

## —電線の微振動과 그 對策—

(Technical Manual of Kaiser Aluminum & Installations  
Electricques a Haute et Basse tension par A. Maudit)

送電線 또는 配電線에 使用되는 ACSR, Al 線 및 其他電線類는 架線後繼續인 微風이 불면 電線振動을 誘發하여, 疲勞荷重이 電線에 加해져 斷線될 可能性이 있다. 長徑間에나 張力이 크면 電線에 加해지는 水平橫風壓에 依하여 周期的인 水直振動을 일으킬 念慮가 많다. 이러한 振動은 一定한 바람이 부는 平野地帶에 있어 더 一層 심하다.

振動은 電線에 加해지는 風壓의 直接的인 壓力에 依하여 發生하는것이 아니고 電線後面에 發生하는 바람의 渦流에 依하여 發生하는 것이다. 이러한 바람의 渦流는 規則的間隙을 두고 上端에서 下端으로 移動한다. 이 時間的間隙은 電線直徑과 風速에 依하여 左右된다. 即

$$f = \frac{Cv}{D}$$

여기서  $C$ 는 係數 185,  $v$ 는 風速(m/s),  $D$ 는 電線外徑(mm)이다.

한便 電線의 固有振動數는

$$f' = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{Tg}{P}}$$

$L$ 는 Loop長(m),  $T$ 는 電線張力(kg),  $P$ 는 單位電線重量(kg/m), 그리고  $g$ 는 地球의 加速度( $9.8m/8^2$ )이다.

周波數  $f$ 가 周波波  $f'$  또는 그 高周波하고 周調할 時는 電線이 疲勞荷重을 받아 斷線할 念慮가 있으며 長徑間에서 電線張力이 크면 이러한 可能性은 增加한다.

振動周波數는 電線의 固有基本周波數의 작은 또는 많은 倍數로 看做된다. 낮은 風速에서는 電線은 긴 波長으로서 振動할 것이다. 風速의 增加에 따라 振動周波數는 增加하여 새로운 泰長이 짧은 振動으로 變化할 것이다. 이러한 振動을 防止키 爲하여 相當한 研究가 거듭 되었다.

繼續的인 振動의 結果는 電線斷面係數의 變化點 即 Clamp 附着端部個所에 第一甚한 反覆되는 灣應力을 加하게 된다. 그리고 普通 여기서 斷線事故가 發生한다. 이것은 Clamp의 自重과 그 慣性 Moment가 커서 Clamp는 安定한 狀態를 維持하려 하나 比較的 가벼운 電線은 그 轉位의 反覆에서 오는 灣曲方向의 變化에 따르는 應

力을 받게 되는데 起因한다.

上記와 같은 振動에 依한 電線斷線事故를 防止키 爲해서는 慣性이 弱한 線路附帶物 即 Clamp을 使用해야 하며, 同時에 課外로 下記와 같은 對策을 構想해야 한다.

(1) 振動의 破壞影響에 對抗하는 電線保強裝置, 振動減少率은 約 10%.

(2) 振動의 發生을 鈍化시키는 裝置, 振動減少率은 50~100%.

H. Carpeutier는 振動節點을 形成하는데 妨害가 되지 않은 Clamp 使用에 重點을 둘 것을 強調하고 있으며 이 方法은 振動이 甚하지 않은 電線路區間에 서는 效果가 있다. 그러나, 懸垂 Clamp를 쓰고, 振動發生率이 높은 線路區間에 서는 電線을 補強하는 方法을 檢討해야 한다. 以上에서 말한 Clamp는 下記와 같은 特性을 가져야 한다.

a) 水平軸을 가졌고, 軸을 中心으로 容易하게 回轉하며

b) 輕量이며, 慣性이 적어 電線運動에 順應이 가능하며,

c) 固有振動數가 電線의 그것과 相違하여, 共鳴 即 同調現象이 나타나지 않으며,

d) 電線에 Clamp가 機械的으로 衝突키 않는다.

이러한 條件에 附合되는 Clamp는 Al 合金製의 振動型 Clamp 및 蝶番型 Clamp이다.

