

# 特高壓 및 超高壓 地中送電系統의 장래성

기술해설

20~4~1

## 제 1 부

### The Prospects for Underground Transmission System in Korea

이 재 숙\*  
(Jae Sook Lee)

#### [Introduction]

This is intending to introduce the pipe type 161KV underground cable system in Capital City of Seoul which will be constructed in 1972 or 1973 by Korea Electric Co using the AID loan and Won currency.

In order to make readers to have an easy understanding and a clear view of underground cable transmission line, the first part will be for the introduction of the description on future underground cable system by Mr. E.H.Finch appeared on 1969 Sept. Consulatant Engineer, the second part will introduce our 161KV underground cable system in Seoul and it's feasibility study, and the third part will mention calculation methods of electrical properties of pipe type cable and the results of calculation of our own system.

#### 特高壓(HV) 및 超高壓(EHV)地中送電系統의 장래성

譯者註: 현재 우리나라 송전분야에 있어 두가지의 획기적인 사업이 진행중에 있다. 그 하나는 345KV 超高壓架空送電線路의 건설이고, 다른 하나는 161KV 地中送電線路의 건설이라 할 수 있다.

현재까지 架空送電線의 최고전압은 154KV 였으므로 345KV 선로의 출현은 그 전압이 2.24배로 飛躍하는 결과가 되어, 送電技術者의 한사람으로서 慶賀하여 마지 않은 바이나, 한편 걱정되는 것은 輕負荷時의 發電機自己勵磁 및 線路受電電壓의 異常上昇等の 방지, corona 발생으로 인한 TV시설에 대한 영향, 線路保護繼電方式等の 기술적문제라고 할 수 있다.

또 한편 地中線路에 있어서는 既設地中線路의 최고전압은 66KV였던것이 161KV로 상승하면 그 상승율은 2.44배가 되어 前記 架空線路의 그것보다 높다는 결론이 나와 획기적인 전압상승의 현상인 동시에 여러가지 難問題가 擡頭될것이 예측되는 바이다.

현재 한전에서 진행시키고 있는 161KV 地中線路는 수도서울의 電力需要에 응할 목적을 갖고있고 있어 도심지를 관통할 것이다. 그리고 사용되는 cable은 OF형

과 pipe형의 두 종류로서 前者는 管路內에 敷設되고 後者는 大地中에 直埋하도록 되어 있다.

이러한 地中 cable의 사용은 현재까지 이에 종사한 전기기술자가 殆히 없다는 사실, 그리고 地中線路의 전기적특성은 본래가 복잡하다는 현실로 인하여 직접 본사업에 관계하고 있는 당사자는 그 걱정이 태산같다 하여도 과언이 아닐 것이다.

地中線路에 있어서는 架空線路와는 달라서 통신시설에 대한 유도장해는 발생시키지 않으나 다음과같은 문제점이 나타난다.

- 1) 架空線路의 그것의 數倍에 달하는 充電電流
- 2) cable 外裝, pipe type cable에서는 pipe의 電蝕
- 3) 送電容量과 cable 수명과 밀접한 관계가 있는 放熱問題
- 4) Cable 수송 또는 敷設中에 있어 濕氣의 침입방지
- 5) 도시번화가에 있어서 토목공사, pipe의 전기용접 및 pipe의 絕緣塗裝.

이러한 문제점을 연구할 목적으로 Consulting Engineer誌 1969년 9월호에 E.H. Finch씨가 발표한 본제목의 논설을 본문에 번역하여 보았다.

본 논설에서는 상기이외에

架空線路對 地中線路의 경제성비교결과 1對9 내지 26.

\*정회원 : 한전 송변전부 기술역

미국에 있어 地中線路의 巨長은 3,222KM.

도시주변에 있어 架空線路用地的 確保難으로 漸次  
늘어갈 地中線路

地中線路의 비중이 커짐에 따라 전기요금에 받은  
영향

미국 각 연구기관에서 현재 추진하고 있는 cable에  
관한 연구

-273°C에 있어서 交流電氣抵抗이 零이되는 nio-  
bium 材 等

에 언급하고 있어 一讀의 가치가 있다고 믿어진다.

