令和５年度　九州大学大学院工学府 船舶海洋工学専攻
修士課程入学試験問題・解答用紙

受験番号			

①微分方程式 （１枚の内１枚目）

問題１

問題１　得点

以下の微分方程式を解け。

$y' + y = x$　ただし初期条件 $y(0) = 1$

問題２

問題２　得点

以下の微分方程式を解け。

$y'' - y' + 2y = 0$

問題３

問題３　得点

以下の微分方程式を解け。

$y'' + 3y' + 2y = e^{-x}$

受験番号			

②関数論　（2 枚の内 1 枚目）

以下の問いでは複素数を $z = x + iy$（x, yは実数，iは虚数単位）とする。
なお、紙面が不足する場合には、裏面に続く、と記載して、裏面を用いて良い。

問題1

問題１　得点

［１］次式 (Eq.1) に示す複素関数について次の設問に答えよ。

$$f(z) = u(x,\ y) + iv(x,\ y) \qquad \text{(Eq.1)}$$

(1) 関数 $u = e^{x} \cos y$ は調和関数であることを示せ。
(2) (Eq.1) の複素関数における Cauchy-Riemann の関係式について述べよ。
(3) 設問 (1) の関数 u を実部にもつ正則関数を求めよ。

受験番号			

②関数論 （2 枚の内 2 枚目）

問題2

［２］次式 (Eq.2) に示す複素関数について次の設問に答えよ。

$$f(z) = \frac{1}{z^2 + 2iz - 4} \qquad \text{(Eq.2)}$$

曲線 C は $z = 1$ を中心とした半径$\sqrt{2}$の円であり正の向きとする。
このときの積分値 $\int_C f(z)dz$ を求めよ。

受験番号			

③線形代数（1 枚の内 1 枚目）

問題 1 ＊解答欄が足りない場合は、用紙の裏を用いよ。ただし、その旨を表に記せ。

線形代数の知識は幅広い分野で使われている。ここでは、行列の対角化の応用例として漸化式で定められる数列を取り上げる。
次の漸化式 (1) で定義される数列の一般項 a_n を求めたい。以下の問に解の過程を示しながら答えよ。

$$a_{n+3} - 4a_{n+2} + a_{n+1} + 6a_n = 0 \qquad (1) \quad \text{ただし、} a_0 = 1, a_1 = 12, a_2 = 24$$

(1)a_n, a_{n+1}, a_{n+2} を用いて $a_{n+1} = a_{n+1}$，$a_{n+2} = a_{n+2}$，$\cdots$ と表せる。
ベクトル $\boldsymbol{u}_n = \begin{pmatrix} a_n \\ a_{n+1} \\ a_{n+2} \end{pmatrix}$ を用いて、漸化式を連立方程式 $\boldsymbol{u}_{n+1} = \boldsymbol{A}\boldsymbol{u}_n$ の形に表す時、3×3 行列 $\boldsymbol{A}$ を求めよ。

(2) 行列 $\boldsymbol{A}$ の固有値と固有ベクトルを求めよ。

(3)$\boldsymbol{B} = \boldsymbol{P}^{-1}\boldsymbol{A}\boldsymbol{P}$ のように $\boldsymbol{A}$ が対角化されるときの $\boldsymbol{P}$ と $\boldsymbol{P}^{-1}$ を求めよ。

(4)$\boldsymbol{B}^n = \boldsymbol{P}^{-1}\boldsymbol{A}^n\boldsymbol{P}$ を利用して $\boldsymbol{A}^n$ を求めよ。

(5) ベクトル $\boldsymbol{u}_n$ が $\boldsymbol{u}_n = \boldsymbol{A}^n\boldsymbol{u}_0$ と表せることを利用して一般項 a_n を求めよ。

令和 5 年度　九州大学大学院工学府 船舶海洋工学専攻
修士課程入学試験問題・解答用紙

受験番号			

④材料力学（タイプⅠ）　（1枚の内1枚目）

問題 1

問題 1　得点

図 1 に示す，長さ方向の両端及び中央部の三点が単純支持され，図中に示す位置に集中荷重 P が作用している連続はり（長さ L，断面は幅 b，高さ h の長方形）に関する以下の問いに答えよ．はりに使用されている材料のヤング率を E とする．

