令和 3 年 10 月 20 日
送電線建設技術研究会
関 東 支 部 安 全 部 会

「飛来物除去作業中誘導により感電し墜落」
－再発防止対策－

1. 災害発生状況

(1) 災害発生日時　令和 3 年 5 月 30 日（日）　19 時 50 分頃　曇り

(2) 被災者　性　別　：　男
　　年　齢　：　45 歳
　　経　験　：　27 年
　　被災の程度　：　電撃傷，右足熱傷，右肩筋挫傷

(3) 災害発生時の状況

66kV Ａ線№52 の 4 回線（上回線：Ａ線 2 回線（区間分断）下回線：Ｂ線 2 回線）鉄塔に約 100ｍの農事用寒冷紗(かんれいしゃ)が 4 回線全体に掛かる状態で付着しているのが発見された。（特に 66kV Ｂ線 1 号線に多く巻き付いていた）

現地状況を確認し停止での除去に向け，給電所にＢ線 1 号線の停止を要求したが需要家都合により停止不可（一部需要家と連絡が取れず明日以降の停止となる見込み）であったため，区間分断箇所であるＡ線も含め活線扱いにして，除去できる範囲で作業する事とした。

ＴＢＭ－ＫＹ実施後，19 時 20 分から作業を開始し，Ａ線 2 号線，Ｂ線 2 号線側の除去が完了した。その後，被災者らがＡ線 1 号線側を除去しようとした際に，ダンパに寒冷紗が引っ掛かっていたため，これを外そうとして 2 番アームに居た被災者が，区間分断中だから大丈夫だと思い，がいし連を移動したところで誘導感電し，3 番アーム下まで墜落した。（19 時 50 分頃）　被災者は，自力で降塔した後に病院へ搬送された。

2. 災害発生要因

(1) 管理的要因

①施工会社は，区間分断中ではあるが活線扱いの作業となること，すなわち充電部には接近・乗り出しが一切できないこと，この条件で除去できない場合は作業を断念すること，の基本となる受託条件を設備所管と共有しなかった。また，この基本条件を作業員全員に伝えなかった。

②施工会社は，作業者が充電部に乗り出す行動を止めなかった。

(2) 物的要因

③C3 から活線除去棒が届かなかった。

(3) 人的要因

④被災者は，停止受け渡しが無くても停止作業だと思った。

⑤被災者は，接地を付けなくても誘導感電の恐れがないと思った。

3. 再発防止対策

①停止作業の再教育（原因：④）

・停止受け渡し，検電・接地など停止工事の一連の流れを作業者全員に適宜教育する。

②誘導災害の再教育（原因：⑤）

・「過去の災害事例から学ぶ誘導感電災害を防ぐ管理ポイント（H29.3　関東支部）」などを用い，誘導に関する具体的な危険性と注意事項を適宜教育する。

③予定外作業など作業員の行動を緊急制止させる連絡手段を配備する。（原因：②）

・充電部接近とこれに類する危険を伴う作業は，作業員の行動を緊急制止させる連絡手段（無線，ホイッスルなど）を，技術員，作業班長，作業責任者，専任監視員などとの間に備える。

④ＴＢＭ－ＫＹの充実（原因：①）

・作業班長（作業責任者）は，当たり前だと思うことであっても，重要な事項（今回の場合，活線扱い・充電部接近禁止・中途断念可）については，言葉に出して指示し，慣れや勘違いによる誤作業を排除する。

