

海上 油類 汚染 防除 技術

총 무 해 양 경 찰 서
해양오염관리과장 이봉길

1. 서 언

최근 고도의 발달을 가져온 산업은 대부분 석유를 에너지원 및 산업 기초 원료로 사용하고 있어 원유를 포함한 석유류의 해상 수송이 증가되고 석유류의 운송 취급과정 중 해양에 유출되는 유류의 양이 매년 증가되고 있다.

특히 유조선 사고나 선박의 좌초, 침몰, 충돌 등으로 일어나는 유류 유출 오염은 일시에 대량의 유류가 제한적 해역에 배출됨으로서 그 피해가 엄청나게 클 수 있으며, 오랜 기간동안 해양환경 훼손에 따른 심각한 문제를 야기시키게 된다. 따라서 사고의 사전 예방과 유출사고 발생시 조기 방제·조치에 대한 대책이 요구되고 있다. 여기서는 효율적인 방제조치에 대한 일반적인 사항에 대하여 기술하고자 한다.

2. 해상에 유출된 기름의 제거 방법

가. 개 요

해상에 유출된 기름은 해상에 부유하고 있는 동안에 처리할 수도 있고 연안에 밀려들어와 해변에 표착된 후에 처리할 수도 있으나 해변에 표착된 후에는 더 많은 노력과 어

려움이 있으며, 피해 또한 확대되므로 유출된 기름은 통상 해상에서 회수하는 것이 최선의 방법이다.

해상에 유출된 기름의 제거와 방제대책을 수립할 때는 지역환경 및 위락적요소를 고려하여 지역환경에 맞는 설비, 수송, 방제체계상의 제반문제 등을 유의하여 선택하여야 한다.

나. 오일펜스를 이용한 확산 방지

해상에 유출된 기름의 처리는 확산방지가 가장 중요하며, 확산 방지를 위한 기자재로서는 오일펜스가 가장 많이 사용되고 있으며 최근 여러가지 형식의 오일펜스가 개발되었다.

1) 오일펜스의 용도

기름의 수거, 편향, 봉쇄, 보호에 사용되고 있다.

○ 수거

기름이 떠있는 지역에서 오일펜스의 양끝을 배로 끌어 기름을 모은다.

이 방법은 기름을 제거하는 것으로 유희수기의 형태이며 기름을 해안으로 몰아 걷어내

어 제거하는 경우도 있다. 오일펜스 자체에 유회수기가 설치되어 있는 경우도 있다.

○ 편향

기름 흐름의 방향을 전환시켜 수거하며, 기름을 수거할 적당한 장소가 있는 강 또는 해안에서 보통 사용한다.

○ 봉쇄

해상에서의 기름의 확산을 방지하여 유출을 국지화하기 위하여 사용한다. 오일펜스를 사용하기 전에 기름을 전체적으로 어떻게 수거할 것인가를 반드시 고려하여야 한다. 또한 오일펜스를 고정시켜 해안이나 방파제로 밀리지 않도록 하는 것이 중요하다.

○ 보호

경제적, 위락적으로 중요한 계류장, 발전소, 공장의 취수구, 양어장 취수구, 철새도래지, 늪지, 갯벌 등의 보호에 사용된다.

2) 오일펜스 설치

오일펜스의 설치는 간단한 작업이 아니다. 우선 일을 되도록 쉽게 하고 설치 중에 오일펜스가 상하지 않도록 하기 위하여 순서대로 설치되어야 한다. 최소의 노력으로 피해없이 설치하는 데는 다음 사항의 고려가 필요하다.

- 오일펜스를 설치하기 전에 필요한 오일펜스의 길이가 판단되어야 하고 육지나 선박의 갑판에서 조립되어야 한다.
- 오일펜스가 준비되면 설치위치까지 선박으로 운반하여 닻을 내려서 고정시킨다. 닻을 고정시킬 지점이 마땅치 않으면 여러번 시도하여 닻의 위치를 바로 잡는다.
- 파랑에 의해 닻줄이 잡아 채이지 않도록 닻줄은 최소한 수십의 다섯배가 되어야 한다.
- 오일펜스가 기름을 모으거나 민감한 지역

을 보호하기 위하여 사용되고 있는 곳에서는 해안쪽을 막아서 기름이 흘러나가지 못하도록 주의할 하여야 한다.

