

Mattress/Filter를 이용한 수질개선 및 수변생태계 복원기법

Water Quality Improvement and Restoration Method of Waterside Ecosystem by Mattress/Filter

고진석*, 박기범**, 이승윤***, 지흥기****, 이순탁*****

Jinseok, Ko · Kibum, Park · Seungyun, Lee · Hongkee, Jee · Soontak, Lee

요 지

본 연구에서는 하천구조물에서 자연과의 조화를 고려하여 생물과 공생을 목표로 한 다양한 접목시도를 통해서 Mattress/Filter시스템을 이용한 하천 본래의 기능인 환경생태기능을 회복시킬 수 있는 방안을 강구하고, 생태기능이 저하된 하천의 생태계 질을 향상시켜 건전한 하천생태계를 복원시키는 Mattress/Filter의 수질개선시스템의 개발을 시도하였다. 수변생태계 복원을 고려한 Mattress 시스템의 설계는 주위의 경관과 조화를 배려하여 도입을 결정하고, 법면구배 변화점의 모서리가 완만하도록 Mattress의 배치 및 크기를 결정하여 식생에 의한 피복이 가능토록 설계해야 한다. 이·치수 기능을 유지하면서 생태계를 보전하기 위한 대안으로 생태복원구조물인 친환경 Mattress/Filter 의한 수질개선시스템을 개발하여 기존하천에 초본식물들이 식생됨으로써 수질이 개선되어 하천 본래의 생태계를 유지할 수 있는 늪지 조성, 하천의 친수성 확보, 수변식물에 의한 동식물의 서식처 제공 및 수변경관이 보전된 식생 수변공간에 조성에 필요한 기법을 제시하였다.

핵심용어 : Mattress/Filter, 생물막, 수생식물, 수질개선, 수변생태계 복원

1. 서 론

지금까지 국내에서의 하천정비는 주로 강수량의 계절별 편중에 따른 수문학적 특성과 하천수리학적 특성을 감안하여 소류력에 저항할 수 있는 돌담대, 호안블록 및 Mattress 등에 의한 하천정비에 중점을 두어왔다. 하천에서 홍수유출을 신속히 배제하기 위해서 하천을 직강화하고 시멘트블록 호안을 축조해 왔다. 이는 인간과 자연생태계의 공생, 지속가능성이라는 측면에서 많은 문제점을 가지고 있으며, 이제는 하천의 환경 및 생태기능 위주로 하천관리정책을 변경해야 할 때에 이르게 되었다.

따라서 본 연구에서는 하천구조물에서 자연과의 조화를 고려하여 생물과 공생을 목표로 한 다양한 접목시도를 통해서 Mattress/Filter시스템을 이용한 하천 본래의 기능인 환경생태기능을 회복시킬 수 있는 방안을 강구하고, 생태기능이 저하된 하천의 생태계 질을 향상시켜 건전한 하천생태계를 복원시키는 Mattress/Filter의 수질개선시스템의 개발을 시도하였다.

* 영남대학교 토목도시환경공학부 석사과정 053-810-3664 springtime@yumail.ac.kr

** 영남대학교 토목도시환경공학부 박사과정 053-810-3791 pkb5032@yumail.ac.kr

*** 일본 구주대학교

**** 영남대학교 토목도시환경공학부 교수 053-810-2414 hkjee@yumail.ac.kr

***** 영남대학교 토목도시환경공학부 교수

2. Mattress/Filter 시스템의 수질정화작용

Mattress/Filter 시스템의 수질정화작용은 채움재인 슬래그의 공극에 형성되는 생물막의 물리적·생물학적 정화작용과 Mattress/Filter에 식재되는 식물에 의한 물리학적·생화학적 정화작용으로 구분할 수 있다.

2.1 생물막 형성에 의한 수질정화

하천의 오염된 물이 Mattress/Filter를 통과하면서 채움재인 슬래그의 다공체 속에 형성된 형성되는 생물막의 다음과 같은 작용에 의해 수질이 개선된다. 수질개선을 위한 Mattress/Filter 시스템의 기본형태는 다음 그림 1과 같다. 하천의 오염된 물이 Mattress/Filter의 공극사이를 통과하면서 채움재에 형성된 생물막의 수질 개선작용은 접촉, 생물흡착, 생물산화에 의한 분해작용 등이 있다.

