

送電用 電力 케이블의 전기적특성(2)

기술해설
21~2~1

The Prospects for Underground Transmission System in Korea

이 재 숙*
(Jae Sook Lee)

筆者註, 架空送電線の 전기적특성은 비교적 간단한 이론공식에 의하여 정확한 數値를 구할수 있으나, 地中線의 그것은 그렇지 않다.

地中線의 전기특성은 도체 상호간의 근접효과, 절연체의 誘導損, pipe 내의 滑流損, 그리 土壤의 放熱效果等이 그 영향을 미치므로 그 이론공식이 대단히 복잡하다.

본문에서는 前號에 이어 우리나라에서 시초로 건설될 pipe type cable의 허용전류의 계산방법의 未完部分을 계속해서 소개하고자 한다.

(6) 各部損失

(a). 補強層損失

補強銅 tape의 저항(2枚×25mm幅×0.127mm厚로 看做함)

$$r_a = \frac{\rho_a}{A_p} \times \frac{1}{l_a} \sqrt{l_a^2 + (\pi \text{Dam})^2} = \frac{\rho_a}{A_p} \times \sqrt{1 + \left(\frac{\pi \text{Dam}}{l_a}\right)^2}$$

$$= \frac{2.12 \times 10^{-6}}{2 \times 2.5 \times 0.0127} \sqrt{1 + \left(\frac{\pi \times 5.9}{2.5}\right)^2}$$

$$= 249.5 \times 10^{-6} \Omega/\text{cm}$$

Skid wire의 저항(銅製로 看做함)

$$r_w = \frac{\rho_w}{A_w} \sqrt{1 + \left(\frac{\pi D \omega m}{l_w}\right)^2} = \frac{2.12 \times 10^{-6}}{0.0505 \times 2} \sqrt{1 + \left(\frac{\pi \times 6.2}{2.4 \times 2}\right)^2}$$

$$= 87.9 \times 10^{-6} \Omega/\text{cm}$$

補強層抵抗

$$r_p = \frac{r_a r_w}{r_a + r_w} = \frac{249.5 \times 87.9}{249.5 + 87.9} \times 10^{-6} = 65 \times 10^{-6} \Omega/\text{cm}$$

補強層 reactance

$$x_m = 4\pi f \log_e \left(\frac{4d_4}{d_3 + d_4} \right) \times 10^{-9}$$

$$= 4\pi \times 60 \log_e \left(\frac{4 \times 66}{57 + 66} \right) \times 10^{-9} = 7.53 \times 0.762 \times 10^{-9}$$

$$= 0.573 \times 10^{-6} \Omega/\text{cm}$$

補強層損失

$$P_r = \frac{2r_p x_m^2}{r(r_p^2 + x_m^2)} = \frac{2 \times 65 \times 0.573}{0.44(65^2 + 0.573^2)} = 0.0401 \text{w/cm}$$

(b). Pipe 損失

$$P_p = \frac{1.15d_s - 0.149D_i}{r} \times 10^{-9}$$

$$= \frac{(1.15 \times 66 - 0.149 \times 155.6) \times 10^{-9}}{0.44 \times 10^{-6}} = 0.1182 \text{w/cm}$$

(7) 總合熱抵抗

$$R_{t_h} = R_1 + (1 + P_r)R_3 + (1 + P_r + P_p)(R_4 + L_f R_5)$$

$$= 17.3 + (1 + 0.0401)9.63$$

$$+ (1 + 0.0401 + 0.1182)(1.8 + 0.625 \times 48)$$

$$= 17.3 + 1.04 \times 9.63 + 1.158(1.8 + 30.0)$$

$$= 64.2^\circ \text{C cm/w}$$

(8) 誘電體損에 의한 온도상승

$$T_d = \left(\frac{1}{2} R_1 + R_3 + R_4 + R_5 \right) W_d$$

$$= \left(\frac{1}{2} \times 17.3 + 9.63 + 1.8 + 48 \right) \times 0.1695$$

$$= 68.08 \times 0.1695 = 11.53^\circ \text{C}$$

(9) 許容電流

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2 - T_d}{nrR_{t_h}}} = \frac{85 - 20 - 11.53}{3 \times 0.44 \times 64.2} \times 10^3 = 795.4$$

