

해설논문

선박의 냉매 사용 현황 Status of use of refrigerants in ship



황 병 봉
Byeng-Bong Hwang
· (주)오운알투텍 대표
· ourn2tech@naver.com



윤 정 인
Jung-In Yoon
· 부경대학교 교수
· yoonji@pknu.ac.kr



손 창 효
Chang-Hyo Son
· 부경대학교 교수
· sonch@pknu.ac.kr



전 민 주
Min-Ju Jeon
· 부경대학교 대학원
· mini7970@naver.com

1. 서 론

‘키갈리협약’은 프랑스 파리협약의 후속조치로써 HFC 사용 및 배출을 단계적으로 금지하는 협약이다. 이와 같은 국제협약에 의해 우리나라도 단계적으로 HFC냉매를 줄여나가는 노력을 기울여야만 하는 단계에 들어서 있다.

제 1그룹에 속하는 우리나라 등 개발도상국 100여 개국은 2024년에 HFC 감축을 시작해 2029년까지 2020~2022년 수준보다 10%로 감축하고 2035년까지 30%, 2040년까지 50%, 그리고 2045년까지 80%를 감축해야 하는 의무를 지닌다.

즉 이제는 그룹별 냉매 규제가 결정되고 이에 따라 실행계획을 세워 현재 보급되어 있는 냉매를 적절하게 관리해야 하는 단계이다. 냉동공조 분야에 많이 사용되고 있는 프레온 가스는 지구 온난화지수가 높은 물질이므로, 선진국을 중심으로 냉동기나 공조기를 수리하거나 폐기할 때 회수하여 재사용하거나 완전 폐기하는 방안을 시행하

고 있다. 우리나라도 이 부분에 대해 일부 시행중에 있으나 현장에서는 널리 지켜지고 있지는 않은 실정이다.

냉동설비를 갖춘 신규 선박이나, 기존 선박의 수리 경우에도 규제 대상 냉매를 사용할 수 없고, 대체 냉매를 사용해야 한다. 그러나 현실적으로 선박의 경우 특히 수리의 경우는 그 실태를 파악하기가 굉장히 힘들어 이에 대한 통계나 실태가 알려져 있지 않은 실정이다.^{1,2)}

따라서 본고에는 신조선 및 기존 선박의 수리에 사용되는 냉매량을 조사 및 분석하여, 이에 대한 기초 자료와 실태현황에 관한 자료를 제시하고자 한다.

이를 위해, 우선 선박 오염물질 배출 관련 법규를 조사하고, 선박 주요 제조사의 냉매 연간 사용량과 선박 종류별 사용 냉매량을 조사 및 분석한다. 그런 후 선박의 제작 단계 (신조), 사용 단계 (유지보수)에 대한 냉매 처리 현황을 조사 및 분석한다.

2. 선박 오염물질 배출 관련 법규

선박 소유자는 선박의 디젤기관에서 대기오염 물질을 배출할 경우에는 배출허용기준을 준수해야 하며, 다음의 2가지 즉 1) 대기오염물질 배출 방지·감축 설비의 설치의무와 2) 오존층파괴물질의 배출규제가 선박 오염물질 배출 규제와 관련된 법규이다.

Table 1 HFC reduction target(Kigali convention)³⁾

| | A5 Group 1 | A5 Group 2 | A2 |
|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Baseline | 2020 ~2022 | 2024 ~2026 | 2011 ~2013 |
| Formula | Average HFC consumption | Average HFC consumption | Average HFC consumption |
| HCFC | 65% baseline | 65% baseline | 15% baseline |
| Freeze | 2024 | 2028 | - |
| 1st step | 2029 - 10% | 2032 - 10% | 2019 - 10% |
| 2nd step | 2035 - 30% | 2037 - 20% | 2024 - 40% |
| 3rd step | 2040 - 50% | 2042 - 30% | 2029 - 70% |
| 4th step | | | 2034 - 80% |
| Plateau | 2045 - 80% | 2047 - 85% | 2036 - 85% |

2.1 대기오염물질 배출방지·감축 설비의 설치 의무

선박 소유자는 「선박에서의 오염방지에 관한 규칙」 별표 19에 따른 선박에 대기오염물질의 배출 방지 또는 감축 설비를 선박에 설치해야 합니다(「해양환경관리법」 제41조 제1항).

