

낙동강수계 댐방류량 조절을 위한 하도추적모형 연구

A Study on Flood Routing Model for the control of Reservoir Release in Nakdong River Dams

박명기¹⁾, 신용노²⁾

요 지

낙동강 수계 다목적댐 하류 지역에 대한 홍수조절 의사결정 능력을 향상 시키고자 강우-유출 모형으로 선정된 저류함수법으로 낙동강 수계 다목적댐 하류부의 유역유출 체계를 먼저 구성하였다. 저류함수법에 의한 낙동강 수계 유역유출 체계도는 유역의 물리적 특성을 감안하여 소유역은 41개, 하도망은 28개로 구성하였다. 또한 수문학적 하도추적 기법이 갖는 결점을 보완하기 위하여 낙동강 본류 및 상류에 댐이있는 급호강, 황강, 남강, 밀양강 등 1 지류 이상의 홍수추적을 수리학적 모형으로 보완하여 유역유출 체계를 이원화하여 두시스템을 상호·연계할 수 있도록 하였다. 상기 두 시스템을 '93년 8월 홍수(8. 7~8. 15)에 시험 적용하였다. 모형수행 결과 홍수기 댐운영시 저류함수모형에 의한 강우 유출 모형과 수리학적 하도추적 모형을 통합한 시스템을 동시에 적용하여 상호 보완 과정을 통해 운영한다면 다목적댐의 홍수조절 의사결정능력을 향상시킬 수 있다고 판단된다.

본 연구에서는 사용자가 해석적 방법으로 유역에서 관측 수문자료를 이용하여 매개변수를 대화식으로 산정할수 있는 GUI 시스템을 EXCEL97 환경에서 개발하여 신뢰성있는 Rating curve가 확보 상·하류에 위치한 12개 수위관측소에서 89개 홍수사상을 대상으로 유역의 매개변수를 산정하였다. 또한, 미계측 유역의 저류함수 관련 매개변수 확장을 위하여 12개 소유역에 대한 매개변수의 평균값과 유역면적, 하도연장 및 경사, 유역의 사면경사 등의 지형인자들을 조합하여 지역화분석을 수행하여 미계측 유역의 매개변수 산정식으로 제안하였다. 본 회귀식으로 산정된 소유역별 매개변수를 '93년 8월 홍수(8. 7~8. 15)에 적용한 결과, 낙동강 수계 본류상 주요 수위관측소별 홍수량예측이 이근천공식 보다 양호한 결과를 주어 본 연구에서 제시한 유역의 매개변수 회귀식은 미계측 유역의 매개변수 산정시 충분한 활용성을 입증하였다.

저류함수법에 의한 낙동강 수계 다목적댐 하류부의 유역유출 체계도는 수리학적 하도추적 모형과의 연계와 유역의 물리적 특성을 감안하여 현재의 홍수통제소에서 운영하는 홍수예경보 시스템의 유출체계도와 우리공사 물관리 상황실의 저수관리 모형의 유출체계도를 기준으로 재구성하여 다목적댐 하류부의 소유역은 41개, 하도망은 28개로 결정하였다.

제 1 장 서 론

강우-유출 모형의 선정에는 우리나라에도 많은 적용사례가 있으며, 그 실용성이 입증된 SSARR 모형, HEC-1 모형, NWS-PC 모형 및 저류함수 모형을 비교·검토 하였다. 이때의 검토기준은 국내·외 적용사례, 매개변수의 수, 모형의 적용성 및 친숙성을 등을 고려하여 우리공사에서 10년간 자료의 축적이 많이되고 현업 실무자의 적용 경험이 가장 풍부한 저류함수법을 선택하였다.

1) 한국수자원공사 수자원연구소 연구원

2) 한국수자원공사 수자원연구소 선임연구원

저류함수법에 의한 낙동강 수계 다목적댐 하류부의 유역유출 모의를 위해 사용된 자료는 1993년 8월 홍수(8. 7 ~ 8. 15)의 강우량과 다목적댐군의 운영자료이다. 먼저 유역 및 하도의 매개변수를 초기치로 설정하고, 관측 수문곡선과 적합도가 높은 매개변수를 동정하여 모형을 수행하여 실측자료와 비교하고 효율성을 검토하였다. 또한 본 연구에서는 이를 강우-유출 모형과 동역학적 하도추적 모형을 결합하여 수문학적 모형이 가지는 홍수예측의 부정확성을 극복하고자 하였다. 이때 사용된 수리학적 추적모형은 우리공사에서 수자원계획 및 설계, 댐 운영시 많은 적용사례로 현업의 실무자들이 친숙한 Loopnet 모형을 사용하였다. 수리학적 하도추적을 위한 하도망은 낙동강 본류 5개구간과 4개 지류를 포함하여 총 9개의 하도망으로 구분하였으며, 총 117개의 하천 단면 측량 성과를 이용하였으며, 임하, 합천, 남강, 영천댐의 방류량과 운문댐 및 건설중인 밀양댐 유출량이 하도추적된 후 잔류 유역의 유량을 합한 유출량을 상류단 경계조건으로, 낙동강 하구둑의 저수위를 외부경계조건으로, 안동댐의 방류량은 반변천 합류점에서 유입되도록 시스템을 구성하였다.

