환경영향평가 제17권 제5호(2008) pp.271~278

연구논문

다공성 콘크리트와 식생 콘크리트에 의한 수질정화기능에 관한 연구

안태웅* · 최이송** · 오종민***

경희대학교 대학원 환경공학과 석사과정*, 경희대학교 환경연구센터 선임연구원**
경희대학교 환경 · 응용화학부 교수 · 환경연구센터 · 그린에너지센터***

(2008년 8월 4일 접수, 2008년 9월 24일 승인)

A Study on Water Quality Purification Function by Using Planting Concrete and Porous Concrete

Tae Woong Ahn* · I Song Choi · Jong Min Oh*****

Master's course, Dept. of Environmental Engineering, Kyung Hee University, SuWon, Korea*
Center for Environmental, Kyung Hee University, SuWon, Korea**
Center for Environmental, Center for Green Energy, Kyung Hee University, SuWon, Korea***

(Manuscript received 4 August 2008; accepted 24 September 2008)

Abstract

The purpose of this research provides the basic solution about waterfront and promotes the inherent capability, that recoveries both the river and gives the river for water quality to improve plan. In this study, we compare and analysis the slope contact between filter media of the porous concrete and planting concrete. As a result, when appling the porous concrete, it can show the removal efficiency is SS 53%, BOD 39%, COD 20%, T-N 36% T-P 42% and appling planting concrete is SS 58%, BOD42%, COD 26%, T-N 45%, T-P 53%. Therefore, planting concrete is higher removal efficiency (SS 5%, BOD 3%, COD 6%, T-N 9%, T-P 10%) than porous concrete. The experimental results show that using purification filter media on planting concrete is better than on porous concrete, because it have the higher purification filter efficiency. The quality of water improves vegetarian concrete, that can expect the increase of the self-purification capacity and improve the spectacle for providing the waterside and planting of planting concrete. In addition, it can complete and apply the research if having enough time for experimentation and accurate study for mechanism by plant, we can use both planting concrete filter media and the existing dike. As a result, we can gain the better quality of the water of the city's rivers and good economic value, that is spread by all cities applicable technologies. So it can be expected using well for future.

Keywords : planting concrete, porous concrete, removal efficiencies

Corresponding Author: Oh, Jong Min, Center for Environmental, Kyung Hee University, SuWon 446-701, Korea, Tel: 82-31-201-2461
Fax: 82-31-203-4589 E-mail: jmoh@khu.ac.kr

I. 서 론

최근에 산업발전과 급격한 도시화로 인해 하천수질의 오염이 가중되고 있으며, 물 수요량의 증대와 하천으로 흐르는 각종 오·폐수를 차집하여 관로를 통해 하수처리장으로 직접 유송함에 따라 도시 중심을 흐르고 있는 하천 내 급격한 유량 감소가 발생하고 있다. 특히, 갈수기에는 하천을 흐르는 유량의 절대량이 부족하여 흐름이 거의 발생하지 않고 있으며 정체된 물이 부패하면서 악취가 발생하고, 모기 등의 해충으로 인하여 하천 주변의 주민들에게 많은 혐오감을 주고 있다. 이로 인하여 하천이 주민의 활동공간이나 휴식 공간 등 친수공간으로서의 기능을 수행하지 못하고 있는 실정이며, 수질오염의 증가 등의 문제를 초래하고 있다. 이로 인해, 파생되는 2차적인 비용증가 등 경제적인 측면에서 많은 손실을 유발하고 있고, 또 다른 산업발전의 저해요인으로도 작용하고 있다.

식생 콘크리트의 기술 개발은 선진국의 경우 20년 전부터 시작됐으나, 실용화를 하기 시작한 지는 몇 년 이내이며, 국내의 경우 환경문제에 대한 관심 고조, 경관향상을 고려하는 건설 산업이 부각되어 식생 콘크리트에 대한 연구 활동 및 적용이 활발하게 움직이는 경향이 있으나 현재까지 실용적 측면만 부각하고 있어, 환경 친화적인 측면은 부족하다(박승범, 2000). 이러한 식생 콘크리트를 수질 정화용 여재로 사용할 경우 수중 및 수변동물의 서식처 제공과 뿌리 구간에서의 여과 작용과 물의 움직임에 따라 동침강(動沈降)에 의해 부유 물질을 2차적으로 제거함으로써 수질정화에 의한 자정능력 증대 및 하천경관 개선이라는 효과를 기대할 수 있다.

