

냉매 내 공기흡입에 따른 에어컨 시스템의 냉각성능 저하

문성원 민영봉 정태상

Cooling Performance Deficiency of Air Conditioning System According to Air Quantity Included in Refrigerant

S. W. Moon Y. B. Min T. S. Chung

Abstract

This study was performed to present the diagnosis basis of cooling performance deficiency according to air quantity included in refrigerant of air-conditioner by detecting the temperatures and pressures of refrigerant pipeline. The car air-conditioner of SONATA III (Hyundai motor Co., Korea) was tested by maximum cooling condition at 1500 rpm of engine speed in the room with controlled air condition at 33~35°C and 55~57%RH. Measured variables were temperature differences between inlet and outlet pipe surface of the compressor (Tcom), condenser (Tcon), receive dryer (Trec) and evaporator (Teva), and high pressure (HP) and low pressure (LP) in the refrigerant pipeline, and temperature difference (Tcoo) between inlet and outlet air of the cooling vent of evaporator. Control variables were the refrigerant charging weight and the vacuum degree in the refrigerant pipeline before charging refrigerant.

From the test, it was represented that the measuring values of Tcom, LP and Tcoo were enabled to make the diagnosis of cooling performance deficiency according to air quantity included in refrigerant of air-conditioner. The ranges of Tcom, LP and Tcoo to make the diagnosis of cooling performance deficiency were respectively less than 55°C, more than 166.7 kPa-g (1.7 kgf/cm²) and less than 13.7°C. In the case of using only external sensors and the condition under the normal performances of air conditioner, it was considered that the ranges of LP and Tcoo to make the diagnosis of cooling performance deficiency were respectively more than 166.7 kPa-g and less than 12°C.

Keywords : Air conditioning system, Refrigerant charge, Diagnosis of air conditioner

1. 서론

냉방 시스템은 현대에 있어서 인간과 더불어 가축까지도 쾌적한 생활환경을 조성해주기위한 필수장비로서 설비되고, 농산물과 식품의 가공산업 등 농산업분야에도 필수장비로 이용되고 있다. 농업분야에서는 1990년대에 들어서면서 농산물 저온저장과 원예작물 냉방을 위하여 냉방시스템을 이용하기 시작하여 2000년대에 와서 저에너지를 투입할 목적으로 히트펌프를 이용한 농산물 건조(Kang et al., 2007a, 2007b)

와 저장(Kwon et al., 2006) 및 원예작물 냉방(Kang et al., 2002)에 대한 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 농업용 냉방시스템은 원예작물의 냉방에 이용하는 것과 같이 자연에 노출된 환경이 많고 수요가 적어서 냉방시스템의 자체의 기술개발보다 효율적 이용기술에 대한 연구개발이 많은 실정이다. 본 연구는 에어컨 시스템의 자동 냉매충전장치 개발을 위하여 자동차분야의 선행연구를 검토하여 향후 농업기계에 적용코자 시도하였다. 그 결과 자동차 분야에서도 에어컨 상태 자동진단 및 자동충전장치가 완전히 개발되어 있지 못함을

The article was submitted for publication on 2009-08-17, reviewed on 2009-10-19, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2009-11-02. The authors are Seong Won Moon, Research Assistant, Young Bong Min, Professor, KSAM member, Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, and Tae Sang Chung, Professor, KSAM member, Department of Machinery Engineering, Jinju National University. Corresponding author: Y. B. Min, Professor, Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University, Jinju, 606-701, Korea; Fax: +82-55-762-0610; E-mail: <mybong@gnu.ac.kr>.

알게 되었고, 실험의 대상이 농업용 에어컨이 아닌 자동차 에어컨을 택한 것은 우선 실험도구로 사용될 냉매 자동충전기가 자동차용이 상용되고 있는 것과, 본 연구를 통하여 농업용 냉방시스템의 자동 상태진단 및 냉매충전 장치 연구를 위한 기초자료를 얻고자 함이었다.

