

수중보 철거의 타당성 검토

- 섬진강 수중보를 대상으로 -

김진홍*
Jin Hong Kim

요 지

본 연구는 국가하천인 섬진강 내에 하상세굴 방지를 위하여 설치한 섬진강 수중보가 하천의 수질오염 가중, 하천 생태통로 차단, 홍수 소통능력 저해 등의 문제점에 따른 방안으로 이를 철거하자는 의견이 제시되어, 수중보(낙차공)의 철거 여부에 대한 타당성 검토를 수행하는 데 있다. 따라서 본 연구는 보 철거시 고려할 사항으로서 보의 철거 기준, 하천의 물리적 및 수질특성 변화, 하천의 생물상 변화를 검토하였다.

섬진강 수중보를 철거함으로써 기대되는 가장 큰 장점은 생태이동 확보와 수질 개선 및 홍수소통 능력 향상이었다. 그러나 섬진강 수중보는 보의 기능 외에도 낙차공의 기능까지 겸하고 있으며, 만약 수중보를 철거할 경우 하천의 급경사에 따른 과도한 하상세굴, 상수도 취수시설의 용수 수급 불가능, 문척교 교각의 세굴 발생 및 기초의 안정성 문제점, 지류와의 단차, 서시천 농업용수 취수시설의 용수 수급 불가능이 발생되며, 이를 해결해야지만 섬진강 수중보를 철거하는 단계로 진전될 수 있음이 밝혀졌다.

핵심용어 : 하상 세굴, 수중보, 생태 이동, 홍수 소통, 낙차공

1. 머리말

보 철거 의사 결정 기준을 개발하는 과정에서 보 철거의 기준이 취수를 지속적으로 수행할 수 있는지의 여부이기 때문에 보 철거 시 취수 기능의 지속적 유지가 매우 중요하며, 보 철거 기술 개발과 동시에 다른 친환경·친생태적 취수 구조물에 대한 기술도 별도로 계속 연구되어야 한다.

하천에 설치된 보 중에서 기능이 다하고, 용도가 폐기된 시설물을 철거하여 하천 생태통로를 복원하고, 하천 수질개선을 꾀하는 복원사업을 추진할 때 필요한 조사연구와 기술개발에 초점을 맞추고 있다. 이를 위해서는 우선 다음과 같은 항목이 선행되어야 한다.

- 상류에 퇴적된 토사의 이송과 그에 따른 하천형태 변화 등 물리적 변화의 분석 및 예측
- 보에 의해 가두어진 물이 흐르는 물로 바뀌게 됨에 따른 수질변화, 오염된 상류 퇴적토의 하류 이송 및 퇴적에 따른 2차 오염 문제 등 수질, 저니질 등 화학적 변화의 분석 및 해결방안 강구
- 보에 의해 형성된 정수형 생태계 또는 토사로 매몰된 상태의 하천 생태계가 보의 철거로 유수형 생태계로 바뀌에 따른 생태적 변화 및 추이의 예측
- 필요시 적극적인 보의 복원공법 적용 등에 관한 기술개발
- 기존에 설치된 보를 철거하기 위한 보 철거 의사결정 기준 마련 기초연구
- 보를 철거함으로써 발생하는 생물서식처 변화 즉, 기존 형성되었던 정수형 생태계가 보의 철거로 인한 유수형 생태계로 바뀌에 따른 생태적 변화 및 추이의 예측에 관한 연구

* 정회원·중앙대학교 토목공학과 교수·E-mail : jinhkim@cau.ac.kr

- 보 철거로 인하여 상류에 퇴적되어 있는 토사의 이송과 그에 따른 하천형태 변화 (geomorphology) 등 물리적 변화의 분석 및 하천 안정성검토 연구
- 보에 의해 가두어진 물이 흐르는 물로 바뀌게 됨에 따른 수질변화, 오염된 상류 퇴적토의 하류 이송 및 퇴적에 따른 2차 오염 문제 및 오염저니 처리기법에 관한 연구

2. 섬진강 수중보(낙차공) 설치 배경

섬진강 수중보는 섬진강 하구로부터 47.4km 상류지점에 설치된 구조물로 섬진강의 하상세굴을 방지하고 농업용수를 확보하기 위해 1993년에 설치되었다. (섬진강하천정비기본계획, 2003)

표 1. 섬진강 수중보(사도낙차공) 제원

| 구조물명 | 하 천 | 측 점 (No.) | 상단고 (EL.m) | 구 조(m) | | | | | | 비 고 |
|---------|-----|-----------|------------|--------|---|-----|-----|-------|------------|-----|
| | | | | 언체 | B | H | L | Apron | 하상보호공 | |
| 섬진강 수중보 | 섬진강 | 47+ 400 | 19.5 | 5.5 | 2 | 1.3 | 370 | 6.5 | 32.0 (돌망태) | |

