

# 지열원 열펌프 유니트 인증제도 및 관련규격 동향

서정식

(사)한국냉동공조인증센터 책임연구원/공학박사

강희정

(사)한국냉동공조인증센터 책임연구원

최연성

(사)한국냉동공조인증센터 책임연구원

우정태

(사)한국냉동공조인증센터 소장

## 1. 머리말

최근 신재생에너지에 대한 관심이 전 세계적으로 높아지고 있다. 이러한 신재생에너지의 관심은 최근 고유가의 산업 환경과 지구온난화와 같은 환경문제의 해결책으로서 더욱 커지고 있다. 현재 정부에서도 신재생에너지의 보급 확산을 위해서 신에너지 및 재생에너지 개발 이용보급촉진법을 통해 신재생에너지의 보급촉진을 위해서 다양한 지원 사업을 진행하고 있다.

신재생에너지 보급 사업은 크게 신재생에너지 설치의무화 제도와 같이 공공기관이 신축하는 건축물에 대해서 일정비율을 신재생에너지 설비에 투자하도록 하는 의무제도와 보급 확산을 위해서 경제성이 낮고 시장이 형성되지 않은 신재생기술에 대해서 보조금을 지급하는 방법, 그리고 신재생에너지 기술에 대한 융자사업 등으로 나뉜다.

이러한 신재생에너지 중에서 지열은 재생에너지 부문에 속하며, 그 깊이에 따른 분류로 보면 심부지열과 천부지열로 분류되며, 국내의 대부분은 천부지열을 이용하게 되며, 이때 사용되는 대표적인 설비로 지열원 열펌프 유니트가 사용된다.

지열원 열펌프 시스템을 크게 나눠보면, 냉방사이클과 난방사이클을 가지고 있는 열펌프 유니트와 지열원을 연결하는 일체의 열교환기 및 제어

시스템이 되지만, 일반적으로 지열원 열펌프라 하면 지열원과 연결되도록 만들어진 열펌프 유니트를 의미하게 된다. 앞서 기술한 다양한 정부지원 정책에 맞춰 공공성과 장기 기술계획을 가지고 진행하기 위해서 이러한 지열원 열펌프 유니트에 대해서 인증을 받아야 각종 지원사업에 참여할 수 있다.

본 고에서는 지열원 열펌프의 국내외 규격동향을 통해 기술기준을 설명하고, 지열원 열펌프 인증제도에 대해서 기술하고자 한다.

## 2. 인증제도 소개

지열원 열펌프 시스템은 신재생에너지중 지열원을 이용하는 시스템으로서 신에너지 및 재생에너지개발·이용·보급촉진법 제13조에 따라 신재생에너지설비의 보급촉진을 위해 일정기준 이상의 신재생에너지설비에 대하여 인증하는 신재생에너지 인증제도를 따라야한다.

신재생에너지 인증제도는 신재생에너지설비의 품질을 보증하고 소비자 신뢰도를 제고하여 신재생에너지 보급 확대를 위한 성장기반 조성을 목적으로 하고 있으며, 관련 추진 근거는 신에너지 및 재생에너지개발·이용·보급촉진법, 시행령, 시행규칙에 따라 지식경제부고시 제2009-310

호(“신재생에너지설비 인증에 관한 규정”)에 의하여 신재생에너지설비 인증을 에너지관리공단 신재생에너지센터에서 실시하고 있다.

### 2.1 인증절차

인증절차는 제조·수입자가 에너지관리공단에 인증을 신청하면, 인증기관(에너지관리공단 신·재생에너지센터 이후 신재생에너지센터, <http://www.knrec.or.kr>)에서 일반심사(공장심사) 후 성능검사기관에 성능검사를 의뢰하게 된다. 성능검사기관은 현재 한국인정기구(KOLAS:Korea Organization Laboratory and Scheme : 홈페이지)의 국제공인시험기관으로 인정받은 기관만 시험이 가능하며, 물-물 지열원 열펌프 유니트와 물-공기 지열원 열펌프 유니트, 물-공기 지열 펄티형 열펌프 유니트는 한국냉동공조인증센터([www.kraac.or.kr](http://www.kraac.or.kr))에서 시험이 가능하다. 성능시험기관은 성능검사(인증검사)를 하여 성능검사 성적서를 공단과 신청업체에 발송하고 인증기관(신재생에너지센터)에서 적합여부를 판단 후 일반심사(공장심사)와 성능검사 합격 시 인증서 교부하게 된다. 또한 인증기관은 인증된 지열원 열펌프 유니트에 대해서 품질관리를 위한 사후관리 업무를 수행하고 있다.

