

직렬/병렬 하천수위를 이용한 하류 홍수위 예경보기법

Downstream Flood Stage Forecasting and Warning using Serial-Parallel River Stage

추연문*, 권기대**, 지홍기***

Choo Yean Moon, Kwon Ki Dae, Jee Hong Ki

요 지

홍수예경보는 강우로 인하여 발생하는 홍수의 규모와 시간을 가능한 한 정확하고 빨리 예측하여 홍수에 대비할 수 있도록 유관기관 및 지역주민에게 사전에 홍수에 관한 정보 즉 예측되는 수위와 시간을 제공함으로써 홍수로부터의 피해를 최소화하는 것이다. 이와 같은 목적을 성공적으로 완수하기 위해서는 홍수시 급변하는 하천유량에 영향을 미치는 모든 수문학적 기상학적 자료를 신속·정확하게 수집할 수 있는 관측 시스템의 구축 뿐 아니라 이들 수집된 자료를 이용하여 실시간 홍수추적을 할 수 있는 효율적인 유출량 계산모형이 조화를 이룰 때 가능하다.

이에 본 연구에서는 중·소하천에서 홍수예경보를 위한 지능형 U-River 시스템의 실시간 모니터링 기술을 조사하고 하천수위를 이용한 예측시스템에 대해 연구하였다. 기존의 홍수예경보의 문제점을 해결하기 위해 간단한 입력자료만으로 홍수예측이 가능한 인공지능 기반의 신경망 모형을 이용 하였으며, 예측 모형의 효율성과 적용성을 높이기 위해 유사한 수문 사상을 가지는 상·하류 간 입력 자료를 동시에 사용하였다. 또한 하천수위를 이용한 모델의 수행은 각 지점별 훈련성과를 토대로 최적의 은닉층 노드수를 선별하여 실시간 수위예측에 활용하였으며 수치적 기준을 적용하여 실측 수위와 모형에 의해 예측된 수위를 이용하여 평가하였다.

핵심용어 : 수위예측, 홍수예경보, 직렬, 병렬

1. 서론

상류 유역으로 부터 홍수시 유출되는 유량을 실시간으로 예측하는 것은 하천의 홍수조절이나 수자원시설 물의 관리를 위한 중요한 요소 중의 하나이다. 최근에는 세계적으로 도시화와 온실효과나 엘니뇨와 같은 기후변화에 의해서 홍수의 발생 횟수와 크기가 증가하고 있다(이재응 등, 2001). 우리나라는 강우의 2/3 이상이 여름철에 집중하고, 하천경사가 급하여 빈번한 홍수가 발생하며 많은 피해가 발생하고 있다.

최근에는 이상기후에 의해 돌발적인 홍수 발생하고 있으며, 이로 인하여 국지적 홍수 피해가 발생하고 있다. 2002년에 발생한 태풍 루사(Rusa), 2003년에 발생한 매미(Maemi)에 의한 피해가 그 예라고 할 수 있다(Chun, 2004). 이러한 홍수를 사전에 예방하기 위해서는 홍수를 미리 예보하고 경보하는 시스템이 필요하며, 이 시스템의 정확도는 몇 시간 후의 홍수량을 얼마나 정확하게 예측하느냐에 달려 있다.

따라서 최근 시행되고 가동되고 있는 낙동강 본류 구간의 8개의 보(수문)를 수리학적 홍수추적 모형을 구축하여 예측함으로써 지역에서 발생하는 돌발홍수에 의한 물리적 피해를 최소화 하고 낙동강 유역의 수

* 정회원 · 영남대학교 공과대학 건설시스템공학과 석사과정 · E-mail : chooyean@naver.com

** 정회원 · 영남대학교 공과대학 건설시스템공학과 석사과정 · E-mail : kidae@yu.ac.kr

*** 정회원 · 영남대학교 공과대학 건설시스템공학과 교수 · E-mail : hkjee@yu.ac.kr

계별 물 관리 및 치수관리의 효율성을 높이는데 많은 도움이 될 것이라 생각된다.

