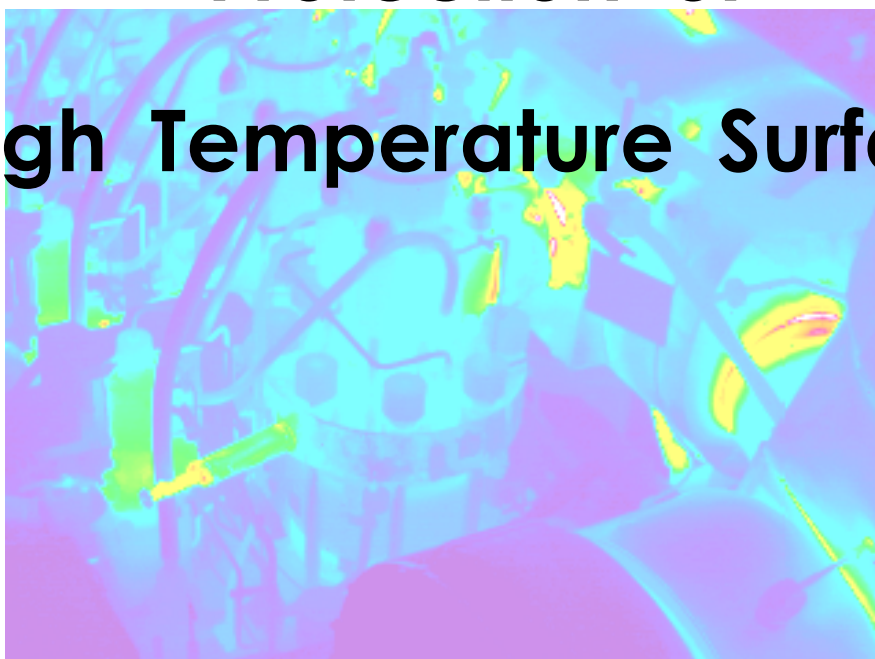


TECHNICAL INFORMATION

Protection of High Temperature Surface



No. : 2003013/IMO

October 2003

Korean Register of Shipping

머리말

선박의 화재사고는 해난사고 중 15%정도로 그 빈도는 낮다고 볼 수 있으나 해난사상 많은 희생자를 발생시킨 것으로 미루어볼 때 해상에서 인명안전에 직접적으로 영향을 미치는 중대한 사고라 볼 수 있다. 이에 따라 해상안전인명협약(SOLAS)에서는 그간 사고의 경험 및 분석 등을 바탕으로 많은 규정을 개정하여 왔고 최근 들어 화재사고 발생률이 약간 감소한 것으로 미루어볼 때 어느 정도의 기여는 하였다고 판단할 수는 있다. 그러나 인적요소를 제외한다하더라도 기관실에서의 화재사고가 현격히 줄어든 것은 아니며, 아직도 잠재적인 요소가 남아있다고 판단된다.

따라서 SOLAS에서 요구하는 요건이 선박에 얼마나 충실히 시행되고 있는지 그리고 현존선에서의 유지보수가 적절히 되고 있는가를 검증하기 위하여 선박에 승선하여 점검하여보았다. 문서에서 보는 바와 같이 현존선은 물론 건조된 지 불과 5년 정도의 선박에도 몇 가지 문제점을 갖고 있으므로 이러한 내용들을 정리하여 배포함으로서 신조시 기관제조사 또는 조선소 담당자가 유념하여야 할 부분, 현존선에서의 적절한 유지보수를 위하여 담당감독 및 선박의 책임사관이 유념하여야 할 부분들을 정리한 것으로 실무에 많은 도움이 되었으면 한다.

이 문서를 작성하기 위하여 실선 계측을 위하여 협조하여주신 (주)포스의 관계자 및 해당선박의 선장/기관장님께 감사를 드립니다.

이 문서에서 설명하고 있는 내용에 대한 의문이나 수정 또는 개선되어야 할 부분이 있을 경우에는 아래의 담당자에게 연락바랍니다.

