

## 지중송전 장조장 케이블 운반 및 포설공법개발

오장만,배주호,방항권,민병욱  
한국전력공사

### A method of underground transmission line power cable transport & pulling Installation For long distance span

Jang-Man.Oh, Joo-Ho.Bae, Hang-kwon, Bang, Byeong-Wook. Min,  
KEPCO

**Abstract** - 지중송전선로 건설공사에 154kV 장조장 케이블 드럼개발 및 트레일러 일체형 Under Roller 방식을 이용한 포설장비를 개발하여 현장에 적용함으로써 신기술 신개발 공법 적용으로 인한 국제경쟁력 향상 뿐만 아니라 접속경간의 장조장 설계로 케이블 접속개소 감소로 인한 공사비절감과 공사기간 단축에 크게 기여하였다. 이와 동시에 공사를 위한 도로점용 단축으로 민원발생을 크게 감소시켰다. 현행 도로법 규제에 케이블의 운반중량이 제한되었던 케이블 표준경간을 450m에서 최대 700m까지 가능하여 접속개소의 유연성이 확보되었을 뿐만 아니라 토목구조물(전력구,관로등)공사의 다양한 설계방법을 적용할 수 있게 되었다.

#### 1. 서 론

우리나라의 전력수요는 대부분 수도권에 집중되어 있으며 도심지역에서의 전력수요 밀도가 높을 뿐 아니라 증가하는 전력수요에 비해 송전선로 건설은 환경이나 민원등의 여러 가지 문제로 많은 어려움이 따르고 있다. 국내 초고압 지중케이블 송전선로의 경우 송전용량 증가 및 도심지 교통량 증가등 여건변화로 직매, 관로식에서 전력구 식으로 건설되고 있으며 전력구도 개착식, NATM, 쉘드 등으로 새로운 기술들이 도입되어 시공되고 있다. 케이블 포설작업은 교량첨가, 장조장 포설등의 특수공법이 요구되고 있으며 현재 현장경과지 사정과 관계없이 400~500m 표준경간의 일괄 적용에 따른 이중포설, 접속개소 증가등에 따른 공사기간,공사비 증가 등의 비효율적 요인을 안고 있다. 이에 장조장 케이블 운반용 드럼개발 적용으로 최대경간 700m 까지 포설공법을 국내에 적용 가능하다. 날이 증가하고 있는 도심지역에서의 다양한 포설공법을 적용설계하여 공사의 유연성을 확보하고 효율적으로 선로건설 및 민원을 사전에 예방할 수 있다.

#### 2. 본 론

지중송전선은 철탑 용지확보 곤란, 증가하는 민원, 도시미관 저해등 가공 송전선 건설이 곤란한 경우 주로 대도시지역의 전력공급을 위해 건설된다. 따라서 지중송전선은 가공송전선에 비해 주변환경과 조화를 이룰수 있고 폭풍우 및 빙설등의 악천후에도 영향을 받지 않아 공급 신뢰도가 높지만 가공송전선에 비해 공사비가 월등하게 많이 소요되고 있으며, 송전용량에 큰 제약을 받으며 유사시 고장복구에 많은 시간과 비용이 소요되는 단점이 있다. 한국전력의 지중선로 건설 비용을 살펴 보면 가공선로에 비해 5배 ~10배로 외국과 비교할 때 대동소이하다. 지중선로에 건설에 소요되는 공사비는 케이블을 수용하는 목구조물(즉 관로,개착식전력구,터널식 전력구)에 따라 많은 차이가 난다. 지중선 관련기술 향상과 축적된 경험을 바탕으로 시공한 지중선 설비는 날로 증가하여 서울의 경우 지중화율이 2005.12월말 현재 86%로 높게 나타난다.

