

개량형 갈고리를 이용한 해저폐기물 수거장비 개발

권철휘^{1,†} · 손장호² · 윤태경² · 김호상³ · 최종규⁴ · 한명일⁴

¹일본九州大學校 応用力學研究所, ²동의대 환경공학과
³국립수산과학원, ⁴(주)코스코

A Study on the Improvement of a Hook for the Collecting of Marine Wastes on the Seabed

Chul Hui Kwoun^{1,†}, Jang-Ho Shon², Tae kyung Yoon², Ho-sang Kim³,
Jong-Gyoo Choi⁴ and Myung Ill Han⁴

¹Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, Kasuga 816-8580, Japan

²Department of Environmental Engineering, Dong-Eui University, Busan 614-714, Korea

³National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea

⁴Korea Ocean Search & Salvage Co., Yeosu University Business Incubation, Yeosu-si 550-749, Korea

요 약

본 연구에서는 갈고리를 이용하여 해저폐기물 수거작업 또는 해저바닥 경운작업을 할 때 갈고리가 해저바닥에 고정된 특정 물체에 걸려서 회수불능의 상태로 되는 것을 방지할 수 있는 개량된 수거장비를 개발하고자 하였다. 해저바닥이 암초지대와 반구형어초지대인 해역에서 수거장비를 적용실험을 한 결과, 스프링을 장착한 해저폐기물 수거장치는 해저바닥의 틈새나 인공구조물 등에 걸려서 빠져나오지 못하는 상태를 방지할 수 있었다. 또한 양방향 초음파탐색기의 해저면영상을 통하여 개량된 수거장비의 적용실험 과정을 확인할 수 있었다. 이상과 같이 개량된 갈고리를 부착한 해저폐기물 수거장비는 해저폐기물의 수거작업 또는 해저바닥 경운작업시 수거장비의 분실없이 효율적으로 사업을 수행할 수 있을 것이다.

Abstract – The purpose of this study is the improvement of a hook for the collection of marine wastes on the seabed, which is connected to the spring device. The performance of the modified hook was tested on the seabed around Wando island. The collection efficiency of the hook was improved especially in the rocky area on the seabed. An experiment in the study area is verified with seafloor images displayed by Side Scan Sonar. The modified hook can be used for the collection of marine wastes with its less frequent loss in the sea.

Keywords: Marine Wastes(해저폐기물), Spring Device(스프링장치), Seafloor Image(해저면 영상), Side Scan Sonar(양방향 초음파탐색기)

1. 서 론

바다를 오염시키는 오염원으로는 육상에서 유입되는 플라스틱, 금속캔, 유리병 등과 같이 썩지 않는 폐기물들 뿐 만 아니라 연안해역의 양식장과 선박 등에서 배출되는 양식어구와 폐 그물, 폐타이어 등의 해저폐기물도 상당한 양이 분포하는 것으로 파악되고 있다(구 등, 2000; 강 등, 2001; 유 등, 2002). 이와같은 해저폐기물의 수거를 위하여 연안어장 및 어항의 환경개선과 해양환경보전을 위하여 해양수산부에서 어장정화사업을 시행하고 있다. 양

식장 주변해역에서 해저폐기물을 수거하는 어장정화사업은 크게 3개의 공정으로 나눌 수 있다. 첫째 해조류 양식장과 인근 해역의 해저바닥에 침하된 폐 로프, 폐 그물, 폐타이어 등을 수거하는 작업이다. 둘째 어장 바닥 경운작업인데 정화수역내의 해저면 하의 저질 개선을 목적으로 하는 바닥갈이를 하는 작업이다. 셋째 수거된 불연성 폐기물은 매립 전문 처리업체에 위탁처리하며, 가연성 폐기물은 소각전문 처리업체에 위탁처리하고 있는 실정이다(국립수산과학원, 2003). 일반적인 연안어장에서 그물과 그물사이의 간격이 매우 조밀하게 밀집되어 설치되어 있는 것을 볼 수 있다. 이와 같이 밀집되어 있는 양식어장으로 인하여 해저바닥은 더 많은 오염이 진행되고 있으며, 양식어구 또는 폐 로프 등에 의한 해저