하천에서의 부정류에 관한 연구는 Saint-Venant(1871)에 의한 1차원 방정식이 유도되면서 본격적으로 이루어지기 시작하였다. 하천의 홍수추적에 관한 수리학적 연구로는 Amein(1966)의 특성곡선법 적용, Amein과 Fang(1970)의 유한차분법에 기초를 둔 양해법과 음해법에 관한 연구가 있다.

낙동강에서의 수리학적 홍수추적 모형에 대한 연구는 한건연 등(2000)에 의한 홍수류 해석을 위한 동역학적 모형의 적용을 비롯한 몇몇 연구를 제외하고는 낙동강에서의 수리학적 홍수추적 모형에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

본 논문에서는 기존댐을 건설하거나 보강하지 않고 기존 다목적댐의 자체 홍수조절능력을 이용하여 낙동강 유역뿐만 아니라 국내 다목적댐 유역의 홍수조절효과를 극대화하기 위한 홍수조절방안을 제시하고자 한다.

2. 홍수수문곡선 예측결과의 비교고찰

본 연구에서는 직렬보군의 하도에서 홍수수문곡선의 예측을 위해 낙동강유역인 안동댐 조정지에서 임해진 수위표까지 총거리 L=265.61km 하도구간에 HEC-RAS를 이용하여 부정류 해석을 실시하였다. 2011년 5월 ~ 7월 실제 호우를 대상으로 검증을 하였으며, 검증된 모델로 태풍 루사와 태풍 매미에 대해서 예측을 실시해본 결과는 다음과 같다.

표 1 침투홍수시간 및 침투홍수위 비교고찰

지점명	계획홍수위 (EL. m)	관리수위 (EL. m)	관측수위				비교고찰	
			관리수위유지 상태		수문 완전 개방 상태			
			침투시간 (hr)	침투수위 (EL. m)	침투시간 (hr)	침투수위 (EL. m)	시간 (hr)	수위 (EL. m)
사별	52.22	47.00	2002-09-01 08:40	52.21	2002-09-01 08:20	50.20	0.17	2.01
낙동	39.53	32.50	2002-09-01 09:50	39.48	2002-09-01 09:30	37.36	0.33	2.12
일선교	36.26	32.50	2002-09-01 11:50	36.50	2002-09-01 10:50	34.79	1.00	1.71
구미	29.99	25.50	2002-09-01 14:20	29.89	2002-09-01 13:10	27.69	1.17	2.20
왜관	26.27	19.50	2002-09-01 16:10	26.86	2002-09-01 15:20	23.87	0.83	2.99
성주	25.03	19.50	2002-09-01 17:30	25.80	2002-09-01 16:30	23.02	1.00	2.78
고령	22.93	14.00	2002-09-01 19:20	23.70	2002-09-01 18:10	20.58	1.17	3.12
현풍	22.27	10.50	2002-09-01 20:20	22.70	2002-09-01 19:40	19.76	0.67	2.94
적포	18.30	5.00	2002-09-01 21:50	18.58	2002-09-01 21:20	16.16	0.50	2.42
진동	14.69	5.00	2002-09-01 23:00	14.07	2002-09-01 22:40	13.18	0.33	0.89

표 2 침투홍수시간 및 침투홍수위 비교고찰

지점명	계획홍수위 (EL. m)	관리수위 (EL. m)	관측수위				비교고찰	
			관리수위유지 상태		수문 완전 개방 상태			
			침투시간 (hr)	침투수위 (EL. m)	침투시간 (hr)	침투수위 (EL. m)	시간 (hr)	수위 (EL. m)
사별	52.22	47.00	2003-09-13 12:20	51.39	2003-09-13 11:50	49.78	0.50	1.61
낙동	39.53	32.50	2003-09-13 13:20	39.13	2003-09-13 13:00	37.73	0.33	1.40
일선교	36.26	32.50	2003-09-13 13:50	36.38	2003-09-13 13:20	35.01	0.50	1.37
구미	29.99	25.50	2003-09-13 16:00	29.96	2003-09-13 15:50	28.24	0.17	1.72
왜관	26.27	19.50	2003-09-13 17:30	27.20	2003-09-13 17:10	24.73	0.33	2.47
성주	25.03	19.50	2003-09-13 18:00	26.27	2003-09-13 18:00	23.88	-	2.39
고령	22.93	14.00	2003-09-13 18:50	24.22	2003-09-13 18:50	21.60	-	2.62
현풍	22.27	10.50	2003-09-13 19:20	23.19	2003-09-13 19:10	20.74	0.17	2.45
적포	18.30	5.00	2003-09-13 20:00	18.91	2003-09-13 19:40	16.83	0.33	2.08
진동	14.69	5.00	2003-09-13 22:20	14.19	2003-09-13 22:10	13.35	0.17	0.84

