22.9kV-Y 배전계통에서의 22kV CV 케이블

윤 철 섭
(한국전기안전공사 조사통계과장)

Ⅰ. 서 론

지중전선로는 가공전선로에 비하여 건설단가도 높고 설치 작업이 복잡하며, 사고발생시 수리가 어렵다. 또한 유도장해가 많이 발생된다는 단점이 있으나, 뇌(雷) 등 외부영향이 적고 정전사고 감소로 인한 전력의 질을 높힐 수 있으며, 도시의 미관과 감전사고를 감소시킬 수 있다는 장점과 함께 유도장해를 저감시키는 기술향상으로 대도시를 중심으로 점차 지중화가 확산되고 있다.

우리나라의 배전전압은 서울시 일부지역 및 섬 등 도서지역을 제외하고는 대부분 22.9kV-Y 다중접지 배전방식을 채택하여 사용하고 있다.

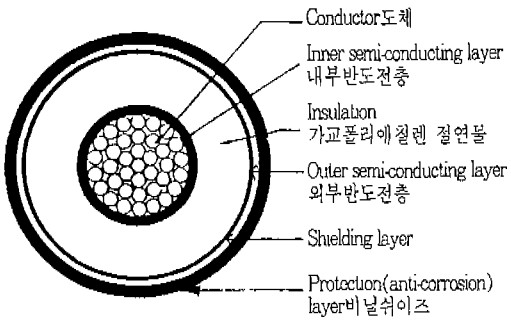
현재의 자가용 수용가에서 지중 인입전선로로 사용하고 있는 케이블의 시설은 내선규정에서 22.9kV-Y 다중접지 계통선로에서는 CN-CV 케이블을, 22kV-△ 비접지 계통선로에는 CV 케이블을 사용할 것을 정하고 있다.

또한, 한국전력에서는 서울 일부지역에서 사용하고 있는 22kV-△ 비접지 배전방식을 점차 22.9kV-Y 다중접지 배전방식으로 변경을 계획하고 있어, 자가용 수용가에서 기존에 설치 사용하고 있는 인입용 CV 케이블의 사용 여부는 큰 관심사라 아니할 수 없다. 22kV-△ 비접지 배전계통에서 22.9kV-Y 다중접지 배선계통으로 변경될 경우 기존에 설치된 22kV용 CV 케이블을 어떻게 하여야 하는 것이 좋은

가를 기술적인 측면에서 검토해 보기로 한다.

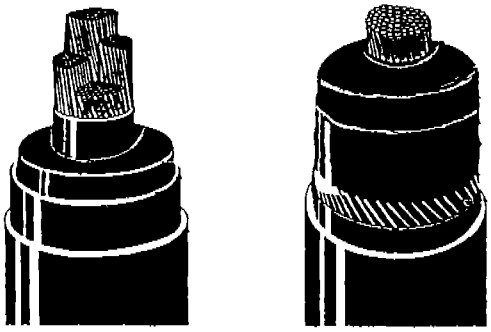
II. CV 케이블과 CN/CV 케이블의 구조

1. CV 케이블 단면도



※ CN/CV는 금속 Sheath 대신 전선(Wires)으로 되어 있음

2. CV 케이블의 구조 3. CN/CV 케이블의 구조



III. 케이블의 전기적 특성

1. Sheath 유기전압과 Sheath 손

1.1 Sheath 유기전압

단심 케이블에 교류전류를 흘리면 전자유도 작용으로 금속 Sheath의 길이 방향으로 전압이 유기된다. 이 전압은 케이블의 길이와 통전전류에 비례하여 증가하게 된다.

이때 Sheath에 유기되는 전압을 V_s라 한다면

$$V_s = jXmI\,[V/km] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (식\ 1)$$

이 된다.

※ I : 도체에 흐르는 전류[A]

Xm : 도체와 Sheath 사이의 상호 Reactance [Ω/km]

상호 Reactance Xm은 케이블의 배열에 따라 그 값이 다르게 되는데, 1회선이고 이론적으로 정삼각형 배열이라면

$$Xm \fallingdotseq 4\pi f \, Ln\frac{s}{r} \times 10^{-4}\,[\Omega/km] \quad \cdots\cdots\cdots (식\ 2)$$

가 된다.