4. 発注者にお願いする事項

〇導体部に付着した飛来物除去作業は，停止作業を原則とするルール化を希望する。

〇ヒトが安全に除去できる工具の開発を希望する。（原因：③）

5. 添付資料

〇災害概要図

〇参考資料

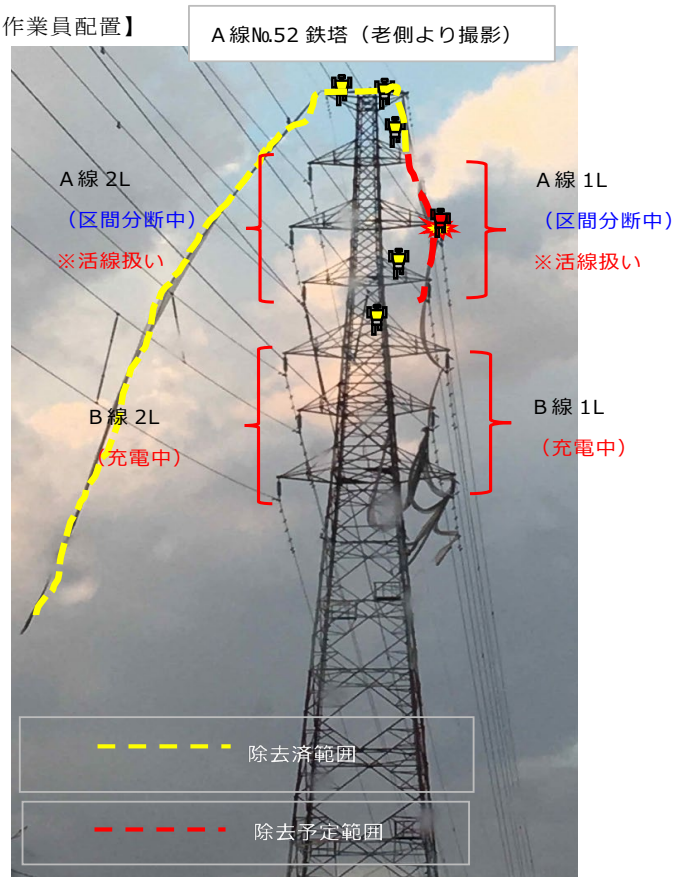
・過去の災害事例から学ぶ誘導感電災害を防ぐ管理ポイント（H29.3　関東支部）

以上

（様式－2）

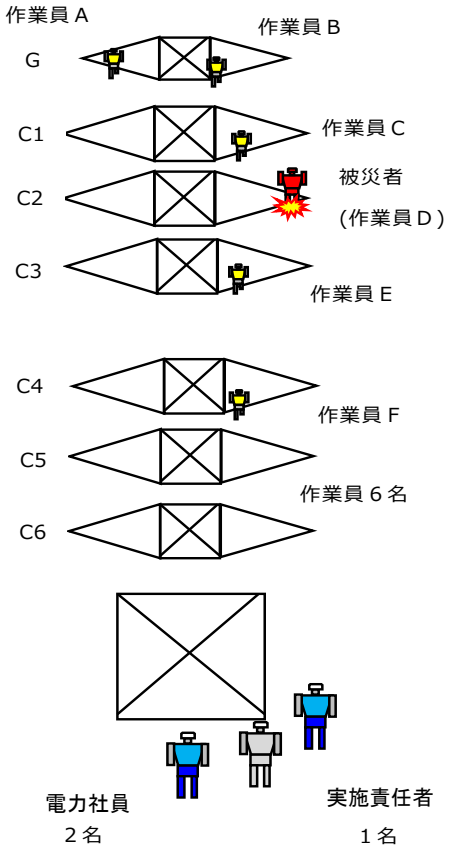
災　害　概　要　図

【作業員配置】

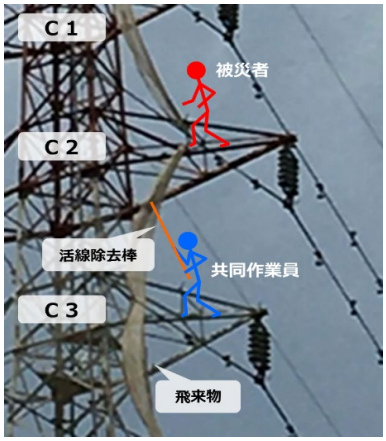


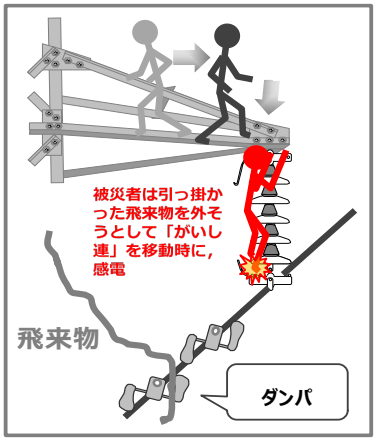
※６／１全て除去済み

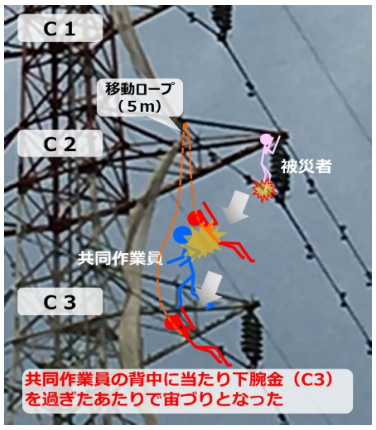
【平面図】



【発生状況】







①C2 付近の寒冷紗がダンパに引っ掛かっていた。

②C3 にいた作業員が活線除去棒を使用して手繰り寄せようとしたが届かなかった。

③C2 の被災者が区間分断中（※）だから大丈夫だと思い、がいし連を移動した。

④被災者が右足をライン側アークホーン、両手を腕金吊材に掛けた時に**誘導により感電し小墜落**した。

（※）区間分断でも誘導があるため，当日の作業は「活線（充電）扱い」としていた。

2017. 3. 8

過去の災害事例から学ぶ「誘導感電災害」を防ぐ管理ポイント

平成　29年　3月
送電線建設技術研究会
関東支部

【はじめに】

架空送電線の充電部接近作業は電圧や電流が起因する静電誘導や電磁誘導現象により，多くの災害が発生している。電気は音も匂いもなく目にも見えない。正しい知識を習得し安全に作業を実施するために過去の災害を参考とした管理ポイントを整理した。

＜過去の災害事例＞
① 弛度調整作業中，誘導による感電死亡
② 送電線増強工事中，誘導による感電死亡
③ 接地板取付作業中，上回線からの誘導による感電死亡
④ ジャンパ線取付作業中，誘導による感電死亡
⑤ ジャンパ線撤去作業中，誘導による感電
⑥ 鉄塔塗装工事における飛散防護シート展開中，誘導による感電
⑦ ジャンパ補強装置取付中，誘導による感電死亡
⑧ 鉄塔部材原寸調査中，誘導による感電死亡

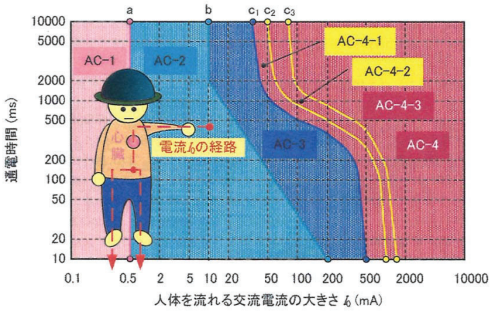
＜過去の設備トラブル事例＞
① 二重防護の台付ワイヤが誘導により溶損

取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【誘導感電災害の基本事項】

・停止回線でも必ず送電回線からの誘導があり，送電を停止しただけでは安全は確保できない。
・静電誘導と電磁誘導の両面から対策が必要
・隣接鉄塔にC接地を付けても誘導は発生
・誘導電流が人体に与える影響の目安

感知電流	1 ﾐﾘｱﾝﾍﾟｱ程度
離脱電流(自力で離脱できる限界電流)	10 ﾐﾘｱﾝﾍﾟｱ程度
心室細動電流(生命の危険領域)	40 ﾐﾘｱﾝﾍﾟｱ程度



※感知電流・・・・通電によるしびれを感じ始める電流，約1mAの電流が流れるとこの感覚が引き起こされる。
※離脱電流・・・・けいれんが引き起こされるが，自分の意志で充電部から離れることができる電流約10mAの電流であれば，自力で充電部から離れることができる。
※心室細動電流・・・・心室細動が引き起こされ，死亡する可能性がある電流

出典：高圧・特別高圧電気取扱者安全必携（中央労働災害防止協会）
出典：感電の基礎と過去30年間の死亡災害の統計

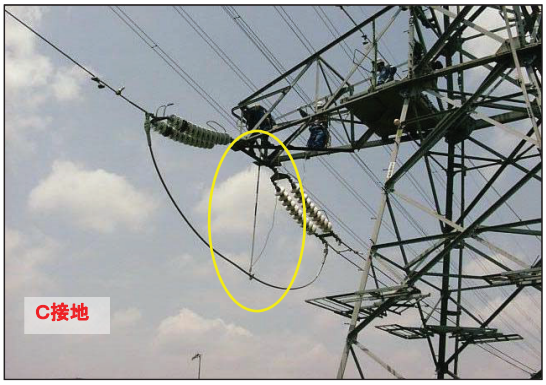
取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【誘導安全対策の基本】

・作業箇所にはC接地を付ける（静電誘導感電災害防止対策）
⇒ 静電誘導電圧が消滅し，電線に触れても安全が確保される。

・人体だけが通電経路にならないよう，ジャンパ開放用接地を付ける（電磁誘導感電災害防止対策）
⇒ 電磁誘導電流がジャンパ開放用接地に流れ，電線に触れても安全が確保される
※開放時には過渡的な電圧が発生するため，開放箇所には過渡電流用接地を付ける。

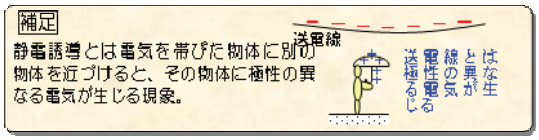
感電被災者の衣服



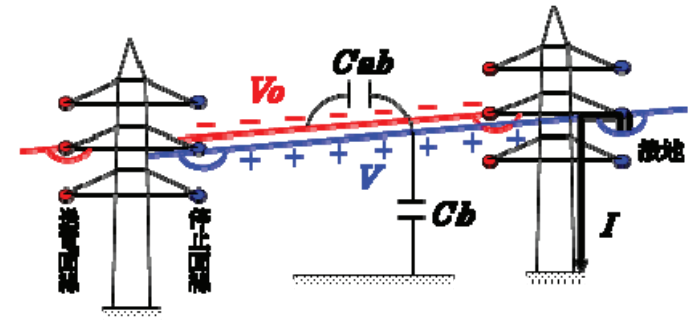
取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【静電誘導とは】

・静電誘導とは送電線の電圧に起因する誘導現象



- 静電誘導とは，送電電圧により送電回線のまわりに電界ができ，この電界により停止回線に電荷が誘導される現象。
- 静電誘導現象によって停止回線に誘導される電圧を静電誘導電圧という。
- 静電誘導電圧は送電回線の電圧に比例，送電回線と停止回線間の距離に反比例する。
- 静電誘導電圧を下げるため接地を付けると，接地線には静電誘導電流が流れる。



$$V = \frac{Cab}{Cab - Cb} Vo$$

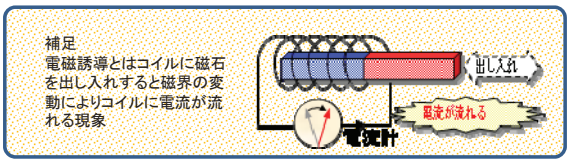
V ；静電誘導電圧
I ；静電誘導電流
Vo ；送電電圧
Cab；線間静電容量
Cb ；対地静電容量