특히 바닥이 바위이거나 자갈이 깔려있고 조류가 있는 곳에서는 특별한 주의가 필요하다.

- 기름을 포집하기에 이상적인 장소에 대한 정보가 있다면 그 장소 근처에서 오일펜스 및 조정밭줄의 길이를 올바른 길이로 미리 잘라 오일펜스를 고정시키면 시간이 상당히 절약된다.

3) 오일펜스 사용 한계

오일펜스는 설계와 재료, 자연의 물리적 법칙에 크게 제한을 받는다. 오일펜스는 해수와 기름의 악영향을 견딜 수 있어야 하며, 파도, 파랑, 조류 등에 의한 예상되는 힘에 견딜 수 있을 정도로 튼튼해야 한다.

○ 고정점

해류에 의해 변형되거나 그 밑으로 기름이 흐르지 못하도록 스커트(skirt)의 바닥에 연결되어야 한다.

○ 부력

강한 해류로 기름이 넘칠 경우에도 뜰 수 있을 정도의 부력을 가져야 한다.

○ 오일펜스 설치상태

가능한한 매끄럽게 되어야 한다. 그렇지 않으면 돌출부나 움푹 들어간 부분이 물의 매끄러운 흐름을 방해하여 약한 해류에서도 와류를 일으켜 기름이 새어 나가게 된다.

○ 해류의 영향

약 0.11 노트(0.36m/sec)의 해류가 오일펜스에 수직으로 받으면 기름은 오일펜스 아래로 유출될 것이다. 해류가 0.7노트 이상이

라면 한쪽 제방에서 다른쪽 제방까지 수로에 오일펜스를 설치하는 것이 불가능하다. 이때는 갈매기 모양(八, V)의 오일펜스를 설치하는 것이 좋다.

4노트(2.06m/sec)이상의 해류속도가 있다면 오일펜스를 설치하지 않는 것이 좋다. 그러나 배가 해류와 함께 표류할 수 있고 오일펜스와 해류사이의 상대 속도가 줄어 0.7노트 이하로 유지된다면 이런 문제점은 없다.

○ 파랑의 영향

오일펜스는 다양한 재료와 모양으로 만들어져 있으므로 다음 사항을 고려하여야 한다.

- 긴 파도 : 오일펜스가 유연하다면 웬만한 파고는 문제되지 않는다.
- 중간파도 : 유연성이 대단히 크지 않으면 3m 이상의 파도에서는 기름이 오일펜스 밑으로 새어 나간다.
- 짧은파도 : 국지적인 바람에 의해 내해에서 생성되며, 큰 파도에 중첩된다. 이러한 파도는 난류를 일으켜 바람에 의해 오일펜스 위로 기름이 튀는 결과를 초래한다.

4) 오일펜스 회수 및 보관

- 회수시에는 앵커를 먼저 끌어올리고 풍향 반대쪽부터 회수한다.
- 당겨 올려질 때는 선박이나 부두 안벽 등에 부딪혀 찢어지거나 손상되지 않도록 한다.
- 회수 후 장비에 묻어 있는 각종 오염물질 및 유분, 수분 등을 제거하고 슬라이드 호크를 잠근다.
- 작은 파손 부위라도 반드시 보수포로 손질한다.
- 직사광선이 닿지 않도록 통풍이 잘되는 곳에 바닥에는 5cm 이상의 널판지나 방수

포 등을 깔고 보관한다.

- 노천 보관시에는 차광이 되도록 한다.

다. 기름의 회수

해상에 유출된 유출유의 확산을 방지 한다는 것은 상당히 어려운 일이다. 그러나 오일펜스나 Gel화제 및 집유제 등을 사용하여 기름을 포위, 확산을 방지한 후에는 뒤이어 기름의 회수작업을 실시하여야 한다.

회수방법에는 다음 3가지로 내별할 수 있다.

