

소형어선용 기관의 고장 원인과 정비요령 (Ⅱ)

이 정 용, 강 병 일/대우중공업 엔진연구개발실

5. 기관실 환기측면 고려사항

일반적으로, 기관실은 장착된 기계류, 파이프 시스템 뿐만 아니라 디젤 엔진의 대류와 복사에 의해서 가열된다. 따라서 기관실에 장착되어 있는 기계류들의 과열을 방지하기 위해서는 기관실은 적절한 환기가 되어야 하고 환기시 흡입공기는 가능한 엔진 가까이로 공

급되어야 한다. 또한, 공기를 흡입·배기하는 시스템은 기관실 전체로 공기의 흐름이 자연스럽게 공급되도록 설계되어야 한다(그림 5-1 참조). 즉, 엔진과 기계류에 요구되는 적정량의 냉각공기가 공급된다해도, 기관실의 공기는 원활히 환기되어야 기관실내의 기계류등과 여기에 장착된 부품들의 과열을 막을 수 있다.

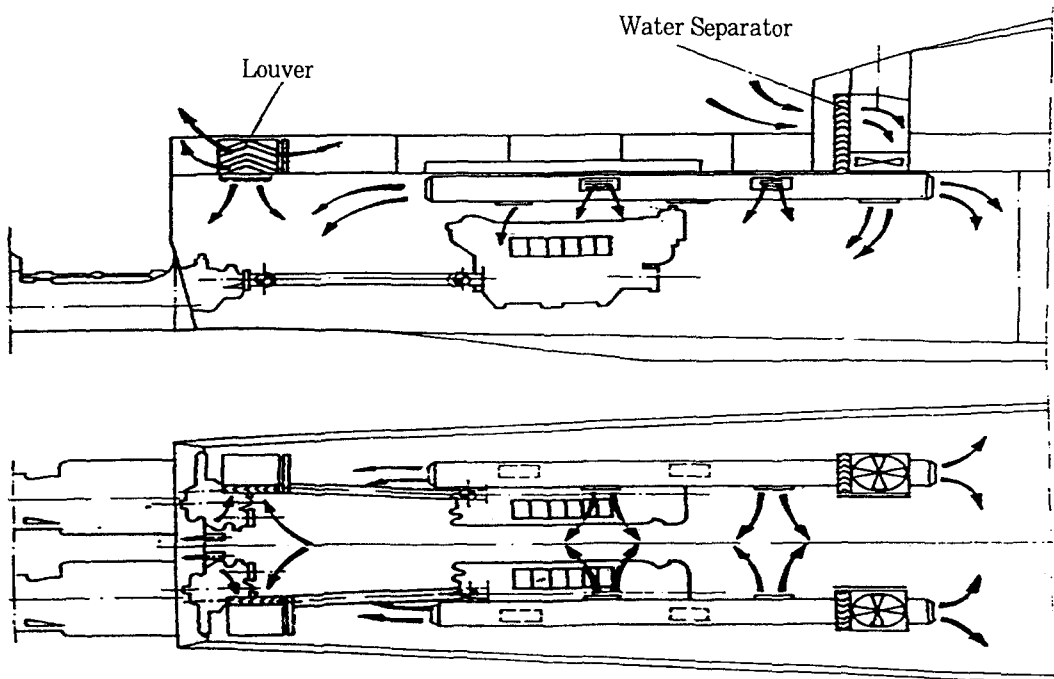


그림 5-1 기관실 환기 시스템 설계예

전장품, 펌프, 고무 부품들, 가변적 커플링 등 때문에 엔진주위를 순환하는 공기의 온도는 어느 곳에서도 60℃를 넘지 말아야 하고, 삼상 유도 전동기등은 최대 공기온도가 50℃로 한정되어 있다.

기관실에 공급되는 공기량은 다음과 같이 구성된다.

- a) 엔진의 연소공기 (연소용 공기가 기관실에서 공급될 경우)

가능한한 공기는 엔진 제원표에 명시되어 있는 온도로 엔진에 공급되어야 한다. 일반적으로 흡기온도가 높아질수록 엔진출력은 감소되어진다. 추천되는 연소 공기량은 5m³/kW·h이다.

- b) 엔진, 장착된 기계류와 부가된 장치 (예:파이프)로부터 방출되는 대류와 복사열을 제거하기 위한 공기량

- c) 일반적으로는 무시되지만, 간헐적으로는 작동되는 압축기와 같은 여러 장치들을 위한 공기량

5.1 기관실 순환을 위해 필요한 공기량 계산

5.1.1 엔진에서의 복사열

수냉식 배기 매니폴드를 장착한 엔진의 경우 복사되는 열량은 전체의 약 1.5%이다. 따라서 복사열은 다음 식에 따라 계산된다.

$$Q_E = N_E \times b_e \times H_i \times 0.015$$

Q_E (kJ/h) 엔진으로부터 복사되는 열

N_E (kW) 엔진출력

b_e (kg/kWh) 제원표에 따르는 연료소비

H_i (kJ/kg) 연료의 저위발열량(42,700 kJ/kg)

5.1.2 발전기에서의 복사열

많은 양의 열에너지가 발전기로부터 방출된다. 그러므로 만약 냉각공기가 별개의 배출

공기통로를 통해 밖으로 배출되지 않는다면 기관실은 가열된다.