그리고 電線補強方法은 第1圖에서,

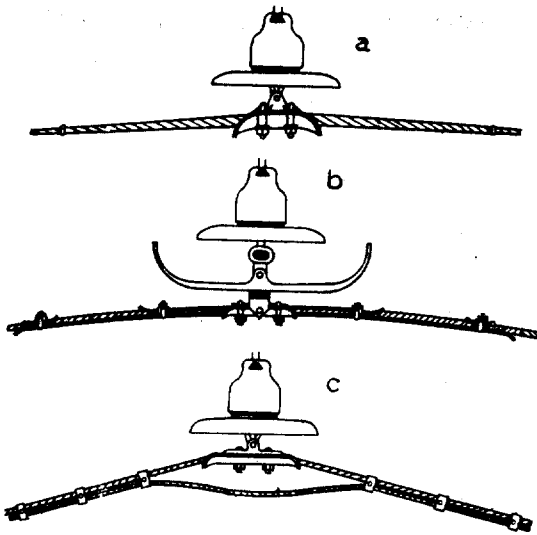
1) L'armor rod Varney, Clamp 位置의 電線周圍에 補強用素線을 被覆한 것임.

2) Hotmann 裝置; 2片의 特殊鋼製인 薄板으로된 補強用裝置. 即 副木鋼板으로서 電線中央部の 剛性を 強化시킨다.

3) Bate 裝置; Clamp附近에서 길이 4m 區間은 電線을 二重으로 한 것임.

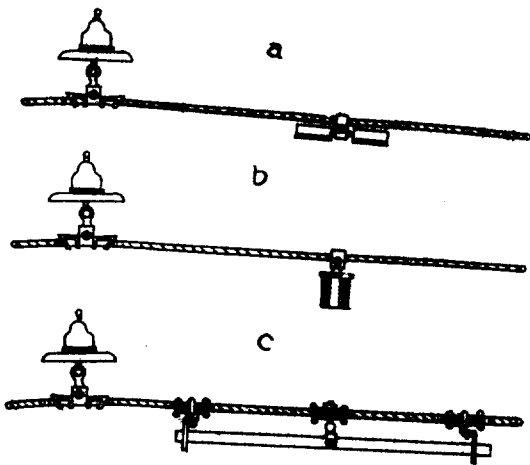
第2圖制禦裝置中 現在 많이 使用되고 있는 方法을 列舉하던 아래와 같다.

a) L'amortisseur Stockbridge; 鋼棒兩端에 重錘을 단



第 1 圖 電線補強裝置

- a) TYPE ARMOR ROD BE VARNCY
- b) TYPE HOFFMANN
- c) TYPE BAKE



第 2 圖 振動制禦裝置

- a) L' AMORTISSEUR STOCK BRIDGE
- b) L' AMORTISSEUR S. A. I. A
- c) L' AMORTISSEUR LAUTAWERK

것이며, 그 中央點을 Clamp에서 一定한 巨數를 둔 電線에 固定시킨 것임.

b) L'amortisseur S.A.I.A; 軸에 따라 移動할 수 있는 重錘로서 彈性體를 通해 座金위에 固定된 것임.

c) L'amortisseur Lautawerk; 電線에 固定한 한 個의 金具에 若干 偏心되게 附着되어 回轉할 수 있는 鋼製棒으로 된것임.

이러한 制禦裝置는 全部 Clamp에서 0.5m~2m 떨어진 場所에 設置된다.

또 한便, antivibratoires 라고 商品名이 붙친 特殊한 A.C.S.R 導體도 있었으며, 本導體는 周圍 Al線 內部的 鋼線이 自由로히 움직일 수 있는 構造이다. 即 鋼線과 周圍 Al線이 各己 相違한 固有振動數를 갖었다. 따라서 바람의 渦流周泰數와 共鳴함을 不可能케 한 構造이다.

