

연료접촉 고무 탄성체의 열화 및 수명예측 연구-II

한정식* · 정병훈* · 김영운** · 홍진숙** · 정근우**†

Deterioration and Life Assessment of Rubber Elastomer on contact to Fuel-II

Jeong-sik Han* · Byoung-hun Jeong* · Young-wun Kim** · Jinsook Hong** ·
Keunwoo Chung**†

ABSTRACT

When rubber elastomer has contact with fuel, since the component and additive having low molecular weight can flow out, the physical properties of both elastomer and fuel could be hindered. In order to predict the life of the rubber elastomer, this study is to determine the change of weight, thickness, hardness, strain, and compression set as mechanical properties of the sealant rubber O-ring, which was dependent on volume, temperature, and storage time of the contacted fuel.

We also determined purity of fuel via GC analysis and measured gross heat of combustion. The results could be used as a reference to evaluate the life of the rubber elastomer.

초 록

고무탄성체가 연료와 접촉하면 저분자량의 고무성분이나 첨가제 등이 연료에 의해 용출되면서 고무의 물성을 변화시키고 연료의 물성에도 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 고무탄성체 중 밀봉제로 사용되는 고무 오링이 연료와 장기간 접촉하고 있을 때 고무 오링의 수명을 예측하기 위해 접촉 연료의 부피와 온도, 저장시간에 따라 고무 오링의 물성치로 무게, 부피, 두께, 경도, 인장강도, 신장율 및 영구압축줄음을 측정하여 변화정도를 측정하였다. 또한 연료의 GC분석을 통해 순도변화를 분석하고 총발열량을 측정하여 고무 접촉에 의한 연료의 열화정도를 측정하였다. 이러한 측정결과는 수명을 예측하기 위한 기본 자료로 사용할 예정이다.

Key Words: Rubber Elastomer(고무탄성체), Liquid Fuel(액체연료), Gas Chromatography (가스크로마토그래피), Gross Heat of Combution(총발열량)

1. 서 론

고무 탄성체는 오일 셸, 다이아프렘, 오링, 호스 등의 기본 소재로서, 많은 경우 연료나 오일 등의 유체와 접촉한 상태에서 사용되고 있다.

이러한 고무 탄성체가 유체와 접촉하고 있을 때 고무 부품을 구성하고 있는 저분자량의 고무

* 국방과학연구소 4본부 5부

** 한국화학연구원 융합화학연구본부

† 교신저자, E-mail: kwchung@kricr.re.kr

성분이나 고무 탄성체의 물성을 강화시켜주기 위해 배합된 노화방지제나 가소제와 같은 첨가제가 유제에 의해 용출되거나 또는 고무분자 내로 유제가 스며들어가 부풀어 오르게 하는 등의 문제를 일으키는 경우가 있다. 따라서 사용하는 유제와 고무 탄성체 사이의 적합성 평가를 통해 고무 탄성체의 사용 가능여부를 확인하고 고무 탄성체의 수명을 예측하는 일은 매우 중요하다.

본 연구에서는 유도무기 연료로 사용되고 있는 액체연료를 대상으로 NBR 고무오링, 불소계 고무오링 2종 (FCBR, ORAR) 등 3종의 고무 탄성체에 대한 연료저장 부피별로 침지실험 후 무게, 부피, 두께, 경도, 인장강도, 신장율 및 영구 압축줄임율을 측정하였다. 또한 고무 오링이 연료에 미치는 영향을 보기 위해 연료의 순도변화를 GC분석을 통해 측정하였으며 연료의 총발열량을 분석하여 연료의 성능변화를 관찰하였다.

2. 실험

고무 오링의 연료 저장시험 용기는 연료 저장 부피에 따른 고무의 물성변화를 확인하기 위해 5L, 10L, 20L로 달리하였다. 각각의 저장 용기에는 고무 오링 시편을 종류별로 각 5개씩 총 15개의 시편을 넣고 이를 상온과 70 °C, 100 °C, 130 °C 전기오븐에 넣어 6개월 동안 저장하면서 매 2개월마다 고무 오링 시편을 꺼내어 물성을 측정하였다. 한편 130 °C의 경우는 높은 온도이므로 6개월 대신에 0.5, 1.0, 1.5개월의 짧은 저장 시간에 대해서 저장 실험을 수행하였다.

