

# ベクトル理論 Igr 方式 (True R) の Technology

- ・ I<sub>0</sub> の問題点はこの技術にて解決
- ・ I<sub>gc</sub> が多い現場でも高い精度
- ・ 電圧変動でも誤差を生じない
- ・ R 相 T 相同時地絡の検出が可能
- ・ ノイズ・高調波の影響を受けない
- ・ 実際の危険な絶縁劣化を探查可能

## 三相 3 線式デルタ結線の検出理論

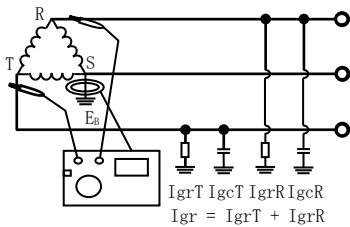


図 1

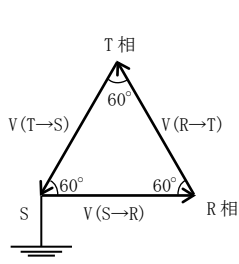


図 2

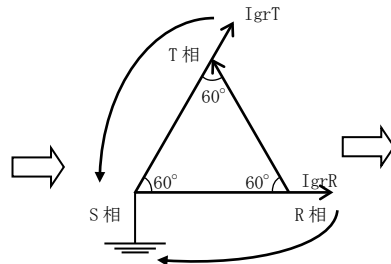


図 3

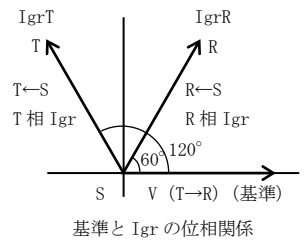


図 4

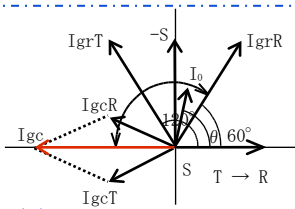


図 5

図 1 のような三相 3 線式デルタ結線の Igr の検出を行うには、特殊な計算式が必要になる。図 2 のデルタ結線の各電圧の発生角度から図 3 の電流が対地に戻るベクトルを考察する必要がある。図 4 が各電圧と Igr の関係性を示した図である。IgrR の進み 90° に発生する IgcR と IgrT の進み 90° に発生する IgcT のベクトル合成を行い、その場合、その静電容量が平衡していることを条件とすると V (T→R) から 180° の位置に Igc の合算のベクトルが発生する。その関係を図 5 に示す。図 5 のように三相 3 線式デルタ結線において I<sub>0</sub> 値は、60° から 180° に発生することになる。60° の IgrR 及び 120° の IgrT また、同時に 2 相で発生した場合の解決を行うために sin の数式を応用する。

$$\sin\theta = \sin(180 - \theta) \dots\dots\dots (1) \text{ 式}$$

(1) 式より、Igc は V (T→R) に平行で、120° の V (S→T) は、 $\sin 120^\circ = \sin(180^\circ - 120^\circ) = \sin 60^\circ$  となり、60° の V (S→R) に重なる。図 6 は、sin の特性である。この sin の特性を利用することにより三相 3 線式デルタ結線の解決を行う。つまり、90° 以上の  $\theta$  は、180° から減算するという状況をつくる。Igr の発生がなく、Igc のみの場合、180° に I<sub>0</sub> は位置する。IgrT の場合 120° に位置する。Igr が発生しており、Igc の影響がある場合、60° から 180° までの間に I<sub>0</sub> が位置する。IgrT と I<sub>0</sub>、Igc を sin の演算を活用すると図 7 となり、IgrR と I<sub>0</sub>、Igc を sin で演算すると図 8 となる。I<sub>0</sub> から電圧 V (T→R) に垂線を引くと演算後の  $\theta$  と I<sub>0</sub> の大きさより  $I_0 \sin \theta$  と計算される。そして Igr と  $I_0 \sin \theta$  は必ず 30° の角度があるためその関係は、 $Igr \cos 30^\circ = I_0 \sin \theta$  となる。この関係より Igr を求めるための公式は (2) 式となる。

$$Igr = \frac{I_0 \sin \theta}{\cos 30^\circ} \dots\dots\dots (2) \text{ 式}$$

つまり、図 9 のように、どの角度でも I<sub>0</sub> から電圧 V (T→R) に垂線を引きそこから 30° の計算を行うと Igr が算出できることになる。

基準電圧を V (S→R) や V (T→S) にした場合には、算出した位相角度  $\theta$  にプラスかマイナスの演算をすることが必要となり、基準電圧の正弦波のみでの解決が困難である。しかし、V (T→R) を基準電圧にすることにより、算出した位相角度  $\theta$  をそのまま活用し、図 10 のように基準電圧の正弦波のゼロクロスポイントを最大限有効に活用することができ精度や安定性の向上を可能にした。また、Igc のみの場合は I<sub>0</sub> が 180° になり、0° (360°) と 180° のクロスポイントでは Igr が発生していないことが判る。図 11 は、運用現場での Igr の特性と Igc の特性である。安定した sin カーブの Igr に対し、Igc は高調波やノイズの影響をうけ波形が乱れる。場合によっては Igc は 3 倍から 8 倍の歪を受けている。この影響で、測定が難しいといわれる静電容量が多い運用現場では、Igr 値の検出が困難である。しかし、ベクトル理論 Igr 方式を採用した場合は、1~2mA 程度の Igr 値の検出はもちろん、間欠漏電となる Igr 値の変動の追従さえ可能となる。更に、電圧は、クロスポイントだけを活用しているので電圧の最大値などが変化しても、検出に誤差を生じない。また図 12 のように漏電発生、静電容量変化、降雨などで V<sub>0</sub> は変化する。変化する方向に垂直に原点を持っていないければ位相は正確に測れない。かなりの環境での信頼性が高い検出をもたらす。

(本方式は、I<sub>0</sub> から演算している為 I<sub>0</sub>R 方式と呼ばれることもある。)

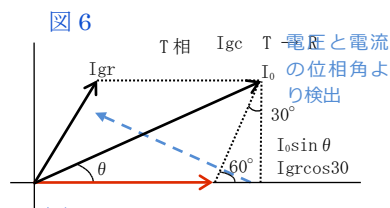


図 6

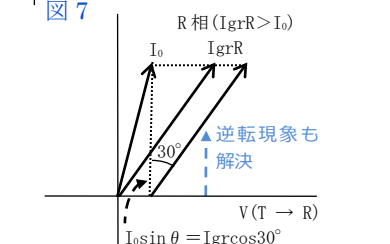


図 7

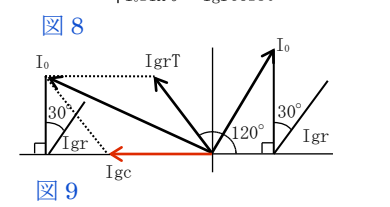


図 8

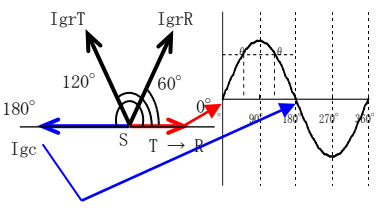


図 9

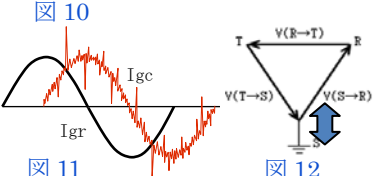


図 10



図 11

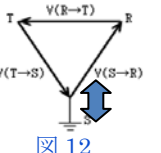


図 12