담당자: 김만응 배관팀장

Tel : 042-869-9442

Fax. : 042-862-6016

E-mail : mekim@krs.co.kr

김정훈 배관팀 선임검사원

Tel : 042-869-9454

Fax. : 042-862-6016

E-mail : jhokim@krs.co.kr

이경우 배관팀 선임검사원

Tel : 042-869-9450

Fax. : 042-862-6016

E-mail : kwolee@krs.co.kr

1. 개요

이 Technical Information은 화재의 3요소(Fire Triangle)중의 열원(Heat)에 관한 2000 SOLAS Reg.II-2/4.2.2.6에 대한 요건에 대하여 실선의 계측결과를 정리한 것으로, 이 요건은 2000 SOLAS에 새로운 규정으로 적용된 것이 아니라 단지 고온부의 정의만이 추가된 것이므로 해당 요건은 신선/현존선 모두 적용되는 요건이다. 이 문서의 목적은 기관실에 존재하는 열원이 완벽하게 보호되도록 하기 위한 정보를 제공하는 것이다.

2. 고온표면의 보호(Protection of high temperature surfaces)

2.1. 일반사항

2000 SOLAS Reg.II-2/4.2.2.6에서는 연료유계통의 손상으로 인하여 영향을 받을 수 있는 220℃를 초과하는 온도를 가지는 모든 표면은 적절히 방열될 것을 요구하고 있다. 일반적으로 기관실에 220℃를 초과하는 고온부는 아래와 같다.

2.1.1. 배기관

내연기관의 종류에 따라, 기관의 부하에 따라 배기가스 온도는 어느 정도의 차이를 보이거나 통상 350℃정도에서 500℃ 사이이다. 따라서 전형적인 고온부로 취급되며 대부분 방열을 시공하게 된다.

2.1.2. 증기관

일반적으로 선박에 사용되는 보조 보일러는 7~10kg/cm²의 압력에서 포화증기(Saturated Steam)를 사용하게 되며 이때의 온도는 최대 180℃정도이다. 이러한 증기관은 뜨거운 표면(Hot Surface)으로는 취급되나 고온부(High Temperature Surface)로는 취급되지 않으므로 방열을 해야 하는 강제적인 요건은 적용되지 아니하나 열손실을 방지하기 위하여 방열을 하는 것이 통례이다.

그러나 대형유조선이나 액화가스운반선과 같은 경우 추진용 터빈(Turbine), 터빈발전기(Turbo generator) 또는 화물펌프 구동용 터빈을 사용하는 경우의 주 보일러는 과열증기(Superheated steam)를 사용하게 되고 이러한 과열증기관의 온도는 500℃를 상회하게 된다. 따라서, 과열증기관은 표면은 고온부로 취급되며, 표면온도가 220℃가 넘지 않음이 증명되어야 한다.

3. 조사결과 - 신선(New Ship)의 경우

최근에 건조되거나 건조 완료단계인 선박의 계측결과 일반적으로 방열상태는 매우 양호한 것으로 나타났다. 그러나 아래와 같이 시공에 약간의 문제점을 발견하였고 그 부분의 온도는 아래의 계측결과에서 보는 것과 같이 예상보다 높은 온도를 나타내었다. 온도분포에 대한 그림은 열화상 카메라로 계측한 것을 왼쪽에 배치하였고, 실선설치는 오른쪽에 배치하였다. 다만 그림 중 좌우가 정확하게 일치하지 않은 부분이 있음을 참조하기 바란다.

3.1. 배기가스 매니폴드(Exhaust gas manifold)

신선의 경우 배기가스 매니폴드는 거의 완벽하게 시공되어 있었다. 일반적으로 배기가스 매니폴드의 경우에는 Glass Fabric 형식으로 방열사공을 하며 외부는 유분을 흡수하지 않도록 강 또는 이와 유사한 재질로 보호되어 있다. 그림 1에서 보는 바와 같이 매니폴드 자체는 완벽하게 단열시공되어 기관의 전부하시에도 표면온도가 100℃를 넘지 아니하였다. 그러나 보는 바와 같이 지지대 부분의 일부가 220℃를 상회하는 부분이 발견되었다. 이것은 매니폴드의 본체의 열이 지지대로 열전달되면서 노출부의 일부가 고온부로 되는 것이 계측되었다.

