



수재해의 효율적 관리를 위한 시스템 구축 및 운영방안



이 을 래 |
K-water연구원 수자원연구소 책임연구원
erlee@kwater.or.kr



고 덕 구 |
K-water연구원 수자원연구소장
dkkoh@kwater.or.kr



황 의 호 |
K-water연구원 수자원연구소 선임연구원
ehhwang@kwater.or.kr

1. 머릿말

우리나라는 매년 자연재해에 의해 엄청난 재산과 인명손실은 물론 말로 형용할 수 없는 비참함과 고통을 느끼고 있으며, 특히 홍수 등 수재해가 주는 피해는 여러 자연재해 중 가장 심각한 재해로서 엄청난 경제적 손실과 아울러 사회적 혼란을 야기하고 있는 실정이다.

상습수해지역의 경우 공통적으로 급속한 도시화가 진행되고 있어 홍수피해 잠재력을 엄청나게 증가시키는 결과를 초래하고 있고, 홍수에 취약한 저지대는 개발이 용이하고 이용에 여러모로 큰 매력을 주고 있기 때문에 홍수의 위협에도 불구하고 이들 지역의 토지

이용은 계속해서 늘어만 갈 것이다.

홍수범람에 의해 발생한 인명피해 및 재산손실과 이를 치유하기 위해 구호·복구에 들어가는 노력 등 수해가 가져오는 사회경제적 역기능은 홍수의 특성을 정확하게 이해하고 이를 예방하기 위한 적절한 계획 수립 및 시행을 포함하는 통합운영 및 분석을 통해서만 해결될 수 있다. 이젠 홍수가 피할 수 없고, 순응해야 하는 자연현상이라면 통합운영체계를 유지하는 홍수예보시스템을 도입해 홍수를 사전에 예방하거나 경감할 수 있는 수방대책을 수립하여야 한다. 특히 최근에는 이상기후에 의한 영향으로 댐 및 하류 하천의 홍수량이 점차 증가하고, 지형·지리적 특성에 따라 집중호우 및 국지적 돌발호우 발생 위험이 높아지고 있으므로, 대하천 위주의 홍수예보 시스템과 중소하천에서의 홍수예보시스템이 동시에 고려되어야 하는 등 과거의 물관리 여건보다 악화되고 있는 실정이다.

현재 각 지방자치단체에서도 지역 특성에 적합한 홍수대비능력을 향상하기 위해 노력하고 있다. 물론 홍수예경보 및 대피발령의 최종 권한은 국가의 고유 업무이나, 지역의 고유한 지형특성을 반영하고, 국가 하천이 아닌 소하천 또는 홍수예보발령에 따른 사전 위험대비방안을 마련하는 것은 각 지자체에서 현실적으로 요구되는 사안이다.

2. 수재해 관리를 위한 시스템 구축 필요성

우리나라는 지역특성 및 강우특성에 따라 많은 차이를 나타내기 때문에 그 특성에 적합한 홍수재해유형인자에 따라 홍수재해대응시스템을 구축해야 할 것

이다. 홍수재해관리시스템의 궁극적인 목표는 구축된 시스템을 활용하여 완벽한 방재태세 수립과 신속한 시민 지원활동 강화 등을 통해 재해없는 사회의 건설을 통한 삶의 수준 향상을 목적으로 하고 있다. 현재 수치모형 또는 적합한 모형의 수행을 통해 최적의 분석기법이 수립되어 있더라도, 수행을 위해 실무자들이 실시간 분석을 직접 수행하기에는 어려운 점이 많을 것이다. 이를 위해 지속적인 하천상황을 파악하고 상·하류의 지자체 또는 유역의 특성을 이해해야 하며, 업무 효율성 증대를 위한 하천관리를 위한 통합시스템을 구축하여, 실무자들이 접근하기 쉽고 신속한 분석이 가능한 방향으로 추진되어야 한다. 또한 항상 준비된 재난대비 태세를 완비하고 앞선 수해예측기술을 제시하고 도시화된 지역의 재난관리에 대한 새로운 모델을 제시함으로써 재난 대비업무를 강화해야 한다.