※ s : 케이블 중심간의 거리 [mm]

r : 금속 Sheath의 평균반경 [mm]

f : 주파수 [Hz]

1.2 Sheath 손

케이블 양단의 Sheath에 접지하였을 경우에는 유기전압 V_s에 의해 순환전류가 흘러서 Sheath 손이 발생하게 되는데 Sheath에 흐르는 전류를 I_s, 손실을 W_s라 한다면

$$Is = \frac{Xm}{\sqrt{Xm^2+Rs^2}} \times I\,[A] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (식\ 3)$$

$$Ws = \frac{Rs \cdot Xm^2}{Xm^2+Rs^2} \times I^2\,[W/km] \quad \cdots\cdots\cdots (식\ 4)$$

가 된다.

※ Rs : Sheath의 저항 [Ω/km]

이 밖에 금속 Sheath 손으로는 케이블축에 직각으로 발생하는 Sheath 과전류손이 있으나 매우 작아 본문에서는 무시하기로 한다.

Sheath 손은 전력손실을 초래하고, Impedance를 증가시키는 요인이 되며, 발생되는 열 때문에 송전용량을 감소시킨다. 또한 케이블 길이가 길게 되면 Sheath 손에 의한 열손실이 Sheath는 물론 케이블의 절연체를 손상시키는 원인이 되고 있다.

2. CV 케이블의 금속 Sheath 접지

케이블의 Sheath는 일반적으로 고장시의 Sheath 유기전압을 경감시키고, 고장전류를 대지로 방류시키기 위하여 케이블의 말단 또는 중간 접속부에 접

지를 한다. 단심 케이블의 경우 긍장이 짧으면 인입 또는 말단 1개소에 접지를 하면 되지만, 긍장이 긴 경우 1단접지를 한다면 비접지단 쪽의 Sheath 대지 전압이 커져서 안전상의 문제가 야기된다. 이런 문제를 해결하기 위해 2개소 이상의 지점에 접지를 하게 되면 Sheath에 발생되는 순환전류에 의해 Sheath 손이 증가하여 송전용량이 감소하게 되고 케이블의 손상 위험이 높게 된다. 그러므로 케이블의 금속 Sheath의 접지방법에는 기술적인 검토가 필요하다.

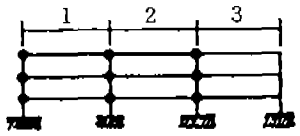
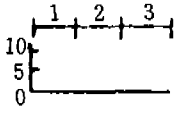
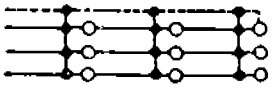
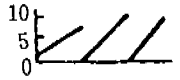
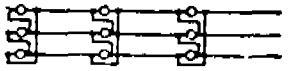
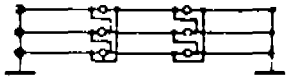
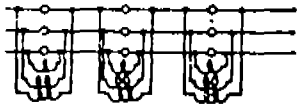
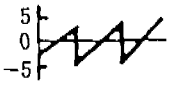
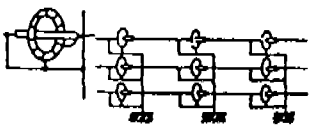
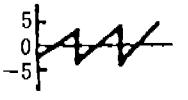
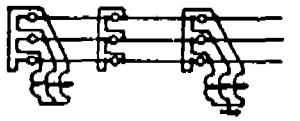
케이블의 금속 Sheath 접지방법에는 앞에서 설명한 바와 같이 짧은 긍장의 선로에서 가장 널리 사용되는 1단접지 방법, 케이블 양단에 접지하는 완전접지방법이 있으며 비교적 선로의 길이가 긴 배전선로에서는

- -보조선에 의한 bond 접지방식
- -연속 Cross bond 접지방식
- -직렬 Impedance bond 접지방식

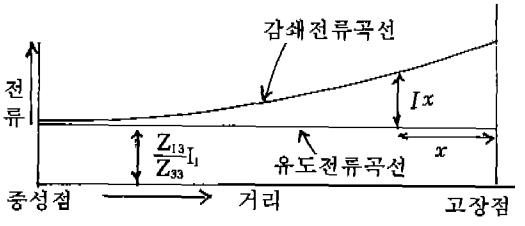
등이 있으며 자세한 내용은 그림 1과 같다.

