중규모 매립형 비점오염저감장치

Non-Point Pollution Device of Reclamation of Medium Size

김 치 곤*, 김 정 우**, 설 문 걸**, 이 종 석
한밭대학교 박사과정*, 한밭대학교 석사과정**,
한밭대학교

Kim chi-gon*, Kim jung-woo**, Xuewenjie**,
Lee jong-seok
Hanbat Natl. Univ.,
Hanbat Natl. Univ. Ph. D Student*,
Hanbat Natl. Univ. Graduate Students**

요약

본 논문은 하천을 통과하는 교량과 친수 공간 내 접근성을 쉽게 하기 위해 설치된 인도교에서 발생되는 비점오염을 경감시키고자 중규모의 저감장치를 개발하고 이를 실용화 하기위한 검증과정을 주요 내용으로 한다. 중규모 매립형인 이 장치는 저감효율의 향상을 위해 공정별 여재구성비를 실내실험을 통해 검정하고, 그 결과를 현장설치 실험에 적용하여 저감장치로의 성능을 검증·분석하였다.

I. 서론

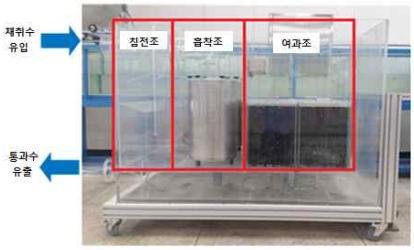
우리나라는 그 동안 하수처리장 등 환경기초시설이 건설되면서 점오염원의 관리가 강화되었으며, 그에 따라 수계로 배출되는 총 오염부하는 지속적으로 감소되었다. 그러나 토지이용 고도화에 따른 불투수면 확대 등으로 비점오염 부하량은 계속 증가 추세에 있다. 비점오염물질은 일정한 배출구를 갖고 있지 않으며 넓은 지역으로 분산되어져 있어 오염원 흐름의 분산성과 지역의 방대성으로 집수하기 어렵다. 도시화가 진행됨에 따라 자동차의 증가와 더불어 도로와 교량의 증가 및 그로 인한 도로·교량 표면에 쌓여지는 오염물질들이 갈수기가 끝나고 강우가 발생하게 되면 씻김 현상으로 인해 하천으로 유입된다[1].

비점오염원과 관련된 국내의 많은 연구 중 이종석과 정찬욱[2]은 교량·확장형 인도교에서의 비점오염원 저감을 위한 소형장치에서 실내실험을 수행하였고, Gil과 Im[3]은 통계적 방법을 사용하여 콘크리트 바닥인 철도교량 부근에서의 현장조사를 통해 단위부하 오염과 유출특성 등에 대한 현장 사례연구를 하였다. 또한 이종석[1]은 중규모 교량형 인도교에서 비점오염원을 저감시키기 위해 소형장치에서 얻은 연구 결과를 이용하여 중규모 저감장치 개발을 위해 실내실험용과 현장실험용 모형을 별도로 제작하여 실험연구를 수행하였다.

본 연구는 초기 우수로부터의 비점오염원을 저감시킬 수 있는 매립형 중규모의 저감장치를 이용하여 실내실험과 현장실험 실시하고, 그 결과를 분석함으로써 개발장치의 현장 적용성을 확보하고자 한다.

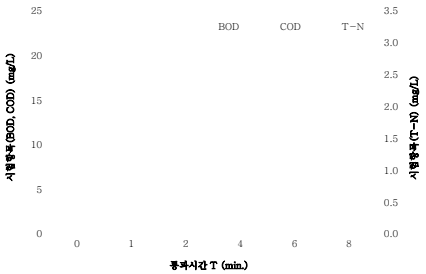
Ⅱ. 본론

실내실험은 그림 1과 같이 1,560L용량을 갖는 152.5cm×93cm×110cm(W×L_m×D) 크기의 침전(1차), 흡착(2차), 여과(3차) 공정으로 제작된 모형 저감장치가 사용되었다. 오염수가 유입되면 침전조(1차)의 부유물질 차단막에 의하여 부유물질이 가라앉고 필터유도관을 통해 흡착필터로 유입되어 여과가 이루어지고, 스크린과 박스형필터박스를 지나 정화되어 배출된다. 집중호우 시 역류되는 것을 방지하기 위해 월류홀을 만들어 원활한 배수기능을 유지할 수 있도록 하였다.

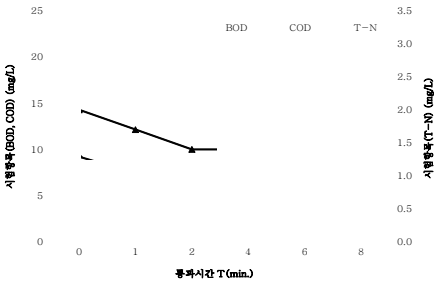


▶▶ 그림 1. 실내실험용 모형의 구성

강우사상이 발생 시 교량 등의 오염물질 채취를 위해 건조기의 인공강우를 이용하여 2회의 실험을 진행하였으며, 그 결과는 그림 2와 같다.



