

電力設備の自然災害対策

北 島 尚 史

生活に欠かせない電気は、非常災害時においても復旧活動等に不可欠であり、当社の防災対策基本方針において、災害時の影響を極力低減するための考え方として「被災しにくい設備づくり」「被災時の影響低減」「被災設備の早期復旧」が示され、さまざまな対策が実施されている。

本稿では、防災対策基本方針に基づく自然災害対策について、具体的な事例を含めて概要を紹介する。
キーワード：防災業務計画、バックチェック、多重化・多ルート化、非常災害対策本部、電力システム改革

1. はじめに

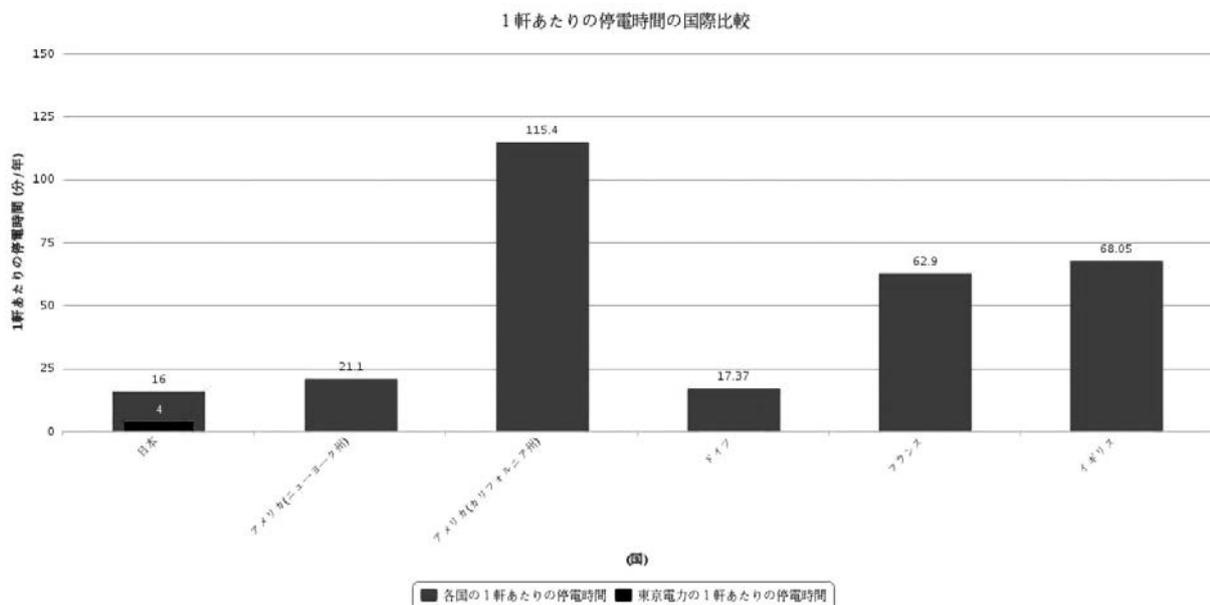
2011年3月11日の東日本大震災では、東北電力、東京電力の設備が地震や津波により大きな被害を受けた。これにより、東京電力の管内では震災直後に計画停電を実施することとなり、関東地方に住む人々の生活に大きな影響を与えた。また、近年の自然災害の激甚化も、電力設備の損壊等に伴う停電発生といった、局所的に大きな被害をもたらす傾向が強くなっている。

電気は、生活に欠かせないエネルギーであり、他のインフラ（通信、交通、水道など）が機能するためにも必要である。加えて災害時には、照明や災害情報確認のためだけでなく、復旧活動や治療といった活動に