발전기로부터 복사되는 열에너지는 다음과 같다.

$$Q_G = N_G \times \cos\phi \times (100/\eta_G - 1) \times 3600$$

Q_G (kJ/h) 발전기로부터 복사되는 열

N_G (kW) 발전기 출력

$\cos\phi$ 효율인자: 일반적으로 0.8 적용

η_G 발전기 효율: 일반적으로 0.9 적용

5.1.3 보조장치로부터 복사되는 열

파이프, 특히 배기라인, 소음기, 방열기와 펌프의 복사열의 총량은 계산하기가 곤란하지만, 일반적으로 엔진 복사열의 약 10% 정도이다.

$$Q_A = 0.1 \times Q_E$$

Q_A (kJ/h) 보조장치의 복사열

Q_E (kJ/h) 엔진의 복사열

5.1.4 총 복사에너지

전체적인 복사에너지 Q_S 는 이미 언급된 복사에너지 값들의 총합이다.

$$Q_S = Q_E + Q_G + Q_A$$

총 복사에너지는 배의 표면과 기관실벽으로도 열 에너지가 빠져나감으로써 줄어들지만 각기 다른 벽 두께와 물질은 서로 다른 열전달 계수를 가지고 이런 종류의 손실 에너지 계산은 매우 복잡하기 때문에 여기서의 계산에서는 무시한다.

5.1.5 요구되는 냉각공기량

$$V_v = \frac{Q_S}{\Delta T \cdot c_p}$$

V_v (kg/h) 냉각공기량

Q_S (kJ/h) 총 복사에너지

ΔT (K) 온도차

c_p (kJ/kg·K) 공기의 정압비열

이 값들은 순환 공기의 ΔT 가 15℃ 정도가 되어야 적당하며, 최고 20℃가 넘지 않아야 한다. (ΔT = 기관실 온도 - 주위(대기)의 온도)

5.2 기관실 환기에 대한 설치요령

공기흡입구는 공기흐름이 원활하게 이루어 질 수 있도록 가능한한 배출구와 멀리 떨어져 있어야 한다. 또한, 신선한 공기가 흡입시 가열되는 것을 피할 수 있도록 기관실의 낮은 위치에서 흘러 들어오도록 해야 하며 뜨거운 공기는 항상 위로 올라가기 때문에 방출 공기의 출구는 가능한한 높은 곳에 위치해야 한다.

일반적으로, 작업선인 경우에는 강제환풍기를 설치해야 한다. 보통 송풍기에 의해 통로 안으로 흡입되는 공기속도는 라인 안에서 5~10 m/s이고 배출기에 의해 배출되는 공기의 속도는 약 10m/s정도이다.

고속선에서는 기관실 온도가 임계값에 다

랐을 때 온도 스위치로 작동되는 환풍기가 맞바람의 배압으로 환기하는 경우에 추가적으로 필요하다.

선체에서 공기흡입 오리피스(orifice)의 최적배열은 일반적으로 정할 수는 없고, 배의 모델과 설계에 따라 좌우되며, 실험적으로 결정될 수 있다. 또한, 선박이 운행할 때 진공이 생기는 흡입 오리피스의 공기 안내판에 대한 최적의 입사각도는 실선 시험으로 정하며, 신선한 흡기는 원하는대로 기관실 내로 배열할 수 있도록 유연한 호스로 연결할 수 있다(그림 5-2). 신선한 공기 공급에 적절한 위치는 실선시험으로 정해져야 한다.

공기흡입 오리피스의 틈새 단면적은 전체 공기 안내장치 중 가장 좁은 부분이다. 이 흡입구의 배열과 설계를 적절히 함으로써 흡입 공기의 유량을 증가시킬 수 있다. 환기구 단면적도, 기관실 온도가 어떤 온도이상일 때 전기 온도 스위치로 작동하는 전기 팬을 사용함으로써 훨씬 작게 할 수 있다.

