

지압 절연전선의 허용전류 계산을 위한 열적 파라메타 검토

정성환 남기영 이재덕 최상봉 류희석  
한국전기연구원

The Investigation of the Thermal Parameters of Calculating Ampacity of Low-Voltage Insulated Cables

S. H. Jeong K. Y. Nam J. D. Lee S. B. Choi H. S. Ryoo  
Korea Electrotechnology Research Institute

**Abstract** - Recently KS standards being kept in step with IEC standard in electrical safety. This paper examines thermal parameters of KS C IEC 60364-5-523(2002) to calculating the ampacity of insulated cable at 1kV below.

1. 서 론

1kV 이하 절연전선의 허용전류는 IEC 60364-5-52에서 산정하도록 하고 있다. 국내에서는 KS규격의 국제 규격화에 따라 IEC 규격으로 부합화됨으로 인해서 전기용품안전관리법과 한전의 600V 폴리에틸렌 케이블 관련 규격에 따라 <표 1>과 같이 공칭단면적이 변경되고 있다.

<표 1> 공칭단면적의 변경 내용 [mm<sup>2</sup>]

구KS	22	38		60		100	150	200	250	325	400
KS(IEC)	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400

<표 1>에 따라 한전의 경우 <표 2>와 같이 공칭단면적을 변경해서 사용할 예정이며, 케이블의 공칭단면적의 변경에 따라 기존의 슬라브, 접속탭 및 동관단자와 같이 금구류의 호환성을 고려하지 않을 수 없게 되었다.

<표 2> 한전의 공칭단면적 변경(안) [mm<sup>2</sup>]

구KS	22	38		60		100	150		200	250	325	400
	↓	↓		↓		↓			↓	↓	↓	
KS(IEC)	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	300	400

본 논문은 KS 규격의 국제 규격으로 부합화에 따라 절연전선의 허용전류를 산정함에 있어서 검토되어야 할 내용을 정리하였다.

2. 본 론

KS C IEC 60364-5-523(2002)에 따르면 절연전선의 허용전류는 <표 3>에서 제시하는 허용온도에 대하여 IEC 60287 규격에 따라 계산하도록 하고 있다.

$$I = \sqrt{\frac{\theta_c - \theta_a - W_d(T_1/2 + T_3 + L_f T_4)}{nR[T_1 + (1 + \lambda_1)(T_3 + T_4) ]}} \quad (1)$$

여기서, R = 교류도체저항 [Ω/m]

λ<sub>1</sub> = 시스 손실율

L<sub>f</sub> = 부하손실율

θ<sub>c</sub> = 도체최고허용온도 [℃]

θ<sub>a</sub> = 주변온도 [℃]

W<sub>d</sub> = 유전체 손실 [W/m]

T<sub>1</sub> = 절연체 열 저항 [W/℃-m]

T<sub>3</sub> = 방식층 열 저항 [W/℃-m]

T<sub>4</sub> = 외부 열저항 [W/℃-m]

<표 3> 절연형태에 따른 절연전선의 허용온도

절연체의 종류	허용온도 [℃]
염화비닐(PVC)	70(도체)
가교폴리에틸렌(XLPE)과 EPR	90(도체)
무기물 (PVC피복 또는 나도체가 인체에 접촉할 우려가 있는 것)	70 (시스)
무기물(접촉하지 않고 가연성 무질과 접촉할 우려가 없는 나도체)	105(시스)

2.1 주변온도

주위온도는 해당 절연전선이 무하부할 때 그 절연전선이 포설되는 주위 온도를 말한다. 주위 온도는 다음과 같이 가정하고 있다.

- 공기중의 설치될 경우 : 30℃
- 매설될 경우 토양에 직접 또는 지중 덕트내에 설치 : 20℃

위와 같은 조건인 경우 도체 크기별 허용전류는 <표 3>의 절연체의 형태에 따라 KS(IEC) 규격의 표 52-C1에서 표 52-C12로 제공하고 있으며, 위와 같은 주위 온도가 아닌 경우 동 규격에서는 표 52-D1와 표 52-D2의 보정계수를 적용하도록 하고 있다. 다만 매설될 경우 토양의 온도가 연간 혹은 주간의 평균온도가 25℃를 넘지 않을 경우에 보정계수를 사용할 필요가 없다.