（注）計算過程を示さず答えのみ示している場合，正解でも点数を与えない．

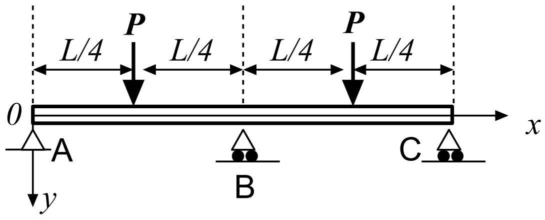


図 1　三点支持の連続はり

(1) 断面二次モーメントの定義に従って，はりの断面二次モーメントを計算せよ．
以降の問題を解く際に断面二次モーメントが必要な場合は，これを I として答えよ．

(2) 支持点 B に生じる反力及び断面 B における曲げモーメントを求めよ．

(3) SFD（せん断力線図）および BMD（曲げモーメント線図）を描け．

令和 5 年度　九州大学大学院工学府 船舶海洋工学専攻
修士課程入学試験問題・解答用紙

受験番号			

④材料力学（タイプⅡ） （2枚の内1枚目）

問題 1　得点

問題 1

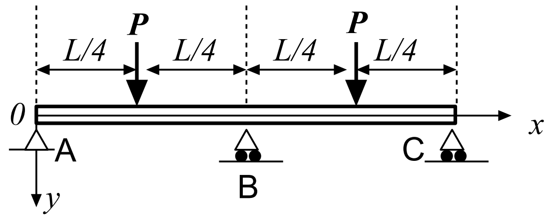


図 1　三点支持の連続はり

図 1 に示す，長さ方向の両端及び中央部の三点が単純支持され，図中に示す位置に集中荷重 P が作用している連続はり（長さ L，断面は幅 b，高さ h の長方形）に関する以下の問いに答えよ．はりに使用されている材料のヤング率を E とする．
（注）計算過程を示さず答えのみ示している場合，正解でも点数を与えない．

(1) 断面二次モーメントの定義に従って，はりの断面二次モーメントを計算せよ．
以降の問題を解く際に断面二次モーメントが必要な場合は，これを I として答えよ．
(2) 支持点 B に生じる反力及び断面 B における曲げモーメントを求めよ．
(3) SFD（せん断力線図）および BMD（曲げモーメント線図）を描け．

受験番号			

④材料力学（タイプⅡ）　（2枚の内2枚目）

問題２

問題２　得点

図 2 に示す分布荷重が作用する連続はり（長さ L, 断面二次モーメント I, 材料のヤング率を E）について, 位置 x におけるたわみを求めよ.
なお, 分布荷重は次式で与えられるものとする.

$$q(x)=\begin{cases}(2q_0/L)x & ,(0\le x\le L/2)\\(2q_0/L)(L-x) & ,(L/2\le x\le L)\end{cases}$$

