

| 平成 28 年度 岐阜工業高等専門学校シラバス                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|
| 教科目名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 水理学Ⅱ                                | 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 鈴木 孝男                |          |
| 学年学科                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4年 環境都市工学科                          | 通年                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 必修                   | 3単位 (学修) |
| 学習・教育目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | (D-4 (1)) 100%                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | JABEE 基準 1 (1) : (d) |          |
| <b>授業の目標と期待される効果：</b><br>水理学(水の力学)は固体力学と同様に、質量・エネルギー・運動量保存則によって支配される。これらの基本的な概念(完全流体の流れ)は、3学年の水理学Iで学習した。水理学Ⅱでは、実在の粘性流体を取り扱い、具体的な実例を交えながら管水路・開水路流れの基本的な考え方を理解する。以下に具体的な学習・教育目標を示す。<br>①層流・乱流における管水路の取り扱いの理解<br>②管水路における動水こう配線・エネルギー線の理解<br>③ オイラー座標系における連続の式・運動方程式の理解<br>④最小エネルギー・最大流量の定理の理解<br>⑤開水路等流における水理特性曲線・水理的に有利な断面の理解<br>⑥開水路不等流における水面形の理解<br>⑦相似則と次元解析の理解 |                                     | <b>成績評価の方法：</b><br>前期:定期試験100点+平常試験100点+課題(レポート)提出50点<br>後期:定期試験100点+平常試験100点+課題(レポート)提出50点<br>学年：前・後期の重みを2:1にして合計し、得点率(%)で成績評価を行う。なお教室外学修の成果は課題(レポート)で評価する。<br><b>達成度評価の基準：</b><br>大学編入学・専攻科入学試験および国家公務員採用一般職試験(大卒程度・土木)と同レベルの問題を出題し、6割以上まで達していること。①から⑦は試験評価への重みは均等である。<br>①層流・乱流の流速分布式から平均流速・摩擦損失係数をほぼ6割程度計算できる。<br>②摩擦損失・各局所損失を考慮した動水こう配線・エネルギー線をほぼ正確に(7割以上)画くことができる。<br>③ オイラー座標系での流体の基礎方程式を6割程度導くことができる。それを積分してベルヌーイの式をほぼ6割程度導くことができる。<br>④最小エネルギー・最大流量の定理により限界水深・対応水深をほぼ正確に(7割以上)計算できる。また跳水現象から共役水深をほぼ正確に(7割以上)計算できる。<br>⑤円形断面での最大流量・最大流速を生じる水深をほぼ正確に(7割以上)計算できる。また任意の断面での水理的に有利な断面をほぼ6割程度求めることができる。<br>⑥人工構造物(せき・水門)を設置した開水路の水面形をほぼ正確に(7割以上)画くことができる。また不等流基礎方程式から限界水深・等流水深をほぼ正確に(7割以上)計算できる。<br>⑦レイノルズまたはフルードの相似則を使って模型あるいは実物の物理量をほぼ正確に(7割以上)計算できる。またレーリーの次元解析、バッキンガムのπ定理を使って物理現象をほぼ6割程度定式化できる。 |                      |          |
| <b>授業の進め方とアドバイス：</b> 授業は板書を中心に行い、教科書は参考書程度に使用する。したがって各自学習ノート充実させ、予習よりも復習に重点をおいた勉強方法が望ましい。宿題としてレポートを頻りに提出してもらう。                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| <b>教科書および参考書：</b> 水理学(日下部・檀・湯城共著, コロナ社, 2002)を教科書とする。さらに、学習する場合には、水理学演習(鈴木幸一著, 森北出版, 1990)、演習水理学(石田昭著, 森北出版, 1983)がある。                                                                                                                                                                                                                                            |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 授業の概要と予定：前期                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 教室外学修                               | AL のレベル                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |          |
| 第 1 回：オイラー座標系での運動方程式その1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | オイラー座標系での運動方程式を理解し、オイラー座標系での加速度を求める |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 2 回：オイラー座標系での運動方程式その2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 3 回：オイラー座標系での連続の式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 運動方程式・連続の式を理解し、2方向の流速から残りの方向の流速を求める |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 4 回：自然座標系での運動方程式・連続の式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 5 回：非定常のベルヌーイの式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 非定常のベルヌーイを理解し、遷移流速を計算する             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 6 回：流れの基礎理論その 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 流れの基礎理論を理解し、ベランジェの定理から限界水深を求める      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 7 回：流れの基礎理論その 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 8 回：流れの基礎理論その 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 流れの基礎理論を理解し、窪みがある場合の水面形を求める         | C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |          |