計算 (II)

後記의 Ampacities Book의 표준을 채택하여, cable의 埋設깊이를 4呎에서 3呎로 줄이고, 鋼管의 寸數를 6 $\frac{5}{8}$ "에서 8 $\frac{5}{8}$ "로 하였을 때의 허용전류의 변화를 구명키로 한다.

Pipe 防蝕層熱抵抗

$$R_4 = \frac{600}{2\pi} \log_e \frac{d_5 + 2t_2}{d_5} = \frac{600}{2\pi} \log_e \frac{219 + 2 \times 1.77}{219}$$

$$= 1.61^\circ \text{C cm/w}$$

土壤熱抵抗(1회선 설치)

$$R_5 = \frac{g \cdot q_2}{2\pi} \log_e \frac{4 < 0}{d_7} = \frac{100 \times 0.9}{2\pi} \log_e \frac{4 \times 915}{222.5}$$

$$= 38.6^\circ \text{C cm/w}$$

補強層損失

$$P_r = \frac{2r_p x_m^2}{r(r_p^2 + x_m^2)} = \frac{2 \times 65 \times 0.573}{0.431(65^2 + 0.573^2)} = 0.04095$$

Pipe 損失

$$P_p = \frac{1.15d_s - 0.149D_i}{r} \times 10^{-9}$$

* 정회원 : 주식회사 제일기술단 상무이사(당학회 조사이사)

$$= \frac{(1.15 \times 66 - 0.149 \times 206.3) \times 10^{-9}}{0.431 \times 10^{-6}} = 0.1045 \text{ w/cm}$$

總合熱抵抗

$$R_{th} = R_1 + (1 + P_r)R_3 + (1 + P_r + P_p)(R_4 + L_f R_5)$$

$$= 17.3 + (1 + 0.04095)9.63$$

$$+ (1 + 0.04095 + 0.1045)(1.61 + 0.625 \times 38.6)$$

$$= 17.3 + 1.041 \times 9.63 + 1.145(1.61 + 24.1)$$

$$= 56.7^\circ\text{C cm/w}$$

誘電體損에 의한 온도상승

$$T_d = \left(\frac{1}{2}R_1 + R_3 + R_4 + R_5\right)W_d$$

$$= \left(\frac{1}{2} \times 17.3 + 9.63 + 1.61 + 38.6\right) \times 0.1695 = 9.9^\circ\text{C}$$

허용전류

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2 - T_d}{nrR_{th}}} = \sqrt{\frac{75 - 20 - 9.9}{3 \times 0.431 \times 56.7}} \times 10^3 = 784$$

또 같은 條件下에서 導體溫度를 75°C에서 85°C로 상승시켰을 경우의 허용전류

$$I = \sqrt{\frac{85 - 20 - 9.9}{3 \times 0.44 \times 56.7}} \times 10^3 = 859 \text{ A}$$

計算 (II)

cable의 埋設깊이만을 4呎에서 3呎로 줄이고, 鋼管의 寸數는 6^{5/8}吋 그대로 두었을 때의 85°C 허용전류를 구하라.