이를 위해서는 실질적인 방재행정이 가능한 효율적인 종합정보체계로의 확대발전을 위해 지자체별, 관할기관별로 산재된 DB를 통합운영하여 일관성있고, 표준화된 DB시스템을 구현해야 한다(그림 1).

3. 홍수재해 시스템구성요소

홍수재해관리시스템은 4가지의 구성요소로 분류할 수 있다. 대상유역의 관측소별 강우량 및 하천수위와 인근유역에 위치한 저수지 및 각종 수문상황을 실시간으로 모니터링할 수 있는 「수문모니터링 시스템」, 수계의 예상강우량에 따른 유출량 및 하천수위를 분석·예측하는 「하천수위분석시스템」, 홍수위에 따라 홍수 취약지구에 대한 홍수범람 정보를 제공하는 「홍수범람예측시스템」, 홍수시 의사결정과 홍수범람 예상시 신속한 대피정보와 방재정보를 제공하고, 수문 자료를 수집·관리 및 관측장비를 제어할 수 있는 「의

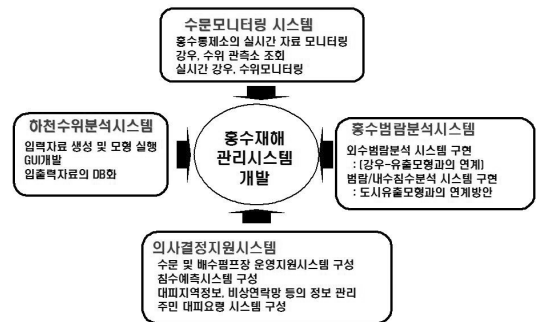


그림 2. 홍수재해대응관리시스템 구성(안)

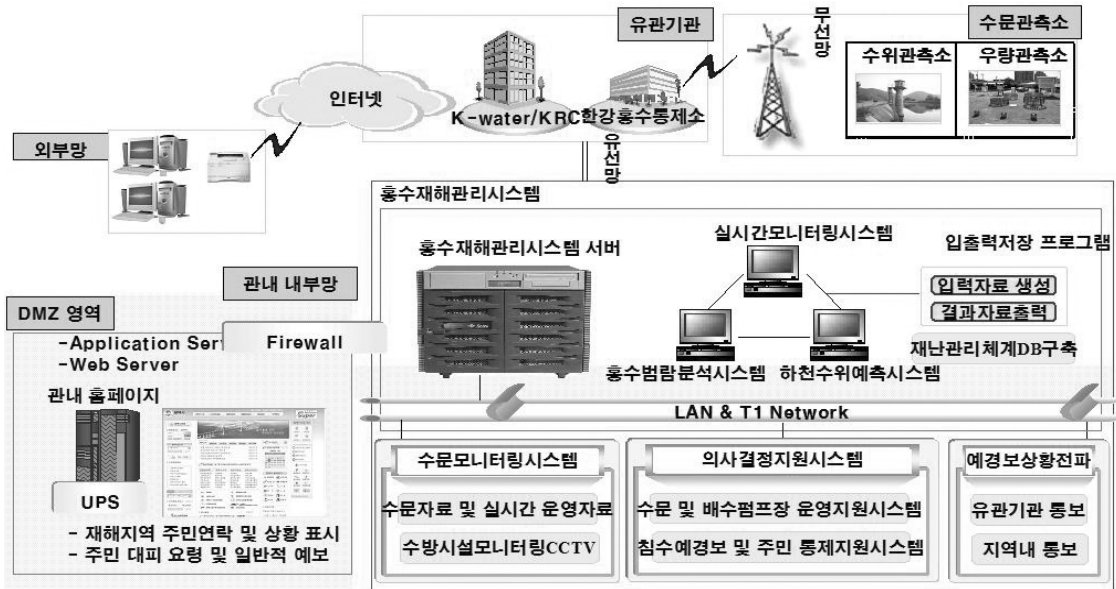


그림 1. 타시스템과 연계한 시스템 구축망 설계

사결정지원시스템」구성될 수 있다(그림 2).

이에 대한 각각의 세부 구성요소는 다음에 기술하였다.

