
한국 연근해 국제해저광케이블 안정성을 위한 연구

이영선* · 정재진* · 신현식*

A study for the stability of international submarine cables within Korean waters

Young-sun Lee* · Jae-jin Jung* · Hyun-sik Shin*

요 약

해저광케이블은 대양을 횡단하는 국제통신의 대부분을 처리하고 있는 중요한 정보통신 전달매체이다. 하지만 이러한 해저광케이블 고장 발생시 막대한 수리 비용은 물론, 국제적 국가 신뢰도 추락, 통신 소통의 두절로 많은 어려움과 손실을 초래한다. 따라서, 본 논문에서는 해저케이블 안정성을 위한 방안을 도출하고자 국내외 해저광케이블 현황 및 고장원인을 분석한 후 고장 예방을 위한 기법과 해저시설 사용자간 보호 규정 마련을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

Submarine cable is the leading means of international communication across oceans. However, when such important submarine cable is damaged, that causes not only huge amount for the repair but also losing the nation's reliability internationally, and has brought about much difficulty and loss due to the interruption of communication. So, in order to deduce methods for the stability of submarine cables, this paper is studying the present status of submarine cables and the causes of cable faults, and suggesting techniques and regulations to protect from the trouble of submarine cables.

키워드

Submarine Cable Protection, International Communication, Stability of Submarine Cable

1. 서 론

1980년대부터 포설된 해저광케이블은 국제 통신의 중요한 수단으로 위성 통신을 추월하여 현재 대양을 횡단하는 전화, 팩스, 데이터 전송의 95% 이상을 처리하고 있으며, 실시간 통신과 정보를 교환하는 국제 통신은 대부분 해저광케이블을 통하여 이루어지고 있다.

이러한 해저광케이블 통신은 광섬유의 저손실성과 광대역성 특성에 의하여 대용량 신호의 초고속 장거리 전송이 가능하고, 위성 통신에 비하여 전송지연이 적고 통신 품질이 향상되는 등 많은 장점이 있다.

21세기는 세계의 모든 나라들을 하나의 공동체라고 여길 만큼 정보를 교환하는 것이 일상화됨에 따라 국제 통신의 급성장과 함께 해저광케이블의 포설이 급격히 증가하고 있으며, 그 중요성도 나날이 커지고 있다. 이러한 해저광케이블이 운용 중에 외부의 영향으로 손상을 받아 장애가 발생하면 국제통신 장애가 발생할 뿐만 아니라 수억원 이상이 소요되는 엄청난 수리비용으로 막대한 경제적, 사회적 손실을 초래한다. 따라서 열악한 해양환경에 노출되어 있는 해저광케이블의 고장을 예방하기 위한 다각적인 보호 정책과 기술이 필요하다. 본 논문 II장에서 국내외 해저광케이블 장애 원인을 분

* 전남대학교 전자통신공학과
심사완료일자 : 2007. 02. 10

접수일자 : 2006. 12. 17

석한 후 III장에서 해저케이블 보호 방안에 대하여 도출하고 마지막으로 결론을 맺고자 한다.

II. 해저케이블 고장 분석

2.1 국내 육양 국제해저케이블 현황

국내에 육양된 국제해저케이블을 운용하는 사업자는 KT, 데이콤크로싱, EPN, 서울국제전화 대한리치 등이 있으며, 육양지역은 부산 송정, 해운대, 경남 거제, 충남 태안 등 4개 지역으로 육양되어 있고, 지역별로는 아시아, 유럽, 미국 등으로 연결되어 있다. 또한 초기 국제해저케이블의 용량은 크지 않았으나 근래에는 EDFA 광증폭기 및 DWDM 기술을 사용하여 2.56Tbps 이상의 대용량 시스템이 건설되고 있다.

국내에 육양된 국제해저케이블 중 EAC, C2C, FNAL 케이블은 새로운 투자자들이 구축한 Private Type의 케이블이며, 그 외 케이블은 기존 통신사업자들이 컨소시엄을 조직하여 건설한 Club Type의 케이블이다[1][2].

2.2 해저케이블 주요 고장 원인

해저광케이블은 기본적으로 25년간 운용이 가능하도록 설계되나 해저케이블의 절단, 절연 장애 등 기타 원인으로 해저케이블 고장이 다수 발생하고 있으며, 고장 발생 원인을 살펴보면 어로 활동, 해저 지진, 암반 사이 장력, 케이블 교차지점, 조류, 빙산이나 화산 활동, 해일 등이다.

