

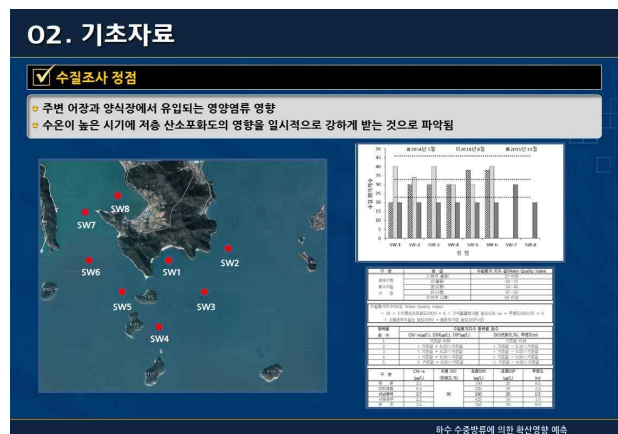
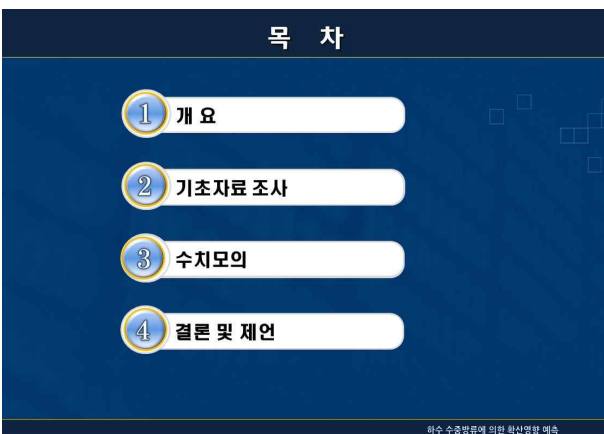
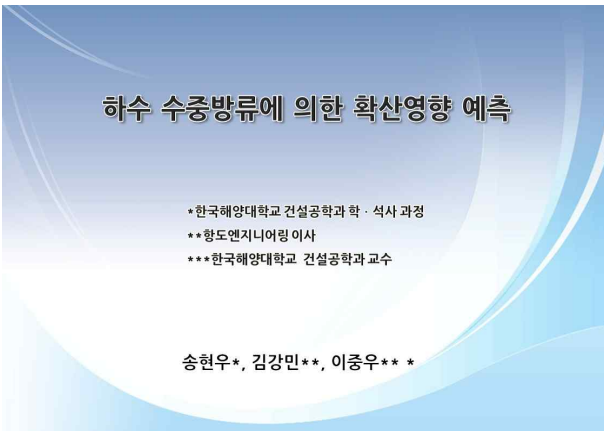
하수 수중방류에 의한 확산영향 예측

송현우* · † 김강민 · 이중우**

*한국해양대학교 건설공학과 학·석사 과정, † (주)항도엔지니어링 이사, **한국해양대학교 건설공학과 교수

요약 : 해안을 따라 인구밀도가 증가하고 임해지역공단 등 산업시설이 밀집하여 처리되지 않은 하·폐수가 증가하고 있다. 특히, 최근엔 필리핀 보라카이와 같이 관광·위락시설에 의한 하수가 대량으로 발생하고 있다. 또한, 세계적으로 거의 모든 국가의 주요 해안도시는 이러한 도시하수를 바다로 방류하고 있다. 현재로서는 이러한 하·폐수의 처리는 바다의 자정능력(self-purification capacity) 한계를 고려한 하수의 해양으로의 방류가 최선의 방법으로 판단된다. 현재 국내에서는 지역에 따른 배출허용기준에 따라 하수의 처리수 방류가 규제되고 있지만, 확산영역에 대한 법적 기준치는 제시되지 않고 있으며, 인근에 위치한 권리자들과의 이해관계 해결에만 몰두하고 있는 실정이다. 또한 확산영향예측이 원역 해석모형(Far Field analysis model)에 의해 수행되기 때문에 근역(Near Field)에서의 영향을 간과하고 있다고 판단된다. 따라서 급회 연구에서는 기존 연구결과를 기준하여 특정해역에 대한 원역과 근역 해석에 따른 확산영향 예측을 수행하고 그 결과를 비교하여 앞으로의 해석방법을 제시하고자 한다.