[표1 우리나라 송전선 지중화율(2005.12월말 기준)]

행정 구역	회선길이			지중화율 (%)
	가공	지중	계	
서울	126.4	785.0	911.4	86.1
부산	457.3	287.0	744.3	38.6
인천	279.8	324.0	603.8	53.7
대구	402.3	114.8	517.1	22.2
대전	322.0	106.8	428.8	24.9
광주	200.9	89.0	279.9	28.2
전국	26,136.9	2,504.8	28,641.7	8.7

#### 2.1 제1장 장조장 케이블 운반을 위한 국내 관련법규 검토

본 연구과제 수행에 있어 우선적으로 적용되는 국내법을 검토하였다. 대형건설기계의 트레일러에 적재하여 운반하며 도로운송시 적용법규는 도로법과 도로교통법이 있으나 주요 적용법은 도로법이다. 현재 국내에서 시행되고 있는 대형건설기계에 대한 도로운송제도로는 도로법에 의한제한차량 운행제도와 서울시,인천시,경기도의 중차량 운행 제도가 있다. 도로법에 의한 제한차량운행기준은 서울시,인천시,경기도의 중차량운행제도에 비해 엄격하여 도로의 안전은 강화되나 대형건설기계의 운행규제로 산업발전이 저해되는 문제점이 있다. 국내 1등급 교량의 경우 설계하중은 DB24톤 즉 43.2톤이고 동교량의 법정허용통행하중은 40톤이다. 2등급 교량의 경우 설계하중은 DB18톤 즉 32.4톤이고 법정허용하중은 32톤이다. 따라서 도로운행이 제한되는 차량의 중량기준을 40톤으로 정한 것은 1등급 교량의 설계하중을 감안하여 설정한 것이다. 도로법에 따라 도로 운행이 제한되는 기준은 크게 1)차량체원에 대한 기준과 2)중량에 대한 기준이 있다. 차량체원에 대한 기준은 길이가 16.7m, 너비 2.5m 높이 4.0m를 초과하는 경우이며 중량에 대한 기준은 총중량 40톤, 축중량 10톤이 초과되는 경우이다. 특히 대형건설기계를 트레일러에 적재하여 운송할 경우 총중량은 트랙터 및 트레일러의 자중과 15톤이므로 적재가능한 건설기계의 자중은 최대 25톤이다. 그리고 장축 트레일러의 경우 축간거리에 따라 최대 총중량 48톤, 축중12톤 초과사로 완화된 기준을 적용하므로 트레일러에 적재 가능한 건설기계의 자중은 최대 33톤이다.

#### 2.2 운행 제한차량의 기준



그림1 운행제한 차량의 기준

#### 2.3 케이블 운반용 드럼설계

##### 2.3.1.케이블 드럼 설계과약

가.권취량 증가를 위해 드럼폭을 넓힐 경우

[표2 드럼폭 개조설계시]

케이블 외경	IDs	케이블 중량	D/M(mm)				병렬 조수	권취 단수	Cleare nce	권취 조장	NET WT	
			약경	동경	내폭	봉폭						
(Φ)	(mm)	(kg/m)	(D)	(d)	최소DS	(W)	(BW)	(N)	(n)	(C)	(L)	(ton)
127	107.8	30	2930	2200	20.41	6200	145	46	2	128	704	21.12

- 1) 권취시 트레버스 해소를 위한 드럼의 좌우 이동문제를 해결하기 위하여 폭 15m 이상공간 필요 (현 케이블 제조사 공장설비 변경 필요)
- 2) 케이블 드럼의 양 끝단의 이동을 고려하여 2배 이상의 권취 공간이 필요
- 3) 드럼 권취 완료후 크레인을 이용한 드럼 이동시 양쪽에 거는 와이어 각도가 커지기 때문에 드럼 이동작업의 위험성이 높아짐. 와이어의 굵기를 변경(증가) 또는 별도의 방법으로 안전도 증가시켜야 함.

