

선박용 Shaver Type 로프절단장치의 안전성 및 성능평가에 관한 연구

강성훈* · 고재용**†

* 목포해양대학교 대학원 석사과정, ** 목포해양대학교 조선해양공학과 교수

A Study on Safety and Performance Evaluation to Shaver Type Rope Cutter for Ships

Sung-Hoon Kang* · Jae-Yong Ko**†

* Master's course, Graduate School of Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

** Professor, Department of Naval Architecture & Ocean Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

요약 : 우리나라는 연안해역을 집약적으로 활용하기 때문에 폐기물로 인한 해양사고 발생률도 높은 편이다. 항해하는 선박의 추진기에 해양부유물, 페로프, 페어망 등이 감기는 사고를 부유물감김사고로 정의하고 있다. 이러한 사고를 예방하기 위해 본 연구에서는 국내에 상용화되어 셰이버 타입(Shaver type)의 로프절단장치를 유한요소법을 이용하여 구조안전성 검토와 수조시험을 통해 절단 과정 및 성능평가를 진행하였다. 그 결과 로프절단장치를 구성하는 모든 파트는 0.5s 도달하기 전 파손되었으며, 인장강도 대비 발생한 최대응력을 기준으로 각 파트의 안전계수는 최소 2이상으로 나타났다. 수조시험에서는 셰이버타입의 절단장치의 절단 과정을 살펴보고, 실제 해상에서 부유중인 페로프가 다양한 각도로 진입하는 것을 고려하여 케이스 별로 설치 각도를 설정하였다. 그 결과 모든 케이스에서 절단이 되었으며, 절단 날이 어떠한 각도에 장착되어도 로프를 절단하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 로프절단장치, 해양사고, 유한요소해석, 설치 각도, 성능평가

Abstract : As Korean coastal activity is high, the incidence of accidents caused by marine waste is extensive. An accident in which marine floating waste ropes and fishing nets are wound around the propeller of a sailing ship is termed "Rope wrapped accident." To prevent such accidents, this study applied the Finite Element Method (F.E.M.) for performance evaluation of the shaver type cutter, commercialized in Korea, through a structural safety review and water tank test. The results demonstrate that all parts constituting the rope cutter were damaged before reaching 0.5s, and the safety factor of each part was found to be at least 2 based on the maximum stress generated compared to the tensile strength. In the basin test, the cutting process of the shaver type rope cutter was reviewed, and the installation angle was set for each case considering that the rope floating in the sea actually enters at various angles. Consequently, as it was successful at cutting in all the cases, it can be concluded that there will be no problem in cutting the rope regardless of the mounted angle of the cutting blade.

Key Words : Rope cutter, Marine accident, Finite element analysis, Installation angle, Performance evaluation

1. 서론

우리나라는 연안해역을 집약적으로 활용하기 때문에 해양 폐기물로 인한 사고 발생률도 높은 편이다(Kim and Song, 2016). 부유물감김사고는 항해하는 선박의 추진기에 해양 부유물, 페로프, 페어망 등이 감겨 항해를 계속할 수 없는 사고를 의미하며, 보통 운항 지연에 그치지만 기상악화 시 조

중능력이 상실되면서 파도와 함께 전복사고가 발생할 수 있어 인명사고로 연결되는 위험성을 내포하고 있다(Han, 2017). 양식어장이 매년 지속 증가로 인해 항행할 수 있는 항로 폭이 좁아짐에 따라 부유물감김사고 위험성이 증가하고 있으며, 해양 종사자와 어업인의 어구의 단계별 관리체계 및 해양 폐기물법 소홀 등으로 인해 페로프들이 해상에 떠다니며, 항해하는 연안여객선, 어선 등 각종 선박의 추진기에 감기는 사고가 발생하고 있다(Yoo and Jeong 2017).

해양수산부는 감김 사고의 원인을 제거하기 위해 어구실

* First Author : jjoung456123@naver.com, 061-240-7476

† Corresponding Author : kojy@mmu.ac.kr, 061-240-7305

선박용 Shaver Type 로프절단장치의 안전성 및 성능평가에 관한 연구

명제, 신고제도 등 예방대책을 추진하고 있으며, 한국해양교통안전공단과 함께 사고현황을 연도별 계절별로 분석하여 지도에 사고위험도를 표시한 부유물감김사고 현황도를 제공하고 있다(Yum, 2022).

