

댐방류량과 연계한 섬진강 수계 하도추적모형 구축

Development of Hydraulic Channel Routing considering Dam Release at Seomjin River Basin

이을래*, 신철균**, 박진혁***, 고덕구****

Eul Rae Lee, Cheol Kyun Shin, Jin Hyeog Park, Deuk Koo Koh

요 지

현재 섬진강 수계에서는 댐방류에 따른 하류하천의 하도추적은 수문학적 모형에 의해 운영되고 있으나, 하구의 조위 및 하천내 존재하는 수공구조물의 영향 그리고 지류에 의한 흐름분석을 위해서는 정교한 수리학적 모형이 필요하게 된다. 섬진강으로 유입하는 대표수계는 경천, 요천, 그리고 보성강이 있으며, 보성강의 상류에는 주암댐이 보성강의 유하량을 조절하게 되는 데 이를 반영한 모형구축을 지속적으로 수행할 예정이다. 또한 섬진강 하류유역에서는 조위에 의해 본류의 홍수위가 영향을 받게 되므로 이에 대한 영향도 분석하였다. 섬진강 하구에서는 여수관측소와 광양조위지점이 있는데, 두 지점 모두 일년치의 예측이 가능하게 되며 여수지점에서는 실시간 조위관측이 수행되고 있기 때문에 향후 두 지점의 조위결과값을 이용한 최적의 조위산정방법을 결정하게 된다.

본 모형은 하천에서 발생하는 부정류 수리학적 해석모형에 의해 다양한 수행결과를 제시하게 된다. 각각의 관측수위표지점과 비교한 결과 전체적인 경향에서는 합리적인 결과를 나타냄으로서 모형의 적합성을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통하여 대상구간의 전체하도에 대한 적용절차 및 분석기법 등을 참조하여 다른 수계로의 확장이 가능하게 되었다. 단면변환 및 경계조건 산정방법, 모형의 수행 및 결과 분석 등이 댐방류 또는 지류의 유입을 고려한 합리적인 하천관리를 위한 방향을 제시할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 댐방류량, 강우유출모형, 하도추적모형

1. 서 론

자연하천에서는 역류현상이 발생하기도 하고, 다양한 수공구조물에 의한 흐름의 변화가 많이 발생하는 경우가 있기 때문에, 특정한 수위표지점 뿐만 아니라 하천의 모든 측점에서 흐름거동을 분석할 필요가 있다. 특히 하류부에서 발생하는 조위의 영향이 하천의 상류방향으로 영향을 미치게 되는 흐름현상의 경우는 기존의 수문학적모형에 의해서는 결과를 도출하는 데 상당한 한계점을 나타내게 된다. 기존의 한강 및 낙동강 수계에서는 현재 한강 하구 또는 낙동강 하구둑에서 발생하는 조위의 영향에 따른 본류의 흐름현상을 수리학적 모형에 의해 분석하고 이를 홍수예경보 모형에 직접적으로 활용하고 있다. 또한 금강하류구간도 관할 홍수통제소에서 수문학적 모형의 한계를 보완하기 위해서 수리학적 모형이 구축되어 있다. 그에 반해 섬진강하류구간은 오랫동안 큰

* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원 · E-mail : erlee@kwater.or.kr
** 정회원 · 한국수자원공사 물관리센터 책임위원 · E-mail : kyun@kwater.or.kr
*** 정회원 · 한국수자원공사 물관리센터 선임연구원 · E-mail : park5103@kwater.or.kr
**** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 연구위원 · E-mail : dkkoh@kwater.or.kr

홍수피해가 발생하지 않았고, 수문학적 모형에 의한 홍수예경보시스템을 활용하고 있는 실정이다.

특히 최근 기상이변에 따른 국지성호우에 의해 많은 양의 강우가 단시간에 댐으로 유입되는 현상이 자주 발생하고 있으며, 이때 댐방류에 따른 하류하천의 수위변화도 댐운영에 있어서 중요한 요인이 될 수가 있다. 따라서 본 연구에서는 현재 부분적으로 구축되어있는 섬진강댐하류의 하천수위분석을 위해 섬진강댐 직하류에서 하구까지 총 연장 135km 구간에 대해서 수리학적 모형을 구축하고 향후 홍수시 적용할 수 있는 방안에 대해 검토하였다.

