2차원 이송-확산모형을 이용한 취수장 인근에서의 오염물질의 혼합거동 모의

Simulation of Pollutants Transport using 2-D Advection-Dispersion Model near Intake Station

김재동* · 김영도** · 류시완*** · 서일원****
Kim, Jae Dong · Kim, Young Do · Lyu, Siwan · Seo, Il Won

Abstract

The transport and dispersion of pollutants in natural river is a principal issue in intake station management. To study the pollutant transport in natural rivers, the effect of meandering and confluence of tributary on mixing process have to analyzed. The objective of this study is to simulate the mixing and transport of pollutants for operating water gate of Nakdong Estuary Barrage around the intake station. Mulgeum intake station being used as drinking water sources for Pusan. The flow around the intake station is influenced by operating water gate of Nakdong Estuary Barrage which is located downstream. The water gate system includes ten individual gates. The minor gate is usually opened according to elevation of the sea. When the river flow increases, the main water gate is opened. Daepo stream, tributary of the Nakdong river, is on opposite side of the intake station. The pollutants from Daepo stream often flows into the intake station acoording to the flow pattern. In this study, based on this simulation results, proper water gate operation which can minimize negative impact will be provided.

key words : Intake station; Transport&Dispersion; Mixing&Transport; Nakdong Esturaty Barrage; 2-D Numerical Modeling

하천에 위치하는 취수장의 수질관리에 있어서 오염물질의 이송-확산은 주요 관심사다. 오염물 이송에 관한 연구를 위해서는 하천의 사행에 따른 영향과 지류의 유입에 따른 혼합에 대해서 분석이 수행되어져야 한다. 본 연구의 목적은 낙동강 하류에 위치한 물금취수장 부근에서의 오염물의 혼합거동을 모의하고자 하였다. 물금취수장은 부산광역시의 음용수로써 이용되고 있으며, 물금취수장 인근에서의 흐름은 인근의 지천의 유입과 본류 유량, 그리고 하류단에 위치한 하구둑 수문개폐 여부의 영향을 받는다. 수문은 10개의 수문으로 구성되며, 평상시에는 조위에 따라서 보조수문을 개방하고 유량이 증가할 때 주수문을 함께 개방한다. 취수장 맞은편인 본류의 우안에는 지류인 대포천이 위치하는데 지류에서 발생한 오염물질은 취수장 인근에 흐름 형태에 따라 취수구로 유입되기도 한다. 본 연구에서는 2차원 수치해석 결과를 바탕으로 오염사고에 대비한 적절한 취수장 운영방안을 제시하고자 하였다.

핵심용어 : 취수장; 이송&확산; 혼합&거동; 낙동강하구둑; 2차원수치모형

1. 서 론

오염원과 취수장이 동일 영역 내에 위치할 경우 때문에 오염물질의 수평방향의 거동을 예측하는 것이 무

* 비회원 · 인제대학교 환경공학부 · 석사과정 · E-mail: jaedong36@nate.com
** 정회원 · 인제대학교 환경공학부 · 조교수
*** 비회원 · 창원대학교 토목공학과 · 조교수
**** 정회원 · 서울대학교 지구환경시스템공학부 · 교수

엇보다 중요하다. 본 연구에서 적용하고자 하는 낙동강 하류는 경상남도와 부산시의 중요한 용수공급원으로 수질에 대한 관리가 중요하다. 낙동강 하류부에 위치하고 있는 물금취수장은 맞은편에 본류의 지천인 대포천과 소감천이 위치하는데 두 하천에서 오염물이나 토사 발생 시 취수장에 직접적인 영향을 끼칠 수 있다. 낙동강 하류부 흐름은 하구둑 수문개방의 영향을 받는데 해수면의 수위와 본류의 유량에 따라 수문을 조절함으로써 방류량이 변하게 된다. 방류량이 변함으로써 취수구 주변에서 수리학적 인자인 유속분포가 다르게 나타나게 되는데, 이로 인하여 지천에서 유입되는 오염물질의 취수장 주변에서의 혼합 양상이 다르게 나타날 수 있다. 본 연구에서는 취수구 주변의 흐름 및 확산을 SMS를 이용하여 취수장 주변에서 오염물의 거동을 모의하고 수문운영의 따른 변화를 연구함으로써 적절한 수문운영을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 수치모형의 구성

2.1 적용현장 및 지형자료 구축

모형의 적용구간은 물금취수장에서 상류방향 약 5 km, 하류방향 약 8 km으로 대략 총 13 km길이가 된다. 상류와 하류에 경계단면은 사행이 없는 안정한 구간으로 선택하였다. 그림 1은 낙동강 하류부의 지도와 적용구간의 위치를 보여준다.