여기에서 말하는 대기오염물질이란 ① 「오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규제 등에 관한 법률」 제2조제1호에 해당하는 오존층파괴물질, ② 탄화수소류 중 기름 및 유해액체물질로서 「대기환경보전법」 제2조제10호에 해당하는 휘발성유기화합물, ③ 「대기환경보전법」 제2조 제1호의 대기오염물질을 말합니다(「해양환경관리법」 제2조 제13호).

「오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규제 등에 관한 법률」 제2조제1호

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2008.1.17.>

① "특정물질"이란 「오존층 파괴물질에 관한 몬트리올 의정서」(이하 "의정서"라 한다)에 따른 오존층 파괴물질 중 대통령령으로 정하는 것을 말한다.

「대기환경보전법」 제2조 제10호

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2007.1.19., 2008.12.31., 2012.2.1., 2012.5.23., 2013.4.5., 2015.12.1.>

10. "휘발성유기화합물"이란 탄화수소류 중 석유화학제품, 유기용제, 그 밖의 물질로서 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 것을 말한다.

2.2 오존층파괴물질의 배출규제

누구든지 선박으로부터 오존층파괴물질(「오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규제 등에 관한 법률 시행령」 제2조 제1항 및 별표 1)을 배출(선박의 유지보수 또는 장치·설비의 배치 중에 발생하는 배출을 포함한다)해서는 안 됩니다. 다만, 오존층파괴물질을 회수하는 과정에서 누출되는 경우는 제외합니다(「해양환경관리법」 제42조 제1항).

「오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규제 등에 관한 법률」 제2조 제1호 제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <개정 2008.1.17.>

1. "특정물질"이란 「오존층 파괴물질에 관한 몬트리올 의정서」(이하 "의정서"라 한다)에 따른 오존층 파괴물질 중 대통령령으로 정하는 것을 말한다.

「오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규제 등에 관한 법률」 별표 1

선박의 소유자는 오존층파괴물질이 포함된 설비를 선박에 설치해서는 안 됩니다(「해양환경관리법」 제42조 제2항).

이에 위반하여 오존층파괴물질이 포함된 설비를 선박에 설치한 경우에는 500만원의 과태료를 부과받게 됩니다(「해양환경관리법」 제132조, 「해양환경관리법 시행령」 제98조 및 별표 19).

3. 선박 냉매의 사용 현황

3.1 신규 선박

3.1.1 주요 제조사별 냉매 사용량

2014년을 기준으로 국내의 8개 주요 선박 제조사별 냉매 사용 현황을 살펴보면 Fig. 1과 다음과 같다. 그 내용을 살펴보면, 우선 한진 중공업이 3,603.55 kg으로 가장 많은 냉매를 선박에 사용하고 있으며, 반면에 대한조선이 68.1 kg으로 가장

적은 냉매를 사용하는 것으로 나타났다. 이는 신규 선박을 수주한 양과 수주한 선박의 크기에 좌우되는 것으로, 한진중공업은 2014년을 기준으로 선박 수주량이 많았던 것으로 판단된다. 그리고 신규 선박에는 R407C, R134a, R404A, R507 등의 냉매가 주로 사용되었는데, 이는 기존 단일 냉매인 R22 등이 사용 규제 대상 물질이기 때문에 R407C, R404A, R507 등의 혼합냉매를 주로 사용한 것으로 사료된다. 우리나라 3대 조선사에서 사용한 총 냉매사용량은 7,678 kg으로, 8개 주요 조선사의 전체 냉매사용량의 52.3% 정도를 차지하는 것으로 나타났다. 이는 주로 현대중공업, 대우조선해양, 삼성중공업이 우리나라 신규 선박의 대부분을 수주하기 때문이다.