[†]Corresponding author: kwounch@hanmail.net

폐기물의 양도 점차 증가하고 있는 실정이다(류정로, 1994). 또한, 시설어장에 대한 사후 관리는 미흡한 실정으로 어초어장에 걸린 폐 그물 수거 등 관리방법에 대한 관련기술 개발 미비로 효율적인 어초어장 관리가 체계적으로 이루어지지 못하고 있는 실정이다(국립수산과학원 2001; 국립수산과학원 2002). 또한, 인공어초어장에서의 조업빈도의 증가로 인해 일부 어장에서는 자망, 통발 등과 같은 어구가 어초에 걸려 어초기능이 약화되고 있다.

이상과 같이 해저폐기물을 수거할 때 해저바닥의 표면상태에 따라서 수거장비가 해저바닥이나 인공구조물의 틈에 끼여서 빠져 나오지 못하는 상황에 이르기기도 한다. 이 경우에는 작업선에 연결해서 작업을 하던 수거장비에 해저폐기물이 걸려있는 상태로 해저바닥에 고정되어 회수불능의 상태로 되기도 한다(국립수산과학원, 2002). 회수불능의 상태로 된 수거장비는 수거장비에 포획된 기존의 해저폐기물 뿐 만 아니라 수거장비에 연결된 견인줄과 수거장비가 제2의 해저폐기물이 되어서 해양오염을 가중시키고 있다. 이와 같은 원인으로 인하여 해저폐기물의 수거작업시 해저바닥의 특정 물체에 의해 회수불능의 상태로 되는 것을 최소화할 수 있는 수거장비의 개발이 요구되고 있는 실정이다.

본 연구의 목적은 양식장 및 공유수면 아래에 침하된 다양한 양식어구 및 해저폐기물 등을 수거할 때와 해저바닥의 경운작업시 수거장비가 해저바닥의 특정 물체에 걸려서 회수불능의 상태로 되는 것을 방지하고, 소규모 어장정화사업 및 연구사업시 해저폐기물 수거장비의 운송에 편리하게 하기위하여 수거장비를 분리하여 운송할 수 있는 장비를 개발하고자 하였다.

2. 이전의 해저폐기물 수거방법 및 장비

일반적으로 해저폐기물의 인양을 위해서 해안선과 인접한 곳이나 수심이 얇은 항만 등에서는 포크레인 등을 이용하여 직접 해저폐기물을 육상으로 인양하고 있다. 대략 수심 15m 이내의 얇은 수심에서 대부분 작업이 이루어지고 있으며, 친해용의 해저폐기물 수거장비를 개발하고 있는 실정이다(조 등, 2002; 조 등, 2002). 그러나 해. 조류 양식어장이 설치된 해역은 15 m 이상의 깊은 수심을 나타내므로 포크레인에 의한 직접 작업은 불가능하다. 따라서, 어선의 닻과 유사한 형태의 갈고리를 이용하거나 갈고리를 부착한 형망형태의 장비를 이용하여 작업을 하고 있다. 갈고리에 연결된 로프를 작업선에 연결하고 갈고리를 해저바닥에 내린 후, 작업선이 정화해역내를 항해함으로써 해저바닥에 위치한 해저폐기물이 갈고리에 걸리게 하는 것이다. 특별한 경우에는 다이버가 해저바닥에 잠수하여 해저폐기물을 해상의 작업선에 연결된 갈고리나 견인 로프에 묶어서 해상의 작업선으로 인양하기도 한다. 이러한 경우 다이버가 잠수할 수 있는 수심이 대략 50m 전후이므로 이 수심보다 깊은 수심에 위치한 연안어장의 정화작업에는 다이버에 의한 정밀 작업이 불가능할 뿐만 아니라 사업비용이 과다 지출되고, 해저바닥에서 작업하고 있는 다이버들에게 매우 위험한 작업이 될 수 있다. 전문 다이버들의 최대 수중잠수는 수심 35-50 m

