투수성 포장재와 비점오염저감시설의 삭감부하량 특징 비교

Reduced Loads Characteristics Comparison Between Permeable Pavement and Non-point Pollutants Treatment Facility

길경익* · 전혜선**

Gil, Kyungik · Jeon, Hyesun

Abstract

This study aimed to provide basic data for permeable pavement application upon design and installation stages by analyzing the effect of permeable pavement used on the facility area rather than using non-point pollutants treatment facility upon development business in accordance with recent trend. To perform this study, the area of development target was separately applied as impermeable and permeable developments so as to compare and analyze the economics of cut pollution load and installation construction cost. Consequently, the processing amount and cut load of non-point pollutant sources are influenced much by permeable and impermeable developments, and it was turned out to be better to develop target river area as permeable area rather than installing non-point pollutants treatment facility of equipment type or natural type upon development to yield smaller discharge load. If we can prepare a countermeasure regulating impermeable area ratio to certain level to manage non-point pollutants upon development based on this result, we can minimize the source of pollution caused by the development.

Key words : Non-point Pollutants Treatment Facility, Impermeable pavement, Permeable pavement, Reduced pollutant loads amount

요 지

본 연구에서는 최근 추세에 맞춰 개발사업시 장치형 및 자연형등의 인위적인 비점오염저감시설이 아닌 시설지를 투수성 포장재를 사용할 경우 얻어지는 효과를 분석하여, 설계 및 시공시 투수성 포장재 적용을 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 그 방법으로 개발시 대상지의 면적을 불투수성과 투수성 개발로 분리 적용하여 삭감오염부하량 및 설치 공사비의 경제성을 비교 분석하였다. 그 결과 비점오염원의 처리용량 및 삭감부하량은 투수성 및 불투수성 개발에 많은 영향을 받으며, 개발시 비점오염저감시설을 장치형이나 자연형을 단독으로 설치하기 보다는 처리대상 유역을 투수성 지역으로 개발하는 것이 배출부하량이 적은 것으로 나타났다. 이를 토대로 개발시 비점오염의 관리를 위해 불투수율 면적비를 일정수준으로 제한하는 대책을 수립하면 개발에 따른 오염원의 최소화가 가능할 것으로 생각된다.

핵심용어 : 비점오염저감시설, 불투수성 포장재, 투수성 포장재, 삭감오염부하량

1. 서 론

지금까지 국내 수질관리 정책은 하·폐수 등 점오염원의 처리율 확보가 최우선 과제였으며, 이러한 정책의 결과 상당한 오염부하의 저감과 수질개선 효과를 거두었다. 하지만, 환경부 물환경관리 기본계획에 의하면 비점오염원의 4대강 수계 전체 오염물질 배출 부하에 대한 기여도는 BOD기준으로 2003년에 42~69%를 차지하였으며, 2015년에는 65~70%에 이를 것으로 예상하고 있다. (환경부, 2006)

우리나라의 비점오염관리는 1995년 전국비점오염원 조사에

서 수질오염원으로 기여율이 산정된 이후 관심을 갖게 되었고, 1998년에 ‘팔당호 등 한강수계 상수원 수질관리 특별종합대책을 수립하여 비점오염원 관리대책을 도입하였으며’ 99년에는 낙동강 수계 물관리 종합대책, 그리고 2000년에는 ‘금강 수계와 영산강 수계 물관리 종합대책에서도 각각 비점오염원 관리대책’을 수립하였다. 또한, 2004년 정부합동으로 2020년까지 비점오염원 관리를 포함하는 ‘4대강 비점오염관리 종합대책’이 본격적인 국가의 비점오염원 관리대책으로 제시되었다(환경부, 2006). 또한, 환경부는 ‘비점오염원의 적극적인 관리를 위해 비점오염원관리 업무편람(환경부, 2006)’ 등

*서울과학기술대학교 건설공학부 교수 (E-mail : kgil@seoultech.ac.kr) (교신저자)

**서울과학기술대학교 토목공학과 석사과정

을 작성하여 적극적인 교육, 홍보 등을 지속적으로 추진하고 있다. 그러나 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률”에 근거하여 개발시 비점오염저감시설 설치를 의무화하였으나, 설치시 외국기술을 그대로 들여오거나, 검증되지 않은 시설이 설치됨으로 인하여 예산낭비, 처리효율 미흡, 유지관리의 어려움 등 많은 시행 착오를 겪고 있다. 이에 최근에 개발시 증가된 오염 부하량의 처리시설로 장치형 및 자연형의 인위적 시설보다는 투수성 포장재 적용 등을 권장하여 비점오염 및 우수유출량 저감등의 수질, 수량적인 측면 관리를 권장하고 있다. (2008, 환경부)

