

論文

J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 46(6), 513-518(2018)

DOI:https://doi.org/10.5139/JKSAS.2018.46.6.513

ISSN 1225-1348(print), 2287-6871(online)

운용성을 개선한 항공기용 질소충전트레일러 국산화 개발

박효진*

Development of Nitrogen Charging Trailer
for Aircraft Improved Operability

Hyo-Jin Park*

Defense Agency for Technology and Quality*

ABSTRACT

Nitrogen charging trailer applied to KUH-1 is a device to charge Nitrogen in main front wheel buffer, tail bumper buffer, brake accumulator and tire of aircraft. As the name suggests, it is a device that has mobility along with nitrogen charging. Originally supplied by Tronair in the United States, it was imported from Korea, and the locally developed product not only satisfies the performance of the existing product, but also designed to be easier than the product introduced in the operation. It was selected as the joint investment project of the 15th civilian government building, and development needs analysis and test evaluation were carried out under the support of development and management of Korea Aerospace Industries and Defense Agency for Technology and Quality.

초 록

KUH-1에 적용되는 질소충전트레일러는 항공기의 주/진륜 완충기, 테일범퍼완충기, 브레이크 축압기, 타이어 등에 질소를 충전하는 장비이다. 명칭에서 알 수 있는 것과 같이 질소충전트레일러는 질소 충전과 더불어 이동성을 가지고 있는 장비이다. 기존 미국의 Tronair사에서 독점 공급하여 국내에서는 수입에 의존하던 품목이며, 본 국산화 개발품은 도입품의 성능을 만족할 뿐만 아니라 운용 시 도입품보다 용이하도록 설계를 추진하였다. 제15-4차 민관공동투자사업으로 선정되어 개발이 진행되었으며, 민관투자기업인 한국항공우주산업과 국방기술품질원의 개발관리 지원하에 개발요구도 분석 및 시험평가가 수행되었으며, 2017년 5월 군사용 적합 판정 결과 승인을 받았다.

Key Words : Charging Nitrogen(질소충전), Trailer(트레일러), KUH-1

1. 서 론

항공기의 타이어는 순간 충격, 고속, 고하중,

고열을 견뎌야 하고 질소로만 충전되어야 한다. 이륙 및 착륙 시 항공기의 타이어는 급격한 온도 변화에 노출되는데, 타이어 내부 공기 또한 온도

† Received : January 26, 2018 Revised : April 24, 2018 Accepted : May 25, 2018

* Corresponding author, E-mail : breyed.park@daq.re.kr

가 높아짐으로써 타이어 내부 발화에 의한 폭발이 일어날 수 있다. 이러한 가능성을 없애고 화학적 산화 현상을 억제하여 타이어 수명을 연장하기 위한 이유 때문에 타이어 충전에 질소가 적용된다.

KUH-1용 질소충전트레일러는 기존 Tronair사에서 전량 수입되어 운용되어 왔으나, 안정적인 조달 및 군 운용성 개선을 위해 국내 개발을 추진하게 되었으며, 방위사업청 무기체계의 양산단계의 부품국산화 지침과 국방기술품질원의 부품국산화업무 규정에 의거하여, 일련의 국산화 절차에 따라 개발을 성공적으로 완료하였다.

본 논문은 군용 장비의 부품국산화 개발 절차에 따른 항공기용 질소충전트레일러의 개발 목표 설정, 개선사항 반영, 시험평가 절차 및 결과에 대해 기술함으로써 성공적인 국산화 개발 사례를 통해 향후 군용 장비의 국산화 개발 시 본 논문이 참조될 수 있을 것으로 판단된다.

항공기용 질소충전트레일러는 KUH-1 항공기의 주/전륜 완충기와 테일범퍼완충기, 브레이크 축압기, 타이어 등에 질소를 공급하여 충전하는 장비이다. 또한 항공기의 이륙 및 착륙 시 가장 중요한 역할을 하는 타이어의 유지보수를 위한 장비이다.

개발품은 Table 1과 같이 트레일러, 압력분배장치, 압력조절장치, 표준질소탱크로 구성된다.

트레일러는 질소탱크를 적재할 수 있고 좌/우 분리가 가능한 상부트레이와 하부트레이로 구성된 트레이와 완충장치, 바퀴 등으로 구성되어 있다.

압력분배장치는 매니폴드, 튜브, 연결구 등으로 구성되어 질소탱크와 연결되어 압력을 분배하는 역할을 한다.

압력제어장치는 수요군의 요청사항에 따라, 단독운용이 가능하도록 설계하였으며, 압력의 승압과 제어를 담당하고 있다. 승압장치와 릴리프 밸브로 구성되는데, 릴리프 밸브는 질소 충전시 과압발생을 방지하기 위하여 적용되었다.

