

科目名		水力学（Hydraulics）							
学 年	学 科(コース)	単 位 数		必修 / 選択	授業形態	開講時期	総時間数		
第4学年	機械工学科	学修	2単位	必修	講義	通年	90時間		
担 当 教 員		【常勤】 講師 富永 彰							
学 習 到 達 目 標									
科目の到達目標レベル	これまでに学んできた力学などを基礎として、機械工学の基礎科目の一つである水力学について講義する。水力学とは、静止または運動している流体（気体や液体など）について圧力や力、流速、エネルギーなどの物理量を知ることによって、流体に関する実用上の問題を合理的に解決するための学問である。前半は静水力学を、後半は動水力学を中心に講義する。到達目標は、以下のとおりである。（1）密度、比容積、圧縮率、表面張力、圧力、圧力による力の算出とそれらの応用問題を解ける。（2）液柱と圧力の関係を説明でき、ニュートンの粘性法則の応用問題が解ける。（3）層流と乱流、定常流と非定常流を説明できる。流量の算出、連続の式とベルヌーイの定理を用いた応用問題を解ける。（4）運動量の保存則を用いた応用問題が解ける。（5）円管流の層流の速度分布を求め、直管や複雑な管路の圧力損失に関する応用問題を解ける。ムーディ線図を用いて複雑な圧力損失を計算できる。								
到達目標（評価項目）	優れた到達レベルの目安	良好な到達レベルの目安	最低限の到達レベルの目安	未到達レベルの目安					
到達目標①	密度、比容積、圧縮率、表面張力、圧力、圧力による力の算出とそれらの応用問題を解ける。液柱と圧力の関係を説明できる。ニュートンの粘性法則関連の応用問題が解ける。	密度、比容積、圧縮率、圧力、圧力による力の算出とそれらの問題を解ける。液柱と圧力の関係を説明できる。ニュートンの粘性法則の関連問題が解ける。	密度や圧力の算出とそれらの基礎的な問題を解ける。液柱と圧力の関係を簡単に説明できる。ニュートンの粘性法則関連の基礎的な問題が解ける。	密度や圧力の算出とそれらの基礎的な問題を解けない。液柱と圧力の関係を簡単に説明できない。ニュートンの粘性法則関連の基礎的な問題が解けない。					
到達目標②	層流と乱流、定常流と非定常流を説明できる。流量の算出、連続の式とベルヌーイの定理を用いた応用問題を解ける。運動量の保存則を用いた応用問題が解ける。	層流と乱流を説明できる。流量の算出、連続の式とベルヌーイの定理を用いた問題を解ける。運動量の保存則を用いた問題が解ける。	層流と乱流を簡単に説明できる。連続の式とベルヌーイの定理を用いた基礎的な問題を解ける。運動量の保存則を用いた基礎的な問題が解ける。	層流と乱流を簡単に説明できない。連続の式とベルヌーイの定理を用いた基礎的な問題を解けない。運動量の保存則を用いた基礎的な問題が解けない。					
到達目標③	円管流の層流の速度分布を求め、直管や複雑な管路の圧力損失に関する応用問題を解ける。ムーディ線図を用いて複雑な圧力損失を計算できる。	円管流の層流の速度分布を求め、直管や管路の圧力損失に関する問題を解ける。ムーディ線図を用いて圧力損失を計算できる。	直管や単純な管路の圧力損失に関する基礎的な問題を解ける。ムーディ線図を用いて簡単な圧力損失を計算できる。	直管や単純な管路の圧力損失に関する基礎的な問題を解けない。ムーディ線図を用いて簡単な圧力損失を計算できない。					
学習・教育到達目標		(E) -(1)		JABEE基準1 (2)		(c)			
達 成 度 評 価 (%)									
評価方法	中間試験	期末・学年末試験	小テスト	レポート	口頭発表	成果品	ポートフォリオ	その他	合計
指標と評価割合									
総合評価割合	40	40		20					100
知識の基本的な理解【知識・記憶、理解レベル】	◎	◎		○					
