

지중해담치 양식 어업 치패분리장비의 구조적 안전성 고찰

이영주* · 박상혁¹ · 박주삼²

주식회사 포엠 대표이사, ¹사단법인 해양수산과학기술연구조합 선임연구원,

²사단법인 해양수산과학기술연구조합 이사장

Structural safety analysis for separator of young *Mytilus galloprovincialis* in marine farming

Yong-Ju LEE*, Sang-Hyuk PARK¹ and Ju-Sam PARK²

President, Department of Automation Equipment Engineering, For-M Inc, Suncheon 58025, Korea

¹Senior Researcher, Incorporated Research Association of Oceans and Fisheries Science Technology, Yeosu 59631, Korea

²Principal Researcher, Incorporated Research Association of Oceans and Fisheries Science Technology, Yeosu 59631, Korea

In this paper, among the various facilities used in marine farming, young bivalves of the *Mytilus galloprovincialis* of marine farming was placed on the deck of the fishing vessel to evaluate the environment conditions and drive shaft movement by rolling affecting the separator for the young bivalves and a clean process. There were a few studies on stress analysis of development facilities because it was difficult to access the fishing site due to the use of imported equipment and the lack of development of domestic equipment. In this study, stress analysis of the fixed part of separator for young bivalves and its adjacent part was performed on various phases when the vessel was tilted by rolling using the finite element method. In addition, the structural safety of the internal blade under the driving conditions according to the movement of the drive shaft by the hydraulic motor was confirmed through structural analysis. As a result, the connection part between the deck and the separator by rolling was confirmed to have higher stress than that of other parts due to stress concentration. In addition, it was confirmed that the maximum stress occurred on the connection part between blades. Even though the safety of the separator for marine farming was confirmed by structural analysis, it is necessary to comprehensively consider the age of vessels, the material of the deck, and the corrosion of the deck.

Keywords: Structural analysis, Structural safety, Automation for aquaculture, Marine farming, *Mytilus galloprovincialis*

Received 16 December 2022; Revised 28 October 2023; Accepted 29 November 2023

*Corresponding author: yjlee2560@for-mkorea.com, Tel: +82-61-721-0408, Fax: +82-61-725-0408

Copyright © 2023 The Korean Society of Fisheries and Ocean Technology

서론

우리나라의 양식어업은 어류양식어업, 패류 양식어업, 해조류 양식어업, 기타 수산 동물 양식어업으로 분류할 수 있고 패류 양식어업은 굴, 홍합으로 크게 구분된다. 패류양식어업 중 홍합양식이라 불리는 지중해담치 양식은 2020년 기준 53,064톤, 생산 금액 255억을 창출하는 양식산업이다(Kostat, 2020).

지중해담치 양식어업은 연안공동체의 생계유지를 담당하는 소규모 어업 중 하나로 지역경제 발전에 기여할 수 있는 성장동력이다. 하지만 지중해담치 양식어업에서 어장 및 소형면허를 가지고 있는 어업인들의 조업방식은 여전히 노동집약적인 수동 방식을 고집하고 있다. 양식어업 설비는 특성상 각 수요처(어업인)에 따라 다양하게 요구되는 조건을 반영한 설계가 이루어져야 하는 이유와 선진국의 높은 자동화 기계 기술 수준을 만족시켜야 하는 문제로 개발 및 보급이 힘든 실정이다.

양식 및 소규모 어업의 고질적인 문제 중 하나는 인건비로 고령화 및 국내 인력 부족으로 인한 외국인 선원 대체의 문제이다. Fig. 1은 통계청에서 매년 조사하는 농림어업조사에 따르면 어가 및 어가인구 수는 매년 감소하고 있다고 보고되었다(Kostat, 2022). 따라서, 어가의 인구에 대한 문제는 앞으로는 더욱더 심각해질 것으로 예상된다.