필자는 地中線路에 관한 논설을 3부로 나누고, 제 1  
부는 상기한 Finch의 논설 번역 요약, 제 2부는 한국  
전력에서 추진하고 있는 수도서울의 161KV 地中線路  
의 大要와 그 妥當性檢討, 제3부에서는 地中線路의 전  
기특성을 산출하는데 실용되고 있는 계산공식과 그 적  
용결과를 소개하고자 한다.

### 1. 地中線路의 경제성

미국에 있어서 送電 또는 配電線路를 더 많이 地中化  
해야 하는 外的壓力이 漸次 늘어나고 있다. 이러한 壓  
力은 지역에 따라 차이가 있으나, 그 顯著한 地帶는  
미국 California 및 東部諸州이다. 그리고 전력회사의  
당사자들은 이러한 압력이 타 지역에도 漸次 傳播되어  
가는것은 시간문제라고 보고 있다. 이러한 압력의 주  
동은 美觀爲主의 保守的인 見解 동시관계 Media 그리  
고 電力需要家에 기인하고 있으며, 도시는 물론, 시골  
에서도 이러한 현상이 나타나고 있다. 이러한 현상은  
근래에 나타났으나, 그 세력이 장력함으로 영구적으로  
지속될것이라고 믿어지고 있다.

이러한 趨勢의 원인은 두가지로 분석될수 있는데 그  
하나는 우리들이 생활하고 있는 주위의 자연미를 잘  
보존하자는 것이고, 다른 하나는 架空線路의 경과지의  
地上權의 確得이 시일이 경과할 수록 더 곤란하다는데  
있다.

즉 전력소비의 증가에 따라 인구의 밀도가 높아져가  
므로 도시주변의 교외지구라 할지라도 地上權確得이  
용이하지 않고, 실사 確得可能하다 할지라도 너무 高  
價인데 있다.

架空送電線路는 그 本質에 있어 지상에 노출되고 미  
관상 좋지 않다. 따라서 눈에 띄이지 않게 하려면 그 방  
법은 간단하다. 즉 이러한 架空線路를 地中에 埋設하  
는 방안을 채택하면 된다. 그러나 실무에 종사하는 기  
술자로서는 送電線路를 地中化시키는것이 기술적으로  
가능한지 또는 경제적으로 유리한지의 여부를 검토해  
야 한다.

1965년 5월 연방전력위원회는 전력회사와 cable제조

업체의 유능한 기술자를 선정하여 자문위원회를 구성  
케 했다. 이 위원회의 직능은 高壓 및 超高壓의 地中線  
路에 관한 기술현황을 보고하고 동시에 이분야에 있어  
發展과 개발을 활발하게 進涉시키는데 필요한 대책을  
수립하는데 있었다. 그리고 1966년 4월 해당 보고서가  
작성되었고, 그 내용은 높이 평가받을수 있는 것이었  
다. 본 보고서에 수록된 公營관계자료는 FPC 보고서에  
기왕에 발표된 자료와 입수가가능한 최근의 자료를 종합  
하여 현재의 실정에 알맞도록 재정한 것이다.

표 1은 본 보고서에 나타난것으로, 電壓 : 138KV, 送  
電容量 : 400MW을 갖인 地中線路와 같은 電壓 및 送

표 1. 138KV 地中(UG)對 架空(OH) 線路의  
建設費比較(送電容量 대략 400MW)

(1) 138KV 2回線 約 15mile (24.2KM) (\$)

지역	種別	\$/mile	端子 및 電壓 補償(\$)	總計	UG/ OH
교외	UG	764,000	210,000	11,670,000	9:1
교외	OH	97,000	0	1,455,000	9:1

(2) 138KV 2回線 約 75mile (121KM)

교외	UG	674,000	8,140,000	58,690,000	14:1
교외	OH	60,000	0	4,500,000	14:1

電容量을 갖인 架空送電線路의 건설비의 비교표이다.  
138KV 線路에서 건설비 비교는 도시주변에 있어 9:1,  
농어촌 지역에 있어서는 14:1이 었다. 표 2는 電壓 :  
345KV에 대하여 위와 같은 비교를 한것이며, 도시주  
변에서는 16:1, 농어촌에서는 26:1이었다. 여기서  
말하는 도시주변이라 함은 인구가 조밀한 대도시의 바  
로 주변으로서 개발된 지대를 말하는 것이다. 그리고  
농어촌지대라함은 도시 주변에 속하지 않고, 線路建設  
에 별지장이 없는 인구가 희박한 지대를 말한다.