지열원 열펌프 설비 인증절차는 그림 1과 같다.

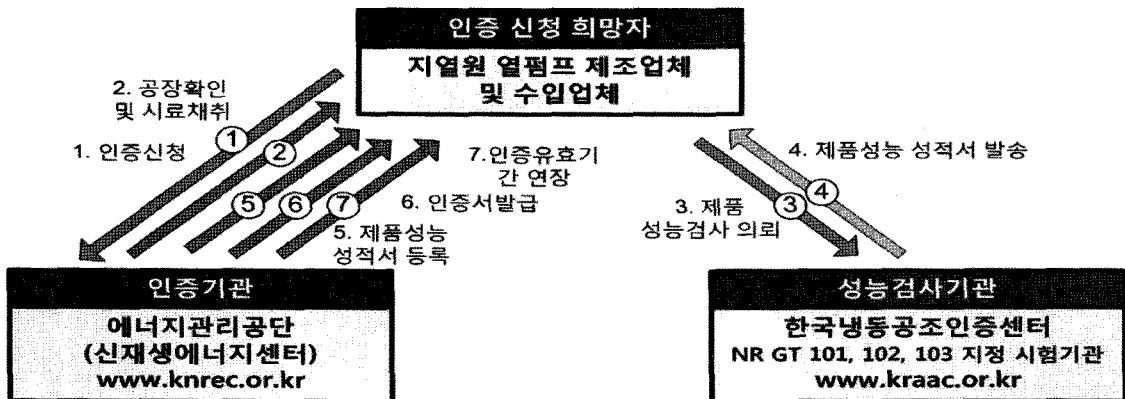
### 2.2 국내외 규격현황

#### 1) 국외규격현황

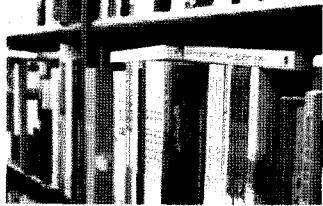
지열원 열펌프 유니트와 관련된 해외규격으로는 국제표준규격인 ISO 13256-1(수열원 히트펌프: 물-공기, 브라인-공기 히트펌프), ISO 13256-2(수열원 히트펌프: 물-물, 브라인-물 히트펌프)가 있고 미국 냉동협회 규격인 ARI 320-98(수열원 히트펌프), ARI 330-98(지열원 페루프형 히트펌프), ARI 325-98(지하수, 지표수 이용 히트펌프), ARI 870-2001(직접 지중 열교환 방식의 히트펌프)등이 있으며 미국 환경청(EPA)과 에너지국(DOE)에서 공동으로 운영하는 에너지 효율성 제도인 Energy Star가 있다.

ISO 13256-1, ISO 13256-2는 물을 열원으로 사용하는 가정용, 상업용, 산업용으로 제작된 열펌프에 대한 성능테스트 및 평가기준으로 지하수, 지중열을 열원으로 적용하는 열펌프 뿐만 아니라 냉각탑을 이용한 페루프 형태의 수열원 열펌프에도 포괄적으로 적용하고 있다. ISO 13256-1, ISO 13256-2는 수열원 히트펌프 유니트의 종류별 성능 시험조건 및 시험절차 등에 대해 정의하고 있으나 냉방/난방 효율기준인 EER, COP에 관해서는 언급하고 있지 않다.