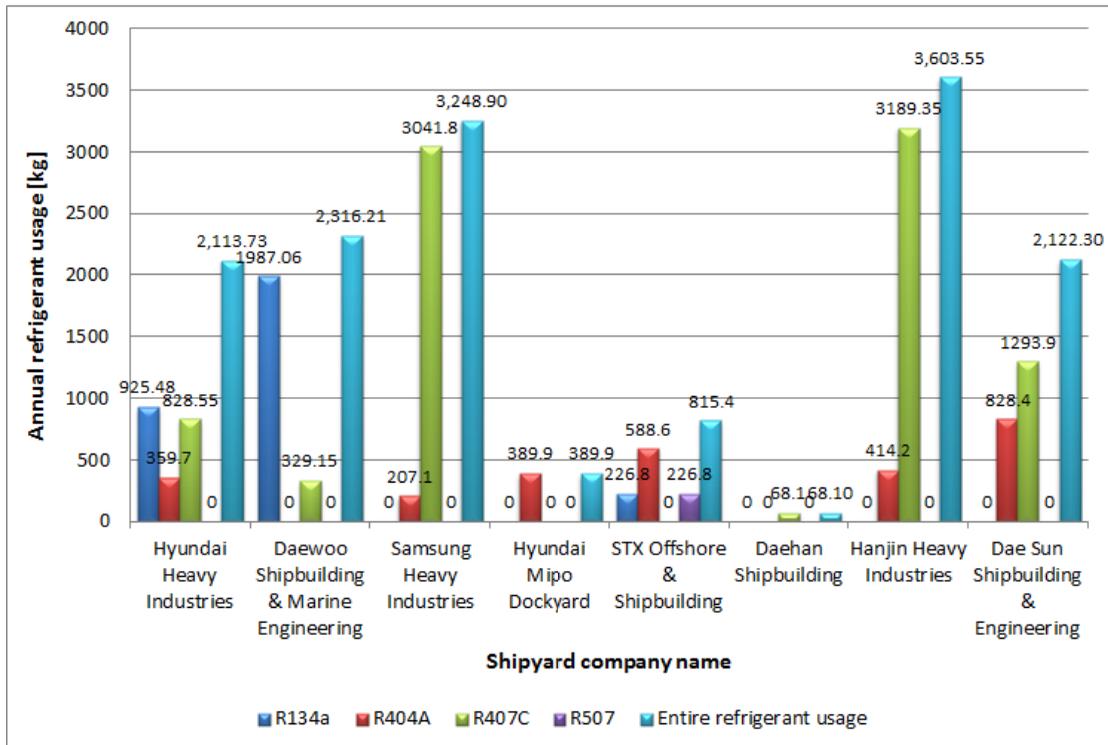


Fig. 1 Annal consumptions of refrigerants by maker (2014)

3.1.2 선박별의 냉매 사용량

Fig. 2는 8개 주요 조선사의 선박별 냉매 사용 현황을 나타낸 것으로, CONTAINER VESSEL이 4074.65kg으로 가장 많고, 그 다음으로 DRILL SHIP이 3,063.39 kg으로 가장 많았다. 반면에 지원함과 전투함이 43.6 kg으로 가장 작게 나타났다. 이는 주요 조선사의 수주 선박 종류에 따른 것으로 판단된다. 그리고 사용 냉매의 종류로는 전술한 바와 같이, 단일 냉매가 규제 대상물질이므로, R407C, R404A, R507 등의 혼합 냉매들이 대부분이다.

3.1.3 신조 전체 냉매 사용량 추정

우리나라 전체 신규 선박에 충전되는 냉매 사용량은 전술한 8개 대규모 조선사의 사용량을 기준으로 약 90% 정도로 추정한다. 따라서 상기의 8개 대표 신규 선박의 사용량에 10%를 가산하여 우리나라 신조의 전체 냉매 사용량은 16,145.90 kg으로 추정한다.

