

선박용 엔진 설치시 주요 관련부품의 설치 지침 안내

이 인 신과장/대우중공업(주)엔진사업기획팀

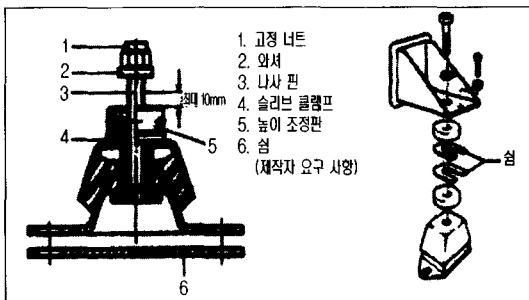
1. 엔진 설치

1.1 진동 흡수형 엔진 탄성 브라켓

진동 흡수형 엔진 탄성 브라켓은 진동과 소음을 줄이는 역할을 하며 주로 소형 어선이나 요트 등에 사용됩니다.

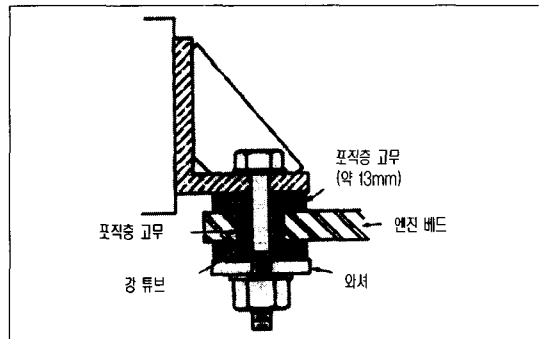
이 브라켓은 엔진의 진동이 선체에 전달되기 전에 브라켓에 삽입되어 있는 방진 고무에 흡수 되도록 설계되어져 있어 엔진의 진동과 소음이 선체에 전달하는 것을 줄일 수 있습니다. 진동 흡수형 엔진 브라켓은 시중 품으로 여러 종류가 상품화되었습니다. 브라켓을 선정 할 때 고려하여야 할 사항은 해상의 모든 약조건하에서도 엔진이 구동 될 때 방진 고무가 충분히 오랜 내구성을 유지 할 수 있는지 축계등 관련 부품과 일직선상으로 엔진 베드에 설치하는데 문제가 없는지 공급처 또는 제작처와 상세하게 상담한 후 설치하시기 바랍니다.

설치 예



진동에 따른 엔진 고유의 자체 움직임으로 인하여 다른 관련 부품의 구조물들이 손상을 입지 않도록 사방으로 충분한 여유가 있도록 설치하여야 합니다.

1.2 엔진 고정용 브라켓



그림과 같이 포직층으로 만든 고무패드와 와셔는 엔진의 진동을 방지 할 수 있고 엔진의 모든 약조건 부하에서도 견딜 수 있으며, 엔진과 축계 중심의 틀어짐을 최소화하기 위하여 포직이 삽입된 탄력성과 내구성이 강한 고무 패드 제품을 사용하여 만들어져야 합니다.

너트와 포직층 패드사이에서 지지되는 와셔는 고무 패드의 마모를 방지하기 위한 것이며, 넓이는 고무 패드와 같은 크기여야 합니다.

엔진과 축계를 포함한 감속기의 축 중심 맞추기 작업에는 황동판이나 부식에 강한 얇은 철판의 섬을 이용합니다.

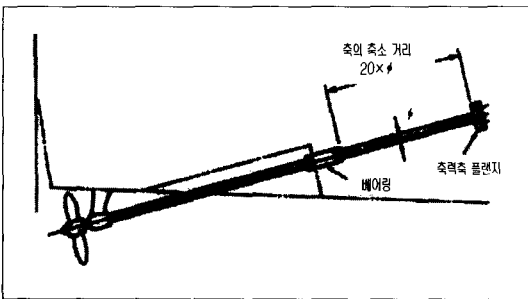
1.3 엔진과 축계

1.3.1. 플랜지 연결 방식

엔진에 감속기가 조립된 이 형식의 프로펠라에서 발생하는 추력은 감속기의 내부에 장착된 스러스트 베어링이 받는다.

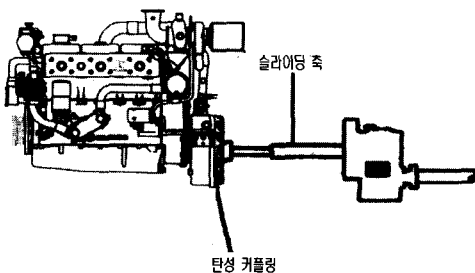
엔진 및 프로펠라 축을 통하여 선체에 전달되는 진동을 최소화하기 위하여 그림처럼 감속기 출력축의 플랜지 면으로부터 스텐 튜브의 첫 번째 베어링 지지점까지는 적절한 거리를 유지해야 하는데, 보통 그 거리를 프로펠라 축경보다 20 ~ 35 배 정도의 거리가 유지되도록 설치합니다.

거리가 축경의 20배 이하가 되면 엔진으로부터 발생하는 진동을 방지하기 위하여 탄성(Flexible) 커플링을 사용하여야만 합니다.



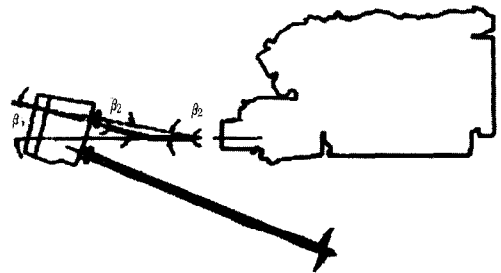
1.3.2. 감속기 이격 설치

감속기는 그림처럼 엔진과 떨어져서 설치되고, 슬라이딩 축(유니버설 조인트 또는 연속 가속성 조인트)은 엔진의 탄성(Flexible) 커플링과 감속기 사이의 모든 뒤틀림과 진동을 흡수할 수 있는 구조로 설치 되어야 합니다.



1.3.3. 브이(V)형 드라이브

엔진과 감속기를 이격시켜 이들 사이를 탄성 커플링과 유니버설 조인트로 연결하여 설치하는 방법입니다. 만일 유니버설 조인트가 사용되어질 경우는 이들 연결부가 모든 악조건 하에서도 뒤틀리지 않고 원활히 작동 할 수 있도록 그림과 같이 조인트가 연결된 내부의 서로 상대하는 각도(2)는 반드시 똑 같은 각도를 유지하도록 설치해야 합니다.



1.3.4. 제트(Z)형 드라이브

워터 제트 프로펠라(Z형 드라이브)는 기동성과 안락성을 필요로 하는 보트에 주로 적용하며 이들은 인명 구조용 보트, 파이롯트 보트, 수송용 보트, 여객보트, 수상보트, 순찰보트 등이 있습니다.

워터제트는 보트의 잠기는 면적이 적으므로 얕은 물에서도 운행 할 수 있고, 인명 구조 작업이나 운전을 할 때도 인명 사고의 위험을 최소화 시킬 수 있습니다.

워터제트를 보트에 설치 할 때는 보다 좋은 경제성과 내구성을 얻기 위하여 워터제트와 엔진은 보트의 전부하 최대 속도를 얻을 수 있도록 서로 균형이 잘 맞도록 선정 및 설치해야만 합니다.

보트에 적절한 크기의 엔진과 워터제트를 알맞게 설치하였다면 보트의 부하 조건과 속도에 관계없이 과부하 걸리지 않고, 운행시 토오크의 변화가 적게 나타납니다. 워터 제트는 항상 한 방향으로 회전하며, 배가 후진 할 때는 엔진의 부하(회전)를 낮춘 다음 후진용 변류기를 이용

하여 물의 분사 방향을 변경시켜서 후진 합니다.

보트의 전속도 구간에서도 급속 정지 및 최소 회전 반경으로 회전을 할 수 있으며, 저속에서는 보트의 길이 내에서 회전이 가능하고, 또한 두개의 제트를 이용하여 좌, 우 측면 운행이 가능합니다.

워터 제트를 사용 할 때에는 선체와 기동 조정 장치가 매우 중요하며 특히 수중에 있는 방향 조정 키의 설계가 적절치 않을 때는 방향 조정시 키로 통과되는 물의 양이 적절치 않아 선체의 떨림 현상 등 안정성이 떨어집니다. 워터 제트는 형식에 따라 20~30노트 이상의 속도에서 선체 길이 증대 효과 및 선체의 잠긴 면적을 축소시키는 효과를 나타내게 하기 위하여 별도로 수중용 부속 장치를 설치하지 않습니다.