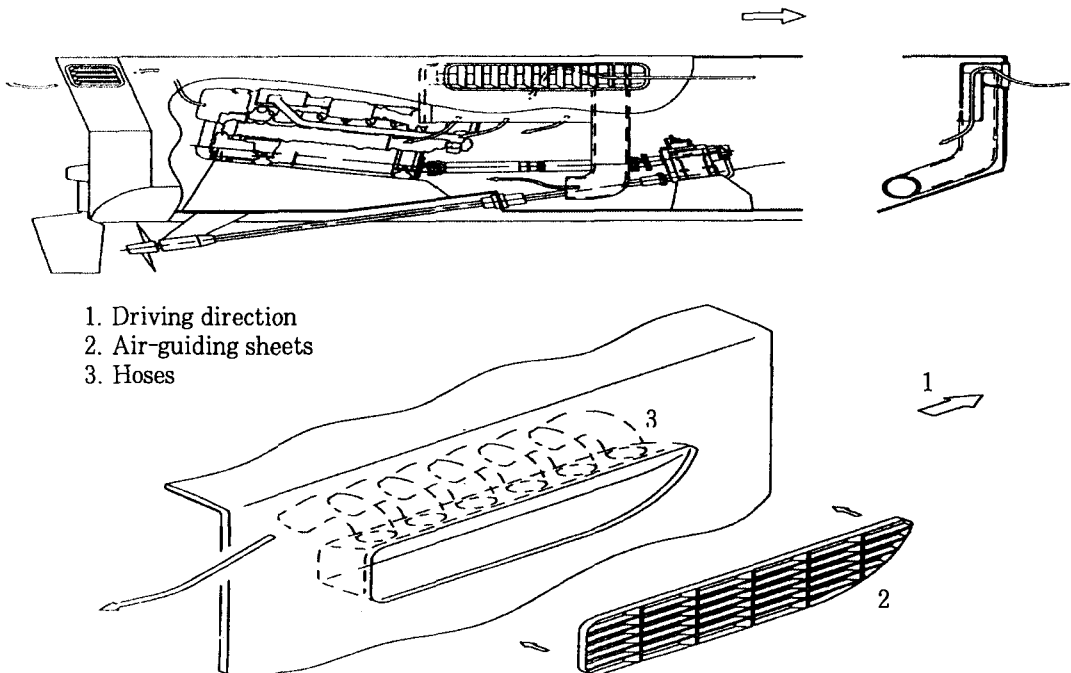


그림 5-2 고속 선박에서의 기관실환기

6. 기관의 흡기측면 고려사항

기관에서 연료의 완전연소와 그 결과 정격 출력의 추출을 위해서는 충분한 양의 공기가 공급되어야 하며 이 흡입 공기는 여러 조건에 만족되어야만 최적의 기관운전이 가능하다. 우선 엔진 내구성 측면에서, 흡입공기는 불순물을 최대한 제거시켜야 하고, 이를 위해 기관실이나 공기여과기의 청정도 유지가 필수적인 사항이다. 또한 흡입 공기온도의 적절한 유지나 사용조건에 맞는 출력의 수정이 이루어져야 하며 엔진사양에 맞는 적절한 흡입부압 수준을 유지토록 해야 한다.

만약, 기관이 제작사의 사양서에서 벗어난 상태에서 계속적으로 운전된다면 엔진출력은 수정되어야 한다. (6-2. 대기조건에 따른 출력 수정을 참고)

예를 들어 엔진이 지속적으로 낮은 온도 영역에서 구동된다면, 엔진 출력은 최대한으로 허용되는 폭발 압력을 초과하지 않기 위해 수정되어야 한다.

6.1 설치조건

6.1.1 공기여과기

선박엔진은 공기를 밖이나 기관실로부터 흡입할 때 연소에 필요한 공기 정화장치가 있어야 하는데, 시멘트, 섬유공장, 모래폭풍의 위험성이 있는 지역과 같이 지저분한 환경에서 구동되는 엔진은 엔진 제작사와 상담하는 것이 필요하다.

용이한 정비성과 손쉬운 탈거성 때문에, 종이 필터등이 사용되고 있으며 지시에 따라 정비가 된다면 여러번 재사용될 수 있는 필터도 있다. 일반적으로 이러한 필터들은 감압력 경보장치를 갖추고 있다.

눈이나 스프레이된 물이 우려되는 곳에서 종이 필터를 사용할 때는 필터 제조사의 지시

에 따라야 하며 필터는 제조자가 추천한 것을 사용한다.

6.1.2 흡입부압

엔진에서 연소를 위한 공기를 흡입할 때에 있어서, 냉각용 공기 흡입구, 흡입기, 파이프, 엘보우와 공기정화기에서 공기부압은 충분히 고려되어야 한다. 과급기(큰 단면적을 가진 파이프에서)와 함께 있는 공기 압축기 바로 앞에서 직접 측정된 흡입공기 부압은 정격출력과 공칭속도의 경우에는 일반적으로 30 mbar를 초과해서는 안된다. 만약 흡입부압이 엔진 추천사양보다도 높을 경우는 엔진기본 성능에 미달하게 된다(그림 6-1참조). 즉 과도한 흡입부압은 엔진 출력저하, 매연증가, 연비악화 및 배기가스 온도증가를 초래하게 된다.

6.1.3 설치 요령

필터가 엔진에 설치되지 않았다면, 흡입라인이 필요하다. 이런 라인에서 편편하고 깨끗한 바니쉬와 갈바니쉬 파이프가 사용되어진다. 파이프 라인은 엔진에 지지되지 말아야 하며, 고무 슬리브와 주름관이 압축기와 파이프 라인 사이에 설치되어야 한다. 필터와 과급기 사이의 흡입라인에 연결되는 모든 부위는 누설이 방지되어야만 한다. 흡입라인의 기울기가 엔진쪽으로 기울어지면, 드레인되는 물통이 엔진 앞쪽에 설치되어야 한다.

매우 좁은 기관실에서는, 특히 속도가 빠른 요트에서(즉, 요트, 군함, 쌍동선), 허용된 온도 영역에서 연소를 만족하는 공기의 공급은 어렵다. 기관실 안의 온도가 허용치를 초과하여 출력이 저하되면 갑판으로부터 연소공기 흡입이 이루어져야 하며 설계시에 모든 구조와 설치를 재검토해야 한다. 흡입공기는 스프레이된 물과 배기공기, 더운공기와는 분리되어야 한다.

