

우리나라 홍수예경보시스템의 개선방향

○김 승¹⁾, 김양수²⁾, 김형수³⁾, 권오익⁴⁾

1. 서론

우리나라에는 현재 5대강 유역과 중소 직할하천 유역에 홍수예경보시스템이 운영되고 있거나 현재 설치중이다. 우리나라 홍수예경보시스템의 기본적인 골격은 1974년에 개발된 한강홍수예경보시스템이며, 이를 모체로 하여 시스템을 일부 수정하여 다른 유역에 적용해왔다. 개발 또는 적용후 사회경제 측면뿐만 아니라 제도 및 기술여건이 판이하게 바뀌면서 기존의 시스템에 대한 문제점이 도출되고 있다. 주요 문제는 홍수예경보의 부정확성과 시스템의 비효율성이다. 이는 제도적인 불합리성과 노후화된 시스템의 구조에 기인하므로 제도의 개선과 시스템의 전반적인 재설계 구축으로 개선할 수 있다. 이와 같은 개선 사업 중 기술적인 사업은 최근 기술여건의 변화에 따라 외국에서도 적극적으로 추진되고 있으며 국내에서도 1996년말부터 추진되고 있으며 1998년 말까지 계속될 예정이다.

본 논문의 내용은 현재 한국건설기술연구원(1997)이 건설교통부의 지원으로 추진하고 있는 홍수예경보시스템 개선사업을 소개한 것이다. 주요 내용은 외국에서 추진하고 있는 홍수예경보시스템의 개선현황의 소개와 우리나라 홍수예경보시스템에 대한 기술적인 문제점의 원인분석과 그리고 개선방향의 제시한 것이다.

2. 외국의 홍수예경보 시스템 개선 현황

외국의 경우, 홍수예경보시스템은 구축을 시작할 당시에는 예상하지 못했던 문제점들이 제기될 수 있기 때문에 시행착오를 거듭하며 단계적으로 시스템을 구축해 왔으며, 현재에도 발견되는

-
- 1) 한국건설기술연구원 수자원실 연구위원
 - 2) 국립방재연구소 연구실장
 - 3) 선문대학교 토목공학과 교수

4) 한국건설기술연구원 수자원실 선임연구원

제반 문제점들에 대해 개선방안이 꾸준히 강구되고 있다. 외국의 경우도 홍수예경보시스템의 초기에는 유역 및 관할 기관의 특성에 따라 유역별 또는 기관별로 독자적인 시스템을 구축하였고, 구축당시에는 전산기술의 비약적인 발전과 수문학적인 진보를 예견하지 못하였다. 따라서 실무자의 이전직에 따른 업무의 혼란과 중복투자의 비효율성, 신기술의 이전과 활용에 따른 어려움 등을 경험하였다. 따라서 호환성과 이식성이 양호한 일반화된 시스템의 구축이 필요하였다. 그러나 모든 유역의 특성을 반영할 수 있는 일반화된 시스템의 구축이 쉽지 않기 때문에 대안으로서 다양한 유출 프로그램을 선택적으로 이용할 수 있는 방안이 강구되었다. 이러한 방안에서는 시스템의 기능은 성분 모형으로 분화되어 있으며 실제 운영하는 시스템은 성분모형을 선택적으로 조합하여 구성한다.

현재에 구축된 외국 홍수예경보 시스템의 설계에 반영된 기능상의 특징은 모형과 예측과정의 다양화, 이용자 제어방식, 모형 수정 및 추가의 용이성, 입출력 자료의 효율적 관리, 이용자의 실시간 제어 등으로 요약할 수 있다. 따라서 구축된 시스템은 과학적 알고리즘에 의해 구성된 성분모형을 전문 운영자의 판단에 따라 조합할 수 있도록 구성되며 다른 O/S와의 호환성을 고려하여 일반화된 입·출력 과정을 구현하고 있다. 전산기술의 발달에 따라 중앙컴퓨터실의 대형 컴퓨터에서 수행되던 것이 소형 컴퓨터에서도 처리가 가능하므로 GUI와 그래픽 처리기능이 추가된 대화식 프로그램이 소형프로그램용으로 개발되어 운영중이다.

