

技術情報連絡会資料

－ 漏洩電流と B 種接地について－

平成 2 5 年 8 月 3 0 日

後藤 正

漏洩電流とB種接地

1) 漏洩電流とはなにか

電気回路において、本来の電路以外を流れる電流を漏洩電流という。

そのため、電気事業法に基づく省令により大地、鉄骨、車体などを電気の帰還回路として使用することが認められている鉄道などの信号回路の電流は、これらの電線以外の部分を流れても漏洩電流とは呼ばれない。逆に、正規に敷設された絶縁電線路を通る電流であっても、本来の電路ではなければ、それは漏洩電流ということになる。

2) 漏洩電流の制限

電気事業法に基づく省令では、電路は大地から絶縁しなければならないとされ、その絶縁性能は使用電圧を加えたときの漏洩電流の値、または耐圧試験によるとされている。

低圧電線路の絶縁性能

単相2線式の場合 最大使用可能電流 $\times (1/2000) \times 2$ (A)

単相3線式の場合 最大使用可能電流 $\times (1/2000) \times 3$ (A)

3相3線式の場合 最大使用可能電流 $\times (1/2000) \times 3$ (A)

低圧使用場所における絶縁性能

最小区分ごとに (電圧によらず) 1 mA 以下

または、メガーによる絶縁抵抗測定値(低圧使用場所のみ)

電路の種類		絶縁抵抗
使用電圧が 300V 以下の電路	対地電圧（非接地式電路は、電線間の電圧）が 150V 以下のもの	0.1M Ω 以上
	その他のもの	0.2M Ω 以上
使用電圧が 300V を越える電路		0.4M Ω 以上