2. 모형선정 및 입력자료 구축

본 연구에서는 수리학적 모형의 검토를 위해서 미국기상청에서 개발한 FLDWAV 모형을 적용하였다. 현재 한강 및 낙동강 수계에서는 DWOPER 모형에 의해 수리학적 모형이 구축되어 있으며, 홍수통제소에서 홍수예경보시스템으로 활용 중에 있다. 또한 금강홍수통제소에서는 대청댐하류구간의 홍수위흐름해석을 위해서 FLDWAV 모형을 사용하고 있는데, 하천의 흐름분석을 위한 DWOPER 모형과 댐붕괴에 따른 유출량분석을 위해 개발된 DAMBRK모형이 현재는 FLDWAV모형으로 통합되어 운영되고 있으며, 향후 FLDWAV 모형에 의한 통일된 구축이 필요할 것으로 판단된다.

2.1 상류 및 횡방향 유입량 경계조건

수리학적 모형의 정확하고 합리적인 분석을 위해서는 대상하천으로의 유입량이 정확하게 산정되어야 한다. 정확한 강우량자료를 바탕으로 대상구간에 대해 미리 구분해놓은 소유역모식도를 통해서 강우-유출분석에 의한 하도 및 유역의 유출량이 산정되게 된다. 이 값들이 실질적으로 섬진강수계 하천에서의 횡방향 유입량이 될 수가 있다. 또한 상류경계조건으로는 섬진강댐에서의 시간별 방류량 자료를 적용하는 것이 가능하다(그림 1).

섬진강하구는 남해의 조석현상에 의해 조위가 발생하고 있다. 이는 통상적으로 하천을 따라서 하동지점까지 조위의 영향이 미치게 된다. 수리학적 모형을 수행할 때 두 가지의 경우를 고려할 수 있는데, 첫째는 과거의 대상기간 동안의 각 수위표 지점 및 임의의 특정지점에 대한 수리학적 값들을 재현하는 것이고 둘째는 미래의 발생가능한 홍수사상을 예측하여 향후 홍수피해를 방지하는 데 있다. 이를 위해 상, 하류 및 지류에서의 유입량이 예측가능한 값인지 아닌지가 상당히 중요한 인자로 남게된다. 일반적으로 댐에서 방류되는 값들은 향후 발생가능한 강우예측을 통하여 수자원공사에서 댐운영계획을 세우기 때문에 댐방류량을 미리 예측할 수 있으나, 하류의 경계조건은 그렇지 못하다. 만약 과거홍수사상의 재연을 위한 모형수행이라면 하류경계지점을 하동지점으로 하여도 문제가 없겠으나, 향후 예측을 위해서는 하구에서의 합리적 수위자료가 제시되어야만 한다. 이를 위해 섬진강하구에서 관측 및 예측되는 조위관측지점은 광양지점과 수위관측소가 있다. 광양검조소는 섬진강하구의 광양만에 위치한 지점으로서 실질적인 조위관측은 이루어지지 않고, 일년치의 예측조위값을 해양조사원에서 생산하고 있다. 여수검조소는 여수시 오동도 방파제 입구에 설치되어 있으며, 실질적인 관측 및 예측조위값을 산출하고 있다. 따라서 현실적으로는 여수지점의 조위값이 다양한 방법으로 사용하는 것이 모형운영자의 입장에서는 좀더 수월하지만 여수검조소와 섬진강하구와는 거리가 멀기 때문에 바로 적용하기에는 무리가 있을 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 광양검조소조위값, 여수검조소조위값, 그리고 하천내에 하구부분에서 조위의 영향을 받는 지점인 하동에서의 수위값과 비교를 하였다.