본 연구에서는 수질정화용 식생 콘크리트를 다공성 콘크리트 여재와 비교 분석함으로써 수질개선에 대한 제거 효율에 대한 분석을 하였다. 문충규(2002)에 의하면, 에코콘크리트를 접촉산화수처리조의 여재로 이용하여 기초실험을 수행한 결과 SS 91%, COD 21%, T-N 36%, T-P 55%의 처리효율을 나타내고 있다. 또한 황환국(1998)에 의하면, 구상 쇄석 집합체의 경우 SS 62.1%, BOD 38.6%의 처리효율을 나타내고 있다. 본 연구에 사용된 식생 콘크리트는 내부에 다량의 공극을 함유하는 다공성 콘크리트에 식물 뿌리부가 정착되도록 제작되어진 여재(濾材)로서, 미생물의 생육공간을 제공함으로써 환경복원측면에서 우수하며, 하천 주변 전체 녹화로 자연 친화적인 미관 형성 등 여러 가지 장점을 가진 여재(濾材) 중의 하나이다. 하지만, 지금까지의 연구는 실용적인 측면이 부각되고 환경 친화적인 측면에서 식생 콘크리트를 수질정화용 여재(濾材)로 사용한 연구는 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 하천의 건천화로 인하여 발생되는 사회문제를 해결하고 시민들에게 친수공간을 제공하여 하천 본래의 기능 회복을 촉진하는 방안을 제시하여, 식생 콘크리트의 수질정화용 여재(濾材)로서의 가능성을 검토하고자 하였다.

II. 실험방법

1. 실험장치 및 운전조건

하천의 유지유량 확보 방안 중 오수를 하천 상류부로 도수하여 재이용함으로써 유지유량을 확보할 수 있는 실험 장치를 제작(그림 1)하였다. 본 실험장치의 원리(표 1)는 오수가 제방의 식생 콘크리트 및 다공성콘크리트를 통과한 후 1차 폭기 후 저류조를 통과한 뒤 지하에 매설된 방류관을 통하여 호안을 통한 2차 처리 후 저수로로 방류하는 것으로 제방의 여재와 호안의 여재를 통과하여 수질정화효과도 얻을 수 있도록 제작되었다. 본 실험에서의 여재에 따른 처리효율을 검토하고자 다공성콘크리트와 식생콘크리트를 이용하였으며, 중복으로 측정 분석하였고 실험은 10일 동안 실시하였다. 본 연구에서 반응조는 길이 130 cm, 폭 50 cm, 높이 58 cm 크기로(총 용량 = 90 l) 제작하였고, 체류시간은 35분으로 조절하였다. 또한 반응조는 경희대학교 교내 하수처리장내에 실제 현장조건과 동일하게 설치하였으며, 강우 등 인위적인 조건은 배제시키고 햇빛이 투과할 수 있는 지붕을 설치하였다. 실험에 사용된 여재는 하천에 12일간 침지시킨 후, 부착조류에 의한

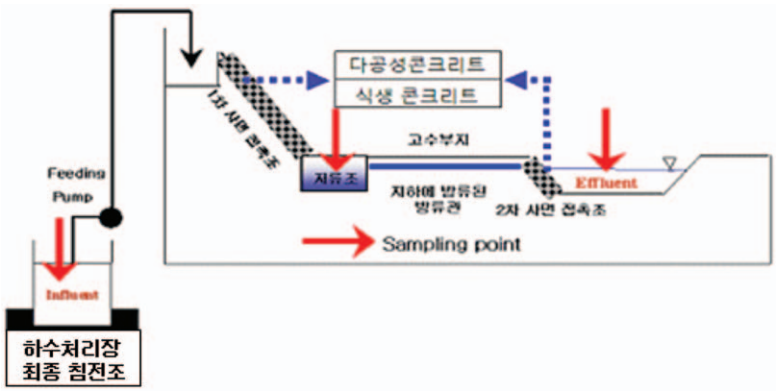

그림 1. 실험장치 모식도

표 1. 실험장치의 샘플링 지점과 주요원리

샘플링 지점	주 요 원 리
유입	하수처리장에서 처리된 최종 방류수를 상류부로 도수
저류조	자연유하에 의한 하천유지유량 확보 및 여재를 통한 수질개선효과
유출	저류조를 통과한 후 지하에 매설된 방류관을 통하여 호안의 여재를 통한 2차 정화효과

부착막이 형성된 여재를 사용하였고, 유출수가 안정화된 시점부터 채수를 실시하였다.