기계식 프로펠라 방식과 비교하여 워터 제트는 선내 이음 및 진동의 추진시 물보라 소음이 적습니다. 제트 드라이브는 제트 추진 장치에 의해서 작동되며, 워터 제트는 운전 중에 물을 빨아드려 후미로 배출시키는 토출력에 의해 추진력이 발생되도록 한 장치입니다.



상세한 설치 방법에 대해서는 워터 제트 제조 회사에 문의하여 상담한 다음에 설치하시기 바랍니다.

2. 배기 계통

2.1. 건식 배기관

배기관은 수백 ℃의 높은 배기가스 온도로 가열되므로, 안전을 위하여 배기관은 적절한 단

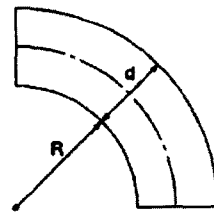
열재로 감싸주어야 합니다. 온도와 재질에 따라 배기관의 팽창 길이는 상이하며 보통 강관의 경우는 100 ℃, 1m 당 1mm 정도 늘어 납니다.

한 기관실에 여러 엔진을 장착한 경우는 배기관을 한 곳으로 모아서 배출시키면 한 엔진의 배기 가스가 상대 엔진의 배기관으로 흡입되어 배압을 증대 시킬 수 있으므로, 반드시 각 엔진마다 배기관을 별도로 설치해야 합니다.

단, V-형 엔진의 배기관은 양 쪽으로 나누어져 있으므로 이 두 배기관 파이프를 Y자 형으로 만들어 배기 가스의 역류가 최소화 되도록 해야 합니다.

배기관을 설치 할 때 배기 압력을 최소화하기 위하여 가능한 구부림 반경을 크게 하고, 이음매의 턱을 낮추어 매끄럽게 하는 것이 좋습니다.

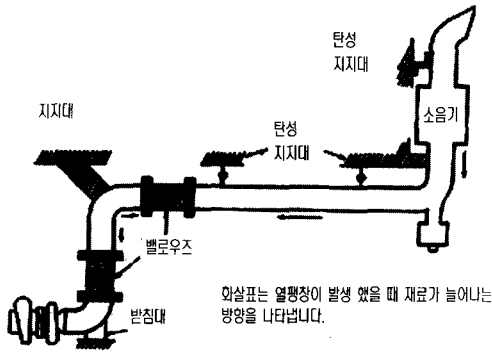
배기관은 관 직경의 1.5배 이상($R/d \geq 1.5$)이어야 하고 소음기가 설치된 경우에는 배기 압력이 최대 허용치를 초과하는지 확인해야 합니다.



건식 배기관에서 배기파이프는 강관을 주로 사용하며 탄성력을 요하는 벨로우즈나 부식 취약부 등에는 스텐레스 강을 사용합니다. 높은 배기 가스 온도 및 열전도성이 좋은 재료를 사용할 때에는 고열 발산 방지에 특별히 주의하여야 합니다. 엔진과 소음기 사이에 반드시 벨로우즈를 1개 이상은 설치 해야하며 소음기 설치하는 대기로 방출되는 배기 파이프 끝에서 1.2m 이내로 설치 합니다.

그림과 같이 배기관이 수직 및 수평으로 설치해야만 할 경우는 벨로우즈를 수직과 수평 방향의 2 곳에 설치하여 각각의 방향으로 열 팽창이 증대하는 것을 흡수 할 수 있어야 하며, 이때 카본이나 빗물이 배기관 내에 스며들 경우 수평으

로 설치되는 벨로우즈에 모이도록, 수직인 배기 파이프에서 가능한 멀리 떨어지도록 벨로우즈를 수평하게 설치하는 것이 좋습니다.



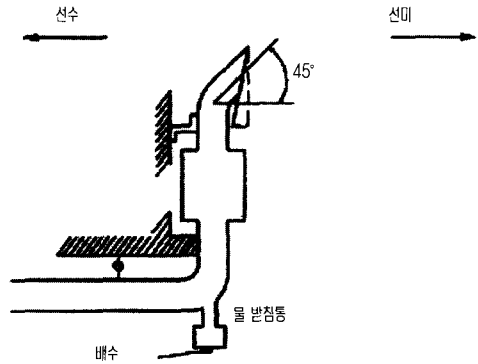
만일 과급기나 엔진으로 수분이 침투되면 카본이 퇴적되어 엔진 고장을 일으킬 수 있으므로, 비가 오거나 물 청소를 할 때도 배기관 안으로 수분이 침투되지 않도록 보호 되어야 합니다.

수분 침투를 방지하기 위하여 건식 소음기에 서는 그림처럼 배기관 끝을 45도나 그 이상으로 구부려 빗물이 들어가기 어렵게 끝면을 약간 경사지게 절단 제작 설치하며, 또 배기 출구는 운행 중 어떠한 파도나 수분도 튀어 배기구로 들어오지 못하도록 선미쪽을 향하도록 설치 하여야 합니다.

만일의 경우 배기관으로 수분이 침투 될 경우를 대비하여 그림과 같이 수직으로 설치된 소음기 아래 파이프의 하단에 물 받이 통을 설치 하여 수분이 엔진 내부로 스며 들어가지 않도록 해야 합니다.

배기 압력이 최소로 걸릴 수 있도록 하기 위하여 배관의 경은 굵고, 길이는 짧게 그리고 열보우는 적게 설치하는 것이 유리합니다.

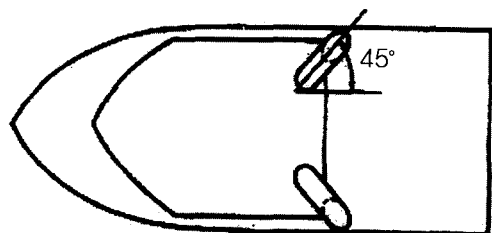
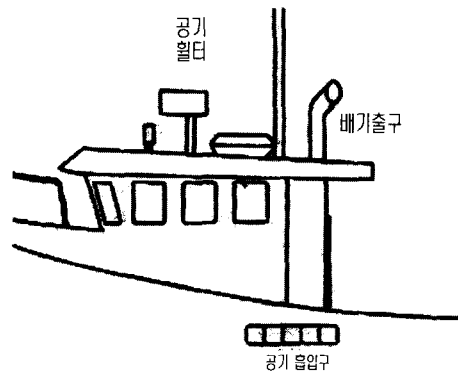
만일 과급기나 엔진으로 수분이 침투되면 카본이 퇴적되어 엔진 고장을 일으킬 수 있으므로, 비가 오거나 물 청소를 할 때도 배기관 안으로 수분이 침투되지 않도록 보호 되어야 합니다.



2.2. 배기 가스 출구의 방향

모든 배기가스의 출구는 대기로 배출된 배기가스가 흡기 장치나 기관실로 빨려 들어가지 않도록 선박 후미쪽에 설치해야 하며, 또한 흡기 장치 보다 충분히 위에 장착되어야 합니다

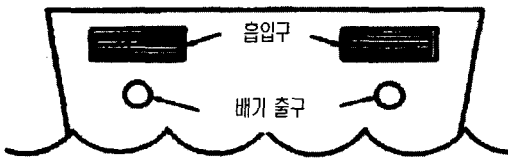
배출된 배기 가스는 승객이나 승무원에게 피해를 주지않고 대기중으로 보낼 수 있도록 갑판 보다 훨씬 높거나 충분히 멀리 떨어진 선미에 있어야 합니다.



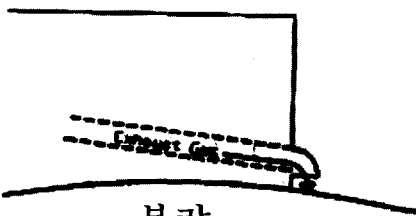
배기 출구는 배가 운행시 배기 가스가 분산되어 갑판으로 되돌아오지 않도록 그림과 같이 배의 측면쪽으로 각이 넓혀지도록 설치하는 것이 좋습니다.

