

실내 시험기에 의한 지오그리드의 시공 시 손상 평가

Installation Damage Assessment of Geogrids by Laboratory Tester

진 용 범¹ Jin, Yong-Bum
변 성 원² Byun, Sung-Won
전 한 용^{3*} Jeon, Han-Yong

ABSTRACT

Installation damage of 3 types of geogrids were evaluated with compaction condition. This experimental test was in accordance with ENV ISO 10722-1. Tensile strength of geogrids were decreased with number of cyclic compaction loading without regard to kind of filled material and it was seen that strength decrease tendency showed the dependence on geogrid type. Woven and warp-knitted type geogrids showed the bigger decrease of tensile strength than welded type geogrids.

요 지

다짐조건을 달리하여 3가지 종류 지오그리드의 내시공성을 측정하였다. 이 실험은 ENV ISO 10722-1에 근거하여 실행되었다. 채움재와 관계없이 다짐횟수가 증가할수록 지오그리드의 인장강도는 감소하였으며, 지오그리드 종류에 따라 감소되는 경향이 다르게 나타남을 알 수 있었다. Woven 및 warp-knitted type 지오그리드의 경우 접합형 지오그리드에 비해 더 큰 감소경향을 나타내었다.

Keywords : Installation damage, Compaction condition, ENV ISO 10722-1, Number of cyclic loading, Filled material, Strength decrease

1. 서 론

토목합성재료(Geosynthetics)란 모래, 흙, 자갈 등의 환경에 사용되는 섬유, 고분자 재료로서 토목공사의 시공기술과 밀접한 관계가 있는 제품이며 직포, 부직포, 매트 등과 같은 직물형태와 플라스틱 멤브레인, 압출판 및 3차원 압출성형 구조물, 네트 등과 같은 고분자 제품이 광범위하게 포함된다. 지오그리드는 연약지반 보강, 성토사면 보강, 보강토 옹벽 등 다양한 토목건설현장에서 폭넓게 활용되고 있다(전한용, 1998). 이러한 토목건설현장에서 사용되는 구조물, 특히 지오그리드와 같이 다짐작업이 요구되는 토류구조물에 적용되는 경우 다짐에 의한 손상이 유발되

며, 이러한 시공 시 다짐에 의한 손상은 단기 및 장기 거동에서 예측되지 못한 성질 변화를 초래하게 된다(전한용, 2006). 따라서 적절한 시공 시 손상 평가방법을 토대로 변화된 단기 및 장기 거동의 예측이 가장 중요하며 이에 따른 설계 시 적절한 반영이 필요하다(Hsieh, 2001).

평가방법에는 실내시험(index test)과 현장시험(field test)으로 분류되는데 전자에는 ASTM D 5818, ENV ISO 10722-1, TRI(Texas research institute, U.S.A) Installation Damage Test 등이 포함되며, 후자의 시험방법은 무수히 많으나 그 대부분이 영국의 TRL(transport research laboratory, U.K)의 방법에 근거하여 시행되고 있다. 한편, 서술한 각각의 테스트 방법들은 각각 단점을 가지고 있다. 실내시험의 경

1 정회원, 인하대학교 나노시스템공학부 섬유공학과 석사과정 (Graduate student, Department of nano-system Engineering, In-ha University)
2 정회원, 한국생산기술연구원 산업용섬유연구센터 센터장 (Director, Technical Textile Center, Korea Institute of Industrial Technology)
3* 정회원, 인하대학교 나노시스템공학부 교수 (Professor, Division of Nano-Systems Engineering, Inha University, E-mail: hyjeon@inha.ac.kr)

우는 표준화된 시험법이 없고, 현장조건에서 발생하는 토목합성재료의 파괴를 완벽하게 설명 할 수 있는 실험실 시험이 아직 존재하지 않으며, 현장시험의 경우는 경비와 시간이 많이 소비되며 다른 현장조건에 대한 충분한 데이터를 제시하지 못하는 단점이 있다. 이러한 사실을 감안하여 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 지오그리드 3종 9개 제품에 대하여 실내 내시공성 시험을 실시하였다. 현장조건과 부합하는 골재를 채취한 후 입도분석과 함수비를 측정하였으며, 각각의 지오그리드에 대하여 다짐횟수를 변화시키고, 또한 골재의 크기를 변화시켜서 실험을 하였다.

