

## 지열원 히트펌프 유닛 인증 현황 및 성능 분석에 관한 연구

### A Study on the Certified Ground Source Heat Pump and Performance Analysis

양찬우(Chang Woo Yang), 강희정(Hee Jeong Kang)\*, 최종민(Jong Min Choi)\*\*†

한밭대학교 대학원 기계공학과 석사과정, \*한국냉동동조인증센터 수석연구원, \*\*한밭대학교 기계공학과 교수  
*MS Student, Graduate School of Mechanical Engineering, Hanbat National University, Daejeon 34158, Korea*  
*\*Chief Researcher, Korea Refrigeration & Air-conditioning Assessment Center, Gyeonggi-do, 18608, Korea*  
*\*\*Professor, Department of Mechanical Engineering, Hanbat National University, Daejeon 34158, Korea*

#### Abstract

To reduce energy consumption and CO<sub>2</sub> emission in building sector, a ground source heat pump system has been highly adopted due to its high efficient by many regulation. A certification system has been operated to distribute reliable and high-efficient heat pump units. In this study, the performance status of the recently certified ground source heat pump unit with components was investigated. All heat pump units certified from 2015 to 2020 were water to water heat pump types. Compared to the past, higher capacity systems over 400 kW have been certified. The cooling COP of the heat pump unit based on certification criteria showed higher value than the heating COP. It is highly recommended to revise the certified criteria values considering operating conditions individually. Most of ground source heat pump units have employed scroll type compressors and plate type heat exchangers with HFC refrigerant.

**Key words:** Certification(인증), Ground source heat pump(지열원 히트펌프), Regulation(제도), Performance(성능), COP(성적계수)

†Corresponding author

E-mail: [jmchoi@hanbat.ac.kr](mailto:jmchoi@hanbat.ac.kr)

접수일: 2022년 10월 11일; 심사일: 1차:2022년 10월 28일, 2차:2022년 11월 09일; 채택일: 2022년 11월 22일

#### 기호 설명

*EWT* : 입수온도 [°C]

*ID* : 실내(Indoor)

*OD* : 실외(Outdoor)

#### 1. 서 론

지구온난화에 따른 기후변화에 대응하는 것은 전세계가 당면한 중요 현안이며, 국제사회는 기후변화 대응을 위해 유엔기후변화협약을 채택하고 있다. 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)를 결성하였으며, 2050년 장기저탄소발전전략(Long-term Low Greenhouse Gas

Emission Development Strategies: LEDS) 등에 대한 사항을 규정하였다. 우리나라는 제4차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획에서 총 에너지소비 중 신재생에너지를 2035년까지 11%로 확대보급하기 위한 계획을 수립하였다. 또한, 2020년에는 2050 탄소중립을 선언하고 2021년에는 2050 탄소중립위원회를 출범하였으며, 2050 탄소중립 시나리오와 2030 국가온실가스감축목표(NDC)의 상향안을 발표하며 탄소중립 추진 노력을 진행하고 있다[1-4].

유럽은 2010년대부터 전력뿐만 아니라 열부문의 탈탄소화를 통한 온실가스 배출 저감의 필요성을 인지하고, 온실가스 저감이라는 에너지전환 정책의 목표 달성을 위해 해당 부문 내 재생에너지 비중을 확대하기 위한 보급 목표를 수립하고 보급 정책 확대 및 의무화 규정 등을 제도화하였다. 국내에서는 건물 부문에서의 온실가스 배출량이 지속적으로 증가함에 따라 대응 수단으로 공공기관 신재생에너지 의무공급 비율을 상향조정하고 있다. 이로 인해 현존하는 최고효율의 지열원 히트펌프 시스템의 보급 확대가 필수적으로 요구된다[4-8].

지열원 히트펌프 시스템은 히트펌프 유닛과 지중열교환기로 구성되며, 시스템이 고효율로 운전되기 위해서는 연중 부하 및 최대부하를 기반으로 지열원 히트펌프 유닛 선정과 지중열교환기 설계가 이루어져야 한다[9, 10]. 국내에서는 국가에너지 절약 및 탄소중립 목표를 달성하기 위하여 2000년대 초반부터 관련법과 시행령 등을 제정하고 지열원 히트펌프 시스템에 대한 설계 및 시공 기준안 등을 정부 주도하에 마련하여 시행하고 있다[11]. 특히, 지열원 히트펌프 유닛은 지열원 히트펌프 시스템의 운전 성능 확보를 위한 핵심기기로 인증 제품만을 적용하도록 하고 있다. 본 연구에서는 현재 국내에 보급되고 있는 지열원 히트펌프 유닛의 최근 인증 현황과 성능 수준 등을 분석하고자 한다. 이를 통하여 지열원 히트펌프 시스템 관련 규정 검토 및 성능 향상에 관한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 2. 지열원 히트펌프 유닛 분석 범위 및 연도별 인증 현황

국내 지열에너지는 2000년 초반부터 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」[12]에 따라 정부 주도하에 보급 및 설치가 진행되었다. 일부 민간 부문에도 지열에너지 설비가 보급되고 있으며, 정부 지원 제도 및 법률에 따른 규정에 준하여 설계 및 시공이 진행되고 있다. 지열에너지 설비는 지열원 히트펌프 유닛을 채용한 지열원 히트펌프 시스템(지열원 냉난방 시스템)이 보급되고 있다. 지열에너지 설비는 「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」[13]에 따라 설계 및 시공되고 있다. 현재 동 지침에서는 지열원 히트펌프 유닛은 KS B 8292에서 8294[14-16] 규격에 따라 인증받은 히트펌프 유닛 또는 이에 준하는 최소성능기준을 만족하는 히트펌프 유닛만을 설치하여야 되는 것으로 규정하고 있다. 본 연구에서는 「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」[13]에 따라 2015년부터 2020년까지 한국에너지공단에 등록된 지열원 히트펌프 유닛 인증 제품에 대한 현황을 분석하였다.

