

# 강 의 계 획 서

[ 2023학년도 2학기, 8월 28일 ~ 12월 15일 ]

1. 강의개요							
학습과목명	항공역학	학점	3	교.강사명	이한수	전화번호	032-518-0152
강의시간	45H	강의실	601호 강의실	수강대상	항공정비전공 전문학사 / 항공정비공학전공 학사 학위취득 희망자		
2. 교과목 학습목표							
<p>항공역학은 유체역학의 한 응용 분야로서, 공기 중을 비행하는 비행체가 갖는 공기역학적인 특성에 관한 전문지식을 다루는 학문이며, 공기역학을 응용하여 항공기가 비행할 때에 날개나 기체의 각 부분에 작용하는 힘이나 항공기의 운동을 논하는 학문이므로, 항공역학의 기본이론을 터득하고 전문적인 지식수준을 얻기 위하여 우선 공기역학적인 원리와 공력성능에 대해 이해하고, 그리고 공기력인 양력, 항력과 엔진의 추력, 항공기의 무게 4가지의 외부 힘의 합력과 이에 따른 운동의 형태에 근간한 항공기의 비행 성능에 관한 내용을 학습하며, 항공기 3축(세로/가로/방향)에 작용하는 모멘트에 대한 항공기의 조종과 안정성을 배우고 추가적으로 프로펠러 추진 이론을 통한 프로펠러 회전을 통한 공기의 운동량의 변화가 추력을 일으키는 원리를 터득하고, 회전기 항공기인 헬리콥터에 작용하는 공기역학적 원리를 이해하고, 항공기에 적용되는 항공역학의 내용을 이해함으로써 학습자가 관련 항공 업무에 종사 시 항공역학적인 이론지식을 바탕으로 문제해결 능력을 구비하도록 학습한다.</p>							
3. 교재 및 참고문헌							
항공역학, 윤선주, 성안당, 2018							
4. 주차별 강의(실습·실기·실험) 내용							
주별	차시	강의(실습·실기·실험) 내용		주교재 목차		과제 및 기타 참고사항	
제 1 주	1	<b>강의주제</b> : 차원(단위)와 대기 <b>강의목표</b> : 항공역학을 공부하기 위해 기초적인 단위(차원)에 대해서 우선 알도록 하고 공기를 구성하는 기체분자의 특성과 대기의 구성 등을 이해하도록 하여 항공역학을 이해하는 기초를 다지도록 한다.		주교재 : P 3 ~ P 30 Chap 1. 대기		강의 계획서 배부	
	2	<b>강의세부내용</b> ① 차원(단위) : $F = ma$ 에 대한 힘의 정의를 명확히 이해시키고 SI단위와 공학단위를 구분하여 강의한다. 단위 환산하는 방법(요령)을 터득케 한다.		01.차원/단위 02.대기 구성 03.대기 특성 04.고도			
	3	② 대기 : 대기를 분류하고 각각의 특징과 대기 특성을 기체 상태 방정식, 기체 전파속도에 대하여 학습한다. ③ 고도 : 기하학적 고도와 중력가속도를 고려한 지구 포텐셜 고도를 학습한다.					