모든 배기 가스 배출구는 배출된 배기 가스가 기관실로 되돌아오지 않도록 그림처럼 흡기구와 배기구를 서로 가까이 설치하지 마십시오.

불량



배기 출구측의 끝 부분이 그림처럼 직접 물속을 향하도록 설치되면 운항시 높은 저항이나 소음을 유발 할 뿐더러, 또한 배출가스의 카본막이 형성되어 수면위로 뚱뚱 떠다니게 됩니다. 이를 방지하기 위하여 파이프 출구의 끝을 하단으로 구부리지 마십시오.

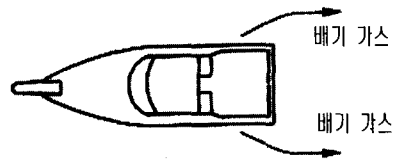


불량 :

가능하면 배기 출구는 배의 측면 쪽에 설치하는 것이 좋습니다. 배가 운항하면 공기는 선체 주위를 빠르게 흐르게 되어, 선미쪽에서는 약간의 진공현상이 발생하게 됩니다. 만일 배기 출구가 갑판실의 채광창 근처에 있으면 배출된 배기 가스는 진공 상태가 된 선체의 갑판 주위로 빨려 들어올 것입니다. 배출구를 측면으로 설치하면 이런 현상을 방지 할 수 있습니다.



배기 출구



2.3. 배기 계통 설계

초기 선박에 엔진을 거치 후 배기 계통을 설계할 때 위에서 기준한 엔진의 최대허용 배기 압력 기준치의 75%이내가 되도록, 배기 파이프의 직경, 엘보우 수량, 소음기 크기 등의 부품을 잘 선택하여 배관 하여야 합니다.

배기 계통에서 총 배기 압력(p)은 아래와 같이 계산합니다.

$$\Delta p = \Delta P_R \times L + \Delta P_R \times n_K + \Delta P_S$$

공식 내용:

ΔP_R = 파이프 1m당 배기 압력

L = m 단위의 파이프 길이

ΔP_K = 90° 엘보우 1개당 배기 압력

n_K = 엘보우 수량

ΔP_S = 소음기의 배기 압력

2.3.1. 건식 배기관외 배기 압력 계산 예

배기 파이프의 내경 120mm, 배관 길이 5m, 90° 엘보우 2개를 사용하려는 건식 소음기식의 배기 압력은 얼마 인니까?

여기에 장착되는 엔진의 배기가스 유량이 1,300kg/h 일 경우 배관은 적절하게 설계된 것 일까요?

▶ 계산 방법:

다음 값은 첨부 표1)과 표2)에서 찾을 수 있습니다.

· 파이프 1 m 당 배압 = 3 hPa

(표1. 참조)

- 90° 매니홀드당 배압 = 5.1 hPa (표2. 참조)
- 엘보우의 굽힘 정도에 따른 배기 압력에 대한 상세 제원은 그 제조업체에게 문의하시기 바랍니다.

총 배기 압력 Δp 계산 값은 ?
단, 1kg/cm² = 98kPa = 980hPa

$$\Delta p = \Delta P_R \times L + \Delta P_R \times n_K + \Delta P_S$$

$$\Delta p = 3.0P_R \times 5 + 5.1hPa_a \times 2 + 5hPa_a = 30.2hPa_a(\text{mbar})$$

계산된 값 30.2 hPa(mbar)는 2.4항의 허용 범위(10~80 mbar[hPa]) 안에 있습니다
그러므로 적절하게 설계된 것입니다.

2.3.2. 습식 배기관 계산 예

파이프의 길이 7m, 내경 100mm, 4개의 90 엘보우를 장착하고 있는 습식 배기관의 배기 압력은 적절하게 설계되었을 까요?

단, 이 곳에 탑재된 선박엔진의 배기가스 유량은 1,300 kg/h입니다.

- ▶ 계산 방법 : 다음 값은 첨부 표1), 2)에서 얻을 수 있습니다.
- 파이프 1 m 당 배기 압력 = 8 hPa (표1. 참조)
- 90° 엘보우 1개당 배기압력 = 10.6 hPa (첨부의 표 2. 참조)

배기 가스의 소음은 습식 엘보우의 균일한 물 분사에 의해서 양호하므로, 별도로 소음기는 설치되지 않습니다.

총 배압 Δp 는 계산 값은?

계산된 값은 최대 허용 배압 80 mbar (hPa)를 넘습니다. 그러므로 적절하게 설계되지 않았으므로 배기관을 재 설계해야 합니다. 즉, 좀 더 큰 직경을 필요로 합니다.

그럼 직경이 한 단계 큰 120mm인 것을 사용한다는 조건으로 다시 계산 하십시오.

위와 동일한 방법으로 계산하면,

- ▶ 1m 파이프, 90° 매니홀드당 배기 압력은 첨부 페이지의 표1), 2) 에서 얻을 수 있습니다.
그러므로 120mm에 해당되는 총 배압 Δp 는 다음과 같이 계산됩니다.

$$\Delta p = \Delta P_R \times L + \Delta P_K \times n_K + \Delta P_S$$

$$\Delta p = 3.0hP_R \times 5 + 5.1hP_a \times 2 + 5hP_a = 30.2hP_a(\text{mbar})$$

계산된 값은 2.4항의 배기 압력 허용 범위 안에 있습니다. 엘보우의 해수 분무 입구측 부위에서 부터 그 이후의 습식 파이프 직경은 건식 배기관 보다 직경이 25% 더 커야 하므로 120x 1.25 = 150 mm의 파이프를 사용해야만 합니다.

이 계산 방법은 초기 엔진을 선체에 거치하기 전에 배기 계통을 용이하게 설계하는데 목적이 있습니다. 적절한 배기 압력은 엔진의 출력을 최대로 발휘하는데 중요한 역할을 하므로 배관이 적절히 이루어졌는지 거치 전에 계산 확인하고, 거치 후 초기 엔진 시운전시에도 반드시 배기 압력을 점검하여 규정 범위내에 드는지 확인하고, 필요시 수정하여야 합니다.

2.4 배기 압력 측정법

2.4.1. 측정단위

$$1 \text{ hPa} = 1 \text{ mbar} = 10 \text{ mm 수두}$$

2.4.2. 측정 장치

- 배기 엘보우에 설치된 탭(나사)를 이용하여 배기 압력 측정용 압력 게이지와 연결하여 계측할 수 있습니다.
- 상기의 계측기가 없을 경우 다음과 같은 물로 채워진 U-관 기압계로 측정합니다. 만일 U-자관 기압계가 수은으로 채워졌다 면 수주치의 값에 13.6를 곱하면 수주의 높이 mm를 구할 수 있습니다.

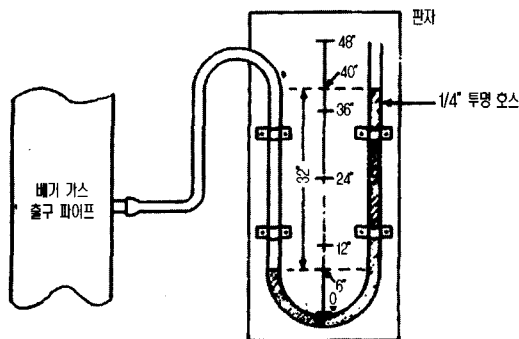
$$1 \text{ mmHg} = 13.6 \text{ mm 수주} = 1.33 \text{ mbar}$$

2.4.3. 측정 준비

측정될 값은 정압이며, 측정용 연결 기구는 그림과 같이 판자나 벽에 열에 견디는 투명 호스를 U자형으로 고정하여 과급기에 부착된 배기가스 출구 파이프와 연결한 다음, 약 1.2m 정도 길이의 투명한 비닐 호스를 연결시킵니다.

배기 압력 측정은 엔진의 연속 최대 출력 및 회전에서 측정되어야 합니다.

