

---

# 천해부에서 해저케이블 건설 연구

정재진\* · 이영선\* · 신현식\*

## A study for construction of Shore-end Submarine cable

Jae-jin Jung\* · Young-sun Lee\* · Hyun-shik Shin\*

### 요 약

해저케이블 장애의 가장 큰 원인은 어로 활동으로써 약 70%가 어선의 닻으로 인해 발생되며, 수심 200m 이내 지역에서 가장 많이 발생 하고 있다. 이는 어선으로 부터 해저케이블 보호를 위한 보호규정마련과 천해부에서 케이블 건설 기준이 마련되어야 함을 알 수 있다. 본고에서는 해저 이용자간 구조물 설치를 위한 방안을 제시하고 관련법을 마련토록 제언하였으며, 해저케이블 포설사업자들이 일반적으로 설치하던 천해부에서 해저케이블 매설 기법을 보완 발전시켜 정부차원의 관련 기술기준을 마련하고자 한다.

### ABSTRACT

The biggest cause of submarine cable fault is fishing activity such as 70% by anchor of fishing boats and occurs within 200m the depth of water. It needs a regulation for protection of submarine cable from the fishing boats and construction of cable at shore-end. This paper is studying a plan and regulation to install the construction among the subsee users, and the burial technique of submarine cable at shore-end suggests to manage from company to government.

### 키워드

Shore-End Cable Laying, Submarine Cable Protection, Fortress of Concrete

## 1. 서 론

해저케이블은 초고속인터넷과 각종 데이터 전송, 국제통화 등 트래픽이 늘면서 국가간 통신의 중요한 역할을 수행하고 있으며, DWDM 및 광 스위칭 기능에 대한 신기술 개발로 경제적이고 대용량의 해저 광케이블 건설이 기대되고 있다.

해저케이블 건설은 케이블 육양, 천해부 포설, 심해부 포설공사로 나눌 수 있다. 해저케이블 육양은 케이블 선박이 접안하기 힘든 수심 10미터 이하의 구간에서

해저 케이블의 단말을 해안의 육양국 시설에 인입하기 위해 포설 선박에서 해저 케이블을 해안에 올리는 공사를 말한다. 또한 수심 1,000m를 기준으로 천해부와 심해부로 구분하며 천해부 구간의 공사는 각종 어로 활동이나 선박의 정박 활동으로부터 보호하기 위하여 주철 보호관 취부, 콘크리트 커버 설치, 콘크리트 포대 공법 및 매설 작업 등을 통하여 해저케이블을 보호하는 작업을 한다. 심해부 구간의 공사는 어구에 의한 손상을 고려하지 않고 슬랙 등만 고려하면 되므로 천해부 공사에 비해 수월하다[1][2].

---

\* 전남대학교 전자통신공학과  
심사완료일자 : 2007. 09. 04

접수일자 : 2007. 07. 23

이 논문에서는 통신사업자에서 사용하는 천해부 건설공법을 정부차원의 기술기준으로 만들 수 있도록 하고, 천해부의 건설 방법에 따라 장애와의 연관관계를 논하고자 한다.

본 논문 II장에서는 해저케이블 건설 진행 과정에 대하여 기술하고 III장에서는 천해부 포설 기준 및 장애와의 연관 관계를 알아보고 마지막으로 결론을 맺고자 한다.

## II. 해저케이블 시스템 건설

해저케이블의 건설은 장기 수요동향을 기본으로, 케이블 시스템의 구성 및 건설시기 등 기본 사항의 검토가 시행되며, 해저 케이블 용량, 건설루트, 시스템 공급업자를 선정하고, 계획된 루트를 따라 해저지형의 적정성을 판단하기 위하여 해저 지형을 조사하고, 케이블 포설선박이 포설을 진행하게 되며 그림 1과 같은 단계로 건설 되어진다.