Fig. 1은 2015년부터 2020년까지 연도별 인증 받은 히트펌프 유닛의 개수를 나타낸다. 해당 기간에 인증 받은 히트펌프 유닛 제품의 총 수량은 88개이며, 모두 물대물 히트펌프 유닛으로 KB B 8292가 적용되었다. 2015년에 가장 많은 25개의 히트펌프가 인증을 받았으며, 2016년에 인증제품 개수가 감소하였다가 2017년도 증가한 후 인증 제품의 개수가 점차 감소하였다. 이는 2015년까지는 NR GT 101에서 NR GT 103 규격[17-19]에 따라 히트펌프 유닛을 인증하였으나, 2016년 이후에는 KS B 8292부터 KS B 8294로 인증 규격이 변경됨에 따라 히트펌프 유닛 인증을 위한 COP 최소 기준값이 상향 조정되었다. NR GT 규격은 한국에너지 공단에서 지열원 히트펌프 유닛의 인증을 위한 성능 시험 절차 및 방법과 성능 수준을 규정한 것이다. 2016년 이후에는 NR GT 규격이 사라지고 KS 규격으로 편입되어 적용되고 있다. KS B 8292부터 KS B 8294 규격에는 NR GT 규격과 달리 히트펌프 유닛의 2차 유체 최대 유량에 대한 기준이 추가로 포함되었으며, 히트펌프 유닛 인증 성능 수준이 상향 조정되었다. 2016년부터 KS 규격 적용에 따라 지열원 히트펌프 유닛의 성능 향상을 위해 제품 개발 기간 소요로 2016년에 인증 제품 개수가 감소하였으며, 2017년

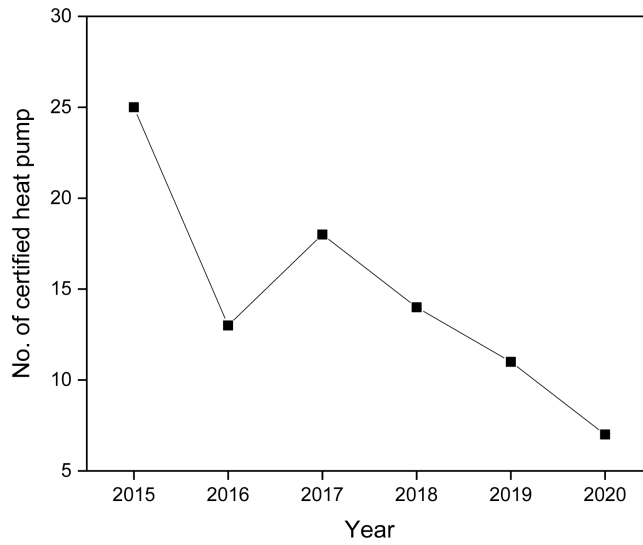


Fig. 1. The number of the certified heat pump units according to year.

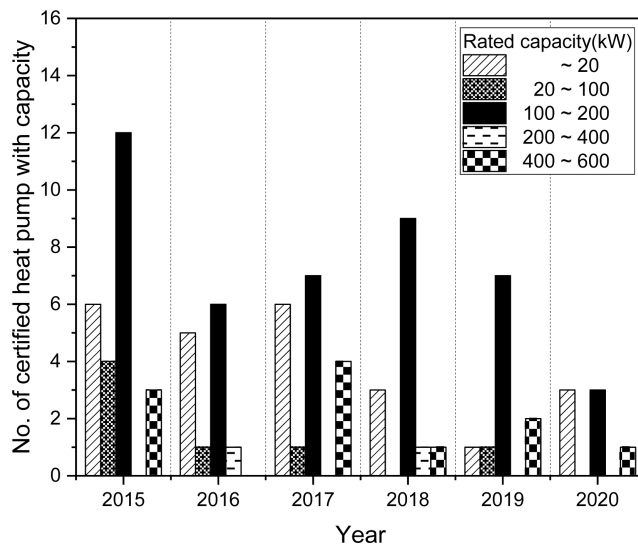


Fig. 2. The number of the certified heat pump unit according to year for the rated capacity.

에 KS B 8292부터 KS B 8294 규격에 따른 인증 제품 수가 증가한 것으로 분석된다. 현재 인증제품은 3년간 인증이 유효하고, 추가 3년 연장이 가능하므로 2017년 이후에는 새로운 규격에 따른 인증제품의 개수가 2020년까지 점차 감소하는 추세를 나타냈다. Aikins and Choi[9]에 따르면 2000년 초반부터 2010년까지 인증받은 지열원 히트펌프 유닛의 개수는 86개였으며, 물대물 히트펌프 유닛은 78개 제품, 물대공기 히트펌프 유닛은 6개 제품, 물대공기 멀티 히트펌프 유닛은 2개 제품이다. 2010년 이전 대비 최근 5년간의 히트펌프 인증 제품 개수가 다소 증가하였으며, 이는 2015년부터 수열에너지 적용 히트펌프 설비가 신·재생에너지로 편입됨에 따라 지열 및 수열원 히트펌프의 보급이 확대되었기 때문인 것으로 분석된다. 또한, 2010년 이전에는 물대물 히트펌프 유닛, 물대공기 히트펌프 유닛, 물대공기 멀티 히트펌프 유닛이 인증을

받아 보급되었다. 2015년 이후에 인증 받은 히트펌프 유닛은 모두 물대물 히트펌프 유닛으로서 최근에는 물대물 히트펌프를 중심으로 지열에너지 설비가 보급되고 있는 것으로 분석된다.

