

# 수리모형실험을 통한 합류부에서의 수리학적 특성분석

## The Analysis of Hydraulic Characteristics at Channel Junctions through Hydraulic Model Tests

최 계 운\* / 박 용 섭\*\* / 한 만 신\*\*\* / 김 영 규\*\*\*\*

Choi, Gye Woon / Park, Young Suop / Han, Man Shin / Kim, Young Gyu

### Abstract

In this study, the hydraulic characteristics at junction are studied through the variation of approaching angle, discharge in the upstream channel and the discharge ratio between the main channel and the tributary. The maximum velocity as well as the position of the maximum velocity is included in the hydraulic characteristics. The maximum velocity is increased by increasing of approaching angle, discharge in the upstream channel and the discharge ratio between the main channel and the tributary. The length from the channel junction to the point of maximum velocity is increasing by increasing of approaching angle, discharge in the upstream channel and the discharge ratio between the main channel and the tributary.

**Keywords** : channel junction, maximum velocity, discharge, discharge ratio, approaching angle

### 요 지

본 연구에서는 지류와 본류의 합류부의 접근각도, 상류부 유량 및 본류와 지류의 유량비 변화에 따른 수리 모형실험을 통한 합류부의 수리학적 특성을 파악하였다. 합류부의 수리학적 특성은 합류점 부근의 유속과 관련된 최대유속의 크기 및 발생위치를 분석하였다. 합류점 부근의 최대유속은 접근각도가 증가함에 따라 점차 증가하며, 이는 유량 및 유량비가 증가하는 경우에도 동일한 경향을 나타낸다. 합류점 부근의 최대유속의 발생지점은 접근각도가 증가함에 따라 거리가 증대되는 것으로 나타났다. 또한, 유량이 증가하는 경우에도 거의 동일한 양상을 보여준다.

**핵심용어** : 합류부, 최대유속, 접근각도, 유량, 유량비, 접근각도

### 1. 서 론

자연상태로 존재하는 하천은 대부분이 단일하천이

아닌 몇 개의 지류가 본류와 만나는 복잡한 하천망으로 구성되어 있다. 이때 지류와 본류가 만나는 합류부는 단일하천내 통상의 단면에 비하여 수위, 유속 등의

\* 인천대학교 공과대학 토목환경시스템공학과 교수, 공학박사  
Professor, Dept. of Civil & Environmental System Engineering., Incheon Univ., Incheon, 402-749, Korea  
(E-mail: gyewoon@incheon.ac.kr)

\*\* 화신엔지니어링(주) 전무이사, 공학박사  
Ph. D, Director, hwashin Engr., Shinsa-Dong, gangnam-Gu, Seoul, 135-120, Korea  
(E-mail: sub2627@hanmail.net)

\*\*\* 인천대학교 공과대학 토목환경시스템공학과 석사과정  
Master's Course, Dept. of Civil & Environmental System Engineering., Incheon Univ., Incheon, 402-749, Korea  
(E-mail: 8190hansman@hanmail.net)

\*\*\*\* 인천대학교 공과대학 토목환경시스템공학과 박사과정  
Doctor's Course, Dept. of Civil & Environmental System Engineering., Incheon Univ., Incheon, 402-749, Korea  
(E-mail: auro911@hanmail.net, youngkyu@incheon.ac.kr)

수리학적 특성이 복잡한 현상을 보이게 되며 상류로부터 유입되는 본류와 지류의 유량의 변화, 접근 각도 등에 따라 합류부에서의 수리학적 특성은 매우 민감하게 변화된다.

이러한 변화는 태풍 및 집중호우 등에 의한 유량 증가시 더욱 민감하게 나타나며, 본류 및 지류에 의한 배수효과도 발생된다. 이러한 합류부의 배수효과는 합류점뿐만 아니라 합류점 상류의 본류와 지류의 수위 및 유속변화를 유발하여 홍수피해를 가중시키게 된다. 따라서, 본류와 지류가 만나는 합류부의 정확한 수리특성의 파악은 안정적인 하천기능을 유지하기 위한 매우 중요한 요소라 할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 합류부를 지닌 모형수로에서 합류부의 접근각도, 본류와 지류의 유량비 변화 및 수심변화 등에 따른 합류부의 수심 및 유속변화를 파악하고, 이에 따른 합류부의 수리학적 특성을 파악하였다.

## 2. 연구동향

합류점에 대한 수리학적 해석은 주로 수치해석을 통한 접근이나 실험을 통한 분석이 수행된다. 이와 같은 수치해석이나 실험을 통한 분석은 복잡한 하천망을 단순화하여 많은 인자들을 단순화하여 가장 큰 영향을 미치는 인자들에 대해 고려하는 분석이 주로 이루어진다.

Webber와 Greated(1966), Lin과 Soong(1979), Joy와 Townsend(1981), Best와 Reid(1984)는 실험자료에 근거하여 합류부의 흐름 분리와 에너지 손실에 대한 연구를 수행하였다.

Taylor(1944)는 동일한 하천폭을 지닌 경사가 없는 평형하천의 합류부에 대한 흐름특성을 모형실험과 이론적 해석을 통하여 비교분석을 실시하였다. 그는 모형실험에서 본류와 지류의 합류각도를 45°인 경우와 135°경우에 대하여 유속과 수심에 관한 분석을 실시 하였으며 그 결과, 45°와 135°의 두 경우에 대하여 수심은 유사함을 제시하였으며, 45°인 경우 이론적 해석 결과와 실험에 의한 결과가 상당히 유사하나 135°인 경우에는 속도 성분의 차이로 인하여 이론 해석 결과와 실험결과가 다소 상이한 결과를 나타내는 것을 확인하였다.