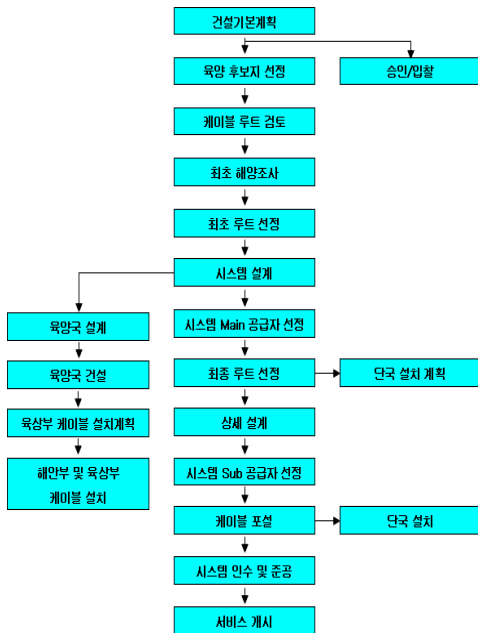


그림 1. 해저케이블 건설 흐름도

Fig. 1 Flow chart of construction of submarine cable

개략적인 투자건적, 망구조 및 타당성을 검토하는 건설기본계획을 수립하고, 육양 후보지를 선정하는데, 육

양국은 해저 케이블이 육양되며, 터미널 장비가 설치될 뿐 아니라 해저 네트워크에 대한 접근 지점이므로 해저 케이블 건설을 계획하는 때에는 케이블 육양 지점 선택이 매우 중요하다. 국제 트래픽이 많은 도시 지역 근처에 케이블이 육양되면 비용 면에서 국내 네트워크와 연결이 효과적이다.

경제적인 시스템의 건설과 향후 케이블 수리작업 및 보호의 안정성을 고려하여 케이블의 루트를 검토하고, 타당조사를 실시한 후, 선정된 루트를 다이버 잠수조사와 해양조사선을 이용하여 건설작업에 필요한 해양조사를 실시하여 최적의 루트를 선정한다. 해양조사는 해저케이블 건설을 위한 해저구간 최적 루트선정, 케이블 종류별 물량 및 케이블 보호공법 결정 등 시스템 기본설계에 필수적인, 해저구간에 대한 자료수집에 일차적인 목적이 있고, 시설물 운용 및 유지보수를 위한 자료 확보와 케이블 포설작업 및 향후 유지보수를 위한 자료 획득에 이차적인 목적이 있다[3][4].

시스템 설계는 기술자료를 수집 분석하여 설계를 하고, 해양조사결과를 토대로 하여, 설계의 핵심인 케이블 물량산출, 케이블 보호방법 등을 결정한다.

주요 설계내용은

- 중계 방식 결정 : 무중계 방식, 중계 방식
- 네트워크 구조 결정 : 점대점, 분기형, 피쉬본형, 꽃줄형, 링형 등
- 시스템 방식 선정 : 초기용량, 최대용량, 광과장 등
- 광 심선 수 결정 : 4심, 6심, 8심, 12심 등
- 해저광케이블 소요량 산정 : 육상부, 해저부 각각 Km 산정
- 수심대별 케이블 외장타입 적용 : DA, SA, LWA, LW 등
- 수심 몇 m까지 매설할 것인가 등이 있다.

시스템 공급자 선정은 기술적 적합 판정을 받은 응찰자에 한해서 가격 입찰서를 공개적으로 개봉하여 최저가 순으로 낙찰자 우선순위를 결정한다.

육양국 건설을 위해 육양 지점 근처에 필요한 토지를 구입하여, 시스템 계획, 국내 전송 네트워크 시스템과의 연결성과 같은 향후 수요를 고려하여 지상 1~2층 규모, 5,000~10,000 평방미터 정도에 육양국을 건설한다. 육양국은 회선 중단 장치(LTE), 케이블 급전 장치

(PFE), 증폭기의 감시 시스템, 중앙감시장비, SDH 장비, 전력 시설, 비상 발전기, 배터리 시스템 등 각 장치들을 설치하기 위한 충분한 공간이 필요하며 이러한 장치의 내부 배열에 관해서는 지진 등으로 인한 전복을 피하기 위한 충분한 바닥 강도가 요구된다.

