

# 선박 수리업체의 냉매 사용량 조사 Investigation of Refrigerant Usage according to Ship Repairing Companies

윤정인\* · 최광환\* · 김영복\*\* · 이준혁\* · 손창효\*\*  
Jung-In Yoon\*, Kwang-Hwan Choi\*, Yong-Bok Kim\*\*,  
Joon-Hyuk Lee\* and Chang-Hyo Son\*\*†

(Received 8 January 2020, Revision received 14 May 2020, Accepted 19 May 2020)

**Abstract :** The Kigali protocol is a follow-up to the Paris protocol, which phases out the use and emission of HFCs. Korea belongs to the first group and should take action under the Kigali protocol. Among them, new ships equipped with refrigeration facilities or repair of existing ships cannot use regulated refrigerants and must use alternative refrigerants. However, in the case of ships, especially in repair, it is very difficult to grasp the actual situation, so the statistics or actual conditions are unknown. Therefore, this paper is to investigate and analyze the amount of refrigerant used for ship repair, and to present the basic data and the current status. The main results are summarized as follows. Existing large-scale repair shipyards in Korea have been converted to new construction projects. Therefore, there are about 80 repair shipyards in Korea, but most of them are very small, with several thousand tons or less. Investigating the use of refrigerants by ship repair companies shows that most of the old ships are repaired, so the refrigerants of R22 and R717 are the most commonly used. Based on the survey of the refrigerant use status of ship repair companies, the refrigerant consumption is estimated to be 43,940 kg.

**Key Words :** Kigali protocol, Ship repair, Refrigeration, HFCs

\*† 손창효(ORCID:https://orcid.org/0000-0002-2143-0515) :  
부교수, 부경대학교 냉동공조공학과  
E-mail : sonch@pknu.ac.kr, Tel : 051-629-6183  
\*윤정인(ORCID:http://orcid.org/0000-0002-1099-3435) :  
교수, 부경대학교 냉동공조공학과  
\*최광환(ORCID:http://orcid.org/0000-0002-3439-201X) :  
교수, 부경대학교 냉동공조공학과  
\*\*김영복(ORCID:https://orcid.org/0000-0001-6035-6744) :  
교수, 부경대학교 기계시스템공학과  
\*이준혁(ORCID:https://orcid.org/0000-0002-4575-8099) :  
박사과정, 부경대학교 냉동공조공학과

\*† Chang-Hyo Son(ORCID:https://orcid.org/0000-0002-2143-0515) : Associate professor, Department of Refrigeration and Air-conditioning Engineering, Pukyong National University. E-mail : sonch@pknu.ac.kr, Tel : 051-629-6183  
\*Jung-In Yoon(ORCID:http://orcid.org/0000-0002-1099-3435) : Professor, Department of Refrigeration and Air-conditioning Engineering, Pukyong National University.  
\*Kwang-Hwan Choi(ORCID:http://orcid.org/0000-0002-3439-201X) : Professor, Department of Refrigeration and Air-conditioning Engineering, Pukyong National University.  
\*\*Yong-Bok Kim(ORCID:https://orcid.org/0000-0001-6035-6744) : Professor, Department of Mechanical System Engineering, Pukyong National University.  
\*Joon-Hyuk Lee(ORCID:https://orcid.org/0000-0002-4575-8099) : Doctor course, Department of Refrigeration and Air-conditioning Engineering, Pukyong National University.

## 1. 서 론

2016년도 10월에 체결된 ‘키갈리협약’은 Table 1에서와 같이 프랑스 파리협약의 후속조치로서 HFC 사용 및 배출을 단계적으로 금지하는 협약이다.

몬트리올 의정서는 오존층파괴물질인 CFC의 사용을 금지했다면 교토의정서는 지구온난화물질인 온실가스를 규제하고 있다. 이와 같은 국제협약에 의해 우리나라도 단계적으로 HFC냉매를 줄여 나가는 노력을 기울여야만 하는 단계에 와 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 지구온난화지수가 높은 물질이므로, 선진국을 중심으로 냉동기나 공조기를 수리하거나 폐기할 때 회수하여 재사용하거나 완전 폐기하는 방안을 시행하고 있다.<sup>1)</sup>