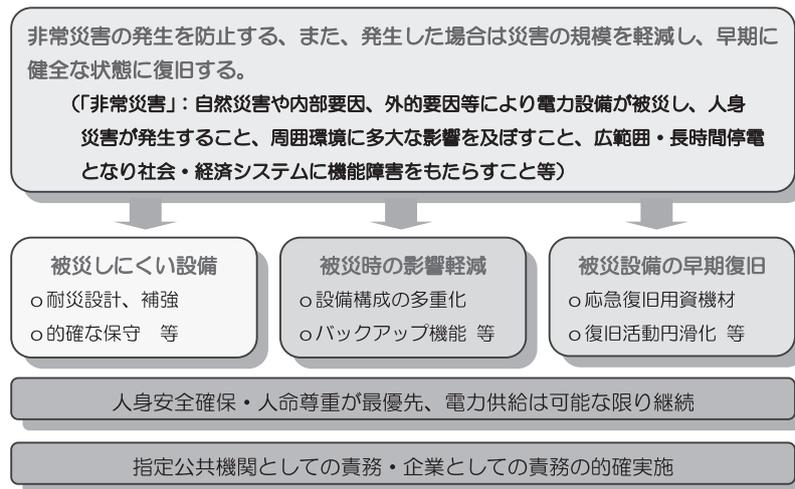
も不可欠であり、最も重要なインフラの一つと言える。

一般的な停電の原因は、発電所や送電線・配電線、変電所などの電力設備が自然災害により損傷する場合をはじめ、設備の経年劣化などに起因して故障するといった内的要因、さらにクレーンによる送電線の切断や自動車の電柱接触による折損といった外的要因など、さまざまなものがある。特にわが国は、地震、台風、雷、集中豪雨などの自然災害の発生が多いため、これらの自然災害に起因する停電発生を軽減する対策に注力している。

現在、家庭1軒当たりの年間平均停電時間は約4分（2014年実績）¹⁾と、欧米と比較して1桁ほど小さい値となっている（図—1）。



図—1 停電時間の国際比較（出典¹⁾）



図一 2 防災対策の基本方針

しかしながら、首都直下型地や南海トラフ地震などの切迫性が高いと言われている大規模地震が発生した場合には広範囲・長時間にわたる停電が発生する可能性があることから、当社では、災害対策基本法、大規模地震対策特別措置法、南海トラフ地震に係る地震防災の推進に関する特別措置法、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災の推進に係る特別措置法、ならびに首都直下型地震対策特別措置法に基づき、電力設備に係る災害予防、災害応急対策および災害復旧を図る目的で、「防災業務計画」を策定している²⁾。

この防災業務計画の基本的考えとして、「被災しにくい設備づくり」、「被災時の影響低減」、「被災設備の早期復旧」が示されている(図一2)。

本稿では、防災対策基本方針に基づく自然災害対策について、具体的な事例を含めて概要を紹介する。

なお、原子力災害に関わる防災業務計画については、原子力災害対策特別措置法に基づいて原子力発電所ごとに定める原子力事業者防災業務計画によるものとしている。

2. 防災対策の考え方

防災対策を検討するにあたっては、まず想定される災害の規模を定める必要がある。大規模災害の想定は、内閣府中央防災会議により実施、公表されており、当社ではこれをもとに、電力設備への影響評価を実施している。評価の結果、発生時に大規模停電等の可能性がある場合は、設備の異常や損壊に至らないようにその影響を軽減する対策をとる。ただし、非常に過酷な自然災害や発生可能性の低い災害に対しても耐えうる設備とすることは技術的にも経済的にも困難な面が

