

항공계기 요점정리

계기의 특성

1. 무게와 크기를 작게 하고 내구성이 높아야 한다.
2. 정확성을 확보하고 외부 조건의 영향을 적게 받도록 한다.
3. 누설에 의한 오차를 없애고 접촉 부분의 마찰력을 줄인다.
4. 온도변화에 따른 오차를 작게하고 진동에 보호되어야 한다.
5. 방습처리, 방염처리
6. 향균처리

AI합금 - 전기적인 차단효과 → 비자성 금속 재료로 많이 사용
플라스틱 - 유해한 빛의 반사를 방지

붉은색 - 최대 및 최소 운용 한계

범위 밖에서는 절대로 운용을 금지

녹색 - 안전 운용 범위

노란색 - 경계 또는 경고 범위

흰색 호선 - 대기 속도계에서 플랩 조작에 따른 항공기의 속도 범위

푸른색 - 기화기를 장비한 왕복기관

연료와 공기 혼합비가 오토린(autolean)일때의 안전운용범위

흰색 방사선 - 유리가 미끄러졌는지 확인

계기 - 자기적인 영향을 받지 않도록 비자성 금속 재료인 AI합금

T형 계기 배치

속도계 자세 지시계 고도계

컴퍼스 계기

(방향 지시계)

계기 장탈 순서

1. 동력원을 차단한다.
2. 날짜 및 수리자명을 기록한다.
3. 고리표를 붙인다.
4. 구멍을 캡이나 플러그로 막는다
5. 나사를 풀고 계기를 떼어낸다.
6. 장탈한 계기는 사용불능(unservicable)이라고 기록

피토 정압 계기

피토 정압 계기 - 고도계, 승강계, 속도계

피토 정압관 - 항공기 기체의 축과 평행으로 장착

피토공, 정압공

피토관 - 전압만을 수감하는 피토공

기체축과 평행하게 설치하는 것이 중요

기수의 아랫부분과 앞부분, 날개의 앞진, 수직 안정판의 앞전에 설치

정압공 - 동체 좌우에 대칭으로 설치 → 선회비행, Yawing 운동시 생기는 오차를 줄인다.

공기를 비약축성 우체라고 할때

전압 = 동압 + 정압 → $p + 1/2\rho v^2$

베르누이의 정리를 적용

$p + 1/2\rho v^2 = \text{일정}$

정압 = 피토관의 정압공에서 얻어진다.

표준 대기 고도, 승강률

$$v = \sqrt{\frac{2(\text{전압} - \text{정압})}{\rho}}$$

전압 = 피토압

배플핀(baffle plate) - 먼지등이 관내에 흡입되는 것을 막는다.

속도계 - 피토공, 저압공에 연결

고도계, 승강계 - 정압공에만 연결

피토 정압관 - 전압이나 정압을 필요로 하는 계기나 장치에 연결

여압계통, 자동 조정 계통, 에어 데이터 컴퓨터, 비행 기록계

피토 정압 계통의 오차를 방지하기 위해서 항공기 동체 옆면에서 얻는 방식이 있다.

고도계

진고도(true altitude)- 해면상에서 부터의 고도

절대고도(absolute altitude)-지형까지의 고도

기압고도(pressure altitude)- 표준대기압 해면에서의 고도

*표준대기압 = 29.92inHG = 14.7psi

고도계 - 일종의 아네로이드 기압계

아네로이드 - 진공공함, 절대압력을 측정할 수 있다.

공함 - 압력을 기계적 변위로 바꾸는 장치.

공함에 사용되는 재료 - 베릴륨 - 구리 합금

긴바늘(장침) - 100ft

중간 바늘(단침) - 1000ft

짧은 바늘(변침) - 10000ft

작은 창구 - 28.1 ~ 31.0inHG

고도계의 보정 방법

QNH보정 - 진고도를 지시하는 보정, 4200M(14000ft)미만의 고도에서 사용

QNE보정 - 기압고도를 지시하는 보정, 해상 비행이거나 높은 고도에서 사용

QFE보정 - 절대고도를 지시하는 보정, 이착륙 훈련등에 사용

고도계 오차

1.눈금 오차

2.온도 오차

3.탄성 오차

Hysteresis - 고도를 증감시켜 되돌아 왔을때 생기는 오차

drift(편위)- 장시간 한고도를 유지하면 생기는 오차

aftereffect - 사용이전의 원래의 고도로 되돌아 왔을때 생기는 오차

속도계

IAS(지시대기속도) - 대기속도계가 지시하는 속도

CAS(수정대기속도) - 계기 자체의 오차를 수정한 속도

EAS(등가대기속도) - 공기의 압축성 효과를 고려한 속도

TAS(진대기 속도) - 밀도를 보정한 속도

$$\sqrt{\frac{\rho_o}{\rho}} = \sqrt{\frac{\rho_o}{\rho} \times \frac{t+273}{288}}$$