Fig. 2는 히트펌프의 정미 용량별 인증제품 개수를 나타낸다. 100~200 kW 용량의 히트펌프 유닛이 가장 많은 인증을 받았으며, 다음으로 20 kW 이하의 용량대 히트펌프 인증제품 수가 많게 나타났다. 20 kW 이하 히트펌프 유닛은 주로 주거용으로 공급되는 소형 히트펌프 유닛으로 주택보급사업의 활성화에 따라 인증 제품수가 증가한 것으로 분석된다. 2010년 이전에는 140 kW 이하의 지열원 히트펌프 유닛이 가장 많은 인증을 받았으며, 280 kW 이하의 제품만이 인증을 받았다. 또한, 물대공기와 물대공기 멀티형 지열원 히트펌프 유닛은 70 kW 이하의 소형 제품만이 인증을 받았다[9]. 2015년부터 2020년 사이에 400 kW 이상의 인증 받은 히트펌프 유닛이 11대로 총 인증받은 제품의 12.5%를 차지하였다.

최근에 2010년 이전 대비 대용량의 지열원 히트펌프 유닛이 인증 받은 것은 건축물의 대형화에 따른 지열에너지 설비의 설치 용량이 증가하였기 때문인 것으로 분석된다. 또한, 2010년도 이전에는 대용량의 히트펌프 유닛에 대한 인증 설비 부재로 인해 이에 대한 성능 시험이 불가하였다. 200 kW에서 400 kW 대용량의 제품은 2016년도와 2018년도에만 각각 1대씩 인증을 받았다. 대형 건축물에는 400 kW 이상의 대용량 시스템이 주로 설치되고, 중소형 건물에는 100 kW에서 200 kW의 히트펌프 유닛이 복수로 설치되며, 주택 등의 소형 건축물에는 주로 20 kW 이하의 소형 히트펌프 유닛이 주로 설치되는 것으로 분석된다.

### 3. 지열원 히트펌프 유닛 성능 현황

#### 3.1 히트펌프 용량별 현황

Fig. 3과 Fig. 4는 인증받은 지열원 히트펌프 유닛의 용량별 냉방 및 난방 COP 현황을 나타낸다. 냉방 표준 성능 시험 조건은 부하측 입수온도(EWT, Entering water temperature) 12°C, 지중 열원측 입수온도 25°C이다. 난방 표준 성능 시험 조건은 부하측 입수온도(EWT, Entering water temperature) 40°C, 지중 열원측 입수온도 5°C이다. 최대 및 평균 냉방 COP는 20 kW 이하의 히트펌프 제품군에서 미소하지만 가장 큰 값을 나타냈다. 다른 용량대의 인증 히트펌프 대비 최대 냉방 COP는 1.2~6.1% 높은 값을 나타냈으며, 평균 냉

