障害波遮断変成器のコイル配置に基づいた 各種構造と特性

正 員 矢 ケ 崎 昭 彦 (電研精機研究所)

Various Structures Based on the Coil Arrangement of a Noise Cutout Transformer and Their Characteristics.

Akihiko Yagasaki, Member (Denkenseiki Re. In. Corp.)

With instruments, equipment, and systems becoming highly integrated and provided with intelligent functions, serious and wide-spread cases of noise interference are increasing. Isolating technologies, which enable smooth operation of entire systems by separating and isolating the electric circuit at key points and transmitting signals and power through different forms of energy, are thus becoming indispensable as countermeasures.

In a power circuit, the noise cutout transformer is the element that serves the role of isolation.

However, utilization of this element has been lagging due to there being several difficult problems in terms of magnetic coupling. Development and improvement of this element are thus urgently needed.

The function of a noise cutout transformer is to discriminate between the fundamental wave component in the coupling magnetic flux and the high frequency components corresponding to noise so that the mutual inductance between the primary and secondary coils is effected only by the former component. To achieve this purpose, it is considered essential for the coils to be separated from each other, instead of arranging them close together as in a conventional transformer, so that the high frequency magnetic flux, which is generated by the primary coil and passes through the air gap and insulation, will not interlink with the secondary coil.

In this paper, the structures that can be considered for application to an actual transformer and the effects that such structures can provide shall be determined and classified through theory and experiment.

The anticipated effects shall then be examined comparatively to contribute to future development and improvement.

キーワード：ノイズ防止，アイソレート，障害波遮断，弁別変成，コイルと相互誘導，減衰特性

1. まえがき

(1) 最近のノイズ障害の傾向

高度情報化社会の発展に絶えずつきまとい、それを阻害する要因に、情報技術装置類へのノイズ障害がある。対策が追いつかず、すでに公害となるに至ったノイズ障害は依然として増加する一方であり、深刻な事例も多くなっている。ことに最近では意表を突く形態でにわかに現われたり、いちどきに広域にわたる被害を生む事例が増える傾向がある。それは高度に多様な作業を営む電子装置類の出現と、それと情報技術装置との結合、及びそれらの利用のネットワーク化と時期を等しくしている。

(2) ノイズ障害の防止と回路のアイソレート

このようなノイズ公害の傾向とその防止対策において、ノイズを発生したり障害を受けたりする機器・装置類やシ

ステムについて見るとき、次のようなことが言える。

電気・電子機器類・情報技術装置類の実装密度が高く回路が複雑になり、またシステムが大規模になるに従い、ノイズに敏感なデバイスもノイズを発生するデバイスも共に増加し、さらに輻射ノイズを伝搬するアンテナとなる線路も複雑に増大する。その結果、伝導性ノイズによる妨害も放射性ノイズによる妨害も共に増加し、各部分の動作による相互干渉も避けられなくなって行く。従ってこれらの回路のすべてが電氣的に接続され導通したままであると、遂にはどうやってもノイズ障害が防止できないようにまでなり、全体が極めてぜい弱化してしまう。

そこでこれを、動作電流が導通して一巡する必要がある動作ループごとの小さなユニットに分割し、互いに電氣的に絶縁してノイズの伝導を遮断し、また輻射による伝播を抑制した後に、必要な信号や電力だけを別のエネルギー(結

合エネルギー)に変換し更に逆変換して伝達することによって、全体として順調な動作を営ませる技術(アイソレート技術)がどうしても必要になる⁽¹⁾。

アイソレート技術は間に合わせに何かを付加してしのぐ類のノイズ対策ではなく、基本的な回路技術に含まれるべきものである。

(3) アイソレート素子

回路をアイソレートする役割を担うのがアイソレート素子であり、その結合エネルギーには主として信号系に光が、電力系に磁気の実用できる。少なからぬ年月筆者の研究開発してきた障害波遮断変成器(Noise Cutout Transformer)(NCTと略記)は後者である^{(2)(3)(4)(5)~(10)}。

光を結合エネルギーとするアイソレート(光結合)の明快さに比べ、磁気結合には難題が多く、そのためもあって素子の開発も活用もかなり遅れている。しかしノイズによるトラブルの現場では電源回路回りへの施策を抜きにして解決することはほとんど無く、しかも前記(2)のようにアイソレートを必須とする状況が急増している。電力系用アイソレート素子のさらなる開発・改良・普及は今なお急務である。