2. 이론적 배경

그림 1에서 보는 바와 같이 실내 내시공성 시험기의 다짐상자에 지오그리드를 포설한 후 채움재를 넣고 다짐장비에 의한 다짐 후 물성 시험을 실시하였다. 이때 사용되는 상자의 크기는 300×300×100(mm)의 크기를 가지며, 원래 시험법에서는 채움재는 10mm 체에서는 100% 통과하고 5mm 체에서는 0% 통과하는 크기의 표면이 거친 합성재료(sintered aluminum oxide)를 사용한다. 그러나 본

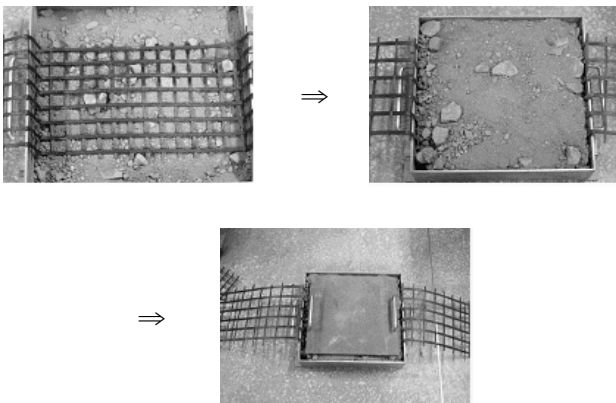


그림 1. 실내 내시공성 실험 과정

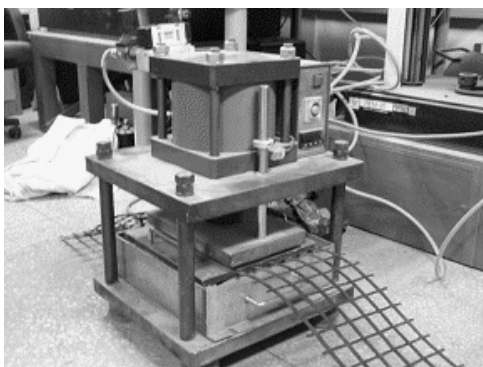


그림 2. 실내 내시공성 시험기

실험에서는 현장에서 사용되는 실제 채움재를 사용하였고 이 채움재의 입도분포와 함수비를 각각 측정하였다. 다짐기는 진동 다짐기를 사용하였으며, 진동수 1Hz로 55kPa~900±10kPa로 다짐을 실시하였다. 그림 2에 실내 내시공성 시험기를 나타내었다.

3. 실험

본 실험에 사용된 골재는 실제 현장에서 사용되는 채움재로서, KS F 2324의 흙의 공학적 분류에 의하면 화강암 풍화토이다. 이에 대하여 입도변화와 함수비를 측정하였다. 그림 3에서 보는 바와 같이 입경이 10mm이하인 입자가 99% 이상을 차지하고 있으며, 채움재는 통일분류법상 SW(입도분포가 양호한 모래)로 분류된다. 그림 4는 흙 시료의 다짐특성을 보여준다. 그림에서 보듯이 채움재의 최대건조밀도 2.3g/cm³, 최적함수비 13.5인 것을 알 수 있다.