Webber와 Greated(1966)는 개수로에서의 합류점에 대한 이론적 결과를 검증하기 위하여 수리모형실험을 통해 수로 합류부의 상류, 하류의 흐름특성을 분석하였는데 Taylor(1944)와 마찬가지로 경사가 없는 4인치 폭의 수로를 45°, 135°로 연결한 모형수로를 이용하였다. 수리모형실험을 통해 합류점의 흐름특성은 측방에서 작용하는 반작용력에 의해 많은 영향을 받으며 수로의 형태 및 크기에 따라라도 흐름특성에 많은 변화가 발생한다

다고 하였으며 이러한 분석을 하기 위해 컴퓨터에 의한 복잡한 수치해석이 필수적임을 강조하였다.

Lin과 Soong(1979)는 실험을 통해 획득한 실험결과를 이용하여 구형 수로의 합류점에 대한 흐름변화의 에너지 균형에 대하여 본류의 폭과 길이는 각각 0.59m와 9.135m, 지류의 폭과 길이는 각각 0.1523m와 2.28m이며 높이가 0.457m인 본류와 지류를 90°의 모형 수로를 이용하여 분석하였다. 이때 에너지의 손실은 경계마찰손실과 난류혼합손실 등 두 가지로 구분하여 전체 유량에 대한 측면 유입유량(지류의 유량)비의 함수로 표현하였다. 또한 본류로부터 지류로 전환되는 에너지는 난류혼합손실계수를 이용하여 해석하였으며, 에너지전환과 관계되는 에너지전환계수는 본류에 대한 지류의 유량비가 증가할수록 작아지며 본류와 지류의 유량비가 1:0.4와 1:0.5사이에서 에너지 전환계수가 교차한다고 하였다.

Behlke와 Pritchett(1966)는 합류부의 흐름특성을 파악하기 위한 수리모형실험 장치의 구성에 대한 사항을 정리하였는데 합류부의 하류는 본류와 수심이 같도록 충분히 커야하며 지류와 본류가 합류되는 지점의 수위는 지류와 본류가 같아야 한다고 하였으며 모형의 크기에 따른 적정 유량 및 Fr수의 범위를 결정하는 방법에 대해 제안하였다.

Wylie(1972)은 하천구간에 섬 등이 존재하여 하천 흐름이 나누어지는 경우(Island type)에 대하여 정류상태이며 상류상태인 흐름의 수면형에 대해 컴퓨터를 통한 수치해석을 실시하였다.

국내의 경우 모형을 이용한 합류부의 해석에 관한 연구는 거의 없는 상태이며, 정의택(1992)은 지류의 흐름이 본류로 90°로 유입되는 흐름에 대해 지류의 유량과 단면을 변화시켜가며 수치적인 해석을 수행하였고, 최계운(1994)에 의해 하천 내 합류점에서 부정류에 적용이 가능한 모우먼트 방정식을 수치해석을 통하여 제안되었으며, 박용섭(2003)은 합류점에서의 접근각도, 유량, 유량비 변화에 따른 수위 및 유속의 변화 관계를 도출하였다.

## 3. 실험장치 설치 및 실험결과

### 3.1 실험장치

하천의 합류점 부위에서의 특성 변화를 알아보기 위한 합류점 실험장치는 수로길이 450cm, 본류의 수로 폭 40cm, 지류의 수로 폭 32cm, 수로 높이 40cm의 개수로 장치를 이용하였다.

그림 1은 개수로 장치의 개략도를 보여주고 있으며 그림 2는 펌프 및 유량계, 수조 등이 설치된 모습을 보

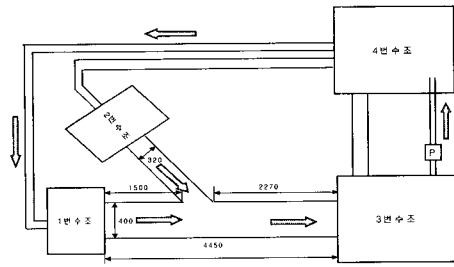


그림 1. 합류점 수로의 개략도

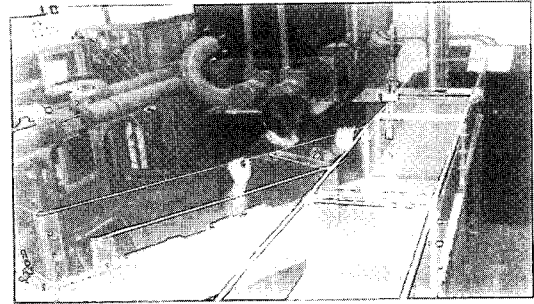


그림 2. 합류점 수로의 설치모습

여주고 있다. 이 장치에서는 수로 전면이 아크릴로 제작되어 물의 흐름 형태를 확인할 수 있도록 하였다. 3번 수조에서 펌프를 이용하여 4번 수조로 물을 끌어올려 수조 1,2로 흘려보내 물을 공급하고 재순환 시킬 수 있게 제작하였으며, 유량 조절은 본류 및 지류에 흘러가는 관에 설치된 유량조절 밸브 및 유량계를 통하여 제어 할 수 있게 하였다.

수조 1,2에 들어오는 물의 흐름을 정류로 변환하기 위하여 수조 중간에 다공판을 제작하였고 안쪽에 망을 넣어 물의 흐름을 바꾸도록 하였다. 수조 1,2에서 수로를 통해 나가는 부분에 있어서 수로를 약간 안쪽으로 설치하여 물의 유입에 따른 유속을 줄이고 흐름을 일정하게 하였다.

