

사행하천 제방설치에 따른 합류부 1차원 및 2차원 수리특성

One- and Two-dimensional Hydraulic Characteristics at Confluence by Embankment Construction of Meandered Channel

이인아*, 최홍식**

In Ah Lee, Hung Sik Choi

요지

1차원 수치해석망은 수위관측소와 우량관측소를 경계로 광역모형을 구성하고 HEC-RAS를 이용하여 부정류 해석을 실시하였다. 그 결과로 얻은 유량과 수위자료는 2차원 해석 모형인 RMA-2의 경계조건으로 적용하였다. 또한 수치지형도를 이용하여 2차원 격자망을 구성하고 RMA-2를 적용하여 수리특성을 분석하였다.

광역모형의 구성에 의한 HEC-RAS 부정류 해석 결과 제방설치 전과 후의 수리특성의 변화는 그리 크게 나타나지 않았다. 또한 RMA-2 해석 결과 계획홍수량 초과하는 홍수에서 대상유역에서 제방설치 전과 후의 변화는 통수단면적의 감소에 따른 빠른 흐름과 수위의 변화를 가져왔으나 그 크기는 현저하지 않음을 보여준다.

핵심용어 : 광역모형, HEC-RAS, 부정류, RMA-2

1. 서 론

자연 상태로 존재하는 하천은 그 규모의 차이는 있으나 대부분 단일 하천이 아닌 몇 개의 지류가 본류와 만나는 복잡한 하천망으로 구성되어 있다. 본류가 지류가 만나는 합류부는 통상 하천에 비해 수위, 유속 등의 수리학적 특성이 복잡한 양상으로 나타나며 본류와 지류의 유량의 변화와 흐름의 방향전환으로 인해 통수능이 저하되는 등 합류부에서의 수리학적 특성은 매우 복잡하고 다양하다.

최근 홍수시 유역 전반에 걸쳐 발생한 고른 강우에 의한 홍수보다는 국지적 집중호우에 의한 홍수발생의 편중경향이 나타나며, 계획홍수량을 초과하는 홍수가 발생하고 있다. 또한 사행하천에서 합류부의 수리학적 특성은 흐름 지체, 통수능 저하 등 복잡한 양상으로 나타나고, 제방과 같은 수공구조물에 의해 배수 지체현상으로 집중호우에 의한 홍수범람이 더 가중되기도 한다. 이러한 영향을 분석하기 위해 제방 설치에 따른 침수영향에 대해 분석하였다. 대상지역 사행하천구간으로 사행이 끝나는 지점에 문곡천이 합류하고 사행구간 비수충부에서 제내지 확보를 위한 제방이 설치된 구간으로 사행구간합류부에서의 제방설치 전과 후의 수리특성의 변화를 분석하였다.

1차원 수치해석망은 수위관측소와 우량관측소를 경계로 광역모형을 구성하고 HEC-RAS를 이용하여 부정류 해석을 실시하였다. 그 결과로 얻은 유량과 수위자료는 2차원 해석 모형인 RMA-2의 경계조건으로 적용하였다. 또한 수치지형도를 이용하여 2차원 격자망을 구성하고 RMA-2를 적용하여 수리특성을 분석하였다.

* 정희원·상지대학교 토목공학과 석사E-mail : inah2833@nate.com

** 정희원·상지대학교 건설시스템공학과 교수E-mail : hsikchoi@sangji.ac.kr

2. 대상지역 현황

2.1 일반형황

대상유역은 영월군 남면 북쌍리 소재한 구간으로 그림 1과 같이 남한강의 하구에서 평창강을 따라 약 9.4km에 위치한 지점으로 하천의 하류방향으로 좌측 계곡에 위치한다. 그림 2는 침수가 발생한 유역으로 지형도에 기초하여 저지대의 바닥표고는 EL. 200m로 판단되며 유역면적 1.04km^2 , 유로장 2.2km, 고저차 0.48km의 형상계수 0.21의 유역폭이 좁고 길게 발달한 유역이다.