이에 본 연구에서는 최근 추세에 맞춰 개발사업시 장치형 및 자연형등의 인위적인 비점오염저감시설이 아닌 시설지를 투수성 포장재를 사용할 경우 얻어지는 효과를 분석하여, 설계 및 시공시 투수성 포장재 적용을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 토지계 오염부하량 산정

비점오염원 오염물질 발생특성은 그 유역의 지형적 특성에 따라 다르다. 예를 들면 도시지역의 경우는 SS(suspended solid, 부유물질)이나 유해중금속의 함유정도가 높은 것으로 알려져 있고, 농경지에서는 질소나 인과 같은 영양염류들이 유출되며 이는 농경지의 입지, 토양, 시비 등의 조건에 따라 유출 특성이 변화한다. 일반적으로 토지계 지목별 오염부하량 산정은 환경부에서 제시한 ‘한강수계 오염총량관리계획 수립 지침 (2010)’에 의해 토지이용면적에 발생원단위를 곱하여 산정한다. 본 연구에서는 표 1의 원단위를 근거로 개발 전후의 토지이용계획면적으로 오염부하량을 산정하였다.

$$\text{오염발생부하량} = \sum(\text{토지이용면적} \times \text{발생원단위}) \quad (1)$$

2.2 개별 삭감 부하량

강우시 이동되는 비점오염저감시설이 신규시설이거나 삭감 부하량 산정을 위한 실측자료가 없을시 저감효율은 환경부에서 제시한 표 2와 같은 효율을 적용한다. 또한, 삭감부하비 및 강우처리비는 표3, 4의 계수값을 이용하여 산정한다. 즉, 비점오염저감시설의 설계기준 강우량(mm) 또는 설계기준 강우강도(mm/hr)로부터 강우배출비를 산정하고, 이에 해당하는 삭감대상부하비를 산정한다. (2010, 환경부)

• 토지계 개별삭감부하량(kg/일) = 개별삭감대상부하량 × 처리효율 (2)

• 개별삭감대상 부하량(kg/일) = 발생부하량 × 개별삭감대상 부하비 (3)

• 강우처리비 = $a \cdot \ln(\text{설계기준강우}) + b$ (4)

• 삭감대상부하비 = $e^{[a \cdot \{\ln(\text{강우처리비})\}^2 + b \cdot \ln(\text{강우처리비})]}$ (5)

2.3 투수성포장재

비점오염저감시설의 용량결정시 처리 대상 면적 중 비점오

표 1. 토지계 지목별 연평균발생부하원단위 (단위: kg/km² · 일)

구 분	전	답	임 야	대 지	기 타
BOD	1.59	2.30	0.93	85.90	0.960
T-N	9.44	6.56	2.20	13.69	0.759
T-P	0.24	0.61	0.14	2.10	0.027

- 주) 1. 전은 지목별 면적 중 전과 과수원을 포함
2. 대지는 대지, 공장용지, 학교용지, 도로, 철도용지, 체육용지(골프장 제외), 유원지, 종교용지, 사적지를 포함
3. 기타는 광천지, 염전, 제방, 구거, 유지, 수도용지, 공원, 묘지, 집중지를 포함

표 2. 비점오염저감시설 저감효율 (환경부, 2010)

구 분		BOD	TN	TP
장 치 형	스크린류	20	10	20
	필터형류	60	20~40	0~80
	와류형류	-	5~10	5~10
침 투 형	유공성포장	60~90 (75)	83	65
	침투저류지	50~80 (65)	55~60 (58)	60~70 (65)
	침투도랑	50~90 (70)	42	50~90 (70)
식 생 형	식생여과대	0~50 (25)	0~27 (14)	0~40 (20)
	식생수로	25	38	29

주) 괄호안의 숫자는 저감효율 범위의 평균값임

표 3. 설계기준에 따른 강우처리비 산정시 적용계수 (환경부, 2010)

구 분	a	b
강우량(mm) 기준 설계시설	0.2716	-0.2425
강우강도(mm/hr) 기준 설계시설	0.2445	0.3174

표 4. 강우처리비에 따른 삭감대상부하비 산정시 적용계수 (환경부, 2010)