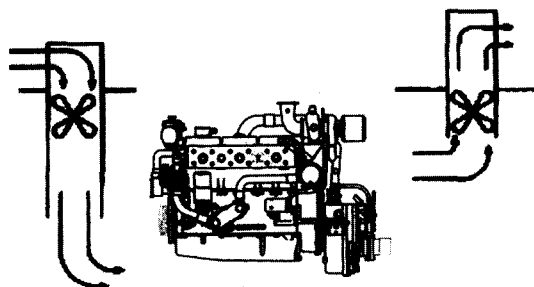
계측 방법은 엔진 정지시에 U자관에 있는 수주의 양이 적당한지 확인한 다음, 엔진을 작동시켜 연속 최대 부하 및 회전수까지 운전하면 배기 가스 압력에 의하여 앞쪽은 내려가고 반대 측은 올라가는데 그때 이들의 눈금차를 읽습니다. 그 읽은 값이 수주 압력(mmH₂O)입니다.



3. 흡기 계통

3.1. 공기 흡입

기관실의 적정한 온도를 유지하기 위한 환기 장치가 충분히 유지되지 않았을 경우는 기관실의 뜨거운 공기를 환기 시키기 위하여 송풍기와 환풍기를 설치하여 사용할 수 있습니다. 흡입용 송풍기는 엔진 흡입 공기량의 약 2배 정도의 용량을 선정하는 것이 좋고 환풍기 용량은 높은 열을 배출시키기 위하여 엔진 흡입 공기량의 약 1~1.5 배 정도 크기의 용량을 설치 하여야 합니다.



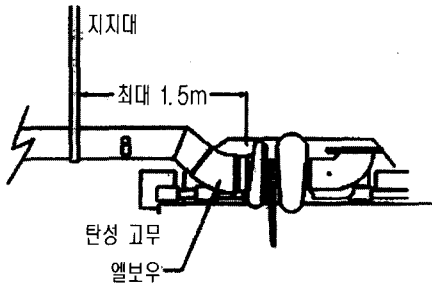
공기 여과기를 엔진에 부착하였던 또는 선체 외부로 설치 하였던 간에 기관실 내의 온도는 60 ℃이하로 유지해야만 합니다. 만일 기관실 내의 온도가 60 ℃를 넘게 되면 고무호스, 배선 등 고온에 취약한 부품들의 내구성이 저하되고 또한 엔진 부품의 부식이 조기에 발생 될 수 있습니다. 이를 방지하기 위하여 가능한 기관실 내에 설치된 배기 관련 부품, 즉 배기 파이프, 과급기, 벨로우즈, 소음기 등은 단열재로 감싸서 온도가 기관실 내로 발산되는 것을 최소로 유지시켜야 합니다.

그리고 흡기 라인의 연결부의 기타 부품의 크랙이나 파손 등으로 오염된 공기가 엔진 연소실로 들어가 엔진 고장을 일으키지 않도록 잘 점검하여야 합니다.

엔진 흡기 라인과 공기 여과기를 연결 할 때에는 이들이 엔진의 열과 진동으로 인한 상호 움직임 때문에 크랙이나 파손이 발생 될 우려가 있으므로 이들 연결 부분은 진동을 흡수 할 수 있는 탄력성 및 내구성에 강한 부품들을 사용하여야 합니다.

특히, 중요한 부분은 과급기의 압축기 측을 호스와 연결 할 때 진동을 최소화하기 위하여 설치하는 첫번째 지지대는 압축기 케이스로부터 지지대 까지의 거리가 1.5 미터 이내에 설치 되어야 합니다.

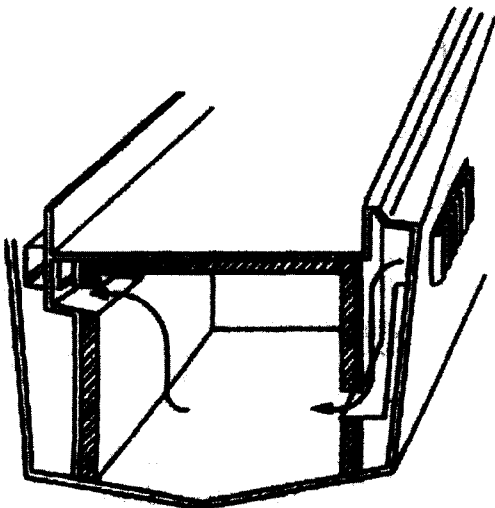
초기에 엔진을 설치 한 경우 기관실에서 먼지가 많이 발생되는 작업을 했을 경우에는, 엔진을 시동하기 전에 공기 정화기를 먼저 깨끗이 청소해야만 합니다.



3.2. 기관실의 흡.배기구 환기 장치

기관실의 적절한 크기의 환기 장치는 기관실의 온도를 내리는 중요한 역할을 합니다. 그림에서와 같이 공기 흡입구는 기관실 바닥 부근에 정채해 있는 습기나 오염된 뜨거운 공기를 위쪽으로 원활히 배출 시키기 위하여 운행시 기관실의 아래쪽 부분으로 신선한 공기가 잘 불어 넣어지도록 통로를 만들어야 합니다.

배출구는 기관실의 더운 공기를 신속히 배출될 수 있도록 기관실 윗 부분에 설치해야 합니다. 통풍구를 설계할 때는 장기적으로 장착 가능한 최대 출력 엔진의 흡입 공기량을 계획하여 여유 있도록 설치하는 것이 좋으며 흡. 배기구의 비율은 흡입구는 2/3, 배기구는 1/3의 크기가 되도록 각각 설치해야 됩니다.



3.3. 기관실의 흡. 배기구 단면적

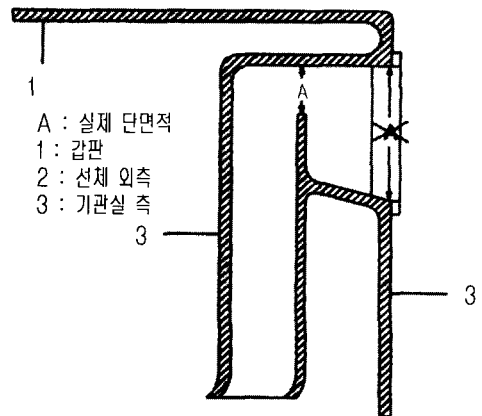
공기 흡입구의 실제 단면적 크기는 아래 그림에서 흡입구 라인 전체중에서 가장 단면적이 좁은 곳인 A 부분이 실제 흡입구의 크기로 계산해야 합니다. 다음의 표는 모델별 공기 흡입구의 실제 단면적 A에 대한 기준 값을 나타냅니다.

기관실에 흡. 배기구를 적절한 크기로 설치하기가 어렵다면 그리고 흡. 배기구의 통풍구가 기준보다 단면적이 적다면, 기관실 내의 뜨거운 온도를 자동 감지 할 수 있는 환풍기를 설치해서 기관실의 온도를 적정 온도로 유지시켜 주어야 합니다.

고속선의 경우는 기관실의 환기가 선속에 따라 상당히 민감하게 반응하므로, 특히 기관실 온도를 자동 감지하여 환풍기가 작동 되도록 설계된 구조는 보트가 고속으로 운행시 맞바람으로 인한 배압이 기관실에 가중되므로 기관실의 환기가 잘 이루어 지지 않을 수도 있습니다. 이를 감안한 용량의 환풍기를 설치하든가 또는 이를 방지 할 수 있는 환풍기를 추가로 설치 해야 합니다.

3.4. 기관실 흡입구의 최소 단면적

아래의 표는 보조 엔진이나 기타 장치를 포함한 기관실 흡입구의 최소 단면적(A)을 나타냅니다. 흡입구의 단면적은 기관실로 통하는 통



풍구가 어느 위치에 설치되어 있느냐에 따라 크기가 다소 달라 질 수 있으므로, 어떤 구조는 기관실의 적정 온도를 유지하기 위하여 좀 더 큰 흡입구가 필요할 수도 있습니다.

4. 냉각 계통

4.1. 냉각수 파이프의 재료 선정

재질의 등급이 아주 심한 금속을 서로 용접 또는 연결하여 사용하면 재료 사이의 전위차 현상으로 조기 부식이 발생하므로 사용해서는 안 됩니다. 만일 순도가 높은 귀금속과 낮은 하위의 금속을 용접 또는 연결하여 사용하면 하위 금속은 전해 부식에 의해서 파괴되며, 습기나 염분은 이런 부식 현상을 보다 촉진시키는 역할을 합니다.

재질이 상이한 두 금속이 직접 또는 수분 접촉이 발생하면 하위의 금속의 음 전자는 상위 귀금속의 양 전자쪽으로 이동하려는 성질을 갖고 있으므로 전위차가 클수록 많은 음 이온이 상위 금속쪽으로 이동하므로 부식은 하위 금속 쪽에서 보다 빨리 진행됩니다.

