

하도준설에 따른 수위 및 하상 변동 분석

Impact of the Dredging on Water Level and Riverbed

성충현*, 이은정**, 박승우***

Chung Hyun Seong, Eun Jeong Lee, Seung Woo Park

요 지

본 연구에서는 안성천 하류부 하도준설에 따른 하천의 영향에 대해 분석하였다. 우선 준설에 따른 수위 하강 및 이로 인한 침수피해 저감효과를 추정하였다. 하도 준설에 따른 홍수위 변화를 모의하기 위해 1차원 하천수리모형인 HEC-RAS을 적용하였으며, 홍수위 변화에 따른 침수면적 및 침수심 산정을 위해 수치지도와 GIS를 이용하였다. 하도준설에 따른 수위 변동은 계획홍수량 및 유황에 따라 분석하였으며, 침수모의는 계획홍수량을 기준으로 침수면적 및 침수심을 산정하였다. 또한 준설에 따른 하상변동 영향을 추정하기 위해 준설후 5년, 10년, 20년의 퇴사분포를 모의하였다. 1차원 유사이동 모형인 HEC-6 모형을 이용하였으며, Yang 공식, Toffaleti공식, 그리고 Laursen공식 등 세가지 유사이송 공식을 적용하였다. 모의구간은 진위천 상류부 궁안교 지점부터 안성천과 합류된 이후 팽성대교 지점까지이다. 경계자료로는 궁안교 상류부에 위치한 동연교 지점에서의 1987년~2006년까지 20년 동안의 수위자료와 환경부 유사량 실측자료를 이용하였다.

핵심용어 : 하천준설, 하상변동

1. 서론

자연하천의 하류부는 유속이 느려서 상류로부터 운반된 침식물들의 퇴적작용이 우세하게 발생한다. 아산호의 경우 장기적으로 내용적 감소로 인한 이수문제로 인하여 준설공사가 계획 중이고, 현재 진행 중이기도 하다. 또한 아산호로 유입되는 안성천 하류부에도 준설계획이 수립 중에 있다. 기존의 이수적 측면에서의 준설효과의 평가와 더불어 최근 지구 온난화, 도시화 등으로 인한 침수피해의 위험증가에 따른 치수적 관점에서의 준설사업을 평가할 필요성이 있다.

본 연구에서는 안성천 하류부의 하도준설을 실시함에 따른 수위변화를 추정하고, 수위변화에 따른 침수면적을 산정하고자 한다. 또한 하도준설에 따른 하상변동을 모의하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 수위변동 예측

안성천 하류부의 준설계획구간인 I 구역(평택시 오성면 창내리; 평택시 팽성읍 도두·대추리 지선, No.77~No.85, L=1,600m), II 구역(평택시 안중읍 삼정리; 평택시 팽성읍 도두리 지선, No.60~No.65, L=1,000m), III 구역(평택시 현덕면 덕목리; 평택시 팽성읍 신대리 지선, No.44+100~No.48, L=700m)을 준설했을 경우, 현 하도의 계획홍수량에 따른 홍수위의 변화를 분석하였다. 홍수위 변화를 분석하기 위해 미공병단에서 개발되어 국내에서 널리 적용되고 있는 1차원 하천수리모형인 HEC-RAS모형을 적용하여 정상부등류해석을 실시하였다.

* 정회원-서울대학교 지역시스템공학부 E-mail : chseong@snu.ac.kr

** 정회원-서울대학교 지역시스템공학부 E-mail : tweety45@snu.ac.kr

*** 정회원-서울대학교 지역시스템공학부 교수 E-mail : swpark@snu.ac.kr

2.1.1 경계조건 및 조도계수

상류단 및 하류단 경계조건으로 2002년 안성천 수계 하천정비기본계획의 하천구간별 계획홍수량 및 개수후 기점홍수위를 적용하였다. 또한 조도계수는 2007년 측량성과 및 하천설계기준을 바탕으로 2002년 안성천 수계 하천정비기본계획의 조도계수를 참고하여 안성천의 경우 저수로는 0.025, 고수부지는 0.040을 적용하였다.

2.1.2 지형자료

준설전 하천단면자료는 2002년 하천정비기본계획시의 개수후 단면자료를 기본으로 하고, 금회 측량구간에 대해 하천단면자료를 업데이트하여 지형자료를 구성하였으며, 준설후 단면은 준설전 단면에 준설계획단면을 적용하여 구축하였다.

