http://dx.doi.org/10.12813/kieae.2013.13.2.157

건설사업장의 수질관리 기술 적용사례 비교분석

Comparative Analysis of Wastewater Management Technologies for Construction Sites

이 종 찬* 구 자 건**
Yi, JongChan Koo, Jakon

Abstract

To deal with the water pollution arising from the construction site, this study raises the issues of management and laws and it suggest the efficient way to reduce water pollution by through the case studies. In order to study, seven cases were selected from "Construction Environmental Management Best Practice Competition" co - sponsored by Construction Association of Korea and Construction Environment Association. As a study result, there are problems that depending on the characteristic of the construction site environment simple alone settling facilities can not handle muddy and dirty water generated by the construction site. However, when the construction site applied improved water pollution control facilities with reflecting the characteristic of muddy and dirty water. The problem can be solved moreover it can achieve exceeded emission standard. Therefore new regulations and management with water pollution control facilities considering characteristic of environment is needed to cope with water pollution arising from the construction site.

키워드 : 수질관리, 수질오염방지시설, 비점오염원, 오탁수, 건설현장
Keyword : wastewater management, water pollution control facilities, non-point source pollution, muddy and dirty water, construction site

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설사업은 사회기반을 설치하고 인간 생활환경을 개선하는데 필수적인 요소이지만 대기, 수질, 폐기물, 소음진동, 토양환경 등 환경보전에 미치는 부정적인 영향이 큰 편이다(박현수, 정인수, 이찬식, 2006). 특히 건설사업장에서는 공사과정 중에 표토의 굴삭작업 등을 수반하기 때문에 이 과정에서 표토유실 및 토사면의 노출이 발생할 수 있고(김선희, 2005) 이는 강우시에 토사가 섞인 오탁수 등 비점오염(non-point source pollution) 발생을 야기하여 현장 주변 수계에 영향을 준다.

오탁수가 공공수역에 유입되면 미관상의 문제뿐만 아니라(최지용, 신은성, 1997) 수체의 탁도 증가, 토사 퇴적으로 인한 하천 건천화, 수생태계 교란, 취수장의 기능 상실로 환경관련 분쟁 및 민원을 발생시킬 수 있다(연인성, 이재근, 이호진, 2008). 따라서 건설사업장에서 발생하는 비점오염원에 대한 대책이 시급한 실정이다.

최근 미국 환경보호청(US EPA)은 건설사업장에서 발생하는 비점오염원에 대해 새로운 규정을 제안하여 연방정부 관보(Federal Register on December 1, 2010)에 토사 배출을 엄격하게 제한하는 규정을 발표하였다(Jay Landers, 2010). 그러나 국내에서 이전까지 비점오염원에 대한 규제는 공사 후, 단지 내 비점오염원 처리에 국한되었으며 공사 중 건설사업장에서 발생하는 비점오염원에 대한 규제는 매우 미비하여 적절한 관리가 이루어지지 않고 있다(최영화 외 4인, 2009)(최영화 외 4인, 2010).

또한 국내 비점오염원 관리 기술은 오탁방지막, 세륜시설, 침사시설 등의 제한적인 처리시설만이 제시되고 있으며(오지현 외 3인, 2009) 이러한 형식의 비점오염원 처리시설은 그 처리 효율이 제한적이고 해당 현장의 환경 특성을 적절히 반영하지 못하는 경우가 많다. 그러므로 이러한 문제를 해결하기 위해서는 '사전 계획 및 설계'(pre-construction planning and design) 그리고 '환경관리계획'(environmental management plan)의 수립이 제시될 필요가 있다(Environment Protection Authority, 1996).

따라서 본 연구는 건설사업장을 중심으로 발생하는 수질환경문제에 적용 가능한 법규를 제시하기 위해 국내 수질관리 기술 우수적용사례를 비교 분석하였으며, 이를 통해 건설사업장 특성에 따라 수질오염 방지 기술이 적절하게 적용될 수 있도록 법규의 방향을 제시하는데 목적을 두었다.