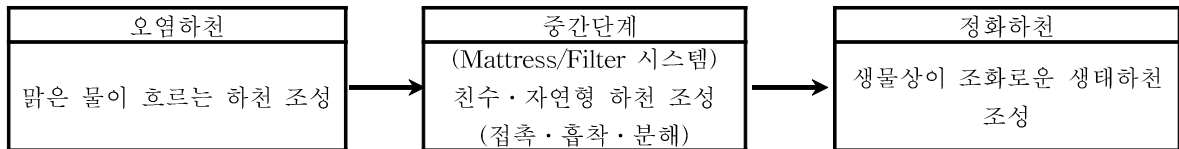


그림 1. 수질개선을 위한 Mattress/Filter 시스템의 기본형태

① 접촉 침전작용

슬래그 내부의 미세공극과 슬래그조립 사이에는 대소의 간극이 존재하는데, 그 공간에서는 유속이 느려지고 슬래그 공극사이의 거친 표면에 접촉되면서 침전거리가 극히 짧아짐으로써 침전이 일어나 좋은 조건이 된다. 따라서 슬래그 사이의 공극과 슬래그 자체가 가지는 미소공극에 의해서 각종 고형 오염물질들이 침전되는 효과가 있다.

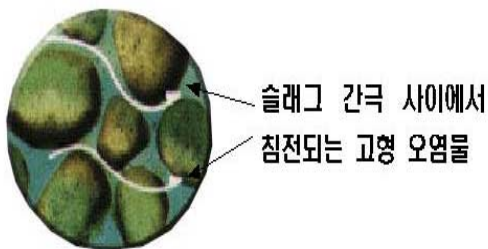


그림 2. 접촉침전작용

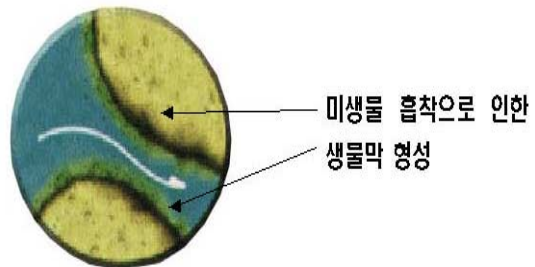


그림 3. 생물흡착작용



그림 4. 생물산화작용

② 생물 흡착작용

수중의 부유물과 슬래그는 상반되는 전기적 성질을 갖기 때문에 흡착현상이 생기며, 슬래그 공극에서 성장한 미생물과 슬래그 표면에 생긴 생물막의 점성에 의해 부유물이 흡착·분해된다.

③ 생물산화의 분해작용

슬래그 표면에 발달한 생물막은 수중의 유기물을 흡수하여 에너지원으로 삼는다. 따라서 유기물의 일부는 생물체의 형성에 도움이 되고 일부는 이론적으로 물과 탄산가스 상태까지 분해되며, 완전한 분해를 위해서는 유입된 유기물량에 상응하는 충분한 생물량, 용존산소 및 체류시간이 필요하다.

2.2 수생식물에 의한 수질정화

수생식물에 의한 오염물질 제거메커니즘은 물리적, 화학적, 생물학적 반응이 복합적으로 작용함으로써 가능하게 된다. 즉, 입자상 영양염의 침전, 여과 및 흡착, 탈질소균에 의한 아질산성 질소 및 질산성 질소의 탈질작용, 종속영양세균에 의한 유기물의 무기화 등에 의해 오염물질이 제거되는 식물과 미생물의 상호공생 및 상승작용을 통하여 오염물질을 제거되는 복합적인 메커니즘을 가진다.

Mattress/Filter에 식재된 수생식물은 유속에 대한 저항요소로 작용하므로 유속저하에 의한 오염물질의 전기적 혹은 기계적 침전 및 흡착을 유발시키고 여재의 공극을 통한 여과가 이루어지게 된다. 그리고 미생물에게 부착표면을 제공하므로 Mattress/Filter는 접촉여재로서의 기능을 가지게 된다.