2. 실험방법

실험에 사용된 시료는 경희대학교 내 하수처리장의 최종 침전조로부터 정량펌프를 사용하여 유입시켰으며, 매일 일정한 시간에 채수를 실시하였다. 또한, 실험장치의 운전을 조기에 정상화시킬 수 있도록 접촉여재인 다공성 콘크리트를 하천에 12일간 침지시킨 후, 부착조류에 의한 부착막이 형성된 여재를 이용하였고, 유출수가 안정된 시점부터 10일간 실시하였다. 수질분석은 일정시간에 유입수와 1차 사면접촉조, 2차 사면접촉조에서 채취하여 표 2에 나타낸 수질 분석항목과 분석방법에 따라 실험하였다.

표 2. 수질 분석항목 및 분석방법

분석항목	분 석 방 법
Temperature	pH Meter(WTW 330)
pH	pH Meter(WTW 330)
EC	EC Meter(HANNA)
DO	Azide Modification
SS	Vacuum Filtration(Glass Fiber Filter, GF/C)
BOD	Azide Modification
COD	Closed Reflux, Titrimetric Method(Standard Method)
T-N	Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method
T-P	Ascorbic Acid Method

III. 다공성 콘크리트와 식생 콘크리트에 의한 수질정화 효과 비교

본 실험의 운전기간동안 사용된 다공성 콘크리트 및 식생 콘크리트에 적용한 실험의 유입수 성상을 표 3에 나타내었다. 수질개선효과를 검토하여, 식생

표 3. 다공성 콘크리트 및 식생 콘크리트에 적용한 실험의 유입수 성상

Item	다공성 콘크리트		식생 콘크리트	
	유입수 농도 범위	평균	유입수 농도 범위	평균
Temp(℃)	19.2 ~ 22.9	20.9	17.4 ~ 19.5	18.4
pH	7.73 ~ 8.25	7.95	7.22 ~ 7.89	7.66
EC(μs/cm)	778 ~ 817	803	783 ~ 817	807
DO(mg/L)	7.4 ~ 9.7	8.5	6.7 ~ 8.6	8.0
BOD(mg/L)	4.1 ~ 9.3	6.6	3.6 ~ 7.5	5.6
COD(mg/L)	8.8 ~ 10.8	9.8	8.8 ~ 10.4	9.3
SS(mg/L)	12.8 ~ 22.8	15.2	10.8 ~ 22.4	15.6
T-N(mg/L)	25.6 ~ 39.1	33.6	24.2 ~ 36.5	29.8
T-P(mg/L)	8.0 ~ 9.1	8.5	5.2 ~ 6.7	5.9

콘크리트의 수질정화용으로서의 활용가능성에 대한 평가를 하고자 하였다. 식생 콘크리트를 다공성 콘크리트와 같은 체류시간 조건에서의 수질개선효과를 검토하여, 식생 콘크리트의 수질정화용으로서의 활용가능성에 대한 비교 · 분석을 하고자 하였다.

1. pH, DO, 수온 및 EC 변화

다공성 콘크리트에 의한 시스템 내에서의 평균 pH는 유입수 7.95(7.73~8.25), 저류조 8.33(7.97~8.62), 유출수 8.55(8.11~9.20)로 나타났고, DO의 경우 유입수 평균 8.5(7.4~9.7) mg/L, 저류조 평균 9.1(8.7~9.9) mg/L, 유출수 평균 11.0(8.9~15.4) mg/L로 나타났다. 수온의 경우 유입수 평균 수온 20.9(19.2~22.9)℃, 저류조 평균 22.8(20~26.9)℃, 유출수 평균 22.4(19.7~26.8)℃의 값을 나타내었고, EC의 경우 유입수 평균 803(778~817) ㎲/cm, 저류조 평균 798(736~836) ㎲/cm, 유출수 평균 806(744~817) ㎲/cm의 값으로 나타났다. 유출수의 DO와 pH가 유입수에 비해 높은 수치를 나타내었는데, pH의 상승은 콘크리트 내 · 외부에 부착되었던 조류가 실험기간동안 광합성 활동을 하여 수중에 CO_2를 소비하기 때문에 공기 중에서 물속으로 유입되는 CO_2 량 보다 조류에 의한 소모량이 크기 때문이다. 수중 CO_2는 조류의 광합성 활동이 극대화되면서 점차 감소하게 되는데, 이러한 CO_2 감소는 물속의 알칼리도 형태를 HCO_3^-에서 CO_3^{2-} 과 OH^- 형태로 변화시키고, pH를 상승시키는 요인이 된다. 또한 DO의 상승요인은 사면접촉에 의한 폭기와 광합성 미생물 및 부착성 조류 등에 의한 광합성 활동으로 판단된다. 식생 콘크리트를 적용하였을 경우 pH는 유입수 7.60(7.22~7.89), 저류조 7.71(7.24~7.88), 유출수 7.74(7.48~8.02)로 나타났으며, DO의 경우 유입수 평균 7.9(6.7~8.6) mg/L, 저류조 평균 7.7(6.4~8.2) mg/L, 유출수 평균 8.1(7~8.6) mg/L로 나타났다. 수온의 경우 유입수 평균 18.4(17.4~19.5)℃, 저류조 평균 18.8(16.9~19.5)℃, 유출수 평균 18.4(17.1~20.5)℃의 값을 나타내어 유입수의 수온과 유출수의 수온이 거의 변화가 없이 안정적으로 나타났으며, EC의 경우 유입수 평균 807(783~817) ㎲/cm, 저류조 평균 804(796~810) ㎲/cm, 유출수 평균 808(792~812) ㎲/cm를 나타났다.