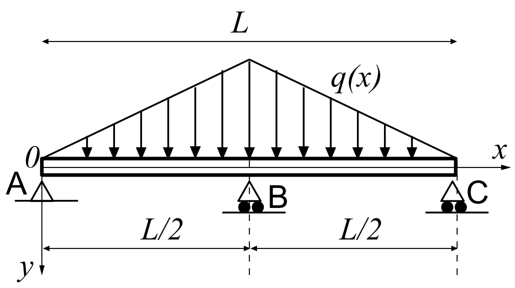


図 2　分布荷重が作用する三点支持の連続はり

受験番号			

⑤流体力学（タイプⅠ） （3枚の内1枚目）

問題 1

問題１　得点

2 次元のポテンシャル流れを考える。y軸が壁面であり、壁面よりaだけ離れたx軸上の位置に強さmの吹出しがある（図 1）。

(1) この流れを表す複素速度ポテンシャル$w(z)$を示せ。

(2) y軸方向の速度成分をvとする。壁面（y軸上）の速度分布$v(y)$を求めよ。

(3) (2)の最大流速とその位置を求めよ。

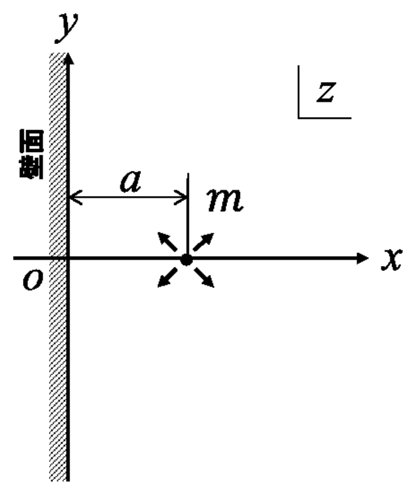


図 1

受験番号			

⑤流体力学（タイプⅠ） （3枚の内2枚目）

問題２

問題２　得点

図 2 に示すように流速V_Aの一様流中（気流中）に置かれたピトー管を考える。静圧孔である点Aの流速はV_Aに等しく、圧力はp_Aである。また、点Bは淀み点となり圧力はp_Bである。U 字管の両端はそれぞれ点A, Bに接続され、図 2 中のρおよびρ'は、気体および液体の流体密度を示す。なお、重力加速度はgとする。

(1) 点Aと点Bの間にベルヌーイの式をたてよ。

(2) U 字管の液柱差がhを示すときの流速V_Aを求めよ。

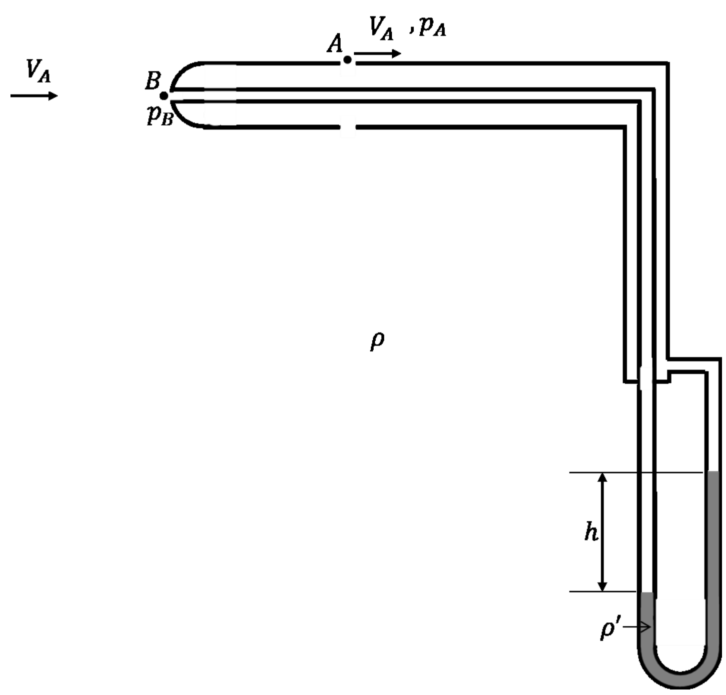


図 2

受験番号			

⑤流体力学（タイプⅠ） （3枚の内3枚目）

問題３

問題３　得点

図 3 のような平行な平板間の隙間（壁間距離$2b$）を流れる定常流を考える。これは、x軸方向に一定の圧力差があるために生じる流れである。流れは層流である。x軸方向の速度成分uはy軸方向距離だけの関数$u(y)$となり、圧力pは断面内で一定である。

(1) この流れを表す支配方程式を示せ。2 次元ナビエ・ストークス方程式のx軸方向に関する次式を参考にしてよい。μは流体の粘性係数、ρは流体の密度である。

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\mu}{\rho}\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)$$