그러므로 부식을 방지하기 위해서는 가능한 동일 재질을 연결하는 것이 좋으며, 부득이한 경우는 아래에 열거된 금속들 중에서 서로 이웃하는 재질을 선택하여 적용하시기 바랍니다.

다음은 귀금속(백금)으로부터 하위 금속(마그네슘)까지의 전위 차에 따라 순서대로 정렬한 것입니다.

귀금속

백금
티타늄
은
니켈
구리-니켈
납
스테인레스강
주석 청동
구리

주석
황동 합금
니켈 주철
저합금 강
조선용 강
알루미늄 합금
아연
마그네슘

아위 금속

4.2. 해수 여과기

지역(강, 바다, 서해, 남해, 동해)에 따라 다소 차이가 있으나 배가 정박하는 곳이 이물질의 흡입이 빈번히 우려되는 곳은 지역에 상관없이 해수 여과기를 장착해야 되며, 특히 조수 간만의 차가 심한 서해안의 뺨 지역은 반드시 해수 여과기를 장착해야 합니다.

이를 장착 함으로써 해수 펌프 임펠라의 크랙, 파열 및 열 교환기, 인터 쿨러, 감속기 오일 쿨러 등의 파이프 막힘 및 오염을 막을 수 있습니다. 해수펌프 사용 수명을 연장시키기 위해서는 해수 여과기가 설치되어야 합니다.

해수 여과기를 사용 할 때는 탑재 엔진의 용량에 알맞은 크기의 것을 사용하여야 합니다. 그렇지 않으면 오히려 해수 펌프에 저항이 걸려 냉각수 공급이 원활히 이루어지지 않아 엔진 과열의 우려가 발생 할 수 있습니다.

운행시 해수 여과기의 저항이 최대 1.0 kg/cm² (1 bar)이 넘지 않도록 유지해야 합니다.

4.3. 엔진 냉각수의 공기 빼기 장치

엔진의 냉각 계통에 0.9 bar의 압력 캡을 장착하지 않으면 냉각수의 팽창 탱크는 엔진 보다 1.5m 이상의 높은 위치에 설치 해야만 합니다. 이것은 냉각 계통에 적당한 압력을 가하여 냉각수의 비등점을 높여 냉각수의 과열과 기포를 제거하여 캐비테이션(공동화) 현상을 막아 줍니다.

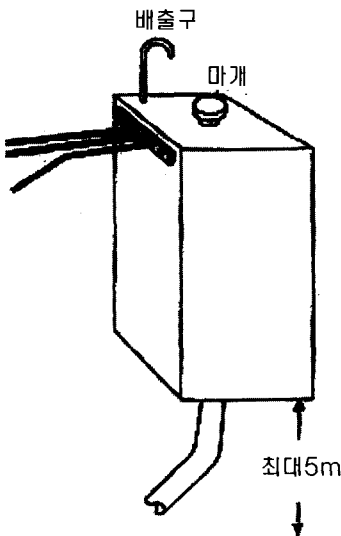
다음 표는 압력 캡과 팽창탱크 높이와의 관계를 나타냅니다.

팽창(보조) 탱크 높이	
엔진으로부터 높이(m)	캡 압력 (kg/cm ²)
0 ~ 1.5 m	0.9
1.5 ~ 4 m	0.5
3 ~ 7 m	0.3

엔진의 냉각 회로는 공기가 유입되거나 발생되지 않는 구조이어야 하고, 폐쇄 회로를 가지며 또한 공기 빼기구를 설치하여야 합니다.

냉각수의 보조 탱크는 공기 빼기 라인이 연결되어져 있어 냉각 회로 내에 포함되어 있는 공기를 제거하는 기능을 하며, 이때 제거된 공기의 부피 만큼 냉각수 부족 현상이 발생하므로, 이때 보조 탱크에 있던 냉각수도 동시에 밀려 엔진 냉각 통로로 흘러가 엔진의 부족한 냉각수량 만큼 채워주는 역할을 합니다. 냉각 회로의 기포는 가장 높은 위치로 올라오는 성질을 갖고 있습니다.

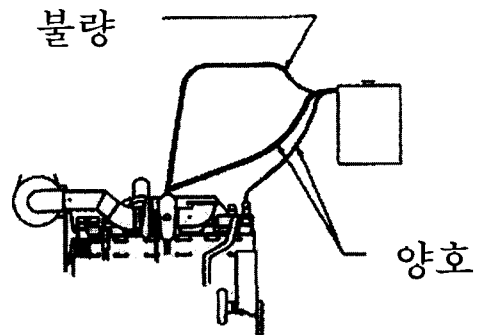
공기 빼기 라인은 엔진 모델에 따라 여러 곳에 설치 될 수도 있는데, 특히 냉각수가 회로 내를 순환하면서 공기가 자연적으로 발생하는 지역의 가장 높은 위치에서 보조탱크로 연결하는데 이때 어떤 치짐 없이 연속으로 경사지게 설치하여야 합니다. 압력 캡이 없는 경우 설치 높이는 크랭크축에서 5m 이내로 설치해야 합니다.



보조 탱크에 압력 캡이 고장 났거나 설치되지 않는 경우는 엔진의 냉각회로 내에서 발생된 기포나 팽창된 가스가 배출 될 수 있도록 선체의 최대 운행 조건을 고려하여 엔진의 모든 냉각회로 보다 위에 설치 되어야 합니다. 또 탱크 꼭대기에는 배출구가 설치되어야 하며 이는 먼지와 부스러기가 들어가지 못하도록 위의 그림처럼 아래로 구부러 설치해야 합니다.

냉각수 회로 내에 기포가 생성되면 점차 이들이 커지고, 압력 받아 높은 열 응력이 발생하면서 냉각 회로 내의 어떤 지점을 통과 할 때 폭발하게 되는데 이를 공동화 현상(캐비테이션)이라고 합니다. 이런 현상이 계속 반복 발생되면 그 부위의 재질이 구멍(곰보 현상)이 발생하면서 주로 청수 펌프 임펠라 또는 습식라이너의 고장을 발생시킵니다.

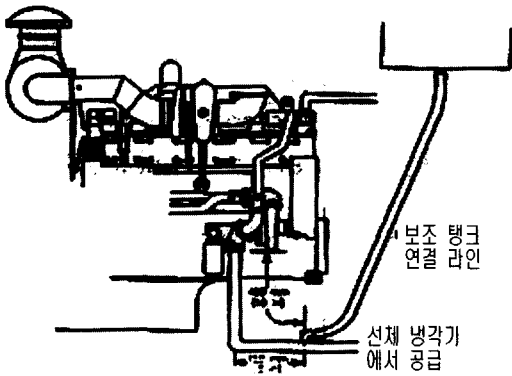
이런 현상을 방지하기 위하여 보조 탱크에 압력 캡 설치 및 공기 빼기 라인을 반드시 설치해야하며, 공기 빼기 라인은 그림처럼 엔진의 각 부위에서 보조 탱크 까지 연결 할 때 기포가 생기지 않도록 연속해서 경사지게 향하도록 설치해야 합니다.



4.4. 보조 탱크에서의 보충수 라인 설치

냉각수 라인에서 제거된 공기의 부피 만큼 냉각수 부족 현상이 발생하면, 이때 보조 탱크에 있던 냉각수도 동시에 공급 파이프를 통하여 엔

진의 부족한 냉각수량 만큼 채워주고 엔진의 냉각수가 팽창했을 때는 역으로 받아 저장하는 역할을 하는데, 이때 이 라인의 설치 위치는 보조 탱크의 밑 부분에서 냉각수 펌프의 흡입 구까지 수직 또는 경사지게 연결하며, 펌프 입구측 가까운 파이프에 수직으로 연결해서는 안됩니다.



보충수가 엔진의 물 흡입구로 들어갈 때 냉각수의 소용돌이로 인하여 펌프에 공동화현상(캐비테이션)을 가중 시킵니다. 그러므로 라인은 엔진의 워터 펌프 흡입구에서 최소 450mm 이상 떨어진 곳에 그리고 파이프의 엘보우 또는 굽힘 지점으로 부터 150mm 이상 떨어지도록 하여 설치하여야 합니다. 이렇게 설치 함으로서 펌프의 공동화 현상(캐비테이션)을 최소화 할 수 있습니다.