- 기계적회수: 유회수선, 유회수장치, 유회수기 등을 이용한 회수방법
- 물리적 회수: 유흡착재 등을 이용한 흡착방법
- 기타 회수: 국자, 뜰채, 그물망 등을 작게 만든 네트 등에 의한 방법

이상의 방법 중에서 유회수기에 의한 회수방법이 대표적인 방법이라 하겠다.

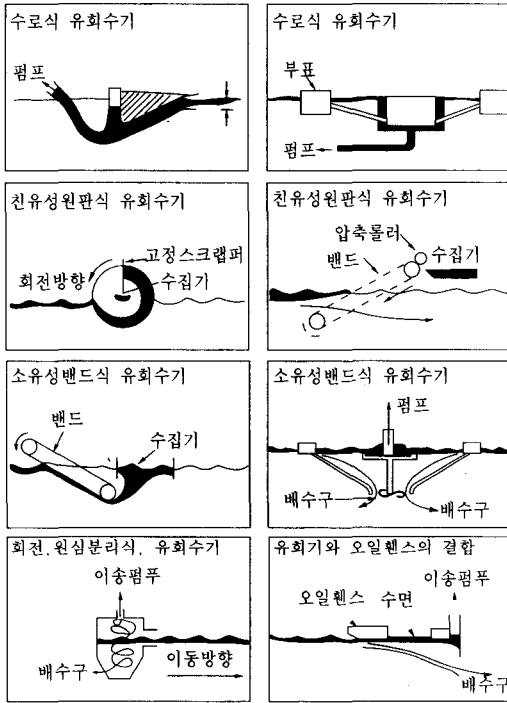
라. 기름의 분산처리

유회수선, 회수장치, 흡착재 기타 기자재를 사용하여 해상유출유를 회수하지만 유막이 얇게 되어 있거나 회수시 수분이 많이 회수되거나 유출유량이 적어서 처음부터 유층이 얇은 경우에는 기름을 분산처리하는 것이 해양환경에 주는 영향이 적고 피해를 감소할 수 있다.

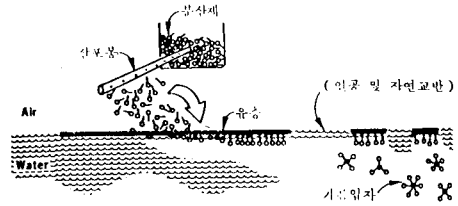
1) 유처리제(分散制)의 원리

기름을 미립자화하여 유화분산시켜 해수와 섞이기 쉬운 상태를 만들어 자정작용(박테리아에 미생물 분해, 일조에 의한 증발, 산화작용 등에 따라 기름이 소멸하는 작용)을 촉진시키는 것으로 작용원리는

유회수기의 여러 형태



分散劑의 작용원리



카C유 및 풍화된 유류 등은 농축형을 사용한다 하더라도 분산능성이 상당히 감소하며 해수보다 높은 유동점을 갖는 유류는 유처리제로 분산되지 않는다.

- 탄화수소 용제형 분산제는 해수에 접촉면 분산효력을 잃게 되므로 반드시 유막위에 살포되어야 한다. 살포전에 해수에 사전 희석시켜서는 안되며 기름과 유처리제의 비율은 1:1 내지 3:1 정도가 적당하다.
- 수용제형 분산제는 25~50%로 해수에 희석해서 사용할 수 있으며, 오염이 예상되는 해안지역에 미리 희석 살포하여 기름의 피해를 감소시키는데 사용되기도 한다. 점성이 강한 유류에는 분산력이 약하므로 피하는 것이 좋다.
- 농축형 분산제는 기름과 유처리제의 비율을 5:1 내지 30:1 까지 조절하여 사용하더라도 우수한 분산 효율을 나타낼 수 있다. 해수와 10:1정도 희석하여 살포하는 것이 일반적이며, 농축상태로 직접 살포하면 자체 혼합력을 발생할 수 있다. 농축형 분산제는 중량이 적으므로 효율을 감안할 때 일반 유처리제보다 많은 양을 적재할 수 있으며, 외해역과 같이 수송이 어려운 곳에서는 유리하다.

