「4대강 살리기 사업」 공사중 홍수예측 방안

김 양 수 ▸▸
한강홍수통제소 하천정보센터장
kim5625@korea.kr

1. 서언

4대강 살리기 사업에서는 다기능 보의 설치, 하도준설, 제방보완, 저수지 증고 등 이·치수 측면에서 많은 구조물적 대책을 추진하고 있다. 특히 이러한 사업은 하천을 중심으로 대부분 이루어지며 홍수기에도 공사추진이 불가피 하다.

4대강 사업에서 홍수예보에 직접적인 영향을 미치는 것은 보의 설치, 하상준설, 상류 농업용저수지 증고이다. 농업용저수지 증고는 상류 저류량을 증가시켜 유역유출계산시 이 부분을 반영하여야 하며, 하상준설의 경우 하천단면을 변화시키므로 하도홍수 추적시 입력자료인 단면자료를 바꿔줘야 한다. 하천을 횡단하여 설치되는 보는 공사중에는 가물막이에 의한 하천단면 변화가 발생하며, 공사후에는 보의 운영에 따라 하천흐름이 달라지게 된다.

4대강 사업이 완료되면 완성된 구조물과 변화된 단면을 고려하여 홍수예보시스템을 보완하면 된다. 구조물의 경우 홍수기 운영 Rule을 프로그램화하여 시스템에 반영하고 변화된 하천단면의 경우 수리학적 모형의 입력자료를 수정해 주면 된다.

공사중에는 구조물을 설치중이라 변화되는 하천단면을 반영할 수 있도록 홍수예보시스템을 보완하여야 한다.

본 고에서는 4대강살리기 사업기간중의 홍수예측 방안에 대하여 현재 진행중인 내용을 중심으로 간략히 정리·제시하고자 한다. 올해 홍수기간 중 중요한 것은 하천의 보 설치에 의한 단면변화를 고려한 홍수예측으로 이부분에 대해 중점적으로 검토하고자 한다.

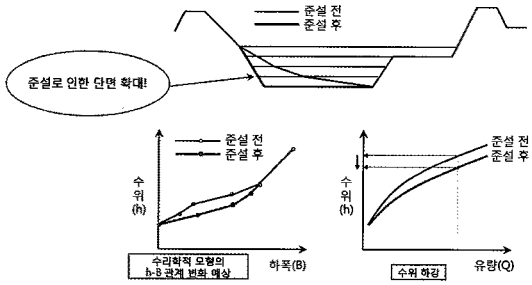

그림 1. 하도준설로 인한 하천수위변화 개념도

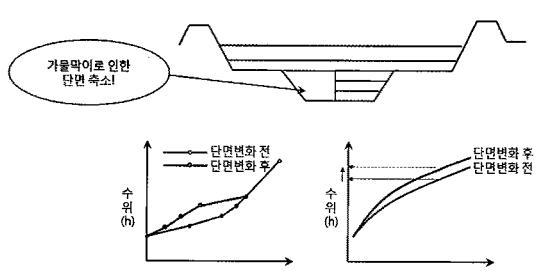

그림 2. 가물막이로 인한 하천수위변화 개념도

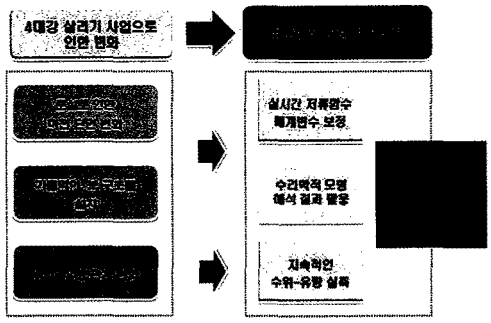

그림 3. 수문학적 보완

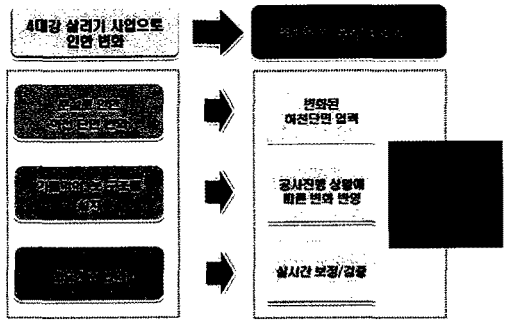

그림 4. 수리학적 모형 보완

2. 홍수예보시스템의 보완

현재의 홍수예보시스템에 하천상황 변화를 고려해야 하는 부분은 보 건설을 위한 가물막이 설치와 하도 준설 등에 의한 영향을 들 수 있다. 수문학적 모형은 소유역 및 하도의 재분할과 수위-유량관계곡선의 보완 등이 필요하고, 수리학적 모형에서는 공사로 인한 하도단면 변화를 반영하여 흐름해석을 할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 또한, 공사 중에 변화하는 상황을 신속히 반영할 수 있는 GUI 기반을 구축함으로써 원활한 홍수예보가 될 수 있도록 할 필요가 있다.

