

해저 케이블 통신

梁 權 湜

(正 會 員)

韓國電氣通信公社 市外電話事業本部

I. 해저케이블 역사

1. 전신케이블시대

1839년에 영국의 쿡크(W. Cooke)와 윗스톤 (C. Wheatstone)이 전신기를 발명한 뒤 1845년에 미국의 몰스(S. Morse)가 이른바 몰스부호를 사용한 전신장치를 개발하여 워싱턴과 볼티모어간에 세계 최초의 상용전신회선이 개통된 뒤에 당시의 구라파 대륙과 미국간의 정치 경제 문화등 다방면에 걸친 긴밀한 관계 때문에 두대륙간의 트래픽이 막대하여 이를 해소시킬수 있는 대륙간 전신케이블의 필요성이 대두되었고 이런 필요성에 따라서 카타파차(Gutta-Percha : GP)로 코팅된 해저용 전신케이블이 1851년에 도버 해협에 부설되었으나 불행히도 개통 다음날에 절단되는 비운을 맞게 되어 이를 다시 보강한 철선의장케이블이 등장한 것이 1852년 이므로 이때부터를 해저케이블의 시작년도라 할 수가 있을 것이다. 주지하다시피 이 시기는 서양사적 측면에서 볼때 경제적으로는 산업혁명이 정치적으로는 서구열강의 식민지정탈전이 주를 이룰 때 인지라 이를 뒷받침할 수 있는 사회간접 자본으로서의 통신시설의 확장(이때는 전화가 발명되기 전이므로)이 시급하였고 이런 정책을 배경으로 국제해저전신케이블의 부설에 열을 올리게 되어 1866년에 아일랜드(당시는 영국의 식민지)와 캐나다의 뉴펀들랜드를 연결하는 전신케이블 건설에 성공하였으며 이것이 대양을 횡단하는 최초의 해저케이블이라고 할 수 있을 것이다. 이후 지중해는 물론 인도양 태평양에 이르기까지 해저전신케이블 건설붐은 20세기 초엽까지 계속되어 약 74만km에 달하는 전신케이블이 지구의 해저면을 뒤덮게 되었으니 19세기 하반기부터 약 70~80년간은 해저전신케이블의 황금기라고 할 수 있을 것이다.

그러나 해저케이블 전송방식이 해수(海水)를 신호전류의 귀로(歸路, return circuit)로 이용하기 때문에 정전용량 과다로 신호의 왜곡현상이 심하여 충분한 전송속도를 얻을 수가 없어 이를 극복하기 위하여 선로의 무왜곡조건을 충족시킬수 있는 방법으로 장하이론(주: 1)이 등장하여 해저전신 케이블에 적용함으로써 왜곡현상이 줄어들은 물론 용량도 증가시킬 수가 있었고 벨(AG. Bell)의 전화발명에 힘입어 해저전화케이블로 발전할 수 있는 계기가 이루어 졌다고 말할 수 있다.

(주 1) 장하(裝荷)

선로 1차정수의 관계를 보면 $RC > GL$ 로 되는데 이상적인 조건 즉 무왜곡조건이 되려면 $RC = LG$ 가 되어야 한다. 이 조건을 충족시키기 위한 방법으로 선로자체의 L(inductance) 이외에 추가로 L을 증가시켜 주는 것이 장하(load)이며 이 이론이 최초로 제기된 것은 1900년 푸핀(M. I. Pupin) 교수에 의한 선로장하(coil loading) 이었고 1902년에는 크라루프(Krarup)에 의한 연속장하(continous loading) 이론이 제시되었음. 해저전신케이블에는 도체주위에 자성체를 계속감는 연속장하(평등장하 라고도 함) 방식을 적용하였음.

우리나라의 경우 60년대까지는 선로장하방식을 북극지의 국간중계케이블에 채택하였으나 차단주파수 문제때문에 PCM이 도입된 이후에는 사용되지 않고 있으며 실선을 사용하는 근거리 시외선로에 극히 부분적으로만 사용되고 있음.

2. 동축케이블시대

해저전신케이블이 활기를 띠던 19세기 말엽에 등장한 무선통신의 급속한 발전으로 해저전신통신은 그 빛이 바래진듯 하였으나 무선통신의 속성상 계절과



그림 1. 최초의 대서양횡단 해저전선 케이블과 이때 사용된 케이블선 (이때의 배는 증기선이었음)

기상변화에 따라 전송품질이 크게 좌우되며 또한 테린저 현상과 자기폭풍등으로 인하여 통신두절현상이 발생함은 물론 통신보안성 측면에서 볼때 국제해저 동축케이블의 등장은 필연적이었다고 말할 수 있을 것이다. 그러나 초기에는 근해에서 사용된 무중계방식이었고 최초에 중계기를 사용한 것은 1943년에 영국의 우정성에서 개발하여 웨일즈지방의 Holyhead 와 메인군도의 Porterin 간 약 88km의 기존 해저 케이블에 진공관 증폭기를 삽입시켜 48회선을 개통시킨 것이 해저동축케이블의 효시라고 말할 수 있다. 이후 양질의 절연체인 폴리에틸렌이 개발되어 미국에서는 1950년에 플로리다주의 Keywest 와 큐바의 Havana 간 약 170km에 24회선을 개통시키는 데에 성공하였다. 이후 1956년에는 미국에서 제조된 케이블로 영국과 캐나다를 연결하는 TAT-1 (주2) (Trans Atlantic-1) 이 1964년에는 하와이-일본을 연결하는 TPC-1(Trans Pacific-1) 이 완성되었고 우리나라의 경우도 부산-Hamada 간 280km의 K-J 케이블이 1980년에 한·일 공동으로 건설되었는 바 1950년대 후반기 부터 80년대 초엽까지를 해저동축케이블의 황금기라고 할 수 있으며 현재 약 13만km에 이르는 방대한 양의 동축케이블이 해저면에 깔려있다. 이와같이 급속한 팽창이 가능했던 것은 기술발전에도 기인하지만 건설비가 고가인 대신에 20년 이상의 신뢰성 보장으로 유지보수비가 상대적으로 저렴하고 또한 국제통신의 경우 합작투자나 공동건설방식을 채택하는 것이 상례화되어 관련 국가간에 투자선을 유지하기가 용이한 점 (주3)을 들 수가 있다.

