

어로활동과 해저 케이블
공동 이익을 위한 가이드라인
제 2 판



어로활동은 해저케이블이 아니라 물고기를 낚아야 합니다!
어구가 해저케이블을 낚더라도 절대로 인양하면 안 됩니다!

해저케이블 인양 시 연안 경비대나 지역 해저 케이블 운용자에게 문의하십시오

스티븐 드류(Stephen C. Drew),
앨런 호퍼(Alan G. Hopper) 공저

어로활동과 해저 케이블
공동 이익을 위한 가이드라인



Copyright International Cable Protection Committee

2009년 2월 23일

이 문서에 수록된 정보("정보")는 국제 케이블 보호 위원회("ICPC")의 회원들이 전문업에 종사하고 있는 업계에서 획득한 경험과 지식을 바탕으로 편찬한 것이며 해저 케이블 안정성을 보장하는 기준을 확립하고 홍보하기 위해 최선을 다해 작성, 발간하게 되었습니다.

ICPC는 본 정보의 유효성을 신뢰하지만, 이 문서의 정확성에 대한 책임은 본 문서의 정보를 이용해 목적을 이루려는 개별 회원 또는 그 밖의 개인의 몫입니다. ICPC와 저자는 본 정보 내 모든 오류, 누락 및 이 정보의 사용에 따라 야기되는 부정적 결과에 대한 모든 법적 책임에 무관함을 알려드립니다. 본 문서 내 어떠한 내용도 해양법에 관한 국제연합 협약(United Nations Law Convention on the Law of the Sea), 또는 바다에서 선원이 직면할 수 있는 일상 실무 또는 국제 관련 법 요건의 준수 의무에 하등의 영향을 끼치지 않습니다.

감사의 말

이 책자는 Tyco Telecommunications(미국) Inc.의 지원으로 국제 케이블 보호 위원회(ICPC)에서 발간한 것입니다. 다수의 위원회 회원께서 기술 정보, 조언 및 관련 그림을 제공해 주셨습니다. 그 외 추가된 삽화는 앨런 호퍼, 릴리언 해리스, 릴리 영, SMD 및 Marco Marine Inc.에서 제공된 것입니다. 독 버넷은 법적 관련 사항의 초안 작성을 도와주셨습니다. 저자들은 본 책자 작성을 위해 성심껏 지원해 주시고 기술적인 전문성과 지도를 아끼지 않은 ICPC의 전 총무인 배리 펙, 그리고 이 책의 준비 과정에 큰 도움과 조언을 주고 초안에 대한 총평을 제공한 켄 녹스 선장님께 깊은 사의를 표하는 바입니다.

표지 사진: 조류의 날개와 같은 어구가 아시아 연안에서 사용되고 있다. 여기에 쓰이는 닻이 수많은 해저케이블 파손을 야기하고 있다.

제 2 판

1. 도입

이 책자는 어업종사자가 해저 케이블을 포획하는 것을 피하고, 어구가 해저케이블 해역에 걸렸을 때의 대처 방법에 대한 정보를 제공하는 것을 목적으로 한다. 여기에는 어업 및 해저케이블 부문 모두의 발전에 따라 드류와 호퍼가 저술한 1996년판에 대한 갱신사항이 포함되어 있다.

해저케이블 파손은 국제 통신 및 전력 전송에 중대한 문제를 야기할 수 있고 비즈니스 거래, 전화, 인터넷, 전기 시설망에 악영향을 끼친다. 현재 해외 통신의 95% 이상이 인공위성이 아닌 해저케이블을 통해 이루어지고 있다. 해저케이블의 용량, 속도, 보안성이 증가됨에 따라 해저케이블은 선호되는 매체로 자리잡아 왔다. 국제 상거래 및 인터넷의 성장에 의해 세계는 과거보다 통신에 훨씬 더 많이 의존하게 되었다. 해저케이블 파손 시 다른 해저케이블의 여유 용량에 의해 지속가능 하지만, 심각한 파손의 경우에는 수백만 명의 고객에게 영향을 주는 정전을 초래하고 있다.

해저케이블 포획 또한 위험하다. 선장이 해저케이블을 인양하려 시도한다면 선박의 안정성에 심각한 영향을 줄 수 있고 승무원을 위험에 몰아넣는다. 현대의 통신 케이블은 감전사를 초래할 수 있는 10,000 볼트 이상의 전기가 흐르고 있을 수 있다. 전력 케이블은 500,000 볼트 이상의 전기가 흐른다. 둘다 치명적이다. 다른 중대한 위험으로 어구, 어업 시간 및 가치 있는 포획 기회의 손실을 들 수 있다. 의도적으로나 부주의에 의해 해저케이블을 손상하는 것은 법에 저촉된다. 위반자는 벌금형, 해저케이블 수리 비용에 대한 변상 및 선박 압수 등의 중벌에 처해지고 있다.

해저에 깔려 있는 케이블의 수는 텔레커뮤니케이션, 연안의 재생 에너지, 섬과 국가간 전력 전송의 성장과 함께 급격하게 늘어나고 있다. 세계적으로 볼 때, 어업 또는 닻에 의한 해저케이블 파손은 연간 약 100~150회 발생한다. 해저케이블 파손이 일어날 때마다, 통신 및 데이터 전송은 방해받을 수 있고, 전력 케이블의 경우 전력 공급이 중단될 수 있다. 해저케이블 파손에 따른 높은 복구 비용은 결국 정부, 업체, 통신과 전력을 이용하는 사람들이 지불하게 된다. 이 책자가 어업종사자 및 해저케이블 회사 간 이해와 협조를 강화함으로써 양자가 갈등 없이 해저면을 이용할 수 있게 되기를 희망해 본다.

2. 해저 케이블의 역사와 중요성

해양 간 통신의 주도적 수단인 해저케이블

1980년대 최초의 광섬유 해저 전화 케이블이 놓인 이래로, 수중 케이블은 해외 통신의 주도적 수단으로 인공위성을 추월해 왔다. 해저케이블은 현재 모든 전화, 팩스, 인터넷, 이메일, 데이터 전송뿐 아니라 텔레비전 프로그램 전송의 95% 이상을 담당한다. 사람들, 업체, 정부는 해저케이블이 제공하는 실시간 통신 및 인스턴트 정보에 의존하고 있다. 전력 케이블은 섬 및 인근 국가 간에, 또는 연안 재생에너지 현장 연결용으로 흔히 사용되고 있다.

해저 케이블의 역사

해저 케이블의 시대는 1850년경 최초의 전신 케이블이 영국 해협을 가로질러 부설됨으로써 시작되었다. 불행히도, 향후 일어날 일을 예상이라도 했는 듯, 호기심 많은 어업종사자가 새로운 종류의 해초를 발견했다고 생각하고는 표본을 채취하려고 하면서 이 케이블을 잘라버림으로써 겨우 몇 일도 운용하지 못했다. 이후 100년 동안, 725,000km(450,000 마일) 이상의 해저 전신 케이블은 모스 전신 부호로 된 신호를 통해 신속한 통신을 전세계에 확산시켰다.

해저 시대 전화 케이블이 1950년대에 성장하기 시작했고, 이 때 최초의 대서양 횡단 케이블이 부설되었다. 1983년에는 190,000km(120,000 마일)를 넘는 해저 전화 케이블이 전세계의 많은 지역을 연결했다. 이 기간 중 해저 케이블에는 아날로그 전기 신호를 전송하는 구리선이 포함되어 있었다. 테크놀로지의 발달로, 해저케이블 하나가 한 번에 4,000 건의 통화를 전송할 수 있게 되었다. 1970년대와 80년대 초반은 인공위성 통신이 지배적이었다. 하지만 1988년에 최초의 대서양 횡단 광섬유 해저케이블이 설치되면서 이 추세도 변화를 맞았다. 광섬유 해저케이블은 사람의 머리카락만큼 얇은 미세 유리 섬유를 통해 광 펄스를 주사하여 정보(디지털 신호로 변환된 사진, 동영상, 소리 등)를 전송한다. 광섬유 해저케이블은 인공위성을 뛰어넘는 수많은 장점을 갖고 있다.

- 해저케이블은 매우 큰 용량을 보유하며, 인터넷, 데이터 및 음성과 함께 매우 급격히 성장하고 있는 고대역 통신과 애플리케이션을 전송하기에 적합하다. 오늘날의 광섬유 해저케이블은 한 번에 수백만의 음성 신호를 전송할 수 있다. 해저케이블 용량은 최근 두 배 이상으로 증가해 왔으며 앞으로도 계속 증가할 것으로 예측되고 있다.

- 지구 정지 궤도에 있는 인공위성에 의해 전달되는 신호는 인공위성까지 쏘아 올려진 후 지구로 돌아오려면 72,000km(45,000 마일)를 이동해야 하므로, 인공위성이 전송하는 대부분의 대화에는 눈에 띄는 만큼의 시간 지연(적어도 4분의 1초)이 발생한다. 반면 해저케이블에 의해 해양을 가로질러 8,000km(5,000 마일)를 이동하는 신호의 시간 지연은 단지 30분의 1초에 불과하다. 이것은 대화상에서 알아차리지 못하는 수준이다.

- 광섬유 해저케이블로 수신한 음성신호 품질은 매우 맑으며 대기 조건에 따라 변하지 않는다.

- 해저케이블은 뛰어난 기밀성과 안정성을 제공한다.

장거리 통신에 대한 수요가 급증하고 있다.

800,000km(500,000 마일) 이상의 광섬유 케이블이 이미 해저에 설치되어 있으며, 이 수는 급격하게 증가하고 있다.

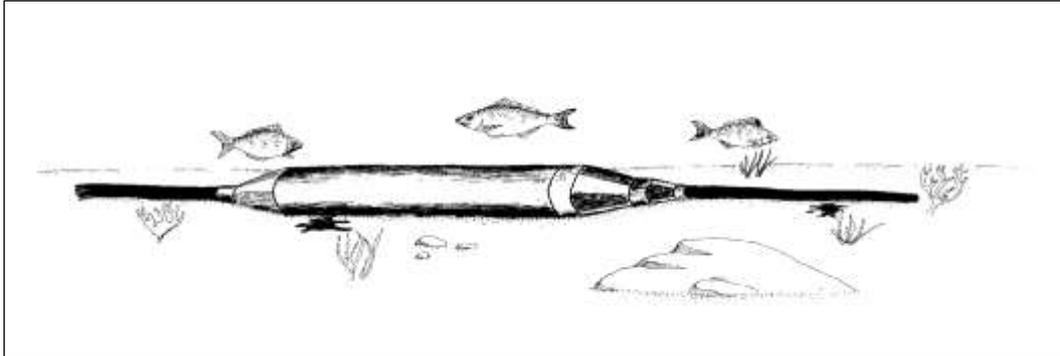


그림 1. 리피터가 부착된 해저 케이블

해저 전력 케이블은 1950년대에 격오지에 이격된 마을을 본토와 연결하면서 개발되었다. 세 개의 개별 코어가 형성되어 있는 교류(AC)와 두 개의 코어가 공급 및 귀로에 사용되는 직류(DC)의 두 가지 형태의 기술이 개발되었다. 초기에 직류 시스템은 하나의 케이블만 사용하고, 해수를 이용한 자연 귀로방식을 이용했다. 이 방법은 나침반 시스템에 의한 자기적 방해가 가끔 발생함에 따라 지금은 사용하지 않는다.

직류 시스템이 수백 킬로미터에 도달할 수 있는 반면, 교류 시스템은 100km 길이를 넘지 못한다. 상업적인 재생에너지 기술(풍력 발전 등)의 출현으로 2000년 이래 연안 전력 해저케이블의 수가 큰 폭으로 증가하였다.

엄청난 문제를 야기하는 해저케이블 손상

전체 해저 케이블 손상의 3분의 2 이상이 어업활동과 닻에 의해 발생한다. 선박이 해저케이블을 포획할 때 어업종사자에게 초래될 수 있는 결과에는 선박과 선원에 대한 위험, 어구 손실, 어획물 손실, 어업 시간 손실 등을 들 수 있다. 어업종사자는 또한 수리 비용에 대한 책임을 져야 할 수도 있으며 형사상 고발을 당할 수도 있다.

또한, 해저케이블이 손상을 입으면 그에 의해 초래되는 통신 방해로 막대한 수리비 지출을 초래하고 통신 중단과 데이터 전송 단절이 발생할 수도 있다. 이런 문제를 처리하기 위해 전세계에서 해저 케이블 설치선박이 대기 중에 있다.

해저 케이블 수리는 까다로우며 비용이 많이 든다. 통신장해가 일어나면 해저케이블 상태를 모니터링하고 문제 발생 장소를 파악하는 장비가 즉각적으로 고장을 탐지해낸다. 해저 케이블 설치선이 동원되어, 원래 위치에서 이동했을 수도 있는 해저케이블을 찾기 위해 현장으로 이동한다. 전류를 모니터링하며 해저면에서 해저케이블을 찾고 회수 하는 원격 조종 잠수정(ROV)은 많은 도움이 된다.

문제가 발생한 위치가 파악되면, 해저케이블을 절단한 다음 ROV 또는 어업종사자가 분실한 어구를 되찾기 위해 사용하는 채집용 닻을 이용해 해수면으로 인양된다. 해저케이블 말단의 손상된 부분을 제거하고 수심에 맞게끔 추가된 새로운 구간을 연결한다. 이렇게 모든 구간이 접합되면, 해저케이블을 해저면으로 침하시킨다. 해저케이블이 해저면에 평평하게 닿게 하고, 이후 매설하는 작업을 할 수도 있다. 하지만 수심에 맞도록 추가된 구간은 해저면 위쪽에 얼마간 남아있을 수 있다. 해저케이블에 뒤틀어지는 속성이 있으므로 해저면의 표면 상에 몇 미터 길이의 고리가 형성될 수 있다. ROV로 매설되기 전까지 해저케이블은 추가적인 손상에 특별히 취약하다.

해저케이블 수리를 위한 전체 수리 비용은 흔히 미화 1백만 달러를 초과한다. 먼 바다에서는 보조 해저케이블을 가져와 손상 발생 현장에 도달하는 데만 상당 기간이 걸릴 수도 있다. 심해에서의 수리는 더욱 까다롭기 때문에 심해 해저케이블 문제는 훨씬 더 많은 비용을 초래한다. 수리에 대한 지출을 제외하고서라도, 통신 회사는 다른 시설에서 발생한 중단된 트래픽을 회복하기 위해 비용을 지불 해야 할 수 있으며, 이렇게 되면 통신 장해 관련 비용이 더 추가된다.

3. 해저케이블의 시공, 설치, 보호 및 수리

동축 케이블

최초의 해저 전화 케이블의 신호는 구리선으로 송신되었다. 이것을 동축 또는 아날로그 케이블이라고 불렀으며 30년 이상 유지가 가능했다. 이러한 종류의 케이블은 1950년에서 1988년 사이에 많이 부설되었다. 그 중 몇 개는 지금도 사용되고 있다.

동축 전화 케이블의 일반적인 외부 직경은 40mm에서 100mm(1.5~4인치) 사이이다. 손상 위험이 있는 해역에 있는 케이블은 보통 방수 코팅이 씌워진 강철 외장으로 보호한다. 위험이 낮은 해역에서도 부설 및 수리 중 해저케이블 중량을 지지하기 위한 충분한 인장 강도를 해저케이블에 부여하기 위해 강철 구성요소를 사용한다. 동축 케이블은 중량이 마일당 22톤까지 나갈 수 있으며 65톤 이상의 파괴 강도를 가지고 있다.

해저케이블 절연을 위해 사용되는 폴리에틸렌(polythene 또는 polyethylene)은 로프, 망사 및 다양한 종류의 절연을 위해 사용하는 것과 기본적으로 동일하다.

매우 긴 해저케이블을 통해 일어나는 신호 손실을 방지하기 위해, 리피터라고 불리는 증폭기가 동축 케이블을 따라 2~40 마일 간격으로 접합되어 있다. 리피터는 해저케이블에 접합된 어뢰 모양의 물체이다. 초기 리피터는 직경이 300mm(1피트)에 약 3m(10피트) 길이였다. 이후 모델에서 크기는 훨씬 축소되었다.

광섬유 해저케이블

1980년대에, 새로운 종류의 케이블이 소개되었고 통신에 혁명을 가져왔다. 이 새로운 케이블의 중심에는 사람의 머리카락 두께의 섬유로 되어 있는 작은 유리 섬유 세트가 있다. 섬유의 각 말단에 있는 컴퓨터는 소리(음성 등) 및 기타 데이터를 디지털 펄스로 변환한다. 케이블의 유리 섬유를 통해 이 광 펄스를 레이저로 주사한다. 다른 말단에 있는 컴퓨터는 펄스를 소리 및 데이터로 다시 전환한다. 대부분의 해저 통신 케이블에는 6개에서 24개의 유리 섬유가 내장된다. 섬유 광학 케이블은 동축 케이블보다 더 얇은 경우가 많다. 일반적인 외부 직경은 12mm에서 50 mm(0.5~2인치) 사이이다.

섬유 광학 해저 케이블에는 동축 케이블의 리피터와 동일한 리피터라고 불리는 장치가 달려 있다. 리피터들은 해저케이블을 따라 일정한 간격(대개 30~80km 또는 20~50마일)으로 배치된다. 절연된 구리 피복에 전류(어떤 경우에는 10,000 볼트가 넘는다)가 흘러 리피터에 전원을 공급한다. 각 리피터는 백만 달러가 넘기 때문에 이것을 보호하는 데 특별한 신경을 쓰고 있는 상황이다. 해저 분기 장치로 분기점에서 각국 상륙 지점까지 해저케이블을 연결하는 경우도 있다.

섬유 광학의 단점이 있다면, 유리가 구리보다 훨씬 손상되기 쉽다는 것이다. 많이 구부리거나 짓누르는 힘이 가해지면 섬유가 갈라져 신호가 손실된다. 섬유 해저 케이블의 최소 구부림 반경은 약 1에서 1.5m(3~5피트) 정도이다. 트롤 어구 또는 형망어구가 섬유 케이블을 치게 되면 해저케이블이 실제로 끊어되지 않더라도 케이블 손상이 일어나기 쉽다.