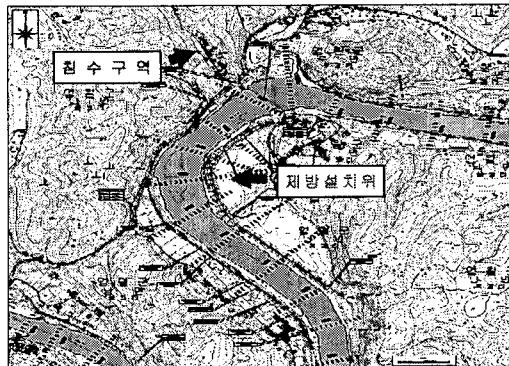


그림 2. 대상지역의 지역현황

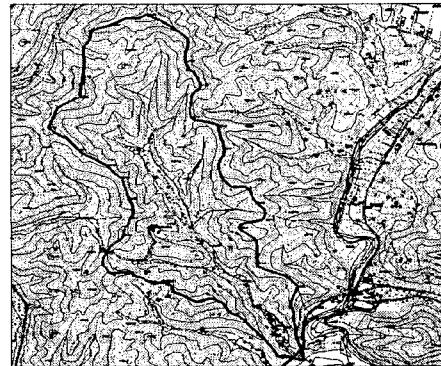


그림 2. 침수가 발생한 유역

2.2 제방설치와 침수 현황

침수구역은 평창강의 좌안에 위치하고, 설치되었다가 철거된 제방 일반도는 그림 3과 같이 추정되고, 하천정비기본계획(강원도, 2004)의 측점번호에 의한 제방설치구간은 개략적으로 No. 46에서 No. 54+100지점으로 약 1.7km에 해당된다. 제방설치 전·후로 최고홍수위(Highest High Water Level, HHWL)는 침수지역의 침수는 물론 맞은편의 제방까지 침수된 것으로 추정된다(그림 4).

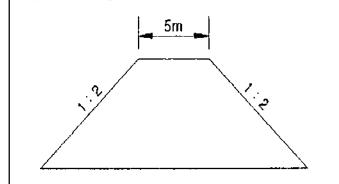


그림 3. 제방 표준단면도

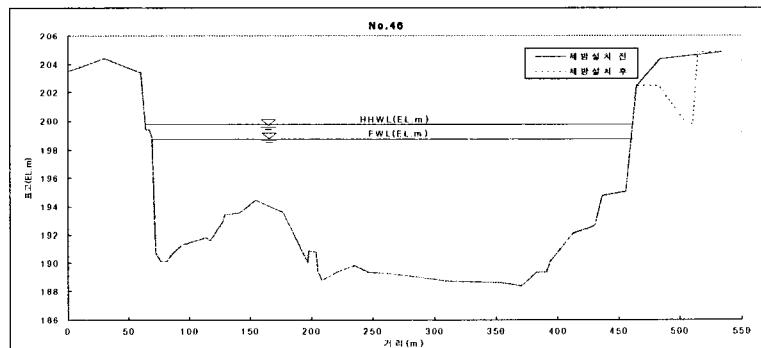


그림 4. 제방설치 전·후 횡단면 및 최고홍수위와 계획홍수위

3. 제방설치 전·후의 수위영향 분석

3.1 수치모형의 구축

영월1, 영월2, 영춘 수위관측소 3개의 수위 및 수위-유량관계곡선식과 영월1 우량관측소 자료를 이용하여

2002년 집중호우 관측을 하였다. 또한 대상호우에 대한 침수구역 유역 및 문곡천의 유역 특성은 ArcView를 이용하여 표 1과 같이 자료를 구축하였고, 강우-유출 자료는 HEC-HMS의 Clark방법을 이용하여 유출수문곡을 산정하였다. 그림 5는 1차원과 2차원 수치모형의 해석에 의한 제방설치 전후의 수위변화에 의한 침수 산정을 위한 흐름도이다.

표 1. 문곡천과 침수구역이 소재한 소유역의 특성

유역	유역 면적(km^2)	유로연장(km)	경사	고저차(km)	형상계수
문곡천	93.18	15.01	0.35	5.28	0.41
침수구역	1.04	2.21	0.22	0.48	0.21

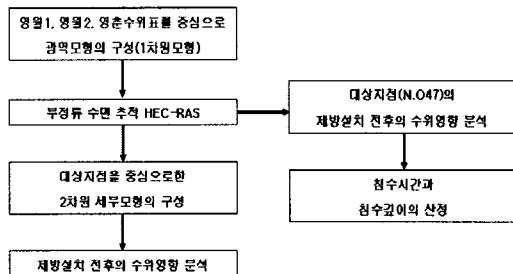


그림 5. 수치실험에 의한 해석흐름도

3.2 1차원 광역모델에 의한 수위변화

HEC-RAS 3.1.3 모형은 미육군공병단이 개발한 하천해석 모형으로써 UNET 모형을 추가하여 정상류 흐름해석 모형에 대해 부정류 모의를 수행할 수 있다. 1차원 부정류의 해석을 통한 침수구역의 유역출구에서의 수위변화를 제방설치 전과 후에 대해서 알아보기 위한 하천의 격자망과 상·하류경계는 그림 6과 같다. 부정류 해석을 위한 유량과 수위는 2002년 8월 7일 7:00시부터 8월 8일 6:00시까지의 24시간에 대한 시간별 자료로 영월1(No.68), 영월2(No. 109+75), 영춘(No. 0) 수위표 자료를 이용하였다.

