7699	1.2433
6.8435	0.2381	0.0624	4.3772	5.2174	3.0326	0.5282	-9.4932	-3.1519	1.3939
6.2149	0.2412	0.0729	4.3382	4.9203	3.0149	0.5971	-9.4898	-3.6215	1.5736
5.5848	0.2434	0.0861	4.2892	4.6180	2.9815	0.6779	-9.4076	-4.1932	1.7904
4.9517	0.2437	0.1025	4.2282	4.3062	2.9238	0.7687	-9.1917	-4.8701	2.0553
4.3276	0.2404	0.1221	4.1544	3.9783	2.8320	0.8626	-8.7693	-5.6284	2.3837
3.7195	0.2318	0.1440	4.0696	3.6251	2.6977	0.9454	-8.0654	-6.3987	2.7975
3.1393	0.2163	0.1666	3.9807	3.2359	2.5204	0.9962	-7.0349	-7.0602	3.3293
2.5994	0.1932	0.1870	3.9015	2.8013	2.3114	0.9923	-5.6950	-7.4624	4.0284
2.1055	0.1631	0.2026	3.8524	2.3170	2.0947	0.9173	-4.1343	-7.4610	4.9733
1.6636	0.1272	0.2105	3.8605	1.7869	1.9033	0.7673	-2.5041	-6.9461	6.2944
1.2737	0.0879	0.2077	3.9592	1.2302	1.7736	0.5565	-1.0140	-5.8639	8.2212
0.9358	0.0495	0.1908	4.1824	0.6964	1.7360	0.3237	0.0741	-4.2722	11.1900
0.6499	0.0190	0.1571	4.5340	0.2766	1.7934	0.1308	0.5250	-2.4497	16.1136
0.4159	0.0032	0.1081	4.9425	0.0562	1.9043	0.0281	0.3535	-0.9338	25.1776
0.2339	0.0001	0.0531	5.2963	0.0028	2.0112	0.0021	-0.1025	-0.1776	44.7601

$h/d = 20.0$		$B/d = 20.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
5.2151	0.1515	0.0486	6.4206	9.4368	4.9185	1.1991	-15.9613	-6.9760	1.0071
4.8494	0.1516	0.0530	6.4179	8.9091	4.8660	1.2742	-15.7821	-7.5053	1.1159
4.4797	0.1515	0.0580	6.4144	8.3774	4.7990	1.3557	-15.5308	-8.1029	1.2433
4.1061	0.1509	0.0639	6.4098	7.8407	4.7131	1.4426	-15.1786	-8.7724	1.3939
3.7290	0.1495	0.0707	6.4041	7.2974	4.6026	1.5320	-14.6871	-9.5103	1.5736
3.3509	0.1470	0.0785	6.3970	6.7453	4.4614	1.6184	-14.0075	-10.2985	1.7904
2.9710	0.1429	0.0872	6.3890	6.1810	4.2838	1.6921	-13.0851	-11.0954	2.0553
2.5966	0.1367	0.0964	6.3814	5.5998	4.0673	1.7388	-11.8719	-11.8259	2.3837
2.2317	0.1280	0.1056	6.3782	4.9954	3.8163	1.7406	-10.3473	-12.3811	2.7975
1.8836	0.1166	0.1139	6.3873	4.3606	3.5441	1.6803	-8.5391	-12.6342	3.3293
1.5596	0.1025	0.1206	6.4226	3.6894	3.2729	1.5462	-6.5284	-12.4680	4.0284
1.2633	0.0861	0.1250	6.5053	2.9807	3.0300	1.3362	-4.4337	-11.7931	4.9733
0.9982	0.0677	0.1262	6.6640	2.2429	2.8451	1.0592	-2.4009	-10.5435	6.2944
0.7642	0.0478	0.1229	6.9339	1.5043	2.7480	0.7379	-0.6242	-8.6768	8.2212
0.5615	0.0277	0.1128	7.3448	0.8285	2.7621	0.4169	0.6189	-6.2407	11.1900
0.3899	0.0110	0.0935	7.8842	0.3203	2.8834	0.1641	1.0327	-3.5561	16.1136
0.2495	0.0019	0.0647	8.4546	0.0637	3.0577	0.0337	0.6169	-1.3345	25.1776
0.1404	0.0001	0.0319	8.9273	0.0031	3.2143	0.0020	-0.1682	-0.2256	44.7601