정도까지 가능한데, 이 정도 수심에서 실제 1회 수중 작업가능 시간은 25-40분 내외이다(한국해양기술, 1996). 또한, 조류가 강하고 바닷물의 탁도가 높은 해역에서는 더욱 작업에 어려움을 겪으므로 수중에 머무는 시간이 더욱 단축되고 있는 실정이다. 따라서, 포크레인으로 해저폐기물을 수거하는 작업이 불가능한 대부분의 연안어장에서는 작업선에 연결된 기존의 형망이나 갈고리를 통해서 어장정화사업을 하고 있는 실정이다.

기존의 해저폐기물 수거장비에는 선박에서 사용하는 닻모양의 갈고리와 해저바닥을 경운할 때 사용하는 형망형 갈고리가 있다. 형망형 갈고리는 해저바닥에 닿는 본체를 쇠파대 또는 환봉형태의 굵은 철근으로 만들며, 본체로부터 나온 갈고리 또한 굵은 철근을 이용하여 제작한다. 본체에서 견인고리까지는 쇠파대 또는 환봉형태의 철근을 사용한다. 대부분의 부속품들이 철근으로 제작되어졌기 때문에 작업선에서 해저폐기물 수거작업후 보관중에 쉽게 녹이 발생한다. 녹이 발생함으로써 인해서 장비의 각 연결부위와 본체가 부식함으로써 최초 제작했을 때와 같은 견고함이 나타나지 않는 단점이 있다. 수거작업중 해저바닥의 틈이나 인공구조물 등에 걸렸을 경우에는 작업선에서 선박의 출력을 높여서 빠져나오려고 해도 빠져나올 수 없는 회수불능의 상태로 되기도 한다. 이와같은 경우에는 대부분 작업선과 형망형 수거장비를 연결하는 견인줄을 절단함으로써 수거장비를 포기하기도 한다.

따라서, 어장정화사업시의 해저폐기물 수거장비를 설계할 때 고려해야 할 사항은 다음과 같다. 첫째, 정화사업시 해저바닥에 내려간 수거장비가 해저바닥의 돌틈이나 인공구조물 등에 의해서 걸려서 빠져 나오지 못하는 경우를 방지해야 된다. 둘째, 수거장비의 재질이 철로 만든 것이 많아서 녹이 많이 발생하여 미관에 좋지 않고, 각 연결부위의 결속력이 떨어지기 때문에 장비의 재질은 녹이 쏠지 않는 재질로 구성되어야 할 것이다. 셋째, 소규모의 해저폐기물 수거작업 또는 학술연구조사에도 운송 및 이동에 편리하게 하기위하여 수거장비의 운송과 보관에 용이한 형태를 가지고 있어야 한다.

3. 개량형 수거장비의 제작 및 적용실험

개량형 수거장비에 부착된 스프링장치의 실험을 위해서 환봉의 길이가 약 1.3 m 정도의 소규모로 제작하였다. 본 장비의 크기와 무게는 실제 작업해역의 면적과 수거할 해저폐기물의 종류에 따라서 조정이 가능하다. 기존의 갈고리를 보완할 수 있는 개량형 갈고리를 제작하기 위하여 아연도금(zinc galvanizing)을 한 재료로 장비를 제작하였다. 갈고리를 연결하는 연결부는 파이프를 이용한 환봉으로 제작하였다. 연결부와 갈고리부 사이의 각도는 60도를 유지하도록 하였는데, 이것은 해저바닥에서 수거장비가 견인될 때 해저폐기물을 가장 잘 포획할 수 있는 각도로 판단된다. 또한, 해저바닥에서 경운작업이나 폐기물 수거작업이 이루어지지 않을 경우에는 항상 수거장비본체와 갈고리의 각이 60도가 되도록 스톱퍼를 설치하였다. 갈고리의 날 부분에는 흙을 파서 페르프 등이