3. CV케이블의 금속 Sheath 통전능력

금속 Sheath의 고장전류(통전전류) 계산에는 R.C

접지방식	bond 방법	운전시의 금속 Sheath 전압	특 징
완전접지방식 (Soild bond 방식)			긴 케이블로서 접지하면 Sheath 손을 발생한다.
보조선에 의한 bond 방식			bond선이 끊어지면 Sheath가 떠서 위험하다. 동일관로에 3심 케이블이 없으면 고가로 된다.
연속 Cross bond 방식			각 Span의 케이블장이 다르면 연가로 상살되지 않고 남아서 전장에 전류가 흘러 Sheath 전압이 올라간다.
Cross bond 방식			Sheath 전압·전류는 완전접지방식에 비해 적다. 절연접지부수는 연속 Cross bond 방식의 2/3면 된다.
직렬 Impedance bond 방식 (접지변압기 방식)			Sheath 전위는 유기전압의 1/2이다. 포화철심을 사용하면 고장시의 과전압에 대한 Impedance가 얕게 된다. 공사비가 많이 들고 이상전압 전류의 가능성이 있다. 저항접지식도 있다.
단상변압기 접지방식			직렬 Impedance bond 방식과 같은 결점이 있다.
연속 Cross bond reactor 방식			연속 Cross bond와 직렬 Impedance bond와의 사용방식이다.

<그림 1> 케이블 접지의 여러가지 방법



<그림 2> CV케이블의 금속 Sheath로 흐르는 고장전류의 분포곡선

<표 1> CV케이블 굵기별 금속 Sheath의 실효 단면적

케이블의 종류	금속 Sheath 실효 단면적	비 고
325 ㎟ 1C	10.24 ㎟	주 1) 0.1㎜동테이프 1/4중권 임
250 ㎟ 1C	9.54 ㎟	
200 ㎟ 1C	9.29 ㎟	
150 ㎟ 1C	8.46 ㎟	주 2) 단, 원형압축 전선을 기준으로 하였음
100 ㎟ 1C	7.75 ㎟	
60 ㎟ 1C	7.05 ㎟	

Milden의 식과 미국절연전선협회(ICEA P-32-382)에 의한 계산식이 있으나 본문에서는 ICEA에 의한 계산을 이용하여 설명하기로 한다.

케이블의 절연파괴 등 고장이 발생되었을 때 고장전류는 금속 Sheath로 흐르게 되며 이때 고장전류를 If라 하면

$$If = Ix + \frac{Z_{13}}{Z_{33}} I_1 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (식\ 5)$$

가 된다.

※ Ix : 금속 Sheath로 귀로하는 전류(감쇄전류)

I_1 : 1선 지락전류

Z_{13} : 금속 Sheath의 대지귀로 자기 Impedance

Z_{33} : 상도체와 금속 Sheath의 대지귀로 자기 Impedance

$\frac{Z_{13}}{Z_{33}} I_1$: 상도체에 흐르는 고장전류에 의해 금속 Sheath에 유도된 유도전류

금속 Sheath에 고장전류가 장시간 흐르게 되면 열에 의해 Sheath는 물론 케이블의 절연체가 손상을 입게 된다.

사고시간으로부터 일정시간 후에는 보호장치가 동작하여 고장전류를 제거하게 되는데 CV 케이블의 금속 Sheath는 이를 최소한 견디어 낼 수 있는 능력이 있어야 한다.

금속 Sheath의 통전능력(단시간 정격)을 If라 하면

$$If = \sqrt{\frac{0.115 \log \frac{T_2+234}{T_1+234}}{t}} \times A\,[kA] \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (식\ 6)$$

가 된다.

※ T_1 : 금속 Sheath의 초기온도(85℃)

T_2 : 금속 Sheath의 최대허용온도(120~230℃)

t : 통전시간 [sec]

A : 금속 Sheath의 실효단면적[㎟]

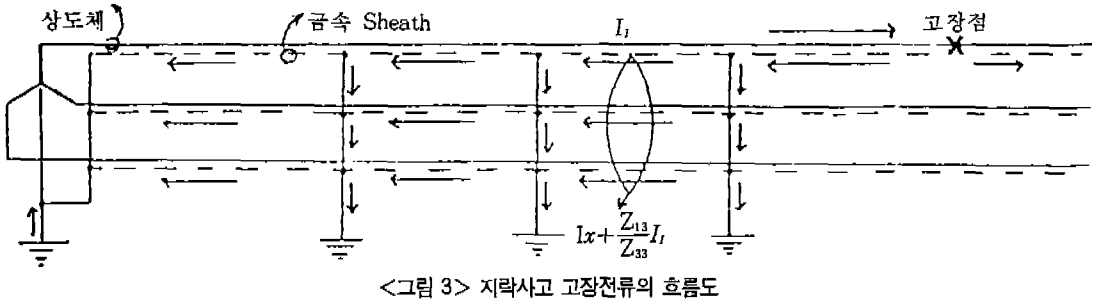
$$A = \pi \times b \times dm \sqrt{\frac{100}{2(100-L)}}\ [㎟] \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (식\ 7)$$

가 되며 굵기별 금속 Sheath의 실효 단면적은 표1과 같다.