- 기름과 물 사이의 표면장력을 감소시킴
- 수표면과 수층에 기름을 미세한 입자로 분해시킴
- 분산 후 기름입자간의 결합 방지
- 기름 농도를 신속히 감소시켜 수표면과 수층에 기름을 급속히 분산
- 생물분해과정을 촉진시킴

2) 유처리제 사용 지침

(과기처의 특정 연구발전 사업으로 시행한 해양연구소 연구결과에 의한)

① 유처리제의 선별

경질 연료유의 경우에는 어떤 형태의 유처리제를 사용해도 무방하나 점성 2,000 cst 이하 풍화받지 않은 경질원유는 농축형 분산제를 우선적으로 사용하여야 한다.

점성 2,000 cst 이상의 중질원유 내지 방

② 유처리제 사용 시기

유처리제를 사용하는 큰 이점 중의 하나는 유출유가 바람이나 조류에 의해 오염에 민감한 해역이나 해상으로 접근하기 전에 처리할 수 있다는 것이다. 방제상 시간적 제약을 크

게 받고 있는 경우에는 신속히 분산처리해야 하며, 일반적으로 표류하는 기름은 증발, 광산화 및 Water-in-oil Emulsion의 형성 등의 풍화과정을 겪을수록 분산 처리하기가 어렵게 되므로 유출된 기름은 Fresh할 때 처리하는 것이 바람직하다.

그러나 용존성분을 많이 포함하고 있는 원유나 경질 연료유는 수중으로 분산될 경우 벤젠등의 방향족 화합물(Aromatic Compound)이 해양생물에 높은 독성작용을 나타내므로 분산처리 시기를 어느정도 늦추는 것이 좋다.

③ 해상 살포기술

살포의 기술적 측면을 좌우하는 요인으로서는 유처리제의 종류, 유출유의 크기나 위치, 살포선박이나 방제용 항공기 등의 여부 등을 들 수 있다. 특별한 살포장비를 갖추고 있지 않을 경우에는 펌프와 소방호스를 이용할 수 있는데 농축형 분산제의 경우에만 적절한 효과를 얻을 수 있다. 유처리제는 분산되는 해수에 흡입되도록 하되 과도한 희석으로 분산효율을 감소시키거나 유처리제를 낭비하지 않도록 10% 희석비율로 조절해야 한다.

또한 소방호스를 사용할 때에는 반드시 분사노즐(Injection Nozzle)을 사용해야 한다. 분사노즐을 사용하지 않으면 희석된 유처리제가 유막을 뚫고 해수속으로 들어가게 될 뿐만 아니라 유막위에 분산제를 끌고루 살포하기 어렵다.

방제선박에 Spray Boom을 설치할 수 있을 경우에는 탄화수소용제형 유처리제나 농축형을 희석하여 사용할 수 있다. Spray Boom을 사용하면 일정한 속도로 넓은 지역을 처리할 수 있으며, 기름과 유처리제의 비율도 선박 속도로서 조절할 수 있다. 선박의 항해속도는 일반적으로 4~10노트 정도이며 표면 교반판을 사용하여 살포후 교반하여야 한다.

교반기가 없을 경우에는 선박으로 처리된 지역을 왕복하거나 소방호스로 해수를 뿌릴 수도 있으나 소규모 유출시에만 가능하다.

Spray Boom은 선박의 중앙부나 선두쪽에 설치하는 것이 보통인데 선박에 따라서는 5노트 이상이면 뱃머리의 파가 발생하여 살포되는 유처리제가 해수와 혼합되므로 처리 속도가 감소되고 유처리제를 낭비하는 결과를 낳게 된다. 따라서 선두쪽에 Spray Boom을 설치하면 뱃머리파의 문제를 해결할 수 있으며 항해 속도도 증가시킬 수 있다.

살포시에는 바람의 영향으로 유처리제가 유막위에 고르게 뿌려지지 않을 수도 있다. 살포된 유처리제가 바람에 날리게 되면 분산효율이 감소된다. 소방호스를 사용할 때는 바람을 등지고 살포해야 하며, Spray Boom의 경우는 수면으로부터의 거리를 가깝게 해야 한다. 살포시 강한 바람으로 인하여 분산효율이 떨어지면 유막이 조그만 Patch로 면치거나 실같은 기름들이 표면에 남는 Herd Effect가 나타난다. Herd Effect가 나타나더라도 재살포하지 않는 것이 바람직하며, 가능하다면 한번에 처리하도록 노력하여야 한다.