(2) (1)で求めた支配方程式を解き、$u(y)$を式で表せ。

(3) 壁面に働く摩擦応力τ_0を求めよ。

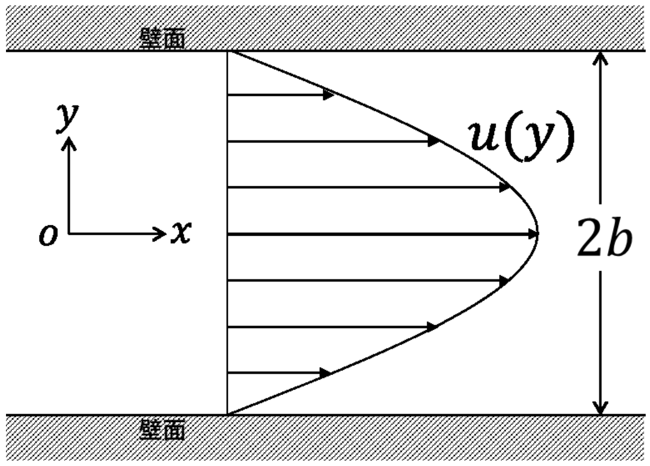


図 3

（解答欄が不足する場合は，解答用紙の裏面に記入すること）

受験番号			

⑨船体強度 （2枚の内1枚目）

問題１　得点

問題 1

図 1.1 に示す 1 辺の長さ a の正方形板が周辺単純支持され，板の面外方向に等分布荷重 q が作用している。q の増加とともに板には塑性関節線が形成され崩壊に至った。塑性関節線の単位長さ当たりの全塑性モーメントを M_P としたとき，以下の問いに答えよ。

(1) 板に形成される塑性関節線を図示せよ。解答に当たってはまず正方形を描き，その中に塑性関節線を太線で描くこと。

(2) 塑性関節線が形成された際に，板の中央には図 1.1 に示すような最大たわみ w が生じた。このとき，塑性関節線上の内力 M_P による仕事 W_i，および外力 q による仕事 W_e を a，q，w，M_P のうち必要なものを使って表せ。

(3) 崩壊荷重の上限値 q_u を a，q，w，M_P のうち必要なものを使って表せ。

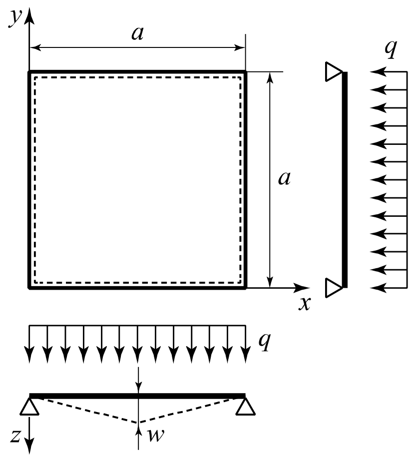


図 1.1

次に同じく 1 辺の長さ a の正方形板が，図 1.2 に示すように 1 辺自由，3 辺単純支持され，板の面外方向に等分布荷重 q が作用している。この場合，板には図中の薄太線で示した塑性関節線が形成されると仮定する。塑性関節線の単位長さ当たりの全塑性モーメントを M_P としたとき，以下の問いに答えよ。

(4) 塑性関節線が形成された際に，板の右側には図 1.2 に示すような最大たわみ w が生じた。このとき，塑性関節線上の内力 M_P による仕事 W_i，および外力 q による仕事 W_e を a，q，w，M_P のうち必要なものを使って表せ。

(5) 崩壊荷重の上限値 q_u を a，q，w，M_P のうち必要なものを使って表せ。

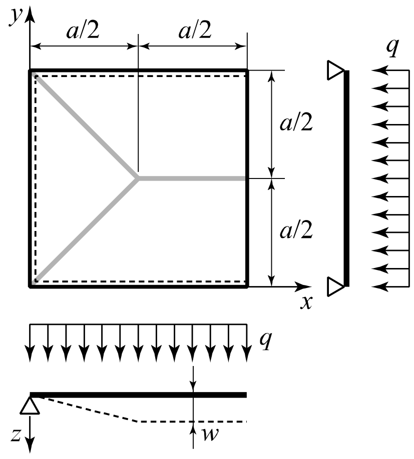


図 1.2

受験番号			

⑨船体強度　（2枚の内2枚目）

問題２

問題２　得点

図 2.1 に示すような溝形の薄肉断面を持つはりを考える。断面寸法を表す b や $2b$ は板厚中心間の距離であり，板厚 t に対して十分に大きい（$b >> t$）。このとき，以下の問いに答えよ。

