

유사를 고려한 댐 철거 분석 가이드라인 검토

류권규*, 정태훈**, 이남주**

*동의대학교 토목공학과

**경성대학교 토목공학과

e-mail: njlee@ks.ac.kr

Review on dam removal analysis guidelines for sediment

Kwonkyu Yu*, Taehun Jung*, Namjoo Lee*,

*Division of Urban, Architecture and Civil Engineering

**Dept. of Civil Engineering, Kyung Sung University

요약

2020년 말, 국가물관리위원회는 금강의 세종보, 공주보와 영산강 죽산보에 대한 보 철거 방안을 심의 의결하였다. 이에 따라 체계적이고 종합적인 보 철거 이행 계획 수립이 필요할 것이다. 하지만 국내에는 보 철거에 따른 분석 가이드라인은 없다. 이 논문에서는 미국 재무부 기술보고서인 유사를 고려한 댐 철거 분석 가이드라인을 검토하여 국내 보 철거에 따른 분석에 적용할 수 있을지 확인하였다.

수집, 분석, 모델링 및 관리 수준을 결정하는 것이다.

1. 서론

4대강 사업과 이후 운영에 따라 우리나라의 하천 환경은 급변하고 있다. 2020년 말, 국가물관리위원회는 금강과 영산강 보의 처리방안을 심의 의결하였다. 이에 따라 체계적인 보 철거 이행 계획이 필요할 것이다. 하지만 국내에는 보 철거에 따른 분석 가이드라인은 존재하지 않는다. 이에 논문에서는 미국의 유사를 고려한 댐 철거 분석 가이드라인을 검토해보고 국내에 적용할 수 있을지를 판단하고자 한다.

2. 미국의 유사를 고려한 댐 철거 분석 가이드라인

2.1 가이드 라인 개요

2016년 기준으로 미국의 약 1,400개의 댐이 철거되었다. 환경가치의 변화, 시설의 노후화, 저수지 퇴적등으로 댐 철거는 앞으로도 계속될 예정이다. 퇴적물의 관리는 댐 철거의 중요 고려 사항이 될 수 있으며 시행 비용에 큰 영향을 미칠 수 있다. 이에 퇴적물 관련 미국 관련 부처 간 소위원회에서 지침 개발에 후원하였고, 미국 전역의 수 많은 사례 연구를 기반으로 유사를 고려한 댐 철거 분석 가이드라인(2017)[1]이 작성되었다. 이 가이드라인은 미국 재무부의 기술보고서이며, 미국 물정보 자문위원회(Advisory Committee on Water Information)에 의해 작성되었다. 가이드라인의 목적은 댐 제거 프로젝트를 계획하고 구현하는데 필요한 퇴적물 데이터

2.2 가이드 라인 구성

유사를 고려한 댐 철거 분석 가이드 라인에는 데이터 수집, 분석 및 잠재적 퇴적물 영향의 예상 위험을 대응할 수 있도록 10단계로 구성되어 있으며, 각 단계들은 세부단계를 포함하고 있다.

○ 단계 1: 유사에 대한 고려사항과 편익 확인하기.

유사에 관련된 각종 사항을 파악하는 초기 단계 이다.

- 단계 1a: 초기 개념모형의 개발
- 단계 1b: 유사 고려사항 확인하기
- 단계 1c: 유사 배출의 편익 확인하기

○ 단계 2: 저수지와 하천 자료 수집

저수지와 하천 자료를 수집한다.

- 단계 2a: 가용한 정보의 수집과 합성
- 단계 2b: 저수지 퇴사 측량하기
- 단계 2c: 하천 자료 수집하기

○ 단계 3: 오염 유사의 잠재성을 평가

저수지의 유사에서 오염 문제를 고려 여부를 결정한다.

- 단계 3a: 오염물이 고려사항인지 여부 결정
- 단계 3b: 만일 오염물이 우려되는 경우, 퇴적토를 분석하여 농도가 기준을 초과하는지 판단하기

- 단계 3c: 생물학적 분석 및 민감도 추정을 실시하여 오염된 퇴적토를 방출할 수 있는지 판단하기

○ 단계 4: 상대적인 저수지 퇴사 채적과 충격의 가능성을 결정
저수지로 유입되는 연평균 유사량에 대한 저수지의 퇴적토 채적량의 비율인 상대적 저수지 퇴적도 채적을 결정한다.

- 단계 4a: 연평균 유사량의 추정
- 단계 4b: 유사 충격의 가능성 추정

○ 단계 5: 잠재적인 유사 결과를 재검토하고 위험을 추정
환경적 스트레스 요인(저수지 퇴적도 방류)에 의해 발생하는 인적 자원에 대한 유해한 영향(예: 수질, 토지 및 기반시설) 또는 생태 시스템(예: 수생 또는 육상종)에 대한 유해한 영향의 가능성이 있는지 추정

- 단계 5a: 잠재적인 유사 결과의 추정
- 단계 5b: 결과의 순위 매기기
- 단계 5c: 유사충격의 위험을 계산한다.

○ 단계 6: 댐철거와 유사관리의 대안을 모색한다.

단계 5에서 유사충격의 위험수준이 결정되면 이에 따라 댐 철거 및 유사 관리계획을 수립해야 한다. 댐 철거 계획은 토사 침식의 속도와 잠재적으로 크기에 영향을 미치기 때문에, 댐 철거와 유사관리계획을 함께 개발해야 한다.

- 단계 6a: 댐 철거 계획을 세운다.
- 단계 6b: 유사관리 대안을 세운다.

○ 단계 7: 위험도에 기반한 유사분석을 수행

댐 철거와 관련하여 유사에 대해 가장 빈번한 질문에는 다음과 같은 것이 있다.