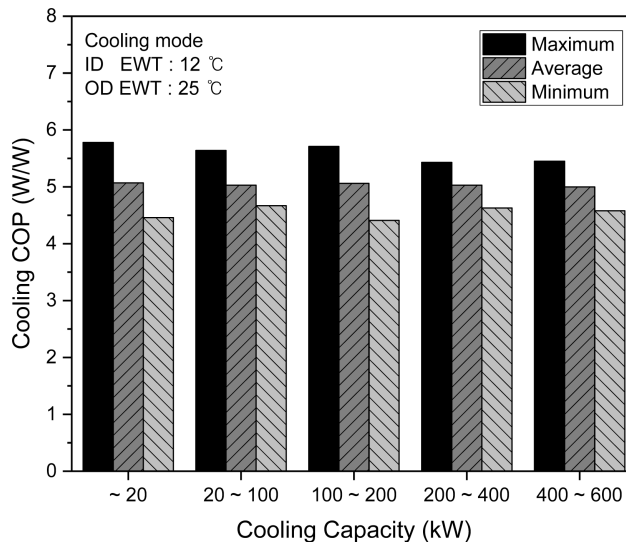


Fig. 3. Cooling COP according to cooling capacity

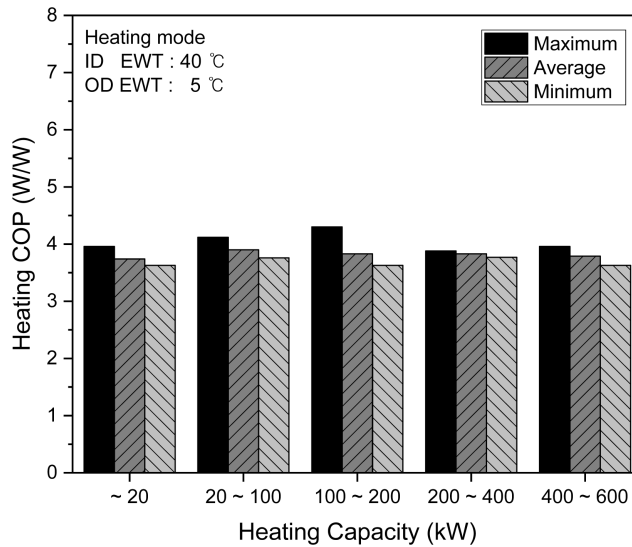


Fig. 4. Heating COP according to heating capacity

방 COP는 0.2~1.4% 높은 값을 나타냈다. 최대 난방 COP는 100~200 kW 용량의 히트펌프 유닛 제품군에서 4.3으로 나타났으며, 다른 용량대 제품 대비 4.4~10.8% 높은 값을 나타냈다. 20~100 kW 용량 범위의 히트펌프 유닛의 평균 난방 COP는 3.9이었고, 다른 용량대 평균 난방 COP보다 1.8~4.3% 높은 값을 나타냈다.

2015년도에 인증 받은 제품의 평균 냉방 COP는 4.9였으며, 2016년 이후의 평균 냉방 COP는 모두 미소하지만 2015년보다 높은 값을 나타냈으며 전반적으로 다소 증가하는 추세를 나타냈다. 2015년까지는 물대물 지열원 히트펌프 유닛의 인증에 NRGT 101규격이 적용되었고 2016년 이후에는 KS B 8292 규격이 적용되었다. 히트펌프 인증을 위한 최소 COP값이 NRGT 101 규격보다 KS B 8292에서 상향 조정되어 2016년 이후 인증 받은 제품의 평균 COP가 2015년보다 높게 나타낸 것으로 분석된다. 2015년도에 최대 냉방 COP는 5.49를 나타냈으며, 2016년도 이후에는 연도별로 5.59에서 5.78의 값을 나타냈다. 연도별 최저 냉방 COP는 연도별로 4.41에서 4.68의 값을 나타내어 인증 기준인 3.62보다는 높게 나타났으나, 제조별 성능 차이가 최대 냉방 COP보다 크게 나타났다.

냉방 COP 4.5이하 히트펌프 유닛은 4대였으며, 5.25 이상의 제품은 28 대였다. KS B 8292의 성능 인증 기준인 냉방 COP 4.31보다 10% 이상 높은 냉방 COP 4.75 이상을 나타낸 히트펌프 인증 제품은 69개로 전체 인증 제품의 78.4%였다. 인증 기준 냉방 COP보다 20% 이상 높은 냉방 COP 5.25 이상을 나타낸 제품은 전체 인증 제품의 31.8%를 나타내어 인증 받은 히트펌프의 냉방 COP는 비교적 높은 값을 나타냈다. 히트펌프 유닛의 난방 COP는 3.7에서 3.9 범위의 제품이 47개로 전체 인증 히트펌프 유닛의 53.4%를 차지하였다. 이는 KS B 8292에 따른 최소 성능 인증 기준 난방 COP 3.62보다 2.2%에서 7.7% 높은 값이다. KS B 8292의 인증 기준 COP 대비 인증받은 지열원 히트펌프 유닛 제품의 냉방 COP 우수성이 난방 COP보다 크게 나타났다. 이는 지열원 히트펌프 유닛의 성능인증 규격이 NR GT 101에서 KS B 8292로 변경될 때, 지열원 히트펌프 유닛의 형태 및 지중열교환기 형식과 무관하게 일괄적으로 COP를 약 5% 정도 동일하게 상향 조정하였기 때문인 것으로 분석된다. 지열원 히트펌프 유닛은 2차 부하측 유체와 실내기 조합 형태에 따라 물대물, 물대공기, 물대공기 멀티형으로 분류된다. 지중열교환기 형식에 따라서는 지중루프시스템(밀폐형)과 지하수시스템(개방형)으로 분류된다. 히트펌프 유닛의 형식과 지중열교환기 형태에 따라 시험 조건이 상이하다. 열원 및 부하측의 작동유체와 시험 조건 변화에 따라 히트펌프 유닛의 성능은 선형적으로 변화되지 않는다. 따라서, 성능과 신뢰성이 향상된 지열원 히트펌프 시스템의 지속적인 보급 확대

를 위해 지열원 히트펌프 형식과 종류에 따른 지열원 히트펌프 유닛의 성능 인증 기준에 대한 검토 및 개선이 필요한 것으로 분석된다.