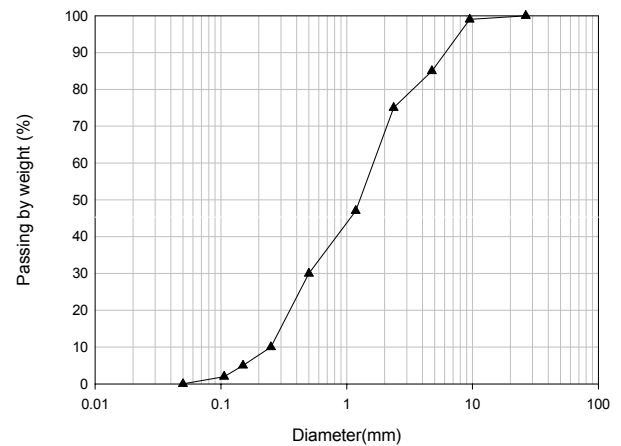


그림 3. 실험에 사용된 흙의 입도분포곡선

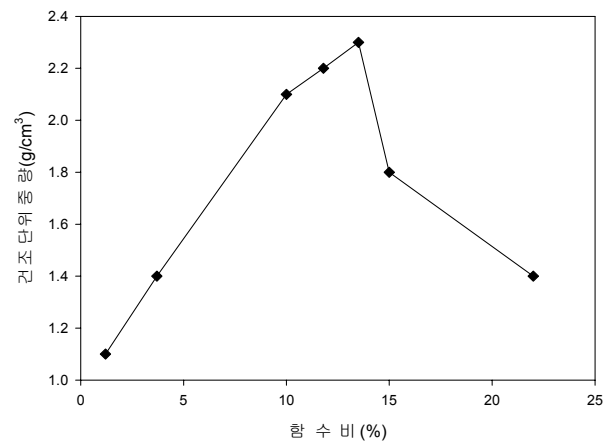


그림 4. 흙 시료의 다짐곡선

본 실험에서 사용된 시료는 woven type과 warp knitted type 그리고 접합형(welded type)으로 제조된 지오그리드를 사용하였으며, 각각 6T, 8T, 10T의 인장강도를 가지고 있다. 모든 지오그리드의 원사는 폴리에스테르이며 woven type과 warp knitted type 지오그리드의 코팅 재료는 PVC이다. 그러나 접합형으로 이루어진 지오그리드의 코팅 재료는 PP이며, 시료의 물리적 특성을 표 1~3에 각각 나타내었다.

본 실험에서는 실제 현장에서 사용되는 채움재를 채취하여 사용하였다. 현장에서 흙 시료를 채취한 후 입도분석과 함수비를 측정한 후 그림 1에서 설명한 바와 같이 시험 상자 안에 흙 시료를 채운 후 지오그리드를 포설하였다. 그리고 다시 흙 시료를 지오그리드 위에 포설한 후 상부를 plate로 덮은 후 다짐작업을 하였다. 다짐작업은 앞에서 언급한 것처럼 200회, 400회, 600회, 800회 순으로 각각 진행하였으며, 극한조건을 만들기 위하여 흙 시료의 직경이 9.5mm이상, 23.5m이하인 흙을 사용하여 200회 측정하였다(Hsieh, 2001).

내시공성 시험 후 지오그리드의 인장강도 감소를 측정하기 위하여 만능인장시험기를 이용하였으며, ASTM D 4595 (Tensile properties of Geotextile by the Wide-Width Strip

Method)에 의거하여 인장강도를 평가하였다(그림 5).

4. 결과 및 고찰

각 종류별 지오그리드의 Cyclic loading time에 따른 인장곡선을 그림 6~14에 각각 나타내었다. 그림 7에서 접합형 지오그리드 6T의 경우 다짐 횟수가 증가하여도 급격한



그림 5. 인장시험 사진

표 1. Woven type 지오그리드의 물성.

항목	6T	8T	10T
재질	Polyester 고강력 원사		
코팅량(중량비,%)	55~65(PVC)		
리브수/m	42±1	37±1	37±1
인장강도(t/m)	7.9	10.1	12.7
신율(%)	10.3	10.7	10.8

표 2. Warp knitted type 지오그리드의 물성.

항목	6T	8T	10T
재질	Polyester 고강력 원사		
코팅량(중량비,%)	50~60(PVC)		
리브수/m	42±1	37±1	37±1
인장강도(t/m)	7.9	10.8	13.2
신율(%)	11.1	11.9	12.1

표 3. 접합형 지오그리드의 물성.

