

생태복원을 위한 친환경적 식생매트 개발

Development of Eco-Friendly Eco-Mat for the vegetation-Restoration

박현준*, 김선주**, 김창배***, 안민우****, 최경영*****

Hyun Jun Park, Sun Joo Kim, Chang Bae Kim, Min woo An, Kyoung Young Choi

요 지

최근 자연환경보전이라는 새로운 패러다임의 대두로 하천환경의 보전과 개선의 필요성에 대한 공감대가 형성되기 시작하였으며, 하천의 환경적 기능을 고려하는 관리방안이 제시되고 있다. 이를 반영하는 것이 최근 활발히 논의되고 있는 하천기능 복원기술의 개발이다. 이는 하천정비나 관리에 있어서 하천의 생태적 기능에 초점을 맞추는 것으로 1990년대 이후 확산된 환경기능을 고려한 하천정비 및 관리보다 구체화된 하천의 생태환경기능의 회복을 포함하고 있다. 본 연구에서는 내구성인 강화된 식생매트를 개발함에 있어 라텍스를 이용한 친환경 코팅 매트를 개발하여 식물의 정착효과를 비교분석하여 효율적인 저수호안공법을 제시 하였다.

핵심용어 : 식생매트, 저수호안, 친환경

1. 서 론

최근 자연환경보전이라는 새로운 패러다임의 대두로 하천환경의 보전과 개선의 필요성에 대한 공감대가 형성되기 시작하였으며, 하천의 환경적 기능을 고려하는 관리방안이 제시되고 있다.

특히, 2000년대 이후에는 하천을 이수와 치수의 대상으로 보는 시각에서 벗어나 인간과 더불어 건전히 지속시켜야 할 대상으로 인식하는 경향이 뚜렷하게 나타나고 있다. 이를 반영하는 것이 최근 활발히 논의되고 있는 하천기능 복원기술의 개발이다. 이는 하천정비나 관리에 있어서 하천의 생태적 기능에 초점을 맞추는 것으로 1990년대 이후 확산된 환경기능을 고려한 하천정비 및 관리보다 구체화된 하천의 생태환경기능의 회복을 포함하고 있다. 그러나, 하천의 저수로 호안이 위와 같이 중요한 기능을 가지고 있음에도 불구하고 과거에는 콘크리트화 되었거나 또는 쇄굴방지 호안공으로 기능을 부각시키고 있었을 뿐 호안부의 식생군락을 형성하려는 시도는 미약하였다. 즉, 주로 이수·치수적인 측면에서 하천을 다루고 있기 때문에, 저수로가 직강화, 콘크리트화 되어 하천의 하천다움을 잃어버리게 되었고, 하천경관의 측면에서는 획일적인 단면과 직강화된 선형을 갖게 되었다. 그 결과 개개의 하천의 특수성이 사라지게 되어 하천이 단지 물이 흐르는 수로의 역할만을 수행하고 있을 뿐이며, 이는 때로 범람의 원인이 되기도 한다. 현재 국내에서 사용되고 있는 저수로의 자연형 호안 공법은 풀, 나무말뚝, 사석 등을 이용하여 자연스럽게 구부러진 호안을 만들어 하천변 식생을 복원시키고, 자연 식생군락 조성을 통하여 수중 동·식물의 서식처를 제공한다는 사실을 부각시키고 있다. 그러나, 이와 같은 공법들이 적소에 잘 적용되면 콘크리트를 대신하여 저수호안을 안정화시켜 주어 앞에서 기

* 정회원 · 건국대학교 사회환경시스템공학과 석사과정·E-mail : hyunjun@konkuk.ac.kr
** 정회원 · 건국대학교 사회환경시스템공학과 교수 · E-mail : sunjoo@konkuk.ac.kr
*** 정회원 · 한진중공업그룹 수자원부 이사 · E-mail : kcbno@kecc.co.kr
**** 정회원 · 에코탑 수환경복원부 팀장 · E-mail : kaos61@nate.com
*****정회원 · 에코탑 대표이사·E-mail : bioblock@nate.com

술한 생태적인 기능들을 수행할 수 있으나, 우리나라와 같이 하상계수가 높고 일시에 홍수량이 많은 곳에서는 세굴이나 유실에 큰 문제점을 노출하고 있는 것이 현실이다.