| 第 9 回：流れの基礎理論その 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 10 回：流れの基礎理論その 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 流れの基礎理論を理解し、跳水によって生じるエネルギー損失を求める    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 11 回：水理学の基礎 (層流・乱流の観点)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 層流の速度分布と摩擦抵抗係数を理解し、円管層流の平均流速を求める    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 12 回：層流の速度分布と摩擦抵抗係数                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 層流の速度分布と摩擦抵抗係数を理解し、円管層流の平均流速を求める    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 13 回：円管内の層流(ハーゲン・ポアズイユの法則)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 乱流の速度分布と摩擦抵抗係数を理解し、乱流の速度分布を画くことができる |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |          |
| 第 14 回：乱流の速度分布と摩擦抵抗係数                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     | C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |          |

|                                  |                                          |   |
|----------------------------------|------------------------------------------|---|
| 第15回: 中間試験                       |                                          |   |
| 第16回: 流体摩擦(レイノルズ応力, 混合距離)        |                                          |   |
| 第17回: 円管内の乱流(滑面・粗面)その1           | 円管内の乱流を理解し、滑面・粗面の流速分布式から平均流速を求める         |   |
| 第18回: 円管内の乱流(滑面・粗面)その2           |                                          |   |
| 第19回: 管路内の平均流速を用いた基礎方程式          |                                          |   |
| 第20回: 摩擦抵抗による損失水頭の実用公式その1        | 摩擦抵抗による損失水頭を理解し、マンニング・シェジャーの平均流速公式が適用できる |   |
| 第21回: 摩擦抵抗による損失水頭の実用公式その2        |                                          |   |
| 第22回: 期末試験の解答の解説、管路の摩擦以外の損失係数その1 | 管路の摩擦以外の損失係数を理解し、急拡大損失係数を求める             |   |
| 第23回: 管路の摩擦以外の損失係数その2            |                                          |   |
| 第24回: 管路の摩擦以外の損失係数その3            |                                          | C |
| 第25回: バイパス管路の流れ                  | バイパス管路・分岐管路・合流管路・管網の流量を計算できる             |   |
| 第26回: 分岐管路・合流管路・管網計算             |                                          |   |
| 第27回: サイフンの原理その1                 | サイフンの原理を理解し、通水可能な限界条件を計算できる              |   |
| 第28回: サイフンの原理その2                 |                                          |   |
| 第29回: 開水路流れの基礎方程式その1             | 開水路流れの基礎方程式を理解し、力のつりあい式から流速分布式、平均流速式を求める |   |
| 期末試験                             |                                          |   |
| 第30回: 開水路流れの基礎方程式その2             | 開水路流れの基礎方程式を理解し、力のつりあい式から流速分布式、平均流速式を求める |   |
| 授業の概要と予定: 後期                     | 教室外学修                                    |   |
| 第31回: 開水路の等流(平均流速公式)             | 開水路の等流を理解し、任意の断面での限界水深・等流水深を求める          |   |
| 第32回: 開水路の等流(限界水深・等流水深)          |                                          |   |
| 第33回: 水理特性曲線                     | 水理特性曲線を理解し、最大流量を流すことのできる水深を求める           |   |
| 第34回: 水理学的に有利な断面その1              |                                          |   |
| 第35回: 水理学的に有利な断面その2              | 水理学的に有利な断面について理解し、任意の断面での水理学的に有利な断面を求める  |   |
| 第36回: 開水路不等流の基礎方程式               |                                          |   |