ARI 320-98(Water-source heat pumps)은



[그림 1] 신재생에너지설비(지열원 열펌프 유니트) 인증절차



## 일반원고

미국 냉동 협회 (America Refrigeration Institute)에서 시행하고 있는 단체 인증 규격으로 물을 열원으로 하여 공장에서 제작된 주거용, 상업용, 산업용 열펌프의 정의, 시험 및 평가조건에 대한 기준으로 냉방용량기준 40 kW 미만에 대해 정의하고 있다. ARI 320은 지열원을 적용하는 열펌프는 포함하고 있지 않으며 냉난방 기기 뿐만 아니라 냉방전용기기에 대해서도 적용대상에 포함시키고 있다. ARI 325-98(Ground water-source heat pumps)은 지하수, 지표수를 열원으로 하여 공장에서 제작된 주거용, 상업용, 산업용 열펌프의 정의, 시험 및 평가조건에 대한 기준으로 냉방용량 기준 40 kW 미만에 대해 정의하고 있고 ARI 320과 마찬가지로 냉난방 기기 뿐만 아니라 냉방전용기기에 대해서도 적용대상에 포함시키고 있다.

ARI 330-98(Ground source close-loop heat pump)은 수직형 또는 수평형 밀폐식 폐루프 열펌프 유닛에 대한 정의, 시험, 평가조건에 대한 기준으로 용량 40 kW 미만, 루프통과 유체온도를 -3 ~ 37.7로 정의하고 있다.

ARI 870-2001(Direct Geoechanged heat pump)은 냉매공급 배관이 직접 지하 폐루프와 연결되어 지열 원과 열교환하는 유닛으로서 다른 규격과 마찬가지로 공장에서 제작된 주거용, 상업용, 산업용 등 모든 열펌프의 시험조건, 평가조건

등에 대한 규격이다. 표 1은 각 규격별 냉난방 표준 시험조건을 나타낸다.

Energy Star는 미국 환경청(EPA: Environmental Protection Agency)과 에너지국(DOE: Department of Energy)에서 공동으로 운영하는 에너지효율성의 프로그램으로 그 대상품목은 에어컨디셔너, 세탁기, 냉장고 등 가전기기부터 창문, 출입문, 지붕 등 주택단열품목까지 매우 다양하고 폭이 넓은데 지난 10년간 Energy Star 제품이 소비되었고, 7000 여개 기업과 단체가 이 프로그램의 파트너로 가입하는 등 범 친환경 인증으로 평가받고 있다. 특히 냉동공조기기 관련 품목만 하더라도 룸 에어컨디셔너, 공랭식 열펌프, 제습기, 중앙식 공조기, 팬, 공기청정기, 환기장치, 지열 열펌프 등 여러 종류의 품목에 대하여 기준보다 10 ~ 25% 정도 더 높은 에너지 소비효율 기준을 정해놓고 있다.

표 2는 Energy Star 인증의 지열열펌프 유닛 효율을 나타내고 있으며, 에너지스타기준으로 2009년부터 2012년까지 단계별로 에너지효율 기준이 강화되고 있는 것을 볼 수 있다.

### 2.1.2 국내규격현황

지열 열펌프 유닛 관련 국내규격으로는 현재 국제표준규격인 ISO 13256 series를 한국 산업규격으로 부합화한 KS B ISO 13256-1(수열원

<표 1> ARI 규격별 냉난방 표준 시험조건

온습도조건 시험항목		장비로유입되는 공기온도(°C)		室外주변 온도(°C)	냉매-물/냉매-유체 열교환기 유입 물온도(°C)	냉매-물/냉매-유체 열교환기 유출 물온도(°C)
		건구	습구			
ARI 320	냉방	26.7	19.4	26.7	29.4	35.0
	난방	21.1	15.6	21.1	29.4	-
ARI 325	냉방	26.7	19.4	26.7	21.1	-
	난방	21.1	15.6	21.1	21.1	-
ARI 330	냉방	26.7	19.4	26.7	25.0	-
	난방	21.1	15.6	21.1	-	-
ARI 870	냉방	26.7	19.4	26.7	25.0	-
	난방	21.1	15.6	21.1	5.0	-