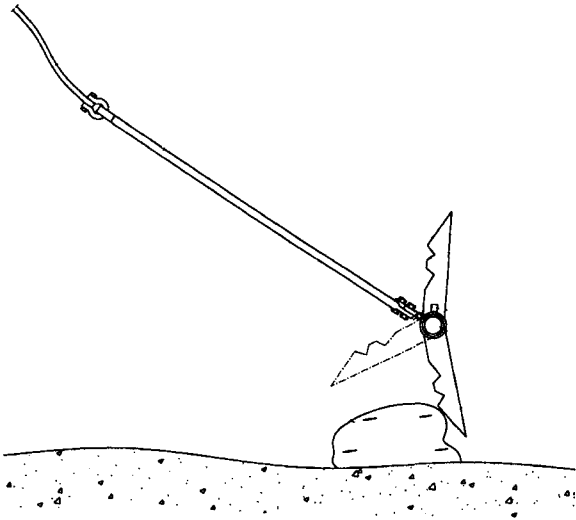


Fig. 1. A sight of the hook escaped from a fixed matter on the seabed.

갈고리부분으로 들어왔을 경우 다시 갈고리를 벗어나기 어렵도록 하였다. 또한, 장비의 운송 및 설치를 편리하게 하기 위하여 갈고리가 포함된 수거장비의 본체와 견인부를 분리하였으며, 볼트와 너트로 연결이 가능하게 하였다. 특히, 해저바닥의 틈새나 고정물체에 걸려서 갈고리의 회수가 어렵게 되는 단점을 해결하기 위하여 수거장비 본체와 연결된 갈고리의 날 부분이 회전할 수 있도록 링 모양의 스프링을 장착하였는데, 갈고리의 끝단부분에 약 50 kg중 이상의 장력이 걸릴때 회전하도록 설계하였다. 즉, 스프링의 장력보다 더 큰 힘이 갈고리에 전달될 때에는 갈고리의 스프링에 의해서 갈고리가 선박의 진행방향과 반대방향으로 회전하도록 설계하였다. 갈고리 안쪽에 걸린채 수거되던 해저폐기물은 갈고리가 회전함으로써 수거장비에서 이탈하게 되는 것이다. 실제 작업 시에는 수거장비에 걸리는 폐 그물 등은 갈고리의 끝단 부분에 걸리는 경우보다는 갈고리 안쪽에 걸리는 경우가 대부분이다. 따라서 갈고리에 부착된 스프링이 회전하기 위해서는 약 50 kg중보다 수 배이상 큰 장력이 가해졌을때 갈고리가 회전할 것이다. Fig. 1은 수거장비가 해저바닥의 고정물체에 걸렸을때 일정크기 이상의 장력이 견인줄에 가해질 때 스프링에 의하여 갈고리가 회전하여서 고정물체를 벗어나는 형태를 묘사한 그림이다. 이와 같이 스프링을 장착한 해저폐기물 수거장치는 해저바닥의 틈새나 인공구조물 등에 걸려서 빠져나오지 못하는 상태를 방지할 수 있을 것이다.

장비의 총 무게는 약 50 kg이지만, 사업구역내 해수의 유속이 크거나 방향이 불안정하여서 해저폐기물 수거장비의 운용이 어려울 때 갈고리를 연결하고 있는 환봉 하단의 연결고리에 Weight (20~30 kg)를 달아서 수거장비가 외부환경에 대하여 안정된 위치를 확보할 수 있도록 하였다(Fig. 2). 또한, 해저폐기물 수거장비가 작업 후 어떤 부분에 더 큰 장력이 작용하는지를 파악하기 위하여 사전에 수거장비에 노란색 페인트로 도색을 한 후 현장에 투입하였다.

