

# 합류점의 인자 변화에 따른 합류부 수리특성에 대한 실험적 연구

최계운<sup>1)</sup>, O 박용섭<sup>2)</sup>, 한만신<sup>3)</sup>

## 1. 서 론

일반적으로 하천은 단일 유로만으로 구성되지 않고 몇 개의 지류가 본류와 합쳐지는 하천 망(channel network)을 구성하고 있으며, 이 때, 본류와 지류가 만나는 합류점은 단일 유로에 비하여 수위, 유속 등의 수리학적 특성이 복잡한 현상을 나타내게 된다. 특히 태풍 및 집중호우 등 이상홍수로부터 야기되는 급격한 하천수위의 변동으로 인해 유량이 급격히 증가하는 홍수 시에는 합류점에 있어서 본류와 지류의 하도, 단면 형태, 유속, 유량 등에 따라 더욱 복잡한 현상을 나타내어 내수배제가 불가능하게 되고, 지류에 배수(back water)가 발생하기도 하며, 이로 인해 수위가 상승하여 지류의 제방을 월류하고 붕괴에 이르게 하며 많은 재산의 손실과 위험이 생겨 치수 안전에 중요한 영향을 미치게 된다.

지금까지 하천 합류점에서의 수리 특성에 대하여 수리모형이나 수치모형을 통한 많은 연구가 진행되었으나, 수리학적 특성의 연구 결과를 실제 하천에 적용하는 데는 많은 어려움이 뒤따르고 있는 것이 현실이다. 이는 실제 하천의 형태가 정형화되어 있지 않고 수리모형이나 수치해석을 수행함에 있어서도 합류점의 형상과 접근각도, 지류의 크기 및 경사, 유량 및 유속의 크기 등 여러 인자들로 인해 다양한 결과가 도출되는 등의 한계가 있기 때문이다.

본 연구에서는 본류와 지류에 의한 합류부가 설치된 모형 수로에서 합류부의 수리특성 변화를 파악하였으며, 합류점의 형상과 지류의 접근각도, 유량 및 유속 등 인자변화에 따른 합류부의 수리특성을 분석하여 본류와 지류에 대한 영향 및 합류점 부근에서의 보다 정확하고 합리적인 수리 특성을 연구하며 실제 하천에 적용이 가능하도록 일반화 하고자 한다.

## 2. 실험장치의 설치 및 실험 방법

### 2.1 실험 장치

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

그림 1과 2는 개수로 장치의 개략도와 펌프 및 유량계, 수조 등이 설치된 모습을 보여주고 있다. 이 장치에서는 수로 전면이 아크릴로 제작되어 물의 흐름 형태를 볼 수 있게 하였다. 3번 수조에서 펌프를 이용하여 4번 수조로 물을 끌어올려 수조 1,2로 흘려보내 물을 공급하고 재순환 시킬 수 있게 제작하였다. 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 철망을 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. 표 1은 합류점 실험에 사용된 기자재의 재원을 나타내고 있다.

- 
- 1) 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수
  - 2) 인천대학교 토목환경시스템공학과 박사수료
  - 3) 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정

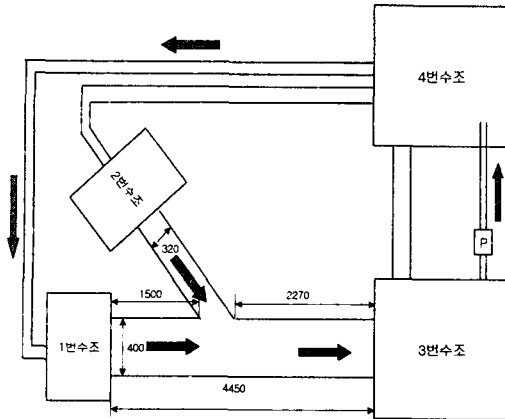


그림 1. 합류점 수로의 개략도

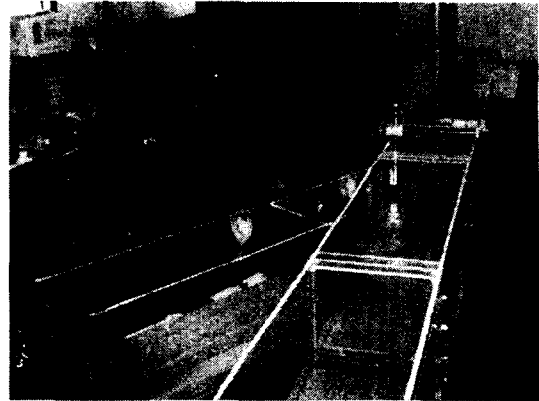
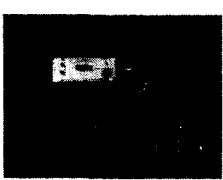