(4) 電力回路用アイソレート素子「障害波遮断変成器」

漏えい変圧器等のごく限られた用途以外のほとんどすべての変成器の特性は、1次側電気勢力の全成分を損失なく2次側に伝達する「全変成」を指向している。これに対し、障害波遮断変成器の特性は、必要な基本波の成分のみを伝達し他の不必要な成分を伝達させない「弁別変成」を指向する点で相反している。

ノイズ防止の目的に合わせて弁別変成を行わせるためには、1次と2次間の基本波における相互誘導作用を効率良く行なわせると同時に、ノイズに相当する基本波より高い周波数の相互誘導作用を極力抑制させる必要がある。そのための手法として、変成器の1次コイルと2次コイルを共通して貫通する磁心に、実効透磁率が基本波付近の交流周波数においてはできるだけ高く、それより周波数が増すに従い急速に実効透磁率が低下する材質と形状に設計する必要があるが、それによって助長される困難もあり、新たな課題が生まれる。

(5) 障害波遮断変成器の課題

それは1次コイルに加わる電気勢力によって発生した磁束のうちの、低い周波数の成分は実効透磁率の高い磁心に吸い寄せられて空中に拡がるのが甚だ少ないのに対し、高い周波数の成分は実効透磁率の低くなった磁心から離れて、コイル内の空隙や絶縁物等の非磁性体(これらを合わせて空心と同等のものが併存すると考え、以下空心と記す)中とその周辺の空間に自由に拡がって通るようになり、その結果高周波のノイズ程良く2次側に誘導し伝達してしまうことにある。言いかえれば、設けられた磁心と共に構造上不可否的に存在する空心とその周辺の空間が、高い周波数のノイズにおいては支配的にさえるの

図1 変成器一般のコイル配置

Fig. 1. Coil arrangement of conventional transformer

図2 同軸同心配置のコイルの縦断面

Fig. 2. Vertical cross sectional view of a coaxial concentric coil arrangement

であって、一昔前と異なり MHz 帯以上の周波数帯域のノイズが甚しい障害を及ぼすようになった現在では、これをいかにして解決するかがノイズ防止用変成器としての重要な課題となる。

(6) 課題に答える一手法(本稿のテーマ)

この課題を解決して行く手法として、まず両コイルの位置関係を、コイルから生じて空心とその周辺の空間を通る高周波磁束が互いに相手コイルにできるだけ鎖交しないように定めることが最も必要なことのひとつになる。

本稿ではそれはなぜかということと、汎用の変成器に実施し得る形状を前提としたとき実現可能な位置関係に3種類の基本形が存在することを示し、その中の最も高い効果を示すツイスト形について最近の成果をあげる。そしてそれに全変成指図の位置関係を加えた4種類について、先ず空中に両コイルのみを配置した場合(空心コイルのみとなる)について、次にコイルに磁心を加えて組合わせた場合について、考察と実験を行い、各々の効果や用途について比較論述する。

2. 一般の変成器の機能とそのノイズ防止効果上の考察

比較に先立って一般の変成器の持つ構造・機能とノイズ防止上から見た効果に触れる。

一般の変成器においては、コストの許す限りできるだけ広い周波数帯域にわたって透磁率の高い材質と形状の磁心を設け、特に大型のものの一部を除きほとんど例外なく図1、図2のように1次コイルと2次コイルを同軸同心状に配置する。さらに両コイルの高さ（軸長）をそろえ、冷却と絶縁耐電圧上許される限り両者を密接させる。また一個の中間タップを取り出すにも可能な限り配慮して磁束の流れを乱すまいとする。これらはすべて1次コイルで発生した磁束を磁心のみならず空心と周辺の空間を通る磁束も残りなく2次コイルに鎖交させたいためにとる手法であり、「全変成」の目的に向けて1次側電気勢力を少しの損失もなく2次側に伝達したいための手段である。

しかしこのままではノイズの高周波磁束も良く2次コイルに鎖交するからノイズ防止の役には立ちにくい。また両コイル間に静電遮へい板を設けても、磁束を遮ることはできないので、基本波と同一経路で流れるノーマルモードノイズの防止には役立たない⁽¹¹⁾。