구 분	BOD	TN	TP
a	-0.0184	-0.0030	-0.0018
b	0.6922	0.7509	0.7931

염저감대책이 포함되어 있는 경우에는 그에 상응하는 규모나 용량은 제외할 수 있다(2008, 환경부). 이 내용에 근거하여 개발사업시 도로, 주차장, 광장 등의 시설지를 조성함에 있어, 투수성 포장재를 사용하면 처리 용량을 저감할 뿐 아니라, 지하수 고갈, 하천의 건천화, 도시 열섬화 현상등 개발로 인한 피해를 저감할 수 있다. 다만, 투수성 포장재들은 유지관리 및 설치비가 고가여서, 제한된 개발비용으로 설치하는데 한계가 있다.

2.4 비점오염저감시설

비점오염저감시설이란 수질오염방지시설 중 비점오염원으로 부터 배출되는 수질오염물질을 제거하거나 감소시키는 시설을 말한다. 비점오염원은 그 발생원과 운반과정이 다양하므로 관리방법도 다양하며 점오염원과 같이 간단하게 처리하기는 매우 곤란하다. 따라서 초기우수를 하수처리 수준으로 처리하는 것은 불가능하며, 처리에 있어서도 어느 한가지의 처리방법을 이용하여 제어하기는 어렵다. 그러므로, 비점오염원에 대해서는 최적관리기술(BMPs: Best Management Practices)이란

표 5. 비점오염원 유출저감방안 (환경부, 2009)

형태		처 리 방 법
자연형	저류형	침전지, 인공습지
	침투형	침투지, 도랑 침투, 투수성 도로포장
	식생형	식생완충대, 완충초지
장치형		여과형, 와류형, 스크린형,
		응집, 침전 처리형, 생물학적 처리형

측면에서의 접근방법이 필요하다(2008, 환경부).

2.4.1 비점오염저감시설의 규모 및 용량 결정

비점오염저감시설의 규모 및 용량을 결정할 때에는 해당지역의 강우빈도, 유출수량 및 오염도 분석에 따른 비용효과적인 삭감목표량, 기타 정책적인 삭감목표량, 관련규정 등에 따라 설계 강우량을 설정할 수 있으나, 그 결과가 배수구역의 누적유출고로 환산하여 최소 5 mm 이상의 강우량을 처리할 수 있는 규모에 합치하여야 한다. 또한, 처리 대상 면적은 주요 비점오염물질이 배출되는 토지이용면적을 대상으로 한다. 다만, 비점오염저감계획에 비점오염저감시설 외의 비점오염저감대책이 포함되어 있는 경우에는 그에 상응하는 규모나 용량은 제외할 수 있다(2008, 환경부).

$$WQv = (P1) \times (A) \times 10 \quad (6)$$

여기서, WQv : 수질처리용량 (m³)

P1 : 누적유출고로 환산한 설계강우량 (mm) : 5 mm 적용

A : 배수면적 (ha)

2.4.2 비점오염저감시설의 경제성 검토

저감시설의 종류는 크게 자연형, 침투형, 하수처리형, 장치형 등이 있으며, 설치비는 유형 및 현장 특성에 따라 다르므로 단순 비교하기가 어렵다. 본 연구에서는 일반적으로 많이

표 6. 자연형과 장치형 배수면적당 설치비 (물환경정책국, 2009)

시설구분	평균배수구역(ha)	저감시설 평균설치비 (백만원·설치비/ha·배수구역)
자연형	70.4	25.7
장치형	9.9	123.8

표 7. 장치형 비점오염저감시설 시중 설치비 (원/)

A사	B사	C사	D사	E사	평균
12,000	16,500	14,000	15,000	17,500	15,000

표 8. 자연형과 장치형 배수면적당 운영관리비(천원/년) (물환경정책국, 2009)

시설구분	자연형	장치형
비점오염저감시설	1,501	4,006

표 9. 자연형과 장치형 시설규모 비교 (물환경정책국, 2009)