3) 漏洩電流の原因

1. 設備・絶縁材料の劣化、焼損、汚染による絶縁低下による漏洩電流

2. 電線路、使用場所の特性による浮遊容量

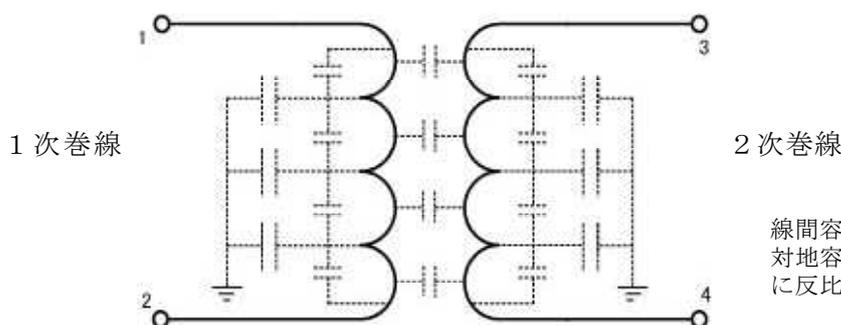
①電線と大地、電線相互間の静電容量

敷設された電線の形状、対地との距離（配管の有無）、配線長、太さによって決まる。



②変圧器、誘導型モーターなどの静電容量

線間容量を考慮した 変圧器の等価回路

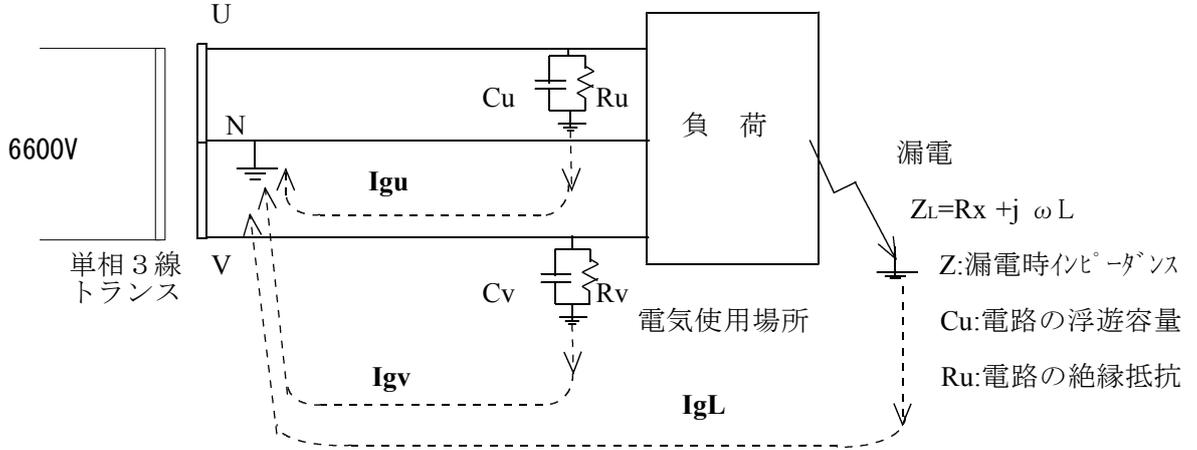


線間容量は巻き数にほぼ比例し
対地容量は鉄芯、ケースとの距離
に反比例する

誘導型モーターなどの静電容量の等価回路は、変圧器と全く同じになる。但し、対地容量は同じ定格出力で比べれば、1次巻き線側はモーターのほうが大きい。しかし、2次巻き線側は一般的にモーターのほうが小さい（かご形の場合は、ほぼ零）。

4) 変圧器結線方式とB種接地による漏洩電流

① 単相3線式トランス回路の場合

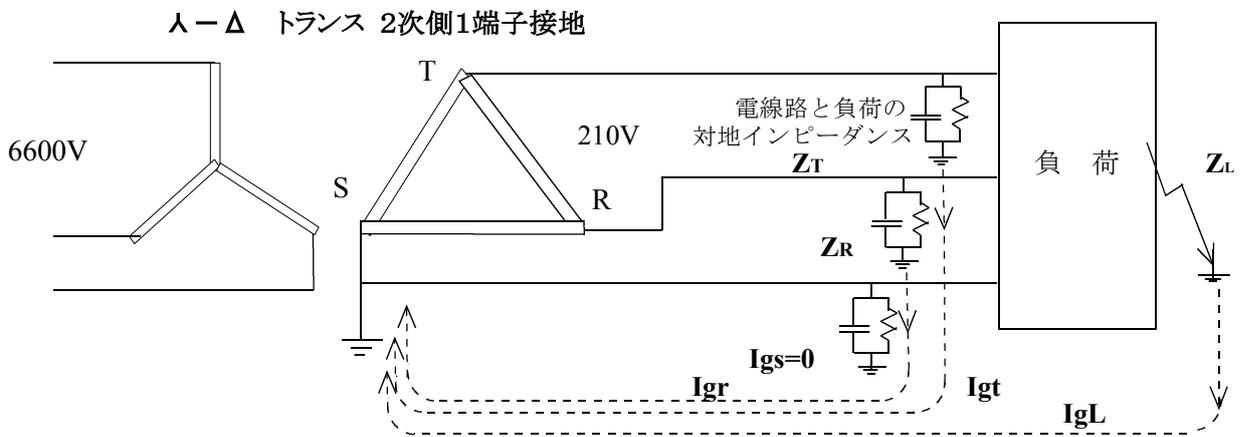


漏洩電流 I_g は

$$I_g = I_{gu} + I_{gv} + I_{gL} = \frac{V_{NU}}{Z_u} + \frac{V_{VN}}{Z_v} + \frac{V_x}{Z} \quad V_x : \text{漏電部の対地電圧}$$

したがって、漏電がなく ($Z_L = \infty$)、漏洩電流 I_g は、U相とV相の対地インピーダンス（電線部の容量性負荷、照明器具の安定器など）に差がなければ、ほぼゼロとなる。