이와같이 반세기 가까이 전성을 누리던 해저동축 케이블도 금세기 후반에 등장한 도깨비 빛(?) 이라

고 할 수 있는 레이저와 LED, 그리고 꿈의 전송로라고 불리는 광섬유의 등장에 따라 퇴진할 수 밖에 없기에 이르고 있다.

(주 2)

국제 해저케이블의 명명(命名)에는 관계 주관청의 회의에서 결정되지만 종종 미묘한 경우도 있음. 가령 대양(태평양, 대서양등)을 횡단하는 경우는 ‘TNT’ 혹은 ‘TPC’ 등으로 쉽게 호칭이 결정되는 수도 있으나 꼭 2개의 국가만이 관계되는 경우 즉 우리나라와 일본의 경우같은 때는 ‘Korea-Japan’ 이냐? ‘Japan-Korea’ 이냐로 논의되다가 의견의 일치를 보지 못하고 결국 상호간에 자국(自國)의 영문자를 앞에다 표기하기로 합의되어 우리나라에서는 ‘K-J 해저케이블’로 일본에서는 ‘J-K 해저케이블’로 불리고 있음. 그러나 일본의 국제전신전화주식회사(속칭 KDD)에서 해저케이블 관련 국제기관에 먼저 등록할 당시 ‘J-K 해저케이블’로 했기 때문에 미국 상무성 산하의 National Telecommunications and Information Administration 에서 간행한 자료에도 ‘Japan-Korea’ 로 기록되어 있음. 또한 태평양 횡단 케이블의 경우 우리는 미국의 서해안부터 제주도 근방까지를 생각할 수 있지만 미국에서는 하와이를 기점으로 하여 명명(命名) 하고 있으며 본토와 하와이를 연결하는 케이블에는 ‘HAWAII-1 또는 2’ 등으로 부르고 있음.

(주 3)

국제 해저케이블은 케이블의 양육지(揚陸地, landing point) 가 속하는 두나라 뿐만아니라 인접국에서도 그 회선을 이용할 수가 있다. 가령 미국과 프랑스간에 해저케이블을 건설한다면 이 두나라 뿐만아

나라 프랑스에 인접한 구라파제국과 캐나다 혹은 중남미제국도 사용할 수가 있다. 물론 건설후에 회선을 대여 받아서 쓸수도 있지만 이렇게 되면 대여료가 매년 올라갈 수가 있기 때문에 처음부터 건설비의 일정치분을 부담하고 그 지분에 맞는 회선의 소유권을 영구적으로 보장받는 방식을 많이 취하기 때문에 비록 직접 당사국이 아니라도 국제사회에서도 태되지 않기 위해서는 스스로 참여하는 경향이 있고 따라서 건설비를 상호 부담하는 효과도 있는 것이다. 이런 방식을 영구사용권(永久使用權, infeasible right of use: IRU) 이라고 하며 자국 지분에 대해서는 추후에 제3국에다 다시 판매할 수도 있는 장점이 있다.

3. 광케이블 시대

육상케이블에서의 광케이블은 이미 보편화 된 것이므로 긴 설명을 생략하고 국제간에 위성통신이 있음에도 불구하고 대륙간 해저광케이블이 각광받고 있는 이유를 보면,

- 위성통신은 위성의 고도 때문에 송신에서 수신까지의 소요시간이 길어서 대륙간 컴퓨터-컴퓨터통신에 문제점이 있고,
- 미국과 구라파의 경우, 대륙간 통신수요가 매년 20%이상 증가되어 위성통신만으로는 수요 충족이 곤란하여 또한 국제통신회선의 연간 소요경비가 해저통신이 훨씬 더 저렴하다는 점을 들 수가 있는데 이의 내용을 보면 표 1,2와 같다.

표 1. 미국-구라파간 통신회선 증가추세

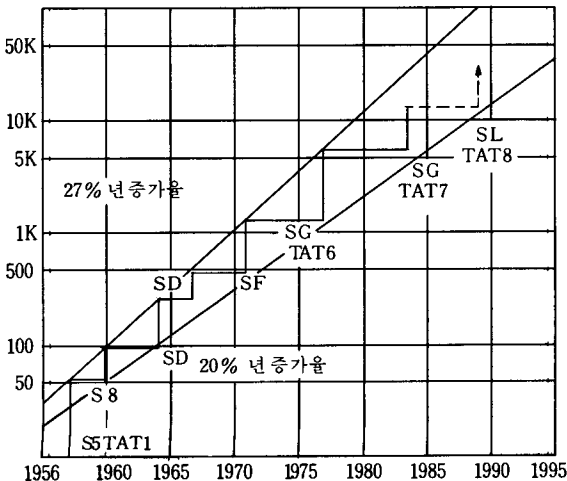


표 2. 대서양 해저케이블 대 위성통신의 연간 소요 경비 비교

방식명칭	년간비용/ 개통년월 1/2회선		개통년월	년간비용/ 1/2회선
	개통년월	1/2회선		
TAT-1	9/56	\$ 128,000	6/65	\$ 50,400
TAT-3	10/63	49,000	4/69	45,600
TAT-5	3/70	20,000	7/71	34,200
TAT-6	7/76	8,300	6/76	22,400
TAT-8	1988	2,500	11/78	18,900
			5/79	16,080
			2/80	15,300
			1/81	13,500

