

합류하천에서 토구설치에 따른 흐름변화

Variation of Flow Properties by Installing Sewerage Outlet at Channel Junction

최계운*, 조상욱**, 김영규***, 한현준****

Gye Woon Choi, Sang Wook Cho, Young Kyu Kim, Hyun Jun Han

Abstract

As the city is developed, Sewerage outlet is installed for the discharge of rainfall special at new town or modified the existed sewerage network. But the sewerage outlet is influenced to the cannel flow. In this paper, for analyzing variation of flow properties by installing sewerage outlet, it was experimented a with 120° channel junction. The water depth is rapidly increasing at the just before sewerage installed position, but the velocity is represented increasing at the just after sewerage installed position. In addition, the biggest increment of water depth and velocity is represented 3.0m³/hr ~ 4.0.m³/hr

At the position of the sewerage outlet installation, separate install at up and downstream is rather than only one position at up or down stream. If it was not install both installation, the upstream installation is better than downstream installation.

Key Words : channel junction, sewerage installed position

1. 서 론

도시의 신설 하수관이 매설되거나 또는 기존 하수관의 정비 시 우수 유출수 배제를 위해 우수관을 통한 하천방류가 많이 시도되고 있다. 그러나 우수방류를 위한 토구설치 시, 유출되는 우수가 하천의 흐름에 큰 영향을 미침에도 불구하고 일정한 기준이 없이 설계자나 시공자의 임의 판단에 의해 설치되고 있는 것이 현실적이다.

본 연구에서는 합류하천을 대상으로 합류점 부근에 토구설치가 하천 흐름에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하고 이를 바탕으로 토구 설치 가이드라인 제시를 위한 기초자료로 활용하고자 토구 유량변화에 따른 흐름변화 및 토구설치 위치에 따른 흐름변화를 분석하였다.

2. 수리 실험장치

2.1 수리 실험장치의 개요

모형 실험장치는 크게 유량유입수조, 상류부 수로, 토구, 합류부, 하류부 수로의 5단계 제작되었으며 투명 아크릴을 사용하여 흐름의 특성을 확인할 수 있도록 하였다. 본류와 지류의 합류각은 120°이고 전체 수로폭은 1m로 하였으며 하도 폭은 0.4m 제방은 1:1경사의 사면을 지닌 사다리꼴 단면으로 구성하였다. 전체 모형

* 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수 · E-mail : gyewoon@incheon.ac.kr

** 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정 · E-mail : ssoma6399@naver.com

*** 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 박사과정 · E-mail : youngkyu@incheon.ac.kr

**** 정회원 · 도화엔지니어링 상하수도부 사원 · E-mail : mataya7@nate.com

실험장치의 총 연장은 약 14m이며, 실험 시 편의상 좌측상류부터 분류로 설정하였고 우측상류는 지류로 설정하였다. 그림 1은 모형실험장치가 설치된 부분을 나타내는 사진이고 그림 2는 모형실험장치의 전체 모형도와 제원을 나타내고 있다.



그림 1. 야외 모형실험장

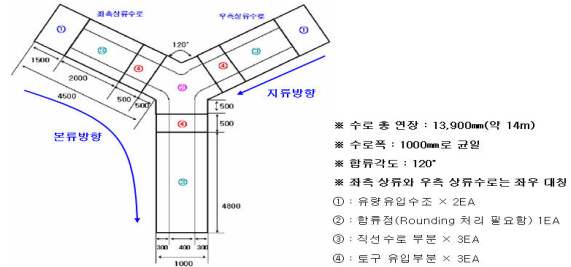


그림 2. 모형실험 장치 모형도

2.2 모형수로

수로 바닥은 실험장치의 경사를 없이 구성하기 위하여 앵글을 이용하여 틀을 구성하였으며 수로와 수로의 연결부분에는 단차가 생기지 않도록 외부볼트접합방식을 채택하였다. 하류부 경계조건으로 필요한 수심확보를 위하여 5cm높이의 낮은 웨어를 설치하여 자유낙하방식으로 구성하였고 하류부 웨어에 대한 영향을 받지 않게 하기 위해서 하류부를 최대한 길게 구성하였다. 그림 3에서 보이는 바와 같이 합류부 구성은 되도록 수로간 접촉시 생기는 단차를 최대한 방지하기 위하여 일체형으로 제작하여 분류수로와 상류수로를 연결하였다.



