

接 地 に つ い て

J C A A 技 術 ・ 環 境 委 員 会

1. はじめに

高圧ケーブルには保安上の問題およびケーブル性能向上の目的から銅テープなどによる金属しゃへい層が設けられている。

このしゃへい層は、絶縁体に加わる電界の方向を均一にして耐電圧特性を高めたり、終端接続部で接地することによって感電防止するなどの重要な役割がある。しかし、これらの役割を果たすためには、しゃへい層は確実に接地されていなければならない。今回は、しゃへい層を接地しないときの現象、接地方式の種類、接地線のサイズおよびケーブル接続部での接地方式例について紹介する。

2. しゃへい層を接地しない時の現象

(1) 正常に接地されているときの電圧

第1図のように正常な接地を施した高圧ケーブルの導体—大地間に電圧を印加した場合、導体—外部半導電層およびしゃへい銅テープ（しゃへい層）間が印加電圧とほぼ同じ電圧となる。すなわち、しゃへい層は大地と同電位となり、安全な状態に保たれる。

また、高圧ケーブルは同心円上に導体、絶縁体、しゃへい銅テープ（しゃへい層）を有する構造であり、コンデンサを形成している。コンデンサに交流電圧を印加するとコンデンサが充放電を繰り返すため、①式の電流（充電電流）が流れる。

この電流の流れる道となるのが接地線である。

$$I = 2 \pi f C V \quad \dots \textcircled{1}$$

V : 印加電圧 (V) C : ケーブルの静電容量 (F)

I : 充電電流 (A) f : 商用周波数 (Hz)

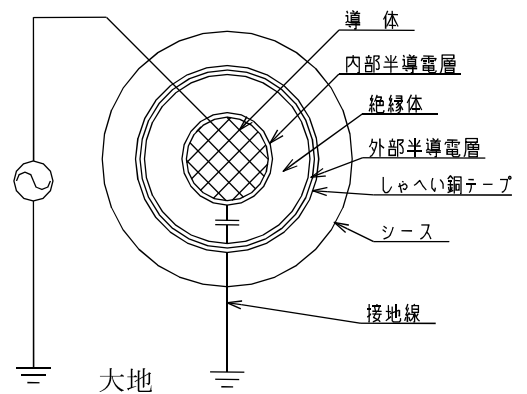
(2) 接地されていないときの電圧

接地されていない場合、第2図に示すようにケーブル導体—しゃへい銅テープ（しゃへい層）間、およびしゃへい銅テープ（しゃへい層）—大地間の静電容量 C1、C2によって、印加電圧Vはその両端の電圧 V1、V2 に分割される。これらの電圧の大きさは、次式に示すように静電容量の大きさに反比例する。

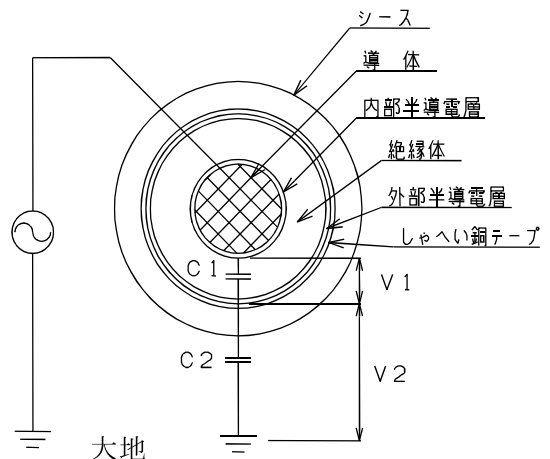
$$V = V_1 + V_2 \quad \dots \textcircled{2}$$

$$V_1 = C_2 \cdot V_2 / C_1 \quad \dots \textcircled{3}$$

$$V_2 = C_1 \cdot V_1 / C_2 \quad \dots \textcircled{4}$$



第1図 正常な接地をした場合



第2図 接地されていない場合

実際の布設状況では、通常C1に比べC2が非常に小さいため、しゃへい層に発生するV2は、印加電圧Vに近い値となる。

このように接地されていない場合、しゃへい層には非常に高い電圧が発生しきわめて危険な状態になる。また接地を施しても接地線の接続不良や断線が起こった場合は、接地をしていないときと同じ状態になり、例えば接地線部分で放電や発熱を起こし地絡事故やケーブル火災の原因になるなど、非常に危険である。