표 4. 다공성 콘크리트 및 식생 콘크리트의 pH, DO, 수온 및 EC 평균 농도

Item	다공성 콘크리트			식생 콘크리트		
	유입	저류조	유출	유입	저류조	유출
Temp(℃)	20.9	22.8	22.4	18.4	18.8	18.4
pH	7.95	8.33	8.55	7.66	7.71	7.74
EC(㎲/cm)	803	798	806	807	804	808
DO(mg/L)	8.5	9.1	11.0	8.0	7.7	8.1

2. 부유물질 및 유기물질 제거효율 검토

1) SS 제거효율 검토

그림 2에 다공성 콘크리트를 적용하였을 경우 SS 농도 변화와 제거효율에 대해 나타내었다. 유입수 평균 9.5(5.7~13.0) mg/L, 유출수 평균 4.4(2.4~5.2) mg/L, 저류조 평균 5.6(4.3~6.2) mg/L로 나타나 저류조에서 제거율 38.6%, 전체 제거효율 53%로 조사되었다. SS의 제거효율은 유입수의 SS 농도와 기타 유량에 따라 변화폭이 크게 나타났다. 이처럼 다공성 콘크리트가 높은 SS처리 효율을 보이는 이유는 기존 다른 접촉여재에 비해 비표면적이 크고, 내부에 공극을 가지고 있는 특성을 가지고 있어 여재(濾材) 외부 뿐 만 아니라 내부에서도 부유물질 처리효율을 보일 수 있기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 식생 콘크리트에 의한 SS농도 변화와 제거효율을 그림 3에 나타내었다. 유입수와 유출수의 평균은 각각 15(10.8~22) mg/L, 6.4(4.3~9.8) mg/L로 나타났고 저류조의 평균은 9.5(6.3~14) mg/L로 나타났다. 또한 전체 제거효율은 평균 57.7%로 나타났고, 저류조에서의 제거효율은 평균 36.4%로 나타났다. 식생 콘크리트를 적용하였을 경우 다공성 콘크리트를 적용하였을 경우보다 제거효율이 약 5% 상승함을 보였는데, 이는 고형물질이 수생식물 뿌리 구간에서 여과현상에 의한 것과 수

