

오리 사육장치의 설계 및 구조해석

이종선* · 홍석주**

Design and Structural Analysis of Duck Breeding System

Jong Sun Lee* and Suck Ju Hong**

요 약 본 논문에서는 오리 사육장치를 제작하기 위하여 오리의 습성에 맞게 사육장치를 설계하였다. 또한 오리의 먹이는 음식물쓰레기로 하고, 오리의 분뇨는 컨베이어 벨트로 수거하여 지렁이의 먹이로 사용함으로써 음식물 쓰레기를 줄이고, 지렁이에 의한 분변토를 얻을 수 있어 환경오염을 줄일 수 있는 새로운 시스템을 설계하였다. 사육장치의 프레임은 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS로 구조해석을 실시하여 안전성을 검토하였다.

Abstract This study is object to design and structural analysis of duck breeding system. Design tool is AutoCAD and structural analysis of duck breeding system using result from ANSYS Code. The finite element model was developed to compute the stress, strain and displacement for duck breeding system. This structural analysis results, many variables such as boundary condition, constraint condition and load condition are considered.

Key Words : Duck breeding system, Structural analysis, Frame, Modeling

1. 서 론

오리고기는 모든 육류 중 특이한 알칼리성 식품으로서 불포화지방산의 함량이 높기 때문에 체내의 지방과 다 축적에 의해 유발되는 동맥경화, 고혈압 등 성인병의 염려 없이 사람들의 건강을 지켜주고 몸의 산성화를 막아주는 건강식품이다.

오리고기를 많이 섭취하면 대사조절기능이 높아져 몸안에 쌓인 각종 독을 풀어주고 혈액순환을 돕는데 탁월한 효능이 있는 것으로 알려져 있어 수요는 증가하나, 사육장의 한계로 재래성을 벗어나지 못한 근대적 사육 방식에 의하여 공급이 모자라고 있으며, 오리의 생육 특성에 의하여 양계장과 같은 시설을 마련할 수 없는 요소가 있었다.

본 논문에서는 오리의 생육 특성에 맞는 오리 사육장치를 개발하였다. 기존 양계장의 닭과는 다르게 오리가 생육을 하기 위하여 어미 오리를 위한 일정 평균 넓이가 있어야 하므로, 양계장의 사육장치와 다른 새로운 사육장치의 개발이 필요하게 되었다.

오리 사육장치는 복층화 됨으로 인하여 상층의 오리 분뇨에 의하여 하층의 오리가 피부병 등에 걸릴 수 있으며 오리의 분뇨를 이용한 2차 처리부분을 고려하여 오리의 분뇨를 수집 배출할 수 있도록 컨베이어 시스템을 적용하여 한곳으로 집적할 수 있도록 하여, 이후에 있을 지렁이 사육에 필요한 오리의 분뇨는 지렁이가 섭취하고 분변토를 생성하여, 오염된 땅의 정화 및 친환경 경적 비료로서 역할을 수행할 수 있을 것이다.

2. 시스템 개요

음식물쓰레기는 식품공급량의 18.7%에 달해 우리나라 자동차 수출액과 맞먹고, 농축수산물 수입액의 1.5배에 달해 환경부는 낭비되어 버려지는 음식물쓰레기의 경제적 가치가 2001년 현재 연간 총 14조원으로 발표하였다. 남은 음식물쓰레기의 매립이 수도권에서는 2000년부터 금지되었고 2005년부터는 전국적으로 금지될 예정이다. 이와 같은 현실을 감안하여 버려지는 음식물쓰레기를 오리에게 공급한 후 오리분뇨를 활용한다. 오리 분뇨는 산성으로 토양을 오염시키지만 컨베이어로 수거하여 숙성하고 지렁이의 먹이로 사용하여 분뇨 처리비용을 줄일 수 있고 또한 토양 오염을 방지할 수 있다.

과거에는 지렁이를 주로 작물의 수확 증대에 이용하였

*대전대학교 기계설계공학과

Tel : 031-539-1975

**조선대학교 기계공학과

으나 현대에 들어서는 지렁이가 유기성 물질을 잘 섭취하여 안정된 물질로 전환시킬 수 있는 기능이 환경오염과 그 처리에 부담을 주고 있는 각종 산업시설, 분뇨 및 하수 처리시설의 슬러지와 가축폐기물 처리라는 측면에 활용될 수 있다는 개념에서 매우 중요한 변환이라 하겠다.