냉방 시스템은 자동차산업이 이용대수 면에서 가장 많은데, 자동차공업협회에 따르면 2008년 12월 현재 차량 총 등록대수는 1천 679만 4287대로, 가구당 차량 등록대수가 처음으로 1.0을 돌파하였다고 한다. 자동차의 쾌적한 운전환경은 에어컨시스템의 성능에도 큰 영향을 받으며, 수요자의 만족도와 직결되기 때문에 에어컨의 우수한 성능과 품질을 확보하는 것이 무엇보다도 중요하다(Suh and Ha, 2003). 자동차의 고급화 및 자동화가 가속화됨에 따라 차량에어컨은 운전자가 에어컨 작동을 위해 여러 가지 조작을 일일이 번거롭게 하지 않아도 자동적으로 쾌적한 실내가 유지되는 전자동식 에어컨이 현재 실용화되고 있지만, 냉방성능저하의 원인을 운전자에게 제시하는 자동진단장치는 구비되어 있지 않다. 에어컨의 바람이 시원하지 않을 때 즉, 냉각성능 성능저하 시 고장 및 성능저하요인을 정확하게 진단하여야 하는데 대부분 정비사의 경험에 의한 진단에 의존하고 있는 실정이다.

현재 국내에 보급되어 있는 에어컨 자동 충전장치는 에어컨 냉매의 무게를 측정하여 적정량을 자동 충전하게 되는데, 냉각성능 불량에 에어컨 내 잔류 냉매량을 알 수 없기 때문에 냉매를 회수·재생한 후 규정 무게만큼 충전을 하고 있다. 또한 에어컨 라인의 진공누설 유·무의 판정도 정비사의 감각에 의존하고 있으며, 진공을 시킨 다음 회로를 폐쇄하고 진공계의 눈금을 정비사가 확인한 후 10~20분 후 다시 진공계 눈금을 확인하여 진공누설을 판정하는 실정이다. 항상 최적의 에어컨 성능을 유지하기 위해서는 에어컨의 상태를 수시 또는 필요시 진단하여 필요한 처방을 내리는 것이 필요하며, 이를 위하여 마이크로 컨트롤러나 컴퓨터를 이용한 측정, 분석, 진단 및 처치를 수행하는 장치의 개발이 요구된다.

에어컨 냉각성능 저하의 원인은 크게 기계적인 고장과 냉매의 이상상태를 들 수 있다. 그 중 기계적인 고장은 압축기 불량, 응축기 불량, 리시브드라이어 불량 및 증발기 불량이 있으며, 냉매 이상상태는 냉매 내에 공기혼입, 수분함유 그리고 냉매충전량 부족으로 볼 수 있다. 그 중 가장 먼저 고려해야 하는 요인은 에어컨 내에 들어 있는 냉매충전량이다. 냉매충전량이 부족하면 냉매순환량이 줄어들어 팽창밸브를 통한 증발능력이 저하된다. 그러나 냉매충전량이 많아질수록 계속적으로 팽창밸브를 통한 증발능력이 향상되는 것은 아니다(Lee et al., 1998). Moon 등(2008)은 승용차량을 대상으로 엔진회전수 1500 rpm과 2000 rpm 상태에서 냉매충전량 변화에 따른 냉매라인의 온도와 압력 변화를 측정 분석하고, 1500 rpm에서 냉매충전량의 적정 및 부족을 진단할 수 있는

자료를 제시한 바 있다.

본 연구는 승용차량을 대상으로 엔진회전수 1500 rpm 상태에서 에어컨의 냉매내 공기혼입량 변화에 따른 냉매라인의 온도와 압력 변화를 측정 분석하여 에어컨의 냉매내 공기혼입 상태를 진단할 수 있는 자료를 제시하기 위하여 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 재료

시험용 에어컨은 SONATA III(Hyundai motor Co., Korea) 차량에 장착되어있는 에어컨을 이용하였다. 차량용 에어컨냉매는 신냉매인 HFC-134a를 사용하였다. 시험 대상차량은 온도와 상대습도를 일정하게 제어할 수 있는 실험실(9.3×11×3, L×W×H, m) 내에 종방향의 중앙, 횡(W)방향 우측 1/3지점에 위치시키고 시험을 실시하였다. 그림 1은 에어컨 냉매라인의 각 부분 온도와 압력 그리고 대기의 상대습도를 측정하기 위한 장치이다. 각 부분의 온도측정은 열전대(T type), 냉매라인의 고압과 저압 측정은 압력센서(-760 mmHg~7 MPa, PSM B 0070KAAA, Sensor system technology Co., Ltd., Korea)를 이용하였다. 또한 실험실 내의 상대습도는 실험실내 증상에 습도센서(0~90%RH, YHD-R-V, Autonics Corp., Korea)를 설치하여 측정하였다. 각각의 센서의 출력단은 데이터 측정장치(System10K7, Daytronic Corp., USA)의 열전대카드(10A9-8C, Thermocouple conditioner card)와 전압카드(10A60-4, quad voltage conditioner card)에 연결하여 각각의 데이터를 측정하였다. 데이터 측정장치로부터 측정된 데이터들은 RS-232 통신을 통하여 컴퓨터(Pentium4 2.4 GHz, Windows XP)로 전송하여 하드디스크에 저장되도록 하였다. 에어컨에 냉매회수, 진공 및 냉매주입 작업은 상업용 냉매충전장치(MS-482, MS motor system Co. Ltd., Korea)를 이용하였다.