* 연세대학교 대학원 석박사 통합과정 (harooi@yonsei.ac.kr)
** 교신저자, 연세대학교 환경공학부 교수 (koo904@yonsei.ac.kr)

1.2 연구 방법

본 연구는 건설사업장에서 발생한 수질환경문제에 대한 최적의 방안과 건설사업장 수질관리를 위해 갖춰야할 법규의 방향을 제시하기 위해 국내 수질관리 기술 우수적용사례를 비교 분석하였다. 적용사례 간 비교는 수질오염 최소화 측면에서 접근하였다. 비용적인 측면에서 접근은 건설사업장 특성상 배출되는 오탁수의 성상 차이가 현격하고 관련 처리 기준이 없어 비교 기준을 임의로 잡아야하기 때문에 분석에서 배제하였다. 또한, 현재 국내에서 건설사업장에 발생하는 수질오염에 대한 법률은 따로 지정되어있지 않고 건설사업장이 환경영향평가 대상일 경우 환경영향평가협의 내용에 비점오염원 저감을 위한 방지책만이 제시되고 있다. 따라서 수질오염의 정량적 분석비교가 불가능하므로 정량적인 수질오염 분석비교를 위해 각각의 건설사업장을 동급의 폐수배출시설에 준하여(1일 폐수 발생량 1,000㎥ 미만) 비교하였다.

2. 관련 법규 및 분류기준

2.1 건설사업장과 관련 법규

현재까지 국내 연구에서는 건설현장 비점오염원에 대한 유출 특성 또는 구체적인 관리방안에 대한 연구사례가 극히 적다(최영화 외 4인). 이는 건설사업장에서 발생하는 환경문제가 다양하여 수질환경에만 국한되지 않기 때문이며, 특히 건설사업장의 수질환경에 대한 관련 법규나 관리 지침이 명확하지 않기 때문에 건설사업장에서 이를 관리하는 경우가 드물기 때문이다. 이에 대한 논의를 분명하기 위해 현행 법규를 자세히 살펴보면 다음 <표 1>과 같다.

표 1. 건설사업장에 대한 수질환경법의 적용 비교

법 률	조 문	적용대상	적용대상 비교
수질 및 수생태계 보전에 관한 법률	점오염원의 관리	폐수배출 시설	건설사업장 해당 안 됨
	비점오염원의 관리	환경영향평가법 시행령1)	제한적
		부지면적이 1만 제곱미터 이상인 사업장	소규모 건설사업장은 해당 안 됨

<표 1>에서 확인 할 수 있듯이 건설사업장은 폐수배출시설에 해당되지 않아 폐수배출시설에 적용되는 배출허용기준을 적용할 수 없다. 또한 비점오염원에 관하여는 부지면적이 1만 제곱미터 이상이 되는 큰 규모의 사업장이나 환경영향평가법 시행령에서 정하는 제한적인 사업장만 비점오염물에 의한 오염을 유발하는 시설로 구분되어 비점오염원 관리를 받게 된다. 즉, 소규모, 중규모의 건설사업장의 경우 사업장에서 발생하는 수질환경문제에 대해 체계적으로 관리되지 않고 있음을 확인 할 수 있다.

1) 「환경영향평가법 시행령」 별표 3 환경영향평가 대상사업의 구체적인 종류, 범위 및 협의 요청시기

2.2 분류 기준

연구방법에서도 언급하였듯이 현재 국내에서 건설사업장에 발생하는 수질오염에 대한 법률은 따로 지정되어있지 않으므로 건설사업장별 수질오염에 대한 정량적 분석비교가 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 정량적인 수질 오염 분석비교를 위해 각각의 건설사업장을 동급의 폐수배출시설에 준하여(1일 폐수 발생량 1,000㎥ 미만) 비교하였다. 이에 대한 한계는 결론에서 논하였다.

1) 수질오염방지시설

'수질오염방지시설'이라 함은 점오염원, 비점오염원 및 기타 수질오염원으로부터 배출되는 수질오염물질을 제거하거나 감소하게 하는 시설로서 환경부령이 정하는 것을 말한다(수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제 2조 12항). 수질오염방지시설의 구분은 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙 별표 5를 따라 <표 2>와 같이 3개의 분류 체계인 물리적 처리시설, 화학적 처리시설, 생물화학적 처리시설과 이에 준하는 기타 시설로 분류할 수 있다.