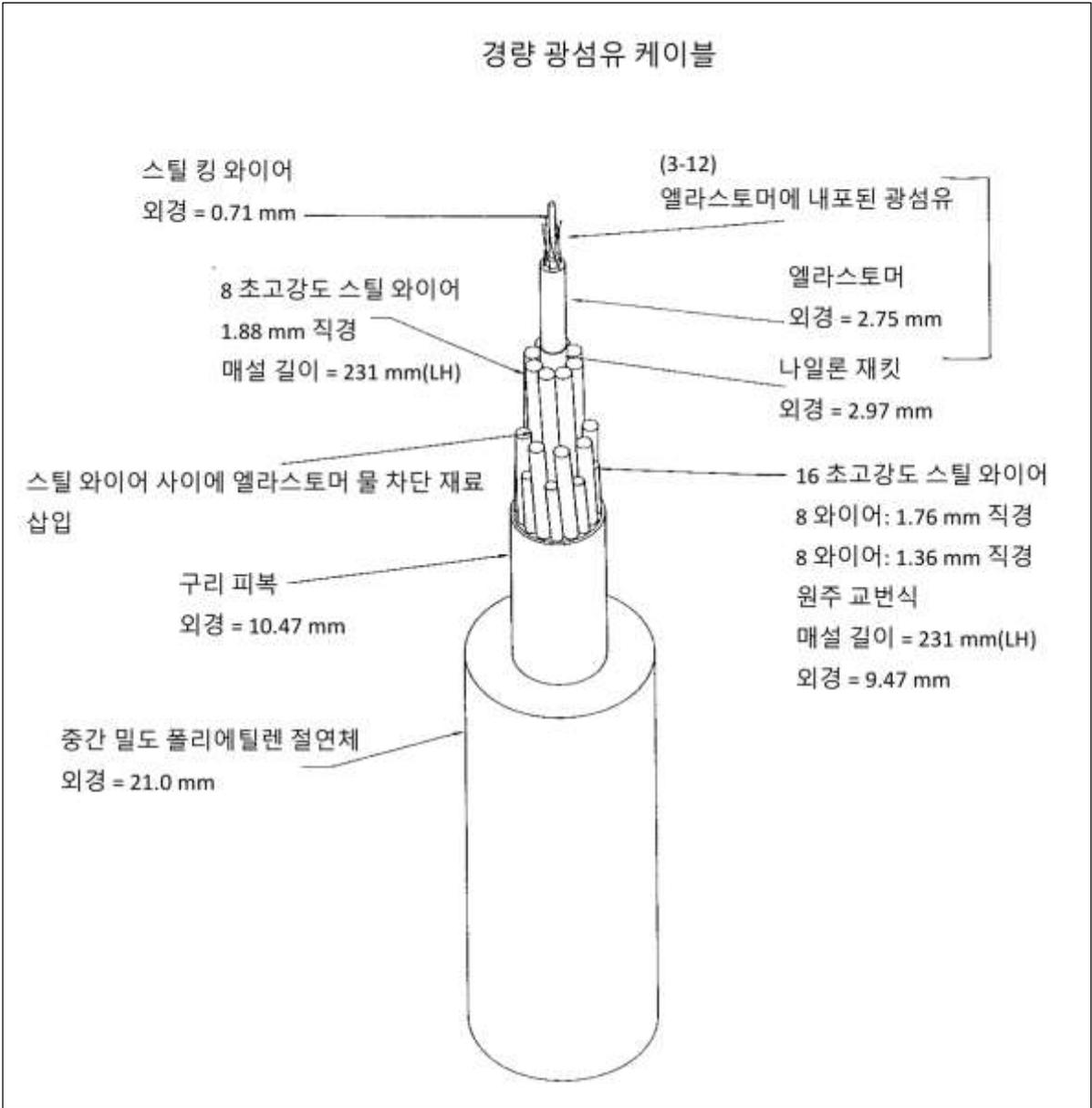


그림 2. 경량 광섬유 해저케이블

이중 피복 광섬유 케이블

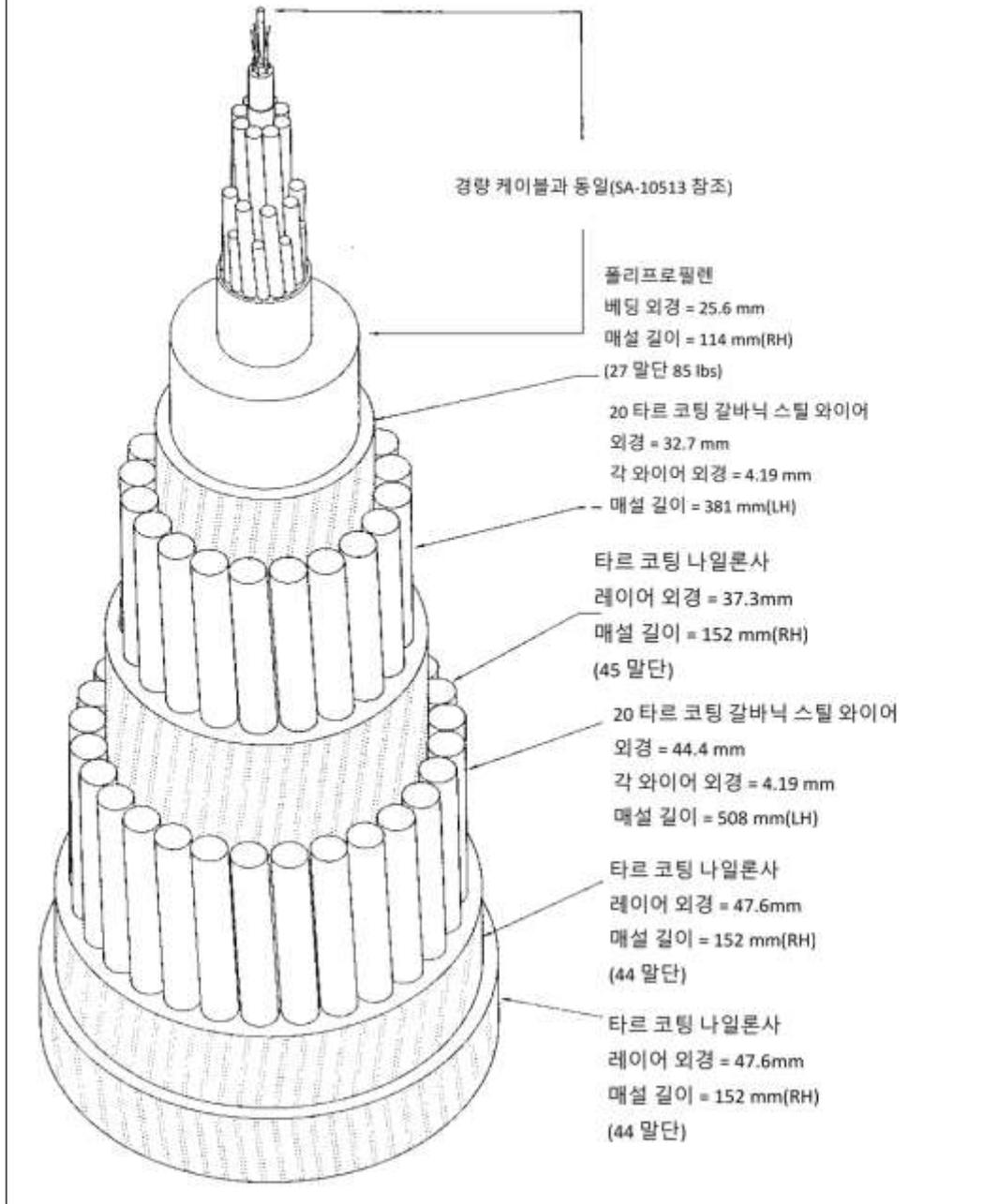


그림 3. 이중 차폐 광섬유 해저케이블

해저전력 케이블

전력 케이블의 코어는 금속 전도체(대개 구리 가닥)이다. 코어는 절연체로 둘러싸여 있으며, 석유를 절연체로 사용했지만 최근에는 가교 폴리에틸렌(XLPE)을 사용한다. 수밀이 절연재(대개 납) 주변에 형성되어 있으며 이의 보호를 위해 하나 또는 여러 겹의 강철 외장이 적용되어 있다. 이 해저케이블에는 500,000 볼트 이상이 흐르므로 접촉할 경우 치명적일 수 있다.

일반적인 전력 케이블의 직경은 160~300mm(6~12인치), 중량은 미터당 50kg(110파운드)이다. 전력 케이블의 파괴 강도는 매우 높다. 하지만 어구 및 닻은 해저케이블을 완전히 파괴하지 않더라도 심각한 손상을 일으킬 수 있다는 점을 기억해야 한다.

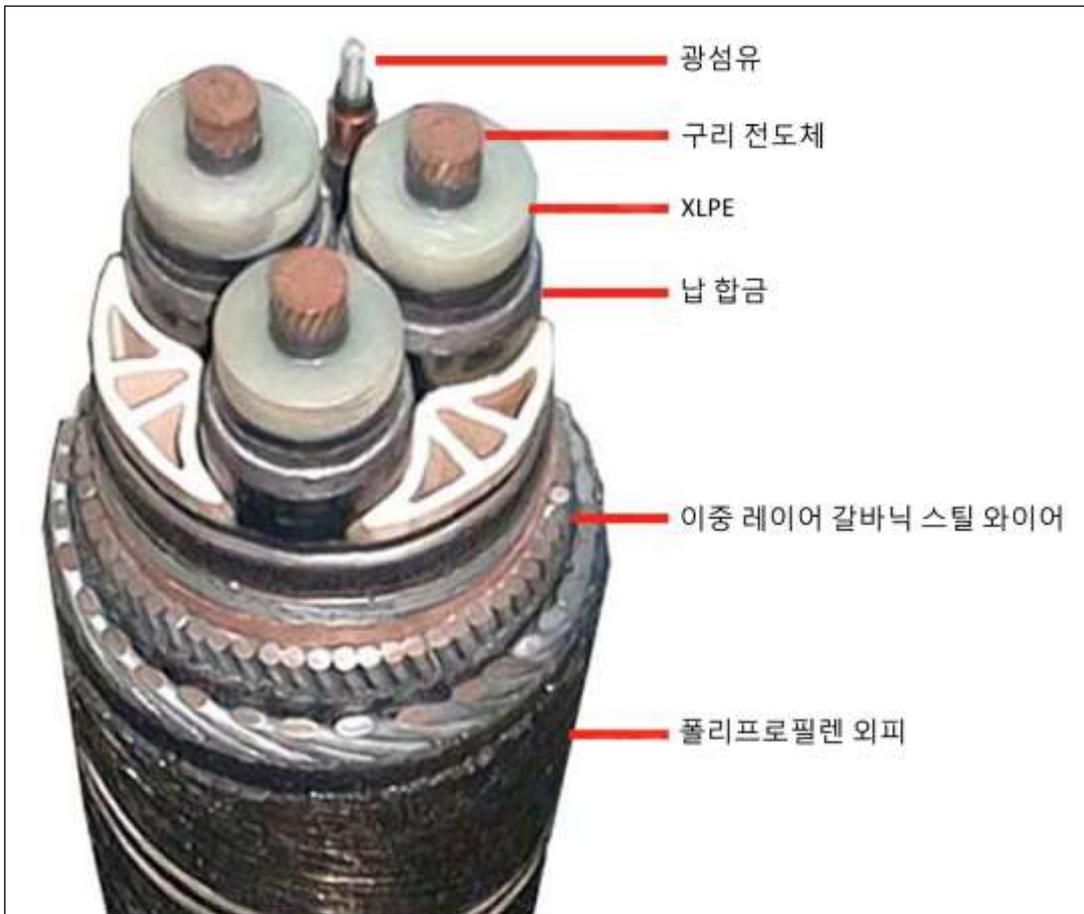


그림 4. 고압(HV) 교류 케이블, 직경 300mm(12인치)

HVDC 케이블 시스템

고압 직류(HVDC) 케이블 시스템은 대개 함께 3개의 케이블을 묶어서 구성된다. 하기의 예는 오스트레일리아에서 타스마니아로 가는 Basslink Interconnector 프로젝트를 기초로 한 것이다. 2개의 고압 직류 케이블 및 섬유 광학 통신 케이블은 묶여져서 해저부에 설치된다. 이 묶음은 미터당 약 65kg(143파운드)이며, 각 HV 케이블은 미터당 32kg(71파운드)이다.

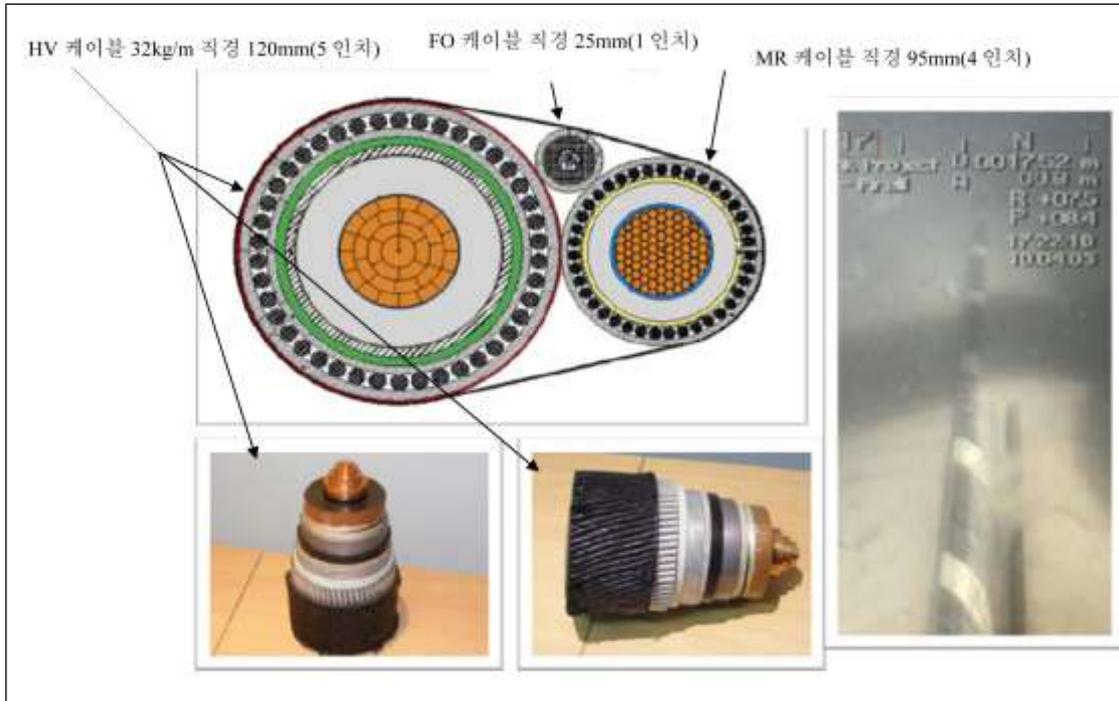


그림 5. 고압 직류 케이블

해저케이블은 하나의 덩어리 처럼 꼭 차 있으며, 목재, 펄프 또는 종이 테입으로 절연되어 있다. 공칭 정격은 400kVDC/1250A이고, 최대 온도는 55°C 이며, 도체 크기는 해저에서 1500mm²이다.

금속 귀선 해저케이블은 공칭 정격 12kVDC/20kVAC, 1250A 및 최대 도체 온도 75°C로 절연된 가교 폴리에틸렌(XLPE)이다. 광 섬유 케이블은 4개의 섬유가 스테이션 간 통신에 사용되고 남은 8개의 섬유는 예비 파이버이다.

해저케이블 설치

해저케이블 설치 전, 사전 연구 및 주의 깊은 경로 조사가 수행되어 수심, 경사, 퇴적물 유형, 기타 활동 및 장애에 대한 조사가 이루어진다. 많은 해저케이블 회사는 어업종사자들과 어업 리스크를 파악하여 최대한 리스크를 피할 수 있도록(또는 해저케이블을 매설해 경감할 수 있도록) 한다. 해저에 버려진 파이프라인, 오래된 해저케이블 및 자재의 모두 위치를 파악하여 새로운 해저케이블이 최대한 깨끗하고, 가장 안전한 경로에 설치될 수 있도록 한다. 해저케이블이 파이프라인 또는 기존 해저케이블을

가로질러야 하는 경우 기존 설비의 소유주와 함께 조치를 취함으로써 문제를 최소화한다.

전문 해저 전선 설치선은 선미로 넘겨 풀어내는 방식으로 해저 케이블을 부설한다. 위성항법정보시스템(DGPS) 항법은 배를 최대한 계획된 경로에 가깝게 유지한다.

해저케이블 포지션은 최대한 정확하게 통제되고 기록되어 설계된 시스템 길이가 유지될 수 있도록 하고, 해저케이블이 계획된 해저면에 부설될 수 있도록 하며, 유지관리를 감안하여 해저케이블을 쉽게 회수할 수 있도록 한다. 하지만, 수심이나 조류가 극단적으로 나쁜 해역에서, 해저케이블은 계획된 경로에서 먼 곳의 해저면에 낙하할 수 있다. 이런 이유로 해저케이블 소유주는 보통 선박 운용자에게 정박지에서 작업 케이블 사이 1해리를 두도 정박하도록 권장한다. 해저케이블을 설치 중인 배의 속력은 정지된 상태에서 7노트까지이다. 배의 조종성에는 제약이 있으며 조종 성능 제한선을 위한 주간 신호 및 빛을 표시한다.



그림 6. 해저 케이블 설치선의 부분 단면도

Copyright Tyco Telecommunications(미국) Inc. 모든 판권 보유. Tyco Telecommunications(미국) Inc.의 허가하에 인쇄됨.

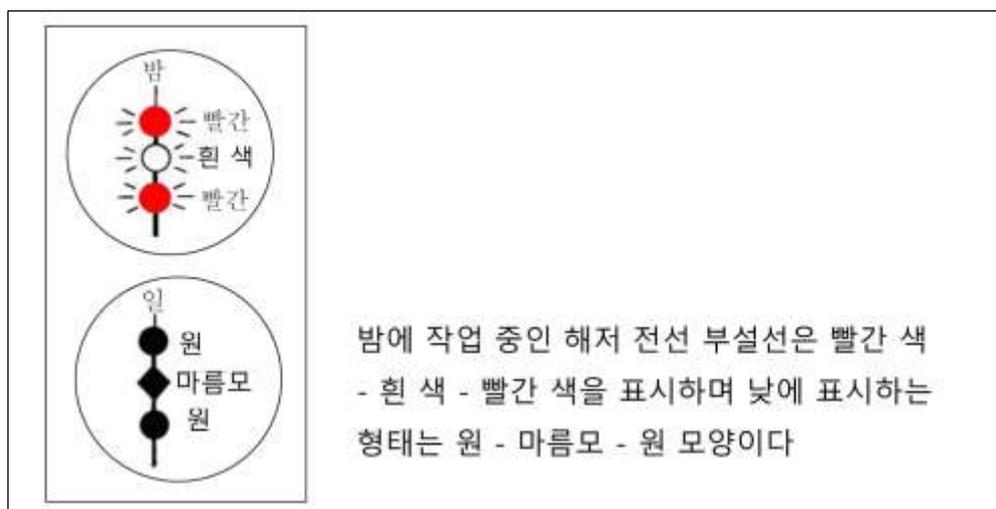


그림 7. 작업 중인 해저 케이블 설치선이 표시하는 신호

심해에 설치되는 해저케이블은 배가 10해리 이상 떨어지기 전에는 해저면에 도달하지 않을 수 있다. 어선은 이러한 신호를 표시하는 해저케이블 설치선 최소 1해리 이상의 거리를 유지해야 하고, 또한, 선박 선미 쪽에서는 절대로 어구를 조작하지 말아야 한다.

저수심 어업 및 기타 해저면에 사용되는 경우 해저케이블은 흔히 차폐된 상태로 해저면에 매설되어 있다. 매설 깊이는 위협의 종류, 퇴적물의 경도, 수심 및 기타 요소에 따라 달라진다. 많은 연안 해역에서 0.6~1.2m(2~4피트)의 매설 깊이가 선호된다. 강력한

어구 또는 닻이 사용되는 곳에서 해저 케이블 설치선은 추후 유지관리가 필요할 경우 회수가 더 어려워지는 것을 감수하고서라도 수 미터의 깊이에 종종 매설을 시도한다. 1,000m(550패덤) 이상의 깊이에서는 대부분의 해저케이블은 매설되지 않고 있다. 하지만 최근 특수한 매설기가 개발되면서 1500m(820패덤)에 달하는 수심에 해저케이블 매설이 가능해졌다.