핵심용어 : 도시하수, 방류, 자정능력, 배출허용기준, 법적 기준치, 원역 해석모형, 근역, 확산영향 예측



* 정회원, ysy881@naver.com
† 교신저자 : kikami72@gmail.com
** 중신회원, jwlee@kmou.ac.kr

02. 기초자료

☑ 수질현황

조사시기에 따른 영양염류와 유기오염물질 지표인 COD, T-N, T-P, TOC의 농도변화는 크지 않아, 주변 환경(어업권 등)의 영향이 큰 것으로 나타남



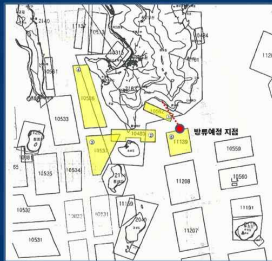
항목	구분	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7	SW8
COD (mg/L)	0505	1.8	2.0	1.9	1.5	1.7	1.8	1.5	1.6
	0510	1.8	2.0	1.9	1.5	1.7	1.8	1.5	1.6
	0515	1.8	2.0	1.9	1.5	1.7	1.8	1.5	1.6
	0520	1.8	2.0	1.9	1.5	1.7	1.8	1.5	1.6
T-N (mg/L)	0505	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0510	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0515	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0520	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
T-P (mg/L)	0505	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	0510	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	0515	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	0520	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TOC (mg/L)	0505	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0510	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0515	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0520	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

하수 수중방류에 의한 확산영향 예측

02. 기초자료

☑ 어업권 현황

주변 패류 양식업이 수행되고 있음



No	관리번호 (관리구역)	소재지	방류구	종류	비고
1	30469	송라마을 어촌계	4	조개	
2	30501, 30502, 30503, 30504, 30505, 30506, 30507, 30508, 30509, 30510, 30511, 30512, 30513, 30514, 30515, 30516, 30517, 30518, 30519, 30520, 30521, 30522, 30523, 30524, 30525, 30526, 30527, 30528, 30529, 30530, 30531, 30532, 30533, 30534, 30535, 30536, 30537, 30538, 30539, 30540, 30541, 30542, 30543, 30544, 30545, 30546, 30547, 30548, 30549, 30550, 30551, 30552, 30553, 30554, 30555, 30556, 30557, 30558, 30559, 30560, 30561, 30562, 30563, 30564, 30565, 30566, 30567, 30568, 30569, 30570, 30571, 30572, 30573, 30574, 30575, 30576, 30577, 30578, 30579, 30580, 30581, 30582, 30583, 30584, 30585, 30586, 30587, 30588, 30589, 30590, 30591, 30592, 30593, 30594, 30595, 30596, 30597, 30598, 30599, 30600	6	조개		
3	30500	송라마을 어촌계	14	굴	
4	30500	송라마을 어촌계	30	굴	
5	30500, 30501, 30502, 30503, 30504, 30505, 30506, 30507, 30508, 30509, 30510, 30511, 30512, 30513, 30514, 30515, 30516, 30517, 30518, 30519, 30520, 30521, 30522, 30523, 30524, 30525, 30526, 30527, 30528, 30529, 30530, 30531, 30532, 30533, 30534, 30535, 30536, 30537, 30538, 30539, 30540, 30541, 30542, 30543, 30544, 30545, 30546, 30547, 30548, 30549, 30550, 30551, 30552, 30553, 30554, 30555, 30556, 30557, 30558, 30559, 30560, 30561, 30562, 30563, 30564, 30565, 30566, 30567, 30568, 30569, 30570, 30571, 30572, 30573, 30574, 30575, 30576, 30577, 30578, 30579, 30580, 30581, 30582, 30583, 30584, 30585, 30586, 30587, 30588, 30589, 30590, 30591, 30592, 30593, 30594, 30595, 30596, 30597, 30598, 30599, 30600	9	굴		

하수 수중방류에 의한 확산영향 예측

02. 기초자료

☑ 오염물질의 배출허용기준

금회 연구대상 리프지의 총 발생오수량은 3,230 m³/day 중 중수로 재활용되는 30%를 제외한 최종 방류오수량은 2,260 m³/day임

항목	종류	가	나
항목	가	나	

표준: 환경부 고시 제2017-137호, 배출허용기준(배출) 기준을 적용한 원안 지역 지역 부양

항목	1일 최대배출량 2,000m ³ 미만		1일 최대배출량 2,000m ³ 미만		T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	중수부
	중수부	배출량 (m ³ /일)	중수부	배출량 (m ³ /일)			
농업지역	300이하	400이하	300이하	400이하	30 이하	3 이하	1
지역	600이하	700이하	600이하	800이하	60 이하	8 이하	5
난양지역	800이하	900이하	1,300이하	1,300이하	80 이하	10 이하	5
확산지역	300이하	400이하	300이하	400이하	30 이하	3 이하	5