보충수 라인의 굽기는 공기 빼기 파이프의 수량과 단면적에 따라 달라지는데 보통 전체 공기 빼기 라인 단면적의 3-4배 정도로 설치 합니다.

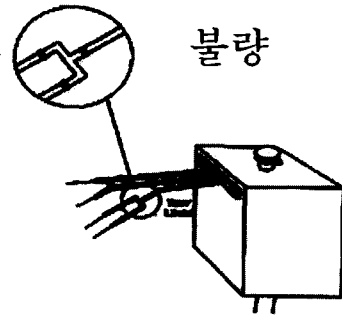
4.5. 공기빼기 라인 연결

냉각계통 공기빼기 라인들은 여러 파이프가 합쳐져 T자의 형상으로 연결하여서는 안됩니다.

공기빼기 라인들은 압력이 그 설치 위치에 따라 전달 압력이 서로 다르므로 T자 형으로 합치는 것은 공기가 포함되지 않은 쪽의 라인에

압력을 가하여 기포가 빠지는 것을 방해 할 수도 있습니다. 이는 엔진 공동화 현상 및 과열 현상을 발생시키는 원인이 됩니다.

그러므로 공기빼기 여러 라인을 T자형으로 합쳐서 연결하지 말고 직접 보조 탱크에 각각 연결되어야 합니다.



4.6. 해수 라인

해수가 직접 접촉되는 모든 부품들은 청동, 스테인레스, 고무 호스 등으로 부착하여 해수의 부식에 견딜 수 있도록 장착 하여야합니다.

4.6.1. 해수 흡입측

수면 아래쪽에 설치된 파이프 등을 정비 할 수 있도록 선체의 바닥에 개폐가 가능한 킹스톤 밸브를 설치해야만 합니다.

킹스톤 밸브의 스트레이너 및 밸브 통로의 단면적은 해수펌프 입구 파이프의 단면적보다 작아서는 안됩니다. 특히 스트레이너는 해수 펌프 입구 단면적보다 최소 1.5배 이상을 유지해야 하며, 안전을 위하여 킹스톤 밸브 2개를 병렬로 설치 할 것을 추천합니다. 킹스톤 밸브 입구부터 해수 펌프까지 연결되는 흡입관은 절대 기밀을 유지하여야 합니다. 그리고 고무 호스를 사용 할 경우는 최소 1.5kg/cm² 이상에서 견딜 수 있는 즉, 엔진의 전부하에서 찌그러짐이 없어야 하며 흡입관은 가능한 한 짧게하여 저항이 최소로 걸릴 수 있도록 설치하는 것이 중요합니다.

4.6.2. 해수 출구측

선박용 엔진의 해수 출구 라인은 열 교환기 또는 인터 쿨러 측과 감속기 측의 해수 출구 파이프를 분리해서 2 개소로 각각 선외 배출 시켜야 합니다. 이때 파이프의 굵기는 최소 엔진에 장착된 파이프 이상의 직경이 선외 해수 배출 지점까지 연속 될 수 있도록 설치하여야 합니다.

V = 탱크용량 (리터)

P = 엔진 연속 최대 출력 (kW)

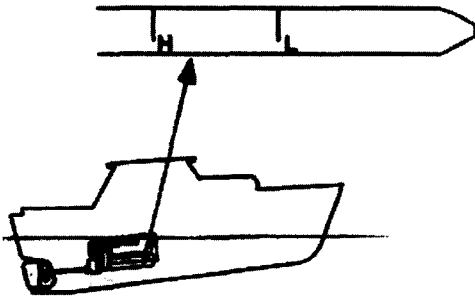
t = 작동 시간 (hr)

be = 전부하시 연료소비량 (g/kWh)

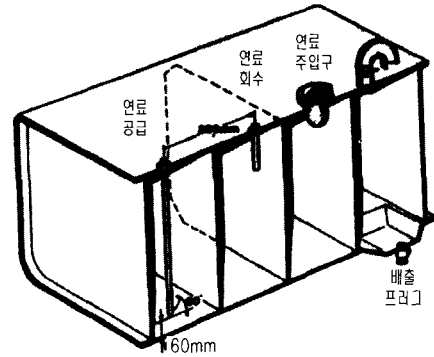
☞ 일반 계산 기준 연료 소비량 :

220 g/kWh

5. 오일 레벨 게이지 눈금 재 각인 요령



공장 출하시 엔진의 오일 레벨 게이지는 수평 상태 설치 기준으로 상, 하한선이 각인되어 있으므로 초기 시운전시 탑재된 선박의 운행 설치 각도를 점검하여, 필요시 엔진의 최대, 최소의 오일 용량에 맞추어 위 그림과 같이 게이지의 상, 하한선 표시를 그 선박의 엔진 경사도에 알맞도록 다시 각인 해야 합니다



6.2. 연료 탱크 제작

연료 탱크의 재질은 보통 연료와 전해 부식에 잘 견딜 수 있는 한 종류의 재료로 제작하는 것이 좋으며, 부득이 상이한 재료를 사용 할 경우는 상호 전위차가 작은 것을 선택 사용 해야 하고 특히 연료 계통의 전해 부식에 취약한 아연 도금 강판을 사용해서는 안되며, 사용되는 재료는 어떤 악 조건의 환경에서도 부식 또는 진동에 견딜 수 있어야 합니다.

거친 파도가 닦쳐와 배가 큰 요동을 쳐도 수분과 공기가 연료에 혼입되지 않으며, 연료도 흘러 넘치지 않고 원활히 공급 될 수 있도록 그림과 같이 연료 탱크 내부는 몇 개의 칸막이 벽을 설치하고, 탱크 바닥에 생성된 불순물과 응축수 등의 불순물들을 수집 할 수 있는 물받이 통을 탱크의 바닥면 보다 밑으로 움푹 내려가게 하여 이들이 모여 질 수 있도록 설치하고, 또한 이들을 배출 시킬 수 있는 밸브를 부착해야 합니다.

연료 흡입구는 바닥에서 약 50mm정도 위로 설치하고 엔진으로부터의 연료 회수 라인은 흡입 라인과 약 300mm 이상 떨어지게 설치하며,

6. 연료 계통

6.1. 탱크 용량

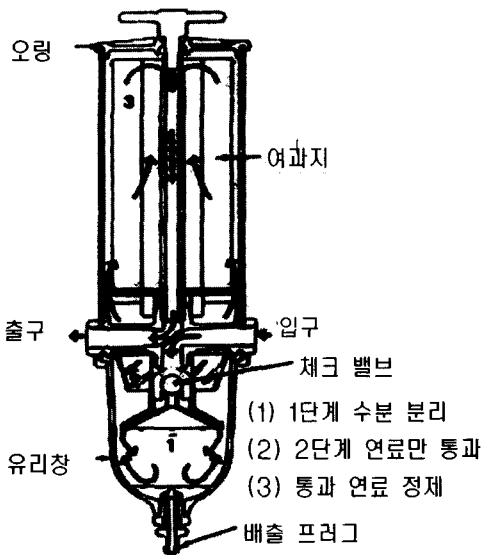
연료 탱크의 용량은 결정은 엔진 최대 출력, 연료 소비량 및 선박의 작업 운항거리를 고려하여 결정합니다.

아래의 공식은 탱크 용량을 개략적으로 계산 하는데 적용됩니다. 비상시를 대비하여 추가로 충분한 연료량을 고려해야만 합니다.

연료 주입 캡은 날카로운 모서리 없이 적절한 크기를 가지며, 연료 회수 라인을 통하여 연료 탱크로 들어온 기포가 팽창하는 것을 막아주기 위하여 공기 빼기구를 설치 합니다. 이때 불순물이 들어 가지 않도록 그림에서와 같이 끝부분이 아래쪽으로 향하도록 하고 배출구의 내경 크기는 연료 주입구의 약 1/3 정도가 적당하고 최소 내경은 10mm 이상 되어야 합니다.

연료 탱크의 제작이 완료되면 탱크 내.외부에 있는 용접 찌꺼기 등 모든 불순물을 제거하고 누수가 되는지 확인 하여야 합니다.

