

소형 경비함정 장착용 유흡착장비 개발에 관한 연구

이시찬*† · 김형규** · 박용희*** · 김종호**** · 이용준***** · 김대일*****

*, ** 해양경찰연구센터, *** 서귀포해양경찰서, **** 통영해양경찰서, ***** 세인프로텍, ***** 해양경찰청

A Study on the Development of an Oil Sweep System for Small Patrol Vessels

Si Chan Lee*† · Hyung Gyu Kim** · Yong Hee Park*** · Jong Ho Kim**** · Yong Jun Lee***** · Dae Il Kim*****

*, ** Korea Coast Guard Research Center, Cheonan 31254, Korea

*** Seogwipo Coast Guard Station, Seogwipo 63568, Korea

**** Tongyeong Coast Guard Station, Tongyeong 53019, Korea

***** SEIN PROTEK, Incheon 22840, Korea

***** Korea Coast Guard, Sejong 30128, Korea

요 약 : 긴급하거나 광역으로 발생한 해상유류오염사고에는 방제정만으로 대응하기에는 한계가 있어서, 해양경찰청 경비함정도 방제 작업에 동원된다. 본 연구에서는 소형 경비함정에 적합한 유흡착장비를 개발하였다. 장비는 고정지지대, 폴대, 슬라이드고정부 3개 부속품으로 구성되어 용접 또는 추가 구조물 설치 없이 소형 경비함정 현측 추락방지봉에 간단하게 토글핀으로 결속하는 방식으로 장착 및 분리가 가능하다. 각 부속품의 무게는 고정지지대 약 9.2 kg, 폴대(2개) 약 6.5 kg, 슬라이드 고정부(4개) 약 3.5 kg이며, 좌·우 180°로 원활하게 움직이는 길이 3m의 폴대는 갑판 방향으로 접어서 유흡착재 교체작업을 할 수 있다. 본 장비의 개발로 소형 경비함정에서 유흡착재의 투입 및 수거가 용이한 방법으로 개선되어 보다 효율적인 방제작업이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 해상유류오염사고, 해양경찰청 경비함정, 소형 경비함정, 유흡착장비, 방제작업, 추락방지봉

Abstract : Due to limitations in responding to oil spill incidents that are urgent or that cover a wide area with only oil spill response vessels, Korea Coast Guard (KCG) patrol vessels are utilized. In this study, we have developed an oil sweep system suitable for small patrol vessels. The equipment consists of three components - fixed support, poles, and slide fixers - and can be fastened with a toggle pin to a fall prevention bar on small patrol vessels without welding or additional efforts for installation. The respective weights of each component - fixed support, poles (2 pcs), and slide fixers (4 pcs) - are approximately 9.2 kg, 6.5 kg, and 3.5 kg. The 3 m-pole, which is rotatable 180 degrees horizontally, is folded deckward when replacing oil absorbents. As the development of this equipment has improved the method of deploying and retrieving oil absorbents on KCG small patrol vessels, we expect that more efficient oil spill cleanup will be possible.

Key Words : Marine oil spill incidents, KCG patrol vessels, Small patrol vessels, Oil sweep system, Oil spill cleanup, Fall prevention bar

1. 서 론

2010년 4월에 발생한 미국 멕시코만 원유유출사고는 약 5개월간 77.9만kl의 원유가 유출된 최악의 오염사고로서, 미국 전역의 방제자원으로 대응이 부족하여 피해지역의 민간어선

을 임시 방제자원으로 활용하는 VOO(Vessel of opportunity) 제도를 시행하였다. VOO제도는 1989년 미국 엑손 발데즈 사고를 계기로 유류오염피해로 생업을 할 수 없는 지역주민의 선박을 방제작업에 동원시켜 간접적으로 생계비를 지급하는 제도이다(Lim and Han, 2012). VOO에 동원된 선박은 오일펜스 전장, 유류회수 작업, 폐기물 수송 등의 임무를 수행한다. Fig. 1은 VOO로 동원된 선박 양현측에 오일펜스와 유흡착재를 설치하여 유출유를 제거하는 방제작업 장면이다.

† Corresponding Author : sichan80@korea.kr, 041-640-2631

※ 본 연구는 “경비함정을 활용한 효율적 유출유 방제 방안에 관한 연구” 제목으로 2016년도 해양환경안전학회 춘계학술발표회(국립해양생물자원관, 2016.4.28., p.72)에 발표된 논문을 수정 보완하였음.



Fig. 1. Vessel of opportunity (Abc.net.au Web. 2010).