接地を付けた時に火花を散らす現象や昇塔時にビリビリする現象も静電誘導によるもの

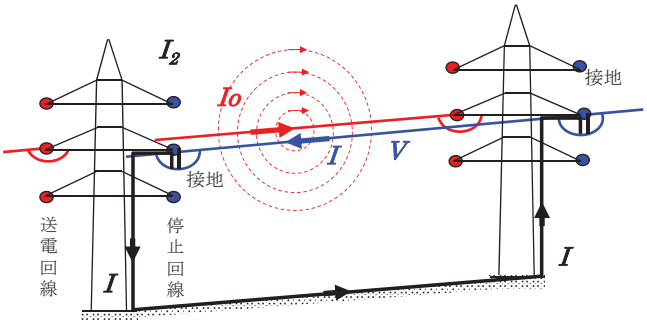
取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【電磁誘導とは】

・電磁誘導とは送電回線の電流に起因する誘導現象



- 電磁誘導とは，送電電流により送電回線のまわりに磁界ができ，この磁界により停止回線に送電電流とは反対方向の起電力が誘起される現象。
- 電磁誘導現象によって停止回線に誘導される電圧を電磁誘導電圧という。
- 停止回線に接地を付けると，停止回線と接地線には大地を帰路とする電磁誘導電流が流れる。



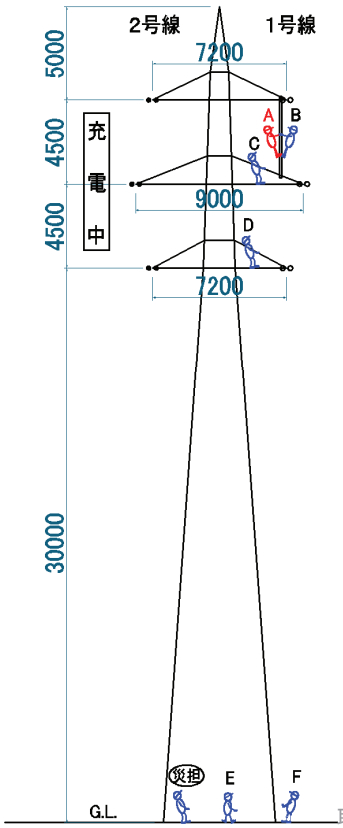
$$V = j \cdot \omega \cdot M \cdot Io \cdot L$$

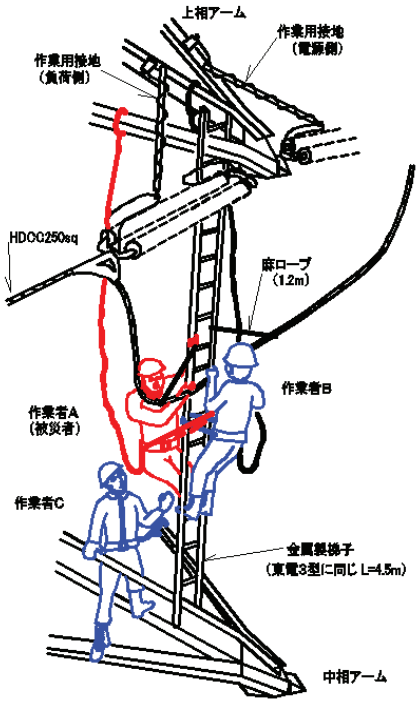
V ；電磁誘導電圧
I ；電磁誘導電流
M ；相互インダクタンス
Io ；送電電流
L ；送電回線と停止回線の平行部長さ
ω ；2πf(f:周波数)

取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

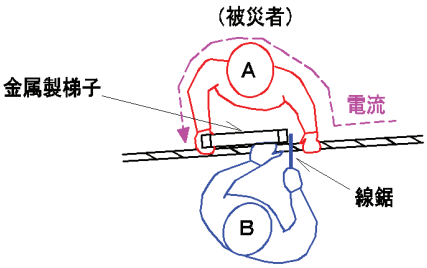
【災害事例①】 弛度調整作業中，誘導による感電死亡

・発生日時　昭和52年2月21日（月）11時15分　天候　曇りのち雨
・被 災 者　42歳　男性　経験20年
・状　　況　感電死亡（左手掌から右胸部に通電）





片回線停止工事において，停止線路耐張がいし連ライン側（電源側・負荷側）に作業接地を付け，金属製梯子に乗って作業員Bが線鋸でジャンパ線を切断する際，電線を保持していた被災者Aが，電線が切れたと同時に誘導電流の回路に入り，感電死亡。



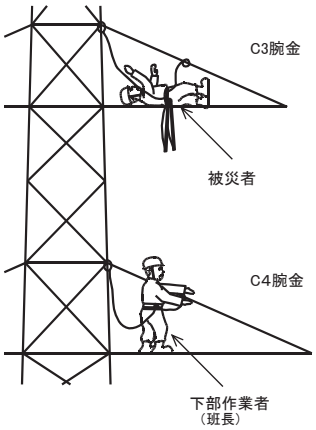
取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【災害事例②】 送電線増強工事中，誘導による感電死亡

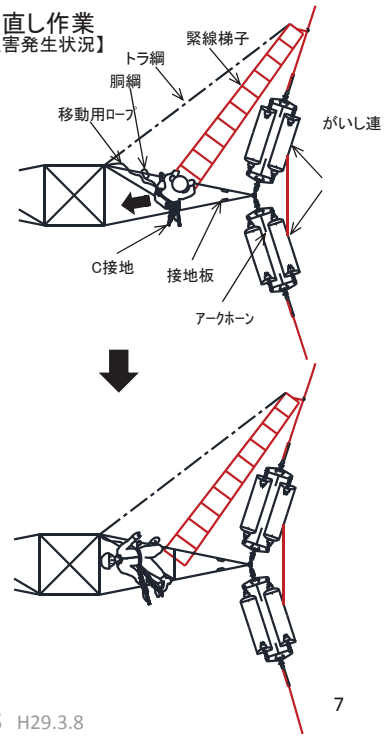
・発生日時　昭和57年1月26日（火）　17時20分　天候　晴れ
・被 災 者　26歳　男性　経験6年
・状　　況　感電死亡
・当日の作業
　建設中の鉄塔6基の部材取付，ジャンパ線取付，弛度調整および細部の手直し作業

被災者は班長と2名で相互監視により作業を実施していた。
班長が工具を安全な場所に移動する間に被災者は単独作業を行い，当該鉄塔に付けてあった接地を先に外し，金属製の乗り出し梯子の塔体側から外そうとした際，誘導により感電死亡。

作業者位置図



【災害発生状況】



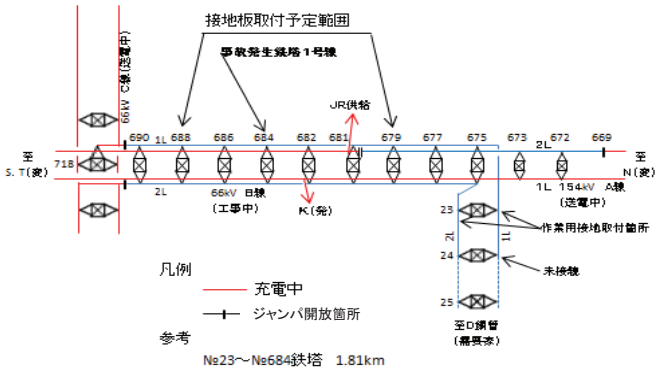
取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