3. 障害波遮断変成器の機能の概要と課題

これに対し障害波遮断変成器の持つべき機能と構造は、必要な成分である基本波を1次と2次の両コイル間で良く伝達できると同時に、それより高い周波数の不要成分を伝達させない「弁別変成」のためのものであるから、そのための構造も自ずから異なったものになる。どのような構造を取るのが適当か考察する。

まず変成器の1次側に入力された電気勢力が2次側に伝達される間に介在する要素には、図3のように抵抗 R と電

φ_i 磁心中を通り両コイルに鎖交する磁束
φ_o 空心・空間・絶縁物を通り両コイルに鎖交する磁束
f 両コイルを結ぶ電気力線
R 両コイル間の絶縁抵抗

図3 1次・2次コイル間の結合説明図

Fig. 3. Explanation diagram of coupling between the primary and secondary coils

気力線 f と磁束 ϕ_i ・ ϕ_o が想定される。その各々の作用と、テーマに対して望ましい処理の方向についてみる。

R は絶縁抵抗であり、良質の絶縁物を用いて値を大きくすれば、これを介するノイズの伝導は基本波電流の漏洩と合わせて容易に無視できるまでに除き得る。

f は電気力線であり、その静電誘導によるノイズの伝達は、多重の良伝導板で隙間なく覆って遮へいすれば検知し難いまでに防止できる。

次に磁束によるノイズの誘導のうち、磁心中を通る磁束 ϕ_i については、基本波付近の低周波では実効透磁率が高く高周波になるに従って急速に低下する磁性材料を用いることによって弁別し、ノイズによる成分を消失させることができる。これに対し構造上不可避免的に存在する空心と周辺の空間を通る磁束 ϕ_o については、空気や絶縁物の透磁率が周波数に対して一定であるためこれを弁別することができない。

つまり、障害波遮断変成器がその目的とするノイズ防止の機能を持つためには、この磁束 ϕ_o をどう処理するかが容易ではなく、最後に残る課題となる。

4. 障害波遮断変成器のあるべきコイルの配置

〈4・1〉 両コイルを分離す この課題を果たすためのひとつの手法として、コイルの配置を一般の変成器とは反対に互いに密接させずに引き離して配置することが考えられる。そのことにより先ず空心とその周辺の空間を通る磁束が2次コイルに鎖交することをできる限り避ける。それによって空心と空間中の基本波の磁束も鎖交できにくくなるが、もともと基本波の磁束は実効透磁率の高い磁心中を通り、空心と空間中に漏れるのはごくわずかであるから、この場合は多少の効率を犠牲にしても、これらを共にした総ての ϕ_o を排除してしまう方が得策である。

以下それにより得られる効果を考察する。

〈4・2〉 引き離れたコイル間の相互誘導 最も単純な形の図4に示した単層巻円筒形コイルを取上げて、これを一般変成器と同様の同軸同心状に近接して空中に配置した場合（A）と、これを軸方向に引き離して同軸異心状に隣接して配置した場合（B）との相互誘導の強さの相違を求めてみる⁽¹²⁾。

図4において、コイルの巻数 $N_1 = N_2 = 30$ 回
コイルの長さ $l = 0.03\text{m}$
内コイルの半径 $d_1 = 0.01\text{m}$
外コイルの半径 $d_2 = 0.015\text{m}$
 $x - \frac{l}{2} = 0.005\text{m}$ として

相互インダクタンス $M_a \cdot M_b$ (H) を求めると（A）の配置では

$$M_a = \frac{2 \times 10^{-7} \pi^2 R_1^2 N_1 N_2}{d} \left[1 + \frac{R_1^2 R_2^2}{8 d^4} \left\{ 3 - 4 \left(\frac{l}{2} \right)^2 \right\} \right] \dots (1)$$

$$\text{但し } d = \sqrt{R_2^2 + \left(\frac{l}{2} \right)^2}$$

$$M_a = 7.68 [\mu\text{H}]$$

(A) 同軸同心配置

(B) 同軸異心配置

図4 単層巻円筒コイル

Fig. 4. Single layer cylindrical coil

(B) の配置では

$$M_b = \frac{10^{-7}(\pi R_1 R_2)^2 N_1 N_2}{l^2} (k_1 q_1 + k_3 q_3) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{但し } d_1 = \sqrt{x^2 + R_2^2}, \quad d_2 = \sqrt{y^2 + R_2^2}$$