제 2 주	1	<b>강의주제</b> : 유체 기본 방정식 <b>강의목표</b> : 항공역학의 기초가 되는 유체 기본 방정식인 연속의 방정식, 베르누이 방정식 운동량 법칙에 대하여 학생들이 항공역학을 이해하		주교재 : P 33 ~ P 45 Chap 2. 공기 기초 역학 01.유체 기본 방정식 - 연속 방정식		베르누이 방정식 관련 시청각 자료(유튜브)를 활용하여 설명	

	<p>기 위해 기초적이며, 필수적인 내용을 위주로 학습한다.</p> <p><b>강의세부내용</b></p> <p>① 연속 방정식 : 질량보존의 법칙선상에서 연속방정식을 정의하고 질량유량과 중량유량의 개념을 갖도록 한다.</p> <p>② 베르누이 방정식 : 에너지 보존 법칙의 선상에서 베르누이 방정식 특히 단위 부피당 압력/위치/운동에너지의 전체 합은 일정(정압/동압/전압의 관계)에 대해 학습한다. 그리고 오일러 방정식으로부터 밀도가 변하는 압축성 베르누이 방정식을 알아본다.</p> <p>③ 운동량 법칙 : 운동량의 크기인 mv를 힘으로부터 구하고 유체에서의 운동량 법칙을 유도한다. 그리고 제트기관에 대한 운동량 법칙을 이용하여 추력을 구한다.</p>		
제 3 주	<p><b>강의주제</b> : 유동</p> <p><b>강의목표</b> : 항공역학의 기초가 되는 유체 이상 유동, 점성유동 및 압축성 유동에 관하여 학생들이 항공역학을 이해하기 위해 기초적이며, 필수적인 내용을 위주로 학습한다.</p> <p><b>강의세부내용</b></p> <p>① 이상유동 : 순환특성 이해를 위한 비자전운동/자전운동, 자유 와동 유동 및 순환에 대해 학습한다.</p> <p>② 점성유동 : 뉴턴의 점성법칙에 의거한 공기의 점성특성 이해하기 위해 경계층을 정의하고 유형별 특징과 유동 박리현상에 대해 학습한다.</p> <p>③ 압축성유동 : 항공기의 고속 비행 시 공기의 압축성 특성을 이해하기 위해 마하파, 날개 단면의 충격파, 수축 확산 관로에서의 유동 특성을 이해한다.</p>	<p>주교재 : P 45 ~ P 80</p> <p>Chap 2. 공기 기초 역학</p> <p>02.이상 유동</p> <p>- 비자전 유동과 자전유동</p> <p>- 자유 와동 유동</p> <p>- 순환</p> <p>03.점성유동</p> <p>- 경계층 정의</p> <p>- 경계층 유형</p> <p>- 유동 박리 현상</p> <p>04.압축성 유동</p> <p>- 마하파</p> <p>- 수축 확산 관로</p> <p>- 노즐 유동</p> <p>- 날개단면 충격파</p>	<p>압축성 유동 관련 시청각 자료(유튜브)를 활용하여 설명</p> <p><b>&lt; 리포트#1 &gt;</b></p> <p>베르누이 방정식, 레이놀즈 수, 충격파에 대해 본인이 이해하고 설명할 수 있는 자료 리포트 작성/제출 (그림 포함)</p>
제 4 주	<p><b>강의주제</b> : 날개 단면과 양력</p> <p><b>강의목표</b> : 항공기 날개 단면에 작용하는 공기의 힘인 양력 대해 압력특성/ 순환특성/운동량 특성 관점에서의 양력을 이해한다.</p> <p><b>강의세부내용</b></p> <p>① 날개 단면 : 양력을 유발하는 날개 단면의 형상과 캠버등 요소 특성 및 양력계수 등 날개 단면의 항공역학적 특성에 대해 학습한다.</p> <p>② 대기속도 : 양력/항력의 크기에 영향을 주는 진대기속도/지시대기속도/등가대기 속도에 대해 학습한다.</p> <p>③ 양력 : 베르누이 방정식 선상에서의 압력특</p>	<p>주교재 : P 83 ~ P 117</p> <p>Chap 3. 양력과 항력</p> <p>01.날개단면</p> <p>02.대기 속도</p> <p>03.양력</p> <p>- 압력특성에 의한 양력</p> <p>- 순환특성에 의한 양력</p> <p>- 운동량 특성에 의한 양력</p>	<p>마그너스 효과 관련 시청각 자료(유튜브)를 활용하여 설명</p>

	<p>성에 의한 양력이론과 Kutta-Joukowski 개념 및 마그너스 효과에 의한 순환특성의 양력이론 그리고 운동량 변화에 따른 양력을 설명하는 운동량 특성이론에 대해 학습한다.</p>		
