磁界方式による送電設備の非接触検電手法の検討

正 員 山 崎 健 一 (電力中研)

正 員 田 辺 一 夫 (電力中研)

正 員 大 内 勝 広 (東京電力)

Application of Magnetic Field Measurement to Non-contacting Voltage Presence
Detector for High Voltage Transmission Facilities

Kenichi Yamazaki, Member, Kazuo Tanabe, Member (Central Research Institute of Electric Power Industry)

Katsuhiro Ouchi, Member (Tokyo Electric Power Co.)

キーワード：非接触検電，送電設備，磁界

1. はじめに

送電線保守時など電線を対象とした作業を行う場合，作業を開始する前に線路の無電圧を確認すること（検電）が安全管理上必要である。現在，高圧用検電器として，接触型のネオン発光式や電子回路式が一般に使用されている(1,2)。しかし，将来の1000kV級送電線においては，設備が大型化することから，従来の方式による検電は困難となることが予想される。一方，これまでに新しい検電方式として，絶縁性に優れる光ファイバを用いた方式が検討されている(3,4)。これを1000kV級送電線の検電に用いた場合，鉄塔のアーム位置などから，長さ10m程度の絶縁棒を介した作業が必要となり，携帯性および安全性に問題がある。そこで，検電を非接触で行う方式の開発が望まれている。非接触検電の原理として，電圧に起因する電界，電流に起因する磁界，コロナ雑音等に起因する電波，などが測定可能である。ここでは，その1つとして，磁界方式による検電手法の検討結果を報告する。

2. 1000kV級試験送電線における測定

<2.1> 方法 磁界方式による検電にとって，想定される最も厳しい条件は，充電・無潮流時の判定である。この条件においても，充電電流が電線の流れ周囲に磁界を発生する。また，1000kV級送電線では，変電所や開閉所間の間隔が長く，充電・無潮流時においても比較的大きな充電電流が流れることが予想される。ここでは，充電電流による磁界の検知可能性を調べるため，1000kV級試験送電線において，磁界測定を行った。

試験線の電線配置断面と磁界測定位置を図1に示す。本試験線の線路長は約600mであり，3基の鉄塔に架線されている。終端は負荷に接続されておらず，無潮流である。課電は，R相単相課電（0～1200kV）とし，中央鉄塔の下

相アーム上の図に示す位置において，50Hz磁界の測定を行った。通常環境における背景磁界レベルは，10nT～100nT程度であるのに対し，検出する磁界レベルが数nTと低いので，市販の環境磁界測定器では検出感度以下となる。そこで，高感度の商用周波磁界計（サーチコイル方式，コイル径300mm，巻数約1700巻，最小感度約1nT）を製作し，これを用いることにした。なお，今回の鉄塔上の背景磁界レベルは，本磁界計の検出感度以下であることを確認している。

測定項目は，1)課電電圧に対する磁界，2)1200kV課電時のアーム上磁界強度分布である。また，計算と実測の対比を行うため，充電電流の把握を行った。

<2.2> 充電電流の把握 磁界測定に先立ち，磁界測定位置近傍の充電電流値を把握し，磁界計算時の条件とするために，試験用変圧器の2次側接地線において接地電流の実測を行った。測定にはクランプ式C型電流計を使用した。測定した電流値は課電電圧に比例し，1000kV課電時

図1 電線配置断面と磁界測定位置
Fig.1 Arrangement of Conductors and Position
for Magnetic Field Measurement

図2 課電電圧に対する磁界
Fig.2 Relationship between Applied Voltage and Detected Magnetic Field

図3 鉄塔アーム上における磁界分布
Fig.3 Lateral Profile of Magnetic Field on Crossarm

では3.8Aであった。図1に示す通り、本試験線において、R相課電時には2本の電線に課電される。また、充電電流値はトランスからの距離に比例し減少するため、測定した接地電流値と電線長の比より充電電流値を見積もると、磁界測定位置近傍では約22%の値となる。したがって、1000kV課電時の磁界測定位置直下での充電電流は約0.84Aと見積もられる。

<2.3> 課電電圧に対する磁界特性 図1に示す基本測定位置（電線真上からの水平距離2m，アーム床上高さ1m）において、課電電圧を変化させたときの磁界（水平方向成分）を測定した。次に、ビオサバル則にもとづく計算による磁界の見積りを行った。電線は無限長直線近似とし、水平方向磁界の計算を行った。なお、計算においては鉄塔アーム等、磁性体構造物の存在は考慮していない。測定および計算の結果を図2に示す。測定により200kV以上の電圧課電時の充電電流による磁界（2nT以上）が検出でき、測定値と計算値は良く一致した。

<2.4> 鉄塔アーム上における磁界分布 図1に示す磁界分布測定位置（電線真上からの距離0～11m，アーム床上高さ1m）において磁界（水平方向成分）測定を行っ

た。課電電圧は1200kV一定とした。結果を図3に示す。計算値は、鉄骨等、磁性体の存在の影響を考慮していないため、計算値と実測値の値が離れている箇所も見受けられるが、距離にしたがい磁界レベルが減少するという磁界分布の傾向は、計算値と測定値とで一致した。また、測定は2回行ったが、良い再現性が得られるものであった。

3. 磁界方式による非接触検電の可能性

非接触検電を磁界方式で行う利点として、鉄塔等構造物や測定者（検電を行う人）による遮蔽の影響を受けにくいこと、また、現象の理解が容易である磁界を用いることから、測定値と計算値との対比が容易で、検電の判定時に有利なことなどが挙げられる。

今回行った実験の課電条件は、単相1回線課電の条件であり、この条件下で、最も厳しい（磁界レベルの低い）条件である充電・無潮流時においても、磁界が精度良く検出可能であった。このことから、磁界方式による非接触検電の可能性が示された。

実際の運用では、3相2回線送電線の片回線に潮流がある状況がほとんどであることが予想される。今後、想定される運用条件毎に詳細な検討を行い、磁界方式による非接触検電の実用化研究を進める予定である。

（平成8年3月13日受付）

文 献

- (1) 電気協同研究：「大型送電線の保守技術」，39，7，24～30（昭59-1）
- (2) 藤原定：「最近の検電器について」，生産と電気，45，4，20～25（平5）
- (3) 榊田晋司，増沢欣也，吉川浩，大野豊：「光を用いた検電の基礎設計」，昭和61年度日大理工学部学術講演会論文集，734～736（昭61）
- (4) Anagni.F, Bartoletti.C, Marchetti.U, Podesta.L, and Sacerdoti.G: "Optical Sensors for Electric Substations: A Voltage Presence Detector Using a Liquid Crystal Cell", IEEE Trans. on Instrum. and Meas., 43, 3, 475～480 (1994)

山崎 健一 （正員）電学論C，96年2月号参照

田辺 一夫 （正員）1955年1月6日生。昭和50年（財）電力中央研究所入所。主として、送電線の電気環境研究に従事。

大内 勝広 （正員）1963年4月9日生。1986年3月武蔵

工業大学工学部電気工学科卒業。同年4月東京電力(株)入社。架空送電線の保守関連技術や新種電線の開発をへて、線路環境技術の開発に従事。現在、東京南支店流通設備部送電グループ所属。