이와같이 설계된 수거장비를 2003년 10월 10일, 여수시 화정면 달천도 인근해역(Fig. 3)에서 적용실험을 하였다. 실제 실험을 위

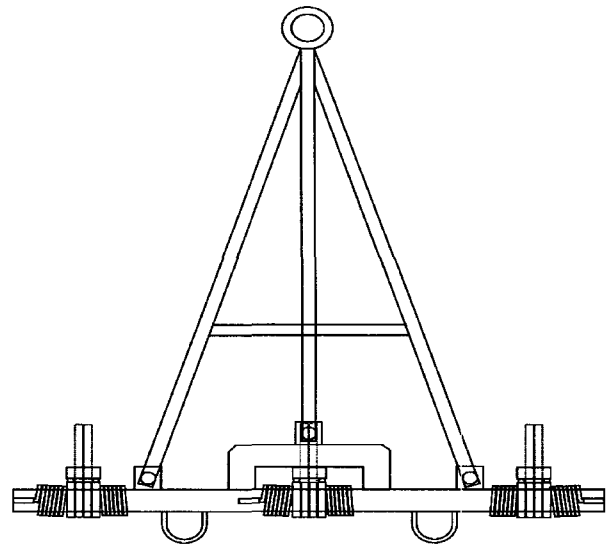


Fig. 2. The design of the improved hook equipment.

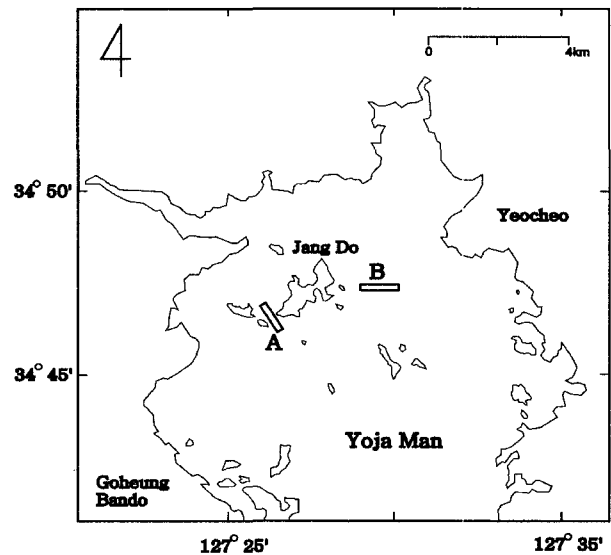


Fig. 3. The study area I for a experiment of the hook equipment.

해서 인근 어항에서 5톤 규모의 소형 어선을 실험에 투입하였다. A, B지역 모두 인근 섬과 가까운 연안이고 수심이 10~20 m사이의 천해지역이다. 해저면의 퇴적물종류는 A지역은 암반해역이고 B지역은 빨해역이었다. 암반지역에서 수거장비에 장착된 스프링 장치를 실험하고, 빨 해역에서 해저폐기물을 수거할 계획이었다. 작업선이 약 1-2 Knots의 속도로 암반지역을 통과할 때 해상에서 보이는 않지만 해저바닥의 틈새 어딘가에 수거장비의 갈고리가 걸려서 작업선이 더 이상 진행하지 않았다. 작업선의 엔진출력을 증가시켰을때 쉽게 빠져 나올수 있었다. 작업선의 엔진출력 증가에 의해서 견인줄을 통해서 갈고리에 전달된 장력이 갈고리에 연결된 스프링의 장력을 초과하였기 때문에 갈고리가 회전함으로써 고정된 물체로부터 이탈할 수 있었던 것으로 추정되었다. 이것으로서 스프링을 장착한 해저폐기물 수거장치는 해저바닥의 틈새에 끼

