

원형양어못에서 물흐름정지구역의 최량화에 대한 연구

김명진, 신명국

우리는 모의실험을 통하여 원형양어못에서 배수구의 위치를 중심이 아니라 측면에 놓을 때 양어못의 수질을 개선할수 있다는 결과를 얻어내었다.

선행연구[1]에서는 주로 양어못의 온도, 용존산소함량, 폐하, 침전물들을 비롯하여 물고기의 합리적인 생육조건과 관련한 연구들이 진행되었다. 이러한 연구들은 양어공학에서 특정지표들에 대한 외적인 정적표현으로는 될수 있으나 양어못안에서 이 지표들의 동적상태를 반영하는 내적표현으로는 될수 없다.

선행연구[2]에서는 CFD(계산류체동력학)모의를 통하여 양어못안에서 산소기체순환과 바닥침전물의 분포상태 등에 대한 결과들을 내놓았다. 그러나 양어의 집약화문제를 해결하는데서 못의 물흐름정지구역을 밝혀내고 가장 좋은 물흐름조건을 찾기 위한 연구는 아직 진행되지 못하였다.

본문에서는 우선 원형양어못에서 배수구의 위치를 중심에 고정하고 품질공학수법과 류체흐름해석체계 ANSYS Fluent를 결합하여 양어못의 물흐름정지구역이 최소로 되는 최적조건을 구하였으며 배수구의 위치를 중심에 고정하지 않고 주수구의 반대쪽 끝에 정할 때 중심배수방식에 비하여 훨씬 우월하다는것을 론증한다.

1. 중심배수방식에서 물흐름정지구역이 최소로 되기 위한 조건

본문에서 먼저 고찰하려는 원형양어못은 배수구가 양어못바닥의 중심에 놓여있는 중심배수방식이다.(그림 1)

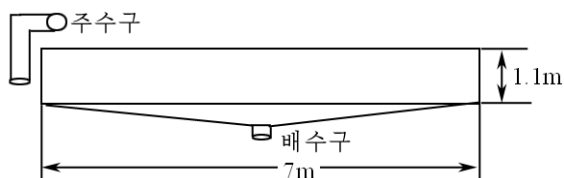


그림 1. 중심배수방식의 원형양어못

그림 1에서 주수구의 직경은 110mm, 배수구의 직경은 200mm이다.

그림 1과 같은 원형못에서는 주수구와 배수구의 위치가 고정되었으므로 물흐름에 영향을 주는 인자들은 주수구에서 나오는

물량, 주수관의 방향각, 주수관의 길이로 볼수 있다.

컴퓨터모의실험을 진행한데 의하면 위의 인자들의 변화에 따라서 양어못에서의 물흐름이 달라지게 된다는것을 알수 있다.

본문에서는 먼저 배수구의 위치가 중심에 있는 경우에 다음과 같은 품질공학문제를 설정하고 해결한다.

먼저 인자들의 수준을 설정하자.

인자의 수준이란 실험결과에 영향을 주는 인자들의 효과성을 고찰하기 위하여 설정하는 인자들의 서로 다른 량적크기를 말한다.

매 인자들의 수준을 표 1과 같이 설정한다.

표 1. 인자들의 수준

No.	인자변수	인자(단위)	1수준	2수준	3수준
1	A	주수구에서 나오는 물량/kg · s ⁻¹	3	3.5	4
2	B	주수관의 방향각/(°)	90	60	30
3	C	주수관의 길이/m	0.1	0.3	0.5

표 2. 직교표

No.	A	B	C
1	1	1	2
2	1	2	3
3	1	3	1
4	2	1	3
5	2	2	1
6	2	3	2
7	3	1	1
8	3	2	2
9	3	3	3

인자의 수가 3개이고 인자들사이의 얹힘은 없다고 본다.

3수준인자가 3개인 경우로서 $L_9(3^4)$ 형 직교표를 리용할 수 있다.

표 2와 같은 직교표를 리용하여 ANSYS Fluent에 의한 컴퓨터모의실험을 진행하였다.

매 실험점에서 흐름속도가 10^{-14} m/s 이하인 물흐름정지구역을 각각 3번씩 측정하였다.

SN비의 계산결과는 표 3과 같다.