### 3.2 압축기 형식별 현황

2015년부터 2020년까지 인증받은 지열원 히트펌프 유닛에 적용된 압축기 현황을 분석하였다. 압축기는 히트펌프 유닛의 구동을 위한 핵심 기기로 압축기 성능에 따라 히트펌프 유닛의 성능 및 소비전력 등이 크게 변화된다. Fig. 5와 Fig. 6은 지열원 히트펌프 유닛에 적용된 압축기 형식별 냉방 COP와 난방 COP를 나타낸다. 대부분의 지열원 히트펌프 유닛에 스크롤 압축기가 사용되었으며, 스크류 압축기와 로터리 압축기를 적용한 히트펌프 유닛 제품은 각각 1개씩이었다. 로터리 압축기가 적용된 제품은 16 kW의 정격용량 제품이었으며, 스크류 압축기가 적용된 제품은 350 kW 정격용량 제품이었다. 스크롤 압축기는 소용량부터 대용량까지 모든 제품군에 적용되었다. 평균 냉방 COP는 로터리 압축기가 가장 크게 나타났고, 스크류 압축기가 가장 작게 나타났다. 스크롤 압축기 적용 제품 중에 최대 냉방 COP는 로터리 압축기와 스크류 압축기 적용시스템보다 높은 값을 나타냈다. 하지만, 로터리 압축기와 스크류 압축기 적용 히트펌프 유닛 제품은 각각 한 개뿐이어서 스크롤 압축기 적용 시스템이 우수한 냉방 성능을 갖는 것으로 분석하는 것은 한계가 있다. 이는 제조사마다 시스템 성능 최적화 및 기술력에 다소 차이가 있기 때문이다. 로터리 압축기, 스크롤압축기, 스크류 압축기 적용 히트펌프 유닛의 평균 난방 COP는 각각 3.73, 3.81, 3.77을 나타냈다. 스크롤 압축기 적용 히트펌프의 최대 난방 COP는 4.3으로 로터리 압축기 적용 히트펌프와 스크류압축기 적용 히트펌프 대비 15.3%와 14.1% 높은 COP 값을 나타냈다. 스크롤 압축기는 다양한 용량대의 다수 제품이며, 100~200 kW 용량대 제품이 가장 많다. 용량 등에 따른 시스템 구성 및 형태 등이 다양하고, 제조사별로 히트펌프 유닛의 성능 차이가 있으므로, 현재까지 인증된 지열원 히트펌프 유닛의 압축기 형식별 성능 비교는 유의미한 결과를 도출하기에는 어려운 것으로 분석된다.

### 3.3 팽창장치 및 열교환기 형식과 냉매 적용 현황

히트펌프 유닛의 성능이 향상되기 위해서는 고성능의 요소기기가 적용되고 시스템 매칭이 이루어져야

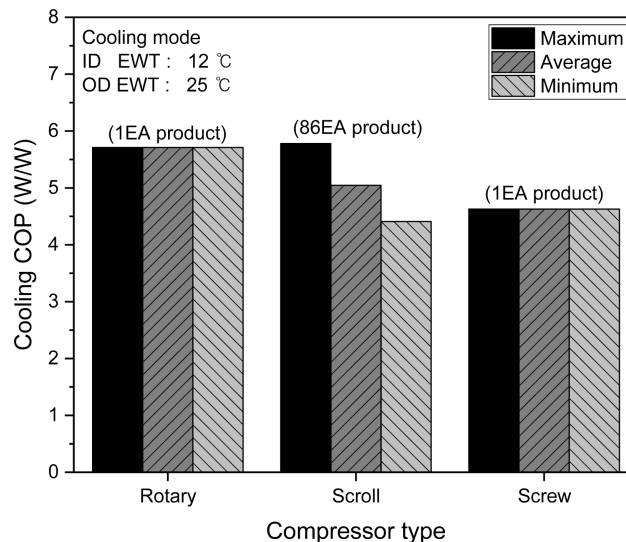


Fig. 5. Cooling COP according to compressor type

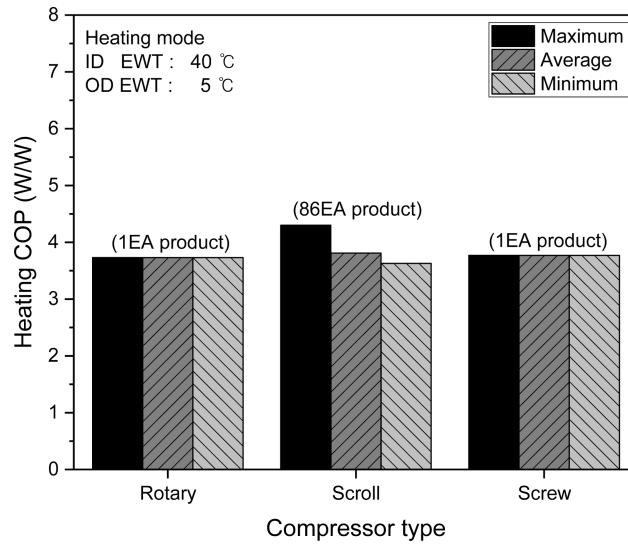


Fig. 6. Heating COP according to compressor type

한다. 팽창장치는 히트펌프 유닛의 고압 및 저압 조절과 냉매 순환 유량 제어를 통한 성능 최적화를 위한 핵심 기기이다. 모세관과 오리피스의 일정 면적 팽창장치 대비 전자팽창밸브(Electronic Expansion Valve, EEV)와 온도감응팽창밸브(Thermostatic Expansion Valve, TXV)의 가변면적 팽창장치는 열원 및 부하 조건 변화에 따른 개도 조절을 통한 고저압 및 냉매 유량 제어가 용이하다. 또한, 습압축 방지를 통한 압축기 신뢰성 향상이 가능하여 최근에는 전자팽창밸브와 온도감응팽창밸브가 지열원 히트펌프 유닛에 적용되고 있다.