우리나라도 대기 중으로 무단 방출되고 있는 프레온냉매를 관리하고자 2013년 대기환경보전법

을 개정해 100 kg 이상 냉매를 사용하고 있는 공기조화기에 대해 냉매회수 의무화를 시행하고 있다. 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.<sup>1-3)</sup>

따라서 본 논문에는 선박 수리 실태를 파악하고 이에 따른 냉매 현황을 조사한 후, 선박 수리업체의 전체 냉매 사용량을 추정하여 선박 수리업체와 관련된 분야에 유용한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 국내 수리조선소 현황

국내의 수리조선소는 약 80여 개(부산 12개, 통영 15개, 인천 6개, 목포 5개 등)가 있다. 하지만 Table 2에서 보듯, 이들의 대부분 수천 톤급 이하의 소규모로 매우 영세한 실정이다. 예를 들면, 1~3만 톤급 규모의 중형선박을 수리할 수 있는 업체는 부산, 광양에는 오리엔트조선, 여수에는 여수해양, 목포에는 대불조선과 CC조선, 이 4개에 불과하다. 또한 현재 3만 톤급 이상 대형선박 수리가 가능한 업체는 오리엔트조선(부산 및 광양항 소재)이 유일하다.

Table 1 HFC refrigerant reduction target by group (Kigali protocol)<sup>4)</sup>

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

Table 2 Status of shipyard in Korea<sup>5)</sup>  
(Unit : ea)

Year	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Large/ Medium	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

## 2.2 선박 수리 현황과 냉매사용량

### 2.2.1 선박 수리 실적 현황

2015년 기준으로 우리나라의 대표적인 선박 수리 업체의 전체 냉매 사용량 현황은 Table 3과 같다. 여기에서 알 수 있듯이 A사가 약 12,328 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, R22 7,119 kg과 R717 11,321 kg으로 주로 사용되었고, 수리 선박의 종류는 다양하다.

Table 3 Refrigerant Supply by Ship Repair Company

(Unit : kg)

Refrigerant	R717	R22	R134a	R404A	R422D	R507
A company	10,000	2,260	-	-	-	68
B company	-	1,148	161	1023	-	-
C company	365	1,215	-	-	-	-
D company	-	326	-	14	67	-
E company	566	1,839	-	-	-	-
F company	390	331	-	-	-	-
TOTAL	11,321	7,119	161	1,037	67	68

### 2.2.2 선박업체의 냉매사용량

#### 1) A 선박업체

Fig. 1과 Fig. 2는 A 업체의 수리 실태에 대한 현황이다. A 업체는 FISHING TRAWLER 선박만을 수리하였고, 냉매는 R717가 10,000 kg으로 가장 많이 사용되었다. 그 다음으로 R22가 2,260 kg으로 많이 사용되었으며, 반면에 R507은 68 kg으로 가장 적게 사용되었다. 이 결과는 수리 선박이

건조된 지 오래된 러시아의 FISHING TRAWLER 선박이기 때문에 이전에 많이 사용되던 R717 혹은 R22가 많이 사용된 것으로 사료된다.

#### 2) B 선박업체

Fig. 3과 Fig. 4는 B 업체의 수리 실태에 대한 현황이다. B 업체는 유조선, 오션터그, 케미컬, 벌크 선들을 주로 수리하였다. 냉매는 R22가 1,148 kg으로 가장 많이 사용되었고, 그 다음으로 R404A 1,023 kg으로 많이 사용되었다. 반면에 R134a는 161 kg으로 가장 적게 사용되었다. R22는 앞서 살펴본 A 업체와 마찬가지로 오래된 선박의 수리에 많이 사용되었고, R404A는 최근 국제법규에 따라 R22가 규제 대상물질이기 때문에 혼합 냉매를 적용하여 건조된 선박들을 수리하였기 때문인 것으로 사료된다.

