

차수용 지오멤브레인의 표면 결함이 물성에 미치는 영향

전한용, 김소연, 정진희
전남대학교 섬유공학과

1. 서론

시트형태의 지오멤브레인은 차수를 목적으로 최근 널리 사용되고 있으며 폐기물 매립장에 적용하기 위한 지오멤브레인은 생산된 후 저장, 이동, 시공 및 시공 후의 다양한 메카니즘에 의해 재료의 표면에 결함이 발생하게 된다. 이러한 결함은 지오멤브레인의 역학적 강도의 감소를 초래하여 재료의 파괴를 유도하고 결국은 시스템의 안정성에 문제를 일으킨다. 이러한 점을 감안하여 본 연구에서는 차수용 지오멤브레인의 물성에 표면결함이 미치는 영향의 정도를 평가하기 위해 인위적인 스크래치를 부여하는 방법을 제시하였으며, 제시된 방법을 통해 유도된 스크래치들의 물성에 대한 영향을 평가, 고찰하였다.

2. 실험

2.1 시료

폐기물 매립지용으로 시판되는 두께 1.5mm, 밀도 0.945g/cm³의 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)지오멤브레인을 사용하였다.

2.2 표면결함의 유도

지오멤브레인에 표면결함을 유도하기 위해 Figure 1의 장치를 고안하였다. 이 장치는 고분자 재료의 토양과의 마찰특성을 평가하는 직접전단시험장치를 응용한 것으로, 균일한 스크래치를 부여하기 위해서 그 매체로 sandpaper를 사용하였다. 한편 각각의 sandpaper 표면 거칠음 정도는 cw100, cw180, cw400으로 선택하였으며, 각각의 표면 사진을 Figure 2에 나타내었다. 상부의 부가하중은 23kgf이었으며, 각 전단속도에 따른 영향을 고찰하기 위해 10, 100, 500, 1000mm/min의 속도로 스크래치를 부여하였다. 또한 반복회수에 따른 영향을 보기 위해 스크래치 부여회수는 1, 10회로 하였다.



Figure 1. 스크래치 유도 장치

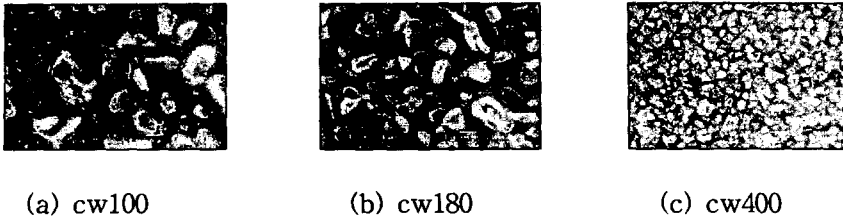


Figure 2. Sandpaper의 표면 사진

2.3 물성평가

2.3.1 역학적 성질

인장강도는 ASTM D638 Type IV에서 제시한 크기로 절단한 후, 변형을 속도 50mm/min로 측정하였다. 파열강도는 ASTM D3787에 의거하여 Ball bursting 시험법으로 측정하였으며, 표면 변화를 고찰하기 위하여 주사전자현미경 사진을 통하여 지오멤브레인의 변화를 평가하였다.

2.3.2 화학적 안정성

HDPE 지오멤브레인을 pH 12의 NaOH에 온도조건을 25℃, 50℃로하여 EPA 9090시험법에서 제시한 30, 60, 90, 120일간으로 처리한 후, 처리전과 후의 물성을 비교하여 화학적 안정성에 따른 물성의 변화를 고찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 형태학적 구조 변화

각각의 조건에 의해 스크래치가 발생한 지오멤브레인의 표면상태를 주사전자현미경 사진을 통해 고찰하였다. Figure 3에서 부가매체의 크기에 따라 크랙의 성장의 여부가 결정됨을 관찰할 수 있었으며 Figure 4에서 전단속도에 따라서 스크래치 발생 정도가 달라짐을 확인할 수 있었다.

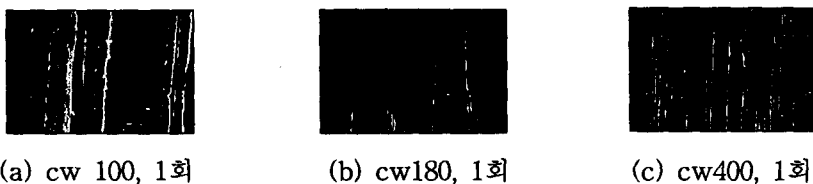
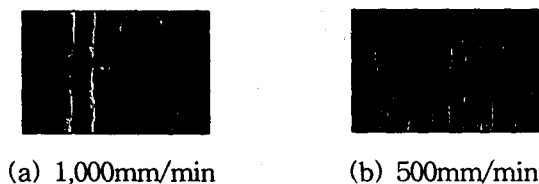
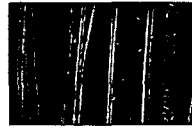
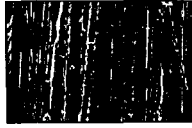


