

홍수터 식생에 의한 하천의 수리특성 연구

A Study on Hydraulic Characteristics of River with Floodplain Vegetation

이경수*, 노준우**, 허영택***

Kyungsu Lee, Joonwoo Noh, Youngteck Hur

요 지

기존의 하천관리는 이·치수에 중점을 두었다면 최근에는 환경의 중요성을 인식하고 하천복원사업을 통해 주변환경을 개선하여 자연과 공존하는 방향으로 바뀌고 있다. 하천에 분포하는 다양한 종류의 식생은 지형변화, 유속 및 수위 변화 등 직·간접적으로 하천에 영향을 미치고 있다. 따라서 효과적인 하천관리를 위해서는 하천흐름에 대한 식생의 영향을 이해하고 분석하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 다차원 수리·수질 통합분석이 가능한 EFDC모형을 이용하여 홍수터 식생에 의한 하천의 수리특성 변화를 모의하였다. 금강수계 공주보~백제보 구간에 대한 수치지도 및 수심측량 정보를 바탕으로 작성된 3차원 정밀지형도와 30~50 m 간격의 직교곡선격자망을 이용하여 지형을 구축하고, 홍수터 식생에 의한 흐름저항을 반영하기 위한 현장조사를 통해 작성된 식생분포도를 토대로 교목류(Tree), 관목류(Shrub), 초본류(Herb), 수체(Water) 4가지로 구분하여 분포밀도, 흉고직경, 교목의 높이를 모형에 적용하였다. 2일 간의 보 운영조건에 따라 상류의 공주보 방류량과 하류의 백제보 수위를 경계조건으로 분석을 실시하고, 동일기간 61개 관측지점 중에서 상·중·하류 4개의 임의지점에 대하여 유속측정결과와 모의결과의 비교를 통해 모형을 검증하였다. 홍수터가 완전히 잠겨 식생의 영향을 크게 받는 고유량 조건에 대하여 식생의 적용 여부에 따른 수리특성 변화를 살펴본 결과 홍수터의 경우 일부구간에서 유속이 감소하였으나 인근 주수로의 유속은 증가하는 것으로 나타났다. 하천수위의 변화는 미미한 것으로 나타났다.

핵심용어 : EFDC, 홍수터 식생, 수리특성, 금강

1. 서론

기존의 하천관리는 이·치수에 중점을 두었다면 최근에는 환경의 중요성을 인식하고 하천복원사업을 통해 주변환경을 개선하여 자연과 공존하는 방향으로 바뀌고 있다. 하천에는 다양한 종류의 식생이 분포하며 지형변화, 유속 및 수위 변화 등 직·간접적으로 하천에 영향을 미치고 있으며, 하천의 식생에 따른 많은 연구가 수행되어 왔다. 일반적으로, 식생은 흐름에 대한 저항을 증가시켜 유속을 감소시키고 흐름의 방향을 변경하여 유사를 효율적으로 차단하거나 분급을 일으킨다(Tsujimoto, 1999). 그리고 하천 및 홍수터에서 추가적으로 운동량을 감소시킨다. 이를 해석하기 위하여 운동량방정식에서 식생에 의한 항력 및 저항을 고려한 항이 필요하며, 이 항에는 식생의

* 정회원 · 창원대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : kidhan28@gmail.com

** 정회원 · K-water 수자원연구원 책임연구원 · 공학박사 · E-mail : jnoh@kwater.or.kr

*** 정회원 · K-water 수자원연구원 책임연구원 · 공학박사 · E-mail : korcivil@kwater.or.kr

크기, 밀도, 강성도 등 식생의 특성을 포함한다(Shimizu and Tsujimoto, 1994; Tsujimoto 1999; Jang, 2003). 하천공학에서 식생에 의한 흐름저항을 정량적으로 파악하고 예측하는 것은 중요한 문제이며, 효과적인 하천관리를 위해 식생의 영향을 이해하고 분석하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 다차원 수리·수질 통합분석이 가능한 EFDC모형을 이용하여 홍수터 식생에 의한 하천의 수리특성 변화를 분석하였다. 측정유속과 비교를 통해 모형검증을 실시하고, 대상구간의 홍수터가 완전히 잠기게 되는 고유량이 흐를 경우 식생에 의한 유속의 변화를 비교하였다.