- 저수지 퇴사에 어떤 일이 발생하며, 수생 환경, 물이용, 기반시설, 그리고 재산에는 어떤 영향을 미칠 것인가
 - 댐 철거 후에 새로운 저수지 경관은 어떻게 될 것인가
- 유사 분석을 수행하는 데는 개념모형, 경험모형, 수치모형, 물리모형을 이용하는 방법이 있으며, 이들 각 방법을 이용하는 방법에 대해서는 Papanicolaou & Barkdoll(2011)[2] Sediment Dynamics upon Dam Removal, ASCE에 간략히 기술되어 있다.

○ 단계 8: 불확실성을 평가한다.

물리적 모형과 현장 실험의 결과를 사용하여 수치 모형의 예측을 검증하고 개선하여 예측의 불확실성을 줄일 수 있다. 그러나 수치 모형 예측은 모형화되는 물리적 과정이 완전히 이해되지 않고 초기 및 미래 경계 조건을 설명하는 자료에 불확실성이 있기 때문에 항상 일부 불확실성을 포함할 것이다.

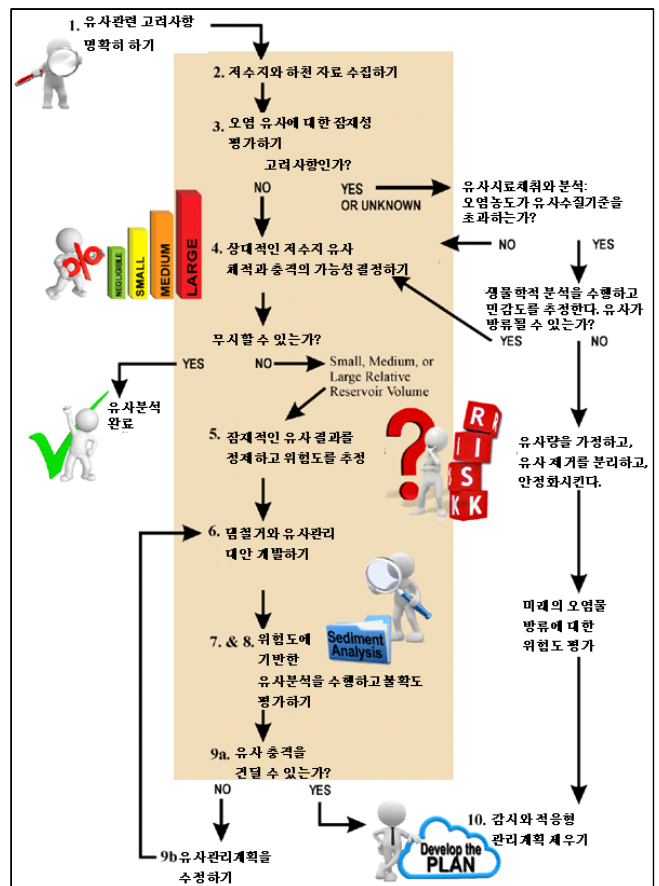
1. 모형 예측을 검증하기 위해 저수지 및 하류 하천의 퇴사 과정을 실시간으로 상시감시한다. 모형 예측은 가설로 취급할 수 있으며 상시감시 프로그램은 이러한 가설을 시험하도록 설계될 수 있다. 이는 단순히 변수 목록을 상시감시하여 가능한 추세를 검사하는 것보다 훨씬 효과적이다.

2. 현장 조건이 모형 예측과 크게 다를 경우 시정 조치. 적응형 관리 대응에는 (1) 상시감시 빈도 또는 범위의 증가를 포함한 추가 상시감시 수준, (2) 영향을 완화하기 위한 유발적 조치의 지역적 구현, (3) 댐 철거 예정 속도 수정 등이 포함될 수 있다.

○ 단계 9: 유사의 영향을 대응 가능 여부에 따라 유사 관리 계획 수정

○ 단계 10: 상시감시와 적응형 관리계획 수립

상기의 단계를 흐름도로 나타내면 그림 1과 같다.



[그림 1] 유사를 고려한 댐 철거 분석 가이드라인의 단계

2.3 보 철거에 의해 발생예상 되는 영향

ACWI(2017)의 가이드라인이 비록 참고하면 보 철거 계획에 의해 발생할 수 있는 영향은 다음과 같다.

- 하천의 수리적 변화

- 본류와 지류의 평저수시 수위 변화
- 하천의 지형적 변화
 - 본류의 하상변화
 - 지류 합류점의 하상변화
 - 지류의 하상변화(두부침식)
 - 본류의 하상재료의 입경 변화
 - 본류의 사주의 변화

- 하천 시설물의 안전성 변화:
 - 보 본체와 부속시설물 - 교각과 교대
 - 제방과 호안 - 하상유지공

3. 가이드라인 적용성 검토 결론

철거 계획이 수립된 다기능 보들은 저낙차 댐(low head dam)에 해당한다. 길이는 수백 m 에 달하지만 높이는 5 m 남짓되는 크기이며 저수량이 작다. 철거 시 하천에 나타나는 영향은 ACWI(2017)의 대형댐 철거 사례와는 상당히 다른 양상으로 나타날 것으로 생각되지만, 가이드라인을 적용하여 분석에 절차를 계획하고 수행하는 것에는 문제가 없다고 판단된다.

감사의 글

본 논문은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원 수생태계 건강성 확보 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다 (2020003050002).

참고문헌

- [1] ACWI (Advisory Committee on Water Information), Dam Removal Analysis Guidelines for Sediment. 2017.
- [2] Papanicolaou, A. N. and B. D. Barkdoll, Sediment Dynamics upon Dam Removal, ASCE, EWRI. 2011.