제 5 주	<p><b>강의주제</b> : 항력  <b>강의목표</b> : 물체에 작용하는 유동방향의 성분인 항력에 대해 형상항력 및 양력에 의한 유도항력을 구분하여 이해하도록 학습한다.  <b>강의세부내용</b>          ① 형상항력 : 항공기에 작용하는 압력항력과 표면 마찰 항력을 합한 형상항력에 대하여 학습한다.          ② 유도항력 : 날개 끝 와동발생으로 양력의 방향 변화 따른 유도항력 발생과 유도항력의 크기에 대해 알아보고 스펠 효율계수와 가로세로비에 대해서 이해한다.          ③ 조파항력 : 천음속이상에서의 조파항력에 대하여 학습한다.          ④ 전항력 : 항공기 날개에 작용하는 전체의 항력에 대하여 알아보고 항력 극 곡선에 대하여 이해한다.</p>	<p>주교재 : P 117 ~ P 134          Chap 3. 양력과 항력          04.항력          - 형상항력          - 유도항력          - 조파항력          - 전항력</p>	<p><b>&lt; 쪽지시험 &gt;</b>          힘의 정의, 단위, 양력, 에어포일 설명(그림), 연속방정식(기본)          총 5 문제로 충실하게 수업 받았는지 확인한다.          (3교시 중 1교시에 시험)</p>
제 6 주	<p><b>강의주제</b> : 날개 이론  <b>강의목표</b> : 3차원 날개에 작용하는 공기의 작용에 대하여 풍압중심과 공력중심을 구분하여 이해하고 평균 기하학적 시위와 평균 공력시위의 개념 그리고 공기흐름의 특성에 적합한 날개 평면 형상에 대하여 알아보고 날개의 양력계수를 증가시키는 고양력 장치 및 보조 날개 장치 등 날개에 관련된 전반적인 내용을 학습한다.  <b>강의세부내용</b>          ① 풍압/공력중심 : 양력과 항력이 실제로 작용하는 풍압중심과 받음각의 변화에 무관한 킨올이 모멘트 값이 거의 일정한 가상 중심인 공력중심에 대해 학습한다.          ② 평균 기하학적 시위와 평균 공력 시위          날개를 기하학적으로 대표하는 시위의 개념과 날개 공기력의 분포를 대표하고 공기력의 중심을 포함하는 평균 공력시위에 대해 학습한다.          ③ 날개 평면 형상 : 사각 날개, 타원 및 테이퍼 날개, 후퇴날개, 삼각 날개 등 공기 유동특성에 적합한 다양한 날개를 구분하고 학습한다.          ④ 날개 고양력 장치 / 보조날개 장치          양력계수에 영향을 주어, 양력을 증가시켜주는 고양력장치와 스포일러 등 각종 보조 날개 장치에 대하여 학습한다.</p>	<p>주교재 : P 137 ~ P 162          Chap 4. 날개 이론          01.풍압중심/공력중심          02.평균 기하학적 시위          평균 공력 시위          03.날개 평면 형상          04.날개 고양력 장치          05.보조 날개 장치</p>	

<p>제 7 주</p>	<p><b>강의주제</b> : 정상비행 성능  <b>강의목표</b> : 항공기가 가속도 운동을 하지 않은 상태에서 직선 수평비행, 상승비행, 하강 비행에 대하여 학습을 통해 등속도 운동하는 항공기의 비행성능을 이해한다.  <b>강의세부내용</b>                  ① 직선 수평 비행 : 가속도가 없는 상태에서 양력/항력/추력/중력 4가지 항공기의 외부 힘의 관계와 관련 식을 유도하고 프로펠러/제트 항공기의 필요 동력/이용 동력에 대하여 학습한다.                  ② 상승비행 : 등속도 상승비행시 상승률을 추력과 항력의 외부힘의 균형을 이용하여 유도하고 필요 동력과 이용 동력의 관계와 연결하여 학습한다. 또한 항공기 고도의 영향과 상승한계(절대/실용/운용 상승한계) 및 상승시간에 대하여 학습한다.                  ③ 하강비행 : 등속도 하강비행관련 하강률과 추력이 없는 활공비행을 알아보고 중력과 항력이 같아 질 때의 급강하 속도에 대하여 학습한다.