

보(고탄보) 철거에 따른 하천의 물리적 변화

Rivermorphological Changes in Rivers due to Small-Dam(Gotan-Bo) Removals

고택조*, 김서준**, 최수형***, 윤병만****
Teakjo Ko, Seojun Kim, Soohyoung Choi, Byugman Yoon

요 지

최근 우리나라에서는 하천의 생태 및 환경에 대한 관심이 고조되면서 기능을 상실한 보들이 철거되고 있으나, 보 철거에 따른 하천의 변화에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 한탄강의 고탄보 철거 전·후의 물리적 변화를 살펴보기 위하여 하상변동, 하상재료의 변화, 가시적인 하천 형태의 변화 등을 조사하여 그 결과를 정리, 분석하였다.

물리적 변화는 크게 대규모 평면 변화와 소규모 종단 및 횡단 변화로 나눌 수 있다. 평면 변화는 퇴적지, 하중도 및 제방 등의 변화를 포함하며, 이러한 변화 양상을 분석하기 위하여 주기적으로 촬영된 사진과 영상을 비교·분석 하였다. 또한, 하상의 종·횡단 변화를 연구하기 위해 철거 전·후와 홍수 후에 하천 단면 측량을 실시하여, 보 철거에 따른 미세 지형 변동을 파악하였다. 또한, 하상 재료의 변화를 연구하기 위해 홍수 전후의 하상 재료에 대한 입도분석을 실시하였으며, 홍수 시에는 부유사를 채취하여 유사량을 분석하였다.

본 연구를 통해 보철거 전·후의 물리적 변화를 관찰하기 위한 방법을 제시하였으며, 하상변동 관찰 결과 보 철거로 인해 상류에서는 침식현상이, 하류에서는 퇴적현상이 발생하여 점차 평형 하상 경사로 복원되어가는 것으로 판단할 수 있었다. 고탄보의 경우는 하상이 자갈과 거석으로 구성되어 있어, 하상재료의 변화는 미미하였다.

핵심용어: 보철거, 물리적 변화, 하상변동

1. 서 론

최근 기능을 상실한 보나 소형 댐 등에 대하여 하천생태통로 및 생태환경 복원 차원에서 철거의 필요성이 대두되고 있다. 실제 철거가 이루어지고 있으나 체계적인 연구나 가이드라인 없이 지자체에 의해 이루어지고 있는 실정이다. 보는 하천을 횡단하는 구조물로 보의 상류에 저류지가 형성되고 많은 양의 퇴적물이 쌓여 그에 따른 하상의 단차가 형성된다. 이런 특징을 가진 보가 철거됨으로 인해 막대한 양의 유사가 이동하게 되고, 철거 형태에 따라 하상 침식과 퇴적이 발생하고, 그 위치나 양에 따라 하천 형태가 변할 수 있다. 이런 변화를 예측하여 철거에 따른 문제 등을 사전에 방지할 수 있는 기술이 필요하고, 철거에 대한 가이드라인 등이 마련되어야 할 것이다. 이에 본 연구에서는 고탄보 철거에 따른 물리적 변화를 다양한 방법을 이용하여 관찰하였고, 향후 하천의 물리적 변화를 관찰하기 위한 가이드라인을 제시하였다.

2. 한탄강 유역의 특성 및 고탄보 철거

* 정회원·명지대학교 토목환경공학과 석사E-mail: kotjo0329@hanmail.net

** 정회원·명지대학교 토목환경공학과 박사과정E-mail: seojuny@paran.com

*** 정회원·명지대학교 토목환경공학과 석사과정E-mail: soolovego@hanmail.net

**** 정회원·명지대학교 토목환경공학과 교수E-mail: bmyoon@mju.ac.kr

2.1. 한탄강 유역의 특성

한탄강은 강원도 평강군 백자산(북방산) 기슭에서 발원하여 임진강으로 합류되는 제1지류이고, 한탄강의 유역 형상은 Fig. 1와 같다. 유로연장은 141.0km, 유역면적은 2,436.4km²로, 수계 중 상당부분(약16.5%)이 휴전선 이북에 위치하고 있으며, 임야와 농경지가 유역의 대부분을 차지하고 있다.

