

항공기용 유압펌프 성능시험 방법에 관한 표준화 연

Research on the standardization of evaluation method
for the aircraft hydraulic pumps

수송물류과 공업연조사 김학영

02) 509-7286 hykim@ats.go.kr

첨단기술을 요하는 항공산업기술은 국가 경쟁력을 갖춘 공업선진국과 자주국방에 아주 밀접한 관계가 있다.

경제규모나 인구규모로 보아도 우리의 항공산업은 비록 늦었지만 반드시 육성해야 하는 실정으로, 현재 국내 항공기 산업은 외국업체의 하청으로 기체 가공, 조립수준에 머무르고 있으며, 항공기의 핵심 소재 및 부품은 거의 전량 외국으로부터 수입되고 있는 실정으로 수입대체를 위한 국산화와 기반기술 구축을 위한 표준화 연구개발 및 국내기준의 국제화를 위한 대응연구는 거의 전무한 실정이다.

또한 항공기 유압시스템은 비행조종시스템, 착륙장치, 고양력장치 및 기타 부가 기능 작동기에 유압 동력을 생성, 분배, 제어하는 역할을 하므로 항공기의 생존성, 조종성 및 안정성을 결정하는 핵심장치로 높은 신뢰도 및 정밀도를 필요로 하는 핵심 기술 분야로 항공기 제작사에 부품을 공급하기 위해서는 제작회사로부터 기술적인 인증을 필요로 하며 이를 위해 부품 제작사는 고도의 신뢰성과 정밀도를 갖는 엄격한 품질관리 체계를 구축하여 국제적 수준의 표준화된 시험방법을 적용하여야 한다.

아울러 항공기 유압시스템 및 부품은 항공기 운용 중 가장 많은 유지/보수의 소요가 제기되는 품목으로 후속지원 및 정비단계에서도 꾸준한 성능시험 및 평가가 필요하며 KFP 전투기, UH-60 헬기, KT-1기

본훈련기, T-50 고등훈련기 등의 항공기 개발 사업을 통해 유압시스템 부품의 제조, 시험 및 평가 기술을 확보하고 국산화 기반을 다지고 있는 국내 항공기 산업의 체계적인 발전을 위한 성능 시험방법을 표준화하고자 한다.

1. 서론

ISO/TC 20에서는 항공기의 고성능, 대용량, 유압시스템의 무게 감소 등의 요구에 따라 급속히 발전하고 있는 고압 시스템용 유압펌프에 대한 성능시험 방법을 국제표준으로 제정해오고 있다.

항공기 사업은 미래산업을 선도하는 고도의 기술 집약형·고부가가치 산업으로서 산업구조화, 무역수지 개선 및 타 산업에 미치는 파급효과 등이 크기 때문에 필히 육성해야 할 국가적 전략 산업이며, 우리나라의 항공산업 확대에 따른 현세에 부응하기 위한 국제수준의 설계 기준 설정 등 항공산업 규격의 국제화를 통하여 국제수준의 부품 국산화를 촉진하고, 생산품의 표준화 및 품질 향상을 기하기 위한 부품 규격인 항공기용 유압펌프의 최적 성능 평가방법에 대한 표준화가 더욱 절실하다.

따라서 항공기용 유압펌프 성능시험 방법을 표준화하기 위하여 토출유량, 압력, 맥동 등의 성능 평가를 통한 시험방법을 확립하는 등 체계적인 시험방법 기반을 구축하고자 한다.

2 실험

2.1 시험 조건

성능시험을 수행하기 위한 시험 조건은 특별히 명시하지 않는한 표 1의 한계내로 유지한다.

표 1
항공기용 유압펌프 성능시험 조건

구분	시험 조건
흡입 압력	±2% 이내
흡입 온도	-55℃ ~ +45℃ 범위에서 (0, +5)℃ 이내 +45℃ ~ +170℃ 범위에서 ±10℃ 이내
펌프 축 회전속도	±2% 이내
트출 압력	±2% 이내
유량	±2% 이내

2.2 실험 방법

본 연구의 실험은 국내에서 생산되는 정격회전속도 7,335rpm, 정격토출압력 3,050 ± 50psig, 전유량 최고 압력 2,900psig, 정격토출유량 6.2gpm의 요구조건을 만족 해야하는 UH-60 헬기를 대상으로 최고 압력, 응답시간 측정, 압력맥동, 외부누설, 압력제어, 필터폐 치시험 등을 시험항목으로 하였다.

2.3 시험용 유압펌프

본 시험에 사용된 HPS1V-3 시리즈 유압펌프는 그림1 과 2와 같이 UH-60 항공기에 사용되는 압력 보상형 사판식 피스톤 펌프로써 2개의 메인펌프와 1개의 보조펌프가 1대의 항공기에 장착되어 유압시스템 나타낸 것이며, 그림3과 그림4는 유압펌프 구성도와 시험장치에 장착된 유압펌프를 나타낸 것이다.



