

자동차용 방열기의 수명분포 추정

홍연웅¹ · 권용만²

요 약

본 연구에서는 자동차용 방열기의 수명분포를 일반적으로 기계류에 적용하는 와이블분포라 가정하고 실험실 데이터를 이용하여 추정한다. 방열기 수명시험시 고려해야할 요소를 방열량, 기밀성, 내압 성능, 압력캡 시험 등 11가지로 정하고 이에 대한 신뢰성 관점에서의 해석 및 MINITAB을 이용한 추정을 주요내용으로한다.

1. 개요

자동차의 신뢰성 향상이 각 방면으로부터 강하게 요구되고 있고, 특히 엔진 냉각장치를 구성하고 있는 부품인 방열기는 그 기능적, 열적 지배를 받는 타 부품에 미치는 영향이 크기 때문에 신뢰성 요소가 매우 중요하다. 방열기의 신뢰성에 대한 연구는 방열기 생산자 뿐만 아니라 엔진 냉각장치 전체의 신뢰성을 향상시키기 위해서도 절실히 요구된다.

자동차용 방열기의 신뢰성을 시험하는 방법으로 방열성능 시험방법, 진동내구시험방법, 부식시험방법 그리고 반복가압 시험방법 등이 있으나, 국가마다 시험 기준의 차이가 있다. 본 연구에서는 자동차용 수냉식 엔진의 냉각장치에 사용하는 방열기의 수명분포를 추정하기 위한 수명시험시 고려한 요소는 방열량, 기밀성, 내압 성능, 압력캡 시험 등 11가지 요소를 신뢰성시험시 검토대상으로 하였다.

기계부품의 피로수명에 대한 실험 측정치들은 피로 현상 자체의 특성으로 인하여 분산(scatter)이 매우 큰 것으로 알려져 있다. 따라서 어떤 부품의 피로수명에 신뢰성 있고 의미 있는 결과를 얻기 위해서는 다수의 시험 데이터를 통계적으로 처리하여 해석, 평가하여야한다. 이러한 피로수명 측정치의 통계적 처리에 사용되는 수명의 분포 모델로서는 대수 정규분포, 와이블 분포 등이 있으며 본 연구에서는 와이블 분포로 가정하고 이를 추정한다.

2. 신뢰성시험 및 성능시험 항목

방열기의 잠재적 고장형태로는 초기의 방열성능과 장기주행후의 방열성능을 파악하여야 하고,

¹동양대학교 인터넷산업공학부 교수, ywhong@phenix.dyu.ac.kr

²조선대학교 전산통계학과

차량의 진동으로 인한 진동내구시험, 온도 조절기의 작동에 의한 냉각수의 단속적인 공급에 의한 열충격 및 반복가압을 평가하기 위한 냉열사이클 시험과 열충격 시험 및 반복가압 시험, 방열기의 기밀과 내압성능을 평가하기 위한 기밀시험과 내압시험, 압력캡의 개변압과 내구성을 평가하기 위한 압력캡 시험, 외부 환경과 내부 냉각수에 의한 부식을 평가하기 위한 외부부식시험과 내부부식 시험 및 내염화칼슘 시험을 실시한다. 이 외에도 탱크에 사용되는 수지의 내부동액성 시험, 고온의 냉각수에 의한 드레인 콕과 패킹용 오링의 열화도 평가하여야 한다. 방열기의 결함은 규정된 부동액을 사용하지 않아 생긴 막힘 등을 제외하면 누설에 의한 고장이 주된 고장이다. 따라서 내구성능시험후 기밀성능을 파악하여 고장여부를 판단하여야 한다. 자동차용 방열기의 경우 보증기간이 2년 40,000km이다. 이상의 유소에 대한 대략적인 내용을 신뢰성 관점에서 정리하면 다음과 같다.

1) 방열량

자동차 엔진은 저속회전에서 고속회전까지 넓은 범위에서 변화한다. 따라서 이 범위내의 물류량과 전면질량풍속의 대표적인 몇 점을 선택하여 이 조합에 대하여 시험한다

2) 기밀성

방열기는 내부에 부식성이 강한 냉각수가 흐르기 때문에 기밀이 매우 중요하다.

3) 내압 성능

방열기에는 고압에 대한 안전장치인 압력캡이 부착되어 있지만, 부식성이 강한 냉각수에 의한 반복 압력을 받고 있기 때문에 내압 성능이 매우 중요한 평가 요소이다.

4) 압력캡 시험

압력캡은 방열기에 작용하는 고압에 대한 안전장치이며, 이에 대한 평가는 압력캡의 개변압, 압력캡의 반복적인 탈착으로 인한 탈착내구, 반복적인 고압에 대한밸브내구 등이 필요하다.

5) 진동내구 시험

방열기는 차체 전면에 부착되어 차체에 의해 진동을 받으므로 이를 평가하기 위해 진동내구 시험이 필요하다.

6) 외부부식 시험

방열기는 고온·다습으로 부식이 발생하기 쉬운 환경, 빗물의 침입, 해안에서의 염분을 포함한 공기 및 염화칼슘 등에 의해 부식을 받으므로 이에 대한평가가 필요하다.