### 3.2 실험방법

본 실험에서는 유속측정은 1차원 유속계인 ACM 100-D를 이용하였으며 수심측정은 포인트 게이지를 이용하여 측정하였다. 측정위치는 본류 수로의 경우 수로의 횡방향은 양쪽벽면에서 1cm 떨어진 점과 중앙부분에서 측정하였으며 종방향으로는 본류 수로의 상·하류를 20cm간격으로 측정하고 합류점 근처(하류로부터 150cm~350cm)는 종방향 및 횡방향 10cm간격으로 유속을 측정하였다. 수심의 측정은 수로바닥의 높이와 흐름의 표면 높이를 측정한 후 그 차이를 이용하여 수심을 산정하였다. 수심과 유속의 측정지점은 동일한 지점이었다. 실험을 위한 유량은 유량 조절 밸브를 이용하였으며, 밸브를 조금씩 변화를 주어서 원하는 유량에 맞게 조절하였으며 그 오차범위를  $\pm 0.3\text{m}^3/\text{hr}$  이내로 하였다. 합류되는 각을  $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ 의 5종류로 하여 각 각도별 본류의 유량을 20, 30 및  $40\text{m}^3/\text{hr}$ 으로 하여 실험을 실시 하였다. 각 본류 유량에 대하여 유량비를 1:0.2, 1:0.5, 1:0.8로 구분하여 각각 실험하였다. 또한 이때 하류부 경계조건을 위어로 조절하였으며 이때 사용

한 위어의 높이는 4cm 및 6cm로 하였다.

본 합류점 모형 수로는 실제 하천의 예측값을 도출해 내기 위한 것이 아닌 수로내에서의 수리학적 현상을 규명하는데 목적을 두고 실험을 실시하였다. 수로를 통해 흐르는 유속이 빠르기 때문에 하류측 하단에 월류판을 설치하여 물의 흐름을 정류상태, 즉 Fr값을 0.2~0.5 사이에 올수 있도록 실험을 실시하였다.

### 3.3 실험결과

합류점 부근의 수심과 유속에 대하여 접근각도, 상류부 유량변화, 상류부 본류와 지류의 유량비 및 월류위어 높이 변화에 따른 변화를 검토하였으며, 본 논문에서는 접근각도  $30^\circ$ , 월류위어의 높이가 4cm의 경우에 대하여 합류점 부근(150cm~350cm)의 수심과 유속에 대한 결과를 표 1과 표 2에 나타내었다.

## 4. 실험결과 분석

### 4.1 최대유속의 크기

합류부 구간(150cm~350cm)에서의 최대유속은 하류 경계 조건인 월류위어의 높이가 6cm인 경우 각도별로 유량변화에 따른 측정 결과는 표 3과 같으며, 합류부의 수위를 측정하여 평균한 후 유량에 나누어 준 값을 평균유속값으로 사용하였으며 최대유속 값을 무차원화하기 위하여 평균유속값으로 나누어 그 크기를 각도, 유량 및 유량비 별로 나타내었다.

#### 4.1.1 접근각도에 따른 변화

그림 3 (a)는 본류 유량에 따른 평균 유속에 대한 최대유속의 크기 비를 나타낸 것으로 이때 본류와 지류의 유량비가 1:0.5일 경우를 나타내며, 그림 3 (b)는 본류 유량이  $30\text{m}^3/\text{hr}$  일 때 유량비의 변화에 따른 평균유속 대한 최대유속 크기 비를 나타내고 있다.

표 1. 접근각도 30°일때의 수심

Distance (cm)	Q=20m <sup>3</sup> /hr			Q=30m <sup>3</sup> /hr			Q=40m <sup>3</sup> /hr		
	Qr=0.2	Qr=0.5	Qr=0.8	Qr=0.2	Qr=0.5	Qr=0.8	Qr=0.2	Qr=0.5	Qr=0.8
150	7.40	7.71	8.39	8.28	9.03	9.71	9.20	10.04	-
160	7.36	7.65	8.35	8.26	9.01	9.68	9.13	10.03	11.04
170	7.34	7.57	8.33	8.25	8.90	9.56	9.08	10.00	-
180	7.29	7.60	8.26	8.18	8.84	9.51	9.05	9.96	10.97
190	7.22	7.56	8.20	8.09	8.80	9.47	8.99	9.84	-
200	7.14	7.48	8.14	8.04	8.75	9.49	8.96	9.84	10.84
210	7.10	7.39	8.03	7.96	8.62	9.29	8.81	9.67	10.78
220	7.13	7.38	8.01	7.96	8.63	9.30	8.74	9.69	10.79
230	7.20	7.44	8.10	7.99	8.70	9.34	8.91	9.66	10.89
240	7.24	7.50	8.07	8.01	8.82	9.47	9.02	9.92	11.09
250	7.26	7.53	8.17	8.13	8.90	9.59	9.10	10.05	11.29
260	7.31	7.61	8.25	8.16	8.99	9.69	9.18	10.13	11.43
270	7.26	7.62	8.27	8.12	9.01	9.75	9.14	10.19	11.47
280	7.28	7.66	8.27	8.09	8.97	9.73	9.21	10.19	11.54
290	7.23	7.58	8.25	8.11	8.90	9.72	9.10	10.22	11.55
300	7.21	7.57	8.22	8.07	8.94	9.68	9.09	10.15	11.58
310	7.20	7.61	8.24	8.11	8.96	9.71	9.11	10.15	11.58
320	7.26	7.63	8.25	8.10	8.99	9.71	9.15	10.19	11.59
330	7.30	7.65	8.35	8.16	9.02	9.65	9.19	10.23	-
340	7.24	7.61	8.31	8.11	9.01	9.66	9.17	10.19	11.59
350	7.24	7.61	8.33	8.13	9.04	9.75	9.24	10.23	-