섬진강은 아래 표에서도 나타나듯이 하상경사가 급하고 흐름의 유속이 커서 하상세굴의 발생 가능성이 높은 상황이다. 섬진강 수중보가 위치한 구간(간전교~보성강 합류후)의 하상경사는 평균 1/1,270로서 급경사에 속한다. (섬진강하천정비기본계획, 2003)

표 2. 섬진강 하도 특성

| 주요구간 | 하상상태 | 수량상태 | 수질상태 | 하천경관 |
|------------------|---|---|--|-------------------------------|
| 보성강 합류점 ~ 송정 수위표 | ·큰자갈, 자갈, 모래 혼재 ·저수로는 주로 모래로 된 자연 하상 | ·협곡을 깊게 관류 하천으로 비교적 유량이 적음 ·급류 하상으로 섬진강 최대의 자연상태 대규모 여울과 웅덩이가 있음 | ·수질자정 작용으로 향상되고 있음 ·구레의 생활하수 오염이 일부 유입되나 수질은 양호한 편임 | ·강변을 따라 이어지는 경관이 대단히 좋은 하천구간임 |

표 3. 구간별 하상경사

| 하천 | 구 간 | 측 점(No.) | 연장(km) | 하상경사 |
|-----|----------------|-------------------|--------|---------|
| 섬진강 | 섬진강하구 ~ 횡천강합류후 | 0+ 000 ~ 8+ 510 | 8.510 | 1/3,140 |
| | 횡천강합류후 ~ 두곡리 | 8+ 510 ~ 16+ 550 | 8.040 | 1/2,790 |
| | 두곡리 ~ 간전교 | 16+ 550 ~ 41+ 690 | 25.140 | 1/1,880 |
| | 간전교 ~ 보성강합류후 | 41+ 690 ~ 61+ 810 | 20.120 | 1/1,270 |
| | 보성강합류후 ~ 요천합류후 | 61+ 810 ~ 78+ 160 | 16.350 | 1/910 |
| | 요천합류후 ~ 송대천합류후 | 78+ 160 ~ 87+ 000 | 8.840 | 1/810 |

따라서 아래 표에서와 같이 하상 세굴이 발생되고 있으며, 세굴 발생량도 섬진강 본류의 경우 136km에 걸쳐서 약 1440만m³에 달한다.

표 3. 섬진강 하상변동량

| 하 천 | 구 간 | 연 장(km) | 하상변동량(m ³) |
|-----|------------|---------|------------------------|
| 섬진강 | 섬진강하구~섬진강댐 | 136.15 | -14,401,761 |
| 요 천 | 요천하구~이백교 | 17.83 | -1,375,865 |
| 보성강 | 보성강하구~주압댐 | 25.97 | 3,411,347 |

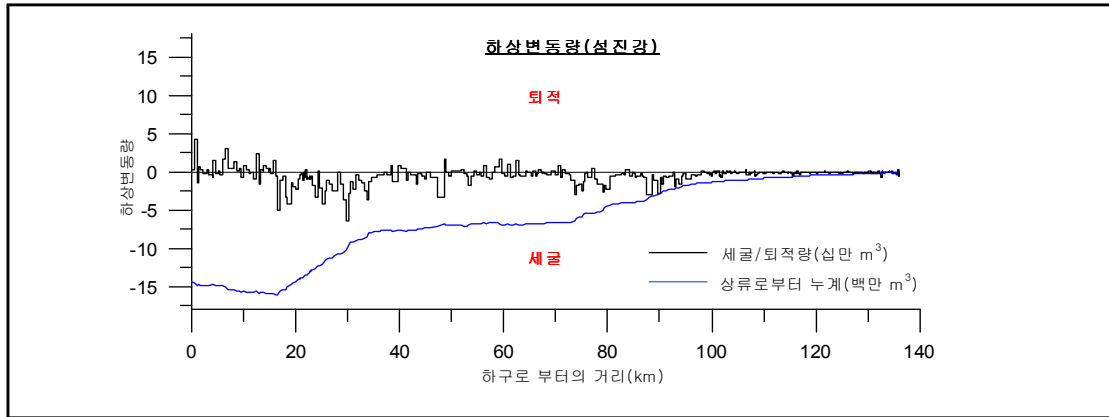


그림 1. 구간별 하상 변동량

이처럼 섬진강에는 대규모의 하상세굴이 발생되기 때문에, 이를 방지하기 위해 과업 대상 구간에 섬진강 수중보(사도 낙차공)를 설치하게 된 것이다. 섬진강 수중보 설치 후 하상변동은 크게 달라지고 있다. 상기 표를 보면, 섬진강 수중보 상류에는 1978년과 비교하여 1989년 약 2.2m의 하상 세굴이 발생하였으나 수중보가 설치된 이후 1.0m의 하상 퇴적으로 변환되었으며, 하류 구간에는 수중보 설치 이전에 1978년과 비교하여 1989년 약 2.5m의 하상 세굴이 발생하였으나 수중보가 설치된 이후 0.4m 정도의 하상 세굴만 발생됨으로써, 하상 세굴을 방지하고 퇴적을 발생시키는 기능을 수행하고 있음을 알 수 있다.

