

〈論 文〉

魚族의 遡上을 위한 階段式魚道 水理特性에 관한 研究
 Study on Hydraulic Characteristics for Upstream Migration
 of Fish in a Pool-and-Weir Fishway

金 鎮 洪* 金 鐵**
 KIM Jin Hong and KIM Chul

Abstract □ In this study, hydraulic characteristics for upstream migration of fish in a pool-and-weir fishway were analyzed through experiment. The results showed that streaming flow was preferable to plunging flow for upstream migration of fish and it was not good to make an orifice beneath the septum since it generates turbulent jet and eddies. Protrusions on the side wall of fishway were preferable to grooves since they decelerate flow velocity and make upstream migration easy. A vertically movable septum was necessary for a flushing of deposited bed material, and net installing over fishway was also needed for birds not to approach the fishway and eat fish.

요 지 : 본 연구에서는 階段式魚道 내의 隔壁 형상, 潛孔설치, 側壁 홈설치 등에 따른 수리현상을 수리시험을 통해 규명하고 魚族의 遡上에 적합한 적정 구조물 형상을 제시함으로써 魚道 구조물 설계에 지침이 되도록 하였다.

분석 결과 魚族의 遡上은 表面流 상태가 바람직하며, 潛孔설치는 魚族 遡上을 방해하는 것으로 나타났다. 또한 側壁에 설치된 홈을 돌출부로 대치함으로써 隔壁 윗류 유속을 줄이고 遡上을 용이하도록 했으며, 퇴적된 토사를 제거하기 위해 固定式 隔壁보다는 上·下 2段式 垂直移動 隔壁을 설치하며, 새들에 의한 魚族의 피해를 고려하여 그물망을 설치하고, 魚道 바닥의 색깔을 통과 魚族의 색깔과 같이 함으로써 보호색 기능을 갖추는 것이 바람직한 것으로 판명되었다.

1. 序 論

댐, 湫 등의 하천 횡단 수리구조물이나 防潮堤의 排水閘門에는 수산자원의 보호와 생태계 보전을 위해 魚道설치를 의무화하고 있으며 魚族의 遡上을 원활히 할 수 있도록 적정구조물 설계를 위한 魚道 연구의 필요성이 증대되고 있다 (農業振興公社, 1986). 魚道 내부에는 魚族의 遡上을 용이하게 하기 위하여 여러 구조물이 설치되어 있다. 새만금지구의 경우, 방조제 설치에 따른 遡下性魚族의 이동을 가능케 할 목적으로 배수갑문에 부속구조물로서

魚道가 설치되어 있으며, 魚道 內에 사다리꼴 형식의 隔壁, 潛孔 및 側壁 홈 등이 설치되어 있다 (農漁村振興公社, 1991).

魚道 수리시험은 魚道 內의 구조물에 따른 복잡한 수리현상을 실제로 눈으로 확인할 수 있기 때문에 설계형상의 타당성에 대해 검토할 수 있으며, 氣泡를 수반하는 3차원적인 수리현상이나 局所的인 흐름해석에 유효하다. 따라서 魚道 수리실험을 통하여 魚道の 遡上효과를 충분히 발휘하도록 적정 구조물을 설계할 수 있다(Nakamura and Yotsukura, 1987).

본 연구에서는 새만금지구 防潮堤에 설치된 階段

* 정회원, 광주대학교 공과대학 토목공학과 전임강사
 ** 정회원, 호남대학교 공과대학 도시공학과 조교수

式魚道の 隔壁형상, 潛孔설치, 側壁 홈 설치 등에 따른 수리특성 분석과 遡上효과를 판단하고 魚族의 遡上을 원활하게 하도록 적정구조물 형상을 제시함으로써 魚道 구조물 설계에 지침이 되고자 한다.

2. 水理模型 製作 및 試驗方法

魚道模型은 새만금지구 설계도를 기준으로 설계되었으며 이는 階段式魚道, 誘引水路, 장어魚道로 구성되며 축척 $s=1/10$ 로 제작되었다. 따라서 전체 魚道の 폭은 56cm이며 길이는 4.52m이다. 淡水湖 模型 低水槽에 연결되는 靜水槽는 콘크리트 블록으로 축조하였으며, 이를 제외한 魚道の 모든 부분은 30mm두께의 투명 acryle로 제작해서 魚道 내의 流況과 유속의 관찰이 용이하도록 하였다(金鎭洪, 1993).

階段式魚道는 遊泳力, 跳躍力이 강한 농어, 송어를 대상으로 하여 좌우높이가 8cm와 9cm인 사다리꼴 隔壁을 설계하였으며 인접 隔壁과는 隔壁형상을 반대로 하여 zig-zag형으로 하였다. 隔壁간격은 調節水門部에서 35cm, 橋壑部 上流에서는 30cm, 교대부 하류에서는 20cm로 하여, 遡上초기에 遡上시간을 단축시키고 상류부를 휴식터화 하도록 하였다. 隔壁下部에는 2.5cm * 2.5cm의 潛孔을 설계하되 인접하는 隔壁의 潛孔과는 대각선이 되도록 제작하였다.