〈표 2〉 지열열펌프 유니트의 Energy star 효율기준 - 신 기준

Energy Efficiency Requirements for Geothermal Heat Pumps			
Requirements (Effective December 1, 2009)			
Product Type	EER(Btu/h/W)	EER*(W/W)	COP(W/W)
Water-to-Air			
Closed Loop Water-to-Air	14.1	4.1	3.3
Open Loop Water-to-Air	16.2	4.7	3.6
Water-to-Water			
Closed Loop Water-to-Water	15.1	4.4	3
Open Loop Water-to-Water	19.1	5.6	3.4
DGX			
DGX	15	4.4	3.5
Requirements (Effective January 1, 2011)			
Product Type	EER(Btu/h/W)	EER*(W/W)	COP(W/W)
Water-to-Air			
Closed Loop Water-to-Air	16.1	4.7	3.5
Open Loop Water-to-Air	18.2	5.3	3.8
Water-to-Water			
Closed Loop Water-to-Water	15.1	4.4	3
Open Loop Water-to-Water	19.1	5.6	3.4
DGX			
DGX	16	4.7	3.6
Requirements (Effective January 1, 2012)			
Product Type	EER(Btu/h/W)	EER*(W/W)	COP(W/W)
Water-to-Air			
Closed Loop Water-to-Air	17.1	5.0	3.6
Open Loop Water-to-Air	21.1	6.2	4.1
Water-to-Water			
Closed Loop Water-to-Water	16.1	4.7	3.1
Open Loop Water-to-Water	20.1	5.9	3.5
DGX			
DGX	16	4.7	3.6

\*미국에서 EER은 열량단위를 Btu를 사용하므로, EER(W/W)로 환산하여 같이 표시하였음.

히트펌프 - 성능 테스트 및 평가 제 1부 : 물-공기 열펌프 및 브라인-공기 열펌프), KS B ISO 13256-2(수열원 열펌프-성능 시험 및 평가 제 2부 : 물-물 열펌프 및 브라인-물 열펌프)와 신 재생에너지 촉진법에 의해 에너지관리공단에서 제정한 지열 열펌프 기술기준인 NR GT

101(물-물 지열열펌프 유니트)와 NR GT 102(물-공기 지열 열펌프 유니트), 그리고 신규 품목으로 제정된 NR GT 103(물-공기 지열 열 펌프 유니트)가 있다. NR GT 101, NR GT 102, NR GT 103의 대부분은 KS B ISO 13256-1, KS B ISO 13256-2내용을 기반으로

하여 제정하였고 지열 열펌프 유닛 인증을 위한 기술기준서로 활용되고 있다.

NR GT 101, NR GT 102와 NR GT 103은 물을 열원으로 사용하여 부하 측에서 냉매와 물 또는 냉매와 공기가 열교환 하는 방식으로 가정용, 상업용, 산업용으로 제작된 열펌프에 대한 기준으로 지하수, 지중열을 열원으로 적용하는 열펌프 시스템에 적용되고 있다.

물을 적용하는 거의 모든 시스템을 범위로 포함 시킨 관계로 기존 기술기준에는 열펌프의 구분을 물 순환 시스템, 개방형 지하수-지표수 시스템, 밀폐형 지중루프 시스템으로 정의하였지만, 물순환 시스템과 지표수 시스템의 경우 신재생에너지에는 적합하지 않다는 기술위원회 의견으로 인하여 2007년도부터 지열원 열펌프 유닛 인증기준에서는 물 순환시스템과 개방형 지하수-지표수 시스템을 개방형 지하수 시스템으로 재 정의하였다.

NR GT 규격은 KS B ISO 13256 규격과 달리 각 시스템 별로 표준 냉난방 조건하에서 냉난방 효율기준인 EER, COP가 명시되어 있고 이에 따른 시험환경조건도 명시되어 있다.

### 3. 기술기준 분석

국내 지열원 열펌프 유닛 인증을 위한 기술기준에 대하여 NR GT 101 (물-물 지열열펌프 유닛)위주로 냉난방 능력 및 효율의 정의, 냉·난방능력 산출방법, 에너지효율 산출방법, 시험조건에 대해서 설명하고자 한다.