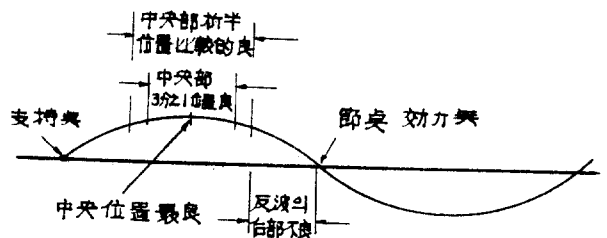
以上 各 L'amortisseur 即 Vibration dampers (a)에 關해서 더 詳記하면 이것은 電線振動을 鈍化 시키는데 效果가 있는 裝置이다. 이것은 全線路를 通하여 全面的으로 設置할 必要가 있는 것이 아니고, 振動이 甚한 個所에만 使用된다. 即 徑間이 長고, 張力이 높고, 水平橫風이 부는 個所에서 振動이 甚한 境遇는 Damper를 使用해야 한다. 한相에 數個의 Damper가 必要할 境遇도 있다. 그러나 徑間이 一定한 水平橫風에 부닥치지 안거나 바람方向이 線路와 平行일 時는 振動도 甚하지 않고 Damper는 必要없다.

電線上의 Damper 位置가 振動을 鈍化하는데 重要하다. 가장 有效한 位置는 懸垂 Clamp를 基點으로 하여 가장 가깝고 가장 泰長이 짧은 半泰의 中央位置이다. 그러나, 그 位置가 가장 가까운 半泰의 中央 3分之 1 範圍內에 있으면 滿足 할만한 成果를 얻을 수 있다.

그리고, 가장 가까운 半泰의 4分之 1點에 位置해도 比較的 좋은 結果를 얻을 수 있다. 그러나 節點位置에

第 3 圖

設置間隔 理論



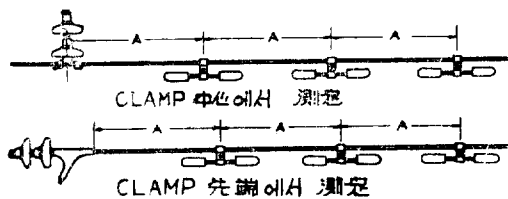
設置하면 Damper 는 効力이 없다. 以上關係는 하나의 全波의 圖面으로서 다음에 圖示한다.

實際問題에 있어 Damper 가 各種條件下에서 理論上 最大效果를 가지고 動作하도록 設置한다는 것은 不可能한 일이다. 그 理由는 振動波長이 바람의 方向과 速度, 그리고 電線의 直徑, 重量 및 張力에 依하여 變化하는데 起因한다.

〈第1表〉 stock bridge Damper 設置거리

電線直徑 (cm)		間 隙 (cm)	最大徑間 (m)		
最小	最大		1Damper	2Damper	3Damper
0.55	0.71	30.4	243	486	730
0.711	0.84	38.0	"	"	"
0.841	0.94	45.5	"	"	"
0.941	1.04	53.0	"	"	"
1.041	1.142	60.8	"	"	"
1.142	1.193	68.2	"	"	"
1.193	1.246	"	304	608	910
1.247	1.346	76.0	"	"	"
1.347	1.475	83.5	"	"	"
1.476	1.630	91.0	"	"	"
1.631	1.781	99.0	"	"	"
1.782	1.930	106.0	365	667	970
1.931	2.110	114.0	"	"	"
2.111	2.280	121.5	"	"	"
2.281	2.470	129.0	"	"	"
2.471	2.655	136.6	"	"	"
2.656	2.890	144.0	"	"	"
2.891	3.070	152.0	"	"	"
3.071	3.270	159.3	"	"	"
3.271	3.470	167.0	"	"	"
3.471	3.680	175.0	"	"	"

第 一 表



그러나 上記 圖表에 表示한 設置間隙은 通常狀態에서 滿足할만한 結果를 가져올 수 있다는 試驗 및 觀測結果에서 決定된 것이며 一般의으로 推測할 수 있다. 本文은 過去 臨津江 및 洛東江橫斷個所에서 電線이 微風振動으로 因하여 損傷된 事故를 想起하면서 美國 및 佛蘭西書籍에서 關係部分을 將次の 線路建設의 參考로서 拔萃한 것이다.