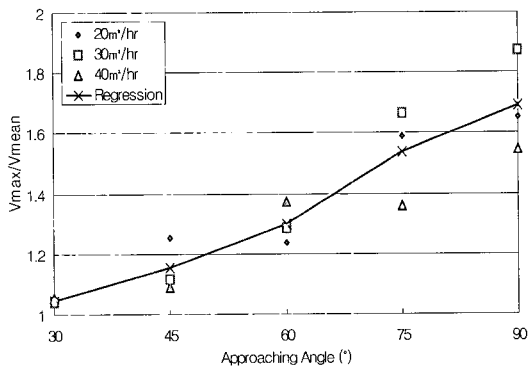
표 2. 접근각도 30°일때의 유속

Distance (cm)	Q=20m <sup>3</sup> /hr			Q=30m <sup>3</sup> /hr			Q=40m <sup>3</sup> /hr		
	Qr=0.2	Qr=0.5	Qr=0.8	Qr=0.2	Qr=0.5	Qr=0.8	Qr=0.2	Qr=0.5	Qr=0.8
150	23.8	27.0	30.3	33.0	36.1	39.3	38.7	43.3	-
160	23.8	27.1	30.4	33.1	36.2	39.4	38.7	43.4	59.9
170	23.9	27.3	30.6	33.3	36.4	39.6	38.8	43.7	-
180	24.3	27.0	30.9	33.4	36.6	39.7	39.0	44.0	57.7
190	24.5	27.0	30.8	33.5	36.8	39.8	39.1	44.1	-
200	24.6	26.9	30.6	33.7	36.9	39.4	39.3	44.2	57.8
210	24.8	27.0	30.7	34.0	36.9	39.1	39.4	44.0	-
220	25.0	26.7	29.8	33.5	36.4	38.8	39.0	43.8	72.4
230	25.1	25.8	28.8	32.0	35.6	36.9	38.7	41.9	72.9
240	23.9	23.8	26.5	30.9	33.5	34.2	37.4	40.0	67.6
250	23.5	22.2	24.3	29.5	30.6	30.3	35.8	37.1	-
260	22.0	21.2	21.3	27.7	28.6	27.7	33.2	34.4	62.4
270	21.8	20.2	20.4	26.8	27.0	25.0	32.0	31.9	-
280	21.4	19.3	18.8	25.7	25.8	23.2	31.9	30.2	59.3
290	20.9	18.7	17.3	25.5	25.2	22.3	31.4	29.8	-
300	20.7	18.1	16.9	25.6	24.4	21.9	29.5	28.9	56.9
310	20.3	18.3	16.8	25.6	24.3	22.0	29.7	28.7	-
320	21.4	18.1	16.9	25.8	24.0	21.7	31.1	28.3	55.3
330	21.5	17.9	16.9	25.6	24.1	21.9	31.3	28.4	-
340	20.8	18.0	16.8	25.7	24.3	21.7	31.5	28.3	53.6
350	20.6	17.8	16.7	25.3	24.6	21.8	31.6	28.2	-

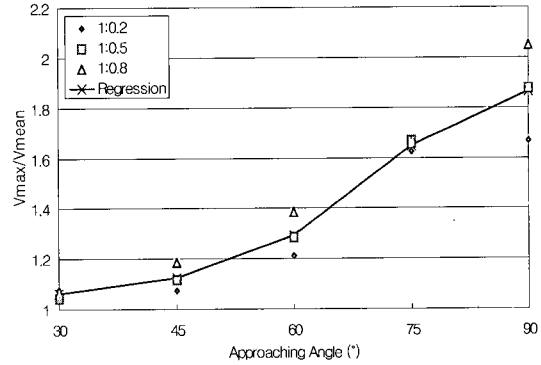
표 3. 최대유속의 크기

(단위: cm/sec)

유량 각도	20m <sup>3</sup> /hr			30m <sup>3</sup> /hr			40m <sup>3</sup> /hr		
	4m <sup>3</sup> /hr	10m <sup>3</sup> /hr	16m <sup>3</sup> /hr	6m <sup>3</sup> /hr	15m <sup>3</sup> /hr	24m <sup>3</sup> /hr	8m <sup>3</sup> /hr	20m <sup>3</sup> /hr	32m <sup>3</sup> /hr
30°	19.8	22.1	25.8	26.6	29.3	33.8	32.1	35.8	80.8
45°	40.8	26.8	29.2	26.3	31.4	36.5	32.9	36.9	44.4
60°	28.3	25.1	30.6	28.8	35.4	43.0	36.1	45.1	58.3
75°	25.7	33.5	43.4	38.8	45.8	44.1	38.3	46.2	56.3
90°	29.0	35.5	48.7	40.5	53.0	64.7	54.9	50.0	55.9



(a) 유량에 따른 변화



(b) 유량비에 따른 변화

그림 3. 접근각도에 따른 최대유속/평균유속 비

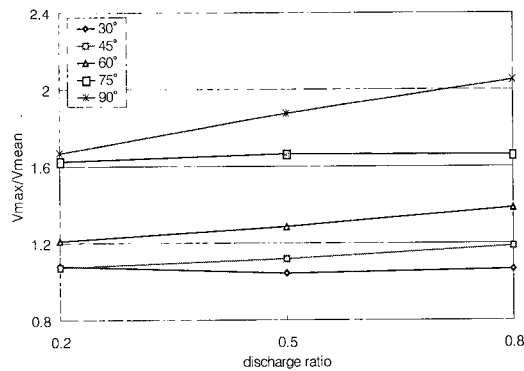
그림 3 (a)에서 보는 바와 같이 접근 각도가 증가함에 따라 유량에 따른 평균유속에 대한 최대 유속 비는 계속 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 그림 3 (b)에서와 같이 모든 유량비에서 접근각도가 커짐에 따라 평균유속에 대한 최대유속 비가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 접근각도의 증가에 따른 본류에 대한 지류의 횡방향 모우멘트가 증가하여, 본류의 흐름에 영향을 미치기 때문이라고 사료된다.