</p>	<p>주교재 : P 165 ~ P 184                  Chap 5. 일반 비행 성능                  01.정상 비행 성능                  1) 직선 비행 성능                  2) 상승 비행                  - 상승 비행 조건                  - 고도의 영향                  - 상승한계 및 상승시간                  3) 하강 비행                  - 하강 비행 조건                  - 활공 비행                  - 급강하</p>	<p>항공기 모형으로 각종 비행자세를 구현하여 설명함</p>
<p>제 8 주</p>	<p><b>중간고사</b></p>		
<p>제 9 주</p>	<p><b>강의주제</b> : 선회 비행 / 순항 비행 성능 / 이착륙 비행 성능  <b>강의목표</b> : 항공기의 등가속도 운동인 선회비행과 프로펠러, 제트항공기에 대한 항속시간/거리 등 순항비행 성능, 그리고 항공기 이착륙 성능을 학습한다.  <b>강의세부내용</b>                  ① 선회비행 : 정상 선회 시 원심력/구심력의 균형과 구심가속도, 선회속도, 선회반지름, 선회각을 학습한다.                  ② 순항비행 성능 : 프로펠러, 제트기를 구분하여 항속시간 및 항속거리에 대하여 알아보고 특히 최대 항속시간 및 거리 조건에 대하여 학습한다.                  ③ 이착륙 비행 성능 : 항공기의 이륙과 착륙시의 거리 세부 구분 및 이륙 단념속도 등 해당되는 주요 속도를 알아보며, 이륙/착륙 거리를 구하는 식을 유도한다.</p>	<p>주교재 : P 184 ~ P 220                  Chap 5. 일반 비행 성능                  4) 선회비행                  02.순항비행 성능                  - 프로펠러 항공기의 항속 시간 및 항속거리                  - 제트 항공기의 항속시간 및 항속거리                  03.이착륙 비행 성능                  - 이륙                  - 착륙</p>	
<p>제 10 주</p>	<p><b>강의주제</b> : 특수 비행 성능 및 비행 하중  <b>강의목표</b> : 항공기 실속 성능과 스핀 성능 키돌이 성능 등 특수 비행 시 항공기 성능에 대하여 학습하고 항공기 중량과 항공기 하중배수 그리고 무게 중심 계산에 대하여 학습한다.</p>	<p>주교재 : P 223 ~ P 249                  Chap 6. 특수 비행 성능                  01.실속 성능                  02.스핀 성능                  - 자전 운동</p>	<p>항공기 모형으로 각종 비행자세를 구현하여 설명함</p>

	<p><b>강의세부내용</b></p> <p>① 실속성능 : 수평비행 및 상승비행시의 실속 속도를 구하고 실속의 종류에 대하여 학습한다.</p> <p>② 스피너 성능 : 자전운동과 수직강하의 조합으로 이루어지는 스피너 비행에 대하여 알아보고 정상스핀/수직스핀/수평스핀에 대하여 학습한다.</p> <p>③ 키들이 성능 : 키들이 운동할 경우 양력이 6W가 됨을 유도한다.</p> <p>④ 비행하중 : 먼저 항공기 중량에 대한 내용(설계하중, 항공기중량 구분)을 학습하고 항공기 하중배수(V-N 선도)를 이해하고 설계 운용속도, 설계 돌풍 운용속도, 설계순항속도, 설계 급강하속도를 이해한다.</p> <p>그리고 항공기 무게중심을 구하는 방법을 제시하고 무게 중심 위치를 구하는 방법을 학습한다.</p>	<p>- 정상 스피너</p> <p>03.키들이 성능</p> <p>04.비행 하중</p> <p>- 항공기 중량</p> <p>- 항공기 하중배수</p> <p>- 중심계산</p>	