3. 섬진강 수중보(사도 낙차공) 철거시 고려사항

본 연구 대상인 섬진강 수중보(사도 낙차공)는 하천의 수위 유지와 흐름의 빠른 유속에 의한 하상 세굴을 방지하기 위하여 설치되었다. 따라서 섬진강 수중보(사도 낙차공)는 보와 낙차공의 기능을 동시에 수행하므로, 일반적으로 언급되는 보 철거의 한쪽 측면만 고려해서는 안 된다.

본 연구에서는 섬진강 수중보(사도 낙차공)의 설치 배경과 수중보의 철거시 발생하는 긍정적인 면과 부정적인 면을 검토하였다.

3.1 긍정적인 면

1) 하천의 수질개선이 기대된다.

수중보 설치에 따른 흐름의 정체 영역이 일부 발생되고, 따라서 수중보 상류에는 오염된 저니가 퇴적되며 이에 따른 수질이 오염된다. 그러나 수중보를 철거함으로써 오염 저니의 하류로의 이송 및 흐름의 연속성 유지로 수질이 개선된다. 수중보 철거에 따른 퇴적된 오염 저니의 확산 및 하류 이송으로 일시적인 수질이 악화될 수 있다. 그러나 어느 정도 시간이 경과함에 따라 수질은 다시

개선될 것이다.

2) 홍수 소통능력이 개선된다.

수중보가 철거됨으로써 하천의 통수 단면은 확장되고 따라서 홍수의 소통 능력은 증대된다. 그러나 수중보의 높이가 표 4.1에 있듯이 $H=1.3\text{m}$ 로서 홍수시의 수심에 비해 그리 크지 않으며, 더구나 섬진강의 특성상(급한 하상경사, 빠른 유속) 대량의 토사가 수중보 상류에 퇴적되어 이미 통수 단면은 줄어들었으므로, 홍수 소통 능력의 개선은 그리 크지 않다.

3) 하천 생태통로가 확보된다.

아마 섬진강 수중보 철거에 따른 가장 큰 긍정적인 면은 생태통로 확보이다. 수중보 설치로 인해 어류 등 하천생태 이동이 어려웠으나, 수중보가 철거되면 생태이동은 가능하고 따라서 하천 생태계가 보전될 것이다. 수중보에 어도가 설치됨으로써 생태이동 역할을 하지만, 어류의 자유로운 상하 이동을 확보하지는 않는다.

3.2 부정적인 면

1) 하천의 급경사에 따른 과도한 하상세굴이 발생된다.

섬진강은 하천 경사가 급하고 유속이 빨라서 예로부터 하상세굴이 발생되었다. 따라서 수중보(낙차공)은 이를 방지하기 위해 설치된 것이다. 만약 수중보가 철거되면 하상 경사는 다시 급해지고 흐름의 유속은 커질 것이며, 이로 인한 과도한 하상세굴이 발생된다. 이 같은 과도한 하상세굴은 흐름의 변형을 가져오고, 일부 지점에는 미처 예측하지 못한 여러 부정적인 문제점이 발생될 수 있으며, 이를 방지하기 위한 또 다른 시설물을 설치해야 한다.

2) 기존 고수부지 및 제방 침식이 우려된다.

흐름의 높은 소류력에 의해 기존 형성된 고수부지가 훼손되고 제방은 침식될 우려가 있다. 그러나 현재 고수부지는 일정 시간 경과 후 안정적인 형태로 조성될 것이므로 큰 문제는 발생하지 않을 것으로 판단된다. 제방 침식의 경우 호안공을 설치하여 더 이상의 제방 침식을 방지해야 할 것이다.

3) 상수도 취수시설의 용수 공급이 불가능해진다.

섬진강 과업 구간의 상류 좌안에는 구례군 상수도 시설물이 설치되어 있다. 아래 그림은 문척교 상류 약 100m 지점에 위치한 상수도 취수구 지점을 나타내고 있다. 수중보가 철거되면 이 지점에 하상 세굴이 발생됨으로써 취수가 불가능해지며, 이를 방지하기 위해 취수시설 이동 또는 취수구의 깊이를 변경해야 할 것이다.

4) 문척교 교각의 세굴 발생 및 기초의 안정성 문제가 발생된다.