표 2. 345KV 地中對 架空線路의 建設費比較  
(送電容量 UG Line : 約 450MW, OH Line :  
約 1050MW)

(1) 345KV 1回線 約 30mile (48.3KM)

지역	種別	\$/mile	電壓補償 및 端子 \$	總計	\$/mile /100Mw	UG /OH
교외	UG	657,000	3,210,000	22,920,000	157,500	16:1
교외	OH	101,700	—	3,051,000	9,700	16:1

(2) 345KV 1回線 約 150mile (242KM)

교외	UG	591,000	13,780,000	102,430,000	151,000	26:1
교외	OH	60,000	—	9,000,000	5,700	26:1

표 1 및 표 2의 경비는 실제로 소요되었던 과거의 실적에 근거를 두었으나, 지상조건 및 地上權獲得經費等에는 합리화를 위하여 약간의 수정을 가한 것이다. 그리고 또 한가지 付記할 점은 cable에 관한 숫자는 현재 사용할 수 있는 既存 cable 설계에 근거를 두고 있다는 점이다. 이외에 양방식에 공통적인것, 즉 예를 들자면 변전시설등은 본비교 數値中에서 제외되었다.

地中電線路에 있어 Terminal 및 進電流補償施設費는 架空線路에 대한것 보다 예상외로 多額이 소요되는 부분이라 하겠다.

표 1 및 표 2에서 나타나는 바와같이 系統電壓이 높아지면 地中線路에 비교해서 架空線路쪽이 경제적으로 상당히 유리해진다. 이러한 傾向은 500KV 또는 그 이상 電壓의 線路에 대해서는 더 많이 나타날 것이다.

그러나 地中線路에 어떠한 획기적인 개선 또는 연구가 이루어지면 이러한 격차는 달라질 것이다. 이상을 종합하여 地中線路가 불경제적인 이유를 열거하면 아래와 같다.

- (1) 架空線路에 비교해서 굴착비가 高價로 먹힌다.
- (2) 地中線路用 電纜은 高價이다.
- (3) 건설에 있어 더 많은 인건비가 소요된다.
- (4) 電流補償施設費 및 Cable Pothead費가 高價이다

地中線路의 電纜이 架空線路의 電線에 비교하여 엄청나게 高價임을 勘案하여, 이러한 電纜 또는 電線을 제조하는데 소요되는 原資材의 가격비교를 해보는것도 일리가 있을 것이다. 따라서 같은 전류용량을 기준으로 하여 이러한 粗材의 架空對地中線路에 대한 가격비교를 해보면, 138KV 線路에서는 10對 1, 345KV 線路에서는 15대 1이었다.

FPC 보고서중 상당한 지면이 送電을 위한 총 경비가 그 경비의 일부인 地中線路에 소요되는 경비의 변화로 인하여 어떻게 변화하는지 검토하는데 割與되었다. 즉 미국에 있어 既設地中線路의 全長은 2000mile (3,222KM)를 약간 下廻하고 架空線路를 포함한 總送電線路의 1% 미만이다. 만일 地中線路의 비중을 임의로 10%까지 인상시켜 一般小口 需要家에 대한 전기요금의 인상을 검토해 보면 11.8%가 될 것이라는 것이다. 만일 이 비중이 20%로 인상되면 평균 전력요금은 21.5% 인상해야 한다는 것이다. 이러한 검토결과를 전력 수요량의 증가에 따라 需要家에 대한 전기요금은 繼續的으로 인하되리라 믿고 있는 일반적인 관념에 대하여 큰 충격이라 아니 할 수 없다.

## 2. 기술적문제

地中線路 특히 超高壓地中線路는 架空線路에서는 겪어보지 못했던 技術的難題를 제기한다. 이러한 문제

점은 다음과 같다.