감김 사고를 억제하는 방법으로 선박의 추진체계를 Water jet, Rim-driven 등으로 적용하는 방법과 로프절단장치(Rope cutter)를 장착하는 방법이 있다(Ko, 2005). 일부 어선에서는 선미 하부에 어망 패턴의 스테인리스 구조물을 장착하여 로프를 사전에 차단하는 방법이 사용되고 있다. 국내에서 로프절단장치를 전문적으로 제작하는 업체는 매우 적은 실정이며, 그로 인해 선주들은 해외제품을 사용하고 있으므로 수입의존도가 높은 편이다.

절단장치를 장착하기 위한 설계 요소로는 해당 선박의 스트러트(Strut)의 장착 여부와 형상, 주 엔진에 따른 추진기의 허브(Hub) 크기, 추진축경, 선미관(Stem tube)의 내·외경 및 소재, 선미 구조물 등을 주요 요소로 고려해야 한다.

국내 관련 연구는 로프절단장치의 체결볼트의 안전성 및 실선을 통한 효율성 검증에 관한 연구와 국내 연안 환경에 맞는 로프절단장치의 강성 및 구조에 관한 연구가 이루어졌으며, 두 연구 모두 시저 타입(Scissors type)의 절단장치에 관한 연구이다(Lee et al., 2018; Kim et al., 2021). 해외에서는 셰이버 타입(Shaver type)을 제외하고 현재 상용화 된 7가지 로프절단장치의 성능검토를 위해 다양한 소재의 로프와 그물을 이용하여 수조시험을 진행하였다(Emrhys, 2015).

현재 셰이버 타입 절단장치는 관공선에 도입되어 있으나, 구조안전성과 성능평가는 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 셰이버 타입의 절단장치를 대상으로 유한요소법을 이용하여 토크영향에 따른 구조안전성을 검토하였으며, 수조시험을 통해 절단장치의 절단 과정을 기록하고, 장착 각도를 케이스별로 설정하여 절단 성능평가를 진행하였다.

2. 연구 방법

2.1 부유물감김사고 사례

Fig. 1의 해양수산부(Ministry of Oceans and Fisheries, MOF) 통계시스템에 따르면 최근 5년간 우리나라의 모든 선박에서 발생하는 부유물감김사고는 연 평균 325.8건으로 나타났다. 추이를 보면 2017년 311건에서 2018년 278건으로 줄어드는 양상을 보였으나, 2019년 347건으로 다시 증가하여 현재까지 비슷하게 유지하는 추세이다. 또한 부유물감김사고는 어선에서 주로 발생하고 있으며, 5년간 평균 78% 이상을 차지하고 있다.

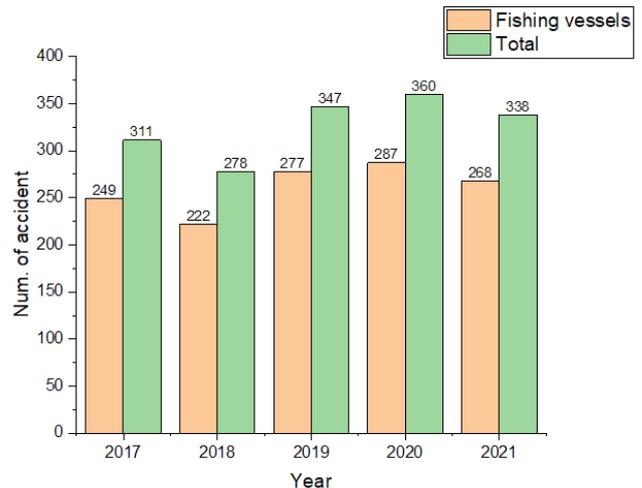


Fig. 1. Current status of rope wrapped accidents in Korea for 5 years (MOF, 2021).

Fig. 2는 항해 중인 어선에서 발생한 부유물감김사고 사례이다. 부유 중인 페로프가 추진기에 감기고 추진축계가 회전하는 동안 로프는 축 방향으로 이동하면서 선미관 후부에 감기게 되는데 이때, 회전하는 축계와 고정체인 선미관에 감긴 로프는 큰 장력이 발생하며, 추진축계의 회전력이 감긴 로프의 인장을 넘어서지 못하고 주기관이 정지된다.

사례와 같이 사고 예방을 위해선 추진기에 감긴 로프가 추진축계에 도달하기 전 절단하여 축 방향으로 이동되는 로프를 사전에 차단하거나, 추진축계에 감긴 로프가 선미관 후부를 감기 전 절단되어야 한다.