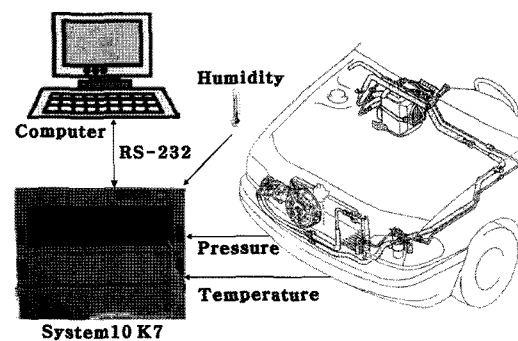


Fig. 1 Equipments for measuring temperature, pressure and humidity of car air conditioning system.

그림 2는 에어컨시스템 냉매라인의 온도와 압력의 측정지점을 나타낸 것이다. 냉매라인의 각 온도 측정지점은 압축기, 응축기, 리시버드라이어 및 증발기의 입구와 출구로부터 1 cm 떨어진 지점의 냉매라인 파이프 표면과 응축기와 증발기벤트의 송풍기 입구와 출구 지점으로 하였다. 냉매라인 파이프 표면에 부착한 온도센서는 엔진으로부터 방열되는 열과 외부 열을 차단하기 위해 단열 처리하였다. 냉매라인의 고압과 저압의 압력측정은 압축기 전후의 고저압 점검 밸브에 압력센서를 장착하여 측정하였다. 표 1은 그림 2에 나타낸 에어컨시스템의 각 구성요소와 관련한 온도, 압력 및 상대습도 측정값의 기호를 나타낸 것이다.

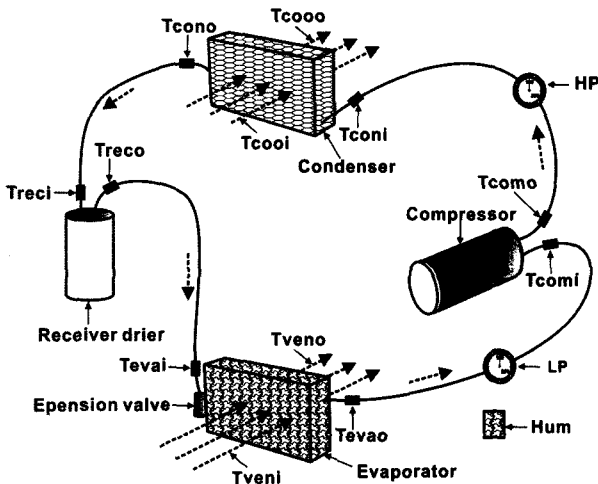


Fig. 2 Measuring points of physical properties for the air conditioning system.

Table 1 Representations of symbols used in Fig. 2

Symbols	Representations
Tcomi	Temperature on the surface of compressor inlet pipe
Tcomo	Temperature on the surface of compressor outlet pipe
Tconi	Temperature on the surface of condenser inlet pipe
Tcono	Temperature on the surface of condenser outlet pipe
Treci	Temperature on the surface of receiver inlet pipe
Treco	Temperature on the surface of surface outlet pipe
Tevai	Temperature on the surface of evaporator inlet pipe
Tevao	Temperature on the surface of evaporator outlet pipe
Tveni	Temperature of evaporator inlet vent air
Tveno	Temperature of evaporator outlet vent air
Tcooi	Temperature of condenser inlet cooling air
Tcooo	Temperature of condenser outlet cooling air
HP	High pressure in refrigerant line
LP	Low pressure in refrigerant line
Hum	Relative humidity in ambient air

