

HEC-RAS를 이용한 성주댐 하류부의 홍수영향 분석

Flood Influence Analysis in the downstream of Sung-Ju Dam using HEC-RAS Model

김 선 주 · 지 용 근(건국대)
Kim, Sun-Joo · Jee, Yong-Geun

Abstract

In this study, flood influence analysis in the downstream of Sung-Ju dam was simulated using HEC-RAS model. Input data for the simulation was which measured water level, water velocity, stream section etc. HEC-RAS model could be applied to steady flow or gradually varied flow in natural or artificial stream. HEC-RAS model which can simulate real-time changing water level and compute water surface curve was supplied to show the standard influent amount of Sung-Ju dam.

Through this study the submerged damage of Sung-Ju dam's downstream would be minimized.

I. 서론

인구의 증가로 인해 생활공간이 침수에 노출된 저지대의 토지이용을 불가피하게 함으로써 이상기후로 인한 집중호우 발생 시 홍수범람에 대해 대부분 무방비 상태에 놓여 있기 때문에 재산과 인명의 피해를 많이 받고 있는 실정이다.

본 연구에서는 하천에서의 홍수량을 예상하기 위해 하천 단면을 측량하고 수위와 유속을 실측하였다. 또한 HEC-2의 윈도우 버전인 HEC-RAS 모형을 성주댐 하류부분에 적용하였다.

HEC 모형은 도스용 모형에서 윈도우용 모형으로 바뀌었으며, 그 중 HEC-RAS(River Analysis System)와 HEC-HMS(Hydrologic Modeling System) 및 HEC-FDA(Flood Damage Reduction Analysis)등이 개발되었다. HEC-RAS모형은 자연하천이나 인공하천에서의 흐름이 정상류(steady flow)이면서 점변류(gradually varied flow)일 경우의 수면곡선을 계산하는 모형으로 1차원 에너지 방정식인 표준측차법(standard steep method)으로 해석하는 방식이다.

HEC-RAS모형은 실시간 수위 변동을 예측할 수 있고 결과는 한번의 자료 입력으로 단면의 변화와 하상의 변화 및 수로구간의 수위변화 출력 등 여러 가지의 수리학적 특성자료를 분석할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 실측을 통해 성주댐 하류부분의 침수피해를 최소화할 수 있는 댐 방류량에 대한 기준을 제시하는데 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

2.1. HEC-RAS의 기본이론

HEC-RAS는 일반적으로 자연이나 인공으로 된 수로에서 변하는 정류에 대하여 일차원 수면의 계산을 실행할 수 있다. 상류(subcritical), 사류(supercritical), 혼합흐름영역(mixed flow regime) 등의 수면곡선을 계산하는 프로그램이다. 수면곡선은 표준측차법을 이용하여 식(1)과 같은 에너지 방정식을 반복과정에 의해 풀음으로써 계산되는데, 최초 단면에서의 값은 그 다음 단면을 계산해 나가는데 사용된다.

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

여기서 WS_1 과 WS_2 는 구간 양단에서의 수위이고, V_1 과 V_2 는 구간 양단에서의 평균유속이며, α_1 과 α_2 는 구간양단에서의 에너지 보정계수, g 는 중력가속도이다. 또한 에너지손실수두 h_e 는 식(2)와 같이 구한다.

$$h_e = LS_f + C \left[\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right] \quad (2)$$

여기서, L 은 검사 단면간의 수로 구간길이이고, S_f 는 구간에서의 대표 마찰경사이며, C 는 단면의 확대 또는 축소에 따른 손실계수이다. 그리고 수로구간 길이는 식(3)으로 계산할 수 있다.

$$L = \frac{L_{lob}Q_{lob} + L_{ch}Q_{ch} + L_{rob}Q_{rob}}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}} \quad (3)$$

여기서 L_{lob} 와 L_{ch} 및 L_{rob} 는 각각 좌측제방과 수로중앙 및 우측제방에서의 구간 양단의 수로구간 길이이고, Q_{lob} 와 Q_{ch} 및 Q_{rob} 는 각각 좌측제방과 수로중앙 및 우측제방에 대한 구간양단에서의 평균유량이다.