Fig. 7과 Fig. 8은 팽창장치 형식별 인증받은 지열원 히트펌프 유닛의 냉방 및 난방 COP 변화를 나타낸다. 온도감응팽창밸브를 적용한 히트펌프 유닛은 4.43에서 5.78의 냉방 COP 값을 나타냈으며, 전자팽창밸

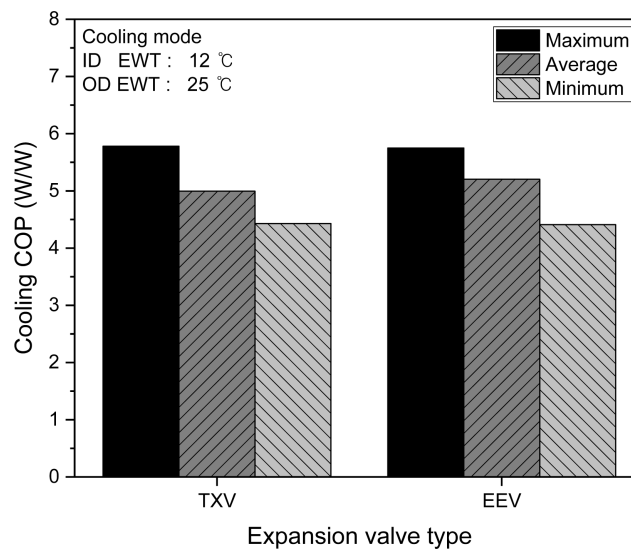


Fig. 7. Cooling COP according to expansion valve type

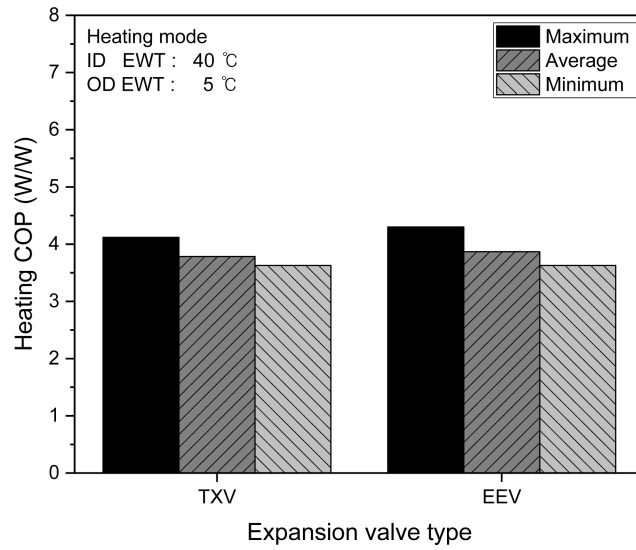


Fig. 8. Cooling COP according to expansion valve type

브 적용 히트펌프 유닛은 4.41에서 5.75 범위의 냉방 COP를 나타냈다. 냉방 운전 모드에서 온도감응팽창밸브 및 전자팽창밸브 적용 히트펌프 유닛의 냉방 COP는 큰 차이를 나타내지 않았다. 온도감응팽창밸브 적용 히트펌프 유닛의 평균 냉방 COP는 4.99였으며, 전자팽창밸브 적용 히트펌프 유닛의 평균 냉방 COP는 5.20이었다. 온도감응팽창밸브 적용 지열원 히트펌프 유닛의 난방 COP는 3.63에서 4.12의 값을 나타냈으며, 전자팽창밸브 적용 히트펌프 유닛의 난방 COP는 3.63에서 4.30의 값을 나타냈다. 최소 난방 COP는 온도감응팽창밸브 적용 히트펌프 유닛과 전자팽창밸브 적용 히트펌프 유닛은 동일한 값을 나타냈다. 최대 난방 COP는 전자팽창밸브 적용 히트펌프 유닛이 4.4% 높게 나타났다. 냉방 COP 최대값은 온도감응 팽창

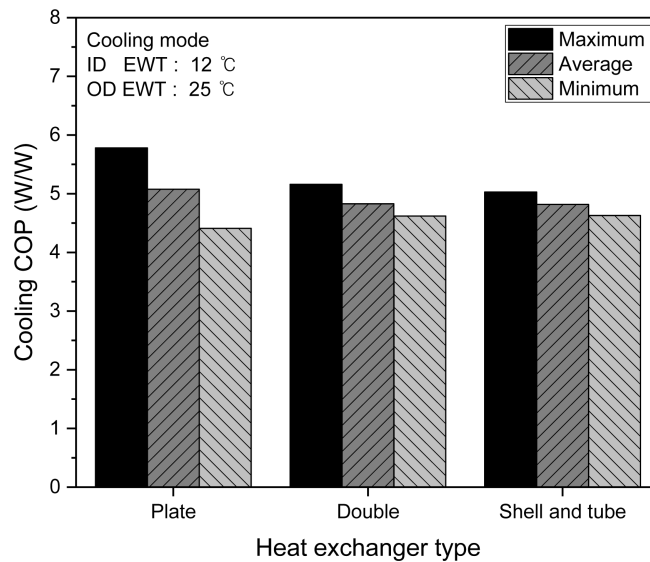


Fig. 9. Cooling COP according to heat exchanger type



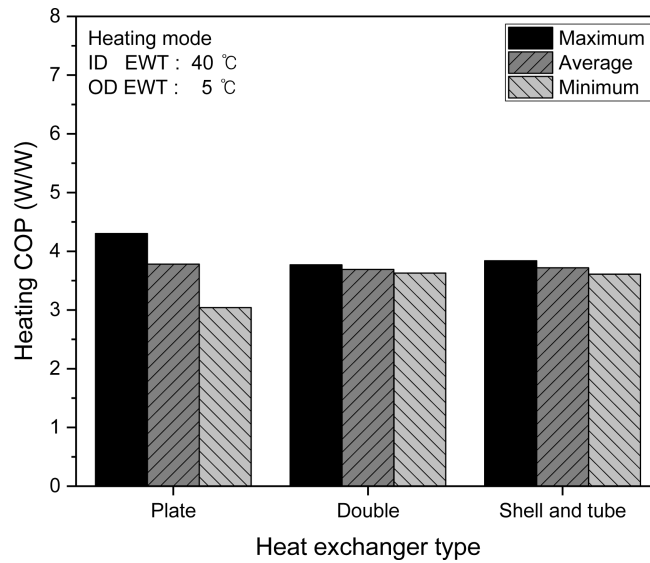


Fig. 10. Heating COP according to heat exchanger type

밸브 적용 히트펌프 유닛이 전자팽창밸브 적용 히트펌프 유닛보다 0.5% 높은 값을 나타냈다. 온도감응 팽창밸브와 전자팽창밸브 적용 히트펌프 유닛의 평균 난방 COP는 각각 3.78과 3.87을 나타냈다.