공기 안쪽 - 피토압

공기 바깥쪽 - 정압

단위 - knot, mph

마하계 - 속도계에 고도 수정 아네로이드를 삽입시킨 것

$$M = V/C$$

$$c = c_o \sqrt{\frac{t+273}{273}} \quad c_o = 331.2m/s(\text{온도가 } 0^\circ\text{일때의 음속})$$

표준대기 해면에서의 마하수 $c = 340m/s$

승강계 - 단위 ft/min

구멍이 작으면 감도는 높으나 지시 지연 시간이 길어지고

구멍이 크면 감도는 작으나 지시 지연 시간이 짧아진다.

지시 지연 시간 7 - 12초

수간 수직 속도계 - 지시 지연을 거의 없게 만든 것

피토 정압 시험기(MB - 1 tastet) - 공기압 누설 점검

피토 관의 누설 검사 순서

1.정압관에 MB - 1 tastet의 suction line을 연결한다.

2.고도계가 기압고도로 1000ft를 가리키도록 부압을 형성한다.

3.1분 경과후 고도계 낙차가 150ft이내라면 허용한다.

4. 고도계만의 누설검사시에는 50ft이내의 낙차를 허용

피토 관의 누설 검사 순서

1. 피토 튜브에 MB - 1 taster의 pressure line을 연결한다.

2. 속도계가 150mph를 지시하도록 positive압력 형성

3. 1분 경과후 속도계의 낙차가 10mph이내라면 허용한다.

문제) 고도 5000m 상공을 비행하는 항공기의 속도계가 100km/h를 지시한다. 이때의 진대기

속도는 얼마인가?(단 $\rho = \frac{1}{2} \rho_o$)

$$V_T = \sqrt{\frac{2(P_t - P_s)}{\rho}} \quad V_I = \sqrt{\frac{2(P_t - P_s)}{\rho_o}}$$

$$\sqrt{\frac{2(P_t - P_s)}{\rho}} \times \sqrt{\frac{\rho_o}{\rho}} = \sqrt{\frac{2(P_t - P_s)}{\rho_o}} \times \sqrt{\frac{\rho_o}{\rho}} = V_I \times \sqrt{\frac{\rho_o}{\rho}} = 100 \text{ km/h} \times \sqrt{\frac{\frac{1}{2} \rho_o}{\rho_o}} = 100 \text{ km/h} \times \sqrt{2}$$

$$V_I = 100 \text{ km/h} \text{ 일 때 } V_T = ? \quad (\text{단 } P = \frac{1}{2} P_o, t = -30^\circ \text{ C})$$

이상기체의 상태방정식

$$PV = nRT \quad (V = \frac{1}{\rho}) \rightarrow \frac{P}{\rho} = RT \rightarrow \rho = \frac{P}{RT} \quad \therefore \rho_o = \frac{P_o}{RT_o}$$

$$\begin{aligned} V_T &= V_I \times \sqrt{\frac{\rho_o}{\rho}} = V_I \times \sqrt{\frac{\frac{P_o}{RT_o}}{\frac{P}{RT}}} = V_I \times \sqrt{\frac{P_o T}{T_o P}} = 100 \text{ km/h} \times \sqrt{\frac{1}{2} P_o \times \frac{273 - 30}{288}} \\ &= 100 \times \sqrt{2 \times \frac{243}{288}} = 129.9 \text{ km/h} \end{aligned}$$

압력 계기

절대 압력(absolute pressure) - 진공을 기준으로 측정한 압력

게이지 압력(gauge pressure) - 대기압을 기준으로 측정한 압력

정압(positive pressure) - 대기압 보다 높은 압력

부압(negative pressure, suction gauge) - 대기압 보다 낮은 압력

절대 압력 = 대기압 + 게이지 압력

부르동관형 압력 계기 - 압력 측정 범위가 크고, 고압측정용에 사용
압력계기의 수감부로 가장 많이 쓰인다.