2.2 침수면적 계산

준설에 따른 홍수위 저감으로 인한 침수해석을 실시하기 위해 과거침수실적을 바탕으로 홍수범람 위험구역을 설정하고 수치지도 및 GIS 프로그램을 이용하여 홍수범람위험구역의 홍수위에 따른 침수면적을 산정하여 침수피해 저감효과를 분석하였다. 본 연구에서는 준설계획으로 인한 영향을 평가하기 위해 배수펌프장 설치로 내수배제가 개선된 지구를 제외한 안성천유역에 대해 과거 내수침수 피해 발생 현황 및 수치지도 등을 이용하여 홍수범람 위험구역을 설정하였으며, 그 결과는 그림 1과 같다.

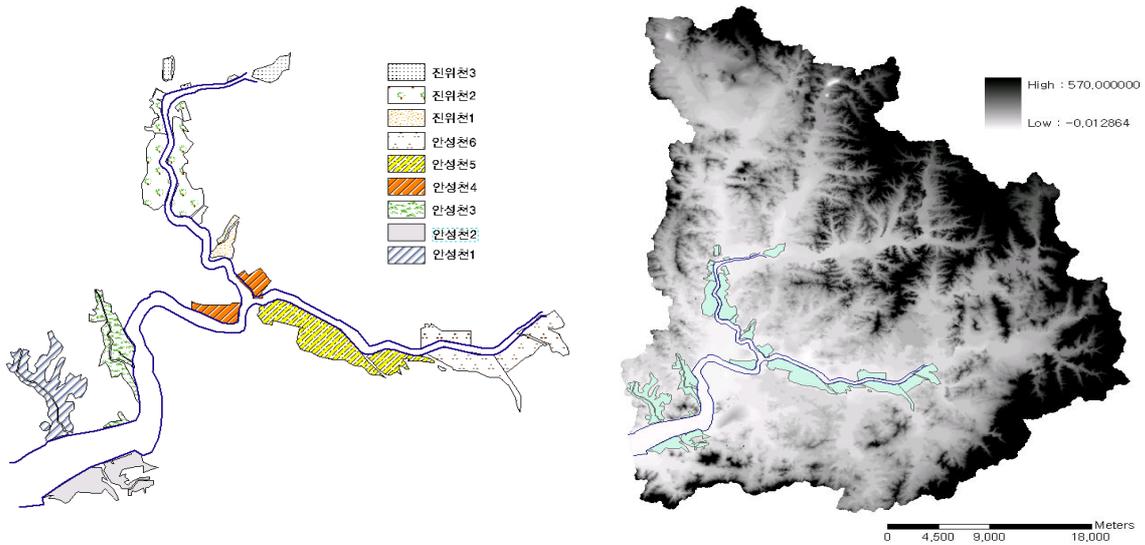


그림 1. 안성천 유역의 침수위험구역 설정

그림 2. 안성천 유역의 수치표고모델(DEM)

한편, 안성천 유역의 1:5,000 및 1:25,000 수치지도로부터 등고선과 표고점 자료를 추출한 뒤, Arcview 프로그램을 이용하여 10m×10m 단위의 수치표고모델(DEM)을 그림 2와 같이 작성하였다. 그리고 준설에 따른 침수면적의 변화를 분석하기 위해 준설전과 준설후의 100년빈도 홍수위를 각각의 홍수위험구역에 적용하여 DEM으로부터 준설전 및 준설후의 침수면적을 산정하였다.

2.3 하상변동 예측

준설에 따른 하상변동 예측은 1차원 이동상 개수로 흐름의 수치모형인 HEC-6 모형을 이용하였으며, 장기간의 세굴과 퇴적에 대해 모의하였다.

2.1.1 경계조건 및 조도계수

모형의 경계조건인 수위 및 유량조건은 유량의 경우 유황 분석을 통하여 산출된 갈수량, 저수량, 평수량, 풍수량 및 기준갈수량과 1년 빈도 홍수량을 기준으로 25개의 유량범위로 구분하여 1년을 기준으로 분포시켜 산정하였으며, 각 유량에 대한 수위는 아산호의 평수위로 배수위 계산을 통하여 산정하였다. 조도계수는 수위변동계산에서와 같은 값을 적용하였다.

