

送電業界の課題とその解決に向けた取り組み ～電力供給の安定性と安全性確保のために～

谷地 浩明

（プロジェクト試験研究部
主任研究員）



1. はじめに

送電業界は、国民生活と産業活動に必要な不可欠な電力を安定的かつ安全に供給する役目を担っている。さらに近年では、地球温暖化対策として、低炭素電源ではあるが出力変動が大きい太陽光や風力といった再生可能エネルギー（再エネ）電力の大量導入が進められており、送電の安定性と安全性の確保が益々重要になってきている。

電力インフラ構成設備の1つで、鉄塔や電線、がいしで構成される架空送電設備は、高度経済成長期（1955年頃～1973年頃）以降、特に1970年代に多く新設されたが、1990年代以降の経済成長の停滞や省エネ機器の普及などにより、電力需要は横ばい、減少傾向にある。このため、鉄塔新設基数は、2000年代以降、ピーク時から10%近くまで減少した。

一方、近年では老朽化した鉄塔の建替や電線張替などの劣化更新工事が増加していることに加え、2012年の固定価格買取制度（FIT制度）導入以降、再エネ電力を既存の架空送電設備へ繋ぐ（系統アクセス線）工事も増加傾向にある。これにより、新設や劣化更新などの架空送電設備にかかる工事（以下、送電線工事）の受注実績は2006年頃から増加している。ところが、それまでに減少してきた工事量に伴って作業員数も減少したため、増加に転じた工事量に必要な施工力の確保が困難な状況にある。

送電線工事は、ルート選定・測量から始まり、用地交渉、仮設工事、基礎工事、鉄塔組立工事、架線工事と各段階を経て進められ、ローカル系統における鉄塔数基の新設では完工までに2年以上、基幹系統における数十基の新設になると10年以上と、長期にわたり多くの労力を費やして遂行される。

本稿では、架空送電設備の概要と筆者の送電線工事経験[※]も踏まえ、「送電線工事の概要」、「全国の工事量と作業員数の推移」から施工力確保の重要性を説明するとともに、「施工力確保に向けた送電業界の取り組み」を紹介する。

2. 架空送電設備の概要

架空送電設備は、7,000V（7kV）を超える電圧（特別高圧）で送電しており、日本では様々な電圧階級（22kV、33kV、66kV、77kV、154kV、187kV、275kV、500kVなど）がある。日本の送電線で最も高い1,000kVは「超々高電圧」（UHV）と呼ばれる。空気絶縁を行っている架空送電設備では、電圧が高くなるほど鉄塔の規模が大型化するが、送電損失は電流の2乗に比例するため、同じ電力を送電する場合には、電圧を高くし電流を少なくすることで損失が小さくなり長距離大容量送電が可能となる。また、上位2電圧で送電している系統を「基幹系統」、それ以外を「ローカル系統」と呼ぶ。

電気には交流と直流があるが、変圧が容易で送電線の本数を削減できるなどの理由から

※中部電力パワーグリッド(株)にて架空送電設備の保守・建設などに従事、現在、当研究所（IAE）に出向中。

「三相交流」で送電するのが一般的である。ただし、直流送電にもメリットがあり、交流と直流を変換する変換所のコストが発生するが、交流と比べて送電損失が小さく、リアクタンス分により系統安定度が低下する問題もなくなるため、長距離送電では直流の方が優位となる場合がある。このため、2019年に運開した北海道と本州を結ぶ新北本連系線の海底ケーブルには直流が採用されている。今後、2050年のカーボンニュートラル実現に向け導入の推進が期待される洋上風力にも、海底ケーブルを用いた直流送電が検討されている。

架空送電設備には、基礎、鉄塔、電線、がいし、架空地線、電線を把持するクランプなどの様々な付属品がある。以下では、架空送電設備を構成する主要な設備について説明する。

(1) 鉄塔

鉄塔の構成材には、等辺山形鋼（断面形状がL字の形鋼）や中空鋼管（断面形状が筒状の鋼管）などがある。中空鋼管は等辺山形鋼に比べ荷重への耐力が大きいですが、溶接などの加工手間が発生するため費用が高くなることが多い。このため、ローカル系統などに用いる比較的規模が小さい鉄塔には、図1の山形鋼鉄塔を採用することが多く、基幹系統などの規模や荷重が大きく山形鋼鉄塔が適用でき