〈韓電 李在淑 理事抄〉

電子計算機에 依한 超高層建築의 電燈配線最適計劃

船津, 弘治, 日本電氣學會誌 87-10, PP. 113~122

本論文은 高層建物の 電燈幹線配線方法을 金屬管工事로 했을 때 電燈設備의 配線費를 나타내는 方程式을 誘導하고, 電子計算機(IBM-7090 等)를 使用해서 가장 經濟的인 配線設備로 하는 諸條件을 구하고 있다.

1. 方程式의 誘導

$C_{bi}$ : 分岐回路總配線費(分電盤用主遮斷器價格包含)

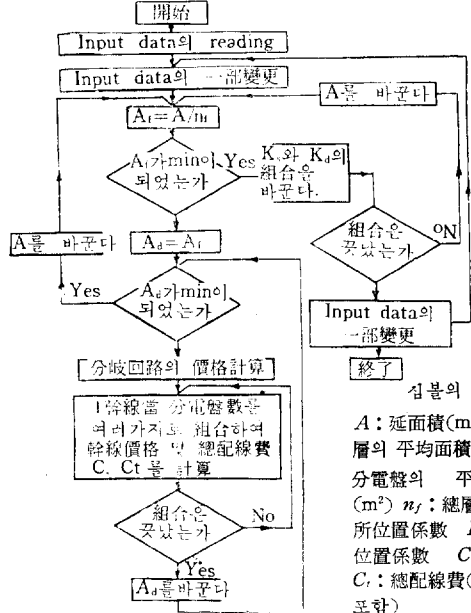
$C_{di}$ : 幹線總配線費(各幹線用遮斷器 및 幹線總合主遮斷器價格包含)

$C_i$ : 總配線費

$$C_i = C_{di} + C_{bi} = (C_d + C_{db} + C_{mz}) + (C_b + C_{bnf})$$

$$= \{ALd(q + rA_{wq}^{un}) / m_a A_d + n_{mdc} \sum_{n=1}^{nd} (C_{nfv-n} + C_{abo-n}) + q_{ab} + r_{bb} I_{ab}^{uab}\} + \{L_b A \{W_{oi}(q + rA_{wbl}^{un}) / V_{oi} I_{bl} + K_c W_{oc}(q + rA_{wccc}^{un}) / V_{2c} I_{bc}\} + (q_{nf} + r_{nf} I_{nf}^{unf}) n_{mdo} n_f\}$$

上式에서 幹線總合主遮斷器는 ACB 를 쓴 경우이고, 이 대신 NFB 를 사용하머는 下線을 그은 部分을  $q_{nf} + r_{nf} I_{nf}^{unf}$  로 바꾸면 된다. 또 符號는 本文을 參照하건 바란다. 經濟的電燈配線費를 위한 프로그램의 基本플로우차트는 아래와 같다.



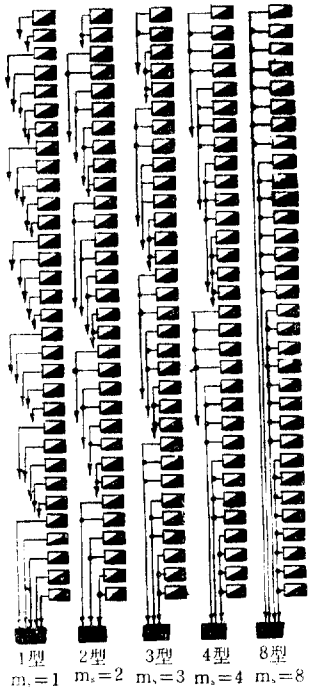
電燈配線最適計劃用플로우차트

配分電盤의 位置와 그 割當面積을 여러가지로 變化시키고, 또 그 配線方式 即 한 幹線에 속하는 分電盤數의 組合을 바꾸었을 때의 分電盤-臺가 割當받는 面積의 面積  $A_1$ 와 總配線費 및 其他의 關係에 대해서 解釋을 한 結果 다음 點이 分明해졌다.