思考・推論・創造への適用力【適用、分析レベル】									
汎用的技能【 】	○	○							
態度・志向性(人間力)【 】									
総合的な学習経験と創造的思考力【 】									

関 連 科 目 , 教 科 書 お よ び 補 助 教 材	
関連科目	工業力学・物理・数学など
教科書	「水力学」 生井武文ほか著（森北出版）
補助教材等	必要に応じプリントを配布する。参考書:「流体工学(Ⅰ)」 深野 徹著（裳華房）
学 習 上 の 留 意 点	
基礎方程式の理解には数学、特に微分・積分の知識が必要であるが、数学だけにとらわれるのではなく、その物理的な意味を理解することが重要である。	
担 当 教 員 か ら の メ ッ セ ー ジ	
水力学では、3学年までの数学や物理、工業力学の知識が必要です。水力学では、公式がでてきますが、それらを丸暗記するのではなく、覚える公式をなるべく少なくし、少ない公式から色々な公式を導き出せるように心がけて下さい。公式は、それが持っている物理的な意味を理解していなければ、的確に使用することができません。また、それらの公式が使える条件を知っていなければなりません。水力学を勉強するときは、日頃からそれらのことに充分に気を配っておくことが重要です。また、水力学では、自分で問題を解かなければ、なかなか実力がつきません。それともなるべく多くの問題を自分の頭で考えながら解くことを薦めます。分からない(疑問がある)ときは、なるべく早く質問をするようにして下さい。できるだけ授業中に質問をして下さい。質問をしそびれた時は、私の研究室に来てもらっても結構です。歓迎します。また、自学自習の習慣をしっかり身に付けて下さい。水力学でも反復練習は必要です。	

授 業 の 明 細			
回	授業内容	到達目標	自学自習の内容 (予習・復習)
1	はじめに/水力学とは	講義の概要とその進め方および評価方法と評価基準について説明する。	講義ノートで復習をすること。
2	単位と次元	絶対単位系と重力単位系、力の単位、圧力の単位（圧力とは、標準気圧、工学気圧）を説明でき、それらを応用問題を解くことができる。	講義ノートで復習をすること。プリントで配布する演習問題を解くこと。
3	流体の物理的性質	気体と液体、せん断応力を説明でき、それらを関連問題に適用できる。	演習問題と講義ノートの復習をする。プリントで配布する演習問題を解くこと。
4	流体の物理的性質	密度、比重、比容積、圧縮率、体積弾性率を説明でき、それらを関連問題に適用できる。	演習問題と講義ノートの復習をする。プリントで配布する演習問題を解くこと。
5	粘性	ニュートンの粘性法則、粘度と動粘度を説明でき、それらの関連問題を解くことができる。	演習問題と講義ノートの復習をする。プリントで配布する演習問題を解くこと。
6	表面張力、圧力	表面張力、圧力の定義（絶対圧力とゲージ圧力）、重力場における圧力を説明できる。	演習問題の復習をすること。講義ノートで復習をすること。
7	圧力	重力場における圧力に関する応用問題を解くことができる。	前期中間試験の準備をすること。
8	前期中間まとめ	前期中間まとめとして試験を実施する。	前期中間試験の勉強をすること。
9	液柱と圧力	液柱と圧力の関係、液柱計(示差圧力計を含む)係を説明でき、それに関する応用問題を解くことができる。	講義ノートで復習をし、プリントで配布する演習問題を解くこと。
10	固体壁面に働く圧力による力	固体壁面に働く圧力による平面に作用する力、圧力の中心を説明でき、それらに関する応用問題を解くことができる。	演習問題と講義ノートの復習をする。プリントで配布する演習問題を解くこと。
11	流れの状態、連続の式	層流と乱流、定常流と非定常流、流量、連続の式(質量の保存則)を説明できる。	演習問題と講義ノートの復習をすること。