제 11 주	<p><b>강의주제</b> : 항공기 안정·조종 (1)</p> <p><b>강의목표</b> : 항공기가 안전하게 비행하기 위해 중요한 항공기의 안정성과 조종성의 개념을 이해하고 세로/가로/방향안정 조건과 안정성 향상 방법을 학습한다.</p> <p><b>강의세부내용</b></p> <p>① 안정조종일반 : 정적/동적 안정에 대한 개념을 이해하고 비행기 기준 축 정의와 안정과 조종의 상반성을 이해한다.</p> <p>② 세로안정 : 정적 세로안정과 동적 세로안정에 대하여 알아보고 세로안정조건 및 방정식을 이해한다.</p> <p>③ 가로안정 : 가로 안정이 되는 조건을 알아보고 가로 안정성을 향상시키는 4가지 효과(처든 각, 후퇴각, Keel, 진자)에 대해 이해한다.</p> <p>④ 방향안정 : 방향안정이 되는 조건을 알아보고 방향안정이 좋아지는 풍향각 효과와 후퇴익에 대해 이해한다.</p>	<p>주교재 : P 253 ~ P 269</p> <p>Chap 7. 안정과 조종</p> <p>01.안정 조종 일반</p> <p>- 정적 안정</p> <p>- 동적 안정</p> <p>- 비행기 기준 축</p> <p>- 안정과 조종의 정의</p> <p>02.세로 안정</p> <p>- 정적 세로 안정</p> <p>- 동적 세로 안정</p> <p>03.가로 안정 및 방향 안정</p> <p>- 정적 가로 안정</p> <p>- 정적 방향 안정</p>	<p>페이퍼 글라이더를 날리면서 항공기의 3축 운동 이해</p> <p><b>&lt; 리포트 #2 &gt;</b></p> <p>비행하중관련 V-N선도와 속도(VA, VB, VC, VD) 설명, 세로/가로/방향안정 조건 (그래프 포함)을 본인이 이해하고 설명 할 수 있는 자료 리포트 작성/제출</p>
제 12 주	<p><b>강의주제</b> : 항공기 안정·조종 (2)</p> <p><b>강의목표</b> : 항공기의 동적 가로/방향 불안정, 고속 항공기의 불안정에 대해 알아보고 항공기를 조종과 관련된 조종면의 특성, 공력 평형 장치에 대하여 학습한다.</p> <p><b>강의세부내용</b></p> <p>① 동적 가로안정 및 동적 방향 안정 : 가로안정과 방향안정이 결합되어 나타나는 상호효과를 알아보고 방향 불안정, 나선 불안정 및 가로/방향 진동인 더치 롤 (Dutch Roll)에 대하여 학습한다.</p> <p>② 고속 불안정 : 음속에 가까운 속도로 비행하</p>	<p>주교재 : P 270 ~ P 304</p> <p>Chap 7. 안정과 조종</p> <p>03.가로 안정 및 방향 안정</p> <p>- 동적 가로 안정 및 동적 방향 안정</p> <p>04.비행 고속 불안정</p> <p>- 세로 고속 불안정</p> <p>- 가로 고속 불안정</p> <p>05.조종</p> <p>- 수평 비행 조종</p> <p>- 상승 하강 비행 조종</p> <p>- 선회 비행 조종</p>	

	3	<p>는 항공기에 나타나는 세로방향과 가로 방향의 불안정에 대하여 알아본다.</p> <p>③ 조종 : 항공기를 안전하게 조종하기 위한 수평/상승/하강비행 조종과 조종면 특성을 알아보고 조종력을 경감시키는 공력 평형과 탭에 대하여 학습한다.</p>	<p>06.조종면 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조종면의 효율</li> <li>- 힌지 모멘트와 조종력</li> <li>- 공력 평형 장치</li> <li>- 탭</li> </ul>	
제 13 주	1	<p><b>강의주제</b> : 프로펠러 추진이론</p> <p><b>강의목표</b> : 왕복 기관이나 터보 프롭 기관으로 부터 회전 동력을 전달받아 추진력으로 변화시켜 항공기를 추진하도록 만드는 프로펠러의 일반적인 특성과 추진 이론을 학습한다.</p>	<p>주교재 : P 307 ~ P 330</p> <p>Chap 8. 프로펠러 추진이론</p> <p>01.프로펠러 일반</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 프로펠러 종류</li> <li>- 프로펠러 힘과 동력</li> <li>- 프로펠러 피치와 미끄럼</li> </ul> <p>02.프로펠러 추진이론</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 운동량 이론</li> <li>- 유도 속도와 유도 동력</li> </ul>	