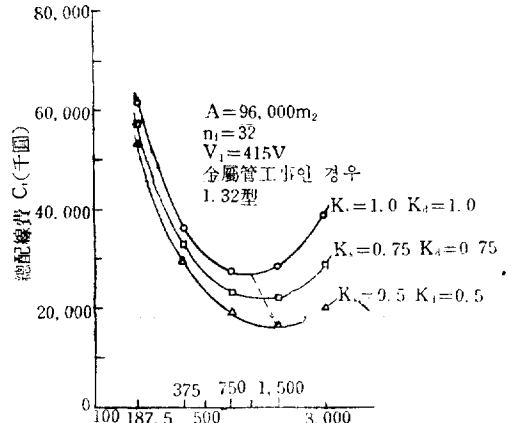
1) 變電所位置係數  $K$ , 와 分電盤位置係數  $K_d$  와의 組合 및 幹線配線方式을 一定하게 했을 때, 總配線費  $C$  및 遮斷器을 包含하는 總配線費  $C_t$  를 最少로 하는 分電盤 割當面積  $A_d$  를 찾을 수 있고,  $C_t$  를 最少로 하는  $A_d$  는  $A_d=1,500m^2$  附近에 있다. 이것은  $A_d$  가 적어서 各層

의 分電盤數가 많아지며는 幹線數가 많고 小容量遮斷器數를 增加시키고,  $C_t$  를 最少로 하는  $A_d$  는 그 값이 비교적 크다.

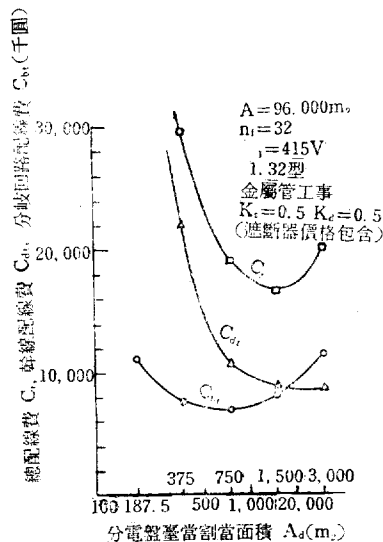
2) 電氣方式; 配線方法 및 配線方式을 一定하게 할 때,  $K$ ,  $K_d$  의 組合을 바꾸며는,  $C_t$  를 最少로 하는  $A_d$  는 그림 2의 1.32型的 配線方式일 때  $K$ ,  $K_d$  의 값이 적어질수록  $C_t$  의 最少값은  $A_d$  가 큰 편에 나타난다.



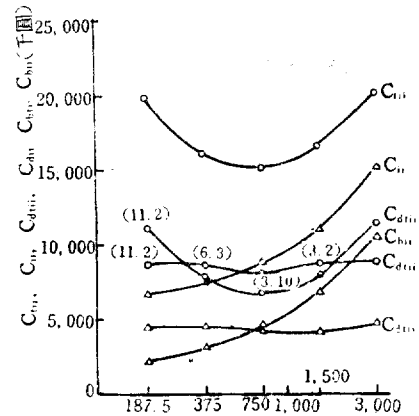
電燈幹線配線方式



$K$ , 와  $K_d$  와의 組合을 바꾸었을 때의  $C_t$  와  $A_d$  와의 關係



$A_d$  와  $C$ ,  $C_d$ ,  $C_b$  와의 關係



金屬管工事의 경우

- $C_{ii}$ : 總配線費(브레이커를 포함)
- $C_{diii}$ : 幹線配線費( " )
- $C_{btii}$ : 岐回路( " )
- $C_{iii}$ : 總配線費(브레이커 不包含)
- $C_{dii}$ : 幹線配線費( " )

$A_d$  와  $C_{iii}$ ,  $C_{diii}$ ,  $C_{btii}$  및  $C_{ii}$ ,  $C_{dii}$ ,  $C_{btii}$  와의 關係

3) 電氣方式; 配線方式 및  $K_s, K_d$  를 一定하게 할 때 各配線方式을 통한 總配線費의 最少값  $C_{ii}$  는  $A_d$  가 적어질수록 적다. 遮斷器를 포함하는 總配線費의 最少값  $C_{iii}$  는  $A_d$  의 어떤 값에서 最少가 된다.