6.4. 연료 특성 및 수분분리기 설치



연료가 뜨거워지면 팽창하게 되고 가벼워 집니다. 그래서 연료가 연소실에 분사되어 질 때 연료 분사량이 낮은 온도의 연료에 비하여 적게 분사되므로 출력이 떨어지는 원인이 됩니다. 이를 방지하기 위하여 연료 라인이나 탱크의 설치 는 열 전도부품으로부터 가능한 멀리 떨어지게 설치하거나 단열재로 감싸 주어야 합니다.

그리고 연료 파이프 또는 호스의 내경은 연료 분사 펌프의 연료 입.출구 내경보다 적어서는 안

됩니다. 연료 라인의 재질은 가능한 파이프를 사용해야 하며 호스를 사용하는 경우는 내유성과 내열성에 강한 재질을 선택하여야 합니다.

엔진을 시운전하기 전에 연료 라인 내부의 불순물을 제거하기 위하여 디젤 연료로 씻어 내야만 합니다.

운전 중 연료 회수 라인에 저항이 많이 걸리면 분사 후의 남은 연료가 연소실로 불규칙하게 스며 들어가 부적절한 연소가 발생되어 이는 실린더의 폭발 압력을 높이고, 배기 가스 온도 및 매연을 증대시켜, 엔진의 성능 저하 및 수명을 단축시키는 원인이 됩니다.

엔진 연료의 입.출구 라인 굵기는 엔진의 최대 분사량, 설치 라인의 길이, 굽힘 및 연결 개소와 방법에 의해 결정됩니다. 즉 연료 라인에 저항이 최소로 걸릴 수 있도록 하여야 합니다. 연료 회수 라인의 저항치는 0.14 kg/cm²(102 mmHg)이상을 초과 해서는 안됩니다.

연료는 기포와 수분이 혼입되지 않은 청결한 연료를 연료 분사 계통에 공급하여야만 합니다. 그러므로 연료 탱크와 연료 필터 사이에 아래와 같은 수분 분리기를 설치 할 것을 추천합니다.

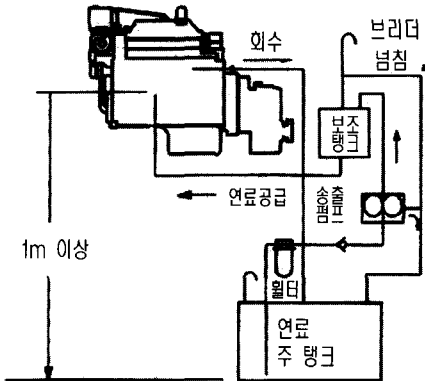
연료는 분사 노즐 틈에서 발생된 열을 차단 하는 역할을 할 뿐 아니라 연료 분사 펌프와 분사 노즐을 윤활시키는 작용을 하므로 수분이 침투하게 되면 이들 부품에 녹이 발생하여 고장을 일으킬 수 있습니다. 그러므로 수분 분리기를 설치하여 연료가 분사 펌프에 공급되기 전에 연료에 함유된 모든 수분과 불순물이 제거 될 수 있도록 해야 합니다.

수분 분리기를 선택 할 때는 엔진의 연료 펌프 흡입 용량을 충분히 소화할 수 있는 여유 있는 것을 선정하여 엔진 출력에 영향을 줄만한 저항이 걸리지 않도록 설치하여야만 합니다.

6.5. 연료 탱크를 분사 펌프 보다 1m 이상 아래에 설치하는 경우

보통 기계식 가버너 연료 분사 펌프 엔진은 연료 탱크에서 연료 분사 펌프의 입구까지의 수

직 거리가 1m 보다 크면 연료 공급이 원활히 이루어지지 않으므로, 연료를 엔진으로 공급하기 위하여 추가로 연료 이송 펌프가 필요합니다.



그림에서 주 저장 탱크에 있는 연료를 연속적으로 엔진으로 공급하기 위하여 그 사이에 보조 탱크를 설치합니다.

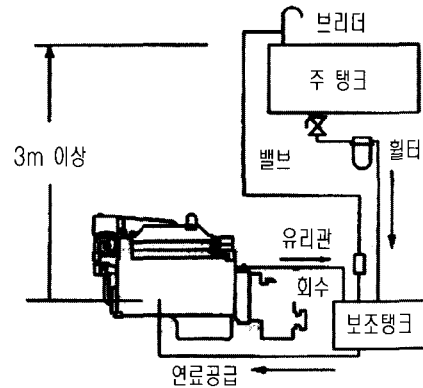
이때 이송펌프를 규정 압력 0.6 kg/cm^2 이내로 연속 동작시켜 연료를 주 탱크에서 보조 탱크로 보내고, 다시 연료 분사 펌프까지 계속 연속으로 공급 할 수 있어야 합니다. 그리고 모든 보조 탱크는 오버 홀로우 라인과 공기 빼기 장치가 있어야 합니다.

연료 라인에 문제가 있어 보조 탱크에서 연료가 넘치면 연료는 오버 홀로우 라인을 통하여 자동으로 주 연료 탱크로 보내 질 수 있도록 라인이 설치 되어야 합니다.

6.6. 연료 탱크가 분사 펌프보다 위에 있을 때

연료 탱크가 연료 공급 펌프보다 3 m 위에 설치 되면, 이들 사이에 보조 탱크를 설치하여 연료 회수 라인은 보조탱크에 연결되도록 해야 합니다.

이렇게 설치하는 경우는 주 탱크의 연료 공급 라인에 연료 차단 밸브를 설치하여 엔진의 연료 라인을 수리 할 때 연료가 흘러 넘치지 않도록 연료를 차단 시킬 수 있어야 합니다.



6.7. 밸브

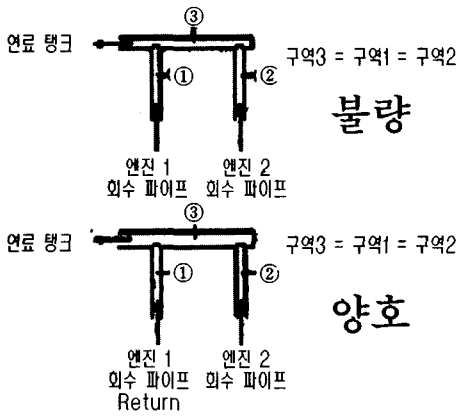
연료 공급라인에 설치되는 밸브는 유동 저항이 적어야 하고 공기가 혼입되지 말아야 합니다. 수동식 차단 밸브를 장착 했을 경우, 밸브 교체 작동을 했을 때 어떤 상황에서도 완전하게 열리고 닫혀야 합니다.

조정 밸브의 연료 통로 단면적은 최소한 연료 분사 펌프 입구의 파이프 내경보다 적지 않아야 합니다.

연료 계통에 설치되어 있는 모든 밸브에는 열림 및 닫힘 표시의 라벨을 붙여 사용자가 혼돈하지 않도록 해야 합니다.

연료 공급 라인을 설치 할 때는 라인 내부에 공기가 생성 될 수 없도록 급격한 굽힘이나 처짐이 발생하지 않도록 설치해야 하며, 연료 라인의 처짐 현상은 연료 라인에 이상 점프 압력을 발생시켜 노즐 분사시 불규칙적으로 연료를 공급함으로써 엔진 속도를 불안정하게 하는 원인이 됩니다.

연료 라인은 각 엔진마다 각각의 연료라인을 갖고 있는 것이 좋으며, 부득이 두개 이상의 엔진에서 연료 회수 라인을 한 라인으로 통합할 경우에는 한 엔진에서 발생된 이상 분사 압력 파동이 상대 엔진에 전달되어 엔진속도에 영향을 줄 수 있으므로, 통합되는 연료 회수 라인의 내경은 각각의 엔진에 사용되는 연료 회수라인의 내경을 모두 합한 만큼의 직경을 설치 해야 합니다.

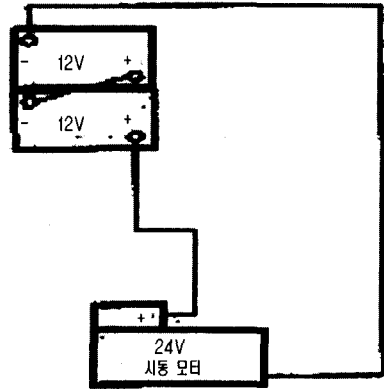


즉, 전압은 2개의 배터리를 합한 값과 같고, 전류는 배터리 1개의 값과 같습니다.