(1) 底板の板厚中心から図心 G までの距離 e_g を b を使って表せ。ただし，$b >> t$ であることを考慮すること（以降も同じ）。

(2) 図中の一点鎖線で示す縦中心線まわりの断面２次モーメント I を b，t を使って表せ。

(3) はりが図 2.2 に示すような水平方向の曲げモーメント M を受ける場合，底板の板厚中心に生じる曲げ応力（x 方向応力）σ_x を M，b，t，y（中心線から水平右向きの座標）を使って表せ。なお応力は引張を正とする。

(4) (3)の水平曲げによって，断面の側壁および底板には図 2.3 に示すようなせん断力が生じた。この結果に基づき，底板の板厚中心からせん断中心 S までの距離 e_s を b を使って表せ。

(5) 断面に図 2.4 に示すような水平荷重 P が作用したとき（$b/6$ は底板の板厚中心からの距離），断面に生じる捩りモーメント T を b，P を使って表せ。なお，T は時計回りを正とする。

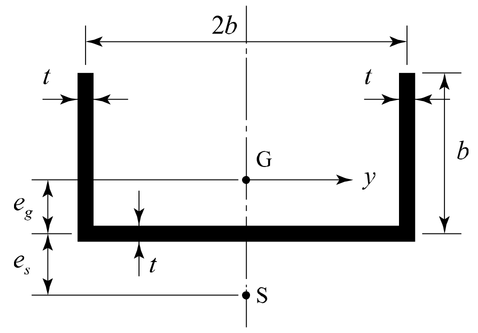


図 2.1

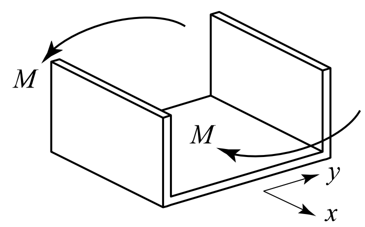


図 2.2

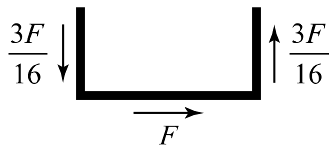


図 2.3

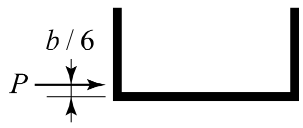


図 2.4

受験番号			

⑩船体振動 （4枚の内1枚目）

問題 1

問題１　得点

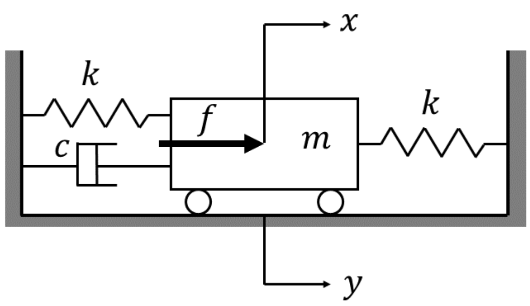


図 1

図 1 に示すとおり，質量 m の剛体が剛なフレームに，ばね定数 k を有する 2 つのばね，および，粘性減衰係数 c のダッシュポットにより接続されている。この剛体の水平方向の変位を x，フレームの水平方向の変位を y とする。また，剛体に作用する水平方向の外力を f とする。このとき，以下の各問いに答えよ。なお，解答はいずれも所定の解答欄内に示すこと。

図1において，f=0 および y=0（フレームを固定した場合）とする。このとき，以下，(1)～(3)の各問いに答えよ。

(1) 剛体の水平方向変位 x に関する運動方程式を示せ。(f=0 および y=0)。

【解答欄】

／20%

(2) この振動系の非減衰固有円振動数 ω_n，非減衰固有振動数 f_n，非減衰固有周期 T_n，および，臨界減衰係数 c_{crit} をそれぞれ示せ。(f=0 および y=0)。