항목	6T	8T	10T
재질	Polyester 고강력 원사		
코팅량(중량비,%)	50~60(PVC)		
리브수/m	42±1	37±1	37±1
인장강도(t/m)	7.9	10.8	13.2
신율(%)	11.1	11.9	12.1

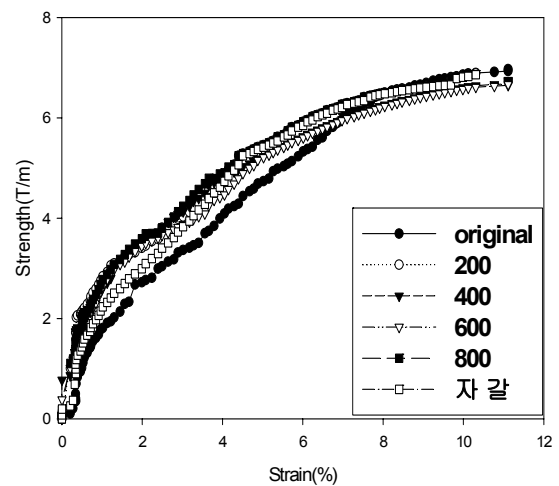


그림 6. 접합형 지오그리드 (6T)의 인장곡선

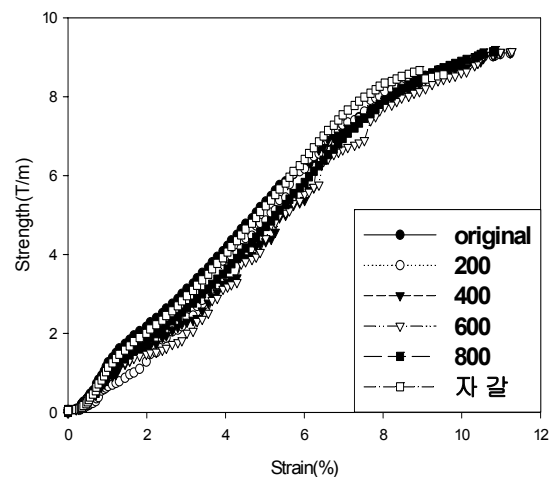


그림 7. 접합형 지오그리드 (8T)의 인장곡선

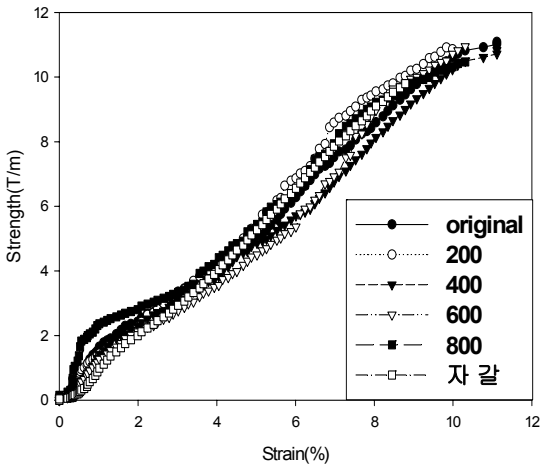


그림 8. 접합형 지오그리드 (10T)의 인장곡선

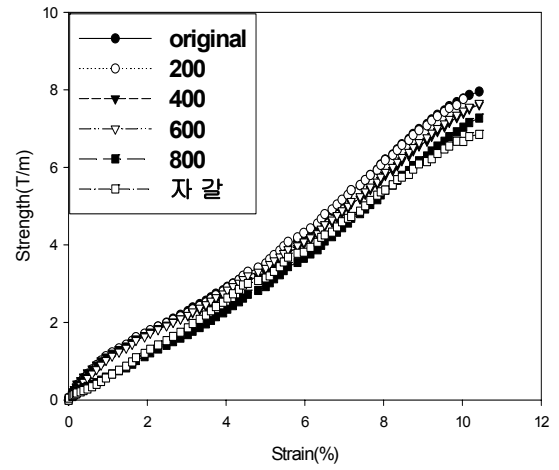


그림 9. Warp-knitted type geogrid (6T)의 인장곡선

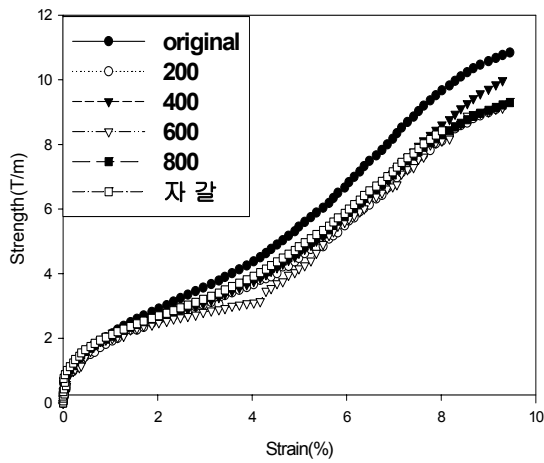