(a) 대서양 해저케이블

(b) 위성통신

현재 해저광케이블 통신을 주도하고 있는 나라는 미국, 일본, 영국, 프랑스로서 개발연대와 실용시험 시기에는 약간씩의 차이가 있기는 하나 기본적으로는 280Mbps 방식을 취하고 있는 실정이다. 먼저 미국의 경우를 보면 1978년부터 해저광케이블을 제조하기 시작하였고 1981년에는 IC를 사용한 중계기 개발에 성공하여 1982년에 약 18.2km의 거리에서 파장 1.3μm, 전송속도 274Mbps로 2개의 중계기를 사용한 실용시험에 성공하였고 일본은 NTT와 KDD가 별도로 개발에 착수하여 400Mbps와 280Mbps, 1.3μm의 전송방식에 성공하였으며 영국과 프랑스에서도 1980년대 초에 각각 1.3μm, 280Mbps 전송에 성공하였는데 이를 4개국의 시스템은 TAT-8과 TPC-3의 기본방식으로 이용되고 있는데 이중 미국의 SL-280(주4)과 일본의 OS-280이 주축이 되어 TPC-3와 여기에 연결될 '한국-일본-홍콩'을 연결하는 HJK 해저광케이블에 적용될 계획으로 있다. 주지하는 바와 같이 현대의 장거리 통신에는 국내와 국제통신을 막론하고 광케이블방식이 주종을 이룰 것이 틀림이 없는데 이와같은 수요증가에 따라 건설비용 절감을 위해 각국이 필사의 노력을 경주하고 있는바 광섬유제조기술의 향상과 중계간격을 줄이려고 노력하고 있는 실정인데 해저통신의 경우 1.55μm 파장을 이용할 경우 최대 150km까지 중계간격을 넓힐 수가 있으며 이런 방식이 이미 계약이 추진되고 있는 형편이다. 해저광케이블에서 한가지 유의할 점은 케이블의 코아수가 현재로서는 대개가 6코어를 기본으로 삼고 있다는 사실이다. 즉 육상의 경우에는 필요에 따라서 코아수를 여러가지로 하는데 해저는 왜 6코어인가? 하는 점이다.

이는 해저에 사용하는 중계기합체를 기존의 동축

중계기합체를 기본모델로 하여 개발했기 때문에 즉 크기를 거기에 맞추다 보니까 사용하는 소자의 수에 제한을 받게되어 결과적으로는 6코아 용량이 적당하게된 결과인 것에 불과하다는 점을 이해하여야 할 것이다.

(주 4)

해저케이블통신 방식의 명칭은 그것을 개발한 나라마다 나름대로의 명칭을 붙여서 부르고 있는데 미국의 경우는 "SL-280" 이라고 하고 있으며 일본은 KDD의 경우 "OS-280" NTT는 "FS-400" 등으로 부르고 있음. 여기서 숫자는 전송비트수를 표시하며 SL은 Submarine Lightguide 를 OS는 Optical Submarine 을 나타내고 있는 것으로서 큰 의미는 없다는 것을 독자들은 이해해 주시기바란다.

II. 해저케이블 전송방식

1. 동축케이블 방식

육상동축케이블의 전송방식에 기초를 두고 있는데 개발진도에 따라서 약간씩의 차이가 있으며 다중화 방법도 미국의 Bell 계와 CCITT 계에는 약간의 차이가 있다. 그러나 전송규격만은 각국에서 모두 CCITT의 권고규격을 따르고 있다. 전송방식은 케이블 1조를 사용하는 1조2선식과 2조를 사용한 2조2선식이 있고 통화로는 24회선의 아주 소용량부터 2700회선 또는 4000회선까지의 대용량 방식이 있는데 통화로는 케이블의 외경과 중계기 간격여하에 따라서 달라진다. 일반적인 해저동축 시스템의 계통도를 보면 그림 2 와 같고 주파수 배치도는 한-일 간 해저케이블의 경우를 모델로 하여 보면 그림 3 과 같이 전채주파수를 고군(高群)과 저군(低群)으로 분리하여 송,수신하고 있으며 소요전원은 양측 육양국에 동일한 설비를 대칭으로 구성한 다음에 소요전압의 1/2 점까지 양측에서 1/2씩 동시에 공급하다가 어느 한쪽의 급전설비에 이상이 있을 경우에는 자동으로 한쪽 육양국에서 소요전압을 모두 공급하는 방식을 취하고 있다.

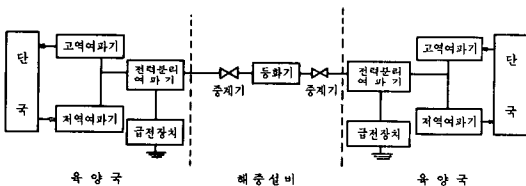


그림 2. 해저동축 시스템 계통도

참고로 현재까지 많이 사용되어온 해저동축케이블의 특성과 해저케이블망을 보면 각각 표 3 과 그림 4 와 같다.

2. 광케이블 방식

해저동축케이블로도 국제통신의 수요를 어느정도 충족시킬수 있었으나 앞절에서 본 바와 같이 급증하는 국제통신수요를 충족시키기에는 역부족인 것이또한 동축케이블이라 할 수 있다. 전송용량을 증가시키기 위해서는 케이블직경이 커지거나 또는 중계기 간격을 좁혀야 되는데 이 두가지는 곧 건설비의 증가를 초래하게 되어 더욱이 ISDN 을 위해서는 디지털 전송로가 불가피하므로 이에 적절한 방식으로 등장한 것이 광케이블방식이라 할 수 있다. 광케이블을 해저통신에 적용할 경우 중계간격만 보더라도 동축방식의 4.5km (한-일간의 경우) 에 비하여 40~50km 까지 상용이 가능한 실정인 바 현대는 어쩔수 없이 해저광케이블 시대라고 말할 수 있다. 참고로 동축케이블의 회선용량대 중계기간격, 케이블 직경의 상호관계를 보면 그림 5 와 같으며 8000회선을 기준으로 동일구간에 동축케이블과 광케이블에 의한 건설비를 비교하면 광케이블쪽이 약 60%이상 저렴한 것으로 나타나고 있다.

• 방식개요

전송방식의 주요 구성부는 육상부의 광단말장치, 급전장치, 감시장치와 해중설비(海中設備)인 케이블과 중계기등으로 구성되며 계통도는 그림 6 과 같다.

• 광단말장치

광선로 단말장치와 공통장치로 구분되는데 전자는 신호의 다중화기능과 전기신호를 광신호로 변환시키는 기능을 갖고 있으며 후자는 출력신호의 상태, 중계기의 입력신호손실, BER 및 LED의 바이어스 전류의 상태를 시험하고 기타 유지보수에 필요한 정보를 상대 단국에 보내주는 기능을 갖는다.

• 감시장치

중계기 회로의 제어와 기능상 이상유무 여부를 감시하고 자동조절하는 기능을 갖고 있는데 동일한 감시장치를 양쪽 육양국(陸洋局)에 설치할 수도 있고 어느 한쪽 육양국에만 주감시장치를 설치하고 상대국에는 감시유니트만을 설치하여 주감시장치에서 양측 육양국 모두를 감시하도록 할 수도 있다.