付表-B. 8 厳密解による流体力係数 ( $h/d=40.0$ )

$h/d = 40.0$		$B/d = 1.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
120.9946	0.4014	0.0046	1.8740	0.6769	0.6790	-0.0002	0.5223	0.0024	2.0142
110.3196	0.4111	0.0057	1.8451	0.6707	0.6764	-0.0003	0.5564	0.0033	2.2318
99.8278	0.4227	0.0072	1.8115	0.6611	0.6733	-0.0004	0.5974	0.0047	2.4867
89.5674	0.4368	0.0093	1.7736	0.6466	0.6696	-0.0006	0.6478	0.0069	2.7878
79.6352	0.4542	0.0121	1.7324	0.6258	0.6649	-0.0009	0.7105	0.0103	3.1472
70.1297	0.4761	0.0162	1.6896	0.5977	0.6590	-0.0014	0.7900	0.0157	3.5808
61.1381	0.5042	0.0220	1.6465	0.5620	0.6515	-0.0022	0.8927	0.0245	4.1106
52.7160	0.5410	0.0308	1.6047	0.5186	0.6416	-0.0035	1.0289	0.0396	4.7673
44.9178	0.5907	0.0447	1.5652	0.4676	0.6282	-0.0057	1.2145	0.0666	5.5950
37.7434	0.6600	0.0681	1.5293	0.4090	0.6095	-0.0099	1.4753	0.1176	6.6585
31.1929	0.7601	0.1105	1.4989	0.3429	0.5826	-0.0183	1.8540	0.2211	8.0568
25.2663	0.9090	0.1952	1.4766	0.2702	0.5425	-0.0364	2.4163	0.4489	9.9467
19.9635	1.1264	0.3838	1.4655	0.1941	0.4838	-0.0793	3.2264	0.9944	12.5888
15.2845	1.3625	0.8282	1.4687	0.1209	0.4179	-0.1851	4.0780	2.3115	16.4425
11.2294	1.2071	1.5937	1.4865	0.0602	0.4490	-0.3702	3.5410	4.3828	22.3801
7.7982	0.4524	1.8235	1.5151	0.0209	0.6357	-0.4061	1.1732	4.1389	32.2273
4.9909	0.0565	1.2990	1.5474	0.0038	0.7338	-0.2115	0.1314	1.6021	50.3551
2.8074	1.3334	0.9739	1.5800	0.1564	0.4055	-0.2503	4.5682	3.3454	89.5202

$h/d = 40.0$		$B/d = 2.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
60.4973	0.3618	0.0087	2.2984	1.2922	1.1605	0.0008	0.0801	-0.0055	2.0142
55.1598	0.3713	0.0108	2.2465	1.2774	1.1577	0.0008	0.1048	-0.0059	2.2318
49.9139	0.3826	0.0136	2.1861	1.2566	1.1543	0.0009	0.1350	-0.0063	2.4867
44.7837	0.3963	0.0174	2.1181	1.2272	1.1503	0.0008	0.1724	-0.0062	2.7878
39.8176	0.4130	0.0226	2.0441	1.1867	1.1452	0.0007	0.2195	-0.0053	3.1472
35.0649	0.4338	0.0301	1.9667	1.1332	1.1390	0.0003	0.2800	-0.0026	3.5808
30.5691	0.4600	0.0408	1.8886	1.0659	1.1311	-0.0004	0.3591	0.0034	4.1106
26.3580	0.4936	0.0567	1.8124	0.9848	1.1209	-0.0021	0.4651	0.0164	4.7673
22.4589	0.5373	0.0815	1.7399	0.8900	1.1077	-0.0052	0.6102	0.0434	5.5950
18.8717	0.5947	0.1219	1.6735	0.7811	1.0907	-0.0115	0.8127	0.1002	6.6585
15.5965	0.6692	0.1915	1.6163	0.6581	1.0691	-0.0240	1.0966	0.2219	8.0568
12.6331	0.7573	0.3170	1.5729	0.5223	1.0449	-0.0485	1.4769	0.4868	9.9467
9.9817	0.8232	0.5412	1.5497	0.3784	1.0290	-0.0934	1.8803	1.0409	12.5888
7.6423	0.7460	0.8652	1.5530	0.2379	1.0523	-0.1527	1.9374	1.9388	16.4425
5.6147	0.4300	1.0698	1.5850	0.1195	1.1302	-0.1701	1.2189	2.4988	22.3801
3.8991	0.1267	0.9474	1.6388	0.0417	1.1977	-0.1155	0.3964	1.8943	32.2273
2.4954	0.0155	0.6498	1.7004	0.0077	1.2244	-0.0453	0.0783	0.7121	50.3551
1.4037	0.6740	0.8915	1.7693	0.3095	1.0974	-0.1812	1.9188	2.5544	89.5202