지열원 히트펌프 유닛의 열교환기는 지중 열원 및 부하측 2차 유체와의 열교환을 위한 핵심기기이다. 분석 대상 제품은 모두 물대물 지열원 히트펌프 유닛이므로 열원 및 부하측 2차 유체는 물 또는 부동액이다. 분석대상의 물대물 지열원 히트펌프 유닛은 열원측과 부하측 모두 동일한 형식의 열교환기를 사용하였다. 모든 연도 및 용량대에 대해서 대부분의 지열원 히트펌프 유닛이 판형 열교환기(Plate type heat exchanger)를 적용하였다. 이중관식 열교환기(Double tube type)는 20 kW 이하와 100에서 200 kW 범위의

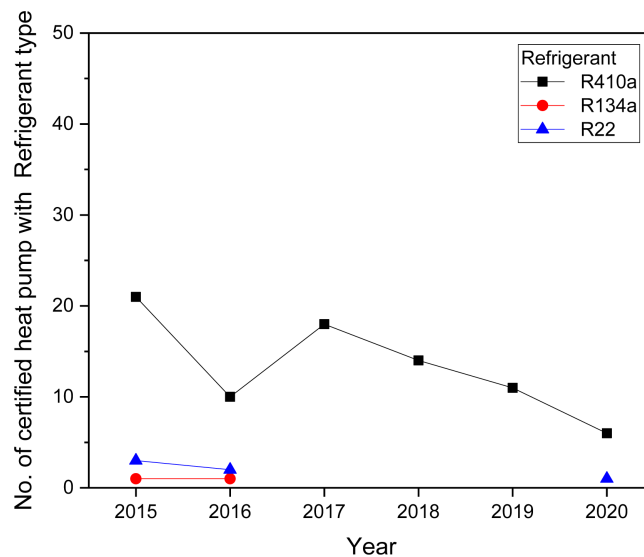


Fig. 11. The number of the certified heat pump units according to year with refrigerant

용량대 제품에 일부 적용되었다. 셸앤튜브 방식 열교환기(Shell and tube heat exchanger)는 20 kW와 400 kW 용량대에 3개 제품에 적용되었다. 판형 열교환기 적용 히트펌프 유닛 제품의 최대 냉방 및 난방 COP가 다른 열교환기 적용 시스템보다 크게 나타났는데, 이는 다수의 제품 사용 및 생산에 따라 판형 열교환기와 히트펌프 유닛 요소기기와 시스템 매칭에 대한 생산기업의 노하우가 축적되었기 때문인 것으로 분석된다 (Fig. 9, Fig. 10). 판형열교환기, 이중관식 열교환기, 셸앤튜브 열교환기를 적용한 히트펌프 유닛의 최대 냉방 COP 각각 5.78, 5.16, 5.03의 값을 나타냈고, 최대 난방 COP는 각각 4.30, 3.74, 3.84를 나타내었다.

Fig. 11은 2015년부터 2020년까지 지열원 히트펌프 유닛에 적용된 연도별 냉매 현황을 나타낸다. 대부분의 지열원 히트펌프 유닛은 HFC 계열의 혼합냉매인 R410a가 적용되었으며, 2016년까지 HFC 계열의 R134a 냉매와 HCFC 계열의 R22 냉매가 일부 적용되었다. HFC 134a 냉매는 200 kW 이상 용량의 지열원 히트펌프 유닛에 적용되었으며, R22냉매는 20kW 이하의 지열원 히트펌프 유닛에 적용되었다. R410a를 적용한 히트펌프 유닛이 전체 인증 히트펌프 유닛의 90.9%를 차지하였다. 2010년 이전까지 인증받은 물대물 지열원 히트펌프 유닛의 53.8%는 R22냉매를 적용한 제품이었으며[9], 과거 대비 최근에 인증받은 지열원 히트펌프 유닛은 대부분의 냉매가 HCFC에서 HFC 계열의 냉매로 변화되었다.

과거와 비교하여 최근에 인증된 지열원 히트펌프 유닛은 냉매 규제에 따라 HCFC 계열의 R22 냉매를 적용한 제품에서 HFC 계열의 냉매를 적용한 제품군으로 변화되고 있다. 하지만, HFC 계열의 냉매는 오존층 파괴지수는 낮지만 지구온난화 지수가 높아서 이에 대한 규제가 강화되고 있다. 현재 지열원 히트펌프 유닛 관련 제도 및 규정에는 히트펌프 유닛의 COP 성능 지표에 대한 제한만이 규정되어 냉매 규제에 대한 대응 방안 마련이 시급히 요구된다. 특히, 국가 직접 탄소배출량의 7%와 간접배출량의 약 24%를 담당하고 있는 건축부문에서의 탄소배출량 저감을 통한 2050년 국가 탄소 중립 목표 달성을 위해서는 지열원 히트펌프 시스템과 같은 고효율의 재생열에너지 적용 냉난방 시스템의 보급활성화가 요구된다. 따라서, 향후에는 지열원 히트펌프 유닛의 인증에 냉매 규제에 정책을 반영한 제도 마련이 시급히 요구되는 실정이다.