Fig. 3. Oil spill cleanup of KCG patrol vessels.

한편, 국내에서도 민간어선을 임시방제자원으로 활용하기 위한 연구가 진행되어 소형어선의 현측에 탈부착하여 유회수작업을 할 수 있는 스위핑암 시스템을 개발한 사례가 있다(Han, 2013). Fig. 2는 소형어선에 설치한 스위핑암 시스템을 보여주고 있다.



Fig. 2. Sweeping arm system.

해양유류오염사고시 일반적으로 효율적인 방제대응은 방제정을 이용하여 오일펜스로 유출유를 포집하고, 유회수기를 작동시켜 유출유를 회수하는 방법이다(Yun, 2014). 해양경찰청은 전국 19개 해양경찰서가 관할하고 있는 해역에 1~3척의 방제정을 배치하여 해양유류오염사고에 대비하고 있다. 그러나 긴급한 해양유류오염사고나 광역으로 발생한 해양유류오염사고에는 방제정만으로 대응하기에는 한계가 있어서, 경비함정도 방제작업에 동원된다. 또한, 경비함정은 해양경비 목적에 맞게 건조된 선박으로 별도의 방제장비(유회수기, 오일펜스 등)를 갖추고 있지 않다. 따라서, 해양유류오염사고 현장에 동원되면 소화포 살포, 뜰채를 이용한 유흡착제 수거 등 수작업에 의존하는 비효율적인 방제작업을 실시한다. Fig. 3은 경비함정에서 뜰채를 이용한 방제작업 모습을 나타내고 있다. 뜰채를 이용한 방제작업은 오랜 해상에서의 수작업에 따른 피로도 증가, 완벽하게 유흡착제를 수거하지 못할시에는 2차 오염을 유발하는 등의 문제점이 있다.

본 연구에서는 해양경찰청 경비함정의 현측 갑판구조 전수조사를 실시하고, 용접 또는 추가 구조물 설치 없이 소형 경비함정에 장착 및 분리가 가능한 유흡착장비를 개발해서, 해양경찰서 해상방제합동훈련시 장비의 현장 적용성 테스트를 실시하였다.

2. 경비함정 현측 갑판구조 조사

해양경찰청 경비함정 183척의 추락방지봉 구조 및 형태 등 현측 갑판구조에 대한 전수조사를 실시하였다. Table 1은 경비함정 현측 갑판구조 전수조사 결과를 나타내고, Fig. 4는 경비함정의 추락방지봉 구조 사진을 나타낸다. 경비함정은 톤급별로 1,000톤 이상의 대형함정, 200톤 이상 500톤 이하 중형함정, 200톤 미만의 소형함정으로 분류한다. 건현높이는 대형함정이 2.5 m 이상이고 중형함정은 2~2.5 m이고 소형함정은 1.2 m로 나타났다. 추락방지봉의 형태는 대형함정이 □자 변형 또는 고정형이고 중형함정이 □자 또는 일자형 I·II이고 소형함정이 □자 또는 일자형 I·II이다. 추락방지봉의 간격은 대형함정이 2 m 이상이고 중형함정이 1~1.6 m이고 소형함정이 1~1.6 m로 나타났다.

Table 1. Survey of deck structures KCG patrol vessels (KCGRC, 2016)

| Scale | Large vessel (Over 1,000ton) | Medium vessel | | Small vessel (Under 200ton) |
|------------------------------|---------------------------------|----------------------|--------|--------------------------------|
| | | 500ton | 300ton | |
| Freeboard height | Over 2.5m | 2.5m | 2m | 1.2m |
| Fall prevention bar shape | □Type variation or fixed | □Type, Straight I·II | | □Type, Straight I·II |
| Fall prevention bar Interval | Over 2m | 1m ~ 1.6m | | 1m ~ 1.6m |