2. 모형 구축 및 검증

2.1 지형 및 격자망 구축

금강유역의 공주보~백제보 구간에 대한 수치지형도 및 수심측량정보를 이용하여 3차원 지형을 구축하였다. 하도(수심측량정보)와 홍수터(횡단측량정보)의 지형정보를 각각 분리하여 구축한 후 병합하여 정밀 3차원지형을 구축하였다. 하천의 흐름방향과 유사하게 격자를 생성하고 최소의 격자 분할로 최적의 지형반영이 가능하여 수치모의의 정확도가 높은 직교곡선격자망을 이용해 격자망을 구축하였으며 세부사항은 표 1과 그림 1에 제시된 바와 같다.

표 1 지형 및 격자망 생성

구 분	지형 자료	격자 분할	수평 격자수	격자 간격
내 용	3차원 지형자료	직교곡선격자망	총 9980개 (5Layer)	평균 30~50 m

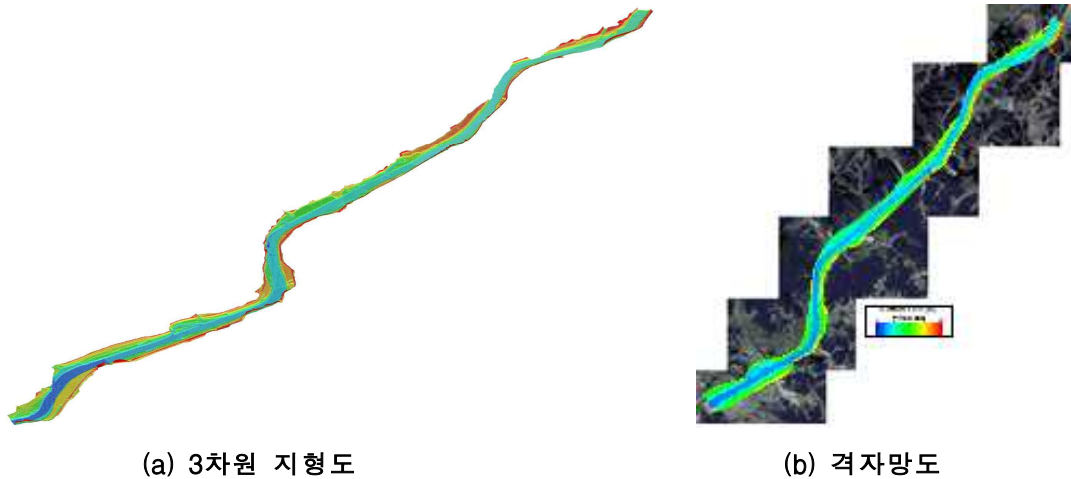


그림 1 3차원 지형도 및 격자망

2.2 식생 조사 및 적용

현장조사를 통해 홍수터의 식생분포도를 작성하였다. 식생은 교목류(Tree), 관목류(Shrub), 초본류(Herb), 수체(Water) 4가지로 구분하였으며, 구분에 따라 분포밀도($\#/m^2$), 흉고직경(m), 교목의 높이(m)를 기록하였다. 이를 바탕으로 입력자료를 작성하여 모형에 적용하였다(표 2).

표 2 식생의 분류 및 특성값

구 분	교목류 (Tree)	관목류 (Shrub)	초본류 (Herb)	수체 (Water)
분포밀도 (#/m ²)	0.2	0.5	25	0
흉고직경 (m)	0.15	0.05	0.01	0.001
교목높이 (m)	8	4	1	0.001