Fig. 2. Rope wrapped accident on fishing boat (Yoon, 2019).

2.2 로프절단장치 구성

현재 국내·외에서 사용되고 있는 선박용 로프절단장치는 셰이버 타입, 시저 타입, 디스크 타입(Disc type) 총 3가지 타입으로 구분할 수 있다.

셰이버 타입의 절단장치는 추진축계에 장착되는 로프가드(Rope guard)의 장치와 스트러트 혹은 선미관에 고정된 절단 날(Cutter blade)이 장력이 발생되면서 면도하는 것과 같이 로프를 점차 깎아가며 절단되는 원리이다. 디스크 타입의 절단장치는 원반형의 절단 날이 추진축계에 장착되며, 축

회전력으로 로프를 점차 절단하는 원리로서 절단 날의 특성 상 축 회전속도에 따라서 성능에 영향을 미치므로 보트와 소형선에 주로 장착된다. 시저 타입은 고정된 절단 날과 축계에 장착된 절단 날이 축이 회전하면서 가위와 같이 로프를 즉각적으로 절단하는 원리로서 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 절단장치이다(Lee et al., 2018). 위 3가지 타입을 제외하고 로프가드의 끝단 부에 셰이퍼 타입과 동일하게 얇은 절단 날을 장착한 로프절단장치를 민간에서 제작하여 사용되고 있으나, 절단 날의 강성문제로 인해 내구성이 취약한 실정으로 절단장치보다 로프가드로서 역할이 크다.

2.3 로프절단장치 선정

본 연구에서는 국내에서 주로 연구되어 있지 않은 셰이퍼 타입의 로프절단장치를 선정하였으며, 해당 절단장치는 1차 절단장치(1st cutter)와 2차 절단장치(2nd cutter)로 구분되어 있다. 1차 절단장치는 추진기와 동일한 소재로 내식성이 우수하고 인장강도 590 MPa 이상의 동합금(ALBC3)을 사용하여 볼트에 의해 추진축계에 장착되며, 축계의 직접적인 손상을 방지하기 위해 로프가드에 4개의 절단 날이 장착되어 있다. 2차 절단장치는 체결부와 절단 날로 구성되어 있으며, 체결부는 1차 절단장치와 동일한 동합금 소재를 사용하고, 절단 날은 인장강도 1310 MPa 이상의 STS630 소재로서 체결부는 스트러트 또는 선미관 후부에 장착되고, 절단 날은 서로 마주 보는 양방향에 하나씩 총 2개로 구성되어 있으며, 절단장치의 제원은 Fig. 3에 나타내었다.

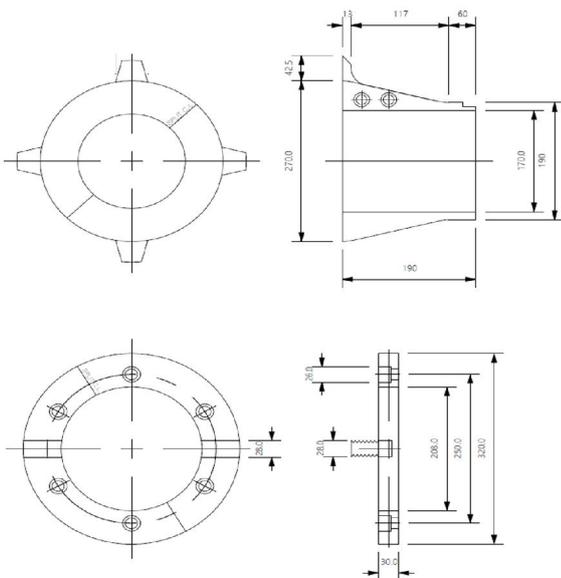


Fig. 3. Shaver type cutter specifications and drawings (Up: 1st rope cutter, Down: 2nd rope cutter).

연구 대상으로 하는 셰이퍼 타입 절단장치의 절단 방법은 Fig. 4에 나타내었다. 1차 절단장치에서 낚싯줄 또는 얇은 로프를 절단하고 절단할 수 없는 로프는 경사면을 따라 2차 절단장치로 이동하게 되며 이동된 로프는 장력이 발생하면서 절단 날에 의해 점차 절단되게 된다.