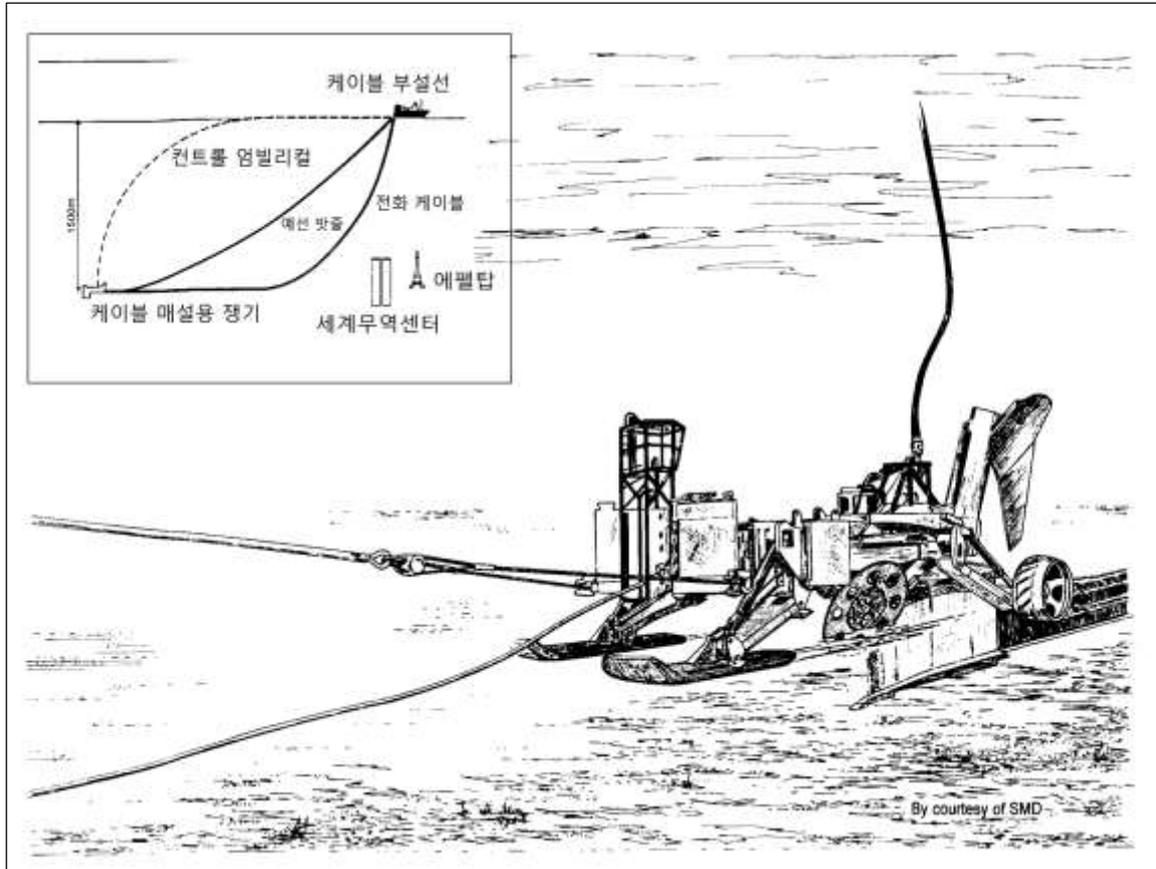


그림 8. 해저케이블 매설용 매설기, SMD 제공

노출된 해저 케이블

대부분 매설로 해저 케이블 전체를 보호하는 것은 불가능한데, 그것은 해저면이 너무 단단하거나, 거칠거나, 고르지 않거나, 비탈진 상태이기 때문이다. 매설기를 선적한 해저케이블 설치선은 보통 해저케이블을 포설하면서 매설한다. 하지만, 어떤 경우에는 해저케이블을 해저면 위에 먼저 포설한 후, 추후 원격 조종 잠수정(ROV)과 함께 돌아와 매설 작업을 한다. 매설이 가능해지기 전에 해저케이블이 손상된 경우들이 있었다.

수리 중 해저케이블의 접속구간에는 대부분 수심의 최소 2배에 해당하는 해저케이블이(해저케이블이 해저에서 배까지 도달하는 길이)가 남게 된다. 이것을 최선을 다해 해저면에 평평하게 포설하더라도 추가된 길이 때문에 해저케이블의 부분들은 휘어져 하나 이상의 고리를 형성하게 된다. 이 추가된 부분이 올바른 위치에 놓이고 매설될 때까지는 다소간 시간이 걸릴 수 있다.

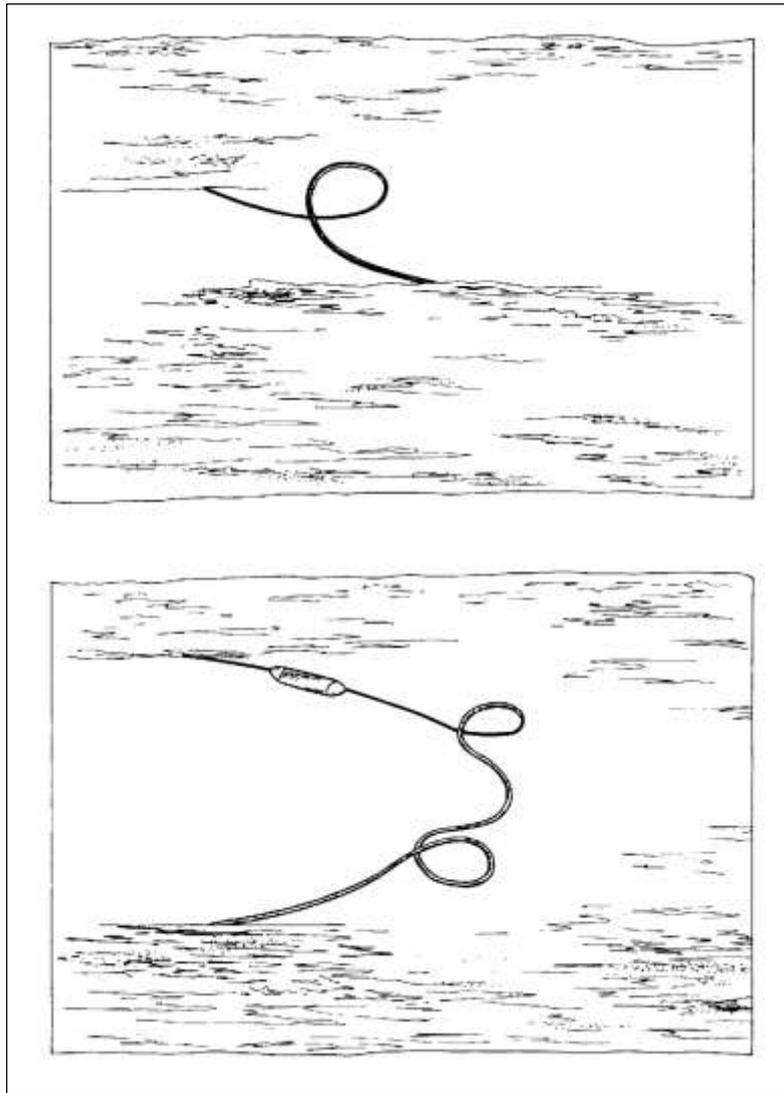


그림 9. 해저 상의 해저케이블 고리 및 최종 결합부

강력한 어구와 닻이 사용되는 곳에서 해저케이블 경로를 구성하는자는 매설이 불가능한 암석 지역을 피하려고 시도한다. 이런 곳을 피할 수 없다면 해저케이블 매설을 위해 암석 퇴적물을 절단할 수 있는 매설기를 이용한다. 매설이 이루어질 수 없는 거친 지역에서 해저케이블 구간은 노출된 상태로 바위들 사이에 걸쳐지게 된다.

해저케이블 설치 회사가 대체적인 해저면 형태에 맞도록 해저케이블의 여장을 충분히 남겨 두려고 하지만 여장이 과도하게 남지 않도록 주의한다. 특히 외장이 씩워진 해저케이블의 경우 더욱 그렇다. 외장으로 보호된 해저케이블은 팽팽하지 않은 상태에서 부설될 경우 고리 또는 구부러짐을 발생시킬 수 있는 비틀림 성질을 갖고 있다.

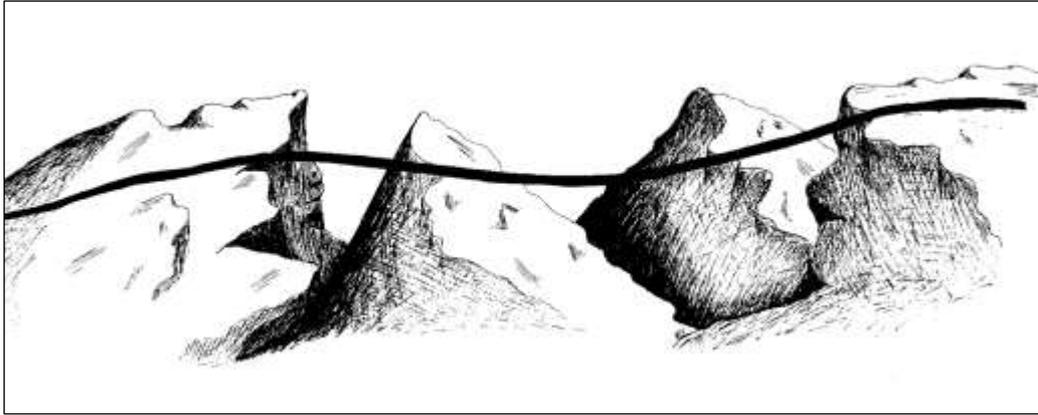


그림 10. 여러 개의 바위에 걸쳐진 해저케이블

해저면 경사가 심하거나 강한 조류가 흐르는 곳에서 매설 작업 또는 ROV 작업이 불가능할 수 있으며 해저케이블은 노출된 상태로 남을 수 있다.

해저케이블이 설치 중 매설이 잘되는 경우에도 퇴적물 이동에 의해 이후 해저케이블이 노출될 수 있다. 이것이 문제가 된 곳이 바로 북해이다. 이곳은 강한 해류가 최대 높이 10m(33피트) 된 끊임없이 변화하는 모래해저면을 형성한다. 이러한 결과로 해저케이블 구간이 완전히 노출되고, 모래 언덕 정상들 사이에 걸리게 될 수 있다. 저수심 어업이 실시되며, 이동하는 퇴적물이 있는 해역에서는 해저케이블 손상 위험이 대단히 크다.

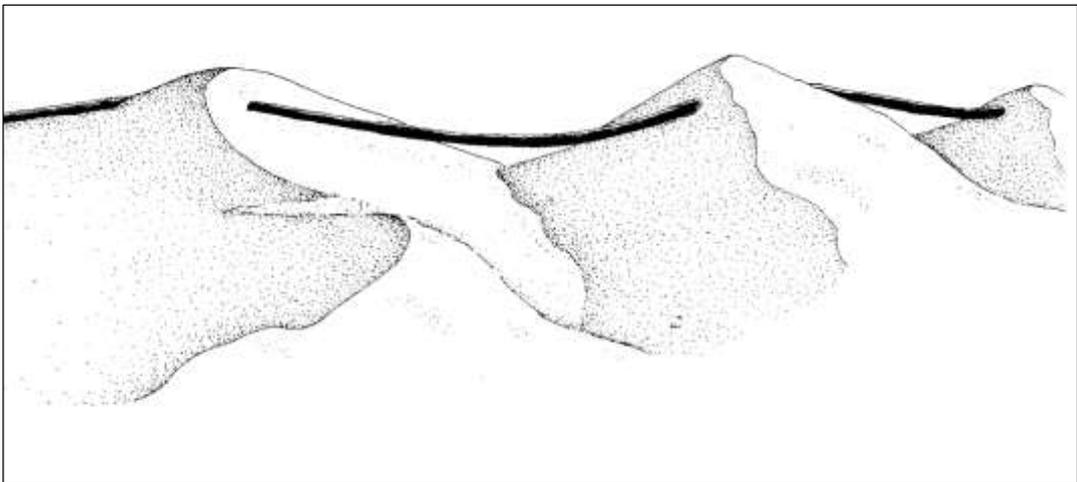


그림 11. 여러 개의 모래파에 걸쳐진 해저케이블

4. 어업이 해저케이블 손상을 초래하는 방식

투묘

현대 해저케이블은 매우 안정적이라 기계적인 결함은 드물다. 대부분의 문제는 닻과 어구에 기인한다. 닻은 대부분의 어구보다 해저면에 훨씬 더 깊게 침투한다. 투묘 또는 닻과 함께 고정식 어구를 설치하기 전, 선장은 해저 케이블 근처에 있지 않은지 해도를 확인해 보아야 한다.

해저 케이블 손상을 초래할 가능성이 가장 높은 어법

전세계적으로 볼 때 해저 케이블 손상 문제의 제1 원인은 저인망, 빔 트롤, 형망어구와 같은 이동식 어구를 사용하는 어업으로 알려져 있다. 연선, 자망, FAD(집어장치) 등의 정적(고정식) 어구도 문제를 야기한다. 안강망 등의 어구가 대형 닻을 사용할 경우, 이런 어구용 닻은 해저케이블에 엄청난 위험이 될 수 있다. 문제를 만드는 것이 어구 그 자체가 아니라 잃어버린 어구를 회수하기 위해 어업종사자가 사용하는 채집용 닻인 경우도 종종 있다.

저인망(트롤망)

트롤망이라고도 불리는 저인망은 콘 모양의 망으로 구성되어 있으며 단일 선박이 견인하여 해저를 훑는다. 이것은 세계에서 가장 흔한 종류의 상업용 어구이다. 전세계적으로 이것은 해저케이블을 가장 자주 포획하는 종류이다. 이 그룹에는 단일 또는 다중 트롤 및 새우 트롤 어법이 포함된다.

해저층 트롤의 속력 범위는 2에서 4노트 사이이다. 망은 중량물인 푸트 로프(또는 장소에 따라 그라운드로프로 불림)의 무게에 의해 망의 전방 하단 가장자리, 찌 또는 망의 앞쪽 위부분의 헤드로프에 부착된 기타 리프팅 장치를 따라 수직적으로 펼쳐진다. 망의 수평 펼침은 길이가 변화하는 후릿줄로 푸트로프 말단 및 헤드로프 말단에 부착된 트롤 전개판(전개판이라고도 함)에 의해 이루어진다. 가장 일반적인 견인식 어획 도구는 선박으로부터 뺄어 나온 강철 와이어 로프줄 2개가 달려 있으며 트롤 전개판에 하나씩 연결된다.

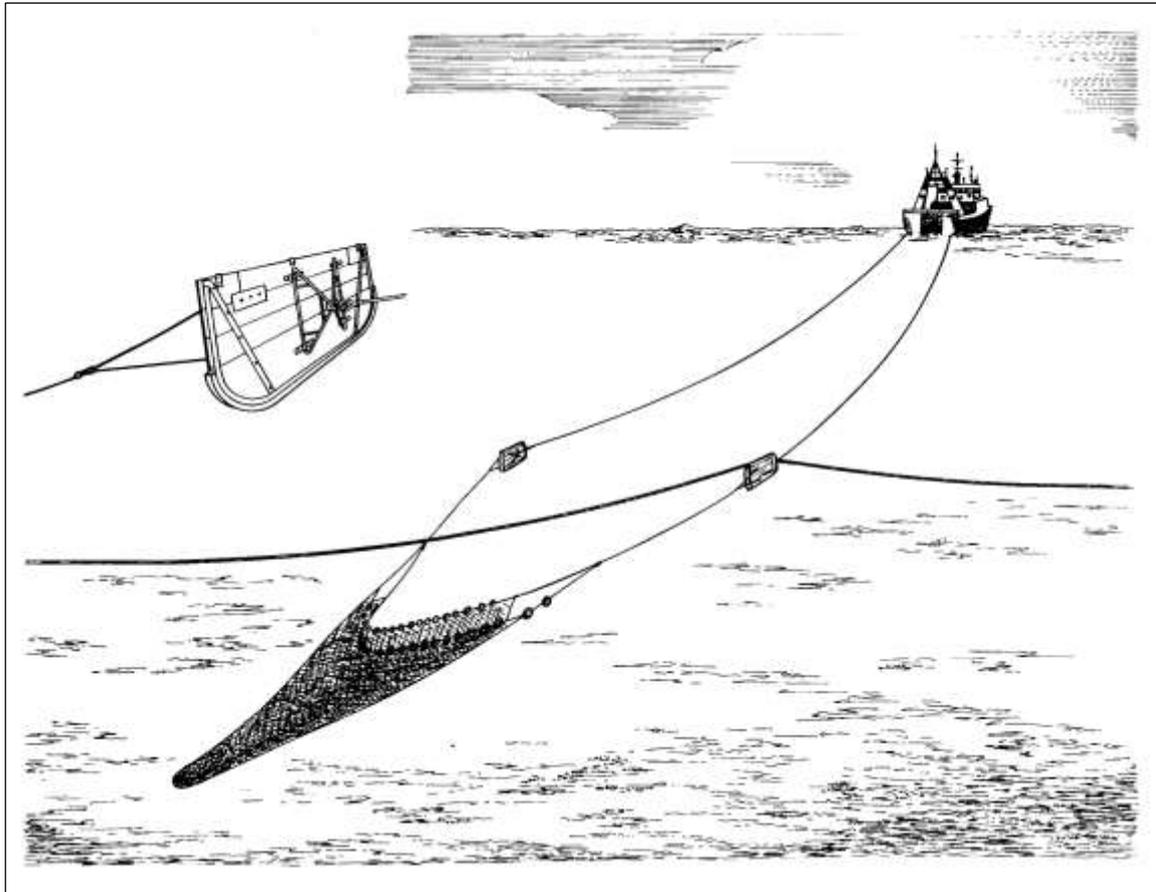


그림 12. 해저케이블을 포획하는 저인망(트롤망)

최근 일부 해역에서 다양한 종류의 쌍(이중) 끌이 또는 삼중 트롤이 사용되고 있다. 이론상으로는 거대 단일 트롤선과 동일한 엔진 출력을 가지지만 더 적게 드래그하는 트롤선이 더 넓은 해저면을 쓸고 다니고 있다. 그림 13에는 유럽 선박에서 점차 보편적으로 되어가는 한 종류가 제시되어 있다.

이러한 트롤의 특징은 인접 트롤들 사이에 그라운드 로프를 아래쪽에 고정시키고, 다중 트롤 구성의 기하학적 모양을 유지하는 데 사용되는 중심 중량(클럼프 중량이라고도 함)이다. 이 중심 중량은 단순한 무거운 사슬 묶음부터 목적을 위해 설계된 형망어구의 롤러 타입까지 그 형태가 다양하다. 이것들은 해저면을 관통하도록 설계되지 않았지만 해저면에 설치된 해저케이블과 얽힐 수 있다.