나. 시험방법

2007년 6월부터 9월까지 에어컨 가동시기의 서울과 진주의 대기 온도와 상대습도를 조사한 결과, 1일 최대온도 33~35°C에서 상대습도 52~58%RH로 냉방부하가 가장 높은 것으로 나타났다. 따라서 실험실 내 실내온도는 난방기(GHC-125KF, LG Electronics Inc., Korea)를 이용하여 33~35°C 범위로 조절하고, 습도는 이류체노즐식 가습장치를 이용하여 55~57%RH로 조절하였다. Moon 등(2008)은 승용차량을 대상으로 엔진회전수 1500 rpm과 2000 rpm 상태에서 냉매 충전량 변화에 따른 냉매라인의 온도와 압력 변화를 측정 분석하여, 액화상태의 냉매충전량이 무게로 7.06 N(720 g)일 때 최적성능을 가지며, 5.39 N(400 g)이상에서는 냉방성능이 유지되는 것으로 보고한 바 본 시험에서의 냉매 주입량 변화는 5.39 N이상에서 실시하였다. 공기와 냉매 주입방법은 엔진을 정지시키고 냉매를 회수한 후 냉매라인을 진공시킨 상태에서 저압라인 내에 공기가 혼입되도록 저압밸브를 열어 소정의 공기를 주입시키고 저압밸브를 닫고, 다시 저압밸브에 냉매충전기의 냉매투입호스를 연결하여 소정의 냉매를 주입하였다. 공기혼입량의 정량화는 공기주입 완료시의 에어컨 저압측 진공압력 즉, 냉매주입전 진공압으로 하였고 냉매충전량은 냉매주입기가 표시하는 냉매저장기의 액화상태의 무게로 하였다. 각 시험시의 냉매주입전 진공압은 절대압단위 (kPa-a)로 0.13 kPa-a, 34.67 kPa-a, 61.33 kPa-a 및 88.00 kPa-a(1, 260, 460, 660 Torr)로 하였으며, 냉매충전량은 3.92 N(440 g), 5.39 N(550 g), 7.06 N(720 g)으로 하였다. 시험시 엔진회전수는 1500 rpm 으로 고정하였고, 에어컨의 작동 조건은 증발기벤트의 풍량스위치를 최대로 하고, 온도조절스위치는 최대냉방으로 하고, 외기유입상태에서 차량의 문을 완전 개방하였다. 시험구별 3반복하여 시험하였고, 데이터측정시간은 엔진시동 후 증발기벤트 입출구 공기온도가 안정되는 시간(1분) 이후 10분간으로 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 3은 냉매충전량 3.92 N, 5.39 N 및 7.06 N일 때 공기 혼입량 지표인 냉매주입전진공압에 따른 에어컨 구성요소의 전후 냉매파이프라인의 파이프 표면온도차를 나타낸 것이다. 냉매주입전 진공압의 증가, 즉 냉매의 공기혼입량 증가에 따라 각 파이프 표면온도차는 전반적으로 감소하는 것으로 나타났다. 이것은 냉매에 공기가 혼입되면 에어컨의 냉각성능이 저하되는 것을 보여주는 것으로 판단된다. 냉매주입량의 변화에 따른 각 파이프 표면온도차의 변화는 공기혼입량의 변화에 따라 유의차가 나타나지 않았는데, 이것은 Moon 등(2008)의 시험결과에서 냉매충전량 3.92 N이상에서는 에어컨의 냉각성능이 정상으로 작동하는 것과 같은 이유로 생각된다.