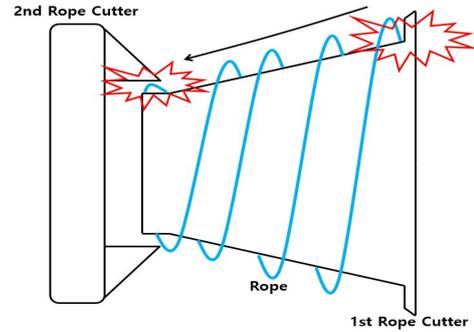


Fig. 4. Cutting process of shaver type rope cutter.

2.4 유한요소해석을 통한 안전성 평가 방법

본 연구에서는 구조해석으로 널리 사용되고 있는 상용프로그래밍 ANSYS를 이용하여 로프절단장치의 구조해석을 수행하였다. 절단장치는 페어망, 각종 이물질 등 어떠한 물체에 의해 절단할 수 없는 상황이 발생하면, 토크로 인한 주기판의 감속기, 크랭크축에 하중이 발생하여 기어의 파손으로 인한 기관손상이 발생 될 수 있으므로 지속적인 축 회전을 위해선 절단 날과 볼트 중 어느 구조물이든 파손되어 기관부의 손상을 막도록 설계되어야 한다(Lee et al., 2018).

본 연구의 로프절단장치에서 토크의 직접적인 영향을 받는 2차 절단장치는 스트러트에 장착하기 위해 체결부와 볼트로 장착되어 있고 장착된 볼트는 KS B1002에 규정된 M12 볼트이다. 해석을 수행하기 위한 구속조건으로 선체에 고정된 스트러트가 움직이지 않도록 해당 면의 모든 자유도를 구속하였으며, 하중조건으로 자중과 추진축을 중심으로 토크 값을 절단 날의 축 방향 즉, 절단 날 하부에 적용했고 토크의 방향은 추진기 회전 방향으로 적용했으며, 본 모델의 경계조건과 물성은 Table 1, Fig. 5와 같다.

Table 1. Material property information of rope cutter

Part	Material	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
Strut	SC410	205	410
Blade	STS630	1175	1310
Fastener	ALBC3	360	590
Bolt	STS304	215	505

선박용 Shaver Type 로프절단장치의 안전성 및 성능평가에 관한 연구

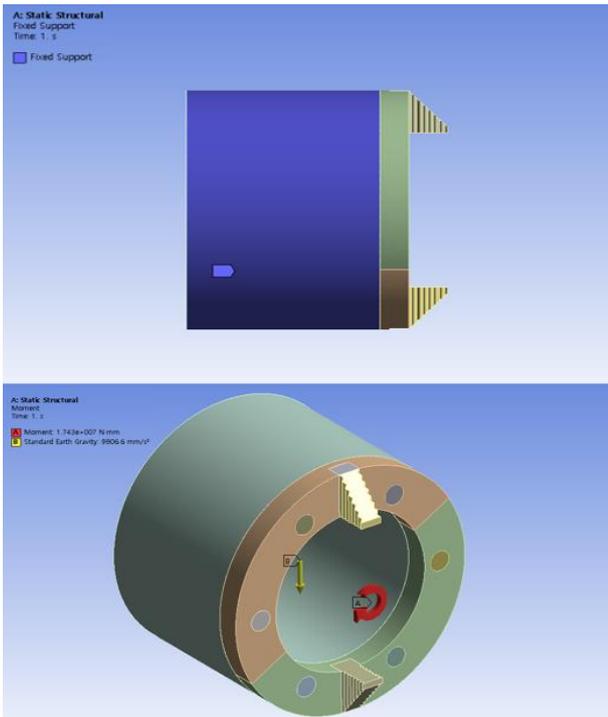


Fig. 5. Boundary conditions (Up: Constraint, Down: Load).

2.5 수조시험을 통한 성능평가 방법

Fig. 6은 셰이버 타입의 로프절단장치 성능평가를 위한 시험수조이다. 축계, 커플링, 베어링, 스트러트, 팩킹 그랜드(Packing grand) 등 실제 선박에 사용되는 축계 시스템과 동일한 모형을 제작하였으며 수조의 크기는 가로 2,010 mm, 세로 1,000 mm, 높이 900 mm로 구성되어 있다.

모터는 회전수를 조절할 수 있는 인버터(Inverter)가 장착되어 있으며, 제원으로 3마력(HP), 3,600 rpm에 감속비 1:30 적용하여 최대 120 rpm으로 회전할 수 있는 모터이다.