본 연구에서는 홍수조절을 최적화하기 위하여 시행착오법을 적용하여 적정 유량전환비를 산정하였다. 적정 유량전환비를 산정하기 위하여 기본조건은 저수위가 기존 설정된 댐의 계획홍수위를 초과하지 않고 상시만수위 아래로 내려가지 않는 것이며, 특히 일정량 방류량에 의한 침투방류량과 유입량이 교차되는 시점인 지속시간 29hr시점에서 수위가 상시만수위로 되는 것으로 설정하였다. 아래의 그림 1~그림 4는 홍수조절이 적용된 각 재현기간별로 저수위를 비교한 것이며, 저수위가 그 제약조건을 만족하고 있음을 보여준다.

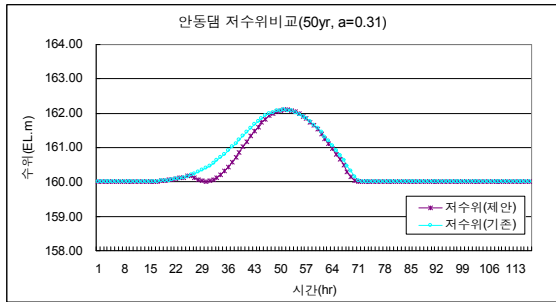


그림 1 안동댐 홍수조절 전·후의 저수위비교(T=50yr)

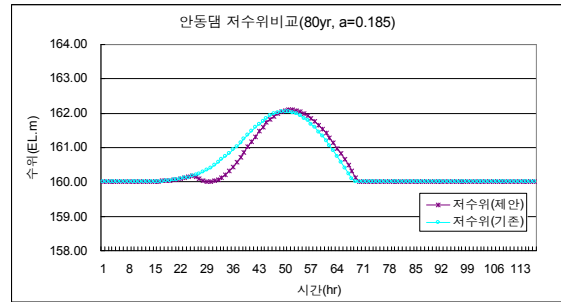


그림 2 안동댐 홍수조절 전·후의 저수위비교(T=80yr)

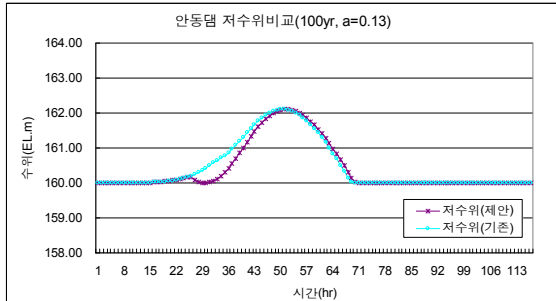


그림 3 안동댐 홍수조절 전·후의 저수위비교(T=100yr)

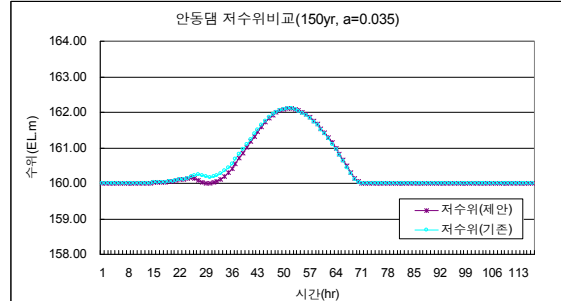


그림 4 안동댐 홍수조절 전·후의 저수위비교(T=150yr)

안동댐의 경우 유량전환비에 의해 임하댐의 홍수량이 유입되었음에도 유량조절율이 증가한 것은 침투 유입량과 침투방류량이 일정하기 때문으로 분석된다. 즉, 안동댐이 수용할 수 있는 유입량 유량조절비에 의해 침투유입량에 도달하게 되고 그 값은 재현기간별로 일정하게 된다. 또한 침투유입량에 도달하기 전에 침투방류량이 안동댐의 설계방류량과 같아지게 되어 일정량 방류를 실시한 결과 침투방류량이 일정하기 때문으로 분석된다. 이에 대한 내용은 그림 5에 도시하였다.