해저 케이블을 육지로 육양하여 BM (Beach Manhole) 내에서 육지 케이블과 접속하는 것을 육양작업이라고 하며, 육양 작업 지점은 케이블 포설선박의 최대 흘수 (Draft)를 고려하여 작업선박이 최대로 육양점에 접근 가능한 수심으로 결정한다. 포설선박의 흘수는 약 8m이므로 안전율 (D + 2m)을 고려하여 수심 10m 지점을 육양 작업 지점으로 선정한다. 케이블 포설선박은 육양 작업 지점의 위치에 고정 정박되며, 그 위치에서 케이블 종단은 끌어 내려져 육양된다. 케이블이 육양될 해안의 수심, 해저 토질, 파도, 해류, 풍향, 지형, 기존 케이블 존재 여부, 매설 등의 보호 방법과 케이블 육양 거리를 고려하여 육양 방법이 달라진다. 그림 2는 케이블 육양 예이다.

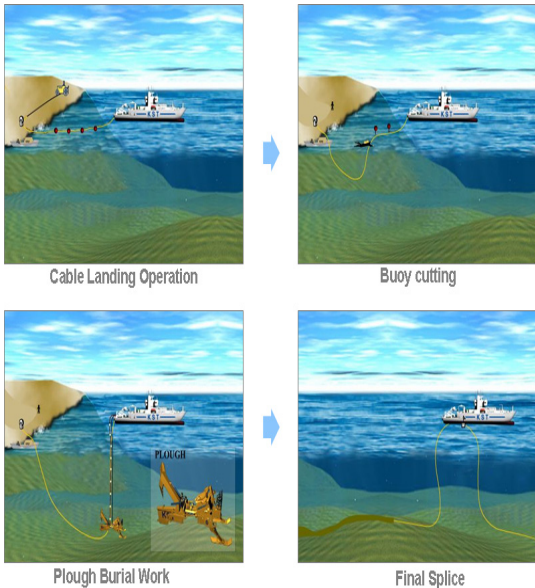


그림 2. 해저케이블 육양 예시  
Fig. 2 Example of Cable Landing

천해부에서는 외장 케이블을 사용하는데, 외장 케이블은 꼬여진 철선이 외층에 있기 때문에 장력에 의해 토르카가 생겨 꼬임이 일어나기 쉽다. 이로 인해 천해부

의 공사 시, 가장 중요한 것은 꼬임이 생기지 않도록 케이블을 포설하는 것이다. 꼬임 발생을 피하기 위해 1~2톤의 장력을 가하면서 포설을 하고 그 장력은 가능한 일정한게 유지하는 것이 바람직하다. 천해부 해저면의 모래의 이동이 심한 지역에서는 포설 속도를 늦추고 1% 정도의 여장을 주어 케이블을 확실히 해저에 착지시켜 트롤 및 안강망 어선에 의한 인위적인 고장이 발생되지 않도록 한다. 또 매설기를 이용하여 포설과 매설작업을 동시에 하는 것이 일반적이다. 포설과 매설작업이 동시에 이루어지지 않을 경우 포설 후에 매설을 실시하는데 이 경우에는 ROV (Remote Operated Vehicle)를 이용한 제트 매설 방법을 사용한다.

심해부는 대륙사면의 낮은 부분과 해저분지, 해저구릉, 해저산맥, 해저계곡 등으로 이루어져 있으며 어업활동이 활발하지 않고 자연현상에 의한 피해가 적으므로 무외장 케이블 (armourless cable)의 사용이 가능하다. 심해부에서는 해저면의 예견할 수 없는 불균일 뿐만 아니라 선박의 위치, 속도 및 수심의 측정시 발생하는 오류를 감안하여 구간별 적절한 여장을 두고 포설하여야 한다. 또한 감지된 경사도에 따라 요구되어지는 여장만큼 예견되지 않는 경사도에 대해서도 포설중 적용되어져야 한다. 선박속도, 수심, 해저면 경사 및 케이블이 가라앉는 속도는 케이블 여장을 결정하는데 매우 중요한 요소이다. 그러나 해상에서 이들 요소들을 추정하는데 얼마간의 오류는 피할 수 없다. 이들 오류에 대한 영향을 보상하기 위해, 케이블 조출비 및 선박속도를 조정하여 충분한 여장을 줌으로써 케이블이 해저면에 안정한 상태로 포설되게 한다. 심해지역에서 케이블이 과도하게 포설되어지면 뒤틀림이나 매달림으로 인해 케이블이 손상될 가능성이 있으므로 주의를 하여 포설하여야 한다[4][5].