※ b : Sheath Tape 두께(㎜)

dm : Shield Tape 평균 직경(㎜)

L : Shield Over Lap 비율(%)



<그림 3> 지락사고 고장전류의 흐름도

<표 2> 22kV 가교 폴리에칠렌 절연비닐피복 단심케이블(CV－1C)별 일반규격

22kV XLPE Insulated PVC Sheathed Cable(Single Core)

도체 Condutor			가교폴리에틸렌절연두께 XLPE insulation thickness mm	외부반도전층두께 Outer semi-conductive thicknss mm	차폐용동테이프두께 Copper tape thickness mm	비닐피복두께 PVC Sheath thickness mm	완성품바깥지름(약) Overall dia. (Approx) mm	최대도체저항 Max. Conductor resistance (20℃) Ω/km	시험전압 Test voltage (AC) kV	최소절연저항 Min. Insulation resistance (20℃) MΩ－km	최대정전용량 Max. Capacifance μF/km	표준길이 Standard length m
공칭단면적 Nominal cross-sectional area mm²	구성 소선수/소선지름 No. of wire/wire dia. No./mm	바깥지름 Outer dia. mm										
38	7/2.6	7.8	8.0	1.0	0.1	2.5	31	0.487	44	3,000	0.18	150
	원형압축	7.3				2.4	30	0.481				
60	19/2.0	10.0	8.0	1.0	0.1	2.5	33	0.303	44	3,000	0.21	150
	원형압축	9.3				2.4	32	0.305				
100	19/2.6	13.0	8.0	1.0	0.1	2.5	36	0.180	44	2,500	0.25	150
	원형압축	12.0				2.5	35	0.183				
150	37/2.3	16.1	8.0	1.0	0.1	2.5	39	0.118	44	2,000	0.29	150
	원형압축	14.7				2.5	38	0.122				
200	37/2.6	18.2	8.0	1.0	0.1	3.0	42	0.0922	44	2,000	0.32	150
	원형압축	17.0				2.7	40	0.0915				
250	61/2.3	20.7	8.0	1.0	0.1	3.0	45	0.0722	44	2,000	0.35	150
	원형압축	19.0				2.8	43	0.0739				
325	61/2.6	23.4	8.0	1.0	0.1	3.0	47	0.0565	44	1,500	0.38	150
	원형압축	21.7				2.9	45	0.0568				
400	61/2.9	26.1	8.0	1.0	0.1	3.0	52	0.0454	44	1,500	0.41	150
	원형압축	24.1				3.0	50	0.0462				
500	61/3.2	28.8	8.0	1.0	0.1	3.0	54	0.0373	44	1,000	0.45	100
	원형압축	26.9				3.0	52	0.0369				
600	91/2.9	31.9	8.0	1.0	0.1	3.5	61	0.0304	44	1,000	0.43	100
	원형압축	29.5				3.3	58	0.0308				
800	127/2.8	36.4	8.0	1.0	0.1	3.5	65	0.0234	44	1,000	0.48	100
	분할압축	34.0				3.5	62	0.0231				
1000	127/3.2	41.6	8.0	1.0	0.1	3.5	69	0.0179	44	1,000	0.53	100
	분할압축	38.0				3.5	65	0.0187				

4. 22.9 kV－Y 다중접지 배전방식에서의 CV 케이블

CV케이블을 다중접지계통에 사용하기 위하여는

- CV 케이블의 금속 Sheath가 사고시 고장전류를 충분히 흘릴 수 있어야 하고
- 단상부하에 대하여는 부하전류를 충분히 흘릴 수 있어야 하며

– 인근에 포설된 통신선로에 대하여 유도장해를 일으키지 않아야 된다

이러한 조건을 하나하나 검토하여 보기로 하자.

4.1 CV케이블의 금속 Sheath의 단시간 허용전류

1선 지락사고가 발생되면 지락전류는 금속 Sheath와 대지를 통해 변압기 중성점으로 귀로하는데 금속 Sheath를 통해 흐르는 전류의 크기는

– 상도체에 흐르는 고장전류에 의해 유도된 유도전류(이 전류가 케이블의 차폐효과를 나타냄)

– 대지로 유입된 전류중 케이블의 금속 Sheath로 귀로하는 감쇄전류(이 전류가 분로효과를 나타냄)의 합으로 나타난다.