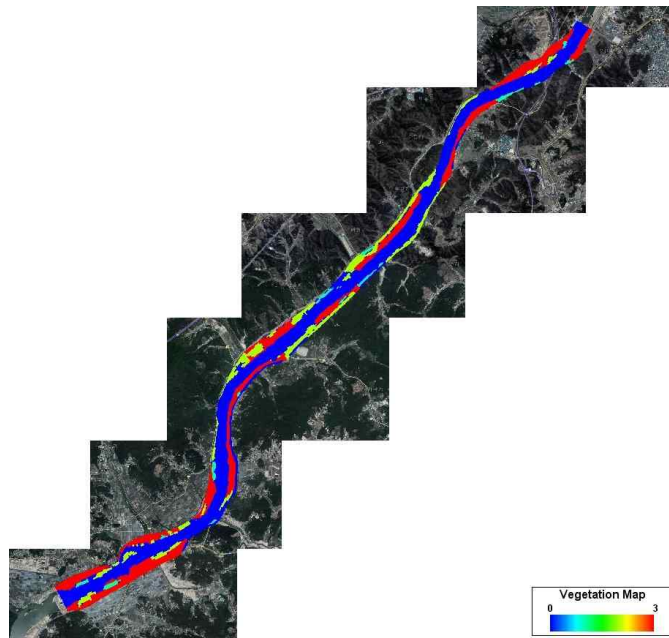


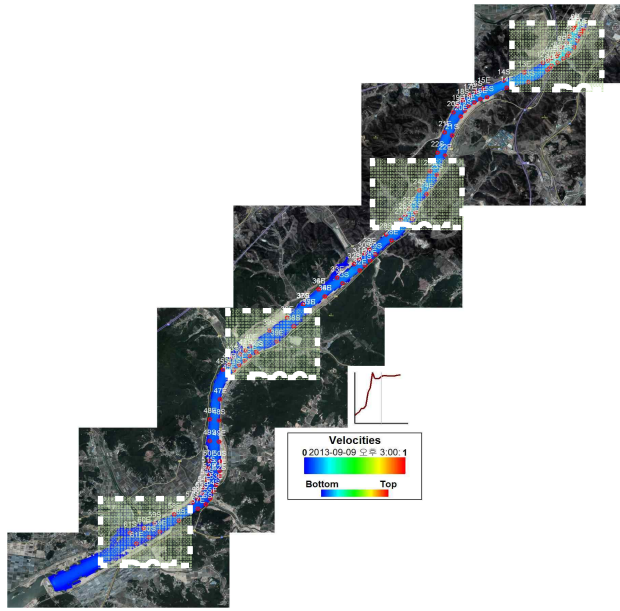
그림 2 식생분포도 모형적용 현황

2.3 모형의 검증

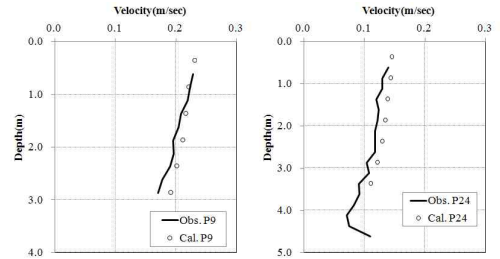
모형의 검증을 위해 ADCP를 이용해 13.09.08~13.09.09 까지 61개 단면에 대한 유속측정을 실시하고, 같은 기간의 공주보 방류량과 백제보 수위를 상·하류 경계조건으로 적용하여 모의를 실시하였다(표 3). 측정지점 중에서 상·중·하류 4개의 단면(No. 9, 24, 39, 61)에 대하여 수심별 단면 평균 유속과 모의결과를 비교하였다. 표층은 0.06~0.3 m/sec, 저층은 0.03~0.2 m/sec로 나타났으며, No.61의 경우 수심 1~3 m 부근에서 차이를 보이지만 대체적으로 유사한 값을 보였다. 그림 3은 유속측정 지점과 대표 4지점에 대한 측정유속과 모의유속의 비교결과를 제시하고 있다.

표 3 상·하류 경계조건

검토 내용	경계조건(시계열)		비 고
	방류량(m ³ /sec)	하류수위(EL.m)	
유속 검증	공주보 방류량	백제보 수위	13.09.08 ~ 13.09.09 관측정보

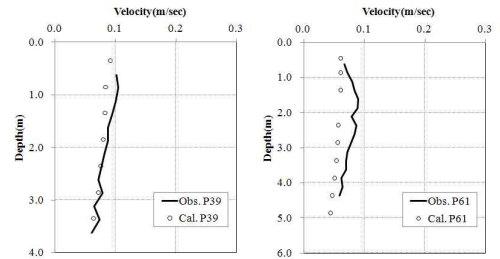


(a) 유속관측 지점(61개소)