### III. 천해부에서 케이블 포설

#### 3.1 천해부 케이블 포설

천해부는 수심 1,000m 이하의 구간으로 일반적으로 영해일 가능성이 많다. 영해에서는 각 국가마다 고유의 법적절차 및 대민 관련 업무가 필요하게 된다. 예를 들면, 군 작전지역 출입허가, 해상작업 신고 및 협조요청,

공유수면 점용허가, 어업권 보상 및 해저케이블 통과 등의 등을 고려하여야 한다.

### 3.1.1 해저케이블 매설

천해부에서 가장 큰 케이블 장에 요인 중의 하나가 바로 어선의 닻이다. 큰 닻을 이용하는 안강망 어선은 한국 근해의 20m ~ 60m 수심에서 어로 활동을 한다. 모래와 경질 점토로 구성된 해저에 닻을 고정할 경우 닻가지 한 개의 길이와 비슷한 2.2 미터 정도를 관통하며 연결의 해저에서는 더 깊게 관통한다.

표 1. 수심에 따른 매설 깊이  
Table 1. Burial depth for water depth

Cable Type	Burial Depth (m)	Water Depth (m)
LW	-	up to 8,000
LWS	-	up to 7,000
SAL	-	1,500 max
SAM	1	1,000 max
SAH	1.5	500 max
DA	2	400 max

따라서 연약 지반에서는 3m 이상 매설할 필요가 있다. 해저구간의 매설 깊이는 표 1과 같이 케이블 포설 사업자가 그 동안의 경험을 통하여 일반적으로 설치하고 있다. 이는 육상에서 기술기준에 의거 관로를 매설하는 것과는 달리 시행되고 있어 기준안 마련이 필요하다.

표 2. 육지의 관로 매설기준  
Table 2. Burial depth of conduit line for land

구 분	매설 깊이
차도	1.0m 이상
보도 및 자전거도로	0.6m 이상
철도·고속도로 횡단구간 등 특수한 구간	1.5m 이상

### 3.1.2 해저케이블과 해상구조물 설치 방안

우리나라의 해저케이블에 대한 포설 기술기준으로 유일하게 지정된 사항은 “접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준”의 제22조에서 [해저통신선은 해저 강전류전선으로부터 500m이내의 거리에 접근하여 설치하여서는 아니 된다. 다만, 인체 또는 물건에 대한 위해방지설비를 하는 경우에는 예외로 할 수 있다]로 되어 있어 시대에 맞지 않고 너무 미약하다. 즉 해저 이용자 간 상호 보호 규정이 뚜렷하지 않으므로 인해 혼란이 생길 여지가 많다. 인공어초, 토사채취, 심층수 관로, 송유관/가스관, 전력선 케이블, 풍력발전기 등이 해저케이블 주위에 설치될 때, 또는 기 설치되었을 때 이격 거리등을 고려하여 설계할 수 있도록 기술기준을 마련하여야 한다.

기술기준 마련(안)의 한 예로 다음과 같이 수심 20m에서 해저 시설 간 이격거리는 최소한 1,000m 이상이 필요하다. 즉 해상 풍력발전시설이 설치되어 있다면, 먼저 안전거리로 500m, 케이블 선박 길이로 150m, 그래프넬 로프길이 150m, 그래프넬 운용 길이 200m가 필요하다.

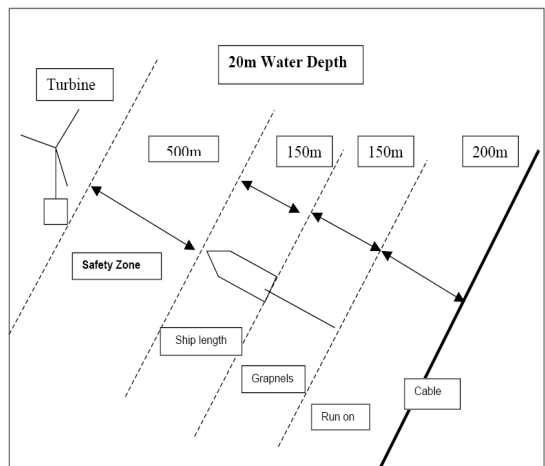


그림 3. 수심 20m, 권장 이격 거리  
Fig. 3 20m water depth, recommended separation

또한, 수심 40m에서 해저 시설 간 이격거리는 최소한 1,100m 이상이 필요하다. 즉 해상 풍력발전시설이 설치되어 있다면, 먼저 안전거리 500m, 케이블 길이 150m, 그래프넬 로프길이 250m, 그래프넬 운용 길이 200m가 필요하다.