【解答欄】

$\omega_n =$	$f_n =$	$T_n =$	$c_{crit} =$

／10%

受験番号			

⑩船体振動　（4枚の内2枚目）

(3) $t=0$において，$x=0$，および，$\dot{x}=v_0$となる初期条件を与える（変数の上の･は，時間 t による微分をあらわす）。このとき，この振動系の応答$x(t)$を求めよ。なお，臨界減衰比を$\zeta = c/c_{crit}$で定義するとき，$0<\zeta<1$とせよ。また，$x(t)$の概形をグラフで示せ。(<u>f=0 および y=0</u>)

【解答欄】

$x(t) =$

／15%

【解答欄】

／5%

受験番号			

⑩船体振動 （4枚の内3枚目）

図1において，$f = a\sin(\omega t)$およびy=0(フレームを固定した場合)とする。ここで，ωは，加振力fの円周波数，aは加振力の振幅である。このとき，以下，(4)～(6)の各問いに答えよ。

(4) 剛体の水平方向変位xに関する運動方程式を示せ。($f = a\sin(\omega t)$およびy=0)。

【解答欄】

／10%

(5) 加振を始めて十分な時間が経過した後の定常解を，$x(t) = |X(\omega)|x_{st}\sin(\omega t - \phi(\omega))$と仮定する。ただし，$x_{st} = a/(2k)$とする。このとき，$|X(\omega)|$および$\phi(\omega)$を求めよ。なお，簡単のため，本問題の解答に限り，$c = 0$とおいてよい。また，解答においては，非減衰固有円振動数ω_nを既知として，これを含んでよい。($f = a\sin(\omega t)$およびy=0)。