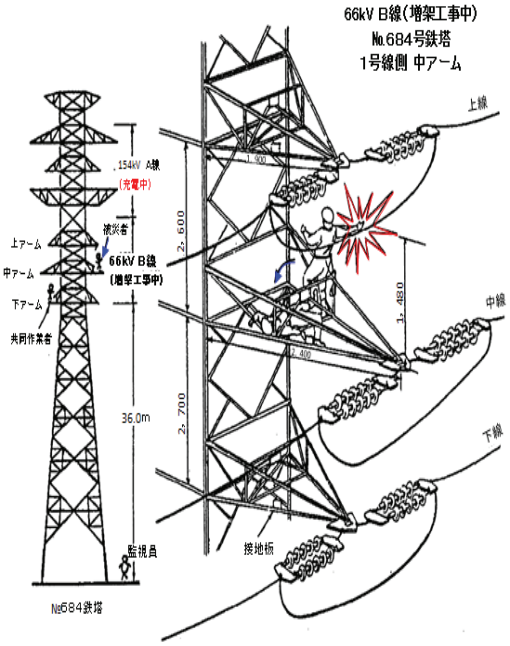
【災害事例③】 接地板取付作業中，上回線からの誘導による感電死亡

・発生日時　昭和63年4月14日（木）　11時50分　天候　曇り
・被 災 者　20歳　男性　経験1年9ヵ月
・状　　況　感電死亡
・当日の作業　併架・新設されたアームに接地板（保守用の接地端子）の取付作業

154kV　A線（充電中）の（下部）に66kV　B線を併架・新設する工事に伴い，被災者は，共同作業者1名と監視員の3名で，アームに接地板（保守用の接地端子）を取付ける作業に従事していた。

被災者は，中アームへの接地板取付を終了し，塔体に戻ろうとして身体を起こした際，バランスをくずし上線ジャンパ線に左手が触れて，上部回線（154kV）からの電磁誘導により感電死亡。





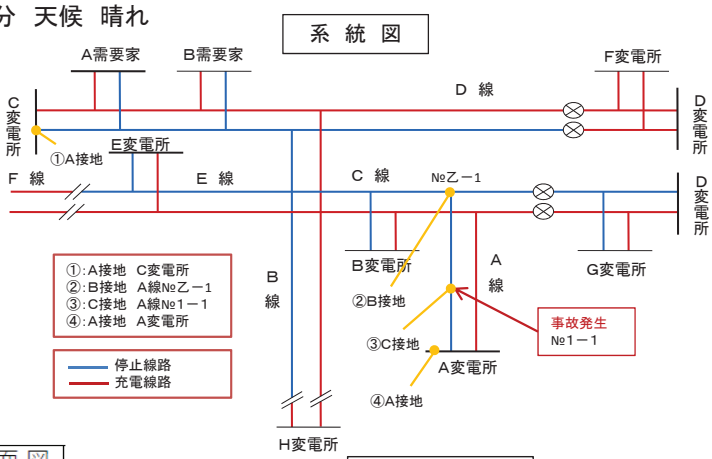
取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

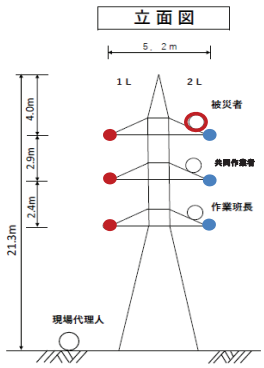
【災害事例④】 ジャンパ線取付作業中，誘導による感電死亡

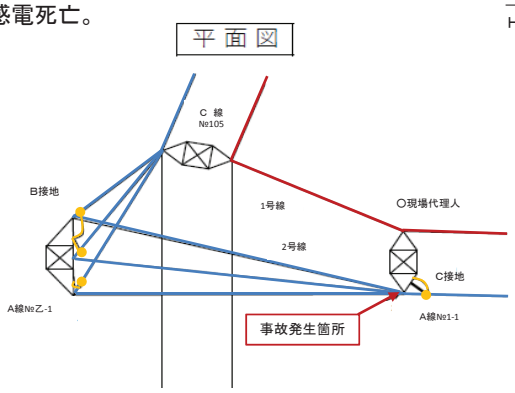
・発生日時　平成6年3月24日（木）　10時20分　天候　晴れ
・被 災 者　56歳　男性　経験34年11ヵ月
・状　　況　感電死亡
・当日の作業　ジャンパ線接続作業

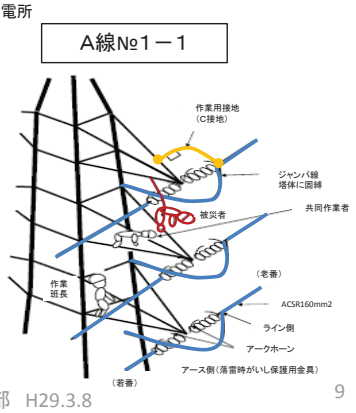
被災者は，現場代理人および作業班長他1名と電線張替工事で区間分断してあった66kV送電線のジャンパ接続作業を行っていた。

被災者はNo.乙-1鉄塔にB接地を付けた後，ジャンパ開放中のNo.1-1鉄塔に昇塔して，停止中の2号線上線老番側電線に作業用接地（C接地）は付けたが，ジャンパ接続の作業手順を誤って，上相若番側電線に接地を付けない状態のまま，がいし連に乗り出した。その際，ライン側のアークホーンを掴んだため誘導により感電死亡。







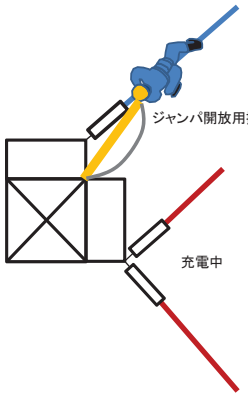


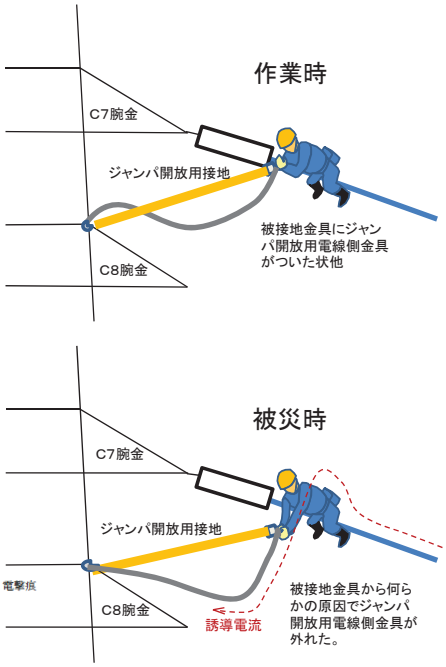
取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【災害事例⑤】 ジャンパ線撤去作業中，誘導による感電

・発生日時　平成17年1月18日（火）　8時55分　天候　晴れ
・被 災 者　32歳　男性　経験12年
・状　　況　感電（左，右手掌　電撃傷）
・当日の作業　ジャンパ線撤去作業

被災者は，専任監視員他9名とジャンパ開放用接地を付け，ジャンパ線撤去作業を開始した。
ジャンパ開放作業が終了し，電線から塔体に戻る際にジャンパ開放用接地の電線側金具に手をかけたところ，電線側金具が外れ，これをつかんだ際に他回線からの誘導により両手に電撃傷を負った。