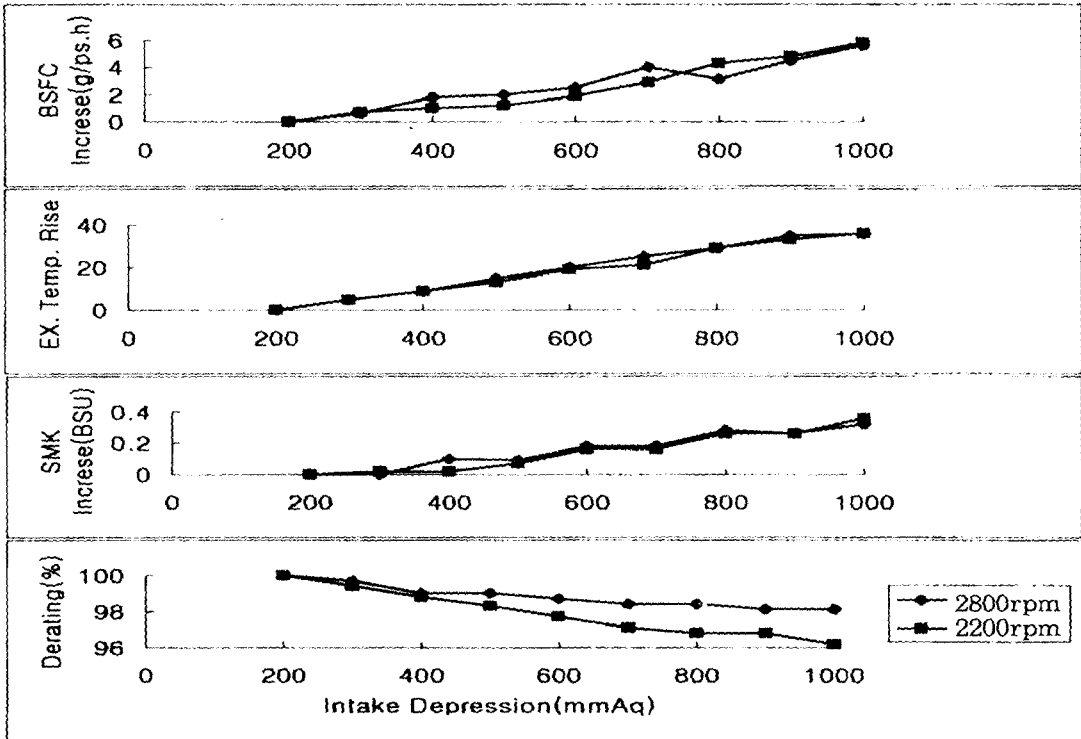


그림 6-1 선박용 6리급 엔진의 흡입부압 시험

대부분의 경우, 엔진은 기관실로부터 연소 공기를 흡입하기 때문에 기관실에 적절한 환기장치를 설치함으로써 가능한 차가운 공기가 흡입될 수 있는지를 확인해야 한다.

예외적인 경우에, 엔진은 공기흡기 시스템을 통하여 밖으로부터 연소공기를 흡입하는데 이 경우 상대적으로 차가운 공기가 흡입될 수 있는 장점이 있다. 이러한 흡기계를 설계할 때는 다음사항에 유의하여야 한다.

- * 필터에서 엔진까지의 공기 흡기 파이프는 완전히 조여져야 하며, 필터오염등으로 높은 흡입부압이 작용할지라도 찌그러지지 않아야 한다.
- * 흡기관의 단면적은 흡입부압을 초과하지 않도록 충분히 커야 한다.
- * 난류의 현상을 피하기 위하여 흡기관은

가능한 짧게, 그리고 가능한 분지되지 (가지치지) 않는 구조로 설치해야 한다.

- * 어떠한 환경에서도 물(비, 비산 또는 튀기는 물)이 흡기계통으로 들어가지 않도록 해야 한다.
- * 엔진과 흡기관은 탄성 연결방식으로 연결되어야 한다.
- * 흡기계통은 엔진의 배기가스가 흡입되는 것을 막을 수 있는 방식으로 연결되어야 한다.

6. 2 대기조건에 따른 출력수정

기관의 성능은 표준 대기조건 하에 설정된 것이므로 지속적으로 이와 다른 대기조건 상

태에서 운전될 경우에는 기관의 출력은 수정되어야 한다. 즉, 운전조건이 설치장소의 조건 등에 따라 표준 대기조건과 다른 경우에는 표준 대기조건하에서의 출력으로부터 설치장소에서의 출력으로 조정하여 출력을 결정하여야 한다.

또한, 아래의 출력 수정방법은 역으로 표준 대기 조건과 다른 조건에서의 출력으로부터, 표준 대기조건으로의 출력수정을 하는 경우에도 사용된다. 또한 급기냉각기로 들어가는 해수의 온도가 32℃보다 높으면 별도의 방법으로 출력을 수정하여야 한다. 필요하다면 엔진 제작사에 문의하여야 한다.

표준 대기조건

대기압 $p_r = 100\text{kPa}(750\text{mmHg})$
 대기온도 $T_r = 300\text{K}(27^\circ\text{C})$
 상대습도 $\phi_r = 60\%$
 급기 냉각기 입구 냉각수의 온도
 $T_r = 300\text{K}(27^\circ\text{C})$

표준 대기조건의 출력으로부터 설치장소에서의 출력을 구하는 출력수정식은 다음과 같다.

출력수정식

$$P_x = \alpha P_r$$

P_r : 표준 대기조건에서의 출력 kW[PS]

P_x : 임의의 상태에서의 출력 kW[PS]

α : 출력 수정계수

출력 수정계수 α 는 표준대기 조건으로부터

표 6-1. 출력 수정계수 α

압력 (kPa)	높이 (m)	흡기 공기 온도 ℃						
		0	10	20	30	40	50	60
101.3	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.96
100.0	100	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96
98.9	200	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96
97.7	300	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96
96.7	400	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96
95.5	500	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.95
94.4	600	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95
93.3	700	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95
92.1	800	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95
90.9	900	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95
89.9	1000	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
88.8	1100	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
87.7	1200	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
86.6	1300	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
85.6	1400	1.00	0.98	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
84.5	1500	1.00	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93
83.5	1600	1.00	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.92
82.4	1700	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.91
81.5	1800	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.90
80.5	1900	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.92	0.89
79.5	2000	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.91	0.88