그림 10. Warp-knitted type geogrid (8T)의 인장곡선

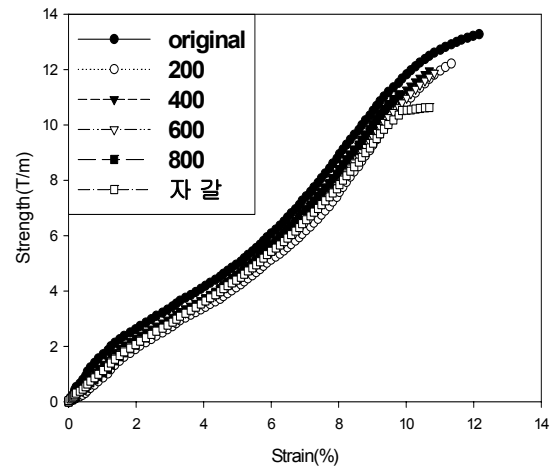


그림 11. Warp-knitted type geogrid (10T)의 인장곡선

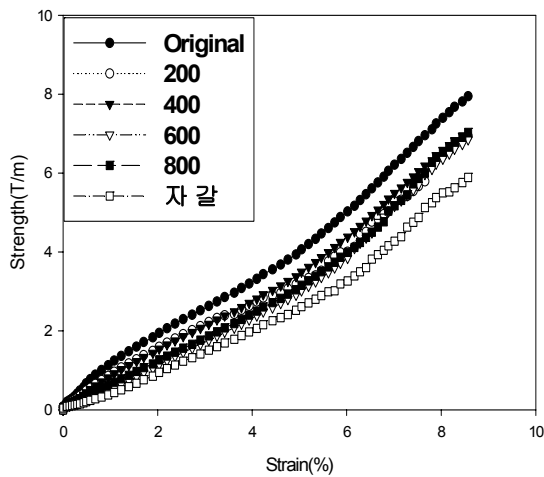


그림 12. Woven type geogrid (6T)의 인장강도 곡선

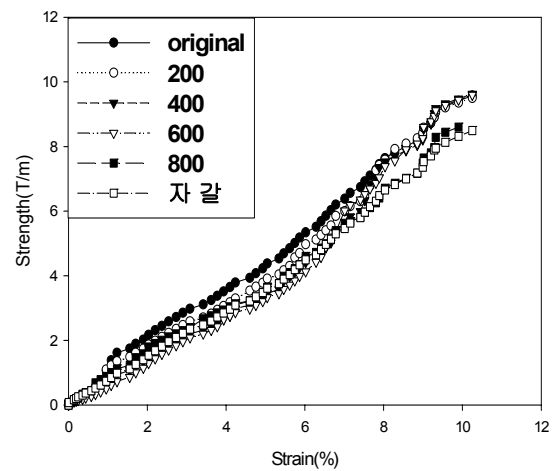


그림 13. Woven type geogrid (8T)의 인장강도 곡선

인장강도의 감소를 보이지 않았다. 자갈의 경우에만 약간의 강도 감소를 나타낼 뿐이었다. 이러한 이유는 접합형 지오그리드의 경우는 coating 재료가 다른 지오그리드와는 다

르게 PP가 사용되었고 또한 woven type이나 warp-knitted type 지오그리드에 비하여 상대적으로 두껍게 coating되었기 때문이라고 생각된다(Shukla, 2004).