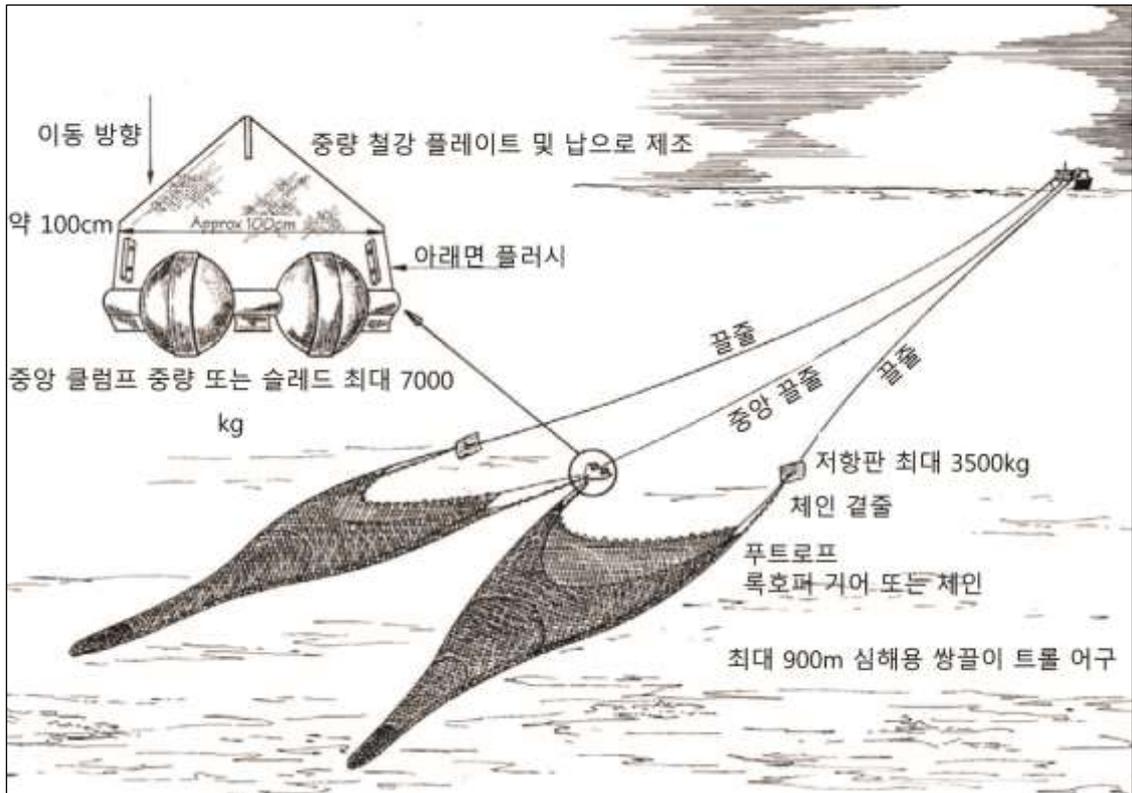


그림 13. 쌍끌이 트롤 어획 도구.
드로잉: 릴리언 해리스(Lillian Harris)



그림 14. 쌍끌이/삼중 트롤에 사용되는 클럼프의 예

새우 트롤어업

새우 트롤어업에서는 일반적으로 이중 어구가 장착된 새우잡이 배가 각 장치의 한 개의 밧줄을 끈다. 이 밧줄은 각각이 전개판 하나에 부착된 와이어 두 개짜리 후릿줄 하나로 분할된다. 이렇게 두 개의 전개판과 하나의 망이 각 장치에서 견인된다. 어획량 확인을 위해 더욱 자주 회수되는 더 작은 트라이 네트는 선박 측면에서 견인된다. 최근 더 많은 새우잡이 어선이 각 현외 장치 끝에서 견인되는 2개의 망이 달린 "쌍끌이 트롤"을 견인한다.

이 어구를 사용하게 되면 망 하나 또는 전개판이 해저의 장애물에 걸렸을 경우 기존의 선미 트롤선 또는 측면 트롤선 보다 전복 위험이 훨씬 더 커진다. 현외 장치 끝부분의 견인 지점에서의 장력이 선박 측면에서 바로 가해지는 장력보다 훨씬 더 큰 전복 효과를 갖고 있기 때문이다.

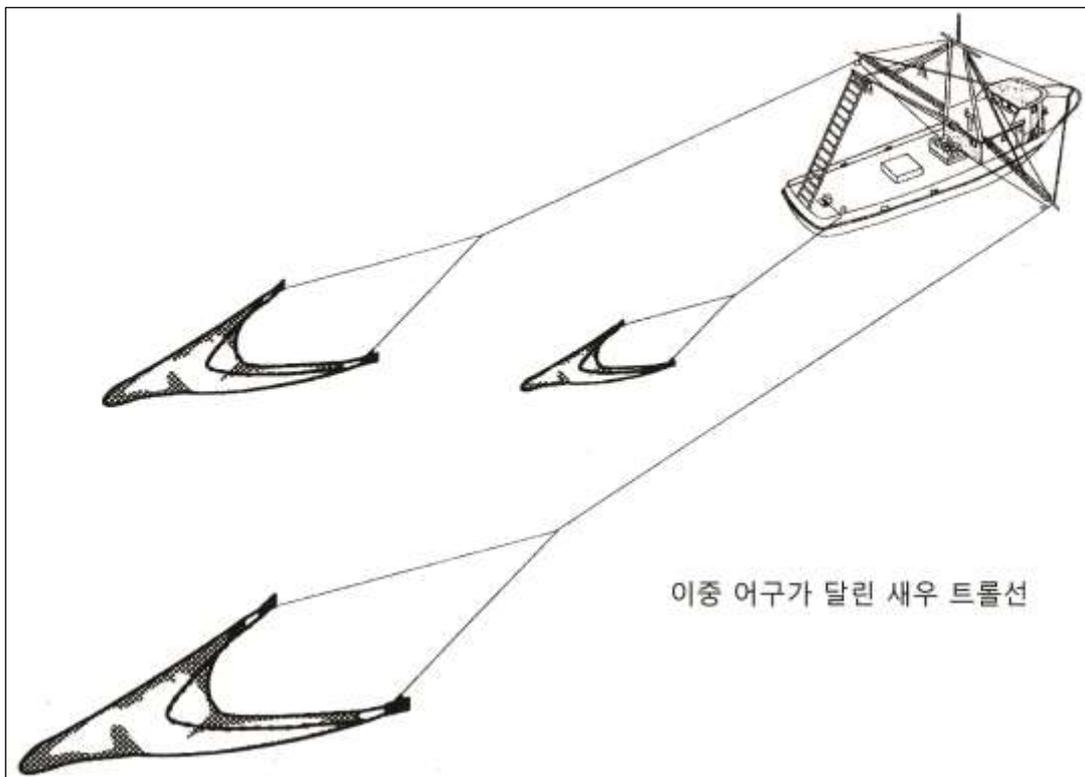


그림 15. 새우 트롤선
(마르코 마린 제공)

트롤 전개판(전개판)

트롤 전개판은 어구를 해저에 붙이거나 가깝게 유지하고 망을 수평으로 펼쳐서 사용한다. 대부분의 저수심 어업에서는 전개판과 푸트로프 스킴이 해저면과 접촉하게 하되 파들어가지는 않게 하는 것이다.

트롤과 해저케이블 상호작용에 대한 연구에서 다양한 결과를 볼수있다. 트롤이 매설 또는 해저면과 평평하게 설치된 해저케이블 위를 지나가는 경우 일부 연구에서는 어떠한 손상도 발생하지 않은 것으로 나타난다. 하지만, 많은 요소가 이 상호작용에 영향을 미친다. 예를 들어, 일부 트롤 전개판에는 장애물을 쉽게 타고 넘어갈 수 있도록 설계된 부드럽고 곡선으로 되어 있는 가장자리가 있다. 또 다른 전개판에는 모서리 또는 충격방지용 슈와 전개판 하단 사이의 간격는 것을 확인할 수 있다.

진흙이 묻은 상태에서 해저면 위에 있는 해저케이블이 전개판과 접촉하는 경우 해저케이블에 아무런 손상이 없이 해저면 내로 눌러지기만 하겠지만 전개판이 암석 위에 부설된 해저케이블을 칠 경우 해저케이블이 잘라지거나 굽어지게 할 수 있다. 결론적으로 전개판의 가장자리 사용 중 필연적으로 손상을 입게 마련이고, 이렇게 되면 날카로운 지점이 생겨나 해저케이블이 걸리게 된다.

해저케이블이 대형 트롤 전개판과 강하게 부딪칠 경우 해저케이블 손상 확률이 높다. 전개판이 해저케이블에 걸린 후 인력 또는 인양력을 쓸 경우 손상은 더욱 심각해진다. 곡선 처리된 가장자리가 있는 전개판과 전방 모서리가 해저를 타고 넘을 수 있게 설계된 전개판은 해저케이블 및 기타 해저면 장애물에 걸릴 확률이 적다. 1970년대에 국제 해저케이블 보호 위원회는 곡선 처리된 가장자리를 가진 전개판을 개발하고 사용을 확산하는 연구에 자금을 지원했다. 몇몇 어업종사자는 각 전개판의 하단에 추가적인 판 또는 "슈"를 용접해 붙여 전개판의 무게를 추가하거나 마모를 방지하려고 한다. 슈의 가장자리가 전개판과 매끄럽게 연결되지 않을 경우, 해저케이블 등의 장애물에 더 잘 걸리게 하는 결과를 초래할 수 있다.

일부 대수심 어업에서는, 전개판은 해저에서 약간 떨어진 상태를 유지하도록 장비되어 있다. 저수심의 접촉은 푸트로프 및 긴 해저케이블, 그리고 전개판 및 푸트로프 사이의 후릿줄에 의해 이루어진다.

트롤 해저층 어구

트롤 전개판의 뒤에는 전개판을 망의 날개에(푸트로프 및 헤드로프 말단에) 연결하는 후릿줄이 있다. 후릿줄은 대상 어종과 망 구성에 따라 1m(3피트)에서 수백 미터까지 그 길이가 다양하다.

트롤의 하단 가장자리를 따라 그라운드로프 또는 스위프라고도 불리는 푸트로프가 있다. 오늘날 매우 다양한 푸트로프가 사용된다. 부드러운 진흙 해저에는 합성수지 로프, 강철 케이블 및 사슬이 사용될 수 있다. 거친 해저에는 다양한 고무 원반 형태가 더욱 자주 쓰인다.

간혹 오래된 트랙터 타이어에서 잘라낸 중량 고무 원반으로 만들어진 록호퍼 어구는 매우 단단한 해저면 상에서의 작업을 위해 설계된 것이다.

해저면에 붙어서 살고 있는 새우, 넙치류 생선 및 기타 어종 잡기 위해 부드러운 해저 상에서 견인하는 선박은 해저 생명체가 뛰어오르거나 위로 헤엄쳐 오르게 함으로써 망에 포획되도록 하는 푸트드롭 앞쪽의 티클러 사슬을 자주 사용한다.

부드러운 해저의 경우, 어업종사자가 어구를 지속적으로 해저와 접촉한 상태를 유지하는 경우가 많다. 어느 정도의 해저면 침입이 일어날 수 있으며 이렇게 되면 해저케이블 손상 확률이 높아진다. 하지만 이 위험은 해저케이블이 부드러운 모래 및 진흙층 보다 더 깊은 곳에 매설된다는 사실로서 상쇄된다. 해저 암반 구간의 경우, 해저면 관통이 적거나 없는 가벼운 접촉이 유지되도록 트롤 어구가 구비되는 경우가 많다. 불행히도, 이러한 해역에서의 가벼운 접촉으로 해저케이블 손상 확률이 줄어들지는 않을 것이다. 그 이유는 해저케이블 또한 해저면 위나, 암석 사이에 걸쳐지는 상태로 노출되어 있을 확률이 더 높기 때문이다. 전개판이 암석 위로 튀어올라, 강하게 착지하면서 해저면을 파고들어 해저케이블을 파손할 위험도 있다. 비록 일부 푸트로프에는 롤러가 달려 있지만 록호퍼 어구의 고무 원반은 회전하도록 설계되어 있지 않다. 이 고무 원반들은 절단되거나 찢어지므로 해저케이블에 걸릴 위험이 증가하게 된다. 해저케이블이 고르지 않거나 암석으로 된 해저면 때문에 해저면 위쪽에 걸쳐져 있는 경우, 어구가 해저케이블에 걸릴 확률이 더 큰데, 특히 전개판과 해저케이블 사이의 첫 번째 접촉점이 전개판의 수직 중심점 위에 있으면 더욱 그렇다.

심해에서의 저인망 어업 - 해저케이블 관련 우려사항

트롤러의 선장이 심해(800~1800m, 440~900패덤)의 해저케이블 인근에서 어업을 한다면 얕은 바다보다 어구 분실 또는 선박을 위태롭게 할 위험이 더욱 크다. 이에 대한 여러 가지 이유가 있다. 한 가지는, 해저케이블이 심해에서는 매설될 확률이 낮다는 것이다. 매설되지 않은 해저케이블은 매설된 해저케이블 보다 트롤에 포획될 가능성이 훨씬 높다.

심해 내 해저케이블은 여러 가지 이유로 매설되지 않은 설치 되어있다. 첫째, 최근까지 해저케이블 매설에 사용하는 매설기로는 1000m(550패덤) 이상의 깊이에서는 작업할 수 없다. 이제 일부 매설기는 해저케이블을 1500m(820패덤)까지 매설할 수 있다. 하지만 1000m(550패덤) 이하의 대다수 해저케이블은 매설되지 않고 있다.

둘째, 일부 심해 어업은 급경사에서 수행된다. 대부분의 매설기 및 ROV는 해저케이블을 급경사에 매설하지 않는다.

셋째, 일부 심해 어업은 해저케이블 매설이 훨씬 더 어려운 암석 해저 위에서 수행된다.

트롤이 심해에서 해저케이블을 포획할 때, 선장이 해저케이블을 인양하려는 잘못된 결정을 하더라도, 아마도 그것은 불가능할 것이다. 해저케이블 인양을 하려는 선박에는 엄청난 부하가 걸리는데 거기에는 두 가지 이유가 있다. 첫째, 해수면에서 해저까지 이르기 위해 필요한 해저케이블은 상당히 길어 짐에 따라 굉장한 중량물 일 것이다. 둘째, 해저케이블이 어느 정도 곧게 부설되었을 경우 인양 작업은 활시위를 당기는 것과 같은 것이며 해저케이블은 직선으로 돌아가려는 강한 인장력을 발휘하게 된다. 해저케이블이 부분적으로 매설된 경우 이 상황은 보다 극심해진다. 더욱이, 비록 일부 심해 어업에서

매우 무거운 밧줄과 튼튼한 어구를 사용하더라도, 그 외 나머지는 얇고 가벼운 견인 밧줄을 사용해 실행된다. 해저케이블과 같이 무거운 물체에 걸린 경우, 이러한 밧줄이 끊어지고 어구를 손실할 위험은 매우 크다.

심해 해저케이블은 강철 와이어로 외장이 씌워지지 않은 경우가 많다. 따라서 심해 해저케이블은 수심의 낮은데 설치되어 있는 해저케이블 보다 파손에 더욱 취약하다. 심해에서의 트롤 어업은 일부 특정 해역으로 확장 중이다. 북대서양, 남대서양, 남태평양 및 지중해 지역에서 1300m(700패덤) 이상 수심에서의 어업에 의해 초래된 문제가 보고되고 있다.

저인망 어업의 이상 조건

트롤은 보통 때 보다 해저를 더 깊게 파고 들어갈 수 있다. 이에 따라 해저케이블 손상 위험은 더 커진다. 예를 들어 새로운 전개판/망 조합이 약하게 사용되어질 경우 전개판은 매우 깊게 파고 들어가 퇴적층에 문힘으로써 선박이 멈추거나 밧줄이 절단된다. 사슬의 또는 전개판의 고무쪽 후릿줄이 분리되어도 이런 상황이 발생할 수 있다.

전개판이 대형 장애물에 걸려 튀어오르게 되면 이후 해저에 깊게 박혀 빠지지 않을 수 있다. 또한 선박이 전방 움직임을 멈추거나 급격하게 방향을 바꾸게 된다면, 전개판이 해저에 평평하게 누운 것일 수 있다. 이 경우 견고한 브래킷이 달린 전개판이 평소보다 훨씬 깊게 표면을 파고들 수 있다.

빔 트롤 어업

빔 트롤에서 수평 펼침은 상단 망 패널에 부착되어 있으며 망 전방을 가로지르는 단단한 빔으로 유지된다. 보통 1m 미만의 수직 개방은 빔 말단을 지지하는 트롤 헤드의 높이에 의해 유지된다. 빔 트롤은 트롤 전개판이 19세기에 개발되기 전에 사용되었다. 이제는 전세계적으로 트롤망 어업이 더욱 일반적이지만 빔 트롤은 저수심 서식 어종, 특히 넙치류 생선을 잡기 위해 널리 사용되는 매우 효과적인 어구이다.

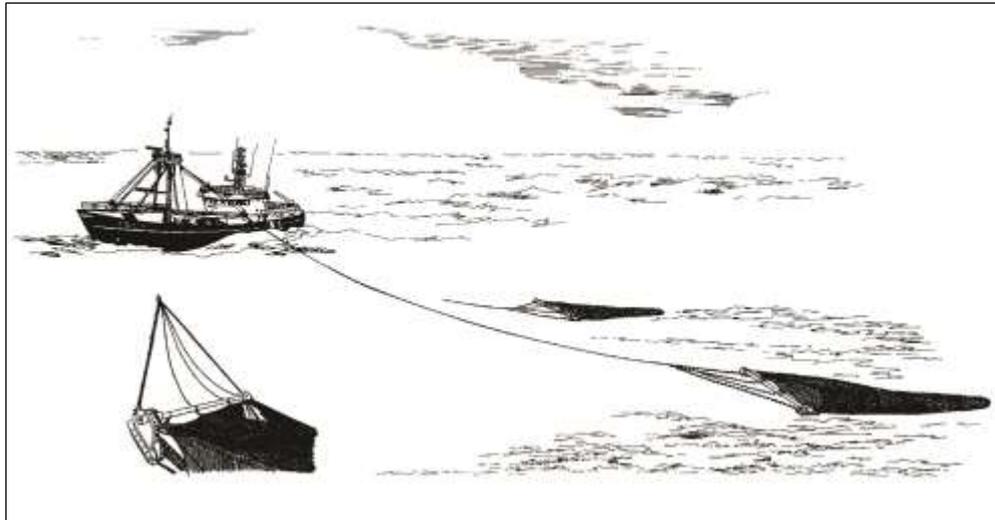


그림 16. 빙 트롤.

드로잉: 릴리언 해리스(Lillian Harris)

많은 해역에서 선박이 각 장치에서 나오는 2개의 빙 트롤을 한 번에 견인하는 것이 일반적이다. 이 2개의 크롤 중 단 하나로 해저케이블을 포획하는 것은 특히 위험하다. 왜냐하면 모든 하향 인력이 높은 지점에 있으며 선박 중심에서 먼 현외 장치 말단에 집중되기 때문이다. 권장되는 안전한 방법은 트롤이 알려지지 않은 해저면 장애물에 걸려 움직이지 않을 경우 견인 블록을 현외 장치 말단에서 선박의 측면으로 이동시킨다. 장애물이 해저케이블이라고 선장이 판단하는 경우, 특히 조심해야 한다.

많은 연안 해역에서 작은 선박은 소형 빙 트롤을 사용한다. 대상 어종에는 새우 및 작은 저수심 서식 생선 등이 있다. 중간 규모 선박이 견인하는 일부 산업 규모의 빙 트롤도 새우를 대상으로 한다. 가장 크고, 가장 무거운 빙 트롤은 대개 해저에 붙어 사는 넙치류를 대상으로 삼는다. 이 어구는 최대 12개의 중량 티클러 사슬 또는 퇴적층에서 물고기가 나올 수 있게 바닥을 파는 사슬 매트로 장비될 수 있다.

빙 트롤은 아시아 및 유럽 일부에서 매우 많이 쓰이고 있다. 빙 트롤과 해저케이블 간의 충돌은 북해, 영국 해협, 아일랜드 해에서 가장 잦다. 가장 무거운 빙 트롤은 10톤까지 나갈 수 있다. 견인 속도는 일반적으로 4노트이며 가장 빠른 것은 7노트로 이동할 수도 있다. 트롤 헤드 하단의 바닥에 의해 유지된다. 모래파 해역 등의 일부 조건에서 이 트롤은 다중 티클러 사슬을 사용할 경우 지나가면서 여러 층의 퇴적층을 제거할 수 있다. 생산량이 좋은 어장에서 트롤선은 같은 지점에서 여러 차례의 견인을 할 수 있다. 이러한 조건에서는 매설된 해저케이블조차 노출되어 손상을 입을 수 있다.

1970년대에 빔 트롤이 해저케이블 및 파이프라인과 상호작용하는 문제가 심층 연구되었다. 여기서 나타난 좋은 방법은 밑판의 앞쪽 가장자리에 있는 슈를 동그랗게 만드는 것과 트롤 헤드의 후릿줄 부착점을 분배하는 것이었다. 둥근 슈와 트롤이 장애물을 끌기 보다는 넘어서 지나갈 수 있게 도왔으나, 모든 빔 트롤이 이러한 둥근 표면을 갖춘 것은 아니다.