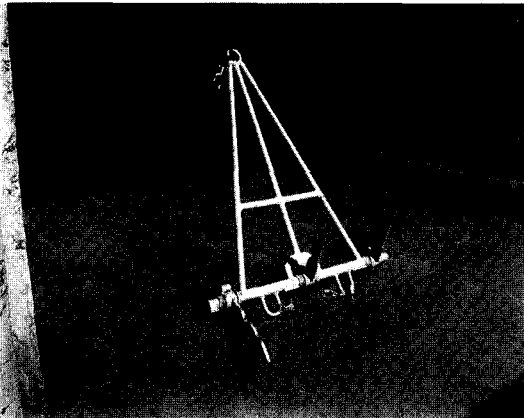


Fig. 4. The hook equipment after a experiment.

이거나 인공구조물에 갇혀 빠져나오지 못하는 상태는 방지할 수 있다는 것을 증명하였다. 1차 적용실험 후 인양한 수거장비의 상태 (Fig. 4)를 파악한 결과, 장비의 가장자리 한 곳의 스프링이 파손된 것을 파악할 수 있었다. 스프링의 파손상태를 면밀히 조사한 결과 스프링의 장력이 약해서 갈고리가 여러번 회전한 것을 발견할 수 있었다. 또한, 장비를 제작한 철공소의 의견에 따르면, 장비 제작과정의 스프링 용접작업에서 실수에 의해서 스프링에 열이 가해졌기 때문에 스프링의 강도가 약해져서 파손되었을 것이라고 추정하였다.

이상과 같이 1차 적용실험 결과 나타난 단점을 보완하기 위하여 스프링 연결시 열이 가해지지 않게 하였고, 갈고리의 끝단에 걸리는 장력이 100 kg이상 될 때 갈고리가 회전하도록 스프링을 교체하여 수거장비를 다시 제작하였다. 2차 적용실험은 2003년 10월 31일 완도 동남쪽의 해역에서 하였다. 실험 대상해역은 전남 해남군 완도 인근 양식장으로 일부에서 어장정화사업을 시행하고 있는 해역이다. A지역은 뱀 해역이며, B지역은 반구형 인공어초가 깔려있는 지역으로서 주위에 어장이 조성되어 있지 않은 해역이었다. C지역은 암반지역으로서 외해쪽에 등대가 있는 좁은 협수로 모양의 해역이었다(Fig. 5). 1-2 Knots 정도의 속력으로 선박

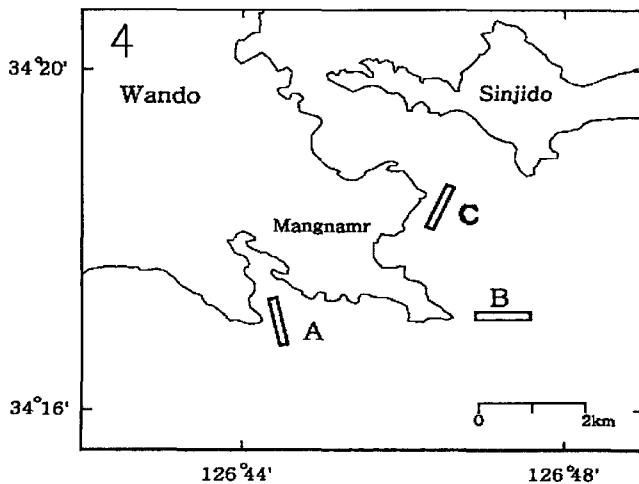


Fig. 5. The study area II for a experiment of the hook equipment.

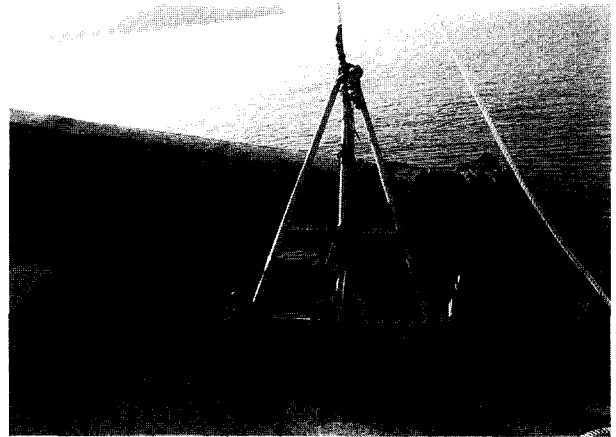


Fig. 6. The feature of the marine wastes collected by the hook equipment.