시설구분	시설 규모 (m ³)	적 용
자연형	수질처리용량(WQv)의 50~100%	75%
장치형	수질처리용량(WQv)의 10~20%	15%

사용되고 있는 자연형과 장치형의 설치비를 ‘비점오염저감시설 모니터링 결과 (2009.10 물환경정책국)’와 국내 설치 사례의 평균치를 사용하여 경제성을 검토하였다. 검토 결과 장치형(여제타입)은 시중 5군데 업체의 견적을 받아 평균단가를 산출 1m³/일당 약 15,000원으로 나타났으며, 자연형은 설계된 저류지, 습지 등을 비교 분석하여 평균단가를 산출 1m²당 약 70,000원, 1m³당 약 350,000원으로 나타났다. 또한, 투수성 포장재(잔디블럭, 투수블럭등)의 평균 단가는 m²당 50,000원, 불투수성 포장재(아스콘, 콘크리트 포장)의 평균단가는 m²당 35,000원을 적용하여 비점오염 저감시설 대체 시설로 포장재를 사용할 경우의 공사비를 비교하였다.

3. 결과 및 분석

3.1 대상지 특성

대상지는 강원도 횡성군 둔내면 일원으로 개발 전에 논과 밭으로 사용되고 있는 전형적인 농촌지역이며, 개발 후에는

표 10. 횡성군 토지이용계획

구 분	면적 (m ²)	구성비 (%)
총 계	70,000	100
채육시설	25,270	36
건축시설	1,540	2
도 로	10,240	15
주 차 장	4,550	7
녹 지	28,400	40

그림1. 대상지의 표고 및 경사분석

투수성 포장재와 비점오염저감시설의 삭감부하량 특징 비교

표 10의 토지이용계획에서 보듯이 체육공원으로 조성되는 곳을 선정하였다. 또한, 그림 1과 같이 대상지의 표고 및 경사를 분석한 결과 표고가 480~500 m 이하, 경사가 평균 5° 미만인 평탄한 지형으로 나타났다.

3.2 오염부하량 산정

토지계 오염부하량 원단위를 이용하여 개발 전·후의 토지이용계획 면적으로 오염부하량을 산정한 결과 표 11에서 보듯이 오염부하량이 개발전보다 약 5배가 증가하는 것으로 나타났다. 개발시 이를 저감할 수 있는 방안을 모색하여야 한다.

3.3 비점오염저감시설 용량 산정

비점오염저감시설의 용량은 처리대상 유역면적에 처리용량 5 mm를 적용하며, 본 연구에서는 처리대상 유역면적을 투수지역, 투수가능지역, 불투수지역으로 표 12와 같이 나누어 적용하였다. 즉, 표 13과 같이 불투수성 개발의 처리대상유역면적은 토지이용계획상의 녹지를 제외한 개발면적으로 하고, 투수성 개발의 처리대상유역 면적은 토지이용계획상의 투수성 포장재 사용지역 (주차장, 운동시설) 을 제외한 불투수지역의 면적을 적용하여 비점오염저감시설 용량을 산정하였다. 산정결과 표 13, 그림 2에서 보듯이 개발시 투수성 포장재를 이용하여 조성할 경우가 불투수성 포장재를 사용할 경우보다 비점오염저감시설의 처리 용량이 1/4로 감소하는 것으로 나타났다.

3.4 비점오염저감시설 경제성 검토

2.4.2에서 제시한 비점오염저감시설의 설치비를 적용한 결

표 11. 개발 전·후 오염부하량 비교

구분	토지이용		항목	발생량부하량 (kg/일)		증감
	개발전	개발후		개발전	개발후	
전	4,529	-	BOD	0.37	3.60	3.23
답	56,708	-	T-N	0.46	0.59	0.13
임야	-	-	T-P	0.04	0.09	0.05
대지	2,626	41,600				
기타	6,137	28,400				
합계	70,000	70,000		0.87	4.28	

표 12. 대상지별 개발지역 면적

대상지	배수 면적 (m ²)	투수지역 (녹지, m ²)	투수가능지역 (포장, m ²)	불투수지역 (m ²)
형성군	70,000	28,400	29,820	11,780

표 13. 개발 방식에 의한 비점오염저감시설 용량 비교

대상지	설계강수량	유역면적	처리용량
	(mm/hr)	(ha)	(m ³ /hr)
투수성 개발	5	1.18	59.0
불투수성 개발	5	4.16	208.0

주) 투수성 개발 면적 = 1.18 (ha)

불투수성 개발 면적 = 2.98 + 1.18 = 4.16 (ha)

그림 2. 개발방식에 의한 처리대상 면적 및 처리용량 비교

표 14. 장치형, 자연형의 설치비 비교표

구분	장치형	유역면적별	용량별	유지관리비	소요면적
		(백만원)	(백만원)	(백만원)	(m ²)
장치형	불투수성	515	75	17	31
	투수성	146	30	5	9
자연형	불투수성	107	73	6	156
	투수성	30	21	2	44

