

## 지오멤브레인의 장기성능 평가(1) - 열노화 및 자외선 처리 후 산화유도시간

전한용, 김홍관\*, 최준동, 금재호\*

전남대학교 응용화학부, \*한국원사직물시험연구원

### Assessments of Long Term Performance of Geomembranes(1) – Oxidative Induction Time with Thermal Ageing and UV treatment

Han-Yong Jeon and Hong-Kwan Kim\*, Jun-Dong Choi, Jae-Ho Keum\*

Faculty of Applied Chemistry, Chonnam National University, Kwangju, Korea

\*FITI Testing & Research Institute, Seoul, Korea

#### 1. 서 론

고밀도 폴리에틸렌(HDPE, High Density Polyethylene) 지오멤브레인은 독성 폐기물 처리시설에서 차수재로 광범위하게 이용되고 있으며, 열이나, 자외선, 그리고 산소와 화학약품에 노출되었을 때의 내구성이 장기성능에 커다란 영향을 미친다. 어떤 원인에 의해서 지오멤브레인이 산화될 경우에는 지오멤브레인의 파괴가 가속화되어 구조 시스템의 안정성을 저하시키는 심각한 현상이 발생하게 된다. 일반적으로 산화를 가속시키는 실험을 통하여 HDPE 지오멤브레인의 장기성능을 평가하며, 산화를 가속화시키는 방법 중 많이 사용되는 방법이 DSC를 이용하는 방법이다. 이 방법은 질소 상황에서 200℃까지 승온시킨 후 장치가 그 온도에 다다르면 산소주입 스위치를 눌러 산소를 주입하여 산화시키는 방법이다. 산소를 처음 주입한 시간과 분해가 시작된 시간 사이를 산화유도시간(OIT, Oxidative Induction Time)라고 하며 폴리올레핀의 산화안정성을 평가하는 척도로 사용된다.

본 연구에서는 현재 국내 폐기물 매립장에 차수재로 사용되고 있는 HDPE 지오멤브레인의 장기성능을 평가하기 위한 연구의 첫 번째로 3종류의 HDPE 지오멤브레인을 미처리 상태, 열노화 상태 및 자외선 처리 상태로 분류한 다음 표준 및 고압법에 의하여 산화유도시간을 구한 후 비교, 분석하였다.

#### 2. 실험

##### 2.1 시료의 준비

두께 2.0mm, 밀도 0.95~0.96g/cm<sup>3</sup>, 용융지수(Melt Index) 0.25~0.26g/min인 HDPE를

원료로 한 2종류의 smooth type 지오멤브레인과 1종류의 textured type 지오멤브레인을 시료로 사용하였다.

### 2.2 열노화 및 자외선 처리

ASTM D 5271에 의거하여 85°C에서 90일간 열노화 시켜 지오멤브레인 시료를 준비하였다. 그리고 GRI GM 13에 의거하여 75°C에서 20시간, 60°C에서 4시간씩 교대로 자외선을 조사하여 총 1,600시간 자외선 처리한 지오멤브레인 시료를 준비하였다.

### 2.3 산화유도시간(OIT, Oxidative Induction Time) 측정

DSC를 이용하여 표준시험법의 경우 ASTM D 3895에 의거, 질소압, 승온속도 2 0°C/mm, 온도 200°C, 상압에서 산소공급 하에 발열피크에 도달할 때까지 실험을 실시하였다. 한편, 고압시험법의 경우에는 ASTM D 5885에 의거하여 3.4 MPa, 승온속도 2 0°C/mm로 온도범위 135°C, 35kg/cm<sup>2</sup>에서 산소공급 하 발열피크에 도달할 때까지 실험을 실시하였다. 열노화 및 자외선 처리 후 OIT유지율은 각각 다음 식에 의해 구하였다.

$$\text{열노화 후 OIT 유지율(\%)} = \frac{\text{열노화 시료의 OIT}}{\text{열노화하지 않은 시료의 OIT}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{자외선 처리 후 시료의 OIT 유지율(\%)} = \frac{\text{자외선 처리 시료의 OIT}}{\text{자외선 처리전 시료의 OIT}} \times 100 \quad (2)$$

## 3. 결과 및 고찰

Table 1. OIT(min.) of untreated geomembranes

GM-1	ST	170.2
	HP	290.0
GM-2	ST	145.0
	HP	200.7
GM-3	ST	142.0
	HP	719.6

\* GM-1 and -2 are smooth type HDPE geomembranes and GM-3 is textured type HDPE geomembrane. ST and HP mean standard and high pressure experimental conditions of OIT, respectively.

3종류의 미 처리된 HDPE 지오멤브레인의 표준 및 고압시험법에 의한 OIT값을 Table 1에 나타내었다. 표준시험법의 경우 GM-1~3의 OIT값이 모두 다른 이유는 서로 다른 종류의 산화방지제를 사용하였음을 의미한다. 고압시험법의 경우 GM-1~3의 OIT값이 모두 표준시험법에 비해 증가하지만, 표준시험법의 경우와 비슷한 경향을 나

지오멤브레인의 장기성능 평가(1) - 열노화 및 자외선 처리 후 산화유도시간

타내고 있다. 한편, GM-2가 GM-1이나 GM-3에 비해 상대적으로 낮은 OIT값을 보이고 있으며, 이는 앞서 언급한 산화방지제의 종류에 영향을 받은 결과이다. Figure 1에 표준 및 고압시험법에 의한 GM-2의 OIT곡선을 각각 나타내었다.