그림 17. 빔 트롤의 슈(사진 제공: A. 호퍼)

더욱이 2,000hp 선박이 4노트로 견인할 경우 빔 트롤은 20톤이 넘는 힘을 충분히 발생시킬 수 있다. 이것은 경량 해저케이블을 절단시킬 수 있다. 해저케이블이 외장이 씩워진 해저케이블이 아닐 수도 있지만 인양을 시도할 경우 해저케이블은 손상되어 작동하지 않게 된다.

어구가 해저케이블 손상을 초래하는 방식

해저 케이블은 너무 강하게 당길 경우 파손된다. 하지만 해저케이블을 통한 통신 실패는 해저케이블이 허용치 이상으로 당겨지거나 구부러져도 발생한다.

트롤 어업은 해저 해저케이블에 가장 큰 위험을 초래하는 어법이다. 손상은 트롤 전개판 및 어구가 가하는 충격에 의해 발생할 수 있다. 더욱이, 해저케이블에 걸린 트롤을 풀려는 시도는 심각한 손상을 초래하고, 선박과 선원을 위험에 몰아넣을 수 있다. 트롤이 해저케이블을 손상하는 몇몇 방식은 다음과 같다.

트롤 전개판, 빔 트롤 또는 준설선의 영향

트롤 전개판이 광섬유 해저케이블과 충돌하면 손상될 수 있다. 전개판 한 개의 무게는 50~4,000kg(110~8,800 lb)이다. 4,000마력 트롤선이 2.9노트로 견인할 때 물 속에서 1,900kg인 트롤 전개판이 수평 방향으로 가하는 충격의 강도는 약 11톤으로 계산된다. 이러한 단단한 중량물이 최대 4노트의 속도로 주행하면 해저케이블의 유리 섬유를 손상시킬 수 있다.

이 힘으로 경량 피복 및 차폐 케이블에 손상을 가할 수는 있지만 초기 충격으로 해저케이블이 절단될 가능성은 거의 없다. 트롤 및 해저케이블 시스템의 탄력성이 이 힘의 많은 부분을 흡수하며 트롤 전개판이 해저케이블을 넘어갈 가능성이 높다. 하지만 이 충격이 유리 섬유를 손상시키고 신호를 전달하지 못하게 할 수 있다. 전력 케이블의 수방벽에 구멍이 뚫릴 수 있으며 보호 시스템의 차단 기능이 작동하면 전기 흐름이 중단된다.

날카롭거나 뾰족한 가장자리에 의해 절단 또는 마모되는 현상

트롤 전개판 또는 접지 장치에는 날카롭거나 뾰족한 가장자리가 있으며 이러한 가장자리가 충돌하거나 걸리면 해저케이블의 피복이 찢어지거나 케이블 외장과 절연체가 손상될 수 있다.

장치를 정확하게 당기지 않으면 최대 하중이 다시 가해질 수 있다. 이 압력과 함께 급격한 커브로 해저케이블을 구부리면 심각한 손상이 발생할 수 있다.

또 다른 잠재적인 문제는 트롤 걸줄이 통과하여 해저 케이블이 마모되는 것이다. 트롤 걸줄 해저케이블에 의해 마모되면 폴리에틸렌 절연이 없어서 경량 케이블이 손상될 수 있다.

접지 장치가 해저케이블을 통과하면 보빈, 새클, 락하퍼 디스크와 같은 많은 구성 요소가 충분한 장력으로 해저케이블을 끌 수 있어 유리 섬유가 허용 할 수 있는 것보다 더 큰 각도로 해저케이블이 구부러질 수 있다.

어업종사자가 장치를 회수하려고 하는 동안 트롤과 해저케이블이 부딪혀 큰 위험이 발생하게 된다. 전복의 위험에 대해서는 다른 곳에서 언급했지만 해저케이블이 구겨지고 구부러져 심각하게 손상될 위험도 있다. 이것은 특히 광섬유 해저케이블에 적용된다. 회수 과정에서 트롤 윈치의 최대 동력이 예인 밧줄에 가해질 가능성이 있으며 엔진 출력이 가해져 더욱 증가할 수 있다. 가장 큰 트롤선에는 28톤의 견인력작용선이 있다. 이로 인해 경량 해저케이블과 외장이 손상될 수 있다.

저수심 쌍끌이 트롤 어업

쌍끌이 트롤선은 전개판을 사용하지 않는다. 저수심 쌍끌이 트롤은 트롤망과 개념이 유사하다. 하지만 전개판의 힘으로 수평 확산을 하는 대신 그물 양쪽을 견인하는 전개판과 두 대의 선박으로 확산된다. 쌍끌이 트롤은 전개판의 항력을 제거하여 동일한 마력으로 더 큰 그물을 견인하거나 신속하게 견인할 수 있고, 군집 효과가 크기 때문에 트롤망보다 포획 효율이 높을 수 있다. 이 장치의 해저면 침투는 푸트로프와 그물 앞면의 결줄에 부착된 무거운 추로 인한 것이다. 대부분의 트롤 전개판은 해저를 가볍게 스치듯 지나가기 때문에 추의 종류와 모양에 따라 트롤 전개판 대신 이 추가 해저케이블에 더 많은 위험을 발생시킬 수 있다. 일부 바다에서는 쌍끌이 트롤 어구 양쪽 추가 침전층 표면이나 근처에 놓여 있는 해저케이블을 손상시킬 수 있을 정도로 해저를 파고 들어갈 수도 있다.

형망어구

형망어구는 견고한 금속 프레임으로 물밑을 끌어 포획한 물질을 퍼 올리는 장비다. 이 장비는 조개, 가리비 등과 같은 연체동물에 주로 사용되지만 일부 장비는 게, 납치 등을 건져 올리기도 한다. 대부분의 형망 어업은 150m(80패덤) 이하의 수심에서 이루어진다. 이 장비 유형은 트롤처럼 광범위한 지역에 사용되지 않는다. 하지만 형망어구와 해저케이블이 함께 있으면 이들의 상호 작용이 상당히 위험할 수 있다.

최근 몇 년 동안 미국 북동부 지역에서 예외적인 경우가 발생하긴 했지만 유압 형망어구를 사용하는 선박(또는 기계식 형망어구라고 함)은 일반적으로 한쪽만 견인한다. 다른 종류의 형망어구를 사용하는 경우에는 일반적으로 선박의 양쪽 측면에서 여러 개의 어구를 견인할 수 있다. 빔 트롤과 마찬가지로 선박의 한쪽 측면에 있는 어구가 걸리고 다른 쪽 측면의 어구가 풀려 있으면 전복될 위험이 높아진다.

가리비 형망 어업

산업화된 어선에서는 가리비를 잡기 위해 보트(건조) 형망어구를 이용하는 것이 가장 일반적이다. 대부분의 형망어구에는 바닥을 훑는 체인백이 있어 포획한 어류를 퍼 올린다. 또한 일부 형망어구는 강철로 된 톱니를 사용하여 해저를 몇 센티미터 정도 관통한다(1cm=0.4인치). 다른 종류의 어구와 마찬가지로 형망어구가 바위를 밀치는 것과 같은 일반적이지 않은 상황에서는 바닥을 깊게 관통할 수 있다. 티클러 체인을 보유한 4.5m(15피트) 형망어구는 공비 중량이 2,200kg(4,800lb)을 초과할 수 있다. 최대 5노트의 속도로 견인하면 이러한 종류의 어구는 해저 케이블을 손상시킬 수 있다. 일부 어선에서는 반사 막대와 휠을 추가하여 어구가 해저 장애물을 넘어갈 수 있도록 한다. 특수 장비를 사용하여 해저케이블이 엉키는 것을 방지할 수도 있다.

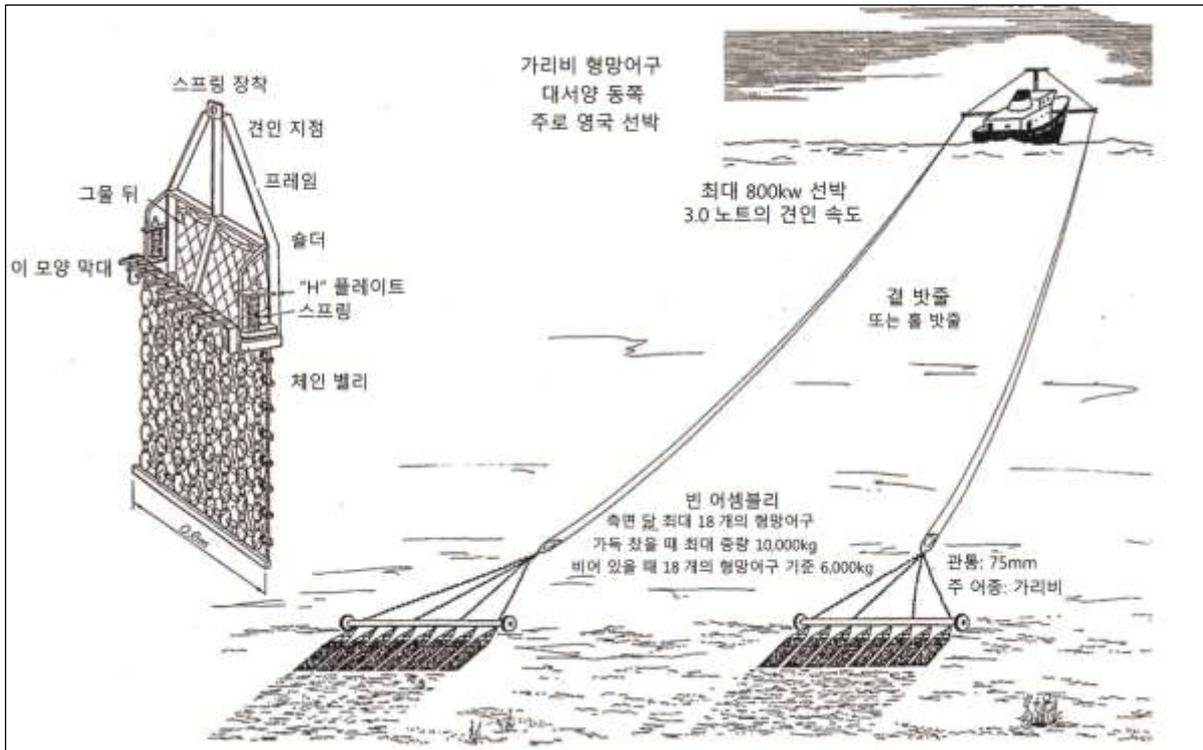


그림 18. 가리비 형망어구(유럽식)

그림: 릴리언 해리스 (Lillian Harris)

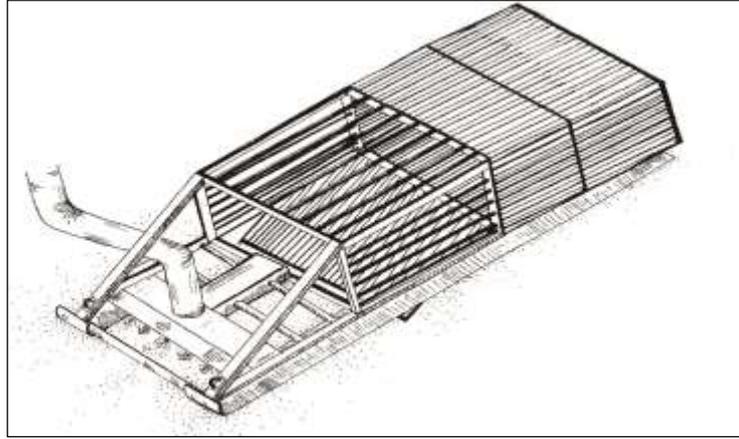
박스형 형망어구

박스형 형망어구는 가리비, 홍합, 조개를 잡을 때 사용하는 단단한 구조물이다. 일반적으로 이 형망어구는 위에서 설명한 가리비 형망어구보다 얕은 바다에서 조업을 한다. 일부 형망어구에는 바닥을 긁고 해저케이블을 손상시킬 수 있는 톱니 절단 막대가 있다.

기계식(유압식) 형망어구

기계식 유압식 형망어구는 조개 등과 같은 연체 동물을 파내기 위해 해저로 고압의 물을 쏜다. 이러한 초고압수는 해저를 액화시켜 침전물과 해저 생물이 뒤섞인 상태로 만든다.

이 어구는 한 번 통과할 때마다 해저층을 한 꺼풀 벗겨내기 때문에 해저케이블에 특정한 문제를 유발시킨다. 어획량이 풍부한 장소는 선박이 같은 위치를 여러 번 통과하게 된다. 이러한 방식으로 해저를 점점 더 깊게 파내어 묻혀 있는 해저케이블을 손상시킬 수 있다.



19 기계식(유압식) 조개 형망어구

그림: 릴리 영(Riley Young)

견인 속도는 0.6노트~3.0노트다. 산업화된 유압식 형망어구는 강철로 만들어져 중량이 10,000kg(22,000lb) 이상이다.

일부 저수심용 기계식 형망 어업에서는 선박이 선미의 닻을 떨어뜨리고 속도를 올려 형망어구를 뱃머리로부터 떨어뜨린 다음 윈치로 닻줄을 끌어 형망어구를 견인한다. 원양 어업에서는 일반적으로 선미에서 어구가 견인된다.

해저층 주낙

해저층 주낙은 해저에 가로놓인 간선과 추가된 다수의 지선(gangion 또는 snood)으로 구성되어 있다. 각 지선의 끝은 미끼 같고리다. 일반적으로 해저층 주낙은 끝쪽에 닻이 설치되어 있으며 회수 중일 경우를 제외하고 바닥을 가로질러 이동하지 않는다. 선박은 어구를 설치하고 몇 시간 정도 담근 뒤에 빠르게 움직인다. 이 어구의 여러 형태들이 대구, 도미 및 상어에 이르는 종을 잡을 때 사용된다. 낚시줄로는 섬유 로프, 모노필라멘트 나일론, 또는 가벼운 강철 케이블이 이용될 수 있다. 지선 길이는 다양하며 0.5m~5m(1.5 - 16피트)이다.

소형 주낙 어선은 하루 기준 1,000후크 미만의 낚시를 할 수 있지만 자동화된 대형 주낙 어선은 15,000후크 이상의 낚시를 할 수 있다. 지선은 1.8~6m(6~20피트) 간격으로 떨어져 있다.

심해 트롤 어업의 에너지 비용이 높아지고 주낙을 통해 목표로 하는 어류를 더 많이 포획할 수 있으므로 일부 지역에서는 심해 어장용 주낙 사용이 증가하고 있다.

주낙으로 인한 해저케이블 문제가 보고되고 있다. 걸린 주낙을 제거할 때 발생하는 힘은 최대 4톤 정도이다. 경량 케이블을 사용하면 낚시 바늘에 가해지는 상당한 힘이 외피를 관통하여 전기 전도체에 도달하거나 유리 섬유를 손상시킬 수 있다. 심해(현재 일부 지역의 깊이가 최대 2,000~3,000m 또는 1100 - 1600패덤)에서 주낙이 증가하면 이러한 깊이에서 노출된 경량 케이블에 대한 손상이 증가할 수 있다.

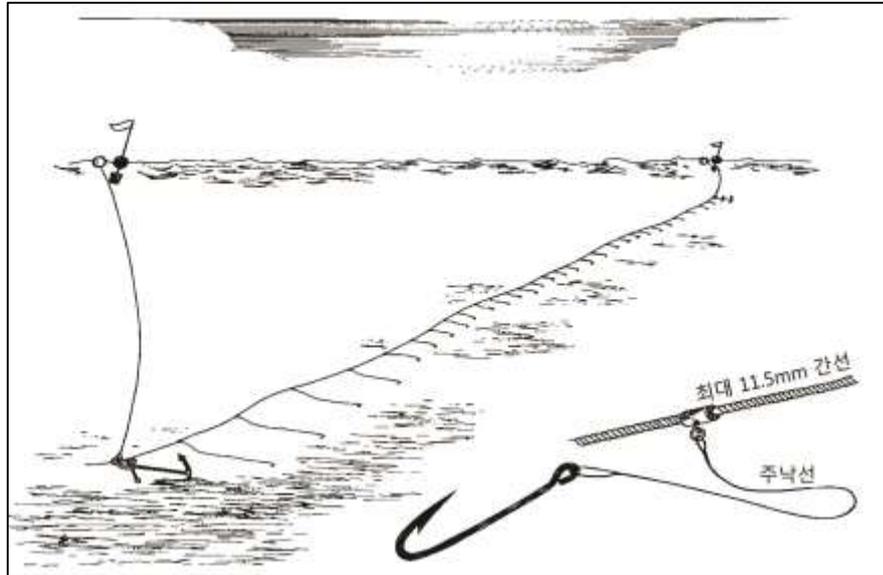


그림 20. 해저층 주낙

그림: 릴리언 해리스(Lillian Harris)

어구용 닻 및 채집용 닻(Grapnel)

고정식 어구에는 다양한 종류의 닻과 추가 사용된다. 동아시아 지역에서 사용하는 날개 그물 및 안강망은 돌과 강철 막대를 사용하는데 몇 킬로그램 정도 1톤 이상 무게가 나가는 3미터 길이의 닻에 이르기까지 다양하다. 간혹 이러한 닻은 트롤 어구보다 더 깊게 해저를 관통한다. 선박이 심해를 조사하거나 강조류 지역에서 이러한 닻을 사용할 때 해저를 길게 훑을 수 있다. 이러한 종류의 어구를 사용하는 어업종사자들은 해저케이블 경로에 접근하지 않도록 주의해야 한다. 그림 21은 해저케이블 끝부분에 걸린 어구(대형 안강망)의 닻이다.



그림 21. 해저케이블 끝에서 회수된 어구 닻

어량과 통발 어구의 주낙이나 줄이 유실되면 선박이 해저에서 채집용 닻(고리 모양의 닻 또는 몇 개의 갈래가 있는 체인)을 견인하여 어구를 찾아 들어 올리는 것이 일반적인 관행이다. 해류가 강해 표지 부표가 수중으로 당겨지는 일부 지역에서는 더 이상 부표를 사용하지 않는다. 어구를 회수하는 일반적인 방법은 채집용 닻을 사용하는 것이다. 채집용 닻이 해저케이블을 잡을 수 있기 때문에 해저케이블과 어구 간에 많은 문제가 발생할 수 있다. (유실되거나 손상된 해저케이블을 복구하기 위해 해저케이블 회사에서 주로 사용하는 방법은 채집용 닻을 사용하는 것이며 어선에서 사용하는 것과 유사함)

해저케이블 손상을 초래할 가능성이 가장 낮은 어법

중층 트롤 어업

물속 기둥에서 사는 원양 어류를 포획하기 위해 중층 트롤이 사용된다. 중층에는 외끌이 트롤 및 쌍끌이 트롤이 모두 사용된다. 대부분의 중층 트롤선은 상대적으로 큰 선박이며 해저층 트롤선보다 큰 그물을 사용한다. 이 트롤선은 해저 케이블에 위험이 되지 않는다. 하지만 일부 어선은 가끔씩 어구를 바닥과 접촉시키면서 해저 근처에서 고기를 잡는다. 이러한 경우 트롤 전개판이나 무거운 체인 추가 해저케이블을 손상시킬 가능성이 있다.

건착망 어업

건착망은 두 개의 긴 로프로 끄는 트롤과 유사한 그물이다. 트롤 전개판은 건착망에 사용되지 않는다. 선박이 견인 로프를 멀리 펼쳐서 수평 확산을 할 수 있다.

건착망 어업에는 몇 가지 방법이 있다. 정박 중이거나 예항 시 외끌이로 고기를 잡을 수 있다. 또한 선박이 예인할 수도 있다. 선박에서 대형 닻을 사용하는 경우 해저케이블이 손상될 가능성이 더 커진다.

중층 주낙

중층 주낙은 참치, 황새치, 상어 등 원양 어종을 잡기 위해 여러 지역에서 사용된다. 이 방법은 닻이나 하단 접촉부가 없는 외양(open ocean)에서 가장 자주 사용된다. 해저층 주낙의 지선 대신 쪽 퍼진 긴 지선에서 수백 개의 주낙을 이동할 수 있다. 40마일에 이르는 전체 길이는 간선에 일반적이다.