벨로스형 압력 계기 - 확대부없이 직접 지시부와 연결할 수 있다.

아네로이드 압력 계기 - 절대 압력으로 측정.

다이어프램 압력 계기 - 저압의 차압측정용 공함.

윤활유는 릴리프밸브를 통하여 압력 조절

윤활유 압력계

기관 입구 쪽의 압력을 지시

게이지 압력

객실 압력 사용

부르동관을 사용

지시 범위 - 0 - 200psi

연료 압력계 - 2개의 벨로스로 구성(연료의 압력, 공기압이 각각 작용)

케이스 - 객실 압력이 작용

흡입 압력계

왕복기관에서 흡입 공기의 압력을 측정하는 계기

절대 압력으로 지시 단위 - inhg

1개의 아네로이드와 1개의 다이어프램을 사용

EPR계기

가스 터빈 기관의 흡입공기 압력과 배기 가스 압력의 비를 지시

진추력 $F_n = \frac{W_a}{g} (V_j - V_a)$ W_a : 공기량 V_j :배기가스속도 V_a :흡입공기속도

기관 압력비가 추력을 가장 크게 좌우

작동유 압력계 - 작동유의 압력을 지시하는 계기, 부르동관

제빙 압력계 - 부르동관

압력 계기의 정비

압력 계기의 작동 시험 - 데드 웨이트 시험기(지시 오차도 시험)

지시 오차 - 범위 오차 - 초기값이나 최종값을 정확히 지시하지 못할때
곡선 오차 - 중간값에서 제대로 나타내지 못할때

온도 계기

종류 : 증기압식, 바이메탈식, 전기 저항식, 열전쌍식
측정 방법 - 접촉법

증기압식 온도 계기

온도 변화에 따른 압력을 부르동관을 이용하여 측정
주로 염화메틸을 충전

바이메탈식 온도계

온도 변화에 따른 팽창의 차이를 이용
외기 온도계에 사용
온도 보상 장치로 사용

전기 저항식 온도계

온도 변화에 따른 전기 저항 변화를 이용
외부 대기 온도, 기화기의 공기 온도, 윤활유 온도, 실린더 헤드 온도 측정에 사용
수감용 저항 재료의 특성

1. 온도 저항의 변화가 비례
2. 외부 조건에 영향을 받지 않아야 한다.
3. 저항값의 변화가 커야 한다.

항공 계기용 - 니켈, 사용 온도를 300도이하로 제한

직류 전원 사용 - 14, 28V

사용시 주의 사항

1. 온도 측정 저항체의 내부가 약하기 때문에 진동, 충격, 마찰등을 가하지 말것
2. 측정 개소에 깊이 박히도록 길이를 지름의 7-15배 정돌 할 것
3. 기체의 온도 측정시 열전도에 요하는 시간이 있어 10분정도의 지시지연이 있다.
4. 저항체와 지시계간의 연결 도선 길이를 함부로 변화시키지 말 것
5. 지시계를 계기판에 장착하기 전에 바늘이 자유로이 swing하는가 본다.
6. zero adjust시 전원을 off하고 바늘이 0또는 어떤 특정값을 지시하는가 확인후 전원을 on 하고 0점 조절한다.
7. 연결 도선이 끊어지면 Full scale, 선이 단락되면 off scale 지시한다.
8. 저항체에 300도의 이상의 열을 오래도록 가하지 말 것

열전쌍식 온도계

온도차에 따른 전류 변화를 측정

왕복 기관 - 실린더 헤드 온도를 측정하는데 사용

제트 기관 - 배기 가스 온도 측정

재료 - 크로멜-알루멜, 철-콘스탄탄, 구리-콘스탄탄

윤활유 온도계 - 전기 저항식 온도계

실린더 헤드 온도계

열전쌍식 온도계

냉점에 바이메탈 스프링의 보정 장치가 설치

배기 가스 온도계

열전쌍식 온도계

열전쌍을 병렬로 연결

외기 온도계

출력 설정, 결빙 방지, 연료 내의 수분 동결 방지를 판단

고속 항공기 - 진대기 속도를 구한다.