土壤熱抵抗(1회선설치)

$$R_5 = \frac{g \cdot q_2}{2\pi} \log_e \frac{4L_0}{d_1} = \frac{100 \times 0.9}{2\pi} \log_e \frac{4 \times 915}{171.8}$$

$$= 43.7^\circ\text{C. cm/w.}$$

總合熱抵抗

$$R_{th} = R_1 + (1 + P_r)R_3 + (1 + P_r + P_p)(R_4 + L_f R_5)$$

$$= 17.3 + (1 + 0.0401)9.63 + (1 + 0.0401$$

$$+ 0.1182)(1.8 + 0.625 \times 43.7)$$

$$= 61.02$$

誘電體損에 의한 온도상승

$$T_d = \left(\frac{1}{2}R_1 + R_3 + R_4 + R_5\right)W_d$$

$$= \left(\frac{1}{2} \times 17.3 + 9.63 + 1.8 + 43.7\right) \times 0.1695$$

$$= 63.78 \times 0.1695 = 10.80$$

허용전류

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2 - T_d}{nrR_{th}}} = \sqrt{\frac{85 - 20 - 10.80}{3 \times 0.44 \times 61.02}} \times 10^3$$

$$= 820 \text{ A}$$

6. 電力 Cable의 許容電流(Ampacity) 計算方法(AIEE-IPCA)

cable의 허용전류는 前章에서 설명한 방법에 의하여

산출할 수 있으나, 그 계산과정이 煩雜함으로 이것을 數表化한 것이 AIEE-IPCA 발간의 Power Cable Ampacities 라는 책자이다. 다음은 본 책자의 내용을 소개하고자 한다.

(1) 적용범위

(a) 導體種類(銅 또는 알루미늄)

線단면적 : 8, 367mm²~107.2mm² 9종

126.7mm²~1520.0mm² 12종

(b) 전압범위

0~1, 8, 15, 25, 37, 46, 69, 115, 138 및 161KV

(c) 負荷率(L·F) 및 損失率

負荷率은 30, 50, 75 및 100%로 분류되고, 이러한 負荷率에 대한 損失率(K)은 $K = 0.3L \cdot F + 0.7(L \cdot F)^2$ 에 의하여 0.15, 0.33, 0.625 및 1.00로 나타난다.

(d) 土壤의 熱抵抗值(RHO)

土壤의 熱抵抗(°C·cm/w)는 RHO-60, RHO-90 및 RHO-120의 3종류로 구분되어 있다.

만일 土壤의 熱抵抗值가 미확인된 경우는 RHO-90을 택할것을 推薦하고 있다.

(e) Cable 설치조건

大氣中에 노출 될 경우는 無風, 無太陽熱下에서 주위 온도는 40°C로 가정, 管路內設置인 경우는 管路覆蓋의 깊이는 30吋, 9個의 管路孔에 cable가 非環狀配置가 택해지지 않을 경우는 單心 cable의 Impedance가 상호간에 차가 생기는 것을 방지하는 대책을 써야 한다. 그러나 허용전류치는 본표의 環狀配列치를 택하여도 무방하다.

直埋式인 경우는 cable 埋設깊이는 그 중심까지 36吋로 가정하고 있다.

분리된 管路 또는 분리하여 直埋한 設置狀態로서 금속 sheath를 갖인 단심 cable는 그 sheath 회로가 개방된 것으로 盾做하여 허용전류가 산정되었다, 그러나 油紙, 고무 및 plastic로 절연된 三心 cable은 그 sheath 회로가 閉路된 것으로 看做하고 있다.

(f) 絕緣材

絕緣材의 종류와 그 특성은 다음 표 3.9와 같다. 絕緣材 두께는 AEIC 또는 IPCEA 표준에 의하였다. 그러나, 5項 Pipe type cable는 15KV...160miLs, (miL=/1000吋), 69KV...315miLs, 115KV...500miLs 그리고 4項 pipe type cable에서는 15와 25KV...160miLs를 택하고 있다.