$$k_1 = \frac{2}{R_2^2} \left(\frac{y}{d_2} - \frac{x}{d_1} \right), \quad q_1 = l, \quad k_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{x}{d_1^5} - \frac{y}{d_2^5} \right),$$

$$q_3 = R_1^2 \frac{l}{2} \left\{ 3 - 4 \frac{\left(\frac{l}{2} \right)^2}{R_1^2} \right\}$$

$$M_b = 0.74 \quad [\mu H]$$

(1) 式と (2) 式の答 M_a と M_b の比が 1 次・2 次間のノイズ減衰率 A に相当すると見ると

$$A = 20 \log_{10} \frac{M_b}{M_a} \quad [\text{dB}]$$

$$= 20 \log_{10} \frac{0.74}{7.68} = -20.32 \quad [\text{dB}]$$

考察すると両コイルを図 4 (A) の同軸同心状の配置から同軸異心の図 4 (B) の配置に引き離しただけで約 -20dB のノイズ減衰率を稼ぐ可能性のあることがわかる。

(4・3) コイルの配置の分類と相互誘導の比較 汎用

図5 コイルの配置

Fig. 5. Coil arrangement

の変成器になぞらえて考えたとき、外形や材料利用率等も考慮しないとならないので、取り得る配置は基本的に図5の①、②、③の三種類になる。①は同軸異心であり、②は異軸異心であり、③は異軸異心で互いに軸線を直交させた配置である。このうち③は、もし一線一回巻のコイルであれば、1次コイルから空中を通る磁束は2次コイルに鎖交せず平行するから2次側起電力は零となり、ノイズ防止上理想的な配置となる。しかし体積のある実際のコイルではわずかに斜めに鎖交して2次起電力が発生する部分が出てくる。

この基本的な三種類の実用になる形のものについて計算することは容易でないので、以下の実験により比較検討してみる。

5. 実験Ⅰ＝空中にコイルのみを配置した場合とその結果

〈5・1〉 測定サンプル 特に高いノイズ遮断効果を狙って設計すれば一見して変成器と思えないような形のものにさえるが、それでは汎用性を失うので、最も一般的なEIAJ-RC-2724規格EI-66⁽¹³⁾の打抜き珪素鋼板のラミネー

コイル径 外側30mmφ 内側25mmφ
コイル長 20mm 導体径 2mmφ
巻回数 3回
アルミ箔 20μm 同軸コード 3D2V

図6 サンプル

Fig. 6. Sample

図7 ノイズ測定ダイヤグラム

Fig. 7. Measurement diagram of noise

ト鉄心に当てはめて、その窓寸法内に収まるサイズの外径を採った図6のコイルで比較測定する。コイルは20μmのアルミ箔で被覆して遮へいし⁽¹⁴⁾、静電容量結合を除くと共に外来輻射ノイズを排除する。

〈5・2〉測定方法 今回は図7のように正弦波の信号発生器と高周波増幅器と互いにゲイン調整した同機種のオシロスコープ2台を用い、2m×2mのアルミ製グランドプレーン上に総ての器具・サンプルを配置して結線する⁽¹⁵⁾。配線は総て遮へいし、各電源線はアイソレートする。サンプルはグランドプレーンに近接した空中に、1次と2次のコイルを互いに5mm隔てて、図5の①②③の位置関係を保つように絶縁物で保持し固定する。周波数をパラメータにとって波形を観測しながら、一定間隔及びカーブの変化点ごとに1次と2次のコイルの電圧の波高値を記録し、(3)式より減衰率として算出し、表1にまとめる。

$$A = 20 \log_{10} \frac{E_2}{E_1} \text{ [dB]} \dots\dots\dots (3)$$

Aは減衰率

E₁は1次コイルの電圧

E₂は2次コイルの電圧

〈5・3〉測定結果 まとめた表1の値より、図6のサン

表1 同軸同心配置とその他の配置の減衰率の違い

Table 1. Difference of attenuation factor for coaxial concentric coil arrangement and other arrangements