그림 3. 모형수로 설치

2.3 토구

본 연구의 목적인 하천 내 토구설치에 따른 영향을 파악하기 위해서 모형수로에 토구를 설치하였다. 토구설치 시 최대한 조도계수가 변하지 않게 주의하였으며 개수로 상태의 흐름을 유지하기 위하여 따로 유량유입수조를 구성하였다. 유량조절은 순간측정 유량계와 Ball형 밸브를 통해 유량조절을 하도록 구성하였다. 토구의 형태는 원형의 형태로 결정하였으며 모형수로 제방의 중간위치에 설치하였다. 또한 투명 아크릴로 제작하여 토구내의 흐름을 육안으로 확인 할 수 있도록 구성하였다.



그림 4. 토구 설치 모습

2.4 실험방법

합류하천에서 토구의 설치 위치에 대한 영향을 분석하기 위하여 대조군인 토구유입이 없는 경우를 제외하고 실험 가정을 총 8가지로 하여 진행하였으며 실험에 대한 경우는 표 1과 같다. 본 실험 시 가정은 합류부 분류 좌안쪽으로 신도시가 건설되어 토구를 설치하는 것으로 가정하여 실험을 실시하였다.

3. 측정결과

표 1. 실험 case (단위:m³/hr)

토구 유입유량 및 설치위치	상류	하류
토구유입 없음	-	-
합류이후 하류 토구유입	-	2.5
	-	3
	-	4
	-	5
	-	7.5
본류상류만 토구유입	5	-
본류상류/ 하류 토구유입	2.5	2.5

3.1 토구 유입유량 증가에 따른 흐름변화

본 실험에서는 합류점 이후 직선수로구간의 시작부에 토구를 설치하여 토구 유입유량 변화에 따른 흐름특성을 분석하였다. 토구를 통해 유입되는 토구유입유량은 2.5m³/hr, 3m³/hr, 4m³/hr, 5m³/hr, 7.5m³/hr로 변화시키면서 토구 유입 전후의 직선수로구간에 대하여 흐름특성을 분석하였다.

3.1.1 토구 유입유량 증가에 따른 수심변화

토구설치 함에 따라 토구 유입에 의한 수심변화는 토구유입이 없을 경우에 비하여 토구유입량이 2.5m³/hr로 유입이 될 경우 최대 변화폭을 나타내는 토구설치 바로 상류 단면인 no.14를 기준으로 약 1.4%의 수심이 증가하였으며, 토구유입이 증가함에 따라 각각 2%, 3.5%, 3.8%, 5.3% 수심증가율을 보였다. 이를 각 구간별 단위 증가량으로 분석해 볼 경우 그림 5와 같으며 2.5m³/hr ~ 4.0m³/hr로 증가할 때 가장 많은 변화를 나타냈다.

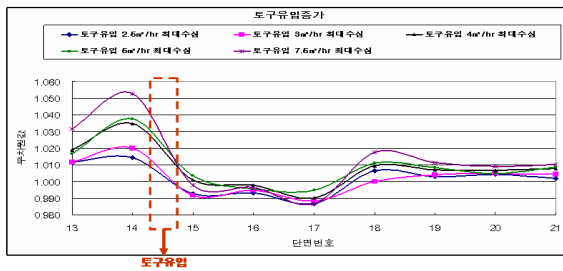


그림 5. 유입유량 증가에 따른 수심증가율

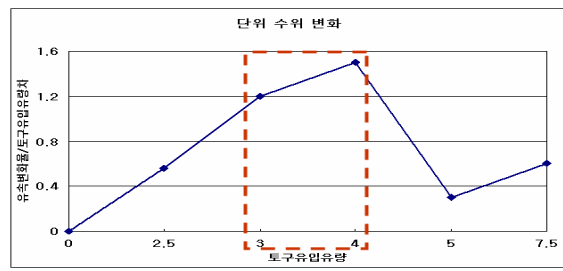


그림 6. 단위 수심 변화

3.1.2 토구 유입유량 증가에 따른 유속변화

유속의 변화에서는 토구가 유입된 이후의 단면번호 no.16에서부터 20번 단면까지 증가되는 것으로 나타났다. 그림 8에서와 같이 토구의 유입유량이 커질수록 토구유입이 있기 전에 비하여 유속의 변화폭이 커지는 것을 나타내고 있으나, 단위유량증가에 대한 변화에서 3.0m³/hr의 토구유입이 있을 경우 가장 크게 나타나는 것으로 측정되었으며, 5.0m³/hr의 토구유입이 있을 경우 가장 작은 변화폭을 나타냈다.