각 나라의 경우 유출모형의 계산치와 실측치를 일치시키려는 모형변수의 실시간 보정방법에 대한 경험을 갖고 있다. 모형의 매개변수를 조정하는 데 있어 초기에는 분석자의 주관적인 판단에 의존하였으나 점차 객관적인 조정방법의 개발에 노력하여 최적화 기법 등을 이용한 자동보정 방법들을 개발하였다. 자동보정방법의 경우 객관적이기는 하나 입출력 자료의 불확실성과 모형의 단순성 등으로 인해 실제의 관측치와 정확히 보정되지 못하는 한계가 있다. 따라서 분석자의 경험이 가미된 반자동적인 보정방법들이 이용되고 있다. 또한, 그래픽 출력시스템으로 예측결과나 관련자료를 그래픽으로 출력하여 문제점을 발견하거나 결정을 내림으로써 시간을 절약하고 있다. 이 밖에도 홍수피해 현황의 정확한 파악이나 제도상의 개선, 수집 및 분석된 자료의 효율적인 관리를 위해 최신의 자료관리기법들이 활용되고 있다 (WMO, 1990).

3. 국내 홍수예경보시스템의 문제점 분석

국내 홍수예경보의 중요한 문제점으로서 세 가지를 들 수 있다(그림1). 첫째, 홍수예경보의 정확도가 충분치 못하다는 것이다. 둘째, 홍수예보를 담당하는 실무자의 전문성 부족을 들 수 있다. 셋째, 유역별로 설치된 시스템의 호환성이 떨어진다는 문제점을 들 수 있다.

홍수예경보시스템의 문제점을 개선하기 위해서는 여러 사용자가 같은 업무를 동시에 시행할 수 있도록 현재의 시스템을 개선할 필요가 있다. 이러한 개선은 메인 프레임으로서도 물론 가능하

