



영산호 저층수 배제시설을 통한 오염물 하류확산검토



이 재 형
현대엔지니어링 수자원개발부 부장
jhlee908@hec.co.kr

1. 서론

영산강하구둑은 ‘영산강유역 농업종합개발사업 II 단계’ 사업의 일환으로 1976년 착공하여 1981년 12월에 완공되었으며, 목포시에서 상류쪽으로 약 6km 지점에 위치하고 있다. 풍부한 수자원을 확보하여 III, IV단계 용수공급은 물론 생활용수 및 공업용수를 공급함으로써 다목적 댐으로 이용되고 있다.

최근 지구온난화 등 기상변화로 영산호 배수갑문 설치이후 홍수량증가로 인한 홍수피해가 빈번히 발생하고 있다. 또한 영산호는 전국에서 가장 오염이 심각한 수질로, 주변 신도시 건설 및 배후 농경지에서 고농도 유출수의 유입으로 인한 영산호의 추가 수질 악화가 우려되고 있는 실정이다.

이러한 지역적 현실의 개선을 위해 현재 영산강하구둑 구조개선이 정부차원에서 시행되고 있으며, 수질개선의 일환으로 저층수 배제시설이 계획되고 있다.

본 연구에서는 저층수 배제시설의 하류부 오염확산을 검토하여, 최적의 방류구 위치를 규명하고 저층수 배제시 하류확산 영향을 파악하는데 그 의미가 있다.

2. 영산호 수질조사

(1) 조사개요

영산호 수질 조사지점은 영산강하구둑 구조개선사업 기본계획(2009.10, 한국농어촌공사)에서 제시한 지점과 영산호의 지형여건을 고려하여 영산강하구둑 중앙부, 남창천 합류지점, 목포측 연안 등의 4개소를 선정하였으며, 조사지점의 좌표제원은 <표 1> 및 <그림 1>과 같다.

표 1. 수질조사 지점 좌표제원

지점	X 좌표	Y 좌표	비탁고(EL.m)
#1 지점	E126° 27' 40.5"	N34° 37' 31.9"	-16.38
	150,619,45011	143,866,33555	
#2 지점	E126° 27' 06.5"	N34° 47' 40.9"	-13.56
	149,756,44888	144,149,34905	
#3 지점	E126° 26' 41.2"	N34° 47' 59.0"	-12.93
	149,116,45278	144,710,36116	
#4 지점	E126° 27' 22.0"	N34° 47' 58.9"	-13.60
	150,153,45879	144,701,34691	

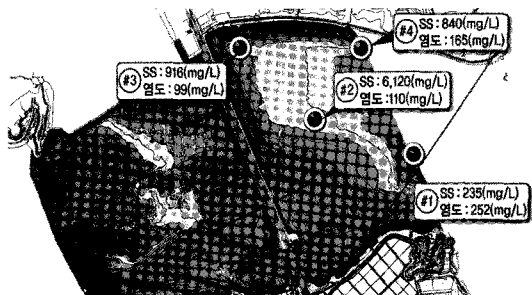


그림 1. 수질조사 지점도



(2) 조사결과

수질측정결과, 염도는 기존 배수갑문 상류 심층부 (#1번 지점)가 가장 높고, 수질 저하의 주 오염원인 SS의 농도는 #2번 지점이 가장 높은 것으로 조사되었다.

또한, 하천 양안에서 유심부로 갈수록 저질의 농도가 증가하며, 조사지점별로 바닥고 부근 1~2m 지점에서 저질의 농도가 급격히 증가하는 양상을 보였다.

표 2. 각 지점의 깊이별 SS 및 염도분석 결과

구분	깊이(m)	SS(mg/l)	염도(ppm)	CL(mg/l)
#1지점	0	10.0	72,35648	40,0523
	2	9.3	73,0471	40,4316
	4	10.6	71,50469	39,5808
	6	10.6	75,02295	41,5283
	8	15.3	73,76975	40,8346
	10	22.8	136,65087	75,6419
	12	46.4	165,64149	91,6894
#2지점	14	235.2	252,19438	139.6
	0	8.9	75,82090	41,97
	1	9.3	74,64050	41,3166
	2	10.1	76,81017	42,5176
	4	11.9	73,79829	40,8504
	6	13.5	76,02396	42,0824
	8	20.8	76,84449	42,5366
	10	34.4	79,00946	43,735
#3지점	12	6,120.0	109,89587	60,8319
	0	9.8	79,74491	44,1421
	2	10.0	77,96564	43,1572
	4	8.8	83,86981	46,4254
	6	10.8	75,48380	41,7834
#4지점	8	916.0	98,69237	54,6303
	0	11.5	84,46741	46,7562
	2	15.1	102,42759	56,6979
	4	10.0	83,71264	46,3384
	6	840.0	165,35352	91,53