중층 주낙은 해저의 케이블을 건드릴 가능성이 별로 없다. 하지만 해저케이블 설치 시 문제가 발생한다. 해저 케이블 설치선은 어구를 설치한 선박이 시야를 벗어났을 때 무심코 설치되어 있는 주낙 위로 해저케이블을 놓을 수 있다. 경량 케이블이 주낙 위에 가라앉으면 부력과 주낙의 항력으로 해저케이블 절연체에 마찰이 생길 수 있다. 또한 주낙은 해저케이블을 손상시키는 급격한 꺾임, 고리 또는 뒤틀림의 원인이 될 수 있다. 해저케이블과 어구가 손상되기 쉽다. 문제 발생을 방지하려면 주의를 잘 살피고 사전에 의사 소통이 필요하다.

말뚝 고정식 정치 어구

매우 얇은 해안 지역에서는 특정한 형태의 주낙, 자망, 어량이 해저에 박혀 있는 말뚝에 부착되어 있다. 일반적으로 이러한 어장은 작은 규모로 간주되지만 무시할 수 없다. 말뚝으로 인해 해저케이블이 손상된 경우가 있다.

전략망

전략망에는 다양한 종류가 있다. 대부분의 전략망은 가는 끈으로 구성되어 있어 물고기가 쉽게 감지할 수 없다. 선박은 철망 울타리와 같은 이러한 그물을 해저층 또는 중층에 설치한다. 물고기와 조개류가 그물로 다가오면 얽히게 된다. 선박이 그물을 끌면 얽혀 있는 물고기가 함께 딸려온다.

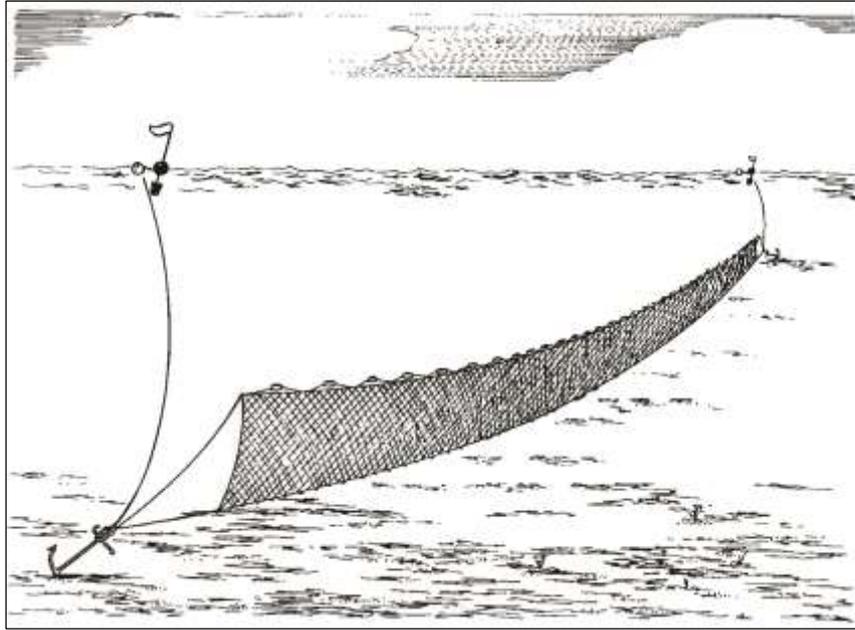


그림 22 . 해저층 자망

그림: 릴리언 해리스(Lillian Harris)

해저층 자망의 길이는 수백 미터에서 2마일에 이른다. 대부분의 해저층 자망은 고정시킬 수 있는 닻으로 고기를 잡는다.

하지만 잔잔한 해저층이 있는 일부 지역에서는 자망을 설치하여 해류의 힘으로 해저를 가로질러 떠다닐 수 있다. 이 방법은 일부 해안의 열대 새우 어장에서 사용되고 있다.

유자망은 기본적으로 닻이 없는 망이며 해류의 힘으로 설치된다. 대부분의 유자망은 표면 또는 중층 근처에 부유하며 하단 접촉부가 없다. 국제 협약에 따라 오징어 및 기타 어종을 대상으로 중층에서 사용되었던 대형 유자망 사용이 감소되었지만 길이가 2마일 이하인 소형 유자망은 여전히 사용 중이다. 잔잔한 해저층에서 새우와 같은 어종을 포획하기 위해 소형 유자망을 사용한다.

전략망은 바닥을 깊이 관통하지는 않는다. 하지만 이러한 망이 해저의 상부에 배치된 해저케이블에 걸릴 가능성이 있다.

어랑

어랑은 물고기가 헤엄을 칠 수 있지만 탈출할 수는 없도록 만든 고정된 구조물이다. 전 세계에는 그물, 대나무, 나무, 철망으로 만든 수백 가지의 종류가 있다. 대체로 닻이나 말뚝으로 바닥에 고정한다. 어랑은 일반적으로 수심이 얇은 곳에 설치된 해안 장비이다. 해저케이블을 파손하는 주요 원인은 닻이나 말뚝이다. 어랑은 해저케이블 지역에 설치할 수 없다.

통발 어구

물고기와 조개류를 잡을 때 다양한 종류의 통발 어구를 사용한다. 통발 어구와 어랑 간의 차이점은 분명하지 않지만 모든 통발 어구가 어랑과 같다고 말하기도 한다. 하지만 통발 어구는 충분히 작고 견고하여 승선 시 다양한 통발 어구를 탑재할 수 있다. 통발 어구는 프레임에 고정된 그물, 목재, 철망, 플라스틱 또는 기타 물질로 구성되어 있다. 이러한 종류의 어구는 2kg(4lb)의 중량으로 꽃병과 유사한 소형 도자기로 만들어진 소형 문어 통발 어구부터 한쪽 측면이 2.5m(8피트)이고 무게가 300kg(660lb) 이상인 금속망 킹 크랩 통발 어구에 이르기까지 다양하다.

일반적으로 선박은 이러한 통발 어구를 바닥에 설치하고 몇 시간이나 며칠 뒤에 돌아와 끌어낸다. 모든 통발 어구를 줄과 부표로 표시하거나 어업종사자가 간선을 따라 지선에 부착하여 일렬로 설치할 수도 있다. 바닥을 관통하지는 않지만 해저 상단의 케이블에 걸릴 수는 있다.

통발 어구, 어랑, 주낙은 얕은 수심에 있을 때보다 심해에 있을 때 해저케이블에 더 큰 위험을 초래할 수 있다. 심해 어구에는 더욱 무거운 닻과 줄이 요구된다. 동시에, 심해에 있는 해저케이블은 무거운 보호 장비를 갖추거나 잘 묻혀 있지 않을 수 있다. 심해에서 무거운 어구와 가볍고 노출되어 있는 해저케이블이 충돌하면 손상 위험이 커진다.

FAD

FAD 또는 집어장치(Fish Aggregating Device)는 물고기를 잡는 것이 아니라 유인하기 위한 장치이다. 정확하게 이해하기는 어렵지만, 물고기의 경우 부유하거나 제자리에 떠 있는 물체 근처로 모여드는 경향이 있다. FAD는 이러한 성향을 이용한다.

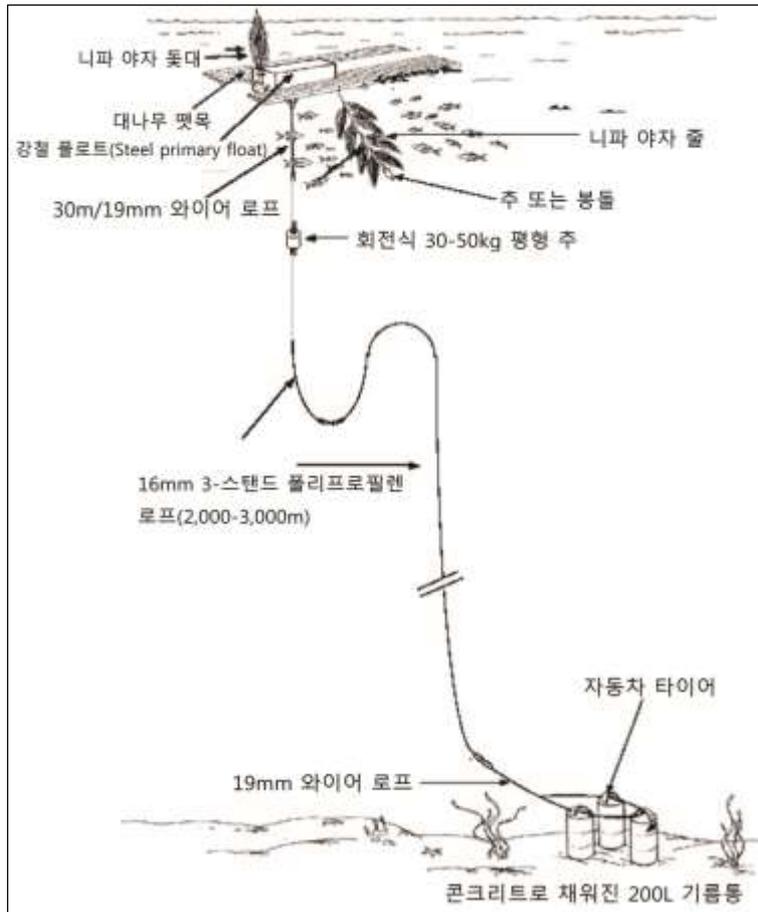


그림 23. 전통적 형태의 FAD

그림: 태평양 위원회 사무국(Secretariat Pacific Commission)

가장 단순한 종류의 FAD는 앵커 부표이다. FAD 부표는 큰 금속 공일 수 있으며 플라스틱 찌, 폼 블록, 타이어 또는 대나무 조각으로 함께 묶여 있는 여러 개의 움직이지 않는 물체이다. 간혹 FAD를 쉽게 찾을 수 있도록 깃발, 조명 또는 레이더 반사기를 추가한다. 어떤 어업종사자들은 뗏목과 같은 다른 물체를 부착하고, 부표 선에 여분의 로프를 묶거나 물 속에 야자나무가 있는 경우 FAD가 더 효율적이라고 생각한다.

FAD는 얇은 수심에 설치하지만 4,500m(2,400페덤) 깊이의 물 속에도 설치한다. 폭풍이나 다양한 이유로 종종 유실되기 때문에 대부분 소모품으로 간주한다. FAD 닻은 매우 무겁다. 시멘트로 채워진 콘크리트 블록, 오래된 엔진 블록 및 기름통은 닻으로 주로 사용하는 물건들이다. 심해나 거친 바닥에서는 부표 선과 닻 사이를 무거운 체인 줄로 잇는 경우가 있다. 대부분 FAD는 표면에 부표가 보이지만 일부 지역에서는 중층 FAD가 표면의 10~30m(5~16페덤) 아래에 설치된 부표와 함께 사용된다. 중층 FAD는 항해하기에 덜 위험하고 거친 물결을 더욱 잘 견디며 경쟁 관계에 있는 다른 어업종사자에게 해당 위치를 알리지 않을 수 있다.

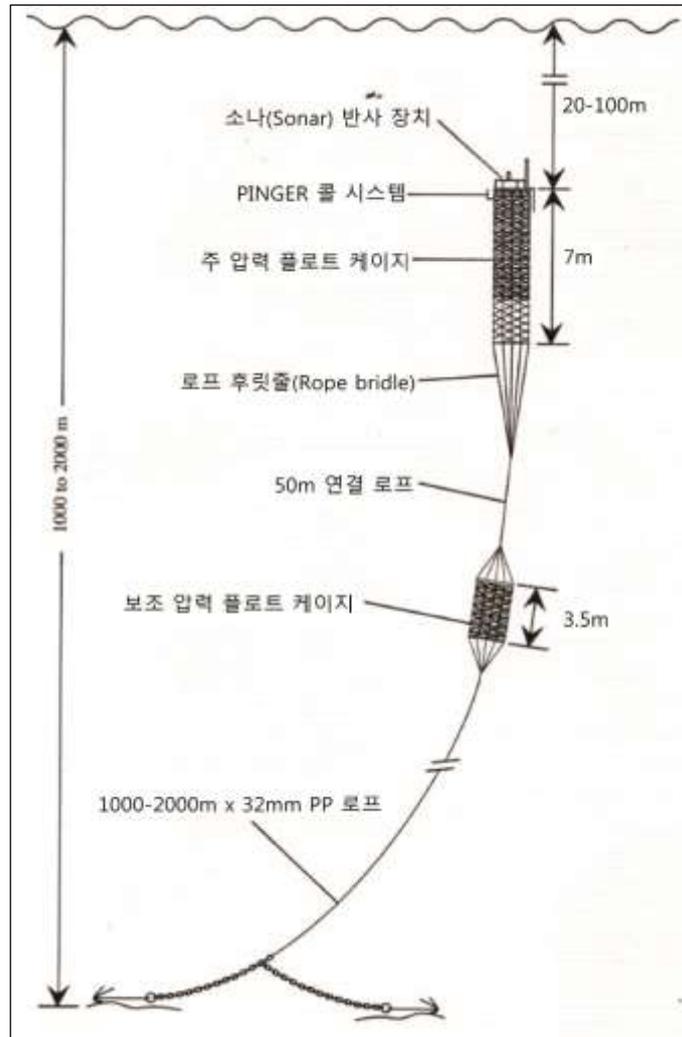


그림 24. 중층 FAD

그림: 태평양 위원회 사무국(Secretariat Pacific Commission)

어업종사자는 어획량이 늘고 포획에 필요한 시간과 연료가 줄기 때문에 FAD를 사용한다. 어업종사자는 FAD를 설치하고 물고기를 모을 시간을 확보하기 위해 며칠 동안 떠나 있을 수 있다. 이후 FAD에 도착하여 할 수 있는 만큼 물고기를 잡은 뒤 다시 물고기를 모을 수 있도록 며칠 동안 떠나 있다. 심해 FAD를 설치한 뒤에 폭풍이나 다른 원인으로 인해 유실될 때까지 그 자리에 남겨둔다. 참치, 고등어, 상어와 같은 일부 종은 FAD 인근에서 주로 발견된다.

FAD 인근에서는 다양한 어획 방법이 사용된다. 가장 간단한 방법은 핸드라인 또는 선박을 멈추거나 끝났으로 줄을 이용하는 것이다. 간혹 대낚시가 이용되기도 한다. 유자망 또는 선자망을 사용할 수도 있다. 닻줄이 소형의 임시 짜에 매달려 있는 표면에 머물러 있는 동안 어떤 FAD는 닻줄에서 분리될 수도 있는 부표와 지선을 매달고 떠내려 갈 수 있도록 설계되었다.

선박이 대형 건착망 또는 선망으로 물고기를 둘러 싸면 물고기가 큰 FAD 부표와 함께 머물러 있다. 물고기를 잡고 나면 선박이 FAD 부표를 다시 닻줄로 견인한 뒤 부착할 수 있다.

해저 케이블 설치선이 FAD가 있는 것을 알지 못하고 해저케이블을 그 위에 설치하는 경우 해저케이블을 설치하는 동안 FAD가 위험을 초래할 수 있다. 또한 닻이나 체인이 부딪히거나 해저케이블에 쓸리는 경우 FAD로 인해 손상이 발생할 수 있다. FAD 라인이 망가지면 부표가 대부분 유실된다. 심해 회수는 매우 어렵기 때문에 라인과 닻이 해저에 남게 된다. 표면 근처가 망가지면 라인이 닻 주변을 부유하게 되며, 수심의 두 배 정도와 유사한 직경이다. 대부분의 FAD 라인은 부력이 있으므로 바닥에서 떨어져 있다. 이 상태에 있는 라인은 얽히거나 해저케이블에 쓸릴 수 있다. 최근에 FAD 사용이 늘면서 몇 가지 충돌이 보고되고 있다. FAD를 해저케이블 근처에 설치할 수 없다.

5. 해저케이블 포획의 위험성과 이를 감소시키는 방법

해저케이블 포획의 위험을 피할 수 있는 가장 효율적인 방법은 닻, 채집용 닻 및 해저케이블 근처의 해저를 관통하는 모든 어구의 사용을 제한하고 어획 장비가 해저케이블과 떨어져 있도록 하는 것이다. 하지만 선박이 해저케이블 근처에서 물고기를 잡다가 어구와 충돌하는 경우, 어구를 회수하려는 것은 대단히 위험하다. 대신 선장이 해안 경비대나 해저케이블 회사에 연락하여 실제로 해저케이블에 걸린 것인지에 대한 추가 정보를 확인해야 한다. 해저케이블을 보유 회사는 모니터링 장비를 통해 서비스 중인 해저케이블이 손상되었는지, 손상된 위치는 어디인지 파악하게 된다. 이들의 조언은 부표를 밧줄에 부착하여 어구가 움직이도록 하라는 것이다. 대부분의 경우, 해저케이블 회사에서는 해저케이블 손상을 방지하기 위해 포기한 어구에 대해 변상한다.

트롤선이 확인되지 않는 해저 장애물과 부딪히게 되면 선장은 장애물이 해저케이블일 수 있음을 나타내는 표지가 있는지 살펴본다. 해저에서 어구를 들어올려 제거하려고 하지만 잘 되지 않고 무게가 점진적으로 증가하는 것도 해저케이블일 수 있다는 징표이다. 알 수 없는 장애물에서 어구를 빼낼 때 해저케이블에 엉킨 것이 분명한 경우 선장은 어구를 해저로 낮추고 해안 경비대나 해저케이블 회사에 연락을 해야 한다.

해저 케이블에 얽힌 트롤을 끌어 올리면 해저 장애물을 끌어 당기는 것보다 더 위험할 수 있다. 윈치를 사용하면 트롤이 풀려나는 것처럼 보이지만 해저에서 더 많은 케이블이 들어올러지면서 예인 밧줄의 장력이 증가한다.

이러한 장력의 증가는 바닥에서 들어올릴 때 트롤에 매달린 해저케이블의 중량이 증가하기 때문이기도 하지만 해저케이블이 똑바르게 쪽 뻗어 있었던 경우 활시위가 당겨지는 것처럼 해저케이블이 당겨져 버티기 때문이기도 하다. 해저케이블이 일부만 묻혀 있는 경우 선박은 해저케이블을 침전물 속에서 끌어당기려고 하기 때문에 문제가 더 악화된다. 해저케이블이 일부만 묻혀 있다면 몇 미터 이상으로 들어 올리는 것이 불가능하며 밧줄의 장력이 선박을

뒤집을 수 있는 지점까지 빠르게 증가한다.

해저케이블 뒤엉킴으로 인한 전복 - 단 하나의 이유로 너무나 심각한 피해를 초래하는 위험

어선과 해저 케이블이 뒤엉켰을 때 발생하는 가장 심각한 결과는 전복이다. 바람, 파도, 충돌, 화물의 급격한 움직임, 어선과 예인선의 경우 예인 밧줄의 과부하 등 다양한 이유로 인해 배가 전복될 수 있다.

잘 건조된 선박은 바람과 파도의 힘이 한쪽으로 기울면 똑바른 위치로 다시 돌아오도록 설계되어 있다. 정상적인 조건에서는 두 개의 동일한 힘이 반대 방향에서 선박에 가해진다. 먼저 선박의 중량으로 인해 중력이 생성되고 중력(G)은 중심을 지켜려한다. 그 다음에는 물 속에 있는 선체에 수압으로 부력이 생성되어 부력(B)의 중심을 지켜려한다. (그림 25 참조).

바람이나 파도로 인해 선박이 한쪽으로 기울면 선체의 수중 형상이 변할 때 부력의 중심이 새 위치로 이동한다. 중력은 변하지 않고 유지되며 선박을 똑바른 위치로 다시 되돌리는 복원력(restoring couple)이 발생한다.