### (1) 充電電流

地中線路의 充電電流는 같은 級の 架空線路의 그것

표 3. 地中對 架空線路의 充電容量  
3相 充電 MVARs/mile

	69KV	138KV	230KV	345KV	500KV
UG	1.9	4.9	8.8	17.0	30.3
OH	0.025	0.106	0.303	0.852	1.61
UG 對 OH	76 : 1	46 : 1	29 : 1	20 : 1	19 : 1

上部比較에 이용된 線路의 特性

OH Line					
Conductor MCM	1.795	1.795	1.1431	2.1590	2.1780
Dielectric 定數	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
線間距離(吋)	132	204	240	300	420
UG Line					
Conductor MCM	2000	2000	2000	2000	2000
絕緣 두께(mil)	285	505	835	1035	1340
Dielectric 定數	3.7	3.7	3.5	3.5	3.5

표 4. 2000MCM 紙絕緣 Cable의 送電容量(夏季)

送電容量(100%L.F)	69KV	138KV	230KV	345KV
MVA	105	200	330	440
Amps	880	840	830	740
3相充電 MVARs/mile	1.9	4.9	8.8	17.0
電壓補償이 없을時의 巨長制限(mile)	55	41	38	26

표 5. 2000MCM, 345KV 紙絕緣 Oil Pipe Cable (夏季容量 440MVA)

	100% P.F 負荷에 對한 最大許容送電容量			
	10miles	20miles	40miles	100miles
兩端에 單線輪設置 線輪容量	430MW 85	405MW 170	278MW 340	—
4等分點에 線輪設置 兩端線輪容量 中間線輪容量	440MW 21 42	435MW 42 85	430MW 85 170	385MW 212 425
6等分點에 線輪設置 兩端線輪容量 中間 "	— — —	— — —	430MW 57 113	416MW 142 283
12等分點에 綿輪設置 兩端線輪容量 中間 "	— — —	— — —	— — —	435MW 71 142
所要線輪總容量	170	340	680	1.700

에 비교해서 數倍에 달한다. 이러한 현상은 사용전압에 의하여 좌우될 뿐만아니라, 電纜絶緣두께에 반비례하고 電纜길이에 비례한다.

FPC 보고서에서 인용한 표 3은 충전전류의 크기를 架空線路의 그것과 비교하여 문제가 尋常치 않다는 것을 강조하는 것이다. 345KV 電纜에 있어 그 絶緣두께는 1吋(25.4mm) 보다 약간 두꺼울 정도이다. 그리고 현재 신뢰할 수 있는 자료에 입각하여, 500KV 電纜의 絶緣 두께를 예상하면 그것은 약1.34吋(34mm)이다.

이러한 충전전류의 무시운 영향은 아무런 충전전류에 대한 보상시설이 없는 線路에 대해서 그 地中線路의 回線當巨長 거리(circuit length)의 최대허용 제한치로서 표시되었다. 즉 345KV 선로에 있어 충전전류에 대한 보상을 하지 않으면 最大敷設巨離는 26miles 이내라야 電纜의 송전기능을 발휘할 수 있다.

현재 이러한 송전거리의 제한을 제거할 수 있는 기본적방법은 선로에 따라 요소요소에 並列 線輪을 설치하는 것이다. 이러한 線輪의 충전전류를 억제하는 효과는 표 5에 표시되었다. 이러한 線輪의 설치는 이 線輪에 소요되는 상당한 용지와 역시 線輪과의 연결에 필요한 高價인 電纜端子裝置(pothead)에 많은 경비를 투자해야 한다. 즉 현재의 기술 수준으로 보아 이러한 線輪設置에 소요되는 경비는 超高壓地中線路의 충전비에 대하여 무시 못할 정도의 비중을 차지한다.

이러한 線輪設置場所는 그 설치장소 마다 數 acres (4.050m<sup>2</sup>)의 용지가 필요하고 또 한쌍(2개)의 高價인 端子裝置가 필요하다. 현재로서는 345KV 선로에 있어서 端子裝置의 경비는 약 \$ 150,000가, 그리고 500KV 선로에 대해서는 대략 \$ 250,000 이 소요된다.