표준질소탱크는 무게 60kg, O.D 232mm으로 총 4식이 트레일러에 적재되어 운용된다.

질소충전트레일러의 질소충전 원리는 다음과 같다. 표준질소탱크의 질소기체는 압력분배장치를 통해 압력제어장치로 분배되고 고압의 경우는 승압장치를 거치고, 저압의 경우는 승압장치를 거치지 않는다. 승압장치를 거친 질소기체는 고압 압력조절밸브를 조절함으로써 적정값의 고압을 타이어에 공급하게 되고, 저압 질소기체는 저압용 압력조절밸브를 통해 조절되어 항공기의 타이어에 공급된다.

Table 1. Components of the development item

Components	Shape
Trailer	
Pressure Distributor	
Pressure Control Device	
Standard Nitrogen Tank	

II. 본 론

2.1 국산화 개발 절차

국산화 개발절차는 개발 소요제기, 개발타당성 검토, 개발승인협약체결, 시험평가, 군사용적합 판정 및 국산화 인증, 국방규격화, 연구개발확인서 발급 순으로 진행된다. 이 때, 개발업체가 일련의 국산화 절차를 정확하게 파악하고 개발을 진행할 수 있도록 하는 개발관리를 국방기술품질원 국산화사업실에서 수행하고 있다.

항공기용 질소충전트레일러의 개발 소요제기는 한국항공우주산업에서 실시하였으며, 군과 국방기술품질원, 국방과학연구소 검토 결과 개발 소요제기가 타당하여 개발이 승인되었다. 개발 승인 후, 요구도 파악(SRR), 상세설계검토(CDR), 시험준비검토(TRR) 회의를 국방기술품질원, 한국항공우주산업, 소요군 참석 하에 실시함으로써 개발목표를 수립하고 시험절차를 명확화 하였다.

이후 개발시험평가를 수행하였으며, 항공기 운용시험을 거쳐 군사용 적합 판정과 국산화 인증을 획득하였으며, 개발품의 국방규격을 제정하고 국산화 개발 성공을 증명하는 연구개발확인서가 발급되었다.



Fig. 1. Shape of imported item



Fig. 2. Shape of development item

2.2 제원 및 개선사항

2.2.1 제원

Figure 1과 Fig. 2에서 도입품과 개발품의 형상을 확인할 수 있다.

도입 질소충전트레일러와 개발품의 성능 및 제원을 비교한 것은 Table 2와 같다.

Table 2. Comparison of imported and developed items

Category		Performance and Specifications		
Division		Imports	Developed items	Difference
Appearance	Size (cm)	203.5X94X77.5	203.5X94X77.5	Equality
	Weight (kg)	163	194	-
Performance	Low Pressure Control (psi)	0~500	0-500	Equality
	High Pressure Control (psi)	25~4,000	25~4,000	Equality
	Driving Performance (km/hr)	16	17.7	Excellent
	Environmental Standards (High Temperature, Low Temperature, Humidity, Rainfall)	None	ML-STD-810G	Excellent
Operating Conditions	A Slip-up Hook	X	O	Excellent
	Shock Absorber	X	O	Excellent
	Separation of Pressure Control Unit	X	Possibility	Excellent
	Ease of mounting of nitrogen tanks	Low	High	Excellent
	Easy to store hoses	Low	High	Excellent

2.2.2 개발 개선사항

개발품은 탱크 거치대의 상부 좌우 부분을 별도로 분리하여 질소탱크를 적재할 수 있도록 설계하였다. 트레일러에 고정 및 부착되어 별도 운용이 불가능했던 압력조절장치 또한 분리하여 사용할 수 있도록 개선하였으며, 비포장도로를 주행 시에도 정상 운용이 될 수 있도록 충격을 완화하기 위한 완충장치를 반영하였다. 또한 고압용/저압용 자동 호스릴을 적용하여 호스를 사용하고 보관하는 등 운용 유지가 용이하도록 개발품을 설계하였다.

2.3 시험 평가

2.3.1 시험평가 절차

질소충전트레일러의 개발목표와 절차는 원제작사 Tronair의 카달로그와 상위 장비의 군 기술교범, MIL-STD-810G를 토대로 산정하였으며, 항공기 체계업체인 한국항공우주산업과 국방기술품질원의 검토회의를 통해 Table 3과 같이 최종 설정되었다.

압력조절시험의 개발목표치는 압력제어장치의 계기와 시험 용기의 계기와와 차이이며, 과압방지 시험의 개발목표치는 시험용기 압력이다.

다음에 기술된 사항은 주요 성능에 대한 세부 절차이다.

2.3.1.1 압력조절 시험

질소충전트레일러에 표준질소탱크 4식을 Fig. 3과 같이 장착하고 Fig. 4와 같이 시험구성품을 연결한다.