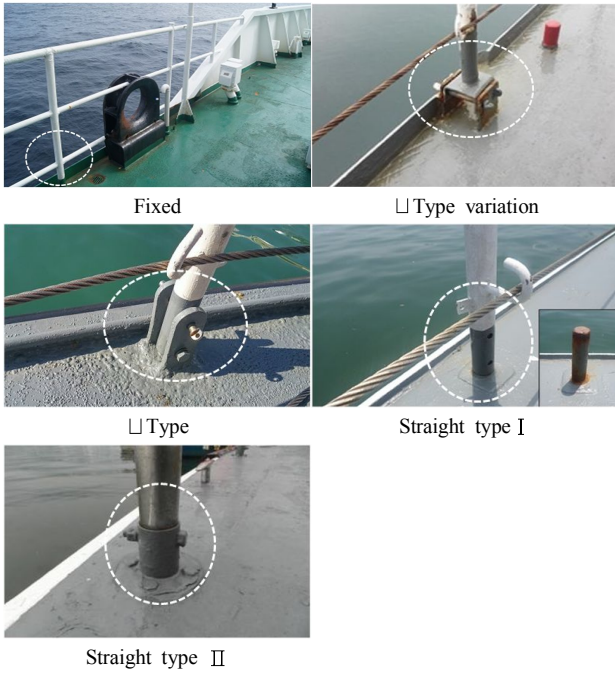


Fig. 4. Fall prevention bar shape of KCG patrol vessels.

전수조사를 종합적으로 분석한 결과, 대형함정은 추락방지봉 형태가 장비 설치에 부적합한 형태가 많고, 간격이 넓고, 건현이 높아서 장비 활용이 불가능하였다. 중형함정은 추락방지봉 간격이 1.6m 이내로 장비 설치가 가능하나 건현이 높아 장비 활용에 적합하지 않았다. 반면에 소형함정은 추락방지봉 간격이 1.6m 이내이고 건현 높이도 낮아서 장비 설치 및 활용이 가능하였다. 따라서 해상유류오염사고 현장에 신속한 동원이 가능하고 효율적으로 활용이 가능한 200톤급 미만의 소형 경비함정에 장착 가능한 장비를 개발하기로 하였다. Fig. 5는 소형 경비함정의 추락방지봉 사진을 나타낸다.



Fig. 5. Fall prevention bar of small patrol vessels.

3. 장비의 설계요소 및 제작

3.1 설계요소

장비 설계시 주안점을 둔 사항은 소형 경비함정에서 작업자의 안전성과 편의성을 보장하면서 효율적인 방제작업이 이루어지는 것이다. 따라서 조립 및 장착이 용이하도록 부속품의 결합이 손쉬운 구조가 되어야 하며, 작업자 혼자서도 운반과 보관이 가능하도록 슬림하면서 무겁지 않아야 한다. 소형 경비함정은 건조시기에 따라서 갑판의 추락방지봉 간격이 다르고 결합구조도 상이하므로 개발되는 장비는 추락방지봉을 탈거하거나 개조하지 않고도 설치할 수 있어야 한다. 또한, 해상에서 방제작업시 유흡착재의 투입 및 수거가 손쉽도록 장비가 수평으로 회전하여 유흡착재의 교체가 이루어지는 구조를 채택하였다.

3.2 장비의 제작

장비를 이루는 주요 구성요소는 고정지지대, 폴대, 슬라이드고정부이다. Fig. 6은 장비의 구성품 및 설치모식도 사진을 나타낸다. 고정지지대와 슬라이드 고정부, 고정지지대와 폴대, 폴대와 폴대는 금속 재질의 고정나사를 사용하여 연결하도록 하였다.

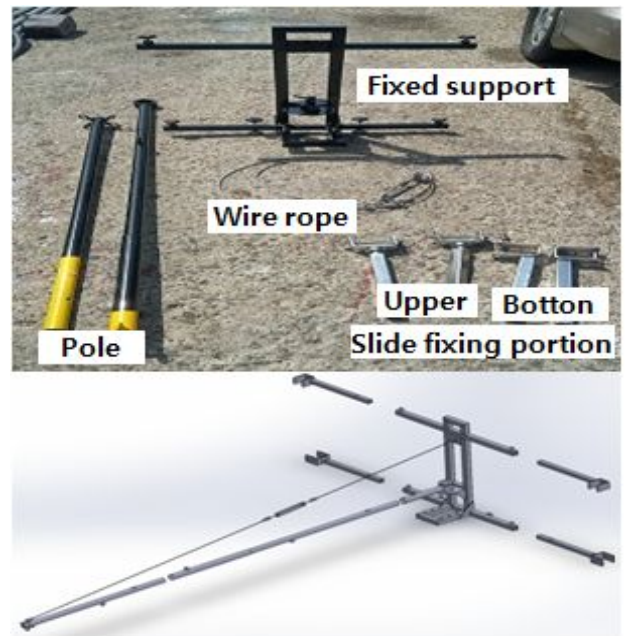


Fig. 6. Composition & schematic diagram of oil sweep system.

