

系統接地と機器接地

Grounding of System and Frame

雷被害対策の接地システムに関する調査研究委員会(自主研究)

調査期間：2011～2012

キーワード：電気史，電路電圧，電路接地

1. はじめに

雷被害対策の接地システムに関する調査研究委員会では、国内外における電路接地システムの現状と課題について検討を行った。その中で我が国の電路接地の歴史と経緯について文献調査を行った。本報では、文献調査を行った中で興味深かった内容を紹介したい。

2. 初期の電気工事¹⁾

世界最初の電気供給事業といわれるニューヨークのパールストリート火力発電所から直流配電が開始されたのが1882(明治15)年で、その前年の1881年にNew York Board of Fire Underwritersが発表した電灯工事規定がアメリカ最古、かつ世界最初の規定と思われ、全文僅か5条の簡単なものであった。その6年後の1887(明治20)年には早くも我が国でも、東京日本橋で25kW直流発電機が設置され、直流で電気の配電が営業として開始されている。さらに、同年交流発電機が輸入され50Hzの交流配電が始まり、翌年大阪では、60Hz交流発電機を導入され別々の周波数での配電が開始された。この時期の配電電路は非接地であった。最古の電灯工事規定より15年後の1896年に最初のNational Electrical Code(NEC)が公表されている。それは、①発電所、発電機室、②外線、③内線、④機械、⑤雑、⑥船舶の6章72条から構成され、相当の分量のものである。

3. 第二種接地工事

この当時の1897(明治30)年に東京で発生した事故が紹介されている²⁾。東京神田で、肉切場より電燈を移そ

うとしたご婦人がコードに手を掛けたと同時に感電し死亡した。原因は一次側(2000V)と二次側(100V)の混触と判明し、東京電燈株が損害賠償している。さらに、配電路の高压電路と低压電路との混触事故が多発し、その対策として配電線の低压電路を接地することが始まった³⁾。このように、電力の需要増大とともに混触による感電事故が大きな問題として取り上げられ、それに対する対策として今日広く実施されている電源起点部での接地方式が確立されてきた。

工事規定としては、東京電燈株が1910(明治43)年に「外線内線試験電圧規定」というポケットサイズ約200ページの冊子を出している。その第2編内線として、僅かに16ページの中に電気工事の一切が盛ってある。これが東京電燈として、まとまったものでは最古の工事規定と考えられている。その翌年の1911(明治44)年に我が国初めての電気事業法が制定され、同時に電気工事規程も制定され、変圧器の一次二次間の混触発生時の過電圧抑制を目的として、第二種接地工事が規定された。これが我が国の系統接地の法規制の始まりとなっている。

ここでの電路の接地抵抗は、大地との間で150V以上の電位差を発生させない値とすることと規定されているが、この「150V」という値は、「乾燥した場所では人と大地との間の接地値が大きく、感電しても致命的な電撃を受けることが少ない…という安全電圧の閾値^{いき}」として、当時決定され、これが我が国の電気安全基準の根幹として現在へ受け継がれて、電路絶縁の原則と並ぶ基本理念となっている。この150Vという値の設定根拠について、次のような経過が紹介されている²⁾。

25.2 非接地式から直接接地式へ

150 Vの根拠 渋沢先生は今95歳、非常にご壮健であります。先生は、1906年から1924年までの間、通信省に在職され、その間に電気試験所第一部長や電気局技術課長などの要職にあられました。150 Vはそのとき決まったのです。先生に直接伺ったお話しですが、当時スイスその他の各国の例などいろいろ調べた結果、150 Vぐらいに定めるのがよからうとなって、決まったものであるということです。

この内容を受けて、スイス、ドイツのTC64委員に質問状を送って調査したが、こちらが求める「150 V」の根拠については回答を得られなかったのが残念である。

4. 100 Vの普及

東京電燈では、初めから電灯に100 Vを用いている。東京市電気局では1913(大正2)年頃から数年間、50 Vの電球を使用することがあり、配電方式は50/100 Vの単相三線式であった。その後、東京市電気局は110 Vに改め、更に昭和の初めに、東京電燈と一致させるよう100 Vに下げた。この100 Vの普及については、日本電気協会において、以下のように澁澤元治氏の業績が紹介されている⁴⁾。