• 급전장치

상용의 교류전원을 직류로 변환시켜 단국과 중계기에 소요전력을 공급시키는 장치로서 단국장치용으로는 통상적으로 Thyristor 정류기로 부동정류(浮動

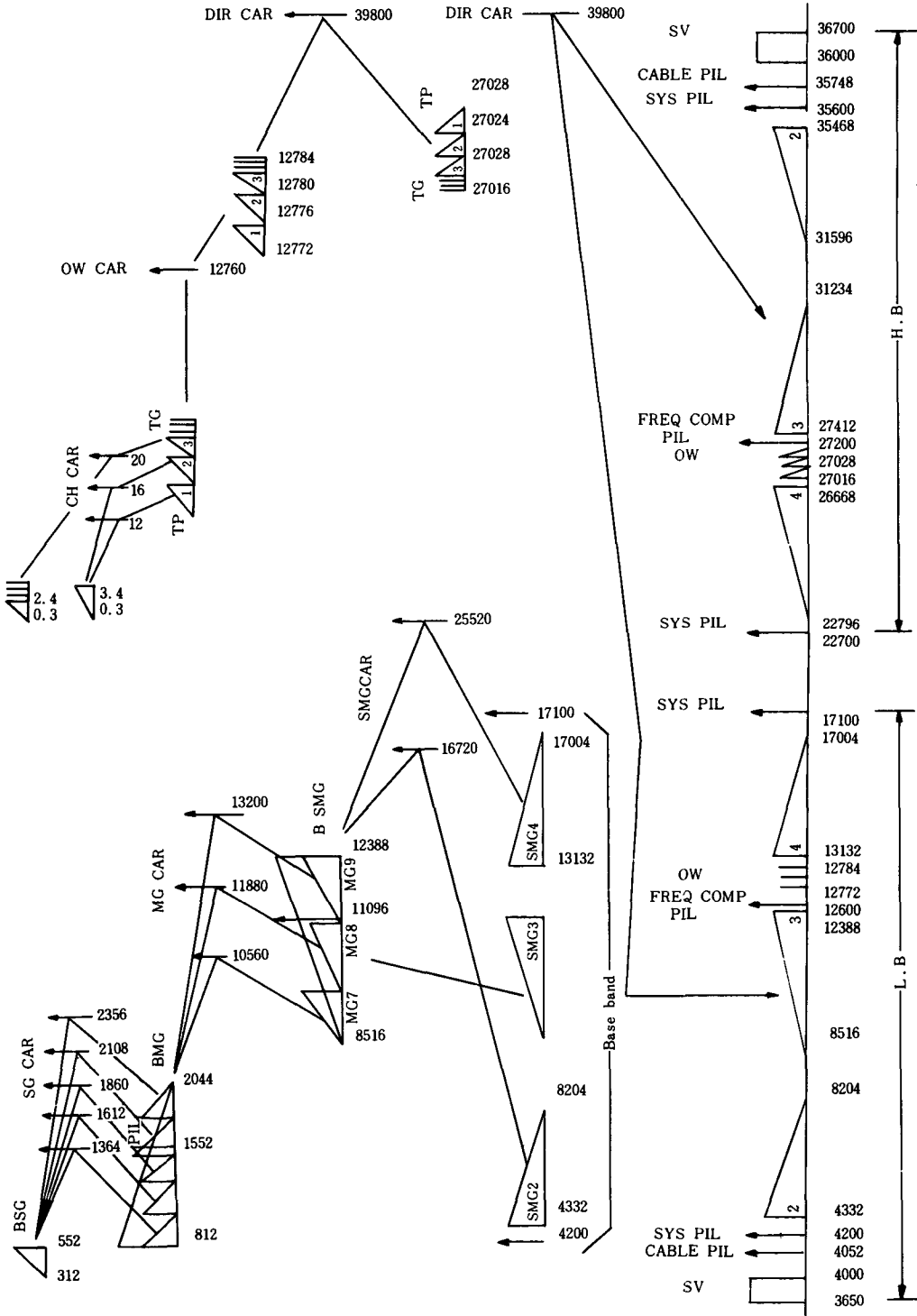





그림 3. 해저동축케이블의 주파수 배치도(한일간 해저케이블의 경우)

표 3. 해저동축케이블의 특성

項 目		0.62인치 外裝케이블	0.99인치 輕量케이블	1.0인치 無外裝케이블
開發社 實用化年		BTL (미) 1956	BPO (영) 1961	BTL (미) 1963
시스템	通話路數	48 (3kHz)	80 (3Kz)	138 (3kHz)
	最高周波數	164 (kHz)	608 (kHz)	1052 (kHz)
	中繼區間	38.7 (Nm)	26.3 (Nm)	20 (Nm)
	方 式	2條方式	1條方式	1條方式
中繼器	形 式	可動形單方向	硬直形雙方向	硬直形雙方向
	크 기 [cm]	210×5	274×27	90×30
케이블의 構造와 諸元	外裝鐵線	있 음	없 음	없 음
	内部導體徑構造	0.16인치 銅線 위에銅테이프 3枚를 감음	0.32인치 銅撚線 위에銅테이프 1枚 를 縱添하여 합친 box seam 方式을 사용	0.33인치 銅撚線 위에銅테이프 1枚 를 縱添하여 합친 것을 電氣溶接하여 사용
	絶緣體構造와 外 徑 [인치]	PE에 고무 등 혼합물을 5% 混入하여 押出 0.62	PE押出 0.99	PE를 적정두께로 押出한 후 1.0인치의 外徑으로 切削 1.0
	外 部 導 體	銅테이프 6枚를 감아말고 다시銅테이프 1枚로 압착 시킴	Al테이프 0.99 6枚를 말아 감고 다시 Al테이프 1枚와 綿테이프 1枚로 압착시킴	銅테이프 1枚를 縱添하면서 중복하여 압착시킴
	外被케이블構造와 外徑	없 음 1.27인치	PE 1層 1.30인치	카본 PE 1層 1.25인치
	空中重量 [t/Nm]	3.15	2.24	2.38
	水中重量 [t/Nm]	1.83	0.61	0.91
引張強度 [ton]	12.2	7.8	8.16	
實 用 化 例		TAT-1, TAT-2	CHANTAT-1, SEACOM	TAT-3, TAT-4, TPC-1
構 造				

整流) 되는 축전기를 사용하며 중계기에 공급할 급전 장치에는 정전류 급전방식을 사용하여 양쪽 육양국 간의 전위차가 발생하거나 낙퇴등으로 인하여 저전위가 변동되더라도 중계기에는 항상 일정한 전류를 공급할 수 있도록 하고 있다. 필요한 전압은 각 중계기의 전압강하, 케이블내부의 급전도체저항으로 인한 전압강하와 전위차의 합으로 구해지며 짧은 구간에서는 한쪽에서 공급할 수도 있지만 원거리 구간에

서는 양쪽 육양국에서 각각 양부(陽負, +-) 전압을 공급하고 이상시에는 어느 한쪽에서 전체용량을 공급하도록 설계한다.

