

## 하천갑문구간에서 수질개선을 위한 희석물량계산방법

김병연, 리진희

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《대기오염과 함께 강하천과 호수, 바다오염을 막아야 합니다.》(《사회주의강성국가건설의 요구에 맞게 국토관리사업에서 혁명적전환을 가져올데 대하여》 단행본 22페이지)

하천갑문구간에서 수질개선방도의 하나는 상대적으로 깨끗한 상류갑문의 물로 아래구간의 물을 희석시키는것이다.

우리는 하천갑문구간에서 수질개선을 위한 희석물량계산방법을 연구하였다.

상류갑문에서 방출시켜야 할 희석물량은 질량바란스방정식에 기초하여 결정된다.(그림)

그림에 기초하여 설정된 계산구역에 대한 질량바란스 방정식은 다음과 같다.[1-3]

$$C(Q_M + Q_W) = C_M Q_M + C_W Q_W \quad (1)$$

여기서  $C$ 는 계산지점에서 오염물질의 농도,  $C_M$ 은 상류갑문에서 해당 수질지표의 농도,  $Q_M$ 은 상류갑문에서의 방출량,  $C_W$ 는 계산지점에서 해당 수질지표의 농도,  $Q_W$ 는 계산지점에서의 흐름량이다.

식 (1)로부터 상류갑문에서 방출시켜야 할 희석물량은 다음식으로 계산된다.

$$Q_M = \frac{C_W - C}{C - C_M} Q_W \quad (2)$$

식 (2)를 리용하여 고찰하는 지점들에서 수질을 개선하기 위한 희석물량을 계산하려면 상류갑문에서부터 계산지점까지의 구간으로 흘러드는 해당 수질지표의 농도와 흐름량을 알아야 한다.

일반적으로 하천에 건설된 갑문에서 흐름량관측은 갑문지점들에서만 진행되고 갑문과 갑문사이의 구간에서는 진행하지 않고있다. 따라서 갑문과 갑문사이의 임의의 지점에서 수질의 변화동태를 분석하려면 해당한 지점별로 흐름량을 계산하여야 한다.

우리는 이 문제를 상류갑문지점과 하류갑문지점에서 관측한 흐름량자료에 기초하여 갑문사이의 류역면적에 따라 흐름량을 보간하는 방법으로 해결하였다. 즉

$$Q_C = Q_M + Q_W = Q_M + \frac{\Delta Q}{\Delta F} F_C \quad (3)$$

여기서  $Q_C$ 는 계산지점의 흐름량,  $Q_S$ 는 하류갑문지점의 흐름량,  $F_C$ 는 상류갑문으로부터 계산지점까지 류역면적,  $\Delta Q = Q_S - Q_M$ ,  $\Delta F = F_S - F_M$ ,  $F_M$ ,  $F_S$ 는 상, 하류 갑문지점의 류역면적이다.

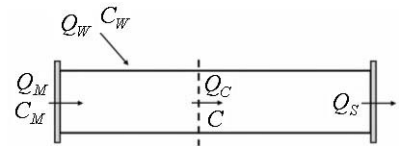


그림. 계산구역에 대한 도식화

고찰하는 지점들에서 오염물질의 농도는 상류갑문에서부터 계산지점까지의 구간으로 흘러드는 오염물질농도의 영향을 받는다. 이 구간에서 오염물질은 하천의 지류(혹은 각이한 대상의 폐수방출구)를 통하여 류입된다.

따라서 이때 고찰하는 지점으로 흘러드는 오염물질의 농도는 다음과 같이 계산할수 있다.

$$C_W = \frac{\sum_{i=1}^n C_{W_i} \cdot Q_{W_i}}{\sum_{i=1}^n Q_{W_i}} \quad (4)$$

여기서  $Q_{W_i}$ 는  $i$  번째 지류(혹은 폐수방출구)의 흐름량,  $C_{W_i}$ 는  $i$  번째 지류(혹은 폐수방출구)에서 오염물질의 농도이다.

상류갑문에서부터 계산지점까지의 구간으로 흘러드는 해당 수질지표의 농도와 흐름량이 결정되면 식 (2)를 리용하여 고찰하는 구간에서 수질을 개선하기 위한 희석물량을 계산할수 있다.