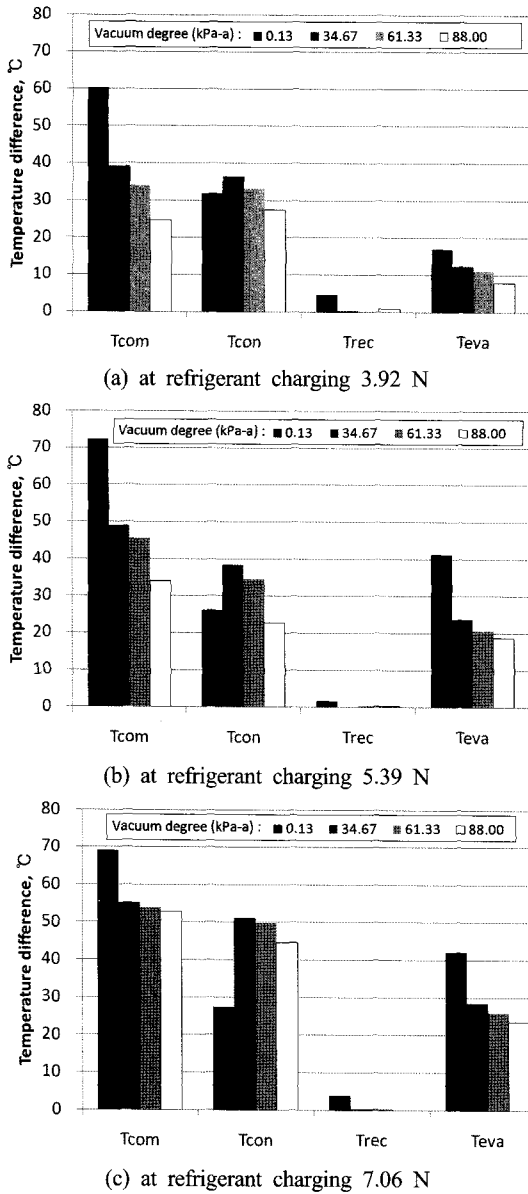


Fig. 3 Temperature differences between on inlet and outlet pipe surface of the compressor (Tcom), condenser (Tcon), receive dryer (Trec) and evaporator (Teva) of the air conditioner on operating, according to vacuum degree due to air injection into refrigerant line of perfect vacuum before the refrigerant was charged.

한편 파이프표면온도차가 공기혼입량의 영향을 진단하기 위한 변수가 되기 위해서는 파이프 표면온도차가 냉매충전량 변화보다 공기혼입량 변화에 더 큰 영향을 받는 조건이 구비되어야 한다. 압축기입출구파이프표면온도차(Tcom)는 냉매충전량 3.92 N과 냉매주입전 진공압 0.13 kPa-a에서 60℃, 그 외의 냉매충전량과 냉매주입전진공압이 34.67 kPa-a 이상에서는 그 온도차가 55℃이하 이므로 공기혼입량 영향의 진단변수로 사용이 가능하다고 할 수 있다. 그러나 응축기입출구 파이프 표면온도차(Tcon)는 냉매충전량 3.92 N과 냉매주입전 진공압 0.13 kPa-a에서 32℃인데, 냉매충전량 5.39 N시

냉매주입전 진공압 34.67 kPa-a과 61.33 kPa-a, 냉매충전량 7.06 N시 냉매주입전 진공압 34.67 kPa-a 이상에서 32℃이상이고 그 외는 32℃이하로 변화의 일률성이 없으므로, 응축기입출구 파이프 표면온도차(Tcon)는 공기혼입량 영향의 진단변수로 사용할 수 없는 것으로 판단된다. 리시버드라이어 입출구 파이프 표면온도차(Trec)는 공기혼입의 영향이 나타나지만 그 값들이 너무 작아서 계측오차와의 구별이 어려웠으므로 공기혼입량 영향의 진단변수로 사용할 수 없는 것으로 판단된다. 증발기입출구 파이프 표면온도차(Teva)는 공기혼입량이 증가함에 따라 직선적으로 감소하는 것으로 나타났다. 냉매충전량 3.92 N과 냉매주입전 진공압 0.13 kPa-a에서의 증발기입출구 파이프 표면온도차(Teva)는 17℃인데 냉매충전량 3.92 N 냉매주입전 진공압 34.67 kPa-a이상에서 17℃이하이고, 냉매충전량 3.92 N이상과 냉매주입전 진공압 34.67 kPa-a이상에서 19℃이상으로 변화의 일률성이 없는 것으로 나타났다. 따라서 증발기입출구 파이프 표면온도차(Teva)는 공기혼입량 영향의 진단변수로 사용할 수 없는 것으로 판단된다. 냉매주입전 진공압이 증가하면 냉매중에 공기가 많이 혼입되므로 에어컨의 냉각성능이 떨어지게 되는 현상을 명확하게 보인 것은 압축기입출구 파이프 표면온도차(Tcom)와 증발기입출구 파이프 표면온도차(Teva)로 나타났다. 그러나 증발기입출구 파이프 표면온도차(Teva)는 냉매충전량의 영향이 공기혼입량의 영향보다 크므로 공기혼입량 진단변수로 사용할 수 없으며, 압축기입출구 파이프 표면온도차(Tcom)를 측정하여 냉매의 공기혼입량 진단이 가능할 것으로 판단되며, 압축기입출구 파이프 표면온도차(Tcom)가 55℃이하이면 냉매내 공기가 혼입되었다고 진단할 수 있을 것으로 판단된다.