유막이 효과적으로 분산되면 오렌지 내지 검은 갈색의 뿌연층이 수표면아래 형성된다. 이런 층은 즉시 나타나지 않을 수도 있으며 해상상태에 따라 수십분 후에 나타날 수도 있다. 흰색 내지 우유빛의 층이 형성되면 이는 유처리제 만이 해수와 직접 접촉하는 것을 의미하므로 유의하여야 한다.

유막이 Spray Boom의 바로 아래 부분에서 사라지는 것은 분산이 잘 되고 있는 것을 의미하지 않을 수도 있으며 Herd Effect의 결과일 수도 있다. 유출된 지역을 처리할 때 선박의 진로는 중간정도 두께의 유막이 퍼져 있는 주변에서부터 시작하여 바람방향과 같은 축으로 평행하게 항해하여야 한다.

마. 기름의 소각처리

해상에 유출된 기름을 회수하지 않고 그대로 연소시켜 처리하는 방법이다. 이 방법은 완전히 연소시킬 수만 있다면 회수하는 수고를 덜 뿐만 아니라 대량의 기름을 단시간에 처리할 수 있으며 더구나 해양생태계에 영향이 적기 때문에 상당히 효과적인 방법이라 할 수 있다.

육상 가까운 곳이라든가 선박 운항 선로 및 어장 등에서는 실시할 수 없기 때문에 이 방법으로 처리할 수 있는 경우는 상당히 한정되어 있다.

4. 結 言

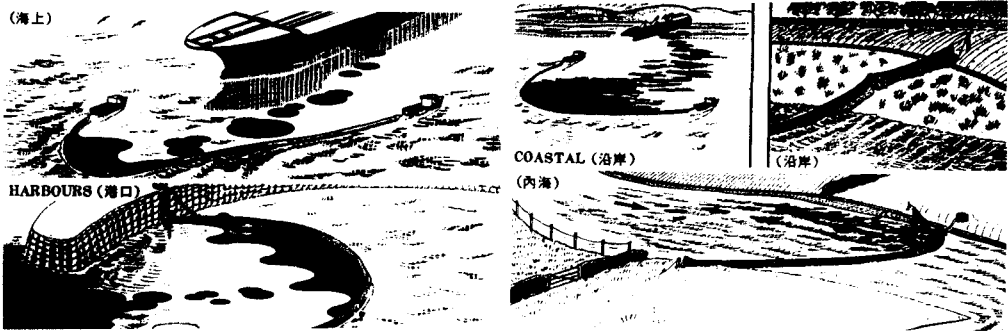
해상에서 발생되고 있는 대형 기름 유출사고는 대부분이 기상악화시 해상상태가 나쁜 상태에서 발생되고 있어, 앞서 기술한 방제

기술은 어디까지나 이론에 지나지 않으며, 선박이나 인원장비가 접근조차 불가능한 속수무책의 상황에서 기름은 확산되고, 유출은 계속되어 그 피해가 엄청나게 확대될 수도 있다.

미국 알래스카 지방에서 1989.3.24 발생한 액션발데즈호 사건이나 최근 스코틀랜드 제트랜드 섬 연안에서 1993.1.5 발생한 유조선 브레이어호 원유 유출 사건도 모두 사고 해역의 해상상태 악화로 선진 기술 장비를 갖춘 구조대의 긴급 출동에도 불구하고 효율적인 방제대책강구가 불가능하여 엄청난 피해를 본 사건 등은 교훈으로 삼아야 할 것이다.

사고 발생시 완벽한 방제대책은 없다. 다만 예방만이 최선의 대책이라 할 수 있다. 고의적인 빌지 등 폐유 배출 금지는 물론 안전항해 운전 운항으로 사고의 사전 방지에 모두 관심을 가져야 할 것이다.

오일펜스 설치의 예



환경마크 상품을 사시다!



□ 환경마크는 저오염상품에 붙어있습니다.