3.1 수문모니터링 시스템

각각의 목적에 의해 지자체, 환경부, 농촌공사, 한국수자원공사, 그리고 국토해양부 등에 의해 설치된 수문관측기기 및 관측결과제시를 위한 시스템을 통일된 시스템에서 일괄적으로 표출하여 수문모니터링을 신속하게 수행할 수 있는 방안 모색이 필요하다. 모니터링의 중요한 요소는 기상, 강우, 수위, 인근저수지 등이 될 수 있다. 실시간 방재기상정보(기상예보, 특보)와 강우현황, 면적우량 등이 제시가 되어, 운영자는 각 기관별 제공되는 다양한 기상자료 및 하천현황 등을 검색하는 것이 가능해야 한다. 또한 대규모 다목적 댐 뿐만 아니라, 소규모 농업용 저수지에서의 모니터링도 병행되어서 현재 또는 미래의 하천수위변화에 대처할 수 있도록 해야 한다(그림 3).

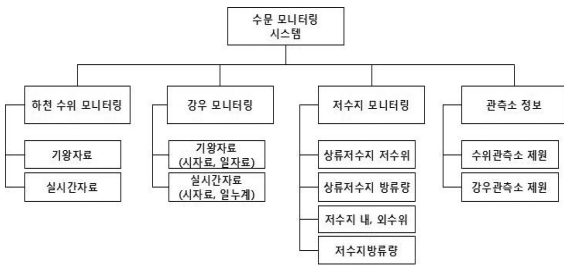


그림 3. 수문모니터링 시스템 구성요소

3.2 하천수위예측시스템

하천에서의 향후 수위예측을 위해서는 대상유역에 적합한 하천 공간단위별 유출 및 유황해석에 적합한 수리·수문학적 홍수추적모형, 데이터기반모형, 돌발홍수해석모형, 내수침수 및 외수범람해석모형, 토석류 해석모형 등이 연계되어야만 한다. 전술한 바와 같이, 현재는 대하천에서의 홍수 뿐만 아니라 중소규모의 하천에서도 유역의 집중강우 등으로 피해가 발생

하고 있기 때문에 그 지역의 홍수재해유형에 따라 홍수재해시스템도 병행되어 운영되어야 할 것이다. 이를 위해 대하천 및 중소하천

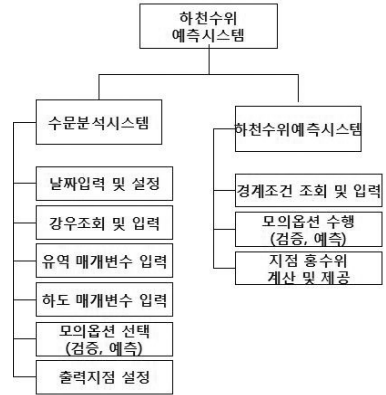


그림 4. 하천수위예측시스템 구성요소
 선진화된 수문분석모형이 지속적으로 개발되고, 수문분석의 자료와 연동되어 정확한 경계조건 등이 고려된 하천수위예측시스템이 구성되어야 한다(그림 4).

3.3 침수범람분석시스템

홍수란 하천이 범람하여 주변지역에 물에 의한 피해를 입히는 재해로, 자연상태에서는 하천이 자연 제방을 흘러넘칠 때 발생하지만, 근래에는 하천변 토지의 고도이용에 따라 제방으로부터 보호받는 토지의 물(내수)이 하천으로 원활하게 배수되지 못하는 등 그 발생양상이 다양화 되고 있으며, 홍수범람은 발생양상에 따라 크게 외수범람과 내수범람으로 구분된다(국토해양부, 2008). 특히 외수범람은 하천수가 제방을 월류하거나 제방이 붕괴되어 피해를 야기시키는 것으로 이는 하천의 개수율과 제방붕괴의 다양한 원인에 의해 발생하게 된다. 특히 이와 같은 침수범람 분석은 정확한 해석을 위해 1차원해석과 병행하여 2차원적인 흐름이 발생하게 되는데 이는 유하형범람, 저류형범람, 확산형 범람 등으로 대변할 수 있다. 이와 같은 범람모형은 모형수행시간이 1차원경우보다는 오래 지속되는 관계로 다양한 시나리오를 설정하여 이의 결과를 범람경우에 따라 적용하는 것이 합리적인 방안이다. 또한 최근에는 급격한 도시화로 인해 농지지역의 감소, 불투수지역의 증대 및 이에 따른 복잡한 우수관망체계의 구축 등 여러 가지 원인으로 인해