魚道 각 부분의 수위는 목재로 제작한 수위 측정대를 설치하여 piont gauge를 이용하여 측정하였으며 유속 측정은 digital indicator 404 type의 유속계와 model 名 ACM-250의 x, y 2방향 유속계를 병행하여 사용함으로써 측정의 정밀도를 높이도록 하였다. 流況 측정은 染料 주입을 하여 흐름을 명확히 관찰할 수 있도록 하였으며 이 경우 염료는 물과 비중이 거의 같도록 염료에 우유등을 첨가하였다.

실험 조건은 內水位를 管理水位 (EL-1.5m)에서 階段式魚道 最上流部 左右 平均 隔壁高(EL-1.7m)까지 변화시키면서 실험하였고, 外水位의 潮位條件은 魚道 하류단에 설치한 weir를 작동하여 魚道를 통한 自然越流가 가능한 조위(管理水位이하 大潮 平均干潮位까지)를 각각 재현시켰다.

3. 試驗結課 및 分析

階段式魚道내에서의 수리특성은 유량의 증가에 따라 落下流 흐름(plunging flow)에서 表面流 흐름(streaming flow)으로 바뀐다. 두 흐름사이에는 遷移區域(transition zone)이 존재하며 이 때의 흐름은 낙하류와 표면류가 교차하여 나타나는 불안정한 상태의 흐름이 된다.

본 시험에는 隔壁을 월류하는 흐름의 수위가 관리수위(EL-1.5m)부터 最上流部 隔壁高(EL-1.7m)이상의 수위까지를 대상으로 하였다. 측정 결과, 관리수위부터 EL(-)1.6m까지는 표면류 상태를 나타내며 EL(-)1.6m부터 EL(-)1.65m까지는 낙하류 상태와 표면류 상태가 교차하는 불안정 상태가 지속되고, EL(-)1.65m 이하는 낙하류 상태가 나타났다. 한편 魚道 하류의 조위 상태는 상류부의 흐름에 영향을 미치지 않는다. 이는 魚道の 경사가 $s=1/20$ 로서 급경사이며 階段式 魚道の 隔壁이 落差工과 같은 역할을 하기 때문이다. 본 시험에서는 각 흐름 상태별 수리특성을 다음과 같이 분석하였다.

3.1 落下流 狀態에서의 水理特性

그림 1은 內水位가 EL(-)1.68m 경우 階段式魚道 pool 내에서 낙하류의 흐름 특성을 나타내고 있다. 그림 1(a)에서 潛孔을 지난 흐름은 유속이 비교적 커서 영향 범위가 pool 중간 지점까지 미치고 있으며 隔壁을 월류한 흐름은 바닥까지 도달하여 하류부 隔壁 근처에서 上昇한 후 점 A에서 일부는 하류부 隔壁으로 향하고 일부는 상류부로 향하고 있다. 흐름은 점 A에서 分離된 후 점 B에서 再附着되고 있으며 分離點 A와 再附着點 B로 이루어지는 큰 循環流를 형성하고 있다. 한편 (b)에서와 같이 潛孔이 없는 경우에도 점 A와 점 B로 이루어지는 循環류가 형성되나 전자의 경우와 달리 潛孔으로부터의 噴出流가 없으므로 循環류의 영역이 (a)보다 크다. 또한 隔壁 안쪽에는 흐름의 剝離에 의해 큰 循環류와 반대 방향의 작은 循環류도 나타나고 있다. 따라서 점 C에서 흐름의 停滯點이 형성되어 이곳에서 흐름이 分岐되어 각각 上·下流로

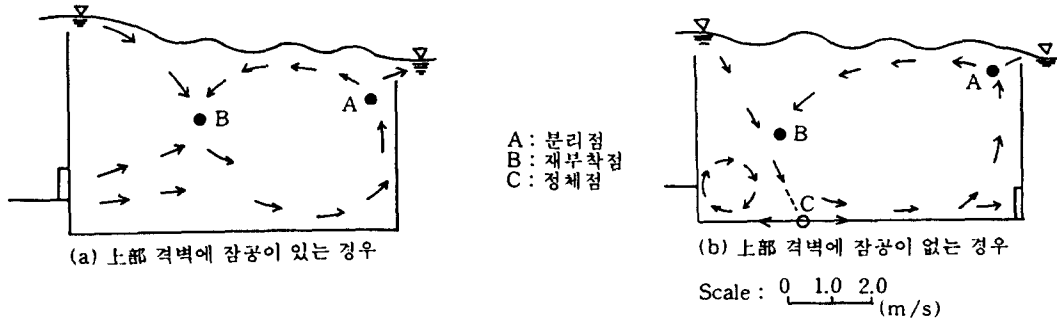


그림 1 낙하류 상태에서의 흐름특성

표 1 낙하류 상태의 시험 결과

RN	월류수심 h(m)	내수위 (EL.m)	월류유속 V _p (m/s)	격벽거리 L(m)	수면경사 S(-)	유량 q(m ² /s)	유량계수 C _p (-)	무차원량 \hat{Q} (-)	비고
1	0.014	(-)1.686	0.25	3.50	0.0022	0.005	0.54	0.110	
2	0.020	(-)1.680	0.28	3.50	0.0020	0.006	0.63	0.146	
3	0.025	(-)1.675	0.24	3.50	0.0020	0.006	0.49	0.146	
4	0.030	(-)1.670	0.29	3.50	0.0020	0.009	0.53	0.219	
5	0.035	(-)1.665	0.27	3.50	0.0024	0.009	0.46	0.180	
6	0.040	(-)1.660	0.32	3.50	0.0030	0.013	0.62	0.212	
7	0.045	(-)1.655	0.32	3.50	0.0034	0.014	0.67	0.200	
8	0.047	(-)1.653	0.36	3.50	0.0039	0.017	0.68	0.210	