2.1.2 하상재료 및 유사량

하상재료자료는 2002년 하천정비기본계획에서 하상재료의 구성 상태를 파악하기 위하여 매 2km 간격으로 채취하여 실내에서 체분석과 비중시험을 통해 입도분석을 실시한 자료를 이용하였다.

유사량의 입력은 기존의 안성천 유역에 유사량 측정자료가 전무하여, 한국건설기술연구원에서 우효섭 등에 의해 개발된 총유사량 산정 프로그램(Guide)을 이용하였다. 안성천수계의 4개 하천에 대하여 총유사량을 산정한 결과 9개의 유사량 산정 공식 중에서 Engelund & Hansen(1967), Ackers & White(1973), Yang(1973, 1979) 공식이 적용성이 양호하게 나타났으며, 「댐 설계를 위한 유역단위 비유사량 조사·연구(1992. 12. 건설부/한국건설기술연구원)」의 유사·유출량 자료에 나와 있는 아산호의 연간비유사량 326 ton/km²/year와 비교하여 하천별 총유사량을 산정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 준설에 따른 수위변동

그림 3과 같이 안성천의 경우 금회 측량자료를 반영한 준설전 홍수위는 2002년도 하천정비기본계획시 홍수위와 비교하여 약간 상승한 것으로 나타났는데, 이는 5년간 퇴적작용으로 인해 하천수위가 증가된 것이다. 한편, 준설후 홍수위는 준설전 및 2002년도 하천정비기본계획시의 홍수위에 비해 가장 낮게 산정되었으며, I 구간부근에서 최대 수위저감효과가 나타났다. 그러나 상류로 올라갈수록 준설에 의한 수위저감효과는 다시 감소되는 것으로 나타나, I 구간 상류 약 13km 지점부터는 수위저감효과가 없는 것으로 계산되었다.

그림 4는 준설후 홍수위 증감을 나타낸 것이다. 대체적으로 준설구역에서는 유수소통능력이 증가되어 홍수위가 감소되는 경향을 나타내었고, 준설구역의 직상류부근에서 최대 수위저감효과가 나타났다. 그리고 준설구역을 중심으로 상류로 갈수록 점점 수위저감효과는 감소되어, 배수갑문(No.0) 기준 상류 약 30km, I 구역 기준 상류 약 13km 부근부터는 준설로 인한 수위저감효과는 나타나지 않았다. 한편, I ~ III 구역의 준설로 인하여 측점 No.45 ~ No.150의 약 21km 구간에 대해 홍수위가 평균 0.12m 저감되었으며, I 구역의 직상류에서 홍수위가 최대 0.28m 저감되는 것으로 분석되었다.

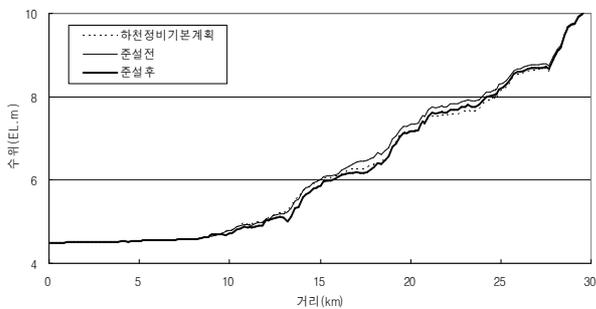


그림 3. 안성천 배수위 계산결과

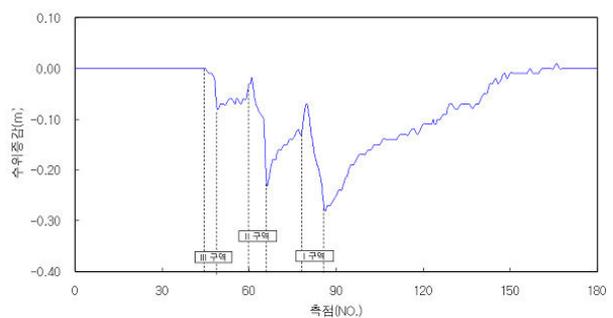


그림 4. 준설에 따른 측점별 수위증감

3.2 준설에 따른 침수면적 변화

표 1과 같이, 준설전의 총 침수면적은 2,761ha이고 준설후의 총 침수면적은 2,728ha로 계산되었다. 따라서 준설을 실시할 경우 수위저감효과에 의해 침수면적이 33.40ha 감소되어 준설전 침수면적 대비 약 1.2% 저감되는 것으로 분석되었다. 한편, 안성천1, 2, 6 지역의 경우 준설구간의 영향이 미치지 않는 상류 및 하류에 위치하여 수위저감효과가 없는 것으로 계산되었다.