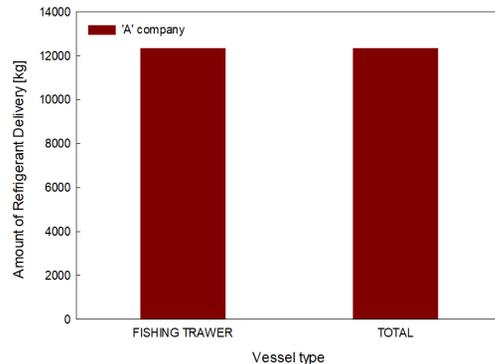


Fig. 1 Amount of refrigerant delivery with respect to vessel type (A)

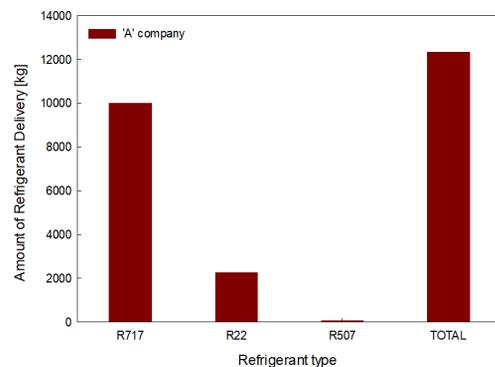


Fig. 2 Amount of refrigerant delivery with respect to refrigerant type ('A' company)

## 선박 수리업체의 냉매 사용량 조사

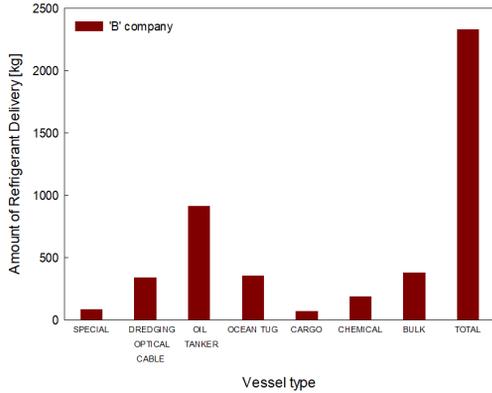


Fig. 3 Amount of refrigerant delivery with respect to vessel type ('B' company)

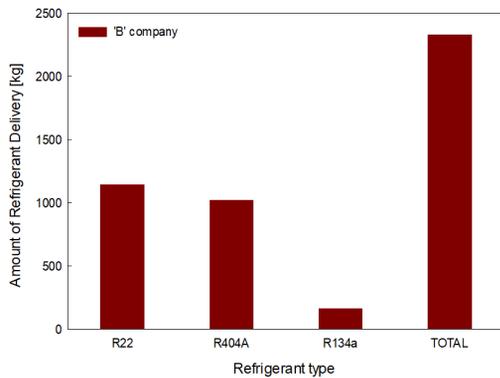


Fig. 4 Amount of refrigerant delivery with respect to refrigerant type ('B' company)

### 3) C 선박업체

Fig. 5와 Fig. 6은 C 업체의 수리 실태에 대한 현황이다. C 업체는 트롤선, 참치선, 냉동 운반선 등을 주로 수리하였다. 냉매는 R22가 1,215 kg으로 많이 사용된 반면, R717은 365 kg으로 적게 사용되었다. 이 업체의 경우 A 업체와 마찬가지로 오래된 선박의 수리를 하였기에 R22와 R717을 많이 사용한 것으로 사료된다.

### 4) D 선박업체

Fig. 7과 Fig. 8은 D 업체의 수리 실태에 대한 현황이다. D 업체는 어업지도선, 실습선, 해양조사원, 자동차 운반선 등을 주로 수리하였다. 냉매는 R22가 326 kg으로 가장 많이 사용되었고 반면, R422D

와 R404A는 각각 67 kg과 14 kg으로 적게 사용되었다. 이 업체의 경우 오래된 선박의 수리를 주로 하였기에 R22의 사용량이 많은 것으로 사료된다.

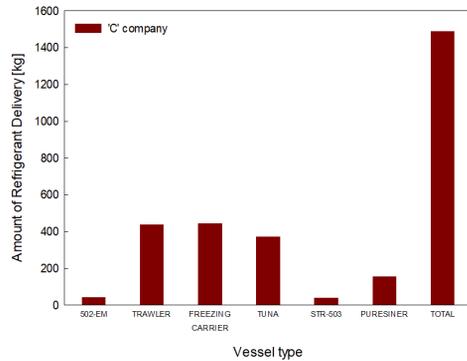


Fig. 5 Amount of refrigerant delivery with respect to vessel type ('C' company)