#### 4.1.2 유량비에 따른 변화

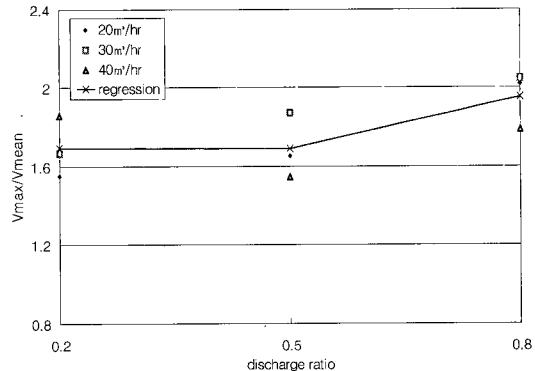
그림 4는 유량비가 변화함에 따라 최대유속의 크

기가 변하는 관계를 나타내고 있다. 그림 4 (a)는 유량이 30m<sup>3</sup>/hr일 때 접근각도가 변함에 따라 최대유속비가 변하는 정도를 나타내었으며, 그림 4 (b)는 접근각도가 90°일 때 유량에 따른 최대유속비의 변화를 나타내었다.

최대유속비는 접근각도에 따라 다소 차이는 있지만 유량이 증가함에 따라 같이 증가하는 것으로 나타났다. 유량이 변화하는 경우에는 유량에 따라 약간의 차이는 있지만 유량비가 증가할수록 최대유속과 평균유속의 비는 커지는 것으로 나타났다.



(a) 유량비에 따른 변화



(b) 유량비에 따른 변화

그림 4. 유량비에 따른 최대유속/평균유속 비

## 4.2 최대유속의 발생지점

합류가 되는 하천의 경우 유속이 일반 직선 하천에 비해 변화가 다양하게 나타나고 있다. 본 연구에서는 합류부에서 최대 유속이 발생하는 지점에 대하여 분석하였다. 이때, 하류 경계조건으로 월류위어의 높이를 4 cm로 하였으며, 접근각도, 유량 및 유량비를 변화시키면서 확인하였다.

표 4은 합류점으로부터 최대 유속 발생지점까지의 거리를 나타내고 있다. 본 연구에서는 최대 유속 발생 위치까지의 거리를 수로폭으로 나누어 무차원화된 값(Dx)을 사용하여 최대유속이 발생하는 지점을 분석하였다.

### 4.2.1 접근각도에 따른 변화

그림 5 (a)는 접근각도에 따른 본류 유량별 최대유속의 발생지점까지의 거리를 나타내고 있으며 이때 본류와 지류의 유량비는 1:0.8을 사용하였다. 그림 5 (b)는 유량비가 변화하는 경우에 대하여 본류의 유량을 30m<sup>3</sup>/hr일 때의 경우를 이용하여 분석하였다.

그림 5 (a)에서 보는 바와 같이 모든 유량에서 접근각도가 커짐에 따라 최대 유속발생 위치가 합류점으로부터 점차 멀어지는 것을 알 수 있다. 또한, 그림 5 (b)에서 유량비에서는 전반적으로 접근각도가 증가함에 따라 최대유속발생위치가 합류점으로부터 멀어지는 것을

알 수 있다.

### 4.2.2 유량에 따른 변화

그림 6 (a)는 유량에 따른 접근각도별 최대유속 발생지점까지의 거리를 나타내고 있으며, 이때 본류와 지류의 유량비는 1:0.8을 이용하였다. 또한, 그림 6 (b)는 유량비에 따른 최대유속발생위치의 변화를 나타내고 있으며, 본류와 지류의 합류되는 접근각도는 90°의 경우를 분석하였다.

그림 6 (a)에서 접근각도가 변화하는 경우에 Dx는 각 접근각도별 유량의 변화에 따라 최대유속발생위치가 변하지 않는 것으로 나타났다. 반면, 그림 6 (b)에서 접근각도가 변함에 따라 유량이 증가할수록 최대유속발생 위치가 증가하는 것으로 나타났다.