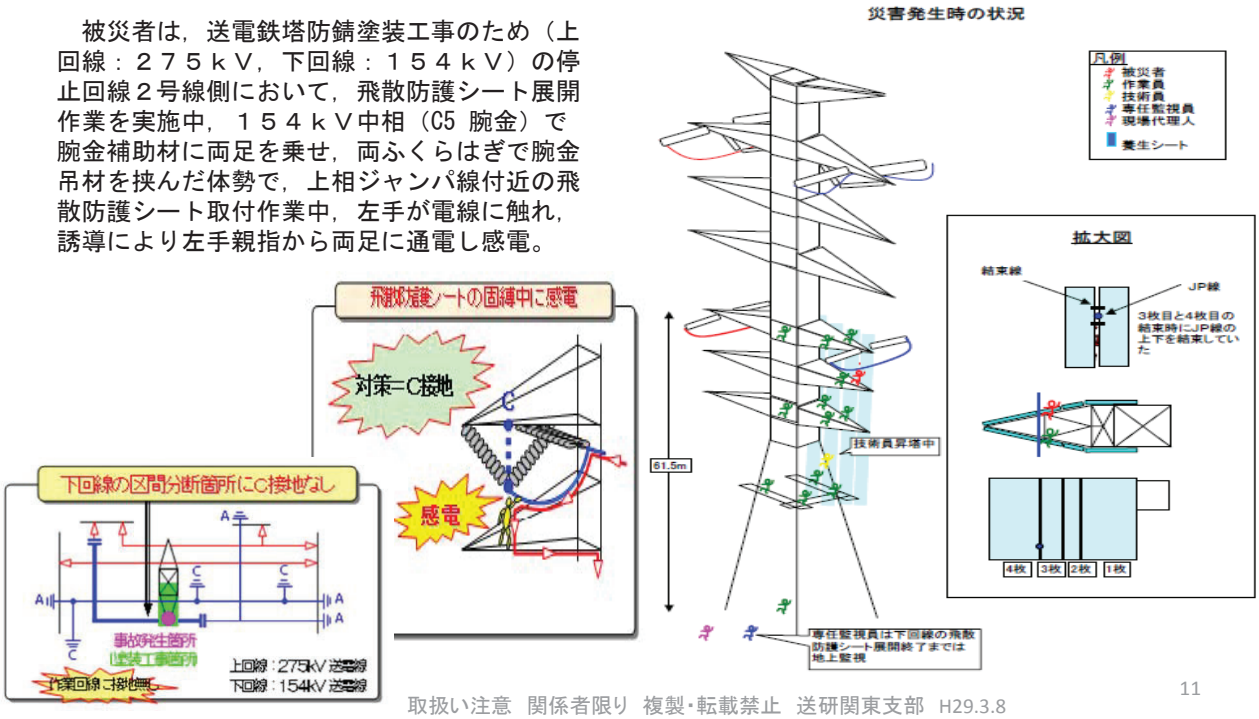
被災者が使用していた革手袋（被災後）

取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【災害事例⑥】 鉄塔塗装工事における飛散防護シート展開中，誘導により感電

・発生日時　平成19年11月1日（木）　8時40分　天候　晴れ
・被 災 者　37歳　男性　経験19年4ヵ月
・状　　況　電撃症，皮膚潰瘍
・当日の作業　鉄塔塗装工事における飛散防護シートの展開

被災者は，送電鉄塔防錆塗装工事のため（上回線：２７５ｋＶ，下回線：１５４ｋＶ）の停止回線２号線側において，飛散防護シート展開作業を実施中，１５４ｋＶ中相（C5 腕金）で腕金補助材に両足を乗せ，両ふくらはぎで腕金吊材を挟んだ体勢で，上相ジャンパ線付近の飛散防護シート取付作業中，左手が電線に触れ，誘導により左手親指から両足に通電し感電。

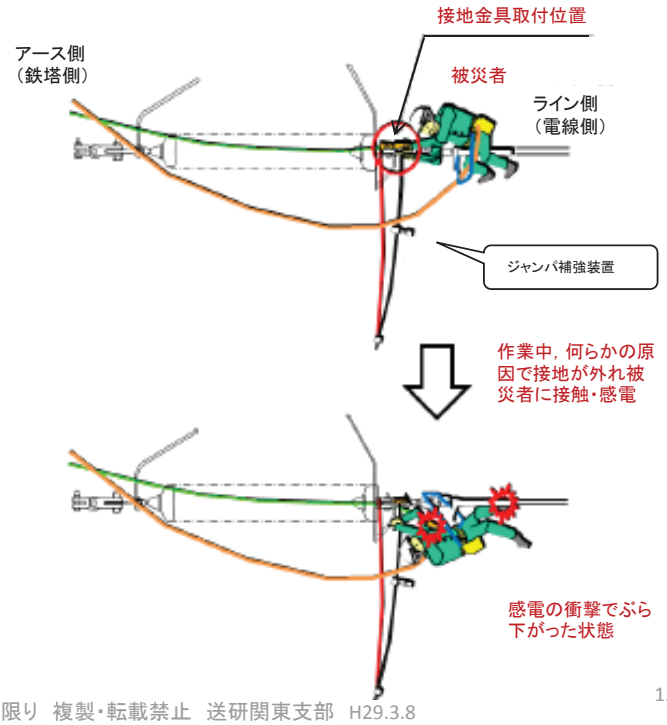


取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【災害事例⑦】 ジャンパ補強装置取付中，誘導による感電死亡

・発生日時　平成27年4月27日（月）　8時40分　天候　晴れ
・被 災 者　60歳　男性　経験40年
・状　　況　感電死亡
・当日の作業　ジャンパ補強装置取付作業

被災者は，がいし装置の電線側でジャンパ補強装置をヨークに付ける作業中，ライン側接地金具が外れたため，誘導により感電死亡。
他の作業員が異常に気付き，作業班長へ災害発生を連絡するとともに，中相のC種接地を外して，上相に付け直し被災者を救助。

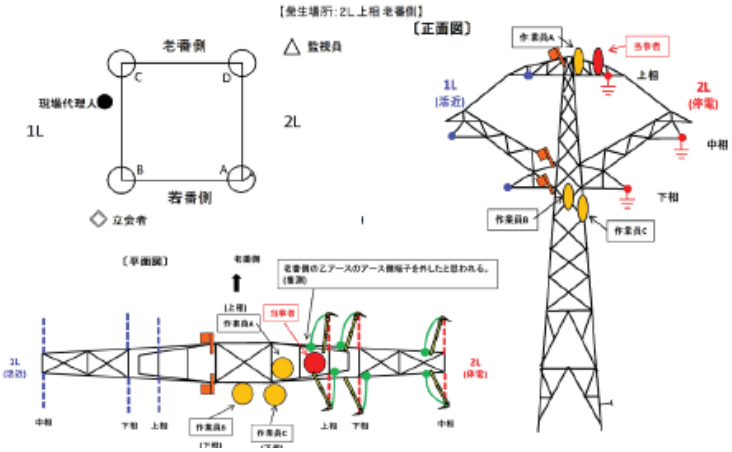


取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【災害事例⑧】 鉄塔部材原寸調査中，誘導による感電死亡

・発生日時　平成28年2月23日（火）13時20分　天候　曇り
・被 災 者　25歳　男性　経験6年
・状　　況　感電死亡
・当日の作業　鉄塔部材原寸調査

被災者ほか5名は，乙種接地を若・老側両端に付け，鉄塔部材の原寸調査を実施していた。
被災者は，すでに付けていた上相老側の乙種接地が調査作業の支障になると判断し，乙種接地の付け替えを行なおうとして，アース側端子を外し誘導により感電死亡。