표 1. 준설시 수위저감효과에 따른 침수면적 변화

| 구분 | 침수면적(ha) | | | 구분 | 침수면적(ha) | | |
|------|----------|--------|--------|------|----------|----------|--------|
| | 준설전 | 준설후 | 증감 | | 준설전 | 준설후 | 증감 |
| 안성천1 | 28.94 | 28.94 | 0.00 | 안성천6 | 570.40 | 570.40 | 0.00 |
| 안성천2 | 145.90 | 145.90 | 0.00 | 진위천1 | 52.99 | 52.30 | -0.69 |
| 안성천3 | 173.85 | 166.27 | -7.58 | 진위천2 | 872.62 | 864.69 | -7.93 |
| 안성천4 | 258.82 | 257.66 | -1.16 | 진위천3 | 152.22 | 151.46 | -0.75 |
| 안성천5 | 505.30 | 490.01 | -15.29 | 합 계 | 2,761.04 | 2,727.64 | -33.40 |

3.2 준설에 따른 하상변동 예측

금회 측량자료 및 준설계획단면과 2002년 하천정비기본계획에서 사용한 입력자료를 바탕으로 하여 1차원 모형인 HEC-6 모형을 이용하여 안성천 준설에 따른 하상변동을 예측하였으며, 1년, 5년, 10년, 20년 단위로 하상변동량을 추정하였다. 그림 5~그림 8은 안성천 준설이 이루어지지 않고 지금의 하상이 계속해서 유지될 경우 1년, 5년, 10년, 20년 후의 안성천의 하상과 준설계획단면을 현재의 하상으로 적용한 경우 1년, 5년, 10년, 20년 후의 안성천의 하상변화를 나타낸다.

그림 5~그림 10을 살펴보면 준설을 하지 않았을 경우보다 준설을 한 경우에 대체적으로 최심하상고가 낮게 나타남을 알 수 있다. 이를 구간별로 살펴보면, I 구역(No.77~No.85)과 No.96~No.104 구간에서 퇴적이 일어나고, 그보다 상류구역에서는 퇴적과 침식이 골고루 일어나는 것으로 나타났다. I 구역은 준설예정구역으로 하상고가 낮아 하천의 통수능력이 커짐으로 인해 유수의 흐름이 느려서 유사가 퇴적된 것으로 분석된다. 또한 No.96~No.104 구간의 경우에는 No.104+100 지점에서 진위천이 유입되면서 유량이 많아지고 안성천의 하상고 또한 급격히 낮아짐에 따라 하천의 유사운송능이 작아지면서 퇴적이 발생한 것으로 분석된다. 상류에서 유사가 지속적으로 공급되는데 비해 유량 및 유속이 감소하면 유사이동 능력이 감소되어 그 지점 하류부터 유사가 쌓여 하상이 높아지는 것으로 모의되었다. 한편, 준설하지 않았을 경우에 비해 준설 20년 후 No.76~No.86 구간에서 평균 0.21m 덜 퇴적되는 것으로 모의되었고, No.96~No.105 구간에서는 평균 0.03m 덜 퇴적되는 것으로 계산되었다.



그림 5. 준설에 따른 안성천 하상변동 (1년 후)

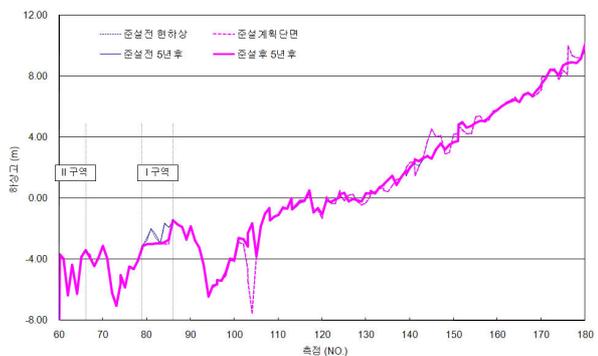


그림 6. 준설에 따른 안성천 하상변동 (5년 후)



그림 7. 준설에 따른 안성천 하상변동 (10년 후)