표 2. 수질오염방지시설의 구분

제 1호 물리적 처리시설	제 2호 화학적 처리시설	제 3호 생물화학적 처리시설
유수분리시설 유량조정시설 스크린 분쇄기 침사시설 혼합시설 응집시설 침전시설 부상시설 여과시설 탈수시설 건조시설 증류시설 농축시설	화학적침강시설 이온교환시설 침전물 개량시설 중화시설 흡착시설 살균시설 소각시설 산화시설 환원시설	살수여과상 폭기시설 접촉조 안정조 돈사톱밥발효시설 산화시설 (산화조 또는 산화지) 혐기성 호기설 소화시설

기타 시설
제 1호부터 제3호까지 시설과 같거나 그 이상의 방지효율을 가진 시설로서 환경부 장관이 인정하는 시설

2) 배출허용기준

'수질 및 수생태계 보전에 관한 법률' 제 32조에 따르면 폐수배출시설에서 배출되는 수질오염물질의 배출허용기준은 환경부령으로 구분하게 되어있으며 이는 시행규칙 별표 13에 준한다. 별표 13에 따르면 배출허용기준은 지역구분 적용에 대한 공통기준과 항목별 배출허용기준으로 나누어진다. 지역구분 적용에 대한 공통기준은 <표 3>과 같이 청정지역, "가"지역, "나"지역, 특례지역으로 구분 되며 해당 지역마다 각각에 맞는 배출허용기준을 일괄 적용한다.

항목별 배출허용기준은 <표 4>과 같이 대상 규모에 따라 나누어 항목별로 배출허용기준을 적용한다.

표 3. 수질오염물질의 지역 구분 적용에 따른 배출허용기준
(시행규칙 제 34조 관련)

배출허용기준 지역구분	비고
청정지역	수질 및 수생태계 환경기준[2] 매우 좋음(Ⅰa)등 정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정되는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역
"가"지역	수질 및 수생태계 환경기준 좋음(Ⅰb), 약간 좋음(Ⅱ)등급 정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정되는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역
"나"지역	수질 및 수생태계 환경기준 보통(Ⅲ), 약간 나쁨(Ⅳ), 나쁨(Ⅴ) 등급 정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정되는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역
특례지역	환경부장관이 법 제49조제3항에 따른 공동처리구역으로 지정하는 지역

표 4. 수질오염물질의 항목별 배출허용기준
(시행규칙 제 34조 관련)

대상규모 / 항목 / 지역구분	1일 폐수배출량 2,000 ㎥ 이상			1일 폐수배출량 2,000 ㎥ 미만		
	생물화학적 산소요구량 (㎎/L)	화학적 산소요구량 (㎎/L)	부유 물질량 (㎎/L)	생물화학적 산소요구량 (㎎/L)	화학적 산소요구량 (㎎/L)	부유 물질량 (㎎/L)
청정지역	30 이하	40 이하	30 이하	40 이하	50 이하	40 이하
"가"지역	60 이하	70 이하	60 이하	80 이하	90 이하	80 이하
"나"지역	80 이하	90 이하	80 이하	120 이하	130 이하	120 이하
특례지역	30 이하	40 이하	30 이하	30 이하	40 이하	30 이하

3. 사례분석

3.1 사례분석 대상

본 연구는 2005년부터 2011년 기간 중 대한건설협회와 건설환경협회가 공동 주최한 '건설환경관리 우수 사례 경진대회'의 우수 사례 79개 중 수처리와 수자원 절약 및 관리 분야 대상 15개 항목 중 수질관리 분야 7개 현장을 분석 대상으로 하였다. 선정 조건은 건설사업장에서 발생된 오탁수의 수질 개선 기술을 중점으로 하는 사례로 한정하였고 이에 따른 분석대상은 2005년 2개, 2006년 1개, 2007년 1개, 2008년 3개로 시공사는 H건설, S건설, D건설, K건설, S공사가 해당된다(대한건설협회, 건설환경협회, 2005, 2006, 2007, 2008). <표 5>은 사례 분석 대상 사업장이다.

