

서산 부남호 수문을 통한 오염물질 확산 모델링.

한두희*

*청운대학교 건축공학과

e-mail:hanknu@hanmail.net

Computer Simulation of Water Pollution by Opening the Water Gate of Bunam Lake in Seosan City.

Doo Hee Han*

*Chungwoon University

요 약

본 논문은 호수 바닥이 오염된 서산 부남호의 수문을 개방했을 때 예상되는 오염물질의 확산에 관한 것이다. 몇 가지 각본을 가지고 컴퓨터 시뮬을 한 결과 적절한 시간 간격을 주고 방류할 경우 천수만에 위치한 가두리 양식장에 지장이 없음을 알았다.

1. 서론

[표 1] 1997년도 방류량 일부 (CASE II)

부남호의 배수갑문은 총길이 35.6m이고 4개의 갑문(6.5× 4× 4련)으로 이루어져 있으며 바닥표고는 -4.0m이다. 부남호 앞의 바다 지형은 부남호 중심축 방향으로 길게 수심 10m 이상의 골이 형성되어 있지만 배수갑문이 설치된 지역은 수심이 낮은 지역이다. 부남호 배수관문 정면에는 작은 규모의 바위 절벽이 위치하여 유속이 심하게 빠르더라도 완화시키는 역할을 할 수 있도록 되어 있다.

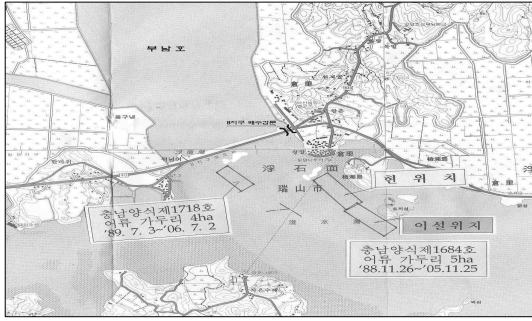
방류 일자	작동시간	작동시 수위		개방높이(m)		방류량 (ton)	초당 방류량(cms)
		담수호	바다	No 1	No 2		
3.14	60분	-2.81	-2.95	0.8	0.8	43,414	12
	90분	-2.81	-3.80	0.8	0.8	190,978	35
3.25	110분	-2.80	-3.50	0.8	0.8	283,764	43
	120분	-2.82	-3.64	0.8	0.8	216,504	30
4.05	50분	-2.76	-3.33	0.8	0.8	105,300	35
	120분	-2.77	-3.51	0.8	0.8	271,728	38
4.08	150분	-2.86	-4.37	0.8	0.8	651,780	72
	150분	-2.88	-4.53	0.8	0.8	814,860	90
4.10	120분	-2.94	-3.92	0.7	0.7	214,992	30
	100분	-2.96	-4.15	0.7	0.7	540,792	90



[그림 1] 부남호 앞바다(해도DC322)

한편 1997년 방류 기록을 한 예로 살펴보면, 주로 CASE II의 경우로 배수갑문을 계속 열어놓는 것이 아니라 60-180분 정도로 방류한 후 닫는 방법을 사용하였으며, 이 경우 초당 방류량은 10-90cms의 분포를 보이나 40cms 부근이 많았던 것을 알 수 있다.

한편, 부남호 앞바다엔 어민들이 설치한 가두리 양식장이 설치되어 있어 수질이 나빠질 경우 치어들이 폐사하여 막대한 손실을 초래할 수 있다. 농업기반공사 인수관리단에 따르면, 어민들의 허가기간은 끝나가지만 1년 단위의 재계약을 원하고 있어 당분간 가두리 양식장을 관련지어 일을 계획할 필요가 있다.



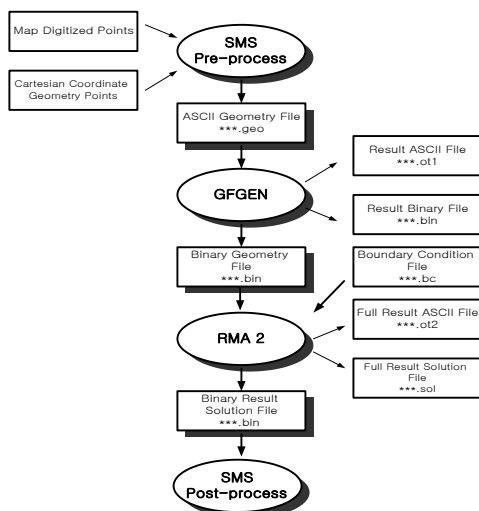
[그림 2] 부남호 앞 가두리 양식장 현황

2. 모델링 방법 및 주안점

컴퓨터 모의를 통하여 알아야 할 내용은 부남호 배수관문을 개방했을 때 오염된 부남호의 물이 주위 해역에 미치는 영향과 부남호의 퇴적물을 준설할 경우 발생할 수 있는 부유물을 방류할 때에 인근 해역에 미치는 영향 등 두가지 줄기이다. 오염물 확산 및 부유사 발생에 따른 영향예측을 위하여 적용된 수치 모델은 미국 공병단 수리실험국(U.S. Army Corps of Engineering Waterway Experiment Station)에서 개발된 모델인 GFGEN, RMA2 및 RMA4모형으로 이들을 통합한 SMS(Surface Water Modeling System, Ver. 8.1)를 이용하였다.

