

Textile Geogrids의 화학적 안정성에 관한 연구

최세환, 조성호, 차동환, 목문성*, 전한용*

(주)삼양사 중앙연구소 산업자재그룹, *전남대학교 응용화학공학부

Study on Chemical Stability of Textile Geogrids

Se-Hwan Choi, Seong-Ho Cho, Dong-Hwan Cha, Mun-Sung Mok* and Han-Yong Jeon*

Industrial Materials Group, Central R&D Center, Samyang Corporation, Daejeon, Korea

*Faculty of Applied Chemical Engineering, Chonnam National University, Gwangju, Korea

1. 서론

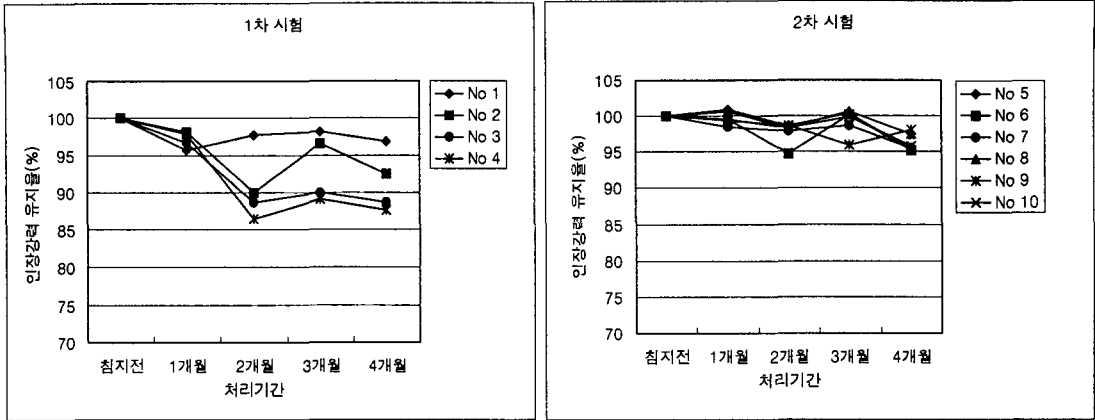
토목합성재료(geosynthetics)의 일종인 지오그리드(geogrids) 제품은 1979년 영국에서 개발된 이래 세계적으로 그 적용 용도와 수요가 지속적으로 증가하고 있는 토목합성 보강재이다. 일반적으로 지오그리드는 올레핀계 수지를 시트 상으로 압출하여 천공 및 연신하여 제조하는 플라스틱 타입 지오그리드와 고탄성 고강력 섬유로 제직 혹은 제편하고 이를 수지로 코팅하여 제조하는 텍스타일 타입 지오그리드의 두 가지로 분류된다. 특히, 산업용 폴리에스테르(PET) 고강력사를 보강 구조재로 하여 격자상의 포를 형성하고 폴리염화비닐(PVC), 아크릴(acryl) 등의 수지를 코팅하여 제조하는 폴리에스테르 텍스타일 지오그리드(textile geogrids)는 폴리에스테르 재질의 높은 인장탄성율과 인장강도, 우수한 내크리프(creep)성이 우수한 반면에 화학적 안정성과 시공 중에 발생할 수 있는 외적 손상발생 용이성 등이 문제점으로 지적되기도 한다. 본 연구에서는 텍스타일 지오그리드의 화학적 안정성을 내알칼리성을 중심으로 인장특성 변화를 중심으로 평가하고 이를 향상시키기 위한 방안을 제시하고자 하였다.