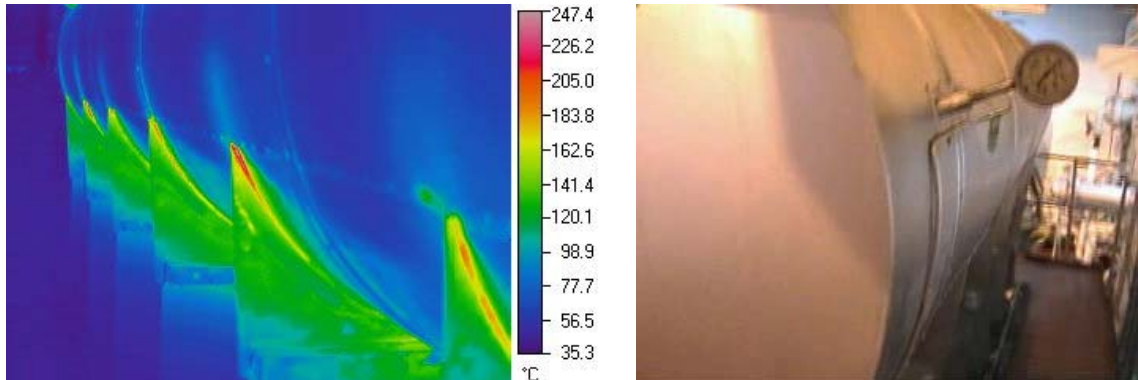


그림 1. 주기관의 배기가스 매니폴드

3.2. 배기관장치(Exhaust gas piping)

이 부분이 문제가 가장 많은 것으로 계측되었다. 터보차저와 매니폴드사이, 기관과 매니폴드 사이에는 배기가스의 맥동압 또는 진동으로부터 관련 장치를 보호하기 위하여 신축이음(Expansion Joint)을 사용하게 되는데, 이 부분은 수리를 위하여 떼어낼 수 있는 방열설비를 갖추게 되고 특히 이 부분은 방열시공방향이 변하게 되는 위치로서 완벽한 시공이 어렵다. 따라서, 시공 상의 오류로 인한 고온부가 발견되었다. 아래의 그림 2 및 그림 3에서 보는 바와 같이 신축이음부분은 방열 시공은 되었으나 시공방향의 불연속부는 고온으로 노출되어 있다.