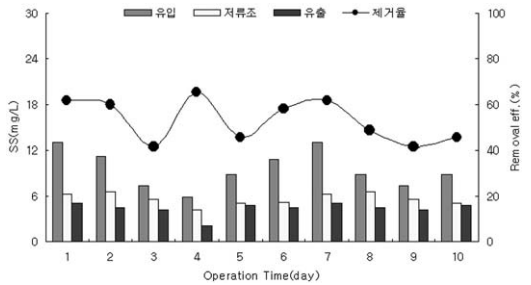

그림 2. 다공성 콘크리트 적용 시 SS 농도 변화 및 제거효율

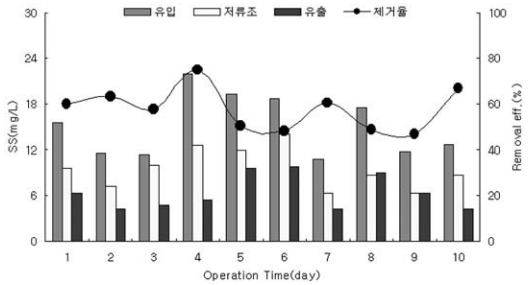

그림 3. 식생 콘크리트 적용 시 SS 농도 변화 및 제거효율

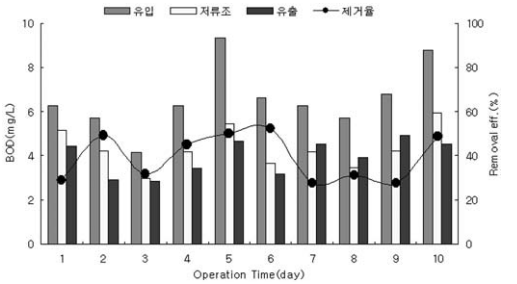

그림 4. 다공성 콘크리트 적용 시 BOD 농도 변화 및 제거효율

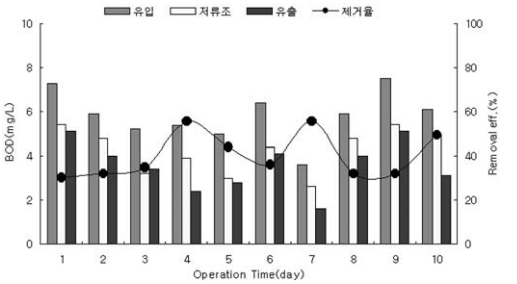

그림 5. 식생 콘크리트 적용 시 BOD 농도 변화 및 제거효율

생식물이 수 표면을 그늘지게 하여 물 표면으로 빛이 통과되는 것을 어느 정도 방지함으로써 조류 성장을 억제할 수 있는데, 조류 성장이 억제됨으로써 SS 농도가 감소된 것으로 판단된다.

2) BOD 제거효율 검토

다공성 콘크리트에 의한 BOD농도 변화 및 제거효율에 대해 그림 4에 나타내었다. 유입수 평균 6.6(4.16~9.32) mg/L, 저류조 평균 4.4(3~5.9) mg/L, 유출수 평균 3.9(2.8~4.9) mg/L로 조사되어 저류구간에서의 제거율은 평균 33%, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약 39%로 조사되었다. 그리고 식생 콘크리트를 적용하였을 경우의 BOD농도 변화와 제거효율을 그림 5에 나타내었다. 유입수 평균 BOD 농도는 5.6(3.6~7.5) mg/L, 저류조 평균 4.0(2.6~5.4) mg/L, 유출수 평균 3.3(1.6~5.1) mg/L로 나타나 저류구간에서의 BOD 제거율은 약 28%, 전체 제거율은 약 42%로 나타났다. 또한 전체적으로 보면, 식생 콘크리트를 적용하였을 경우가 다공성 콘크리트를 적용하였을 경우보다 제거효율이 약 3% 증가하는 것으로 나타났다. 이는 뿌리에 부착 성장하는 박테리아가 유기물을 분해하고 또한, 수생식물은 통기조직(通氣組織)이 발달하고 있으므로 광합성에서 유리되는 산소나 통기조직을 통하여 지하부로 수송하며 지상부 표면이나 뿌리 표면을 통하여 수체(水體) 또는 저토(底土)로 방출함으로써 유기물이 분해되어 BOD가 감소된 것으로 판단된다.

3) COD 제거효율 검토

그림 6에는 다공성 콘크리트에 의한 COD농도 변화와 제거효율을 나타내었다. COD 농도는 유입수 평균 9.8(8.8~10.8) mg/L, 저류조 평균 8.7(7.6~10.4) mg/L, 유출수 평균 7.8(6.8~9.6) mg/L로 나타나 저류구간에서의 제거율은 평균 약 11%, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약 20%로 나타났다. 다공성 콘크리트의 경우 다른 접촉여재(濾材)보다 높은 처리효율을 나타내고 있는데, 이는 다공성 콘크리트가 다른 여재(濾材)들에 비해 비표면적이 크고, 내부까지 연속한 공극이 형성되기 때문에 다양한 미생물이 내부까지 서식하고, 다양한 생물군이 형성된다. 또한, 표면에는 호기성 미생물의 부착과 동시에 내부에는 혐기성 미생물의 서식공간이 형성되어 높은 유기물 처리효율을 나타내는 것으로 판단된다. 그리고 식생 콘크리트의 경우(그림 7)에 유