② 3相変圧器回路の場合



漏洩電流 I_g は

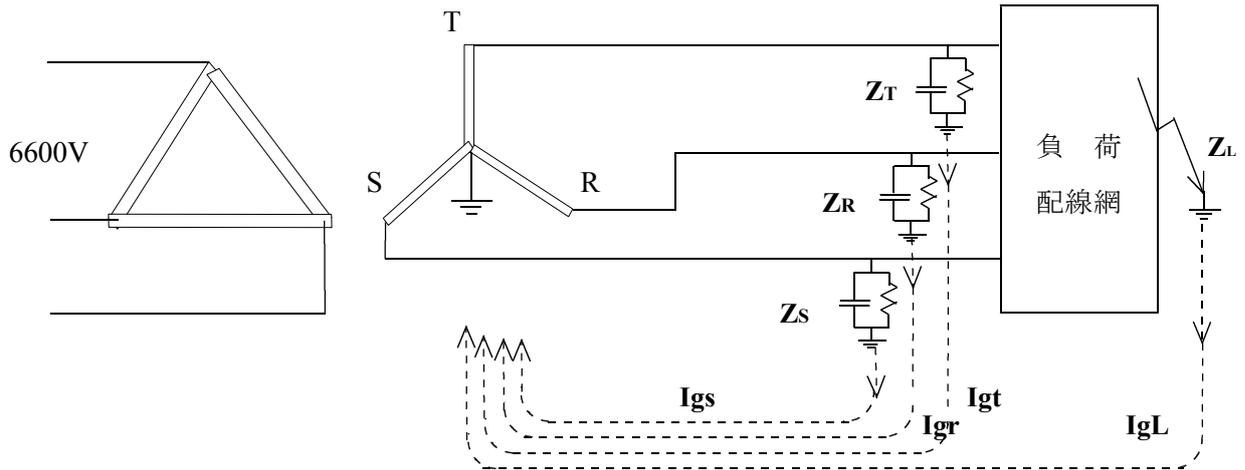
$$I_g = I_{gr} + I_{gs} + I_{gt} + I_{gL} = \frac{V_{RS}}{Z_R} + \frac{V_{SS}}{Z_S} + \frac{V_{ST}}{Z_T} + \frac{V_x}{Z_L}$$

各相のインピーダンスが等しければ、 $Z_R = Z_S = Z_T = Z$ かつ $V_{SS} = 0$ だから

$$= \frac{V_{RT}}{Z} + \frac{V_x}{Z_L}$$

したがって、漏洩電流 I_g は、漏電の有無にかかわらず、1相分の対地インピーダンスに反比例した値を加えたものになる。

Δ-トランス 2次側中性点接地



漏洩電流 I_g は

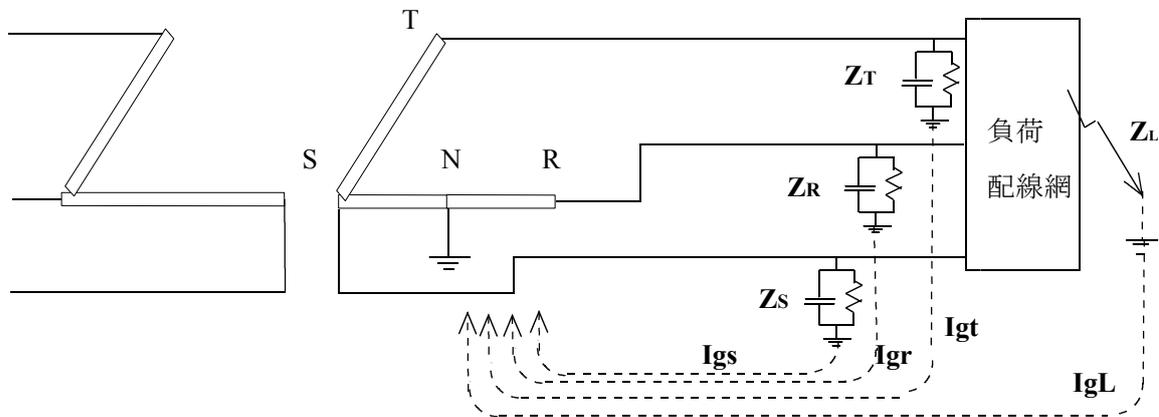
$$I_g = I_{gr} + I_{gs} + I_{gt} + I_{gL} = \frac{V_R}{Z_R} + \frac{V_S}{Z_S} + \frac{V_T}{Z_T} + \frac{V_X}{Z_L}$$