훌륭한 설계는 연료 및 밸러스트와 같은 추를 배 하단에 설치하여 선박의 중력 중심을 낮게 유지하는 것이다. 이렇게 하면 그림에서 복원 지레 GZ의 길이가 최대화된다. G의 위치가 너무 높으면 B의 중심을 작은 가로기운각으로 건너 전복 우력이 생길 수 있다.

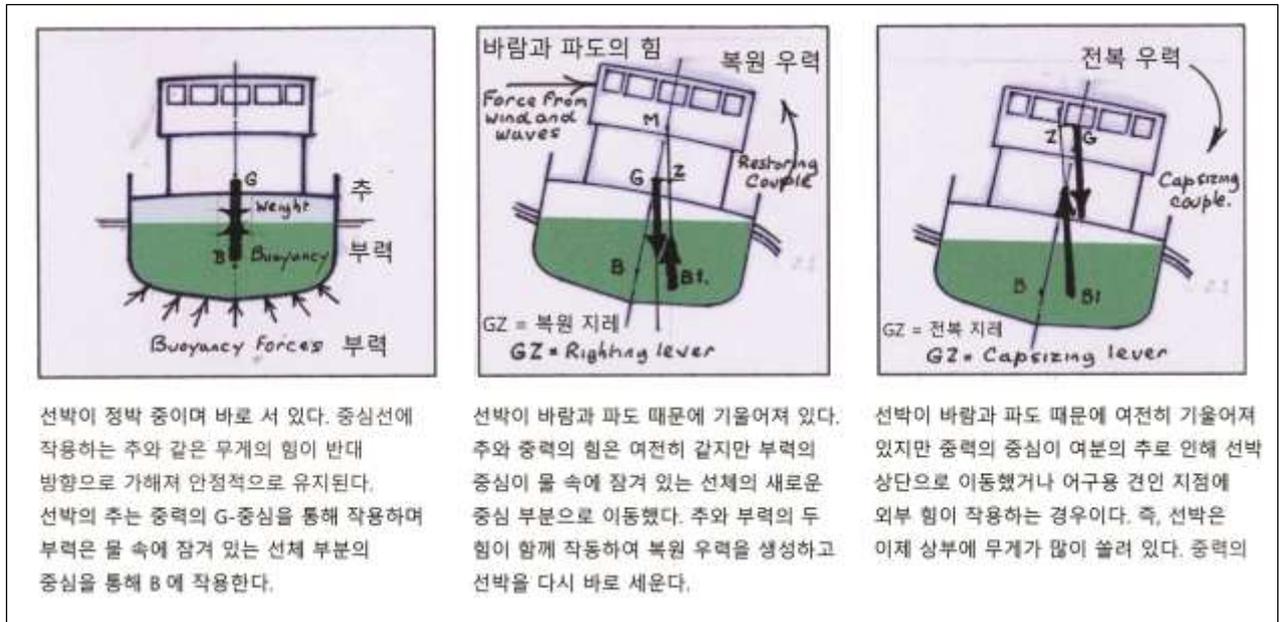


그림 25. 어선 안정성의 기초

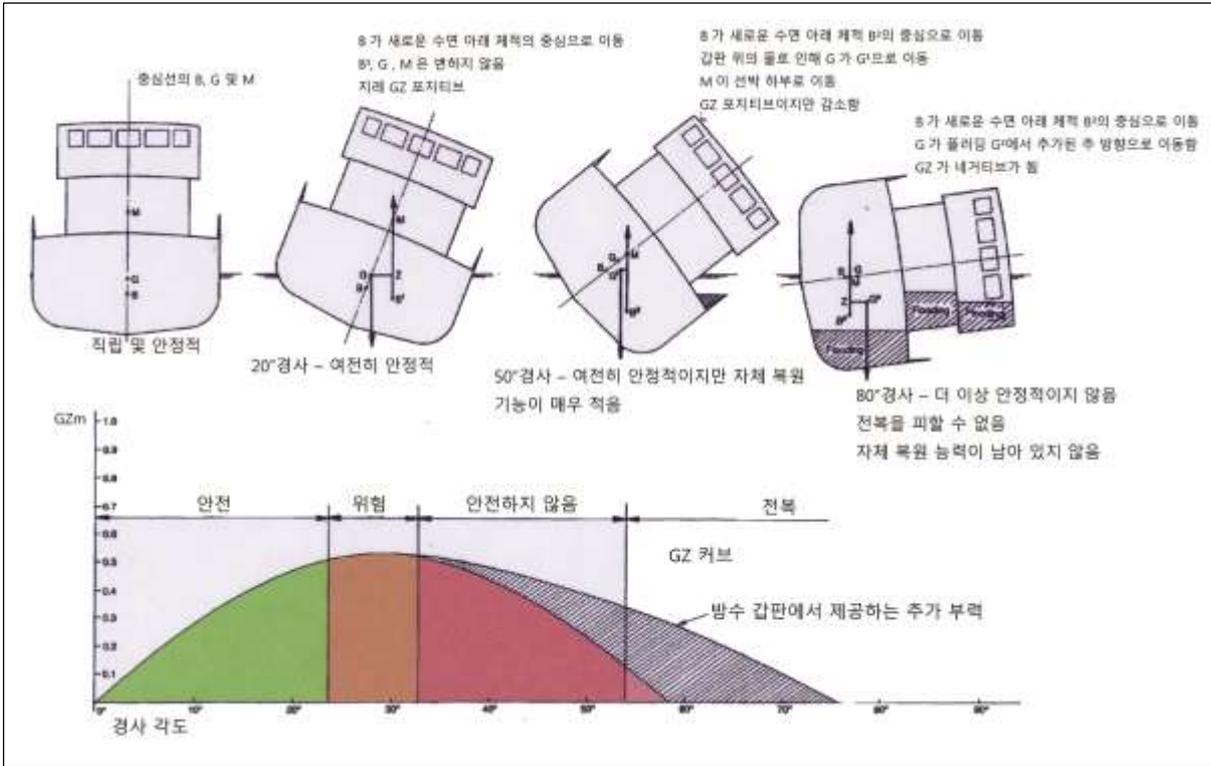


그림 26. 전복의 물리학

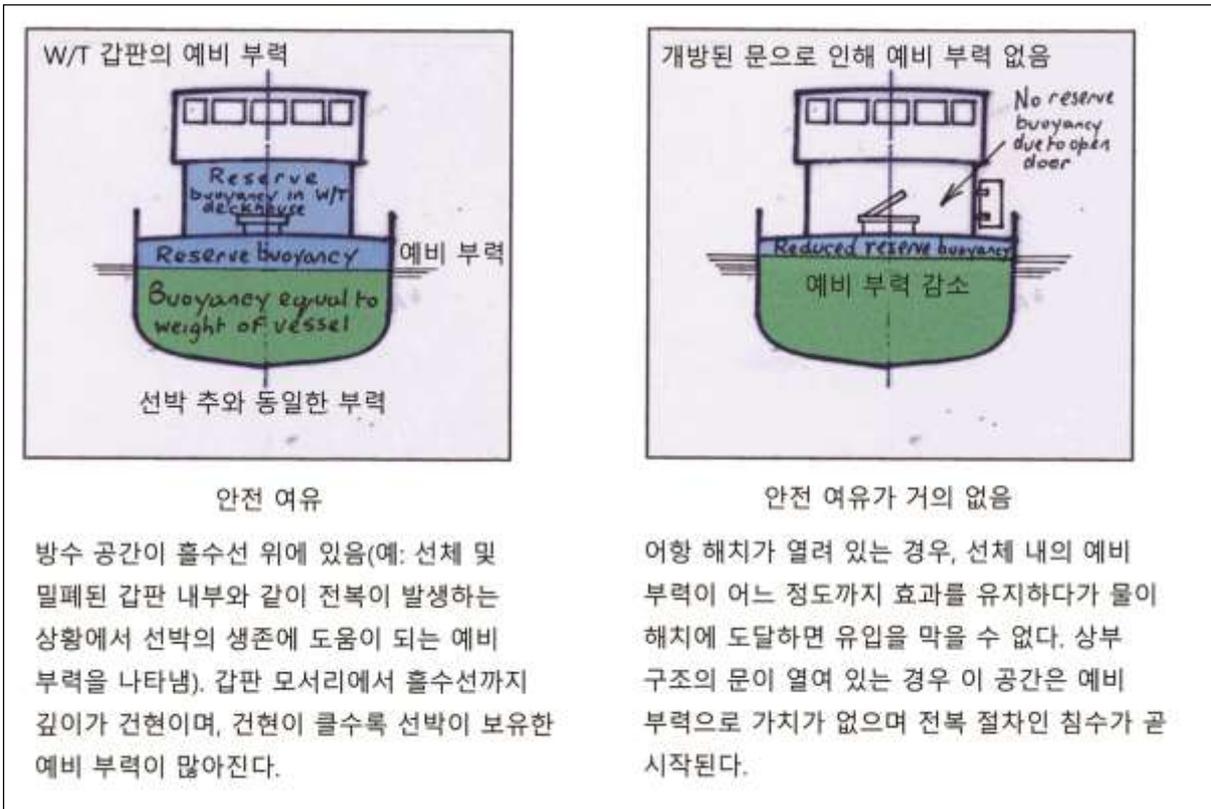


그림 27. 어선 안전성에 대한 건현 및 예비 부력의 효과

선박이 트롤이나 형망어구를 견인할 때는 기본 선박에 추가 하중이 그대로 중량으로 추가된다. 추가 하중의 위치에 따라 중력의 힘과 위치 G에 영향을 준다. 선박이 해저 장애물에 걸린 경우 힘이 변화하며, 특히 선박이 윈치와 엔진 힘을 사용하여 끌어당기려고 하는 경우 급격하게 증가한다.
해저케이블이 얽히면 어떤 일이 발생하는지 살펴 보자.

6. 로열 레졸루션(Royal Resolution) 호 - 전복에 대한 사례 연구

로열 레졸루션 호는 실제 선박이 아니라 전복을 설명하기 위한 가상의 선박이다. 그렇지만 해저 케이블과 같은 장애물을 당겨 제거하려고 할 때 정상적으로 건조된 안정적인 어선이 전복되는 사고는 여러 번 발생했다.

전복은 어업종사자에게 일어날 수 있는 가장 무서운 일들 중 하나이다. 전복은 대체로 매우 순식간에 발생하기 때문에 예방 조치를 취하거나 메이데이 호출을 전송할 시간적 여유가 없다. 전복이 발생하면 무거운 어구가 격렬하게 움직이고 태클과 기중기가 풀려서 사람이 죽거나 심각한 부상을 당할 수 있다. 선박에서 질서있게 대피하는 것은 어렵다. 갑판 아래에 갇힌 사람은 방향을 잃게 되고 정전이 되거나 조명이 갑자기 꺼지면 나가는 길을 찾을 수 없게 될 수도 있다.

이러한 사건에서 살아 남은 사람들은 몇 년 동안 충격을 받은 상태로 살아가고 바다 일에 다시 복귀하는 데 어려움을 겪는다.

2월의 출지만 맑은 아침 7시, 28m, 500hp 빔 트롤선인 로열 레졸루션 호는 남쪽 북해의 수심 50m에서 고기를 잡고 있었다. 그 곳에는 몇몇 트롤선이 더 있었다. 해상 상태는 풍랑 등급 2이며 약 2노트의 강한 동풍이 불고 있었다. 수평선에는 보름달이 낮게 드리워져 있다. 선박이 남서 방향으로 예인 중이었다. 해치가 닫혀 고정되어 있지만 갑판실의 수밀문이 환기를 위해 열려 있었다.

선장은 동료에게 관찰 임무를 맡기고 마지막 견인이 시작되는 6시에 아래쪽 선실로 내려갔다. 그는 안개가 짙게 끼고 오가는 선박이 많아 20시간 동안 계속 선교 위에 있었다. 7시 15분이 되자 좌현 트롤망이 해저 장애물에 부딪혀 묶어버렸다. 선원은 즉시 프로펠러 동력을 끊었다. 선원은 안전 장치를 작동시켜 현외 기중기 끝에서 중심선에 더 가까운 전방 견인 위치로 좌현 예인 밧줄의 견인 지점을 이동시켰다. 선장은 선교로 즉시 돌아와 명령을 내렸다. 그는 우현 어구를 표면으로 운반하고 장애물을 반대로 뒤집어 좌현 트롤망을 걸림 없이 당길 수 있는지 확인하기로 결정했다. 7시 40분, 이 생각이 제대로 실행되지 않는다는 사실을 알게 되어 우현 트롤망을 선체 안쪽으로 먼저 보내고 윈치를 사용하여 선박을 최대한 장애물과 가까운 위치로 끌었다. 그는 문제가 발생한 이유가 무엇인지 아직 알지 못했다. 윈치 힘이 가해지면 어구가 바닥에서 풀렸는데도 장력이 빠르게 증가하여 배가 좌현으로 기울었다. 7시 50분에는 윈치 작업자에게 윈치 브레이크를 고정하도록 지시하고 프로펠러를 반대 방향으로 체결하여 다시 한 번 벗어나려고 시도했다. 선박은 30도를 넘어 경고 기울기까지 빠르게 기울어졌다. 엔진을 멈추었지만 이미 바닷물이 배의 갑판과 숙소 안으로 흘러 들어왔다. 그는 배가 전복되려고 한다는 사실을 알고

직원에게 경고를 외쳤다.

로열 레졸루션 호는 7시 52분에 전복되었다. 떨어진 어구와 로프 덕분에 갑판 위에 있던 선원 5명은 탈출했다. 한 명은 침착하게 구멍 조끼를 입었다. 이 조끼는 자동으로 부유하고 팽창한다. 구멍 조끼로 생명을 구했다. 이 선원은 20분 뒤 약 1마일 밖에서 사건을 목격하고 있던 벨기에 트롤선 Verdun에 의해 구조되었다. 로열 레졸루션 호는 8시 12분에 가라앉았다. 이 과정에서 심각한 신체적 부상을 당한 선원은 없었다. 하지만 대부분 저체온증을 겪었다. 두 명은 장시간 트라우마에 시달렸고 다시 일터로 돌아가지 못했다.

그 후 수중 탐색대가 복구 가능한지 알아 보기 위해 선박 잔해를 검사했다. 그 결과 좌현 어구가 두꺼운 외장으로 보호된 해저 케이블에 얽혔다는 것을 알게 되었으며 선장이 이용한 어떤 방법으로도 제거될 가능성이 거의 없었을 것이라는 사실도 확인했다. 이 지역의 해도에는 다양한 해저케이블이 표시되어 있다. 비록 모든 해저케이블이 해저면에 매설되어 있지만 강한 파도와 해류, 빙 트롤선으로 인한 수중 침식으로 해저의 모양이 끊임 없이 변하는 지역이다.

로열 레졸루션 호: 무슨 일이 있었는가?

주 엔진을 멈추고 안전 장치를 작동시킨 선원의 결정은 전적으로 옳은 행동이었으며 외부에 가해지는 상당한 힘으로 인해 전복되는 상황에서 선박을 구해낼 수 있었을 것이다. 외현 기중기의 길이와 밧줄의 장력에 의해 작용하는 지렛대 힘으로 선박이 매우 위험해졌을 것이다.

선원 수가 제한되어 있어 한 번에 하나의 빔만 처리할 수 밖에 없었기 때문에 우현 빔 트롤을 들어 올리는 것은 일반적인 관례였다. 또한 우현 빔이 장애물이나 좌현 빔에 쉽게 얽힐 수 있고 이 상황에서는 트롤 기어를 모두 풀어 유실되도록 하는 것이 유일한 해결책이었을 것이라는 점에서도 일반적인 행동 관례였다. 이것은 대부분의 선장이 수용할 수 없는 선택이다. 그럼에도 불구하고 우현 빔을 선체 바깥으로 유지하고 이를 통해 좌현 쪽에서 증가하는 커다란 힘에 다소간의 균형을 주는 것이 현명했을 것이다.

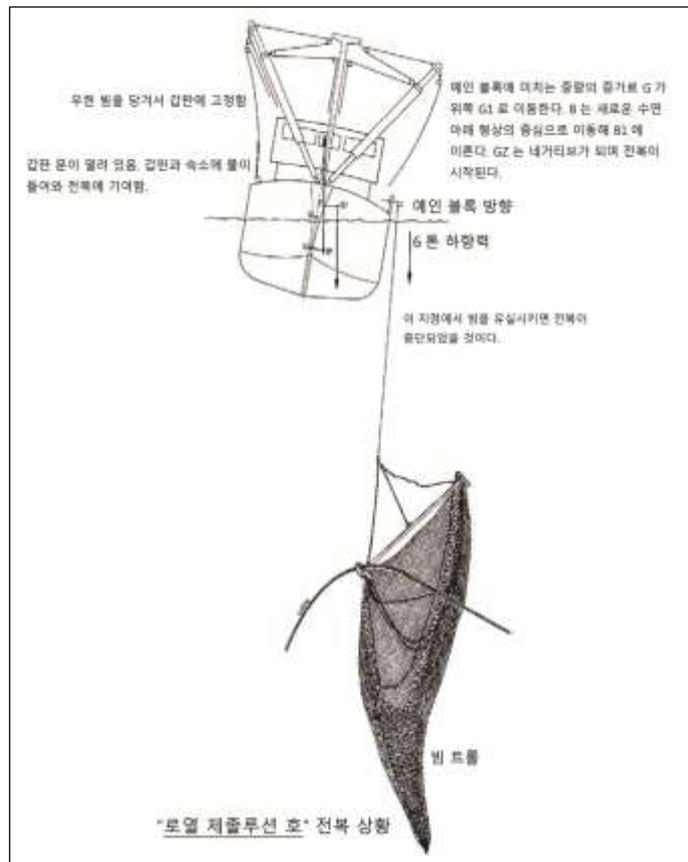


그림 28. 전복 상황

선박이 장애물 쪽으로 다시 끌려오면 수평 방향으로 아직 장애물에서 풀려나지 않았기 때문에 빔이 해저 케이블을 들어 올리기를 시작했을 것이다. 선장은 윈치 브레이크를 고정하고 엔진을 사용하여 중심에서 약 3.5m(11피트) 떨어져 있고 흘수선에서 약 4.0m(13피트) 위에 있는 예인 지점에 약 6톤의 수화물을 인가할 수 있었을 것이다. 이렇게 하면 선박의 중력 중심이 수하물 방향으로 이동하게 되어 복원 지레(GZ)가 감소하고 외부 전복력이 생성되었을 것이다. 배의 난간으로 갑자기 물이 유입되면 우현 쪽에 새로운 중량이 추가되어 가로기운각이 더욱 증가한다. 그러면 더욱 많은 물이 안쪽으로 유입되어

개방된 문을 통해 선실까지 물이 넘치게 된다. 강한 조류가 좌현 쪽을 밀어내고 있었다. 선박은 어구를 통해 해저에 고정되어 있으며 해저케이블이 전복력에 기여하고 있는 상황에서 전복을 피할 수 없었다.

결정적인 요인은 선장이 해저케이블에 부딪혀 고정되었다는 사실을 알지 못했다는 것이다. 잔해 조각, 유실된 낚시 장비나 무거운 바위일 수도 있었을 것이다. 얼핏 장애물에서 벗어나는 것으로 보였지만 실제로는 해저케이블을 들어 올리는 것이었고 중량은 점점 더 커져만 갔다. 이렇게 되면 해저케이블에서 벗어나려는 시도가 어선에 매우 위험한 상황이 될 수 있다. 문제는 엔진과 원치에 의해 생성된 거대한 힘에 있으며 이것은 선박의 자연적인 복원력을 능가할 수 있다.

갑판실의 수밀문을 닫아 두었다면 선박을 구할 수도 있었다. 마지막 단계에서 원치 브레이크를 풀고 전복력을 신속하게 해소할 수 있었을 것이다. 갑판실이 개방되어 있었으므로 엔진실에 물이 쏟아져 들어왔다. 이렇게 되면 전복이 촉진되어 손쓸 틈도 없이 배가 가라앉게 된다.