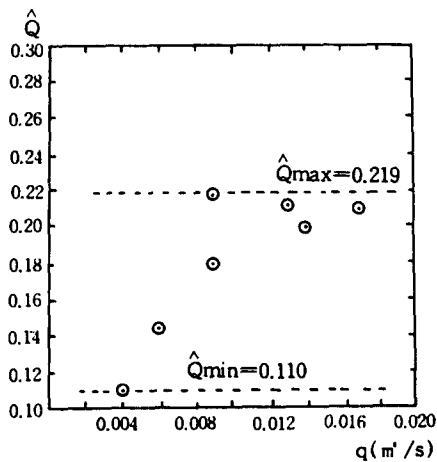


그림 2 유량에 따른 \hat{Q} 값(낙하류의 경우)

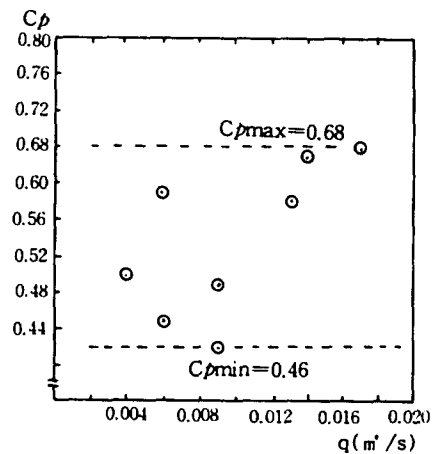


그림 3 유량에 따른 유량계수의 값(낙하류의 경우)

향한다.

階段式魚道 内の 흐름상태를 정의하는 Katopodis (1989)의 시험결과에 의하면,

$$\hat{Q} = \frac{Q}{bSL^{3/2}\sqrt{g}} \quad (1)$$

여기서, \hat{Q} : 無次元 流量,

Q : 유량(m^3/s),

S : 흐름의 경사,

b : 수로폭 (m),

L : pool의 길이 (m)를 나타낸다.

$\hat{Q}=0.22\sim 0.31$ (평균적으로 0.25)가 두 상태의 臨界條件으로 알려져 있다.

낙하류 상태에서의 유량 공식은

$$Q_p = C_p b h^{3/2} \sqrt{g} \quad (2)$$

여기서, h : 월류 수심 (m),

C_p : 낙하류 상태에서 유량계수이다.

유량계수 C_p 의 값은 대략 0.61정도가 되는 것으로 알려져 있다(Katopodis, 1989).

공식 (1), (2)에 의해 산출한 각 시험 data는 표 1과 같으며 유량에 대한 \hat{Q} 와 C_p 값을 圖示한 결과는 그림 2 및 그림 3에 나타나 있다. 그림 2에서 무차원 유량은 $\hat{Q}=0.110\sim 0.219$ 로서 Katopodis의 임계치 $\hat{Q}=0.25$ 보다는 낮은 값이나 큰 차이는 없고 유량증가에 따라 큰 값을 보이는데 이로써 낙하류 상태임을 알 수 있다. 참고로 표 1의 월류수심(h)은 사다리꼴 隔壁의 좌우 높이의 중간치, 즉 사다리꼴 隔壁의 中央部를 기준으로 환산한 값이며, 월류 유속(V)은 사다리꼴 隔壁의 중앙부에서의 평균 유속이고, 유량(q)은 월류 수심과 월류 유속을 곱한 단위 폭당의 유량이며, 수면 경사(s)는 상 하류의 수위차를 隔壁 間의 거리로 나눈 값이다. 그림 3에서 유량계수 C_p 의 값은 0.46~0.68로서 유량의 증가에 따라 값이 커지는 경향은 있지만 상관성은 그리 크지 않다. 평균치는 $\bar{C}_p=0.58$ 로서 이론치 ($C_p=0.61$)보다 약간 작지만 큰 차이는 없다. 隔壁을 월류하는 흐름의 유속은 $V=0.24\sim 0.36m/s$ 로서 遡上魚族의 적정 유속

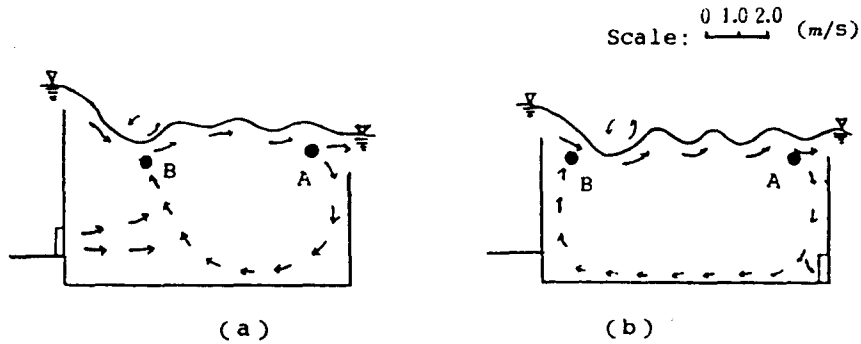
범위 ($V=0.79\sim 0.8m/s$) 이하이다(Katopodis, 1989).