따라서, 본 연구에서는 내구성이 강화된 식생매트를 개발함에 있어 라텍스를 이용한 친환경 코팅매트를 개발하여 식물의 정착효과를 비교분석하여 효율적인 저수호안공법을 제시하고자 하였다. 이러한 식생매트는 하천변의 식생군집을 복원과 치수성 증대에 있어서 생태적인 건전성과 함께 공학적인 안전성과 경제적인 효율성을 증진시켜 줄 것이다.

이러한 연구는 하천변의 자연식생군집을 조성하려는 지방자치단체나 설계사들에게 식생의 세굴이나 유실에 비교적 안정적인 저수호안 공법을 제시하여 수변의 생물다양성을 증대시키는데 그 의의가 있다.

2. 친환경적 식생매트 개발

2.1 시험방법

시험매트는 천연고무와 가교제, 가황촉진제, 가황촉진조제를 혼합하여 고무성분 함유 조성물을 제조하고 첨가물로서 합성고무 2종과 보습보조제, 다공성 흡착 충전 보조제를 배합하였다. 코팅 대상물 재료로서는 일반적인 식생 로프로서, 직경 5mm의 로프를 사용하였다. 덩코팅 방식으로 상기 고무 성분 조성물을 식생 로프에 코팅하였다. 비교예로서는 일반적인 식생 로프를 코팅하지 않은 것으로 하였다. 표 1. 은 코팅 로프의 재료 배합비를 나타내고 있다.

표 1. 친환경적 식생매트 배합비

	천연 라텍스	가황제	가황 촉진제	가황 촉진조제	스티엔 부타디엔 고무	부타디엔 고무	표면처리 여부
비교 예1	-	-	-	-	-	-	X
배합 1	75.8	2	0.2	2	-	-	X
배합 2	65.8	2	0.2	2	-	-	X
배합 3	55.8	2	0.2	2	-	-	X
배합 4	65.8	2	0.2	2	10	-	X
배합 5	65.8	2	0.2	2	20	-	X
배합 6	65.8	2	0.2	2	25	-	X
배합 7	65.8	2	0.2	2	20	10	X
배합 8	65.8	2	0.2	2	20	15	X
배합 9	65.8	2	0.2	2	20	20	X
배합 7-1	65.8	2	0.2	2	20	10	O
배합 8-1	65.8	2	0.2	2	20	15	O
배합 9-1	65.8	2	0.2	2	20	20	O

2.2 시험 결과

2.2.1 천연 고무 성분 함유 조성물

천연 고무 성분으로서 천연고무와 가교제인 분말황 2, 가황촉진제인 BZ(Zinc-di-n-butyldithiocarbamate) 0.2, 가교조제인 활성산화아연을 2를 혼합하여 고무 성분 함유 조성물을 제조하고, 로프의 인장 강도를 측정하였다. 인장 강도(tensile strength)는 로프가 하중을 받아 파단 할 때의 최대 응력을 말한다. 최대 하중을 시험편 원래의 단면적으로 나눈 값을 (kgf/m)로 나타낸다. 인장 강도가 높다는 것은 그만큼

과단 시킬 때까지 하중이 많이 필요하다는 것으로서, 인장 강도가 높을수록 내구성이 있다고 할 수 있다. 인장강도는 한국의류시험연구원에서 테스트 하였으며, 각각에 있어서 데이터는 5회 실험에 따른 평균치를 나타낸 것이다. 그림 1.에서 보는 바와 같이 본원 발명의 조성물의 경우 천연 라텍스의 함량이 65.8% 일때 565kgf/m로 인장 강도가 가장 높게 측정되었다.

