

하천의 하상변동에 대한 침투 유량 발생위치의 영향

Effects of Flood Peak Location on Riverbed Variation

채국석*, 박상덕**, 김남호***, 김민규****

Kuk Sheok Chae, Sang Deog Park, Nam Ho Kim, Min Kyu kim

요 지

하천은 인간에게 있어 물을 공급하는 중요한 하나의 공급원인 동시에 재해를 발생시킴으로서 인간에게 큰 피해를 줄 수 있는 위험물로서 존재한다. 이러한 이면을 가진 하천은 하천 자체로는 하천의 특성이 변화하지 않으며, 인위적이나 자연적인 원인으로 변화하는 것이다. 특히 강도가 큰 강우가 발생하였을 때 하천의 특성은 크게 변화한다.

강우시 하천은 유출량 증가와 유사량의 시공간적인 변화로 인해 형상거동의 자기조절 기작을 통하여 유역밖으로 이들을 안전하게 배출시키는 기능을 발휘한다. 하천 합류부는 각기 다른 특성을 가진 두 흐름이 만나는 지점으로 흐름과 지형 둘 다 변화하며, 합류부 이후에는 그 이전과는 다른 특성을 나타낸다. 따라서 합류부는 하천의 흐름상에서 중요한 부분이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 강릉에 위치한 경포천과 제 1지류인 위촌천이 합류하는 구간을 대상으로 하여 홍수시 침투유량의 크기와 발생위치 및 홍수 모의기간에 따른 하상변동에 대해 연구하였다. 이를 위해 1차원 하상 변동 모형인 HEC-6를 이용하여 하상변동을 모의하고 그 결과를 실측 하상변동량과 비교분석하였다. 유입수문곡선에서 침투유량의 발생위치는 전반부, 중앙부, 후반부로 구분하였고, 홍수모의 기간은 1년, 5년, 10년으로 하였으며 1년 이상의 수문곡선은 1년의 수문곡선을 모의 기간만큼 반복 발생시키는 것으로 하였다. 그 결과 하상변동은 홍수 모의기간, 유입수문곡선의 침투유량 발생위치와 침투유량의 크기에 따라 그 양상이 현저히 달라지는 것을 확인하였다. 유입유량 조건에서 동일수문곡선의 반복에 따른 모의기간 별 하상변동은 퇴적과 침식의 규모가 확대되는 형태로 나타나는 것을 알 수 있다.

핵심용어 : 하상변동, 침투유량발생위치, HEC-6, 홍수, 하천

1. 서 론

하천 흐름의 변화는 하천의 형태를 변화시킨다. 즉, 흐름의 변화를 가져오는 여러 가지 요인 때문에 하상이 저하되거나 상승된다. 이러한 흐름의 변화는 강우에 의한 홍수나 유사의 유입, 산사태로 인한 유사의 과다한 유입 등의 자연적인 요인과 하천주변 토지이용, 하천구조물의 설치나 제거, 준설 등 인위적인 요인으로 구분할 수 있다. 특히 홍수는 자연적인 요인으로 발생하는 것으로 하천의 하상의 변화를 가져올 뿐만 아니라 더 나아가 하천의 범람이나 구조물의 국부세굴로 인한 구조물의 붕괴 등의 재해로서 발전 할 수 있다.

본 연구에서는 강원도 강릉에 위치한 경포천에 대하여 실측자료를 바탕으로 하상변동 모형인

* 정회원·강릉대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : ddong79th@naver.com

** 정회원·강릉대학교 토목공학과 교수 · E-mail : sdpark@kangnung.ac.kr

*** 정회원·주식회사 삼원·E-mail : newdaymorning@hanmail.net

****정회원·강릉대학교 토목공학과 석사과정·E-mail : lenapray@hotmail.com

HEC-6를 이용하여 분석을 하였다.

2. 실측자료분석

본 연구에서는 강원도 강릉에 위치한 경포천 약 1.2km, 위촌천 0.65km로 총 연장 약 1.85km로 서 경포천 유역을 연구 범위로 하여 분석을 실시하였다. 수위와 유량의 측정과 유사량 및 하상구성토사 채취를 구운정교, 난곡교, 군정교에서 실시하였으며, 경포천 24개 단면, 위촌천 14개 단면의 실측을 통하여 분석하였다. 그림 1에서 나타낸 바와 같이 난곡교와 군정교 지점에서 유입이 있으며, 합류점을 지나 구운정교 지점에서 유출이 발생한다.