3. 接地工事の種類

電気設備技術基準の第10条にて電気設備の必要な箇所には、人体に危害を及ぼさないよう、物件への損害を与えるおそれがないよう接地を施すことが規定されており、第11条にて、接地を施す場合は、電流が安全かつ確実に大地に通ずることが規定されている。

電気設備技術基準の解釈第17条に【接地工事の種類及び施設方法】が規定され、各接地工事における接地抵抗値および各接地線の種類が規定されている。第1表に接地工事の種類と接地線の種類を示す。

高圧ケーブルの場合、電気設備技術基準の解釈第111条【高圧屋側電線路の施設】2-7、第123条【地中電線の被覆金属体の接地】によりD種接地工事を施す必要がある。

第1表 各種接地工事の種類と接地線の種類

接地工事の種類	接 地 線 の 種 類
A種接地工事	引張強さ 1.04kN 以上の金属線又は直径 2.6mm 以上の軟銅線
B種接地工事	引張強さ 2.46kN 以上の金属線又は直径 4mm 以上の軟銅線 (但し、接地工事を施す変圧器が高圧電路または解釈第108条に規定する特別高圧架空電線路の電路と低圧電路とを結合するものである場合は引張強さ 1.04kN 以上の金属線又は直径 2.6mm 以上の軟銅線)
C種接地工事およびD種接地工事	引張強さ 0.39kN 以上の金属線又は直径 1.6mm 以上の軟銅線

4. 接地方式の種類

高圧ケーブルのしゃへい層接地方式には、片端接地方式と両端接地方式があり、特徴を第2表に示す。

需要家が施設する引込用高圧ケーブルの接地方式は、一般的に片端接地方式が採用されている。片端接地方式を行う場合は、高圧受電設備規程の第1章「標準施設」第1180節「高圧受電設備の施設における留意事項」の1180-1表 ⑱「ケーブル片端接地」にある以下の点に留意する必要がある。

- (1) 接地の確実さが期待できる側を選ぶこと。
- (2) 受電室に至るものでは、受電室側で接地を施すことを原則とする。
- (3) 非接地側における金属シールドテープ(しゃへい銅テープ)の接地リード線端末部は、絶縁テープで十分に絶縁を施すこと。
- (4) 片端接地のできる範囲は、継電器の誤動作、シールドテープ(しゃへい銅テープ)の誘起電圧、シールドテープ(しゃへい銅テープ)の断線等保守管理を考慮して決定すること。