(g) 導體溫度 및 絕緣力率

紙絕緣 cable에 대한 절연체의 최대허용온도와 絕緣力率은 다음 표 10 및 11과 같다,

표 9. 절연재의 특성

種 類	熱抵抗值 (°C-cm/watt)	比誘胞率
1. 紙, solid type	700	3.7
2. 紙, 低壓 gas 填	700	3.7
3. 紙, 低壓油填	500	3.7
4. Pipe cable(壓油)	500	3.7
5. Pipe cable(壓 gas)	550	3.7
6. Neoprene 또는 plastic 外裝의 고무 및 plastic	500	4.5
7. Varnish 處理한 布木	600	5.0
8. AVA 와 AVL	600	...

표 10. 導體의 최고허용온도

Slid-Type 多心遮蔽 cable 및 單心 cable

規定電壓(KV)	導體溫度 °C	
	常 時	非 常 時
1~9	85	105
10~17	80	100
18~29	75	95
30~39	70	90
40~49	65	85
50~59	60	75
60~69	55	70

표 11. 導體의 최고허용온도

低壓油填 및 高壓 pipe type cable

規定電壓 (KV)	導體溫度 °C		
	常時	100 時間	300 時間
15~17	85	105	100
18~39	80	100	95
40~162	75	95	90
163~230	70	90	85

다음 力率은 또 다음 표 12와 같다.

(2) 계산방법 (Ampacitie 책자 W頁)

Neher-McGraw 계산방법은 digital computer 에 알맞도록 이하 몇가지 점에 있어서 보충되거나 또는 변경되었다. 直埋式 cable 에 대하여, 補充塗裝으로 인한 熱

표 12. 絕緣體力率 即 tan ρ

導體溫度 (°C)	力率(%)				
	Solid type Belted	Solid type 單心 및 遮蔽	低壓 gas 填	低壓 油填	高壓 Pipe
60	2.0	1.5	1.5	0.4	0.4
80	4.0	3.0	3.0	0.6	0.6
100	7.0	5.0	5.0	0.9	0.9
115	10.0	7.0	7.0	1.3	1.3

抵抗과 직경의 증가효과는 勘案하지 않았으나, 1/2吋 두께의 somastic coating 이 pipe 에 적용된 것으로 하였다.

Reference 1의 21 및 24式에서 表皮効果는 다음식에 의하여 산출되었다.

$$F(X) = \frac{11.0}{\left[\frac{R_{dc}}{k} + \frac{4k}{R_{dc}} - 2.56 \left(\frac{k}{R_{dc}} \right)^2 \right]^2}$$

直埋式 pipe type cable 에 대한 somastic coating(防蝕塗裝)의 熱抵抗은 다음식에 의하여었다.

$$R_{pe} = 0.0104 \times 100 \times 3 \times \frac{0.5}{D_{po} + 0.5}$$

$$= \frac{1.56}{D_{po} + 0.5} \quad \text{thermal ohm-feet}$$

단, D_{po} : 1/4吋 두께 鋼管의 외경

그리고, D_s (skid wire 틀 포함한 cable 외경)의 각종 범위에 대한 D_{po} 의 값, 그리고 이에 따라 변화하는 R_{pe} 및 G_{sx} 의 값은 표 15에 표시하였다.

표 13

D_s	D_{po}	R_{pe}	G_{sx}
0~1.35	4	0.35	0.0079
1.36~1.60	4 1/2	0.31	0.0064
1.61~2.10	5 9/16	0.26	0.0037
2.11~2.60	6 5/8	0.22	0.0013
2.61~3.40	8 5/8	0.17	-0.0023
3.41~4.00	10 3/4	0.14	-0.0054

土壤抵抗과 負荷率이 변화할 경우 계산을 간편토록 하기 위하여 直埋 cable 에 대한 R_e' 는 다음식에 의하여었다. 여기서 K 는 단위당 損失率을 나타내는 것이다(즉 30LF; 0.150, 50LF; 0.330, 75LF; 0.625 그리고 100 LF; 1.000)

$$R_e' = \rho_e [G_{sx} + K(G_{sx})] \quad \text{thermal ohm-feet}$$

표 14

條 件	圖 別	n'	D_s	F	G_{sa}
1條의 3導體 cable 即 pipe	5	3	D_s 또는 $D_{p0}+1$	1	0.0446
2條의 3導體 cable 即 pipes	5	3	D_s 또는 $D_{p0}+1$	3.16	0.0626
3條의 單導體 cable	6	1	D_s	93.2	0.0385
6條의 單導體 cable	6	1	D_s	899	0.0503