各相のインピーダンスが等しければ、 $V_R + V_S + V_T = 0$ だから

$$= \frac{V_X}{Z_L}$$

したがって、漏洩電流 I_g は、ある1相が漏電しているときに限り、その漏電時の対地インピーダンスに反比例した値になる。

V結線トランス 電灯回路併用



漏洩電流 I_g は

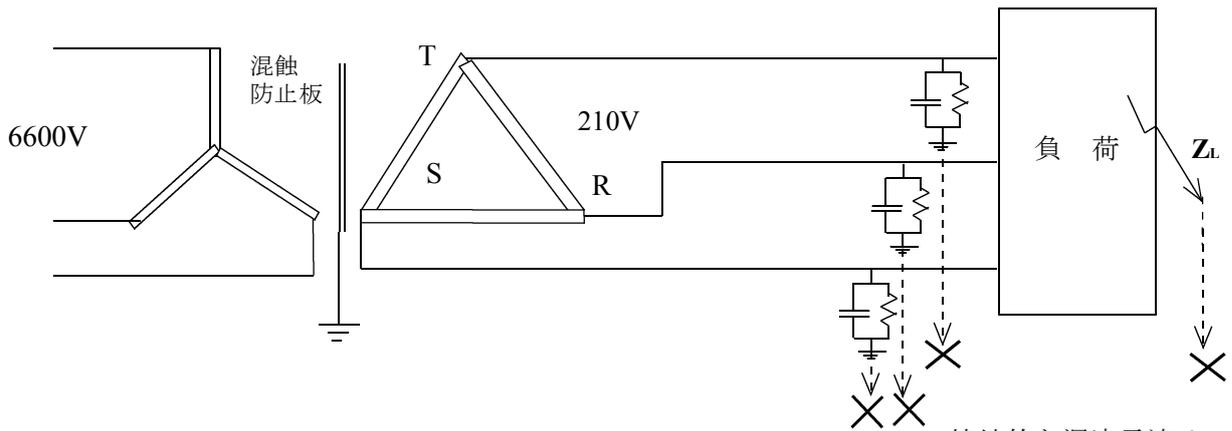
$$I_g = I_{gr} + I_{gs} + I_{gt} + I_{gL} = \frac{V_{NR}}{Z_R} + \frac{V_{SN}}{Z_S} + \frac{V_{NT}}{Z_T} + \frac{V_X}{Z_L}$$

各相のインピーダンスが等しければ、 $Z_R = Z_S = Z_T = Z$ とおくと

$$= \frac{1}{Z} (V_{RN} + V_{NS} + V_{NT}) + \frac{V_X}{Z_L}$$

したがって、漏洩電流 I_g は、漏電の有無にかかわらず、1相分の電圧と V_{SR} の $1/2$ のベクトル合成値の電圧に比例した値となる。

入-△ 混蝕防止板付きトランス(2次側非接地)



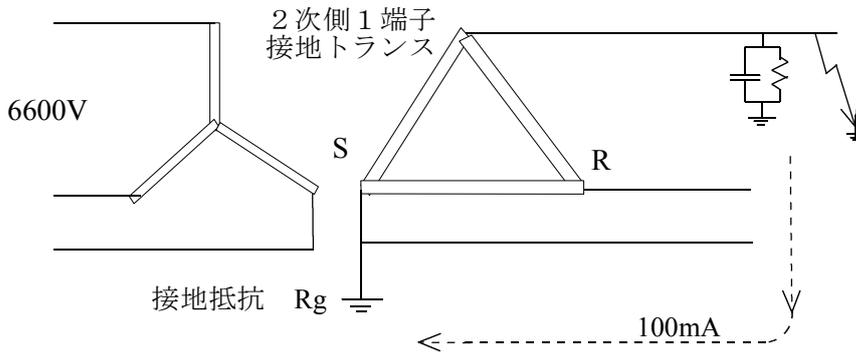
電気炉、大容量の溶接器、電気浴設備など対地絶縁が困難な回路に使用するトランスは2次側非接地で使うことができる。また一部の医療機器の回路は非接地トランスの使用を推奨されている。