그림 4와 5는 냉매주입전 진공압과 냉매충전량 변화에 따른 에어컨시스템의 고압과 저압의 변화를 나타낸 것이다. 이들 고압과 저압의 단위는 게이지압으로서 각각 MPa-g과 kPa-g로 나타내었다. 냉매주입전 진공압의 증가, 즉 공기의 혼입량이 증가되면 고압은 완전진공 시 보다 0.049 MPa-g ~ 0.519 MPa-g로 저압은 19.7 kPa-g ~ 98.0 kPa-g으로 직선적인 증가를 보였다. 그림 4의 고압측압력 변화에서 완전진공, 즉 냉매에 공기혼입이 전혀 없을 때는 냉매충전량이 3.92 N에서 7.06 N으로 증가함에 따라 고압측압력이 1.382 Mpa-g(14.1 kgf/cm²)에서 1.588 Mpa-g(16.2 kgf/cm²)으로 증가하였다.

공기혼입이 전혀 없을 때 냉매충전량 3.92 N이상에서는 에어컨 냉방성능이 정상으로 취급되고 있으므로 냉매에 공기혼입이 되었다는 진단조건은 공기혼입이 전혀 없는 냉매충전량 7.06 N일 때의 고압측압력 1.588 Mpa-g보다 높은 압력이어야 한다. 냉매충전량 3.92 N과 5.39 N에서 상당한 공기혼입이 있는 냉매주입전 진공압 34.67 kPa-a과 61.33 kPa-a일

때의 고압측 압력은 공기혼입이 전혀 없는 냉매충전량 7.06 N일 때의 고압측 압력 1.569 Mpa-g보다 낮게 나타나 공기혼입을 진단할 수 없는 범위로 판단된다. 따라서 고압측 압력은 공기혼입량 증가의 영향보다 냉매충전량 증가의 영향이 더 큰 범위로 작용하여 냉매의 공기혼입 진단변수로 사용할 수 없는 것으로 판단된다.

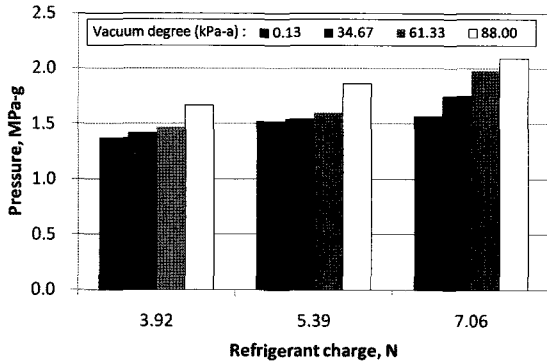


Fig. 4 High pressure variations according to the vacuum degree and the refrigerant charge.

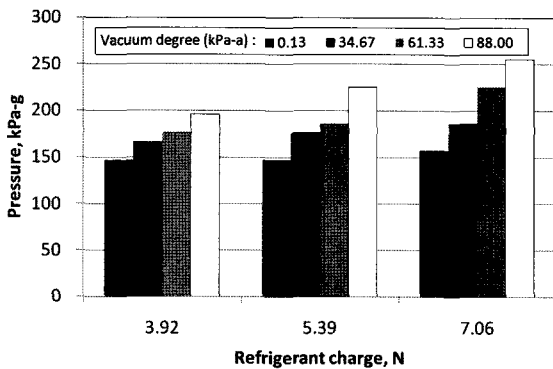


Fig. 5 Low pressure variations according to the vacuum degree and the refrigerant charge.