ない場合には、図2の鋼管鉄塔を採用する。

鉄塔の形状にも種類があり、わが国においては用地取得の困難さと供給信頼度確保の観点から、三相交流送電のための3本の電線を垂直に配置した四角鉄塔が採用されることが多い。その他にも、送電線に付着した雪が一斉脱落して電線が跳ね上がり、送電線同士の接触（相間短絡）を引き起こす「スリートジャンプ」への対策として、図3の送電線を水平に配列した烏帽子鉄塔、鉄道や道路をまたぐ必要がある場合の門型鉄塔など、建設地点の周辺環境や気象条件などに応じて形状が選定される。

また、送電線は様々な場所を通過していることもあり、必要に応じて各種環境対策もなされている。国立公園など景観に配慮が必要な場合には、茶色系の塗装を施し目立たなくしたり、沿岸部など潮風にさらされやすい鉄塔や経年によりめっきが減耗した鉄塔には、耐腐食性能を向上させるため防錆塗装を施したりする。防錆塗装は、下塗り塗料に防食性に優れる塗料（エポキシ樹脂系など）を塗布し、その上に対候性に優れる塗料（ウレタン樹脂系など）を塗布する2層塗りも積極的に採用されている。近年では、車の塗装にも使用される粉体（焼き付け）塗装も、一部沿岸部の鉄塔に導入されている。



（出所：愛知金属工業）

図1 山形鋼塔



（出所：愛知金属工業）

図2 鋼管鉄塔



（出所：愛知金属工業）

図3 烏帽子鉄塔

(2) 電線

電線は、鉄塔に引き留められる部分はいしで絶縁されており、地上高が高く一般人が接触する恐れがないことから裸線を使用している。過去、電線は高導電率かつ加工技術面から「硬銅より線」(HDCC) が用いられていたが、送電線工事が増加し始めた 1950 年代以降は、HDCC よりも安価で軽い、図 4 の「鋼心アルミより線」(ACSR) が主流となっている。また、戦後から高度経済成長期にかけ、電力需要が急激に上昇したこともあり、電線の太径化と多導体化(1 相を複数の電線で送電)が図られるとともに、耐熱性と強度の向上のためアルミに元素を添加した合金を用いた電線も多数開発されている。それに加え、鉄塔と同様、電線にも必要に応じて環境対策がなされ、発生する風音を低減するため、突起となる素線をよりこんだ図 5 の「低風音電線」などもある。

(3) がいし

がいしは、電線と鉄塔を絶縁するために使用され、主に図 6 のような太陽光や温度変化による自然劣化が少ない磁器製が採用されている。

がいしには、電線の重量や張力、風圧などの荷重がかかる。このため、一列のがいしで強度が不足する場合には、荷重を分担させるため二列、三列と並列に増やしていく。

また、電圧が高くなると電線と鉄塔の距離を長くする必要があるため、直列に連結するがいしの個数を増やしている。このため、一

般にがいしが直列に多く連結されている箇所は電圧が高く、連結されている個数が少ない箇所は電圧が低い。

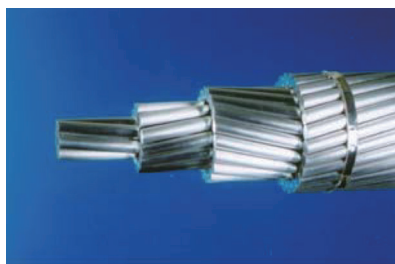
がいしの環境対策としては、景観に配慮するための茶色系がいしの採用や、がいし表面に塩分などの汚損物質が付着して発生する「部分放電」(コロナ放電)の低減などのため、撥水性を高めたポリマー性がいしなどがある。

3. 送電線工事の種類

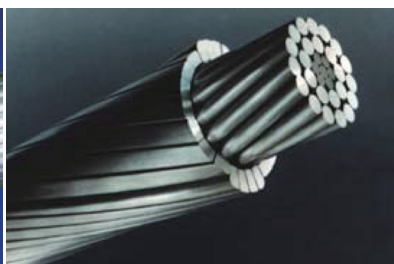
送電線工事には様々な種類があるが、本章では近年増加傾向にある劣化更新工事と系統アクセス線工事(再エネ関連)について説明する。