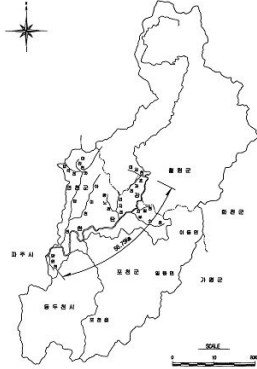


Fig. 1 한탄강 유역도



Fig. 2 조사 지역 및 고탄보

2.2. 고탄보 철거

고탄보는 농업용수를 공급할 목적으로 한탄강의 종점(임진강 합류점)에서 상류로 11km 떨어진 경기도 연천군 전곡읍 고탄교 지점에 설치되어 있었다. 고탄보의 제원은 길이 190m, 높이 2m인 콘크리트 고정보이다 (Fig. 2). 고탄보는 물 수요 감소와 퇴적으로 인한 저수 용량의 감소 및 관리 미흡 등으로 2007년 6월에 완전 철거되었다.

3. 보 철거에 따른 종·횡단 하상고 및 하상재료의 변화

3.1. 종·횡단면의 변화

고탄보 철거로 인한 하상변화를 파악하기 위해 Fig. 3에 나타난 것처럼, 상류 670m 지점에서 하류로 1.3 km 구간에 대해 횡단 측량 지점을 설치하여 철거 전과 홍수 후, 11월에 측량을 실시하여 하상고의 변화를 측정하였다. 측점은 기존 하천정비기본계획에서 사용한 번호를 기본으로 삼았으며, No. 114+22지점에 고탄보가 설치되어 있다.

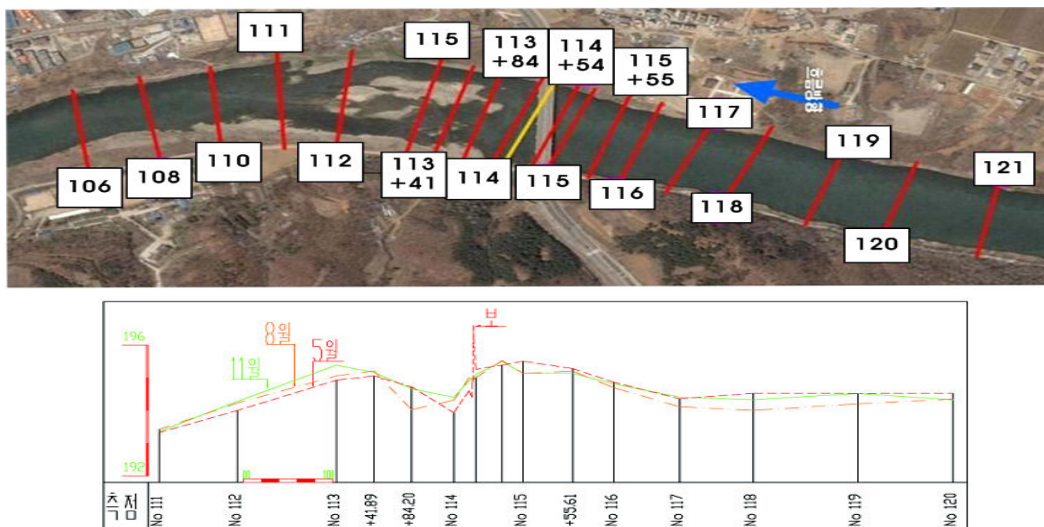


Fig. 3 측선단면 및 보 지점의 하천 평면형상과 종단 하상고의 변동량

실제로 보의 설치 및 철거에 따른 하상변동은 대상구역의 하상재료, 수리량 및 철거 시기와 방법 등의 다양한 요인이 복합적으로 결합하여 발생하므로 변화 양상이나 메커니즘을 예측하고 이해하는 것은 상당히 어렵다. 하지만 장기간 보가 설치되어 있으면 Fig. 3에서 볼 수 있듯이 하상경사, 하상형태가 보 철거를 전·후로 하여 전혀 다른 양상을 보일 것이고, 침식과 퇴적을 반복하면서 평형상태를 이룰 것이다.