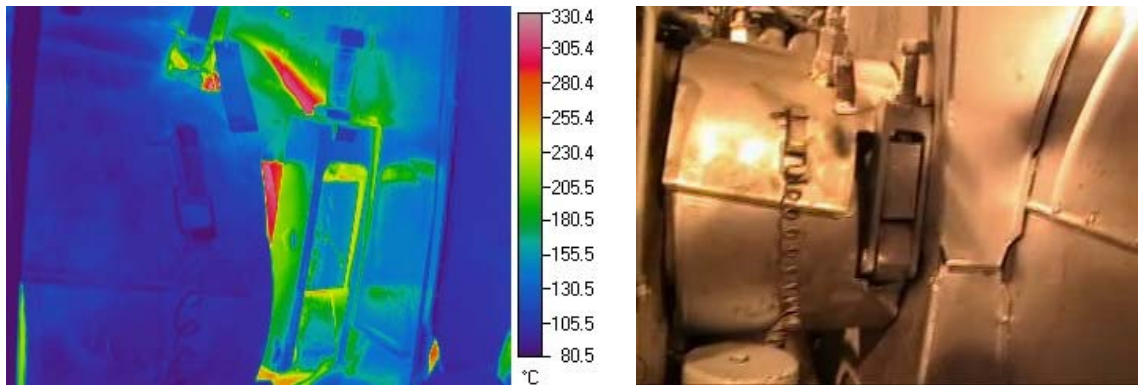


그림 2. 주기관과 배기가스 매니폴드사이의 신축이음부

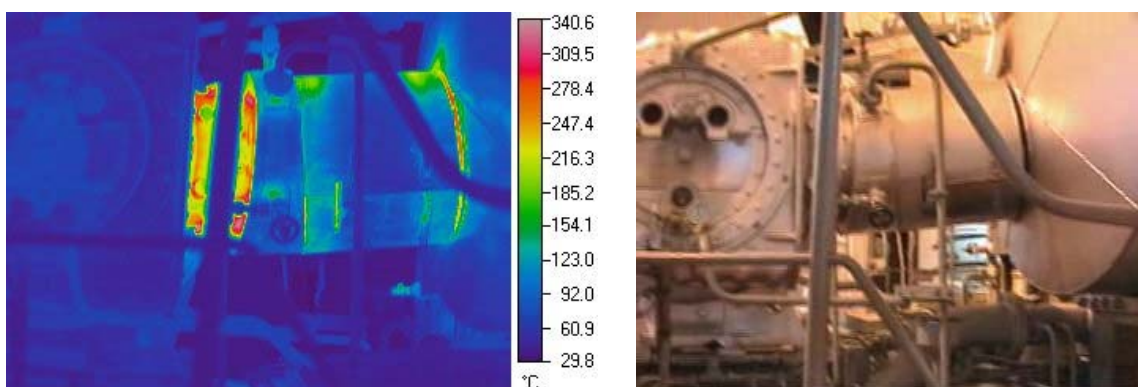


그림 3. 터보차저와 배기가스 매니폴드사이의 신축이음부

3.3. 터보차저(Turbo Charger)

주기관의 터보차저는 수냉각 방식인 경우가 대부분이므로 이러한 냉각효과에 의하여 표면온도가 약 80℃ 정도로 계측되었다. 이 경우 터보차저에는 방열시공이 필요없다. 그러나 그림 4 및 그림 5에서 보는 바와 같이 발전기용과 같이 중소마력의 기관의 경우 터보차저는 건식을 채택하고 이 경우 완벽한 보온조치가 이루어지지 않음을 알 수 있다.

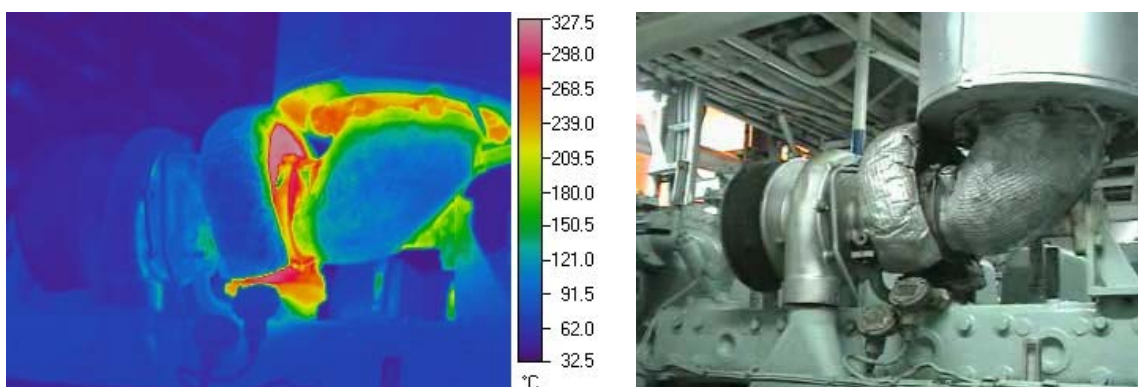


그림 4. 발전기관의 터보차저 주위의 방열부

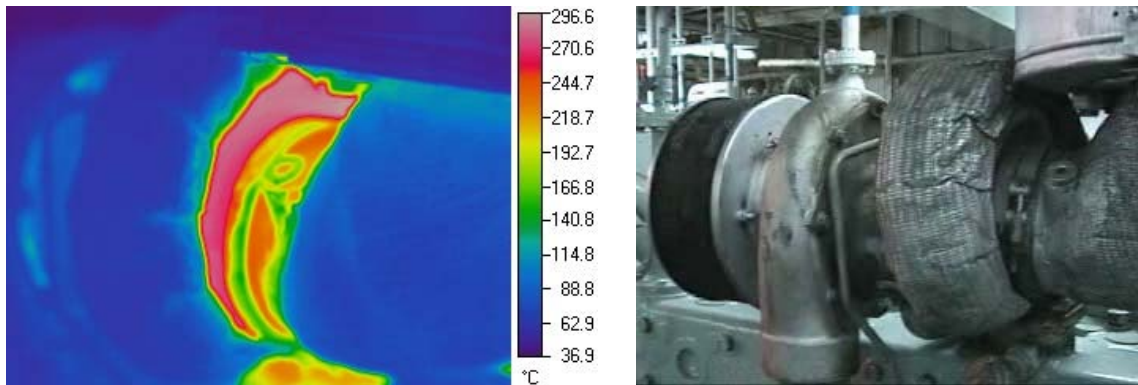


그림 5. 발전기관의 터보차저 방열부(Close Up)

3.4. 보일러 연소부(Boiler Burning furnace)

보일러 본체는 방열이 완벽하게 시공되어 있었다. 연소중에도 그림 6 및 그림 7에서 보는 것과 같이 고온부는 거의 계측되지 않았으며 단지 검사구멍(Peep Hole)만 220℃가 약간 상회하는 것으로 계측되었다.