다음 G_{ex} 및 G_{sa} 는 다음식에 의하여 구해지고 이것을 數表化한 것이 표 13 및 표 14와 같다.

$$G_{ex} = 0.0120n' \log_{10} \frac{8.3}{D_s}$$

$$G_{sa} = 0.0120n' \log_{10} \frac{4 \times 36 \times F}{8.3}$$

(3) 補助數表 및 Cable 定數(Ampacities 冊子 VI 頁)

Ampacities 基幹數表로서는 허용전류를 구할 수 없는 여건의 것에 대비하여 補助數表가 첨부되어 있다. 이 補助數表는 基幹數表를 작성하는데 사용된 것으로서 電子機計算에도 편리하도록 數表化한 채용하였다.

SIZE=導體의 크기, AWG 또는 MCM

OD=cable 과 외경(吋)= D_s

WD=誘電損(watt/cond, foot)= W_d

RI=絶緣體의 熱抵抗(熱 Ω /foot)

RSD=cable 과 pipe 간(R_{sd}) 또는 大氣中の cable 과 2 空氣間(R_s)의 熱抵抗(熱 Ω /feet)

QS=導體內損失에 대한, 導體內 및 sheath 內 損失의 合計의 比= Q_s

QE=導體內損失에 對한, 導體內, sheath 內 및 pipe 內 損失의 合計의 比= Q_e

Pipe=pipes 또는 Conduit 의 外徑(吋)= D_{p0}

RAC=表皮効果及 近接效果만을 包含한 導體의 交流抵抗 $\mu\Omega$ /foot= $R_{ac}(HY_c)$

(4) Parameter 變化時的 許容電流 (Ampacities 冊子 III 頁)

各種 Cable 에 있어서, 그 cable 종류, 전압 및 敷設條件에 따라 허용전류를 구하는 數表가 작성되었고, 또 이 허용전류는 導體溫度(T_c) 및 주위온도(T_a)와 誘電損에 의한 온도상승(DELTA-TD)에 의하여 변화한다. 數表에 나타나는 허용전류는 이러한 上記의 與件(parameter)이 변화할 때 다음 계산식에 의하여 그 변화도를 구할 수 있다. 본 식에서 prime mark (1)는 새로운 여건을 나타내는 것이다.

$$I' = I \sqrt{\frac{T_c' - T_a' - DELTA - TD'}{T_c - T_a - DELTA - TD} \times \frac{234.5 + T_c'}{234.5 + T_c}} \quad (A)$$

본 식에서 DELTA-TD는 絶緣力率과 比誘電率(SIC)에 따라 직접 변화한다는 것을 알 수 있을 것이다.

7. 허용전류의 계산

수도 서울을 관통하는 161KV, 1,250mcm, 圓型壓縮導體의 pipe type cable 1條만이 運轉에 들어가고, 주위 온도 20°C, 導體最高溫度 75°C, 負荷率 75%, 그리고 土壤의 熱抵抗을 RHO-90이라고 가정하면 그 허용전류는 Ampacities 冊子 89頁에서 814 (A)로 나타난다(표 13 參照).

계산 1.

상기 허용전류를 補助數表(Ampacities 冊子 92頁)에 의하여 재차 구해보기로 한다.