4. 선박 수리업의 시장 현황과 냉매 사용량

4.1 선박 수리업의 시장 동향

4.1.1 국외 시장 동향

그림 3에서와 같이, 현재 운영 중인 전세계 수리조선소는 약 224개로, 지역별로는 아시아 지역이 114개(50.3%)로 절반 이상을 차지하고 있으며, 유럽 47개(21.0%), 미주 21개(9.4%) 등 보유하고 있다. 국가별로는 중국이 44개(19.6%)로 가장 많은 수리조선소를 보유하고 있으며, 다음으로 일본이 23개(10.3%)를 보유하고 있어 동북아 국가들의 수리조선소 비중이 높은 것으로 나타났다.

주 항로상에 있는 항만들은 선사가 선박의 운항일정과 연계하여 검사받을 수 있도록 수리조선소 운영 중에 있다. 선박은 운항일정과 연계한 주기적 검사(정기검사 5년, 중간검사 2.5년)가 필요하므로 전 세계 수리조선소는 주 항로상에 있는 네덜란드 로테르담항, 독일 함부르크항, 싱가포르 주룽항, 중국 대련항 등의 항만중심으로 발달하고 있다.

Table 2 Status of repair shipyard in Korea⁵⁾

(Unit : corp.)

| Year | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Medium/Large | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Small | 56 | 65 | 64 | 58 | 58 | 57 | 49 | 50 | 50 | 46 | 44 |
| Total | 65 | 74 | 73 | 67 | 67 | 66 | 58 | 59 | 59 | 55 | 53 |

4.1.2 국내 시장 동향

그림 4에서와 같이, 현재 국내에서 운영 중인 조선소는 총 53개소이며, 이 중 중대형 조선소는 9개소로서, 대부분 선박건조 위주이며, 선박수리 위주로 운영되는 조선소는 오리엔트조선, 대불조선, 여수해양조선 등이 있다. 과거 현대미포조선, 대불조선 등이 대형선박 수리를 담당하였으나 모두 신조선 사업으로 전환하였다.

2002년 세계 최우수 수리조선소로 선정된 현대미포조선소는 1990년부터 신조선 시장에 진출하여 2005년 완전히 전환하였으며, 베트남에 수리목적으로 조성·운영 중인 현대비나신조선소도 2011년 신조선업으로 전환하였다.

4.2 주요 제조사별 냉매 사용량

Table 3은 2015년 기준으로 우리나라의 대표적인 선박 수리업체인의 전체 냉매 사용량을 나타낸 것으로, A사가 약 11,628 kg으로 가장 많은 양을 나타냈는데, 이는 러시아의 FISHING TRAWLER를 주로 수리하는 중견업체이기 때문이다. 반면에, D사를 비롯한 나머지 업체는 소규모의 영세한 선박 수리업체로서, 그 냉매 사용량은 적다. 이러한 선박 수리업체에서 사용한 냉매는 주로 기존 선박을 수리하는 업체이므로, R22와 R717 등이 주를 이루고 있고, 수리 선박의 종류는 다양하다.

4.3 선박 수리 업체 전체 냉매 사용량 추정

전국의 냉매 제거 업체가 부산에 90% 정도 집중되어 있고, 부산을 제외한 기타 지역은 10% 정도인 것으로 판단된다. 상기에서 조사한 6개 선박 수리 업체가 부산을 대표하는 업체로서 부산의 냉매 사용량의 50%로 판단된다. 이러한 예측량은 각 회사 대표이사의 인터뷰를 실시하여 나온 평균적