그림 1. UH-60 헬리콥터



그림 2. HPS1V-3 시리즈 유압 펌프

- Inlet Pressure
- Outlet Pressure
- Case Pressure
- Control Pressure

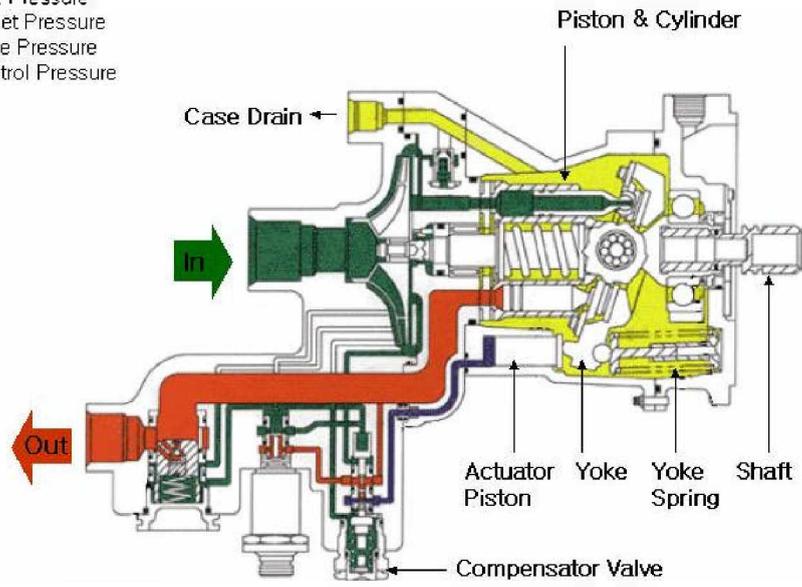


그림 3. 항공기용 가변유량형 사판식 유압펌프 구성도

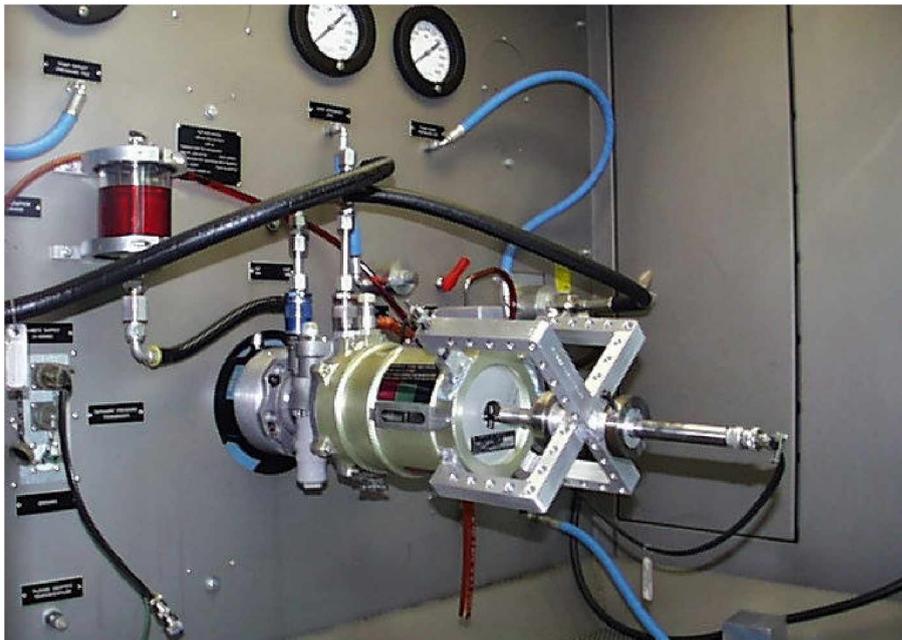


그림 4. 시험장치에 장착된 유압펌프

3. 결과 및 고찰

3.1 최고 압력 시험

최고 압력 시험은 펌프를 정상상태 전유량 최고 압력과 정상상태 정격토출압력 사이에서 양방향으로 작동시켜 과도기간을 통해 측정하였으며 그 결과를 압력-시간의 그래프로 그림 5에 나타내었다.

측정된 과도압력 최대값은 45MPa(정격토출압력의 128.6%) 이하이어야 하며 시험 결과 과도 압력의 최대값은 정격토출압력의 125% 이내로 나타나고 있어 기준치 이내로 만족하였다.