(1) 劣化更新工事

劣化更新工事とは、高経年設備や沿岸部などの環境要因による腐食で将来的に設計(安全)基準を満たさなくなる可能性のある設備の更新(鉄塔建替や電線張替など)工事などのことであり、様々な要因を考慮して計画的に実施される。例えば、鉄塔に使用される鋼材は、1960 年代まで主に「造塊法」(溶鋼を鋳型で凝固させ、鋼塊にしてから圧延)という鋳造方法で製造されており、鋼塊内部に不純物が残存しやすい。その鋼塊を圧延して製造された鋼材は、内部から層状に腐食するラミネーションを発生させる可能性が高く、高経年鉄塔ほど腐食発生リスクが高いため優先的に建替える。また、沿岸部では、塩化物イオンを含む海塩粒子の影響により、鉄塔や電



(出所：住友電気工業)



(出所：住友電気工業)



(出所：IAE)

図 4 ACSR 電線

図 5 低風音電線

図 6 がいし装置

線が腐食しやすい。特に電線は、複数の層を持つより線となっているため、内部で腐食が進行していても外観からは気づきにくいケースがある。このため、沿岸部に位置する送電線の一部を採取して内部状況を調査し、張替の優先順位を決定するなど、設備の経年や点検結果、周辺環境などを考慮して劣化更新の計画を策定している。また、劣化更新は、単純に同一仕様で設備を新しくするのではなく、「送電線の下に背の高い樹木が多くある場合には、樹木接近に伴う伐採頻度を低減するため鉄塔を高くする」、「作業員の往来や資機材の搬入出が困難な山の尾根に位置している鉄塔は、点検や巡視などの保守業務や将来の劣化更新工事を見据え、道路に近い麓ヘルトを変更する」など、設計自体の大幅な見直しを伴うこともある。

（２）系統アクセス線工事（再エネ関連）

系統アクセス線工事は、発電事業者が発電設備を新設し、一般送配電事業者の電力系統へ接続する工事である。系統への接続は、発電設備の受電点から直近の送電線を直線的に繋げられれば経済的であるが、実際にはルート上避けなければならない場所もあるため、送電線のルート検討や既存系統の増強要否などの技術検討が必要となる。

一般送配電事業者は、発電事業者からの申し込みを受け、工事にかかる工期や費用の算定を含めた技術検討を行う。技術検討は、発電事業者から提示される受電設備の位置図やレイアウト図などにより行う。受電点が最寄りの送電線から発電所建屋を挟んだ反対側にある場合などは、鉄塔基数削減のため、受電点の位置変更を打診するなど、合理的な設備形成となるよう双方で協議をしながら進める。図7はその一例である。発電事業者は、技術検討結果から事業性を判断し、系統連系を希望する場合には契約申し込みを行い、一般送配電事業者と工事費負担金契約を締結する。負担金は、原則工事着手前までに支払われ、その後一般送配電事

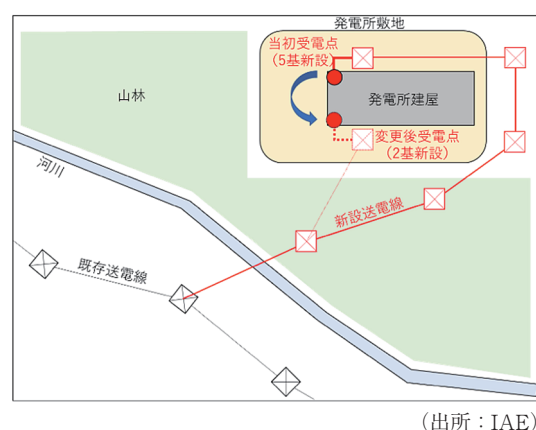


図7 系統アクセス線工事の協議例

業者が工事に着手する。技術検討時の工事計画は、測量や地盤調査、用地交渉前に策定される。その後の調査の結果、鉄塔建設地点の地盤状況が悪く、想定よりも鉄塔の基礎が大きくなり費用が増加したり、地権者の同意が得られずルート自体を見直したり、当初計画から変更となる可能性がある。

4. 架空送電線工事の概要

送電線工事は複数のプロセスを経て進められ、長期にわたり多くの労力を費やして行われる。本章では、ローカル系統における一般的な送電線新設（建替含む）工事の概要を説明する。