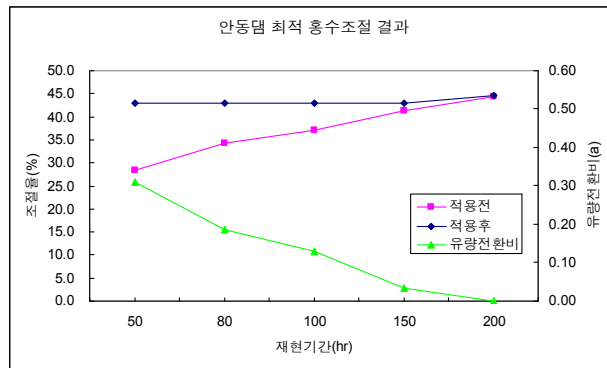


그림 5 안동댐 최적 홍수조절 결과

또한 유량전환에 의한 홍수조절결과를 분석해보면, 조절전에 비하여 조절율이 재현기간 T=50년일 때 14.4%, T=80년일 때 8.6%, T=100년일 때 6.0% 및 T=150년일 때 1.6%로 각각 증가한 것으로 나타났으며, T=200년일 경우에는 유량전환이 불가함을 알 수 있었다.

3. 결론

본 연구의 목적은 하도의 수리해석에 널리 이용되고 있는 HEC-RAS를 실제하천에 적용하여 실제하천의 하도추적을 실시하고 홍수추적모형의 적용을 한후 실제하도의 홍수수문곡선 예측을 수행하는 절차를 확립하는데 있다.

따라서 본 연구에서는 낙동강유역을 적용 대상유역으로 선정하하고 HEC-RAS의 부정류 알고리즘을 이용하여 수리학적 홍수추적모형의 적용을 검증하고 홍수수문곡선 예측을 수행하였다.

또한, 본 연구는 인접한 저수지 간의 연계운명을 통한 홍수조절 및 용수공급능력을 제고시키기 위한 저수용량 공유기법 개발의 일환으로 안동댐과 임하댐의 병렬저수지 시스템을 연구대상으로 하였다. 홍수조절에 의한 병렬저수지의 연계운영기법으로서 병렬저수지 시스템인 안동/임하댐 유역에서 홍수시 임하댐의 저수량을 안동댐으로 전환시켜 임하댐의 홍수조절능력을 제고시키고 안동댐의 저수량을 확보시켜 용수공급능력을 제고시킬 수 있는 방법을 연구하였다. 홍수조절기법을 적용하기 위하여 FARD 2006 및 HEC-HMS 모형을 이용하여 안동/임하댐의 재현기간별 유입량을 예측하고 임하댐에서 안동댐으로의 연계운영에 의한 홍수조절기법을 분석하였다. 따라서 지금까지의 분석 결과를 요약하면 다음과 같다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신 F01)에 의한 차세대 홍수방어기술개발연구단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 이을래, 김상호(2006), “낙동강 유역 수리학적 하도추적 모형 구축 및 적용(II) 홍수사상의 적용” 한국습지학회논문집, 제8권 제1호, pp.83-96.
2. 이만석, 김이현(2009), “낙동강 하구 삼각주의 이동특성”대한토목학회논문집, 제57권 제3호, pp.25-31.
3. 노황원(2010), “낙동강 유역의 홍수유출 예측시스템” 영남대학교 대학원 석사학위논문.
4. 류재욱(2010), “병렬저수지 연계에 의한 하류부 홍수량 저감분석” 영남대학교 대학원 석사학위논문.
5. 김형수, 정종호(2000), HEC-HMS를 이용한 설계홍수량 산정, 제 8회 수공학익습 교재, 한국수자원학회 논문집 pp. II-1~II-102.
6. 이준호, 정성순, 금호준, 노황원, 지흥기(2011), 낙동강 직렬보 운영에 따른 홍수예측 기법, 한국수자원학회 논문집
7. 금호준, 지흥기(2011), 홍수시 하도에 설치된 직렬보군의 홍수위 특성, 영남대학교 대학원 석사학위 논문