

선박용 센서 기술 (6)

이 일 영/부경대학교 공과대학 교수

10. 기타 센서

선박에 사용되는 센서는 앞에서 소개한 것 이외에도 많은 종류의 것이 사용되고 있으며, 선박의 자동화 추세에 따라 새로운 종류와 형식의 센서가 개발, 사용되고 있다.

여기서는 기타 센서 가운데서 주기관 추진 축상의 토크 계측기, 주기관의 기름 안개(oil mist) 감지기에 대하여 알아보기로 한다.

10.1 주기관 토크 계측기

선박에서 연료비는 항상 높은 비중을 차지해왔고, 연료비 절감을 위해서는 소모되는 에너지에 관련한 엔진 성능의 정확한 정보를 알아야 할 필요가 있다. 따라서 주기관과 프로펠러 사이 축에서의 토크(torque), 회전 속도(revolution speed), 출력(power)을 측정하는 것은 경제적인 선박운항 관리를 위하여 중요한 요소임에 틀림없다.

출력(power)은 측정된 회전 속도와 토크(Torque)로부터 계산(calculation)에 의하여 얻어질 수 있으므로, 여기서는 널리 쓰이고 있는 스트레인 게이지(strain gauge)를 이용한 토크 측정 방법을 알아본다.

회전축에서의 토크는 그림 10.1에서 보여주는 것처럼 고무 디스크(rubber disc)로 연결된 축에서 고무 디스크 위에 그려진 정방형(square)이 마름모 꼴로 변하는 것으로 증명된다. 즉, 기울기 CB는 좌측 변형율(negative strain, 길이가 짧아짐)이 되고, 기울기 AD는 우측 변형율(positive

strain)로 얻어진다. 이 변형율은 강축(steel shaft)에서도 매우 미소하게 발생하지만 토크는 연속적으로 얻어지고 이는 스트레인 게이지(strain gauge)로 측정할 수 있다. 측정 요소(measuring elements)인 스트레인 게이지는 매우 가는 선 혹은 금속성 콘스탄탄(Constantan)의 층으로 만들어진 구불구불한 형태이며, 축에 발생하는 힘에

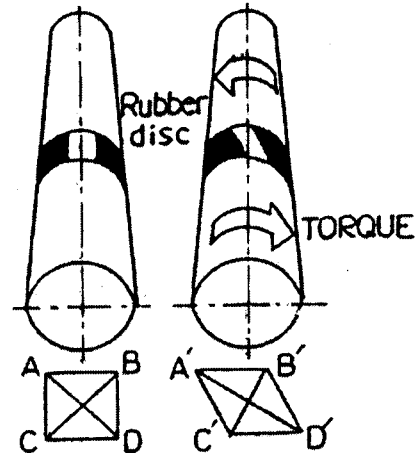


그림 10.1 비틀림 응력에 따른 축의 변형

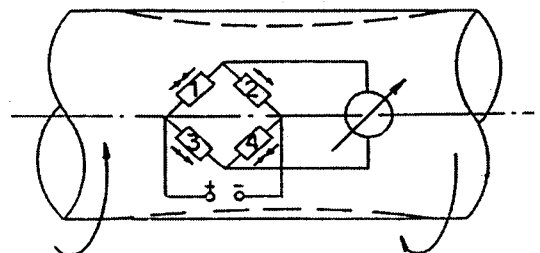


그림 10.2 회전축상에 스트레인 게이지 부착

의해서 가장 높은 변형율이 예상되는 부위에 접촉된다. 스트레인 게이지가 접촉된 표면이 늘어남으로써 금속선의 길이가 변화했을 때 가는 콘스탄탄선의 전기 저항 변화에 기초하여 토크가 측정된다.

비교적 작은 전기 저항의 변화는 휘스톤 브리지(Wheatstone bridge) 회로를 이용하여 전압의 변화로 변환된다. 그림 10.2에서 4개의 스트레인 게이지가 브리지 회로를 구성하고, 무부하 상태에서는 정확히 같은 저항을 가지게 되며 지시계는 영점(zero)을 나타낸다.

축을 통하여 전달되는 토크는 중앙선(centerline)에 대한 45도의 각도에서 최대의 변형을 일으키므로 축의 중앙선에 대한 45도 각도에 4개의 스트레인 게이지를 부착하면 그곳에서 가장 높은 양(positive) 혹은 음(negative)의 스트레인을 얻게 된다. 따라서 휘스톤 브리지 회로로부터의 출력신호는 축에서의 토크에 직접적이고 직선적인 관계로 나타난다. 휘스톤 브리지는 스트레인 게이지의 온도 영향 및 축의 강성(rigidity) 변화를 보상할 수 있다.

회전하는 축상의 토크를 연속적으로 측정하기 위한 수단으로, 슬립 링(slip ring)과 브러쉬(brush)를 사용하는 방법과 회전축상에 부착된 소형 무선 송신기(transmitter)와 수신기(receiver)를 사용하는 방법이 있다.