$h/d = 40.0$		$B/d = 3.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
40.3315	0.3297	0.0123	2.7047	1.8562	1.4121	0.0049	-0.5018	-0.0308	2.0142
36.7732	0.3388	0.0152	2.6344	1.8307	1.4101	0.0058	-0.4897	-0.0366	2.2318
33.2759	0.3497	0.0191	2.5528	1.7973	1.4075	0.0068	-0.4743	-0.0438	2.4867
29.8558	0.3627	0.0244	2.4606	1.7523	1.4043	0.0081	-0.4540	-0.0527	2.7878
26.5451	0.3785	0.0317	2.3603	1.6924	1.4002	0.0095	-0.4269	-0.0634	3.1472
23.3766	0.3976	0.0419	2.2550	1.6150	1.3948	0.0112	-0.3898	-0.0760	3.5808
20.3794	0.4212	0.0565	2.1486	1.5190	1.3876	0.0129	-0.3383	-0.0900	4.1106
17.5720	0.4503	0.0778	2.0443	1.4040	1.3781	0.0143	-0.2653	-0.1036	4.7673
14.9726	0.4861	0.1100	1.9450	1.2701	1.3653	0.0149	-0.1597	-0.1121	5.5950
12.5811	0.5289	0.1605	1.8534	1.1169	1.3484	0.0130	-0.0057	-0.1034	6.6585
10.3976	0.5748	0.2412	1.7737	0.9440	1.3269	0.0057	0.2160	-0.0487	8.0568
8.4221	0.6077	0.3691	1.7125	0.7524	1.3037	-0.0120	0.5104	0.1134	9.9467
6.6545	0.5828	0.5499	1.6788	0.5482	1.2902	-0.0440	0.8053	0.4709	12.5888
5.0948	0.4398	0.7236	1.6825	0.3468	1.3060	-0.0779	0.8761	0.9898	16.4425
3.7431	0.2180	0.7595	1.7278	0.1752	1.3494	-0.0806	0.5898	1.2788	22.3801
2.5994	0.0617	0.6350	1.8053	0.0613	1.3875	-0.0491	0.2472	1.0020	32.2273
1.6636	0.0076	0.4331	1.8945	0.0113	1.4092	-0.0157	0.0719	0.3823	50.3551
0.9358	0.3944	0.7181	2.0018	0.4527	1.3659	-0.1028	0.7759	1.4369	89.5202