Fig. 4는 Fig. 3의 횡단면들 중에서 주요 단면을 선정하여 그 변화를 도시한 것이다. 보의 상·하류로 약 100 m 구간 내에서 가장 변동 폭이 큰 것으로 확인됐다. 또한 횡단면의 전체적인 변화양상과는 다르게 특정 부분에서는 극심한 세굴 또는 퇴적이 형성되기도 한다. 이는 단순한 흐름에서가 아니라, 공사로 인한 하상의 교란, 하천 준설 및 평탄화 작업 등 인위적인 공사의 영향으로 판단되므로, 보 철거를 시행하기에 앞서 철거 방법과 시기, 준설, 평탄화 등을 충분히 고려하여 시행되어야 할 것이다.

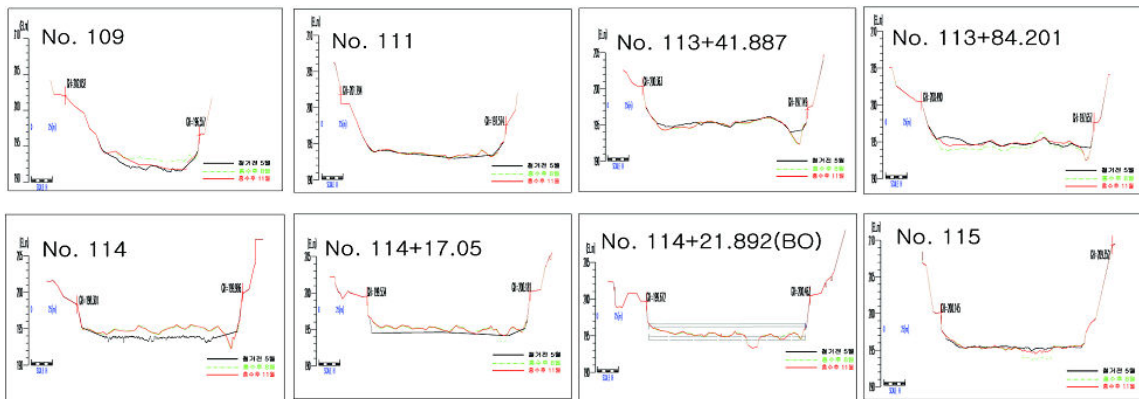


Fig. 4 주요 단면의 횡단변화

3.2. 하상재료의 변화

한탄강 고탄보 주변은 자갈과 거석 사이의 공극을 모래와 점토가 메우고 있는 자갈하상으로 하중도와 하도 주변 사주에서 채취한 재료를 체분석과 선격자법(Fig. 5)을 이용하여 입도분석은 수행하였다.