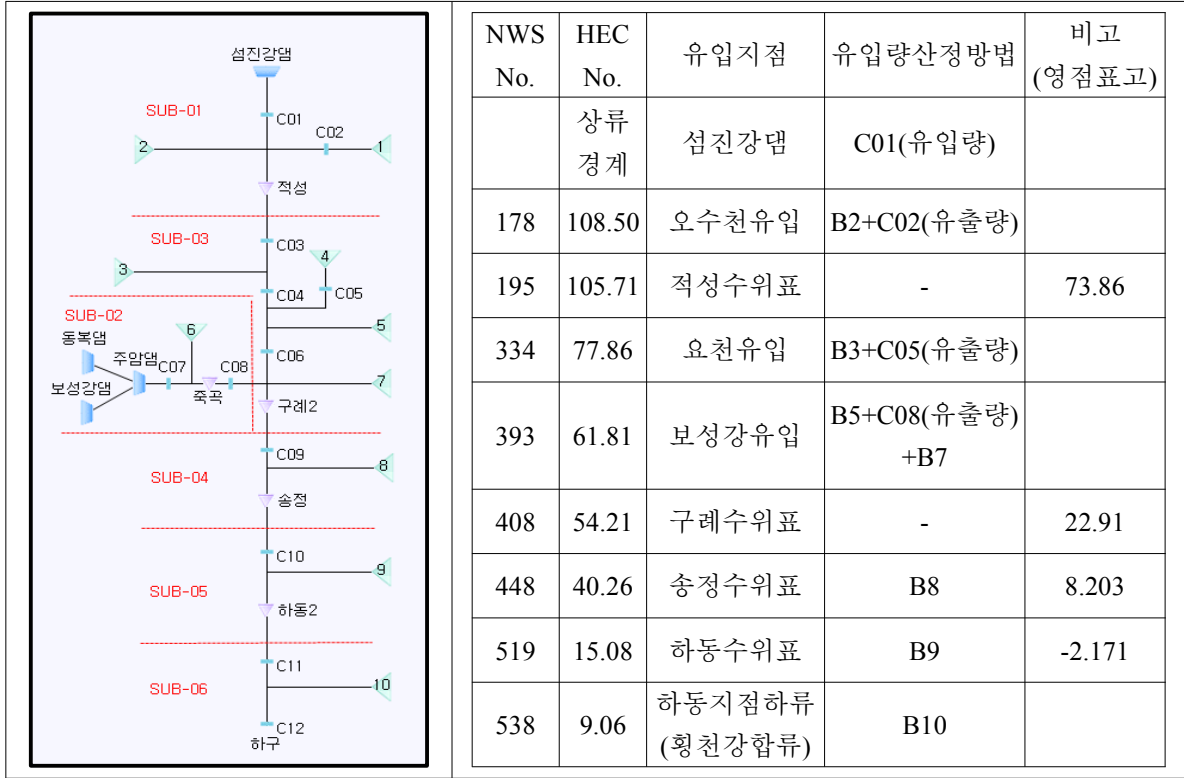


그림 1. 상류 및 유입유량 경계조건

2.2 하류 경계조건

그림 2는 2005년 8월 섬진강댐에서 약 최대 1000cms 방류가 되었을 당시 광양조위, 여수조위, 그리고 하동수위표의 값들을 비교하였다. 실질적으로 검조소에서 관측이 되고 있는 여수조위표에서는 TBM좌표를 IMSL(BM)성가로 변환할 수 있는 자료가 있으나, 광양조위표에서는 실측되는 지점이 아닌 관측으로 그러한 자료가 존재하지 않는다. 이에 따른 분석이 향후 수반되어야 할 것으로 판단되며, 현재는 여수의 변환방법을 광양에도 동일하게 적용하였다. 하동지점은 섬진강하구에서 약 15km 지점에 위치하고 있으며 섬진강수계에서는 하류의 조위영향을 하동지점에서는 받고 있는 것으로 분석되고 있다.

따라서 모형적용시 본 연구에서는 섬진강댐~하구까지 단면을 구축한 경우에는 하류경계조건을 광양조위와 여수조위를 각각 적용하였으며, 섬진강댐~하동까지 단면을 구축한 경우에는 하류경계조건을 하동수위표를 적용하였다.

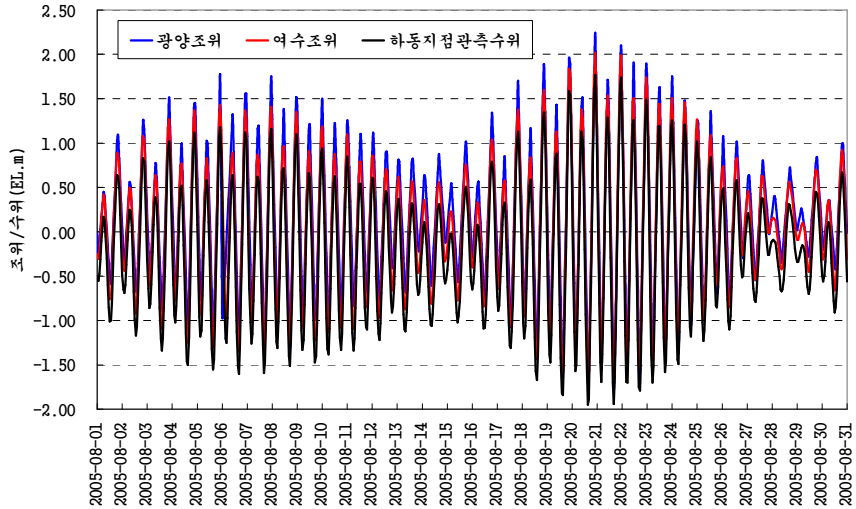


그림 2 광양조위, 여수조위 및 하동수위표의 비교

이와 같은 세가지 경우에 대해서 모형을 각각 수행함으로써 섬진강수계에서 어떠한 하류경계 조건이 합리적인 방법이 될 수 있는가를 판단하는 것이 목적이다. 그러나 향후 발생할 홍수분석을 위해서는 하구까지 확장하여 합리적인 예측조위값을 적용하는 것이 유리할것으로 판단된다.