표 1. 한국 육양 국제해저광케이블
Table 1. International Submarine Cables in Korea

사업자명	케이블	용량 (bps)	육양 지역	지역
데이콤크로싱	EAC	2.56T	충남/태안	아시아 7개국
EPN	C2C	7.68T	부산/해운대	아시아 7개국
서울국제전화대 한리치	FNAL RNAL	5.76T	부산/송정	한국-일본-대 만-홍콩

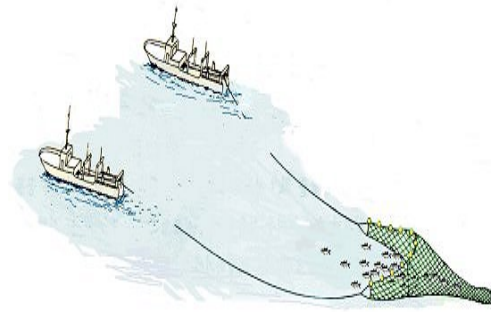
KT	KJCN	2.88T	부산/송정	한국-일본
	APCN2	2.56T	부산/송정	아시아 8개국
	APCN	2*10G	부산/송정	아시아 9개국
	FLAG	2*10G	경남/거제	아시아-유럽 13개국
	CUCN	80G	부산/송정	한국-중국-일 본-미국
	SMW3	20G	경남/거제	아시아 - 유럽34개국
	RJK	2*560M	부산/송정	러시아-일본- 한국

2.2.1 어로 활동

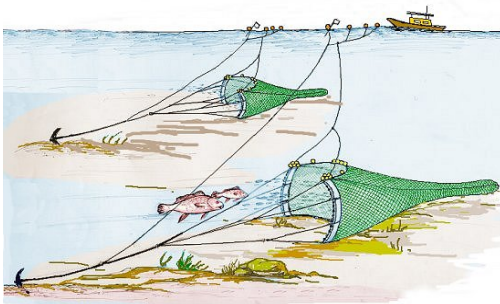
케이블에 가장 큰 위협을 주는 트롤 어선은 수심이 200 미터 이하인 대륙붕 곳곳에서 어로 활동을 하며, 현재 심해부 트롤 어선은 1,500미터 아래 대륙 사면까지 가능하다. 트롤 어선은 평상 운행 중에 전개판이 해저 표면에 내려갈 때 바닥에 들어갈 수 있어 매설되지 않은 케이블에 장애를 일으키며, 연승(주낙)과 같이 바닥에서 고정하여 작업하는 어선의 갈고리는 경량 케이블에 손상을 입힌다[3].

또한 큰 닻을 이용하는 안강망 어선은 한국 근해의 20~60 미터 정도 되는 수심에서 어로 활동을 하며, 강한 조류에 의해 어선과 망을 고정시킨 닻은 해저면에 끌리어 큰 닻의 경우 해저 2.7 미터까지 해저 면을 관통한다. 이러한 닻에 의해 매설된 케이블이 손상을 입는다. 천해부에서 가장 큰 케이블 장애 요인 중의 하나가 바로 어선의 닻으로 모래와 경질 점토로 구성된 해저에 닻을 고정할 경우 닻 개비 한 개의 길이와 비슷한 2.2 미터 정도가 관통하며 연결의 해저에서는 더 깊게 관통한다. 예를 들어, 1.6 미터 닻 가지를 가진 앵커는 부드러운 진흙으로 구성된 해저에 5 미터까지 통과할 수 있으며, 이로 인해 케이블이 닻에 걸리거나 절단될 가능성은 높아진다. 특히 중국 상하이 연안은 1993년에 44 척이었던 안강망이 2000년에는 8천척으로 증가하였고, 안강망 어선의 조업구역이 상당히 넓게 분포되어 있다.

연승은 2,000 미터 이상의 심해부에서 조업 활동이 활발하여 경량 케이블에 손상을 입힌다[4].



(a) 저인망
(a) Bottom Pair Trawl



(b) 안강망
(b) Stow Net on Anchor

그림 1. 해저케이블 가해 어구어법
Fig. 1 Fishing methods injuring submarine cable

2.2.2 해저 지진

자연재해의 원인 중 하나인 해저 지진은 세계적으로 통신대란을 일으킬수 있을 정도로 파괴력이 엄청나다. 예를 들면, 2006년 12월 26일 대만 수도 타이베이(臺北) 남쪽 450km, 대만 남단 형춘(恒春) 남서쪽 23km 해저에서 규모 6.7의 지진이 발생하여 많은 해저케이블 고장이 발생하였다. 우리나라에 육양된 APCN, APCN2, C2C, FLAG, EAC, SMW3, FEA, CUCN 등 국제해저케이블 14개 지점에서 고장이 발생하였으며, 완전 복구하는 데 몇 개월 이상 장기간이 소요되었다. 대만 남단 지진에서 보듯이 해저케이블 경로 선정 시 특정 지역으로 집중되는 것을 피해야 함을 알 수 있다.