이러한 문제 해결을 위해 양식 자동화 설비에 관한 연구로 2010년 전남대학교 산학협력단에서 중소기업청 연구과제를 통해 홍합 수염 제거 및 세척기기를 개발하였고 2018년 경상대학교 산학협력단에서 해양수산부의 수산 식품 산업 개발 사업을 통해 전복, 꼬막 및 홍합 세척, 선별 및 탈각기 개발 과제를 수행하였다(Kim, 2009, Choi, 2018). 그리고 통영에 위치한 금진수산은 네덜란드 지중해담치 양식기계 제작업체와 함께 중패

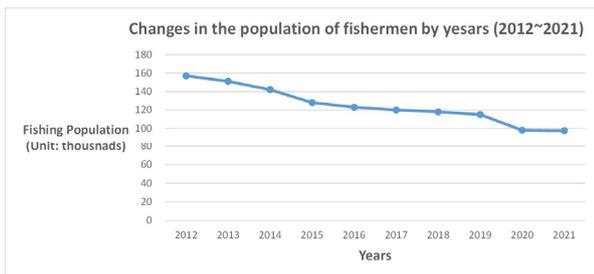


Fig. 1. Changes in the population of fishermen by year.

리튜빙 장치와 홍합 세척 및 분리 장치에 대한 특허를 출원하였다.

하지만, 양식 자동화 설비의 구동 성능과 작업 효율에 대한 평가가 이루어지는 고중량 양식자동화 설비에 대한 구조안전성 선행연구가 전무하여 이에 대한 안전성 평가 분석 검증이 어려운 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 지중해담치 양식에 사용되는 어장관리선의 상부 갑판에 배치된 고중량 치패분리장비의 선박의 구조적 안정성과 회전체에 지중해담치 및 수하연에 의한 최대하중에 걸리는 상황에 대해 구조해석을 수행하여 양식 자동화 설비에 대한 구조안전성을 평가하였다.

재료 및 방법

대형 치패분리장비의 설계 방법

우리나라의 홍합양식 규모가 가장 큰 여수와 경남에서는 뉴질랜드와 네덜란드의 양식어업 장비를 사용 중이지만 어가들에서 사용하는데 불편한 점이 있어 개조를 시도하고 있다.

뉴질랜드에서 개발된 장비는 여수의 일부 어가에서 수입해 사용을 시도했으나 치패의 크기, 수하연 구입의 어려움, 높은 탈락율로 인해 사용하는데 어려움이 존재한다. 네덜란드에서 개발된 장비는 2015년 8월 금진산업이 최초로 수입해 일부 개조하여 사용 중이지만, 수하연 구입 어려움과 대형설계된 장비여서 사용하는데 어려움이 존재한다. 두 지역에서 사용되는 개조 제품의 공통적인 문제는 제조된 나라의 해역에 적합한 설계, 높은 구매단가, 장비 고장 및 파손으로 인한 수리와 부품 교체 어려움 등이 있다.

Fig. 2는 우리나라의 해역에 적합한 설계를 적용하고 해양환경에 적합한 내식성과 구조 개선을 통한 내구성

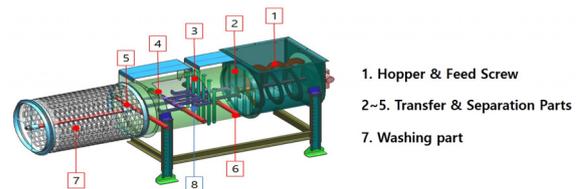


Fig. 2. 3D model of separator for young *Mytilus galloprovincialis*.

Table 1. Material properties of *Mytilus galloprovincialis* by part

NO	Part	Material
1	Feed Screw	SUS304
2	1st Separation support plate	SUS304
3	2nd Separation support plate	SUS304
4	1st power rotatin axis	SUS304
5	Changeable worm gear	SCM440
6	2nd power rotation axis	SUS304
7	Rotary Washing drum	SUS304
8	Separation blade	SUS304

을 보완하여 제작한 20톤급 어선용 대형 치패분리장비이다. 장비의 구성은 크게 수하연과 치패를 분리에 도움을 주는 스크류가 설치되어 있는 호퍼부와 수하연에서 분할판을 이용해 치패를 분리하는 이송 및 분리부와 치패에서 족사분리 및 세척을 담당하는 세척부 등으로 구성되어 있다. 또한, 설비의 각 파트별 재질을 Table 1로 정리하였다.