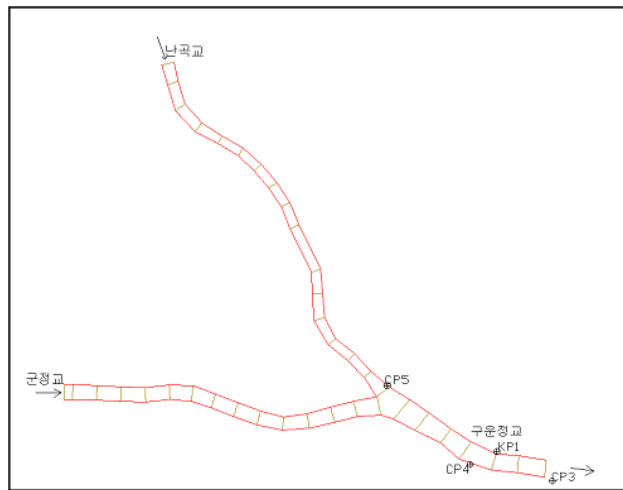


그림 1. 경포천 합류부

2.1 수위, 유량, 유사량 관계

본 연구에서는 자기수위계를 이용하여 구운정교, 난곡교, 군정교 지점에서 약 3개월 동안 실측된 수위 자료와 강우 시 발생하는 유량을 측정함으로써 수위와 유량과의 관계를 찾아낼 수 있었다. 그림 2는 3개 지점에서의 수위 유량관계 곡선을 나타낸 것으로 구운정교의 유량증가에 따른 수위변화는 다른 지점에 비해 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 유사량은 구운정교, 난곡교, 군정교 3개 지점을 기준으로 하여, 하천의 좌·우에서 부유사를 측정하여 총유사량으로 산정하였으며. 그림 3에서 유사량과 유량의 관계를 나타내고 있다. 수위 유량곡선의 관계에서는 군정교 지점의 관계가 다른 두 지점보다 더 크게 나타나는 것을 확인할 수 있으며, 유량 유사량 관계에서는 난곡교지점의 유사량이 가장 크게 나타나는 것을 확인할 수 있는데 반면에 군정교 지점에서 유량 증가에 따른 유사량증가가 더 크게 나타나는 것을 확인할 수 있으며, 이는 지류인 위촌천에서 들어오는 유입유사와 유입유량이 구운정교 지점까지 영향이 있다는 것을 알 수 있다.

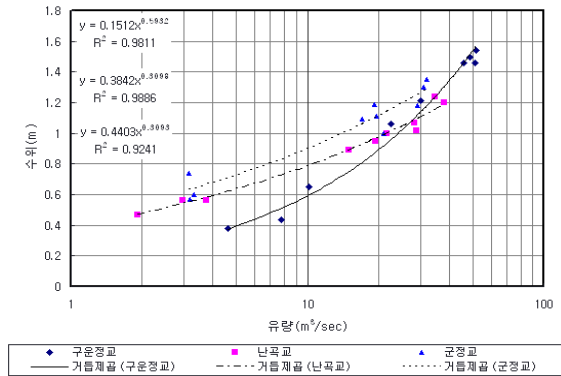


그림 2 지점별 수위-유량 관계

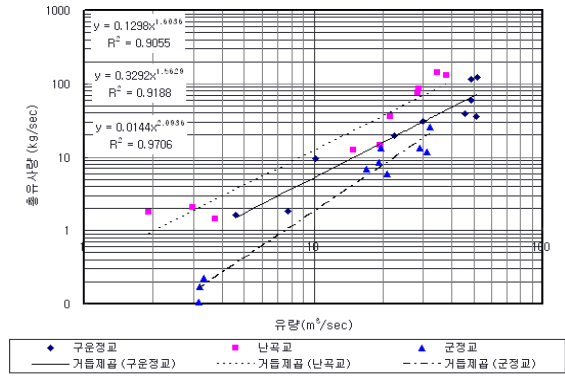


그림 3 지점 별 유사량-유량 관계

2.2 하상구성토사

수위나 유사량을 측정했던 구운정교, 난곡교, 군정교지점에서의 하상구성토사를 채취하여 분석한 결과를 그림 4에 나타내었으며, 하상구성토사의 통과중량 백분율을 이용하여 평균입도를 분석한 결과, 전반적으로 조립토로 구성되어 있으며, 표 1과 같이 구운정교 지점의 평균입경이 가장 작게 나왔으며, 난곡교 지점의 평균입경이 가장 크게 나타났다.