Fig. 6. Rope cutter equipment parts and test water tanks.

해상에 부유 중인 페로프와 각종 이물질은 다양한 각도로 유입되어 추진기에 감기기 때문에 이러한 변수를 고려해야 하며, 진입 시 효율적으로 절단하기 위한 최적의 설치각도를 검토해야 한다. Fig. 7은 위 내용과 같이 진입 변수를 고려한 성능평가를 진행하기 위해 각도 별로 0°와 180°, 90°와 270°로 총 2가지의 케이스(Case)를 설정하였으며, 수조시험을 통해 각 케이스의 절단 성능을 확인하고자 한다.

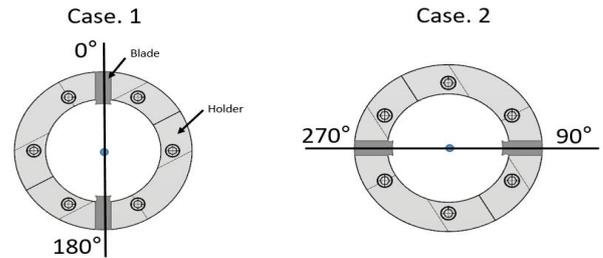


Fig. 7. Test angle case of 2nd rope cutter (front view).

Table 2는 절단장치의 성능평가에 사용된 시험용 로프의 제원을 나타내었다. 실제 해상에서 정박용, 어업용 등 보편적으로 사용되는 3연(Strand) 로프로 구성된 폴리에틸렌(P.E)과 폴리프로필렌(P.P) 로프로 3 mm, 6 mm, 10 mm 로프를 이용하여 시험을 진행하였다.

Table 2. Specification of test rope

Material	Polyethylene	Polypropylene	Polypropylene
Figure			
Strand	3	3	3
Dia(mm)	3	6	10
Tensile(ton)	0.42	0.5	1.29

3. 고찰

3.1 로프절단장치 안전성 평가

Fig. 8은 결과 값을 통해 응력집중이 발생하는 그림을 나타내었다. 절단 날과 체결부의 회전 방향으로 접촉되는 지점에서 응력집중이 일어났으며, 볼트는 스트러트와 체결부를 결합하는 지점에서 응력집중이 발생하였다. Table 3은 추진축에서 발생하는 토크에 의한 절단 날, 체결부, 볼트의 최대응력 결과 값을 나타내었으며, 구조물이 파손되는 것을 기준으로 안전계수를 나타내었다. 각 파트에서 발생하는 최

대응력 값은 절단 날 3761.3 MPa, 체결부 2672.8 MPa, 볼트 1201.0 MPa로 파트별로 해당되는 인장강도보다 2배 이상 높게 나타났으며, 그로 인해 모든 구조물이 파손되었다.

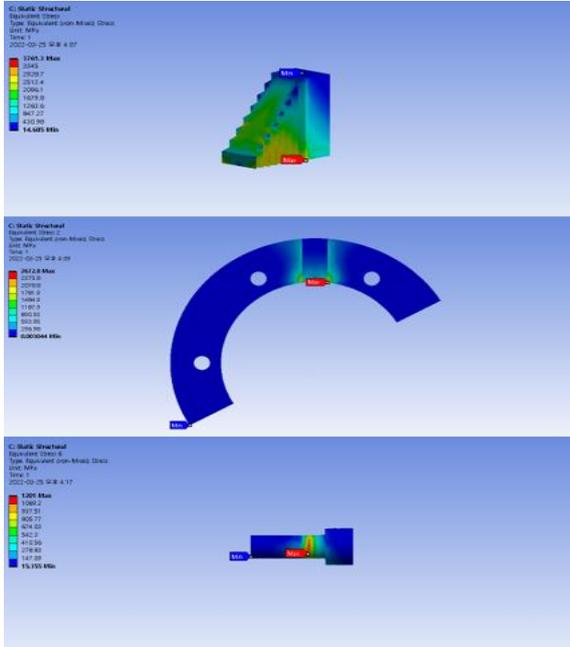


Fig. 8. Structural analysis image of rope cutter parts.

Table 3. Structure analysis result according to rope cutter parts

Part	Max equivalent stress (MPa)	Tensile strength (MPa)	Safety factor
Blade	3761.3	1310	2.87
Fastener	2672.8	590	4.53
Bolt	1201.0	505	2.37

해석 결과를 통해 모든 파트에서 파손이 발생하였으나, 각 재료의 물성에 따라 어느 파트에서 우선으로 파손이 발생하였는지 Fig. 9에 나타내었다.