그림 5의 저압측 압력변화에서 완전진공, 즉 냉매에 공기 혼입이 전혀 없을 때 냉매충전량이 3.92 N에서 7.06 N으로 증가함에 따라 저압측 압력이 147.0 kPa-g(1.5 kgf/cm²)에서 156.9 kPa-g(1.60 kgf/cm²)으로 증가하여 그 증가폭은 9.9 kPa이었다. 또한 전구간 냉매충전량 범위에서 공기혼입량에 증가에 의한 저압측 압력의 증가폭은 19.7~98.0 kPa-g(0.2~1.0 kgf/cm²)로 냉매충전량 증가에 의한 증가폭보다 높은 값으로 나타났다. 따라서 저압측 압력은 공기혼입량 증가의 영향이 냉매충전량 증가의 영향보다 더 큰 범위로 작용하여 냉매의 공기혼입 진단변수로 사용할 수 있을 것으로 판단되며, 저압측 압력이 166.7 kPa-g(1.7 kgf/cm²)이상으로 나타나면 냉매에 공기가 혼입된 것으로 판단해도 좋을 것으로 생각된다.

그림 6은 냉매주입전 진공압과 냉매충전량 변화에 따른 증발기 벤트의 입출구 공기온도차를 나타낸 것이다. 공기혼입량이 많을수록 즉 진공압이 증가하면 증발기벤트 입출구 공기온도차는 직선적으로 낮아지는 것으로 나타났다. 증발기벤트 입출구 공기온도차는 냉매의 증가에 의한 영향보다 공기 혼입량 증가에 의한 영향이 더 크게 나타나 공기혼입 진단변수로 이용이 가능한 것으로 판단되며, 증발기벤트 입출구 공기온도차가 13.7℃이하인 경우는 공기가 혼입되었다고 판단하여도 좋을 것으로 생각된다.

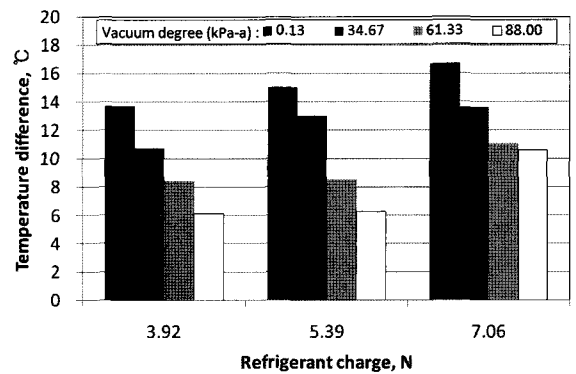


Fig. 6 Temperature difference between inlet and outlet air of cooling vent of evaporator according to vacuum degree and refrigerant charge.

또한 컴퓨터 계측시스템의 계측오차범위를 5%로 감안해서 점검한 결과, 냉매의 공기혼입량 진단에 적합한 진단변수는 압축기입출구 파이프 표면온도차, 저압 및 증발기벤트입출구공기온도차로 나타났다.

일반적으로 냉매에 공기가 혼입되면 냉방성능이 떨어지는 것은 당연히 예측되는 사항이나 이 냉방성능 저하를 진단하는 변수는 여러 가지이다. 냉매 가스의 특성상 증발온도와 액화온도의 변화를 보고 공기혼입을 알 수 있는데 이 둘 온도의 간접측정 부위는 증발기와 응축기의 파이프 온도가 될 수 있다. 또한 사람에 의한 진단은 고압압력계, 저압압력계 및 사이트글라스의 관찰에 의하여 행하고 있다. 이들 측정방법과 진단을 컴퓨터화 하기 위해서는 보다 정확하고 많은 데이터 정보가 필요한데 이의 진단변수로는 외부에서 센서의 접촉과 측정이 가능한 고압과 저압측압력 및 증발기벤트 입출구 공기온도차로서 3개변수이다. Kim(2005)은 공기혼입량이 증가하면 냉방성능이 떨어지고 고압과 저압의 압력이 정상보다 매우 증가한다고 하였으며, 증발기벤트 입출구 공기온도차가 12℃ 미만이면 냉방불량으로 판단해야 한다고 하였다. Moon 등(2008)은 엔진회전속도 1,500 rpm에서 순수 냉매의 충전량이 3.92 N 이상에서는 정상 냉방의 성능을 나타낸다고 하였다. 이들 사실을 감안하면, 외부측정센서를 이