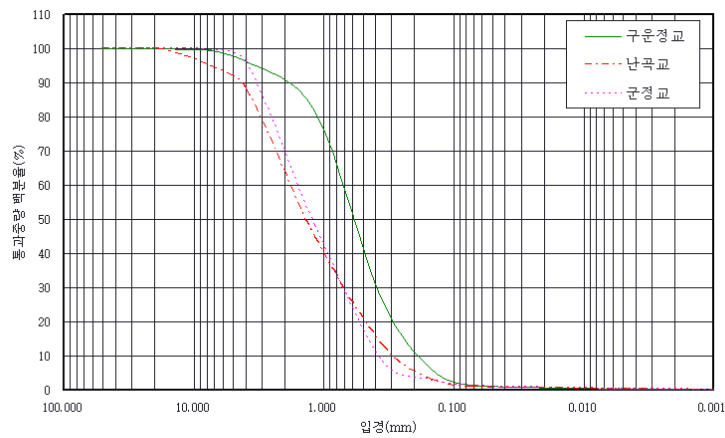


그림 4 입경별 통과중량 백분율

표 1 구운정교, 군정교, 난곡교 지점 평균입경

구분	백분율별 대표입경(mm)										평균입경 d_m
	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100	
구운정교	0.15	0.25	0.35	0.44	0.53	0.65	0.78	0.98	1.48	3.5	0.91
군정교	0.19	0.39	0.59	0.85	1.30	1.70	2.20	2.80	3.80	7.70	2.15
난곡교	0.28	0.46	0.63	0.82	1.20	1.50	1.85	2.40	2.98	3.80	1.59

3. HEC-6의 적용

Nakado와 Vadnal(1981)은 미시시피강의 지류 자료를 이용하여 HEC-6, CHAR2등 4개의 총적하천 모형들의 예측 결과를 비교하였는데 그 결과 각 단면에서 단면 형상과 하상토 입경분포 등 정확한 초기조건, 물과 유사의 유출입, 유입유사의 입경분포 등 정확한 경계조건, 하상조도추정, 신뢰도 높은 유사량 공식 등이 모형의 신뢰도에 결정적인 역할을 한다는 것이다. 또한 우효섭과 유권규(1991)이 국내에서 처음으로 HEC-6모형을 금강 대청댐 하류에 적용하였으며 모형의 예측 결과가 실제 현상을 비교적 잘 모의하는 것으로 확인하였다. 임창수, 손광익, 이재준, 윤세의(1999)는 금강 본류의 상하류에대한 수리적 특성 및 유사론적 특성을 파악하기 위하여 1차원 유사이동 수치모형 모의분석은 HEC-6를 사용하였는데 장기적인 하상변동을 예측하는 경우에는 골재 채취 등에 의한 인위적인 하상변동과 지천의 유량 및 유사량 유입에 대하여 정확한 고려가 이루어져야 한다고 하였다.

3.1 HEC-6 모형 검증

본 연구에서는 HEC-6를 모의하기에 앞서 HEC-6를 적용하여 구한 결과와 11월에 실측한 자료간의 비교를 실시하였으며, 다른 분석사항들에 대해 적용 가능하도록 초기 설정을 실시하였다. 그림 5와 같이 7월 자료와 비교하여 11월 자료와 HEC-6모형을 적용하여 구한 자료와는 그 크기는 다르게 나타났으나 양상이 비슷하게 나타났다. 그러나 합류점인 600~800m 지점에서 다르게 나타났는데, 이것은 지류인 위촌천에서 제방 공사로 인한 대량의 유사와 유수가 유입이 되어 HEC-6 모형이 이를 모의하지 못한 결과로 판단된다.

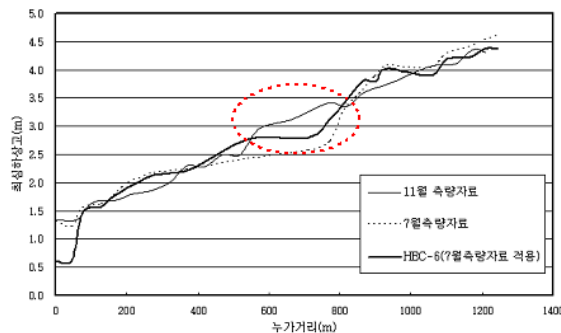


그림 5. HEC-6적용결과와 11월측량자료의 비교

3.2 모의기간별 침투유량 발생위치별 영향

홍수모의기간을 1년, 5년, 10년으로 하였으며, 100년빈도 유량의 유입을 더 추가하였다. 또한 유입수문곡선에서 침투유량 발생위치별로 전반부, 중반부, 후반부로 하였고 전반부는 down, 중반부는 mid, 후반부는 up로 정의하여 분석을 실시하였다.