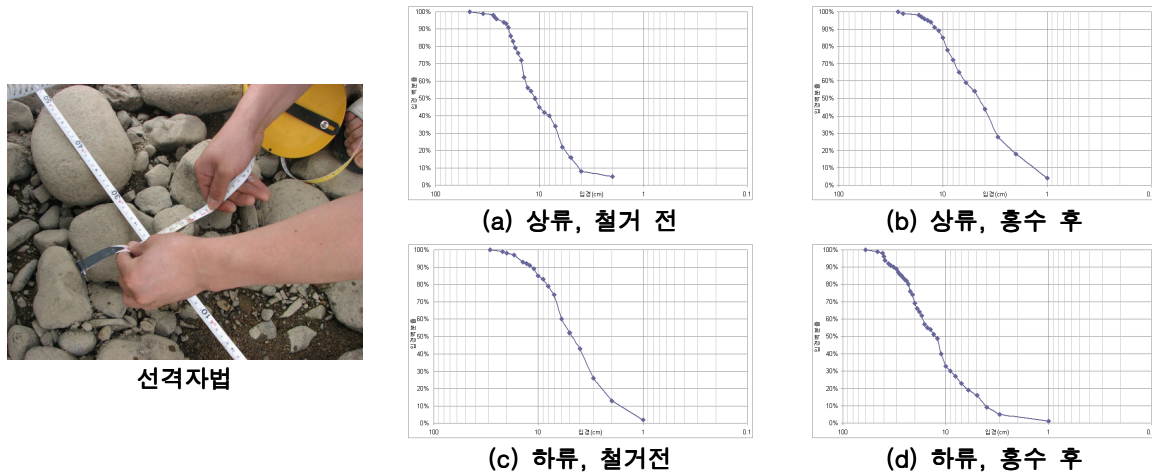


Fig. 5 보 상·하류의 철거 전, 후의 입도분포

Fig. 5는 상·하류에서 철거 전과 홍수 후의 입도분포를 나타낸 것으로, Fig. 5의 (a)와 (b), (c)와 (d)를 서로 비교한 결과 상·하류 모두에서 D₅₀의 크기가 홍수 전·후에 크게 변하지 않았다.

4. 사진을 통한 하천모니터링

한탄강 고탄보의 경우는 Fig. 6에서와 같이 보를 포함한 그 주변(M1)과 보 하류에 형성되는 하중도(M2)

및 하도 좌·우안에 사주가 형성되어 있는 곳(M3)을 선정하여 보 철거 및 홍수에 따른 하도 형상의 변화를 모니터링 하였다. 보의 철거는 수심과 유량이 커서 공사차량이 보에서 보를 걷어내면서 하천을 빠져나오는 방법으로 철거하여 우안보다 좌안의 하상이 높다. 이로 인해 철거 후에 흐름이 우안으로 편중되고 있다(Fig. 6b(M1↓)). 보 철거 후에 하천진입로로 쓰였던 흩더미들이 남아 있다가 홍수 후에 사라졌다(Fig. 6c(M1)). M2지역(Fig. 6(M2))은 자갈하상하중도 부근으로 육안으로 변화를 관측하기에는 별다른 변화를 보이지 않았고, M3지역(Fig. 6(M3))은 홍수 후에 홍수위가 형성된 곳에서 자갈이 쓸린 흔적이 있었다.



Fig. 6 철거 및 홍수 후의 하천변화(윗줄부터 M1, M2, M3)

5. 결 론

철거 전과 홍수 후의 하상 종단 변화를 살펴보면, 전반적으로 상류는 침식, 하류는 퇴적되었지만 국부적인 지형의 특성에 따라 반대로 진행되는 곳이 있었다. 하상의 횡단 변화에서는 전체 횡단면변화와는 별개로 국부적으로 퇴적이나 세굴이 극심한 곳이 있었으며, 특히 보를 전후로 하여 대략 100 m 구간에서 이러한 현상이 두드러지게 나타났다. 보를 철거하는 방법과 시기, 평탄화 작업 유무 등에 따라 하상 변화는 자연적인 흐름의 영향이 아니라 인위적인 영향도 무시할 수 없기 때문에 철거 전에 흐름조건을 고려한 정확한 계획 수립이 요구된다.

고탄교 주변의 하상재료가 대부분 자갈이므로 하상재료의 변화는 미미하였다. 하지만 고탄교 부분의 유량을 감안했을 때, 공사 시에 발생하는 모래나 점토 등은 모니터링 지점 밖으로 이송되었을 가능성이 높은 것으로 판단된다. 일반적으로 홍수시에는 많은 유사가 한 번에 하류로 이동하지만, 보 철거의 경우는 여름 평수기의 유량에서도 유사가 발생할 확률이 높아지므로 자갈 하상인 하천에 대해서도 하류로 점토질이 유하되므로 하류시설물 중 유사에 민감한 것 등이 있는지에 대한 검토가 필요할 것으로 보인다.

감 사 의 글

본 연구는 한국환경기술진흥원의 지원으로 수행하는 ‘기능을 상실한 보 철거를 통한 하천생태통로 복원 및 수질개선효과’ 사업의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 고택조 (2007), “보 철거에 따른 하천의 물리적 변화”, 명지대학교 토목환경공학과, 석사학위논문
 유권규, 우효섭(1989), “하천유사량 공식들의 비교평가”, 대한토목학회 논문집, Vol.4 No.4, pp 67~75
 안상진, 윤석환, “수치모형을 이용한 하상변동 예측”, 한국수자원학회 논문집, Vol.35 No.6, pp 693~701