치패 분리장비의 작동 과정은 Feed Screw에 일정량의 지중해담치 치패를 투하하면 치패가 스크류의 구동 진행방향에 따라 첫 번째 support plate를 통과하고 회전하는 blade에 따라 치패가 분리되고 Washing drum까지 이동하며 세척되는 과정으로 구성되어 있다.

해당 과정의 안전성을 검증하기 위해 설계는 상용 설계 프로그램인 Auto Cad 2016와 Inventor 2016을 이용하였다.

유한요소 모델링

대형 치패분리장비의 구조안전성을 분석하기 위해 치패분리기 전체에 대한 구조 건전성 평가와 내부 회전 구동체에 치패가 분리하는 공정을 모사한 건전성 평가를 수행하였다. 따라서, 유한요소해석 모델링은 Fig. 3와 같이 대형 치패분리장비와 Fig. 4에 모사된 내부 회전 구동체에 대한 모델링으로 구분된다.

대형 치패분리장비 전체에 대한 모델링은 호퍼부, 이송 및 분리부, 세척부 3가지로 구분되어야 하지만 해석의 간소화를 위해 세척부와 내부 회전 구동체를 제외하였다. 대형 치패분리가 장비의 구조건정성 평가에 사용된 유한요소 해석모델을 구성하는 절점 수는 143,805개, 요소는 70,752개와 Mesh Control을 활용하였다.

내부 회전 구동체의 모델링은 유압모터와 직결되는 샤프트와 수하연에서 치패를 분리시켜주는 블레이드로

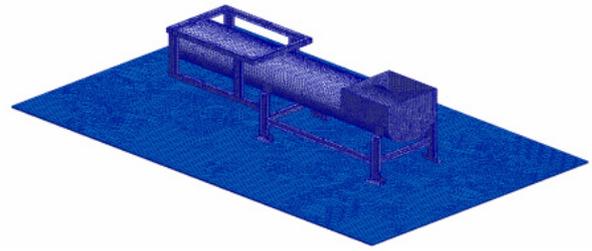


Fig. 3. FE (Finite Element) model for separator.

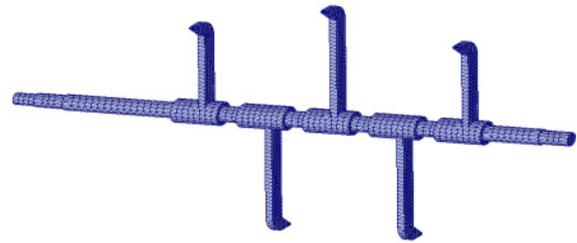


Fig. 4. FE model for shaft and blades.

구성되어 있다. 구조건정성 평가를 위한 유한요소 해석 모델 절점 수는 31,119개, 요소수는 18,419개이다.

재료 물성

대형 치패분리장비와 내부 회전 구동체의 구성은 SUS304와 FRP (Fiber Reinforced Plastic)으로 되어 있다. 대형 치패분리장비의 전체적인 구성이 SUS304이고 20톤 급 어선과 체결을 모사하기 위해 바닥판을 FRP로 모사하였다. Table 2은 SUS304와 FRP의 재료물성을 나타내는 표이다.

Table 2. Material Properties for Static Analysis

Material	SUS304	FRP
Density	8.0e+3 kg/m ³	1.9e+3 kg/m ³
Tensile Strength	5.3e+3 kg/cm ²	1.7e+3 kg/cm ²
Yield Strength	2.4e+3 kg/cm ²	0.2e+3 kg/cm ²
Poisson's Ratio	0.3	0.25

구속 및 경계 조건

대형 치패분리장비의 구속 및 경계조건은 치패의 하중 100 kg, 내부의 이동로 Shell Structure, FRP와의 지지점 완전 고정, Rigid 본드결합 및 부품 contact 조건을 모사하였다. Shaft와 Blades에 대한 해석은 Shaft에 각속도 회전으로 유압모터의 회전을 모사하고 치패의 하중을 모사하기 위해 시간에 따라 하중을 변경하였다.