## 4.3 유속 감소구간

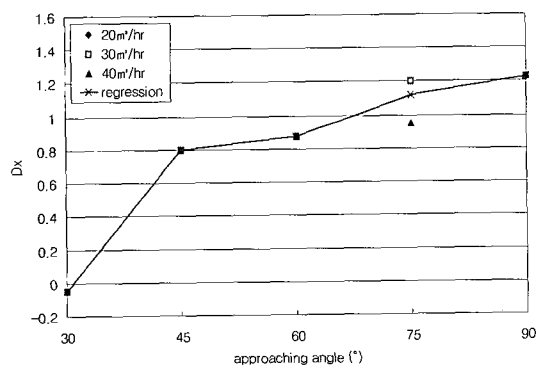
### 4.3.1 접근 각도에 따른 변화

합류점 부근의 유속 감소구간을 알아보기 위하여 상류 경계조건인 본류 유량 30m<sup>3</sup>/hr에 대하여 본류와 지류의 유량비를 1:0.2로 하였으며 하류 경계조건인 월류위어 높이는 4cm로 하였다. 이 때, 접근각도 30°, 45°, 60°, 75°, 90°에 대하여 평균유속과 평균유속의 20%, 50%, 80%의 유속감소구간에 대한 면적의 비를 나타내었다. 그림 7에서 Dx는 수로 전체 면적에 대하여 유속

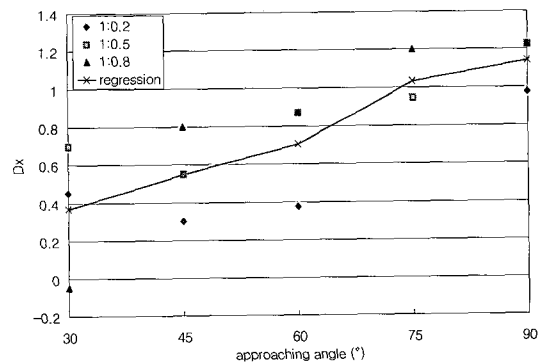
표 4. 합류점으로부터 최대유속 발생지점까지의 거리

(단위: cm)

각도	20m <sup>3</sup> /hr			30m <sup>3</sup> /hr			40m <sup>3</sup> /hr		
	4m <sup>3</sup> /hr	10m <sup>3</sup> /hr	16m <sup>3</sup> /hr	6m <sup>3</sup> /hr	15m <sup>3</sup> /hr	24m <sup>3</sup> /hr	8m <sup>3</sup> /hr	20m <sup>3</sup> /hr	32m <sup>3</sup> /hr
30°	-2	18	-2	18	28	-2	18	38	-2
45°	92	32	32	12	22	32	12	32	32
60°	25	45	35	15	35	35	25	35	35
75°	48	58	48	38	38	48	48	49	38
90°	39	39	49	39	49	49	49	59	49

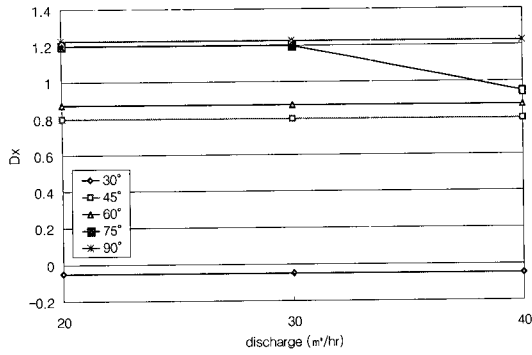


(a) 유량에 따른 변화

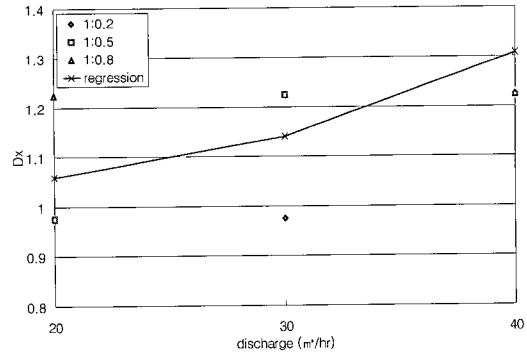


(b) 유량비에 따른 변화

그림 5. 접근각도에 따른 최대유속발생 위치



(a) 접근각도에 따른 변화



(b) 유량비에 따른 변화

그림 6. 유량에 따른 최대유속발생 위치

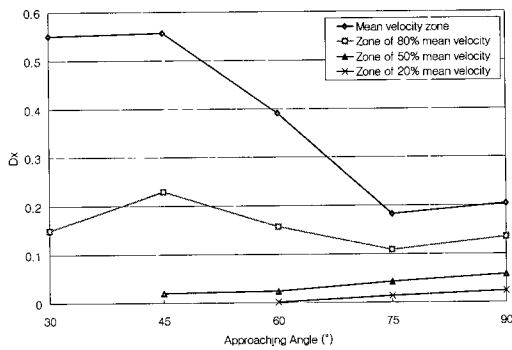


그림 7. 접근각도에 따른 유속감소구간

이 감소되는 구간의 면적 비율을 나타낸다. 여기서 수로 전체 면적은 수로 하류부 150cm 지점으로부터 본류와 지류가 합류되는 지점까지의 면적을 나타낸다.

그림 7에서 보는 바와 같이 접근각도가 작은 경우 아주 작은 유속은 발생하지 않으며 접근각도가 커질수록 면적비율 Dx값은 증가한다. 하지만, 평균유속과 평균유속의 80% 유속 감소구간은 접근각도가 작은 경우 면적비율 Dx의 값이 크게 나타나고 접근각도가 클수록 작게 나타난다.

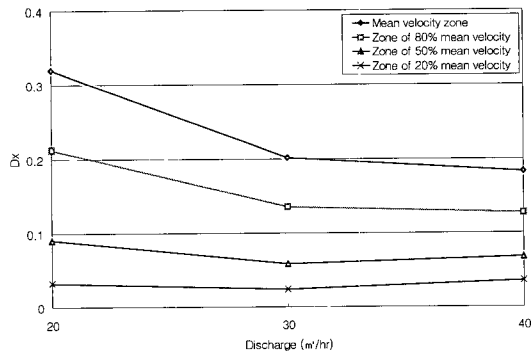


그림 8. 유량에 따른 유속감소구간

유량변화에 따른 합류점 부근의 유속감소 구간을 알아보기 위해 상류 경계조건인 유량을 20m³/hr, 30m³/hr, 40m³/hr로 하고 이에 대한 본류와 지류의 유량비를 1:0.2로 하였으며 하류 경계조건인 월류위어의 높이를 4cm로 하였다. 이 때, 접근각도를 90°로 하였으며 그림 8에서 보는바와 같이 유량이 작은 경우 면적비율 Dx의 값의 크기 변화가 크게 나타나고 유량이 클수록 Dx값의 크기변화가 작아진다. 또한, 전체적으로 유량이 증가할수록 면적 비율 Dx값이 감소하는 경향을 나타내고 있다.