• 해저광케이블

구조는 나라에 따라 약간씩 상이하나 기본구조는 광심선유니트, 금속관(철선과 구리 또는 알루미늄관 : 내수압과 인장력 및 침수방지용) 그리고 폴리에틸렌 외피로 구성되는데 몇가지 설계를 보면 그림 7 과

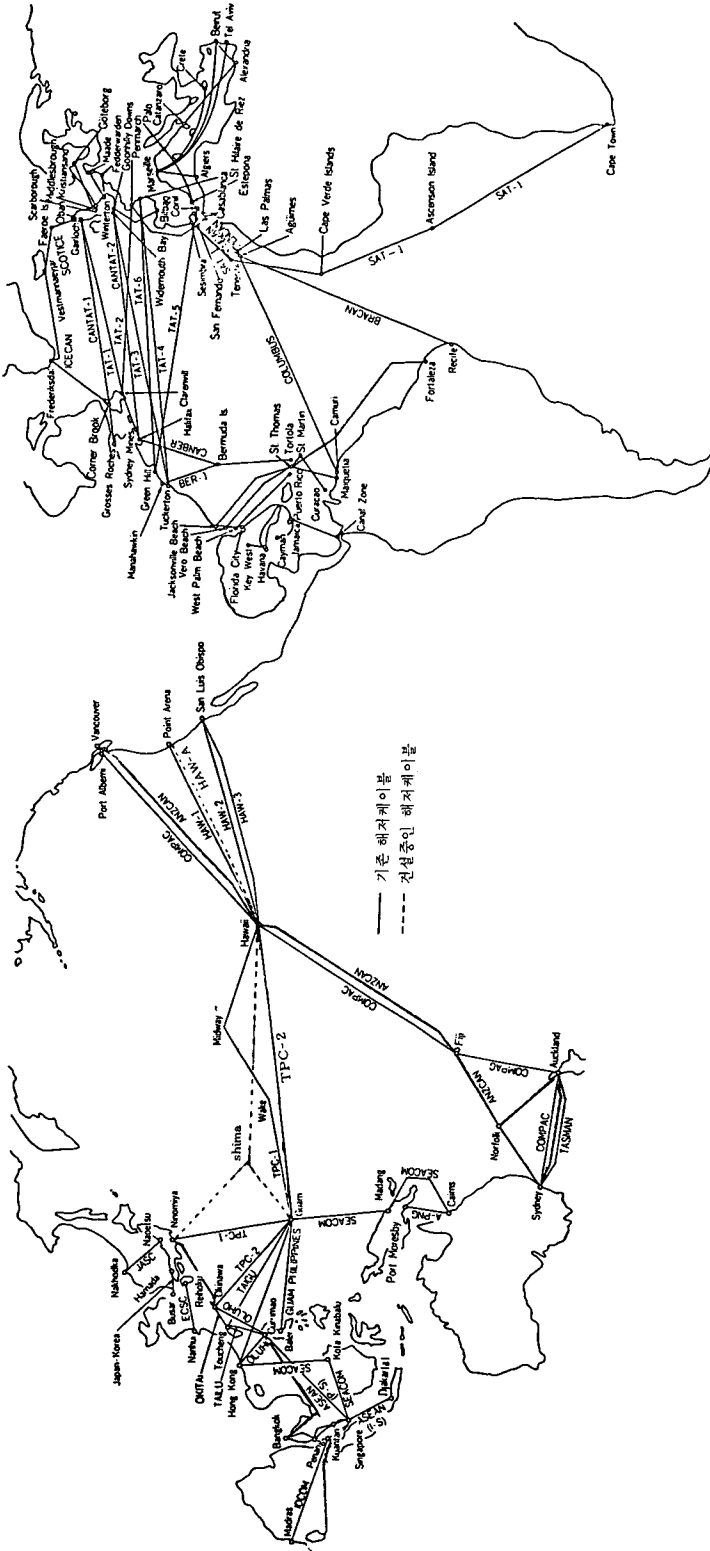
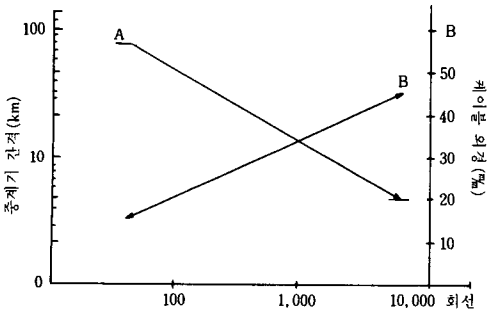


그림 4. 세계의 해저케이블망



※ 중계기 간격과 회선수는 로그 그래프임.

그림 5. 회선용량과 중계기 간격 및 케이블직경

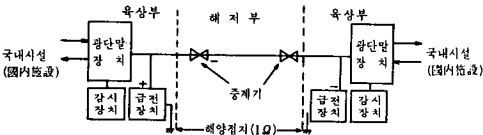


그림 6. 해저광케이블방식 계통도

같다.

그림 7 과 같은 기본 구조위에 수심에 따라서 철선층을 필요한 수 만큼씩 씌우는 단일외장 또는 이중철선의장구조로 제조하는데 참고로 TPC-3에 사용되는 케이블 특성을 보면 표 4 와 같다.