補助數表에서

WD=1.606 w/foot

RI=1.813 熱 Ω /foot

RSD=0.781 "

QS=1.010

QE=1.195

Pipe=8.625 吋

RAC=12.49 $\mu\Omega$ /foot

數表 13 및 14에서

R_{p0} =0.17

G_{sa} =0.0446

G_{ex} =-0.0023

따라서

$$\begin{aligned} \text{DELTA TD} &= WD \left[\frac{1}{2} RI + RSD + R_{p0} \right. \\ &\quad \left. + RHO(G_{ex} + G_{sa}) \right] \\ &= 1.606 [0.9065 + 0.781 + 0.17 \\ &\quad + 90(-0.0023 + 0.0446)] \\ &= 9.13^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{ca}' &= RI + QS \times RSD + QE [R_{p0} \\ &\quad + RHO(G_{ex} + KG_{sa})] \\ &= 1.813 + 1.010 \times 0.781 + 1.195 [0.17 \\ &\quad + 90(-0.0023 + 0.625 \times 0.0446)] \\ &= 5.542 \text{ 熱 } \Omega/\text{foot} \end{aligned}$$

따라서

$$I = 1,000 \sqrt{\frac{75 - 20 - 9.13}{12.49 \times 5.542}} = 814 \text{ A}$$

計算 2.

前記 계산에서 pipe 의 寸數를 8 5/8吋으로 하였으나, 實地는 6 5/8吋이므로 이에 따르는 허용전류의 변화를 구해본다.

변경항목

$$R_{pe}=0.22$$

$$G_{ex}=0.0013$$

따라서

$$\begin{aligned} \text{DELTA TD} &= WD \left[\frac{1}{2} R_1 + RSD + R_{pe} \right. \\ &\quad \left. + RHO(G_{ex} + G_{xa}) \right] \\ &= 1.606 \left[\frac{1}{2} \times 1,813 + 0.781 + 0.22 \right. \\ &\quad \left. + 90(0.0013 + 0.0446) \right] \\ &= 9.30^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{ca}' &= RI + QS \times RSD + QE [\bar{R}_{pe} \\ &\quad + RHO(G_{ex} + K \times G_{xa})] \\ &= 1,813 + 1.010 \times 0.781 + 1.195 [0.22 \\ &\quad + 90(0.0013 + 0.625 \times 0.0446)] \\ &= 6.10 \end{aligned}$$

따라서

$$I = 1,000 \sqrt{\frac{75 - 20 - 9.3}{12.49 \times 6.1}} = 1,000 \sqrt{\frac{45.7}{76.1}} = 775 \text{ A}$$

Pipe 의 寸數變更으로 허용전류는 약 40a 감소한다.

計算 3.

前記에서 1,250mcm 6 5/8吋 pipe type cable 의 허용전류는 775 A 로 나타나는데 1회선만 사용할 때 導體의 최고온도는 75°C 에서 85°C 로 상승시킬 수 있다.

이때의 허용전류는 어떻게 변화하는지 검토해보자.

$$\begin{aligned} I' &= I \sqrt{\frac{T_c' - T_a' - \text{DELTA-TD}}{T_c - T_a - \text{DELTA-TD}}} \times \frac{234.5 + T_c'}{234.5 + T_c} \\ &= 775 \sqrt{\frac{85 - 20 - 9.13}{75 - 20 - 9.13}} \times \frac{234.5 + 85}{234.5 + 75} \\ &= 775 \times 1.086 = 840 \text{ A} \end{aligned}$$

計算 4.

1,250mcm 6 5/8吋 pipe type cable 는 장차 2회선으로 사용될 것이다. 이때의 導體最高温度는 75°C 로 되돌아가야 하고, cable 상호간의 열영향으로 土壤의 열저항이 변화한다.

표 15에서 2條의 pipe, 導體温度 75°C, 주위온도 20°C, RHO 90 일 경우, 허용전류는 717 A 이다. 그러나 이 숫자는 pipe 寸數가 8 5/8吋에 대한 것이므로 수정을 가해야 한다.