「危険電圧を自分の身体で実験」

大正の初め、鉾山の坑内で用いる電線は電気工作物規程でケーブルと規定されており、電灯がなかなか普及しなかった。当時使われていた危険なカンテラを減らし電灯を普及させるには、100 Vの電灯線に限っては簡易な第3種絶縁電線を認めてほしいという要望が出された。わらじ履きの坑夫たちに100 Vの電圧が安全かどうか、電気局の技術者たちの間で議論になり、結論が出せない。主任技師の元治は「議論しても始まらない、一体人間はどのくらいの電圧に耐えられるのか、自分が実験してみよう」と言い出し、自ら実験を行った。塩水の入ったバケツに両足を浸け、まず両手で裸電線を握って徐々に電圧を上げる。さすがにこれでは30 Vでも苦痛。片手で裸電線を叩くように触れると、50 V以上でも大したことはない。次に劣化した第3種絶縁電線を塩水に浸してから、両手で握ると80 V以上でも苦痛は感じない。この人体実験の結果、元治は「第3種絶縁電線のゴムが劣化しても、それが介在物となって接触抵抗が増し、危険はない」という報告書を出して、要望どおり坑内の電灯線に第3種絶縁電線の使用を許可したのである。この決定は、日本の家庭用電圧が世界的にも最も低く安全性の高い100 V中心に発展するきっかけとなった。

5. 機器接地システム

我が国の機器接地の法規上の規制は、1915(大正4)年に電気工事規程改正で第一種接地工事が規定された。その後、1919(大正8)年に、電気工事規程改正は電気工作物規程と改められ、機器接地に関しては、1932(昭和7)年に、電気工事規程改正版にて第一種接地工事(特別高

圧及び高圧)と第三種接地工事(低圧のもの)が規定された。これにより、電気機器金属外郭は、第三種接地工事により設置することが認められ、現在のD種接地のベースが確立された。

現在、我が国の配電方式は、単相三線式100/200 VのTT接地システムであることから、対地電圧は100 Vとなる。TT接地システムでは、機器の絶縁破壊による接触電圧に対して、機器接地(低圧の場合D種接地、C種接地)による接触電圧の低減効果は小さく、感電による接触電圧はほぼ電源電圧と等しくなる。対地電圧が100 Vで、更に機器接地による接触電圧の低減効果が小さいことから、我が国では接地に対する認識が薄いのが実情であろう。一方、海外の多くの国ではAC 220 VのTN接地システムを採用している。TN接地システムでは、機器の絶縁破壊による接触電圧は電源電圧の半分に低減されるので、接地が極めて重要な要素となっている。例えば、韓国ではTT接地システムのままで電源電圧を110 Vから220 Vに昇圧した結果、感電事故が大幅に増加している。このため、現在、TN接地システムへの移行を検討している。我が国でも2011年の電技解釈の改正で、電路の接地システムとして「接地等電位ボンディング」が導入された。今後、従来型の個別接地方式から共用接地方式(接地等電位システム)へと移行することが予想され、接地システムの重要性を認識し直すきっかけになると思われる。

6. 屋内配線小史

本報告は、「屋内配線小史」など小林 勲氏の解説論文を参考にしてまとめている。内線規程の初版は1924(大正13年5月1日)年に発行されているが、小林 勲氏はその発行1年前から原案の審議に参加し、初版の校正を手掛けている。また、以降25年間改定案の起草に従事している。小林 勲氏の解説「屋内配線小史」は、当時の日本電設工業会の技術委員会副委員長の立場で会誌「電設工業」に連載されたもので、1968(昭和43)年5月号から1975(昭和50)年7月号(筆者の手元にある限り)に至るまで続いている。57回以上の連載の中で、電気工事、電気用品・機器、配線方法、電気用語、内線規程などの歴史について詳しく解説されているので、興味のある読者はぜひ参考にしていただきたい。(委員長 安井晋示)

参 考 文 献

- 1) 小林 勲：屋内配線小史
- 2) 電気設備「設計データ計算の基礎」, 日本電設工業協会(1972)
- 3) 荒木康夫：アース実践ハンドブック, 丸善
- 4) 日本電気協会ホームページ