압력 (kPa)	높이 (m)	흡기 공기 온도 ℃						
		0	10	20	30	40	50	60
78.5	2100	0.98	0.97	0.96	0.95	0.92	0.89	0.87
77.5	2200	0.98	0.97	0.96	0.94	0.91	0.88	0.85
76.5	2300	0.97	0.96	0.95	0.93	0.90	0.87	0.84
75.6	2400	0.97	0.96	0.95	0.92	0.89	0.86	0.83
74.7	2500	0.97	0.96	0.94	0.91	0.88	0.85	0.82
73.7	2600	0.97	0.96	0.93	0.90	0.87	0.84	0.81
72.8	2700	0.96	0.95	0.92	0.89	0.85	0.83	0.80
71.9	2800	0.96	0.94	0.91	0.88	0.84	0.81	0.78
70.9	2900	0.95	0.92	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77
70.1	3000	0.94	0.91	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76
69.2	3100	0.93	0.90	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75
68.4	3200	0.92	0.89	0.86	0.83	0.79	0.76	0.73
67.4	3300	0.91	0.88	0.85	0.82	0.78	0.75	0.72
66.7	3400	0.90	0.87	0.84	0.81	0.77	0.74	0.71
65.7	3500	0.88	0.86	0.82	0.79	0.76	0.73	0.70
64.9	3600	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75	0.72	0.69
64.0	3700	0.86	0.83	0.80	0.77	0.73	0.71	0.67
63.2	3800	0.85	0.82	0.79	0.76	0.72	0.69	0.66
62.4	3900	0.84	0.81	0.78	0.75	0.71	0.68	0.65
61.6	4000	0.83	0.80	0.77	0.74	0.70	0.67	0.64

* 위의 표는 표준 대기조건에 따라 과급기가 장착된 엔진에 적용된다.

다음과 같이 표 6-1을 통해 구할 수 있다.

7. 기관의 배기측면 고려사항

7.1 설치요령

배기계통은 일반적으로 건식과 습식으로 구분되는데, 배기관은 터보차저에 하중을 가하지 않도록 고정되고 지지되어야 하며, 보상기의 설치는 양쪽에서 충분히 축의 운동을 허용해야 한다(그림 7-1). 배기관들은 보상기 뒤에 직접적으로 설치되는데 열응력에 의해 생기는 큰 힘이 배기관에 영향(100℃에서 1m는 약 1.1m로 늘어남)을 끼칠 수 있는 경우에는 추가적으로 보상기를 설치하여야 한다.

배기시스템의 출구는 어느 환경하(바람, 배의 구조)에서도 공기 필터를 통해 엔진으로 들어온 배기가스를 피하는 방향으로 잡아야 한다. 배기출구는 엘보우, 빗물뚜껑, 플랫폼으로 구성되는데 이것은 빗물이 수직으로 배열된 배기 파이프로 들어가지 않게 할 수 있다. 배기관을 통해 해수가 뒤로 흘러가는 것을

피하기 위함이다.

배기가스가 냉각된 후에, 배기시스템에서 응축된 물은 터보차저/엔진으로 흘러 내리지 말아야 한다. 세워지도록 설치된 배기관은 엔진 가까이 물체거 장치, 드레인 장치가 갖추어져야 한다. 또한 소음기는 가장 낮은 위치에 드레인 장치를 갖추어야 한다.

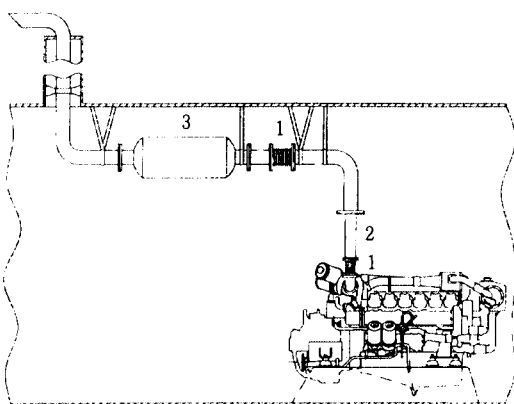
기관실 안에서, 배기관은 작은 열발산을 하기 위해서 단열되어야 하며, 배기관에서의 구조적 소음을 피하기 위해서는, 배기파이프를 유동적으로 설치해야 한다.

두 개 이상의 엔진을 설치할 경우 배기관은 함께 조립되지 말아야 하는데 작동하고 있는 엔진의 배기는 작동되지 않는 다른 쪽의 엔진에서의 심한 부식마모 원인이 되기 때문이다.

7.2 배기장치

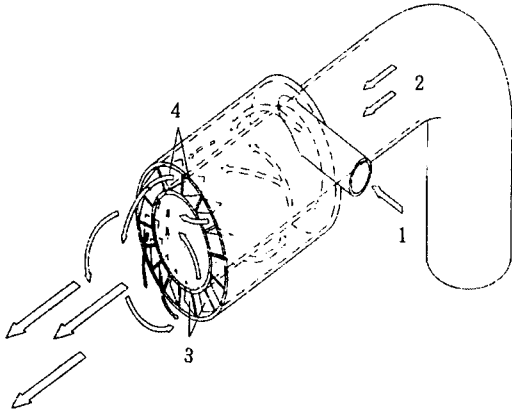
배기관은 수백℃의 높은 배기가스 온도로 가열되기 때문에 안전을 위해서는 배기관은 적절한 방열재를 이용하여 차단되어야 한다. 기관실이 너무 많이 가열되는 것을 막기 위하여 연료 및 윤활유와 반응하지 않는 불연성 방열재가 사용되어진다. 배기가스 배압을 최소화하기 위하여, 급격한 구부림이나 분기관을 피해야 한다. 배기관 관경은 최소 1.5배 이상인 큰 반경으로 구부려야 한다. 소음기가 설치된 경우에는 배기가스 배압이 최대 허용치를 초과하는지 확인해야 한다. 응축수가 배기관에 모이더라도 어떤 경우에서도 엔진내로 들어가는 것은 안된다. 이러한 이유로 긴 배기관이 약간의 각도를 가지고 설치되어 있을 경우에는 배출 장치가 달린 응축수 수집통을 설치해야 한다. 엔진이 깊은 위치에 설치되고 선수측에 있는 배기관 안으로 구부러진 관이 내장하여 배가 기울어지거나 파도가 높을 때 물이 엔진 안으로 역류되는 것을 막을 수 있다.