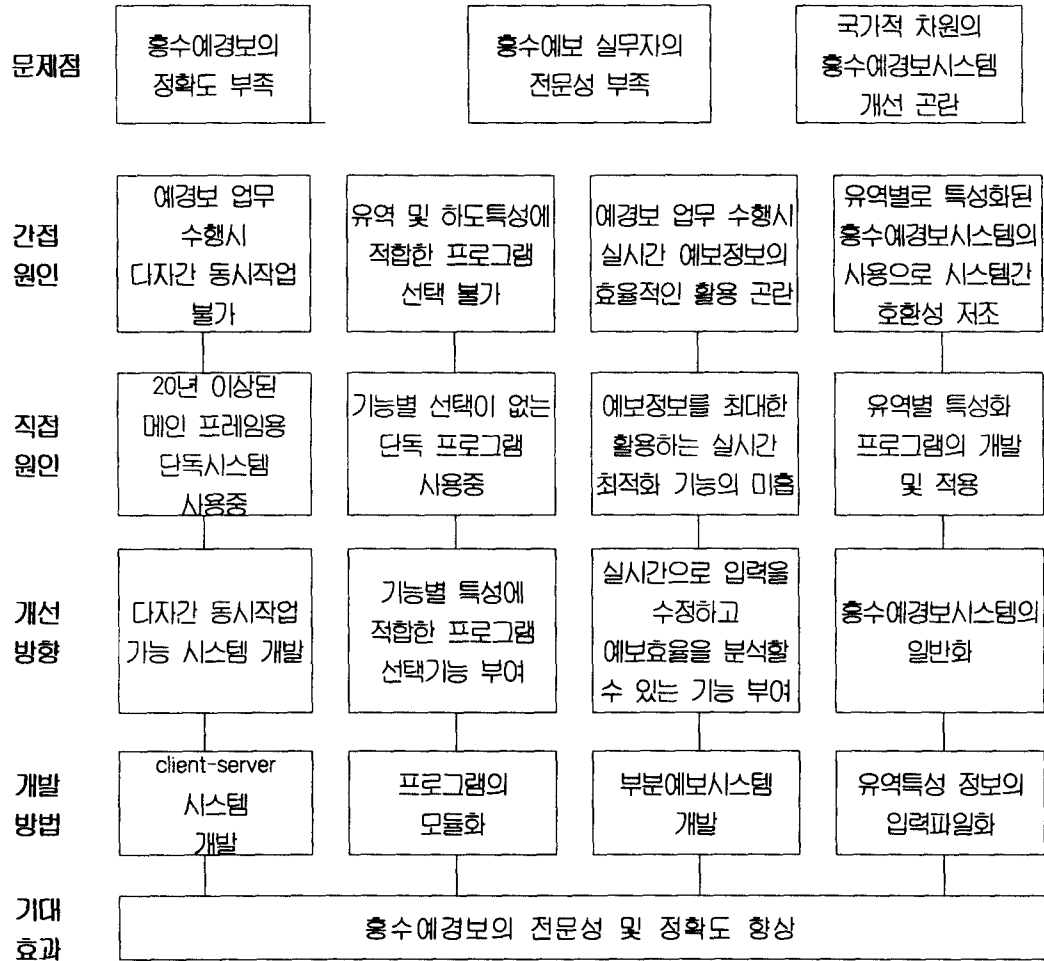


그림1. 홍수예경보시스템의 문제점 분석 및 개선방법

나 시스템 개선의 투자효율을 최대화하기 위해서는 client-server 시스템을 도입하는 것이 유리하다. 서버에서 수문기상자료와 과거홍수자료 그리고 매개변수 등 유역특성 자료를 관리하고 클라이언트에서 예경보프로그램을 구동하도록 개선하면 시스템 운영의 효율성을 획기적으로 개선할 수 있을 것이다. 클라이언트-서버 시스템을 성공적으로 구축하기 위해서는 프로그램을 각 성분별로 분리하여 모듈화할 필요가 있다. 각 성분을 모듈화함으로써 각 여러 가지 방법 중에서 하나를 선택할 수 있다. 이러한 선택을 통하여 유역 및 하도의 특성 그리고 예보환경에 적합한 시스템이 되도록 할 수 있으며, 홍수예경보의 정확도 향상과 예보자의 전문성 향상을 기대할 수 있다. 한편 각종 자료의 입출력과 결과의 관리는 유출계산 프로그램과는 별도의 데이터베이스를 개발하여

처리함으로써 시스템을 일반화할 수 있다. 이러한 시스템의 일반화를 통하여 홍수예경보 전문가를 양성할 수 있으며 국가 차원에서는 전체시스템의 효율적인 개선은 물론 통합운영도 가능할 것이다.