Figure 3. 스크래치 부여매체에 따른 지오멤브레인의 표면 사진





(c) 100mm/min

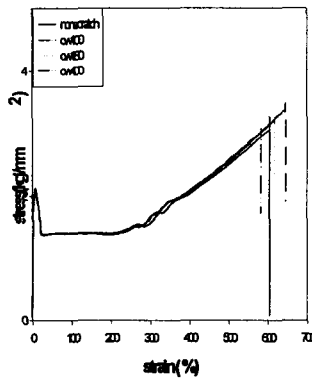
(d) 10mm/min

Figure 4. 전단속도변화에 따른 지오멤브레인의 표면 사진

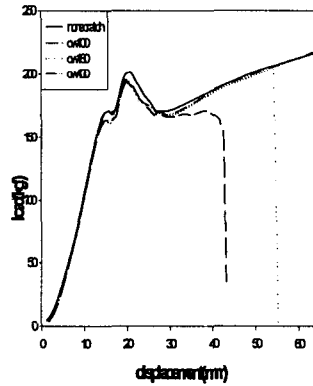
3.2 역학적 성질

3.2.1 스크래치 부여매체의 형태 및 회수가 물성에 미치는 영향

스크래치 부여매체의 형태와 회수가 물성에 미치는 영향을 고찰하기 위해 스크래치를 부여하기전과 후의 물성을 비교하였다. 먼저 cw100, 180, 400의 sandpaper로 스크래치를 부여한 후 지오멤브레인의 인장과 파열강도를 측정하였다. 그 결과 Figure 5와 6을 통해 스크래치 부여매체 형태와 부여회수는 항복점에서의 하중에 거의 영향을 미치지 않음을 알 수 있었으며, 단지 스크래치 부여매체의 입자 크기가 신장에 영향을 미침을 관찰할 수 있었다.

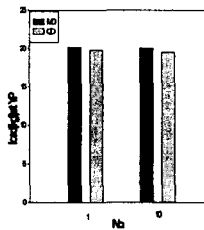


(a) 인장강도

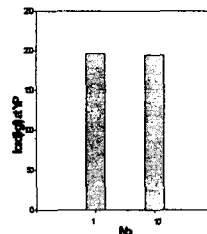


(b) 파열강도

Figure 5. 스크래치 부여매체 형태가 물성에 미치는 영향



(a) 인장강도

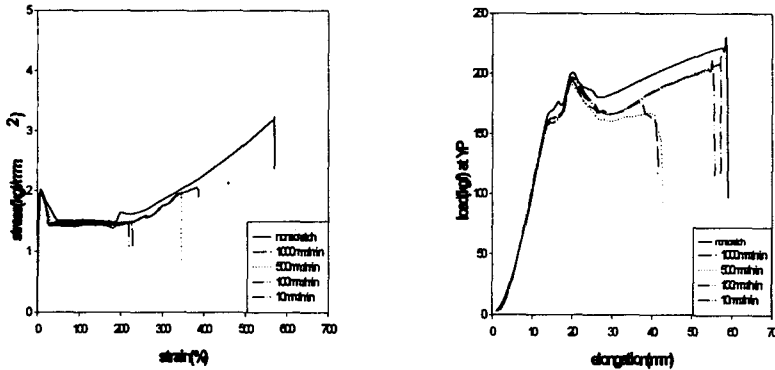


(b) 파열강도

Figure 6. 스크래치 부여회수가 물성에 미치는 영향

3.2.2 전단속도가 물성에 미치는 영향

스크래치를 부여하는 매체의 속도의 영향을 평가하기 위해 속도를 10, 100, 500, 1,000mm/min으로 했을 때의 인장강도와 파열강도를 Figure 7에 나타내었다.



(a) 인장강도

(b) 파열강도

Figure 7. 스크래치 부여매체의 전단속도가 물성에 미치는 영향

4. 결론

차수용 HDPE 지오펜브레인의 표면 결합이 물성에 미치는 영향을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 지오펜브레인의 표면결합은 스크래치 부여매체의 입자크기와 반복횟수에 영향을 받을 수 있었다.
- (2) 스크래치 부여 매체의 형태, 부여 회수 그리고 부여 속도는 항복하중에는 거의 영향을 미치지 않았지만, 항복신도에 영향을 미침을 알 수 있었다.

참고문헌

1. R. M. Koerner, "Designing with Geosynthetics", 4th Ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, pp.416-601(1998)
2. R. M. Koerner, "Geosynthetics Testing for Waste containment Applications", ASTM, pp.1-70(1990)
3. J. P. Martin R. M. Koerner and J. E. Whitty, "Experimental Friction Evaluation of Slippage Between Geomembrane, Geotextiles and Soils", J. Geotex. and Geomem, Vol. 4, No. 1, pp.2-15(1989)