7) 내부부식 시험

방열기는 내부에 부식성이 강한 냉각수가 흐르기 때문에 냉각수에 의한 내부부식의 평가가 필요하다.

8) 내염화칼슘 시험

방열기는 겨울철에 제설작업을 위하여 뿌린 염화칼슘에 노출된다. 알루미늄 코어의 경우에는 외부부식시험으로 대체가 가능하지만, 수지 탱크는 염화칼슘에 취약하여 이에 대한 고려가 필요하다.

9) 냉열사이클 시험

방열기는 겨울철에 저온의 외기 온도와 온도 조절기의 작동에 의한 고온의 냉각수의 단속적인 공급에 의해 튜브, 브래킷, 수지 탱크 등이 고·저온의 반복 사이클을 받으므로 이에 대한 검토가 필요하다.

10) 열충격 시험

방열기는 겨울철에 저온의 외기 온도와 온도 조절기의 작동에 의한 고온의 냉각수의 단속적인 공급에 의해 열충격을 받는다. 이로 인하여 튜브와 브래킷, 수지 탱크 등에 서로 다른 열팽창이 발생하는데 이에 대한 평가가 필요하다.

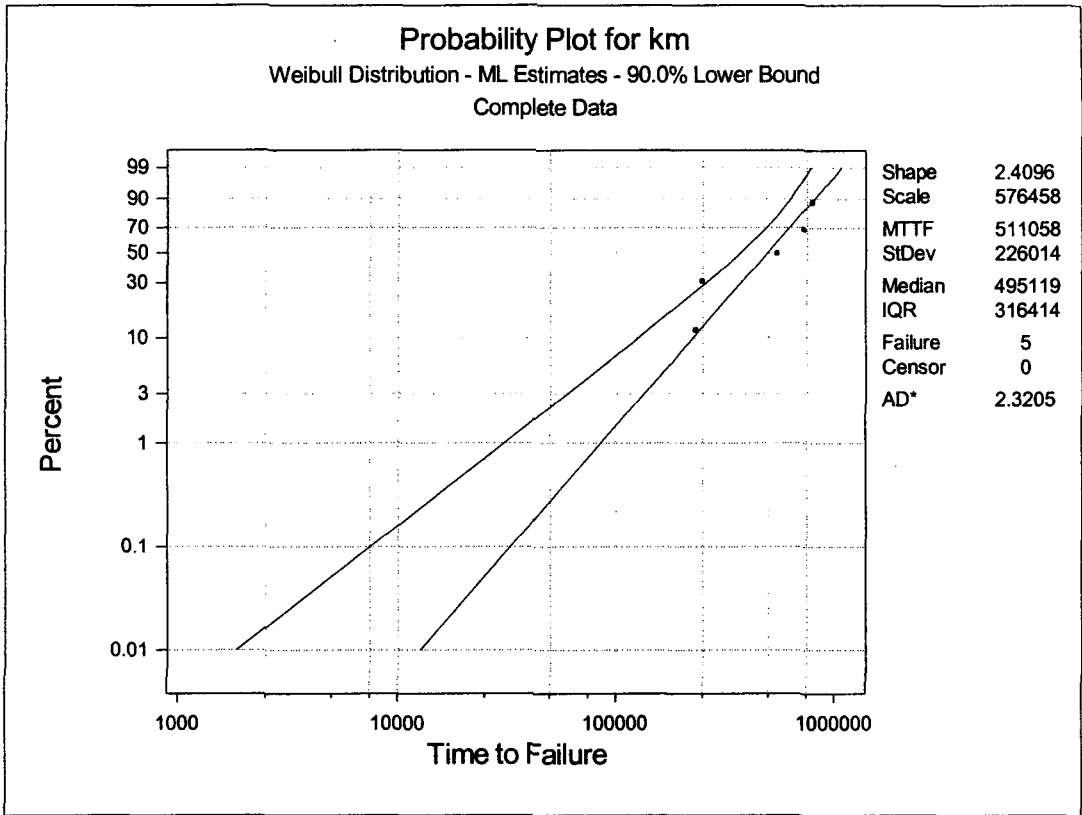
11) 반복가압 시험

방열기는 온도 조절기의 작동에 의한 냉각수의 단속적인 공급으로 반복가압을 받는데 이에 대한 평가가 필요하다.

3. 와이블 모수 추정

일반적으로 와이블 분포는 부품의 수명 묘사에 적합하다고 알려져 있다. 와이블 분포가 다른 함수보다 공학적인 문제에 훨씬 유용하고 많이 사용되는 이유는 와이블 분포를 갖는 확률변수의 데이터들은 와이블 확률 용지에 찍어보면 직선으로 나타난다는데 있다.

5개 대의 방열기를 2절에서 논의한 시험항목에 대하여 평가한 결과 5대 모두 고장이 발생하였으며 이를 MINITAB을 이용하여 추정한 결과 <그림 1>에 나타난 바와 같이 척도모수는 576458, 형상모수는 2.4096이다.



<그림 1> 방열기 데이터의 와이블 적합

참고문헌

1. RS R 0001 : 2001
2. MINITAB, MINITAB INC., 2002