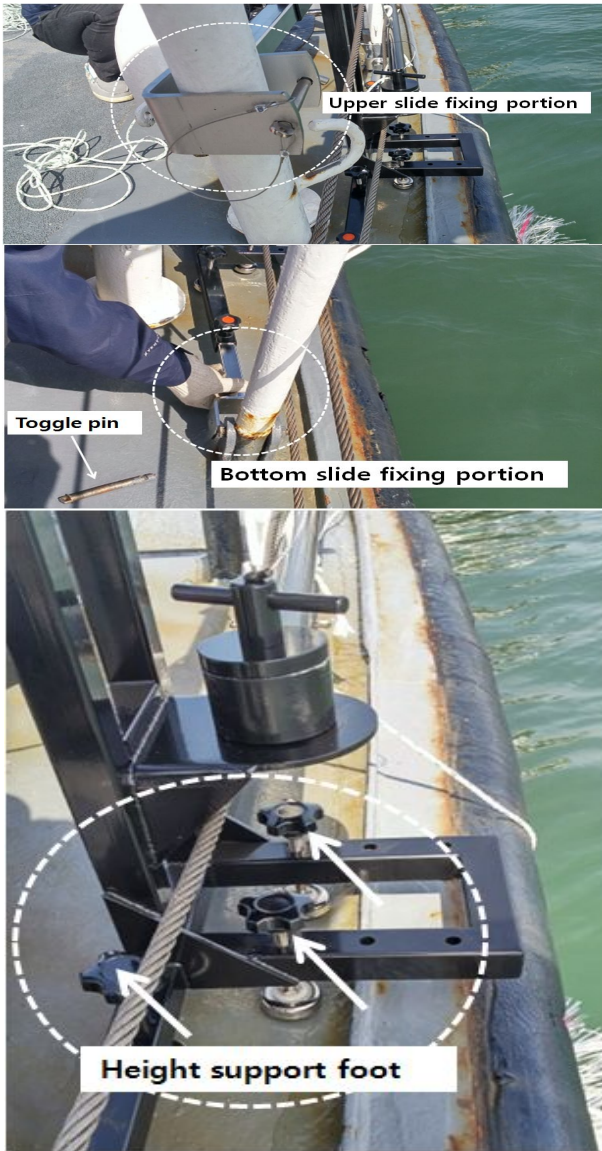


Fig. 7. Fixing of oil sweep system.

Fig. 7은 장비의 상부 및 하부 슬라이드고정부와 고정지지대를 소형 경비함정의 추락방지봉에 설치하는 사진을 나타낸다. 추락방지봉에 지지하는 역할을 하는 슬라이드 고정부의 길이는 최소 90 cm에서 최대 160 cm까지 조절이 가능하여 추락방지봉 간의 간격에 상관없이 모든 소형 경비함정에서 설치할 수 있다. 슬라이드 고정부 끝단의 연결부는 토글핀 방식으로 소형 경비함정의 추락방지봉에 고정하며, 하단 슬라이드 고정부 끝단은 스위블 방식으로 10° 범위 안에서 움직일 수 있도록 제작하였다. 고정지지대 하단에는 높이조절발을 장착하여 추락방지봉 7cm 이상의 높이에 설치가 가능하고, 갑판구조에 따라 높이 조절발의 위치 이동이 가능하도록 하여 고정지지대의 흔들림을 최소화시켰다.