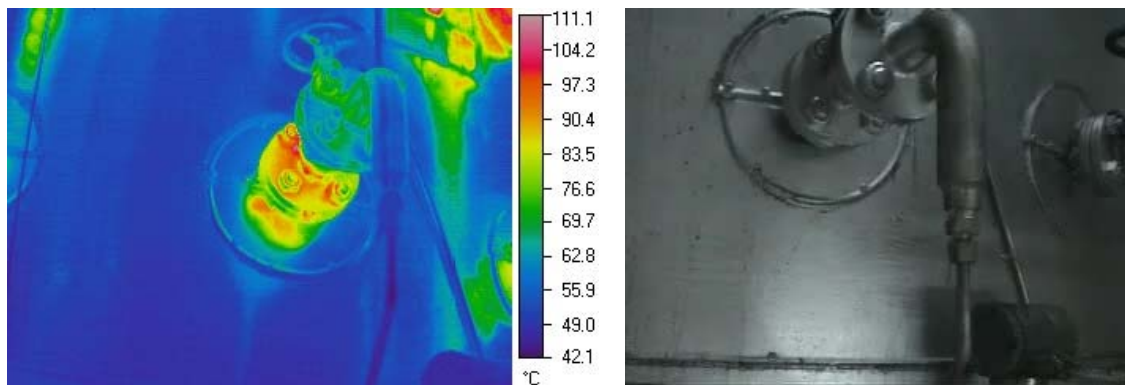


그림 6. 보일러 공급수 밸브 주위

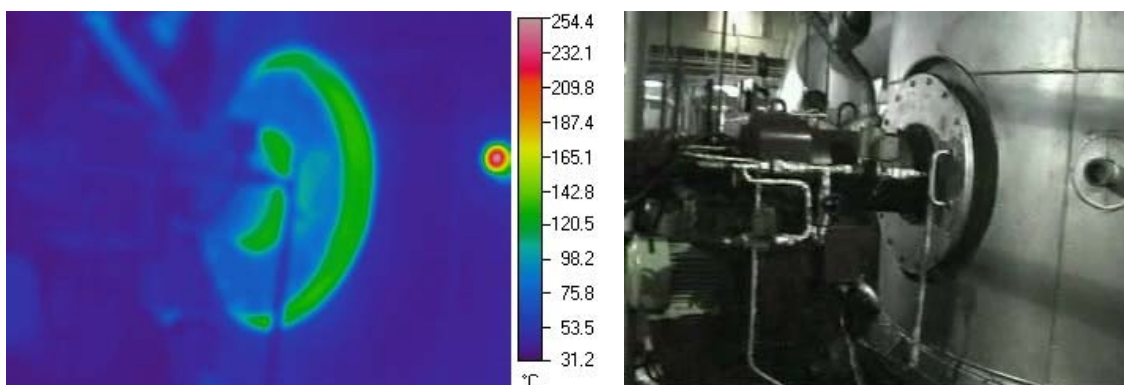


그림 7. 보일러 버너주위

3.5. 과열증기관장치(Superheated steam piping system)

과열증기관장치 또한 큰 문제는 없었다. 직관 중에 설치된 글로브 밸브주위는 방열시공이 잘되어 있으나 다음 그림 8 및 그림 9에서 보는 바와 같이 방열이 불연속하게 시공되는 앵글밸브 주위 또는 일부 밸브의 노출된 플랜지 부위가 고온부로 계측되었다.