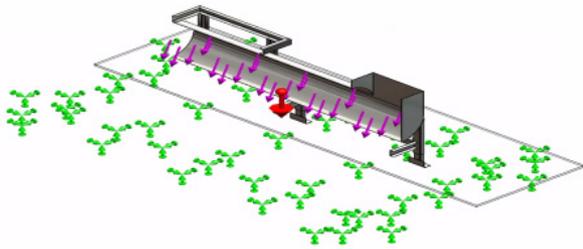


Fig. 5. IC (Initial Condition) and BC (Boundary Condition) of separator for young *Mytilus galloprovincialis*.

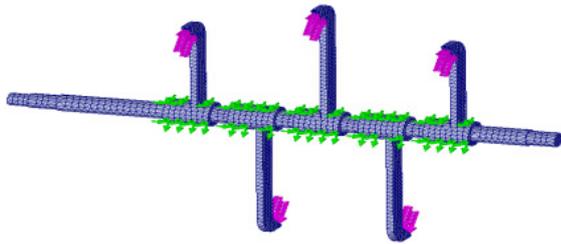


Fig. 6. IC (Initial Condition) and BC (Boundary Condition) of for shaft and blades for young *Mytilus galloprovincialis*.

Blades에 걸리는 하중은 한 방향당 5 kgf이며 상부의 경우 3분할이 모사되었고 하부는 5 kgf의 하중을 2분할로 모사되었다.

유한요소해석

유한요소해석은 상용 유한요소 해석프로그램인 SOLIDWORKS 2021 Premium을 이용해 수행하였고 해석 대상은 크게 대형 치패분리장비와 내부 회전 구동체로 구분된다(Dassault System, 2020) 대형 치패분리장비는 선형 정적해석으로 치패분리장비만 해석한 Case와 치패분리장비에 FRP를 모사하여 롤링에 의한 효과를 고려한 Cases로 구분된다. 내부 회전 구동체는 비선형 정적해석으로 유압모터에 의해 회전 구동체가 회전했을 때, Blades에 치패의 하중이 분포하중으로 작용된다. 상기 두 해석을 수행하여 Von-mises Stress와 Displacement를 도출해 장비의 구조안전성을 검토하였다(Kwak NS et al. 2021)

Von-mises Stress는 주로 파손 평가에 기준이 되고 최대 뒤틀림 에너지 이론을 기준으로 주응력을 이용해 등가응력으로 표현한 값을 말한다. 해당 Stress는 세 방향에 수직으로 작용하는 힘의 크기인 주응력($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$)

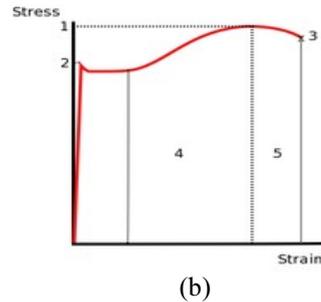
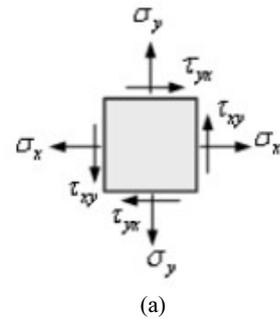


Fig. 7. Theories of stress for static analysis (a) is stress distribution about stress (b) is stress and strain curve.

과 접선방향의 힘을 나타내는 전단응력($\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$)의 성분을 조합해 도출해 크기를 나타낸다.

$$\sigma_{vm} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 + \sigma_x\sigma_y + \sigma_y\sigma_z + \sigma_z\sigma_x + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} \quad (1)$$

$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z =$ 주응력 / $\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx} =$ 전단응력

구조안전성 평가 기준은 하중 및 경계조건에 의해 구조물에 발생하는 최대응력이 허용응력 이하로 나타나는지 판단한다. 본 연구에서 허용응력은 소재의 Hook's law에 의한 Elastic Area에 적용될 수 있도록 하였으며, 이에 따라 최종 구조물에 발생하는 최대응력과 최대변위를 도출하였다(Goodno and Gere, 2020).