4) 어떤 電氣方式; 配線方式 및 配線方法에 있어서  $C_i$  를 最少로 하는 幹線本數  $n_d$  가 발견되고, 또 그때의  $A_d$  는  $K_s, K_d$  가 적을수록 커진다.

5) 어떤條件에 있어서  $C_i$  를 最少로 하는 幹線平均浬기  $A_{wdm}$  을 찾아낼 수 있다.

6) 어떤條件에 있어서  $C_i$  를 最少로 하기 위한 幹線平均電流  $I_d$  (또는 幹線容量  $W_d$ ) 를 발견할 수 있다.

〈吳永敦 抄〉

接觸子の 接觸部溫度와 接觸性格 大森 豊明

日本電氣學會誌 87-6 PP. 243~250

本論文은 接觸子の 接觸部溫度와 接觸抵抗의 關係에 대해서 檢討하기 위해서, 接觸子の 接觸部表面이 깨끗한 경우와 接觸部表面에 酸化皮膜이나 硫化皮膜이 생겼을 때의 接觸部溫度와 接觸抵抗의 關係, 또 開閉器具類의 接觸子에 潤滑을 위해서 그리스를 塗布할 경우의 接觸部溫度와 接觸抵抗의 關係, 나아가서 道電電流와 接觸抵抗의 關係에 대해서 測定한 結果 다음이 밝혀졌다.

1) 接觸子の 接觸部表面에 酸化皮膜이나 硫化皮膜이 生成된 狀態에서는 皮膜自體가 半導體의 特性을 갖고 있으므로, 接觸部溫度의 增加와 함께 接觸抵抗이 低下하는 傾向이 있다.

即, 接觸部溫度와 接觸抵抗과의 關係는 다음 式으로 표시된다.

$$R = R_0 e^{-\alpha \theta}$$

여기서  $R_0$ : 接觸部溫度  $0^\circ\text{C}$  일 때의 接觸抵抗,  $\theta$ : 接觸部溫度,  $\alpha$ : 定數

屋外에 放置된 銀接觸子の  $R_0, \alpha$  의 特性

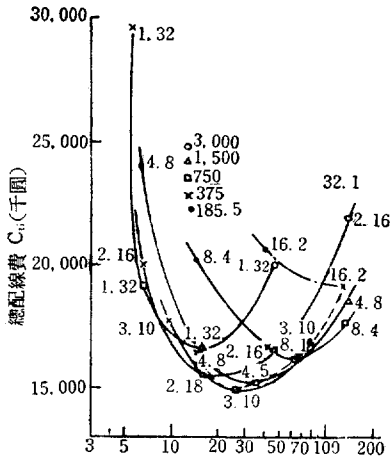
接觸子形狀	放置期間	$R_0$	$\alpha$
點 接 觸	1 個月	25~39	0.00148~0.00244
	4 "	32~45	0.00149~0.00565
線 接 觸	1 "	12~19	0.00431~0.00432
	4 "	13~26	0.00384~0.00432
面 接 觸	1 "	9~19	0.00296~0.00338
	4 "	16~24	0.00430~0.00475

屋外에 放置된 銅接解子の  $R_0, \alpha$  의 特性

接觸子形狀	放置期間	$R_0$	$\alpha$
接 點 觸	1 個月	60~330	0.0030~0.0185
	4 "	320~960	0.0205~0.0310
線 接 觸	1 "	62~300	0.00244~0.00912
	4 "	180~610	0.00139~0.00146
面 接 觸	1 "	120~380	0.00431~0.00850
	4 "	510~1,100	0.00850~0.0123

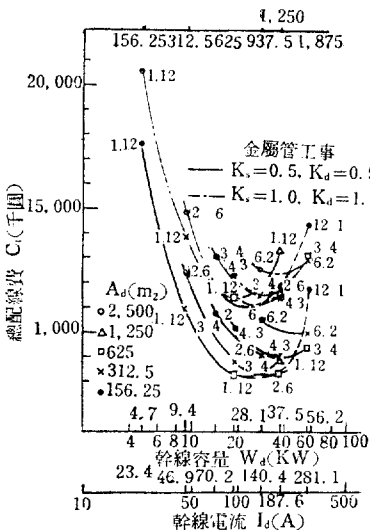
또 道電電流와 接觸抵抗과의 關係는

$$R = R_0' e^{-\beta I_d^2}$$



$C_{ii}$ : 어떤 配線方式中에서의  $C_i$  의 最少 값  
 ○: 3,000 △: 1,500 □: 750 ×: 350 ●: 185.5

