

강원도 어도의 설치 현황 및 I형 아이스하버식 어도 적용성 연구

Establishment present of fish-road in Kangwondo and Study to apply
fish-road is ice harbor I-type

박수진*, 전영수**, 최상순***, 최한규****

Park Soo-Jin, Jun Young-Soo, Choi Sang-Soon, Choi Han-Kyu

요 지

건설 사업에 부쩍 관심의 대상이 되어지고 있는 것이 환경이며, 자연 속에 인간이 무리 없이 생활할 수 있도록 하는 것이 주된 목적일 것이다. 본 연구에서는 하천에 축조된 수공구조물을 자연과 연결시켜 주는 어도에 대하여 논하였다.

어도란 하천의 댐이나 보 등의 수리구조물을 설치하게 되면 이 하천을 오르내리며 살던 수생동물들의 원활한 이동이 어려워지므로 이들의 계속적인 이동이 가능토록 만들어진 수리구조물로 어도의 개념 자체가 본격적으로 받아들여진 것은 그 역사가 짧고 개발 중심의 논리에 치중하였던 국내에는 연구자체가 일천한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 환경부 연구과제로 개발한 아이스하버식 어도를 변형한 I형 아이스하버식 어도를 모델로 수리모형실험을 통하여 유량에 따른 적합성을 판단하여 어도의 효율적인 설치 방안을 제공하는데 있다. 실험 결과 변형한 I형 아이스하버식 어도의 경우 1/20의 경사에서 1~3련의 설치를 가정할 때 적용 가능한 하천의 갈수량은 0.06~3.0m³/sec임을 알 수 있었다.

핵심용어 : 어도, 수리모형실험, I형 아이스하버식 어도.

1. 서 론

최근 들어 우리나라의 건설 사업에 부쩍 관심의 대상이 되어지고 있는 것이 환경이며, 생태계를 적게 파손하는 것이 아닌 생태계의 유지를 주요 골자로 한다고 하더라도 과언이 아닐 정도로 이미 우리에게 예민한 부분이 되어졌다.

본 연구에서는 하천에 축조된 수공구조물을 자연과 연결시켜주는 어도에 대해 논하였다. 어도도란 하천에 댐이나 보 등의 수리구조물을 설치하게 되면 이 하천을 오르내리며 살던 수생동물들의 원활한 이동이 어려워지므로 이들의 계속적인 이동이 가능토록 만들어진 수리구조물을 말한다.

현대적인 의미의 어도라는 개념 자체가 본격적으로 받아들여진 역사가 짧고, 개발 중심의 논리에 치중하였던 국내에는 더군다나 본 개념이 정착한지가 얼마 되지 않은 관계로 연구 자체가 일천한 실정이다. 본 연구도 『하천댐의 어도현황과 향후 설치 및 관리방안 연구(2004.12)』를 바탕으로 이루어졌음을 밝혀 둔다.

* 비회원·강원대학교 대학원 토목공학과 박사과정 E-Mail : parksj@kangwon.ac.kr

** 비회원·(주)유원엔지니어링 대표이사 E-Mail : co879748@yahoo.co.kr

*** 비회원·강원대학교 대학원 토목공학과 박사과정 E-Mail : css077@hanmail.net

**** 정회원·강원대학교 토목공학과 교수 E-Mail : hankuy@kangwon.ac.kr

2. 국내의 어도시설물 실태

2.1 기존 어도의 문제점

2.1.1 어도 설치 입지조건 문제

댐들은 대부분 수계 최상류에 위치하고 있어 하구로부터 소하, 강하하기에 매우 긴 이동거리를 가지고 있을 뿐만 아니라 구조물 하부에는 크고 작은 하천 구조물이 자리 잡고 있기 때문에 현재로서는 하구에서부터 최상류 다목적댐까지 어도의 이동이 가능하지 못한 것이 현실이다.

2.1.2 관리적인 문제

하구 득은 물고기가 소상을 못하여 산란을 하지 못하는 경우가 발생하며 하천의 어도는 퇴적물과 쓰레기로 인하여 어도가 막혀 어류의 소통이 원활하게 이루어지지 못하고 있다. 하류 세굴에 의해 어도를 통해서 어류의 소상이 저하되 불가능하게 파손되었고, 퇴적으로 인하여 유량이 별로 없으며, 어류가 철 공간이 없어졌다. 또한 쓰레기 등이 어도에 걸려서 유량이 적게 흐르거나 심지어 물이 흐르지 않게 되는 경우도 발생할 뿐만 아니라 어도 입구부분을 막아서 어류의 소상을 방해하거나 물이 흐르지 않게 하는 경우도 발생하게 된다.

2.1.3 기술적인 문제

어도의 위치는 유속을 고려하여 보의 좌, 우에 설치하여야 함에도 불구하고 중간에 설치하는 등 어도 위치가 좋지 않은 경우가 많다. 어도 형식은 하천 특성 등을 고려하지 않고 설치하는 경우가 많으며 어도의 경사도는 경사를 적어도 1/20 이상으로 시공해야 적정함에도 불구하고 1/10이 하로 설치하는 경우도 허다하다. 이런 기술적인 문제들로 인하여 물이 어도로 흐르지 않거나 유속이 빠른 경우, 물이 과다하게 흐르는 등의 문제점이 발생하여 어도로 어류가 이동하지 못하는 경우가 빈번히 발생하고 있다.