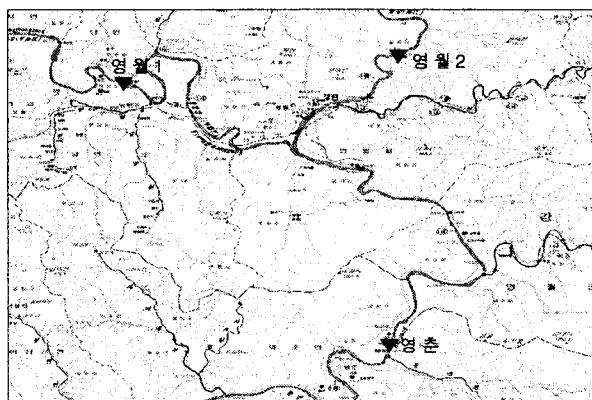


그림 6. 1차원 부정류흐름 해석을 위한 하천망

그림 7과 같이 부정류 해석결과 제방설치 구간에서는 설치 전과 후의 수위변화는 지점에 따라 상승과 하강을 나타내나고 있으며 통수단면의 축소는 그 지점에서의 유속의 발달로 수위가 저하되고, 직 상류에서는 약간의 수위 증가가 일어남이 반복되는 양상이 나타나는 것으로 판단된다(표 2).

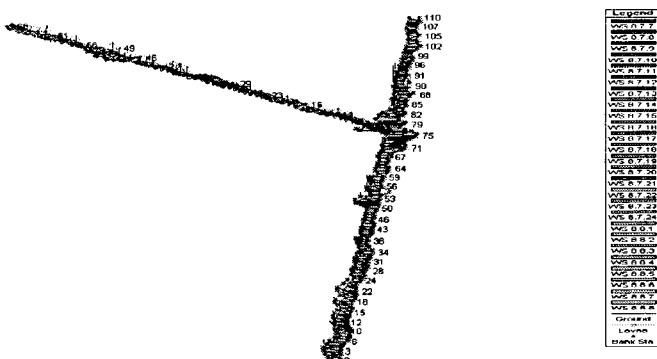


그림 7. 1차원 부정류 해석결과

표 2. 최대홍수발생시(2002년 8월7일 15시) 제방설치 전과 후의 수위변화

No.	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45
제방설치 전	201.18	201.42	201.37	201.48	201.44	201.41	201.32	201.15	201.23	199.94
제방설치 후	201.19	201.42	201.37	201.48	201.43	201.41	201.31	201.16	201.23	199.94

3.3 2차원 세부모델에 의한 수위변화 및 침수영향

SMS(Surfacewater Modeling System)모형은 수심적분 2차원 흐름 방정식을 유한요소법으로 해석하는 RMA-2모형과 격자생성프로그램인 GFGEN모형으로 구성된 프로그램이다. 그림 8과 9와 같이 제방설치 전·후의 2차원 격자와 지형을 구성하였다.