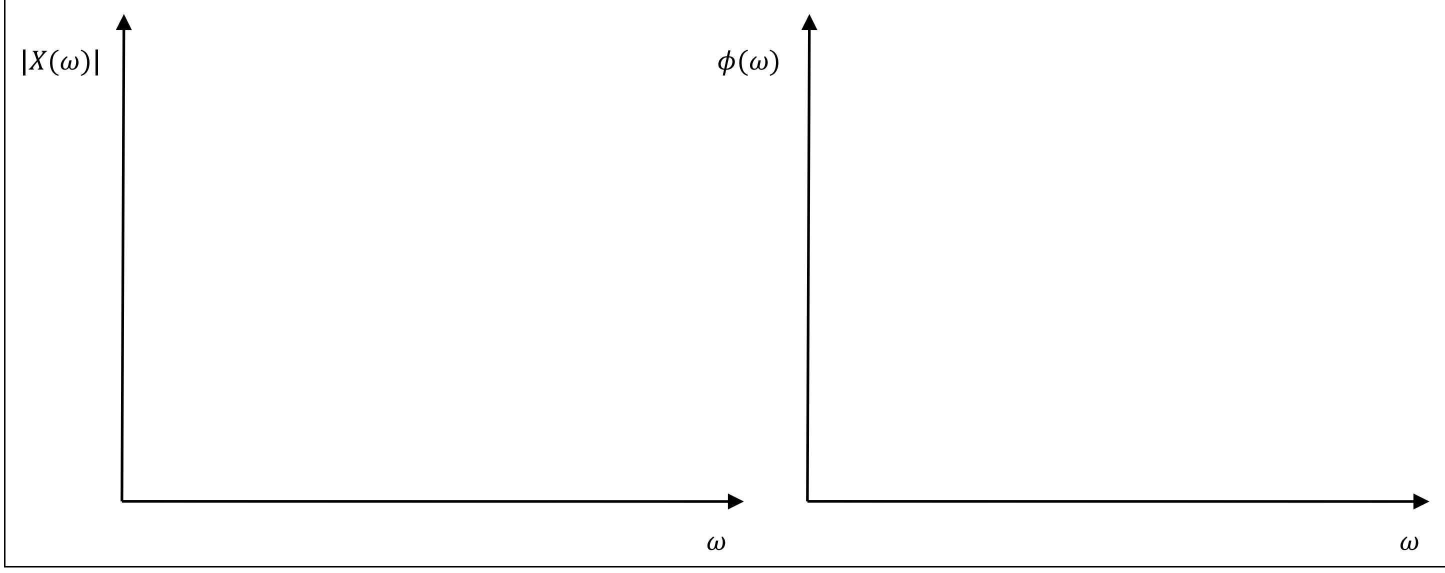
【解答欄】

$|X(\omega)|$=　　　　　　　　$\phi(\omega) =$

／10%

(6) $|X(\omega)|$および$\phi(\omega)$の概形をグラフとして描け。なお，グラフにおいては，臨界減衰比$\zeta = c/c_{crit} = 0.1$とせよ。($f = a\sin(\omega t)$およびy=0)。

【解答欄】



／10%

受験番号			

⑩船体振動 （4枚の内4枚目）

図1において，f=0 および$y = b\sin(\omega t)$（フレームを強制加振した場合）とする。ここで，ωは，加振強制変位 y の円周波数，b は加振強制変位の振幅である。このとき，以下，(7)～(8)の各問いに答えよ。

(7) 剛体の水平方向変位 x に関する運動方程式を示せ。(f=0 および$y = b\sin(\omega t)$)。

【解答欄】

／10%

(8) 加振を始めて十分な時間が経過した後の定常解を，$x(t) = |X(\omega)|b\sin(\omega t - \phi(\omega))$と仮定する。このとき，$|X(\omega)|$および$\phi(\omega)$を求めよ。なお，簡単のため，本問題の解答に限り，$c = 0$とおいてよい。また，解答においては，非減衰固有円振動数ω_nを既知として，これを含んでよい。(f=0 および$y = b\sin(\omega t)$)。

【解答欄】

$|X(\omega)|$=	$\phi(\omega) =$

／10%

令和 5 年度　九州大学大学院工学府 船舶海洋工学専攻
修士課程入学試験問題・解答用紙

受験番号			

⑪船舶計算法・運動　（2枚の内1枚目）

問題 1

問題 1　得点

船長 110m、船幅 24m の箱船が等喫水 7m で浮いているとき，長さ 10m で船体と同じ幅の船尾区画が損傷を受けて浸水した。ただし，浸水区画中心は船体中央の後方 40m であり，箱船の重心の高さを 8m，水の比重量を 1.0(tonf/m^3)とする。

(1) 船体中央から損傷後の浮面心までの距離 $\overline{of}$を計算せよ。

(2) fをとおる船幅方向の軸に対する水線面の面積 2 次モーメントIを計算する式を示せ。

(3) 損傷後の縦メタセンター高さ $\overline{GM_L}$ を小数点以下 1 桁まで求めよ。ただし，$I = 2{,}237{,}600$(m^4)とする。

(4) 損傷後の毎センチトリムモーメントM_1^{cm}を小数点以下 1 桁まで求めよ。

(5) 浸水後の船首喫水d_f'を求めよ。

令和５年度　九州大学大学院工学府 船舶海洋工学専攻
修士課程入学試験問題・解答用紙

受験番号			

⑪船舶計算法・運動　（2枚の内2枚目）

問題２

問題２　得点

船体の縦揺れと上下揺れは，連成運動として以下の式で表すことが出来る。

$$m\ddot{z} = Z$$
$$I_y\ddot{\phi} = M$$

ここで，重心を原点とする船体固定座標系は船首方向をx軸の正，鉛直下向きをz軸の正とする右手系であり，I_yはy軸回りの船体の慣性モーメント，mは船体の質量，ϕは縦揺れ角を示す。また，ZとMはそれぞれ上下方向の外力と縦揺れモーメントを表す。

ZとMを次式で表すとき，各Z_i, M_iの物理的意味を説明せよ。その際，適宜記号を定義して式を用いて良い。

$$Z(z,\phi) = Z_1(z,\phi) + Z_2(\dot{z},\dot{\phi}) + Z_3(\ddot{z},\ddot{\phi}) + Z_4(t)$$
$$M(z,\phi) = M_1(z,\phi) + M_2(\dot{z},\dot{\phi}) + M_3(\ddot{z},\ddot{\phi}) + M_4(t)$$