표 15. 포장지역 공사비 비교

포장지역 면적 (m ²)	불투수성 포장재 (백만원)	투수성 포장재 (백만원)	증가액 (백만원)
29,820	1,044	1,491	447

표 16. 개발방식에 따른 포장재와 비점오염저감시설 공사비 비교

대상지	불투수성 개발 (백만원/m ²)			투수성 개발 (백만원/m ²)		
	포장재 적용	비점오염저감시설	전체 공사비	포장재 적용	비점오염저감시설	전체 공사비
장치형	1,044	515	1,559	1,491	146	1,637
자연형	1,044	107	1,151	1,491	30	1,521

과 표 14에서 보듯이 배수유역별 설치비 및 유지관리비는 장치형이 자연형보다 약 3~5배가 높고, 설치시 소요면적은 장치형이 자연형의 약 1/3~1/5배 정도 필요한 것으로 나타났다. 또한, 표 15에서 보듯이 포장재 공사비는 투수성 포장재를 사용하였을 경우가 불투수성 포장재를 사용할 경우보다 공사비가 약 1.5배 더 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 투수성 포장재와 비점오염저감시설을 함께 설치할 경우를 검토한 결과 투수성 포장재를 사용하면 비점오염저감시설 장치형 및 자연형의 설치공사비는 불투수성 포장재를 사용하는 경우보다 25~50% 절감되는 반면 전체공사비가 표 16에서 보듯이 장치형은 1.1배, 자연형은 1.3배 증가되는 것으로 나타났다.

3.5 개별 삭감시설 삭감부하량 산정

비점오염저감시설 처리효율 표 2와 같으며 삭감대상부하비는 발생부하량 대비 처리대상강우에 포함된 부하량의 비를 말하며, 실측자료가 없을 경우 삭감부하비는 식(4), (5)에 따른다. (2010, 환경부) 본 연구에서 강우량은 5 mm/hr을 적용하였으며, 산정결과는 표 17과 같다.

식(2), (3)에 의거 토지계 개별삭감부하량(kg/일)을 산정한 결과는 표 18, 19, 20과 같으며 장치형이 자연형보다 총량대비 약 2.5 배의 삭감효율이 좋은 것으로 나타났다. 또한, 개

표 17. 개별 삭감시설 삭감효율 (%)과 삭감대상 부하비

구 분	BOD	TN	TP	삭감대상 부하비
장치형	60	30	40	0.8
자연형	25	14	20	0.8
투수성 포장재	75	83	65	0.8

표 18. 장치형 비점오염저감시설 삭감부하량(kg/일)

구 분	발생부하량 (kg/일)	삭감대상 부하비	삭감효율 (%)	삭감부하량 (kg/일)
BOD	3.60	0.8	60	1.73
T-N	0.59	0.8	30	0.14
T-P	0.09	0.8	40	0.03

표 19. 자연형 비점오염저감시설 삭감부하량(kg/일)

구 분	발생부하량 (kg/일)	삭감대상 부하비	삭감효율 (%)	삭감부하량 (kg/일)
BOD	3.60	0.8	25	0.72
T-N	0.59	0.8	14	0.07
T-P	0.09	0.8	20	0.01

표 20. 투수성 포장재 사용시 삭감부하량(일)

구 분	포장 면적 (m ²)	발생부하량 (kg/일)	삭감대상 부하비	삭감효율 (%)	삭감부하량 (kg/일)
BOD	29,820	2.56	0.8	75	1.54
T-N	29,820	0.41	0.8	83	0.27
T-P	29,820	0.06	0.8	65	0.03

그림 3. 비점오염저감시설 삭감부하량(kg/일)

발시 발생부하량 4.28 kg 대비 장치형은 1.9 kg (45%), 자연형은 0.8 kg (20%), 투수성 포장재 1.84 kg (43%)가 삭감되는 것으로 나타났다.