<표 4> KS C IEC 60364-5-523(2002)의 표 52-D1(기중 설치)

주위 온도 [℃]	절연체			
	PVC	XLPE	무기물	
			접촉 우려가 있는 것	접촉 우려가 없는 것
10	1.22	1.15	1.26	1.14
15	1.17	1.12	1.20	0.11
20	1.12	1.08	1.14	1.07
25	1.06	1.04	1.07	1.04
35	0.94	0.96	0.93	0.96
40	0.87	0.91	0.85	0.92
45	0.79	0.87	0.87	0.88
50	0.71	0.82	0.67	0.84
55	0.61	0.76	0.57	0.80
60	0.50	0.71	0.45	0.75
65	-	0.65	-	0.70
70	-	0.58	-	0.65
75	-	0.50	-	0.60
80	-	0.41	-	0.54
85	-	-	-	0.47
90	-	-	-	0.40
95	-	-	-	0.32

**<표 5> KS C IEC 60364-5-523(2002)의 표 52-D2(기중 덕트 설치)**

주변 온도 t	절연체	
	PVC	XLPE
10	1.10	1.07
15	1.05	1.04
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.80
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0.45	0.65
65	-	0.60
70	-	0.53
75	-	0.46
80	-	0.38

그런데 태양 또는 기타 적외선 방사에 노출될 경우 이것에 의한 영향으로 온도가 상승하게 될 때 구체적인 계산 방법을 IEC 60364-5-523에서는 제시하지 않고 있으며 다만 IEC 60287 규격에 따르면 권고하고 있다.

**2.2 통양의 열저항률**

IEC 60364-5-523 규격에서 제시하고 있는 허용전류는 토양의 열저항률이 2.5 K-m/W일 때 이다. 토양 열저항률은 토질 및 지리적인 특성에 따라 그 값이 변동하는데, 우리나라의 경우 IEC 60287 규격으로 허용전류를 산정할 경우 1.0 K-m/W이하를 적용하고 있다. 이와 같이 토양 열저항률의 적용에 있어서 차이가 나는 것은 IEC 60364 규격이 건축물에서의 전기안전을 주 관심의 대상으로 하기 때문에 건축물내의 건조한 곳에 절연전선이 설치되는 것으로 보기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 절연전선이 지중에 직접 혹은 관로내부에 매설되는 된다고 하여도 토양의 열저항률이 상당히 높은 것으로 사료된다.

참고적으로 2.5 K-m/W 이외의 토양 열저항률에 대한 0.8m 매설 덕트내에 절연전선이 설치될 경우 토양 열저항률의 보정계수는 <표 6>과 같다.

**<표 6> 매설덕트내 설치되는 절연전선의 토양 열저항률의 보정계수**

열저항률 [K.m/W]	1	1.5	2	2.5	3
보정계수	1.8	1.1	1.05	1	0.96

**2.3 복수회로에 의한 저감계수**

KS C IEC 60364-5-523규격은 동 규격의 표 52-B1에서 표 52-B2와 같은 조건에 절연전선이 3개 이상 설치 될 경우 허용전류에 대한 저감계수를 적용하도록 규정하고 있으며 그 구체적인 값들은 동 규격의 표52-E1에서 표 52-E5에서 상세히 나타내고 있다.

**2.4 부하도체의 수**

KS C IEC 60364-5-523규격은 3상 4선의 4심 도체의 경우 각 상과 동일한 면적과 용량을 가지는 것으로 도체 크기를 선정하여야 한다. 특히 중성선 도체에 상 도체에 흐르는 불평형 전류가 호을 경우 상도체의 정격과 동일한 정도의 크기를 가져야 하며, 3상 회로의 고조파 전류가 주 원인이 될 경우 고조파의 크기가 10%이상인 경우에는 해당 중성선 도체는 상도체의 크기보다 작지 않아야 한다.

**2.5 병렬 도체**

KS C IEC 60364-5-523규격은 두 개 이상의 전선이 계통의 동일상 또는 동일 극에 병렬로 접속할 경우 이들 도체간에 부하 전류가 균등하게 배분될 수 있도록 조치를 취하도록 하고 있다.

**3. 결 론**

위에서 살펴본 바와 같이 절연전선의 허용전류를 산정함에 있어서 고려되어야 할 열적 파라메타는 절연전선이 설치되는 조건과 더불어 결정되고 있다. 그런데 이러한 IEC 60364-5-523규격에서 제시하고 있는 열적 파라메타는 상당 부분에 있어서 우리나라의 설치조건과 차이이기 때문에 국제 규격으로 부합화하는 과정에서 우리나라 실정에 맞는 열적 파라메타를 개발하거나 선정하여야 하고 그 결과 최적의 절연전선의 도체 크기를 선정할 수 있을 것이다.

**[참 고 문 헌]**

- [1] KS C IEC 60364-5-523, "건축전기설비-제5부 : 전기기기의 선정 및 시공 - 제523절 : 허용전류", 2002
- [2] IEC 60287 "Electrical Cables - Calculation of the Current Rating", 1995