(2) 放熱問題

架空線路는 열이 발생하면 그것을 직접 大氣中에 放熱한다. 그러나 地中線路는 그열을 絶緣物, 外被 그리고 大地를 통과시켜 大氣中에 放熱해야 한다. 그리고 大地와 電纜絶緣物은 도리혀 열에 대해서는 防熱로 看做된다. 따라서 같은 재질로된 같은 크기의 架空線路의 전선에 비하여 地中電纜의 전류용량은 상당히 적어진다.

(3) 電力損失의 比較

地中電纜에는 架空線路에 있어서와 같이 導體內에 I<sup>2</sup>R 電力損失이 발생하는 이외에 誘電損이라고 불리우는 追加損失이 발생한다. 이 誘電損은 인가전압의 상승, 주파수, 절연체의 靜電容量 그리고 誘電力率에 정비례하여 변화한다. 靜電容量과 誘電力率은 절연체에 반드시 발생하는 것이고, 과거 많은 시일에 걸쳐 취급해 온 바이다.

超高壓電纜용으로 既存絶緣材를 사용코져 시도하면 이러한 절연체내의 誘電損은 상당한 값에 달한다. 絶緣油含浸의 최상급의 절연체의 사용한계는 약 400KV 이다. 한편 架空線路에 있어서 그 絶緣材는 주로 공기이므로 이러한 誘電損은 무시해도 지장이 없다.

緣油含浸의 최상급의 절연체의 사용한계는 약 400KV 이다. 한편 架空線路에 있어서 그 絶緣材는 주로 공기이므로 이러한 誘電損은 무시해도 지장이 없다.

(4) 信賴度 및 故障回數

架空線路의 고장은 통상적으로 氷雪, 暴風, 腐蝕性의 大氣, 雷擊, 자동차 또는 항공기의 충돌, 樹木의 접촉, 또는 애자의 朽化와 인연이 깊다. 그러나 地中線路는 이러한 원인으로 인하여 발생하는 사고는 없음으로 그 고장회수는 적다.

地中線路의 사고주원인은 굴착기로 인한 기계적인것 電纜 pipe 또는 電纜 jacket의 腐蝕에서 오는것 등이다 그리고 현재 운전중에 있는 138KV 또는 345KV 地中線路에 있어서 절연체의 전기적사고로 인한 정전은 매우 稀少하다는 통제가 나와 있다. 그리고 電纜을 使用하기 시작한 초기의 것은 그 연결부 또는 단자부에서 가끔 사고가 발생하였다. 그러나, 근자에와서는 이러한 사고가 발생하지않도록 많은 개선이 이루어져 그 실효를 보고 있다.

架空線路의 사고는 일반적으로 짧은 停電時間에 끝인다. 즉 단시간내에 그 수리가 가능하다. 여기서 말하는 사고는 Tornado 와 같은 폭풍, 또는 막대한 氷雪에서 오는 것은 제외하고 말하는 것이다.

이러한 특례에 있어서는 架空線路라 할지라도 그 피해범위는 막대하다.

한편 地中線路에 있어서 사고가 발생하면 수리하는 데 보통 1개월은 잡아야 한다. 그 원인은 수리에 앞서 故障箇所를 발견하는데 상당한 시일이 소요되기 때문이다. 地中線路에 있어서 사고율은 낮지만 한번 사고가 발생하면 그 수리기간이 장시일에 걸치므로, 停電時間의 延總計는 架空線路의 그것과 별차이가 없다고 할 수 있다.

(5) 其他事項

상기와 같은 주요사항 이외에 地中線路의 敷設을 기피하는 여러가지 사항들이 있다. 架空線路는 地中線路에 비교하여 많은 신축성이 있다. 즉 용량증가에 따르는 대책, 移設에 대한 간편성 또는 신규변전소 또는 需要家와의 連結의 용이성이 그것이다.

그리고 다년간 地中線路를 운전해온 경험이 있는 전력회사가 架空線路에 대한 유지비와 운전비가 地中線路의 그것보다 낮다고 생각하고 있는 과오이다. 이러한 誤判斷은, 옛날 설계의 地中線路에서 어떤 경험에 전적으로 근거를 두고 있다. 地中線路의 유지에 소요되는 경비는 다음과 같다.

