B17

수면 유포 유류 제거용 자성유체의 제조와 그 응용

엘지전자 김 상 문*
경남전문대학 신 학 기
부산대학교 김 태 옥

PREPARATION AND APPLICATION OF FERROFLUID FOR REMOVING THE OIL-SPILL ON WATER SURFACE.

LG Eletronics S. M. KIM*
Kyungnam Junior College H. G. SHIN
Pusan National University T. O. KIM

1. 서 론

최근 대형 선박 사고에 의한 유류 유출과 각종 저유소에서의 유류 유출에 의해 바다에 얇은 유막(slick) 또는 1.5mm 정도의 막이 형성되어 바람과 파도, 조류에 의해서 수면위에서 자유롭게 이동되어 해양을 오염시키는 일이 빈번해지고 있다. 이로 인하여 대기로부터 산소 공급이 차단되어 해양의 용존 산소를 결핍시켜 해저 서식물의 성장을 억제시키거나 고사시키게 된다. 또한 유류에 포함되어 있는 독성 물질이 물에 용해되어 생태계를 파괴시키고, 어민의 생계에 막대한 지장을 주게되므로 해양 사고등에 의한 유류 유출은 반드시 신속하게 방제하여야 할 필요가 있다.

종래의 해상 유포 유류를 제거하는 방법으로는 물리적인 방법, 화학적인 방법 및 미생물학적 방법등이 있는데 이들 방법은 효율적인 문제점과 방제 후에 야기되는 2차적인 문제점을 갖고 있으므로 수면 유포 유류의 제거에는 합당하지가 않다.

따라서 본 연구에서는 수면위에 유포되어 있는 유류에 자성유체를 투입하였을 때 자성유체는 물과는 반발하고 기름에만 선택적으로 흡수되어 약한 자성을 갖는 원리를 이용하여 유류를 효과적으로 제거 및 회수하는데 이용될 수 있는 자성유체를 제조하고, 이를 이용하여 수면위에 유포되어 있는 유류를 손쉽게 제거 및 회수할 수 있는 방법을 고찰하였다.

2. 실험방법

(1) 마그네타이트 제조

철강공장에서 발생하는 산폐액($FeCl_2$)을 염소가스와 질산을 사용하여 $FeCl_3$로 산화시키고 0.5M $FeCl_2$와 0.5M $FeCl_3$를 몰비로 1.15:2로 혼합하여 반응조에 넣고 질소 가스 분위기에서 pH 조정기를 사용하여 NaOH용액으로 pH=11로 조정하고 60℃로 승온시킨 후에 질소대신에 공기를 10-20분간 통기시켜 마그네타이트 40g을 얻었다. 제조된 마그네타이트의 자성은 VSM, 비표면적은 BET법, 결정상은 X선 회절법, 입도의 크기는 TEM, Fe^{3+}/Fe^{2+}의 비는 원자흡수 분광기법과 KMnO4법을 사용하여 자성유체

용으로 가장 적당한 조건을 도출하였다.

(2) 석유 분산매 자성유체 제조

물성이 가장 우수한 조건에서 제조된 마그네타이트에 sodium oleate를 흡착시킨 후에 수분이 포함된 cake상을 얻었다. 수분이 함유된 상태로 기름에 분산시켜 고분산율의 자성유체를 얻기위하여 양쪽용매에 녹으면서 비이온성을 갖는 polyoxyethylene nonylphenylether(POENPE)을 첨가하여 분산율을 조사하였으며 POENPE가 자성유체의 분산율에 미치는 영향을 FT-IR을 사용하여 조사하였다..

그리고 수면 유포 유류 제거를 위하여에 POENPE를 첨가한 자성유체를 사용하였을 때 가장 적합한 첨가량도 도출하였다.

(3) 수면 유포 유류의 제거

파도를 일으키는 조파기와 수중펌퍼가 설치된 대형 수조에 원유100ml를 유포시키고 그 위에 마그네타이트가 10% 함유된 자성유체를 1ml-10ml 살포한 후에 파도와 조류를 형성시키면서 영구자석이 내장된 자기드럼을 회전시키면서 수면에 유포되어 있는 원유를 제거하였다. 이때 자기드럼의 표면에 부착된 원유는 진공펌퍼를 사용한 skimmer를 사용하여 제거시키면서 자기드럼의 회전수에 따른 원유의 수거율을 조사였으며, 조류의 세기 및 파도의 세기에 따른 영향도 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

폐산에서 얻은 마그네타이트는 공기유량을 210ℓ/hr, pH=11, 반응온도 60℃, 반응시간 15분의 조건에서 포화자화 60emu/g, 평균입도 100Å이었다.

sodium oleate를 흡착시킨후에 기름에 분산시켜 자성유체를 제조하고 수분을 측정하였다. 수분이 약 10% 함유된 자성유체의 분산율이 30% 정도로 저조하였으므로 수분의 영향을 감소시키고 분산율을 향상시킥 위하여 양쪽용매에 용해하는 POENPE(n=4)를 첨가한 결과 0.2g(분산율 80%), 0.4g(분산율 92%), 0.6g(분산율 96%), 0.8g(분산율 96%), 1.0g(분산율 96%), 1.2g(분산율 96%)이었다. 96% 이상되는 분산율을 갖는 자성유체를 사용하여 수면 유포 유류에 투입하였을 때 POENPE의 첨가량이 1.0g 보다 증가하면 물에도 흡착되는 현상이 일어났서 원유의 제거가 거의 되지 않았다. 그리고 자기드럼의 회전수가 60rpm/min. 이상이 되면 기름의 제거가 감소되었으며, 파고가 자기드럼 절반을 넘어서면 기름의 회수가 절반 이상으로 감소되는 현상을 보여주었다.

4. 결 론

(1) 폐산으로부터 제조한 마그네타이트는 0.5M $FeCl_2$와 0.5M $FeCl_3$의 비가 1.15:2.00, 반응온도 60℃, 반응시간 15분, pH=11에서 포화자화 60emu/g, 평균입자의 크기는 100Å이었다.

(2) 수분이 약 10% 포함된 자성유체의 분산율을 증가시키기 위하여 POENPE(n=4)의 첨가량이 자성유체 100ml에 0.6g 첨가하였을 때 분산율이 96%였으며 기름의 제거에는 0.8g이 기장 우수하였다.

(3) 자기드럼의 회전수가 60rpm/min. 이상, 파고가 자기드럼절반을 넘어서면 기름 회수율이 감소하였다.