あることから、以下の基本的な考え方によることとしている。

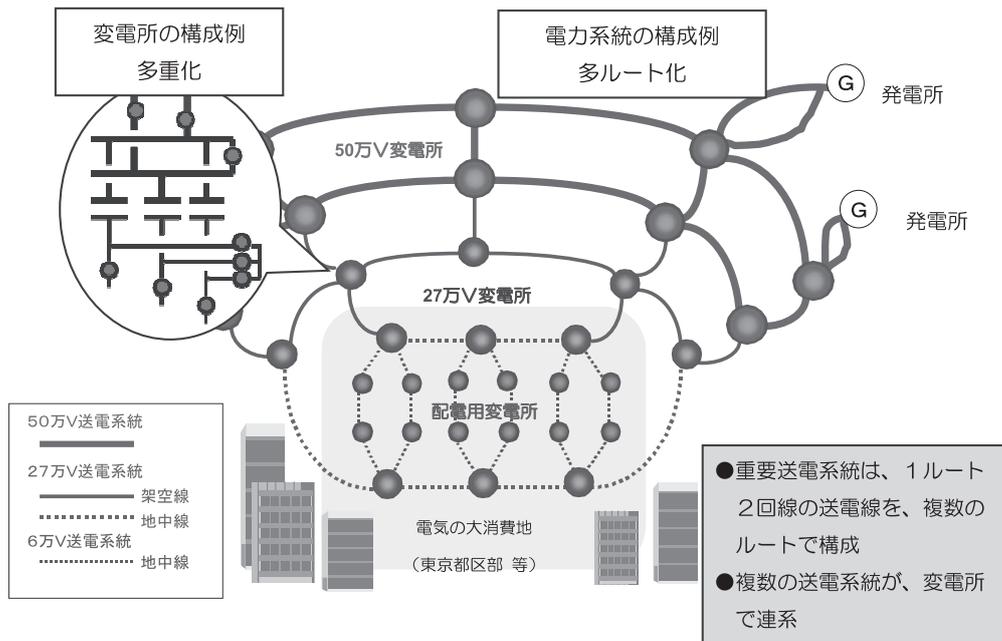
- ・ダム、LNG・石油タンクなど、被災すると人身災害や周囲環境に重大な影響を及ぼしかねないもの(耐震性区分Ⅰ)については、過酷な自然災害についても重大な影響のないように対策を実施する。
- ・上記以外の電力設備(耐震性区分Ⅱ)については、一般的な自然災害のレベルに対して設備の機能に重大な支障が生じないこと、また、過酷な自然災害に対しては電力系統全体でバックアップして、長時間・広範囲に及ぶ停電が発生しないようにする。

(1) 被災しにくい設備づくり ～設置場所ごとの想定と設計～

電力設備の設置にあたっては、設置する場所ごとにきめ細かい設計がなされる。すなわち、当該地点の気象、近隣の河川や海岸等の状況といった地形・地盤の地質や過去の地震などの実績を十分に調査するとともに、国あるいは自治体の災害想定や関係法令に基づいて設計を実施する。国や自治体による自然災害の想定は随時アップデートされていくので、新たな想定等が公表された場合は、既設の電力設備に対する影響評価を再実施する(バックチェック)。

(2) 被災時の影響軽減 ～設備の多重化・多ルート化～

電力設備が被災して異常が発生すると、保護システムや監視システムが異常状態を検知し、当該設備を電力系統から自動で切り離す制御が行われる。一方で設備を切り離しても、その先のお客さまへの電力供給を継続できるように、変電所の機器などを複数設置する「多重化」や、送電線のルートを網の目状に設置し、



図一3 電力系統の多重化・多ルート化

どこかの送電ルートが使用不能になっても他のルート等を使って送電可能な「多ルート化」が図られている(図一3)。なお、「多重化」や「多ルート化」は、設備のメンテナンス時の送電継続という目的もある。

こうした、設備の多重化や多ルート化にもかかわらず災害等で停電が発生した場合には、自動停電復旧システムや、24時間態勢の運転員による系統の切り替え操作を行い、停電の範囲や停電時間の極小化を行う。また、保守員が被災現場に出向し、現地で切り替え操作や応急復旧を行う場合もある。

(3) 被災設備の早期復旧 ～非常態勢～

大規模災害が発生した場合は、前項の運転員や保守員による初期の停電復旧と併行して、社内に非常態勢を発令し、非常災害対策本部を即座に設置するとともに、ここを中心とした復旧活動を実施する。非常災害対策本部では、被災した設備の状況や停電の状況、関係機関等からの要請といった情報を正確かつ詳細に把握する。また、こうした情報をもとに、被災設備の復旧方法(仮復旧による応急送電といった対応も含む)、復旧エリアの優先順位等を判断し、資機材や要員の効果的な投入など適切な対応方針を決定していく。