결과 및 고찰

해석 결과 및 분석

어장관리선 갑판에 배치된 치패분리장비에는 운전상태 및 해상 환경에 따라 다양한 하중변수가 적용되고 있다. 본 연구에서는 대형 치패분리장비 내부 구동축의 운전조건에 따라 최대응력과 최대변위를 도출했고 해상에서 롤링이 발생하는 상황을 각도에 따라 모사하여 치패분리장비에 전달되는 하중의 변화를 관찰하였다. 구

Table 3. Applications FOS (Factor of Safety)

Applications	Factor of safety (FOS)
For use with highly reliable materials where loading and environmental conditions are not severe and where weight is an important consideration	1.3 - 1.5
For use with reliable materials where loading and environmental conditions are not severe	1.5 - 2
For use with ordinary materials where loading and environmental conditions are not severe	2 - 2.5
For use with less tried and for brittle materials where loading and environmental conditions are not severe	2.5 - 3
For use with materials where properties are not reliable and where loading and environmental conditions are not severe, or where reliable materials are used under difficult and environmental conditions	3 - 5

조해석 결과를 기반으로한 대형 치패분리장비와 내부 회전체의 구조안전성 평가는 선박의 갑판 상부와 치패 분리장비의 연결되는 부위와 내부 구동축과 블레이드의 용접부에 응력집중 현상이 발생해 최대 응력이 발생하는 것을 확인했고 제품 설계 및 제작 단계에서 중점적으로 고려해야할 부위로 선정하였다. Von-mises Stress는 벡터양을 단일 스칼라 값인 등가 응력으로 표현한 것으로 최대 뒤틀림 에너지 이론을 기준으로 3축 응력이 공식을 통해 단일 등가 응력으로 표현되며, 항복 응력 값과 비교하면 항복 여부를 간단하고 합리적으로 판단할 수 있어 대중적으로 사용 중인 수식 (2)을 활용하였다.

$$\sigma_{von} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \quad (2)$$

$\sigma_{von} > \sigma_{yield}$ 이면, 항복이 발생한다고 판단
 $\sigma_{von} \leq \sigma_{yield}$ 이면, 항복에 안전하다고 판단

$$FOS_{Von\ mises} = \frac{yield\ strength}{effective\ von\ mises\ stress_{max}}$$

대형 치패분리장비

대형 치패분리장비는 총 4가지의 Cases에서 구조해석

을 수행해 구조안전성을 평가하였다. Case 1은 FRP가 모사되지 않은 대형 치패분리장비를 대상으로 구조안전성을 평가하였고 Case 2, Case 3, Case 4는 rolling phenomenon을 고려해 발생하는 각도에 따라 평가가 이루어졌다.

Case 1 (Fig. 8)은 Rolling Phenomenon을 고려하지 않은 대형 치패분리장비에 치패의 하중만 모사한 채로 해석을 수행하였다. 최대변위는 이송 통로의 치패하중으로 인한 중력에 의해 Main Frame에서 0.97 mm의 처짐이 발생하는 것을 확인하였다. 최대응력은 Main Frame의 Bottom Plate에서 응력집중현상에 의해 항복강도의 약 20%가 발생하는 것을 확인하였다. 안전계수를 의미하는 FOS (Factor of Safety)의 값은 5 이상으로 구조적으로 안전한 것을 확인할 수 있었다. Case 2는 Rolling Phenomenon을 고려하지 않은 20 t의 FRP (Fiber Reinforced Plastic)가 대형 치패분리장비와 연결되어있는 모델이다. 해석 결과, 최대응력은 Main Frame과 이동통로 용접부, Bottom Plate와 선박 갑판 접촉부에서 발생하는 것을 확인하였다. 최대변위는 0.97 mm가 Main Frame의 전단부에서 발생하였다. Case 2는 Case 1과 같이 5 이상의 FOS값을 가져 구조적으로 안전성을 확보한 것을 확인할 수 있었다.