따라서 금속 Sheath에 흐르는 평균전류를 식으로 나타내면

$$Ix + \frac{Z_{11}}{Z_{33}} I_1 \quad (Ix는\ 감쇄전류의\ 평균치)$$

로 계산식은 다음과 같다.

$$= \frac{1}{r(l_2 - l_1)} (I_1 + I_2)\left(1 - \frac{Z_{13}}{Z_{33}}\right) \times \frac{\mathrm{Sinhr}\ l_2 - \mathrm{Sinhr}\ l_1}{\mathrm{Coshr}\ l - \mathrm{sinhr}\ l} + \frac{Z_{13}}{Z_{33}} I_1 \Bigg\}$$

$$= I_1 \left\{\frac{I_1 + I_2}{I_1} \cdot \frac{1}{r(l_2 - l_1)} \times \frac{\mathrm{Sinhr}\ l_2 - \mathrm{Sinhr}\ l_1}{\mathrm{Coshr}\ l + \mathrm{Sinhr}\ l} \cdot \left(1 - \frac{Z_{13}}{Z_{33}}\right) + \frac{Z_{13}}{Z_{33}}\right.$$

$$= I_1 \{(1 - K_{32}) \cdot K_{31} + (1 - K_{31})\}$$

$$= I_1 (1 - K_{31} \cdot K_{32}) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (식\ 8)$$

고장점에서 전원측으로 첫번째 지점까지의 Sheath 전류는 고장난 상의 Sheath에단 흐르는 크기의 고장전류와 거의 동일하게 된다.

3장의 식 6에서 설명한 바와 같이 금속 Sheath의 고장전류 통전능력은

$$If = \sqrt{\frac{0.115 \log \frac{T + 234}{T + 234}}{t}} \times A\,[kA]가\ 된다.$$

위의 계산식에서의 케이블의 최고 허용온도를 채택하는 방법에는

–절연체의 단시간 허용온도(230℃)를 채택하는 경우

–비닐피복의 단시간 허용온도(120℃)를 채택하는 경우

–절연체의 단시간 허용온도와 비닐피복의 단시간 허용온도 중간치를 채택하는 경우가 있는데 절연체가 손상받지 않는 것을 전제로 케이블의 비닐피복이 다소 변형이 있더라도 사용에는 큰 문제가 없기 때문에 대부분 절연체 단시간 허용온도(230℃)를 채택하고 있다.

<표 3> 전선굵기별–통전시간별 단시간 허용전류

굵기(㎟) \ 통전시간(Hz)	8	9	10	12	15	18
32	3,842	3,322	3,436	3,136	2,806	2,561
200	3,486	3,286	3,118	2,846	2,545	2,323
150	3,174	2,993	2,839	2,592	2,316	2,116
60	2,908	2,741	2,601	2,374	2,124	1,938

※ 단 위의 계산값은 표 2의 규격에 의해 계산한 수치임

최고 허용온도를 230℃로 기준으로 하고 전선의 굵기를 325㎟(원형압축전선)로 가정할 경우 금속 Sheath의 통전능력(단시간 허용전류)

$$If = \sqrt{\frac{0.115 \log \frac{230 + 234}{85 + 234}}{t}} \times 10.24$$

$$= \frac{0.137}{\sqrt{t}} \times 10.24\,[kA]가\ 되며$$

※ 이때 단면적 A는

$$A = \pi \cdot b \cdot dm \cdot \sqrt{\frac{100}{2(100 - L)}}$$

$$= \pi \times 0.1 \times 40 \times \sqrt{\frac{100}{2(100 - 25)}}$$

$$= 10.24[㎟]가\ 된다.$$

다중접지 배전계통에서 지락사고가 발생하게 되면 변전소의 지락보호계전기(순시요소)가 동작하여 차단기를 트립하게 되는데, 만약 수용가의 차단기 또는 PF(전력용 퓨즈)가 동작하지 않는 것을 가정할 경우, 변전소에서의 사고발생시부터 제거시간까지의 총소요시간은 대략 다음과 같다.

◆ 총 동작시간 : 8~9Hz

–보호계전기 순시요소 동작시간 : 2~3Hz

–폐쇄계전기 동작시간 : 1Hz

–차단기 트립 동작시간 : 5Hz

예를 들어 한국전력의 변전소 주변압기가 45/60MNA이고 접지저항이 2Ω이라고 생각할 때 금속 Sheath로 분로하는 전류는 1650~3050A로 보호계통에서의 동작시간이 8~9Hz라면 200㎟ CV 케이블의 단시간 허용전류가 3286~3486A로 통전능력이 충분한 것으로 밝혀졌다.