표 5. 사례 분석 대상

구분	건설사업장	시공사
A	리조트 신축 현장	S공사
B	아파트 신축 현장	K건설
C	아파트 신축 현장	D건설
D	주상복합 건물 신축 현장	H건설
E	광역상수도 이설 현장	S공사
F	대학교 연구동 신축 현장	S건설
G	골프장 신축 현장	H건설

3.2 건설사업장 주변 환경 특성

선정된 7개 건설 사업장의 배출허용기준 적용을 위한 지역 지정 규정은 환경부고시 제 2007-107호를[3] 참고하였다. 위 고시를 활용하여 각 건설사업장의 배출허용기준 지역구분을 확인하였으며 이를 통해 확인한 건설 사업장 주변의 유의할만한 주변 환경 특성은 다음과 같다.

표 6. 건설사업장 배출허용기준 지역구분

구분	주변 환경특성	사업장 주소	배출허용기준 지역구분
A	청정지역, 하천	강원도 횡성군 서원면	청정지역
B	도심지, 하천	경기도 용인시 처인구 김량장동	"가"지역
C	매립지	인천 연수 송도 자유무역지구	"나"지역
D	도심지	경기도 부천시 원미구 상동	"나"지역
E	하천	경기도 성남시 삼평동, 백현동, 판교동 및 수정구 사송동	"가"지역
F	도심지, 저수지[4]	경기도 수원시 장안구 천천동	"나"지역
G	상수원보호구역[5]	경남 양산시 상북면 소토리	청정지역

1) 공공수역

수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제 2조 9항에 의하면 "공공수역"이라 함은 하천·호소·항만·연안해역 그 밖에 공공용에 사용되는 수역과 이에 접속하여 공공용에 사용되는 환경부령이 정하는 수로를 말한다.

선정된 건설사업장 중 하천 인근에 위치하여 공공수역에 영향을 주는 건설사업장은 사업장 A, E와 G로 3개소로 파악되었다. 건설현장에서는 기초공사시 토사가 섞인 다량의 오탁수가 발생하게 되는데 '수질 및 수생태계 보전에 관한 법률' 제 15조에 따르면 누구든지 정당한 사유 없이 공공수역에 다량의 토사를 유출하거나 버려 상수원 또는 하천·호소를 현저히 오염되게 하는 행위를 하여서는 안 되도록 되어 있다. 따라서 해당 건설사업장은 토사 유출을 방지해야 하며 발생된 오탁수를 적절히 처리할 수 있는 시설이 필요할 것으로 사료된다. 특히 건설사업장 A과 G같은 경우는 오염에 더 민감하게 반응할 가능성이 높은 청정지역이므로 좀 더 엄격한 기준으로 오염원이 제어되어야 할 것이다.

2) 청정지역

선정된 건설사업장 중 청정지역에 해당하는 지역은 사업장 A과 G 두 곳이다. 이곳은 모두 공공수역 인근에 위치해 있으며 사업장 내에서 오탁수 발생 시 하천으로 유입될 가능성이 높은 곳이다. 항목별 배출허용기준에 따르면 1일 폐수발생량 2,000 ㎥ 미만이며 청정지역에 해당하는 배출사업장의 경우 부유물질량(SS: Suspended Solids)의 배출허용량을 40 mg/L로 제한하고 있다.

3) "가"지역

"가"지역 내에 위치한 건설사업장은 사업장 B, E로 2개

2) 「환경정책기본법 시행령」 별표 1 제3호에 따른 수질 및 수생태계 환경기준

3) [환경부고시 제 2007-107호] 수질환경보전법 제 32조 제 1항 및 같은법 시행규칙 제15조 별표 9의 규정에 의하여 배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 규정 (환경부 고시 제 2004-208호, 2005.1.6.)

4) 경기도 수원시 장안구 천천동 일월저수지

5) 양산천 (국가하천, 지방2급 하천) (취수원)

소가 파악되었다. 건설사업장 B의 경우 건설 현장 바로 옆으로 경안천의 지천인 금학천이 흐르고 있으며 이를 통해 건설사업장에서 발생한 오탁수가 흘러들어갈 가능성이 있다. 건설사업장 E의 경우 광역상수도 이설로 인해 하천구간을 통과하여 건설작업이 이루어지므로 하천으로 다량의 토사가 유입될 가능성이 있다.