3.2 表面流 狀態에서의 흐름 特性

그림 4는 隔壁 월류수위가 관리수위일 경우의 흐름 상태이다. 그림 4(a)와 같이 상류측 隔壁에 潛孔이 있을 경우, 隔壁을 월류하는 흐름은 바닥으로 潛入하지 않고 표면을 따라 하류로 향하며 흐름의 일부는 하류측 隔壁의 A점에서 分離되어 바닥으로 향한 후 바닥을 따라 상류로 거슬러 진행하다가 潛孔에서 분출하는 흐름에 밀려 위로 上昇한 후 B점에서 再附着하고 있음을 알 수 있다. 따라서 分離點 A와 再附着點 B로 이루어지는 循環流 흐름을 이루고 있으며 그 영역은 潛孔으로부터의 噴出流의 영향으로 비교적 작다. 한편 그림 4(b)와 같이 潛孔이 없는 경우의 흐름은 상류측 隔壁을 월류한 후 표면을 따라 흐르는 그림 4(a)에서와 같은 양상을 나타내나 하류측 隔壁 근처 A점에서 분리된 후 바닥으로 향해 흐르다 상류측 隔壁 근처까지 흐름이 계속되고 이후 상승하여 B점에서 재부착되는 비교적 큰 순환류의 영역을 이루고 있다.

표면류 상태의 흐름은 낙하류 상태와는 달리 유량이 크므로 隔壁을 월류하는 흐름은 隔壁直下流部에서 跳水現狀이 나타나고 있다. 그림 5는 표면류 상태의 흐름을 3차원으로 圖示한 것이다. 여기서 곡선 화살표는 흐름 방향을 표시하며 굵기는 흐름의 量을 표시한다. 따라서 화살표가 굵을수록 흐름이 많다는 것을 뜻한다. 흐름은 사다리꼴 隔壁의 낮은 부분으로 많은 양이 월류하며 따라서 흐름은 S자형을 이루고 있다. 한편 상류측 潛孔에서 분출된 흐름은 pool 중간 지점에서 상승하여 하류측 隔壁의 낮은 부분으로 곧바로 월류하고 있으며, 상류측 隔壁의 낮은 부분을 월류한 흐름의 일부는 하류측 潛孔으로 潛入되기도 한다.

계산된 시험 결과의 data는 표 2에 나타나 있으며 유량에 따른 \hat{Q} 의 값을 圖示하면 그림 6과 같다. 표 2의 변수들은 표 1에서 이미 언급되었다. 그림 6을 보면 무차원 유량의 값은 $\hat{Q}=0.223\sim 0.390$ 로서 유량 증가에 따라 큰 값을 보이고 있으며, Katopodis의 한계치 $\hat{Q}=0.25$ 보다는 대체적으



(a) 상류 격벽에 잠공이 있는 경우 A : Separation point
 (b) 상류 격벽에 잠공이 없는 경우 B : Reattachment point

그림 4 표면류 상태에서의 흐름 특성

표 2 표면류 상태의 시험 결과

RN	유훈수심 h(m)	내수위 (EL.m)	유훈유속 V _s (m/s)	격벽거리 L(m)	수면경사 S(-)	유량 q(m ² /s)	유량계수 C _s (-)	무차원량 \hat{Q} (-)	비고
1	0.200	(-)1.500	1.12	3.50	0.028	0.224	1.47	0.390	
2	0.185	(-)1.515	1.10	3.50	0.031	0.204	1.44	0.321	
3	0.170	(-)1.530	0.97	3.50	0.024	0.165	1.40	0.335	
4	0.165	(-)1.535	0.97	3.50	0.026	0.160	1.51	0.300	
5	0.150	(-)1.550	0.82	3.50	0.019	0.123	1.48	0.316	
6	0.140	(-)1.560	0.76	3.50	0.019	0.106	1.37	0.272	
7	0.135	(-)1.565	0.78	3.50	0.021	0.105	1.45	0.244	
8	0.120	(-)1.580	0.72	3.50	0.012	0.086	1.59	0.349	
9	0.110	(-)1.590	0.71	3.50	0.017	0.078	1.45	0.223	
10	0.100	(-)1.600	0.71	3.50	0.011	0.071	1.56	0.315	