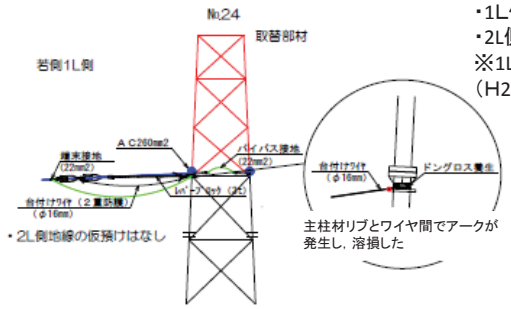


取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【設備トラブル事例①】 二重防護の台付ワイヤが誘導により溶損

・発生日時　平成２８年４月２１日（木）１１時３０分　天候　晴れ
・内　　容　２７５ｋＶ　Ａ線１Ｌ停止工事にて部材取替のために地線を一時的に塔体に仮留めしていたところ，二重防護の台付ワイヤが誘導により溶損しているのを発見した。
・工事件名　Ａ線No.２他部材取替補修工事
・発見場所　２７５ｋＶ　Ａ線No.２４　３番パネル主材付近
・設備概要　地線１Ｌ側　ＡＣ２６０×１条
・発見状況　溶射工事の搭上準備で昇塔している際に，二重防護の台付ワイヤ（Φ１６mm，６×２４）のストランド６本中５本溶損しているのを発見した。　地線仮預け日：4月11日（約10日間経過）
他の鉄塔（３基）については，No.２４と同じサイズの台付けワイヤで同様の２重防護をしているが，異常は確認されなかった。

地線塔体仮留　現場発生状況図（側面図）



技術計算Pによる地線電磁誘導電流（2L停止時）
・1L側　：　361A
・2L側　：　142A
※1L停止時の実測　130A程度
（H28.4.21　13時ごろ測定）

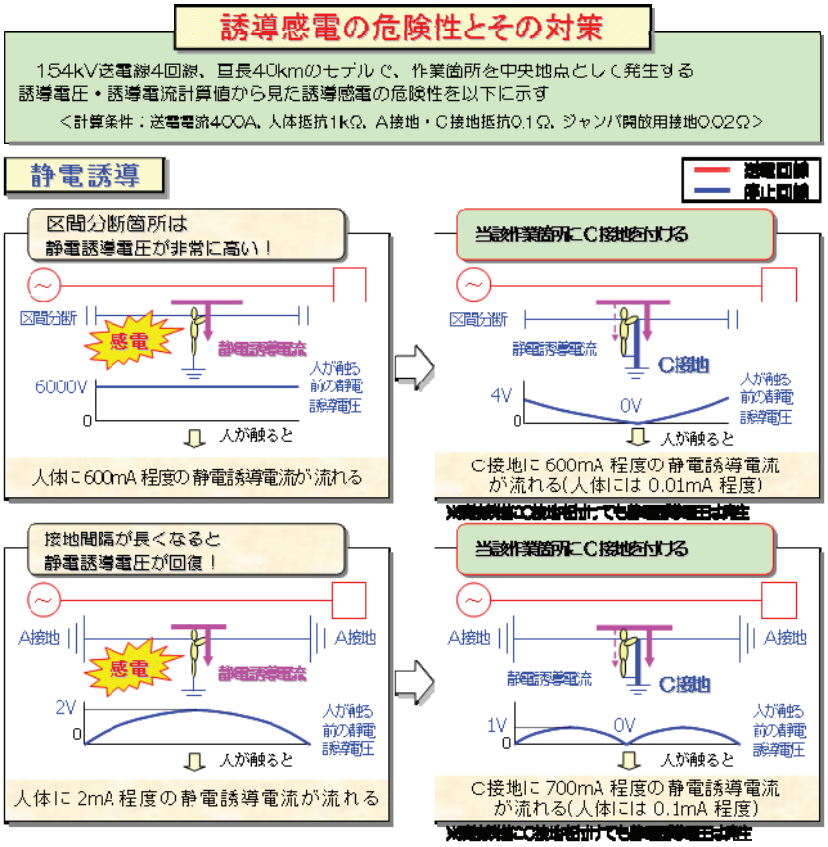
地線には誘導対策として，端末接地（22mm2）を付けていたが，ワイヤに電圧が発生していた。

再発防止対策として，絶縁マット（耐圧7,000V）で覆い台付ワイヤにも接地追加して付ける。

再発防止対策後（No.24若）

取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

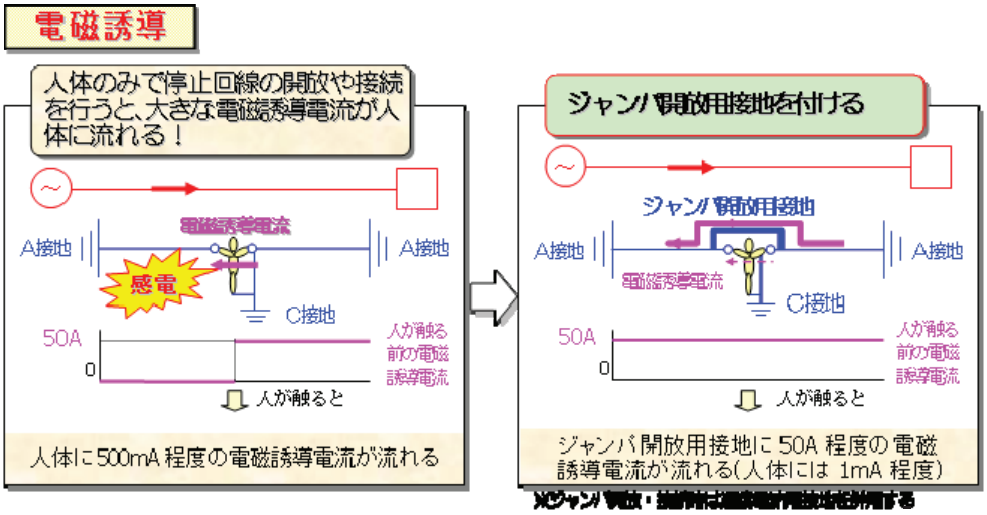
【誘導感電の危険性とその対策】



取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【誘導感電の危険性とその対策】

154kV送電線4回線、亘長40kmのモデルで、作業箇所を中央地点として発生する誘導電圧・誘導電流計算値から見た誘導感電の危険性を以下に示す
＜計算条件；送電電流400A, 人体抵抗1kΩ, A接地・C接地抵抗0.1Ω, ジャンパ開放用接地0.02Ω＞

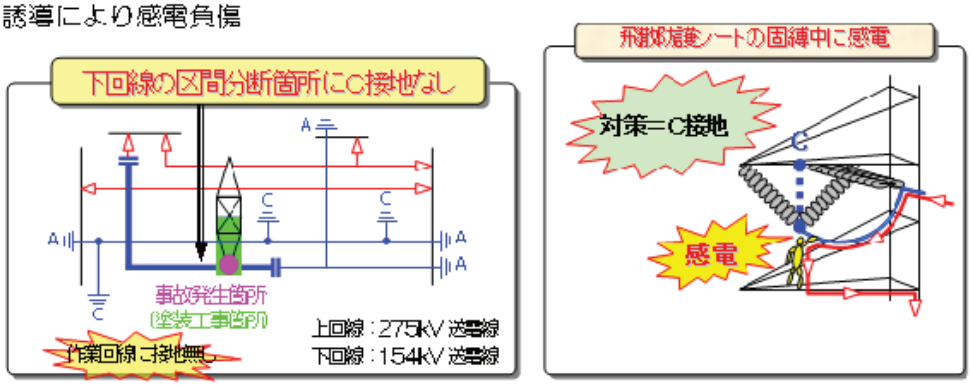


§A接地とは「停止手続責任者が接地箇所を指定・要求し、給電指令により着脱する短絡接地」
B接地とは「停止手続き責任者または監理員の指示により請負人が着脱する短絡接地」
C接地とは「作業方接地責任者が使用の要否および接地箇所を定め着脱する接地」