測定周波数 (Hz)	減 衰 率(dB)			
	同軸同心 (図5の①)	同軸異心 (図5の②)	異軸異心 (図5の③)	異軸異心ツイスト (図5の④)
10k	-3.3	-18.3	-26.8	-41.8
25k	-2.7	-17.7	-26.3	-41.9
50k	-2.7	-17.4	-26.2	-44.3
75k	-2.8	-17.2	-26.3	-45.0
100k	-2.6	-16.9	-26.2	-46.8
250k	-2.8	-16.1	-26.2	-51.2
500k	-2.9	-15.9	-26.3	-58.0
750k	-2.9	-15.6	-26.2	-62.3
1M	-3.0	-15.5	-26.4	-63.8
2.5M	-3.0	-15.4	-26.1	-67.1
5M	-2.9	-15.3	-26.1	-68.2
7.5M	-3.0	-15.4	-26.1	-67.8
10M	-2.9	-15.6	-26.1	-72.0
25M	-3.0	-15.3	-26.2	-74.1
50M	-4.1	-18.3	-29.7	-70.3
75M	-4.4	-22.1	-34.0	-61.8
100M	-3.9	-25.2	-37.6	-60.0
125M	-3.5	-25.3	-38.3	-53.8
130M	-3.5	-25.0	-38.3	-52.0

プルの形状の空心コイルにおける配置の違いによる効果を比較すると、図5の①の配置(同軸同心)に比べ、同①②③と順次に著しく磁束の鎖交が減じて行くことがわかる。

6. 実験Ⅱ＝配置したコイルに磁心を加えた場合とその結果

〈6・1〉測定サンプル 次に図5の①②③のようにそれぞれ配置したコイルに磁心(鉄心)を組合わせて、変成器として必要な構造を備えたサンプルではどうなるか測定する。実験Ⅰと比べ磁心が存在すること、コイルが基本波の電圧に応じて多層多巻回数であることが異なる点である。各部については、

(1) コイルは〈5・1〉と同様の配慮から、実験Ⅰと同じくEIAJ-RC-2724規格EI-66⁽¹³⁾の打抜き珪素鋼板をラミネ

図8 ノイズスペクトル測定ダイヤグラム

Fig. 8. Measurement diagram of noise spectrum

図9 同軸同心配置 (図5①) のサンプルの減衰特性

Fig. 9. Noise attenuation characteristic of coaxial concentric arrangement (Fig. 5.①) sample

図10 同軸異心配置 (図5②) のサンプルの減衰特性

Fig. 10. Noise attenuation characteristic of coaxial non concentric arrangement (Fig. 5.②) sample

図11 異軸異心配置 (図5③) のサンプルの減衰特性

Fig. 11. Noise attenuation characteristic of non coaxial non concentric arrangement (Fig. 5.③) sample

図12 異軸異心ツイスト配置 (図5④) のサンプルの減衰特性

Fig. 12. Noise attenuation characteristic of non coaxial non concentric and twist arrangement (Fig. 5.④) sample

ートした鉄心の窓一杯に収まるサイズ (線径・巻回数は総て同一) とする。配置は図5の①②③に示した4種類とする。

(2) 磁心は、図5①②のものはEI-66のラミネート鉄心そのもので同一寸法の外鉄形。③は脚の断面が①②と同形状の内鉄形。④は③の内鉄形の形状から、脚軸が互いに直交するまでツイストした形 (6・4) に記述し、以下ツイスト形と記す) とする。

(3) 共通事項は、伝達すべき基本波は50Hz48Vで、コイルの線径・巻回数は総て同一、巻数比は1:1とし、各コイルは20 μ m厚アルミ箔で覆い遮へいする。鉄心の材料はJIS-C 2552 50A470級0.5mm厚の無方向性珪素鋼である。

〈6・2〉 測定方法 測定は今回は図8のようにスペクトラムアナライザを用いることとし、その記録を図9、図10、図11、図12に表示する。

〈6・3〉 測定結果 実験Ⅰの結果の表1と比べて異なる点として、低周波帯域の減衰率がより低く、高周波になる

に従って幾分か高くなっていることがある。この理由は磁心 (鉄心) の存在により、低周波帯域で磁束の鎖交がより増加し、高周波帯域では磁心内の損失で幾分か減少したことによる。