3. 防災対策の実例

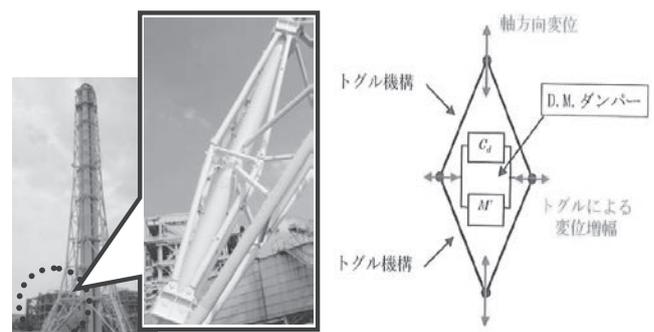
本項では、当社が実施した設備対策、ならびに復旧迅速化のために構築している復旧対応態勢の実例を紹介する。

(1) 設備対策の実例

(a) 火力発電所における耐震対策 ～煙突の耐震対策～

当社は、1995年の兵庫県南部地震を契機として、中央防災会議の被害想定地震や地震調査研究本部が公表した地震をモデルとして、高レベル地震動に対する耐震評価を実施している。耐震性評価の結果、耐力を超過する恐れのある設備については、「防災対策の考え方」に基づき、必要な耐震対策を実施している。

火力発電所の耐震対策の一例として、煙突の耐震対策に「パンタグラフ型制震工法」の適用実績がある。「パンタグラフ型制震工法」は、日本大学、(株)i2S2、東電設計(株)が共同で研究開発した制震工法を鉄塔支持構造物に適用したものであり、この原理を用いた増幅機構「トグル機構」でパンタグラフを構成し、増幅された変形量をさらに回転運動に増幅変換するD.M.ダンパ(ダイナミック・マス・ダンパ)を組み合わせることで震動モードを制御し高い減衰性能を発



図一4 パンタグラフ型制震工法による煙突の補強

揮することができる。この工法は、煙突脚部に取り付ければよく高所作業が不要であり、また補強範囲が限定的であり発電所を稼働させた状態で補強工事が可能となるといったメリットがある（図—4）。

(b) 広野火力発電所における防潮堤工事 ～東日本大震災後の津波対策～

2011年の東日本大震災は海溝型の大規模地震であったが、複数の学識者から、このタイプの地震は海溝の遠洋側で「アウトライズ地震」を誘発する事例が多く、今回もその切迫性が高まっていると指摘されている。このため、今回の東日本大震災で甚大な津波被害を受けた広野火力発電所について、このアウトライズ地震の震源にも近いことから、想定される地震による津波の数値シミュレーションを実施した。その結果、敷地の南側において広範囲の浸水が想定され、発電設備においても被害が予想されたことから、被害の軽減を目的として、高い津波の襲来が想定される発電所の南側に海拔10m (GL + 5.5m)、総延長240mの防潮堤を設置した（図—5）。



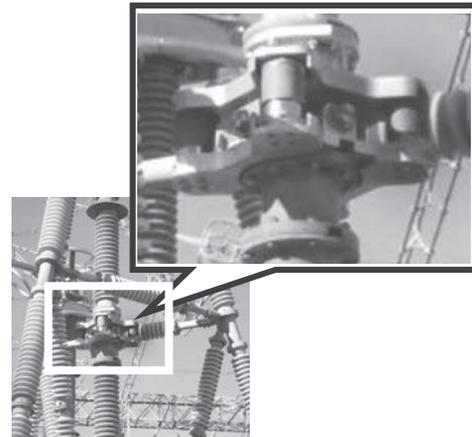
図—5 広野火力発電所防潮堤

(c) 断路器支持物の耐震強化 ～東日本大震災後の設備損壊対策～

変電所などに設置されている断路器（電力設備の点検時などの際、電力系統から設備を切り離すための「スイッチ」の役目を持つ機器）は、陶器製の碍子で構成されている。このうち、断路器操作の部分の碍子は、可動性を確保するために「ピンジョイント」と呼ばれる継ぎ手を用いているが、東日本大震災の際には碍子