2.2 일반적인 대책

2.1.1 효율적인 설치 방안

하천에 서식하는 다양한 어류가 이용할 수 있는 어도를 설계하기 위해서는 다음 측면을 고려해야 한다.

어도 설치로 인하여 치수상의 문제가 있어서는 안 되며, 어류가 어도를 따라 이동할 때에는 안전하게 빨리 통과할 수 있게 하여야 한다. 어류가 어도를 따라 이동할 때에는 안전하게 빨리 통과할 수 있게 하여야 하며, 어도설계를 위해서는 어도 형태에 따른 수리학적인 특성과 이를 이용할 어류의 유영특성 및 하천의 거동을 잘 파악해야 한다. 또한 어도 내 유속과 소상어의 휴식공간은 어종에 따라 돌진속도나 순항속도와 같은 유영력이 달라지므로 다양한 형태의 유속분포와 소상 중에 있는 어류가 완전한 휴식을 취할 수 있는 공간이 어도설계에 충분히 반영되어야 한다.

2.1.2 유지관리 방안

어도의 유지 관리의 일환으로 기 설치된 어도의 지속적인 모니터링 및 평가를 통한 이용효율의 파악 및 유지가 중요할 것이다. 이때에는 어도를 이용하는 물고기의 이용효율뿐만 아니라 하천의 어류상까지 포함해서 조사하고 비교 분석하여야 한다. 어도의 적합성 여부는 어도의 구조에 의해서만 결정되는 것이 아니라 보에서의 설치위치나 하류 하상과의 접합위치와도 관계되므로 이러한 상황과의 종합분석을 통하여 보다 좋은 효율을 얻기 위한 추가 조치계획을 수립하여야 한다.

3. 수리모형실험

3.1 실험목적

여러 어도 형식 중에 I형 아이스하버식 어도를 모델로 수리모형 실험을 하여 전국 하천에서의 적용 유량 범위를 알기 위해 어도내의 유속, 유량을 측정하여 적합성을 판단하고자 한다.

3.2 실험방법

어도의 유속 및 유량 측정을 위한 모형수로는 폭 0.5m, 길이 3.0m로써 수로 종단면의 중앙부분에 모형사를 폭 0.75m, 높이 0.15m, 길이 3.0m를 1/20의 기울기로 깔고 실험하였다.

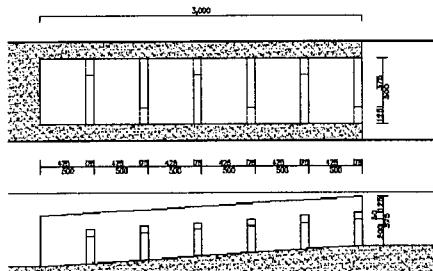


그림 1 수로의 평면도와 측면도

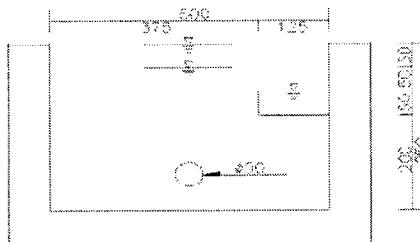


그림 2 I형 어도의 모형

표 3 축척관계로부터 구한 실험의원형과 모형의 주요 제원

항 목	원 형	축 척	모 형
어 도 폭	2.00 m	1/4	0.50 m
유 속	0.60 m/s	1/2	0.30 m/s
수 심	0.20 m	1/4	0.05 m
	0.40 m	1/4	0.10 m
	0.60 m	1/4	0.15 m

3.3 수위 및 유속 측정

정상상태를 유지하면서 일정 시간 동안 물을 흘린 후, 천천히 배수를 시켰다. 어도에서의 수위는 포인트 케이지를 이용하여 측정하였고 유속은 유속계를 이용하여 측정하였다. 유속은 어도의 모형이 2개의 단면으로 나눠지므로 그림 3과 같이 2곳에서 측정하였다. 어도의 수위 및 유속 측정 광경은 그림 4와 같다.

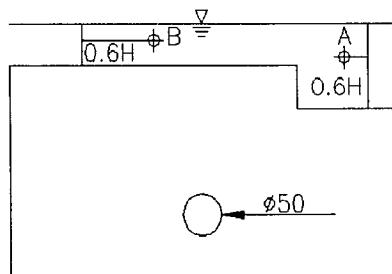


그림 3 유속 측점 위치

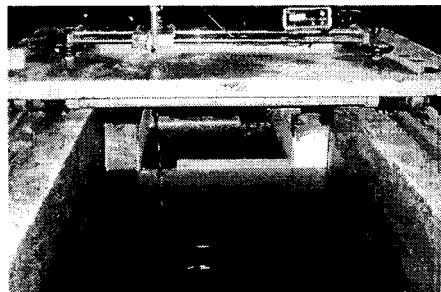


그림 4 실험광경(측점A)