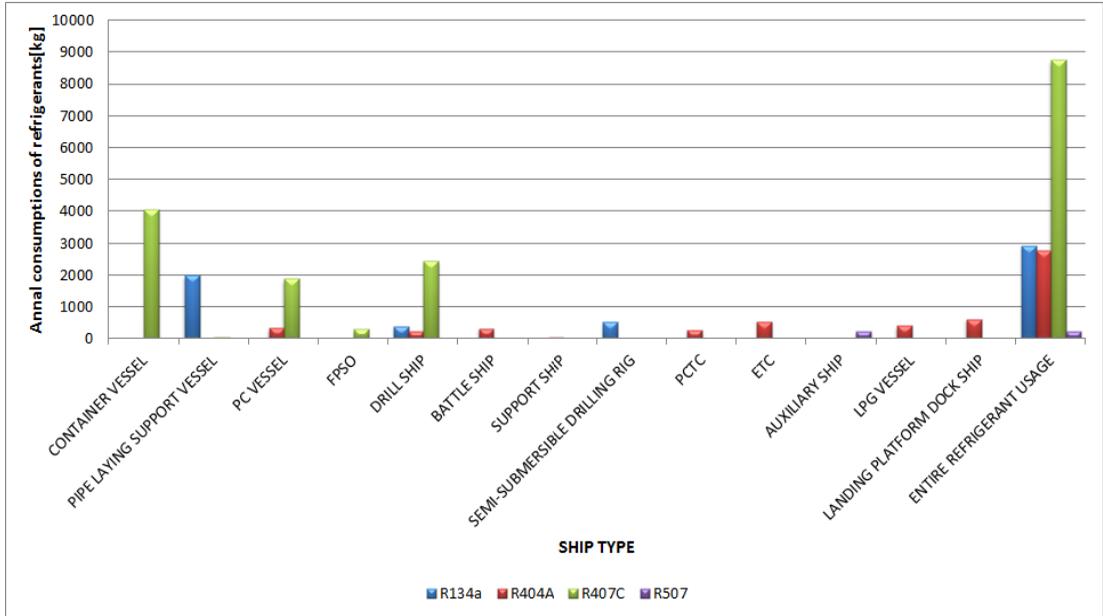


Fig. 2 Annal consumptions of refrigerant by ship (2014)