2.2 대상지구

본 연구에서는 HEC-RAS 모형을 이용한 홍수 영향검토를 위해 성주댐 하류부를 선정하였다. 선정된 구간은 성주댐 이하 중산교에서 청천교까지 길이 2.5km 구간으로 측방의 추가유입이 미비하여 주수원공인 성주댐으로부터의 유입 이외에 추가 유입이 없는 것으로 가정할 수 있는 구간이다.

2.3 분석 방법

대상지역으로 선정된 성주댐 하류부분을 범람의 흔적이 있거나 수리학적 문제가 있는 것으로 사료되는 지점 7개를 선택하여 Fig 2.1에서와 같이 각 지점의 단면을 실측하였다. 시뮬레이션의 편의를 위해서 중산교에 가까운 하천의 상류 지점을 station 7로 하고 장천교에 가까운 하천의 하류 지점을 station 1으로 하였다.

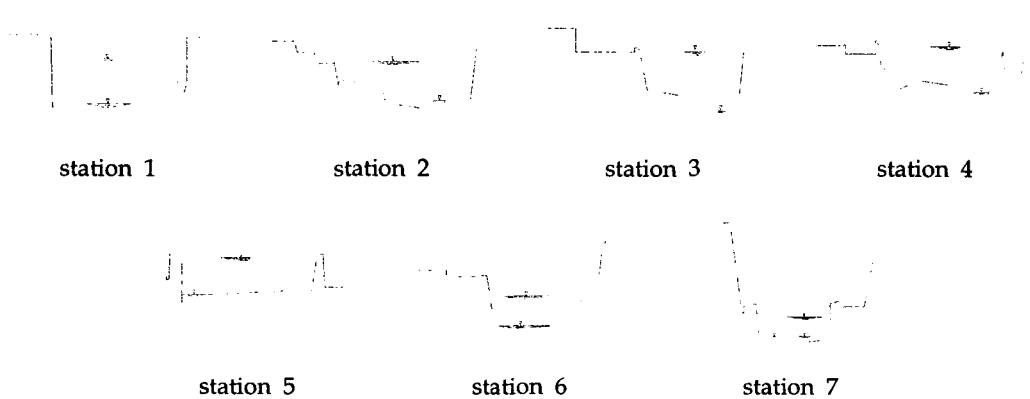


Fig 2.1 Cross section of each station

모의발생의 입력 값으로 실측을 통해 얻어진 단면의 Station value와 Elevation value를 각각 입력하였으며 주하천과 좌우 둔치의 Manning의 조도계수 n값은 성주군청에서 제시한 도면의 n값을 사용하여 모의발생하였다.

모의발생은 성주댐의 저수상황일지에서 방류량이 평시와 peak time이라고 고려되는 값을 1999. 4 ~ 2001. 6 기간 중에서 선택하였으며 이의 비교자료로 임의의 값을 선택하여 실시되었다.

III. 결과 및 고찰

3.1 모형의 적용

1999. 4 ~ 2001. 6 기간 중 성주댐의 평시 및 peak 방류량에 대해 각 지점의 안정성을 모의발생한 결과 Table 3.1에서와 같이 모든 단면에서 안정된 것으로 나타났다. 방류량이 26m³/s인 경우 단면이 비교적 협소하여 위험단면으로 고려되었던 station 1과 station 3에서도 안정된 것으로 나타났다.

Table 3.1 Simulation result by the discharge amount

구 분	평시	99. 8. 10	99. 8. 6	99. 4. 12	01. 6. 26
방류량(m ³ /s)	5	10	14.3	21	26
안 정 성	안정	안정	안정	안정	안정

Fig 3.2에서 profile plot이 보여주듯 단면이 협소한 station 1번과 3번에서 그리고 하상이 불안한 station 4에서 유량이 다른 station보다 많은 것을 확인할 수 있다. 하지만 좌측의 station 7번부터 1번 station까지 범람에 대한 위험은 없는 것으로 나타났다.