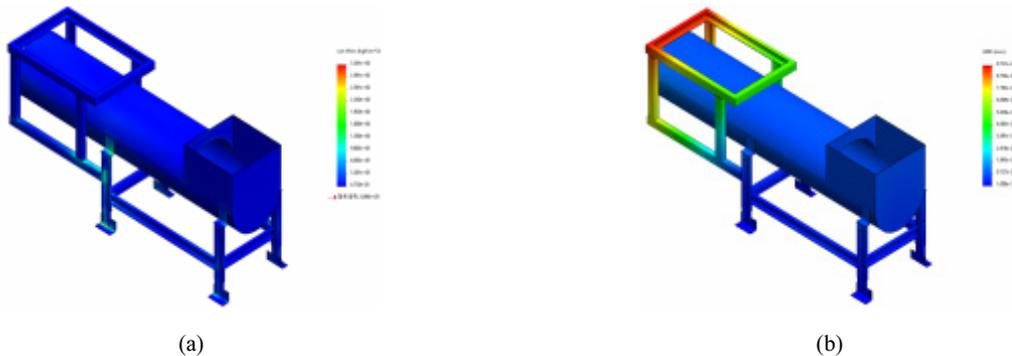


Fig. 8. Results of static analysis (Case 1). (a) is distribution of von-mises stress. (b) is distribution of displacement.

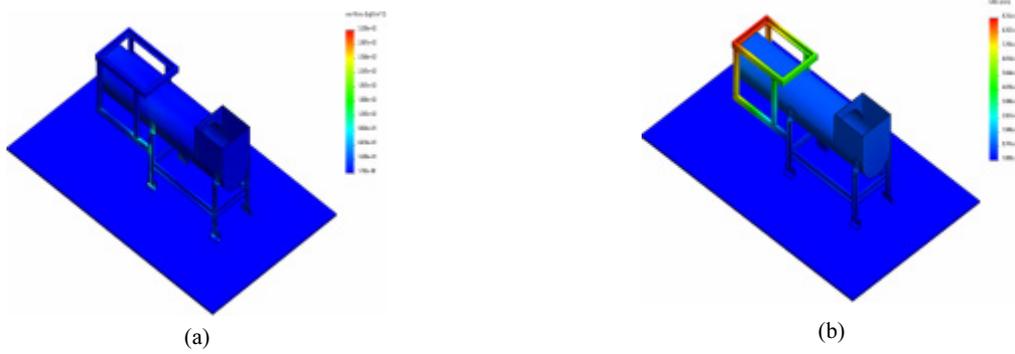


Fig. 9. Results of Static Analysis (Case 2). (a) is distribution of von-mises stress. (b) is distribution of displacement.

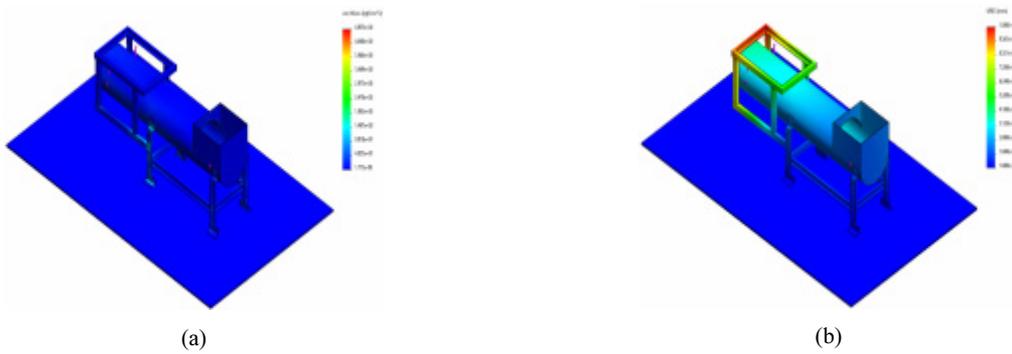


Fig. 10. Results of static analysis (Case 3). (a) is distribution of von-mises stress. (b) is distribution of displacement.