2.1. 모델링 개요

본 연구에서는 부남호 배수관문을 통한 부유 토사 및 오염물질의 물리적 확산을 모의하기 위해서 GFGEN, RMA2 및 RMA4 모형을 적용하였다. 그림 3은 RMA2 모형의 수행 흐름도를 나타내 준다.

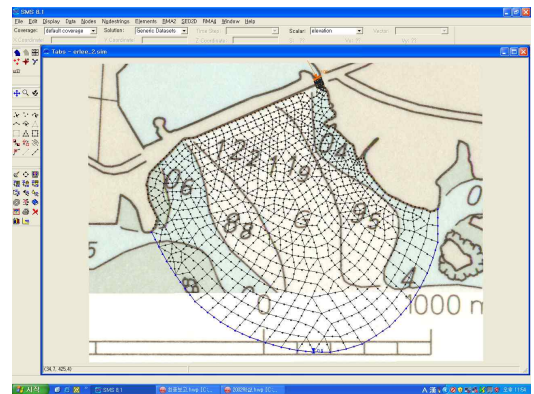


[그림 3] RMA2 모형의 수행흐름도

2.2. 모델링 입력자료 구성

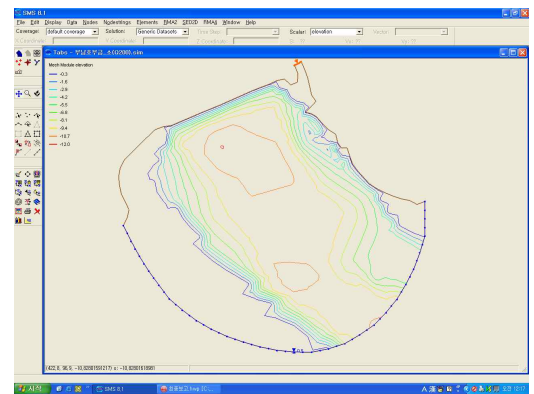
2.2.1 지형자료 구성

지형자료는 해도(DC322)를 참고하여 인근지역을 스캔하여 사용하였고, 해저에 관한 정보는 해저지도에 나타난 수치를 적용하였다. 매쉬를 만드는 방법은 스케일이 표시된 지도를 배경으로 놓고, 고려하는 지역을 4개의 node string으로 구성한 후 유한요소망을 구성하였다. 만들어진 유한요소망에 해도의 해저정보를 입력하여 3차원 유한요소망을 구성하였다. [그림 4]는 부남호 앞바다의 유한 요소망을 나타내고 있다.



x-y 면

[그림 4] 부남호 앞바다의 유한 요소망 구성



[그림 5] 유한요소망에 사용한 지형 구배

2.2.2 유입유량 선정

대상지역의 유동조건을 위하여 1997년 방류량을 참고로 하였으며, 방류량을 10, 20, 50, 100cms인 경우를 고려하였다.

2.2.3 모델 입력 계수

RMA2 모의를 위해 요구되는 입력계수로 난류확산계수(eddy viscosity)와 Manning값을 들 수 있다.

[표 2]는 USACE-WES에서 제시하고 있는 eddy viscosity 값을 나타내고 있으며, 본 모의에서는 eddy viscosity 값으로 15,000을 사용하여 모의하였다. [표 3]은 모의하고자 하는 수체의 특성에 따른 Manning값의 범위를 나타내고 있으며, 본 모의에서는 0.025를 적용하였다.