（１）ルート選定・測量

まずは概略ルートを決めるため、地形図や都市計画図、土地利用図、縦断面図作成システム（地図上に鉄塔位置および鉄塔高さなどの各種諸元を入力することで、簡易的に縦断面図を作製できるツール）などを用いて、鉄塔の建設が可能な場所を選定する。この際、径間長（鉄塔と鉄塔の間の距離）をできるだけ長くして鉄塔基数を削減するなど、経済性も考慮した検討を行う。送電線ルートは、極力鉄塔基数を削減した方が経済的であるが、地滑りしやすい地域や軟弱地盤、希少植物といった植生、景観など、ルート上で避けなければ

ならない場所が多く存在するため、ルートは直線的にならず、迂回する箇所が多くなるほど基数も増える。また、工事時には、資機材を建設位置まで運搬する必要があることや、建設後の巡視や点検などの保守を行いやすくするため、付近の道路状況を考慮することも忘れてはならない。

概略ルートの決定後、現地踏査を行い、鉄塔位置や地形、地質などの照合確認を行う。現地踏査では、山道のない森の中を進むこともあり、滑落や動物（クマやイノシシ）との遭遇、ヘビや蜂、アブなどの害虫の危険にさらされながら、最適なルートを構成するための鉄塔建設位置を模索する。

現地踏査によるルートの確定後、測量士により測量機器（トータルステーション）を用いた測量が行われる。この測量により、鉄塔の位置やルート上の物件類が図面に落とし込まれる。この図面を基に、送電線の下にある物件や樹木から必要な離隔を確保できる送電線高さを検討する（縦断設計）ことで、鉄塔の形状と高さが決定する。

（２）用地交渉・取得

送電線位置決定後、鉄塔建設箇所および送電線下方の権利取得のため用地交渉を行う。地権者の同意が得られなければ工事に着手できないため、工事理由などの説明を真摯に行うことが重要となる。

複数の鉄塔を新設する場合には、１つの鉄

塔建設箇所で交渉が難航し位置を変更することもある。その際は、設計上、前後あるいはその先の鉄塔位置まで変更しなければならない場合もあるため、ルート選定からやり直す必要がある。また、ルート再検討の結果、鉄塔建設が困難な場合には、架空送電線から地中送電線への変更が必要となり、費用が大幅に増加することもあるため、用地交渉は送電線工事における最も重要な要素の１つである。

（３）仮設工事

送電線工事を行うには、工事用地を確保するとともに、資機材を建設箇所まで運搬する必要がある。運搬路が確保できない山岳地では、すべての資機材を人力で運搬することができないため、図 8 に示す索道や図 9 に示すモノレールといった運搬設備を設置する。しかし、運搬設備の仮設には、大規模な伐採を伴うこともあるため、地権者から同意が得られない場合や急傾斜地が多く設置できない場合には、図 10 に示すようにヘリコプターによる運搬を行う。また、工事用地に木や不安定な地表面がある場合には、伐採・造成を行ったうえで鉄板を敷き、安定した作業用地を確保する。さらに、送電線工事を安全かつ確実に遂行するには、十分な作業用地が不可欠である。このため、急傾斜地などで造成だけでは平らな地表面を確保できない場合には、図 11 に示すように「作業用ステージ」と呼ばれる大きな作業台を設置する。



（出所：送電線建設技術研究会）



（出所：送電線建設技術研究会）



（出所：送電線建設技術研究会）

図 8 索道

図 9 モノレール

図 10 ヘリコプター運搬



(出所：送電線建設技術研究会)

図 11 作業ステージ

(4) 基礎工事

台風のような強風下でも、鉄塔からの荷重を支える強固な基礎を設置する。一般的には、「逆 T 字型基礎」という T の字を逆にした断面形状の基礎（鉄筋コンクリート）が鉄塔各脚に据えられる。しかし、地盤が軟弱で、鉄塔からの荷重を地盤で支えられない場合には、地中の安定した地盤まで荷重を伝達させるため、「杭基礎」と呼ばれる長さ十数メートルにおよぶ長い杭を設置することもある。基礎工事の掘削作業で湧き水が発生する場合には、排水を溜める桶や基礎の配筋類置き場、コンクリートの搬入出などのための広い工事用地が必要となる。

また、基礎工事では、掘削、配筋といった手間のかかる作業に加え、主要材料のコンクリートには、打設後に一定の養生期間が必要になる。このため、基礎工事期間が工期全体に占める割合は大きい。鉄塔新設基数が複数ある場合には、順番に基礎を打設していき、