なお、MHz帯に入ると共振現象が現われ、特性曲線がジグザグになる。この理由はコイルが多層多巻回数であることにより、コイル内の線間・層間の微細な分布静電容量と漏れインダクタンスとの様々に複雑な組合わせのローカルの共振回路が存在し、それによる寄生振動が現われるためである。どのような電気部品・材料でも周波数の零から無限大までのどこかで直列共振と並列共振を起こすことは、避けられない問題ではあるが、変成器の多巻回数コイルのように極めて複雑な組み合わせになる部品では、このようにランダムで複雑な様相を呈する。信頼性のさらなる向上のためには、これを抑制することが技術的に高度に難しいテーマとしてなお残るが、これについては稿を改めたい。

結果を各サンプルについて比較すると、図5の①の配置

図13 異軸異心ツイスト形の磁心とコイル

Fig. 13. Magnetic core and coil of non coaxial non concentric twisted shape

表2 ツイスト形と非ツイスト形の諸値の比較
Table 2. Comparison of core constants and characteristics of twisted transformer with untwisted transformer

分類	鉄心重量 (g)	平均磁路長 (mm)	無負荷損失 (W)	力率100% 負荷時 電圧変動率(%)	効 率 (%)
(A) ツイスト形	705	249	0.76	9.73	91.33
(B) 非ツイスト形	580	214	0.64	8.91	93.44
$\frac{A}{B}$	1.22	1.16	1.18	1.09	0.98

に比べ、同①②③と順次に著しくノイズ減衰率が高くなり、①に比べ③では周波数の高い領域で 10^4 (80dB) 程の開きが出るのがわかる。

また、図5の①、②、③の順に最初に現われる共振点が周波数の高い方に（好ましい方向に）移行する。

〈6・4〉 ツイスト形磁心について 図5の①と②のものの形状は一般の変成器の外鉄形と近似している。また同図②のものの形状は一般の変成器の内鉄形と近似している。しかし同図③の異軸・異心・ツイスト形のものはこれまでに見られず一般に無い形状であり、ノイズ防止の機能に徹した障害波遮断変成器専用の形と言える。

これには幾つかの製法（それによる細部の相違は生ずる）を試みてきた結果、現時点で総合して最も良い結果を生むことができたものの形状を図13に示す。同図中の脚軸を直交するまでツイストした脚部（コイルの装着部分）の断面は円形であり、継鉄部分の断面は楕円形である。この部分を楕円形にすることにより磁路長が長くなるのを少しにとどめている。1回毎の周長と幅を加減して巻取った電磁鋼帯を成形した後焼鈍処理してある。図は遮へいを総て

除いたコイルと鉄心だけを示している。

ツイストしたことにより磁路長が長くなり、また屈曲部が増すことになる。それによって基本波磁束の空中への漏えいが増して、基本波の伝達にどれ程の違いが生ずるかを比較してみた結果を表2に示す。同表の（A）は図13のツイスト形、同（B）は、ツイストせず（コイルは図5②の配置になる）、しない分だけ磁路が短い他は総て（A）と同じものであり、各4個づつを測定した平均値の比較である。

性能上の要点を考察すれば、図12に見るように、ツイストしたことにより全域にわたって他より遥かにノイズ減衰率が高く、ことに周波数の高い方で充分な値を保持することができている。また表2に見るようにツイストしたことによる効率の低下を略2%に、また力率100%負荷における電圧変動率の増加を略0.8%にとどめられたことが小さくない成果である。

7. 用途上の考察

〈7・1〉 3種類のコイル配置を採った障害波遮断変成器のそれぞれに、用途に即した考察を加えれば下記の通りである

（1）異軸異心ツイスト形（図5③の配置）は極めて高い減衰率・信頼性を要求される場合に使用するのに適している。素材は一般変成器に比べて特に高価にはならないが、加工度が高いことから他よりコスト高になることは避けられず、この点に課題を残しているが、厳しい条件下における切れ目となり得る最高性能形である。

（2）異軸異心形（図5②の配置）は、中等度から高等度の高い防止効果を得たい場合に適している。その理由はおおよそ50dB～60dB以上の良好な減衰特性が得られ、ことに周波数の高い領域での効果が高いからである。効率は一般変成器（同軸同心形）に比べ3%程度の低下ですみ、目的を考えれば許容できる範囲であろう。ただし電圧変動率が数%増加することを使用に当たり配慮した方がよい。

