

## 배전선로 가공인입 케이블 중성선 운영방법 개선에 관한 연구

장정일\*  
한국전력공사

### A Study on Neutral Conductor Improvement for 0.6/1kV XLPE insulated Power Cable

Jeong-IL Zhang\*  
Korea Electric Power Corporation

**Abstract** - 0.6/1kV CV 전선은 저압 지중선용 또는 가공저압배전선로 및 복잡한 인입선 정비를 위한 가공인입 간선용으로 사용한다. CV 전선은 내열성이 높고 내약품성 및 내유성이 우수하며 시공에 따른 미관성이 우수하여 가공인입용으로 적용이 증가하는 추세이다.[10] 가공인입용 CV 전선내 전압선과 중성선 단면적은 동일하게 제작, 현장에 적용되고 있다. 본 논문에서는 3상4선식 0.6/1kV CV 전선을 가공인입선에 적용시 중성선의 단면적을 전압선 단면적보다 평균 47%를 축소 개발, 현장에 적용하여 최적으로 중성선을 운영하는 방안을 제시하였다.

### 1. 서 론

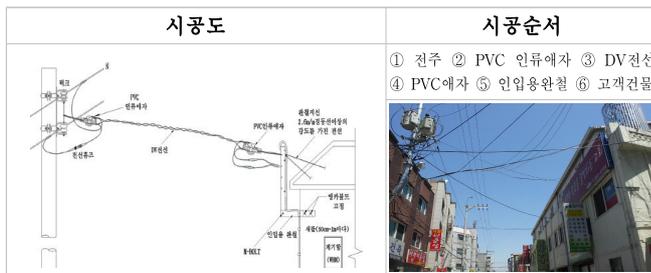
가공 저압전선에서는 전압선과 중성선의 단면적이 다르다. 배전저압 간선은 물론 인입선에도 동일하게 적용하고 있다. 하지만 3상 4선식에 적용되는 CV 전선은 4개의 도체를 개별절연하고 하나의 외피에 일체화하는데 전압선과 중성선의 단면적을 달리한다는 내용은 KS규격에 명시하고 있지 않다. 본 논문에서는 CV 전선의 중성선 단면적을 축소하는 방안, CV를 지지하는 조가선인 메신저 와이어를 중성선으로 대용하는 방안, 메신저 와이어를 대체하는 방안등 중성선 최적운영방법을 제시하여 예산절감과 자원의 효율적인 사용에 탁월한 효과가 있음을 입증하고자 한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 0.6/1kV 저압 가공인입용 전선 시공

##### 2.1.1 DV<sup>주1)</sup> 가공인입선 시공

주택용과 같은 소용량 전력의 인입용으로 주로 시공하는 방법이다.[1][6][7]



<그림 1> DV 저압가공인입 시공

주1) DV : PVC Insulated Service Drop Wire

##### 2.1.2 OW<sup>주2)</sup> 가공인입 시공

DV 전선으로 공급이 불가능한 경우 및 동력과 전등을 공용으로 필요로 하는 곳에 적용한다. OW 전선은 도체가 Cu(구리)재질로 되어 있어 지지물간에 전선을 설치하기 위해서는 바인드로 전선을 애자에 고정시킨다. OW 전선을 활용한 가공인입선 시공절차는 아래와 같다.[2][6][7]

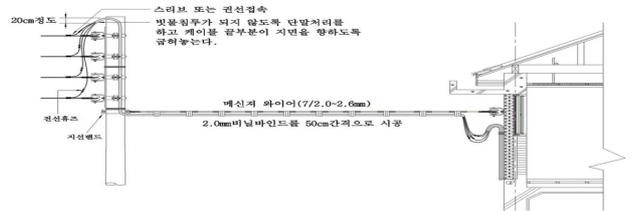


<그림 2> OW 저압가공인입 시공

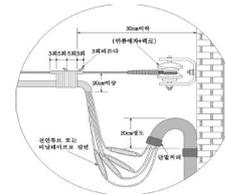
주2) OW : Outdoor Weather Proof Polyvinyl Chloride

##### 2.1.2 0.6/1kV CV<sup>주3)</sup> 가공인입 시공

고객측 건물에 레크를 설치할 수 없거나 외물접촉이 우려되거나 미관을 위해서 OW 전선을 적용하지 못하고 CV 전선을 적용한다. 해외에서는 CV 전선을 주로 사용하고 있는 추세이다. CV 전선은 가교 폴리에틸렌 절연재와 비닐 보호피재(Sheath)로 지지물간에 전선을 설치하기 위해서는 전주측에 지선밴드를 설치하고 가옥측에 1선용 레크와 저압애자를 설치한다. 전주측과 가옥측사이에는 CV 전선을 지지하는 메신저와이어(아연도 절연선 또는 아연도 강연선 7/2.0-7/2.6)을 사용한다. CV 전선 가공인입선 시공 메카니즘은 아래와 같다.[6][7]



시공순서 ① 전주 ② 지선밴드 ③ 메신저와이어 및 CV 전선 ④ 저압인류애자 ⑤ 1선레크 ⑥ 고객건물



[가옥측 시공 상세도]



[현장시공 상태]

<그림 3> CV 저압가공인입 시공

주3) Cross Linked Polyethylene Insulated Polyvinyl Chloride Sheathed

#### 2.2 저압전선 구조와 중성선 단면적

DV, OW, CV 전선 가공인입선 시공방법은 앞서 보았다. 3상 4선 저압 인입에 적용되는 OW와 CV 전선에 대한 중성선 단면적을 아래와 같이 비교하였다.