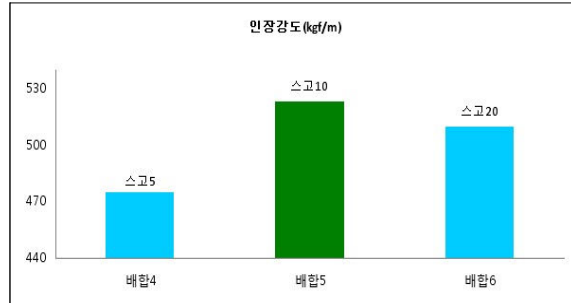
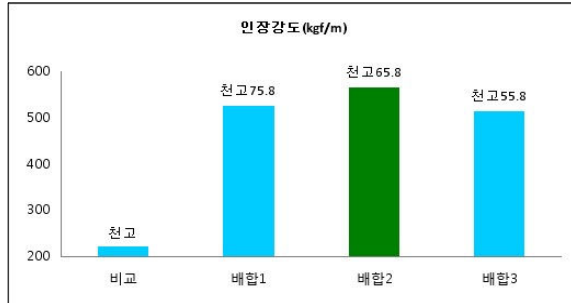


그림 1. 천연고무 함량에 따른 인장강도

그림 2. 스티렌부타디엔고무로 코팅한 로프의 인장강도

2.2.2 천연 고무 성분과 스티렌부타디엔고무 성분과의 혼합 조성물

천연 라텍스의 경우 상기 실험에서 인장강도가 가장 크게 측정된 65.8 로 하고, 합성 고무로서 SB 라텍스의 함량을 다음 표와 같이 다르게 하였으며, 그 외는 표 동일하게 하여 인장강도를 측정한 결과는 그림 2와 같았다. 천연 라텍스 외에 스티렌부타디엔 고무를 첨가할 경우 천연 라텍스와 스티렌부타디엔 고무의 함량비가 65.8 : 20 일 때 인장강도가 523kgf/m으로 가장 크게 측정되었다.

2.2.3 스티렌부타디엔 고무와 부타디엔 고무 혼합 조성물

천연 고무 성분으로서 천연 라텍스의 함량을 65.8, 스티렌부타디엔 고무의 함량을 20 으로 하고, 여기에 합성 고무로서 부타디엔 고무의 함량을 표 와 같이 바뀌서 조성물을 만들고, 그 외는 상기 실험과 동일하게 고무 성분 조성물을 제조하여 인장 강도를 측정한 결과는 그림 3.과 같다.

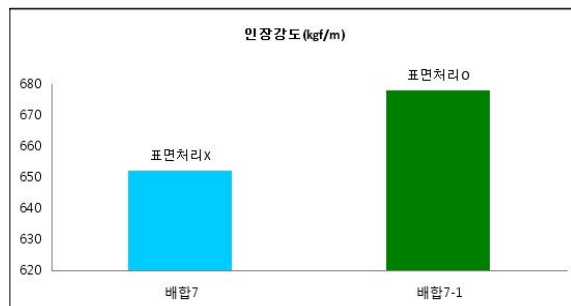
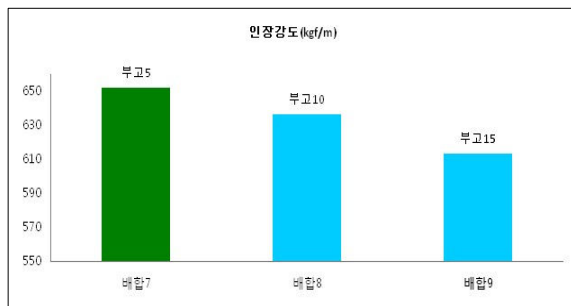


그림 3. 부타디엔고무로 코팅한 로프의 인장강도

그림 4. 기능성 첨가제를 표면처리한 로프의 인장강도

스티렌부타디엔 고무 20 중량에 부타디엔 고무 10 중량을 혼합한 배합 7 조성물의 인장 강도가 652kgf/m로 가장 높았다. 천연고무만을 사용하는 비교에서보다 스티렌부타디엔 고무와 부타디엔 고무를 혼합한 실험에서 인장 강도가 더 높게 나타났다.