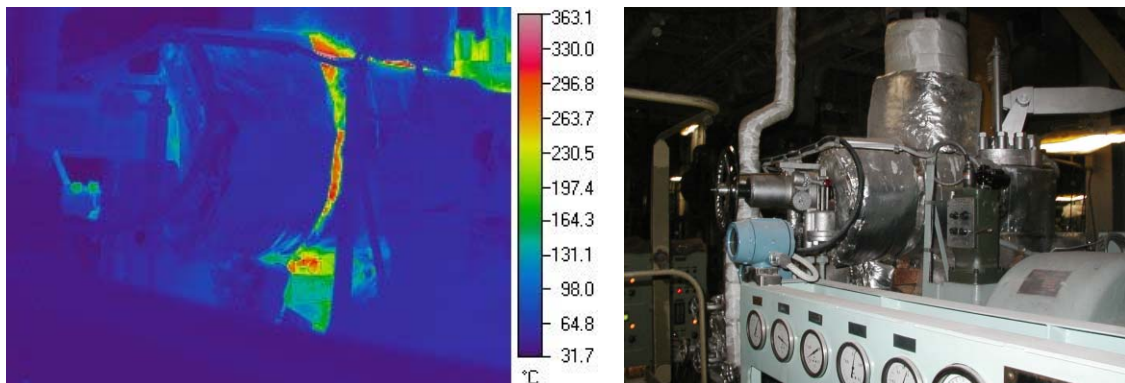


그림 8. 과열증기 앵글밸브 주위

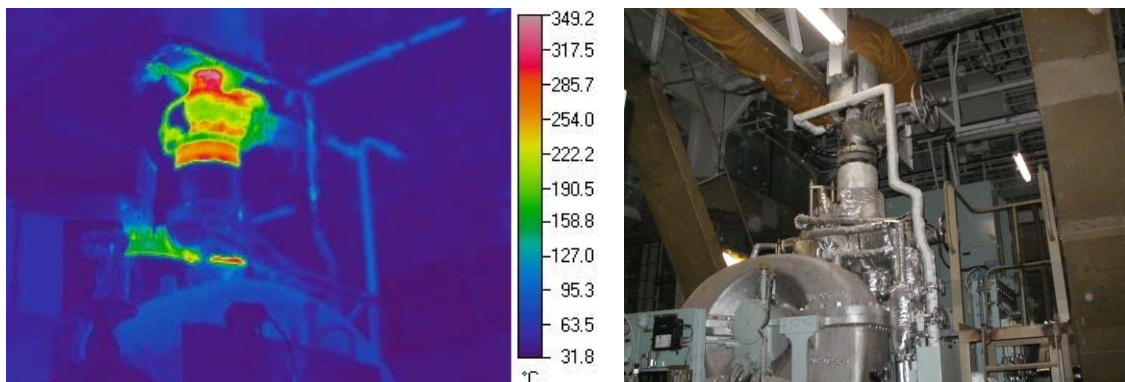


그림 9. 과열증기밸브의 플랜지 노출부위

3.6. 기타 고온부

내연기관 주위는 일반적으로 고온부가 발견되지 않았다. 전반적으로 기관의 상부는 실린더 자켓 냉각수 온도와 유사한 온도분포를 보였으며 연료유 펌프 및 노즐 주위는 연료유 온도와 당연히 비슷한 온도를 나타냈다. 다만 아래의 그림 10에서 보는 바와 같이 테스트 콕 일부분만 약 200℃정도로 관찰되었다. 이 부분은 환경이 변화하는 불연속부분으로 방열재로 충분히 보호하지 못하기 때문이다.