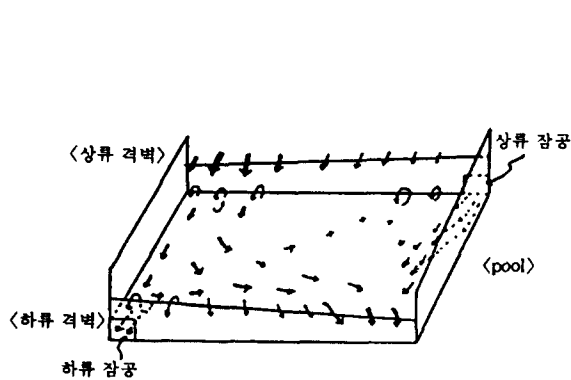


그림 5 표면류 상태에서의 흐름

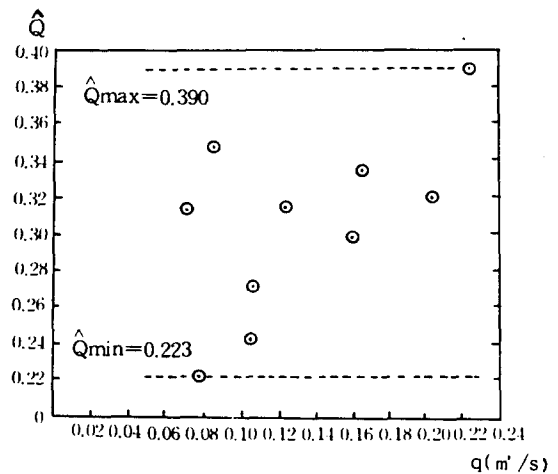


그림 6 유량에 따른 \hat{Q} 값 (표면류의 경우)

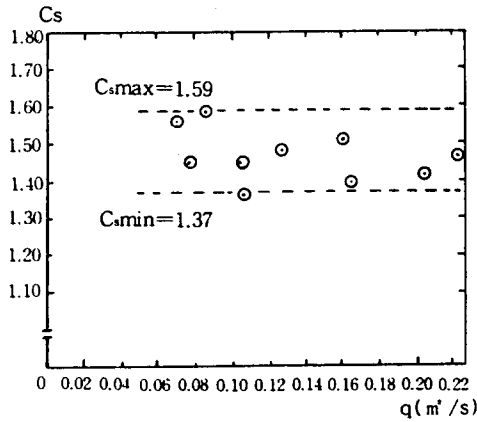


그림 7 유량에 따른 유량계수의 값

로 높은 값을 나타내고 있는데 이로써 표면류 상태를 잘 나타내고 있다 할 수 있다.

한편 표면류 상태에서의 유량공식은,

$$Q_s = C_s b d \sqrt{gSL} \quad (3)$$

$$V_s = Q_s / b d$$

$$= C_s \sqrt{gSL}$$

上記流速式으로부터 유량계수 C_s 를 측정하기 위한 시험 data는 표 2에 나타나 있으며 유량에 따른 유량계수 C_s 값은 그림 7에 나타나 있다. 유량계수의 값은 隔壁을 월류하는 유량에 관계없이 $C_s = 1.37 \sim 1.59$ 이며 평균치는 $C_s = 1.48$ 로서 이론치 $C_s = 1.50$ 에 근사함을 알 수 있다.

한편 隔壁을 월류하는 흐름의 유속은 표면류일 경우 표 2에 나타난 바와 같이 $V_s = 0.71 \sim 1.12 \text{ m/s}$ 로서 對象魚族(농어, 송어 등)의 적정 유속 범위 $V = 0.5 \sim 0.7 \text{ m/s}$ 를 넘으나 限界流速 즉, $V_{cr} = 1.20 \sim 1.25 \text{ m/s}$ 에는 미치지 않고 있다. 이 경우 대상魚族의 遡上은 가능하나 피로를 느낀다. 그림 8은 隔壁 위에서 월류 유속의 橫斷分布를 나타내고 있다. 여기서 l_{max} 는 隔壁의 횡단 길이이며 ($l_{max} = 2.5 \text{ m}$), l 은 側壁으로부터 測定 대상 지점까지의 횡단 거리를 나타낸다. 이 그림을 보면 側壁에 가까울수록 유속이 작음을 알 수 있으며 遡上하는 魚族은 유속이 작은 側壁 부근에서 跳躍한 후 遡上함을 예측할 수 있다.

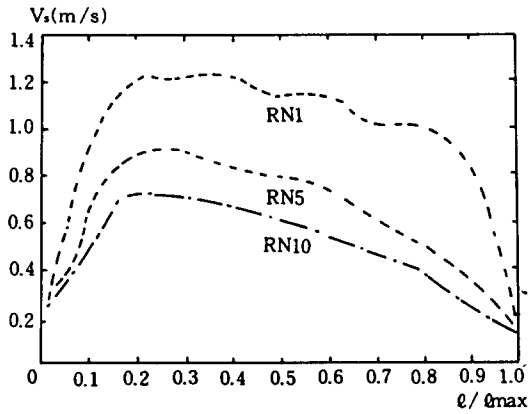


그림 8 월류 유속의 횡단분포

4. 흐름 狀態 및 構造物 形狀에 따른 遡上效果

魚族은 遡上할 경우 흐름에 밀리지 않도록 머리를 흐름 방향으로 향하려는 성질이 있다.

(中村中六, 1991). 그림 9는 흐름에 따른 魚族의 遊泳 모습을 보여주고 있다 (小山長雄, 1982). 위 그림을 참고로 하고 3항의 수리특성 결과를 이용하여 낙하류 상태와 표면류 상태에서 각각 遡上 효과를 서술하면 다음과 같다.