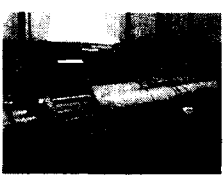



그림 2. 합류점 수로의 설치 모습

표 1. 실험기자재 제원

	제품명	유속계(ACM100-D)		제품명	point gage
	측정범위	0 ~ ±200cm/sec		범위	0~650 mm
	정확도	±2%		단위	0.01 mm
	시간계수	10, 20, 60초		제조사	SEC.
	제품명	유량계(IMF1010K)		제품명	펌프(DPS-1800)
	유량범위	0~250 m <sup>3</sup> /h		최대양수량	690 ℓ/mm
	전류	4~20 mA		토출구경	80mm
	제조사	KROHNE		회전수	3400 rpm

## 2.2 실험 방법

합류점 모형 수로는 수리상사를 배제한 값으로 제작되었다. 실제 모형의 축소가 아닌 새로운 수조의 모형을 통해 합류점의 수리 형태를 파악하고 값을 얻기 위해 수리 상사를 배제하게 되었다. 수로를 통해 흐르는 유속이 빠르기 때문에 하류측 하단에 월류판을 설치하여 물의 흐름을 정류상태, 즉 Fr값을 0.2~0.5사이에 올 수 있도록 실험을 실시하였다. 본류와 지류가 만나는 각도는 30°로 설치하였고, 수로 월류의 월류판은 4cm, 6cm, 8cm, 10cm의 네 가지 경우로 실시하였다. 유량의 경우 본류 20m<sup>3</sup>/h와 지류 10m<sup>3</sup>/h로 고정하고 실험을 실시하여 합류점의 수리특성을 파악하도록 하였다.

유량 조절 밸브의 경우 밸브를 조금씩 변화를 주어 원하는 유량에 맞게 조절하였는데 그 오차를 ±0.3으로 하여 실시하였다. 공업용 전기를 사용하는 실험실이기 때문에 전류가 일정하지 않아 펌프의 효력이 변화하였으며 이로 인해 유량의 변화가 약 1.0까지 변화하는 것을 육안으로 확인할 수 있었다. 각각의 경우에 맞는 유량의 오차 범위를 두어 실험을 실시하였다.

### 3. 실험 결과

표 2. 합류점에서 최고수심까지의 거리, 수심

월류판	4cm		6cm		8cm		10cm	
	최고수심	거리	최고수심	거리	최고수심	거리	최고수심	거리
상류측	8.27	320	10.22	320	12.29	290	14.42	280
하류측	8.29	10	10.44	10	12.64	10	14.67	10

합류점의 실험을 통하여 표 2와 같은 결과를 얻었다. 표 2에서와 같이 상류측과 하류측에서의 최고수심의 차이는 4cm일 때 0.02cm, 6cm일 때 0.22cm, 8cm일 때 0.35cm, 10cm일 때 0.25cm로서 월류판의 높이가 클수록 하류측이 상류측에 비해 최고수심이 크게 나타나는 것을 알 수가 있다. 최고수심이 나타나는 위치는 하류측에서 월류판이 있는 곳에서 나타났으며 상류측에서는 합류점으로부터 상류측 20~60cm구간에서 나타났다.

표 3. 각도에 따른 본류의 수심변화 (월류판 4cm)

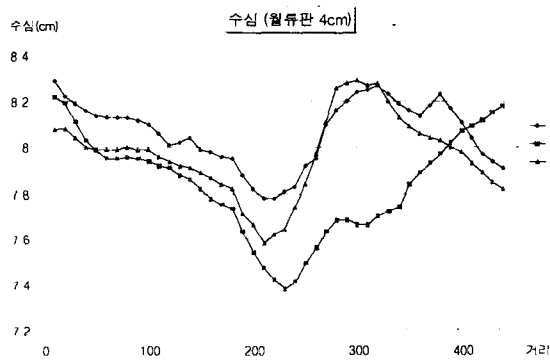


표 4. 각도에 따른 본류의 수심변화 (월류판 10cm)

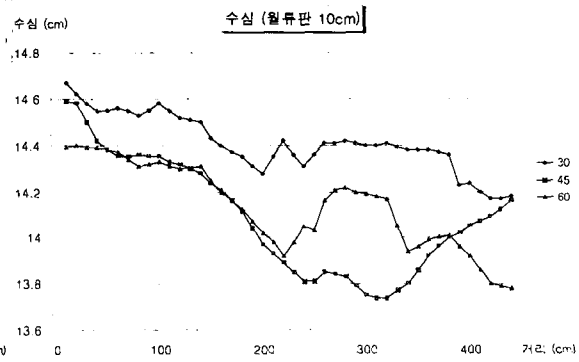


표 3과 표 4에서와 같이 월류판이 4cm와 10cm 경우 모두 최고수심과 최저수심이 0.5~0.9cm의 차이를 보였으나 흐름양상은 표와 같이 최고수심과 최저수심이 나타나는 위치가 상이하게 다를 수 있다.