図—6 (a) 地震動により破損した断路器支持物



図—6 (b) ピンジョイントと取り付けたダンパ装置

が破損した。これは、震動が設計基準を超えたためピンジョイントの変位量が可動限界に達し、継ぎ手の金具同士が衝突して碍子の破損に至ったと推測された。そこで、ピンジョイントへダンパ装置を追加設置し、変位量を抑える対策を実施した。加えて、碍子が支える導電部を軽量化し、地震動による変位量を抑制する対策も行った（図—6 (a) (b)）。

(2) 復旧迅速化の実例

(a) 復旧対応態勢の確立

災害発生時に設置する非常災害対策本部は、その責任と権限、要員をあらかじめ定め、対応態勢を迅速・円滑に整えられるようにしている。また、態勢に参加する要員については、夜間・休祭日にも速やかに招集できるように、自動呼び出しシステムを整備している。加えて、事業所での宿日直体制を常時敷いており、交通途絶等が起こっても最小限の要員で非常態勢を設置できるようにしている。

(b) 復旧用資機材・工事力の確保

被災時の復旧用資材については、被害想定に基づき、適切な場所に確保することとしている。配電用の電柱や柱上変圧器については、各地にある資材センターなどに保管している応急復旧用資材および通常工事用の在庫で対応する。また、主要な送電・変電設備

の部品類で製作に時間がかかるものや特殊なものかつ重要と判断されるものについては予備物品を保有することとしている。

非常災害時の工事力確保の観点から、工事請負会社・メーカー・業務委託会社のうち、非常災害時に対応する会社を指定して協定を締結している。

さらに、他電力会社との間で復旧要員や復旧用資機材の相互応援を実施することを取り決めており、広域的な被害が発生した場合に備えている。この取り決めに関して、発生時に円滑に実施ができるよう、定期的に応援実働訓練も行っている。

(c) 発電車など特殊車両の配置

設備事故時や災害時に使用される特殊車両としては、①電力応急送電用②変電設備応急復旧用③通信設備応急復旧用と被災現場からの通信確保用④その他、に大別され、第一線事業所に分散配備している。主なものとしては、以下の種類がある。

- ①高圧発電車、低圧発電車
- ②車載型移動用変圧器・開閉器
- ③衛星通信車
- ④現地指揮車、緊急自動車、広報車

このうち、発電車は、病院や避難所、非常災害対策

本部等の復旧活動拠点に急ぎの電力供給を行うものである（図一7）。

(d) 警察および自衛隊との連携

非常災害時に使用する車両については、各県の公安委員会（所轄警察署）に対して災害復旧用緊急通行車両の事前届け出を行い、災害対策基本法第50条1項に該当する「緊急通行車両指定」を取得している。

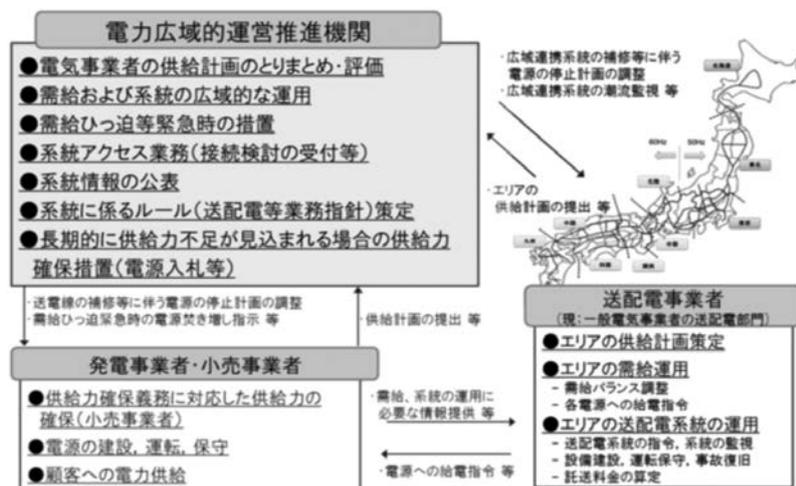
また、陸上自衛隊とは、災害発生時の相互連携を目的とした協定を締結している。各種災害発生時に被害情報などを共有し、当社の復旧資機材や人員の輸送や自衛隊の救援活動に必要な電力・通信回線の提供を行う。平素から共同訓練・会議を行い、災害対応時の課題を共有するとともに、災害発生時の役割を継続的に確認し、災害発生時に相互協力が円滑に行えるよう「顔の見える関係」の構築に努めている。