3.6 사업개발시 배출부하량 산정결과

투수성 포장재와 불투수성 포장재를 비점오염저감시설 중 장치형과 자연형을 함께 설치하였을 경우 개발 후 발생하는 최종 배출오염부하량을 산정하였다. 산정결과 표 22, 23에서 보는 것과 같이 최종 배출 부하량은 불투수성 포장재를 사용할 경우가 투수성 포장재를 사용할 경우보다 장치형은 약 4 배, 자연형은 약 2 배가 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 장

투수성 포장재와 비점오염저감시설의 삭감부하량 특징 비교

표 21. 비점오염저감시설 삭감 배출부하량 (kg/일)

포장재 삭감부하량	장치형 삭감부하량	자연형 삭감부하량
1.84	1.90	0.80

표 22. 개발방식에 따른 장치형 비점오염저감시설 적용에 따른 배출부하량 (kg/일)

구 분	개발전 발생 부하량 (①)	개발후 발생 부하량 (②)	저감시설 삭감부하량 (③)	토지계 최종 배출부하량 (②-③)
투수성 포장재	0.87	4.28	3.74	0.54
불투수성 포장재	0.87	4.28	1.90	2.38

표 23. 개발방식에 따른 자연형 비점오염저감시설 적용에 따른 배출부하량 (kg/일)

구 분	개발전 발생 부하량 (①)	개발후 발생 부하량 (②)	저감시설 삭감부하량 (③)	토지계 최종 배출부하량 (②-③)
투수성 포장재	0.87	4.28	2.64	1.64
불투수성 포장재	0.87	4.28	0.80	3.48

그림 4. 개발방식에 의한 개발 후 최종배출 오염부하량(kg/일)

치형과 투수성포장재를 사용할 경우 최종 배출부하량이 0.54 kg으로 개발전의 0.87 kg보다 적게 발생되었으며, 그 외의 경우는 개발전보다 2~5배정도 배출오염 부하량이 증가하는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 최근 추세에 맞춰 개발사업시 장치형 및 자연형등의 인위적인 비점오염저감시설이 아닌 시설지를 투수성 포장재를 사용할 경우 얻어지는 효과를 분석하여, 설계 및 시공시 투수성 포장재 적용을 위한 기초자료를 제공하고 자 검토한 결과는 아래와 같다.

- 1) 개발 전 · 전후의 토지이용계획 면적으로 오염부하량을 산정한 결과 오염부하의 대표적 항목인 BOD, T-N, T-P 에서 개발전보다 오염부하량이 약 5배가 증가하는 것으로 나타났으며, 이를 처리하기 위하여 비점오염저감시설의 처리용량을 결정하는 처리대상유역 면적을 불투수성 포장재와 투수성 포장재로 나누어 산정하였다. 그 결과 개발시 투수성 포장재를 이용하여 개발할 경우가 불

투수성 포장재를 이용한 개발보다 비점오염 처리 용량이 1/4로 감소하는 것으로 나타났다.

- 2) 투수성 포장재를 사용하면 비점오염저감시설 장치형 및 자연형의 설치공사비는 불투수성 포장재를 사용하는 경우보다 25~50% 절감되는 것으로 나타났으나, 투수성 포장재 적용시 전체공사비가 장치형은 1.1배, 자연형은 1.3배 증가되는 것으로 나타났다.
- 3) 비점오염저감시설 설치시 삭감되는 부하량을 산정한 결과 장치형이 자연형보다 총량대비 약 2.5 배의 삭감효율이 좋은 것으로 나타났다. 또한, 개발시 발생부하량 4.28 kg 대비 장치형은 1.9 kg (45%), 자연형은 0.8 kg (20%), 투수성 포장재 1.84 kg (43%)가 삭감되는 것으로 나타났다.

위와 같이 분석한 결과 비점오염원의 처리용량 및 삭감부하량은 투수성 및 불투수성 개발에 많은 영향을 받으며, 개

발 시 비점오염저감시설을 장치형이나 자연형을 단독으로 설치하기 보다는 처리대상 유역을 투수성 지역으로 개발하는 것이 배출부하량이 적은 것으로 나타났다. 이를 토대로 개발 시 비점오염의 관리를 위해 불투수율 면적비를 일정수준으로 제한하는 대책을 수립하면 개발에 따른 오염원의 최소화가 가능할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 물환경정책국 (2009) 비점오염저감시설 모니터링 결과.
환경부 (2008) 비점오염저감시설의 설치 및 관리 운영 매뉴얼.
환경부 (2006) 비점오염원관리 업무편람.
환경부 (2010) 한강수계 오염총량관리계획 수립 지침.

◎ 논문접수일 : 10년 12월 09일

◎ 심사의뢰일 : 10년 12월 10일

◎ 심사완료일 : 10년 12월 16일