(出所：送電線建設技術研究会)

図 12 基礎工事の風景

必要養生期間を経過した箇所から順次鉄塔組立を開始することで、効率的に工事を進行させる。図 12 に工事の風景を示す。

(5) 鉄塔組立工事

鉄塔は、部材と呼ばれる「等辺山形鋼」や「中空鋼管」などで構成されるが、それらを 1 つ 1 つボルトで連結（鋼管の場合には溶接も含む）し組み上げていく。組み上げは、十分な工事用地がある場合には、図 13 に示すように、あらかじめ地上で組み上げたものをクレーンで釣り上げ継ぎ足していくが、クレーンが入れないような狭い現場では、部材を 1 つ 1 つ引き揚げながら組み立てるため時間を要する。部材同士を連結させるためのボルト数は膨大で、すべてのボルトが規定の力（トルク）で締められるよう、トルクメータが付いた工具で値を確認するとともに、確認したボルトにマーキングを行うなど、漏れのないようにしている。

(6) 架線工事

架線とは、鉄塔と鉄塔の間に電線を張る作業のことである。図 14 に示すように、最初は、ヘリコプターやラジコンヘリ、近年ではドローンを使い、細いロープで鉄塔と鉄塔を結ぶ。その後、細いロープから徐々に太いロー



(出所：IAE)

図 13 鉄塔組立工事の風景



(出所：送電線建設技術研究会)

図 14 架線工事の風景

プへ引き替え、最後に電線を決められた張力で張り上げる。

電線は、遠方からは一見細く軽そうに見えるが、ローカル系統でよく使われる ACSR160 mm² ~ 240 mm² の重さは 1 m 当たり 0.73 ~ 1.11kg であり、標準的な径間長 300m の場合、電線 1 本当たりの重さは 219 ~ 333kg にもなる。実際の電線は、弛み（弛度）が出るため径間長より長くなりさらに重くなる。電線は、強く張り上げるほど弛度が小さくなり、地上高を確保できるが、鉄塔にかかる荷重が増大し、部材が大きくなって不経済となるため、必要な地上高と鉄塔強度のバランスを考慮した張力で設計される。

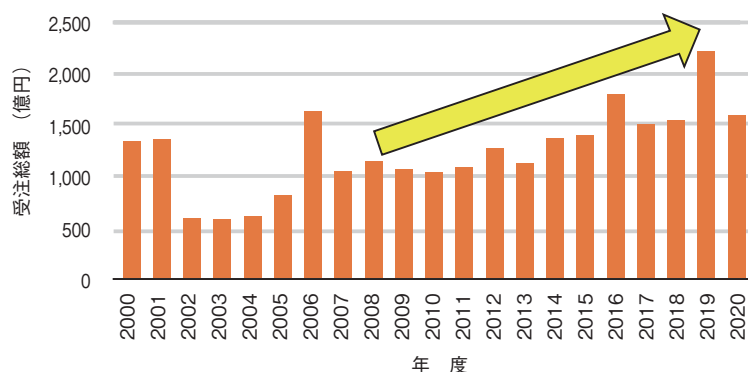
5. 送電線工事の物量と作業員数の推移

日本全体の送電線工事の受注実績は、2010 年頃から増加傾向にある。直近の実績では、図 15 に示すように、2010 年度の 1.5 ~ 2 倍

となっている。要因としては、高経年設備の劣化更新、再エネ連系に伴う送電線の新設・増強工事の増加がある。これに加えて、基幹系統の劣化更新や地域間連系線新設、東海旅客鉄道(株)のリニア中央新幹線開通に向けた送電線新設工事なども計画・進行しているため、工事量に対応できる施工力の確保がより一層重要となる。