그림 5. 수생식물에 의한 수질정화

질소순환과정은 무기화, 질산화, 탈질화, 암모니아 휘발, 식물흡수, DNRA(Dissimilatory Nitrate Reduction to Ammonia), litter공급 등의 반응과 유역상류로부터의 퇴적에 따른 질소유입, 침식에 따른 질소유출, 질산성 질소의 용출 등으로 이루어지는데, 탈질화, 암모니아 휘발 또는 식물의 흡수작용을 통하여 질소를 제거할 수 있다. 침수된 줄기와 뿌리는 수처리 반응에 관여하는 부착 미생물의 성장을 위한 높은 표면적을 제공하고, 식물 사체의 축적으로 다양한 오염물질 흡착을 위한 매개역할을 함과 동시에 미생물 부착을 위한 넓은 공간을 마련하게 된다. 수생식물의 줄기 등에 부착, 서식하는 미생물은 유기물을 분해하여 무기화작용을 가진 생물막을 형성하고 이러한 생물막을 통해 미생물은 오염물질을 정화하게 된다. 또한 통기조직을 통한 근계로의 산소전달은 미생물의 대사작용을 활성화시켜 분해활동을 촉진시킨다.

3. Mattress 시스템의 수변생태계 복원

3.1 Mattress 시스템의 설계

수변생태계 복원을 고려한 Mattress 시스템의 설계는 주위의 경관과 조화를 배려하여 도입을 결정하고, 법면구배 변화점의 모서리가 완만하도록 Mattress의 배치 및 크기를 결정하여 식생에 의한 피복이 가능토록 설계해야 한다.

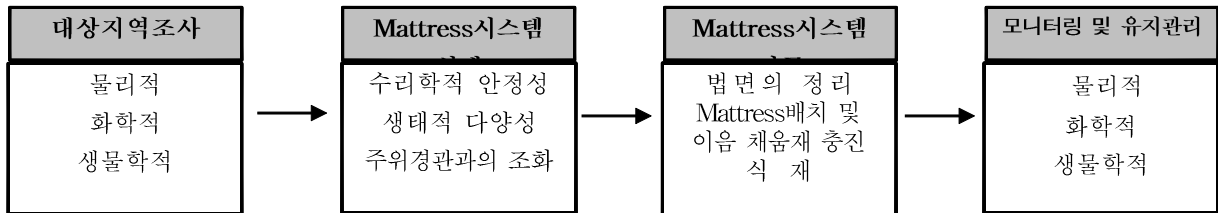
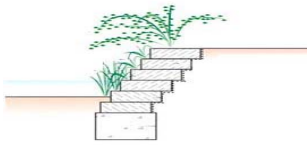
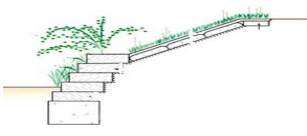
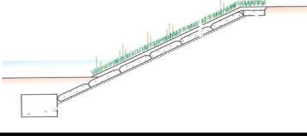
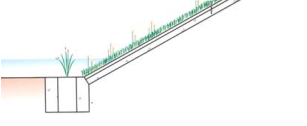


그림 6. Mattress 시스템의 적용과정

3.2 Mattress 시스템 구축공법

Mattress 시스템의 구축은 적용 대상지의 조건 및 시스템 구축으로 인해 예상되는 생태서식공간을 고려한 공법이 요구된다. 다음 표 1은 적용할 수 있는 몇 가지 공법 및 특징을 보여주고 있다.