該當補助數表에서

$$WD=1.606$$

$$RI=1.813$$

$$RSD=0.781$$

$$QS=1.010$$

$$QE=1.195$$

$$\text{Pipe}=6.625$$

$$\text{RAC}=12.49$$

표 13 및 14에서

$$R_{pe}=0.22$$

$$G_{xa}=0.0626$$

$$G_{ex}=0.0013$$

따라서

$$\begin{aligned} \text{DELTA-TD} &= WD \left[\frac{1}{2} RI + RSD + R_{pe} \right. \\ &\quad \left. + RHO(G_{ex} + G_{xa}) \right] \\ &= 1.606 \left[\frac{1}{2} \times 1,813 + 0.781 + 0.22 \right. \\ &\quad \left. + 90(0.0013 + 0.0626) \right] \\ &= 1.606 \times 7.652 = 12.30^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{ca}' &= RI + QS \times RSD + QE [\bar{R}_{pe} + \\ &\quad RHO(G_{ex} + K \times G_{xa})] \\ &= 1,813 + 1.010 \times 0.781 + 1.195 [0.22 \\ &\quad + 90(0.0013 + 0.625 \times 0.0626)] \\ &= 7.21 \text{ 熱 } \Omega/\text{feet} \end{aligned}$$

따라서

$$\begin{aligned} I &= 1,000 \sqrt{\frac{T_c - T_a - \text{DELTA-TD}}{\text{RAC} \times R_{ca}'}} \\ &= 1,000 \sqrt{\frac{75 - 20 - 12.3}{12.49 \times 7.21}} = 690 \text{ A} \end{aligned}$$

표 15. 허용전류의 계산결과

導體温度 (°C)	埋設깊이 (呎)	鋼管寸數 (吋)	回線數 鋼管條數 (數)	許容電流 (JCS) (A)	許容電流 (AIEE) (A)
85°C	4	6 5/8	1	795	—
85°C	3	8 5/8	1	859	885
85°C	3	6 5/8	1	820	840
75°C	3	8 5/8	1	784	814
75°C	3	6 5/8	2	—	690

8. 결 론

수도 사용을 관통하여 敷設된 161KV, 1,250mcm, pipe type cable 은 그 電壓높이에 있어 동양에서 최초로의 pipe type cable 이 될 것 같다.

본문은 이러한 pipe type cable 에 있어 우선 運轉面에서 필요한 허용전류의 크기와 故障電流計算 또는 保護繼電器整定面에서 필요한 線路定數를 구해보았다.

線路定數에 있어 靜電容量과 Inductance 는 주지하는 바와 같이 크게 나타나고, 또 導體抵抗도 導體相互間의 近接効果, pipe 및 skid wire 內에 발생하는 渦流損으로 인하여 상당히 증가하였다. 그리고 線路定數의 계산결과는 다음과 같다.

$$\text{Impedance } 0.0431 + j0.301 \quad \Omega/\text{km}$$

$$\text{Admittance } 2.78 + j132 \quad \times 10^{-6} \quad \delta/\text{km}$$

上記에 있어 導體의 저항은 75°C의 것을 택한 것이다.

한편 허용전류는 JCS-168-B(1967)와 AIEE-IPCEA power cable ampacities 兩者에 의거하여 계산하여 보았든바, 같은 cable에 대하여 같은 條件下에서 前者의 것이 後者の 것보다 낮게 나왔는데 그것은 導體交流抵抗이 前者의 계산방법에 의거할 때 크게 나타나는데 주원인이 있는것 같다.

Pipe type cable의 埋設깊이는 3呎가 적절하다. 埋設깊이를 3呎에서 4呎로 깊게 하면 허용전류는 26A 줄어든다.