그림 2. 대만 남단 지진 발생 (2006.12.26)
Fig. 2 Earthquake at southern part of Taiwan (2006.12.26)

1978년부터 2006까지의 한반도 주변의 지진 진앙 분포도를 보면 지진 발생빈도 및 강도가 점차 높아지고 있다. 따라서 국내 해저케이블 육양시 해양조사와 더불어 지진 진앙 분포를 참조하여 지역을 분산하여 육양하여야 한다.

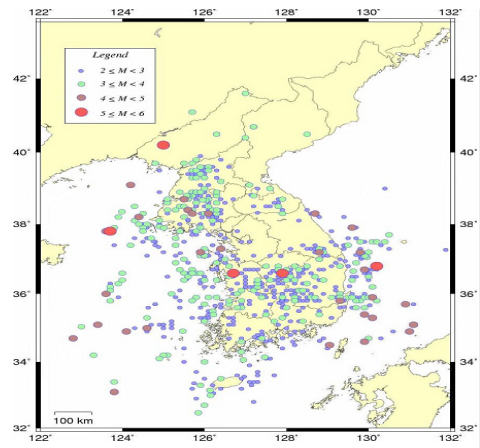


그림 3. 1978~2006년에 국내에서 발생한 지진의 진앙 분포도

Fig. 3. The distribution chart of the epicenter between 1978 and 2006 in Korea

2.3 국제 해저케이블 고장 분석

국제 해저케이블의 가장 큰 장애 원인은 어로 활동으로써 약 70%가 fishing과 Anchoring 때문이며, 나머지 30%가 지진, 마찰, 빙하 등 자연 재해 때문으로 나

타나고 있다.

해저 수심별 장애 발생 현황을 살펴보면 어로 활동이 가장 활발한 수심 200m 이내 지역에서 가장 많이 발생하고 있으며, 그 다음으로는 해저 지진이 주로 발생하는 수심 1,000m 이상 지역에서 많이 발생함을 알 수 있다[5][6].

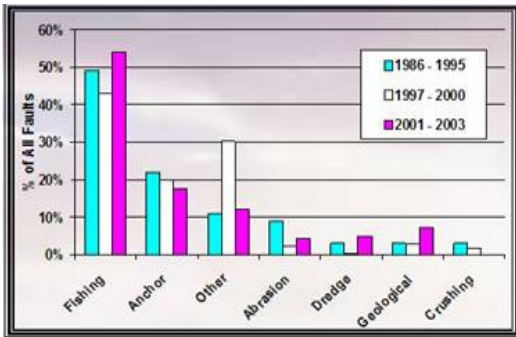


그림 4. 해저케이블 장애원인 분석
Fig. 4 Fault summaries relating to Activity

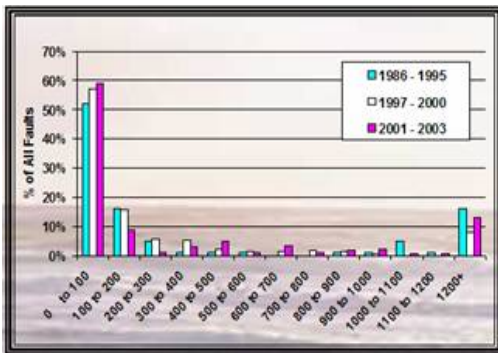


그림 5. 수심별 케이블 장애 분석
Fig. 5 Fault summaries relating to Water depth

2.4 국내 육양 국제해저케이블 고장 분석

국내에서 운영하고 있는 해저케이블의 장애 발생 현황을 살펴보면 90% 이상이 어선의 어로 작업에 의한 것으로 분석되었다. 해저케이블 주변 조업선박에 의한 피해가 발생하고 있고, 수심 35m~1,500m 깊이에서 주로 발생하며, 안강망, 저인망, 계통발, 불법어선 등에 의

해 장애가 야기되고 있으며, 서해안의 개량 안강망에 의한 다수 장애가 발생하고 있다.