$A_{wd}$  와  $C_{ii}$  와의 關係



幹線擔當面積  
 $A = 30,000\text{m}^2$   
 $n_r = 12$   
 $V_r = 200$

$I_d(W_d)$  와  $C_i$  와의 關係

여기서  $R_0'$ : 測定電電流가 零일 때의 接觸抵抗(實際로는 있을 수 없는 假定값),  $\beta$ : 定數,  $I$ : 道電電流 또  $\beta$ 는 道電時間이 짧을때는

$$\beta = \beta' \times t \quad \text{단 } \beta': \text{定數 } t: \text{道電時間}$$

3) 接觸子の 接觸部表面의 皮膜이 두터울수록 接觸部溫度에 대한 接觸抵抗의 低下率은 크고, 周圍條件이 같다면 銅接觸子の 低下率이 銀接銀子の 低下率보다 크다. 또 接觸面壓이 클수록 低下率은 크다고 생각된다.

4) 潤滑을 위해서 接觸部表面에 그리이스를 塗布했을 경우도 (2)와 같이, 接觸部溫度가 增加할수록 接觸抵抗이 低下하는 傾向이 있고, 接觸抵抗의 不規則性은 接觸部溫度가 얕은 곳에서는 無塗布接觸子の 그것보다 크지만, 接觸部溫도의 增加와 함께 줄어드는 傾向에 있다.

5) 道電電流가 커짐에 따라, 銅接觸子나 그리이스塗布接觸子에서는 接觸抵抗은 一般的으로 적어지고, 道電電流가 一定할때는 道電數分後에 급격히 接觸抵抗이 低下하여 그 後는 比較的 完만한 低下를 나타낸다.

6) IEC의 開閉器具類規格에서는 抵抗測定の 道電電流는 100A로부터 그 開閉器定格電流까지의 範圍에서 測定하도록 되어 있으나, 可能한限 그 開閉器에 定格電流를 通했을 경우에 豫想되는 最大接觸部溫度(規格上許容되는 最大接觸部溫度)로 測定하는 것이 좋다.

7) 皮膜이 있는 接觸子の 接觸抵抗特性은 一般的으로 코힐러現象이라고 하는 A-Fritting 特性和 接觸抵抗값이 測定電流에 反比例하는 領域의 B-Fitting 特性和 上記한 半導體的特性的 세 가지 特性이 存在한다. <吳永教 抄>

### 「電氣工學 最近의 進步」講座案内

現代電氣工學은 그 發展樣相에 있어서 특히 綜合과 廣範한 連關知識을 要求하고 있으므로, 現場이나 研究機關에 있는 分들을 위하여 最近의 電氣工學에 關係한 一連의 講座를 갖고져 하는 바, 첫 順序는 아래와 같습니다. 많은 參席을 바랍니다.

記

[1] 主催, 大韓電氣學會

- 題目: 電氣機器
- 日時: 1968年 4月 29日~5月 1日
- 場所: 電氣會館講堂(서울特別市中區水標洞11-4)
- 聽講料: 600원(教材代包含)
- 教材: 46倍版 프린트 約 80p
- 申請方法: 勤務處, 姓名, 記載하여 聽講料와 함께 受講前日까지 本學會事務室로 申請하시압(150名定

員)

○ 科目 및 講師

日	時	科 目	講 師
29(月)	18~20	變 壓 器	金重漢(韓永工業 Co)
30(火)	18~20	電 動 機 및 發 電 機	金東相(利川電機 Co)
5月 1(水)	18~20	遮 斷 機	崔大賢(國際電氣 Co)

[2] 第二講座的 豫告

日時: 1968年 5月 29~31日  
題目: 發變電