제 2 장 강우-유출 모형 선정

2.1 저류 함수법

홍수유출 계산을 위한 저류함수법(storage function method)은 홍수류의 운동방정식에 유역이나 하도에서의 유출량과 저류량의 관계를 표시하는 저류함수를 대입하여 홍수 흐름의 운동방정식을 해석하므로써 홍수유출량을 계산하는 방법으로 1961년 Kimura에 의해 제안되어, 한국수자원공사에서는 다목적댐 상류의 홍수유출량 예측에 10여년간 사용되어 왔으며 다음과 같은 장점이 있다.

- 자연계에서 발생하는 홍수유출은 서서히 변화하는 부정류인데 본 방법은 이러한 특성을 제대로 고려하여 유출해석을 수행할 수 있다.
- 본 방법의 적용에 필요한 제 변수(parameters)는 기왕의 강우 및 유출 자료로 부터 쉽게 결정할 수가 있다.
- 홍수유출의 일반적인 특성인 비선형성이 충분히 고려된다.
- 본 방법에 의한 유출 계산 알고리즘이 매우 단순하여 소형 전자 계산기로도 홍수유출 계산이 가능하며, 복잡한 대하천 유역에도 여러개의 소유역 및 하도로 구분하여 축차적으로 원하는 지점에서의 홍수유출 계산이 가능하다.

2.2 강우-유출 모형 선정

홍수기 효율적인 수계관리를 위한 강우-유출 모형의 선정은 다음 사항들이 충분히 검토되어야 할 것이다.

- 1) 예보목적
- 2) 유역의 기후와 지형적 특성
- 3) 가용 입력자료의 축적된 기간
- 4) 모형의 단순성
- 5) 모형의 적용성
- 6) 모형의 친숙성

표 1. 강우-유출 모형 비교 요약

항 목	내 용	연속 유출 모형		단일 홍수사상 모형	
		SSARR	NWS-PC	HEC-1	저류함수법
· 예보목적	· 저수지 추적 및 조작	●	○	●	◎
· 유역 기후 및 적용사례	· 국내·외 적용 사례	●	●	●	●
· 자료의 기간	· 자료의 축적 정도	◎	◎	◎	●
· 모형의 단순성	· 매개변수의 갯수	○	○	●	●
· 모형의 적용성	· 최적 매개변수 추정	◎	●	●	◎
· 모형의 친숙성	· 공사 직원의 친숙 정도	◎	◎	◎	●