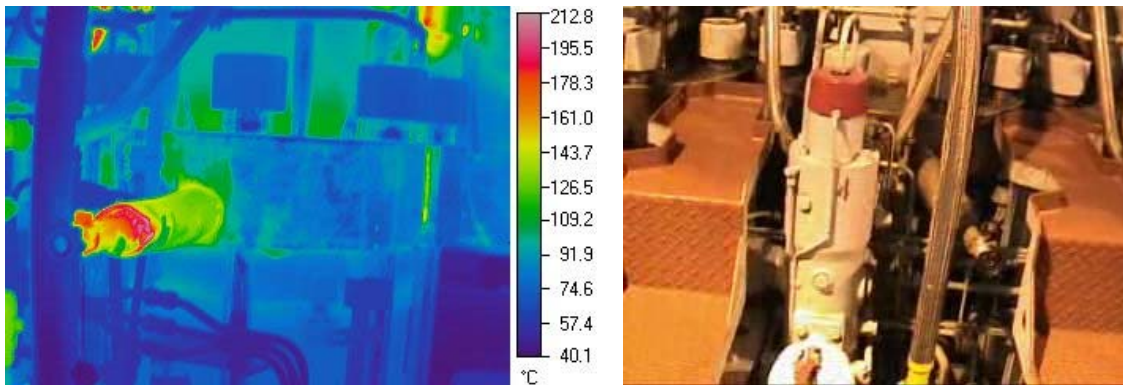


그림 10. 주기관 상부의 온도분포

4. 조사결과 - 현존선(Existing ship)의 경우

건조된 후 10년 이상 경과된 선박의 조사결과 일반적인 경향은 신선과 비슷한 형태를 보였다. 그러나 위의 3에서 언급한 이외의 유지보수 불량으로 인한 문제점이 추가로 발견되었으며 그 경우는 다음과 같다.

4.1. 배기가스 매니폴드(Exhaust gas manifold)

그림 11은 배기가스 매니폴드의 측부 접합부가 진동 및 열화로 인하여 탈락한 경우를 보여주고 있으며, 그림 12는 터보차저 입구측 신축이음의 수리작업 후 방열조치를 취하지 않고 방치한 경우를 보여주고 있다.



그림 11. 배기가스매니폴드 측부 탈락

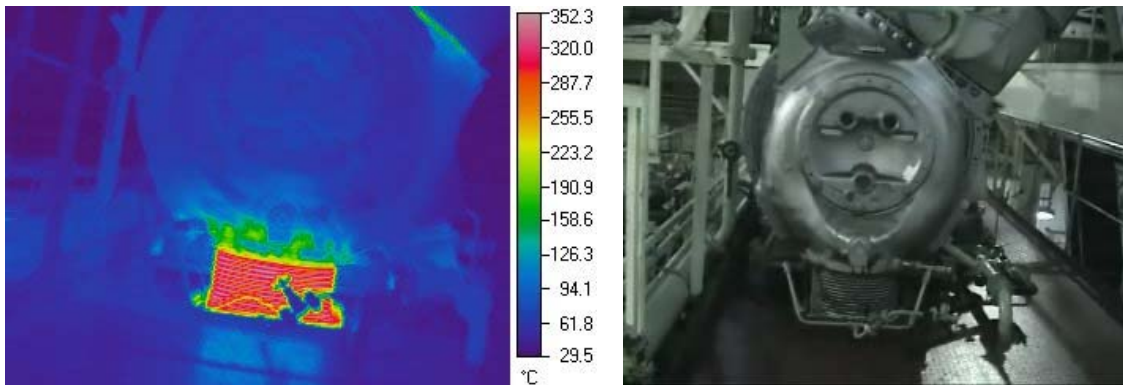


그림 12. 주기관 터보차저 입구측 배기관 노출부

5. 결론

이 Technical Information은 기관실에 존재하는 고온부에 대한 조사를 정리한 것이다. 조사 결과 기관실의 많은 부분에서 고온부가 존재하는 것이 발견 되었다. 이러한 고온부는 방열 시공상의 오류로 인해 발생하는 것으로 판단된다. 여기서는 방열시공 및 방열의 유지보수 시에 주의하여야 할 사항에 대해 설명한다.

5.1. 신선의 방열시공

5.1.1. General

선박에 사용되는 방열시공은 다양한 형태가 존재할 수 있다. 이번에 실시한 조사에서 발견된 문제점을 해결하기 위해서는 아래의 그림 13과 같이 방열재의 불연속부가 생기지 않도록 시공하여야 한다. 이 사항은 조선소 및 엔진제조사 모두에게 해당하는 사항이므로, 주의가 필요하다.