[표 2] 난류교환계수값의 범위

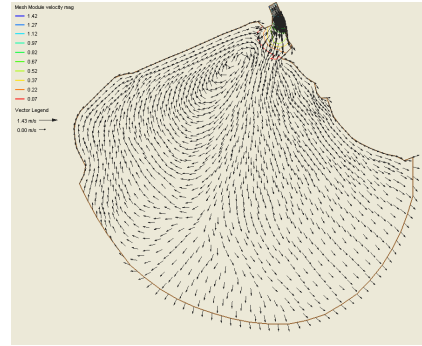
Type of Problem	ϵ Value [N·sec/m ²]
Homogenous horizontal flow around an island	500 - 5000
Homogenous horizontal flow at a confluence	1100 - 5000
Steady-state flow for thermal discharge to a slow moving river	1000 - 50000
Tidal flow in a marshy estuary	2500 - 10000
Slow flow through a shallow pond	10 - 50

[표 3] Manning의 n값의 범위

상 태	n값
하상조건이 양호한 얕은 하천	0.025 - 0.035
깊은 하천	0.018 - 0.025
식생이 없는 얕은 하구	0.020 - 0.030
깊은 하구	0.015 - 0.020
식생이 왕성한 습지	0.05 - 0.10

2.2.4 유속 모의

초기방류량 10, 20, 50, 100cms에 대하여 모의를 하였다. 배수관문이 4개의 수문으로 이루어져 있지만 전체로 퍼져나가는 것으로 단순화하였고 방류되는 유속은 배수관문의 수직방향으로 설정하였다. 따라서 배수관문 직후의 와류에 대한 모의는 생략이 되어 있다. 방류 형태에 따라서 방류수의 초기 유속이 달라지지만, 이 경우도 일률적인 수면 설정을 통하여 단순화하였다. 따라서 초기 방류속도는 실제와 다를 수 있지만 출발 후 20여 m 이후부터는 별 영향을 끼치지 못한다. 초기 방류량에 따라 유속 분포는 다르지만 대체로 배수관문 통과 후 왼쪽에 와류가 생긴다.



[그림 6] 방류량 10cms일 경우의 유속분포

3. 부유물 방류에 관한 모의

3.1 부유물 발생량 산정

부남호 앞바다는 배수갑문과는 좌로 떨어진 위치에 남동방향으로 깊은 바닥줄기가 위치하여 있고 사방이 열린 구조이고 천수만과 안면도 앞바다의 영향을 입어 해류가 형성되며, 조석 간만의 영향과 바람의 영향등 고려하여야 할 변수가 많고 유한확정적으로 규정짓기가 어렵다. 따라서 이번 모의에서는 바다는 깊은 바닥줄기를 갖는 정상상태의 수조에 배수갑문을 통하여 일정한 흐름이 유입되는 이송과 확산/이송확산이 작용하는 혼합흐름 반응조로 가정하였다.

3.2 부유물 발생량 가정 및 확산 모의 각본

준설 공사중 발생할 부유물의 농도를 2, 3, 4 등급 및 등급 외로 가정하여 모의하였다. 모의에 사용할 부유물의 농도는 다음 [표 4]과 같다.

[표 4] 부남호로부터 유출될 부유물질 농도

구 분	부유사 농도 (ppm)	내 용
2등급	5	하류준설시에는 많은 양의 부유토사들이 유출 가능성
3,4등급	15	
등급외	30-50	

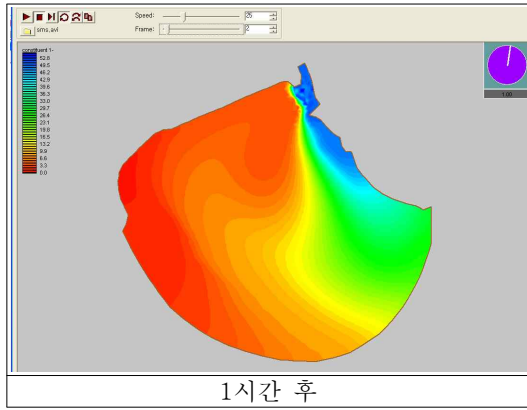
모의는 [표 5]와 같은 시나리오를 가지고 24시간 계속 방류할 경우와 3시간 방류 후 방류수만 방류할 경우로 나누어 모의하였다.

[표 5] 부유물질 확산 모의 시나리오 구성

구 분	부유사발생예상량 (ppm)	비 고
시나리오1	5	
시나리오2	15	
시나리오3a	30	
시나리오3b	50	

3.3 모의 결과

부유사의 발생은 공사 시작 후 24시간 연속하여 발생하는 경우(a)와, 3시간 발생 후 방류수만 방류하는 경우(b)를 모의하였다.



[그림 7] 부남호 배수관문을 통한 부유사 확산 (부유토사50ppm 24시간 방출)

4. 오염물질 확산 모의

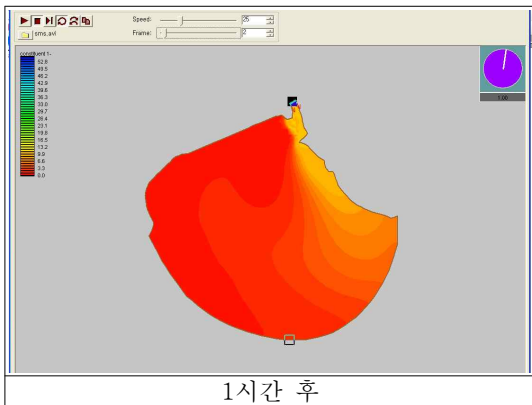
일반적으로 오염물질은 화학적 과정을 수반한다. 그러나 본 확산 모의에서는 확산되는 동안 물리적인 과정만 수반한다고 가정하였다.