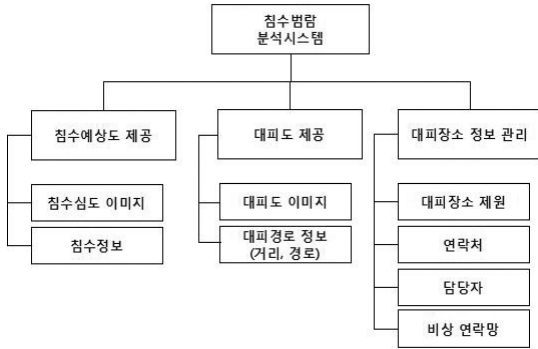


그림 5. 홍수범람분석시스템 구성요소

내수침수가 주로 발생하고 있다. 이에 대한 해석절차는 외수범람과는 별개로 다양한 유출해석 모형이 개발되어 적용되고 있으며, 이는 「홍수위험지도 기본계획 보완 보고서(국토해양부, 2008)」에 제시되어 있다. 이러한 다양한 침수예상의 시나리오별 결과가 이미지화되어서 시스템에 반영되고 이에 따른 대피도 등이 제시가 되어야 할것이다(그림 5).

3.4 의사결정지원시스템

의사결정지원시스템에서는 앞의 3개 시스템과의 결과를 참조하여 홍수대응의사결정을 지원할 수 있도록 시스템을 구현하여야 한다. 의사결정지원시스템에서는 배수문, 배수펌프장, 대피소, 대피도의 자료가 제시되어야 한다. 중소하천유역에서는 각 지역의 특성에 적합한 형태가 필요한데 특히 배수펌프장의 가동시점 등이 중요한 의사결정요소가 될 수 있다. 다양한 분석결과를 활용하여, 홍수사상별 대피경로 및 다양한 시나리오 등이 의사결정지원시스템에 포함되어야 한다(그림 6).

4. 맺음말

우리나라의 하천에 대한 홍수재해특성은 체계적인 하천정비의 미비, 하천제방, 호안시설의 붕괴 및 유실 등이 주된 원인으로 나타나고 있으며, 하천연안·저

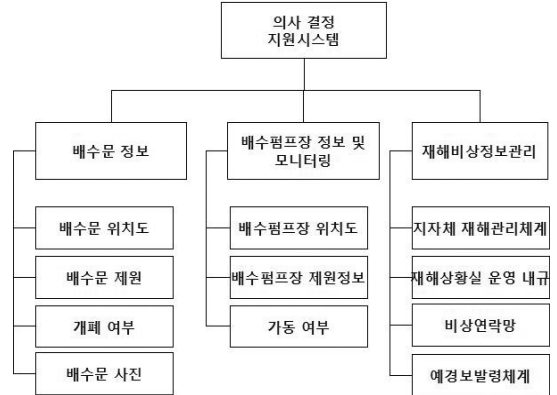


그림 6. 의사결정지원시스템 구성요소

지대의 난개발로 인한 상습침수 지역 조장 등도 이유가 될 수 있다. 또한 소하천·지방하천 및 국가하천의 분리관리로 인한 일관성있는 하천관리가 미비한 점도 있다. 항상 피해가 발생한 후 원상복구에 치중하는 복구계획과 환경단체 및 방제조직 그리고 제도 및 법규의 미비가 원인이 된다. 특히 우리나라는 지역특성 및 강우특성에 따라 많은 차이를 나타내기 때문에 그 특성에 적합한 홍수재해시스템을 구축해야 하는 것도 충분히 고려되어야 한다. 국가하천의 경우 홍수통제소를 중심으로 수재해경감을 위해 주요수계의 대하천을 관리하는 역할은 반드시 필요한 사항이고, 현실적으로 통제소의 주요정보만을 활용하여 대처하기에는 일정부분 부족한 상황도 발생하게 되는 지방하천·중소하천의 경우 단독으로 필요한 경우도 발생한다. 따라서 향후 홍수통제소와 지자체간의 상호 공조를 통한 홍수재해시스템이 구축되어야 할것이다(표 1).