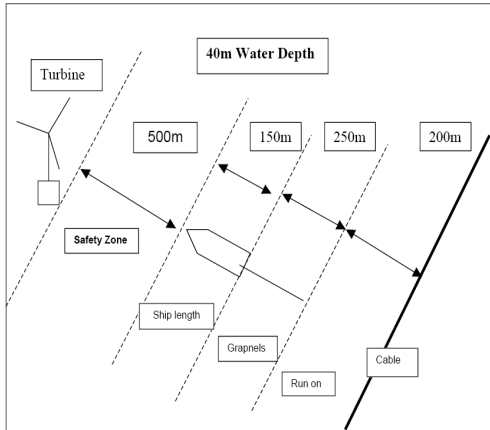


그림 4. 수심 40m, 권장 이격거리  
Fig. 4 40m water depth, recommended separation

3.2 포설과 장애와 연관성

육상에서 광케이블을 보호할 때는 지하에 관로를 설치하고 관로 내에 케이블을 포설하여 사용하는데 비해 해저에서는 해저케이블의 매설이 불가능한 암반, 전석(돌의 크기가 0.5m<sup>2</sup> 이상)지역 등에서 파랑이나 조류가 심하여 전석의 이동이 예상되어 케이블이 손상을 입을 가능성이 있는 경우에는 주철관을 씌워 보호한다. 전석은 굴착을 원칙으로 하지만, 1m 이상의 전석 및 테트라포드(중심에서 사방으로 받이 나와 있는 콘크리트 블록) 등과 같이 쉽게 굴착할 수 없는 경우에는 제한을 받지 않는다. 전석을 굴착할 경우, 굴착면이 급격한 높이차가 발생하지 않도록 세립토로 매워 높이차를 없앤다. 전석이 움직일 경우에는 보호관이 움직이는 것을 막기 위해 몰탈을 사용하여 보호관을 고정한다. 되메우기를 할 경우, 굴착한 전석은 보호관 위에 그대로 되메운다. 그림 5는 주철관의 구조, 표 3은 주철관의 종류를 나타내었다[6][7].

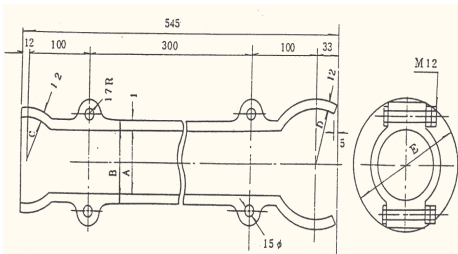


그림 5. 주철관 구조 (단위mm)  
Fig. 5 Structure for articulated cast iron pipe

표 3. 주철관의 종류  
Table 3. A kind of articulated cast iron pipe

종류	치수 (mm)					질량 (kg/조)	적용구분
	A	B	C	D	E		
80mm	80	104	52	66	156	약 16	케이블 외경 60mm 이하
100mm	100	124	62	76	176	약 20	케이블 외경 61mm 이상 80mm 이하
120mm	120	144	72	86	196	약 22	케이블 외경 81mm 이하

해저면 지질이 암반 또는 암초로 되어 있으며 표면에 균열, 흠, 요철부분이 있어 케이블을 삽입할 수 있는 지역에서는 케이블을 먼저 포설하고 그 위에 콘크리트 포대 공법을 적용한다. 이 공법은 선박의 투묘, 저인망 어업이 활발한 곳에서는 안전하게 케이블을 보호 할 수 있다. 그림 6은 콘크리트 포대 공법을 나타내었다[8].