#### 3.1 정의

<표 3> 지열원 열펌프 유닛 인증규격 및 적용범위

규격번호	규격명칭	적용범위
NR GT 101 : 2009	물-물 지열 열펌프 유닛	표준 냉난방 용량 및 에너지효율 산정 호칭용량 280 kW(80 USRT)이하
NR GT 102 : 2009	물-공기 지열 열펌프 유닛	표준 냉난방 용량 및 에너지효율 산정 호칭용량 105 kW(30 USRT)이하
NR GT 103 : 2010	물-공기 지열 멀티형 열펌프 유닛	표준 냉난방 용량 및 에너지효율 산정 호칭용량 105 kW(30 USRT)이하

지열원 열펌프 유닛은 적용되는 지열원 시스템별로 지하수 시스템과 지중 루프 시스템으로 나누어진다. 세부적인 정의는 ISO 13256-1, 2에 나온 적용 유닛 범위와 유사하며 NR GT 101, 102, 103에 의한 인증대상은 표 3과 같다.

#### 3.2 냉난방 능력 및 에너지효율

냉난방능력은 주어진 시간동안 열펌프가 부하측 열교환기를 순환하는 순환수로부터 제거하는 열량 또는 순환수에 공급하는 열량을 의미하며 단위는 W로 표시한다.

#### 3.3 정미냉방능력과 정미난방능력

정미냉방능력은 물-물 지열원 열펌프 유닛 경우 부하측(실내측)에 공급하는 펌프의 소비전력을 고려한 능력이며, 단위는 W로 표시한다.

- 펌프 외장형 : 정미냉방능력(W) = 냉방능력(W) - 순환수 펌프 소비전력 보정(W)
- 펌프 내장형 : 정미냉방능력(W) = 냉방능력(W) + 순환수 펌프 소비전력 보정(W)

동일한 방법으로 정미 난방능력은 부하측 순환수 펌프 소비전력까지 고려한 능력으로 단위는 W로 표시된다.

- 펌프 외장형 : 정미난방능력(W) = 난방능력(W) + 순환수 펌프 소비전력 보정(W)
  - 펌프 내장형 : 정미난방능력(W) = 난방능력(W) - 순환수 펌프 소비전력 보정(W)
- 순환수 펌프의 경우 설치 배관 및 설비의 최적화

<표 4> 물-물 지열원 열펌프 유닛 시험조건 (NR GT 101)

구분	냉방		난방	
	지하수 시스템	지중루프 시스템	지하수 시스템	지중루프 시스템
부하 측 순환수의 열펌프 유입 온도, °C	12	12	40	40
부하 측 순환수의 열펌프 유입 온도, °C	15	25	10	5

를 위해서 다양하게 설계되기 때문에 순환수 펌프에 대한 소비전력은 보정값으로 계산된다. 이는 순환수를 열펌프의 냉매-물 열교환기내로 유동 시키는데 소요되는 부분만을 유효전력에 포함시키는데 이 값은 직접 측정될 수 없기 때문에, 부하측 냉매-물 열교환기 입·출구에서 순환수 유동에 의한 압력강하와 유량 등으로부터 간접 계산된다.

계산된 보정값은 순환수 펌프가 지열원 열펌프 구성요소가 아닐 경우 냉방용량 산정시(-), 난방용량 산정시(+)가 되며, 순환수 펌프가 열펌프 내장형일 경우 냉방용량 산정시(+), 난방용량 산정시(-)가 된다. 열원측 순환수 펌프 소비전력 보정 값의 산출 방법도 부하측 순환수 소비전력 값 산출 방법과 동일하다. 물-물 열펌프의 표준 용량 및 성능시험에는 액체엔탈피법(liquid enthalpy test method)이 적용되며 열펌프의 부하측과 열원측에 액체엔탈피법을 적용하여 각각의 냉방용량과 난방용량을 계산하고, 두 값을 평균하여 총 냉방용량과 난방용량을 산정한다.