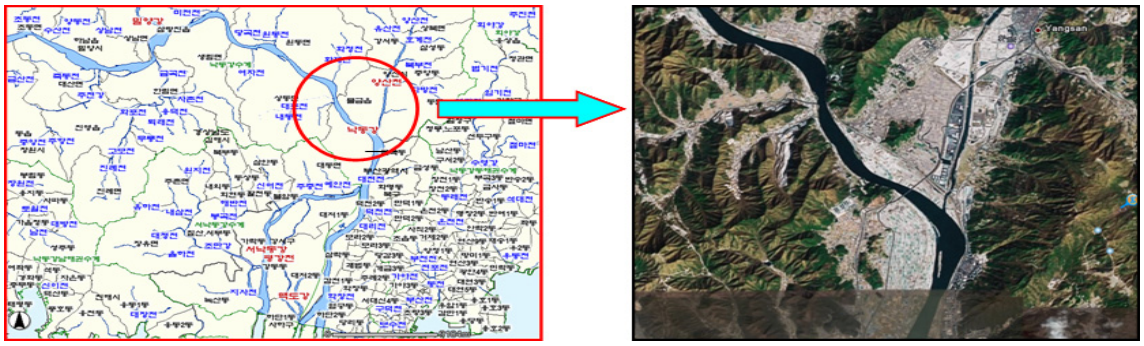

그림 1. 모의구간 지도 및 위성사진 (출처:WAMIS, Google Earth)

단면자료는 낙동강 하천정비 기본계획(보완)(1991, 건설교통부) 하천횡단 자료를 참고하여 8774개의 Element와 18325개의 Node로 그림2와 같이 지형격자를 구성하였다.

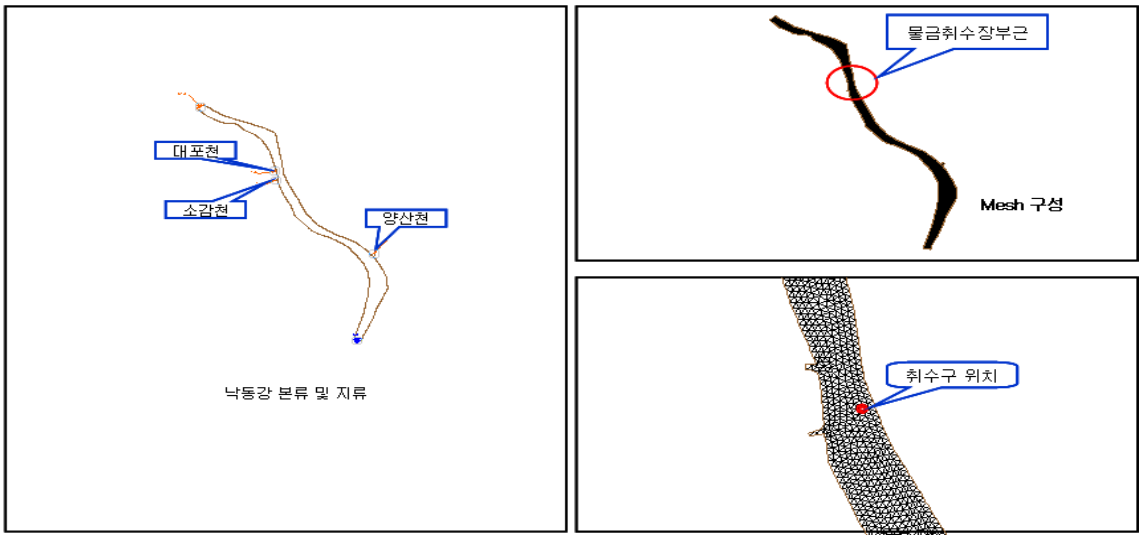

그림 2. 모의영역 및 지형격자 구성

2.2 수치모의 조건 및 입력자료

모의사상은 2007년 갈수기 기간인 10월21일부터 11월21일까지 낙동강 하구둑 방류량 자료 중 최소유량과 최대유량을 이용하여 상류단 경계조건에 51.7 CMS, 429.7 CMS를 각각 입력하였고, 하류단 수위 자료는 HEC-RAS 수위-유량관계 곡선을 이용하여 최소유량과 최대유량에서 얻어진 하류단 경계 수위 값을 입력하였다(표 1).