##### 2.2.1 OW와 CV케이블 구조

<표 1> OW와 CV케이블 구조 비교

명칭	OW	CV	
	Outdoor Weather Proof PVC Insulated Wire	0.6/1kV XLPE Insulated and PVC Sheathed Cable	
	600V 옥외용 비닐 절연전선	0.6/1kV 비닐절연 비닐시스 케이블	
형상			
도체	경동선, 경동연선	연동연선(원형, 압축연선)	
절연체	PVC	XLPE	
외피	-	PVC	
규격	KS C 3313	KS C IEC60502-1	

### 2.2.2 가공 저압인입선 OW와 CV전선 단면적 비교

가공 저압인입선으로 적용되는 OW와 CV전선의 단면적을 비교해보면 <표2>와 같이 OW 경우 중성선의 단면적이 전압선보다 작게 설치하도록 배전설계기준을 운영하고 있으며 현장에도 적용중이다. 반면에 가공인입용 CV전선은 한전규격이나 KS규격에 전압선과 중성선의 단면적을 달리하는 언급이 없다.[5][7][9]

<표 2> 3상4선식 OW 저압인입선 단면적

구분	전선 단면적(mm <sup>2</sup> )				
	22	38	60	100	150
전압선굵기	22	38	60	100	150
1상(접지측 전선굵기)	22	38	60	100	150
3상(중성선 전선굵기)	22	22	38	38	60

한전 설계기준[DS-3300]에서는 중성선 단면적을 차등 적용하고 있다.[6]

<표 3> 3상4선식 CV 케이블 저압인입선 단면적

구분	전선 단면적(mm <sup>2</sup> )					
	25	35	50	70	95	150
3(전압선)	25	35	50	70	95	120
1(중성선)	25	35	50	70	95	120

전압선과 접지선(중성선) 도체 단면적 동일하게 적용하고 있다.

### 2.3 가공인입케이블 “CV 전선” 중성선 최적화 운영 방안

#### 2.3.1 최적 중성선 단면적 [방안1]

IEC 60092-352 Table2 : Insulated earth conductor in flexible cable의 경우 중성선의 단면적을 전압선과 달리하는 방법을 제시하고 있다.[4][8]

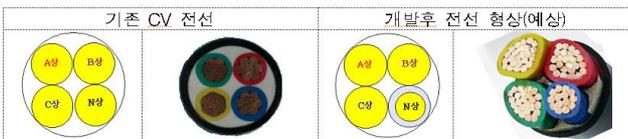
구분	Cross-section Q of associated current carrying conductor (One phase or pole)	Minimum cross-section of earth conductor
1	Q ≤ 16	Same as current-carrying conductor
2	Q ≥ 16	50% of current-carrying conductor, but minimum 16

본 논문에서는 가공인입케이블 중성선 최적화된 면적을 제시한다.[표4]

<표 4> 3상4선식 CV 전선 저압인입선 단면적

구분	도체 단면적 (3상4선식)						
	25	35	50	70	95	120	185
전압선	25	35	50	70	95	120	185
중성선	16	25	35	50	70	95	95
축소율	36%	54%	50%	50%	47%	42%	53%

#### \* 평균 47.625% 중성선 단면적 축소 및 중량감소

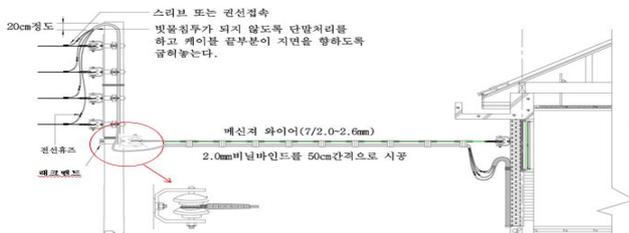


<그림 4> CV 중성선 최적화 단면적 형상

#### 2.3.2 메신저 와이어를 중성선 활용 [방안2]

CV 전선을 전주와 건물간 지지하는 메신저 와이어를 중성선으로 활용하고 CV 전선을 4 Core에서 3 Core로 적용하는 방법으로 전주측 메신저 와이어 시공방법을 개선 아래와 같이 개선한다.[3]

구분	기존	개선
전주측	지선밴드	1선래크 및 저압인류애자 시공
CV 전선	4 Core	3 Core + 메신저와이어(중성선)



<그림 5> 메신저 와이어 중성선 활용

시공은 가능하나 메신저 와이어를 중성선으로 활용시 부하 불평형에 따른 전류가 흘러 CV외피에 접촉 전압이 유기되고 전류가 흐를 수 있다.