용할 때 냉매의 공기혼입에 의한 냉방불량의 확실한 진단은 저압측압력이 166.7 kPa-g 이상으로 나타나고 증발기벤트 입출구 공기온도차가 12°C 이하인 경우로 판단된다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 농업용 냉방시스템의 자동 상태진단 및 냉매충전 장치 연구를 위한 기초자료를 얻고자 선행연구로 수행하였다. 시험은 승용차량의 에어컨 시스템을 대상으로 자동차용 냉매충전기와 컴퓨터 계측시스템을 이용하여 수행하였다. 실험실 내에서 SONATA III(Hyundai motor Co., Korea) 차량의 에어컨을 대상으로 엔진회전수 1500 rpm에서 최대냉방 조작 상태에서 시험을 실시하였다. 실험실의 실내온도와 상대습도는 33~35°C와 55~57%RH로 유지하였다. 시험목적은 냉매내 공기혼입량 변화에 따른 냉매라인의 온도와 압력 변화를 측정 분석하여, 공기혼입에 의한 냉방불량을 진단할 수 있는 자료를 제시하기 위함이며, 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 냉매의 공기혼입량 증가는 에어컨시스템의 냉각성능을 저하시키며, 공기혼입량 변화의 영향이 크고 냉매충전량 변화의 영향보다 높게 나타나는 측정량은 압축기입출구 파이프 표면온도차, 저압측 압력 및 증발기벤트 입출구 공기온도차인 것으로 나타났다.
- (2) 압축기입출구 파이프 표면온도차, 저압측 압력 및 증발기벤트 입출구 공기온도차를 측정하여 냉매의 공기혼입량 진단이 가능하며, 각각의 값이 55°C 이하, 166.7 kPa-g 이상 및 13.7°C 이하이면 냉매내 공기가 혼입되었다고 진단할 수 있을 것으로 판단된다.
- (3) 일반적으로 증발기벤트 입출구 공기온도차가 12°C 이상이면 정상냉방으로 판단하는 것이 통례이므로 정상냉방 성능을 유지할 수 없는 조건에서 외부측정센서를 이용할 때 냉매의 공기혼입에 의한 냉방불량의 확실한 진단은 저압측 압력이 166.7 kPa-g 이상으로 나타나고 증발기벤트 입출구 공기온도차가 12°C 이하인 경우로 판단된다.

참고 문헌

1. Kang, G. C., Y. J. Kim, Y. S. Ryou and Y. Paek. 2002. Development of heating and cooling system with heat pump for nutrient solution bed in greenhouse. Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery 37(6):501-512. (In Korean)
2. Kang, Y. K., C. S. Han and D. H. Keum. 2007a. Drying and low temperature storage system for agricultural products using the air to air heat pump (1) - drying performance -. Journal of Biosystems Engineering 32(1):20-29. (In Korean)
3. Kang, Y. K., C. S. Han and D. H. Keum. 2007b. Drying and low temperature storage system for agricultural products using the air to air heat pump (2) - Performance of low temperature storage for apples -. Journal of Biosystems Engineering 32(2): 101-108. (In Korean)
4. Kim, C. W. 2005. Automotive Air Conditioner. pp. 199-214. Joongwonsa, Seoul, Republic of Korea. (In Korean)
5. Kwon, K. H., J. W. Jeong, J. H. Kim and C. H. Choi. 2006. Development of cold chain system using thermal storage with low-energy type. Journal of Biosystems Engineering 31(3):161-167. (In Korean)
6. Lee, G. H., J. D. Jung, K. H. Choi and J. Y. Yoo. 1998. An experimental study on the performance of automobile air conditioning system with variations of charging conditions. Transactions of Korea Society of Automotive Engineers 6(2): 203-211. (In Korean)
7. Moon, S. D., Y. B. Min, S. W. Moon, D. H. Kang and T. S. Chung. 2008. Effect of refrigerant charging variation on temperature and pressures of refrigerant circulation line for air conditioner. Journal of Agriculture and Life Science in Gyeongsang National University 42(3):29-34. (In Korean)
8. Suh, E. K. and O. N. Ha. 2003. Performance characteristics of heat exchanger for the automobile air-conditioner. Journal of Research Institute of Energy and Resources Technology 25(2):119-133. (In Korean)