습식 배기장치는 열교환기 냉각방식과 연결해서만 사용한다. 이 시스템에서는, 열교환기



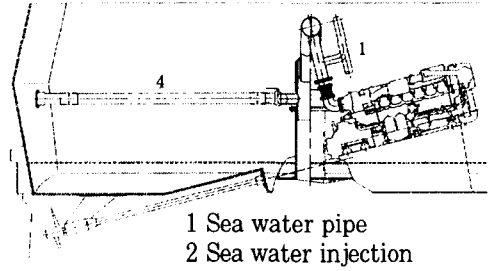
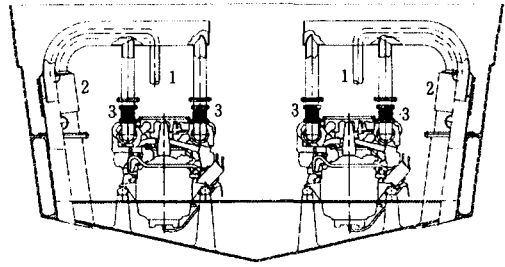
- 1 Compensators
- 2 Y-pipe
- 3 Silencer

그림 7-1 일반적인 선박의 배기계



- 1 Sea water
- 2 Exhaust gas
- 3 Deflectors positioned at an obtuse angle of attack relative to the flow of water
4. Deflectors positioned at a sharp angle of attack relative to the flow of water

그림 7-2 해수분사식 배기파이프



- 1 Sea water pipe
- 2 Sea water injection
- 3 Compensators
- 4 Bypass

그림 7-3 해수분사식 배기계의 예

를 빠져나온 해수가 배기관 안으로 연결되고 시스템의 냉각되지 않는 부분에 대해서만 추가적인 외부단열이 필요하다. 물이 엔진 안으로 역류되는 것을 막기 위하여 아래쪽으로 내려가는 배기관안에 굽힘관이 내장되어야 하고 이 굽힘관은 엔진의 배출구 바로 아래에 취부되어야 한다(그림 7-2,3).

7.3 배기관 보상장치(신축관 BELLOWS)

엔진으로부터 배기관의 중량 및 엔진의 진동을 분리시키는 역할을 하는 배기관 보상장치는 아래의 사항에 유의하여 설치되어야 한다.

- * 배기 시스템 설계시 배기파이프는 배관 중간에 신축관을 장착하여 엔진과 분리되도록 한다.
- * 신축관은 엔진 배기가스 출구의 1.2m (4ft)이내에 설치하여야 한다.

- * 신축관은 아래의 3가지 기본적인 기능을 가지고 있다.
 - 엔진으로부터 배기관의 중량을 분리시킨다.
 - 엔진으로부터 배기파이프로 전달되는 진동을 최소화시키는 역할을 한다.
 - 배기 시스템 부품들의 상대적인 운동을 최소화시키는 역할을 한다.
- * 엔진과 배기시스템 부품의 상대운동 또는 배기파이프 팽창으로 인한 응력으로 부터 엔진 배기매니폴드 또는 터보차저를 보호하는 역할을 한다.
- * 보상기의 내부관은 배기가스에 의한 부식을 방지하고, 보상기의 수명을 연장시키는 역할을 한다. 배기관의 유연성은 재질, 배기구조의 형상, 베로우즈의 층수 등에 따라 달라진다.
- * 배기 시스템의 설계시 배기파이프의 열 팽창으로 인해 주변 부품들에 과다한 응력이 걸리지 않도록 해야 한다.

7.3.1 배기관 보상장치의 설치

온도에 따라 강관의 길이가 팽창하므로 설치시에는 이를 고려하여야 한다.

예) 파이프 길이 2m, 배기 가스온도 500℃일 경우

$$1.1\text{mm} \times 500^\circ\text{C} \times 2\text{m} = 11\text{mm}$$

총 변형량은 11mm로 수축, 팽창을 고려하여 중간값인 5.5mm를 늘려서 설치한다.

신축관 부분의 외관에 장착된 방열제부분의 신축관의 운동을 방해하지 않도록 해야 한다. 또, 신축관 장착시 구부러진 부분이나 어긋난 부분이 없이 파이프에 연결해야 한다.

7.4 허용 배압

배기배압은 엔진의 출력, 연료소모량과 열응

력에 많은 영향을 끼친다(그림 7-4참조). 이와 같이 명시된 출력을 유지하기 위해서, 최대 허용 배기배압은 어느 경우에 있어서도 초과되지 말아야 한다. 최대허용 배기배압은 직접적으로 배기터빈 뒤에 위치한 모든 엔진에서는 최대응력과 정상속도에서 일반적으로 35mbar이다.