10.2 주기관 크랭크실내의 기름 안개 감지기

디젤 기관 크랭크 케이스 내의 기름 안개(oil mist)는 폭발 사고를 초래할 수도 있다. 따라서 각국 선급에서는 기름 안개 감지 및 모니터링 장치의 설치를 의무화하고 있다.

주기관용 기름 안개 감지기의 작동 원리는 제조업체별로 약간의 차이는 있으나 기본 개념은 그림 10.3과 같다.

기름 안개 샘플은 기름 안개 디텍터 하단에 설치되어 있는 샘플 입구로 들어간다. 샘플 순서는 왼쪽에서 오른쪽으로 가며 진행되며, 그림에서 좌측 첫 번째 입구는 공기가 공급되는 부분이다. 기름 안개 샘플 채취는

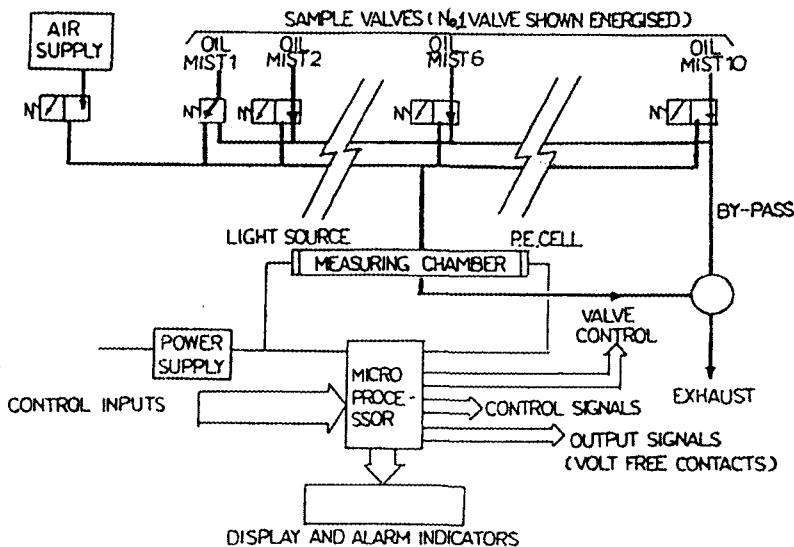


그림 10.3 기름 안개(oil mist) 감지 시스템

10개 실린더의 경우 10개의 솔레노이드 밸브 작동에 의하여 이루어진다. 또한 매니폴드 앞에 부착된 팬은 샘플을 매니폴드를 통해서 흡입하는 역할을 한다. 정상적으로 작동하는 동안에 각 기름 안개 샘플은 차례로 계측 체임버(measuring chamber)를 통해서 지나가고, 반면에 나머지 샘플은 바이패스 체임버를 통해서 지나간다.

계측용 체임버 오른쪽에는 포토 셀(photo-cell)이 있고 왼쪽 끝에는 2개의 광원(light source)이 있으며, 포토 셀의 출력 신호는 계측 대상 기체로 채워진 계측용 체임버내를 통과한 빛의 세기를 나타내고, 그것은 주 회로반의 마이크로 프로세서로 연결되어 초기에 설정된 값과 비교하여 설정치를 초과할 경우에 경보(alarm)가 울린다.

11. 신호 조절기(signal conditioner)의 개요

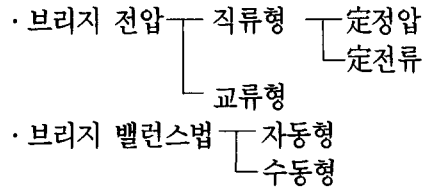
신호 조절기란 센서로부터의 출력 신호를 받아서, 이 신호를 원하는 신호(보통은 DC 전압 신호, DC 전류 신호)로 출력해주는 장치를 총칭하는 말이다.

신호 조절기는 그 기능에 따라서, ① 미소 전압의 증폭, ② 임피던스 변화(완충), ③ 입출력 사이의 절연, ④ 브리지형 센서의 밸런스(예 : 스트레인 앰프), ⑤ 전하-전압 변환(charge amp.), ⑥ 계수기(counter), ⑦ 로-패스 필터(low-pass filter) 기능 등의 목적으로 사용된다.

11.1 스트레인 앰프

스트레인 게이지식 변환기를 사용하는 경우에 필요한 신호 조절기이며, 이것의 두드러진 특징으로는 휘스톤 브리지에 가해 주는 브리지 전원을 내장하는 점, 브리지 초기 불평형분을 평형시키는 밸런스 기능을 갖는 점이다.

스트레인 앰프는 사용 목적에 따라 다음과 같은 형식의 것들이 있다.



① 교류 브리지 전원형

오래 전부터 널리 사용되어 온 것으로, 직류형에 비하여 SN비(signal to noise ratio), 감도가 우수하지만, 직선성, 주파수 대역(band width)의 면에서는 직류형이 우수하다.

② 직류 브리지 전원형

범용 DC 앰프에 직류 전원, 브리지 밸런스 회로를 부가한 것으로 DC 앰프로서 사용이 가능하다. SN비, 감도는 교류형에 비하여 불리하나 직결형의 것은 직선성이 우수하고, 주파수 대역이 매우 넓은 것이 장점이다.