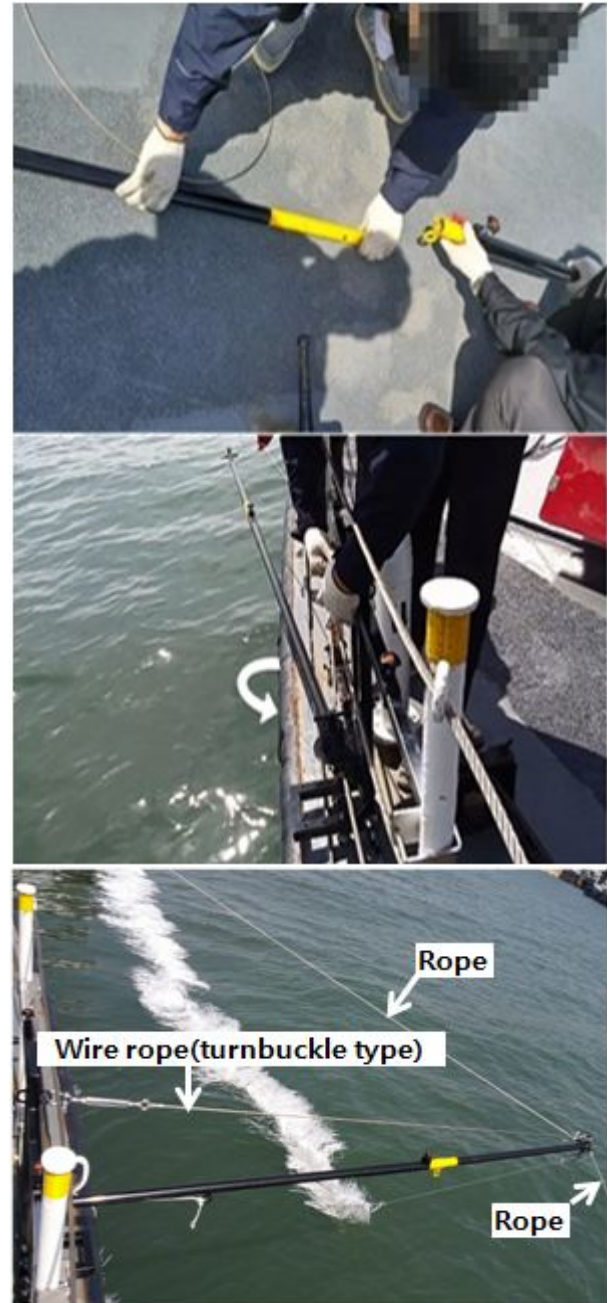


Fig. 8. Installation of oil sweep system.

Fig. 8은 장비의 폴대를 설치하는 사진이다. 고정지지대와 폴대, 폴대와 폴대의 연결부는 폴대의 윗면과 아랫면에 크기를 달리하는 결합지시선을 표시하여 조립시 구분이 쉽도록 하였다. 고정지지대와 폴대는 수직으로 결합하며, 폴대의 회전반경은 좌·우 180°로 움직인다. 고정지지대와 폴대 사이에는 턴버클 방식의 와이어로프를 사용하여 길이 및 장력을 조절하게 하였고, 폴대를 갑판 쪽으로 접히도록 2개의 로프를 갑판과 연결하였다.

Table 2. Specification of Oil sweep system

| Item | Description | Weight |
|-----------------------------|---|--------|
| Fixed support | Length 78cm, Breadth 23cm, Height 72cm | 9.2kg |
| Pole (2pcs) | Unit length 150cm, 180cm Coupling length 300cm | 6.5kg |
| Slide fixing portion (4pcs) | Upper unit length (2pcs) 48cm Bottom unit length (2pcs) 50cm | 3.5kg |

Table 2는 유흡착장비의 구성품 규격을 나타내고, Fig. 9는 장비 보관가방 사진을 나타낸다. 장비 구성품별 무게는 고정 지지대가 약 9.2 kg, 폴대 약 6.5 kg, 슬라이드 고정부 약 3.5 kg으로 전체 무게는 약 20 kg 정도이며, 폴대의 길이는 3 m이다. 장비의 전체 무게 및 부피를 슬림하게 제작하여 소형 경비함정에서 보관 및 운반이 가능하도록 하였다.



Fig. 9. Storage bag of oil sweep system.

4. 장비 현장 적용성 테스트

장비에 대한 현장에서의 실효성을 확인하고자 인천, 보령, 군산, 속초, 포항, 울산, 통영, 서귀포 해양경찰서 소형 경비함정 9척에 장비 1세트씩 배정하여 해상방제합동훈련시 설치운영 테스트를 실시하였다. 장비는 소형 경비함정의 추락 방지봉이 상이한 것에 상관없이, 슬라이드고정부 길이 조절 및 고정지지대의 높이 조절 기능으로 설치가 되었다. Table 3은 장비를 테스트한 8개 해양경찰서의 시범운영 설문조사 주요결과를 나타낸다. 설문조사 작성은 실제 장비를 운용한 8개 해양경찰서 실무자가 대표로 1회 실시하였다. 설문조사 항목은 장비 만족도, 보관가방 형태, 경비함정 훈련교범 반영 필요성 등 15개 항목이었다. 장비 사용에 대해서 대체로 만족하는 편(50%)이고, 활용능력 향상을 위해 지속적인 교

육훈련(62.5%)이 필요하고, 장비 보관가방의 형태는 부속품 별로 분리된 형태(87.5%)를 선호하며, 경비함정 훈련교범에 반영(75%)이 필요하다는 응답이었다.