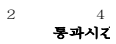
(a) 제1회 실험



(b) 제2회 실험

▶▶ 그림 2. 실내실험의 분석결과

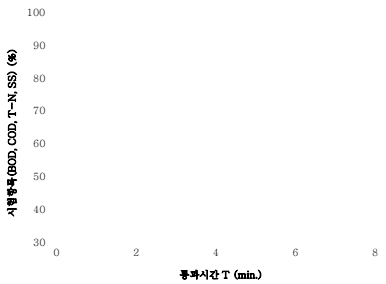
그 결과는 그림 3과 같이 제1회 실험의 BOD 제거효율은 79~86.7%, 평균 83.7%, COD는 83.2~89.4%, 평균 86.5%, T-N은 18.9~64.9%, 평균 50.0%의 제거효율을 보였다.



▶▶ 그림 3. 중형 저감장치의 실내실험 평균 제거효율

현장실험은 용량 240L인 80cm×50cm×60cm(W×L×D)의 그림 4와 같은 실내실험과 같은 공정의 저감장치를 사용하였다. 채취수의 저감장치 통과시간을 기준으로 0분, 1분, 2분, 4분, 6분, 8분 동안 채취된 시료를 분석하였다. 그 결과 그림 5와 같이 BOD는 평균 3.2mg/L, COD는 평균 7.2mg/L, T-N은 평균 0.6mg/L로 나타났다.

▶▶ 그림 4. 공정별 흐름도



▶▶ 그림 5. 현장실험 평균 제거효율

Ⅲ. 결과 분석

본 연구에서 BOD, COD, T-N, SS의 제거효율 BOD_{eff}, COD_{eff}, $T-N_{eff}$, SS_{eff}는 실내실험과 현장실험에서 저감장치를 통과하는 시간 (min) T를 함수로 하는 다음 식과 같이 각각 유도되었다.

$$BOD_{eff} = 2.3789\,T + 70.247 \quad (R^2 = 0.86) \tag{1}$$

$$COD_{eff} = 2.2343\,T + 69.803 \quad (R^2 = 0.80) \tag{2}$$

$$T-N_{eff} = 2.964\,T + 56.489 \quad (R^2 = 0.74) \tag{3}$$

$$SS_{eff} = 1.5123\,T + 84.085 \quad (R^2 = 0.93) \tag{4}$$

중규모 저감장치 실내·현장실험의 평균 제거효율은 실내실험의 경우, 흡착조 원형필터를 백필터와 부직포를 1:4의 비율과 필터박스에 폴리나젤을 포설하였다. 그 결과 실내의 평균 제거효율은 BOD의 경우 71.0%를 보였으며, COD 74.6%, T-N 42.5%의 제거효율을 보였다. 현장실험의 경우, 흡착조 원형필터를 백필터와 부직포를 1:3의 비율과 필터박스에 활성탄 매트(카본필터)를 포설하였다. 카본필터는 고품질의 활성탄을 가공하여 만든 특수처리 매트로 물이 통과하면서 여과능력은 물론, 물을 불투명하게 만드는 분진과 각종 유해물질, 부유물을 신속하게 제거하여 물을 맑게 하고 악취를 제거한다. 그 결과 현장의 평균 제거효율은 BOD의 경우 76.4%을 보였으며, COD 74.5%, T-N 76.8%, SS는 89.4%의 제거효율을 보였다 실내·현장실험의 전체 평균 제거효율은 BOD 73.7%, COD 74.5%, T-N 59.7%, SS 89.4%로 전체적으로 약 60~90%의 저감효율을 보여, 본 연구에서 개발된 저감장치는 실무 활용이 가능할 것으로 판단된다.

Ⅳ. 결론

본 연구는 매립형 중규모 비점오염 저감장치의 현장 적용성 검증을 위한 실내실험과 현장실험 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 중규모 저감장치의 실내실험 결과는 BOD 83.7%, COD 86.5%, T-N 50.0%의 저감효율을 나타냈다.
2. 현장 적용성 검증을 위한 현장실험 결과는 BOD 87.5%, COD 76.4%, T-N 77.8%, SS 94.8%의 양호한 제거효율을 나타냈다.

■ 참 고 문 헌 ■

[1] 이종석, 중규모 교량형 인도교용 비점오염원 저감장치 개발, 중기청, 2014산학사업 일반과제(도약) 결과 보고서, 2015.

[2] 이종석, 정찬욱, 교량·확장형 인도교의 비점오염원 저감장치 개발, 교육부·한국연구재단, pp. 11-19, 2014.

[3] Gil, K. I., and Im, J. Y., "Non-point source analysis of a railway bridge area using statistical method: Case study of a concrete road-bed," J. of Environmental Sciences, Vol. 26, No. 6, pp. 1321-1324, 2014.