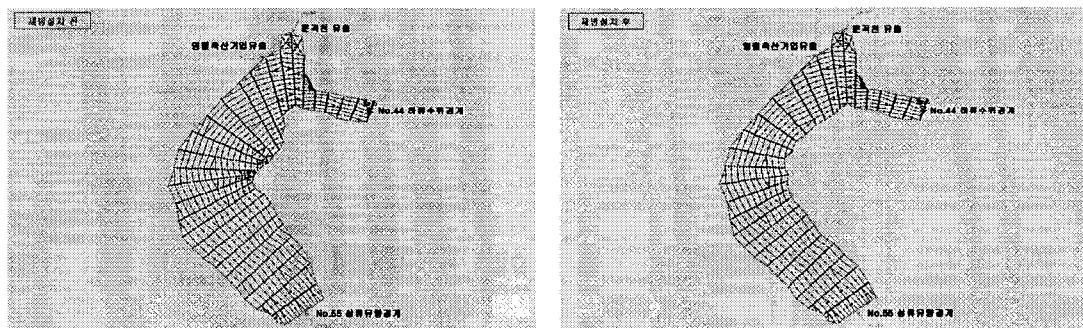


그림 8. 제방 설치 전과 후의 모형의 2차원 격자

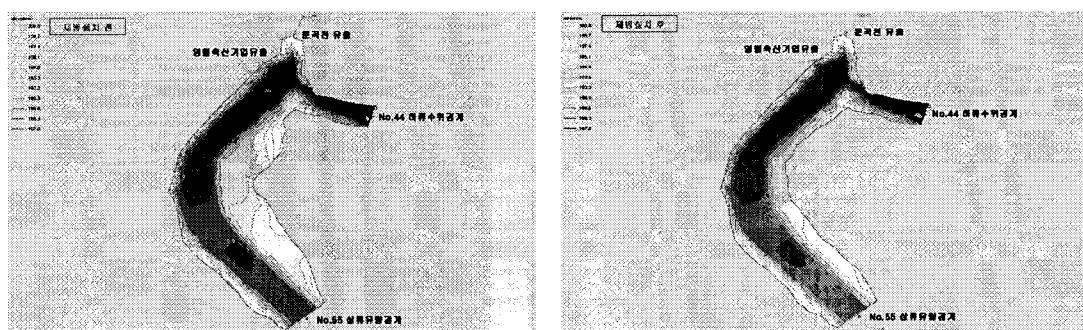


그림 9. 제방 설치 전과 후의 모형영역의 2차원 지형

그림 10과 같이 문곡천 하류의 유속은 제방설치 후의 유속이 일부 지점에서 제방설치 전보다 다소 크게 발달함을 볼 수 있으며 이는 제방설치에 따른 통수단면적의 변화로 나타나는 현상으로 판단된다. 그러나 전반적인 흐름의 특성이 변화는 없는 것으로 나타났다. 이는 제방계획고를 초과하는 큰 홍수량으로 제방설치에 따른 통수단면의 변화가 상대적으로 큰 홍수량에 대해 크지 않음으로 판단된다.

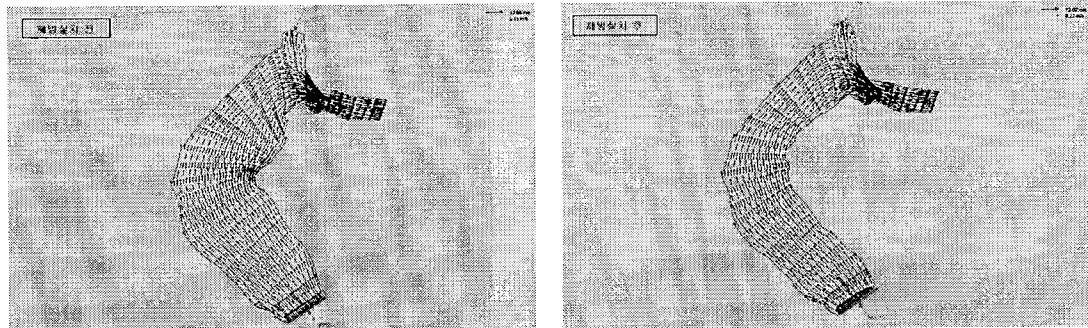


그림 10. 최대홍수발생시(2002년 8월 7일 15시) 제방설치 전과 후의 유속분포

4. 결 론

1차원 수치해석망은 수위관측소와 우량관측소를 경계로 광역모형을 구성하고 HEC-RAS를 이용하여 부정류 해석을 실시하였다. 그 결과로 얻은 유량과 수위자료는 2차원 해석 모형인 RMA-2의 경계조건으로 적용하였다. 또한 수치지형도를 이용하여 2차원 격자망을 구성하고 RMA-2를 적용하여 수리특성을 분석하였다.

대상구간의 하천은 사행구간으로 흐름방향을 따라 좌안 쪽 수충부로 주수로가 발달되었고, 우안은 저류능력을 가진 구간으로 이 곳에 제방의 설치는 통수단면적의 변화를 가져온다. 따라서 1차원 및 2차원 수리특성 분석결과 80년 빈도 계획홍수량 $4,430\text{m}^3/\text{s}$ 이하의 홍수에서는 제방설치 전과 후의 수위의 변화는 없는 것으로 나타났으며, 계획홍수량 초과하는 홍수에서부터 대상유역에서 제방설치 전과 후의 변화는 통수단면적의 감소에 따른 다소 빠른 흐름과 수위의 변화를 가져왔으나 전반적으로 흐름특성의 변화는 없는 것으로 나타났다.

감 사 의 글

본 연구는 건설교통부 및 한국건설교통기술평가원 건설핵심기술연구개발사업의 연구비지원(06건설핵심B01)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 강원도 (2004). 하천정비기본계획[재정비](안)보고서[지방1급하천 한강, 평창강].
2. Brigham Young University-Environmental Modeling Research Laboratory (1999). SMS (Surface Water Modeling System) : Reference Manual.
3. US Army Corps of Engineers (2002). HEC-RAS River Analysis System User's Manual, Hydraulic Engineering Center, CA.