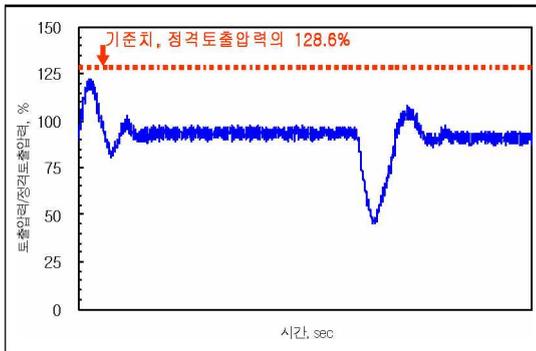


그림 5. 최고 압력 측정 시험 결과

3.2 응답시간 측정 시험

일반적으로 가변용량형 기구의 응답시간을 측정하는 것은 유압펌프의 동특성에 문제가 있는지를 확인하는 것으로 그림 6과 그림 7에 응답시간 측정 시험 결과를 나타내었다.

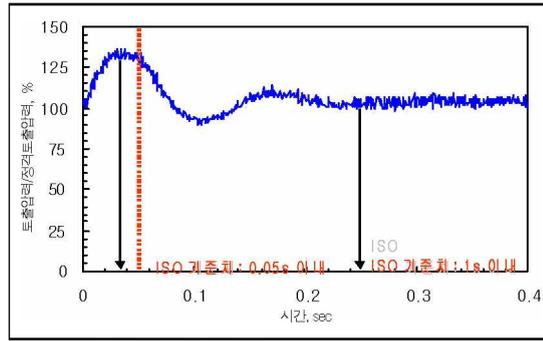


그림 6. 부하유량 감소에 따른 응답특성

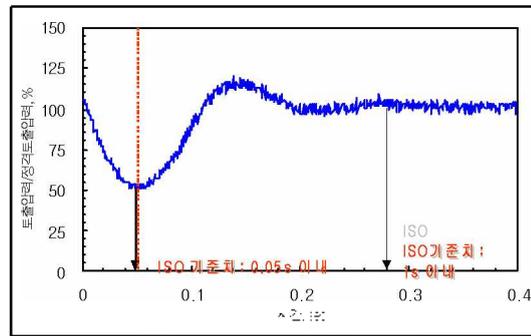


그림 7. 부하유량 증가에 따른 응답특성

두 결과 그림에서 보듯이 부하유량이 전유량에서 제로유량으로 변화하는 경우, 즉 부하유량이 감소하는 경우의 감쇄특성 보다는 부하유량이 제로유량에서 전유량으로 변화하는 경우의 감쇄특성이 강한 응답특성으로 나타나고 있다.

응답시간 측정시험의 기준치는 정격 회전 속도의 100%에서 0.050초 이하이어야 하며 유량 수요의 변화에 대응하는 초기의 응답에서 정상 상태의 작동으로 회복하는 시간은 정격속력의 100%에서 1초 이하이어야 한다.

부하유량이 감소하는 경우 응답특성을 나타내고 있

는 그림 6에서와 같이 초기 압력값에서 최대 과도 압력이 나타나는 시간(t_1)은 0.05s 이하이며 1초 이내에 안정한 압력 상태를 유지하였다. 또한 부하유량이 증가하는 경우의 응답특성을 나타내고 있는 그림 7에서도 초기 압력에서 최저 과도 압력이 나타나는 시간은 0.05s 이하이며 1초 이내에 안정한 압력 상태를 유지하여 기준치를 만족하였다.

3.3 압력 맥동 시험

토출압력의 맥동은 정격토출압력의 $\pm 6\%$ ($\pm 2100\text{kPa}$) 이내를 유지하여야 하며 압력 맥동 시험 결과는 그림 8에서와 같이 기준치 내를 유지하여 기준치를 만족하였다.

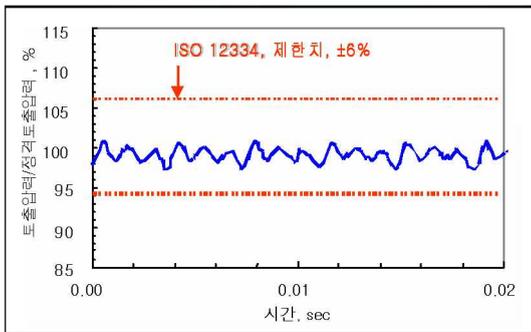


그림 8. 압력 맥동 시험 결과

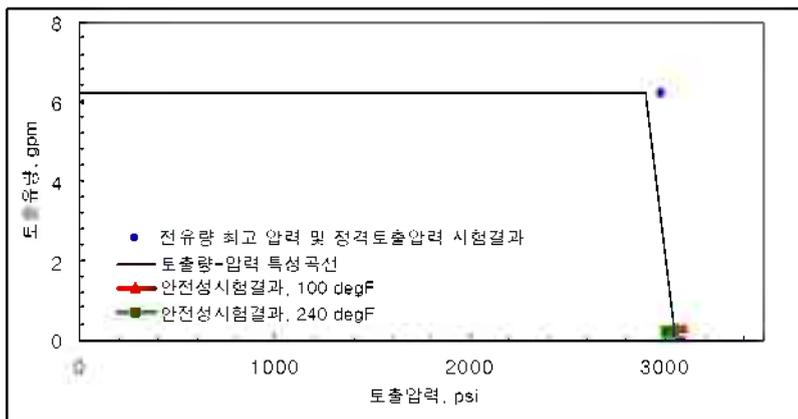


그림 9. 압력 제어 시험 결과

3.4 외부 누설 시험

펌프의 시험 중 외부 누설은 발생하지 않았으며 시험 결과를 표 2에 수록하였다.