파손되는 파트를 알아보는 방법으로 그래프의 시작 시점 즉, 0.1s를 기준으로 토크의 스케일(Scale)을 1/10로 감소하고 시간 경과에 따라 토크를 점차 증가시켰다.

체결부는 0.22s 구간에서 먼저 파손되었으나, 구조상 지속적인 축 회전을 위해서는 절단 날 또는 체결 볼트에서 파손이 일어나야 한다. 인장강도가 가장 높은 절단 날은 0.38s 구간에서 파손되었고 0.42s 구간에서 체결 볼트가 파손되었으나, 체결 볼트에 비해 상대적으로 인장강도가 높은 절단 날에서 우선적으로 파손이 일어났다. 이러한 결과를 통해 절단할 수 없는 어떠한 이물질이 걸렸을 경우 토크의 스케일

의 1/2 즉, 0.5s 구간에 도달하기 이전 모든 파트가 파손되었으며, 각 파트의 안전율은 인장강도에 대한 발생한 최대응력으로 절단 날 2.87, 체결부 4.53 볼트 2.37로 나타났다. 모든 파트는 기준값 1을 넘어야 각각의 구조물이 파손되어 설계가 유효하다 판단할 수 있으며, 어떠한 구조물이라도 1미만이면 주기관의 감속기, 크랭크축 등에 영향을 미치는 것을 뜻하므로 나타난 결과를 통해 구조안전성을 확보하였다.

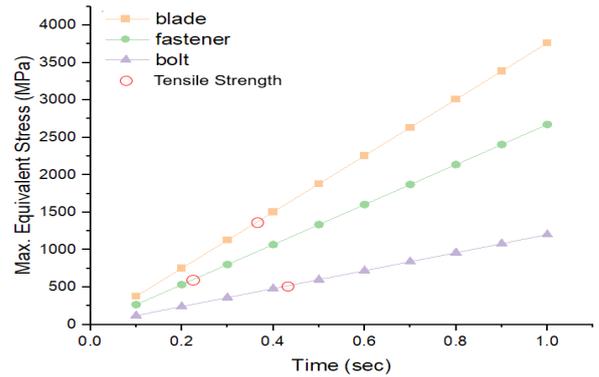


Fig. 9. Graph of max. equivalent stress results of rope cutter parts over time.

3.2 로프절단장치 성능평가

Fig. 10은 절단 과정을 나타내었다. 셰이버 타입 특성상 로프가 절단되기 위해선 장력이 발생되어야 하기 때문에 로프의 양방향으로 고정하여 시험을 진행하였다. 부유중인 로프는 추진기에 우선적으로 걸리고 추진기가 회전하는 동안 로프는 축 방향의 로프가드로 이동하였으며, 로프가드에 감긴 초입부에는 장력이 크게 발생되지 않아 느슨한 모습을 보여 주었다, 축 회전속도로 인해 빠르게 경사면을 따라 스폴(Spool)형태로 일정한 패턴을 유지한 채 절단장치로 이동하였으며, 고정된 로프는 장력이 점차 발생하는 모습을 확인할 수 있었다. 로프는 일정하게 감기면서 절단 날에 접촉되었으며, 지속적으로 축 방향으로 이동하는 로프는 축 회전력과 절단 날로 인해 점차 짊어 가며 절단 되었다. 여기서 3mm P.E 로프의 경우 직경이 작은 이유로 즉각적으로 절단되었다.

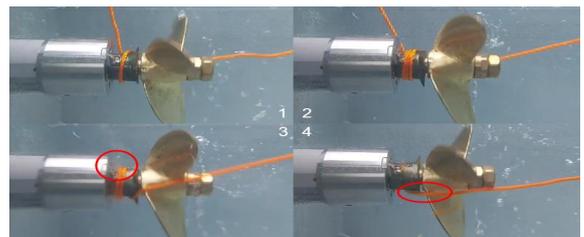


Fig. 10. Image of cutting process of rope cutter.

Fig. 11은 직경이 더 큰 6mm, 10mm P.E로프를 시험에 사용하여 면도 방식으로 절단된 로프를 나타내었다. Fig. 10과 동일한 절단 과정을 나타내었으며, 감긴 방향으로 절단장치는 매끄럽게 절단 되는게 아닌, 면도 방식과 같이 로프를 점차 깎아가며 절단하였고 셰이버 타입의 로프절단장치로서 제 기능을 확인하였다.