$h/d = 40.0$		$B/d = 4.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
30.2486	0.3031	0.0156	3.0931	2.3774	1.6125	0.0132	-1.1903	-0.0794	2.0142
27.5799	0.3118	0.0192	3.0081	2.3395	1.6117	0.0157	-1.1938	-0.0955	2.2318
24.9570	0.3222	0.0241	2.9094	2.2921	1.6105	0.0188	-1.1960	-0.1161	2.4867
22.3919	0.3344	0.0307	2.7980	2.2309	1.6086	0.0227	-1.1956	-0.1426	2.7878
19.9088	0.3489	0.0396	2.6765	2.1517	1.6057	0.0276	-1.1905	-0.1762	3.1472
17.5324	0.3661	0.0520	2.5488	2.0513	1.6012	0.0335	-1.1776	-0.2187	3.5808
15.2845	0.3865	0.0694	2.4194	1.9283	1.5945	0.0405	-1.1519	-0.2720	4.1106
13.1790	0.4106	0.0943	2.2924	1.7821	1.5845	0.0485	-1.1047	-0.3375	4.7673
11.2294	0.4380	0.1308	2.1713	1.6126	1.5696	0.0569	-1.0221	-0.4143	5.5950
9.4359	0.4663	0.1851	2.0594	1.4192	1.5479	0.0642	-0.8821	-0.4945	6.6585
7.7982	0.4878	0.2653	1.9619	1.2013	1.5178	0.0665	-0.6551	-0.5516	8.0568
6.3166	0.4837	0.3769	1.8867	0.9598	1.4810	0.0569	-0.3208	-0.5223	9.9467
4.9909	0.4221	0.5056	1.8456	0.7016	1.4485	0.0294	0.0724	-0.3088	12.5888
3.8211	0.2879	0.5944	1.8516	0.4454	1.4402	-0.0080	0.3453	0.1013	16.4425
2.8074	0.1347	0.5813	1.9109	0.2256	1.4611	-0.0281	0.3479	0.4604	22.3801
1.9496	0.0380	0.4765	2.0119	0.0791	1.4907	-0.0211	0.2017	0.4777	32.2273
1.2477	0.0048	0.3246	2.1274	0.0146	1.5147	-0.0061	0.0750	0.1923	50.3551
0.7018	0.2607	0.5854	2.2741	0.5819	1.5166	-0.0351	0.2000	0.4828	89.5202

$h/d = 40.0$		$B/d = 6.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
20.1658	0.2615	0.0212	3.8207	3.3179	2.0075	0.0453	-2.7955	-0.2644	2.0142
18.3866	0.2693	0.0260	3.7145	3.2511	2.0098	0.0540	-2.8347	-0.3188	2.2318
16.6380	0.2783	0.0324	3.5913	3.1726	2.0115	0.0650	-2.8753	-0.3888	2.4867
14.9279	0.2886	0.0408	3.4521	3.0770	2.0120	0.0787	-2.9146	-0.4786	2.7878
13.2725	0.3002	0.0521	3.3000	2.9589	2.0103	0.0956	-2.9484	-0.5932	3.1472
11.6883	0.3132	0.0673	3.1398	2.8143	2.0051	0.1163	-2.9694	-0.7387	3.5808
10.1897	0.3272	0.0878	2.9770	2.6406	1.9943	0.1409	-2.9661	-0.9215	4.1106
8.7860	0.3413	0.1156	2.8170	2.4370	1.9751	0.1692	-2.9190	-1.1472	4.7673
7.4863	0.3536	0.1535	2.6646	2.2030	1.9435	0.1995	-2.7966	-1.4157	5.5950
6.2906	0.3594	0.2040	2.5244	1.9379	1.8947	0.2271	-2.5521	-1.7095	6.6585
5.1988	0.3509	0.2679	2.4031	1.6406	1.8255	0.2425	-2.1307	-1.9721	8.0568
4.2110	0.3163	0.3395	2.3115	1.3120	1.7408	0.2310	-1.5056	-2.0846	9.9467
3.3272	0.2477	0.4003	2.2655	0.9603	1.6607	0.1816	-0.7592	-1.8905	12.5888
2.5474	0.1550	0.4225	2.2838	0.6104	1.6156	0.1058	-0.1256	-1.3437	16.4425
1.8716	0.0704	0.3914	2.3757	0.3092	1.6175	0.0396	0.1803	-0.6652	22.3801
1.2997	0.0202	0.3170	2.5242	0.1082	1.6470	0.0078	0.1933	-0.1914	32.2273
0.8318	0.0026	0.2163	2.6899	0.0198	1.6806	0.0012	0.0917	-0.0476	50.3551
0.4679	0.1432	0.4191	2.9124	0.7935	1.7348	0.0775	-0.3748	-1.0399	89.5202