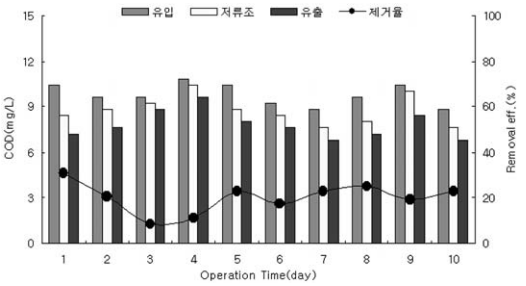

그림 6. 다공성 콘크리트 적용 시 COD 농도 변화 및 제거효율

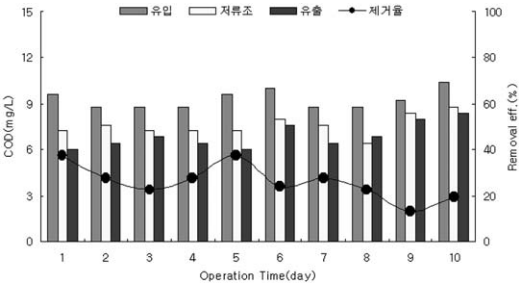

그림 7. 식생 콘크리트 적용 시 COD 농도 변화 및 제거효율

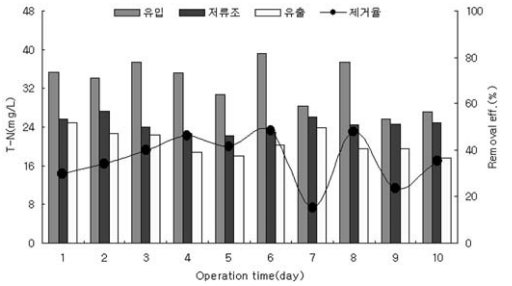

그림 8. 다공성 콘크리트 적용 시 T-N 농도 변화 및 제거효율

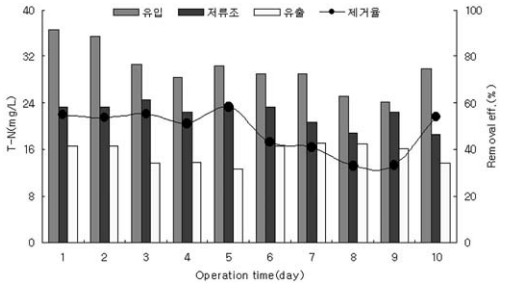

그림 9. 식생 콘크리트 적용 시 T-N 농도 변화 및 제거효율

입수 평균 COD 농도는 9.3(8.8~10.4) mg/L, 저류조 평균 7.6(6.4~8.8) mg/L, 유출수 평균 6.9(6~8.4) mg/L로 나타나 저류구간에서의 COD 제거율은 약 19%, 전체 제거율은 약 26%로 전체적으로 보았을 경우 식생 콘크리트를 적용하였을 경우 다공성 콘크리트를 적용하였을 경우보다 제거효율이 약 6% 증가하는 것으로 나타났다. 이는 수생식물이 환원상태의 수체(水體) 또는 저토(底土)에 산소를 방출함으로써 비로소 호흡을 하고 물질을 흡수하므로, 수생식물이 산소를 방출하면 유기물이 산화·분해 작용이 증가하고 COD 제거효율이 더 증가한 것으로 판단된다.

3. 영양염류 제거효율 검토

1) T-N 제거효율 검토

다공성 콘크리트에 의한 T-N 농도 변화와 제거효율을 그림 8에 나타내었다. T-N 농도는 유입수 평균 33.0(25.6~39.0) mg/L, 저류조 평균 24.4(22.2~27.2) mg/L, 유출수 평균 20.7(17.5~24.9) mg/L로 나타났으며, 저류구간에서의 제거율은 평균 약 24%, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약 36%로 나타났다. 이처럼 다공성 콘크리트를 이용한 경우 여재(濾材)에 생물막이 잘 생성되어 생체전환율이 높고, 여재(濾材) 표면에서는 호기성 미생물의 부착과 여재(濾材) 내부에는 혐기성 미생물의 부착이 이루어지는 특징으로 인해 질산화 미생물에 의한 질소의 제거가 나타나는 것으로 판단된다. 식생 콘크리트를 적용하였을 경우(그림 9) 유입수 평균 T-N 농도는 29.8(24.2~36.5) mg/L, 저류조 평균 22.0(18.5~24.6) mg/L, 유출수 평균 13.4(7.8~17.2) mg/L로 나타나 저류구간에서의 T-N 제거율은 약 24%, 전체 제거율은 약 45%로 나타났다. 또한 전체적으로 보면 식생 콘크리트를 적용하는 것이 다공성 콘크리트를 적용하였을 경우보다 제거효율이 약 9% 증가하는 것으로 나타났다. 이는 식물의 뿌리에 부착된 미생물이 유기질소를 분해하여 식물이 이용할 수 있는 형태인 NH_4^+, NO_3^- 로 전환시켜줌으로써 최종적으로 식물이 이를 흡수함으로서 T-N의 제거효율이 더 증가한 것으로 판단된다.