이 A, B, C지역을 통과하였는데, 몇몇 지점에서 수거장비가 해저바닥의 장애물에 걸린 듯 선박이 진행하지 못하였다. 장애물로부터 벗어나기 위하여 선박의 출력을 증가시키자 곧 장애물로부터 벗어날 수 있었다. Fig. 6는 반원형 인공어초지역에서 해저폐기물 수거작업을 한 후 인양된 상태의 수거장비 모습인데, 페어망과 페그물등이 수거장비의 갈고리에 걸려서 인양된 것을 볼 수 있다. 스프링과 갈고리, 본체 환봉 등에 도색되어 있던 페인트가 많이 벗겨져 있었다. 이것은 해저바닥이 뱀 지역이거나 모래지역에서는 볼 수 없는 현상으로서 강도가 강한 바위나 콘크리트 구조물 등과의 마찰에 의해서 만들어진 현상이라고 추측된다. 또한 최측의 스프링은 최초상태와 같은 깨끗한 상태이지만 후측의 스프링은 도색도 많이 벗겨지고 스프링이 약간 휘어진 것을 볼 수 있었으며, 두께가 약 1cm정도 되는 갈고리 날 부분의 두꺼운 강철판이 약간 휘어져 있었다 이것은 갈고리에 미치는 장력이 연질의 퇴적물이 있는 해저바닥에서는 수직으로 작용하지만, 견고한 장애물에 의해서 수거작업중 작업 진행방향과 다른 방향으로 수거장비의 방향이 바뀌었다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 수거장비의 진행상황과 해저바닥면의 퇴적물상태를 파악하기 위하여 수거장비의 작업과 병행하여 다른 선박을 이용하여 Side Scan Sonar(양방향 초음파 탐색기)을 이용한 해저영상을 촬영하였다. Fig. 7의 (a)는 수거장비가 암초지대를 지나서 뱀 지역으로 이동한 해저바닥 퇴적물의 흔적을 나타내고 있다. 갈고리의 폭에 해당하는 일정한 거리를 두고 나란히 나타난 흔적을 볼 수 있다. 또한, 그림의 중간부위에 나타난 물체의 그림자는 갈고리가 부착된 수거장비의 모습과 매우 흡사한 모양인데, 양방향 초음파 탐색기에 순간 포착된 수거장비로 판단된다. Fig. 7의 (b)는 뱀 지역에서 암초지대로 이동한 수거장비의 이동 흔적을 나타낸 그림이다.

이상과 같은 결과에서 기존의 일반적인 갈고리 형태의 해저폐기물 수거장비로는 암초나 인공장애물 등에 갈고리의 끝부분이 걸렸을 경우에 선박의 출력을 증가시켜도 장애물로부터 벗어나기 어렵지만, 수거장비의 본체와 갈고리의 연결부분에 스프링을 장착한 개량된 수거장비는 암초지대와 반구형 인공어초해역에서도 수거



(a)



(b)

Fig. 7. A trajectory images of the hook uquipment on the seabed using Side Scan Sonar.

장비의 손실없이 해저폐기물 수거작업이 가능하다는 것을 실험을 통하여 증명할 수 있었다.