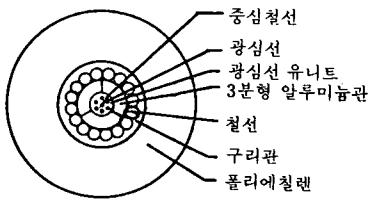
• 해저광중계기

통상 25년간의 수명을 유지할 수 있도록 설계되는데 단일집적회로, 회로의 이중화, 부품의 노화상지를 위한 열발산구조 및 케이블과 접속될 수 있는 접속부 등으로 구성되며 특히 합체는 수천m의 수압에 견딜수 있도록 설계되어야 한다. 내부구조는 나라에 따라 약간의 차이는 있으나 기본구조를 보면 그림 8 의 단면도와 같다.

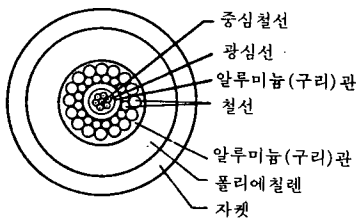
3. 국내의 해저 광케이블 방식

앞에서도 언급된 바 있는 TPC-3의 회선을 사용하기 위해서는 이를 국내에 인입시켜야 되며 인입시키는 방법으로는 처음부터 육지측으로 인입시키는 방법과 지금 계획되어 있는 제주로 인입시켜서 다시 육지까지 연결시키는 방법을 고려했는데 육지로 인

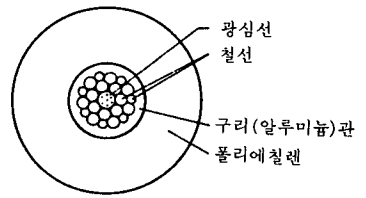
(I) 일본(KDD)



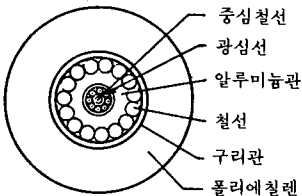
(II) 일본(NTT)



(III) 미국(AT & T)



(IV) 영국(STC)



(V) 프랑스(CNET)

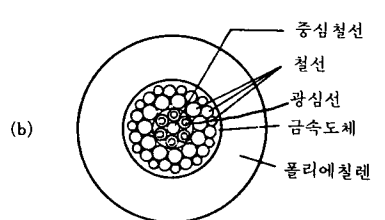
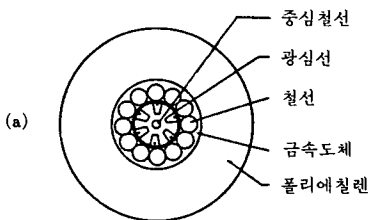


그림 7. 해저 광케이블 단면도

표 4. 해저광케이블특성 (TPC-3)

항목	종류		심해용케이블	단일철선 외장케이블	이중철선 외장케이블
	케이블 외경			22mm	41mm
무게	대기중		0.9Ton/km	41.1Ton/km	10.7Ton/km
	수중		0.5Ton/km	2.8Ton/km	8. Ton/km
인장강도			10Ton	21Ton	42Ton
최대곡률반경			1m	1m	1m
DC저항			0.72Ω/km		
최대내전압			12KV		
최대내수심			8,000m 이상		
광심선수			6심		
손실	실		0.45dB/km 이하		
	분산		±2.0Ps/nm·km		

입시킬 경우 국제 통신시설이 집중되어 보안성 측면에서 우려되는 점이 있었기 때문에 시설 분산이라는 측면에서 TPC-3를 제주로 인입시킨후 다시 육지와 연결시키는 방식을 택하였다. 따라서 'TPC-3' - 제주 까지는 국제케이블이 되며 제주-육지간은 국내 해저케이블임을 독자들은 이해하여 주기를 바란다. 국내 해저케이블은 미국계인 SL-280 방식으로서 총 회선용량은 12,096회선에 달하는데 개략계통도를 보면 그림 9와 같고 전시스템이 이중화되어 고장 발생 시에는 예비시스템이나 유니트로 전환하게 되어 있다.

Ⅲ. 해저(광)케이블 건설계획

어떤 사업(project)에서와 같이 해저케이블도 이를 건설하기 위해서는 타당성 검토후에 건설방침이 결정되어야 함은 당연한 것인 바 일단 타당성이 인정되어 계획이 확정된 후에 케이블이 부설되기까지의 과정을 간략히 설명하면 다음과 같다.

1. 육양점 선정

해저케이블을 육지로 끌어 올려 국내단국과 연결시킬 수 있는 지점을 육양점(landing point)이라고 하는데 이런 지점 선택시에 고려해야 될 사항은 다음과 같다.

- 작업이 용이한 낮은 해변이 있는 곳
- 케이블선의 접근이 용이하도록 암반이나 기타의 장애물이 없는 곳

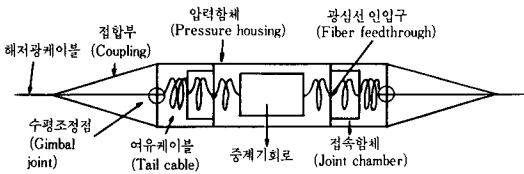


그림 8. 해저 광중계기의 구조

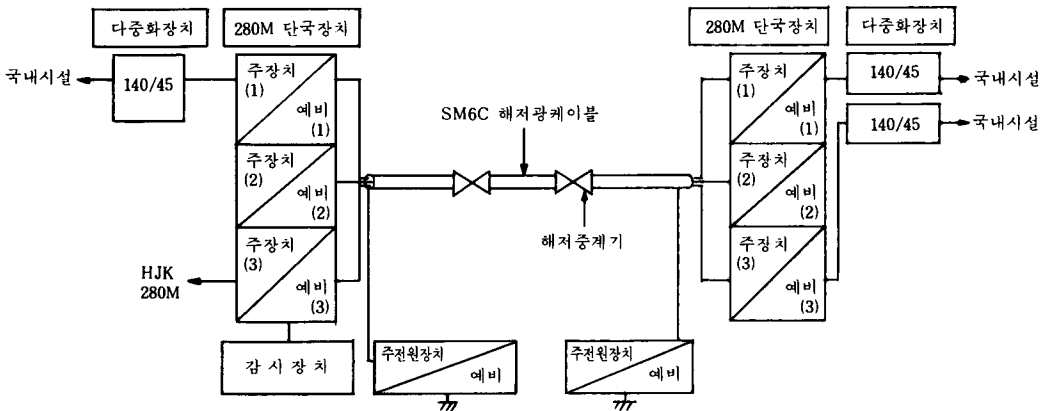


그림 9. 제주-육지 해저 광케이블 구성도

- 국내 전송로와 연결이 용이한 곳
- 주위에 전파 송신소등이 없는 곳
- 어로활동이 한산하고 선박의 투묘(投錨) 등이 없는 곳
- 상용전원공급이 가능한 곳
- 육양국사 건설이 용이한 곳
- 육양국 요원이 이용할 수 있는 공공시설이 인접한 곳

2. 루트 선정

루트는 시스템의 경제성과 케이블 보호를 감안하면서 다음 사항을 고려하여 선정한다.