나. 기존 드럼을 이용할 경우

[표3 기존 드럼 사용시]

케이블 외경	IDs	케이블 중량	D/M(mm)				병렬 조수	권취 단수	Clearance	권취 조장	NET WT	
			약경	동경	내폭	봉폭						
(Φ)	(mm)	(kg/m)	(D)	(d)	최소DS	(W)	(BW)	(N)	(n)	(C)	(L)	(ton)
127	107.8	30	3800	2500	23.19	2438	145	17	4	193	632	18.95
140	120.3	30	3800	2500	20.78	2438	145	15	4	146	566	16.99

- 1) 케이블 외경 140mm 는 고내력이 아닌 케이블을 계산한 수치임
- 2) 기존의 드럼은 고내력 케이블이 아닌 케이블을 고려하여 만들어진 것으로 동경이 2500mm(허용곡률반경 20Ds) 이상을 유지해 왔으나 고내력 케이블만을 고려 했을시 동경을 2200mm 까지 줄일수 있다. 단 이 경우 Flange 부분의 보강문제가 필요하다.

다. 기존폭의 드럼 개조 설계시 : (3800 x 2400x 2438)

[표4 기존 드럼 개조 설계시]

케이블 외경	IDs	케이블 중량	D/M(mm)				병렬 조수	권취 단수	Clearance	권취 조장	NET WT	
			약경	동경	내폭	봉폭						
(Φ)	(mm)	(kg/m)	(D)	(d)	최소DS	(W)	(BW)	(N)	(n)	(C)	(L)	(ton)
127	107.8	30	3800	2400	22.26	2438	145	17	5	133	792	23.77

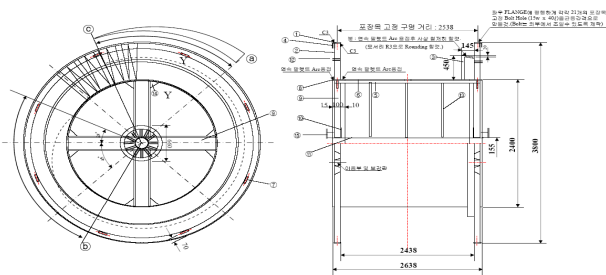
- 1) 약경을 3800mm, 동경을 2400mm로 하고 내폭을 2438mm 로 제작 했을시 clearance를 만족시키고 700 이상의 권취조장을 만족
- 2) 기존의 드럼에서 동경을 2200mm 까지 줄이는 것이 가능

### 2.3.2 케이블 드럼종류 선정검토

가. 기존 드럼 동경개조 (드럼 상차 폭 방향)

개조 드럼의 경우 고내력 케이블만을 전제로 현재 드럼에서 동경을 2400mm(허용곡률반경 20Ds이상)

변경시 케이블 700m 이상 권취 가능, 기존 드럼의 동경만을 개조하는 것으로 공장설비 변경없이 드럼운송, 운반에 지장 없음.



<그림2> 시제작 운반용 드럼설계 도면

### 2.4 장조장 케이블 포설 장비 개발

#### 2.4.1 장조장 케이블 장비개발에 따른 문제점

가. 트레일러 미 개조시

케이블 드럼(24톤), 트랙터(8~9톤), 트레일러(9~10톤)으로 총 중량 43톤중 감소시킬 수 있는 부분이 트레일러밖에 없으며 트레일러 미개조시 도로교통법 제35조 및 도로법 제54조에 의하여 제한중량이 초과되어 법적으로 차량 통행이 제한된다.

#### 나) 트레일러 개조 시

케이블 드럼(24톤), 트랙터(8~9톤), 트레일러(9~10톤)으로 총 중량 43톤중 감소시킬 수 있는 부분이 트레일러밖에 없으며 현재 사용 중인 트레일러(약12M)에 드럼 1대를 상차할 수 있는 케이블 전용 트레일러(약8M)로 개조하여 총중량을 40톤 미만으로 개조.