그림 6~8은 모의기간 1년, 5년, 10년에 대한 예측결과로서 상류부에서는 침식과 퇴적이 반복적으로 발생하는 것을 볼 수 있으며, 하류부에서 침식이 발생하는 것을 볼 수 있다. 또한 합류부 지점인 400~600m 지점은 퇴적이 크게 나타나는 것을 확인 할 수 있다. 모의 기간이 길어 질 수록 하상변동은 퇴적과 침식의 규모가 확대되는 형태로 나타나는 것을 알 수 있다.

그림 9는 100년빈도 홍수량을 약 12시간 적용하였을 경우 1년 모의기간에 해당하는 것으로 상류부와 하류부의 침식량이 크게 나타나는데, 특히 하류부에서의 침식이 다른 예측결과보다 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

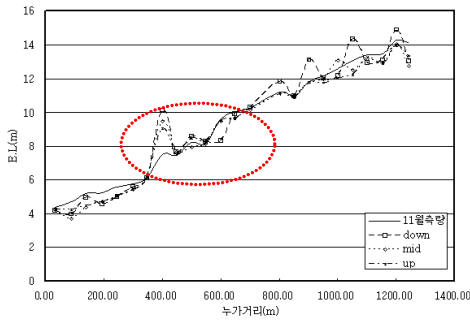


그림 6 홍수 모의기간 1년

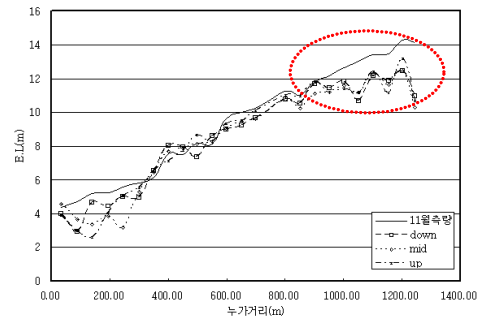


그림 7 홍수 모의기간 5년

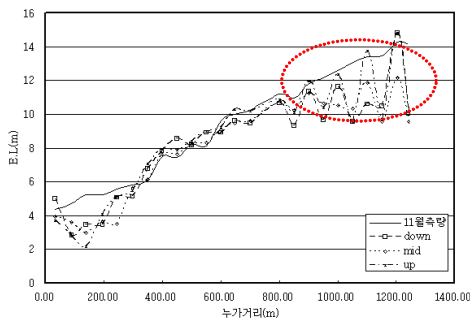


그림 8 홍수 모의기간 10년

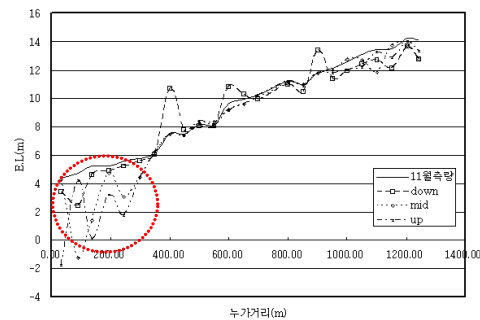


그림 9 100년빈도홍수 모의기간 1년

4. 결론

하상변동에 대한 예측을 하기 위해 경포천 합류부 지점을 대상으로 하상변동모형인 HEC-6를 적용하여 본 결과를 바탕으로 하여 정리하면 다음과 같다.

1. 모의기간이 길어질수록 퇴적과 침식의 폭이 커지는 것을 확인할 수 있는데, 이러한 결과가 나오는 가장 큰 이유는 유입유량 조건에서 동일수문곡선의 반복 때문이라고 할 수 있다.
2. 침두유량 발생위치별로 보았을 때 상류부에서는 침식이나 퇴적이 비슷한 양상을 보이지만 그 규모의 차이가 발생하고, 하류부에서는 다른 양상을 보이고 있는데, 이것은 지류의 유입이 가장 큰 원인이라고 판단된다.
3. 강릉 경포천의 하상변동 예측 결과 퇴적은 크게 발생하지 않았으나, 상류부와 하류부의 침식이 현저하게 나타나므로 침식에 대한 대비책이 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1. 김남호, “홍수시 합류하천의 하상변동에 관한 연구”, 강릉대학교 대학원 석사학위논문, 2006.
2. 우효섭과 유권규, “HEC-6를 이용한 대청댐 하류의 하상변동 예측”, 대한토목학회 논문집, 제13권 제5호, 1993a, 11.
3. 임창수, 손광익, 이재준, 윤세의, “수치모형을 이용한 하상변동 연구”, 한국수자원학회 논문집, 제32권 제2호, 1999. 4.
4. Nakado, T. and Vadnal, J. L., Field Survey and Test of Several One-Dimensional Sediment Transport Computer Model for pool 20, Mississippi River, Iowa Institute of Hydraulic Research, Reportno. 237, The Univ. of Iowa, 1981