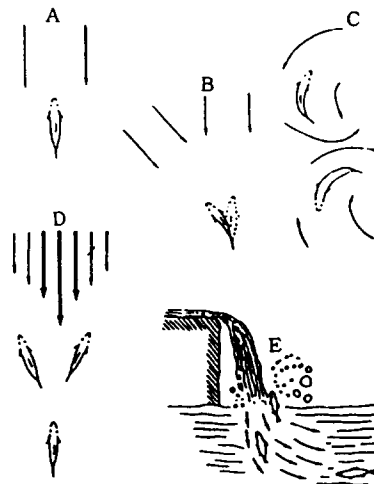


그림 9 흐름에 따른 유영모습

4.1 落下流 狀態에서의 遡上效果

그림 10은 階段式 魚道 內에서 낙하류 상태일 경우의 魚族의 遡上형태를 나타내고 있다. 그림 10(a)에서 상류 隔壁에 潛孔이 있는 경우, 潛孔에서의 噴出流과 隔壁을 월류해서 바닥으로 潛入하는 흐름이 혼합되어 난류의 기포영역이 넓게 분포되어 기포영역을 회피하는 魚族에게 遡上 장애를 가져온다. 따라서 하류측 隔壁을 도약, 遡上한 魚族은 분리점 A에서 下部로 향한 후 바닥을 따라 상류로 진행하며 재부착점 B에 도달한 후 潛孔, 上·下流側의 어느 곳으로 遡上 진행할지 방향감각을 잃고 방황한다. 일부 魚族은 潛孔속으로 들어갈려고 하나 噴出流의 유속에 밀려 되돌아 나오거나, A와 B로 이루어지는 순환류에 거슬러 시계 방향으로 계속 순환하기도 한다. 따라서 순환류에 거슬러 遊泳하거나, 潛孔 속으로 들어갈려고 하는 과정에서 魚族의 遡上시간이 늦어지며, 遡上에 피로를 느낀다. 결국 潛孔이 設置됨으로써 흐름의 기포영역이 확대되고, 魚族의 遊泳範圍, 行動經路가 길어지고 遡上時間이 늦어지므로 바람직하지 못하다.

한편, 上流 隔壁에 潛孔이 없는 (b)의 경우는 隔壁을 월류한 후 바닥으로 潛入하는 흐름에 의해 기포영역이 형성되거나 영역의 분포면적은 (a)보다 좁다. 이 때 하류측 隔壁을 도약, 遡上한 魚族은 분리점 A에서 바닥으로 향한 후 바닥을 따라 상류로 진행하고 재부착점 B에 도달한 후 일부는 순환류에 거슬러 하류로 이동하기도 하며, 이 경우 시계 방향으로 순환한다. B 점에서 방향감각을 잃을 수

도 있으나, 한 두 번의 시행착오 후 상류로 跳躍, 遡上한다. 따라서 (a)보다 遡上時間이 단축되고 魚族에게도 피로감을 그만큼 줄일 수 있다.

4.2 表面流 狀態에서의 遡上效果

그림 11은 階段式 魚道內의 흐름이 표면류일 경우 魚族의 遡上형태를 나타내고 있다. 그림 11의 (a)에서 潛孔이 있을 경우 隔壁을 월류한 흐름은 바닥으로 잠입하지 않으므로 기포 영역이 낙하류의 경우에 비해 좁지만 潛孔으로부터의 분출류에 의해 기포 영역이 넓어진다. 따라서 魚族의 遡上에 지장을 준다. 이 때 하류측 隔壁을 도약, 遡上한 魚族은 분리점 A에서 기포영역을 피해, 기포영역 밑으로 遡上한다. 遡上 魚族은 潛孔으로부터의 분출류에 거슬러 潛孔 속으로 들어갈려고 하나 유속에 밀려 되돌아 나온다. 따라서 몇 번의 시행착오 후 魚族은 上流側 隔壁으로 跳躍, 遡上한다.

한편, 潛孔이 없는 (b)의 경우 隔壁을 월류한 흐름은 바닥으로 잠입하지 않고 표면을 따라 흐르므로 기포영역이 작아 魚族의 遡上이 쉬어진다. 또한 기포영역 밑에서 魚族은 休息을 취할 수 있어 跳躍, 遡上을 위한 재충전을 기할 수 있다. 이 때 하류측 隔壁을 跳躍, 遡上한 魚族은 곧바로 기포영역 밑을 통해 遡上한 후 재부착점 B에 도달한다. B 점에서는 바닥으로부터 상승하는 순환류가 존재하지만 유속이 느리므로 魚族의 移動에 영향을 주지 못한다. 따라서 魚族은 곧바로 상류측 隔壁을 도약, 遡上한다.

