

## OE6) 하도합류부에서 수리학적 거동특성

임동희\*, 최수철, 안승섭<sup>1</sup>, 박노삼<sup>2</sup>

경일대학교 대학원, <sup>1</sup>건설정보공학과, <sup>2</sup>토목공학과

### 1. 서 론

하천의 합류부에서 흐름 현상은 합류부의 형상과 접근각도, 본류와 지류의 하폭 비, 유량 비, 경사 비 등에 따라서 흐름특성이 변화하게 된다(안승섭등, 2005). 즉, 본류로 유입되는 지류의 흐름은 본류와 지류의 상대적인 흐름특성에 따라서 유입흐름의 운동량과 주변수역의 운동량이 변화하게 되고, 합류부 직하류 지류측하안에서는 합류부 상류하도의 배수증가의 원인이 되는 유속과 난류 강도가 약한 순환수역이 발생하여 사수역(dead zone)을 형성하게 된다.

따라서, 하도 합류부의 본류와 지류의 합류형태와 유량특성에 따른 수리학적 특성을 명확히 제안하여 하도설계시에 참고자료를 제공함으로써 극대홍수발생시 하도합류부에서 일어나는 각종 피해를 사전에 방지할 수 있도록 할 필요가 있다.

### 2. 합류부 흐름 해석모형 및 특성분석

수리해석에 사용된 모형은 일반적으로 그 적용성을 인정받고 있는 이차원 수리해석모형인 RMA-2모형을 사용하였으며, RMA-2모형의 만족보정에 관한 이론식을 분석하고 실험수로에 대한 격자망을 SMS(Surface-water Modeling System)을 사용하여 구성하였다.

#### 2.1. 흐름해석의 이론적 배경

2개의 하천이 만나는 합류점에서의 흐름특성 해석을 위한 Moment의 고려 해법은 Taylor (1944)에 의해 제안된 이래로 Ramamurthy 등(1988)에 의해서 합류수로에 대한 모멘트 방정식을 유도한 바 있다.

합류부에서의 모멘트 방정식은 하천의 상류와 하류에 의한 모우멘트의 크기의 보전 즉, 하류에서 모멘트의 합계는 상류로부터의 모멘트의 합계와 동일한 것이며, 합류부에서의 흐름방향으로 작용하는 힘은 지배단면에서의 모멘트 보존을 이용하여 나타낼 수 있다.

본 연구에서는 합류부 흐름특성 규명을 위하여 필요한 특성인자를 <Fig. 1>과 같이 정의하였으며, <Fig. 1>을 이용하여 모멘트의 관계를 나타내었다. <Fig. 1>에서  $Q_1$  상류부 본류의 유량을 나타내고  $Q_2$ 는 상류부 지류의 유량을 나타내며,  $\alpha$ 는 본류와 지류의 접근각도를 나타낸다.

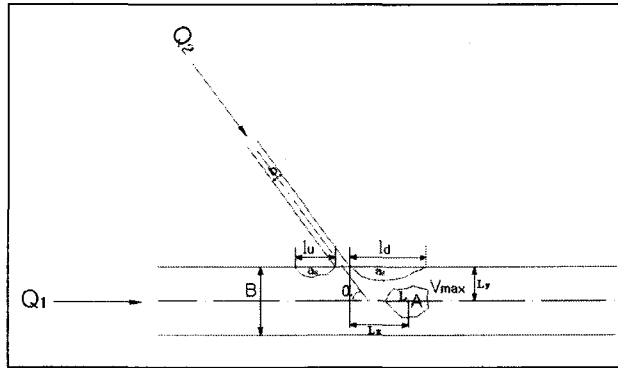


Fig. 1. 합류부흐름 해석을 위한 특성인자.

### 2.2. 합류부 흐름해석을 위한 하도의 선정

본 연구에서 선정한 수로는 본류 수로를 하폭 1.5m로 가정하고 지류수로는 0.25m와 0.5m의 경우로 구분하였으며, 수로의 경사는 본류와 지류 모두 1/750으로 결정하였다. 수로의 경사를 1/750으로 결정한 이유는 기존의 모형실험 결과와 비교하기 위하여 선행 연구자들이 제작한 모형의 경사가 거의 1/750이므로 이 경사를 그대로 적용하였다. 2개의 하천이 만나는 부분인 합류부 형태는 지류의 접근각도를 30°, 60° 및 90°로 하고, 본류와 지류의 하폭비는 1:0.17 및 1:0.33, 1:0.67로 하였다. 또한 본류와 지류 하도를 유하하는 홍수량 수문조건은 1:0.2로 가정하였다. 또한 각각의 수로에 대한 수치해석을 위하여 본류는 0.5 × 0.25m, 지류는 0.125 × 0.362m 간격으로 격자망을 구성하였다.