(b) P 9

(c) P 24



(d) P 39

(e) P 61

그림 3 유속관측 지점 및 대표지점 유속비교

3. 식생 영향 분석

대상구간의 홍수터가 완전히 잠기게 되는 고유량 발생 시 식생에 의한 유속 변화를 비교하기 위하여 보 운영지침의 홍수 3단계에 해당하는 공주보 방류량 12,040 m³/sec와 백제보 수위 13.93 m를 상·하류 경계조건으로 적용하여 모의를 실시하였다. 모의결과 식생을 적용하지 않은 경우 평균 1.84 m/sec, 적용한 경우 1.75 m/sec로 식생을 적용한 경우가 약 0.1 m/sec 가량 낮게 나타났다. 식생을 적용한 경우 식생이 분포되어 있는 홍수터의 경우 유속이 최대 0.325 m/sec 감소하였으며, 주수로의 경우 최대 0.245 m/sec 증가하는 것으로 나타났다. 전체 구간의 식생에 따른 유속분포 및 유속변화량은 그림 4에 도시된 바와 같다.

표 4 상·하류 경계조건

검토 내용	경계조건(시계열)		비 고
	방류량(m ³ /sec)	하류수위(EL.m)	
식생영향분석	공주보 방류량 12,040	백제보 수위 13.93	보 운영지침 (홍수 3단계)

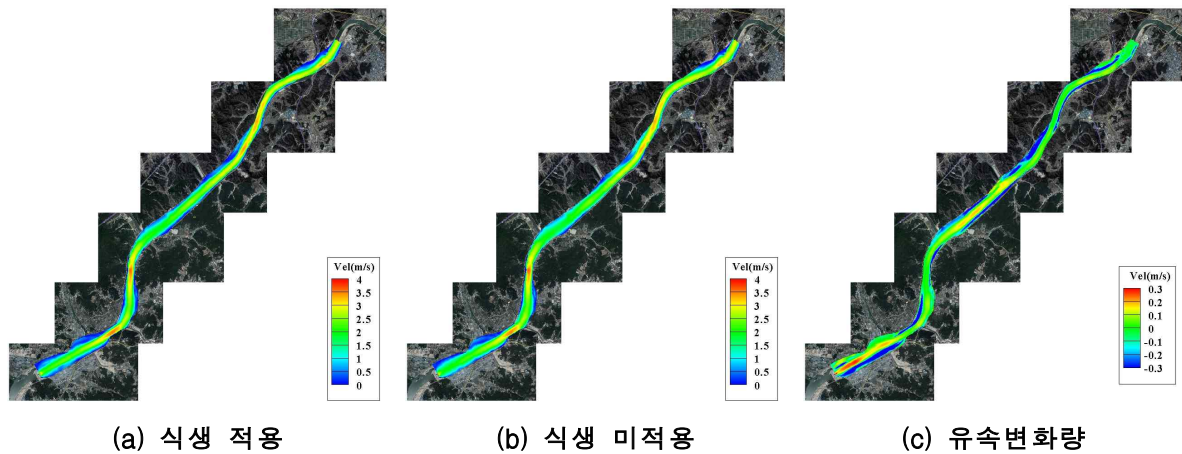


그림 4 식생에 따른 유속분포 및 유속변화량

4. 결론

본 연구에서는 다차원 수리·수질 통합분석이 가능한 EFDC모형을 이용하여 홍수터 식생에 의한 하천의 수리특성 변화를 분석하였다. 관측유속과 비교를 통해 모형검증을 실시하고, 대상구간의 홍수터가 완전히 잠기게 되는 고유량이 흐를 경우 식생에 의한 유속의 변화를 비교하였다. 식생을 적용한 결과 유속이 전 구간 평균 1.84 m/sec에서 1.75 m/sec로 약 0.1 m/sec 감소하였으며, 홍수터의 경우 최대 0.325 m/sec 감소, 주수로의 경우 최대 0.245 m/sec 증가하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Jang, C.-L. (2003). "Study on the morphological behavior of the channel with erodible banks." PhD dissertation, Hokkaido University, Sapporo, Japan.
2. Shimizu, Y., and T. Tsujimoto. (1994). "Numerical analysis of turbulent open channel flow over a vegetation layer using a $k-\epsilon$ turbulence model." Journal of Hydroscience and Hydraulic Engineering, JSCE, 11, pp.57-67
2. Tsujimoto, T.(1999). "Fluvial processes in streams with vegetation." Journal of Hydraulic Research, 37(6), 789-803.