일정 저장시간 경과 후 각각의 저장용기로부터 오링 시편을 꺼내어 묻어있는 연료를 종이 타올로 닦아 제거하고 KS 규격에 따라 물성을 측정하였다[1]. 무게와 부피측정 시험에는 ㈜명지테크사의 DENSICOM을 사용하였으며, 고무 오링의 IRHD 경도측정은 독일 BAREISS사의 digi test 경도계를 사용하였다. 또한 인장강도 및 신장율 측정에는 Quro 사의 ARS-S11H 만능시험기를 사용하였다. 한편 고무 오링의 영구압축줄임율은 전보에서 발표한 바와 동일한 실험 방법으로 수행하였다.[2]

3. 결과

3.1 저장시험 결과

다음 Table 1에 130도에서 0.5~4개월간 5L, 10L, 20L 저장용기에 저장한 3종의 고무 오링의 물성치 변화를 나타내었다.

Table 1 Determination of physical performance change of rubber O-ring after Storage test

130도/ 0.5개월	NBR, %			FCBR, %			ORAR, %		
	5L	10L	20L	5L	10L	20L	5L	10L	20L
무게변화	7.8	23.3	15.8	2.2	2.2	3.2	1.8	-0.5	3.2
부피변화	15.6	35.0	11.6	5.5	6.2	6.3	1.4	4.7	6.7
두께변화	3.8	4.3	2.0	1.2	1.5	1.3	1.0	0.9	1.0
경도변화	-18.7	-22.2	16.9	-5.1	-5.4	-4.8	-9.5	-8.4	-8.1
인장강도	-73.6	-68.7	-40.6	-10.6	-11.4	-9.2	-1.2	-3.4	-0.6
신장율	-61.4	-68.9	-73.4	9.1	1.5	1	23.1	23.6	38.6
압축률	37.0	45.5	47.3	20.8	20.4	21.1	20.7	22.5	25.8

130도/ 1개월	NBR, %			FCBR, %			ORAR, %		
	5L	10L	20L	5L	10L	20L	5L	10L	20L
무게변화	15.7	33.1	20.0	5.0	4.5	4.3	8.5	5.6	5.6
부피변화	39.0	41.1	-1.1	17.5	10.5	6.3	44.6	15.8	9.2
두께변화	-1.0	8.7	-1.0	1.4	2.1	1.6	0.8	1.2	-0.1
경도변화	3.9	-	17.3	-4.2	0.4	-5.3	-6.0	-15.5	-3.2
인장강도	-68.1	-77.1	-70.7	-14.9	-17.0	-17.1	-6.2	-2.9	-5.7
신장율	-70.1	-87.6	-67.9	2.2	-38.4	1	24.6	3.7	15.1
압축률	41.1	35.5	40.9	19.1	21.9	20.3	24.6	20.5	21.7

130도/ 1.5개월	NBR, %			FCBR, %			ORAR, %		
	5L	10L	20L	5L	10L	20L	5L	10L	20L
무게변화	11.8	-1.5	7.4	0.5	0.1	1.8	2.0	3.4	2.0
부피변화	17.1	13.5	12.8	7.7	5.4	6.0	6.6	7.4	12.0
두께변화	5.8	5.7	6.8	1.3	1.3	1.5	2.7	1.8	2.2
경도변화	-16.3	-37.4	-26.7	-6.4	-6.0	-7.1	-6.8	-6.4	-7.2
인장강도	-77.8	-	-61.1	-18.0	-18.0	18.6	-10.8	-4.0	-8.6
신장율	-7.3	-36.6	-73.1	1.3	2.1	1.9	20.8	22.9	25.7
압축률	31.3	37.2	48.4	20.8	20.1	18.7	24.0	21.1	21.1