2. 실험

고유점도(intrinsic viscosity)가 0.80 및 0.91 의 2가지의 폴리에스테르 고강력사를 사용하여 지오그리드를 제조하였고, 직조공정에서 사용되는 조직 설계와 사용하는 원사의 굵기를 변화시켜 화학약품 종류에 따른 강도 변화를 평가하였다. 한편, 코팅수지인 폴리염화비닐 플라스티졸(plasti-sol)을 대체하여 친환경성이면서 다소 경질인 아크릴계 에멀전(emulsion)을 사용하여 코팅 제조한 텍스타일 지오그리드도 비교 평가하였다. 그리고 EPA 9090법에 의거한 화학용액의 표준화와 ASTM D 5322에 의거한 시험법을 적용하여 알칼리(alkali)에 대한 실험을 실시하였다. 알칼리의 종류는 블록이나 콘크리트 구조체와의 접촉 용출을 고려한 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 수용액과 전형적 강알칼리 물질 NaOH 수용액 두 가지를 사용하고, pH 조건으로는 용도 분야와 적용성을 고려하여, 극단적인 pH 조건을 배제한 pH 9 조건으로 한정하여 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1에 지오그리드 제조에 사용된 폴리에스테르 고강력사의 고유점도(IV)로 대별되는 1차와 2차 시료의 인장 강도 변화를 인장강력유지율(%) 그래프로 나타냈으며, 대체로 화학약품 즉, 알칼리에 의한 지오그리드의 취화가 발생되어 표면 코팅물이 팽윤되어 파손되거나 소실되는 등 외관이 다소 불량하게 되지만, 실제 보강재로써의 인장특성을 1~4개월간 지속적인 평가한 결과, 인장강력이 적게는 2~5%, 많게는 10~12%수준에서 강력 감소가 나타났다. 이는 설계시의 강력 감소계수(RF)로 1.020~1.136에 해당되는 수준으로 평가된다. 특히, (a)에서는 대체로 강력저하가 5 내지 12%까지 현저히 나타나지만, (b)에서는 폴리에스테르 고강력사의 고유점도가 높고, 말단기 함량이 작은 경우에는 최고 5% 이내의 강력저하 즉, 상대적으로 양호한 내알칼리성을 보이는 것을 알 수 있다.



(a) 1차 시험

(b) 2차 시험

그림1. 침지전 후의 인장강력 유지율(%)

한편, 폴리염화비닐(시료 1~3)을 비교적 경질 코팅인 아크릴(시료 4)로 대체하여 수지 코팅한 경우에는 코팅재질 변경에 따른 영향이 없었으며, 오히려 무공해성의 아크릴을 텍스타일 지오그리드의 코팅재로 사용할 수 있다는 가능성을 얻게 되었다. 두 번째로 사용하는 섬유(속)의 굵기를 변화하거나 조직설계를 변화하는 것(시료5, 시료6~8, 시료9, 시료10)에 의해서는 내알칼리 성능이 약간 향상될 수 있음을 알 수 있었다.

그리고 폴리에스테르 텍스타일 지오그리드에 있어서 동일 pH 조건, 동일 종류의 시료로 실험한 알칼리 종류별 내알칼리성 평가 결과(시료 7, 시료 10)에서, 강력변화를 초래하는 석회에 의한 알칼리와 NaOH에 의한 알칼리에는 유효한 차이가 없다는 것을 알 수 있다.

이상의 결과를 종합적으로 보면, 폴리에스테르 텍스타일 지오그리드의 내알칼리성에 대하여서, 보강 구조재로 사용하는 폴리에스테르 고강력사 자체가 갖는 특성-즉, 높은 고유점도, 높은 중합도, 낮은 말단기 함량 등-이 내알칼리 성능의 개선에는 가장 지배적으로 작용하며, 다음으로는 사용하는 원사(속)의 굵기나 조직설계 상의 고려도 약간의 개선을 가져올 수 있다고 판단된다. 하지만, 그 외에 코팅 재질의 과도한 픽업량 증대에 대해서나 알칼리 종류의 변경에 따른 내알칼리 성능의 차이는 본 실험에서 확인할 수 없었다.

4. 결론

폴리에스테르 텍스타일 지오그리드의 내알칼리성 평가는 만약의 화학적 환경 변화가 구조물의 보강재에 미치는 영향을 평가하고 이를 설계에 반영하고자 하는 것이지만, 실제로 용도 분야와 적용 상황을 고려한 본 실험에서는 대체로 2~12%의 강도 감소율, 즉 설계강력 감소계수(RF)로는 1.020 ~1.136에 해당되는 수준으로 평가되었다. 폴리에스테르 텍스타일 지오그리드의 내알칼리성은 보강 구조재로 사용하는 폴리에스테르 고강력사 자체가 갖는 특성-즉, 높은 고유점도, 높은 중합도, 낮은 말단기 함량 등-이 내알칼리 성능에 가장 지배적으로 작용한다고 판단된다. 실제 4개월의 화학적 침지 처리를 통해, IV가 0.80인 원사를 이용한 경우 88~97%, IV가 0.91의 경우에는 대체로 95~98%의 양호한 강력유지율을 나타내었다.

5. 참고문헌

- 1) FHWA 97-RD-144 (1997), "Testing Protocols for Oxidation and Hydrolysis of Geosynthetics."
- 2) GRI Standard Test Method, "GRI Test Methods GG1 Geogrid Rib Tensile Strength", Drexel University, Philadelphia, 2002.