영산호의 저수온층과 저산소층은 <그림 2>에서 보는바와 같이, 약 EL.(-)9.50m로 이는 기존 배수갑문의 Sill 표고가 EL.(-)9.35m에 기인한 것으로 사료된다.

3. 오염물 확산 영향검토를 위한 기본가정

(1) 노선선정을 위한 기본가정

가. 영산호 내·외측 수위자료

영산호 배수갑문의 2005년~2009년까지의 내·외측 수위자료를 검토한 결과, 해측 수위자료의 결측치가 일부 존재하였다. 부분 결측치는 조화분석을 통하여 보완하였다.

나. 배제관경

현재, 저층수 배제시설을 통한 영산호의 수질개선에 대한 명확한 목표치가 제시되어 있지 않으므로, 자연배제량에 대한 적합성을 판단할 근거가 부족하여 영산강하구둑 구조개선사업 기본계획에서 제시한 관경 D2,200mm를 적용하였다.

다. 영산호측 저층수 배제노선

영산호의 효과적인 수질개선을 위해서는 염도와 저질을 동시에 배제하는 것이 효율적이다. 영산호 수질조사 결과, 염도와 SS 농도가 가장 높은 지점이 상이하여 <그림 3>과 같이 저층수 배제라인을 이중화하여 동시배출이 가능토록 계획하였다.

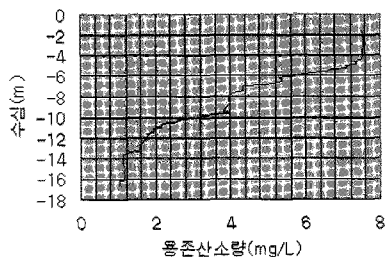
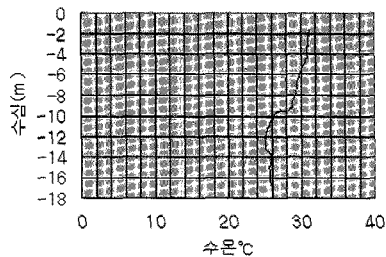


그림 2. 수심별 수온 및 용존산소량 분포도

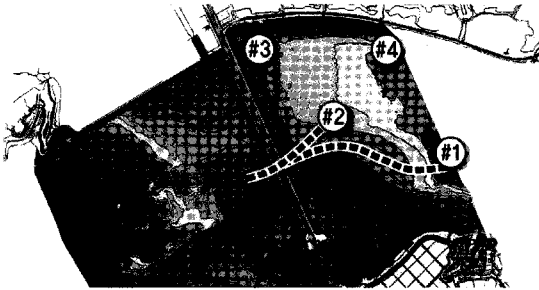


그림 3. 저층수 배제시설 유입구 위치도

4. 저층수 배제 시 오염물 확산 영향 검토

(1) 저층수 배제 시 영향성 검토 실험안

저층수 배제시설의 방류구 위치별 오염원 확산범위를 검토하여 최적의 방류구 위치선정을 위하여 각 Case 별 실험안을 선정하여 분석하였다.