저압 압력 조절 시험을 수행하기 위해 질소탱크의 밸브를 열고, 압력제어장치로 압력을 공급한 다음 저압공급밸브를 열고 저압시험용기에 압력이 공급되는지 확인하면서 저압측 압력계가 시험압력이 되도록 저압조절밸브를 이용하여 조절한다. 시험용기와 연결된 압력계의 압력변화가 없을 때까지 대기한 후 압력제어장치의 압력계와 시험용기의 압력계의 지시값이 일치하는지 확인한다.

고압 압력 조절 시험은 질소탱크의 밸브를 열

Table 3. Test criteria

Test Item		Development Goal
Visual Inspection		Less than 203.5mmX94mmX77.5mm
Low Pressure Control Test	Low Pressure	Less than 14.5psi
	High Pressure	Less than 72.5psi
Leakage test	Low Pressure	Less than 14.5psi
	High Pressure	Less than 72.5psi
Overpressurization test	Low Pressure	Less than 500+14.5psi
	High Pressure	Less than 4,000+72.5psi
Driving Performance Test	Road Speed	16~20km/h
	Distance travelled	5.0~5.5km
Environmental test	High Temperature	MIL-STD-810G 501.5 Procedure I
	Low Temperature	MIL-STD-810G 502.5 Procedure I
	Humidity	MIL-STD-810G 507.5 Procedure II
	Rainfall	MIL-STD-810G 506.5 Procedure I
Operating Test		A Front tire, a front-wheel buffer, a main wheel landing gear, a brake accumulator shall be charged with nitrogen as normal



Fig. 3. Development item with nitrogen tank

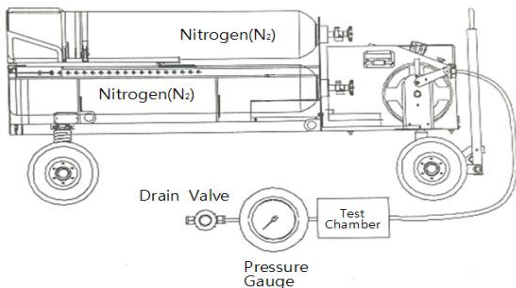


Fig. 4. Test diagram of basic performance

고 압력 제어 장치로 압력을 공급한 후 고압공급밸브를 열고 140psi까지 저압을 조절한다. 부스터 작동 밸브를 열어 부스터를 작동시킨 후 고압시험용기의 압력을 확인하고 압력 제어 장치의 압력과 시험용기의 고압 지시값이 일치하는지 확인한다.

2.3.1.2 누설시험

저압 누설시험은 Fig. 4와 같이 시험구성품을 연결하고 시험압력이 500psi가 되도록 압력 제어 장치를 조절한후 질소탱크의 밸브를 닫고 압력 제어 장치의 지시값과 시험용기 압력의 지시값을 확인하고 1분 뒤 다시 압력을 확인한다.

고압누설시험은 시험압력이 4,000psi가 되도록 조절하고 부스터 작동밸브 및 질소탱크의 밸브를 닫고 압력 제어 장치의 지시값과 시험용기 압력의 지시값을 확인하고 1분 뒤 다시 압력을 확인한다.

2.3.1.3 과압방지 시험

저압과압방지 시험은 Fig. 4의 시험구성도와 같이 시험구성품을 연결하고 시험조절압력을 500 psi로 설정하여 시험용기의 압력이 500psi 이하인지 확인한다.

고압과압방지 시험은 압력 제어 장치로 140psi를 설정하고 부스터를 작동시켜 시험조절압력이 4,000 psi일 때, 시험용기의 압력이 4,000psi 이하인지 확인한다.

2.3.1.4 주행성능

만충된 표준질소탱크 4개를 Fig. 5와 같이 질소충전트레일러에 장착하고, 차량에 질소충전트레일러를 연결한다. 차량은 16km/h 이상 20km/h 이하로 유지되도록 주행하며, 주행거리가 5.0~5.5km를 만족할 경우 주행을 종료한다. 주행 종료 후 압력조절, 과압방지, 누설여부를 확인한다.

2.3.1.5 운용시험

KUH-1 시제기의 구성품인 전륜타이어, 전륜 완충기, 주륜착륙장치(저압부,고압부), 브레이크축 압기에 질소충전트레일러를 연결하여 정상 질소 충전 여부를 확인한다.