2) T-P 제거효율 검토

그림 10에 다공성 콘크리트에 의한 T-P농도 변

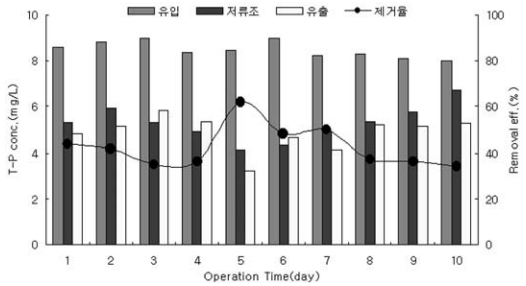

그림 10. 다공성 콘크리트 적용 시 T-P 농도 변화 및 제거효율

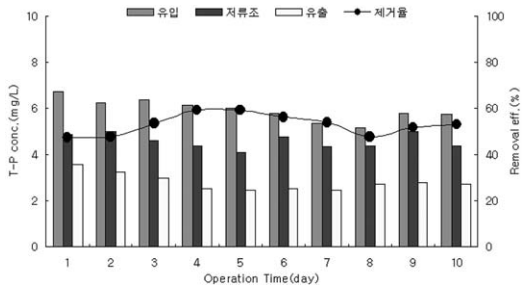

그림 11. 식생 콘크리트 적용 시 T-P 농도 변화 및 제거효율

화와 제거효율에 대해서 나타내었다. T-P 농도는 유입수 평균 8.5(8.0~9.2) mg/L, 저류조 평균 5.3 (4.1~6.7) mg/L, 유출수 평균 4.9(3.2~5.8) mg/L로 나타나, 저류구간에서의 제거율은 평균 약 38%, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약 42%로 나타났다. T-N과 마찬가지로 T-P도 42%의 양호한 처리효율을 보여주고 있는데, 이는 미생물체 유기물로의 전환에 의한 제거, 유리되는 무기 인산염 즉 PO_4^{3-}가 여재에 함유 유리되는 Fe, Ca, Mg 등 양이온과 반응, 난용해성 염을 형성하기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 그림 11에는 식생 콘크리트에 의한 T-P농도 변화와 제거효율을 나타내었다. 유입수 평균 T-P 농도는 5.9(5.2~6.7) mg/L, 저류조 평균 4.6(4.1~5.0) mg/L, 유출수 평균 2.8(2.5~3.7) mg/L로 나타나 저류구간에서의 T-P 제거율은 약 23%, 전체 제거율은 약 53%로 나타났다. 전체적으로 보았을 경우 식생 콘크리트를 적용하였을 경우 다공성 콘크리트를 적용하였을 경우보다 제거효율이 약 10% 증가하는 것으로 나타났다. 질소제거와 달리 인은 기체 형태로는 변형되지 않고 식물과 부착미생물의 흡수에 의해서만 제거가 가능하다. 식물이 흡수할 수 있는 인은 PO_4^{-3}, $H_2PO_4^{-1}$, HPO_4^{-2}의 형태이며 질소의 경우와 마찬가지로 우선적으로 입자상 인의 뿌리주위에서 여과 · 침전되어 얻어지고 식생을 매체로 하여 미생물 개체수를 유지하고 부착미생물의 세포합성에 의해 용존성 인이 제거되기 때문에 제거효율이 증가한 것으로 판단된다.

IV. 결 론

본 연구를 통해 하천의 친수공간을 제공하며, 하천 본래의 기능 회복을 촉진시키기 위해 하천의 안정적인 수질개선방안을 제시하는데 있다. 이에 본 연구에서는 다공성 콘크리트와 식생 콘크리트의 여재(濾材)를 1, 2차 사면접촉을 통한 반응조의 비교 · 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 다공성 콘크리트에 의한 SS의 평균 농도는 유입수 9.5 mg/L, 유출수 4.4 mg/L, 저류조 5.6 mg/L로 조사되었으며, 전체 제거효율은 53%로 조사되었다. BOD 평균 농도는 유입수 6.6 mg/L, 저류조 4.4 mg/L, 유출수 3.9 mg/L로 조사되었으며, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약 39%로 조사되었다. COD 평균 농도는 유입수 9.8 mg/L, 저류조 8.7 mg/L, 유출수 7.8 mg/L로 조사되었으며, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약 20%로 나타났다. T-N의 평균 농도는 유입수 33.0 mg/L, 저류조 24.4 mg/L, 유출수 20.7 mg/L로 조사되었으며, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약 36%로 나타났다. T-P의 평균 농도는 유입수 8.5 mg/L, 저류조 5.3 mg/L, 유출수 4.9 mg/L로 조사되었으며, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약 42%로 조사되었다.