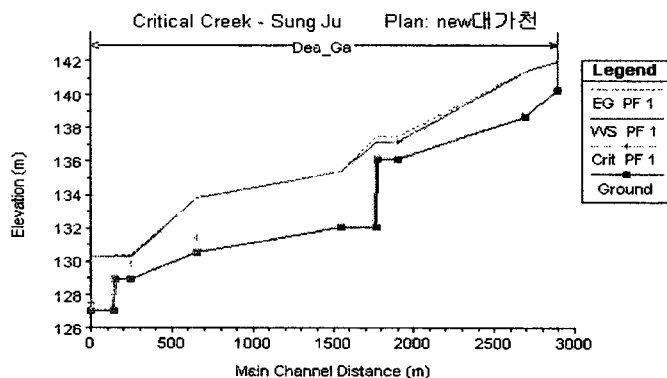


Fig 3.1 Longitudinal section by the discharge amount

Peak 방류량으로 사료되는 26m³/s까지 하천의 단면에 큰 영향이 없는 것으로 나타났기 때문에 임의의 댐 방류량을 통해서 시뮬레이션을 실시하였다.

Table 3.2 Simulation result by the assumed discharge amount

구 분	1	2	3	4	5
방류량(m ³ /s)	35	40	44	47	50
안 정 성	안정	안정	안정	위험	범람

Table 3.2는 임의의 방류량에 대한 결과이다. 방류량이 47m³/s인 경우, 하천 단면이 위험수위에 오르게 되고 방류량이 50m³/s인 경우, 범람하는 것으로 나타났다. Fig 3.2에서는 위험단면으로 고려되었던 station의 방류량 50m³/s인 경우의 횡단면으로 station 1에서 범람하고 station 4에서는 위험 수위에 오르는 결과가 나타났다.

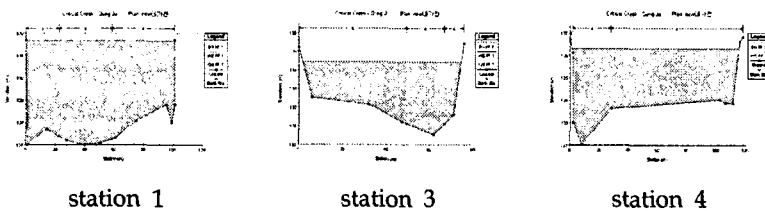


Fig 3.2 Cross section by the assumed discharge amount, 50m³/s

IV. 결론

본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 방류량에 대한 홍수영향 분석을 위해 성주댐 하류부분을 선정하였다.
2. HEC-RAS 모형을 통해서 댐 방류량에 따른 수위와 유량 변동을 모의발생하였다. 모의발생 결과, 하천의 수위변동에 가장 많은 영향을 주는 것은 하천 단면입을 알 수 있었으며 하상형태 또한 많은 영향을 주는 것으로 조사되었다.
3. 1999. 4 ~ 2001. 6 기간의 peak 방류량이라 할 수 있는 26m³/s에 대해 하류 7개 지점이 안정한 것으로 나타났다. 따라서 하천 단면에 영향을 줄 수 있는 유입량을 결정하기 위하여 댐의 방류량을 가정했을 때, 방류량이 47m³/s를 초과할 경우 하천단면이 위험 수준에 오르고 방류량이 50m³/s를 초과할 경우에 범람하는 것으로 나타났다.
4. 홍수의 대한 영향을 분석하기 위해 단면 측량과 유속 및 수위를 실측하였지만 정확한 기준을 제시하기 위해서는 보다 더 많은 지점에서의 측량과 유속과 수위의 실측이 필요하다고 사료되며 대상하천이 성주댐 하류부 2.5km로 비교적 짧은 구간에 대한 영향검토뿐만 아니라 주거지 밀집지역까지의 영향검토가 필요하다고 생각된다.

참고문헌

1. 농어촌진흥공사, 1996, 성주지구 집중용수관리시스템 사업계획서
2. 심명필 · 이재형 · 권오익, 예비방류에 의한 홍수조절 방안 연구
3. 李賢求 · 李大澈, 1998, HEC-RAS 모형에 의한 도시통과 하천에서의 수면곡선 해석
4. 윤태훈 · 박남식, 2000, 수공학익습 교제, 한국수자원학회
5. US Army Corps of Engineers, 2001, HEC-RAS River Analysis System