- (가) 給抽所, 電纜連結部, 端子裝置의 點檢및維持費
- (나) 漏油部の 수리비
- (다) 電蝕에 대한 예방조사비

(라) 제 3 차의 굴착작업에서 오는 피해를 방지할 線路巡視費

### 3. 자문위원회 보고서

架空線路에 비교하여 地中線路는 불리한 점이 많은 데도 불구하고, Federal Power Commission (연방전력위원회)에 제출한 자문위원회의 보고서에 나타난 결론과 견의를 검토해 보면 흥미있는 사실을 발견할 수 있다. 地中線路는 본질적으로 복잡성을 갖이고 있음에도 불구하고, 장차 더 많은 送電線路가 인구가 조밀한 도심지와 도시근교에 있어서 다음 이유로 地中化할 것이란 견해이다.

- (1) 線路徑過地의 地上權의 경제적인 確得難
- (2) 線路徑過地의 美觀維持

그러나 인구가 稀少한 농어촌지대에서는 여전히 架空線路가 유리하다는 것은 변함이 없었다.

현재 미국의 既設 送電線路의 총연장은 약 250,000 miles(400,000KM)이다. 그리고 이중 약 1%는 도시로 분류되는 지역에, 약 4%는 도시근교로 분류되는 지역에 나머지 약 95%는 농어촌지역에 건설되고 있다.

도시에 있어서는 별다른 대책이 없음으로 地中線路를 건설하고 있다.

현재 Chicago 에는 325miles 가 넘는 特高壓(HV) 또는 超高壓(EHV) 地中線路가 敷設되어 있다. 그리고 New York 에는 390 miles, Philadelphia 에는 85miles, Los Angeles 에는 88miles 등등이다.

이러한 地中線路의 전압의 대부분이 138KV 이고 그 다음은 230KV 이고, 또 100miles 가 넘는 것이 345KV 이다. 그리고 장차의 전력수요증가는 345KV, 500KV 또는 700KV 급의 地中線路의 사용증가가 예기된다. 따라서 자문위원회는 장차의 地中線路問題를 해결키 위하여 새로운 기술이 현재 설립되고 있는 각 연구소에서 개발될 것을 강조하고 있다.

### 4. 현재의 설계

현재 설계되고 있는 것은 두가지 형으로 구별할 수 있으며, 그 하나는 自然浸油型(Self-contained oil filled type 즉 OF type)이고, 다른 하나는 pipe 형이다. 이 두가지 형은 다같이 그 導體가 絕緣油舍浸紙에 의하여 절연되어 있다. OF cable 은 금속 sheath 로 밀봉되고 電纜內部的 油壓을 유지하기 위하여 臨時貯油槽를 부착시켜 하나의 완성품으로서 수송된다. 그리고 이 cable 은 낮은 전압의 OF cable 과 대부분 같은 설계로 되어 duct 내에 설치하도록 되어있으나 현재한 차이는 永久貯油槽가 선로에 따라 적절히 설치되어 cable 내의 油壓을 항상 대기압보다 높게 유지해야 한다는 점이다.

Pipe cable 은 이에 반해, 船積中 또는 설치중 cable 을 보호하기 위하여 單導體周圍에 金屬薄板 또는 프라스틱被覆을 사용한다. 이러한 cable 의 3조를 8" 또는 10" 鋼鐵管(pipe)속에 삽입하여 敷設한다. 그리고 pipe 는 腐蝕을 방지하기 위하여 絕緣材의 被覆이 부착된 다음 大地中에 직접 埋設된다. 그리고 일본 보호 sheath 는 cable 敷設時에 제거된다. 그리는 pipe 는 絕緣油 또는 200psig (1,406kg/cm<sup>2</sup>g)의 公稱壓力을 갖인 乾燥窒素 gas 가 充填된다.

다소 복잡한 給油所가 설치되어 規定油壓을 유지하고 絕緣油의 순도도 보존한다. 이형의 cable 은 긴 引張距離를 허용함으로써 cable 의 連結部와 Manhole 의 數號를 줄일 수 있다. 그리고 현재로서 特高壓(HV) 및 超高壓用(EHV) cable 로서 호평을 받고 있다.

### 5. 연구현황

電纜設計에 대한 새로운 방식의 연구가 진행중에 있다. 이방식은 cable 제조업체는 물론 전력회사의 관계자, 그리고 많은 연구소의 관심을 끌고 있다.