事故例 ＜静電誘導＞

■ 154kV送電線　塗装工事飛散防護シート展開中の感電災害

C接地を付けずに飛散防護シートの展開作業を行い、左手親指を電線に引っかけ、誘導により感電負傷

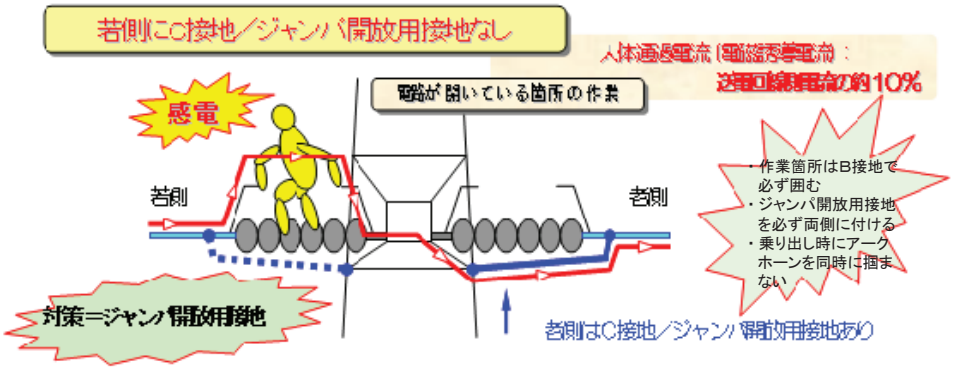


対策：電線に触れる可能性がある場合は、必ず作業箇所にC接地を付ける

事故例 ＜電磁誘導＞

■ 66kV送電線　ジャンパ接続作業時の感電災害

ジャンパ接続作業中、作業手順を誤って、C接地／ジャンパ開放用接地を付けていない若側のがいし連に乗り出し、ライン側のアークホーンをつかんだ際、誘導により感電死し



対策：乗り出す時は必ず人体が通電経路とならないようジャンパ開放用接地を付ける

取扱い注意　関係者限り　複製･転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【接地用具について】接地棒・接地線

接地線許容電流

公称断面積 mm²	仕上り外径 mm	概算質量 kg/m	許容電流 30°上昇 A	瞬時電流容量 1秒 A
100	20.0	1.25	390	29400
80	18.0	1.0	360	23500
50	15.5	.7	280	14600
38	12.5	0.5	240	11100
22	10.5	0.3	150	6400
14	8.5	0.15	100	4100
8	7.0	0.1	50	2300

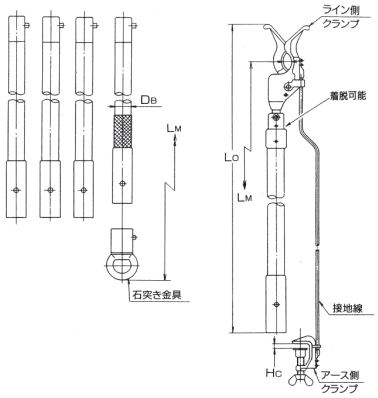
接地棒一覧

型式	適用電圧 kV	電流規格値 A	継本数 本	作業時（収納時） mm	質量 kg	備考
EC-500B	500	150	6	8700 (1750)	8.2	接地・鉄塔用
EC-500A	500	150	5	7240 (1780)	11.6	接地・鉄塔用
EC-270T	275	150	3	4680 (1680)	8.9	接地・鉄塔用
EC-270	275	150	3	4690 (1700)	7.9	接地・鉄塔用
EH-220	220	50	11	3320 (410)	1.5	検電・接地用
EC-150	154	100	2	3190 (1700)	5.2	接地・鉄塔用
EC-150T	154	150	2	2260 (1280)	5.1	接地・鉄塔用
EH-110	110	50	5	1550 (410)	0.82	検電・接地用
EC-70	77	100	2	1970 (1300)	2.54	接地・鉄塔用
EC-70T	66	100	1	1260 (1180)	2.75	接地・鉄塔用

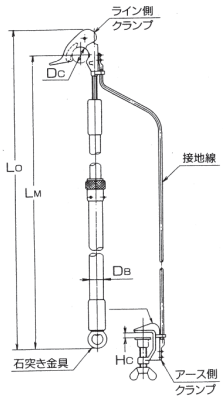
接地用具の接地線の太さは，型式により異なるので，常時及び事故時の誘導電流を計算し，適切な太さのものを使用する。

接地用具には主接地のほかに，電線切断，ジャンパ開放などの工事用接地用具がある。主接地は電磁誘導電流に対して充分な電流容量を持つもので電流接地ともいわれている。

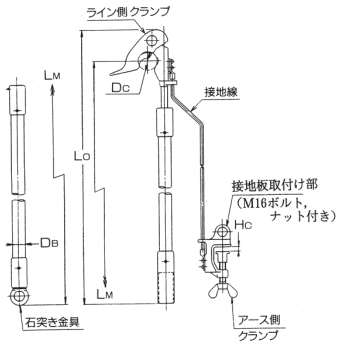
接地棒　EC-500A型(500kV用)



接地棒　EC-70型(77kV用)

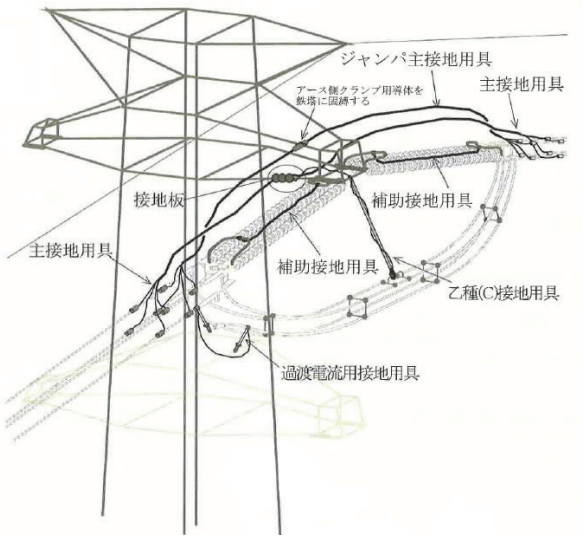


接地棒　EC-150型(154kV用)

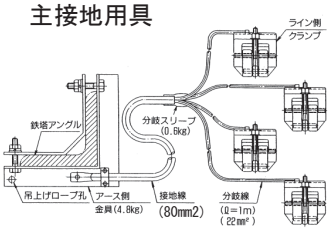


取扱い注意　関係者限り　複製･転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【接地用具について】



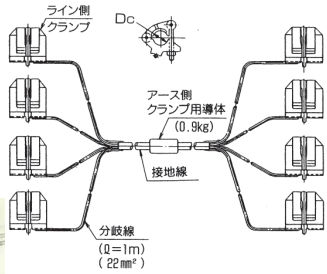
主接地用具

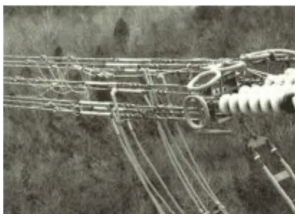


種類	適合外径 mm
1	ACSR1520 (53.0) ～ ACSR 810 (38.4)
2	ACSR 810 (38.4) ～ ACSR 410 (28.5)
3	ACSR 410 (28.5) ～ ACSR 160 (18.2)