저속 항공기 - 바이메탈식 온도계

고속 항공기 - 전기 저항식 온도계

액량 계기 및 유량 계기

1ft = 30.2cm

1in = 2.54cm

1gallon = 3.785litter

1pound = 0.45kg

부피로 나타낼때는 갤런

무게로 나타낼때는 파운드

액량계

1.sight glass gauge(직독식 액량계) - reservoir의 유면 표시

2.floot식 액량계(부자식 액량계) - 왕복 기관에서 가장 많이 쓰임, 부피로 나타냄

3.전기 용량식 액량계 - 축전지의 원리 이용

1.액체의 유전율과 공기의 유전율이 서로 다른 것을 이용

2.연료의 양을 무게로 나타낸다.

3.115V, 400Hz 단상교류를 사용

4.보상 축전기

5.고공 비행하는 제트 항공기에 사용

유량계 - 기관이 1시간동안 소모하는 연료의 양

1.차압식 유량계 - 압력차

2.베인식 유량계

3.동기 전동기식 유량계 - 질량 유량계

회전 계기

회전체의 회전수를 지시하는 계기

왕복 기관 - 회전수를 rpm으로 지시

가스 터빈 기관 - 백분율로 표시

직접 구동 회전계

기계식 회전계 = 원심력식 회전계

회전 방향과는 관계없이 지시한다.

멤돌이 전류식 회전계

원판(drag disk) - 알루미늄 또는 황동의 비자성 양도체로 구성

전기식 회전계 - 동기 전동기식 회전계, 3상 교류 회전계

동기계 - 2개 이상의 엔진 회전수를 비교하는 계기

유도 전동기의 회전축에 지시 바늘을 부착시킨 것

지시 바늘의 회전 속도는 좌우 기관의 회전 속도의 차이에 비례

지시 바늘의 회전이 멈춰진 상태 - 서로 동기, 한 기관이 정지된 상태

원격 지시 계기

동기기 - 정보의 전송을 목적

1.오토신

26V 400Hz의 교류 전원을 사용

고정자는 3상

회전자 - 전자석

2.직류 데신

착륙 장치, 플랩등의 위치 지시계

연료의 용량을 측정하는 액량 지시계로 사용

3.마그네신

회전자 - 영구자석

오토신보다 작고 가볍지만, 토크가 약하고 정밀도가 떨어진다.

자기 계기

항공기의 기수 방이 T를 나타내는 것

지자기의 3요소

편각(편차) : 지축과 지자기축이 이루는 각

지구 자오선과 자기자오선이 이루는 각

등편각선 - 같은 편차값을 가진 점들을 연결한 선

북각 : 지구 수평면과 자기자석이 이루는 각

지구 수평면과 영구자석이 이루는 각

극지방 : 수직 적도 : 수평

수평분력 : 지자력이 지구 수평면 방향의 힘

나침반이 탐지 할 수 있는 힘

적도 : 최대 극지방 : 최소

방위

1.나방위 : 나침반상의 북쪽

2.자방위 : 자북을 기준

3.진방위 : 진북을 기준

진방위 = 나방위 + 자차 + 편차

자차 - 자기 보상 장치로 수정

자기 컴퍼스 - 케이스에 있는 기준선(lubber line)으로 방위를 읽는다.

컴퍼스액(케로신) - 부력을 주기 위해

컴퍼스 카드의 흔들림 방지

다이어프램 - 컴퍼스액의 압력 증감을 방지

compass rose - compass의 자차 수정

compass swing - 자차 수정

오차

1.정적 오차(자차)

반원차 - 자차에서 가장 큰 오차

수직 철재 및 전류에 의해 생기는 오차

사분원차 - 수평 철재에 의해 생기는 오차

불이차 - 컴퍼스 자체의 제작상 오차, 장착 잘못에 의한 오차

2.동적 오차 - 북각의 영향을 받음, 비행이 안정되면 사라진다.

북선 오차 - 북진하다가 동서로 선회할때 생기는 오차

선회할때 나타난다고 하여 선회 오차라고도 한다.

가속도 오차 = 동서 오차

동서로 향할때 가장 크게 나타남

와동 오차 : 진동, 충격등에 의한 불규칙한 운동에 의한 오차

원격 지시 컴퍼스 - 자기의 영향이 작은 날개 끝, 꼬리 부분에 장착

1. 마그네신 컴퍼스 - 자차 해결

수감부 - 날개 끝, 꼬리 부분에 설치

2. 자이로신 컴퍼스 - 자차와 동적 오차가 없다.