- 두 육양국간의 거리가 가능한 한 가까울 것.
- 어로활동이 빈번한 천해부(淺海部)의 거리가 최대한 짧을 것.
- 해상(海床) 상태가 모래나 진흙지층 이어야 하고 암반인 곳은 피할 것.
- 케이블 고장시에 수리가 곤란한 수심 6000m 이상인 곳은 가능한 한 피할 것.
- 해저면은 평탄한 곳이 좋으며 경사도가 20° 이상인 지역은 피할 것.
- 루트의 굴곡은 30° 이내가 되도록 할 것.
- 2 조이상의 케이블이 포설될 경우에는 수리작업을 고려하여 충분한 간격을 유지시킬 수 있을 것.

3. 해양조사(주 5)

위의 1,2를 결정하기 위한 조사로서 크게는 매설조사(burial survey)까지를 포함시켜 말할 때도 있다. 해양조사 결과에 따라서 시스템 설계와 포설에 필요한 자료가 입수되는데 조사항목별로 간단히 설명하면 다음과 같다.

• 수심조사

예정루트의 수심상태를 측정하는 것으로서 음파를 해저면에 보내어 되돌아오는 시간에 따라서 깊이를 알아보는 방법인데 보통 사용되는 장비로는 Echo Sounder 를 들 수 있다.

• 해저지형조사

해저면의 지형상태를 조사하는 것을 뜻하는데 완전한 매설루트를 찾기 위하여 시행하며 Side Scan Sonar 라는 장비를 사용한다.

• 해저지층탐사

해저지층면에 암반 존재여부와 퇴적층의 두께 및 퇴적물 표본을 채취 분석하여 케이블 부식에 관계되는 황화수소등의 분포현황을 파악하기 위한 조사로서 Van Veen Grab, Piston Corer, Subbottom Profiler

및 Uniboom 등의 장비를 사용한다.

• 해양물리조사

케이블 부설속도와 매설후에 케이블 이동에 영향을 미치는 음속 그리고 수중작업에 영향을 미칠 수 있는 수온, 염분등을 측정하는 것으로서 EPT-II, RCM-4, CTD-12 라는 장비를 사용한다.

• 해양생물조사

해저케이블의 외피는 폴리에틸렌을 사용하는 것이 상식인데 바다에 따라서는 이와같은 석유제품을 갉아먹는 미생물이 있기 때문에 이의 서식여부를 조사하는 것이다.

• 매설조사

해양조사결과를 분석하여 보면 실제의 케이블 부설속도를 예측할 수가 있지만 해상의 기후는 예측불허인 관계상 실제로 케이블 부설시의 장력과 동일한 장력을 받으면서 케이블선을 예정루트대로 운행시켜 보는 방법이다.

• 육상구간조사

육양된 케이블을 해저중계국(육양국) 까지 연결시키기 위하여 관로상태, 육양케이블의 접속점 위치, 해양접지 위치등을 조사하는 것이다.

(주 5)

해양조사시에는 천해부(淺海部)와 심해부(深海部)를 구분하여 시행하는 것이 보통임. 천해부는 수심 40m까지를, 심해부는 그 이상되는 해역을 뜻하기도 하며 경우에 따라서는 대륙붕(continental shelf) 해역까지를 천해부로 그 이상을 심해부라고 부르기도 하는데 각국의 경우 수심 900m 이하의 해역에서는 매설을 원칙으로 하고 그 이상의 해역에서는 해상에 케이블을 가라앉히는 방법을 취하고 있음.

IV. 케이블 부설(敷設)

해저케이블 건설작업중 가장 어렵고 중요한 비중을 점하는 것은 물론 일반인의 관심을 끄는 것이기도 한데 케이블 육양작업과 해양부 부설작업으로 구분하여 시행되는데 간단히 설명하면 다음과 같다.

1. 케이블 육양

케이블 부설선에서 육지로 인양하는 작업을 뜻하는데 케이블선이 육양점에 최근거리까지 접안(接岸)한 뒤 그림 10에서와 같은 방법에 따라 시행한다.

그림에서 보여주는 케이블'견인차(보통 불도저를 사용함)는 1대를 사용하는 것이 상례이지만 천해부의 조건에 따라서 케이블선이 근접키가 어려워 육양시킬 케이블의 길이가 길어져서 장력을 많이 받을 경

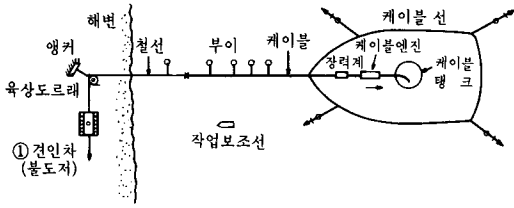


그림10. 케이블 육양방법

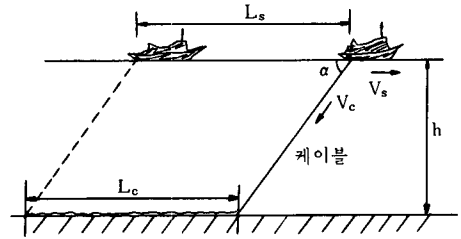


그림11. 케이블 부설 형태(평탄한 해저면)

우에는 2 대를 동시에 사용하는 수도 있다. 육양점에서 해저중계국이 멀리 떨어져 있으면 해저케이블을 직접 국으로 인입시키지 않고 해안접속인공 (beach joint box) 을 이용하기도 한다. 케이블 육양이 완료되면 케이블선의 선수를 돌려서 상대국 방향으로 부설해가는 경우도 있고 또는 천해부에서 육양된 케이블 끝에 부표를 달아서 바다에 띄워둔 후 상대국측에서부터 부설해 온 다음 두 케이블을 접속하는 경우도 있는데 이런 작업 순서는 상대국과의 협의에 의해서 결정된다.