許容電流（常時）	質 量
360A	30kg

ジャンパ主接地用具

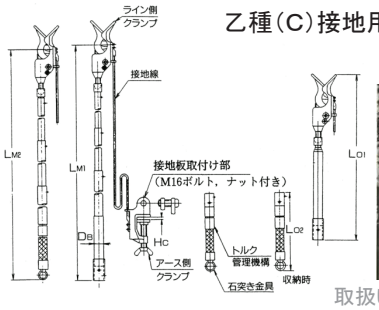




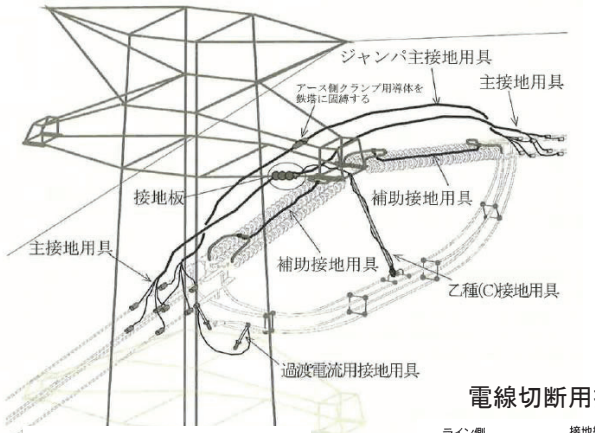
許容電流（常時）	質 量
360A	40kg

種類	適合外径 mm
1	ACSR1520 (53.0) ～ ACSR 810 (38.4)
2	ACSR 810 (38.4) ～ ACSR 410 (28.5)
3	ACSR 410 (28.5) ～ ACSR 160 (18.2)

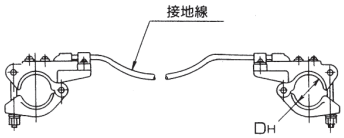
乙種(C)接地用具



【接地用具について】

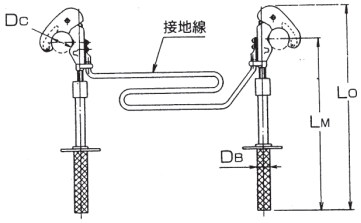


補助接地用具



許容電流（常時）	質 量
150A	4kg

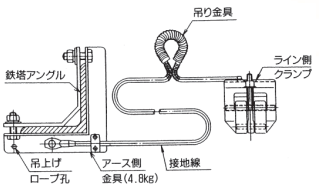
過渡電流用接地用具（バイパス接地）



種類	適合外径 mm
1	ACSR1520 (53.0) ～ ACSR 810 (38.4)
2	ACSR 810 (38.4) ～ ACSR 410 (28.5)
3	ACSR 410 (28.5) ～ ACSR 160 (18.2)

許容電流（常時）	質 量
150A	4.5kg

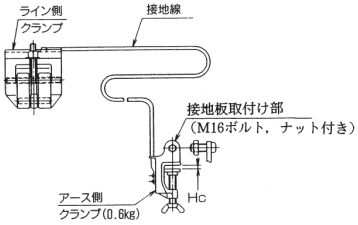
移線用接地用具



種類	適合外径 mm
1	ACSR1520 (53.0) ～ ACSR 810 (38.4)
2	ACSR 810 (38.4) ～ ACSR 410 (28.5)
3	ACSR 410 (28.5) ～ ACSR 160 (18.2)

許容電流（常時）	質 量
150A	7.5kg

電線切断用接地用具

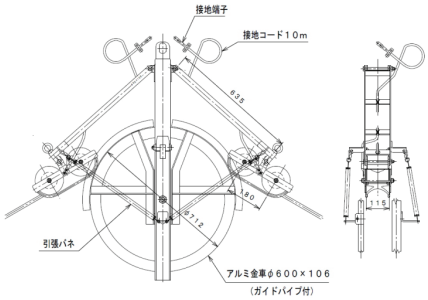


種類	適合外径 mm
1	φ60
2	φ34～φ38

許容電流（常時）	質 量
150A	4kg

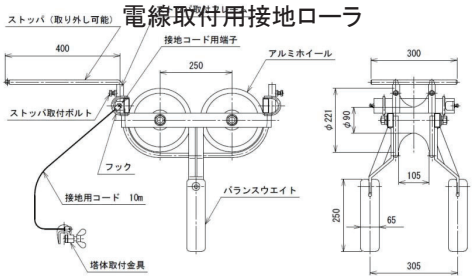
【接地用具について】接地ローラ

金車取付用接地ローラ

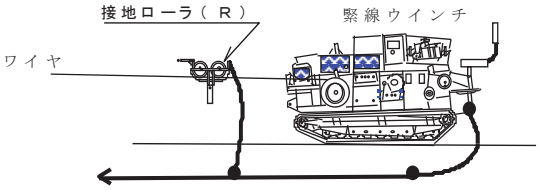


型式	適用電線	適用金車	最大通過物径
W552D	(T)ACSR810mm² 以下	600×106金車 (ただし取付金具を装着したもの)	φ100mm以下

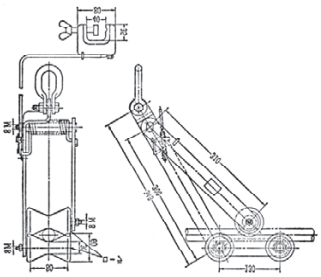
電線取付用接地ローラ



型式	適用電線	最大通過物径	質量
W511	(T)ACSR810mm² 以下	φ100mm以下	27kg



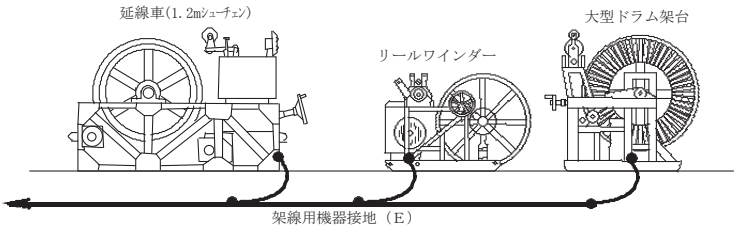
端末用接地ローラ

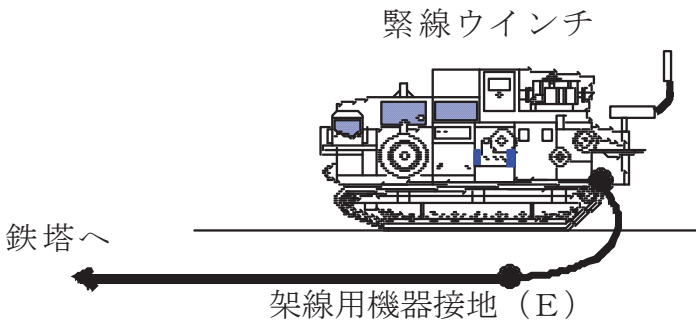


取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8

【工事用資機材の接地】

接地されていない金属物には静電誘導による電圧が発生しており，それに人体が接触すると感電する恐れがある。充電部接近作業では地上より荷上げする腕金材，ジャンパ線，架線金具，工事用工具などにも接地を付ける必要がある。
具体的には，塔上で荷上げした物に触れる場合は，まず接地を付け，その後に触れるように習慣づける必要がある。また，地上ウインチなどの機械にも接地を付ける必要があり，この場合は電気設備技術基準のD種接地工事に準拠して施工する。





取扱い注意　関係者限り　複製・転載禁止　送研関東支部　H29.3.8