持続的な漏洩電流は流れない

5) B種アースと漏洩電流の関係

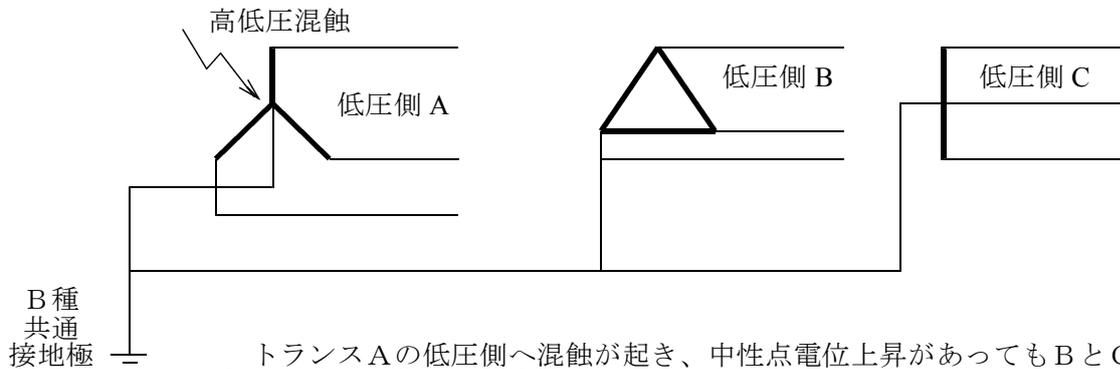
変圧器におけるB種接地は、高圧1次と2次間の混蝕時に2次側に人体や機器に危険な電位上昇を生じさせないように接地される。したがって、1次側を高圧回路に接続されたトランスのB種接地工事を省くことはできない。しかし、トランスの2次側端子(中性点も含めて)にB種接地を施す場合には下記のような弊害もある。

①漏洩電流値とB種抵抗値の大きさによっては対地電圧が不安定になる。



もし接地抵抗 R_g が 50Ω なら、漏洩電流が 100mA であっても対地電位上昇は 5V になり、漏洩電流の増減、電気回路の働きに影響を与える可能性がある。

②多数のトランスを共通のB種接地につなぐと、1台のトランス回路の漏洩電流や混蝕による電位変動の影響を、他のトランス回路も同じように受ける。



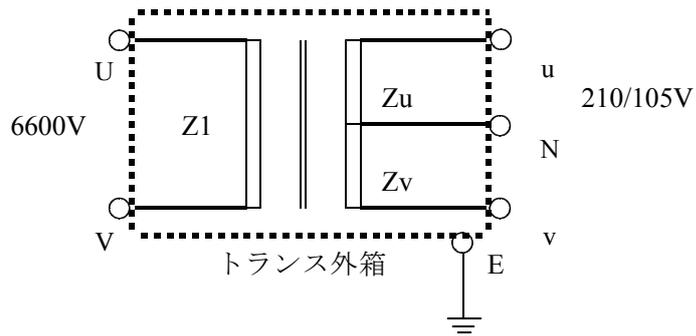
トランスAの低圧側へ混蝕が起き、中性点電位上昇があってもBとCの接地端子は全く同様に電位上昇が起きる。もし、このときA~Cのどれかのトランスで漏洩電流が流れ、①の理由で電位上昇が起きていれば対地電圧の上昇限度 150V を越える可能性がある。