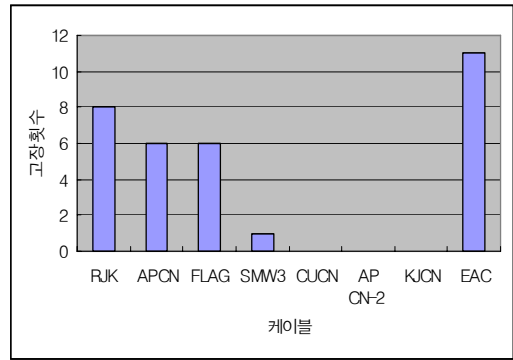


그림 6. 국내 육양 해저케이블 장애 발생 현황 (기간: 1990년~2004년)
Fig. 6 Trouble Analysis of Cables operated (from 1990 to 2004)

III. 해저광케이블 보호 연구

3.1 해저케이블 보호

해저케이블의 안정성을 확보하기 위하여 세계적으로 해저시설 보호 관련 법규를 제정하여 해저케이블 보호를 강화하는 추세이다. 또한 해저케이블 보호 기법으로는 해저지형에 맞도록 특수케이블을 제작하여 포설하며, 어로활동에 대비하여 매설 기법을 달리 하고 있다.

3.2 해저케이블 보호 법률

3.2.1 해외 입법 사례

미국의 경우, Federal Submarine Cable Act (47 U.S.C.21)에서 해저케이블을 손상하는 행위에 대해 고의 또는 중과실의 경우 5,000달러 이하 벌금 또는 2년 이하의 징역, 경과실은 500달러 이하의 벌금 벌금 또는 3개월 이하의 징역을 규정하고 있고, 모든 선박은 해저케이블 수리선박에서 1마일, 해저케이블 부표로부터 0.5마일 거리를 유지하는 보호구역을 설정하고 있다.

일본의 경우, 미국과 동일하게 케이블 법률로서 해저

케이블을 보호하고 있으며, 선로로부터 1km 이내, 하천법 적용구역은 50m 이내에 보호구역을 설정(보호 구역을 육표로 표시)하여 보호구역 내에서 선박 정박, 저인망 어업 행위 및 토사 채굴 등을 금지하고 있으며 행위 위반 시에는 10만원 이하의 벌금을 부과한다.

호주의 경우, Submarine and Pipelines Protection Act 1963에서 해저전선, 전화케이블, 해저 파이프, 해저 고압전선 등 해저 시설의 고의적 손괴 행위에 대해서는 1,000달러 이하 벌금 또는 징역 12월과 과실손괴행위에 대해서는 1,000 달러 이하 벌금 또는 징역 3월을 부과하여 해저케이블을 보호하고 있고 선주가 케이블 손상을 피하기 위해 어업기구를 포기한 경우 그 손실 비용을 케이블 소유자에게 청구가 가능하도록 하는 적극적인 해저케이블 보호를 규정하고 있다.(8)

뉴질랜드의 경우, 1996년 의회를 통과한 해저케이블 및 파이프라인 보호법에 의해 해저 고압전선 및 해저 통신용 광케이블을 보호 대상으로, 해저 시설의 고의 또는 과실에 의한 손괴의 경우 250,000달러 이하 또는 선박압수, 보호구역내 어로, 닛 내림의 경우 100,000달러 이하 또는 선박압수 등의 금지행위 및 처벌을 규정하고 있다.

3.2.2 국내 입법 사례

한국은 해저케이블 보호구역 지정 및 보호구역 안의 특정행위금지를 구체적으로 규정하고 있지 않고 전기통신사업법 제50조 (전기통신설비 보호) 및 제69조 (벌칙)등 포괄적 규정을 통해 해저케이블을 일반적으로 보호하고 있다.

이는 해저케이블 주변에서 자유로운 어로활동을 가능하게 함에 따라, 어로활동에 의한 장애가 국제 평균치보다 20%이상 높게 발생되고 있다. 따라서 케이블 보호 법률을 제정하여 제도적인 보안을 마련해야 한다.

3.3 해저케이블 보호 기법

3.3.1 특수케이블 제작

해저광케이블은 육상용과 달리 높은 압력과 장력에 견딜 수 있도록 표 2.와 같이 특수하게 제작하고 있다. 그러나 어로 활동 및 닛에 의한 보호 방안으로 이중 철선 케이블을 개선하여 삼중 철선 케이블을 제작하여, 수심 200m 이내 지역에 설치하여야 한다.