4.1 오염물질의 확산모의 시나리오

준설 공사중 발생할 부유물의 농도를 2, 3, 4 등급 및 등급 외로 가정하여 모의하였다. 모의에 사용할 부유물의 농도는 다음 [표 5]와 같다.

[표 5] 부남호로부터 유출될 부유물질 농도

구 분	화학적 산소요구량 (ppm)	비 고
2등급	3	물리적인 과정만 고려
3등급	6	
4등급	8	
5등급	10	



[그림 8] 부남호 배수관문을 통한 오염물질 확산(COD 10)

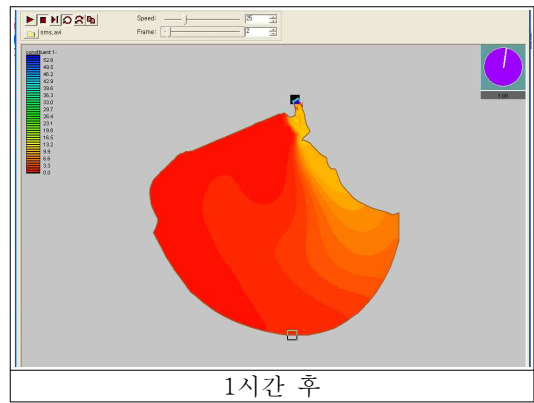
모의는 [표 6]과 같은 시나리오를 가지고 24시간 계속 방류할 경우와 3시간 방류 후 방류수만 방류할 경우로 나누어 모의하였다.

[표 6] 부유사 확산 모의 시나리오 구성

구 분	화학적 산소요구량 (ppm)	비 고
시나리오1	3	
시나리오2	6	
시나리오3	8	
시나리오4	10	

4.2 모의 결과

COD 3ppm인 오염물질이 24시간 방류될 때의 모의이며, 이 경우 8시간 만에 대상지역이 3ppm으로 오염된다. COD 6ppm의 오염물질이 24시간동안 방류될 때의 모의이며, 이 경우 14시간이면 대상지역 전체가 6ppm으로 오염된다. COD 8ppm의 오염물질이 계속 방류될 때의 모의이며, [그림 8]은 COD 10ppm인 오염물질이 24시간 방류될 때의 모의이다. [그림 9]는 COD 10ppm의 오염물질이 3시간동안 방류되다가 깨끗한 방류수가 방류될 때의 모의이다.



[그림 9] 부남호 배수관문을 통한 오염물질 확산(COD 10 3시간 방류 후 방류수만 방류)

5. 결론

호수와 바다의 수질기준이 달라 호수의 오염된 물을 방류할 때 바다의 수질 기준을 고려하여야 한다. 부남호 앞바다는 가두리 양식장에서 송어나 우럭 등을 기르고 있으므로 등급 II의 기준에 적합하여야 한다. 등급 II에서 화학적 산소요구량은 2이하를 요구하므로 방류시 모의 구역의 COD가 2가 되기 전 방류를 중단하고 충분한 희석을 한후 다시 방류하는 간헐적인 방법을 사용한다면 어민들에게 큰 피해가

없을 것이다. 이것은 현재의 바다 오염도를 고려하지 않았기 때문에 방류시간은 더 짧게 설정되어야 하지만 모의에서 방류량을 극대로 잡았기 때문에 방류량을 적게 조절하면 방류시간을 적절히 늘릴 수 있을 것이다. 부유물질의 퇴적은 수년 이상 계속 방류할 경우 고려할 정도이지만 단기간의 방류에는 모의에 의한 퇴적 영향 측정은 의미를 찾기에 약하다. 다만 부유물질이 천수만으로 확산될 때 직접적으로 양식장에 영향을 줄 수 있는 가능성을 배제할 수 없으므로 확산정도는 충분한 의미를 지닌다.

참고문헌

- [1] 한두희, “현대콘도 오페수 방류에 따른 영향평가”, 청운대학교 건설환경연구소 논문집 창간호, 2003
- [2] ems-i, “SMS: EMS-I Training Course”, ems-i, 1999.
- [3] 이영신, 한두희 외, “부남호 수질개선사업 연구용역”, 현대건설 연구용역 최종보고서, 한서대학교, 2005