3. 모형의 적용

본 대상구간은 전술한 바와 같이 섬진강댐직하류에서 하구까지 적용하였다. 상류경계조건이 섬진강댐이 되는데, 하천으로 실질적으로 방류되는 값이 상류경계조건이 된다. 섬진강댐은 홍수조절을 위한 방류가 자주 발생하지 않는 관계로 모형적용을 위한 홍수사상이 많지 않으나, 당시 2005년 8월 발생한 홍수사상을 구축된 수리학적 하도추적 모형에 적용하였다. 그림 3은 당시의 댐방류량과 횡방향 유입량을 나타낸 것이다. 횡방향 유입은 그림에서 제시한 바와 같이 당시의 강우량에 의해 산정된 강우-유출모형에 의해 산정된 유출량을 입력경계조건으로 산정하였다. 대상구간은 2005년 8월 1일 ~ 10일까지이며 계산시간간격은 1hr로 수행하였으며 전체 240 timesteps를 수행하였다.

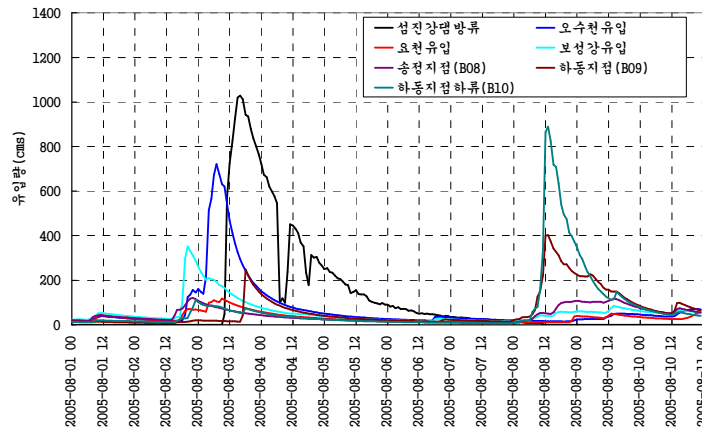


그림 3. 섬진강댐방류량 및 횡방향유입량

그림 4는 대상구간내 주요 수위관측소인 적성, 구례, 송정, 하동에서의 계산값과 실측값과의 수위값을 비교하였다. 전체적으로 계산값이 실측값보다 높게 산정이 되고 있었다. 일반적으로 수리학적 모형의 수행시 모형의 발산현상은 상류단의 유량이 과소하게 산정이 되었을 때 원활한 계산을 방해하는 요인이 될 수 있으며, 모형의 정확성은 지류 또는 소유역에서 홍수시 발생하여 유입하는 유입량의 부정확성에 기인할 것으로 판단된다.

본 연구에 구축된 수리학적 하도추적모형의 계산결과의 향상을 위해서는 지속적으로 횡방향 및 지류에서 유입하는 유출량의 정확성을 보정해야 할것으로 판단된다. 또한 실측치와의 보정을 보정을 위한 수리학적 매개변수인 조도계수의 합리적인 지정도 수반되어야 할것이다.

그림에서 나타난 바를 참조하였을 때 전체적으로 하류경계조건에 따라서 부분적으로 변화의 양상을 나타내고 있다. 그림에서 제시한 바에 의하면 여수 및 광양지점에서의 조위값은 큰 변화가 없는 것으로 나타났으며, 두 지점의 조위자료를 경계조건으로 사용하였을때도 계산결과값에는 큰 영향이 없는 것으로 판단된다. 그러나 대상구간을 하동까지 구축한 후 하류경계조건을 적용하였을 때는 구례관측소에서의 값은 좀더 실측치에 근사한 값을 도출하였다. 그러나 전체적으로 계산치와 관측치의 오차는 발생하고 있는 관계로 이에 대한 좀더 정확한 모의 방법을 강구해야 할것이다.