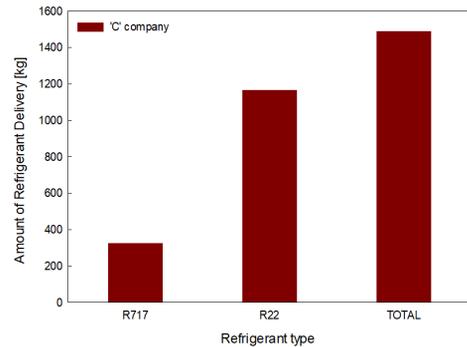


Fig. 6 Amount of refrigerant delivery with respect to refrigerant type ('C' company)

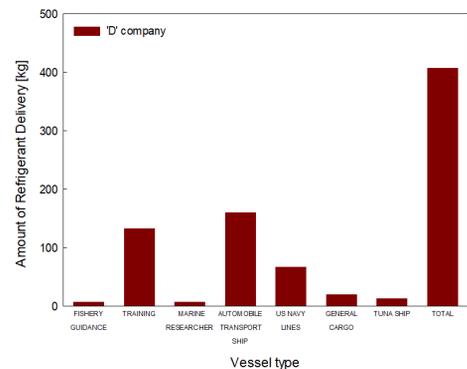


Fig. 7 Amount of refrigerant delivery with respect to vessel type ('D' company)

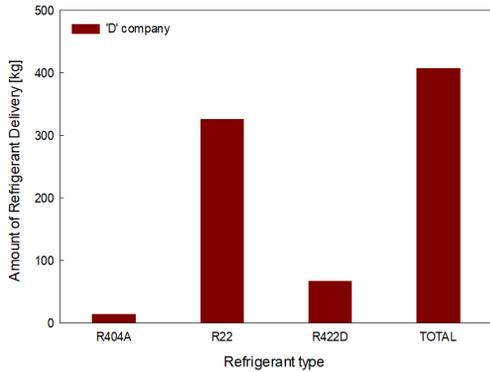


Fig. 8 Amount of refrigerant delivery with respect to refrigerant type ('D' company)

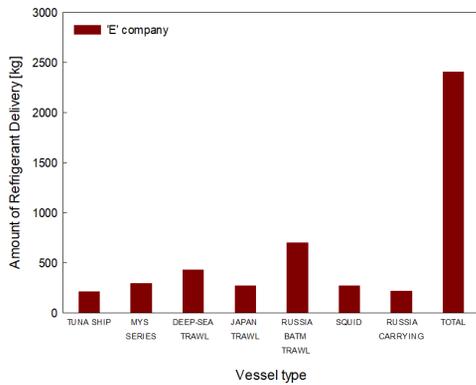


Fig. 9 Amount of refrigerant delivery with respect to vessel type ('E' company)

### 5) E 선박업체

Fig. 9와 Fig. 10은 E 업체의 수리 실태에 대한 현황이다. E 업체는 참치선, 트롤선, 운반선 등을 주로 수리하였다. 냉매는 R22가 1,839 kg으로 가장 많이 사용되었고, 그 다음으로 R717이 566 kg 사용되었다. 이 업체 또한 오래된 선박의 수리를 주로 하였기에 R22와 R717이 수리에 사용된 것으로 사료된다.

### 6) F 선박업체

Fig. 11과 Fig. 12는 F 업체의 수리 실태에 대한 현황이다. F 업체는 참치선을 주로 수리하였다. 냉매는 R717이 390 kg으로 가장 많이 사용되었고, 그 다음으로 R22가 331 kg 사용되었다. 이 업체

또한 앞선 E 업체와 동일하게 오래된 선박의 수리를 주로 하였기에 R22와 R717이 수리에 사용된 것으로 사료된다.

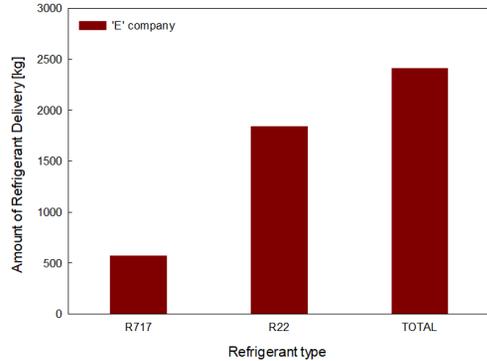


Fig. 10 Amount of refrigerant delivery with respect to refrigerant type ('E' company)