지렁이의 배설물인 분변토는 양질의 비료 및 토양 개량제를 생산할 수 있다.

가장 이상적인 폐기물처리는 자연생태계의 원활한 물질순환과 에너지흐름의 과정에서 폐기물이 하나의 생태계 구성인자로 존재하도록 하는 것이다. 이러한 차원에서 폐기물의 처리는 토양이 소화해낼 수 있는 범위 내에서 폐기물을 변형 또는 축소하여 토양에 환원시키는 것이 가장 합리적인 방법이다. 폐기물 처리방법은 여러 가지 방법이 있지만 최근에는 지렁이 처리법이 주목을 받고 있으며, 지렁이 처리방법은 어떤 처리방법보다 환경친화적인 것으로 평가받고 있다. Figure 1은 오리와 지렁이를 활용한 음식물쓰레기 처리기술 시스템을 나타낸 개략도이다.

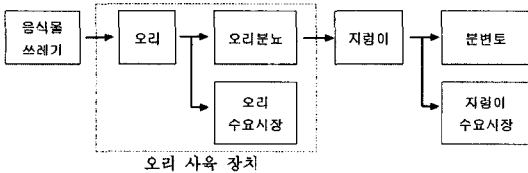


Fig. 1. 음식물쓰레기 처리기술 시스템

3. 설 계

3.1 사육장치의 설계

Figure 2는 오리 사육장치의 전체적인 도면으로서, 2단으로 공간을 효율적으로 설계하였으며 각 세부 사항은 다음과 같다.

- ① 오리사육 장치의 기본 프레임
- ② 물통 : 오리가 몸을 씻을 수 있고, 물놀이를 하는 장치
- ③ 먹이상자 : 오리의 먹이로 쓰이는 음식물쓰레기를 담는 장치
- ④ 컨베이어 벨트 : 오리의 분뇨를 수거하는 장치
- ⑤ 바닥 그물 : 오리가 바닥 그물 위에서 활동하고 분뇨의 낙하를 위해 그물로 사용
- ⑥ 옆 그물

전체적인 프레임은 녹을 방지하기 위해 강화 플라스틱(FRP)을 사용하였다. 기본 프레임의 길이는 6000 mm로 길이는 사육장의 길이에 따라 연장 할 수 있으며 폭은 2220 mm, 높이는 2단을 쌓았을 때

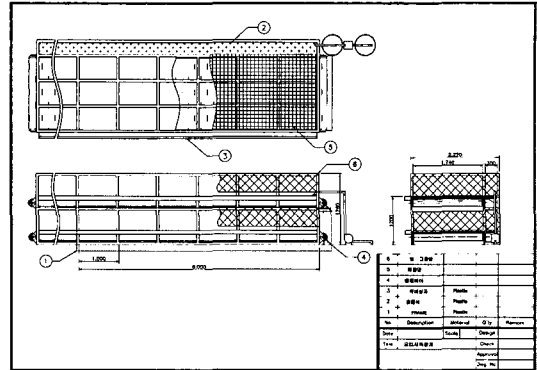


Fig. 2. 오리 사육장치

1760 mm이다.

Figure 3은 기본 프레임으로 재료는 녹을 방지하고, 오리 분뇨에 의한 부식을 방지하기 위해 60×60 mm 강화 플라스틱을 사용하였다.

3.2 구조해석에 의한 안전성 검토

설계된 오리 사육장치의 구조해석을 위하여 ANSYS를 활용하였으며, Element를 BEAM 4와 LINK 8을 선택하고 프레임의 구조를 점과 선으로 단순화하여 하중을 적용하여 최대 처짐을 구하였다.