受験番号			

⑫抵抗・推進　（３枚の内１枚目）

問題１

問題１　得点

肥大船の実船抵抗 R_{tS} [kgf] を、水槽試験によって得られた実船と相似な模型船の全抵抗 R_{tM} [kgf] を用いて推定する式を導け。ただし、粗度修正係数（相関係数）ΔC_f は考慮しないものとする。

なお、推定式に含まれる物理量を表す記号の定義を明確に記述すること。

［解答欄］

受験番号			

⑫抵抗･推進 （3 枚の内 2 枚目）

問題２

問題２　得点

一定速度Vで進行する物体の造波抵抗R_wは、物体から十分後方に離れた位置における物体が造る波の振幅、流体の密度および重力加速度をそれぞれA、ρおよびgとして、2 次元問題においては $\frac{1}{4}\rho g A^2$ と表される。今、実際の船のような形状の物体を考え、物体からは船首波と船尾波の 2 波系のみが発生するとして以下の設問に答えよ。なお、船首波と船尾波の振幅をそれぞれA_FおよびA_Aで表すものとする。

(1) 船首波と船尾波の位相差を$\varepsilon(=2\pi L/\lambda)$として、物体から十分後方に離れた位置での物体が造る波の振幅Aを求めよ。ここで、Lは物体の長さ、λは物体が造る波の波長であり、 $\lambda = 2\pi V^2/g$ と表される。

解答に必要であれば以下の公式を使用してもよい。

$A\sin(\theta+\varphi) = A_1\sin(\theta+\varphi_1) + A_2\sin(\theta+\varphi_2)$を満たす$A$とφは次式で与えられる。

$$A = \sqrt{(A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2)^2 + (A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2)^2}$$

φは、$\cos\varphi = (A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2)/A,\ \sin\varphi = (A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2)/A$を満たす角である。

(2) 造波抵抗係数C_wは、2 次元問題においては造波抵抗を $\frac{1}{2}\rho V^2 L$ により無次元化して表されるものとして、造波抵抗係数を船首波と船尾波の振幅A_F，A_A、物体の長さLおよびフルード数F_nを用いて表せ。

[解答欄]

受験番号			

⑫抵抗･推進 （3 枚の内 3 枚目）

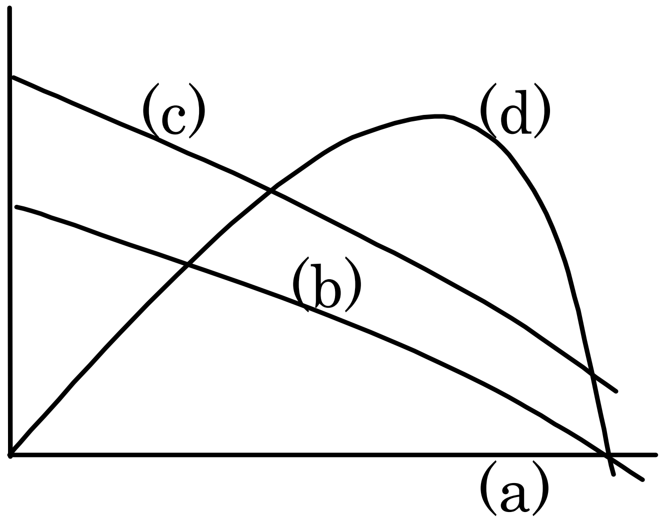
問題 3

問題 3　得点

　右図に示すプロペラ単独性能曲線図における横軸(a)およびプロペラ性能を表す三つの係数(b), (c), (d)の名称および定義式を示せ。

　ただし、単独状態のプロペラの推力およびトルクを表す記号は$\boldsymbol{T}^{\circ}$および$\boldsymbol{Q}^{\circ}$を使用すること。

　また、プロペラへの流入速度、流体の密度、プロペラ直径および毎秒のプロペラ回転数を、それぞれ$\boldsymbol{V_A}$, ρ, $\boldsymbol{D}$および$\boldsymbol{n}$とする。



[解答欄]

	名称	定義式
(a)		
(b)		
(c)		
(d)		