수문학적 모형은 단순성, 사용편이성 때문에 실무에서 많이 사용하나 하천구조물에 의한 배수영향 등을 고려하지 못하기 때문에 수리학적 모형의 병행구축이 불가피하다. 수리학적 모형의 경우 4대강 본류 주요구간에 구축되어 활용 중에 있으나 보가 설치되는 일부구간에서 미 구축 상태이며 시스템의 개선이 필요하다. 특히 낙동강의 경우 진동~하구 구간에만 구축되어 있어 상류구간에 대해 추가 구축이 필요하며 영산강의 경우 기존의 Network모형을 보완할 필요가 있다.

2.1 유역 및 하도 분할의 조정

홍수예보시스템에서 유역 및 하도분할은 유역토양특성, 식생피복, 소유역수계, 홍수예보지점, 지류유입 여부, 홍수량확인을 위한 수위관측지점 여부 등을 고려하여 실시하는데 시스템구성에서 중요한 부분이다. 유역 및 하도를 너무 작게 나누면 유출모의 시간이 길어지고, 너무 크게 나눌 경우 유역의 동질성 등을 제대로 고려할 수 없게 된다. 집중형 모형(lumped model)이라도 유역을 적당이 나누면 분포형 모형(distributed model)의 효과를 얻을 수 있다.

이번 4대강 살리기 사업에서는 하천의 주요 구간에 보설치, 상류의 농업용저수지 증고 등의 사업이 추진되므로 이러한 사항을 고려하여 유역 및 하도의 분할 · 조정을 실시할 것이다.

농업용저수지의 경우 유량조절기능이 약했을 때에는 단순 유역추적으로 해석하였으나 증고로 저수지 용량을 키워 수문을 설치하여 홍수조절을 실시한다면 저수지로 구분하여야 한다. 하천의 보지점은 홍수량을 확인할 수 있는 지배단면 구간이며 보의 수문조작을 위한 수위를 확인해야 하기 때문에 하도구간의 예측지점으로 포함시켜 구분하여야 한다.

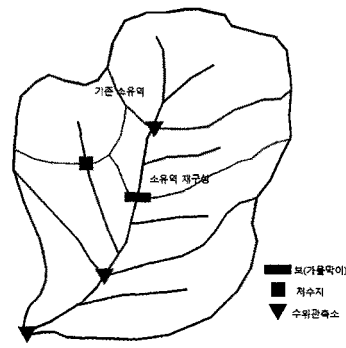

그림 5. 소유역분할 개념도

2.2 수리학적 모형의 보완

4대강 주요구간은 하류부근에서는 하구둑에 의한 홍수조절이나 조위의 영향을 받는다. 또한 대부분의 구간에서 댐의 방류영향이나 구조물에 의한 홍수흐름 조절의 영향을 받으므로 수리학적모형의 활용이 절대 필요하다. 홍수예보시스템에 주로 활용하고 있는 수리학적 모형은 DWOPER 와 FLDWAV 인데, 향후 홍수예보시스템에서는 FLDWAV로 통일할 계획이다. FLDWAV모형의 경우 자료입력과 상하류 경계조건 설정 등에서 홍수예보시스템에 적용이 용이하며 범용성을 인정받고 있다. 수리학적 모형보완에서는 하천공사에 의해 변화되는 단면을 보다 쉽게 모형에 반영할 수 있는 GUI 환경도 아울러 구축하고자 한다.

2.3 모형매개변수의 조정

모형의 매개변수 조정은 과거 홍수사상을 가지고 실시한다. 현재 각 홍수통제소 에서 사용하는 모형은 기존에 적용하고 있는 대표 매개변수 값이 있다. 그러나 이러한 모형매개변수는 변화된 소유역이나 하도 특성에 맞게 재 추정되어야 한다. 수리학적 모형의 경우 기존의 홍수사상 및 경험치를 이용하여 조도계수를 추정하고 올해 홍수기기간에 운영을 통하여 점차적으로 보완하여야 할 것이다. 수문학적 모형의 경우 수리학적 홍수추적 결과와 과거자료를 이용하여 모형의 매개변수를 추정할 계획이다.

2.4 수위-유량관계곡선의 보완

준설로 인한 하천수위 변화를 반영하여 수위-유량관계 곡선을 보완하여야 한다. 유량조사사업단과 협력하여 필요시 공사기간에 유량측정을 실시하고, 경험식 등을 사용하여 수위-유량관계곡선을 보완하여 공사로 인한 자료측정의 단절이 발생하지 않도록 할 것이다.