주) ● : 우수, ◎ : 보통, ○ : 불량

제 3 장 낙동강수계의 강우-유출 체계 구성

3.1 저류함수법에 의한 강우-유출 체계 구성

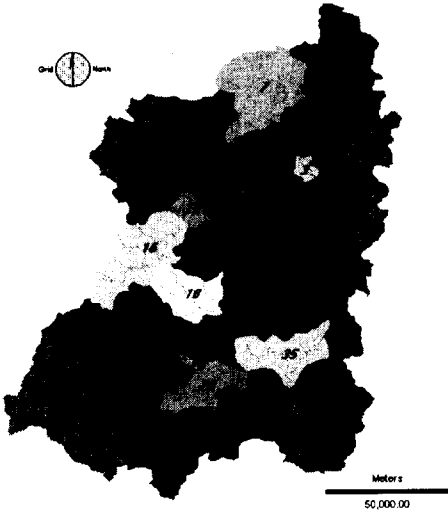


그림 1. 낙동강 수계 소유역 구분

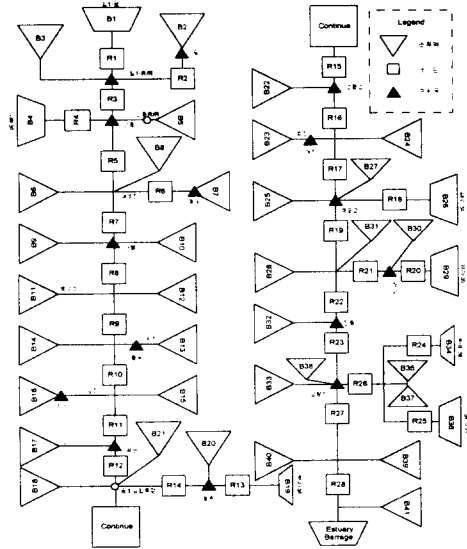


그림 2. 낙동강 수계 유역유출 체계도

3.2 부정류 하도추적 체계 구성

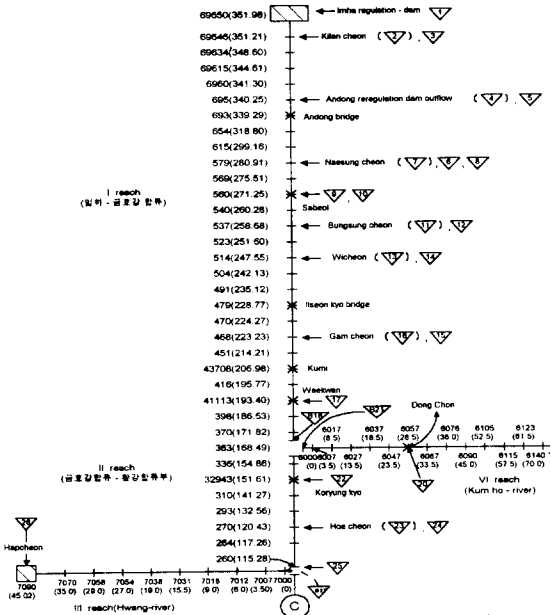


그림 3.a 낙동강 수계 다목적댐 하류 하도추적 체계(상류부)

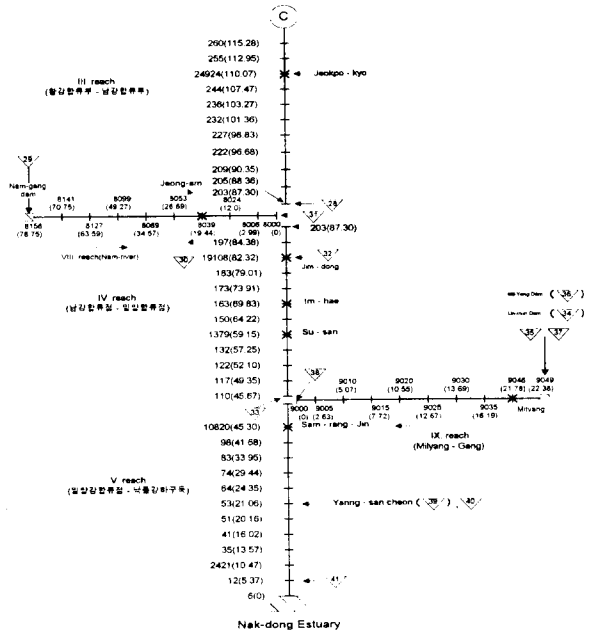


그림 3.b 낙동강 수계 다목적댐 하류 하도추적 체계(하류부)

제 4 장 낙동강수계 홍수유출모형 GUI 설계

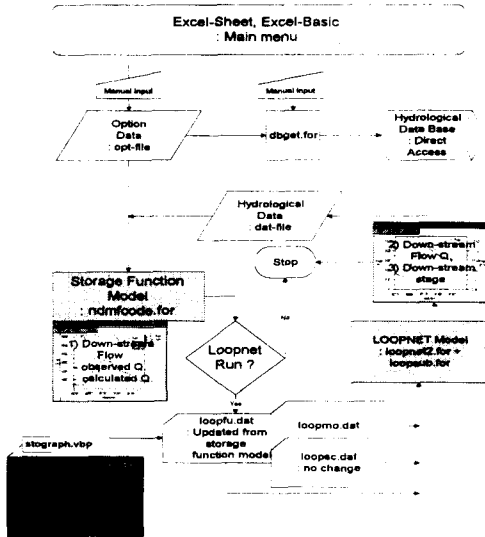


그림 4. GUI 구성도

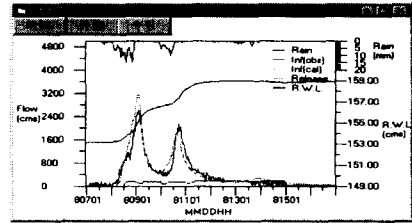


그림 5. 안동댐 지점 수문곡선(예)

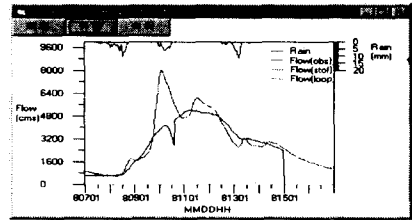


그림 6. 적포교 지점 수문곡선(예)

제 5 장 결 론

최근에는 댐 상·하류 지역의 도시화 및 기상변화 추이 등으로 다목적댐 하류지역의 효율적인 홍수조절을 위하여 댐 지점 뿐만 아니라 하류 유역의 유하량 예측까지 고려한 치수단위 유역 물관리 체계가 더욱 절실히 요구된다. 따라서 낙동강 수계의 다목적댐 상·하류를 통합한 유역유출 체계를 확립하여, 다목적댐의 홍수조절 의사결정 능력을 향상시키기 위한 본 연구성과를 요약하면 다음과 같다.