#### 4.3.3 유량비 변화에 따른 변화

유량비 변화에 따른 합류점 부근의 유속 감소구간을 알아보기 위해 상류 경계조건인 유량을 30m³/hr로 하고 이에 대한 본류와 지류의 유량비를 1:0.2, 1:0.5, 1:0.8로 하였으며, 하류 경계조건인 월류위어의 높이를 4cm로 하였다. 이 때, 접근각도를 90°로 하였으며 그림 9에서 보는 바와 같이 유량비가 작은 경우 면적비율 Dx의 값의 크기 변화가 작게 나타나고 유량비가 큰 경우 Dx값의 크기 변화가 크게 나타난다. 또한, 전체적으로 유량비가 증가할수록 면적비율 Dx의 값이 증가하는 경향을 나타내고 있다.

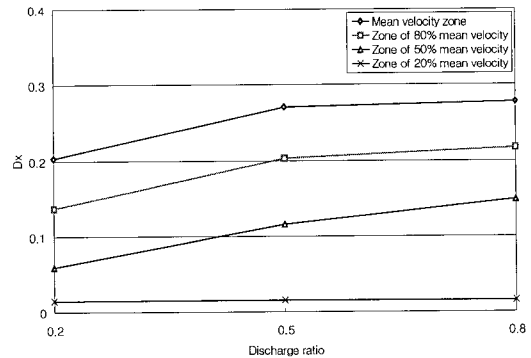


그림 9. 유량비에 따른 유속감소구간

## 5. 결 론

수리모형 실험에서 본류와 지류의 접근각도를 30°, 45°, 60°, 75°, 90°로 설정하였으며 20m<sup>3</sup>/hr, 30m<sup>3</sup>/hr, 40 m<sup>3</sup>/hr의 3종류의 유량을 사용하였다. 또한, 본류와 지류의 유량비는 한강 유역내 지류의 유량비를 조사하고 1:0.2, 1:0.5, 1:0.8로 결정하여 수리 모형실험을 수행하였으며, 접근각도, 상류부 본류의 유량 및 본류와 지류의 유량 내 변화에 따른 유속변화 등을 비교, 분석하였으며 아래와 같은 결론을 도출하였다.

1. 접근각도, 상류부 본류의 유량 및 본류와 지류의 유량비에 따른 합류점 부근의 최대유속의 크기를 분석한 결과 유량 및 유량비에 따라 약간의 차이가 있기는 하지만 전반적으로 접근각도가 증가함에 따라 최대 유속이 증가한다.
2. 합류점 부근의 최대유속의 발생지점까지의 거리는 접근 각도가 증가함에 따라 증가되며, 이는 합류점 부근의 퇴적에 큰 영향을 준다. 또한, 동일 유량에서 유량비가 증가할수록 최대유속 발생위치도 증가한다.
3. 접근각도가 커질수록 최대유속과 최대유속 발생 지점의 거리가 증가하는 것은 횡방향 모우멘트가 증가하고 본류 흐름에 영향을 미치기 때문이다.
4. 합류점 부근의 평균유속보다 작은 유속이 흐르는 유속 감소구간은 합류점으로부터 폭의 1~1.5배 사이에서 주로 발생되며, 접근각도나 유량이 증가할 경우 면적비인  $D_x$ 값이 감소하며 이것은 유속 감소구간이 증대됨을 의미한다. 그러나 유량비가 증가할수록  $D_x$ 값은 증가하는데 유속감소구간이 감소하는 것을 나타낸다.

본 논문은 고정상 수로에서의 연구 결과이며, 본 연구 결과를 바탕으로 하상에 모래를 포설한 이동상 상태에서 실험을 실시한다면 보다 다양하고 정확성이 확보된 연구결과를 도출할 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 논문은 2004년도 건설교통부 “도시홍수재해 관리 기술”의 연구비 지원으로 이루어졌으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

박용섭(2003), “합류부에서 유량 및 접근각도 변화에 따

른 수리학적 특성분석”, 인천대학교.

정의택(1992). “합류 수로부에서의 흐름 해석”, 한양대학교.  
최계운, 박용섭, 최종영(2002). “합류점 수리특성에 관한 연구”, **대한토목학회 2002 학술발표회**, pp. 494-496.

최계운(1994). “수지형 하천에서의 부정류 흐름의 해석 알고리즘”, **대한토목학회 논문집**, Vol. 14, No. 4, pp. 839-846.

최계운, 강관원(1993). “합류점에서 합류각도에 따른 흐름해석”, **대한토목학회 1993년 학술발표회 논문집**, pp. 127-130.

Behlke, C. E. and Pritchett, H. D.(1966). “The Design of Supercritical Flow at Channel Junctions”, Highway Research Record No. 123, Publication 1365, Highway Research Board, National Research Council, Washington D. C. pp. 17-35.

Best, J. L. and Reid, I.(1984). “Separation Zone at Open Channel Junctions”, *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 110, No. 11, pp. 1588~1593.