표 5. 합류점으로부터 상류측 최고수심

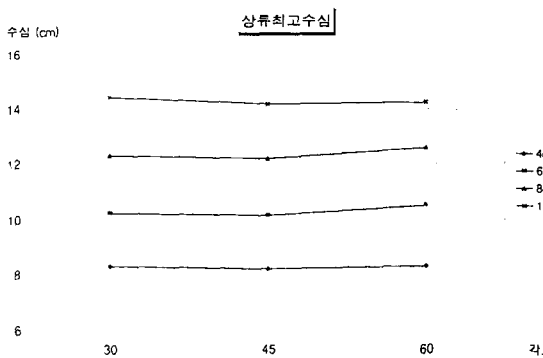


표 6. 합류점으로부터 하류측 최고수심

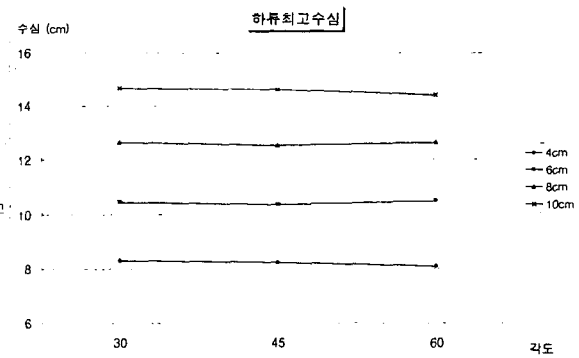


표 5에서 상류측 최고수심은 각도의 크기가 45°일 때 가장 작았고 60°일 때 월류판 6cm, 8cm, 10cm 일 때 크게 나타났다. 표 6에서 하류측 최고수심은 30°일 때 가장 크게 나타났다.

표 7. 상류측과 하류측의 최고수심 비

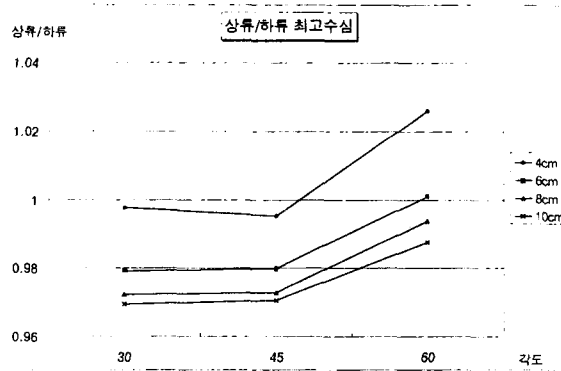


표 7에서 보듯이 상류측과 하류측의 최고수심의 비가 합류각이 커질수록 크게 나타났으며 월류판이 클수록 작게 나타나는 것을 알 수가 있다. 또한 월류판이 증가함에 따라 최고수심 비의 폭이 점차적으로 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

#### 4. 결 론

합류점 실험을 통해서 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 월류판의 높이가 높을수록 하류측이 상류측에 비해 최고수심이 크게 나타난다. 최고수심이 나타나는 위치는 하류측에서 월류판이 있는 곳에서 나타났으며 상류측에서는 합류점으로부터 상류측 20~60cm구간에서 나타냈다.

둘째, 월류판에 관계없이 최고수심과 최저수심이 일정한 차이를 보였으나 흐름양상에서 최고수심과 최저수심이 나타나는 위치는 서로 다르다.

셋째, 상류와 하류의 최고수심의 비가 월류판의 크기가 높아질수록 작아지며 합류각이 증가함에 따라 최고수심 비는 증가한다.

#### 참고 문헌

- Edward H. Taylor (1944) 'Flow characteristics at Rectangular open channel Junctions '
- H. Ito (1973) ' Energy Losses at 90°pipe Junctions '
- Athol D. Abrahams (1984) 'Channel Networks : A Geomorphological perspective '
- D.M.Joy (1981) ' Improved flow characteristics at a 90°channel confluence '