200㎟ 이하 케이블의 경우에는 케이블 1차에 PF 설치 등으로 충분히 통전능력을 보강할 수 있으며 자가용 수용가는 접지저항 및 선로저항 등을 고려할 때 어느 정도 고장전류가 작게 되므로 비교적 수전용량이 소규모인 수용가의 경우 22.9kV 다중접비 배전계통으로 변경되어도 CV 케이블 단시간 허용전류에 대해 기술적으로 커다란 문제는 없는 것으로 나타났다.

4.2 CV케이블의 금속 Sheath의 연속허용전류

케이블은 가공선과 달라 온도상승이 절연체의 절연성능과 수명에 직접 영향을 준다.

케이블에 전류가 흐르면 도체의 Ohm 손, Sheath 손 및 유전체 손이 발생되고 이들에 의한 발열량이 케이블 표면에서 방산하는 열보다 크면 케이블의 온도는 상승하게 된다.

케이블의 온도가 상승하면 열방산량의 비율은 그만큼 크게 되고 양자가 같을 때의 온도를 케이블의 허용전류라 한다.

금속 Sheath의 연속허용전류는 도체에 흐르는 부하전류의 크기에 따라 변화하게 되는데

- 부하전류가 커지게 되면 금속 Sheath의 허용전류는 작게 되며
- 부하전류가 작아지면 금속 Sheath의 허용전류가 커지게 된다.

금속 Sheath의 연속허용전류를 고찰하기 위해서는 부하전류가 커짐에 따른 금속 Sheath와 허용전류의 감소에 대한 이론적 검토와 함께 유도전압에 의한 순환전류 불평형률에 의한 전류도 함께 고찰하여야 할 것이다.

○ 유도전압에 의한 순환전류

정상상태에서도 케이블 도체에 전류가 흐르면 금속 Sheath에는 전압이 유기되는데 식 1에서 설명한 바 있다.

CV 케이블을 22.9kV－Y 배전방식에 사용하려면 양단에 접지하게 되는데 이때 유도전압에 의해 순환전류가 흐르게 된다.

이 순환전류가 금속 Sheath의 허용전류치보다 크게 되어서는 안될 것이다.

예를 들어 계산하여 보면 케이블 200㎟이고 길이가 300㎜, 부하전류가 365A라면 케이블 Sheath에 유도되는 전압 Vs는

$$Vs = jXmI = j4\pi f \frac{s}{r} \times 10^{-4} \times l \times I$$

$$= j4\pi \times 60 \times \mathrm{Ln}\frac{40}{17.6} \times 10^{-4} \times 300 \times 10^{-3} \times 365 = 6.79V$$

양단접지를 했을 경우 Sheath에 흐르는 순환전류 Is는

$$Is = \frac{Xm}{\sqrt{Xm^2 + Rs}} \quad I = \frac{0.0186}{\sqrt{0.0186 + 0.557}} \times 365 \fallingdotseq 12.18A$$

표 4의 케이블별 Sheath 순환전류를 비교하여 보면 케이블 굵기가 일정하다면 길이와 관계없이 부하전류에 비례한 순환전류가 흐른다는 것을 알 수 있다.

<표 4> 케이블별 Sheath 순환전류 계산값

굵 기	허용전류	Xm[Ω/kA]	Rs [Ω/kW]	Vs[V]	Is[A]
325㎟	475 A	0.061	1.683	28.98	17.20
250 〃	475 A	0.063	1.807	26.78	14.81
200 〃	365 A	0.062	1.856	22.63	12.18
150 〃	325 A	0.063	2.038	20.48	10.04
100 〃	250 A	0.064	2.225	16.00	7.19
60 〃	195 A	0.064	2.446	12.48	5.10

단, － 케이블 길이는 1㎞을 기준으로 함
－ 부하전류는 허용전류로 계산함
－ 허용전류는 6,600V 폴리에틸렌 절연비닐외장케이블 허용전류치를 기준으로 하였음

케이블 금속 Sheath 허용전류는 일반전선의 허용전류를 구하는 방법과는 달라 케이블 자체 및 관로의 열저항, 도체손실 등을 감안하여 구하게 되는데, 허용전류를 구하는 공식은 다음과 같다.