4) "나"지역

"나"지역에 위치한 건설사업장은 C, D, F로 "나"지역은 다른 배출허용 지역에 비해 환경적으로 덜 민감한 지역이라 할 수 있으나, "나"지역에 위치한 건설사업장은 도심지에 위치해 있어서 건설현장에서 발생되는 오염에 대해 인근 주민들이 민감하게 반응하며 민원 발생이 일어날 가능성이 큰 특성을 가지고 있다. 특히 주변에 생태공원 문화시설 등이 위치한 경우 환경사고가 발생할 가능성이 높고 민원발생 우려가 매우 크므로 그에 따른 특별한 관리가 필요할 것이다. 또한 도심지에 위치한 건설현장은 건설현장의 공간적 협소함 때문에 장비 운영에 제약을 받는다. 이러한 도심지의 특성 때문에 도심지에 위치한 건설 현장의 경우 수질오염방지시설이 차지하는 공간이 사업진행에 차질이 없도록 최소화되어야 할 것이다.

3.3 배출오탁수 특성 및 수질오염방지시설의 적용

1) 배출오탁수 특성

선정된 건설사업장의 오탁수의 특징은 주로 토사유입으로 인한 고농도의 부유물질을 함유하게 되는 것과 사업장 내 건설작업으로 인해 발생하는 노말헥산추출물이 유입되는 것으로 구분된다. <표 7>에서는 각 건설사업장 별 배출허용기준과 배출오탁수의 특성을 비교한 결과이다.

표 7. 오탁수의 특성과 배출허용기준의 비교

구분	배출허용기준 지역구분	배출허용 기준*	오탁수 특성
A	청정지역	40 이하	토사
B	"가"지역	80 이하	토사 및 지하수 용출수
C	"나"지역	120 이하	매립지 슬러지 성분 토사
D	"나"지역	120 이하	토사
E	"가"지역	80 이하	토사
F	"나"지역	120 이하	유류
G	청정지역	40 이하	황토성분 토사

* 부유물질량 기준 mg/L

① 부유물질

대부분의 건설사업장은 토공사시 다량의 토사가 발생하여 건설현장 내 오탁수를 발생시키거나 외부에 유출될 가능성을 제공한다. 토사가 다량 섞인 오탁수는 높은 부유물질 농도를 가지게 되며 그에 따라 건설사업장은 규제치 이하의 부유물질농도 저감을 위해 물리적 처리시설인 침전시설의 설치가 필요로 한다. 그러나 토사의 특성에 따라 부유물질 저감 효율을 다르게 나타나기 때문에 수질오염방시설의 적절한 적용이 제시되어야 한다.

건설사업장 B에서는 건설현장 내에 토공사 중 지하수가 용출되어 기존 침전시설로는 제어가 어려울 정도의 다량의 오탁수가 발생하였고 건설사업장 C에서는 매립지인 건설현장 특성에 따라 발생된 오탁수가 일반적인 침전시설로 처리를 하더라도 배출허용 기준을 만족시키지 못하였다. 건설사업장 G에서는 법적기준에 따라 침전시설을 설치하였으나 침전이 어려운 황토토양의 특성으로 인해 우수 시 오탁수가 월류하여 인근 하천을 오염시키는 현상이 발생하였다.

a) 사업장 C 매립지 오탁수 b) 사업장 G 토사 오탁수

그림 1. 오탁수 내 부유 물질

② 노말헥산추출물질(광유류)

노말헥산추출물질은 항목별 배출허용기준에 따라 광유류와 동식물유지류로 구분된다. 건설사업장 내에서 발생되는 노말헥산추출물질은 대부분 광유류로 건설사업장내에서 운행하는 장비 또는 작업 등으로 인해 유출되거나 유류의 보관상 문제로 인해 유출될 수 있다. 유출된 광유류가 포장된 지표에 노출될 경우 우수 시 오탁수내에 합류될 수 있는데, 이 경우 오탁수 내에 노말헥산추출물질이 규제치 이상 포함될 가능성이 있다.

캠퍼스 안에서 위치한 건설사업장 F는 건설현장 주변이 포장되어 있고 모든 우수가 인근 저수지로 유입이 되기 때문에 이러한 위험성에 노출 되어 있다. 따라서 건설사업장 F는 노말헥산추출물질의 유출을 방지 할 수 있는 수질오염방지시설이 필요할 것으로 사료된다.