표 2. 외부 누설 시험 결과

표준 규격		시험 결과
축 실 이외의 누설	방울을 형성하는 누설은 허용되지 않는다	누설 없음
축 실의 누설	정적누설 30분간 한 방울 이하	누설 없음
	동적누설 60분간 5분당 한 방울 이하	누설 없음

3.5 압력 제어 시험

압력 제어 시험은 정격 토출압력, 전유량 최고압력 및 안전성을 시험하였다. 시험펌프의 정격토출유량은 6.2gpm 정격토출압력은 3050psi, 전유량최고 압력은 2900psi로 펌프의 토출량-압력 특성곡선과 함께 시험 결과를 표시하였다.

전유량 최고 압력은 6.2gpm 이상의 유량에서 2,900psig 이상이어야 하며, 정격토출압력은 정격조건으로 유량이 0일 때 토출압은 $3,050 \pm 50$ psig 이어야 한다. 또한 작동유가 37.7°C (100°F)에서 115.5°C (240°F)로 변하는 경우 평균 토출압은 0.6 gpm이하에서 3,000~3100 psig 범위를 유지하여야 한다.

압력저어시험을 통해 전유량 최고 압력은 2981psig로 2900 psig 이상이며, 정격토출압력은 3090psig로 펌프의 요구 성능인 ± 50 psi의 공차 범위내에서 펌프가 작동하였다. 또한 안전성으로 작동유가 100°F일 때 토출 압력은 3057~3088psig, 240°F일 때 토출 압력은 3003~3047psig를 유지하여 기준치를 만족하였다.

3.6 필터 패치 시험

그림 10의 좌측은 패치 시험을 위한 시험 장치로 진공펌프를 이용하여 작동유가 패치를 통과하도록 구성되어 있다. 필터 패치 시험을 위한 패치로는 #40 Watman Filter Paper를 이용한 직경 47mm의 Disk형 패치를 사용하였으며 여기서 생성된 패치는 그림 10의 우측에 나타낸 것과 같이 기존 패치와 비교하여 이상이 없음을 확인하였다.



그림 10. 필터 패치 시험 장치 및 시험 결과

위와 같이 국내에서 생산 경험이 있는 항공기용 유압펌프에 대해 성능 시험을 수행한 결과 모두 기준치에 적합한 것으로 측정되었으며, 이를 기준하여 볼 때 시험장비가 국내에 갖추어지지 않아 시험을 수행할 수 없었던 나머지 항목의 시험방법도 항공기용 유압펌프의 성능 시험 방법으로 표준화하는데 적합할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 첨단 기술을 선도하는 대형 수송기, 여객기 및 고성능 전투기, 다목적 항공기 등에 사용이 급속히 확대되고 있는 항공기용 가변용량형 유압펌프의 성능 시험방법에 관한 표준화 연구를 수행하였다.

이를 위하여 선진국의 기술기준 및 국제 규격을 검토하고 이에 따라 항공기용 가변용량형 유압 펌프의 성능 시험 방법의 표준화 규격을 제정하였다.

가. 항공기용 가변 용량형 유압펌프의 성능 시험 방법을 표준화하기 위하여 국제 규격을 검토하여 국내 규격의 초안을 마련하였다.

나. 국내에서 생산된 바 있는 UH-60 항공기용 유압펌프에 대하여 다음과 같은 성능 시험을 수행하였다.

다. 최고 압력 시험에서 과도압력의 최대값은 정격 토출압력의 125% 이하로 나타나 기준치를 만족하였다.

라. 응답 시간 측정 시험에서 부하유량의 감소, 증가시 나타나는 최초 피크 값은 0.05초 이내에 나타났으며 1초 이내에 안정한 압력 상태를 유지하여 기준치를 만족하였다.

마. 압력 맥동 시험에서 압력의 변화 폭은 정격토출압력의 $\pm 6\%$ 이내를 유지하며 나타나 기준치를 만족하였다.

바. 외부 누설 시험에서 시험 중 누설은 발생하지 않았으며 기준치를 만족하였다.

사. 필터 패치 시험에서 시험방법에 따라 제조된 패치의 오염도는 기준 패치 이하의 오염도를 나타내어 기준치를 만족하였다.