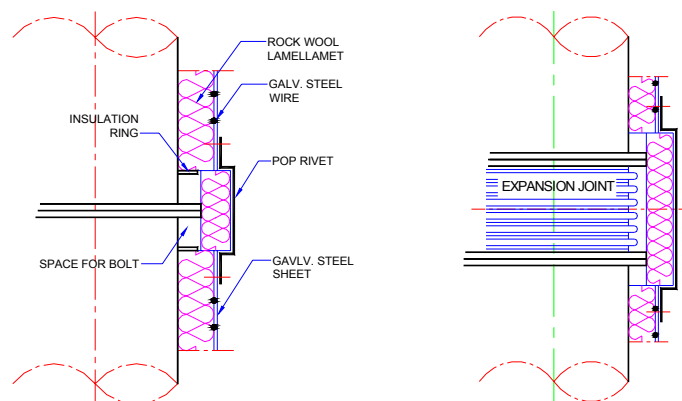


그림 13. Insulation method on flanged part and compensator part

5.1.2. Exhaust gas piping

배기관장치는 선박에서 사용되는 관 중에서 가장 큰 관에 속하고, 방열재의 불연속부가 가장 많이 발생할 수 있는 부분이다. 특히, 터보차저의 입구부와 출구부, 엔진 실린더와 배기가스 매니폴드 또한 방열재의 불연속부가 많이 발생한다.

이러한 부분에 대해서는 그림 14에 나타난 바와 같이 방열재의 불연속부가 발생하지 않도록 주의하여야 한다.

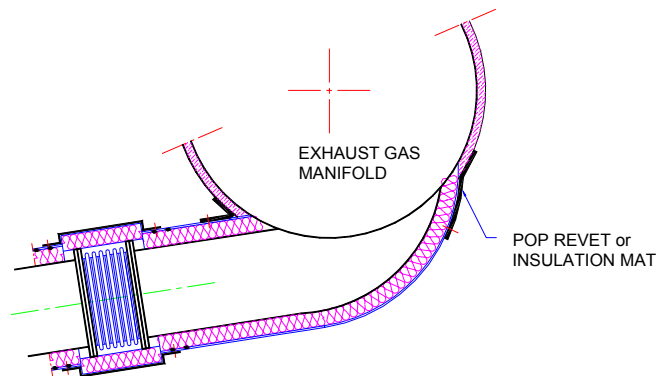


그림 14. Insulation practice of dis-continuous part

5.1.3. Exhaust gas manifold

터보차저를 포함하여 배기관장치에 대해 불연속부가 발생하지 않도록 방열시공을 한다고 하더라도, 배기가스 매니폴드의 지지부의 노출부에 주의하여야 한다. 배기가스 매니폴드의 지지부는 배기가스 매니폴드의 본체에 직접 연결되어 있기 때문에 열전달에 의해 배기가스로부터 직접 가열되는 것과 동일하다. 따라서, 추가의 방열시공을 하는 등의 고려가 필요하다.

5.1.4. Exhaust gas turbo charger

습식 터보차저의 경우에는 별도의 방열시공이 필요하지 않을 수 있지만, 건식 터보차저의 경우에는 고온부의 노출이 확인되었으므로, 완전하게 방열시공이 이뤄져야 한다.

5.1.5. Indicator cock

테스트 콕의 경우에는 관의 호칭지름이 변화하는 부분에서 고온부가 노출되는 것이 확인되었으므로, 이 부분은 방열재가 연속적으로 연결될 수 있도록 사공하여야 한다.

5.1.6. Superheated steam pipe

과열증기관 또한 방열재의 불연속부가 발생하지 않도록 시공하여야 하며, 과열증기관은 선박에서 사용되는 가장 온도가 높은 관이므로, Pot Rivet 또는 Finish Insulation 등과 같은 특별한 고려가 필요하다.

5.2. 현존선의 유지보수시의 유의사항

5.2.1. Inspection and Maintenance

현조선의 경우에는 방열재가 유효하게 유지되고 있는지를 주기적으로 점검하여야 한다. 특히 진동이 발생하는 부위에 설치된 방열재는 내부 재료가 파손되었는지를 적절한 방법으로 점검하여야 한다. 실제 선박의 경우 주기관 터보차저 주위의 수직으로 배치된 배기관외의 경우 내부재가 파손되어 하방으로 쏠려 상방에 고온부가 계측되었으므로 육안으로 확인하는 이외에 test hammer 등으로 내부재를 관찰 할 필요가 있다. 만일, 유지보수를 위해 방열재를 제거하였다가 다시 설치할 경우에는, 아래의 항목을 참고하여 방열재가 정확하게 설치되는지를 점검하여야 한다.

- (1) 통상적으로 진동의 영향을 받게 되는 부분
- (2) 배기관장치의 불연속부
- (3) 발전기 엔진의 배기관장치와 터보차저
- (4) 기타 방열재의 부정확한 설치가 의심되는 부위