직렬 회로 :

$$V = V1 + V2$$

$$I = I1 = i2$$



7. 배터리 연결

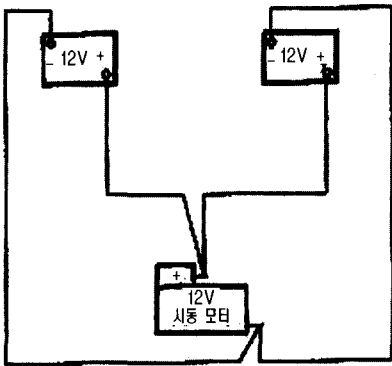
7.1. 배터리 병렬 연결

배터리를 병렬로 연결하면 전류 값은 배터리 두개의 전류 값을 합한 값이 되고, 전압은 단지 하나의 배터리가 나타내는 값과 같습니다.

병렬 회로 :

$$V = V1 = V2$$

$$I = I1 + I2$$



7.2. 배터리 직렬 연결

배터리를 직렬로 연결하면 전압은 증대하지만 전류는 변함이 없습니다.

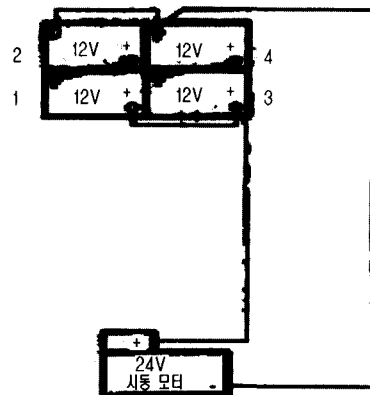
7.3. 배터리 직렬 및 병렬의 복합 연결

배터리를 직렬과 병렬을 그림과 같이 복합으로 연결하면 전압과 전류의 값은 모두 증가합니다.

직렬, 병렬 복합회로 :

$$V = V1 + V2 = V3 + V4$$

$$I = I1 + I3 = I2 + I4$$



< 평균 배기 압력 (압력 강하) >

(표 1) 배기 파이프 1 m 기준의 배기 압력 kPa 값, (1 kPa = 10 hPa = 10 mbar)

배기 가스 유량 (kg/h)	직경(mm)						
	80	100	120	140	160	180	200
200	0.06	0.02	0.01	-	-	-	-
300	0.14	0.04	0.02	0.01	-	-	-
400	0.25	0.08	0.03	0.01	0.01	-	-
500	0.39	0.12	0.05	0.02	0.01	-	-
600	0.56	0.17	0.06	0.03	0.01	0.01	-
700	0.76	0.23	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01
800	0.99	0.30	0.12	0.05	0.03	0.01	0.01
900	1.26	0.38	0.15	0.06	0.03	0.02	0.01
1000	1.55	0.47	0.18	0.08	0.04	0.02	0.01
1100	1.88	0.57	0.22	0.10	0.05	0.03	0.02
1200	2.23	0.68	0.26	0.11	0.06	0.03	0.02
1300	-	0.80	0.30	0.13	0.07	0.04	0.02
1400	-	0.93	0.35	0.16	0.08	0.04	0.02
1500	-	1.07	0.40	0.18	0.09	0.05	0.03
1600	-	1.21	0.46	0.20	0.10	0.05	0.03
1700	-	1.37	0.52	0.23	0.11	0.06	0.04
1800	-	1.53	0.58	0.26	0.13	0.07	0.04
1900	-	1.71	0.65	0.29	0.14	0.08	0.04
2000	-	1.89	0.72	0.32	0.16	0.08	0.05
2100	-	2.01	0.79	0.35	0.17	0.09	0.05
2200	-	2.29	0.87	0.38	0.19	0.10	0.06
2300	-	-	0.95	0.42	0.21	0.11	0.06
2400	-	-	1.04	0.46	0.22	0.12	0.07
2500	-	-	1.12	0.50	0.25	0.13	0.08
2600	-	-	1.22	0.54	0.26	0.14	0.08
2700	-	-	1.31	0.58	0.29	0.15	0.09
2800	-	-	1.41	0.62	0.31	0.16	0.09
2900	-	-	1.51	0.67	0.33	0.18	0.10
3000	-	-	1.62	0.71	0.35	0.19	0.11
3100	-	-	1.73	0.76	0.38	0.20	0.11
3200	-	-	1.84	0.81	0.40	0.21	0.12
3300	-	-	1.96	0.86	0.42	0.23	0.13
3400	-	-	2.08	0.92	0.45	0.24	0.14
3500	-	-	2.20	0.97	0.48	0.26	0.15
3600	-	-	-	1.03	0.50	0.27	0.15
3700	-	-	-	1.08	0.53	0.29	0.16
3800	-	-	-	1.14	0.56	0.30	0.17
3900	-	-	-	1.20	0.59	0.32	0.18
4000	-	-	-	1.27	0.62	0.33	0.19
4100	-	-	-	1.33	0.65	0.34	0.20
4200	-	-	-	1.40	0.68	0.36	0.21

엔진 배기 가스 유량은 각 엔진의 제원서를 참조하십시오.

< 평균 배기 압력 (압력 강하) >

(표 2) 90 엘보우(R/d = 1.5) 기준으로 한 kPa 값 (1 kPa = 10 hPa = 10 mbar)

배기 가스 유량 (kg/h)	직경(mm)						
	80	100	120	140	160	180	200
200	0.06	0.03	0.01	0.01	-	-	-
300	0.14	0.06	0.03	0.02	0.01	-	-
400	0.24	0.10	0.05	0.03	0.02	0.01	-
500	0.38	0.16	0.08	0.04	0.03	0.02	0.01
600	0.55	0.23	0.10	0.06	0.04	0.02	0.02
700	0.75	0.31	0.15	0.08	0.05	0.03	0.02
800	0.98	0.40	0.19	0.11	0.06	0.04	0.03
900	1.23	0.51	0.25	0.13	0.08	0.05	0.03
1000	1.52	0.62	0.30	0.16	0.10	0.06	0.04
1100	1.84	0.76	0.36	0.20	0.12	0.07	0.05
1200	2.19	0.89	0.43	0.23	0.14	0.09	0.06
1300	-	1.06	0.51	0.28	0.16	0.10	0.07
1400	-	1.22	0.59	0.32	0.19	0.12	0.08
1500	-	1.41	0.68	0.37	0.22	0.13	0.09
1600	-	1.60	0.77	0.42	0.24	0.15	0.10
1700	-	1.80	0.87	0.47	0.28	0.17	0.11
1800	-	2.02	0.98	0.53	0.31	0.19	0.13
1900	-	-	1.09	0.59	0.34	0.22	0.14
2000	-	-	1.20	0.65	0.38	0.24	0.16
2100	-	-	1.33	0.72	0.42	0.26	0.17
2200	-	-	1.46	0.79	0.46	0.29	0.19
2300	-	-	1.59	0.86	0.50	0.31	0.21
2400	-	-	1.73	0.94	0.55	0.34	0.23
2500	-	-	1.88	1.02	0.60	0.37	0.24
2600	-	-	2.04	1.10	0.65	0.40	0.26
2700	-	-	-	1.18	0.69	0.43	0.28
2800	-	-	-	1.27	0.75	0.47	0.31
2900	-	-	-	1.37	0.80	0.50	0.33
3000	-	-	-	1.46	0.86	0.54	0.35
3100	-	-	-	1.56	0.91	0.57	0.37
3200	-	-	-	1.66	0.97	0.61	0.40
3300	-	-	-	1.77	1.04	0.65	0.42
3400	-	-	-	1.88	1.10	0.69	0.45
3500	-	-	-	1.99	1.17	0.73	0.48
3600	-	-	-	2.10	1.23	0.77	0.50
3700	-	-	-	2.22	1.30	0.81	0.53
3800	-	-	-	-	1.37	0.86	0.56
3900	-	-	-	-	1.45	0.90	0.59
4000	-	-	-	-	1.52	0.95	0.62
4100	-	-	-	-	1.59	1.00	0.65
4200	-	-	-	-	1.66	1.05	0.68

엔진 배기 가스 유량은 각 엔진의 제원서를 참조하십시오.