161KV 1,250mcm $6\frac{5}{8}$ 吋徑 2條의 pipe type cable의

허용전류는 주위온도 20°C, 負荷率 75%, 土壤熱抵抗 90°C·cm/w의 조건하에서

- 1회선(即 1條의 pipe) 運轉時 840A
- 2회선(即 2條의 pipe) 運轉時 2×690A

로 책정하는 것이 妥當하다.

cable의 전기특성계상은 상기외에, 短絡時許容電流, 短時間許容電流等도 검토해야 한다. 그리고 전기특성계산 이외에 실시해야할 사항은 給油系統의 計算, cable의 熱伸縮計算, 導體引入張力計算, 絕緣協調에 대한 검토등이다. 이러한 殘餘計算 또는 검토는 다음 적절한 기회에 미루기로 한다.

참 고 문 헌

1. AIEE-IPCEA Power Cable Ampacities.
2. JCS 第168號 B(1967) 電力케이블의 許容電流
3. Transmission & Distribution Westinghouse社
4. 電線要覽. 社友 및 昭和
5. 電氣工學 Hand Book. 日本電氣學會

名 譽 會 員

尹 日 重 : 學術院終身會員

金 玩 熙 : 美國 Columbia 大學教授

終 身 會 費 納 付 會 員

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 宋 煥 : 新陽電氣設備株式會社 代表 | 姜 麟 求 : 蔚山工大 教授 |
| 金 涇 : 前 當學會 編修理事(在美) | 吳 相 世 : 延世大 理工大 教授(當學會 理事) |
| 文 侑 鉉 : 文侑鉉電氣設計事務所長 | 金 庚 基 : 漢陽工大 教授 |
| 李 在 淑 : 第一技術團 理事(當學會 調查理事) | 趙 正 萬 : 建國大 工大學長(當學會 理事) |
| 河 承 植 : 商工部 標準局 標準課長 | 安 斗 守 : 成均館大 理工大 教授 |
| 禹 亨 疇 : 서울工大教授(當學會終身理事) | 金 俊 植 : 漢陽工大 教授(當學會 理事) |
| 韓 萬 春 : 延世大理工大學長(副會長) | 李 根 培 : 오리온電氣(株)社長(〃) |
| 梁 興 錫 : 서울工大教授(當學會 企劃理事) | 趙 載 斗 : 〃 副社長 |
| 姜 錫 圭 : 明知大教授(〃 企劃理事) | 禹 培 亨 : 大韓洋灰 開慶工場長 |
| 李 承 院 : 서울工大教授(〃 企劃理事) | 姜 俊 熙 : 〃 電力課長 |
| 王 相 晉 : 麻浦產業 專務理事 | 池 哲 根 : 서울工大教授(當學會 理事) |
| 李 性 午 : 〃 企劃室長 | 金 榮 祖 : 漢陽工大教授 |
| 李 康 源 : 〃 電氣部長 | 金 善 集 : 當學會理事 |
| 李 德 寧 : 前新光起業 常務理事 | 鮮 于 學 永 : 서울工大講師 |
| 李 彰 雨 : 教育家 | 高 明 三 : 서울工大助教授 |
| 丁 性 桂 : 서울工大教授(當學會 會長) | 李 允 鍾 : 漢陽工大教授(當學會 編修理事) |
| 辛 基 祚 : 韓電理事(當學會 副會長) | 黃 煥 文 : 釜山工大副教授 |
| 崔 元 銀 : 中央大學教授(〃 總務理事) | 黃 熙 陸 : 서울工大專任講師 |
| 金 鍾 珠 : 韓電理事(〃 理事) | 金 甲 鉉 : 韓電送變電部長(當學會 理事) |
| 張 河 麟 : 東國製鋼企劃室次長 | 金 俊 鉉 : 漢陽工大教授 |
| 朴 旻 鎬 : 서울工大 教授(當學會 編修理事) | 金 恩 培 : 檀國大工大教授 |
| 申 芝 秀 : 韓電 서울電力所長(〃 財務理事) | 金 浩 允 : 檀國大工大教授 |
| | 李 德 出 : 檀國大工大助教授 |