（3）すでに公害となっているノイズ障害の防止に役立てるにはできるだけ広く普及できる用品もなければならず、その視点からは同軸異心形（図5①の配置）が適している。なぜならば基本の3種類のうちでは最も減衰率が低いとは言いながら、ノイズ防止用品中でもかなり高いおおよそ30dB～40dB以上の減衰率が得られ、また効率と電圧変動率も一般変成器の同軸同心形に比べ1%～2%程度の低下で済む。更に流通量の多い安価な資材が使い易く量産に適していて、コストが低くできるからである。

〈7・2〉 なお一般変成器に比べてコストが高くなる理由はツイスト形を除けばコイルと磁心部分にはほとんど無く、全体を良好な電磁遮へい構造にする必要があることと、それにより殊に恒久設備用の大型では絶縁耐電圧と冷却に難しさが生ずることにある。

8. まとめ

ノイズ障害防止上重要性の増している電力回路用アイソ

レート素子である障害波遮断変成器の、コイル配置に基づいた各構造と特性について解析と実験を行った。要約すると下記のとおりになる。

(1) ノイズを伝達させない目的の障害波遮断変成器においては、高周波実効透磁率の低い磁心により、高周波のコイル間相互誘導を防止する。しかしノイズの周波数が高くなる程その磁束は実効透磁率の低い磁心から離れ、コイル内に必ず存在する空心及びコイル周辺に必ず存在する空間や絶縁物中を通過し、相互誘導を生じてノイズを伝達し、目的に反するようになる。

(2) 従ってこの空心・空間や絶縁物中を通路とする高周波磁束をどのように処理し、相互誘導を防ぐかが、最も重要な課題となつて残る。

(3) その解決には、通常の変成器と反して、1次と2次のコイルを密接させず引き離して配置することが最も有効な手段となるし、それによりノイズ防止素子全般の中でも優れた特性を持つようになり、回路をアイソレートできる特質を活かした、有力なノイズ防止素子となり得る。

(4) 実用となり得るコイル配置には三種類の基本形が存在する。そして、その中で最もノイズ遮断の効果の高い異軸異心ツイスト形について最近の成果を示しながら、三種類の各々によりノイズ遮断と基本波の電力の伝達上の性能とコストに差異が生ずること、及びそれを用途に応じて使い分けることによって、より広範で多様な需要に応えられるようになることを示した。

(平成9年1月22日受付, 同9年7月4日再受付)

- (1) 矢ヶ崎: 「電磁ノイズの防止とアイソレート技術」, 静電気学会誌 18, 3 (1994)
- (2) 矢ヶ崎: 「障害波遮断変圧器」, 電子通信学会総合全国大会予稿集 S-16-6 (1978)
- (3) 矢ヶ崎: 「電子機器のノイズ対策とノイズカットトランス」, 東京電機大学大学院特別講義 予稿 (1986)
- (4) 矢ヶ崎: 「ハンドブックノイズ対策最新技術V章VIII章」, 同編集委員会編 総合技術出版 (1986)
- (5) 特許 第1092320号: 障害波の磁路による遮断装置
- (6) 実用新案 第1484042号: ノイズカットトランス
- (7) 特許 第1228957号: 磁路と良電導体板による障害波遮断装置
- (8) 実用新案 第1626234号: ノイズカットトランス
- (9) 実用新案 第1626235号: ノイズカットトランス
- (10) 特許 第1714361号: ノイズ防止トランス
- (11) Henry W. Ott: "Noise Reduction Techniques in Electronic Systems", Bell Telephone Laboratories Incorporated (1976)
- (12) 電気学会: 電気工学ハンドブック 1978年版 第2編電気物理
- (13) (社) 日本電子機械工業会: 電子機器用トランスの鉄心積層板の寸法 (1994)
- (14) Donald R. J. White: "Electromagnetic Shielding Materials and Performance", Don White Consultants, Inc., (1980)
- (15) Hugh W. Denny: "Grounding for the Control of EMI", Don White Consultants, Inc (1983)

矢ヶ崎 昭彦

(正員) 1928年10月24日生。1948年旧制長野工業専門学校(現信州大学工学部)電気科卒業。1960年株式会社電研精機研究所創立現在に至る, 代表取締役。計測自動制御学会会員。不要電波問題対策協議会委員。