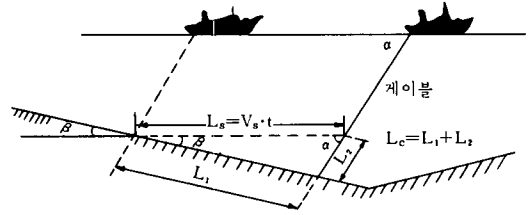


그림12. 지형이 변화된 곳의 케이블 부설형태

2. 케이블 부설

케이블 부설시에 가장 유의할 점은 케이블선에 적재해 온 케이블이 남지 않도록 항로를 정확히 운행해야 된다는 점과 케이블이 너무 팽팽하게 부설되어 심한 장력 때문에 지형변동이 있는 지역에서 생길수 있는 자연고장(외피파손에 의한 고장)을 방지하기 위하여 케이블에 여유(slack)를 적당히 주어야 된다는 점이다. 케이블 스톱은 케이블의 속도에 따라서 크게 달라지는데 이를 수식으로 표시하면 다음과 같다.

표 5. 지형변화에 따른 케이블 스톱

지형변화율	케이블 여유 (%)
0/100	0
5/100	1
10/100	2
15/100	3
20/100	4

$$e = \frac{V_c - V_s}{V_s} \times 100\% = \frac{L_c - L_s}{L_s} \times 100\% \quad (1)$$

여기서

e = 케이블스톱 (%)

L_c = 부설케이블 길이

L_s = 케이블선의 이동거리

V_c = 케이블 부설속도

V_s = 해저면에 대한 케이블선의 속도

해저면이 평탄치 못하고 경사진 곳에서의 스톱은 다음 식으로 표시될 수 있으며,

$$e_1 = \left\{ \frac{\sin \alpha + \sin \beta}{\sin(\alpha \pm \beta)} - 1 \right\} \times 100\% \approx \pm \frac{\alpha \beta}{2} \quad (\alpha, \beta < 30^\circ)$$


이를 수치로 나타내면 표 5와 같다.

케이블 육양과 해양부 부설이 끝나고 선상접속이 완료되어 전케이블이 바다에 얹혀지면 두 육양국에 특성시험을 하게 되는데 케이블 건설업무의 성패여부는 시험결과에 따라서 결정되는 것이다. 특성시험 항목과 방법에는 여러가지가 있으며 또한 육표(陸標) 설치작업, 케이블선에 의해서 매설되지 못한 부분의 케이블 보호작업등 여러가지 후속 조치가 있으나 지면관계로 생략한다. 보통 시험에 소요되는 기간은 2~3개월 정도이며 이 기간동안의 결과를 토대로 상용서비스 개시일이 결정된다.

V. 맺음말

100년 이상의 역사를 가진 해저케이블시스템을 제

한된 지면에 충분히 설명한다는 것이 처음부터 무리여서 주마간산격이 되고만 점에 대해서 독자들의 깊은 이해를 구하고자 한다. 간단히 설명된 내용이기 는 하지만 해저케이블은 단순한 통신기술만의 영역을 벗어났으며 더욱이 현대의 해저통신은 광통신, 조선공학, 해양지질학, 해양기상학, 해양생물학, 항해술, 해양토목등 여러분야가 섞인 일종의 종합과학이라는 것을 알 수 있을 것으로 믿으며 우리나라가 명실 상부한 해저케이블 보유국으로서의 면모를 갖추려면 위의 여러 관련분야 중에서도 특히 케이블 제조 기술, 광원, 변복조기등의 자체 개발에 보다 많은 노력을 경주해야 될 것으로 믿는다.

[2] 송현섭, “진송선로공학”, 동양과학사, 1984.
 [3] Anderson. C.D., 외 “An undersea communication system using fiber-guided cable,” Proc. IEEE 68, no, 10, p. 1300, 1980.
 [4] Roden, C.E., “Submarine cable mechanics and recommended laying procedures,” Bell Labs, 1974.
 [5] “Selected Areas in Communications,” IEEE, 1984.
 [6] “1984 World’s Submarine Telephone Cable Systems,” U.S. Department of Commerce, 1984.
 [7] “해저광케이블”, 공무국외여행보고서, 통신공사, 1986. 11. 

參 考 文 獻

[1] 신용철, “유선통신공학”, 문운당, 1981.

* 會 費 納 付 案 內 *

本學會에서는 會員 여러분을 위하여 論文誌, 會誌 및 其他 專門誌의 發刊과 各種 學術發表會, 심포지움, 세미나, 短期講座等 編輯 및 學術, 研究調查 事業을 遂行하고 있습니다.

또한 電子, 情報, 通信 및 關聯分野의 技術 發展에 貢獻한 會員에게 電子大賞, 學術賞, 技術賞, 功勞賞等の 施賞도 實施하고 있습니다.

學會의 이러한 事業은 會員 여러분이 納付하시는 會費로써 達成할 수 있습니다. 會費는 學會 諸般 事業 遂行의 커다란 밑바탕이 되며, 會員 여러분을 위하여 더욱 알차고 보람된 事業을 遂行하는 데 쓰여지고 있습니다.

따라서 會費 未納時는 學會 事業의 遂行과 學會 運營의 蹉跌을 招來하며, 또한 1년 이상 未納 會員에게는 學會誌 및 各種 發刊物의 發送이 中止되고, 2년 이상 未納時는 會員 資格의 享權等 會費 未納 會員에게 不利한 惠澤이 주어지고 있습니다. 아울러 當該年度 會費는 3月 末까지 納付토록 되어 있어오니, 學會 會費 未納 會員 여러분의 많은 協助 있으시기를 바랍니다.

	1987年度	1988年度
正 會 員	12,000원/年	18,000원/年(入會費: 5,000원)
準 會 員	10,000원/年	12,000원/年(入會費: 3,000원)
學 生 會 員	8,000원/年	8,000원/年(入會費: 없 음)
終 身 會 費		180,000원/年(正會員의 경우)

會費를 納付하실 때에는 우체국(소액환, 대체구좌) 및 은행 99번(지로) 창구를 이용하실 수 있습니다.

대체구좌 : 010041-31-0513671

지로번호 : 7510904

기타 會費 納付에 관한 자세한 事項은 學會 事務局(568-7800/568-7489)으로 問議하여 주시기 바랍니다.