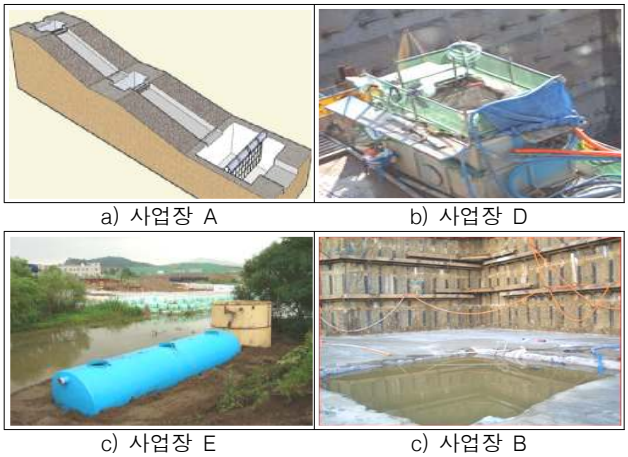
2) 수질오염방지시설 적용

사례분석 대상의 오탁수 처리는 건설사업장이라는 특성상 오탁수의 성분이 토사나 유류에 제한되는 경우가 대부분이기 때문에 수질오염방지시설 중 물리적 처리시설만으로 오탁수의 오염을 제어할 수 있었다. 사례분석 대상 외의 건설사업장도 마찬가지로 오탁수에 토사나 유류를 포함하는 경우는 물리적 처리시설로 수질오염을 방지 할 수 있을 것이라 사료된다.

① 침전시설의 적용(건설사업장 A, D, E, B)

건설사업장 A, D, E는 모두 3차 침전시설이 적용 되었다. <표 6>에서 볼 수 있듯이 해당 사업장의 오탁수의 특성은 일반적인 토사이며 침전시설은 일반토사를 처리하기에 매우 적합하다. 또한 더 엄격한 배출허용기준에 적용하기 위하여 침전시설을 다중으로 배치하면 수질안정성을 확보할 수 있다. 건설사업장 D는 도심지에 위치하여 침전시설 설치에 필요한 공간을 확보하는데 어려움이 있어 침사탱크가 활용되었다. 배출허용기준 지역구분이 청정지역과 "가"지역에 해당하고 공공수역 인근에 있는 건설사업장 A, E의 경우 추가적으로 오탁방지막을 설치하여 혹시 모를 미처리된

오탁수의 확산을 방지하였다. 건설사업장 B는 오탁수 내 일반토사의 처리를 위해 2차로 구성된 침전시설을 설치하였고 이밖에 지하수의 용출을 방지하기 위해 영구배수공법[6]을 적용하였다.



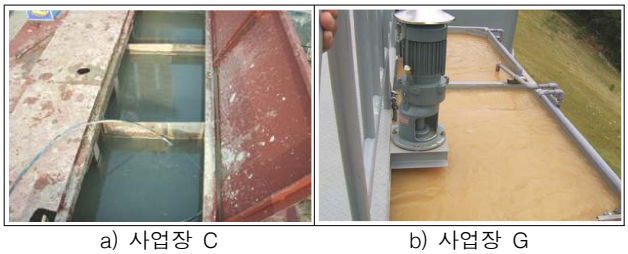
a) 사업장 A　　b) 사업장 D

c) 사업장 E　　c) 사업장 B

그림 2. 침전시설

② 응집시설의 적용(건설사업장 C, G)

일반적으로 침전이 어려워 침전시설만으로 제어가 불가능한 부유물질은 응집시설의 병행 사용으로 제어가 가능해진다. 건설사업장 C는 매립지 슬러지가 다량 포함된 오탁수의 특징으로 인해 다중 침전시설로도 양질의 배출수를 얻을 수 없었다. 그로인해 건설사업장 C에는 응집, 침전, 농축, 압착, 탈수 공정으로 구성된 물리적 처리시설이 복합 적용되었다. 건설사업장 G는 황토가 다량 함유된 토사의 유입으로 인해 침전시설만으로는 부유물질의 처리가 곤란하였고 이에 응집, 침전이 적용된 물리적 처리시설이 적용되었다.



a) 사업장 C　　b) 사업장 G

그림 3. 응집시설

③ 유수 분리시설의 적용(건설사업장 F)

건설사업장 F는 현장에서 유출될 수 있는 유류와 우수가 혼합되어 인근 저수지로 유입되는 것을 방지하기 위해 유수분리시설을 설치하였다. 유수분리시설은 현장에서 배출되는 모든 우수에 적용되며 우수로부터 모든 유류 성분을 배제한다.