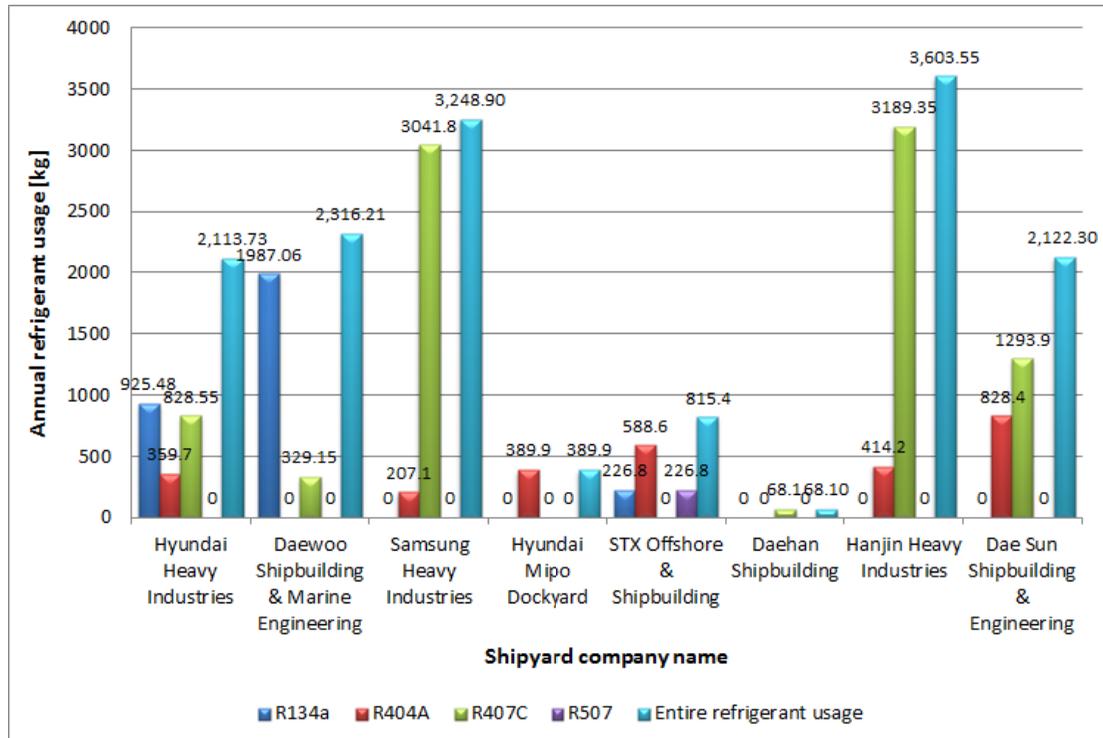


Fig. 3 The number and rate of repairing shipyard in the worldwide⁴⁾

Table 3 Total refrigerant usage of repair shipyard in Korea

| Company | Ship type | Used refrigerant | Refrigerant usage(kg) |
|---------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| A | TRAWER | R22, R717 | 11,628 |
| B | Bulk ship | R22, R134a, R404A | 2,332 |
| C | TRAWER, TUNA | R22, R717 | 1,488 |
| D | Marine survey ship | R22, R404A | 407 |
| E | TRAWER | R22, R717 | 2,405 |
| F | TUNA | R22, R717 | 721 |
| Total | | | 18,981 |

인 값이다. 따라서 우리나라 선박 수리업체에서 사용한 전체 냉매 사용량은 전술한 6개 선박 수리업체의 전체 냉매 사용량(18,981 kg)의 2배(37,962 kg)를 90%로 가정하고, 6개 선박 수리업체의 전체 냉매 사용량의 10%(4,218 kg)를 가산하여, 총 42,180 kg으로 추정한다.

5. 결 론

지금까지 신조선 및 기존 선박의 수리에 사용되는 냉매량을 조사 및 분석하여, 이에 대한 기초 자료와 실태현황에 관한 자료를 제공하기 위한 목적으로, 선박 오염물질 배출 관련 법규의 조사, 선박 주요 제조사의 냉매 연간 사용량과 선박 종류별 사용 냉매량의 조사 및 분석, 선박의 제작 단계(신조), 사용 단계(유지보수)에 대한 냉매 처리 현황의 조사 및 분석을 완료하였다. 이에 대한 주요 내용을 요약하면 다음과 같다. 국내의 8개 주요 선박 제조사별 냉매 사용량은 한진 중공업이 3,603.55 kg으로 가장 많은 냉매를 선박에 사용하고 있으며, 반면에 대한조선이 68.1 kg으로 가장 적은 냉매를 사용한 것으로 나타났다. 8개 주

요 조선사의 선박별 냉매 사용량은 CONTAINER VESSEL이 4074.65 kg으로 가장 많고, 그 다음으로 DRILL SHIP이 3,063.39 kg으로 가장 많았다. 반면에 지원함과 전투함이 43.6 kg으로 가장 작게 나타났다. 우리나라의 대표적인 선박 수리업체의 냉매 사용량은 A사가 약 11,628 kg으로 가장 많은 양을 나타냈으나, D사를 비롯한 나머지 업체의 냉매 사용량은 적었다. 우리나라 전체 신규 선박에 충전되는 냉매 사용량은 8개 대규모 조선사의 사용량을 기준으로 약 90% 정도로 추정하고, 나머지는 8개 대표 신규 선박의 사용량에 10%를 가산하여 우리나라 신조의 전체 냉매 사용량은 16,145.90 kg으로 추정하였다. 그리고 우리나라 선박 수리업체에서 사용한 전체 냉매 사용량은 전술한 6개 선박 수리업체의 전체 냉매 사용량(18,981 kg)의 2배(37,962 kg)를 90%로 가정하고, 6개 선박 수리업체의 전체 냉매 사용량의 10%(4,218 kg)를 가산하여, 총 42,180 kg으로 추정하였다. 따라서 신조선 및 기존 선박의 수리에 사용된 총 냉매량은 58,637.9 kg으로 예측하였다.

References

1. M. J. Jeong, 1991, "Outline of marine refrigeration and air conditioning system", Korean association of air conditioning Refrigerating and Sanitary Engineers, Vol. 8, No. 3, pp. 34-39.
2. J. I. Yoon et al., 2015, "Refrigeration facility in ship", KOSME Webzine, Vol. 39, No. 5, pp. 20-24.
3. http://www.kharn.kr/photos/20161144/art_1478068426.jpg.
4. ClassNK(www.classnk.or.jp).
5. Korea Offshore and Shipping Association, 2013.