플럭스 벨브 - 지자기의 방향을 탐지

120도 간격으로 배치된 3개의 교류 전자석 형태

26V, 115V, 400Hz의 교류 전원이 필요

Gyro축이 항상 자북을 향하게 한다.

날개 끝, 꼬리 부분에 설치

3. 자이로 플럭스 게이트 컴퍼스 - 거의 단점을 찾아볼 수 없다.

수정 - 공중 수정 - 비행중에 수정

지상 수정 - 컴퍼스 로즈 수정, 조준 수정

정해진 시간에 수정

영향을 줄만한 부품을 교환했을 때 수정

새로운 컴퍼스를 장착하거나 오차가 발생했을 때 수정

10도 이상의 자차가 발생하면 수정

수정후 3도 이하

자이로 계기

항공기의 기수 방위, 항공기의 분당 선회량, 항공기의 자세표시

강직성 - 우주의 한 방향을 가리키려는 성질

질량이 클수록, 회전이 빠를수록 강하다.

섭동성 - 힘을 가한점으로 부터 회전방향으로 90도 진행된점에서 힘이 나타난다.

$$\text{섭동성} = \frac{\text{외력}}{\text{관성력} \times \text{회전각속도}}$$

편위 - 지구의 자전에 의하여 각변위가 생긴다. 이것을 편위(drift)라 부른다.

회전 동력원

진공 계통 - 벤츨리관이나 진공 펌프에 의해서 진공압을 얻는다.

벤츨리관 - 소형기에 사용

진공 펌프 - 중형기에 사용

정침의, 수평의 : $4 \pm 0.25 \text{inHg}$

선회계 : $2 \pm 0.1 \text{inHg}$ 의 압력이 필요

공기압 계통 - 진공 계통보다 효율적이다

전기 계통 - 쉽게 읽을 수 있다.

자립 특성이 좋다.

오차가 적다.

높은 고도에서 효과적이다.

선회 경사계(Turn & Bank Indicator)

선회계와 경사계가 함께 들어 있는 계기

분당 선회율을 나타내는 계기

정상 비행 - 경사도를 나타냄

선회 비행 - 선회의 정상 여부를 나타내는 계기

선회계 - 섭동성만을 이용

자유도가 2축

중립 스프링 - 자이로 회전자축을 중립 위치로 되돌리는 역할

지시 방법 - 2분계(바늘 1폭 180도)

4분계(바늘 1폭 90도 - 가스 터빈 항공기에 사용되는 것)

경사계

케로신 - 댐핑 역할

선회 - 원심력과 중력이 균형

정상 선회 - 불이 중앙

내화 선회 - 안쪽으로 미끄러진다.

외활 선회 - 바깥쪽으로 미끄러진다.

방향 자이로 지시계(정침의)(Directional Gyro Indicator:D.G)

강직성을 이용하여 기수 방위와 선회각을 지시하는 계기

회전축은 수평으로 놓여 있다.

3축

15분 마다 지시값을 수정

기준선은 항공기 기수 방향과 일치

케이싱 노브 - 섭동 현상을 방지

자립 장치 - 자이로 회전자의 회전축이 항상 수평을 유지

공기 구동식 자립 장치 - 정상 작동 범위는 피치와 경사가 모두 55도이다.

전기 구동식 자립 장치 - 정상 작동 범위는 피치와 경사가 모두 85도이다.

자이로 수평 지시계(수평의, 인공 수평의, 자세 지시계)

(Verticar Gyro Indicator: V.G, Gyro Horizen Indicator: G.H)

3축

기수 방향에 대하여 수직인 자이로축

강직성과 섭동성을 이용

자이로 회전축이 언제나 지구 중심을 향하게 함

항공기의 자세를 알 수 있게 하는 계기

직립 장치 - 외부 영향에 구애됨이 없이 지구 중심을 향하도록 하는 장치

레이저 자이로 - 장거리 항법 장치(IRS)

회전 각변위, 각속도, 회전 방향을 알 수 있다.

정비

자이로는 20000rpm이상으로 회전

스트로보스코프 회전계 - 자이로 회전자의 회전수를 측정

자세 지시계의 시험 - 루프 스탠드