Table 1. 수로의 제원

수로의 규격						합류부 형태		수문조건	비고
본류(m)		지류(m)		경사(m/m)		$\alpha$ (°)	$b/B$	$Q_2/Q_1$	
폭	높이	폭	높이	본류	지류				
1.5	3.0	0.25	3.0	1/750	1/750	30	0.25/1.5	4/20	
		0.50				60	0.5/1.5	8/20	
		1.00				90	1.0/1.5	12/20	

### 2.3. 합류부에서의 흐름특성 분석

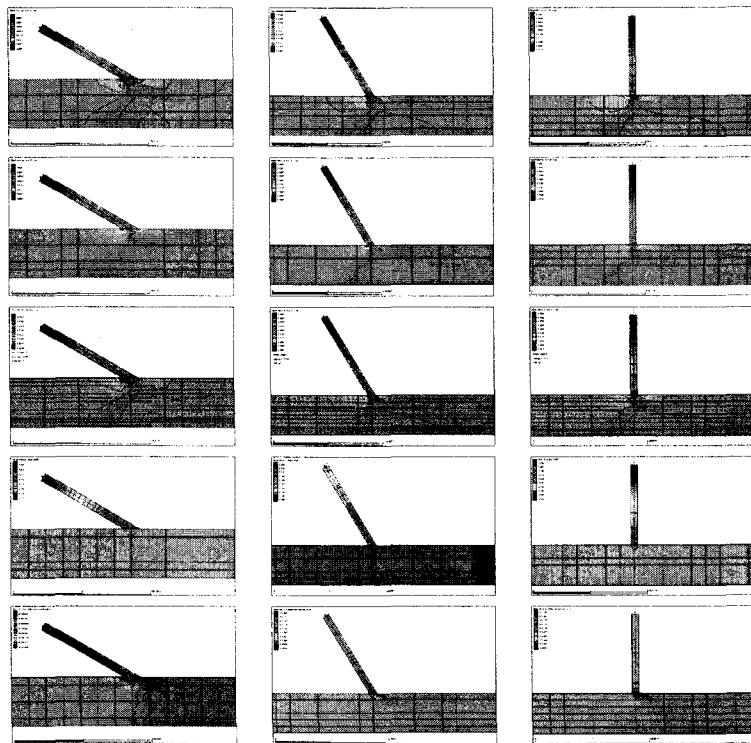
본류와 지류하천이 30°, 60°, 90° 각도로 합류하는 경우의 모형 해석조건은 본류하폭과 지류하폭의 비( $b/B$ )와 본류유량과 지류유량의 비( $Q_2/Q_1$ )로 구분하여 분석·검토하였다.

본류와 지류의 하폭비 및 유량비에 따른 수리학적 특성을 검토한 결과 <Table 2> 및 <Fig. 2>와 같이 유량비가 0.2에서 합류점으로부터 최대유속의 발생위치는 1.50~1.86 멀어지고, 최대유속은 0.0221~ 0.0310 증가하며, 상·하류구간의 정체구간거리는 0.53~1.08 및 0.35~0.8 길게 분석되었다. 이 결과로 볼 때 동일 하도 조건에서 유량비가 배수로 증가함에 따라 최대유속이 발생하는 지점과 상·하류부의 사수역 발생 구간이 길지고, 최대유속은 약

1.7배정도 증가하는 것으로 검토되었다.