표 1. Mattress 시스템 구축공법

공 법	특 징
	<ul style="list-style-type: none"> - 폭이 넓지 않은 하천의 호안을 대상 - 옹벽이나 석축을 대체할 수 있음 - 수층부에 충분한 식생공간과 어소공간을 확보할 수 있음 - 수질정화에 효과적
	<ul style="list-style-type: none"> - 일반하천의 저수호안을 대상 - 제방 사면의 경사각이 확보되지 않을 경우 사면의 경사를 살리기 위해 적용 - 풍부한 식생 및 어소공간 확보 - 수중생태계와 육상생태계의 원활한 연결 - 수질정화에 효과적
	<ul style="list-style-type: none"> - 하상의 퇴적이 큰 하천에 적용 - 제방사면의 경사가 완만한 하천에 적용 - 주변의 식생에 의해 어소공간부 확보
	<ul style="list-style-type: none"> - 하폭이 좁아 저수부의 식생 번식을 제어할 필요가 있는 하천에 적용 - 제방사면의 경사가 완만한 하천에 적용 - 저수부 식생의 번식을 제어할 수 있음

※ 지오그린 http://www.geocell.co.kr/geogreen/geo_menu2_sub3.htm

4. 결 론

본 연구에서는 Mattress/Filter를 이용한 수중 수질개선시스템 분석과 수변생태계 복원기법에 대해 검토하였으며, 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) Mattress/Filter 시스템은 제방 또는 하안에서의 유수에 의한 파괴와 침식을 방지하는 수리역학적 안정성을 제공하고 구조의 다공성과 식물의 식재를 통해 수질개선 및 식생복원 효과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

2) Mattress/Filter의 다공성 및 넓은 표면적이라는 특성을 이용하여 식물의 성장조건과 특성에 맞는 서식 조건을 충족시키고, 수생식물에 의한 복합적인 물리적·화학적·생물학적 작용에 의해 오염물질을 정화시켜 수질을 개선할 수 있는 자연생태적 하천정화시스템을 구축하는 중요한 역할을 수행하고 있음을 확인할 수 있었다.

3) 이·치수 기능을 유지하면서 생태계를 보전하기 위한 대안으로 생태복원 구조물인 친환경 Mattress/Filter에 의한 수질개선시스템을 개발하여 기존하천에 초본식물들이 식생됨으로써 수질이 개선되어 하천 본래의 생태계를 유지할 수 있는 늪지 조성, 하천의 친수성 확보, 수변식물에 의한 동식물의 서식처 제공 및 수변경관이 보전된 식생 수변공간을 조성할 수 있을 것으로 사료된다.

감 사 의 글

본 연구는 환경부 한국환경기술진흥원이 추진하는 “2003년도 차세대 핵심환경기술개발사업”의 자유공모과제(과제번호:025-22-66) 연구수행 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. USDA, EPA, TVA, FEM, USDC, NOAA, ACE, USDHUD, USDI(1998), Stream Corridor Restoration : Principles, Processes and Practices, Agricultural & Biological Engineering, Mississippi State
2. J. Komlos, A.B. Cunningham, B. Warwood, and G. James(1998), Biofilm Barrier Formation and Persistence in Variable Saturated Zones, Conference on Hazardous Waste Research
3. River Restoration Center(1999), Manual of River Restoration Techniques, Revetting And Supporting River Bank
4. 공동수(1997), 대형 수생생물을 이용한 수질개선 기법의 현황과 전망
5. 국립환경연구원(1998), 수생식물에 의한 수질개선기법 연구
6. 국립환경연구원(1998), 팔당호 수질관리 특별대책 수립을 위한 오염 저감기술
7. 최지용, 정유진(2000), 수질개선을 위한 수변녹지의 조성 및 관리방안 연구, 한국환경정책·평가연구원 연구보고서
8. 우효섭(2001), 하천수리학, 청문각
9. 우일 E.R.S.(2001), 식생호안에 도입 가능한 식물의 선정, <http://www.woolers.co.kr/download/downloadindex.htm>
10. 조용덕(2001), 수변환경 복원을 위한 디자인과 수법, 댐 환경처 보고서, 한국수자원공사 조사기획처
11. 배상수, 이경욱, 지흥기(2002), Mattress/Filter를 이용한 하천수질개선 기법, 2002년도 대한상하수도·환경물환경학회 공동추계학술발표회 논문집
12. 배상수, 이경욱, 지흥기(2002), Mattress/Filter를 이용한 하천수질개선 기법, 2002년도 대한상하수도·한국물환경학회 공동추계학술발표회 논문집