	2	<p><b>강의세부내용</b></p> <p>① 프로펠러 일반 : 프로펠러에 작용하는 5가지 힘에 대해서 알아보고 프로펠러의 종류에 대해서 학습한다. 그리고 프로펠러의 추력, 회전력, 동력의 공식을 유도하고 진행률과 프로펠러의 피치와 미끄럼(slip) 및 고형비에 대해서 학습한다.</p>		
	3	<p>② 프로펠러의 추진 이론 : 추력이 생성 원리를 운동량 이론으로 통해서 접근하고, 프로펠러의 유도속도와 유도동력을 구하는 식을 학습한다.</p>		
제 14 주	1	<p><b>강의주제</b> : 헬리콥터 비행원리</p> <p><b>강의목표</b> : 헬리콥터는 정지비행, 수직비행, 전진비행, 후진/측면 비행이 가능한 회전날개 항공기로서 관련 비행원리에 대해 학습한다.</p> <p><b>강의세부내용</b></p> <p>① 헬리콥터 일반 : 헬리콥터의 기체 구조와 헬리콥터에 작용하는 힘 그리고 헬리콥터 주 날개 계통 및 조종 계통에 대하여 학습한다.</p>	<p>주교재 : P 333 ~ P 372</p> <p>Chap 9 헬리콥터의 비행원리</p> <p>01.헬리콥터 일반</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 헬리콥터 기체구조</li> <li>- 헬리콥터에 작용하는 힘</li> <li>- 헬리콥터 주 회전날개</li> <li>- 헬리콥터 조종 계통</li> </ul> <p>02.헬리콥터 항공역학 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 회전날개 회전속도</li> <li>- 양력 비대칭 현상</li> <li>- 자이로 섭동성</li> <li>- 지면효과</li> <li>- 전이양력 및 횡 유동 효과</li> </ul> <p>03.헬리콥터 비행특성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공중 정지비행</li> <li>- 전진비행</li> <li>- 수직비행</li> <li>- 자동회전 비행</li> </ul> <p>04.헬리콥터 안정과 조종</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 헬리콥터 안정</li> <li>- 헬리콥터 평형과 조종</li> </ul>	
	2	<p>② 헬리콥터 항공역학적 특성</p> <p>회전날개 회전속도와 양력 비대칭 현상을 알아보고 양력 비대칭 현상을 보완하는 플레핑 운동과 코리올리스 효과로 인한 불안정성을 완화하는 리드래그 장치, 그리고 자이로의 섭동성으로 인한 항공기 조종 시 힘의 방향에 대해서 알아보고 지면효과 및 전이 양력에 대해 학습한다.</p>		
	3	<p>③ 헬리콥터 비행 특성</p> <p>헬리콥터가 공중 정지비행 할 경우 관련 식을 유도하고 전진 비행 시 회전날개의 속도 분포와 수평 최대속도 및 동적실속에 대해 알아보고, 수직비행과 기관 정지 시 안전하게 착륙을 위한 자동회전 비행에 대하여 학습한다.</p> <p>④ 헬리콥터의 안정과 조종 : 비행기와 마찬가지로 헬리콥터의 정적/동적 안정에 대하여 알아보고 헬리콥터의 평형과 종에 대해 학습한다.</p>		

제 15 주	기말고사					
<b>5. 성적평가 방법</b>						
중간고사	기말고사	과제물	출결	기타	합계	비고
30 %	30 %	15 %	20 %	5 %	100 %	
<b>6. 수업 진행 방법</b>						
교재 및 교안자료(PPT)를 이용하여 이론 강의방식으로 진행						
<b>7. 수업에 특별히 참고하여야 할 사항</b>						
-						
<b>8. 문제해결 방법(실험·실습 등의 학습과정의 경우에 작성)</b>						
-						
<b>9. 강의유형</b>						
이론중심( ○ ), 토론, 세미나 중심( ), 실기 중심( ), 이론 및 토론, 세미나 병행( ), 이론 및 실험, 실습 병행( ), 이론 및 실기 병행( )						