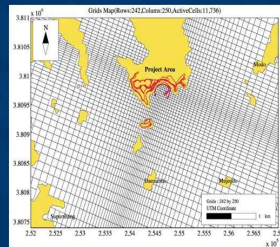
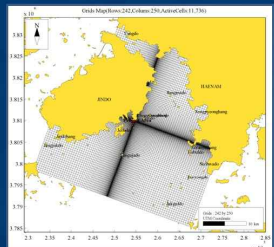
항목	배출량 (m ³ /일)	중수 재활용 (m ³ /일)	최종 방류량 (m ³ /일)
COD	2,300	690	1,610
TN	60	18	42
TP	8	2.4	5.6

하수 수중방류에 의한 확산영향 예측

03. 수치모의

☑ 원역(Far Field) 수치모형

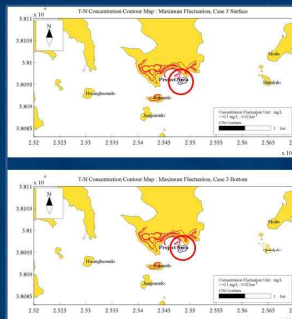
EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code)
수평적 - 250 x 242 = 11,736개(30~500m 가변격자), 수직적 3개 layer / 실행조건 -M2, S2, K1, O1



하수 수중방류에 의한 확산영향 예측

03. 수치모의

☑ 원역(Far Field) 수치모형



하수 방류량 1,974m³/day
T-N 방류농도 8mg/L
표적층 최대확산범위는
0.1mg/L 이상 0.02 해,
0.2mg/L 이상 0.01 해,
로 나타남

하수 수중방류에 의한 확산영향 예측

03. 수치모의

☑ 근역(Near Field) 수치모형

CORMIX(CORnel | MIXing zone expert system)



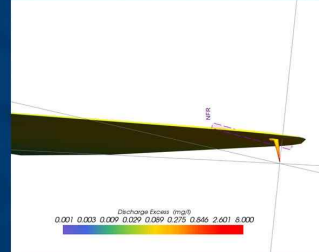
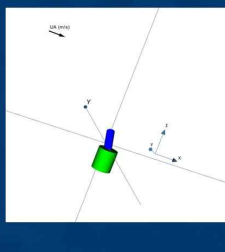
- 수심 조건: DL(-)8.0m
- 방류 조건: Submerged discharge with single port
- 방류구 직경: 3,000mm
- 방류량: 1,974m³/day, T-N 방류농도 8mg/L
- 배경농도: 8할 수질지수(SW 1, 2, 3 평균치 표준 0.324mg/L, 계층 0.266mg/L)
- 해수 밀도분포: 8할 수질지수(SW 1, 2, 3 평균치 표준 21.93 t, 30.73psu / 계층 21.89 t, 31.01psu)
- 유속: 낙조시 표.계층 최강 유속 8~9cm/s, 2~5cm/s
- 조석영향: 12.4hr(조석주기, 평균 3시간 전 최강유속 발생 조건)
- RMZ(Regulatory Mixing Zone) 설정: 200m

하수 수중방류에 의한 확산영향 예측

03. 수치모의

☑ 근역(Near Field) 수치모형

방류시스템 설정 : 수중 단일방류구



하수 수중방류에 의한 확산영향 예측

04. 결론 및 제언

☑ 결론

- 원역(EFDC 3차원)과 근역(CORMIX 3차원) 해석으로 인하여 가용농도 0.1mg/L의 영향범위는 큰 문제없이(모두 만족)는 범위를 나타냄
- 근역에서는 주변 유속(0.05m/s) 보다 빠른 유속(0.311m/s)으로 인하여 초기확산이 완전히 되기 이전에 표층(수면)에 포착되는 것이 확인됨
- 따라서, 원역 해석 상 표.저층에서 큰 변화가 없는 것과 다르게 근역 모델에서는 이를 정확히 재현함

☑ 제언

- 금회 해석 결과, 근역에서의 해석결과 금회 반영된 방류시스템(방류량, 속도, 방류구 입경 등)은 큰 문제를 안고 있음, 즉, 초기에 수면에 희석되기 때문에 실제로 원역모델의 결과와 같이 완만한 희석을 기대하기 어려움
- 따라서, 이러한 수중방류에 대한 수치모의는 근역 혼합모델을 사용하고 난 후, 원역 모델을 적용해야 할 것으로 판단됨

하수 수중방류에 의한 확산영향 예측