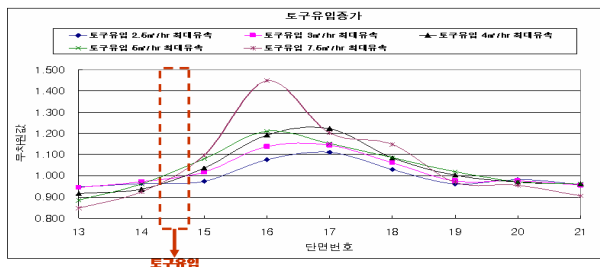


그림 7. 유입유량 증가에 따른 유속증가율

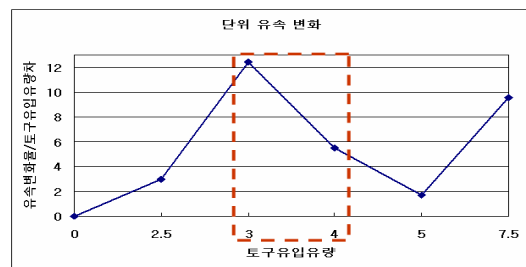


그림 8. 단위 유속 변화

3.1.3 토구 유입유량 증가에 따른 흐름변화

토구를 통해 유입되는 유량이 변함에 따라 수위 및 유속의 변화에서 유량이 증가할수록 수위의 경우 토구 유입 바로 상단이 상승되는 반면, 유속의 경우 바로 유입구 바로 하단에서 증가되는 것을 알 수 있다. 또한, 단위 변화정도를 분석한 결과 유속 및 수위 변화에서 모두 3.0m³/hr ~ 4.0m³/hr 사이에서 증가폭이 큰 것으로 나타났다.

3.2 토구 설치위치에 따른 흐름변화

토구 설치위치에 따른 흐름특성을 보기 위해 합류수로에서 토구의 유입이 없는 상태와 토구의 위치를 본류상류에만 설치 한 경우, 본류상류/ 본류하류에 분산설치 한 경우, 본류하류에만 설치 한 경우로 나누어 실험을 실시하였다. 본류와 지류의 유입유량은 각각 62.5m³/hr씩 유입이 되고 토구가 1개소만 설치된 경우에는 토구의 유입유량을 5m³/hr로 유입시켰으며 토구를 2개소로 분산설치 한 경우에는 각각 2.5m³/hr씩 유량을 유입시켜 실험을 실시하였다.

3.2.1 토구 설치위치에 따른 수심변화

본류상류에 토구를 설치한 경우 토구를 설치하지 않은 경우에 비하여 본류 상류 및 합류부분에서 수심이 높아지는 것으로 나타났다. 특히 토구가 설치된 본류상류 맞은편부분과 합류부분에서 지류 쪽으로 치우쳐 수심이 상승되어진 것을 볼 수 있었다. 또한, 분산설치의 경우 토구유입이 없는 경우보다 수심이 높아진 경향은 보이지만 본류상류에만 토구가 설치되어있던 경우보다 안정된 유형이 나타났다. 지류상류 수심이 상승되었던 본류 상류설치 경우와 달리 지류상류 쪽의 수심상승이 되었던 부분이 줄어들고 합류부분의 저유속 구간 수심이 높아지는 경향을 나타냈다. 합류이후 하류에만 설치한 경우 다른 경우에 비하여 수심변화가 상당히 불안정하고 크게 나타나는 것으로 측정되었다.

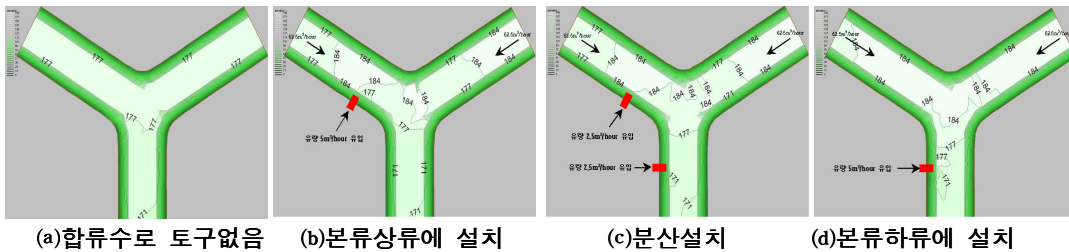


그림 9. 합류수로에서 토구 설치위치에 따른 흐름특성(수심)

3.2.2 토구 설치위치에 따른 유속변화

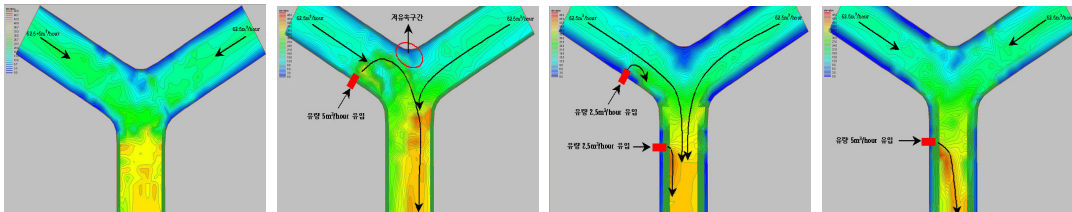


그림 10. 합류수로에서 토구 설치위치에 따른 흐름특성(유속)

본류상류부분에만 토구를 설치할 경우 토구유입 없는 경우보다 본류상류부분 유속이 증가한 것을 볼 수 있다. 또한 그림 10-(b)에서 나타나듯이 본류상류부분에 토구가 유입되어 합류부분까지 어떠한 경로로 영향구간 및 정도를 나타내고 있다.