표 3. 저층수 배제 시 영향성 검토 실험안

실험안	배출구 위치 (EL.m)	방류조건 (m ³ /sec)	경계조건
CASE1	-23.0m	7.0	<ul style="list-style-type: none"> • 방류구 #1(Ø2200) - SS : 235 mg/l - 염도 : 252 mg/l
CASE2	-21.0m		
CASE3	-19.0m		
CASE4	-17.0m		
CASE5	-15.0m		
CASE6	-13.0m		
CASE7	-11.0m		
CASE8	-9.0m		
CASE9	-9.2m	3.5	<ul style="list-style-type: none"> • 방류구 #1(Ø2200) - SS : 6,120 mg/l

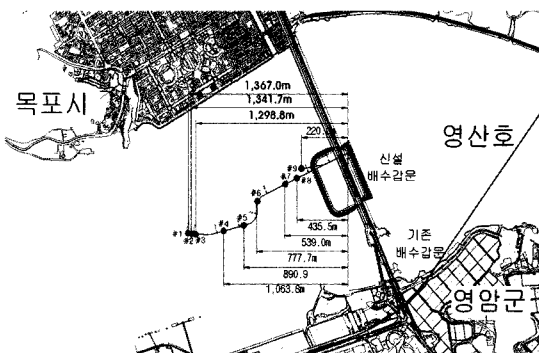


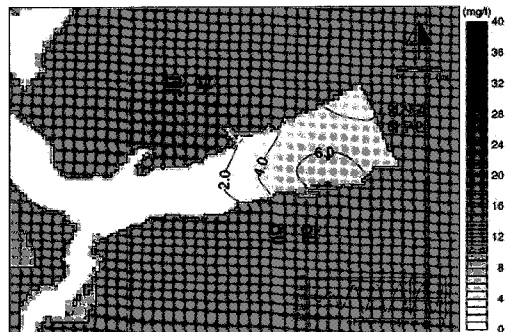
그림 4. 저층수 배제시설 방류구 위치도

(2) 시나리오별 검토 결과

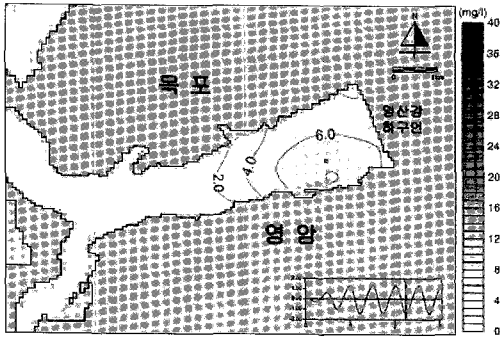
가. 방류구 위치별 오염확산 영향검토 결과

〈그림 5〉는 저층수 방류 완료 후 첫 번째 저조시 방류구 위치별 표층에서의 최대 확산범위 및 SS 농도의 분포를 도시한 것으로 배수갑문을 통한 담수방류가 없는 조건에서의 모의결과이다. 검토결과, CASE 1안의 경우 표층에서 최대 SS 농도는 6 mg/l 이내로 저층수 배제 시 영향이 가장 적은 나타났으며, CASE 8안의 경우 약 22~30 mg/l 로 CASE 1안과 비교해 5배 가량 농도가 증가하는 것으로 나타났다. 저층수 배제 시 최대 확산범위는 검토된 모든 실험안이 전반적으로 비슷한 확산범위를 보이고 있으며, 농도의 차이는 있으나 방류구 전면 약 2~3 km 지점까지 영향을 미치는 것으로 나타나고 있다.

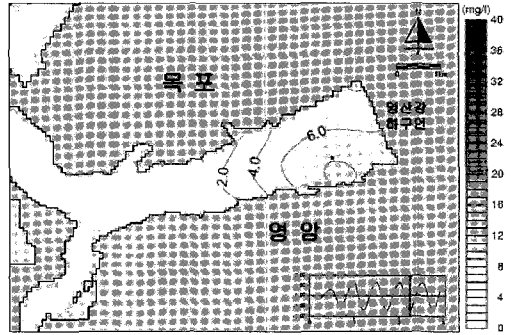
저층수 배제 시 영향은 방류구 위치의 표고 높을수록(수심이 얇은 경우) 크게 나타나고 있으며, 방류구와 증설 배수갑문과의 이격거리가 가까울수록, 즉 정체수역인 하구둑 전면에 근접하는 경우 방류된 오염원이 외해로 확산되지 못하고 내부 수역에 정체됨에 따라 점차 표층에서의 SS 농도는 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 저층수 배제시설 방류구의 위치는 배제 시 표층에서의 SS 농도 분포 및 외해와 원활한 해수교환을 감안할 경우 증설 배수갑문으로부터 약 1.3 km 이상 이격된 #1~#3의 위치가 가장 적절할 것으로 판단된다. 하지만, 저층수 배제관로의 설치연장이 과다하고, 해상공사임을 감안하여 적정 방류구의 위치를 신중히 고려해야 할 것으로 사료된다.