12	連続の式(質量の保存則)	連続の式(質量の保存則)に関する応用問題を解くことができる。	プリントで配布する演習問題を解くこと。
13	流体のエネルギーとベルヌーイの定理	流体のエネルギー(圧力・位置・運動のエネルギー)、ベルヌーイの定理について説明できる。	演習問題と講義ノートの復習をする。プリントで配布する演習問題を解くこと。
14	ベルヌーイの定理とその応用	ベルヌーイの定理に関する応用問題(トリチェリの定理、ピトー管による流速の測定など)を解くことができる。	演習問題の復習をすること。前期末試験の準備をすること。
	前期末試験		前期末試験の勉強をすること。
15	答案返却、解答、ベルヌーイの定理の応用	試験を返却し解答を説明する。 絞りによる流量の測定、ベルヌーイの定理の関連問題	前期の授業内容の復習

授 業 の 明 細			
回	授業内容	到達目標	自学自習の内容 (予習・復習)
16	ベルヌーイの定理の応用	エネルギーの出入りがある場合のベルヌーイの式を用いて応用問題を解くことができる。	プリントで配布する演習問題を解くこと。
17	ベルヌーイの定理の応用	水槽の水面の降下時間に関する応用問題を解くことができる。	演習問題の復習をすること。プリントで配布する演習問題を解くこと。
18	運動量の保存則	運動量の保存則を導出でき、説明できる。	演習問題と講義ノートで復習をすること。
19	運動量の保存則の応用	噴流が平板に衝突する場合の応用問題を解くことができる。	プリントで配布する演習問題を解くこと。
20	運動量の保存則の応用	噴流が移動物体に衝突する場合の応用問題を解くことができる。	演習問題の復習をすること。プリントで配布する演習問題を解くこと。
21	管内の流動状態と圧力損失	エネルギー損失がない場合とある場合、損失水頭について説明でき、それらの応用問題を解くことができる。	演習問題と講義ノートの復習をすること。プリントで配布する演習問題を解くこと。
22	円管流の速度分布	滑面で層流の場合における応用問題を解くことができる。	演習問題の復習をすること。後期中間試験の準備をすること。
23	後期中間まとめ	後期中間まとめとして試験を実施する。	後期中間試験の勉強をすること。
24	円管流の速度分布	ハーゲン・ポアゼイユの法則(層流の場合の円管流の速度分布を含む)を導出できる。乱流の場合の円管流の速度分布(対数速度分布、 $1/7$ 乗則など)、助走区間を説明できる。	講義ノートで復習をすること。
25	円管流の圧力損失	ダルシー・ワイスバッハの式、滑面で層流の場合円管流の圧力損失を説明でき、それらの応用問題を解くことができる。	講義ノートで復習をし、プリントで配布する演習問題を解くこと。
26	円管流の圧力損失	滑面または粗面で乱流の場合での円管流の圧力損失、ブラジウスの実験式、ムーディ線図を説明できる。	演習問題の復習をすること。講義ノートで復習をすること。
27	円管流の圧力損失	円管流の圧力損失(ムーディ線図、粗面の場合など)に関する応用問題を解くことができる。	プリントで配布する演習問題を解くこと。
28	管路の総損失	断面変化、方向変化、分岐、合流、絞りなどによる圧力損失、関連問題(断面変化)を説明できる。	演習問題の復習をすること。講義ノートで復習をすること。
29	管路の総損失	断面変化、方向変化、分岐、合流、絞りなどによる圧力損失に関する応用問題を解ける。	プリントで配布する演習問題を解くこと。学年末試験の準備をすること。
	学年末試験		学年末試験の勉強をすること。
30	答案返却、解答、まとめ	試験を返却し解答を説明する。全体の学習事項のまとめを行う。また授業評価アンケートを実施する。	各自、通年の授業のまとめを行うこと。
総 学 習 時 間 数			90時間
講 義			50時間
自学自習			40時間