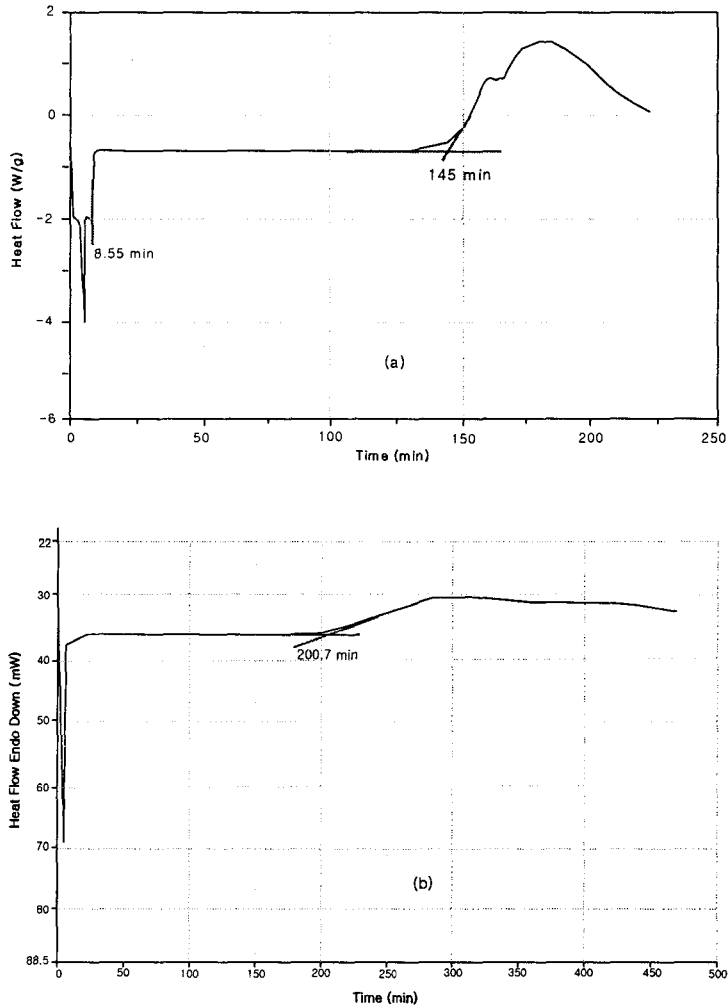


Figure 1. OIT curves of GM-2 at (a)Standard Pressure, (b)High Pressure

표준시험법에 의한 열노화 및 자외선 처리 후의 OIT 유지율을 Table 2에 나타내었으며, 고압시험법에 의한 GM-3의 열노화 및 자외선 처리 후의 OIT 곡선을 Figure 2에 나타내었다. 3가지 지오멤브레인 모두 열노화 된 경우보다 자외선 처리한 경우의 OIT유지율이 낮은 이유는 자외선에 의한 지오멤브레인의 손상을 의미하며, textured type인 GM-3가 2가지 smooth type 지오멤브레인보다 안정됨을 나타내고 있다.

Table 2. OIT retention(%) of geomembranes at standard pressure

Type Geomembrane	Thermal Aged (min.)	UV Treated (min.)
GM-1	85.7	76.2
GM-2	82.9	81.2
GM-3	90.0	84.1

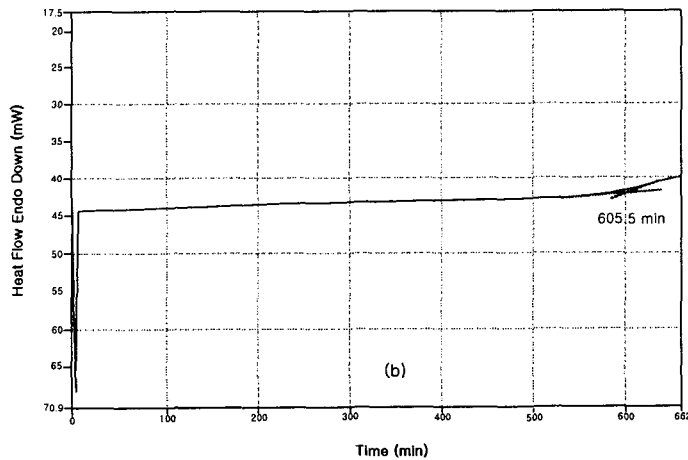
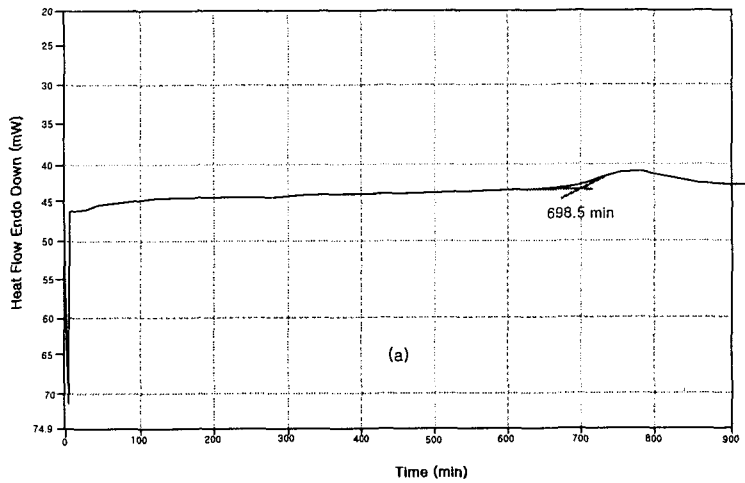


Figure 2. OIT curves of GM-3 at high pressure (a)Thermal Aged, (b)UV Treated

### 5. 참고문헌

- 1) IFAI, 'Geosynthetic Resins', St. Paul, pp.1-62(1994).