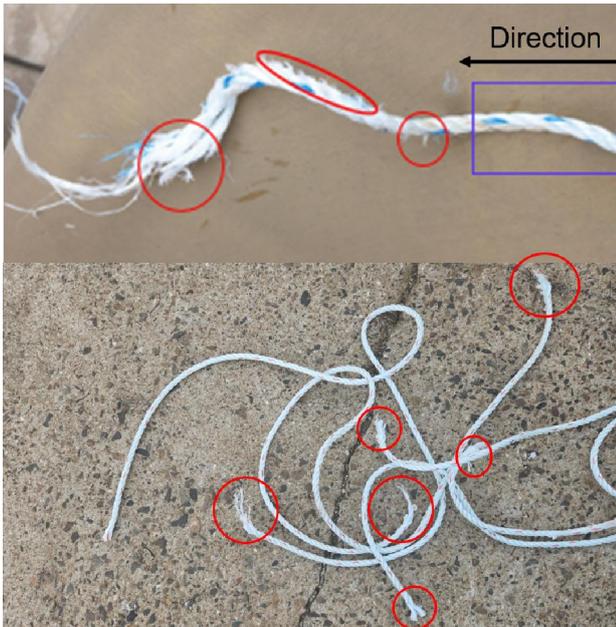


Fig. 11. Result image of cutting rope (Up: 6 mm P.P, Down: 10 mm P.P).

Fig. 12와 Table 4는 케이스 별 수조시험 과정과 시험결과를 나타내었다. 시험결과 두 케이스 모두 로프를 절단하는데 성공하였으며, 어떠한 각도로 설치되어도 무방할 것으로 판단된다. 그러한 이유로는 절단 과정에서 알 수 있었는데, 셰이버 타입 경우 추진기에서 감긴 로프가 추진축에 도달하기 전 즉각적으로 절단하여 사전에 차단하는 방식이 아닌 축계에 감긴 로프가 선미관에 감기기 전 절단하는 방식이다.

본 연구의 절단장치는 로프가 처음 추진기에 걸리면서 회전하는 동안 축 방향의 로프가드, 절단장치 순으로 이동되면서 절단 과정을 거치는데, 이처럼 로프가 어떠한 방향으로 진입하더라도 결국 로프가드를 거치고 절단되기 때문에 절단장치의 절단 날이 어떠한 각도로 설치되더라도 절단하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

로프의 직경에 따라 3mm P.E 로프는 가장 얇은 직경으로 절단 과정을 가지적으로 확인이 어려울정도로 즉각적으로 빠르게 절단되었으며, 6mm 로프 부터 깎아 나가는 과정을 가지적으로 확인이 가능하였으며, 순조롭게 절단되었다. 그중 가장 직경이 큰 10mm 로프는 절단해야 하는 면적이 가

장 크기 때문에 다른 로프에 비해 절단시간이 상대적으로 긴 모습을 나타내었다.

결과를 통해 절단된 로프는 추진기의 배출류에 의해 벗어났으나, 실제 해상에서는 기타 변수에 따라 로프가 추진기 또는 절단장치에 잔류 로프가 남아있을 수 있을 것으로 판단된다.

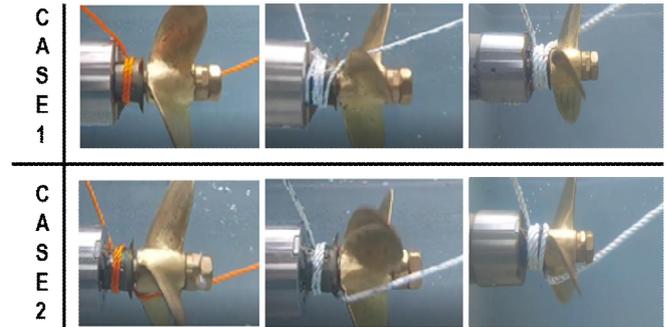


Fig. 12. Image of water tank test for rope cutter in two cases.

Table 4. Cutting results of two cases according to rope material and diameter

Case no.	3 mm (Polyethylene)	6 mm (Polypropylene)	10 mm (Polypropylene)
1(0°, 180°)	Pass	Pass	Pass
2(90°, 270°)	Pass	Pass	Pass

4. 결론

본 연구에서는 셰이버 타입의 로프절단장치를 대상으로 유한요소법을 이용하여 토크로 인한 절단장치 각 파트의 구조안전성과 수조시험을 통해 절단과정 및 설치각도에 따른 성능평가를 진행하였다.