전복에 버틸 수 있는 가장 중요한 두 가지 요소는 충분한 갑판 높이를 유지하고 수밀 갑판의 형태로 갑판 위쪽에서 적합한 부력을 보존하는 것이다(그림 27 참조). 두 가지 모두 설계 단계에서 선박에 적용할 수 있지만 실제로 갑판실의 완전한 방수 상태를 유지하는 것은 어렵다. 선원들이 자유롭게 공간을 오고 갈 수 있다는 이유로 문도 열린 채로 둔다.

위의 그림은 선박이 위험한 지역으로 이동하기 전에 약 20도 정도 기울어지는 상황을 보여 준다. 전복 부하를 해소시키지 않는 한 30도 이상 기울어지면 전복 위험을 피할 수 없다. 또한 위험을 부분적으로 감소시키는 예비 부력의 이점을 볼 수 있다. 대부분의 선장은 선박이 안전하지 않은 순간에 도달했을 때 이를 직관적으로 알 수 있지만 이 지점을 지나면 배가 순식간에 전복될 수 있다.

길이 24m 이하 소형 선박의 경우 특별 고려 사항

24m 이하의 소형 선박은 해저케이블에 걸렸을 때 대형 선박보다 위험이 커진다. 먼저, 이러한 선박의 대부분은 IMO(International Maritime Organization) 기준에 따라 건조되지 않는데, 이 크기에서는 이 기준이 적용되지 않기 때문이다. 그렇다고 해서 일반적인 상황에서 안전하지 않다는 의미는 아니다. 하지만 일부 선박은 선체 크기에 비해 과도하게 높은 엔진 힘을 사용하여 장애물에 걸렸을 때 과도한 전복력이 생길 수 있다. 대형 선박과 달리 이러한 선박은 예비 부력이 부족하고 배의 무게에서 오는 복원력이 적어 전복에 취약하다. 힘 좋은 오토바이와 사륜구동 자동차를 비교하는 것과 비슷하다. 오토바이를 넘어뜨리는 것이 훨씬 더 쉬울 것이다.



그림 29. 미사용 해저케이블에 걸린 빔 트롤선

Copyright Tyco Telecommunications (미국) Inc. 모든 판권 보유.
Tyco Telecommunications (미국) Inc.의 허가를 얻어 인쇄함

어선의 안정성에 영향을 미치는 기타 요소

선박의 전복에 영향을 미칠 수 있는 다른 요소는 다음과 같다.

- a) 중량 축적. 대부분 선박은 20년이 경과하면 20%의 중량이 증가한다. 대부분 초기 5년 동안 증가되는 중량이다. 이것은 페인트, 부식, 목재로 인한 물 흡수, 추가 장비, 갑판에 흩어진 어구, 선박 창고의 적재물 등으로 인한 것이다. 대부분은 선박에서 높은 위치에 있어 무게 중심(G)을 올리고 GM을 감소시킨다.
- b) 선박 크기에 맞지 않는 엔진 출력. 작은 선체에 큰 엔진을 설치하여 선박 건조 비용을 절감하려는 경향이 있다. 간혹 선박의 위쪽 길이를 제한하는 규제가 시행되기도 하며, 이론적으로 선박에 고출력 엔진을 장착하면 대형 선박과 같은 힘을 얻게 된다. 엔진 출력의 많은 부분이 트롤 밧줄로 전달될 것이기 때문에 전복 가능성이 분명하게 생겨난다.
- c) 윈치가 작용하는 힘. 이것은 어떤 방법으로도 제어할 수 없다. 심해에서 무거운 트롤을 견인하기 위한 목적으로 최대 40톤까지 견인할 수 있는 줄을 포함한 윈치가 상대적으로 작은 크기의 선박에서 사용되고 있다. 장애물에서 어구를 회수할 때 이러한 윈치의 최대 동력이 선박 한쪽에 집중되어 위에서 설명한 것처럼 전복력이 생길 수 있다. 윈치가 당기는 힘의 2~3배 정도의 인장력을 가진 예인 밧줄이 사용되므로 전복력에 도달할 때까지 예인 밧줄이 끊어질 가능성은 별로 없다.

d) 파도의 높이와 길이. 초기 정적 안정성은 잔잔한 수면 상태를 기준으로 계산한다. 앞서 설명한 것처럼 부력의 중심은 수면 아래의 체적 및 형상에 따라 결정된다. 파도가 계속 이어진 상황에서는 이 조건이 계속 변화한다. 따라서 복원 지레 또한 변화하며 한쪽 고정부에 외부 부하가 고정되어 있다면 GZ 값이 감소하거나 마이너스까지도 될 수 있다. 폭풍우가 치는 날씨에는 외부 부하로 인해 한쪽으로 급격히 기울어진 선박에 파도로 인한 많은 양의 물이 들이칠 수 있다. 이런 경우 전복 가능성이 높아진다. 선박이 선상에 무거운 짐을 끌어 올리려고 할 때 선미파가 특히 위험하다.

e) 조류 및 해류. 일반적으로 선박은 닻으로 바닥에 고정되거나 어구가 얽혀 해저면에 고정되었을 때 조류나 해류에 따라 뱃머리가 위로 올라간다. 그러나 어구를 제거하려고 선박을 다양하게 운전하는 과정에서 뱃전이 해류와 측면으로 향하게 될 수 있다. 이런 상황에서 선박의 전복의 원인이 되는 추가적인 힘이 발생할 수 있다.

IMO 안정성 기준

길이 24m(80피트) 이상의 어선에 대한 최소 기준은 IMO(International Maritime Organisation)에 따라 규정된다. 많은 국가의 해양 조직에서는 이러한 규정을 수정하여 12m~24m(40~80피트) 길이의 선박에도 채택하고 있다. 또한 빙 트롤의 경우, 전복 위험이 높기 때문에 이 기준에서 20%의 여유를 두는 것이 권장된다.

이러한 기준은 선박에 허용되는 범위 내에서 적재가 이루어졌을 때 안전하게 운행할 수 있고 대부분의 바람 및 기상 조건에서 전복되지 않는다는 사실을 보여주고 있다. 하지만 특히 트롤 어업의 경우 기준에서 제공하는 안전 한계를 넘는 과도한 하중이 선박에 발생할 수 있다는 사실을 기억해야 한다.

예기치 않은 전복 상황에 맞닥뜨렸을 때 이것들이 선장이 결정을 내리는 충분한 기준이 될 수 있을까? 아마도 그렇지 않을 것이다. 대부분의 어선 선장들은 안정성에 대한 자신들의 지식을 실행해볼 기회를 거의 갖지 못하기 때문이다. 또한 많은 경우에 이 문제에 대한 지식이 없거나 알 수 있다. 이로 인해 선박이 이 기준을 충족한다면 전복될 위험이 거의 없다는 믿음을 가질 수 있다. 전복으로 인한 사상자와 사망자가 매우 빈번하게 발생하고 있다. 하지만 훌륭한 설계와 더불어 적재와 선원 행동 규정을 철저히 지키는 선박 관리를 통해 이러한 사고를 줄일 수 있다.

유능한 선장이 선박에 대한 이러한 위험을 감지하지 못한다고 가정하는 것은 잘못된 판단 일 수 있다. 선장은 경험에 근거하여 자신의 선박이 위험에 빠졌고 특정 요소가 위험을 가중시키고 있다는 사실을 알고 있다. 그럼에도 불구하고 전복 상황은 대부분 선원이 경험하지 못한 상황 속에서 순식간에 발생할 수 있다. 소형 선박과 그 원치의 출력이

크게 증강되면서 애초 IMO 안정성 기준의 기대 수준을 훨씬 뛰어넘는 외부적 힘이 발생할 수 있다.

해저케이블 포획을 방지하는 방법

어업종사자가 해저케이블 포획을 피하는 최상의 방법은 자신들의 위치가 어디인지 파악하여 닻, 채집용 닻, 해저를 관통하거나 해저케이블에 걸리는 다른 어구를 사용할 때 해저케이블로부터 멀리 벗어나는 것이다. 해저케이블 손상을 피하기 위한 법적 요구사항은 지역에 따라 다르지만 모든 지역에서 비용이 발생할 수 있고 위험하며 필수 통신 서비스가 중단될 수 있는 점을 감해서 멀리 벗어나는 것이 좋은 방법이다. 대부분 해저 케이블의 위치는 해도에 표시되어 있으며 전자 항해 소프트웨어에 표시되는 경우가 많다.

해저 케이블 구성도 및 전자 데이터 서비스

해저케이블 구성도를 사용하여 어업종사자 및 그 외 해저 작업자가 해저케이블의 위치를 파악하고 충돌을 사전에 피할 수 있다. 대부분 지역의 해저케이블 회사는 선장에게 무료 차트를 배포하여 해저케이블 위치를 알리고 새 해저케이블이 설치되면 홍보를 통해 널리 알린다.

영국 케이블 보호 위원회(UKPC – <http://www.ukcpc.org.uk/>) 및 Kingfisher Charts는 해저케이블 인식도를 개발하여 인터넷에서 다운로드하거나 Kingfisher에서 주문할 수 있도록 하였다. 영국에 설치된 대부분의 해저 케이블이 포함되어 있다. 대부분의 선원 항해 소프트웨어와 호환되는 항로 위치 목록도 이 사이트에서 주문하거나 다운로드 받을 수 있다.

대서양 반대편 북미 해저케이블협회(NASCA)는 해당 지역의 어업종사자 대부분이 사용하는 항해 시스템과 호환되는 전자 케이블 구성도를 개발했다. 이러한 차트는 <http://www.n-a-s-c-a.org/>에 연락하여 CD로 주문할 수 있다.

이외에도 대부분의 기업과 어업 조직은 해당 지역의 바다에 대한 해저케이블 인지 자료를 배포한다. 국제 케이블보호위원회(International Cable Protection Committee)에 전 세계 주요 통신 케이블 기업과 전력 케이블 기업이 모두 가입되어 있으므로 ICPC에 문의하면 해당 수역의 해저케이블 인지 자료를 제공해 줄 수 있는 기관과 연결할 수 있다.

항해 장치는 많은 선장들이 사용하고 있다. 이러한 기기는 어업종사자들에게 해당 지역의 해저케이블 위치를 알려줄 뿐만 아니라 해저케이블 경로에 너무 가깝게 가는 경우 경고를 주기도 한다.

아이슬란드에서는 섬 주변 해저 케이블에 대한 좌표를 모든 지역의 어선에 디지털화해서 전송한다. 이와 유사한 시스템이 다른 지역에서도 사용되고 있으며 해저케이블 경로는 디스크나 다운로드를 통해 사용할 수 있다. 이러한 차트를 사용하면 선박과 해저케이블에 대한 위험을 감소시킬 수 있다. 전자 차트는 선박 운용에 일반적인 것이 되고 있기 때문에 해저케이블 위치에 대한 정보를 전자 차트로 전송해야 한다.

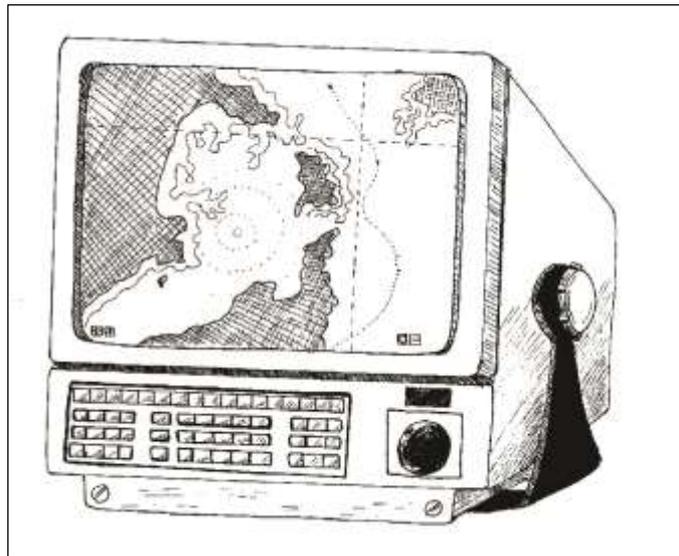


그림 31. 전자해도

미사용 해저케이블

가장 우려할 문제는 전자해도에 위치가 나와 있지 않을 수도 있는 미사용 해저케이블이다. 이러한 해저케이블의 대부분은 50년 전에 설치되었다. 당시에는 항해 위치에 대한 정확성이 오늘날보다 크게 떨어졌기 때문에 이러한 해저케이블에 대한 위치가 불확실하다. 일부는 묻혀 있지만 대부분의 해저케이블은 묻혀 있지 않다. 해양 석유 및 가스 산업이 성장하면서 파이프라인이 지나가는 위치에 있는 오래된 해저케이블을 절단할 필요가 생기고 있다.

절단된 끝부분은 콘크리트 블록으로 고정시키기도 한다. 이렇게 절단된 해저케이블은 석유나 가스 구역을 벗어난 지역에 놓여질 수 있지만 콘크리트 블록은 트롤 어업을 하는 어업종사자에게 또 다른 위험이 될 수 있다.

7. 법적 측면

해저케이블에 대한 손상을 다루는 국제 법률은 국가별로 조금씩 다르다. 그러나 1884년에 제정된 국제 법률 요건과 157개국에 참여한 해양 법률에 관한 국제연합조례(1982) (“UNCLOS”)에 명시된 규정이 우선적으로 적용되고 있다. UNCLOS는 구속력있는 국제 관습법으로 간주된다. 어업종사자는 해저 케이블 손상을 방지하기 위해 선박 항해 규칙을 잘 지켜야 한다. 즉, 알려진 해저케이블 위치 근처에서 조업을 하지 않아야 한다. 대부분의 지역에서 해저에 있는 해저케이블의 위치를 선원들에게 알려주는 차트와 고지문을 제공하고 있다. 이러한 차트는 항상 최신 상태로 유지해야 한다.

UNCLOS 및 1884 해저 케이블 보호에 관한 국제 조약(International Convention for the Protection of Submarine Cables)에 따라 선박이 해저케이블을 손상시키고 항해 규칙에 따라 합당한 주의를 기울였다면 이러한 손상을 피할 수 있었을 것으로 판단되는 경우 선박 측이 손상에 대해 책임을 져야 한다. 선원이 어구나 닻으로 해저케이블을 손상시켰을 때 만약 해당 선원이 차트에 표시된 해저케이블을 보고 이러한 손상을 회피할 기회가 있었다면 손상에 대해 책임을 져야 한다. 선원은 손상에 대한 민사 책임 외에 부주의 또는 고의적인 해저케이블 손상에 대한 형사 처벌까지 받을 수 있다.

국제 법률에 따라 예외로 인정되는 경우도 있다. 선박이나 선원을 구조하기 위한 불가피한 조치로 인해 해저케이블이 손상된 경우 책임이 없다. 예를 들어 동력이 없는 선박이 떠내려가지 않기 위해 닻을 내려 정박을 시도하고 이 과정에서 해저케이블이 손상된 경우이다.

또한, 국제 법률에 따라 어구나 닻이 해저케이블에 걸린 선박은 해저케이블 손상을 피하기 위해 어구나 닻의 회수를 포기해야 한다. 선원이 처음에 해저케이블과 접촉한 것이 과실이 아니라면 선원은 해저케이블 소유자에게 유실된 어구나 닻에 대한 비용을 청구하여 보상을 받을 수 있다. 이러한 보상을 받기 위해 선원은 항구에 도착한 후 24시간 내에 해저케이블 소유주(소유주를 모르는 경우 해안 경비대와 같은 지방 자치 단체 해사 관리처)에게 피해 상황에 대한 진술서와 함께 보상을 청구해야 한다. 적절한 피해인 경우 해저케이블 소유주는 어구나 닻에 대한 보상금을 지불해야 한다.

실제로는 사건이 발생한 지역에 따라 다양한 법률이 적용된다. 대부분의 국가는 이러한 문제를 다루는 자체 규정이 있으며 공해에 적용되는 국제 협약도 있다. 해저케이블 회사는 얽혀 있는 어구를 회수하려는 시도로 인해 해저케이블이 손상되는 것을 방지하기 위해 피해를 본 어업종사자들에게 이를 변상을 하고 있다. 한편, 어업종사자가 반복적인 경고를 무시하여 해저케이블을 손상시킨 경우 손해를 배상하거나 과중한 벌금을 내야 한다. 선박이 압류 및 압수되는 경우도 있다.

8. 해저케이블 회사와 어업종사자 간의 의사소통 개선

해저 케이블을 파악해야 하는 이유에 의문을 제기하는 어업종사자들이 많다. "해저케이블은 묻혀 있는데 왜 해저케이블 위에서 조업을 하면 안되지?"라는 것이 보편적인 인식이다. 대륙붕에 있는 대부분 해저케이블은 묻혀 있지만 이것이 불가능한 지역이 있다. 1000m(550패덤) 이하의 해저케이블은 대부분 해저에 깔려 있다. 게다가 일부 지역에서는 가파르고 단단하여 고르지 못한 지면으로 인해 해저 상단에 해저케이블의 일부분을 노출시키는 것이 불가피하다. 전 세계 어업종사자들은 얽힌 해저케이블에서 그물을 빼려는 행동이 위험하다는 사실을 알고 있어야 한다.

최근에 해양은 이전보다 더욱 광범위하고 다양한 그룹에서 사용하고 있다. 어업종사자, 해저케이블 회사, 해양 석유 및 가스 회사, 환경 보호 단체 등은 모두 해저 설치에 관심을 갖고 있다. 해저케이블 회사는 오랜 기간 동안 어업종사자들과 연락망을 구축하여 자신들의 해저케이블 위치에 대해 알리고 있다. 또한, 이들은 차트, 책자 등을 배포한다. 양자간 대화가 잘 이루어지고 있는 일부 지역에서는 어업종사자들이 어획량이 많은 지역을 회사에 알려 해당 회사에서 해저케이블 경로를 계획할 때 이 지역을 피하고 더 나은 해저케이블 매설 경로를 찾을 수 있도록 한다. 대부분의 지역에서 이러한 의사소통이 제안되지만 일부 지역에서는 공식 해저케이블/어업 위원회가 설립되었다. 해양을 이용하는 사용자들은 각각 차이점이 있지만 이익 단체 간에 원활한 의사소통이 이루어진다면 해양 이용의 관리가 더욱 수월해질 것이라는 점에서는 대체적으로 동의한다.

9. 국제 케이블 보호 위원회(International Cable Protection Committee)

1958년에 6개의 해저케이블 소유주가 런던에서 만나 해저케이블 손상 위원회(Cable Damage Committee)를 발족했다. 9년 후 이 모임은 이름을 국제 해저케이블 보호 위원회(International Cable Protection Committee)로 변경하여 목적을 좀 더 분명히 드러내고 자연 및 인공적 위험에 대해 해저 케이블을 보고하기 위한 홍보를 시작했다. 현재는 45개국 이상에서 90명 이상의 구성원이 참여하고 있으며 여기에는 해저전력 케이블 소유주도 포함된다. 이 조직은 사용자 간에 정보 교환과 대화를 촉진하고 있다. 회원들간의 논의를 통해 해저케이블 구성도의 개발과 배포를 촉진하고 해저케이블 배선 및 해저케이블/파이프라인 교차 등과 같은 작업에 대한 권장 절차를 제공한다. 또한, ICPC는 프로그램의 일환으로 교육 자료를 제작하여 어업 및 해양 산업에서 해저케이블을 인지할 수 있도록 노력하고 있다.

ICPC는 개별 어업종사자와 해당 조직의 문의와 제안을 언제든지 환영한다. 위원회는 해저케이블 소유주와 어업종사자의 공동 이익을 위해 해양생태계를 공유할 수 있는 방법을 항상 고민하고 있다.