#### 4. 결 론

「신·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침」에 따라 2015년부터 2020년까지 인증받은 지열원 히트펌프 유닛 현황을 분석하였다. 해당 기간에 인증받은 지열원 히트펌프 유닛은 총 88개였다. 2010년 이전에는 물대물, 물대공기, 물대공기 멀티형 지열원 히트펌프 유닛이 다양하게 인증을 받았으나, 2015년 이후 인증받은 지열원 히트펌프 유닛은 모두 물대물 지열원 히트펌프 유닛이었다.

100 kW에서 200 kW 용량대의 지열원 히트펌프 유닛이 가장 많은 인증 제품수를 나타냈다. 2010년 이전 대비 대용량 히트펌프 유닛의 인증 제품수가 증가하였으며, 이는 건축물의 대형화에 따른 히트펌프 설치용량의 증가 때문인 것으로 분석된다. 인증받은 지열원 히트펌프 유닛의 냉방 COP가 KS B 8292의 성능 인증 기준값 대비 각각 10% 이상과 20% 이상의 제품이 전체 제품의 약 78.4%와 31.8%를 차지하였다. 난방 COP는 인증기준대비 7.7% 이하의 제품이 대부분이었다. 지열원 히트펌프 유닛의 형식과 지중열교환기 및 운전모드에 따라 시험 조건이 변화되므로 이를 반영하여 현재 제품의 성능 인증 기준에 대한 개정 및 보완이 필요하다고 분석된다.

대부분의 지열원 히트펌프 유닛은 스크롤 압축기와 판형 열교환기를 채용하여 제품화되고 있다. 팽창장치는 온도감응팽창밸브와 전자팽창밸브가 적용되고 있으며, 각 팽창장치를 적용한 히트펌프 유닛의 성능 차이는 미소하였다. 2010년 이전에는 R22 냉매가 주로 지열원 히트펌프 유닛에 적용되었으나, 최근에는 인증받은 지열원 히트펌프의 90% 이상이 오존층 파괴지수가 R22보다 낮은 HFC 계열의 R410a 냉매를 적용하고 있다. 하지만, HFC 계열의 냉매는 지구온난화지수가 높아 이에 대한 규제가 강화되고 있으므로, 이에 대한 대응 마련이 필요한 실정이다.

## 후 기

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다(No. 2022R1A2C2006469).

## References

1. Korea Government, 2020, Strategy on net carbon zero for Korea 2050, National Report, Korea.
2. IPCC, 2021, Climate change 2021, IPCC's sixth assessment Report. IPCC AR6 WGI.
3. UNEP, 2021, 2021 Global status report for buildings and construction, UNEP.
4. MOTIE, KEA, 2020, New & renewable energy white paper, Energy, Korea Energy Agency, Korea
5. IEA, 2021, Renewables 2021- Analysis and forecast to 2026, IEA.
6. Cho, I. and Park, J., 2022, A study on barrier analysis and policy design for renewable heat deployment, Korea Energy Economics Institute Report, 2021-09.
7. Choi, J. M., Ohm, T. I., Cho, J., and Park, B., 2022, A study on strategy for hydrothermal energy deployment, Ministry of Environment Final Report, Korea.
8. MOLIT, 2022, Enforcement decree of the green building creation support act, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Korea.
9. Aikins, K. A. and Choi, J. M., 2012, Current status of the performance of GSHP (Ground source heat pump) units in the Republic of Korea, Energy, Vol. 47, pp. 77-82.
10. Chung, J. T. and Choi, J. M., 2012, Design and performance study of the ground-coupled heat pump system with an operating parameter, Renewable Energy, Vol. 42, pp. 118-124.
11. MOTIE, 2018, Standards of support, installation, and management for new and renewable energy system, Report of Korea Ministry of Trade, Industry and Energy Announcement, 2018-1, Korea.
12. Ministry of Government Legislation, 2021, Act on promotion of development, use and distribution of new and renewable energy, Law No. 18095, Korea Ministry of Government Legislation.
13. KEA, 2022, Guidelines for support and etc. of new and renewable energy facilities, Announcement No. 2022-9, Korea Energy Agency, New & Renewable Energy Center.
14. KATS, 2015, Water-to-water ground source heat pump unit; KS B 8292, Korea Agency for Technology and Standards (KATS), Chungcheongbuk-do, Korea.
15. KATS, 2016, Water-to-air ground source heat pump unit; KS B 8293, Korea Agency for Technology and Standards (KATS), Chungcheongbuk-do, Korea.
16. KATS, 2016, Water-to-air ground source multi-heat pump unit; KS B 8294, Korea Agency for Technology and Standards (KATS), Chungcheongbuk-do, Korea.
17. KEMCO, 2008, NR GT 101 : Water-to-water ground source heat pump, Yongjin, The Republic of Korea, NRGT 101.
18. KEMCO, 2008, NR GT 102 : Water-to-air ground source heat pump, Yongjin, The Republic of Korea, NRGT 102.
19. KEMCO, 2008, NR GT 103 : Water-to-air ground source multi-heat pump, Yongjin, The Republic of Korea, NRGT 103.