#### 2.3.3 메신저 와이어를 ASCR/AW-OW 적용 [방안3]

메신저 와이어를 농사용전선으로 사용중인 ASCR/AW-OW로 적용하고 CV 전선을 4 Core에서 3 Core로 적용하는 방법으로 전주측 메신저 와이어 시공방법을 아래와 같이 개선한다.

구분	기존	개선
전주측	지선밴드	1선래크 및 저압인류애자 시공
메신저와이어	아연도철연선, 강연선	ASRC/AW-OW
전주, 가옥측	지선밴드, 1선래크	양측 1선래크, 인장크램프, 스트랩
VV전선	4 Core	3 Core + 메신저와이어(중성선)

CV전선 1조를 사용하지 않아 예산은 절감되나 작업공정이 증가한다.

### 2.4 가공인입케이블 중성선 최적화 운영 방안 비교분석 및 추진일정

#### 2.4.1 중성선 최적화 운영방안 비교분석

가공인입케이블 중성선 최적화를 위한 1~3방안중 개발이 용이하고 시공성이 우수하며 비용절감효과가 높은 CV 전선의 중성선 단면적을 축소하는 것이 최적의 방안으로 확인되었다.[표1]

<표 5> 방안1, 2, 3 비교분석

구분	장점	단점	비용절감
방안1	개발용이 및 시공성 우수	-	높음
방안2	CV 중성선 불요 및 메신저와이어 활용도 향상	불평형 전력이 PVC외피로 유도	중간
방안3	CV 중성선 불요	시공성 저하	낮음

#### 2.4.2 가공인입케이블 중성선 최적화 케이블 개발 및 적용일정

가공인입케이블 중성선 최적화 기자재 개발 및 시범적용 예정이다.

구분	추진내용	적용일
1	최적화된 중성선 단면적 확정	'15.5(완료)
2	구매규격서 및 시공절차서 제정	'15.5(완료)
3	가공인입케이블 제작 및 관련시험 시행 가공인입케이블 제작의뢰('15.5)	'15. 6~7
4	현장 시범적용	'15. 8

현장 시범적용시 주의사항으로는 중성선 단면적 축소로 선심은 도체와 절연체 사이에 테이프 색상 또는 그 밖의 방법으로 구분되어 전압선(흑색, 백색, 적색 또는 그밖의 색, 단 녹색은 제외), 중성선(만드시 녹색)구분이 되어서 시공현장 검수시 확인이 가능해야 한다. 한편 최근 저압 가공전선 간선의 중성선 단면적을 표2와 달리 전압선과 동일하게 하려는 연구가 진행중이나 본 논문은 가공인입선과 관련된 사항으로 다르다 할 수 있다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 0.6/1kV 가공인입케이블 중성선 최적운영방안으로 1) CV전선 중성선 단면적을 축소하는 방안 2) 메신저와이어를 중성선으로 활용하는 방안 3) 메신저와이어를 대체하는 방안을 제시하였다. 분석결과 가장 경제적이고, 시공편의성과 국제규격의 부합화 등을 고려할 때 3상4선식 저압가공인입용 CV전선의 중성선 단면적을 평균47% 최적적으로 축소시키는 것이 가장 바람직함을 알 수 있었다. 중성선 단면적 축소는 CV 전선에 사용되는 Cu(구리)의 양을 줄여줌으로써 자재원가를 절감하여 경제적이며 CV전선의 중량이 줄어들어 시공편의성이 있다. 또한 사용자재를 줄여줌으로써 경제적인 효과도 있다 할 수 있다. 현재는 CV전선이 제작중으로 '15년 8월 현장에서 중성선 단면적이 축소된 가공인입용 CV 전선을 볼 수 있을 것으로 사료된다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 한전, DV 표준구매 규격서, 품질경영처, 2014. 6
- [2] 한전, OW 표준구매규격서, 품질경영처, 2014. 6
- [3] National Electrical Safety Code(Hand Book), McGrawHill, 2012
- [4] National Electrical Code (2011), NFPA, 2011
- [5] 한전, 설계기준 DS-3300 전선과 가선, 품질경영처, 2014. 9
- [6] 한전, 설계기준 DS-3700 인입선, 품질경영처, 2014. 9
- [7] 한전, 배전설비1권 8장 인입선공사, 277p~321p, 2011.12
- [8] IEC, 60092-352, 12p, 2005.09
- [9] KS C IEC 60502-1, 5p, 2013