③高圧側の外来ノイズ、高調波の影響を受けやすくなる。

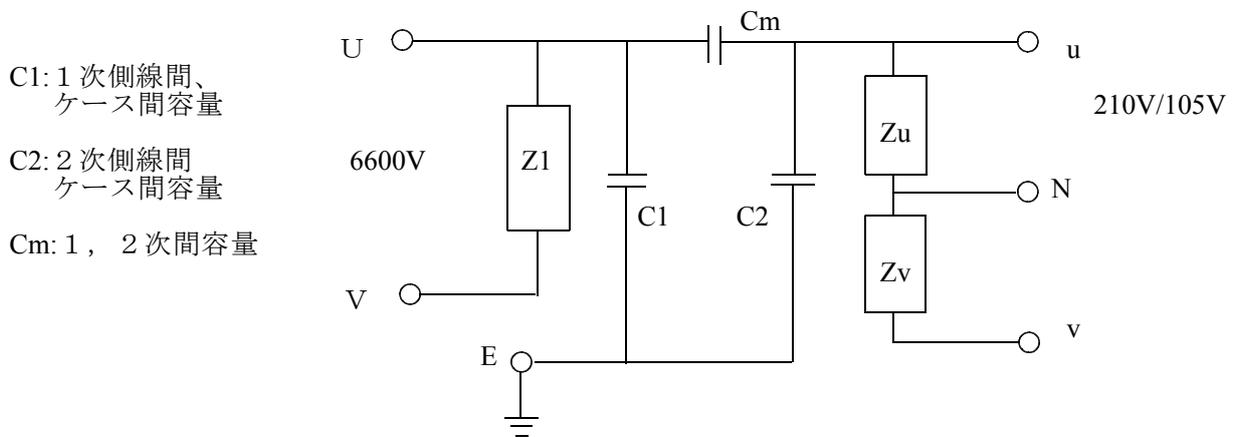
左のような単相変圧器がある。

Z_1 、 Z_u 、 Z_v はそれぞれ、

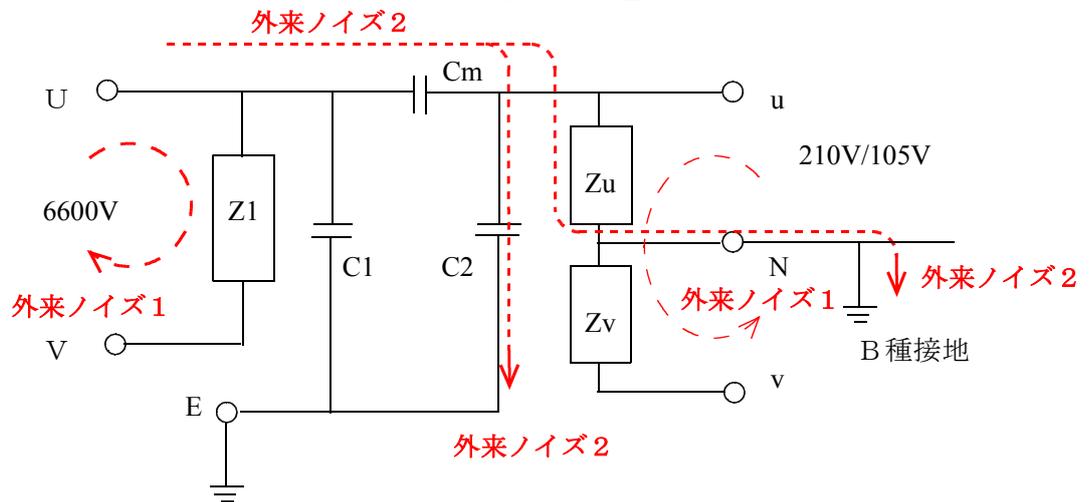
Z_1 : 1次巻き線のインピーダンス
 Z_u : 2次巻き線のインピーダンス
 Z_v : 2次巻き線のインピーダンス



これを浮遊容量Cも考慮して記号化した変圧器は下図のようになる。



高圧側からノイズが2次側に侵入する経路



高圧側の線間電圧に重なるように入ってくる「外来ノイズ1」は、トランスの巻き数比に比例した電圧で2次側に現れるため、機器に与える影響は少ない。

誘導雷、電波、1相のみに現れる異常電圧などの「外来ノイズ2」は、1、2次間容量 C_m を通して、高圧側から容易に2次巻き線に侵入してくる。このとき、B種接地がされていると外来ノイズ2は2次側巻き線、低圧負荷側の回路を流れることになる。もし、B種接地が施されていないときは、2次側には2次線間ケース間容量の回路のみを流れることになる。