- 모형의 선정
- 낙동강 수계 유역유출 체계 구성
- GIS를 활용한 낙동강 수계의 관련 수문정보 추출
- 저류함수 모형 개선을 위한 수문분석 및 Rating curve 보완
- 저류함수 모형 개선을 위한 수문자료 DB 구축
- 저류함수 모형 개선을 위한 유역의 매개변수 산정 GUI 시스템 개발
- 저류함수 모형 개선을 위한 유역의 매개변수 산정 및 미계측 유역으로 확장방안 제시
- 낙동강 본류의 하도저류상수 산정기법 검토
- 낙동강 수계 부정류 하도추적 체계 구성
- 기존 홍수유출 모형의 개선
- 낙동강수계 홍수유출모형 GUI 설계 및 시험 구축
- 강우-유출 및 하도추적 모형 통합 모의

참 고 문 헌

1. 경인운하 타당성 조사 보고서 (1992). 한국수자원공사.
2. 굴포천 방수로 및 부대시설공사 추가실시설계보고서 (1995). 한국수자원공사.
3. 굴포천 종합치수사업 2단계실시설계보고서 (1992). 한국수자원공사.
4. 낙동강 수계 실시간 최적 저수관리 시스템 개발(분석모델부분) (1996). 한국수자원공사. pp. 91-99.
5. 낙동강 하천정비 기본계획(보완 I) (1981). 건설부.
6. 낙동강 하천정비 기본계획(보완 II) (1983). 건설부.
7. 낙동강 수계 홍수유출 프로그램 개선 (1995). 건설교통부
8. 낙동강 유역조사 보고서 (1990). 한국수자원공사. pp 4-1~4-86.
9. 낙동강 하천정비 기본계획(보완) (하구둑~밀양강합류부) (1991). 건설부.
10. 낙동강 하천정비 기본계획(보완 II) (밀양강합류부~남강합류부, 남강) (1992). 건설부.
11. 낙동강 하천정비 기본계획(보완 III) (남강합류부~반변천합류부) (1993). 건설부.
12. 구재성, 이광진 (1993). 농업생물 실험통계학, pp. 309.
13. 박봉진, 김규문 (1996). "댐방류에 따른 하류홍수추적연구(II)." '96년 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp. 247-253.
14. 박봉진, 박정기, 정관수(1995). 댐방류에따른 하류홍수추적연구(I)," '95년 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp. 47-478.
15. 박봉진, 이환기, 정관수 (1996). "폐합형수계 모형에 의한 부정류 해석". 한국수문학회지, Vol. 29, No.5, pp.129-138.
16. 배종찬 (1993). "GIS(지리정보시스템)를 이용한 수자원관리 및 계획에 관한 연구." 연구보고서, 한국수자원공사.
17. 이종태 (1982). "Preissmann기법에 의한 1차원 부정류 해석." 한국수문학회지, 제15권, 제1호, pp. 57-62.
18. 이환기 (1987). "수치모형에 의한 개수로 Network의 부정류 해석." 제8회 한국대담학회 학술발표회 발표집.

19. PC그래픽을 이용한 다목적댐 홍수관리 종합 컴퓨터 시스템 개발 연구보고서 (1991). 한국수자원공사.
20. Abbott, M.B, and Basco, D.R. (1989). Computational fluid dynamics : An introduction for engineers. Longman Scientific & Technical.
21. Abbott, M.B. (1992). Computational hydraulics : Elements of the theory of free surface flow. Pitman, London.
22. Cunge, J.A., Holly, F.M., Jr., and Verwey, A. (1980). Practical aspects of computational river hydraulics. Pitman.
23. U. S. Army Corps of Engineers (1982). "HEC-1 Flood Hydrograph Package User's Manual(Revised Edition)." The Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
24. U. S. Army Corps of Engineers (1990). "HEC-2 Water Surface Profiles User's Manual(Revised Edition)." The Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
25. U. S. Army Corps of Engineers (1991). " Stream flow synthesis and Reservoir Regulation Model User's Manual". North Pacific Division, Portland.
26. Verwey, A. (1975). "On external and internal boundary condition and their influence on net flows and mean water levels in systems of channels." Proc of 16th Congress of the IAHR, Sao Paulo, Vol. 4.