| 第37回: 中間試験                       |                                          |   |
| 第38回: 一様水路における不等流その1             | 開水路不等流の基礎方程式を理解し、与えられた開水路に水面形を画くことができる   | C |
| 第39回: 一様水路における不等流その2             |                                          |   |
| 第40回: 一様水路における不等流その3             |                                          |   |
| 第41回: 次元解析その1(レーリーの方法)           | 次元解析を理解し、レーリーの方法およびバッキンガムのパイ定理を適用できる     |   |
| 第42回: 次元解析その2(バッキンガムのパイ定理)       |                                          |   |
| 第43回: 相似則その1                     | フルード、レイノルズの相似則により力学的相似が適用できる             |   |
| 第44回: 相似則その2                     |                                          |   |
| 期末試験                             |                                          |   |
| 第45回: 期末試験の解答の解説                 |                                          |   |

評価（ルーブリック）

| 達成度<br>評価項目 | 理想的な到達<br>レベルの目安<br>(優)                                                                              | 標準的な到達<br>レベルの目安<br>(良)                                                                              | 未到達<br>レベルの目安<br>(不可)                                                                 |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ①           | 層流・乱流の流速分布式から平均流速・摩擦損失係数をほぼ8割程度計算できる。                                                                | 層流・乱流の流速分布式から平均流速・摩擦損失係数をほぼ6割程度計算できる。                                                                | 層流・乱流の流速分布式から平均流速・摩擦損失係数を計算できない。                                                      |
| ②           | 摩擦損失・各局所損失を考慮した動水こう配線・エネルギー線をほぼ正確に(8割以上)画くことができる。                                                    | 摩擦損失・各局所損失を考慮した動水こう配線・エネルギー線をほぼ正確に(7割以上)画くことができる。                                                    | 摩擦損失・各局所損失を考慮した動水こう配線・エネルギー線を画くことができない。                                               |
| ③           | オイラー座標系での流体の基礎方程式を8割程度導くことができる。<br>それを積分してベルヌーイの式をほぼ8割程度導くことができる。                                    | オイラー座標系での流体の基礎方程式を6割程度導くことができる。<br>それを積分してベルヌーイの式をほぼ6割程度導くことができる。                                    | オイラー座標系での流体の基礎方程式を導くことができない。<br>それを積分してベルヌーイの式を導くことができない。                             |
| ④           | 最小エネルギー・最大流量の定理により限界水深・対応水深をほぼ正確に(8割以上)計算できる。また跳水現象から共役水深をほぼ正確に(8割以上)計算できる。                          | 最小エネルギー・最大流量の定理により限界水深・対応水深をほぼ正確に(7割以上)計算できる。また跳水現象から共役水深をほぼ正確に(7割以上)計算できる。                          | 最小エネルギー・最大流量の定理により限界水深・対応水深を計算できない。また跳水現象から共役水深を計算できない。                               |
| ⑤           | 円形断面での最大流量・最大流速を生じる水深をほぼ正確に(8割以上)計算できる。また任意の断面での水理学的に有利な断面をほぼ8割程度求めることができる。                          | 円形断面での最大流量・最大流速を生じる水深をほぼ正確に(7割以上)計算できる。また任意の断面での水理学的に有利な断面をほぼ6割程度求めることができる。                          | 円形断面での最大流量・最大流速を生じる水深を計算できない。また任意の断面での水理学的に有利な断面を求めることができない。                          |
| ⑥           | 人工構造物(せき・水門)を設置した開水路の水面形をほぼ正確に(8割以上)画くことができる。また不等流基礎方程式から限界水深・等流水深をほぼ正確に(8割以上)計算できる。                 | 人工構造物(せき・水門)を設置した開水路の水面形をほぼ正確に(7割以上)画くことができる。また不等流基礎方程式から限界水深・等流水深をほぼ正確に(7割以上)計算できる。                 | 人工構造物(せき・水門)を設置した開水路の水面形を画くことができない。また不等流基礎方程式から限界水深・等流水深を計算できない。                      |
| ⑦           | レイノルズまたはフルードの相似則を使って模型あるいは実物の物理量をほぼ正確に(8割以上)計算できる。またレーリーの次元解析、バッキンガムの $\pi$ 定理を使って物理現象をほぼ8割程度定式化できる。 | レイノルズまたはフルードの相似則を使って模型あるいは実物の物理量をほぼ正確に(7割以上)計算できる。またレーリーの次元解析、バッキンガムの $\pi$ 定理を使って物理現象をほぼ6割程度定式化できる。 | レイノルズまたはフルードの相似則を使って模型あるいは実物の物理量を計算できない。またレーリーの次元解析、バッキンガムの $\pi$ 定理を使って物理現象を定式化できない。 |