홍수재해관리시스템의 궁극적인 목표는 완벽한 방재태세 수립과 신속한 시민지원활동 강화 등을 통해 재해없는 사회의 건설을 통한 삶의 수준향상이다. 이를 위한 지속적인 하천상황을 파악하고 상하류의 지자체 또는 유역 특성을 이해해야 하며, 업무효율성 증대를 위한 하천관리가 필요하다. 또한 항상 준비된 재난대비태세를 완비하고 앞선 수해예측 기술을 제시하고 도시화된 지역의 재난관리에 대한 여러 가지 수해예측기술을 제시하는 것이 필요하다. 본 기고에서는 수재해의 효율적 관리를 위한 시스템 구축을 위한

표 1. 지역별 특수성을 반영한 홍수재해시스템 구축 필요성

현황	문제점 및 개선방안
기상상황 변화	· 최근 기상이변 및 태풍의 대형화, 잦은 국지성 집중호우의 자연재해로 막대한 인명피해와 재산손실을 유발하는 홍수발생빈도 증가지리적여건의
특수성	· 각 지역별, 지자체별 특수성을 반영한 홍수재해 특성 고려 · 하천의 합류점, 산사태에 의한 토사, 하도 통수능 부족, 수공구조물의 영향, 내수배제의 부족, 상류댐의 홍수조절 부족 등
상·하류홍수조절 능력 특수성	· 상류부에 위치한 수리구조물 및 산사태 및 외부요인에 의한 영향분석 · 지방하천의 상류에 존재하는 농업용 댐의 홍수조절 능력의 취약성에 의한 하천수위 예측의 어려움 · 하류 조절 배수문 및 배수갑문 등의 연계부족
수문관측자료의 취득곤란	· 국토부 관할의 관측소, 수위관측소, 소규모저수지, 지자체 수문자료의 각 지자체 지역에서 존재하는 다양한 관측자료 수집의 한계성에 따른 즉각적 홍수상황대처의 어려움 · 홍수통제소의 자료를 지자체 특성에 맞는 자료로 활용할 수 있는 방안 필요

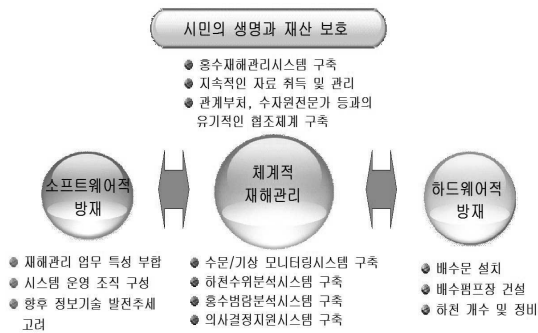


그림 7. 홍수재해의 체계적 관리를 위한 상호 관계

방안으로서 ① 수문모니터링기술, ② 하천수위예측기술, ③ 홍수범람분석기술, ④ 의사결정지원시스템을 제안하였다. 이러한 절차들이 일관된 시스템에 의해

구축이 되면, 중앙정부 또는 지자체 등에서 활용가능한 홍수재해 대응관리시스템이 될 것이다.

현재, 레이더강우를 활용한 선진화된 기상분석기술, 격자강우에 의한 분포형수문모형에 의한 유출량 분석기술, 실시간 유비쿼터스에 의한 통신기술의 성장에 따른 정보전달체계 및 모니터링 기술의 향상, GIS와 연계된 다양한 분석 기술이 개발됨으로서 수재해의 저감을 위한 다양한 해석기술이 발전되고 있다. 이와 같은 기술들이 접목된 수재해경감의 통합관리시스템이 구축이 된다면, 현재보다 좀더 현실적이고 통합화된 시스템적인 수재해의 관리가 가능할 것으로 예상된다. 🌀

참고문헌

1. 국토해양부 (2008). 홍수위험지도 기본계획 보완 보고서