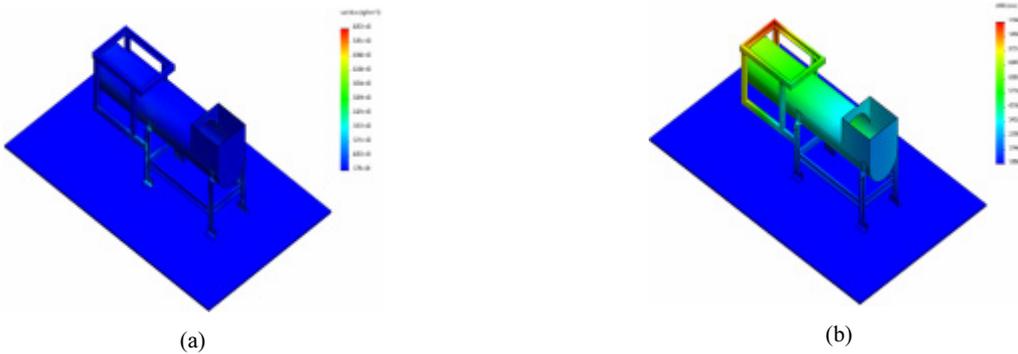


Fig. 11. Results of static analysis (Case 4). (a) is distribution of von-mises stress. (b) is distribution of displacement.

Case 3 (Fig. 10)는 Case 2 (Fig. 9)와 동일한 조건에서 선박에 10°의 Rolling Phenomenon을 추가로 부여하였다. 최대응력은 Main Frame과 이동통로 용접부 및 Bottom Plate와 선박 갑판 접촉부에서 롤링이 발생하는 방향으로 하중이 집중되는 것을 확인할 수 있었다.

최대변위는 Main Frame에서 1.15 mm가 발생하였다. 다른 Case와 마찬가지로 5 이상의 FOS의 값을 가졌고 구조적으로 안전성을 확보한 것을 확인하였다.

Case 4 (Fig. 11)는 Case 2 (Fig. 9)와 동일한 조건에서 선박에 20°의 Rolling Phenomenon을 추가로 부여하였다. 최대응력과 최대변위가 발생하는 부위는 Case 3와 동일한 것을 확인하였다. 또한, 5 이상의 FOS의 값을 통해 구조적으로 안전성을 확보한 것을 확인하였다.

대형 치패분리장비 내부 회전체

대형 치패분리장비 내부 회전체는 1가지 Case에서 구



Fig. 12. Results of static analysis (Case 5). (a) is distribution of von-mises Stress. (b) is distribution of FOS (Factor of Safety).

Table 4. Results of analysis for separator. The results contain analysis conditions and assessments for 4 cases

NO		Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Condition	Rolling Phenomenon	No	No	Yes	Yes
	Angle of Rolling Phenomenon (°)	-	-	10	20
Result	Weight (kg)	100	100	199.24	196.96
	Von-mises Stress (kg/cm ²)	3.21e+2	3.21e+1	6.10e+2	6.06e+2
	Displacement (mm)	9.741e-1	9.741e-1	1.15e+0	1.14e+0
	FOS	>5	>5	>5	>5
Assessment		Safety	Safety	Safety	Safety

Table 5. Results of analysis for shaft and blades. The result contains analysis conditions and assessment for Case 5

NO		Case 5
Condition	Weight of Mytilus galloprovincialis	Yes
	Hydraulic motor	Yes
	Yield Stress (kg/cm ²)	2.108e+3
Result	Von-mises Stress (kg/m ²)	0.23e+2
	Displacement (mm)	-
	FOS	>5
Assessment		Safety

조해석을 수행해 구조안전성을 평가하였다. Case 5 (Fig. 12)는 대형 치패분리장비 내부에서 인입되는 수하연과 치패를 분리시켜주는 현상을 모사했다. 동력을 전달하는 유압모터를 Shaft에 기존 RPM을 Rad/s로 환산하여 회전을 모사하였고 치패의 하중이 시간에 따라 변하는 것을 접촉면에 분포하중으로 모사해 구조안전성 평가가 이루어졌다. 해석 결과, 최대응력은 4번째 Blade에서 2.3 MPa이 발생하였고 최대변위는 시간이력에 따

른 회전체이기 때문에 확인할 수 없었다. Max. Von-mises Stress 값이 Yield Stress와 10배 이상의 차이를 보이므로 소성변형에 대해 위험하지 않다고 판단하였다. 안전계수(FOS)의 경우도 5 이상으로 갖는 것을 확인해 안전성을 갖는 것을 확인하였다.