(1) 구조해석을 위해 필요한 사항

- ① FRP의 기계적 성질
영률(Young's modulus : 종탄성계수) = 900 (kg/mm²)
- ② 사각 빔(Beam)의 단면 2차 모멘트(Inertia moment)

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{60\text{mm} \times (60\text{mm})^3}{12} = \frac{(60\text{mm})^4}{12}$$

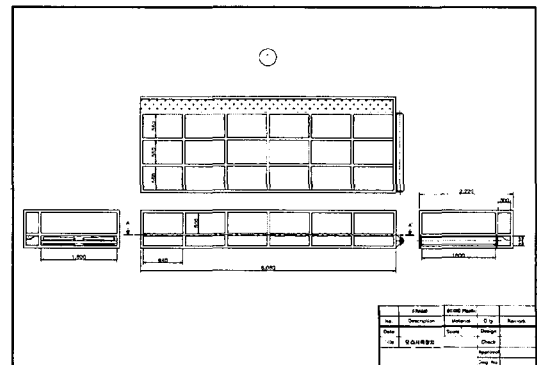


Fig. 3. 기본 프레임

Table 1. 1평당 오리의 수용 수

	0~2주	3~4주	5~6주	8~10주	10~15주	15주 이후
1평당 수용수 (마리)	70~80	30~40	15~20	12~15	10~12	6~8

= 1.08e6(mm⁴)

③ 기본 프레임에 가해지는 하중(kg)

① 오리 사육장치의 기본 프레임의 평수

$$\frac{1.75 \times 6(m^2)}{3.3(m^2)} = 3.18m^2$$

② 다 자란 오리의 기본 프레임 안에 수용할 수 있는 오리 3.18 × 8 = 25.44 마리

③ 기본 프레임 안의 오리의 총 중량 30마리 × 3kg = 90kg

(2) 모델링

Figure 4는 전체적인 프레임을 Node와 Element로 단순화한 그림이다.

Element type : BEAM 4와 LINK 8을 선택.

① Real constant

BEAM 4는 IZZ = 1.08e6, IYY = 1.08e6, TKZ = 60, TKY = 60 LINK 8은 AREA = 1200

② Isotropic material properties

Young's modulus 900(kg/mm²)

(3) 구속조건과 하중 적용

구속조건은 맨 아래 절점에 X, Y, Z 방향으로 모두 구속하였고, 하중은 오리가 놓여지는 프레임의 위층·아래 층 바닥 각각의 내부 Node 10개에 전체하중 100kg(안전을 고려하여 계산 값보다 크게 적용)을 나누어 절점 각각에 10kg의 하중을 적용하였다. Figure 5는 모델링 후에 구속조건과 하중을 적용한 그림이다.

(4) 해석 결과

Table 2의 결과에서 39번 절점에서 최대 처짐 1.9389 mm가 나왔음을 알 수 있다. Figure 6은 하중에 의한 변형 후 모양을 나타낸 그림으로서 중앙에 특히 처짐이 크게 나타난다. 오리 사육장치의 구조해석 결과 각 절점에 대한 처짐량은 Table 2와 같다. 이러한 결과를 참고하여 오리 사육장치에 대하여 AutoCAD를 활용하여 설계하였으며 이때 오리의 사육환경을 고려하여 복층으로 설계한 후 설계도면에 따라 오리 사육장치