6) 인위적인 배수시스템을 설치하여 지하수를 배수 처리함으로 지하구조물에 작용하는 수압에 대한 안정성을 확보하는 공법.

그림 4. 사업장 F 유수 분리시설

3.3 처리효과 및 최적기술 탐색

1) 처리효과 비교

수질측정 시험성적서에 따른 건설사업장별 부유물질 항목에 대한 배출허용기준 초과 달성률은 <표 8>과 같다.

표 8. 배출허용기준 초과 달성률

구분	배출수 SS농도*	배출허용기준 초과 달성률**	적용된 기술
A	3.0	93 %	3차 침전시설
B	20	75 %	2차 침전시설
C	6.4	95 %	응집 및 침전시설
D	13	89 %	3차 침전시설
E	N.D.***	-	3차 침전시설
F	해당 없음	-	유수 분리시설
G	6.4	84 %	응집 및 침전시설

* 배출수 SS 농도 : b (mg/L)
** 초과 달성률 : (1-b / a) * 100%, (a : 배출허용기준 SS 농도 mg/L)
*** N.D. : No Data

a) 사업장 B 수질오염방지시설 개선 전(좌)후(우)

b) 사업장 C 수질오염방지시설 개선 전(좌)후(우)

c) 사업장 G 수질오염방지시설 개선 전(좌)후(우)

그림 5. 개선된 수질오염방지시설 적용 전후 비교

수질측정시험 결과, 현장 특성을 반영한 수질오염방지시설을 설치한 대부분의 사업장이 폐수발생시설에 준한 배출허용기준을 초과 달성하고 있음을 알 수 있었다. 또한 응집

시설을 침전시설과 함께 사용할 경우 처리가 곤란했던 부유물질도 낮게 제어할 수 있음을 확인할 수 있다.

또한 <그림 5>에서는 개선된 수질오염방지시설의 적용 전후로 가시적인 수질 차이를 확인 할 수 있다. 위 사업장 모두 1차 침전시설을 설비하고 있었으나 사업장 특성으로 인해 부유물질의 제어에 어려움이 있었다(<그림 5> 적용 전>). 그러나 앞에서 언급한대로 건설사업장 B는 추가적인 침전시설의 적용으로, 건설사업장 C, G는 응집공정의 추가 적용으로 배출수질을 가시적으로 개선할 수 있음을 보여주었다(<그림 5> 적용 후).

3) 최적기술

오탁수를 적절하게 제어하기 위해서는 오탁수의 특성 파악이 가장 중요하다. 건설사업장 A, B, D, E와 같이 일반적인 토사가 섞인 오탁수의 경우 침전시설을 사용해야 할 것이며 건설현장 주변 환경특성에 따라 엄격한 기준으로 오염도를 저감할 필요가 있는 경우 2차 혹은 3차 침전시설을 활용하여 토사에 의한 부유물질을 효과적으로 제어하도록 한다.

단순침전시설로 제어가 불가능할 것으로 예측되는 오탁수의 경우 적합한 화학약품 투입으로 침전이 가능하다면 건설사업장 C, G와 같이 응집시설을 추가하여 부유물질을 저감하도록 한다.

오탁수의 주요 처리대상 물질이 부유물질이 아닌 노말헥산물질인 경우는 유수분리장치를 이용하거나 이에 준하는 효과를 얻을 수 있는 기타 시설을 사용하도록 한다. 아울러 건설사업장의 여건을 고려하여 부지면적 내에 적용이 가능하고 현장 특성에 따라 특이 이점을 얻을 수 있는 수질오염방지시설이 고려되어야할 것이다.

4. 결 론

건설사업장에서 발생하는 수질오염에 대처하기 위하여 7개 현장의 수질관리 기술 우수 적용사례를 비교한 분석 결과, 다음과 같이 결론을 내릴 수 있었다.