이 새로운 設計着想은 地中電纜의 경비를 감소시키는 것은 물론 既存設計에서는 도저히 제거할 수 없는 前述의 短點을 개선하는데 주목적이 있다. 이 연구의 범위는 500KV, 750KV 및 1000KV 交流電壓用까지 포함한 地中電纜을 개발하는데 있다. 그리고 본 연구는 短期, 長期로서 구별되는데, 短期研究는 장차 5년 이내에 5000KV급의 Cable 이 필요할 것이다 라는 견해하에서 출발하였다.

현재 사용되고 있는 최상급의 絕緣油舍浸紙의 전기특성은 誘電率(dielectric constant)이 3.5이고, 誘電力率은 0.25%이다. 이러한 數値는 誘電損을 증가시키므로 기왕의 설계로서는 地中電纜電壓의 實用最高許容電壓을 400KV로 제한하게 된다. 그러나 단거리에서 사용되는 것은 誘電損의 비중이 크지 않으므로 예외로 할 수 있다. 따라서 제 1 차 연구대상은 낮은 誘電損을 가진 새로운 合成絕緣物을 발견하는 것과 既設地中線路의 送電容量을 증가시킬 수 있는 인공적인 냉각기술의 개발에 歸着하는 것은 당연하다.

### 6. 연구사업의 詳細

연구사업의 진행현황은 다음과 같다.

#### (1) 超高壓(EHV)電纜에 사용할 合成絕緣材

이 연구는 短期에 속하고 Technology Research Institute 의 Illinois Institute 에서 현재 완성단계에 있다. 본 연구는 既存 cable taping 機에 의하여 taping 할 수 있는 合成絕緣 tape 의 개발로서 500KV 또는 그 이상 전압의 電纜에 적용함을 목적으로 하고 있다.

그리고 이 絶緣物의 전기특성은 誘電率이 2.5이상인  
되지 않고, 한편 誘電力率도 0.10인 것이다.

(2) Pipe type cable 에 대한 주위온도의 조절

L.D.U.C 가 연구하고 있으며 그 내용은 pipe type  
cable 의 送電容量을 증가하기 위하여 既設 pipe type  
cable 에 강제냉각방식을 적용하자는 것이다.

(3) Cable 絶緣에 대한 gas 사용

MIT 연구소에서 1967년 8월 1일부터 연구를 시작하였  
고 그 내용은 電纜絶緣材로서 압축 gas 의 적합여부를 검  
토하는 것이며, 1970년에는 연구결과가 발표될 것이다.

(4) 抵抗塞劑使用의 Cable系統(Resistive cryogenic)

G.E 연구소에서 pipe 또는 sheath 온도를  $-250^{\circ}\text{C} \sim -$   
 $200^{\circ}\text{C}$ 로 유지하는 cable 의 설계에 대한 연구가 진행  
중이고 1971년에는 설계가 완성될 것이다.

(5) 超導電 Cable 系統(Superconductive cryogenic)

본 연구의 목적은 超導電率을 달성하는것이 경제적으로  
妥當한지의 여부를 결정지우자는데 있다. 많은 물질이  
그 온도가  $-273^{\circ}\text{C}$  즉 Cryogenic temperature 가까이 또  
는 여기에 도달하면 직류에 대해서는 실질적으로 전력  
손실이 없어진다는 것은 잘 알려져 있는 사실이다. 그  
러나 교류에 대해서는 그렇지 않다고 느껴지고 있었다  
그러나 교류에 대해서도 前記의 현상이 나타나는 물질  
을 발견하였다. 이 물질은 Niobium 이라고 불리우고  
Superconducting Temperature 에서는 많은 交流負荷에  
대하여 電力損이 실질적으로 나타나지 않는다.

(6) D.C 地中線路

현재 ERC 가 EHV cable 系統 및 이에 관계되는 變  
換裝置의 改善點을 연구하고 있다. DC 地中線路가 경  
제적으로 妥當성이 있다하면 그 주요요소는 AC地中線  
路에서 문제시되었던 誘電損과 충전전류의 문제가殆  
히 나타나지 않은 점이라 하겠다. 현재 1200KV ( $\pm 60$   
0KV)라는 높은 전압의 DC 送電線路에 관한 연구도  
진행중이다. 이러한 높은 전압은 商用電壓으로서의 최  
고치에 속하므로 絶緣材의 특성 極性變化에서 오는 영  
향 등등 많은 분야에 걸쳐 검토를 해야 한다.