표 2. 해저케이블 종류 및 최대 수심
Table 2. Types of submarine cables and Applicable Water Depth

Type	Outer Diameter(mm)	Weight in air(kN/km)	Weight in water(kN/km)	BurialDepth (m)	WaterDepth (m)
LW	22.5	8.88	4.98	-	Up to 8,000
LWS	31	13.3	5.94	-	Up to 7,000
SAL	38	29.9	19.9	-	1,500 max
SAM	42	41.0	29.3	1	1,000 max
SAH	46	52.9	39.4	1.5	500 max
DA	60	107	82.2	2	400 max

3.3.2 해저케이블 포설 및 매설

수심, 기울기, 퇴적물, 장애물 등 경로 조사(Route Survey)를 실시하고, 어민 상담을 통해 어장을 확인하여 가급적 어장을 피하여 해저케이블을 포설해야 한다. 또한 암반 지역은 최대한 피해서 포설하며, 해저지진 진앙 분포도를 파악하여 해저지진 발생 가능 지역을 피해서 포설해야 한다[7].

현재 사업자들이 비용을 고려하여 연결의 해저 면에는 주로 1.5m로 매설하고 있으나 케이블을 보호하기 위해서는 3m 이상 매설하도록 규정을 마련하여 시행토록 해야 한다.

표 3. 닛 중량에 의한 해저면 관입도
Table 3. Interpenetration depth by Anchor Weight

닛 중량	경질 <--- 해저면 ---> 연질
0.2 t	0.2 ~ 0.6 m
1.0 t	0.3 ~ 1.2 m
5.0 t	0.4 ~ 1.5 m

IV. 결 론

우리나라 연안에서 발생하는 국제해저케이블 고장

건수가 국제 구간보다 높은 것을 줄이기 위해서는 다음과 같은 보호 법률과 보호 기법들을 시행해야 한다.

첫째, 보호 법률의 제정이다. 국내 해저케이블 보호를 위해 수저선로보호 법령이 존재하였으나 1999년 5월 24일자로 국민 규제 완화 차원에서 전기통신사업법 제 48조(수저선로의 보호), 동법 제49조(보호구역 안의 특정행위 금지)를 삭제하였는데 이를 부활하여야 한다. 또한 해저 전력케이블, 가스관, 송유관, 풍력 발전소, 심층수 관 등 해저시설 사용자간 보호 법률을 제정해야 한다.

둘째, 해저지진 발생 가능 지역을 피해서 포설해야 한다.

셋째, 대형 자연재해 발생에 대비하여 해저케이블 육양지역을 분산 시킬 수 있는 정책이 마련되어야 한다.

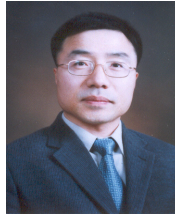
넷째, 수심 200m 이내의 지역에서는 어구에 의한 손상을 피하기 위하여 3m 이상 매설하여야 하며, 삼중 철선 케이블을 제작하여 사용한다.

참고 문헌

- [1] International Cable Protection Committee, About Submarine Telecommunications Cable, <http://www.iscpc.org>.
- [2] Korea Telecom, The Protection of Submarine Fiber Optic Cable.
- [3] 해저통신설비, 정보통신기술인력 인정교육, 경력자과정, 한국정보통신기능대학, March 2007.
- [4] 기상청, <http://www.kma.go.kr/intro.html>.
- [5] 데이콤크로싱, 2007년 어업인 교육 자료.
- [6] Shigeyuki Akiba, "Shugendo Nishi, Submarine Cable Network Systems", May 2001.
- [7] 전기통신사업법, 정보통신부, <http://www.mic.go.kr>.
- [8] 한국어구도감, 국립수산과학원, 2002.
- [9] 박민철, "해저케이블 보호규정 마련", 통신정책동향, ktoa, No. 39, 2006.

저자 소개

이영선(Young-sun Lee)



1987년 숭실대학교 전자공학과 졸업(공학사)
2007년 전남대학교 전자통신공학과 석사과정 중

※ 관심분야 : 해저광통신 시스템, WDM시스템

정재진(Jae-jin Jung)



2002년 호서대학교 정보통신 공학과 졸업 (공학사)
2007년 전남대학교 전자통신공학과 석사과정 중

※ 관심분야 : 해저광통신 시스템, WDM시스템, 위성통신, u-City, LBS

신현식(Hyun-sik Shin)



1969년 광운대학교 무선통신 공학과 졸업 (공학사)
1980년 건국대학교 행정대학원 졸업 (행정학석사)

1995년 경남대학교 대학원 졸업 (행정학박사)
현재 전남대학교 전자통신공학과 교수
한국해양정보통신학회, 명예 회장
전남대학교 산학협력대학원장
한국전자통신학회 회장

※ 관심분야 : 정보통신, 데이터통신, 통신정책