3. 홍수예보지점의 주의보, 경보수위 재검토

하천의 홍수예보는 하천법 제 42조에 규정되어있

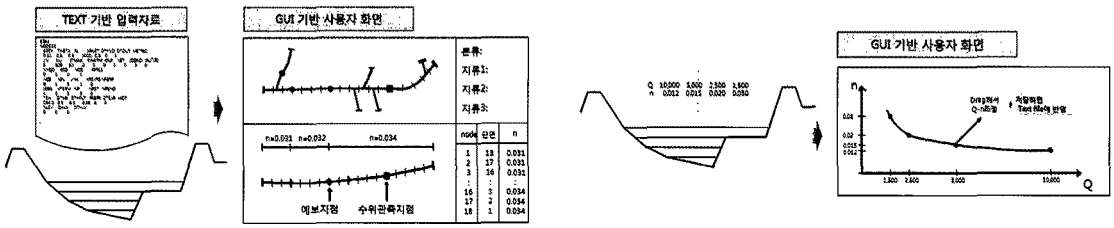

그림 6. 수리학적 모형의 단면자료 입력자료 입력부분 보완

표 1. 4대강 수리학적모형 구축 현황

하 천	한 강	낙동강	금 강	영산강
관리기관	한강 홍수통제소	낙동강 홍수통제소	금강 홍수통제소	영산강 홍수통제소
수계	한강	낙동강	금강	영산강
모형 구축	1997/2006/2009	1998	2006	1997
적용모형	DWOPER	DWOPER	FLDWAV	NETWORK
적용구간	영월2~팔당댐 충주댐~팔당댐 팔당댐~월곶	진동~하구언	대청조정지~하구언 금남~하구언	나주~하구둑
예보지점	영월/여주/한강대교	삼랑진/구포	공주/규암/강경	-
운영여부	O	O	O	시스템 불포함

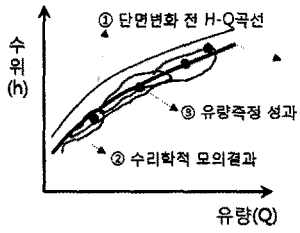

그림 7. 수위-유량관계 곡선 보완 개년도

으며 동법 시행규칙 제 23조에 홍수예보발령 등에 대한 사항이 규정되어 있다. 홍수예보지점의 수위가 계속 상승하여 주의보 수위를 초과할 것이 예상되는 경우에는 홍수주의보를 발령하고 경보수위에 가까워지거나 이를 초과할 것이 예상되는 경우에는 홍수경보를 발령한다. 홍수경보가 발령된 지점의 수위가 계속 하강하여 경보수위 또는 주의보수위 이하로 내려갈 것이 예상되는 경우에는 홍수경보를 해제한다. 홍수주의보 해제 역시 발령된 지점의 수위가 계속 하강하여 주의보수위이하로 내려갈 것이 예상되는 경우에 실시한다.

이때 예보지점의 홍수주의보 수위, 경보수위는 홍수통제소장이 고시하며 다음과 같은 사항을 고려하여 정한다.

○ 주의보 수위

수위가 더 이상 상승하면 제방,수문, 교량 등에 대한 경계가 필요한 수위로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 수위

- 홍수예보지점 계획홍수량의 100분의 50에 해당하는 유량이 흐를 때의 수위
- 홍수예보지점의 5년 평균 저수위로부터 계획홍수위까지 100분의 60에 해당하는 수위
- 홍수예보지점의 주변상황 및 제방정비상태를 고려한 수위

○ 경보 수위

주의보 수위를 초과하여 제방, 수문, 교량 등의 붕괴위험이 예상되는 수위로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 수위

- 홍수예보지점에 계획홍수량의 100분의 70에 해당하는 유량이 흐를 때의 수위
- 홍수예보지점의 5년 평균 저수위로부터 계획홍수위까지 100분의 80에 해당하는 수위
- 홍수예보지점의 주변상황 및 제방정비상태를 고려한 수위

이와같이 홍수주의보 및 경보수위는 예보지점의 유량이나 수위를 기준으로 하여 결정하며, 준설이나 보설치로 예보지점의 하천수위변화가 예상되면 검토하여 조정하여야 한다.

4. 결언

4대강 살리기 사업을 성공적으로 마무리하기 위해서는 홍수기 재해관리가 중요하다. 특히 홍수예보는 하천공사관리에 매우 중요하여 정부에서는 변화되는 하천상황을 고려하여 홍수예보시스템을 개선하고 있다. 일반적으로 홍수예보시스템은 개발후 상당기간 검증을 거친 후 실무에 활용하는 것이 바람직하나 이번 공사중 홍수예보시스템 개선은 그러한 여건이 안되어 조기 완료후 과거 자료를 이용한 검증을 실시할 계획이다. 다행이도 그동안 홍수예보시스템을 개선·발전시키면서 이 분야에 경험이 많은 국책연구소와 전문가들이 있어 큰 시행착오는 없을 것으로 판단된다. 개발을 맡고 있는 홍수통제소, 한국건설기술연구원의 전문가들이 그 동안의 시스템구축 경험을 살려 적기에 시스템을 보완하고 올해 홍수에 대비 할 것이다.

참고문헌

1. 김양수, 4대강살리기 사업 공사중 홍수예측방안, 4대강살리기 제2회 컨퍼런스, 2010.
2. 국토해양부, 하천법령집, 2009.