이중 DC 地中線路에 있어서 주요연구과제는 대단히  
복잡하고 설치비도 많이 드는 주로 Inverter(DC→AC)  
그리고 Rectifier(AC→DC)로 불리우는 端部裝置이다.  
이 端部裝置의 경제적 설계방안의 발전만이 DC EHV  
地中線路의 경비를 절감시킬수 있으며, 따라서 장차의  
실용대상이 될수 있는 것이다.

(7) Microwave 送電

놀랄만한 제안이 제기되었다. 地中電波가 많은양의  
전력을 송전할 수 있다는 것이다. 그러나 이방법은 송  
전손실을 어느 정도로 억제할 수 있는지에 달려 있다.

그리고 이방법은 EHV 送電分野에 통신키술이 접입

해은 것이라고 看做할 수 있어 흥미를 끈다는 점이다.

7. 固體絶緣材를 사용한 特高壓(HV) Cable

진술한 연구개발사항은 EHV cable 및 同 cable系統  
에 적용되는 것이며, 장차 전력회사에 어느정도 실용  
성이 있는지 확실치 않다. 즉 이러한 연구는 그 실용  
성이 확실시 될 때 까지 5~10년이라는 세월이 소요된  
다. 그러나 HV cable에서 하고있는 상기와 별도의 연  
구는 直時 실용가능성이 있다.

固體絶緣體가 69KV~138KV cable 용으로 개발되었  
고 이것은 변전소, 발전소구내의 短區間用의 cable 에  
꼭 실용될 것이다. 그리고 cable maker 는 장차 이러한  
cable 을 상술한 個所는 물론, 中巨離地中線路에 사용  
할것을 권장할 것이다. 현재로서는 이러한 종류의 ca-  
ble 이 138KV 地中線路用으로서 가까운 장래에 실용성  
이 있을것이다. 신규발전소의 start-up 변압기설치장소  
를 선정하는데 있어 발생하는 문제는 발전소의 반대측  
장소에 있는 69KV 또는 138KV 構內變電所로부터 1차  
선을 끌어오는것이 妥當성이 있을 경우이다. 즉 架空  
線으로서 연결하려면 高壓(HV) 他線의 상부 또는 하  
부를 교차하는 個所가 많이 발생한다. 이러한 상태로  
서는 어떤 한선로의 단선사고는 기타선로의 차단을 유  
발하여, 공급에 막대한 지장을 초래할 것이다. 따라서  
이러한 경우에 그 해결책으로서 69KV 또는 138KV 의  
제래식 OF 또는 Pipe type cable 가 다년간 사용되었  
다. 그러나 이러한 cable 은 短區間用으로서는 적합하  
지 않다. 즉 Potheads, Terminations, 그리고 給油 pl-  
ant 또는 貯油槽가 필요하나, 이러한 설비는 본래 비  
교적 장거리 송전선로용으로 설계된 것이다. 따라서  
cable 자체보다 그 부대설비에 더 경비가 많이 드는  
실정이다. 이러한 사정은 단구간에 제래식 cable 을 사  
용한다는 것은 경제면만 고려하면 채택할수 없다는 결  
론이 나올 정도이다.

그러나 固體絶緣의 cable 은 상술한 短點을 제거시  
킬수 있어 이러한 短區間에 地中 cable 을 채택가능케  
한다. 그리고 端部裝置經費도 상당히 저하되는데 그원  
인은 Pothead 磁器部內의 高壓의 絶緣油를 사용할 필  
요가 없다는데 있다.

8. 결 론

경제적인 用地確保難과 환경의 미화에서 오는 압력  
으로 인하여 장차 더 많은 EHV선로를 地中化시켜야 한  
다는 여건에도 불구하고, 현재의 地中線路가 지니고있  
는 경제적 또는 기술적인 불리한 점만을 고려하면 선  
로의 地中化는 그리 마음에 드는 현상이라고 할 수 없