$$\text{케이블 1상 허용전류 } In = \frac{\text{허용손실[W/㎞]}}{\text{Sheath의 저항 [Ω/㎞]}}[A]$$

<표 5> 부하전류에 따른 금속 Sheath(CV Cable 325㎟ 기준) 연속허용전류

부하(kW)	부하전류(A)	3상 Sheath 허용전류(A)	3상 Sheath 허용전류 / 부하전류 (%)
5,000	140	3 × 29.5	63.2
6,000	168	3 × 27.8	49.6
7,000	196	3 × 25.8	39.5
8,000	224	3 × 23.2	31.1
9,000	252	3 × 19.8	23.6
10,000	280	3 × 15.2	16.3

……(식 10)

- 일반전선의 허용전류 간이계산식

  허용전류 $In = (92 \times A)^{-1.6}$ [A]……(식 11)

  ※ A : 전선의 단면적[㎟]

식 10에 의해 계산된 부하용량별 허용전류인 표 5와 표 6을 참고할 때 연속 허용전류 값은 충분한 것으로 나타났다.

○ 불평형에 의한 연속허용전류

부하량의 증가에 따라 저항손, 유전체손 및 Sheath 손이 증가하게 되고 이에 따라 Sheath의 연속허용전류는 감소하게 된다.

금속 Sheath의 연속허용전류는 부하의 불평형 정도를 고려하게 되는데 일반적으로 30% 이내로의 운전조건을 검토하여야 한다.

325㎟ 기준으로 CV 케이블을 관로 포설시 부하전류 크기에 따른 허용전류를 살펴보면 표 5와 같게 된다.

표 5와 같이 325㎟을 기준으로 하여 볼 때 부하용량이 8,000kW까지는 불평형 전류에 의한 연속허용전류도 충분하나 9,000kW 이상의 부하용량의 수용가는 불평형에 의한 연속허용전류에 대한 검토가 필요할 것이다. 수용가 대부분은 삼상 평형부하인 것을 감안한다 하더라도 최소한의 불평형률 15%를 생략하면 10,000kW 이상의 부하에는 CV 케이블 사용이 곤란할 것이다.

일반적으로 소용량 수용가인 경우에는 CV 케이블 사용이 불평형에 의해 연속허용전류에는 영향을 거의 받지 않는다고 보나 10,000kW가 넘는 대용량 수용가에는 불평형에 의한 Sheath 연속허용전류를 검토하여야 할 것이다.

<표 6> CV 60㎟ 부하전류에 따른 금속 Sheath의 연속허용전류(1선직매)

부하(kW)	부하전류(A)	3상 Sheath 허용전류(A)	3상 Sheath 허용전류 / 부하전류 (%)
1,000	28	50.9	181.8
1,500	42	50.3	119.8

4. 3 유도장애

22kV CV 케이블의 금속 Sheath를 중성선으로 이용하여 다중접지방식으로 변경시키면 중성선에 흐르는 불평형 전류중 대지귀로분에 의하여 통신선에 유도장해가 발생된다. 유도장해를 받는 통신선은 시내통신선과 중계 통신선이 있는데 자가용 수용가에 사용하는 인입 지중 케이블은 대부분 긍장이 짧으므로 통신 장해를 무시해도 무방할 것이다.

또한 CV 케이블의 각종 차폐계수가 OC전선(중성선 95㎟의 경우)의 차폐계수와 비슷하고 다중접지 가공전선로가 유도장해에 별 다른 문제점 없이 운전되고 있는 점을 주의할 필요가 있겠다.

V. 결 론

앞에서 검토한 22.9kV-Y 다중접지계통에서의 CV 케이블 사용은 전기안전관리대행 수용가 등 비교적 부하용량이 적은 수용가로 기존에 시설된 설비를 대상으로 하였으며 신설되는 수용가의 설비는 검토 대상이 아님을 밝히며 부하용량이 큰 수용가에 대해서는 더 많은 기술적인 검토가 필요하다.

22kV-△ 배전계통의 자가용 수용가 지중인입선으로 사용하고 있는 CV 케이블은 배전계통이 22.9 kV-Y 다중접지방식으로 변경되더라도 계속 사용하여도 기술적으로 큰 문제점은 없는 것으로 나타났으나, 가능하면 CN/CV 케이블로 교체 사용하는 것이 바람직하며 지락시 막대한 고장전류로 인한 사고와 불평형이 심화될 경우 케이블 손상의 우려가 있으므로 다음과 같이 설비를 보강하는 방법을 제시한다.