4. おわりに ～今後の自然災害への備えと電気事業の環境変化への対応～

今後、首都圏直下型地震や南海トラフ地震など大規模な地震への備えに加えて、最近の傾向として自然災害の激甚化があり、電力会社の万全な防災体制や災害



図一7 さまざまな特殊車両



図一8 電力広域的運営推進機関の役割 (出典³⁾)

時の確実な電力供給に対する要請が高まっている。

一方で、東日本大震災を契機として、国の「電力システム改革」の検討が進み、わが国の電気事業が大きく変化する方向が示されているが、こうした動きが災害対策のあり方にも影響を及ぼすことになる。

電力システム改革の第1弾として、2015年4月から「電力広域的運営推進機関」が発足した。この機関は、電力の広域的運用を担っており、需給逼迫時等の緊急時には、すべての電気事業者に対して指示を行い全国的な電力需給の調整といった対応を行うこととなった(図-8)。また、当社は2016年4月からホールディング制に移行し、燃料・火力発電事業、送配電事業、小売事業のそれぞれが、持ち株会社の下の事業子会社として独立することとなる⁴⁾。

これらの体制あるいは事業の変化に対応した新たな災害対応の体制等を整備し、従来と変わることなく円滑に機能するように努めていくことがこれからの当社の責務である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 東京電力 HP 「数表で見る東京電力」
http://www.tepco.co.jp/corporateinfo/illustrated/electricity-supply/1253673_6280.html
- 2) 東京電力 HP プレスリリース 「防災業務計画について」
<http://www.tepco.co.jp/cc/pressroom/bousai-j.html>
- 3) 電力広域的運営推進機関 HP 「広域機関について」
<https://www.occto.or.jp/koiki/koiki/index.html>
- 4) 東京電力 HP 「今年4月、東京電力は生まれ変わります」
<http://www.tepco.co.jp/kaikaku/HDSYS/index-j.html>

【筆者紹介】

北島 尚史 (きたじま たかし)
東京電力㈱
技術・環境戦略ユニット
技術統括室長



橋梁架設工事の積算 —平成 27 年度版—

■改訂内容

1. 鋼橋編

- ・ 送出し設備における説明文章、写真の追加
- ・ 少数桁橋の足場工及び防護工の一部改定
- ・ プレキャストPC床版工、場所打ちPC床版工の一部改定

2. PC橋編

- ・ 門構移動装置の新規掲載
- ・ ポストテンション桁製作工他、各工種の適用範囲の明確化
- ・ 横組工 地覆・高欄施工足場の記載
- ・ 緩衝ゴム設置工 新規掲載 ほか

3. 橋梁補修編

- ・ 足場タイプ別詳細作業内容の掲載
- ・ 落橋防止システム工の一部改定

- ・ ストップホール工の新規掲載

- ・ 塗替塗装 素地調整工の改定

- ・ はく離材による塗膜除去作業の注意点の新規掲載

■B5判／本編1,201頁 (カラー写真入り)
別冊197頁 セット

■定価

一般：9,720円 (本体9,000円)

会員：8,262円 (本体7,650円)

※別冊のみの販売はいたしません。

※送料は会員・一般とも 沖縄県以外600円

注1) 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会
(電話：098-879-2097) にお申し込み下さい。

■発行 平成27年5月21日

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>