이때 계산지점에서 해당 수질지표의 농도  $C$ 는 문제해결의 목적에 따라 설정할수 있는데 우리는 국가물환경표준값을 리용하였다. 다시말하여 고찰하는 지점에서 수질상태가 국가물환경표준값을 만족시키는데 필요한 희석물량을 결정하는것이다.

우리는 이 방법을 어느 한 갑문수역의 교시 구간에서 수질개선을 위한 희석물량계산에 적용하였다. 이때 수질지표로는 화학적산소요구량(COD)과 염소이온( $Cl^-$ )을 선택하였다.

고찰하는 지점에서 수질등급은 3급(COD 3mg/L 이하,  $Cl^-$ 의 농도는 30mg/L이하)으로 설정하고 계산하였다.(표)

표. ㄷ 지점의 수질개선을 위한 희석물량계산[  $C/(mg \cdot L^{-1})$ ,  $Q/(m^3 \cdot s^{-1})$  ]

월	COD				$Cl^-$			
	$C_W$	$Q_W$	$C_M$	$Q_M$	$C_W$	$Q_W$	$C_M$	$Q_M$
1	3.44	1.75	1.4	0.49	22	1.75	7.1	-0.56
2	4.49	1.97	2.6	7.36	25.7	1.97	6.9	-0.36
3	5.37	3.24	3.4	-19.26	28.3	3.24	8.8	-0.25
4	4.97	2.88	2.8	28.24	26.15	2.88	7.9	-0.5
5	4.17	5.02	2.3	8.4	23.68	5.02	10.6	-1.6
6	4.83	9.65	2.4	29.4	27.87	9.65	9.7	-1.01
7	4.56	16.2	2.4	42.13	31.3	16.2	10	1.06
8	7.00	47.77	4.7	-112	18.54	47.77	8.1	-24.98
9	1.95	11.12	1.4	-7.3	24.86	11.12	6.5	-2.43
10	1.95	11.12	1.7	-7.29	31.63	11.12	7.37	8.96
11	3.94	2.5	2.7	7.81	31.95	2.5	8.1	0.22
12	4.02	4.79	2.8	24.53	20.22	4.79	7	-2.04

표에서 보는바와 같이 희석물량은  $C_M$ ,  $C_W$  값이 클수록 많아진다.

또한 희석물량은  $C_M$  값이 작을수록 그리고  $C_W$  값이  $C$ 에 근사할수록 적어지게 된다.

그리고 희석물량은 고찰하는 지점에서  $C$  값(COD 혹은  $Cl^-$ 의 농도에 대한 물환경표준값)을 어떻게 설정하는가에 따라 달라진다. 다시말하여 고찰하는 지점의 수질등급을 어떻게 설정하는가에 따라 희석물량이 많아지거나 혹은 적어지게 된다.

## 맺 는 말

하천갑문구간에서 수질개선을 위한 희석물량은 고찰하는 지점의 특성에 따르는 수질 등급의 설정, 해당 수질지표의 농도변화특성, 구간흐름량과 해당 수질지표의 농도에 의존한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김병연; 환경수문학, 김일성종합대학출판사, 176~178, 주체98(2009).
- [2] 김병연; 기상과 수문, 2, 12, 주체101(2012).
- [3] 김병연; 기상과 수문, 4, 16, 주체101(2012).

주체103(2014)년 3월 5일 원고접수

## **Calculating Method of Water Amount for Dilution to Improve the Water Quality in the Section of Floodgate**

*Kim Pyong Yon, Ri Jin Hui*

We studied about the calculating method of water amount for dilution to protect water pollution and improve the water quality in rivers, lakes and reservoirs.

We determined the amount of outflow from upper lock by using the mass balance equation.

In this paper, we studied how much water of “□” lock we need to dilute the downstream water of “교” city to satisfy 3<sup>rd</sup> degree, the state water quality evaluation degree.

The study result shows that the amount of dilution water to improve the water quality depends on the water quality guideline level, the change character of each water quality index and the concentration of each water quality index.

Key words: water quality, water pollution