2.2.4 기능성 첨가제 포함 조성물

상기 실험에서 배합7 내지 배합 7-1과 동일한 조성물에 기능성 첨가제로서 보습보조제와 다공성 흡착 충전 보조제를 추가한 경우 인장 강도를 측정하였다. 보습보조제로 황마와 코이어 바크를 1:1 중량비로 섞은 후 이를 분말형태로 갈아 사용하였으며, 다공성 흡착 충전 보조제로서 맥반석파우더와

숯과우더를 사용하였다. 위의 그림 4.에서 보는 바와 같이 기능성 첨가제인 보습보조제로 황마와 코이아 바크, 다공성 흡착 충전 보조제로서 맥반석과우더와 숯과우더를 사용할 경우 이러한 기능성 첨가제가 포함되지 않은 경우보다 인장 강도는 26kgf/m감소하나, 고무 성분 조성물로 포함하지 않은 비교의 경우보다는 높게 측정되었다.

3. 실내발아시험

그림5.에서 보는 바와 같은 일반 코이아 식생 매트 형태(500X500, T30)로 제조하였다. 이와 같은 크기의 일반 코이아 식생 매트 형태(500X500, T30)를 기능성 첨가제인 보습 충전제와 기능성 충전 보조제가 일정비율 첨가된 조성물인 배합 7-1, 8-1, 9-1 의 조성물로 딥코팅하여 제조하였다.



그림5. 식생로프 코팅

이렇게 제조된 각각의 식생 매트 내에 토양을 충전하고, 비교 발아 실험을 실시하였다. 비교 발아 실험시 실험실 온도 평균 25℃이고, 2 일 1회 관수, 기반토층 100mm 로 하였다.

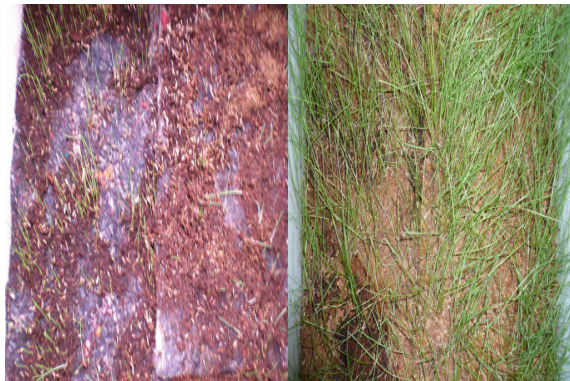


그림 6. 식물 발아 시험(발아 5일, 21일 후)

10일 발아율 실험결과

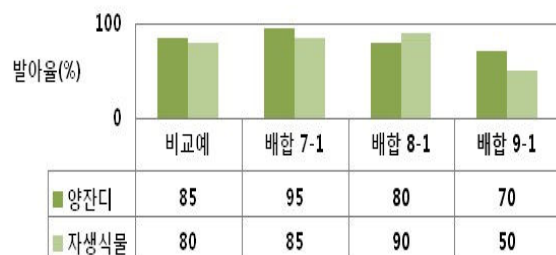


그림 7. 10일 발아율 실험 결과

양잔디의 경우 초기발아에서 비슷한 발아율을 보이고 있으나, 수분 요구도가 높은 자생식물의 경우 배합 7-1, 8-1, 9-1 에서만 발아가 시작 되었으며, 10일 경과 후에도 발아율에서 확연한 차이를 보였다. 코팅 조성물로 사용된 라텍스의 인장 강도에 의해 형태를 유지시켜 주면서 천연 고무 성분인 라텍스의 보습력으로 인해 배합 7-1, 8-1, 9-1의 식생 매트가 발아에도 많은 영향을 주고 있음을 알 수 있었다.