표 1. 낙동강 하구둑 방류량 및 모의구간 하류단 수위(출처: WAMIS)

관측일	유입량(m3/s)	총 방류량(m3/s)	여수로 방류량(m3/s)	기타 방류량(m3/s)	모의구간하류단수위(El,m)
2007-10-21	153	153	141,9	11,1	5,49
2007-10-22	201,7	201,7	189,9	11,8	5,57
2007-10-23	160,8	160,8	148,9	11,9	5,5
2007-10-24	215,7	215,7	204,7	11,1	5,59
2007-10-25	210	210	200,9	9,1	5,59
2007-10-26	196,5	196,5	181,2	15,2	5,56
2007-10-27	295,7	295,7	268,8	26,9	5,7
2007-10-29	167,8	167,8	159,3	8,5	5,51
2007-10-30	190	190	169,6	20,4	5,55
2007-10-31	125	125	105	20	5,42
2007-11-01	437,2	437,2	427,6	9,6	5,82
2007-11-02	376,5	376,5	354,3	22,2	5,77
2007-11-03	243,8	243,8	183,3	60,6	5,63
2007-11-04	145,8	145,8	131	14,9	5,47
2007-11-05	227,9	227,9	198,1	29,7	5,61
2007-11-06	102,2	102,2	72	30,2	5,36
2007-11-07	150,3	150,3	87,1	63,2	5,48
2007-11-08	82,7	82,7	69,1	13,6	5,29
2007-11-09	113,7	113,7	73,2	40,5	5,39
2007-11-10	104,4	104,4	70,5	33,8	5,36
2007-11-11	93	93	69,6	23,4	5,33
2007-11-12	69,7	69,7	58,4	11,3	5,24
2007-11-13	118,4	118,4	69,9	48,5	5,4
2007-11-19	133	133	121,6	11,4	5,44
2007-11-20	172,4	172,4	134,1	38,3	5,52
2007-11-21	51,7	51,7	38,3	13,3	5,15

취수장 맞은편에 위치한 지류인 대포천과 소감천 유량은 각각 1.5 CMS, 1 CMS를 입력하였고, 농도 값은 취수구 주변에서의 농도분포를 확인하기 위하여 임의로 두 지천 모두 100 값을 입력하였다.

3. 모의결과

넓은 하폭의 본류에서 최소유량을 나타낼 때 30분 간격으로 농도장의 변화를 모의 하였고, 그림 3에서와 같이 발생한 오염물의 거동을 살펴보면 본류에서의 유속이 작기 때문에 하류 방향으로 흘러가지 않고 취수구 주변까지 크게 확산되는 걸 볼 수 있다.