### 3.4 에너지 효율비

에너지 효율비는 지열 열펌프에 공급되는 유효전력에 대한 정미 냉·난방능력의 비를 의미하며, 물-물, 물-공기 열펌프의 냉·난방 성능 척도를 나타낸다. 식(1)은 냉방 효율을 나타내며 EER(Energy Efficiency Ratio)로 표현되며, 식(2)는 난방 효율을 나타내며 COP(Coefficient of Performance) 나타낸다.

$$EER = \text{정미 냉방능력}(W) / \text{유효 전력}(W) \quad (1)$$

$$COP = \text{정미 난방능력}(W) / \text{유효 전력}(W) \quad (2)$$

### 3.5 시험조건 및 효율기준

앞서 기술한 지열 열펌프 유니트의 냉·난방 용량을 위한 시험조건은 지하수 시스템과 지중루프 시스템에 따라 변화되며, 물-물 시스템의 냉방 및 난방 용량 산정을 위한 시험조건과 인증조건은 표4, 5, 6과 같다.

### 3.6 인증현황

지열원 열펌프 유니트의 인증제품 현황은 에너지관리공단 신재생에너지센터 홈페이지(<http://www.knrec.or.kr>)에서 확인 할 수 있으며, 소비자가 인증제품의 세부내역 및 냉난방 성능을 확인할 수 있다. 2010년 8월 기준으로 물-물 지열원 열펌프 유니트는 73개 모델이 인증을 받았으며, 물-공기 지열원 열펌프 유니트는 11개 모델이 인증을 받은 것으로 확인되었다.

## 4. 맺음말

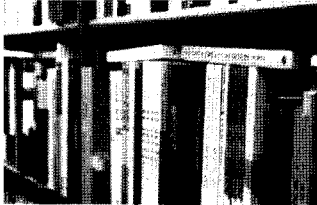
신재생에너지 중 지열원을 사용하는 지열원 열펌프의 인증제도 및 관련규격에 관하여 간략히 기술하였다. 지열에너지의 보급은 현재 정부의 정책적 지원에 의해서 과거에 비해서 크게 확대되고 있는 중이다. 정부 지원 사업이기 때문에 보다 투명하고 신뢰할 수 있는 인증제도의 정착이 필요하다. 또한 지열원 열펌프 유니트의 제조업체가 중소기업 중심으로 진행되므로, 중소기업 지원효

<표 5> 물-공기 지열원 열펌프 유니트 시험조건 (NR GT 102, 103)

구분	냉방		난방	
	지하수 시스템	지중루프 시스템	지하수 시스템	지중루프 시스템
열펌프로 흡인되는 공기				
- 건구온도, °C	27	27	20	20
- 습구온도, °C	19	19	15	15
열원 측 순환수의 열펌프 유입 온도, °C	15	25	10	5

<표 6> 최소 요구 성능 (물-물, 물-공기, 물-공기 지열 열티형)

구분	냉방		난방	
	지하수 시스템	지중 루프 시스템	지하수 시스템	지중 루프 시스템
EER, COP	4.80	4.10	3.60	3.45



## 일반원고

과도 매우 크다 할 수 있다. 지열에너지 산업의 활성화에 따른 지열원 열펌프 유니트 수입업체의 진출도 예상되므로, 지열원 열펌프 유니트의 기술적 향상 및 품질유지를 위한 노력이 더욱 필요하다고 볼 수 있다. 이러한 지열원 열펌프 유니트의 보급 확대는 에너지절감과 지구온난화지수감축을 이루는 해법이 될 수 있다고 사료된다.

### 5. 참고문헌

1. 이우섭 외, 신재생에너지설비 시공 및 설치확인 기준, 2010, 지식경제부
2. 우정태 외, 지열시스템 표준화 기술개발에 관한 연구 및 인증기준 개발방안, 2007, 기술표준원
3. 신재생에너지 설비인증제도, 신재생에너지센터 홈페이지 (<http://www.knrec.or.kr>)
4. KS B ISO 13256-1, 2
5. NR GT 101, 102, 103
6. ARI Standard 320, 325, 330, 870