$h/d = 40.0$		$B/d = 8.0$		$N_H$	$I_R$	$N_R$	$M_{SR}$	$N_{SR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_H$						
B	M	$M\sigma$	M	$M\sigma$	I	$I\sigma$	M	$M\sigma$	g
15.1243	0.2304	0.0258	4.4925	4.1549	2.4333	0.1016	-4.5982	-0.5872	2.0142
13.7899	0.2371	0.0315	4.3731	4.0552	2.4383	0.1204	-4.6719	-0.7047	2.2318
12.4785	0.2447	0.0388	4.2346	3.9425	2.4415	0.1439	-4.7449	-0.8539	2.4867
11.1959	0.2529	0.0484	4.0780	3.8105	2.4417	0.1727	-4.8106	-1.0424	2.7878
9.9544	0.2616	0.0609	3.9067	3.6531	2.4368	0.2076	-4.8586	-1.2783	3.1472
8.7662	0.2704	0.0771	3.7258	3.4652	2.4239	0.2487	-4.8730	-1.5692	3.5808
7.6423	0.2785	0.0981	3.5419	3.2436	2.3991	0.2956	-4.8300	-1.9213	4.1106
6.5895	0.2846	0.1250	3.3613	2.9870	2.3576	0.3460	-4.6942	-2.3341	4.7673
5.6147	0.2862	0.1589	3.1899	2.6946	2.2934	0.3949	-4.4160	-2.7915	5.5950
4.7179	0.2795	0.1999	3.0339	2.3655	2.2016	0.4321	-3.9354	-3.2440	6.6585
3.8991	0.2595	0.2457	2.9015	1.9984	2.0831	0.4417	-3.2042	-3.5880	8.0568
3.1583	0.2213	0.2895	2.8059	1.5947	1.9510	0.4054	-2.2380	-3.6615	9.9467
2.4954	0.1651	0.3195	2.7666	1.1644	1.8356	0.3163	-1.1839	-3.3031	12.5888
1.9106	0.1007	0.3226	2.8065	0.7378	1.7716	0.1953	-0.3147	-2.4985	16.4425
1.4037	0.0458	0.2934	2.9360	0.3720	1.7696	0.0875	0.1457	-1.4936	22.3801
0.9748	0.0134	0.2372	3.1320	0.1294	1.8063	0.0258	0.2227	-0.6616	32.2273
0.6239	0.0018	0.1621	3.3443	0.0236	1.8517	0.0048	0.1154	-0.2150	50.3551
0.3509	0.0942	0.3239	3.6336	0.9497	1.9403	0.1711	-0.6866	-2.2748	89.5202

$h/d = 40.0$		$B/d = 12.0$		$N_R$	$I_R$	$N_R$	$M_{RR}$	$N_{RR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_R$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
10.0829	0.1860	0.0327	5.7147	5.6188	3.3578	0.2927	-8.4687	-1.6909	2.0142
9.1933	0.1907	0.0392	5.5839	5.4462	3.3609	0.3411	-8.5751	-1.9966	2.2318
8.3190	0.1954	0.0474	5.4323	5.2590	3.3570	0.3990	-8.6565	-2.3714	2.4867
7.4640	0.1998	0.0576	5.2609	5.0501	3.3420	0.4666	-8.6912	-2.8241	2.7878
6.6363	0.2035	0.0701	5.0730	4.8124	3.3110	0.5431	-8.6502	-3.3583	3.1472
5.8441	0.2058	0.0853	4.8742	4.5397	3.2585	0.6256	-8.4969	-3.9698	3.5808
5.0948	0.2059	0.1033	4.6721	4.2274	3.1783	0.7088	-8.1872	-4.6416	4.1106
4.3930	0.2026	0.1241	4.4747	3.8730	3.0653	0.7838	-7.6719	-5.3367	4.7673
3.7431	0.1946	0.1471	4.2902	3.4752	2.9167	0.8375	-6.9030	-5.9890	5.5950
3.1453	0.1803	0.1712	4.1273	3.0329	2.7355	0.8529	-5.8503	-6.4937	6.6585
2.5994	0.1585	0.1941	3.9975	2.5455	2.5351	0.8118	-4.5299	-6.7077	8.0568
2.1055	0.1290	0.2122	3.9182	2.0160	2.3416	0.7024	-3.0388	-6.4734	9.9467
1.6636	0.0934	0.2211	3.9142	1.4591	2.1913	0.5309	-1.5788	-5.6788	12.5888
1.2737	0.0567	0.2160	4.0128	0.9148	2.1165	0.3310	-0.4265	-4.3589	16.4425
0.9358	0.0263	0.1946	4.2226	0.4556	2.1228	0.1572	0.2011	-2.7809	22.3801
0.6499	0.0079	0.1576	4.5077	0.1565	2.1807	0.0506	0.3239	-1.3722	32.2273
0.4159	0.0011	0.1080	4.8010	0.0282	2.2514	0.0092	0.1735	-0.4668	50.3551
0.2339	0.0536	0.2214	5.1948	1.1522	2.3904	0.3218	-1.0823	-4.3153	89.5202