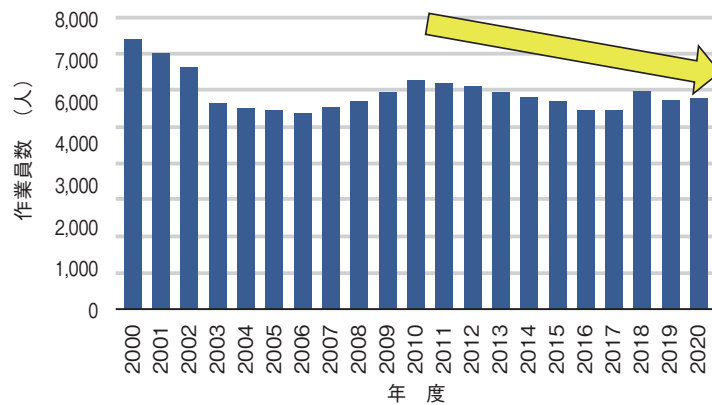
送電線工事では、鉄塔組立工事や架線工事など、高所での作業が必須である。送電業界は、いわゆる「3K」（きつい、きたない、きけん）と呼ばれ、3 年以内の離職が約半数と離職率が高く、新規採用者数も低迷していた。高所作業員数の推移を図 16 に示す。2010 年頃から増加している送電線工事に對し、高所作業員数は減少傾向になっていることがわかる。

送電線工事などの架空送電設備の作業に従事する人を「ラインマン」とも呼ぶ。一人前のラインマンになるには長い歳月が必要である。現場は全国各地にあり、山や雪中、住宅



(出所：送電線建設技術研究会のデータを基に IAE 作成)

図 15 送電線工事の受注実績



(出所：送電線建設技術研究会のデータを基に IAE 作成)

図 16 高所作業員数の推移

街など様々な現場環境があることに加え、扱う設備の形態（鉄塔形状や規模など）も多種多様であるため、例えば、電線張替など同じ目的の工事でもその施工方法や使用する機械工具類には様々なバリエーションがある。作業中にやり方を細かく確認しては期日までに完工できないため、ラインマンには豊富な知識と高い技能が必須となる。当然、現在活躍しているラインマンも、入社当初からそのような知識と技能を身に付けているわけではない。入社後の机上・実技研修に加え、現場で先輩ラインマンとともに作業に従事する中で、指導を受けるだけでなく、見て覚えかつ自分でやってみることを繰り返し、1つ1つの作業を習得していく。長い歳月をかけ、このような地道かつ自発的な努力を経て初めて一人前のラインマンとなることから、高い離職率と採用者数の低迷は、一人前のラインマンが育ちにくいことを意味している。それは、電力の安定供給を脅かす重大な課題でもある。

送電業界では、この対策として次節で示す「施工力確保に向けた取り組み」が全国的に行われている。これにより、2018年度には高所作業員数が増加に転じた。しかし、増加する送電線工事に対応するには、適宜フォローアップを行い、より良い労働環境の整備に向けた取り組みを継続する必要がある。

6. 施工力確保に向けた取り組み

(1) 働き方改革（全国一斉休日の導入）

送電業界では、送電線施工会社などで構成される一般社団法人である送電線建設技術研究会と一般送配電事業者が中心となり、2020年度から「全国一斉休日」を導入している。例えば、基礎・鉄塔組立・架線作業者が携わる建設工事と修繕工事を対象に、原則として10月第2週の「スポーツの日」（体育の日）を含む土曜日、日曜日、月曜日を3連休とするほか、毎月第2週の土曜日、日曜日を連休とし、休日を固定化することで作業員が休みやすい環境整備を推進している。また、遠方の現場への休日の移動を避けるため、原則的に、一斉休日明けの初日や月曜日には、電線張替工事などの送電線を停止させて行う作業（停電作業）を設定しないことも盛り込んでいる。

(2) 工事の機械・省力化による労力の削減（ドローン運搬の適用）

山岳地における建設工事などの大規模工事では、索道、モノレール、ヘリコプターを使って資機材運搬を行うが、鉄塔の塗装や架空送電設備の付属品取替など、比較的小規模な工事は小運搬車や人力に頼っているのが現状である。このため、ドローンによる資機材運搬の検討が積極的に行われており、2022年8月、中部電力パワーグリッド(株)では山岳地に建つ