결론

본 연구에서는 대형 치패분리장비에 대한 선형정적해

석 및 비선형 정적해석을 수행하였다. 설계된 대형 치패 분리장비의 조건과 선박의 FRP를 고려한 하중조합을 고려했으며, 추가적인 경계 및 구속조건을 부여하여 상용 프로그램인 SOLIDWORKS 2021 Simulation을 이용해 FEM Static Analysis를 수행하였다. 대형 치패분리장비의 해석결과, 대형치패분리장비와 치패의 하중만을 Case 1과 같이 모사했을 때, $3.21e+2 \text{ kg/cm}^2$ 의 최대응력과 $9.741e-14 \text{ mm}$ 의 최대변위가 발생하였다. 제품의 설계에 대한 안전성을 확인하기 위해 Von-mises Stress와 Yield Stress를 이용해 안전계수(FOS)를 도출한 결과 5 이상의 값을 확인하였다. 대형치패분리장비, 치패의 하중과 선체의 FRP 일부를 모사한 Case 2는 Case 1과 동일한 최대응력과 최대변위 값을 확인하였다. 안전계수 값도 5 이상이 도출된 것을 확인 할 수 있었다. 동일한 조건에서 Rolling Phenomenon이 10° 와 20° 가 추가로 모사된 Case 3와 Case 4는 $6.10e+2 \text{ kg/cm}^2$, $6.16e+2 \text{ kg/cm}^2$ 의 최대응력값이 도출되었고 최대변위는 각 $1.15e+0 \text{ mm}$, $1.14e+0 \text{ mm}$ 가 확인되었다. 안전계수 값은 두 개의 Case가 5 이상의 값을 확인해 구조적으로 안전하다고 판단하였다. 대형 치패분리장비의 해석 중 Max. Von-mises Stress와 Max. Displacement를 갖는 것은 Case 3이었다. Case 5 유압모터 및 치패의 하중이 모사된 내부 회전체는 치패의 하중을 시간에 따라 양방향 5kg 씩 모사하였고 유압모터의 출력을 모사하기 위해 40 rpm 의 분당 회전수를 4.19 rad/s 로 환산하여 그 값을 각 블레이드에 모사하여 해석을 수행하였다. 해석의 결과 $0.23e+2 \text{ kg/cm}^2$ 의 최대응력과 5 이상의 FOS값을 확인하였다.

해석 결과를 고찰해 볼 때, 갑판의 두께 및 부식성 등을 고려해야하기 때문에 설계와 재료 선정 측면에서 종합적인 검토가 필요하다는 것을 알 수 있었다. 현재까지는 해양 산업에서 이루어지는 어업 자동화 설비에 대

한 연구 개발 부분이 미비하기 때문에 시장 상황과 경쟁력 확보를 위해서는 양식, 어로장비 등 다방면에서 자동화 설비 개발 및 국산화가 필요하다. 따라서, 본 연구의 내용은 앞으로 개발될 제품에 대한 구조안전성을 검토하는 분야에 선행 연구자료 또는 참고 연구자료로써 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

본 연구는 해양수산부의 어업현장의 현안해결지원사업(지중해담치 양식의 자동화 시스템 및 친환경 생산기술 개발)의 지원을 받아 수행한 연구이다(2022, 20220165).

References

- Choi BD. 2018. Development of the mussel and cornea auto-detection line focusing on abalone pure flesh automatic washing machine. GNU Industry-Academic Cooperation Foundation, 1-313.
- Dassault System. 2020. Fundamentals of 3D design and simulation. Solidworks, 1-76.
- Goodno Barry J and Gere James M. 2020. Mechanics of Materials 9th. Cengage, 208-220.
- Kim H. 2009. Development of machine for mussel byssus remove and clean. JNU Industry-Academic Cooperation Foundation, 1-42.
- Kostat. 2020. Statistical Information Report of Fisheries Production Trend Survey, 4-14.
- Kostat. 2022. Agriculture, Forestry and Fisheries Survey, 40.
- Kwak NS, Park SH, Kim MS and Kim TK. 2021. Evaluation of structure safety for air regulator of diving used finite element analysis technique. Proceedings of the KSMPE Autumn Conference 2021, 155.