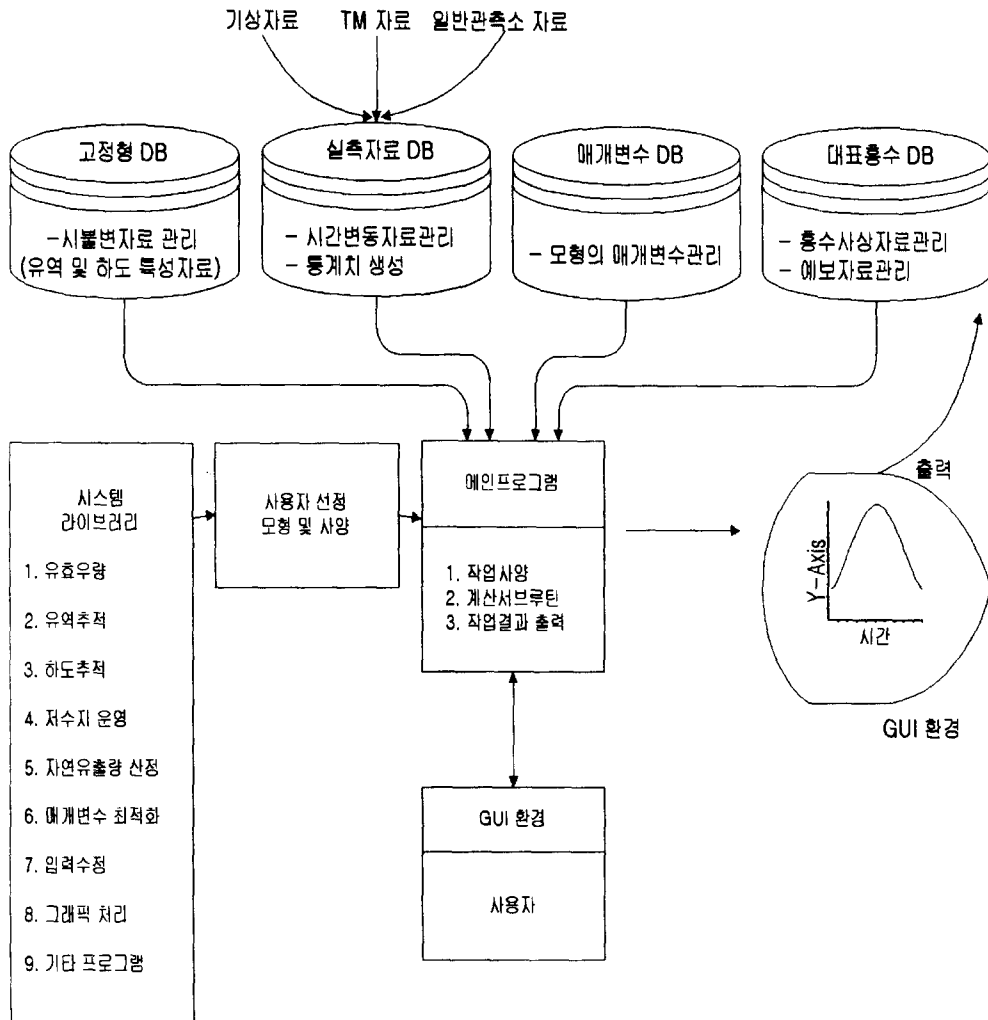


그림2. 홍수관리종합운영시스템 구성도

4. 홍수관리종합운영시스템 개발

홍수관리종합운영시스템은 개발하고자 하는 새로운 시스템을 말한다. 이 시스템은 궁극적으로는 홍수관리를 위한 전반적인 기능을 갖추는 것을 목표로 개발하되 우선은 홍수의 예보와 경보에 관련된 기능을 갖추도록 한다. 여기에는 자료의 수집, 자료의 전송, 기상예보, 유출예보, 경보의

준비, 경보의 전달 등이 포함될 수 있으나 여기에서는 유출예보의 개선에 초점을 맞추고 관련된 부모형들을 개선하고자 한다. 시스템 개발의 목표는 현재의 홍수예경보시스템을 정확한 유출예보를 가능하도록 하고 실무자의 전문성을 기르는 데 유리하도록 하며 국가적 차원에서 구축된 시스템을 효율적으로 운영할 수 있도록 하는 것이다. 현재의 사업범위는 한강홍수예경보시스템의 개선으로 제한되나, 본 연구에서는 일반화된 시스템의 개발을 지향하고 있으므로 사업결과는 전국적으로 적용할 수 있을 것이다. 개발하는 시스템은 그림2와 같은 실시간 종합적인 홍수예경보시스템으로서 메인프로그램을 데이터베이스와 시스템 라이브러리가 지원하도록 구성되어 있다.

데이터베이스는 서버에 구축되며 전체시스템의 사실상 중심이라고 할 수 있다. 모든 서브시스템은 데이터베이스를 통하여 서로 연결된다. 서브시스템은 클라이언트에서 구동되며, 사용자의 선택으로 라이브러리에서 성분별로 모듈을 선택하여 구동할 수 있다. 데이터베이스는 네 가지로 구분된다. 첫째 데이터베이스는 유역이나 하도에 관한 고정형 정보를 관리하고, 둘째 데이터베이스는 실시간 수문기상자료를 관리하고, 셋째 데이터베이스는 각종 모형의 매개변수를 관리하며, 넷째 데이터베이스는 예보결과를 관리한다.