토구를 분류상류와 합류 후에 분리 설치한 경우(그림 12-(c)) 분류상류에 설치된 토구가 전체 흐름에 큰 영향을 미치던 분류상류설치 경우와는 달리 유속변화에 비교적 적은 영향을 미치는 것을 나타냈다. 합류이후 하류부분의 유속변화에서도 범위가 넓고 고르게 퍼지는 흐름을 보이고 있다. 대체적으로 토구유입이 없는 경우와 비슷한 유향을 나타내면서 유속은 약간 증가된 결과를 보인다. 그러나, 토구를 합류 이후에 설치한 경우 토구설치부분에서 좁고 급격히 증가한 유속을 보이고 있다.

3.2.3 토구 설치위치에 따른 흐름변화

상류 혹은 하류에만 토구를 설치하였을 때보다 이를 상·하류로 분산시켜 토구를 설치하였을 때가 토구 유입이 없을 때와 비슷한 수심 및 유속 분포를 나타내고 있으며 이는 설치전과 비슷한 양상을 나타내고 있어 하천에 영향을 적게 미치는 것으로 나타났다. 또한 상류 혹은 하류에만 단독으로 토구를 설치하였을 때를 비교하여 보면 하류에만 토구설치가 되었을 때는 상류 쪽에 전반적인 수심상승에 영향을 미치는 것으로 나타났다며 유속의 경우 하류에 설치한 경우에 맞은편 제방까지 그 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 도시지역 내 하천에서는 우천시 우수관을 통하여 다량의 빗물이 유입되면서 발생하는 하천흐름 변화를 분석하기 위하여 120°의 합류각도를 가지는 합류수로를 만들어 분류상류 및 하류, 상·하류에 각각 토구를 설치하고 수로내 수위 및 유속변화를 분석하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 토구의 유입유량 증가에 따른 분석에서 토구유입유량을 증가시키기에 따라 수심은 토구 유입이 없을 경우에 비하여 토구설치 바로 전단면에서 1.4%, 2%, 3.5%, 3.8%, 5.3% 정도 증가하였으며, 유속은 7.5%, 13.7%, 19.2%, 20.9%, 44.9% 정도 증가하는 것으로 나타났다.

둘째, 토구 설치위치에 따른 특성분석에서 합류하천에서 토구 설치시 분류상류와 합류이후 하류로 유량을 분산하여 토구유입이 되는 경우가 다른 토구설치의 경우에 비하여 안정적이고 올바른 설치위치라고 볼 수 있다. 부득이하게 상류에만 토구를 설치할 경우 제방높이를 상승시켜 설계 할 필요가 있고 유속영향이 미치는 범위 및 증가율이 좁고 크게 나타나 토구설치 맞은편 제방의 보강설계가 필요 할 것으로 판단된다.

셋째, 토구가 없을 경우 대비 분류상류에만 토구를 설치하였을 경우는 분류하류에만 토구를 설치하였을 경우보다 적은 수심 상승률을 보였다. 따라서 본 연구의 가정사항인 분류 좌안으로 도시가 건설되었을 시 토구를 분산시켜 설치할 수 없고 1개소만 설치가 가능한 경우 합류부 수위상승 부분에서는 하류 쪽에 토구를 설치하는 것보다는 상류 쪽에 설치하는 것이 하천 흐름에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2003년도 건설핵심기술연구개발사업 (03산학연C01-01)에 의한 도시홍수재해관리기술연구사업단의 연구성과입니다.

참고문헌

1. 심기오, 1996, “도심 소하천의 합류 및 구조물로 인한 흐름특성의 변화”, 단국대학교 박사학위논문
2. 최계운, 박용섭, 한만신, 2002, “합류점의 수리특성에 관한 연구”, 한국수자원학회 2002년 학술발표회, pp. 494 ~ 496
3. 1996, “KS 펌프 토출량 측정 방법”, 산업표준심의회, KS B 6302
4. 1999, “하수도법”, 환경부
5. 2005, “하수도시설기준”, 한국상하수도협회
6. 2005, “하천설계기준·해설”, 한국수자원학회