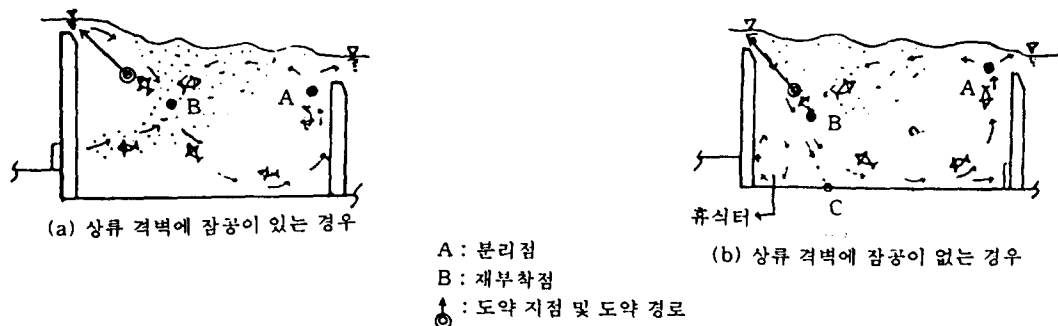


그림 10 낙하류 상태에서의 소상 형태

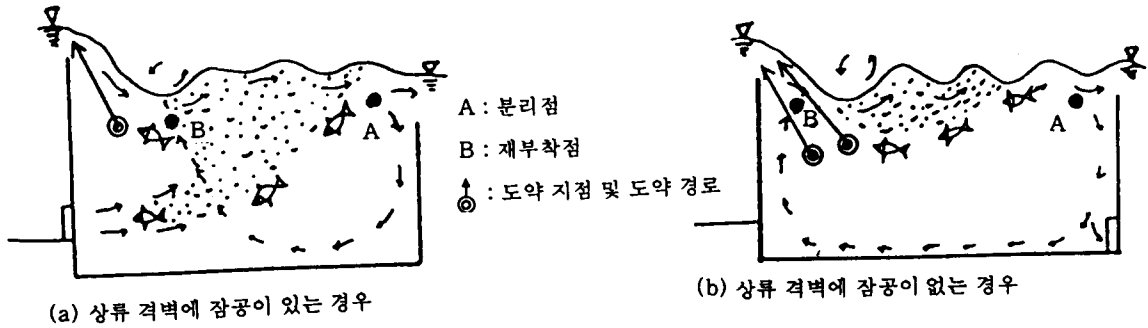


그림 11 표면류 상태에서의 소상 형태

4.3 構造物 形狀에 따른 遡上效果

사다리꼴 隔壁에서 기포 영역에 따른 跳躍, 遡上을 보면 그림 12와 같다. 그림에서 隔壁高가 높을수록 (즉 越流水深이 작을수록) 기포영역이 좁으며, 흐름의 표면 유속도 작고 흐름의 영향이 하류까지 미치지 못한다. 따라서 魚族은 흐름의 표면 유속이 크고 영향 영역이 큰 隔壁 좌측을 향해 遡上한 후, 유속이 작은 側壁 근처에서 많이 도약한다. 右側 隔壁에서는 흐름의 유속이 작고 潛孔으로 부터의 분출류로 인해 遡上에 지장을 주기 때문에

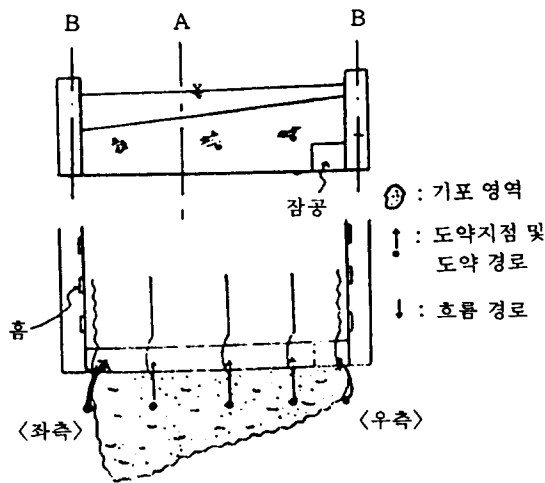


그림 12 사다리꼴 격벽에서의 도약, 소상 형태

魚族의 遡上 빈번도가 낮다 (그림에서 화살표의 굵기는 遡上의 빈번도를 나타내며 굵을수록 많이 遡上함을 의미한다). 새만금지구 魚道の 경우 潛孔은 바닥에 쌓인 토사의 제거와 장어의 遡上을 목적으로 계획되었으나 새만금지구는 토사퇴적이 예상되어 潛孔설치로 목적을 달성키 어려우며, 장어의 遡上을 위한 별도의 장어 魚道가 계획되어 있으므로 潛孔설치는 결국 의미를 잃고 만다.

한편 그림 12와 같이 側壁에 흠이 일정간격으로 설치된 경우 흐름은 구불구불해지기는 하나 이로 인한 유속의 減少效果는 별로 없으므로 魚族의 遡上에 큰 도움을 주지 못한다.