배기배압은 배기가스가 배기파이프, 엘보우 보정기(Bellows), 장갑관, 소각로, 소음기, 불꽃피뢰기, 빗물 뚜껑과 굴뚝에서 흐름에 방해받기 때문에 영향을 받는다. 따라서 배기배압을 계산할 때는 모든 저항치들이 고려되어야 한다.

최대 허용 배기배압을 초과할 때 출력저하는 필수적이다. 일반적으로 배기배압이 10mbar를 초과하게 되면 엔진출력은 1.5% 감소시켜야 한다. 위에서 언급된 경우에 있어서도 출력감소는 주어진 한계 내에서 이루어져야 한다. 배기배압은 어느 환경하에서든지 100mbar를 초과해서는 안된다.

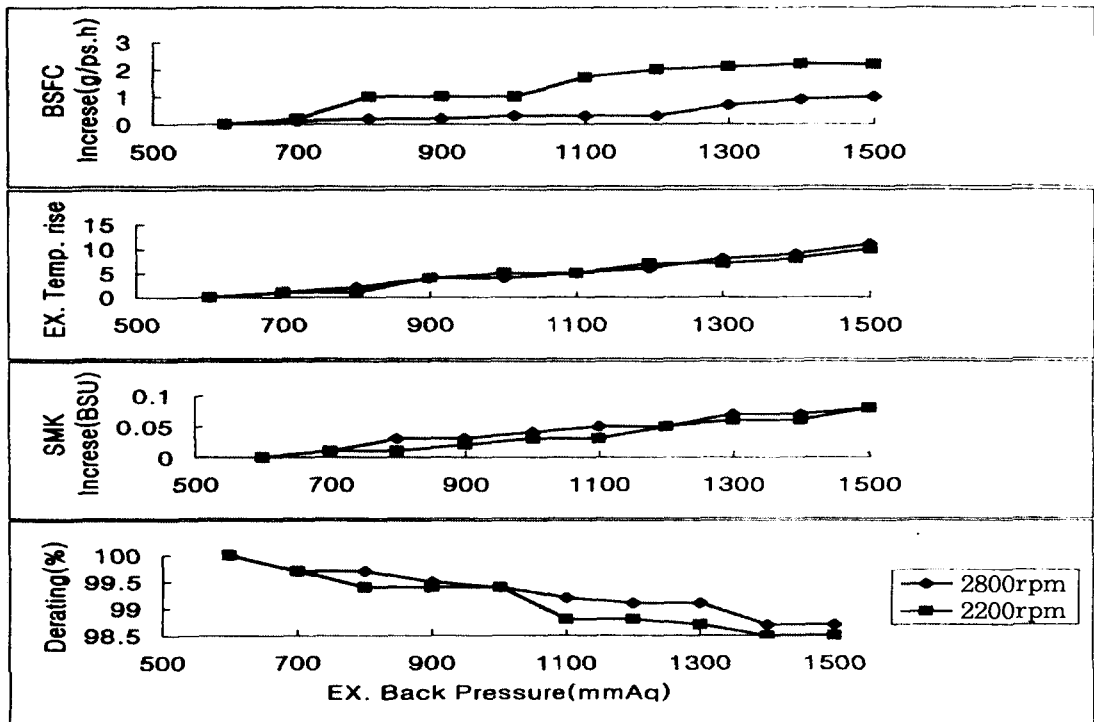


그림 7-4 선박용 6리터급 엔진의 배기배압 시험

배기시스템은 다음 사항을 충분히 고려하여 설치되어야 한다.

- * 배기시스템에서 허용되는 배압을 초과하게 되면, 엔진 실린더 내에서 공기와 연료의 혼합이 완전하게 일어나지 못하므로, 엔진출력이 저하되며, 연료소비가 많아지고 과도한 매연이 발생하게 된다. 이러한 이유로 엔진설치시 배기시스템의 배압을 측정해야하고 필요하다면 한등급 큰 파이프로 재배관하는 것이 필요하다.
- * 터보차저 엔진의 경우 자연흡기식 엔진보다 영향을 덜받지만, 배기시스템에서 배기가스 흐름을 방해하지 않도록 하는 것은 배기관 설치시 필수적인 요소이다.
- * 정상적인 성능을 얻기 위해서는 어떠한 경우라도, 허용되는 배압을 초과해서는

안된다. 일반적으로 선박용 엔진의 경우 파이프 내의 가스유속은 70m/sec 이하의 범위로 하며, 허용 배압범위는 자연흡기식 엔진이 1000mmAq, 터보차저 엔진은 400mmAq이하로 되어 있다.

- * 가능하다면 배기시스템을 설계할 때 처음부터 최대 허용 배압치에 근접하지 않도록 한다. 배기관 직경, 다기관, 소음기 및 파이프 회로의 수 등은 새로운 엔진일 경우 최대치의 75%가 넘지 않도록 선택해야 한다.
- * 배기배압은 배기파이프의 크기와 개수, 신축관, 소음기, 굽힘부와 연결부의 형상, 물 분사울 등에 의해 영향을 받는다. 따라서 배압 계산시에는 이 모든 저항들을 고려해야 한다.