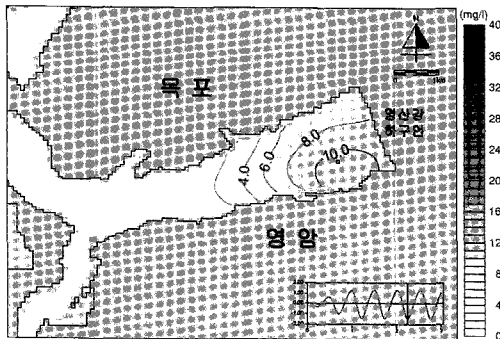
Case1



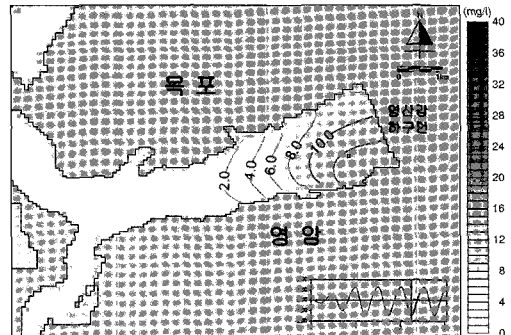
Case2



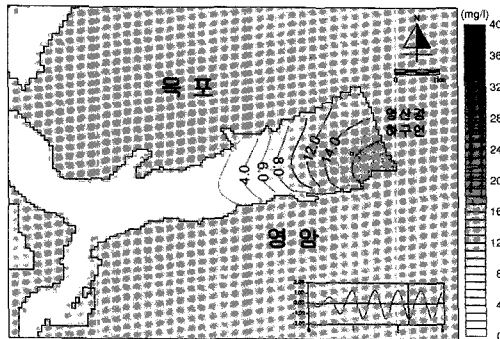
Case3



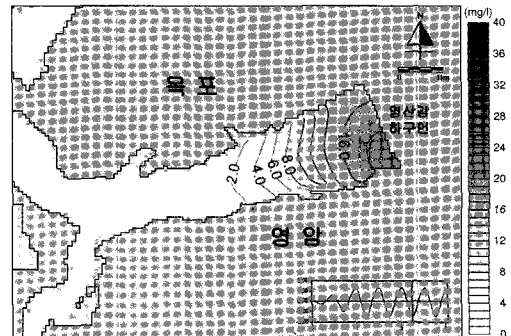
Case4



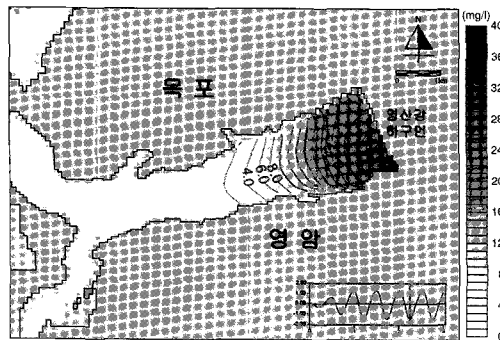
Case5



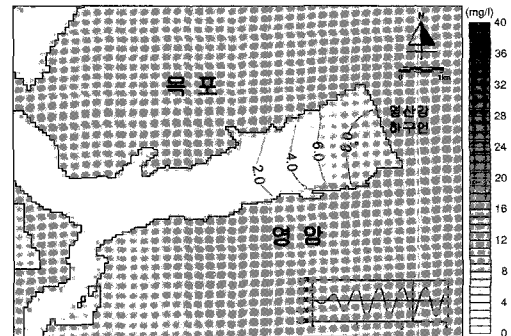
Case6



Case7



Case8



Case9

그림 5. 저층수 배제시설 방류구 위치별 최대 확산범위 및 농도분포



나. 100년 빈도 홍수발생시 오염확산 영향검토 결과
1) 표층부

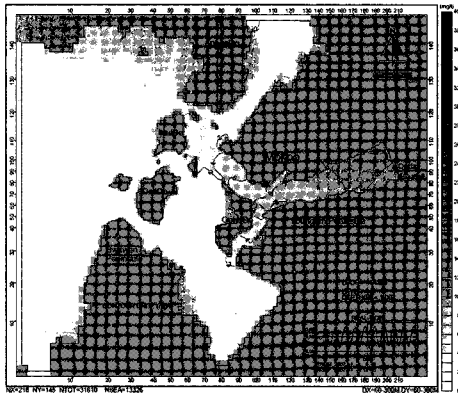
표층(0~2m)에서의 각 조시별 오염확산 양상을 살펴보면, 방류 완료 후 첫 번째 고조시의 SS 농도는 2~10 mg/l 의 농도로 영산강 하구둑에서 목포항 인근 해역에 이르는 내부 해역에 정체된 양상을 보이고 있으며, 첫 번째 저조시의 목포구, 중구, 북구 인근해역 및 청계만 해역까지 넓게 확산되어 이들 해역으로 2 mg/l 등농도선 분포가 나타나고 있다. 