스트레인 앰프와 DC 앰프의 두 가지 용도로 사용하고자 하는 경우나, 매우 빠른 응답 신호의 계측에 적합한 장치이다.

11.2 DC 앰프

가장 기본적인 신호 조절기이며, 주어진 직류 신호(DC로부터 사양에 정해진 주파수까지의 범위)를 증폭시켜 주는 장치이며, 각종 계측기에 범용으로 사용이 가능하도록 다양한 기능들을 가진 장치가 시판되고 있다.

- 직결 / 차동 입력형
- 싱글 입력, 입.출력 절연형
- 차동 입력, 입.출력 절연형

여기서 나열된 순서가 뒤쪽일수록 외래 잡음 대처 능력이 우수하다.

싱글 입력, 입.출력 절연형은 가장 일반적인 DC 앰프로 널리 사용되고 있는 것이다.

차동 입력, 입.출력 절연형은 여러 가지 신호원에 대응할 수 있는 고기능의 것으로 가격도 비싼 편이다. 이것의 입.출력 사이의 절연 방식에는

- 변조.복조형(트랜스형)
- 磁氣 서보형

· PWM 방식(photo amp.)의 3종류가 있다.

11.3 충전 앰프(charge amp.)

충전식 앰프는 압전식(차지형) 변환기용

표 11.1 주요 센서와 신호 조절기와의 조합

센서	계측 대상	대응 신호 조절기	비고
스트레인 게이지	변형율, 응력, 하중, 압력, 변위, 가속도, 토크(그 외에 수위, 유량에도 이용 가능)	스트레인 앰프 (교류형, 직류형)	스트레인 앰프 (교류형, 직류형)
차동 변압기	변위 (하중, 압력에도 이용 가능)	전용 신호 조절기 (5 kHz 교류형 스트레인 앰프도 사용 가능)	전용 앰프는 발전기, 정류기를 내장한 DC 출력형이다.
포텐쇼미터	변위 (하중, 압력 등에도 이용 가능)	DC 전원만으로 가능	
타코미터	회전 속도	DC 앰프	ripple 등의 문제가 있을 때는 로 패스 필터가 필요.
압력소자 (piezoelectric)	가속도, 動壓(예:내연기관 실린더 압력, 음압), 動荷重(힘)	충전 앰프 (charge amp.)	적분기 내장형에서는 가속도로부터 속도, 변위가 얻어진다.
열전대 (thermo-couple)	온도	전용 앰프, 또는 DC 앰프 + 기준 접점	
저항식 온도계	온도	DC 앰프 + 주변 회로	
서미스터 (thermistor)	온도	DC 앰프 + 주변 회로	
펄스 감지기 (pulse detector)	변위, 속도, 유량(터빈 미터)	F / V 변환기	

신호 조절기이다. 전하(電荷) 발생형 센서가 대상이기 때문에 입력부에 전하-전압 변환 회로를 가진다. 이 회로는 원리상 입력측 용량 성분이 크면 잡음이 증대한다. 따라서 센서와 앰프 사이의 거리가 멀 때에는 입력 케이블 용량 성분 증대에 따른 잡음 증대를 방지하기 위하여, 센서 위치 부근에서 전하-전압 변환이 이루어지도록 그 부분만을 충전 앰프와 분리하여 설치한다.

충전 앰프의 기본적 기능은 위에서 설명한 전하-전압 변환, 압전식 변환기 감도 조정, 하이 패스 필터(HPF), 로 패스 필터(LPF) 기능이며, 고급 기종에서는 가속도로부터 속도, 변위 파형을 얻기 위한 적분기 내장형이 있다.

11.4 기타

차동 트랜스용, 열전대용, F/V(주파수-전압) 변환용 신호 조절기가 있다. 또 근래에는 각종 신호 조절기에 GPIB나 RS232C를 통한 컴퓨터와의 통신 장치가 갖추어져 컴퓨터에 의한 제어, 컴퓨터로의 신호 전송이 가능하도록 제작된 것이 판매되고 있다.

주요 센서들과 신호조절기의 조합 방식을 표 11.1에 나타내었다.

12. 결론

본 해설에서는 「선박용 센서 기술」이라는 제목으로 선박에서 사용되는 각종 센서들의 원리, 구조, 작동상의 특징에 대하여 6회에 걸쳐서 연재하였다.

선박의 자동화 추세는 상선에서 먼저 시작되어 항해 시스템, 기관 시스템, 적화 시스템 등에서 현재 상당한 수준의 자동화가 이룩되었으며, 이러한 자동화 기술은 어선에서도 새로 건조되는 선박을 중심으로 지속적으로 확산, 적용되고 있다. 근래의 선박에서는 감시, 경보 및 제어의 역할 수행을 위하여 각종 센서들이 널리 사용되고 있으므로, 선박용 기계장치의 설계, 시공 및 운전에 종사하는 기술자들에게 센서에 관한 지식이 매우 긴요함은 부언할 필요가 없다 하겠다.

본 연재 해설이 선박 관련 기술자들의 센서에 관한 지식 함양에 다소나마 보탬이 되기를 기대한다.