표 7-1. 배기가스의 유량(kg/h)과 직선 파이프의 직경(mm)에 대한 파이프 1m당 평균배압(mmAq)

배기가스 유량(kg/h)	직 경(mm)						
	80	100	120	140	160	180	200
200	6	2	3	-	-	-	-
300	14	4	3	1	-	-	-
400	25	8	3	1	1	-	-
500	39	12	5	2	1	-	-
600	56	17	6	3	1	1	-
700	76	23	9	4	2	1	1
800	99	30	12	5	3	1	1
900	126	38	15	6	3	2	1
1000	155	47	18	8	4	2	1
1100	188	57	22	10	5	3	2
1200	223	68	26	11	6	3	2
1300	-	80	30	13	7	4	2
1400	-	93	35	16	8	4	2
1500	-	107	40	18	9	5	3
1600	-	121	46	20	10	5	3
1700	-	137	52	23	11	6	4
1800	-	153	58	26	13	7	4
1900	-	171	65	29	14	8	4
2000	-	189	72	32	16	8	5
2100	-	201	79	35	17	9	5
2200	-	229	87	38	19	10	6
2300	-	-	95	42	21	11	6

배기가스 유량(kg/h)	직 경(mm)						
	80	100	120	140	160	180	200
2400	-	-	104	46	22	12	7
2500	-	-	112	50	25	13	8
2600	-	-	122	54	26	14	8
2700	-	-	131	58	29	15	9
2800	-	-	141	62	31	16	9
2900	-	-	151	67	33	18	10
3000	-	-	162	71	35	19	11
3100	-	-	173	76	38	20	11
3200	-	-	184	81	40	21	12
3300	-	-	196	86	42	23	13
3400	-	-	203	92	45	24	14
3500	-	-	220	97	48	26	15
3600	-	-	-	103	50	27	15
3700	-	-	-	108	53	29	16
3800	-	-	-	114	56	30	17
3900	-	-	-	120	59	32	18
4000	-	-	-	127	62	33	19
4100	-	-	-	133	65	34	20
4200	-	-	-	140	68	36	21
4300	-	-	-	146	71	37	22
4400	-	-	-	152	74	38	23
4500	-	-	-	159	77	40	24

* 배기배압이 100mmAq 초과시 엔진 출력은 1.5%씩 감소하고, 250mmAq 초과시 마다 연료 소비량이 0.8% 정도 증가한다. 엔진 제원표에 표시되어 있는 출력은 주어진 배압 한계값을 초과하지 않았을 경우에만 적용된다.

* 습식 배기시스템은 가스 흐름내의 증기나 분사되는 물로 인하여 건식 배기시스템보다 일반적으로 배압이 높다.

보통 습식 배기시스템의 배압은 건식 배기시스템으로 계산한 값에 2배를 한다.

배압의 한계치는 건식이나 습식이 동일하다. 습식 배기시스템의 경우 한계값에 맞추기 위해 건식보다 일반적으로 파이프의 크기가 크다.

총배압 ΔP 는 아래와 같이 계산된다.

$$\Delta P = (\Delta pR \times L) + (\Delta pK \times nK) + \Delta pS$$

ΔpR : 파이프 1m당 배압(표 7-1)

L : m로 나타낸 파이프 길이
 ΔpK : 90° 다기관 당 배압(표 7-2)
nK : 다기관 수
 ΔpS : 소음기의 배압

7.5 배기소음기

배기소음을 감쇄하기 위해서, 흡수나 굴절 혹은 두가지가 결합된 소음기를 사용한다. 부적합한 소음기의 사용은 공명의 원인이 된다. 일반적으로 배기소음기가 충분한 감쇄효과를 얻기 위하여 배기라인의 끝에 설치된다. 만약 환경규제 소음치가 필요하다면 높은 감쇄가 필요하다. 이 경우에는 작은 저장치들을 얻기 위하여 여러 개의 흡수라인이 장치된다.

표 7-2. 배기가스의 유량(kg/h)과 90°엘보우(R/d=1.5) 직경(mm)에 대한 파이프 1m당 평균배압(mmAq)

배기가스 유량(kg/h)	직 경(mm)						
	80	100	120	140	160	180	200
200	6	3	1	1	-	-	-
300	14	6	3	2	1	-	-
400	24	10	5	3	2	1	-
500	38	16	8	4	3	2	1
600	55	23	11	6	4	2	2
700	75	31	15	8	5	3	2
800	98	40	19	11	6	4	3
900	123	51	25	13	8	5	3
1000	152	62	30	16	10	6	4
1100	184	76	36	20	12	7	5
1200	219	89	43	23	14	9	6
1300	-	106	51	28	16	10	7
1400	-	122	59	32	19	12	8
1500	-	141	68	37	22	13	9
1600	-	160	77	42	24	15	10
1700	-	180	87	47	28	17	11
1800	-	202	98	53	31	19	13
1900	-	-	109	59	34	22	14
2000	-	-	120	65	38	24	16
2100	-	-	133	72	42	26	17
2200	-	-	146	79	46	29	19
2300	-	-	159	86	50	31	21

배기가스 유량(kg/h)	직 경(mm)						
	80	100	120	140	160	180	200
2400	-	-	173	94	55	34	23
2500	-	-	188	102	60	37	24
2600	-	-	204	110	65	40	26
2700	-	-	-	118	69	43	28
2800	-	-	-	127	75	47	31
2900	-	-	-	137	80	50	33
3000	-	-	-	146	86	54	35
3100	-	-	-	156	91	57	37
3200	-	-	-	166	97	61	40
3300	-	-	-	177	104	65	42
3400	-	-	-	188	110	69	45
3500	-	-	-	199	117	73	48
3600	-	-	-	210	123	77	50
3700	-	-	-	222	130	81	53
3800	-	-	-	-	137	86	56
3900	-	-	-	-	145	90	59
4000	-	-	-	-	152	95	62
4100	-	-	-	-	159	100	65
4200	-	-	-	-	166	105	68
4300	-	-	-	-	174	110	71
4400	-	-	-	-	181	114	73
4500	-	-	-	-	198	119	76