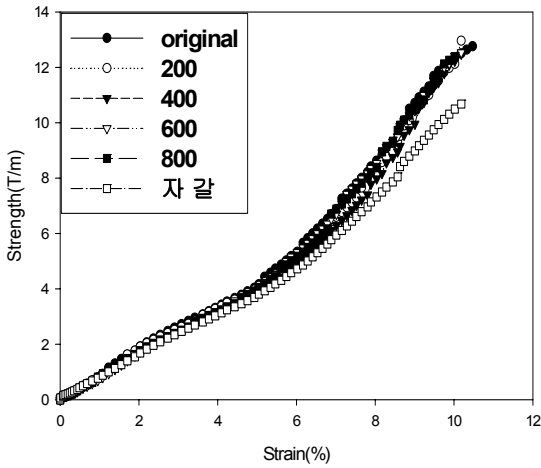


그림 14. Woven type geogrid (10T)의 인장강도 곡선

5. 결론

실내 실험을 통한 지오그리드의 감소정도를 측정된 결과 시편의 종류에 따라 다른 결과를 나타내었으나 전체적인 경향은 일치함을 알 수 있었다. 또한 안전율을 고려하여 제품이 생산되었음을 확인 할 수 있었으며, 실험 결과를 요약하면 다음과 같다

1. 접합형 지오그리드의 경우 다짐횟수에 의한 어떠한 경향도 발견 할 수 없었다. 이는 coating 두께와 재료에 기인한 것으로 생각된다. 8T의 경우는 다짐횟수가 증가하더라도 강도가 증가하는데 이는 초기 제품의 강도가 워낙 높기 때문에 오차의 범위 내에서 강도측정이 이루어졌기 때문이라고 생각된다.
2. Warp-knitted type 지오그리드의 경우 다짐횟수가 증가할수록 인장강도가 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 자갈을 이용하여 실험을 하였을 경우, 그 감소율이 다른 조건보다 큼을 확인할 수 있었다.

3. Woven type 지오그리드의 경우 다짐횟수에 따른 인장강도 감소를 확인할 수 있었으며, 특히 다짐횟수 800과 자갈에서 큰 인장강도 감소를 나타내었다.

이상에서 알 수 있듯이 실제 시공현장의 골재를 가지고 실험을 한 결과 다짐횟수와 인장강도 감소의 관계를 파악할 수 있었으며, 이는 곧 실외실험을 대체할 수 있는 골재의 선정과 다짐횟수의 결정에 영향을 미칠 것이라 생각된다. 그러나 이번 실험에서는 골재의 입자분포가 좁게 이루어져 있으며, 또한 다른 종류의 골재에 대하여 어떠한 데이터도 존재하지 않기 때문에 이러한 방향에서 좀 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI04-01-04) 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. 전한용 (1998), *토목건설용 고분자재료*, 전남대학교 출판부, 광주, pp.9-116.
2. Hsieh, C. (2000), "The Study of the Installation Damage of Flexible Geogrids", *Eurogeo 2000*, Vol.2, pp.889-894.
3. Hsieh, C. (2001), "The Installation Damage of Woven Rib Geogrids under Various Backfills", *Geosynthetics Conference 2001*, pp.553-565.
4. Cho, S. D., Lee, G. W. and Jeon H. Y. (2006), "Evaluation of Combination Effects of Installation Damage and Creep Behavior on Long-Term Design Strength of Geogrids", *Polymer Testing*, pp.819-828.
5. Shukla, S. K. (2004), "Functions and Installation of Paving Geosynthetics", *GeoAsia 2004*, pp.314-321.

(논문접수일 2006. 10. 9, 심사완료일 2006. 12. 5)