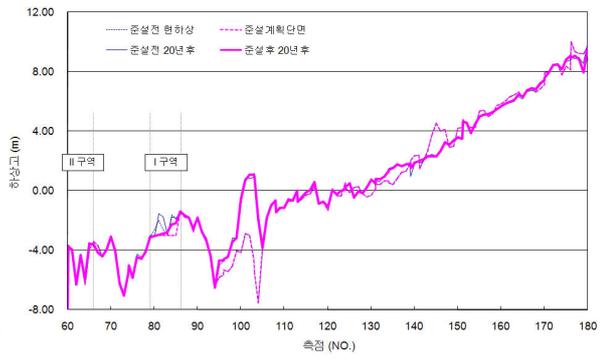


그림 8. 준설에 따른 안성천 하상변동 (20년 후)

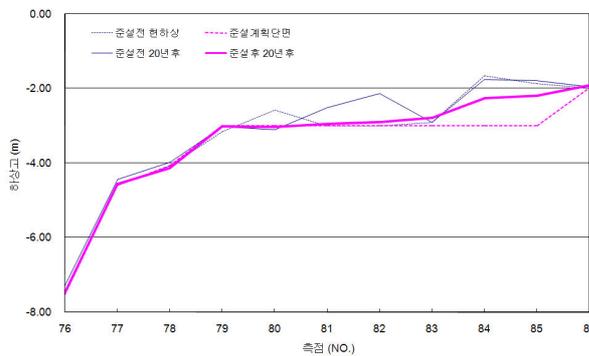


그림 9. 준설에 따른 하상변동 (No.76 ~ No.86)

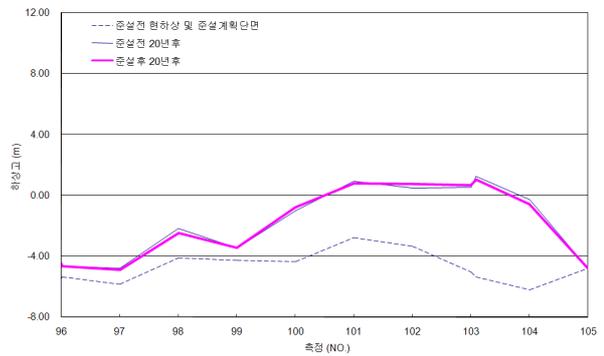


그림 10. 준설에 따른 하상변동 (No.96 ~ No.105)

4. 결론

안성천 하류부 하도준설에 따른 수위변동 및 하상변동에 대해 분석하였다. 또한 하도준설로 인한 수위저감효과에 의한 침수면적증감을 계산하였다.

1. 준설로 인한 수위변동을 분석하기 위해 HEC-RAS모형을 적용하였으며, 준설후 준설구간에서 홍수위가 감소되는 경향을 나타내었고, 준설구역의 직상류부근에서 최대 수위저감효과가 나타났다. I ~ III 구역의 준설로 인하여 측점 No.45 ~ No.150의 약 21km 구간에 대해 홍수위가 평균 0.12m 저감되었으며, I 구역의 직상류에서 홍수위가 최대 0.28m 저감되는 것으로 모의되었다.
2. 준설에 따른 수위저감효과로 인한 침수면적변화를 계산한 결과, 준설전의 총 침수면적은 2,761ha 대비 준설후 총 침수면적은 2,728ha로 침수면적이 33.40ha 감소되어 약 1.2% 저감되는 것으로 분석되었다.
3. HEC-6 모형을 이용하여 안성천 하류부 준설에 따른 하상변동을 예측하였으며, 1년, 5년, 10년, 20년 단위로 하상변동량을 추정하였다. 준설하지 않았을 경우와 비교하여 준설 20년 후 No.76 ~ No.86 구간에서 평균 0.21m 덜 퇴적되는 것으로 모의되었고, No.96 ~ No.105 구간에서는 평균 0.03m 덜 퇴적되는 것으로 계산되었다.

참 고 문 헌

1. 한국농촌개발연구소, 2004.10 아산호 준설사업 타당성 조사연구
2. 건설교통부, 서울지방국토관리청, 2002.12 안성천 수계 하천정비기본계획
3. 소방방재청, 중앙재난안전대책본부, 2005 재해연보
4. 김상민, 박승우, 2001. GIS를 이용한 침수모의모형의 적용, 한국농공학회 학술발표회 논문집, pp.314-318