2. 식생 콘크리트를 적용하였을 경우 SS의 평균 농도는 유입수 15.0 mg/L, 유출수 6.4 mg/L, 저류조 9.5 mg/L로 조사되었으며, 전체 제거효율은 57.7%로 조사되었다. BOD 평균 농도는 유입수 5.6 mg/L, 저류조 4.0 mg/L, 유출수 3.3 mg/L로 조사되었으며, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약

42%로 조사되었다. COD 평균 농도는 유입수 9.3 mg/L, 저류조 7.6 mg/L, 유출수 6.9 mg/L로 조사되었으며, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약 26%로 나타났다. T-N의 평균 농도는 유입수 29.8 mg/L, 저류조 22.0 mg/L, 유출수 13.4 mg/L로 조사되었으며, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약 45%로 나타났다. T-P의 평균 농도는 유입수 5.9 mg/L, 저류조 4.6 mg/L, 유출수 2.8 mg/L로 조사되었으며, 전체 구간에서의 제거율은 평균 약 53%로 조사되었다.

3. 조사 결과, 다공성 콘크리트의 오염물질에 대한 제거효율은 SS 53%, BOD 39.0%, COD 20%, T-N 36%, T-P 42%로 나타났으며, 식생 콘크리트에 의한 제거효율은 SS 58%, BOD 42%, COD 26%, T-N 45%, T-P 53%로 나타났다. 따라서 다공성 콘크리트를 적용하였을 경우보다 SS 5%, BOD 3%, COD 6%, T-N 9%, T-P 10%로 식생 콘크리트를 적용하였을 경우에 더 높은 제거효율을 나타내는 것으로 조사되었다.

이와 같은 실험 결과를 통해 식생 콘크리트는 기존의 하천에서 수질 정화용 여재(濾材)로 사용되고 있는 다공성 콘크리트 여재와 비교하여 수질 정화 효율에서 높은 것으로 조사되어 수질 개선용 여재(濾材)로 활용가능성을 확인할 수 있었다. 그리고 수질개선용 식생 콘크리트의 식재로 수중 및 수변 동물의 서식처 제공과 수질정화에 의한 자정능력 증대 및 하천 경관 개선이라는 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 실제 현장에 적용하기 위한 충분한 실험기간과 식물에 의한 정확한 Mechanism 규명을 위한 연구가 보완된다면 기존의 제방에 식생 콘크리트의 활용함으로써 수질개선 효과를 볼 수 있기 때문에 경제성과 전국에 분포되어 있는 중·소 도시하천에 현장 적용 가능한 기술로 차후 활용이 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 경희대학교의 교비(2008년 연구년 지원) 지원으로 이루어 졌으며 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

金坐官, 1995, 동화기술, 水質汚染槪論.

박승범, 임창덕, 2000, 식생 콘크리트, 한국 콘크리트학회지, 12(5).

文忠圭, 2002, 재생골재를 이용한 수질개선용 Eco-Concrete 개발 및 적용성 연구, 경희대학교 대학원 석사학위논문.

申丁吏, 2000, 수리학적 체류시간과 농도에 따른 달뿌리풀과 갯버들의 질소와 인 제거능, 경희대학교 대학원 박사학위 논문.

경기지역환경기술개발센터, 2001, 자연정화공법을 이용한 2차 처리수의 수질 개선 공정 개발, pp 7~10.

최이송, 1996, 접촉산화법의 여재 및 체류 시간에 따른 처리효율에 관한 연구, 경희대학교 대학원 석사학위 논문, pp 16-38.

Boyd, C. E., 1976, Accumulation of Dry matter, Nitrogen and Phosphorus by cultivated water hyacinths, Econ. Bot., 30, 51-56.

Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering, McGraw-Hill. Company, pp 692-693.

Reddy, K. R., 1983, Fate of nitrogen and phosphorus in a wastewater retention reservoir containing aquatic macrophytes. J. environ. Qual., 12, 137-141.

日本コンクリート工學協會, 1995, エココンクリート研究委員會報告書, pp 15-80.

최종원고채택 08. 09. 30