첫 번째로 건설사업장에서 발생하는 수질오염은 인근 하천에 유입되어 하천을 오염시키고 민원을 발생시키는 등 문제점이 많으나 현행 '수질 및 수생태계 보전에 관한 법률' 등 수질관련법에서는 건설사업 중 발생하는 수질오염에 대한 규제나 관리에 관한 조항이 제한적이다. 따라서 비점오염원과 폐수배출시설 등 건설사업장에 적용되는 명확한 법률 조항의 추가나 개정이 필요하다.

두 번째로 건설사업장의 주변 환경 특성은 사업장마다 각기 다른 양상을 보이고, 그러한 특성으로 인해 건설사업장 B, C, G와 같이 일괄적인 수질오염방지시설로는 그 처리 효율에 한계가 있음이 확인되었다. 하지만 우수적용사례에서 제시된 다중침전시설 및 응집시설, 유수분리시설 등을 추가 활용하면 효과적인 수질관리를 할 수 있으므로 새롭게 제시되어야할 관련법규 및 조함에 이러한 항목이 지침으로 제시된다면 건설사업장에서 발생하는 수질오염을 대처하는데 많은 도움이 될 것이다.

세 번째로 수질관리 기술 우수 적용사례의 비교 결과, 수질오염방지기술은 부유물질 항목에 대하여 배출허용기준을 평균 87% 가량 초과 달성하고 있음을 확인하였다. 하지만 이 결과는 폐수배출시설의 배출허용기준을 기준으로 하여 얻어진 것이므로 초과 달성률에 대한 양적 비교의 의미는 크지 않다는 한계가 있다. 그러나 건설사업장은 유해화학물질을 배출하는 제조업의 폐수배출시설보다 수계 환경에 덜 유해하고, 본 연구에서 확인 되었듯이 적절하게 적용된 수질오염방지기술이 충분히 폐수배출시설의 기준을 초과달성할 수 있으므로 새로 제시되어야할 건설사업장의 배출기준은 폐수배출시설의 기준보다 최소한 동급 혹은 그보다 엄격한 기준이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 강인석, 심은섭, 곽종민, 2005, 건설공사의 효율적 환경관리를 위한 업무프로세스 모형 구성, 대한토목학회 정기학술대회, 4802.
2. 김선희, 2005, 건설현장의 자연생태계 보전 및 복원방향과 과제, 대한토목학회지 제53권 제8호, 22.
3. 대한건설협회, 건설환경협회, 건설환경관리 우수사례 경진대회 자료집, 2005, 2006, 2007, 2008.
4. 박현수, 정인수, 이찬식, 2006, 건설사업의 환경친화적 관리를 위한 검토항목, 대한건축학회 학술발표대회논문집 제26권 제1호, 573.
5. 연인성, 이재근, 이호진, 2008, 강우-유출로 인한 달천 하도내 수질 변화와 2차원 해석, 대한환경공학회지 제 30권 5호, 568
6. 오지현, 최영화, 김효상, 김창용, 2009, 조립식 응집·침전 시설을 이용한 건설 현장 비점오염원 저감 효율 특성, 대한상하수도학회·한국물환경학회 2009 공동 추계학술발표회 논문요약집, 617.
7. 최영화, 정설화, 김창용, 김효상, 오지현, 2009, 건설 현장 내 비점오염원 처리 시설의 제거 특성 평가, 한국지반환경공학회 논문집 제10권 제3호, 53~54.
8. 최영화, 김창용, 김효상, 오지현, 정설화, 2010, 건설 현장 내 비점오염원 처리 특성 평가, 한국지반환경공학회 논문집 제 11권 제6호 69~75.
9. 최지용, 신은성, 1997, 도시지역 비점오염원 관리방안 연구, 한국환경정책·평가연구원, 24.
10. Environment Protection Authority, 1996, Environmental Guidelines for Major Construction Sites, Melbourne Victoria 3000 Australia.
11. Jay Landers, 2010, EPA Construction Effluent Guidelines Include Turbidity Limits For Certain Sites, ASCE Civil Engineering Magazine Vol. 80, 23~24.

투고(접수)일자: 2013년 2월 12일
수정일자: (1차) 2013년 4월 17일
(2차) 2013년 4월 25일
게재확정일자: 2013년 4월 26일