基幹系送電鉄塔の塗装工事に塗料の入った一斗缶運搬に初めて導入した。今後、山岳地での資機材運搬の省力化が期待される。

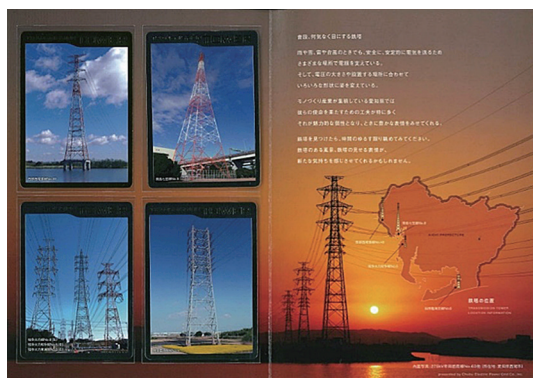
(3) PR 活動

①ラインマン PR 動画「進路相談室の恋人」

送電線建設技術研究会の YouTube チャンネルでは、確保に苦慮している作業員の採用増を目指し、主に工業系の高校生を対象に、送電業界の認知度向上のための PR 動画を公開している。動画では、送電線工事での仕事内容や魅力などをドラマ仕立てで紹介している。

②鉄塔カードの販売・配布

2019 年 3 月以降、送電線に関する認知度向上や採用活動促進のため、東京電力パワーグリッド㈱を初めとし、一般送配電事業者や送電線建設技術研究会などの業界関係会社では、図 17 のような鉄塔カードの作成、販売、配布を行っている。非常に大きな超高压送電鉄塔や珍しい形状の鉄塔など、特徴的な鉄塔が多くラインナップされており、送電業界への興味や関心を高めるように工夫されている。



(出所：IAE)

図 17 鉄塔カード

③採用活動の拡大

送電線工事の施工会社の一部では、スポーツクライミング施設の運営、ボルダリングジム運営会社と提携して、高い場所に登ることが好きな施設利用者を対象に、送電線工事に従事する魅力紹介や人材募集を行っている。送電線工事

では高所作業が必須であるため、高所を得意とする人材を積極的に誘致することで、人材不足解消に繋がるよう取り組んでいる。

7. まとめ

本稿では、送電業界の取り組みとして工事の機械化（ドローン運搬）も紹介したが、送電線工事は、最終的に人（作業員）の手によって完遂され、作業員は今も、険しい山や高所といった危険な環境下で作業を行い電力の安定供給を支えている。この姿は、送電線工事が最も盛んだった高度経済成長期から大きくは変わっていない。そうした作業員の安全を第一に確保するため、送電業界では安全を最優先とした作業遂行“ゼロ災”を目標に掲げている。しかし、2021 年度には、送電線工事で死亡災害が 2 件（伐採木への挟まれ、蜂刺され）発生した。

確かに、新技術が次々に開発されてはいるが、組立作業では様々な位置や角度でのボルト締め、架線作業では決められた弛度での電線の張り上げ、がいし周りの細かい金具（架線金具）の連結など、細やかな作業が多く含まれている。現状では、これらの作業を人の手を介すことなく完遂させることは困難である。

また、近年では、ドローンや AI（人工知能）などの先進技術を活用した「スマート保安」による作業の効率化が進んできている。IoT（モノのインターネット）などの新技術が長年変わらなかった業界に変革をもたらしている。このような変革を起こすには、様々な業界の技術革新に深い関心を持つとともに、他業界からの積極的なアプローチを促す必要がある。そのために、送電業界の認知度を向上させるとともに、今後も様々な業界への情報発信と交流を図り、送電業界のさらなる変革が促進されることを期待する。

参考文献

- (1) 電力広域的運営推進機関、「発電設備等に関する系統アクセスの流れ」、2022 年 7 月

- (2) 送電線建設技術研究会「送電業界の課題について」,
第2回 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分会
電力安全小委員会 令和元年度台風15号における鉄塔及
び電柱の損壊事故調査検討ワーキンググループ, 2019年
11月14日
- (3) 電気学会 送電用鉄塔設計標準「JEC-127」, 1965年
- (4) 電気学会 送電用支持物設計標準「JEC-127」, 1979年
- (5) 送電線建設技術研究会「鉄塔工事施工技術解説書」,
2012年
- (6) 送電線建設技術研究会「架空送電線路調査測量技術
解説書」, 2005年
- (7) 電気新聞「スポーツライミング通じ仕事の魅力PR
北陸電気工事」, 2021年10月20日
- (8) 東京電力パワーグリッド(株)プレスリリース「鉄塔カー
ドによるリクルート活動について」, 2019年3月25日
- (9) 電気新聞「送電線工事, 4月から毎月第2週土日を
全国一斉休日に」, 2020年1月17日
- (10) 電気新聞「重量物運搬用ドローン, 中部電PGが初
導入／静岡幹線, 鉄塔塗装作業に」, 2022年8月5日