Table 2. 합류형태 및 수문조건에 따른 수리학적 특성 비교

하도형태		수문조건 유량비 ( $Q_2/Q_1$ )	최대유속발생 위치(L)			최대 유속면적 A( $m^2$ )	최대유속 $V_{max}$ (m/s)	하류정체구간위치		상류정체구간위치	
접속각도 ( $\alpha$ )	하폭비 ( $b/B$ )		수평위 치 ( $L_x$ )	수직위 치 ( $L_y$ )	위치 (L)			$l_d$	$a_d$	$l_u$	$a_u$
30°	0.17	0.2	0.66	1.30	1.48	0.3049	0.0225	0.28	0.0242	0.52	0.2310
		0.4	1.00	1.22	1.56	0.6530	0.0256	0.27	0.0100	0.35	0.0554
		0.6	1.07	1.34	1.77	0.1440	0.0290	0.27	0.0046	0.27	0.0111
	0.33	0.2	0.64	1.37	1.54	0.1250	0.0228	0.64	0.0315	0.75	0.3275
		0.4	1.00	1.41	1.73	0.0518	0.0257	0.44	0.0010	0.71	0.2325
		0.6	1.23	1.26	1.77	0.3293	0.0284	0.46	0.0000	0.58	0.1036
	0.67	0.2	0.95	1.32	1.64	0.2483	0.0231	1.03	0.0289	0.84	0.5982
		0.4	1.15	1.42	1.83	0.0389	0.0268	0.43	0.0033	0.84	0.4971
		0.6	1.21	1.42	1.91	0.0174	0.0303	0.36	0.0050	1.09	0.3418



(a)  $\alpha = 30^\circ$

(b)  $\alpha = 60^\circ$

(c)  $\alpha = 90^\circ$

Fig. 2. 합류 및 수문조건에 따른 수리특성 비교( $b/B = 0.167$ ,  $Q_2/Q_1 = 0.2$ ).

#### 4. 결론 및 고찰

본 연구에서 검토된 하도의 형태학적 특성인자와 수문조건과의 관계를 규명하기 위하여 이들 수문조건과 최대유속 발생위치에 대한 상관관계를 검토한 결과 2개의 하천이 합류하는 경우에 합류부 주변에서 최대유속이 발생하는 지점까지의 수평거리는 하폭비가 80%이상의 높은 상관성을 보이고, 합류부에서 최대유속 발생위치까지의 수직거리는 하폭비가 92%이상의 높은 상관성이 있는 것으로 검토되었다. 특히 수평위치와는 달리 수직위치는 접근각도와 양의 상관을 가지고 있으나 하폭비 및 유량비는 음의 상관을 가지고 있음을 알 수 있다.

마지막으로, 합류점에서 최대유속 발생위치까지의 직선거리에 대한 검토 결과 최대 유속이 발생하는 위치까지의 직선거리는 하폭비가 91%이상의 높은 상관성을 보이고 있음을 알 수 있었다.

이상의 결과로 볼 때 합류부에서 최대유속이 발생하는 위치까지의 거리는 하폭비가 약 90%이상의 절대적인 상관성을 보이고 있으며, 분류와 지류의 하폭비가 커질 수록 유속이 발생하는 위치까지는 짧아지는 역(-)상관을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

#### 참 고 문 헌

- 박노삼, 안승섭, 임동희, 2005, 하도직선부에서 흐름의 수리학적 특성 분석. 경일대학교 산업기술정보연구소 논문집, 10(6), 91-98.
- 이증석, 안승섭, 최수철., 2005, 하도만고rqn 합류점 부근에서의 흐름의 수리학적특성분석. 경일대학교 산업기술정보연구소 논문집, 10(6), 99-106.
- 이종태., 1982, 향내의 장주기파 해석을 위한 2차원 부정류의 수학적 모형개발에 관한 연구, 연세대학교 대학원 박사학위논문.
- 송재우., 1980, 우리나라 하천의 사행특성에 관한 연구. 박사학위논문, 연세대학교 대학원.
- 정의택., 1992, 합류 수로부에서의 흐름 해석, 한양대학교.
- 박용섭., 2003, 합류부에서 유량 및 접근각도 변화에 따른 수리학적 특성 분석, 인천대학교 박사학위 논문.
- V.T. Chow., 1959, Open Channel Hydraulics, Mc-Grew-Hill Book Co. Inc., pp.439-486.
- Webber and Greated, 1966, Webber, Norman Bruton, and Greated, Clive Alan, 1966(Jul), An Investigation of Flow Behaviour at the Junction of Rectangular Channels, Proceedings, The Institution of Civil Engineers, 34(6901), 321-334.
- Wylie, E. B., 1972, Water Surface Profiles in Divided Channels, Journal of Hydraulic Research, 10(3), IAHR, 325-341.
- Ye, B. J., and McCorquodale, J. A., 1997, Depth-Averaged Hydrodynamic Model in Curvilinear Collocated Grid., ASCE, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 123(5), 380-388.