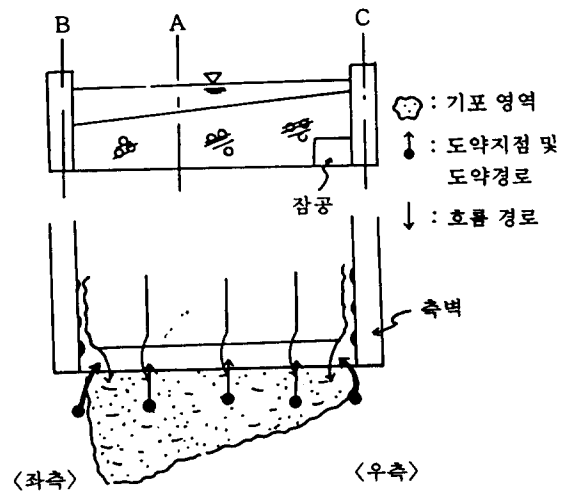


그림 13 돌출부 설치에 따른 흐름상태 및 어족의 소상효과

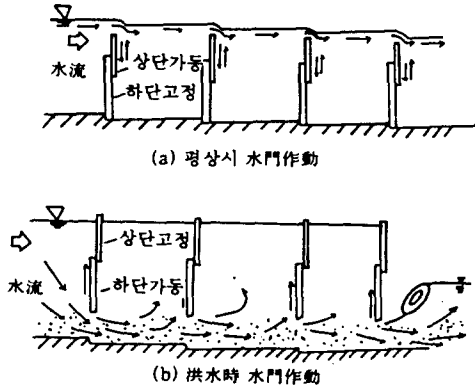


그림 14 상·하 2단식 수직이동 격벽

오히려 이끼등의 부유물이 끼어 미관상 좋지 않거나 維持管理에도 문제점이 있다. 그림 13은 側壁에 돌출부를 설치하였을 경우 魚族의 遡上을 나타내고 있다. 흐름은 돌출부가 설치된 側壁 근처에서 隔壁 중앙부를 향해 흐르게 되고 따라서 側壁 근처에는 흐름의 양이 작아지며 유속도 느려진다. 이 경우 魚族은 유속이 작은 側壁 근처에서 跳躍, 遡上하므로 遡上이 쉬어진다.

이상과 같은 분석을 통해 볼때 潛孔설치는 魚族의 遡上に 지장을 주며 낙하류 상태보다는 표면류 상태에서 遡上이 쉬어진다. 즉 潛孔이 설치되지 않은 표면류 상태가 가장 바람직한 遡上 상태이다. 또한 側壁 홈대신 돌출부 설치가 魚族 遡上に 큰 도움을 주는 것으로 판명된다.

魚道 바닥에 쌓인 토사제거를 위해서는 固定式 隔壁 대신에 그림 14와 같이 上·下 2段式 垂直移動 隔壁을 설치하여 平常時는 上段 隔壁을 可動시켜 流入量을 조절하고 洪水時 下段 隔壁을 열어 flushing에 의한 토사제거 효과를 갖도록 해야 한다.

한편 魚道는 陸地側에 설치되므로(새만금 魚道の 경우 섬에 설치), 새들에 의한 魚族의 피해를 고려하여 그물망을 설치하는 것이 좋다. 또한 魚道 바닥의 색깔을 通過魚族의 색깔과 같이 함으로써 保護色 기능을 갖추고 빛(햇빛 또는 가로등)의 반사로 인해 魚族의 遡上に 지장을 주지 말아야 한다.

5. 結 論

以上과 같은 魚道 수리시험에서 얻어진 내용을 요약하면 다음과 같다.

(1) 魚族의 遡上은 落下流 상태보다는 表面流 상태가 바람직하다. 內水位가 管理 水位를 유지하면 魚道를 통한 흐름은 표면류 상태를 유지한다.

(2) 隔壁을 월류하는 흐름의 유속은 관리수위 상태에서 遡上 限界 流速에 미치지 않으나 適正 流速 범위를 초과한다. 이 경우 魚族은 유속이 작은 側壁부근에서 遡上한다. 따라서 遡上하는 데 큰 지장은 없다.

(3) 側壁에 설치된 홈을 돌출부로 바꿈으로써 隔壁 월류 유속을 줄이고 魚族의 遡上을 용이하게 할 수 있다.

(4) 潛孔 설치로 인해 흐름이 복잡해지고 遡上に 지장을 주므로 신중을 기하여야 하되, 潛孔을 설치할 경우는 바닥을 향해 경사지도록 하고 噴出口를 入口部보다 넓게 한다.

(5) 새만금지구는 土砂堆積이 예상되므로 魚道 內 토사제거를 위해 상·하 2단식 수직이동 隔壁을 설치하여 flushing에 의한 토사제거 효과를 갖도록 해야 한다.

(6) 魚道에 그물망을 설치하고 바닥색깔을 통과 魚族의 색깔과 같이 함으로써 魚族 遡上 기능을 높이도록 해야 한다.

參 考 文 獻

1. 金鎮洪(1993), "階段式魚道の 水理特性和 魚族의 遡上效果," 農工技術誌 論文集, 3(2), pp.55-74.
2. 農業振興公社(1986), 鎭江(1)地區 大單位 農業綜合開發事業 魚道 研究報告書.
3. 農漁村振興公社(1991), 淡水湖의 魚道利用에 관한 研究報告書.
4. Katopodis, C.(1989), "A Guide to Fishway Design," Internal report, Canada Department of Fisheries and Oceans.
5. Nakamura, S.and Yotsukura, N. (1987), "On the Design of Fish Ladder for Juvenile Fish in

Japan”, Proc. of the International Symposium on Design of Hydraulic Structures, Colorado State Univ., Fort Collins, pp.499-508.

6. 小山長雄(1982), “魚道の 診断と 設計”, 日本の
かあ, Vol.24, pp.39-55.
7. 中村中六(1991), 魚道の 設計, 山海堂.

(접수 : 8월 5일)