방류 완료 후 두 번째 고조시 유입된 해수로 SS 농도는 약 2 mg/l 감소한 2~8 mg/l 의 분포를 보이며, 확산 범위는 첫 번째 고조시와 거의 동일하게 나타나고 있다. 방류 완료 후 약 24시간이 경과한 두 번째 저조시의 SS 농도는 하구둑 전면을 제외하고는 대부분 해역에서 2~6 mg/l 의 분포를 보이며, 확산 범위는 첫

번째 저조시에 비해 다소 감소하는 것으로 나타났다.

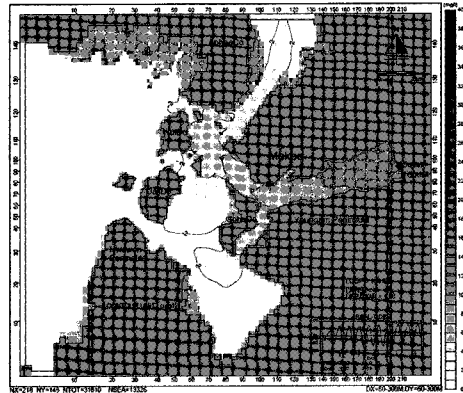
2) 중층부

중층(3~6 m)에서의 각 조시별 SS 농도는 표층과 비슷한 농도 분포를 보이고 있으나, 확산범위는 표층에 비해 크게 감소하여 대부분 오염원이 하구둑에서 목포항 인근해역에 이르는 내부 해역에 정체되고 있는 것으로 나타났다.

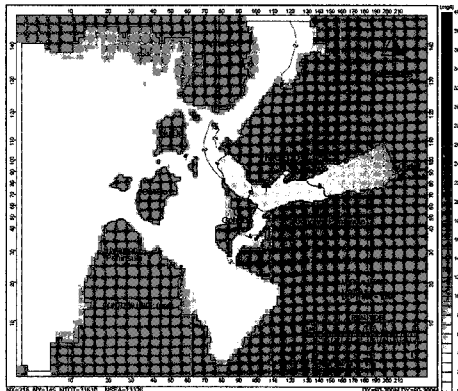
배수갑문을 통한 100년 빈도 홍수량 방류와 동시에 저층수 배제 시 항내로 유입된 오염원은 외해로 쉽게 확산되지 못하고 대부분 목포항 인근해역에 정체되며, 시간이 경과함에 따라 외해수의 유입으로 오염원 농도 및 확산범위가 점차 감소하는 것을 알 수 있다. 표층과 중층에서의 오염원은 거의 비슷한 농도 분포를 보이고는 있으나, 중층에 비해 표층에서의 확