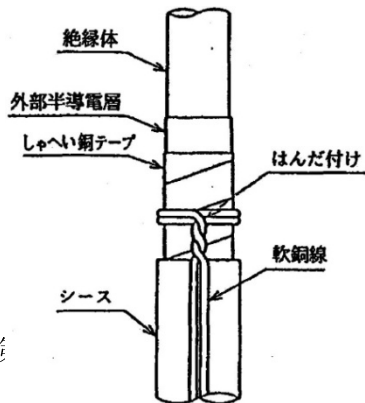
なお、接地方式の選択については、電気主任技術者の指示に従うこと。

第2表 各接地方式の特徴

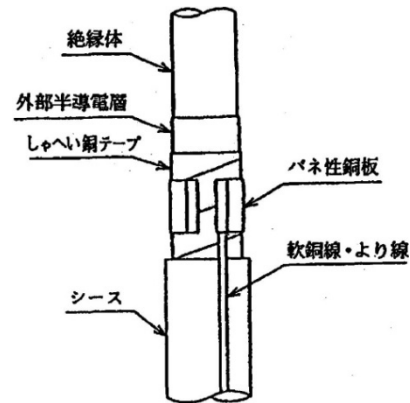
接地方式	特 徴
片端接地	<ul style="list-style-type: none"> ・しゃへい層に循環電流が流れないため、しゃへい層の回路損はゼロとなる。 ・通電電流による電磁誘導で、非接地端では接地点からの距離と通電電流の大きさに応じてしゃへい層と大地間に誘起電圧が発生する。 ・サージ侵入時に非接地端に異常電圧が生じる。
両端接地	<ul style="list-style-type: none"> ・しゃへい層の電位はほとんどゼロになる。 ・単心ケーブルの場合、しゃへい層に循環電流が流れるのでしゃへい層が発熱（回路損）し、許容電流が減少する。 ・3心ケーブルやトリプレックスケーブルの場合、誘起電圧が相殺されて小さな値となり、許容電流面での問題もなくなる。 ・地絡電流が両端に分流する為、地絡の検出精度が低くなる。

5. ケーブル接続部での接地方式

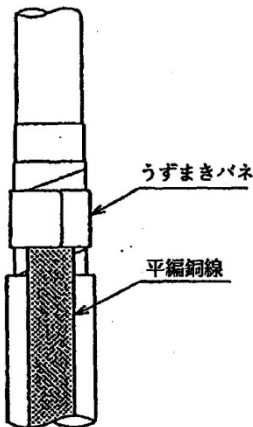
ケーブル接続部から接地線を引き出す際に採用されている接地方式の例を第3図～第7図に示す。一般的にははんだ方式（第3図）が多く採用されているが、作業者の熟練度が必要とされるためはんだレス方式（第4図～第7図）も採用されてきている。



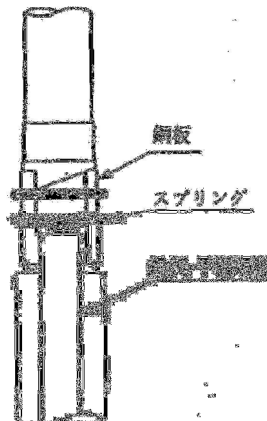
第3図 はんだ方式



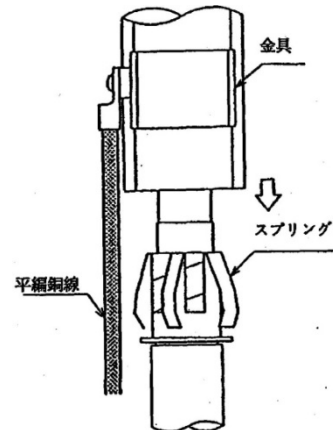
第4図 バネ銅板方式



第5図 うずまきバネ方式



第6図 スプリング方式(1)



第7図 スプリング方式(2)

6. 接地処理作業時の注意事項について

一般的に用いられているはんだ方式の留意点を以下に示す。

- ・ケーブルしゃへい層とすずめっき軟銅線は確実にはんだ付けすること。
- ・すずめっき軟銅線を撚り合わせるときは、ペンチ等の工具を用いると傷つけやすいため、必ず手で行うこと。
- ・すずめっき軟銅線の撚り合わせた部分にはんだ付けすると、曲げ等の外力によって折れる可能性があるため、撚り合わせた部分にははんだ付けしないこと。

7. おわりに

しゃへい層の接地は、ケーブル性能面および保安面で必須のものである。接続部組立作業においても最も重要なポイントの一つであり、その目的と役割を十分に理解する必要があるが、今回ご紹介した内容がその参考になれば幸いである。

(参考文献)

- ・「電力ケーブル接続用品ハンドブック」(一社) 日本電力ケーブル接続技術協会 発行
- ・テクニカルレビュー「電力ケーブル接続部を安全にお使い頂くために(施工・工事編その5)」
JCAA 会報 No.75 (一社) 日本電力ケーブル接続技術協会 発行
- ・「電線が泣いている 遮へい層の接地は確実に」(一社) 日本電線工業会 発行