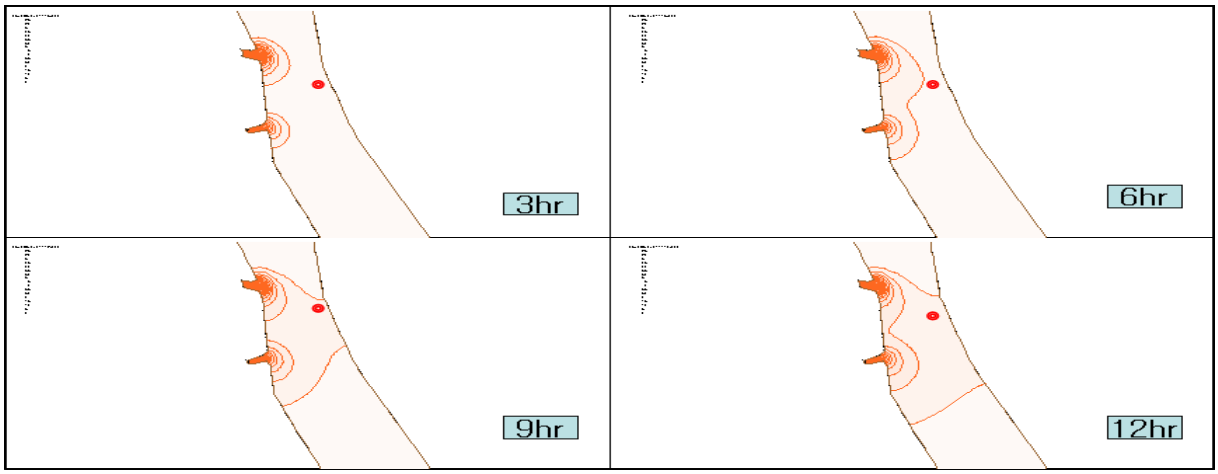

그림 3. 최소유량 시 시간별 농도분포도

그림 4에서는 대포천과 소감천에서 오염물이 발생하였지만 유량이 크다보니 빠른 유속으로 인해 좌안까지 확산되지 못하고 우안을 따라 그대로 흘러가는 걸 볼 수 있다.

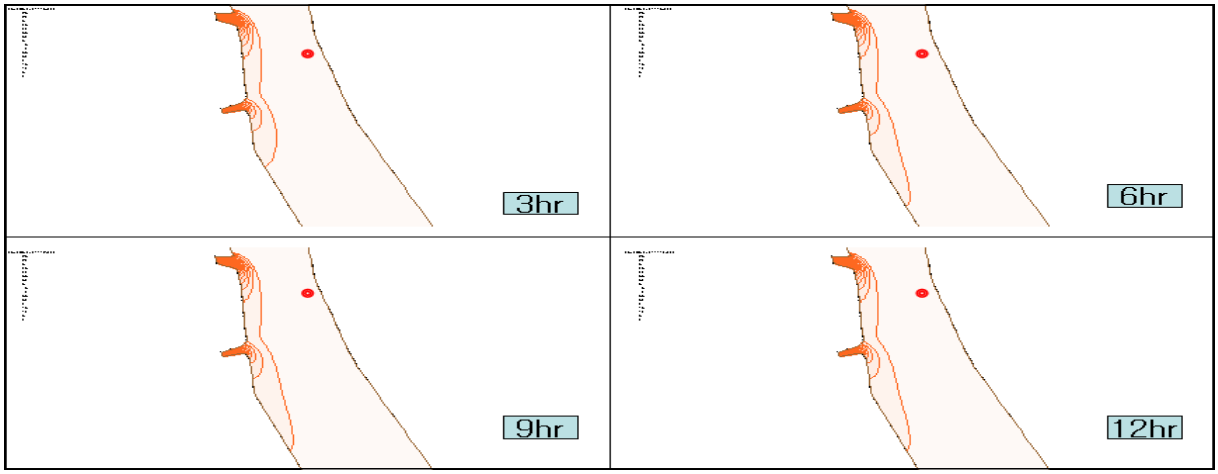

그림 4. 최대유량 시 시간별 농도분포도

최소유량과 최대유량에서 취수구 주변의 유속은 각각 0.08 m/s, 0.23 m/s 를 나타낸다. 위 모의에서는 일별 하구둑 자료로 경계조건 값을 나타냈지만 실질적인 수문운영은 시간별로도 방류량이 다르기 때문에 유속 변화는 시시각각으로 변하게 된다. 이와 같은 결과를 통해 지류로부터 오염물이 발생하였을 경우 적절한 수문운영을 통해 취수구에 끼치는 영향을 최소화 할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결 론

향후 본 연구에서는 보다 정확한 실측된 경계조건 값들을 적용하고 취수구 주변의 흐름변화들을 분석하여 적절한 수문운영을 실무자에게 제시함으로써 깨끗한 취수원 확보에 도움이 되고자 한다.

감사의 글

본 연구는 21C 프론티어 연구개발사업(수자원의 지속적 확보기술개발사업)으로 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. 건설교통부(1991). “낙동강 하천정비 기본계획(보완)”