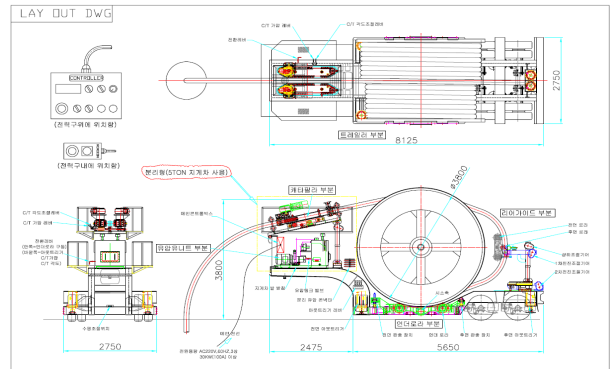
따라서 장조장 케이블운반을 위해서는 도로교통법에 따른 규정(40톤이하)을 준수하여 나)항으로 트레일러를 약 8M로 개조하여 케이블 드럼 운반 전용 트레일러를 사용하여야 함. (8톤 이하)

### 2.5 장조장 케이블 포설 장비 선정

제한 시 장조장 케이블 운반용 드럼은 내폭 방향으로 확대하여 포설 장비의 개발 방향을 설정하였으나 케이블 제조 후 드럼 권취 및 운반, 상하차에 문제가 발생되어 기 사용 중인 드럼의 동경을 축소하여 사용하므로 기존 조장 450m 기준 (16.5톤)에서 장조장 700m(24톤)에 따른 포설 공법 변경이 필요함.

#### 2.5.1 트레일러 일체형 Under roller

도로 교통법에 준하는 케이블 전용 트레일러 사용에 따라 포설에 필요한 장비를 트레일러에 부착시킴으로서 일체형 장비로 케이블 제조 공장에서 케이블 드럼을 장착하여 시공 현장에 운송 후 드럼을 하차 하지 않고 케이블을 트레일러에서 직접 전력구의 케이블 인입구로 포설함.



<그림 3> 트레일러 일체형 언더롤러

### 2.6 중간 평가후 검토사항 적용

2.6.1 전체 높이 4m를 초과하지 않는 드럼제작  
높이 4m를 초과하지 않는 드럼을 제작하려면 드럼 약경이 3600mm 이하가 되어야 하고 3600mm이하로 드럼 약경을 제작할 경우 검토사항은 최소곡률반경을 만족하는 조건하에 최대로 권취 할수 있는 케이블 케이블 조장이다.

2.6.2 총 중량 40톤 이내에서 운반 가능한 케이블 최대조장은 유압 장치 부분과 인출용 캐터필러 부분을 일체형이 아닌 분리형으로 설계변경하였을 경우 총 중량 40톤이내에서 운반가능한 조장은 700m 이다.

### 3. 결 론

본 연구는 케이블 운반용 드럼 개발로 현 시공 중인 표준 규장 400~450M의 케이블 포설을 규장 700M 내외의 장조장 케이블의 시공이 가능하도록 개선하는데 그 목적이 있다. 이와 같은 목적을 달성하기 위하여 먼저 국외의 케이블 포설방법을 조사 하였다. 특히 우리나라의 실정과 매우 흡사한 일본의 장조장 포설 공법에 대하여 조사 하였으나 일본 내 초고압 공사 진행 현장 또는 포설 관련 회사의 정보 입수에 한계를 가졌으며 국내 기존 포설 방법에 대비하여 관련법에 대한 면밀한 검토 및 대책을 분석하였고 그 바탕을 기본으로 하여 장조장 케이블을 시공할 수 있는 드럼을 개발하였으며 장조장 포설장비를 설계하였다. 장조장 케이블 운반용 드럼 설계, 제작 및 운반, 포설 장비, 공법 개발은 국내 다양한 경과지를 갖는 지중선로 건설에 고려해야 할 1차 요소를 극복함으로써 선로의 주위 환경과 특성에 따라 자유롭게 구간 규장을 고려하여 선택 할 수 있을 것이다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사, "지중송전 Cable System", 2002년도
- [2] 전기협동연구 제58권 제1호,
- [3] 대한전기학회 전력케이블 연구회 "2005년 지중송전 케이블 Workshop"
- [4] 한국전력공사 "지중송전 30년사(1971-2004)"