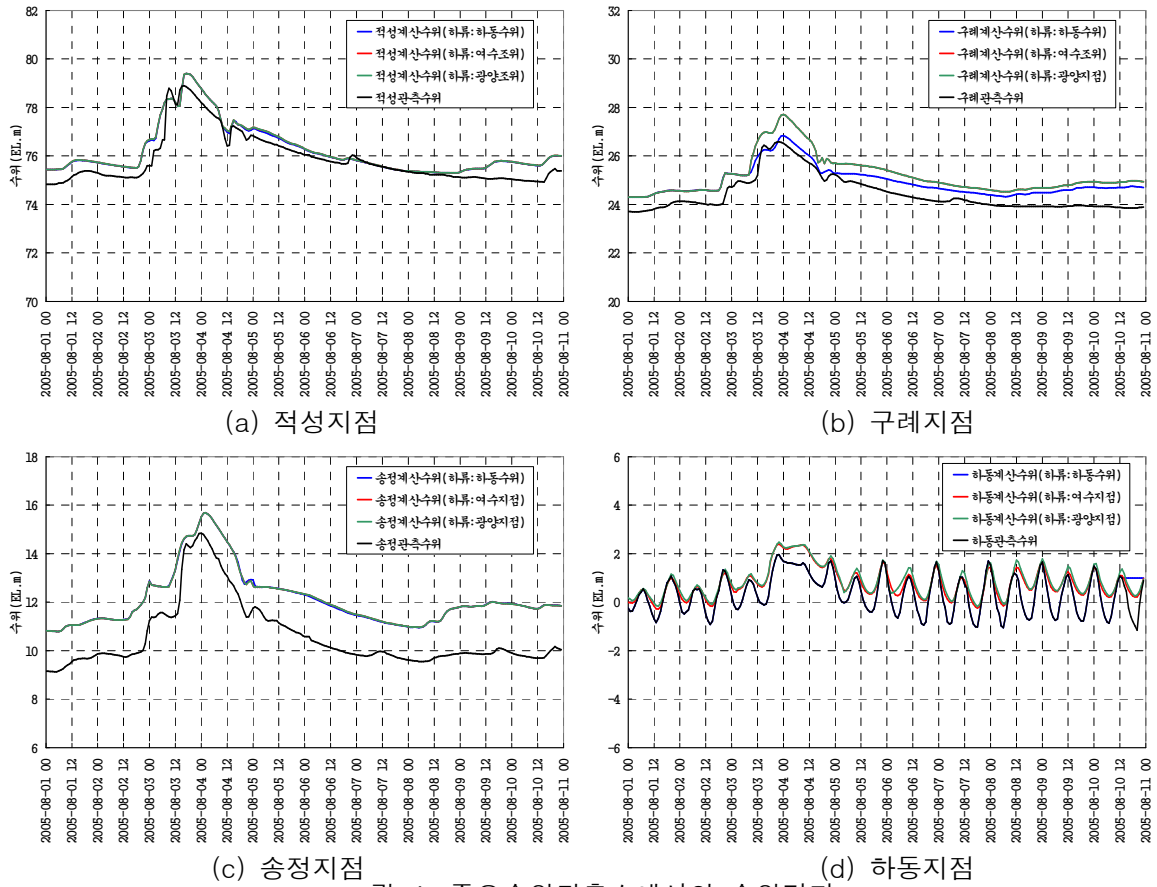


그림 4. 주요수위관측소에서의 수위결과

4. 결론

본 연구에서는 하도추적모형인 FLDWAV 모형을 이용하여 섬진강하류 하류지역에 적용하고 그에 따른 결과를 분석하였다. 섬진강 하류부의 유입유량 산정을 위해서 강우-유출분석모형을 사용하였으며, 하류단 조건은 광양지점, 여수지점의 조위자료와 하동지점의 관측수위값을 적용하였다.

실제 홍수사상에 대해서 적용한 결과 대상구간내 수위표지점의 관측수위와 비교하였을 때 정성적인 형태는 거의 일치하였으나 정량적인 면에서 향후 지속적인 보완이 필요할 것으로 판단되었다. 합리적인 조위경계조건 적용과 강우-유출모형의 횡방향유입량의 정확한 값의 산정도 필요할 것으로 판단된다. 홍수분석모형에 의해 유입량의 정확한 산정을 도출하고 정교한 수리학적 모형에 의해 하류하천의 해석이 수행이 되고 GUI에 의한 도시가 가능한 일관된 시스템이 구축됨으로서 향후 수계의 홍수예측에 상당히 유용한 모형이 될 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. Fread, D. L. and Lewis, J. M. (1998). NWS FLDWAV MODEL, Theoretical Description and User Documentation, Hydrologic Research Laboratory Office of Hydrology, National Weather Service(NWS), NOAA.
2. 건설교통부/부산지방국토관리청 (2003). **섬진강수계 하천정비기본계획(보완)(섬진강, 요천, 보성강)**