$h/d = 40.0$		$B/d = 20.0$		$N_R$	$I_R$	$N_R$	$M_{RR}$	$N_{RR}$	$\sigma^2 h$
$\lambda$	$M_s$	$N_s$	$M_R$	$M\sigma$	$I$	$I\sigma$	$M$	$M\sigma$	$g$
6.0497	0.1321	0.0395	7.8949	8.0682	5.2447	0.9516	-16.0260	-5.5919	2.0142
5.5160	0.1334	0.0456	7.7745	7.7347	5.2024	1.0650	-15.9573	-6.3547	2.2318
4.9914	0.1341	0.0528	7.6350	7.3857	5.1344	1.1881	-15.7577	-7.2168	2.4867
4.4784	0.1339	0.0609	7.4772	7.0141	5.0340	1.3156	-15.3811	-8.1594	2.7878
3.9818	0.1324	0.0701	7.3042	6.6123	4.8954	1.4386	-14.7826	-9.1448	3.1472
3.5065	0.1292	0.0799	7.1216	6.1730	4.7155	1.5454	-13.9256	-10.1170	3.5808
3.0569	0.1242	0.0902	6.9378	5.6901	4.4950	1.6223	-12.7885	-11.0043	4.1106
2.6358	0.1170	0.1005	6.7628	5.1598	4.2393	1.6549	-11.3682	-11.7235	4.7673
2.2459	0.1077	0.1105	6.6078	4.5798	3.9589	1.6294	-9.6827	-12.1823	5.5950
1.8872	0.0960	0.1196	6.4858	3.9495	3.6702	1.5343	-7.7752	-12.2810	6.6585
1.5596	0.0819	0.1272	6.4133	3.2706	3.3957	1.3631	-5.7224	-11.9135	8.0568
1.2633	0.0656	0.1323	6.4128	2.5511	3.1639	1.1186	-3.6492	-10.9758	9.9467
0.9982	0.0476	0.1335	6.5138	1.8148	3.0067	0.8192	-1.7506	-9.3948	12.5888
0.7642	0.0294	0.1286	6.7442	1.1163	2.9497	0.5073	-0.2923	-7.2118	16.4425
0.5615	0.0140	0.1158	7.1032	0.5450	2.9929	0.2445	0.4888	-4.7074	22.3801
0.3899	0.0044	0.0941	7.5345	0.1837	3.0990	0.0807	0.5939	-2.4086	32.2273
0.2495	0.0006	0.0647	7.9510	0.0326	3.2178	0.0144	0.3079	-0.8311	50.3551
0.1404	0.0278	0.1350	8.4816	1.3644	3.4272	0.5268	-1.6127	-7.5153	89.5202

港湾技研資料 No.731

1992・6

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所

横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 阿部写真印刷株式会社

Published by the Port and Harbour Research Institute  
Nagase, Yokosuka, Japan.

Copyright © (1992) by P.H.R.I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.H.R.I.

この資料は、港湾技術研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本資料の全部又は一部の転載、複写は、港湾技術研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。