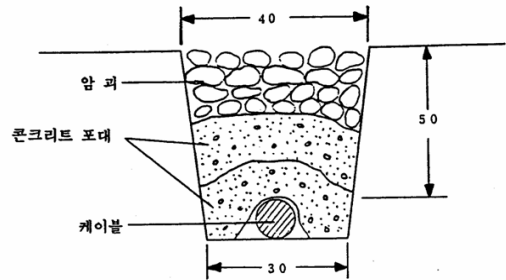


그림 6. 콘크리트 포대 공법  
Fig. 6 Method of construction for fortress of concrete

IV. 결론

해저케이블 장애의 가장 큰 원인은 어로 활동으로써 약 70%가 어선의 닻으로 인해 발생되며, 수심 200m 이내 지역에서 가장 많이 발생 하고 있다. 이는 영해의 천해부에서 해저케이블 보호를 위한 건설 기준이 마련 되어야 함을 알 수 있다. 이를 위한 방안으로 다음 과 같이 두 가지를 마련하여야 한다.

첫째, 해저이용자간 상호 보호 규정 마련과 구축 기술 기준 마련이다. 인공어초, 토사채취, 심층수 관로, 송유관/가스관, 전력선 케이블, 풍력발전기 등이 해저케이블 주위에 설치될 때 또는 기 설치되었을 때 이격 거리

등을 고려하여 설계할 수 있도록 기술기준이 필요하다. 둘째, 천해부에서 해저케이블 매설 기준안 마련이다. 케이블 포설사업자들이 경험에 의하여 포설하던 기법들을 보완하여 육상의 관로매설 기술기준안과 같이 해저지형별 케이블 외장유형 적용방법 및 매설 깊이를 규정하여 어선으로부터 보호할 수 있는 기술기준안 마련이 필요하다.

### 참고 문헌

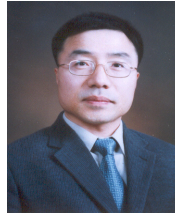
- [1] 접지설비 구내통신설비 선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준, 2006-70, Aug. 2006.
- [2] 한국통신 통신시설사업단, 해저광케이블 건설공사 기술자료, Dec. 1991.
- [3] Shigeyuki Akiba and Shugendo Nishi, "Submarine Cable Network Systems", May 2001.
- [4] Stephen Bedford, "Subsea Cable Protection", The Cable Plough, Nov. 1999.
- [5] ICPC, International Cable Protection Committee Recommendation, No. 2, Issue: 11A.
- [6] ICPC, International Cable Protection Committee Recommendation, No. 13, Issue: 01A.
- [7] KT서브마린, <http://www.ktsubmarine.co.kr>
- [8] 전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙」 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구에 대한 기술기준, 전파연구소고시, Vol. 2005, No. 94, Oct. 2005.

### 저자 소개



**정재진(Jae-jin Jung)**

2002년 공학사  
 2007년 전남대학교 전자통신공학과 석사과정 중  
 ※관심분야 : 해저광통신 시스템, WDM시스템, 위성통신, u-City, LBS



**이영선(Young-sun Lee)**

1987년 숭실대학교 전자공학과 졸업 (공학사)  
 2007년 전남대학교 전자통신공학과 석사과정 중  
 ※관심분야 : 해저광통신 시스템, WDM시스템



**신현식(Hyun-sik Shin)**

1969년 2월 광운대학교 무선통신공학과 졸업(공학사)  
 1980년 8월 건국대학교 행정대학원 (통신행정전공)졸업(행정학석사)  
 1995년 8월 경남대학교 대학원 (통신정책전공) 졸업 (행정학박사)  
 1978년 8월~현재 여수대학교 전자통신 공학과 교수  
 1997년 7월 한국해양정보통신학회 부회장  
 2000년 3월 교육인적자원부 위촉 여수대학교 국정도서 편찬위원장  
 2001년 1월 한국해양정보통신학회 회장 현 명예회장  
 2002년 10월 한국대학교육협의회 대학종합 평가위원  
 2003년 3월 한국과학기술총연합회 대의원  
 2003년 5월 제 13회 과학기술 우수 논문 수상  
 ※관심분야 : 통신정책, 정보통신, 데이터통신