○ 보조접지선 (중성선)을 추가 시설한다

22kV-△ 비접지 배전계통에서 긍장이 짧은 지중

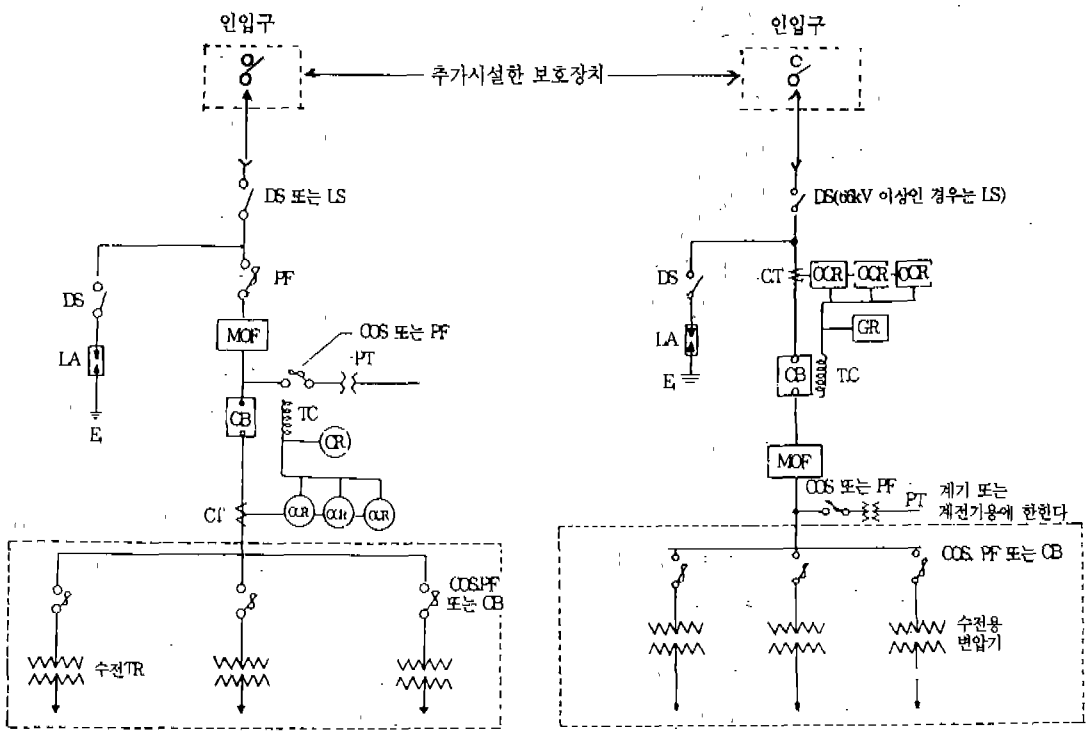
전선로에서는 지중인입선로에서는 1단에 접지하는 경우가 많다. 22.9kV－Y 다중접지계통으로 변경될 경우에는 배전계통의 중성선과 공결되지 않아 인입 전선로 및 수전설비에서 지락사고가 발생될 경우 막대한 지락전류로 인해 유도장해 등 많은 피해가 우려되므로 보조 접지선을 이용하여 한전 중성선과 수용가 전기설비의 접지선과 연결하여야 한다.

CV 케이블 3선만을 직접 매설하였거나 관로 매설하였다면 도심에서는 보조접지선을 추가 시설하는 것은 현실적으로 많은 어려움이 있다. 또한 보조접지선을 추가로 시설하여도 금속 Sheath의 고장전류 통전능력은 개선되지는 않으나 불평형에 의한 전류의 분로, 케이블 이외의 수전설비에서의 고장전류의 귀로를 위해 적정 용량의 보조접지선을 추가 시설하여야 한다.

CV 케이블 1C－4선을 설치하였을 경우에는 사용하지 않는 1선을 보조접지선으로 이용할 수 있다.

o 인입 케이블 1차에 보호장치의 추가시설이 요구된다

인입케이블 및 수전설비에서 지락사고 등 고장이 발생되었을 경우에는 케이블 금속 Sheath을 통해 막대한 지락전류가 흐르게 된다. 대부분의 자가용 수용가의 인입용 케이블은 대부분 200㎟ 미만으로 고장시 금속 Sheath의 단시간 정격에 견딜 수 있는 보호시간대 영역에 두기 위해 인입 케이블 1차에 차단시간이 짧은 PF 등 보호장치를 추가로 설치하는 것이 매우 바람직하다.

4. 1장에서는 변전소의 고장 제거시간을 8~9Hz로 보았으나 실제로는 이보다 지연될 것을 예상할 필요가 있겠다.

【보호장치 시설의 예】