토크에 의해 절단할 수 없는 이물질이 걸릴 경우 로프절단장치의 모든 파트에서 파손이 발생하였으며, 어느 파트에서 우선으로 파손이 발생하는지 알아보기 위해 토크의 스케일을 줄이고, 시간 경과에 따라 토크를 점차 증가시킨 결과 체결부, 절단 날, 볼트 순으로 파손이 발생하였으며, 토크 스케일의 1/2인 0.5s 이전에 모든 파트가 파손되었으며, 인장강도에 대한 발생한 최대응력을 기준으로 각 파트의 안전계수는 최소 2이상으로 나타나 구조적안전성을 확보하였다.

수조시험을 통해 절단 과정을 살펴보고, 셰이버 타입의 로프절단장치로서 제 기능을 확인하였다. 실제 해상에서 다양한 방향에서 로프가 진입하는 점을 고려하여 절단장치의 설치 각도를 두 가지 케이스로 설정하여 성능평가를 진행하

였으며, 그 결과 모든 케이스에서 로프가 절단되었다.

스트러트와 선미관 내부에 장착되는 리그넘바이티(Lignumvitae) 소재의 베어링을 사용할 경우 타 베어링에 비해 마모량이 크므로 시간 경과에 따라 추진축과 절단장치가 직접적으로 접촉될 수 있으므로 좌우에 장착되는 것이 안전할 것으로 판단된다.

절단장치는 다양한 요소로 추진기와 축계 시스템에 대해 영향을 미칠 것으로 판단되며, 이를 검토하기 위해 향후 축계 시스템에 대한 모드해석과 로프절단장치 형상으로 인한 유입되는 유체 흐름 및 압력분석을 위한 추가적인 연구가 필요하다.

References

- [1] Emrhys, B.(2015), Propeller Rope cutter test, <https://www.yachtingmonthly.com/gear/propeller-rope-cutter-test-30012>.
- [2] Han, S. H.(2017), A Study on the Improvement for a Safety Training Course of the Commerical Fishing Vessel's Crew, Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, Vol. 29, No. 6, pp. 1657-1669.
- [3] Kim, J. S., Y. Y. Seoul, D. Y. Lee, K. T. Park, T. H. Kim, J. H. Choi, and W. J. Lee,(2021), A Study on the Structural Stability and Effectiveness of Rope Cutter for Ship's Propeller, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 27, No. 4, pp. 550-556.
- [4] Kim, M. J. and T. B. Song(2016), Full-scale promotion of measures to prevent marine accidents caused by abandoned fishing nets and ropes, <https://www.mof.go.kr/iframe/article/view.do?articleKey=12681&boardKey=10¤tPageNo=1>.
- [5] Ko, J. Y.(2005), A Study on the Development of Offshore Fishing Vessels with Propeller Protection Tunnels, Journal of the Korea Ship Safety Technology Authority, No. 17, pp. 24-43.
- [6] Lee, W. J., J. H. Kim, S. H. Jang, K. W. Lee, B. Y. Kim, W. K. Lee, B. S. Rho, J. S. Kim, and J. H. Choi(2018), A Study on Safety and Performance of Rope Cutter for Ship's Propeller, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 24, No. 4, pp. 475-481.
- [7] MOF(2021), Status of Marine Accidents by Type of Accident and Ship Use, <https://www.mof.go.kr/statPortal/cate/statView.do>.
- [8] Yum, C. H.(2022), Rope wrapped accident dangerous area at a glance, MOF, seasonal status map production, <http://www.kookje.co.kr/news2011/asp/newsbody.asp?code=0200&key=2022011.22012002146>.
- [9] Yoo, S. L. and J. C. Jeong(2017), A Study on Marking Nautical Charts with Aquaculture Farms for Prevention of Marine Accidents, Ocean policy research, Vol. 32, No. 2, pp. 23-41.
- [10] Yoon, J. S.(2019), Rescue of a fishing boat adrift with screw Rope wrapped accident in the waters near the East Coast Coast Guard and Dokdo, <http://jntoday.co.kr/m/view.php?idx=24985>.

Received : 2022. 04. 21.

Revised : 2022. 06. 10. (1st)

: 2022. 06. 24. (2nd)

Accepted : 2022. 06. 27.