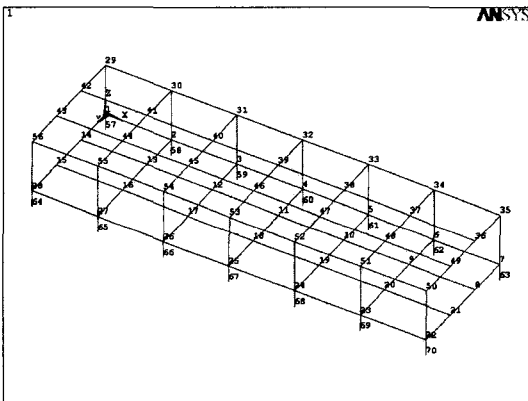


Fig. 4. Node와 Element를 이용한 모델링

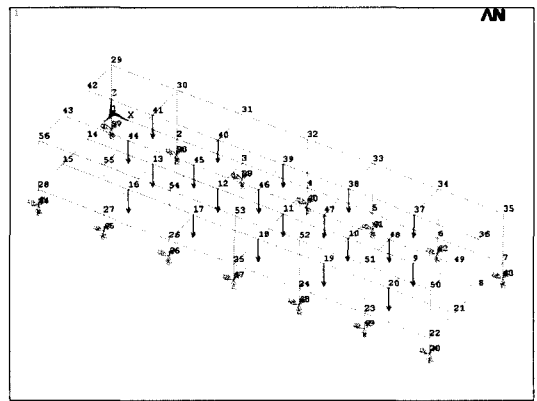


Fig. 5. 구속조건과 하중적용

Table 2. 최대처짐량

NODE	0	0	39	32	36	0
	UX	UY	UZ	ROTX	ROTY	ROTZ
VALUE	0.0000	0.0000	-1.9389	-0.36966E-02	-0.67893E-03	0.0000

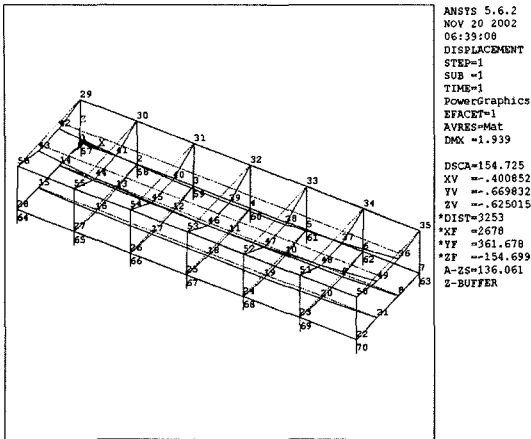


Fig. 6. 해석 결과

를 제작하였다.

3.3 컨베이어 벨트

바다 그물 사이로 떨어진 오리분뇨를 수거하는 장치이다. 액체 성질이 강한 오리의 분뇨를 컨베이어 벨트의 중앙에 모을 수 있게 Figure 7처럼 위 컨베이어 롤러에 경사를 주었다. 컨베이어 벨트가 작동하면 벨트 끝으로 이동한 분뇨는 프레임에 설치된 주걱으로 벨트로부터 제거하여 한곳에 모이게 된다.

4. 결 론

오리의 생육환경을 고려한 새로운 시스템의 오리 사육장치를 설계하였으며, 오리 사육장치의 안전성을 검토하기 위하여 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS를 활용한 구조해석을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 음식물쓰레기를 활용하여 오리를 사육할 수 있는

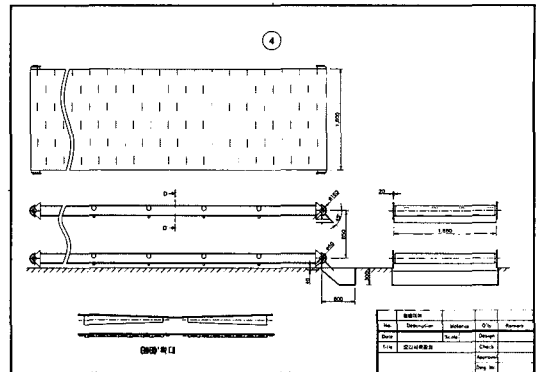


Fig. 7. 컨베이어 벨트

새로운 시스템의 오리 사육장치를 설계하고 이를 근거로 오리 사육장치를 제작하였다.

(2) 제작된 오리 사육장치의 구조해석 결과 최대처짐량이 안전기준에 부합됨을 알 수 있었다.

(3) 오리 사육장치를 제작함으로써 음식물쓰레기로 인한 환경오염을 줄일 수 있다고 판단된다.

5. 참고문헌

- [1] 캐드 넷 엔지니어링, 기계·금형·전기 분야 Auto CAD 2000, 크라운출판사, 2000.
- [2] 고재용, ANSYS 유한요소법, 시그마프레스, 2001.
- [3] 김낙수, 임용택, 진종태 공역, 공업재료 가공학, 반도출판사, 1994.
- [4] 최훈근, 류재근, 토양생물 지렁이를 이용한 폐기물활용, 신광출판사, 2001.
- [5] 김학열, 동물생리학, 정문각, 1998.
- [6] 배운환, "지렁이를 이용한 하수슬러지 자원화를 위한 전처리 기술개발", 대전대학교 2002년도 산학연 공동 기술개발지역컨소시엄사업 최종보고서, 2003.