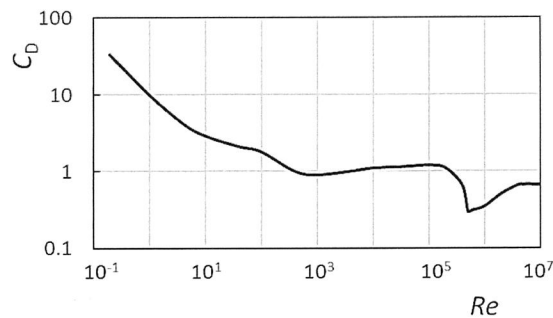


1-5 流体機器【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち1設問を選び解答せよ。（緑色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙1枚にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 平行流中に軸が流れと垂直になるように置かれた，円柱の抗力係数 $C_D$ のレイノルズ数 $Re$ に対する変化を下図に示す。ここで， $Re=Ud/\nu$ ， $C_D=2F/(\rho U^2 d)$ であり， $U$ ：平行流の流速， $d$ ：円柱の直径， $\nu$ ：動粘度， $F$ ：円柱の単位長さ当たりの抗力である。 $Re$ が $5 \times 10^5$ 付近で $C_D$ が急減する理由を，流れの様子とともに説明せよ。説明には図を用いてもよい。



Wieselsbergerによる実験結果

Ⅱ-1-2 PTV (Particle Tracking Velocimetry) は一時刻目の画像の粒子に対応する粒子を二時刻目の画像から探し出して速度ベクトルを推定する方法であるが，これに対して，PIV (Particle Image Velocimetry) は相関法に基づいて速度ベクトルを推定する方法である。PIVの直接相互相関法により速度ベクトルを推定する方法について説明せよ。また，直接相互相関法による解析が苦手とする流れ場を挙げ，その理由を説明せよ。説明には図を用いてもよい。

Ⅱ－１－３ 製品開発に当たり，乱流となる流れを対象に数値流体解析を行い，期限内に結果を示すこととなった。解析実施担当者として，計算格子を作成する上で留意すべき点について述べよ。ただし，用いる計算機の数・記憶容量には上限があり，数値流体解析手法は，有限体積法あるいは有限要素法によりナビエ・ストークス方程式あるいはナビエ・ストークス方程式に時間平均や空間フィルタ操作等を施した方程式を解く手法であるとする。

Ⅱ－１－４ ターボ機械において，回転する羽根車により流体に与えられる比エネルギー  $\Delta E$  は次のように表すことができる。

$$\Delta E = \frac{1}{2}(u_2^2 - u_1^2) + \frac{1}{2}(v_2^2 - v_1^2) + \frac{1}{2}(w_1^2 - w_2^2)$$

ここで， $u$  は羽根車の周速度， $v$  は静止座標系から見た流体の絶対速度， $w$  は回転する羽根車におかれた相対座標系から見た流体の相対速度，添字 1 と 2 はそれぞれ羽根車の入口と出口を示す。角運動量の保存則と羽根車における流体の速度三角形（速度線図）から上式を導け。また，上式右辺の 3 つの項の物理的意味を述べよ。これらの導出，説明には図を用いてもよい。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（青色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 社会インフラの老朽化が深刻な問題となる中で，流体機器の更新時には既存の設備に合わせた提案を要求される場合が多い。あなたは1980年以前に作られた流体機器更新の担当責任者として，既存の設備を有効利用することによりコストを抑えて作業を進めることになった。対象とする流体機器を挙げ，下記の内容について説明せよ。ただし，原動機，電動機については考えなくてよい。

- (1) 対象とする機器について簡潔に説明するとともに，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順について，留意すべき点，工夫を要する点を含めて述べよ。
- (3) 業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ これまで流体機器設計開発のため，小スケールの模型試験やCFDを用いるものの，最終的にはスケールや運転環境を模擬した実機試験により性能確認を実施していた。しかし，実機試験はコストがかかる上に，試験設備は老朽化して設備更新もコスト的に困難な状況である。そのため，近いうちに実機試験設備は使えなくなることを想定し，今後はCFD解析をメインとする設計開発に移行する方針となった。移行に際してCFD解析の結果から得られる性能指標の確かさを問われることが想定される。あなたが流体機器の設計・開発の担当責任者として業務を進めるに当たり，CFD解析をメインとする設計開発手法への移行に向けて下記の内容について記述せよ。

- (1) 対象とする流体機器を特定し，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順とその際に留意すべき点，工夫を要する点を含めて述べよ。
- (3) 業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

1-5 流体機器【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（赤色の答案用紙に解答問題番号を明記し，答案用紙3枚を用いてまとめよ。）

Ⅲ-1 近年AM（Additive Manufacturing）として使用されている3Dプリンタは低価格化が進み，特性の異なる多種の方式が実用化されている。流体機器の開発，設計，製造の各フェーズにおいても，メリットが得られる3Dプリンタの活用方法が考えられる。このような状況を踏まえて，流体機器分野の専門技術者としての立場で，以下の問いに答えよ。

- （1）流体機器を1種類挙げ，これを開発・設計・製造する際に，いずれかのフェーズにおける流体機器特有の3Dプリンタの活用方法を，用いる3Dプリンタの特性とともに示せ。また，そのように3Dプリンタを活用する上での課題を技術者としての多面的な観点から3つ抽出し，その内容を観点とともに示せ。
- （2）前問（1）で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題の解決策を3つ示せ。
- （3）前問（2）で示したすべての解決策を実行した上で生じる波及効果と専門技術を踏まえた懸念事項への対応策を示せ。

Ⅲ－２ 流体機器は、ポンプや圧縮機、タービンなどが「産業の心臓」といわれるように、高度に機械化された現代社会を支えるために必要なものである。それゆえ故障や破損に伴う停止や運転不能は大きな問題となり、効率的で適切な「運用」と「維持管理」による健全性が常に求められる。我が国においては、熟練技術者や操作者の高齢化や労働力人口の減少に伴い、ノウハウや経験に裏打ちされた「運用」と「維持管理」の継続が難しい状況になりつつある。一方、近年のデジタル技術の急速な発展により、IoTや5G技術をはじめとする多くの情報通信技術（ICT）が他の技術分野に導入されはじめ、機械においても幅広い領域にその技術の導入、利用が始まっている。特に、機械の効率的で適切な「運用」や「維持管理」の技術はICT・IoTの利用により高度化され発展し続けている。このような状況を踏まえて、流体機器を専門に扱う技術者として、以下の問いに答えよ。

- (1) 流体機器又はそれを主機とするシステムを具体的に1つ挙げ、ICT・IoTを利用する「運用」や「維持管理」のシステムをそれに構築する上での課題を多面的な観点から抽出し、その内容を観点とともに示せ。
- (2) 前問(1)で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 前問(2)で提示した解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について、専門技術を踏まえた考えを示せ。