Best, J. L. and Reid, I.(1987). Closure by of “Separation Zone at Open-Channel Junctions”, *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 113, No. 4, pp. 545-548.

Joy, D. M. and Townsend, R. D.(1981). “Improved Flow Characteristics At a 90° Channel Confluence”, *Canadian Hydrotechnical Conference*, CSCE, pp. 781-799.

Lin, J. D. and Soong, H. K.(1979). “Junction Losses in Open Channel Flows”, *Water Resources Research*, Vol 15, No. 2, pp. 414-418.

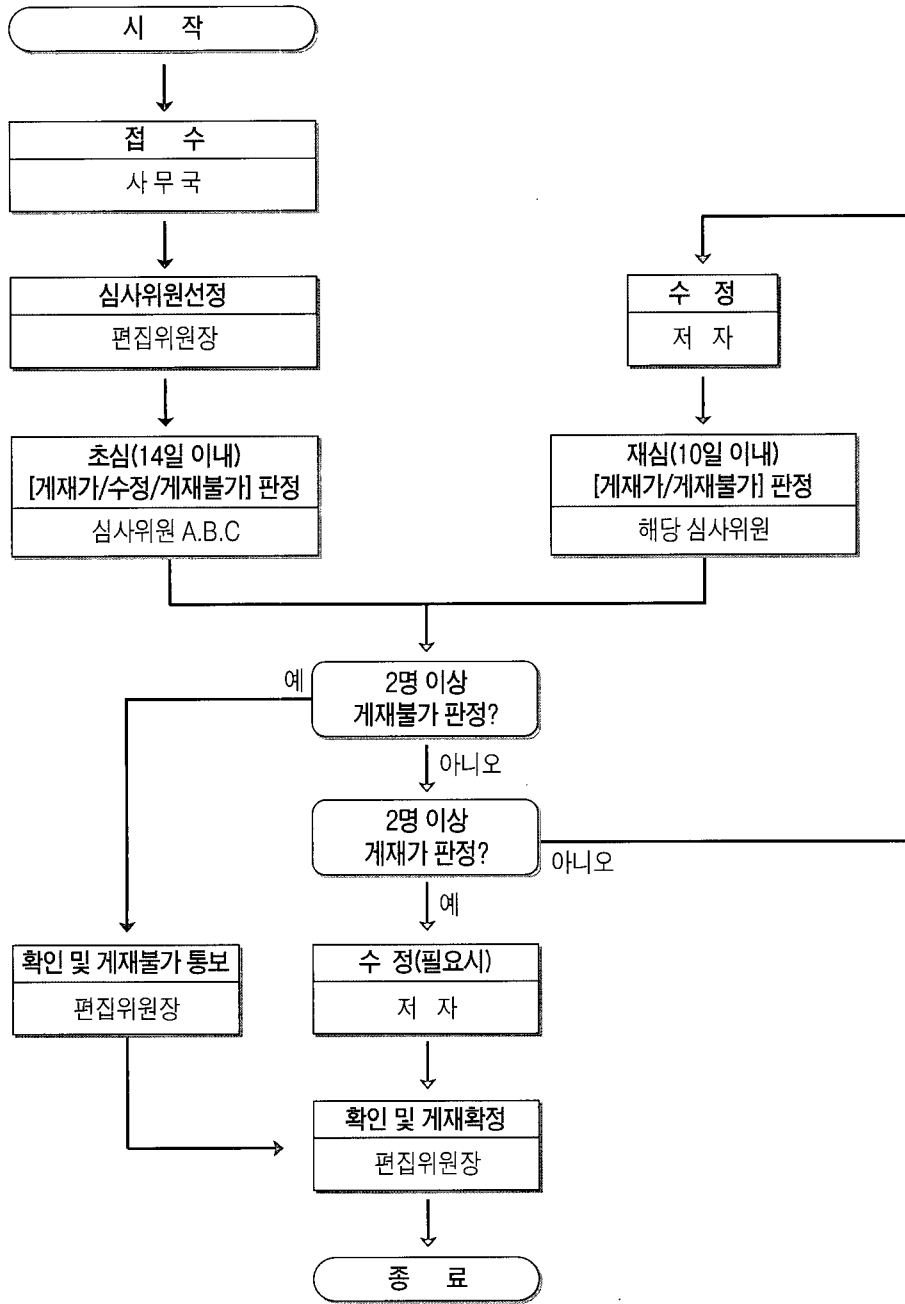
Taylor, E. H.(1944). “Flow Characteristics at Rectangular Open-Channel Junctions”, *Transactions ASCE*, No. 109, pp. 893-902.

Webber, N. B. and Greated, C. A.(1966). “An Investigation of Flow Behaviour at the Junction of Rectangular Channels”, *Proceedings*, Vol. 34, Session 1965~1966, *The Institution of Civil Engineers*, pp 321~334

Wylie, E. B.(1972). “Water Surface Profiles in Divided Channels”, *Journal of Hydraulic Research*, IAHR, Vol.10, No.3, pp. 325-341.

(논문번호:04-76/접수:2004.07.30/심사완료:2004.09.20)





한국수자원학회 논문심사 흐름도

\* 논문심사에 소요되는 기간은 초심(14일 이내)과 재심(10일 이내)을 포함하여 3개월 이내에 처리함을 원칙으로 하며, 논문심사와 관련된 행정처리는 학회 사무국이 담당한다. 저자가 6개월 이내에 논문수정에 응하지 않을 경우 게재불가로 처리한다. 토의 및 회답은 논문집 편집위원회에서 처리한다.