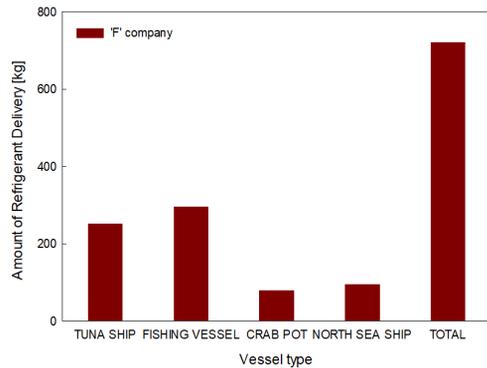


Fig. 11 Amount of refrigerant delivery with respect to vessel type ('F' company)

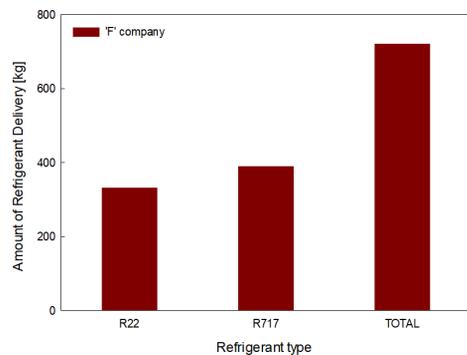


Fig. 12 Amount of refrigerant delivery with respect to refrigerant type ('F' company)

### 2.2.3 선박 수리업체의 전체 냉매 사용량 추정

본론에서 언급한 선박 수리업체들의 실태를 통하여 선박 수리업체의 전체 냉매 사용량을 계산하기 위해 부산의 6개 대표 선박 수리업체의 냉매 사용량이 부산의 50%로 추정하여 부산 전체의 냉매 사용량을 계산한다.

먼저 부산의 6개 대표 선박 수리업체의 냉매 사용량은 19,773 kg이고, 부산 전체의 냉매 사용량을 전국 냉매 사용량의 90%로 추정하면 39,546 kg이 나온다. 이러한 예측량은 부산의 6개 대표 선박 수리업체의 대표이사의 인터뷰를 실시하여 나온 평균적인 값이다. 또한 전국의 냉매 제거업체가 부산에 90% 정도 집중되어 있기 때문에 부산을 제외한 기타 지역은 10% 정도인 것으로 판단된다.

따라서 부산 제외 기타 지역 냉매 사용량을 전국의 10%로 추정하면 4,394 kg이 되고, 전국의 냉매 제거업체의 냉매 사용량은 43,940 kg으로 추정된다.<sup>1)</sup>

## 3. 결 론

본 논문에서는 선박 수리에 사용되는 냉매량을 조사 분석하여, 이에 대한 기초자료와 실태 현황에 관한 자료를 제시하고자 하였다. 주요 결과는 요약하면 다음과 같다.

1) 기존 국내의 대형규모의 수리조선소들이 신조 사업으로 전환을 하였고, 따라서 남은 국내의 수리조선소는 약 80여 개가 있지만 이들의 대부분 수천 톤급 이하의 소규모로 매우 영세한 실정이다.

2) 선박 수리업체의 냉매 사용 현황을 조사해 본 결과, 오래된 선박을 수리하는 경우가 대부분

이기 때문에 전반적으로 R22와 R717의 냉매가 가장 많이 사용되었다.

3) 선박 수리업체의 냉매 사용 현황 조사를 바탕으로 전국의 냉매 제거업체의 냉매 사용량을 추정해 본 결과, 43,940 kg으로 추정된다.

## 후 기

이 논문은 2019학년도 부경대학교 국립대학육성사업 지원비에 의하여 연구되었음.

## Author contributions

J. I. Yoon; Data curation K. H. Choi; Formal analysis Y. B. Kim; Investigation, J. H. Lee; Resources, C. H. Son; Supervision.

## References

1. B. B. Hwang, J. I. Yoon, C. H. Son and M. J. Jeon, 2016, "Status of use of refrigerants in ship", Journal of the Korean Society for Power System Engineering, No. 20, Vol. 6, pp. 5-10. (<https://doi.org/10.9726/kspse.2016.20.6.005>)
2. J. I. Yoon et al., 2015, "Refrigeration facility in ship", KOSME Webzine, Vol. 39, No. 5, pp. 20-24.
3. 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.
4. [http://www.kharn.kr/photos/20161144/art\\_1478068426.jpg](http://www.kharn.kr/photos/20161144/art_1478068426.jpg).
5. Korea Offshore and Shipping Association, 2013.