결 론

본 연구에서는 갈고리를 이용한 해저폐기물 수거작업 또는 해저바닥 경운작업을 할 때 갈고리가 해저바닥에 고정된 특정 물체에 걸려서 회수불능의 상태로 되는 것을 방지할 수 있는 개량된 수거장비를 개발하고자 하였다. 일반 강철을 사용한 기존 갈고리의 단점인 부식을 방지하고 부식에 따른 장비의 강도 저하를 보완할 수 있는 개량된 갈고리를 제작하기 위하여 아연도금(zinc galvanizing)을 한 재료로 장비를 제작하였다. 장비의 운송 및 설치를 편리하게 하기위하여 갈고리가 포함된 수거의 본체와 견인부를 분리하였으며, 볼트와 너트로 연결이 가능하게 하였다. 수거 장비 본체와 연결된 갈고리의 날부분이 회전할 수 있도록 링 모양의 스프링을 장착하였는데, 갈고리의 끝단부분에 약 100 kg중 이상의 장력이 걸릴 때 회전하도록 설계하였다. 해저바닥이 암초

지대와 반구형어초지대인 해역에서 장비 적용실험을 한 결과, 스프링을 장착한 해저폐기물 수거장치는 해저바닥의 틈새나 인공구조물 등에 걸려서 빠져나오지 못하는 상태를 방지할 수 있었다.

이상과 같이 개량된 갈고리를 부착한 해저폐기물 수거장치는 해저폐기물의 수거작업 또는 해저바닥 경운작업시 해저바닥의 퇴적물 상태와 무관하게 해저폐기물 인양작업을 할 수 있는데, 인공어초와 암반지역 등 해저폐기물의 수거작업이 곤란한 해역에서 발생할 수 있는 폐그물 등의 회수작업에 유용하게 이용될 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 일반적인 갈고리를 이용하여 해저폐기물을 수거할 때 나타나는 갈고리의 파손을 방지할 수 있으며, 수거 장비 전체의 분실에 의한 제2의 해양폐기물이 발생하는 것을 방지할 수 있을 것으로 사료된다.

후 기

본 연구결과는 부경대학교 해양산업개발연구소의 지원과 테크노파크 사업의 일부로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 강원수, 2001. 수중침적 폐기물 실태조사 및 국내 연안의 항내 수중침적 폐기물 분포에 관한 연구. 한국해양환경공학회지, Vol. 4, No. 3, 74-80.
- [2] 구분삼, 강현, 허성희, 2000. 진해만의 바다밑 쓰레기에 대한 조사연구, 한국해양환경공학회지, Vol. 3, No. 4, 91-98.
- [3] 국립수산과학원, 2001. 전남 다도해권 바다 목장 기초기반 조사 용역사업 보고서-어장조성 시설에 대한 타당성 조사-, 41p.
- [4] 국립수산과학원, 2002. 인공어초시설 사후관리 실태 및 개선 방안 보고서, 12-25.
- [5] 국립수산과학원, 2002. 통영해역 바다 목장화 연구 개발 용역사업 보고서, 50p.
- [6] 국립수산과학원, 2003. 노후 양식어장의효율적 저질 개선 방안 연구, 26-39.
- [7] 류청로, 김현주, 1994. 착저식 인공어초에 작용하는 파력특성에 관한 연구. 한국수산학회지, Vol. 27, No. 5, 605-612.
- [8] 유정석, 윤범상, 노준혁, 유성환, 2002. 홍수시 4대강에서 유입되는 부유폐기물 성상 조사, 한국해양환경공학회지, Vol. 5, No. 3, 45-53.
- [9] 조용진, 문일성, 신명수, 유정석, 강창구, 2002. 해양폐기물 수거선박 요구조건 및 선단구성. 한국해양환경공학회지, Vol. 5, No. 2, 41-49.
- [10] 조용진, 문일성, 신명수, 유정석, 강창구, 2002. 천수용 다기능 해양폐기물 수거시스템 개발(PART II: 시스템구성 및 성능시험). 한국해양환경공학회지, Vol. 5, No. 2, 50-61.
- [11] 한국해양기술, 1996. 우리나라 산업잠수의 현황과 발전방안.

2004년 5월 19일 원고접수

2004년 10월 19일 수정본 채택