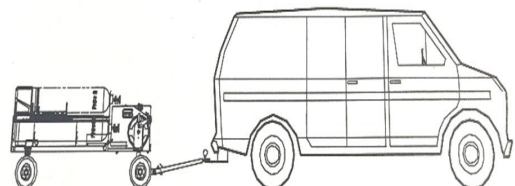


Fig. 5. Test diagram of driving performance

Table 4. Test Result

Test Item		Development Goal	Test Result
Visual Inspection		Less than 14.5psi	203.4X93.5X 77.4
Low Pressure Control Test	Low Pressure	Less than 72.5psi	10psi
	High Pressure	Less than 14.5psi	40psi
Leakage test	Low Pressure	Less than 72.5psi	5psi
	High Pressure	Less than 500+14.5psi	60psi
Overpressurization test	Low Pressure	Less than 4,000+72.5psi	500psi
	High Pressure	16~20km/h	4,000psi
Driving Performance Test	Road Speed	5.0~5.5km	17.7km/h
	Distance travelled	5.0~5.5km	5.46km
Environmental test	High Temperature	MIL-STD-810G 501.5 Procedure I	Acceptance
	Low Temperature	MIL-STD-810G 502.5 Procedure I	Acceptance
	Humidity	MIL-STD-810G 507.5 Procedure II	Acceptance
	Rainfall	MIL-STD-810G 506.5 Procedure I	Acceptance
Operating Test		Normal charging check completed	Acceptance

2.3.1.6 환경시험

기존 도입품에서는 적용하지 않았던 사항으로 본 개발품은 MIL-STD-810G를 참조하여 고온저장시험, 저온저장시험, 습도시험, 강우시험의 절차와 개발목표를 수립하였다. 각 환경 시험 전후로 압력조절시험과 누설시험, 과압방지시험을 실시한다.

고온저장시험은 24시간을 1주기로 할 때, 해당 1주기 내에서 온도를 30℃에서 63℃로 상승시킨 후 하강시키는 프로파일을 7회 반복하고 주위 온도가 표준 대기 환경으로 안정화된 후 장비의 정상동작 여부를 확인한다[1].

저온저장시험은 -33±2℃에서 4시간 저장 후 주위 온도가 표준 대기 환경으로 안정화된 후 장비의 정상동작 여부를 확인한다[2].

습도시험은 상대습도를 95%로 유지한 상태에서 24시간을 1주기로 할 때, 1주기 내에서 온도를 60℃에서 30℃로 하강시키는 상태를 10회 이상 반복하고 주위온도가 표준 대기 환경으로 안정화된 후 장비의 정상동작 여부를 확인한다[3].

강우시험은 1.7mm/min의 강우 강도에서 장비의 각 면(좌측,우측,정면,후면)을 각각 30분씩 노출시켰을 때 장비의 정상동작 여부를 확인한다[4].

2.3.2 시험평가 결과

질소충전트레일러의 시험평가 결과, 육안검사와 개발성능시험인 압력조절시험, 누설시험, 과압방지시험, 주행성능시험, 환경시험 모두 기준을 모두 만족하였으며, KUH-1 항공기 운용시험평가 결과, 질소충전 소요부분에 정상적으로 충전이 가능함을 확인하였다. 세부 시험 결과는 Table 4와 같다.

III. 결 론

군용 KUH-1 질소충전트레일러는 15-4차 민관 공동기술개발 사업으로 선정되어 2015년 12월 1일부터 2017년 5월 31일까지의 개발기간 동안 설계, 개발시험, 운용시험, 군사용적합가/국산화율 심의를 완료하였다. 운용시험 결과 요구조건을 만족함으로써 군사용 적합가 판정을 받았으며, 구성요소의 국산화율은 85.4%로 개발 성공기준인 70% 이상을 만족함으로써 국산화 인증을 받았다.

개발이 성공적으로 완료됨에 따라 KUH-1 항공기의 원활한 정비가 가능해지고 나아가 이착륙시의 안전성이 확보될 수 있게 되었다. 도입품 대비 질소탱크 장착용이성, 압력제어장치 분리 운용 등의 개선사항이 반영되어 실제 군 운용시 만족도가 높을 것으로 예상된다. 또한 국산화 장비의 특성상 보수 및 유지 측면에서 시간을 상당 수준 절감할 수 있을 것이다.

KUH-1 항공기용 질소충전트레일러의 성공적인 개발과 더불어 기준 압력과 호환 어댑터 등의 부수적인 요소가 파악되면, 유사 군용 항공기에도 개발요소를 추가 반영하는 등 적용범위가 넓어질 수 있을 것으로 기대된다.

References

1) Department Of Defense USA, Environmental engineering considerations and

laboratory tests, MIL-STD-810G 501.5 “High Temperature,” 2008, pp. 71~75.

2) Department Of Defense USA, Environmental engineering considerations and laboratory tests, MIL-STD-810G 502.5 “Low Temperature,” 2008, pp. 84~92.

3) Department Of Defense USA,

Environmental engineering considerations and laboratory tests, MIL-STD-810G 507.5 “Humidity,” 2008, pp. 178.

4) Department Of Defense USA, Environmental engineering considerations and laboratory tests, MIL-STD-810G 506.5 “Rain,” 2008, pp. 154~164.