시스템라이브러리는 유출예보에 필요한 각 모형들을 각 성분별로 모듈로서 다양하게 갖추고 있다. 포함되어야 할 기본적인 성분은 유출을 계산하기 위하여 필수적인 유효수량, 유역추적, 하도추적, 저수지운영, 자연유출량산정 모듈이며, 효율적인 예보를 위하여 매개변수최적화, 입력수정, 그래픽처리 모듈 등이 포함된다. 1차년도에는 이 중에서 유역추적 성분으로서 저류함수법과 단위도법 모듈을 선택하여 구축하였으며 하도추적 성분으로서 저류함수법과 Muskingum방법 모듈을 선택하여 구축하였다. 여기에서 한가지 언급할 것은 구축하고 있는 시스템은 사상을 모의하기 위한 시스템이며 장기적인 유출을 모의하기 위한 시스템은 아니라는 점이다. 만일 우리가 장기유출모형을 활용할 수 있을 만큼 유출자료가 충분히 확보되어 있다면 전체 시스템을 장기유출을 예보하기 위한 목적으로 구축하고 이를 수정하여 사상모형을 사용하는 것이 효율적일 수도 있다. 그러나 현재의 자료여건으로는 이러한 장기유출모형을 활용할 수 없기 때문에 부득히 사상모형만을 사용하기 위한 라이브러리로서 시스템을 구축하였다.

기타 프로그램으로서 포함될 수 있는 것은 강우예보 모듈과 이미 개발이 완료되어 있는 수리화학적 홍수추적시스템과 개발을 추진중에 있는 침수예측시스템을 들 수 있다. 현재는 강우예보 자료를 수치자료로 입력할 수 있도록 되어 있는데 강우예보에 대한 정보는 경우에 따라서는 지도에 등우선으로 제공되기도 하며 그리드에 대한 값으로 제공될 수도 있다. 홍수예보의 정확도는 사실상 강우예보의 정확도에 크게 좌우되므로 기상청이 제공하는 이와 같은 정보를 신속하게 효율적으로 활용할 수 있도록 적극적인 개선이 시급하다. 이와 함께 관측자료와 예보자료 간의 일관성을 유지하기 위한 방법의 개발도 필요하다. 모형에 입력되는 강우자료는 건설교통부 관측소에서 입수되고 예보자료는 기상청에서 입수될 수 있기 때문이다. 수리화학적 홍수추적시스템과 침수예측시스템은 홍수관리종합운영시스템과 일부 데이터베이스를 공유하기는 하나 그 자체가 복잡

한 시스템이며 입출력이 서로 다르기 때문에 별개로 운영하는 것이 효율적이다.

5. 결론

본 논문은 현재 홍수예경보시스템의 문제점을 분석하여 궁극적으로 통합적인 성격의 홍수예보 시스템을 개발하기 위한 사업의 1차년도 연구결과를 소개한 것이다. 우리나라 홍수예경보시스템의 문제점은 홍수예보의 정확도가 미흡하다는 것과 종사자의 전문성 부족 그리고 비효율적인 시스템의 구조에 있었다. 이러한 문제점 중에서 시스템의 비효율성은 외국에서 경험해왔던 바와 유사하다고 판단되었으며 시스템 구조를 각 성분별로 모듈화하고 클라이언트-서버시스템으로 전환하고 입출력 구조를 데이터베이스화함으로써 개선할 수 있는 것으로 판단되었다. 또한 시스템을 GUI 환경으로 구축함으로써 실시간 보정 및 예보 업무를 효율적으로 지원할 수 있을 것으로 판단된다. 개발되는 시스템은 홍수예보 실무자의 교육훈련에도 활용될 수 있을 것이며, 이 시스템의 운영을 통하여 지속적으로 모형을 보정하고 개선할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 우리나라 홍수예경보시스템의 문제점을 제도적인 것과 기술적인 것으로 구분하였으나 기술적인 측면만을 주로 기술하였다. 제도적인 개선대책으로서 수문전문직의 양성, 수문 관측제도의 개선, 홍수통제소 제도의 개선 등을 제시할 수 있으며 좀더 자세한 사항은 김승(1998)을 참고하기 바란다. 새로운 차원의 홍수예경보시스템을 성공적으로 정착시키기 위해서는 기술적인 개선에 앞서 제도적인 개선이 전제되어야 함을 명심할 필요가 있다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원(1997). 홍수관리종합운영시스템. 건설교통부 한강홍수통제소.
2. WMO (World Meteorological Organization) (1990). Management overview of flood forecasting systems (MOFFS)-Version 2C, Secretariate of the World Meteorological Organisation, Geneva, Switzerland.
3. 김 승(1998). "우리나라 홍수예경보시스템의 문제점과 대책." 건설기술정보지 6월호(예정).