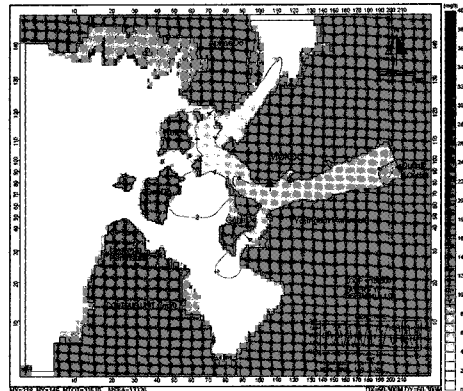
방류후 첫 번째 고조 시



방류후 첫 번째 저조 시



방류후 두 번째 고조 시



방류후 두 번째 저조 시

그림 6. 100년 빈도 홍수 방류 시 오염 농도분포 - 표층

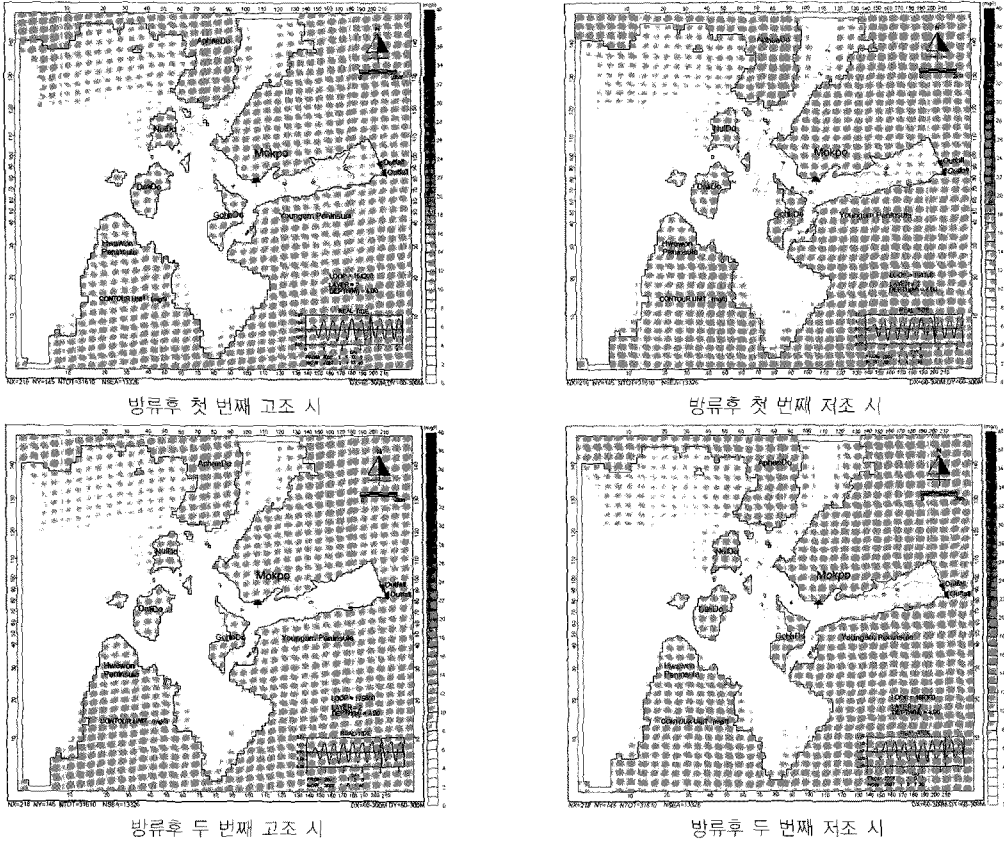


그림 7. 100년 빈도 홍수 방류 시 오염 농도분포 - 증증

산이 매우 넓게 일어나고 있음을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 저층수 배제시설의 방류구 위치별 오염원 확산범위 및 100년 빈도 홍수발생시 오염확산 영향을 검토하였다.

분석결과 저층수 배제시설의 방류구는 수심이 깊을수록, 배수갑문과의 이격거리가 멀수록 유리한 것

으로 판단되나, 시공성 및 경제성을 감안하여 신중히 고려해야 할 것으로 판단된다.

또한 100년 빈도 홍수량 방류와 동시에 저층수 배제시 향내로 유입된 오염원이 외해로 쉽게 확산되지 못하나 시간이 경과함에 따라 외해수의 유입으로 오염원의 농도 및 확산범위가 점차 감소하는 것으로 분석되었다.

저층수 배제시설에 대한 설계기준이나 시공사례가 부족한 국내 여건을 고려할 때, 본 연구가 저층수 배제시설 설계에 유익한 정보를 제공할 수 있기를 기대한다.

참고문헌

1. 영산강하구둑 구조개선사업 기본계획(2009.10, 한국농어촌공사)
2. 농업생산기반정비사업 조사·설계실무요령(농업기반공사)