4.결 론

본 연구에서는 내구성이 강화된 식생매트를 개발함에 있어 라텍스를 이용한 친환경 코팅 매트개발과 현장적용시험을 통하여 식물의 정착효과를 비교분석하여 효율적인 식생매트공법을 제시하고자 하였다. 이를 위하여 하천 및 수로의 구조적인 안전성을 확보하면서 다양한 식물의 생육이 가능하도록 하기 위하여 식생매트의 인장강도와 수분확보 및 생태복원이 가능한 최적의 배합을 도출하기 위한 기초적 물성 실험과 실내 실험을 수행하였다.

이와 같은 연구를 요약하면 다음과 같다.

1) 식물매트의 내구성을 강화하기 위해 기존 자연재료에 천연고무와 가교제, 가황촉진제, 가황촉진조제를 혼합하여 고무성분 함유 조성물을 제조하고 첨가물로서 합성고무 2종과 보습보조제, 다공성 흡착 충전 보조제를 배합하였다.

2) 천연 고무 성분으로서 천연고무와 가교제인 분말황 2, 가황촉진제0.2, 가교조제인 황산산화아연을 2를 혼합하여 고무 성분 함유 조성물을 제조하였으며 천연고무의 양이 65.8%일 때 가장 큰 인장강도를 나타내었다.

3) 천연고무 외에 스티렌부타디엔 고무를 첨가할 경우 천연 라텍스와 스티렌 부타디엔 고무의 함량비가 65.8 : 20 일 때 인장 강도가 가장 크게 나타났다. 또한 천연고무와 합성고무인 스티렌부타디엔 고무와 부타디엔 고무를 혼합하여 조성물을 코팅하였을 때 더 높은 인장강도를 나타내었다.

4) 기능성 첨가제인 보습보조제로 황마와 코이어 바크, 다공성 흡착 충전 보조제로서 맥반석파우더와 숯파우더를 사용할 경우 이러한 기능성 첨가제가 포함되지 않은 경우보다 인장 강도는 감소하였다. 이러한 첨가제가 포함되면 인장강도는 감소하나 공극이 형성되어 식생의 성장에는 유리한 것으로 판단된다.

5) 식물발아시험 결과 양잔디의 경우 초기발아에서 비슷한 발아율을 보이고 있으나, 수분 요구도가 높은 자생식물의 경우 표면처리를 하고 보습보조제 및 다공성 흡착충진보조제가 있는 배합에서만 발아가 시작 되었으며, 10일 경과 후에도 발아율에서 확연한 차이를 보였다.

지금까지의 연구결과를 통하여 내구성 및 생태복원에 효율적인 공법에 대해 알아보았지만 연구의 한계점과 추후 연구방향을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 시험 시공 후 시기상으로 충분한 모니터링 기간이 확보되지 못했다는 것이다. 향후 유속에 대한 안정성과 식물의 복원을 판단할 수 있도록 2-4년 정도의 연구가 진행되어야 할 것이다.

둘째, 내구성 식물매트로 다양한 규모의 하천 실험을 통하여 각 지역의 특성에 맞는 식물매트 공법이 제시되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 김혜주, 강효석. 1999. 쥐똥나무를 이용한 생물공학적 비탈면녹화공법의 사례연구. 환경복원녹화 2(3) : 47~53.
2. 신정아. 1999. 자연형 하천 공법 적용후의 식생변화분석; 서울시 양재천의 학여울 구간을 중심으로. 환경복원녹화 2(3): 10~17.
3. 우효섭. 2000. 수변 복원의 이해(I)-미국의 수변복원 가이드라인을 중심으로. 대한토목학회지 2000년 7월호.
4. Adams et al. 2000. Stream Corridor Restoration ; principles, processes, and practices. USDA.
5. Communities. 친환경적 하천 복원을 위한 국제 심포지움. pp. 49~68.