표 3. SN비의 계산결과

No.	인자			물흐름정지구역/m ³	SN비
	A	B	C		
1	3.0	90	0.3	20.17	0.002 46
2	3.0	60	0.5	19.18	0.002 72
3	3.0	30	0.1	17.99	0.003 09
4	3.5	90	0.5	18.37	0.002 96
5	3.5	60	0.1	17.86	0.003 13
6	3.5	30	0.3	16.56	0.003 65
7	4.0	90	0.1	15.70	0.004 06
8	4.0	60	0.3	16.14	0.003 84
9	4.0	30	0.5	14.78	0.004 58

위의 자료에 기초하여 작성한 보조표는 표 4와 같다.

표 4. 보조표

인자	1수준			2수준			3수준		
	A	0.008	27	0.009	74	0.012	48	0.011	32
B	0.009	48	0.009	69	0.011	32	0.010	26	
C	0.010	28	0.009	95	0.010	26			

최적조건에서 물흐름정지구역의 크기는 14.10m³로서 표 3의 실험값들보다 더 작다.

물흐름은 주수구가 있는 부분에서 강하며 그 반대쪽은 거의 형성되지 않는다는 것을 알 수 있다.

2. 측면배수방식의 새로운 원형양어못

중심배수방식의 원형못에서 물흐름정지구역은 주수구의 반대쪽 끝부분에 분포되어 있다.

배수구의 위치를 양어못의 중심이 아니라 주수구의 반대쪽으로 움직이면서 물흐름정지구역의 변화를 고찰한 결과는 표 5와 같다.

표 5. 배수구위치에 따르는 물흐름정지구역의 변화

끝으로부터의 배수구위치/m	0.1	0.5	0.9	1.4
물흐름정지구역/m ³	1.54	1.84	1.86	2.12

표에서 보는바와 같이 배수구가 끝쪽으로 갈수록 물흐름정지구역이 점점 줄어들었다.

따라서 배수구를 양어못의 중심이 아니라 주수구의 반대쪽 끝에 놓는 새로운 형태의 원형양어못을 착상하게 된다.

새로운 측면배수방안은 배수구가 주수구의 반대쪽 끝에 서로 마주 놓인 방식이다.

우리는 중심배수방식에서와 마찬가지로 품질공학수법을 리용하여 새로운 측면배수방



안을 설계하였다.(그림 2)

새로운 원형양어못에서 주수구의 방향각은 배수구방향으로 놓여있으며 바닥면은 량쪽측면에서 주수구와 배수구를 연결하는 중심선방향으로 경사진 형태이다.

그림 2. 새로운 방식의 원형양어못

모의를 통하여 측면배수방식의 원형못 46.3m^3 에서 물흐름정지구역의 크기는 2.21m^3 이며 물흐름이 양어못전반에 고르게 분포된다는것을 알수 있다.

이와 같이 논문에서는 중심배수방식과 측면배수방식의 두가지 원형양어못들에서 물흐름속도, 물의 평균회전속도, 평균용존산소함량 등의 값들을 모의측정하여 다음과 같은 결과를 얻어내었다.

첫째로, 측면배수방식때 물흐름정지구역이 중심배수방식에 비하여 훨씬 작다. 모의에서와 같이 중심배수방식의 원형못 46.3m^3 에서 물흐름정지구역은 14.10m^3 인 반면에 측면배수방식의 원형못에서는 2.21m^3 이다.

둘째로, 산소기포기를 쓰는 경우 측면배수방식때 물의 평균회전속도가 중심배수방식인 경우보다 1.5배정도 더 크다. 이것은 보다 적은 전력소모로 양어못안에서 용존산소의 고루분포를 빨리 보장할수 있다는것을 의미한다.

셋째로, 산소기포기를 쓰지 않는 경우 측면배수방식때 평균용존산소함량이 중심배수방식인 경우보다 1.3배 크다.

넷째로, 측면배수방식인 경우가 중심배수방식인 경우에 비하여 퇴수속도가 1.7배 빠르다.

다섯째로, 메기를 수확할 때 중심배수방식에 비하여 측면배수방식이 훨씬 편리하다.

참 고 문 헌

[1] J. C. Farrelly et al.; Aquacultural Engineering, 64, 68, 2015.

[2] S. Singh et al.; Aquacultural Engineering, 20, 75, 1999.

주체107(2018)년 12월 5일 원고접수

The Optimization of Dead Water Zones in Circular Fish Ponds

Kim Myong Jin, Sin Myong Guk

In this paper, we find the optimum conditions for minimizing the dead water zones in circular fish ponds by experimental planning and ANSYS Fluent. And we prove that the side outlet mode is much better than the center outlet mode.

Key words: fish pond, water quality, dead water zones, experimental planning