섬진강의 하상 세굴은 문척교의 교각 세굴을 일으키고, 교량의 기초에도 영향을 미치게 되며, 이로 인한 교량의 안정성에도 문제를 일으키게 된다. 만약 상기 표에서도 나타나듯이 2m 이상의 하상 세굴이 발생된다면 문척교의 교량은 무너질 수도 있으며, 이를 방지하기 위해 기초 보강을 실시해야 한다.

5) 지류와의 단차가 발생된다.

섬진강 본류의 흐름이 빨라짐으로써 지류인 서시천에도 영향을 미치게 된다. 서시천에도 흐름의 높은 유속 및 소류력이 증대됨으로써 하상 세굴이 발생되고, 서시천 지류인 백련천에도 영향을 미치게 될 것이다.

6) 서시천 농업용수 취수시설의 용수 공급이 불가능해진다.

서시천에는 냉천 농업용수 취수시설이 설치되어 있다. 섬진강 수중보가 철거되면 이 지점에도 하상 세굴 및 유로 변경이 발생됨으로써 취수가 불가능해지며, 이를 방지하기 위해 취수시설 이동

또는 취수구의 깊이를 변경해야 할 것이다.

7) 수중보 하류 지점의 하상 상승 및 수위 상승

수중보가 철거되면 상류 지점에는 하상 세굴이 발생되지만 하류 지점에는 이와 반대로 하상 퇴적이 발생되어, 하상 상승과 함께 수위 상승도 가져온다. 그러나 이는 일시적인 영향으로, 흐름의 빠른 유속으로 인해 수중보 하류 지점의 하상은 다시 세굴될 것이며 수위도 하강될 것이다.

8) 기존 저니질 퇴적물의 확산 및 이송으로 인한 수질 악화

수중보 상류에 퇴적되어 있던 기존 저니의 확산 및 하류 이송으로 일시적인 수질이 악화될 수 있다. 그러나 어느 정도 시간이 경과함에 따라 수질은 다시 개선될 것이다.

4. 종합 검토 의견

섬진강 수중보(사도 낙차공)은 하천의 수위 유지와 흐름의 빠른 유속에 의한 하상 세굴을 방지하기 위하여 설치되었다. 따라서 섬진강 수중보(사도 낙차공)는 보와 낙차공의 기능을 동시에 수행하므로, 일반적으로 언급되는 보 철거의 한쪽 측면만 고려해서는 안 된다.

기존 연구 및 시범 사업 중인 보 철거는, 일반적으로 경사가 완만하여 흐름이 정체된 하천에 설치된 보에 해당되는 것으로서, 흐름의 정체에 따른 수질 악화 및 생태이동이 차단된 경우이며, 노후화되어 있고 보로서 기능을 다한 경우에 해당된다. 그러나 섬진강 수중보는 노후화되어 있지 않고, 보로서의 기능을 유지하고 있으며, 더욱이 낙차공의 기능까지 겸하고 있다.

섬진강 수중보를 철거함으로써 기대되는 가장 큰 장점은 생태이동 확보일 것이다. 또한 수질 개선, 홍수소통 능력향상도 기대된다.

그러나 섬진강 수중보는 보의 기능 외에도 낙차공의 기능까지 겸하고 있다. 만약 수중보를 철거할 경우 하천의 급경사에 따른 과도한 하상세굴, 상수도 취수시설의 용수 수급 불가능, 문척교 교각의 세굴 발생 및 기초의 안정성 문제점, 지류와의 단차, 서시천 농업용수 취수시설의 용수 수급 불가능이 발생되며, 이를 해결하지 않고는 섬진강 수중보를 철거하는 것은 바람직하지 않다.

따라서 상기 문제점을 해결할 경우 섬진강 수중보를 철거하는 것이 바람직하지만, 문제점에 대한 대책을 세우기까지는 섬진강 수중보를 존치하는 것이 요구된다.

감 사 의 글

본 연구는 건설핵심기술연구개발 사업인 '자연과 함께하는 하천복원기술(Ecoriver21)' 연구 용역 결과의 일부로서 본 연구를 지원해 주신 국토해양부에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부(1995), 도시하천의 하천환경 정비기법의 개발.
2. 건설교통부 익산지방관리청(2003), 섬진강수계하천정비기본계획(보완).
3. 건설교통부 익산지방관리청(2006), 섬진강 수중보 어도설치공사 실시설계 보고서 .
4. 건설기술연구원(2004), 자연형하천 길라잡이, 기능을 상실한 보 철거. <http://www.river.re.kr>
5. 구례군(2006), 섬진강(섬진강, 서시천) 환경관리계획 보고서.
6. Gardiner, John L.(1992) *River Projects and Conservation*, New York: John Wiley and Sons.