표 4 모형실험 결과

수심	횟수	유 속(m/sec)		유 량(m ³ /sec)		합계 (원형)
		좌(A)	우(B)	좌(A)	우(B)	
		원 형	원 형	원 형	원 형	
5cm	1 회	0.58		0.0576		0.0576
	2 회	0.60		0.0608		0.0608
	3 회	0.60		0.0608		0.0608
	평균	0.60		0.0608		0.0608
10cm	1 회	0.80	0.76	0.1600	0.2272	0.3872
	2 회	0.86	0.80	0.1728	0.2400	0.4128
	3 회	0.90	0.84	0.1792	0.2528	0.4320
	평균	0.86	0.80	0.1728	0.2400	0.4128
15cm	1 회	1.10	1.00	0.3296	0.5952	0.9248
	2 회	1.06	0.98	0.3168	0.5888	0.9056
	3 회	1.00	0.96	0.3008	0.5760	0.8768
	평균	1.06	0.98	0.3168	0.5888	0.9056
최저치						0.0608
최대치						0.9056

4. 결과분석

본 연구에서 모형실험으로 선정한 아이스하버식 어도의 경우 1/20의 경사로 수심 5cm, 10cm, 15cm에서 각각 유속이 0.30m/sec, 0.43m/sec, 0.53m/sec가 나와 1련의 아이스하버식 어도는 최소 0.0019m³/sec에서 최대 0.0283m³/sec의 유량을 소화할 수 있는 것으로 나왔다. 이는 원형에서 1/20의 경사로 수심 20cm, 40cm, 60cm에서 각각 유속이 0.60m/sec, 0.86m/sec, 1.06m/sec이며 최소 0.0608m³/sec에서 최대 0.9056m³/sec의 유량을 소화할 수 있는 것으로 나와 강릉남대천, 신리천, 연곡천의 경우 갈수량이 3.48m³/sec, 2.21m³/sec, 0.55m³/sec로 1~3련의 어도로 그 기능을 수행할 수 있을 것으로 보여지나 강릉남대천의 경우 세밀한 검토를 이루어 판단하여야하며 양양남대천의 경우는 갈수량이 12.17m³/sec로 10련 이상의 어도가 있어야 하는 경제적 부담이 있어 부적합하다는 것을 알 수가 있다.

따라서 본 연구에서 모형실험으로 선정한 I형 아이스하버식 어도의 경우 갈수량이 최소 $0.06\text{m}^3/\text{sec}$ 에서 최대 $3.0\text{m}^3/\text{sec}$ 인 하천의 경우 적합한 모형이라 판단되어진다.

5. 결 론

본 연구는 아이스하버식 어도를 변형한 I형 아이스하버식 어도를 모델로 수리모형 실험을 통하여 어도내의 유속 및 유량을 측정하여 갈수량에 따른 적합성을 판단해 보았고 결론은 다음과 같다.

1. I형 아이스하버식 어도의 경우 1/20의 경사에서 1~3련의 설치를 가정할 때 적용 가능한 하천의 갈수량은 $0.06 \sim 3.0\text{m}^3/\text{sec}$ 임을 알 수 있다.
2. 강릉남대천과 양양남대천처럼 갈수량이 $3.0\text{m}^3/\text{sec}$ 이상의 하천에 대하여는 I형 아이스하버식 어도 적용 시 경제성을 고려하여 사용하는 것이 타당하다.
3. 연곡천과 신리천의 경우 I형 아이스하버식 어도는 1~3련의 설치로 그 기능을 발휘할 수 있는 것을 알 수 있다.

또한 모든 어도 설계에 있어 아래와 같은 사항을 충분히 검토하여야 할 것이다.

- 1) 어도 설치로 인하여 치수상의 문제가 있어서는 안 된다.
- 2). 어류가 어도를 따라 이동할 때에는 안전하게 빨리 통과할 수 있게 한다.
- 3) 어도 형태에 따른 수리학적인 특성과 어류의 유영특성 및 하천의 거동을 잘 파악해야 한다. 어도의 수리학적인 특성은 최종 수리모형실험을 통하여 확인되어야 하고, 어류의 유영특성으로는 하천에 서식하는 회유성 어류의 종류와 회유시기, 어도내의 선호하는 흐름조건, 어류의 크기 등과 같은 어류의 생태학적 특성을 파악해야 한다.
- 4) 다양한 형태의 유속분포와 휴식 공간이 어도설계에 충분히 반영되어야 한다.
- 5) 어도 설치로 인한 하상 저하를 예상하여 고려해야 하고 어도내의 구조가 간단하고 견고하며 비용이 절감될 수 있어야 한다.

참 고 문 헌

1. 한국수자원학회(2005). “하천설계기준·해설”
2. 해양수산부(2004). “하천에서의 수산자원 보호를 위한 어도 시설 표준설계·시공 등 표준모형개발 및 운영·관리제도 연구”
3. 류용석(1998). 탐진강 하천 특성을 고려한 효율적 어도설계에 관한 연구. 광주대 경상대학원 토목학과 석사논문
4. 박상덕(1998). 동해안지역 어도시설 및 관리. 수자원학회지 31(4) 28~33