Table 3. Test operation survey result(KCGRC, 2016)

| Question item | Answer | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------|--------------|
| | Very satisfied | Somewhat satisfied | Fair | Undecided | Dissatisfied |
| Equipment satisfaction | 12.5% | 37.5% | 50% | - | - |
| Improvement of utilization ability | Continuing education & training | | Training evaluation item | Etc | |
| | 62.5% | | 25% | 12.5% | |
| Shape of storage bag | Separate bag | | One bag | | |
| | 87.5% | | 12.5% | | |
| Need to reflect training manual | Yes | | No | | |
| | 75% | | 25% | | |

Fig. 10은 소형 경비함정에 장비를 설치하여 운영하는 사진을 나타내고 있다. 개발 장비는 유흡착재를 폴대 양끝에 연결하여 해상으로 전개하고 기름을 충분히 묻힌 후에 갑판 방향으로 폴대를 접어서 회수하는 방식으로 운영한다. 회수된 기름 묻은 유흡착재는 이중마대에 보관하여 처리한다. 장비의 도입으로 기존 뜰채를 이용한 작업에 비해 작업자의 육체적 부담이 줄어들고, 폴대에 연결된 유흡착재의 해상탈락 우려도 없게 되었다. 해양경찰청에서는 시범테스트 기간에 나온 설문조사와 개선의견을 최종 반영하여 전국 65척의 소형 경비함정에 장비를 배정하였다.

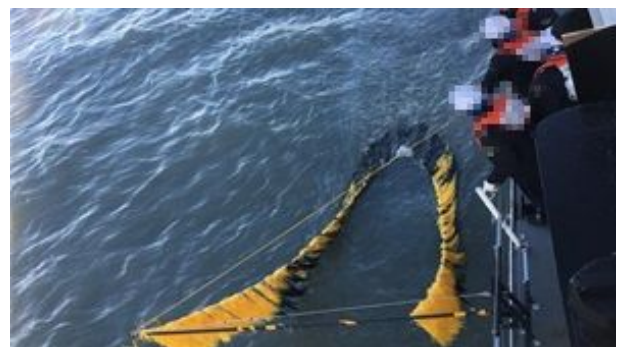


Fig. 10. Oil sweep system of KCG small patrol vessels.

5. 결 론

본 연구에서는 해상유류오염사고가 발생할 경우에 현장에 신속하게 접근할 수 있는 해양경찰청 경비함정을 효율적으로 활용하고자 소형 경비함정 장착용 유흡착장비를 개발하였다.

개발된 장비는 고정지지대, 폴대, 슬라이드고정부 3개 부속품으로 구성되며, 용접 또는 추가 구조물 설치 없이 소형 경비함정에 장착 및 분리가 가능하도록 추락방지봉에 토글핀으로 간단하게 결속하는 방식으로 제작하였다. 각 부속품의 무게는 고정지지대 약 9.2 kg, 폴대(2개) 약 6.5 kg, 슬라이드 고정부(4개) 약 3.5 kg으로 각 부속품별로 별도의 보관방법을 제작하여 전체 부피를 줄임으로써 소형 경비함정에서 보관 및 운반이 가능하였다. 장비를 추락방지봉에 지지하는 역할을 하는 슬라이드 고정부 길이가 최소 90 cm에서 최대 160 cm 범위까지 조절이 가능하여 모든 소형 경비함정에서 설치가 되었다. 장비의 폴대 끝과 고정지지대를 장력이 충분히 받도록 턴버클방식의 와이어로프로 연결하였고, 좌·우 180°로 원활하게 움직이는 길이 3 m의 폴대는 갑판 방향으로 접히는 방식으로 유흡착재의 투입 및 수거가 용이하게 제작하였다.

이번 유흡착장비의 개발로 해양경찰청 소형 경비함정에서 보다 효율적인 방제작업이 가능할 것으로 판단된다.

References

- [1] Abc.net.au Web(2010), vessel of opportunity, <http://www.abc.net.au/news/2010-06-09/a-vessel-of-opportunity-skims-oil/860886> (2017.12.05.)
- [2] Han, W. H.(2013), A Study on the Development of Sweeping Arm System for Oil Recovery by Small Vessel, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol 19, No. 2, pp. 219-224.
- [3] Lim, C. H. and W. H. Han(2012), A Study on the Selection of Subject Vessel for Development of Oil Recovery Equipment for Small Vessel, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol 18. No. 6, pp. 604-609.
- [4] Yun, J. H.(2014), The Basics of Marine Spill Response, Dasom Publisher, pp. 200-202.

Received : 2017. 12. 07.

Revised : 2018. 04. 04.

Accepted : 2018. 04. 27.