

# 大規模災害を踏まえた電力の取組について

早田 敦\* (電気事業連合会)

Countermeasures for Large-Scale Natural Disasters by Electric Power Companies

Atsushi Soda (The Federation of Electric Power Companies)

## 1. まえがき

電気は社会生活に不可欠なものであり、電力システムは日常の電気の安定供給はもとより、災害時においても公共の安全確保や社会的な要請から、早期復旧が求められている。

一方、未曾有の被害をもたらした東北地方太平洋沖地震以降も、集中豪雨や火山噴火など各所で自然災害が発生し、電力設備に被害を及ぼしている。

このような状況の中、各電力会社は、過去から地震や台風など様々な災害経験を教訓に、各種対策に継続して取り組んでおり、電気の安定供給に万全を期すとともに、稀頻度な大規模災害に対しても、ハード対策とソフト対策の両面から電気設備の被害軽減と復旧迅速化策の充実に取り組んでいる。

また、昨今では、国レベルで南海トラフ巨大地震や首都直下地震など今後発生が予想される大規模災害についてハザードマップを作成し、それへの備えを強化すべく取り組んでいる。このような状況において、平成 26 年 1 月には国の審議会「産業構造審議会保安分科会電力安全小委員会」の下に「電気設備自然災害等対策ワーキンググループ」(以下、「自然災害WG」という。)が設置され、今後発生の可能性が指摘される種々の自然災害等を広く対象として現在の電力システム等の耐性を評価し、自然災害に強い電力システム等のあり方について検討を行い、同年 6 月に中間報告書が取り纏められている。

ここでは、上記ワーキンググループでの検討結果も含めて、大規模災害に対する電力システムの耐性と電力会社の取組みについて紹介する。

## 2. 過去の大震災における被害と取り組み

### 2-1. 兵庫県南部地震と東北地方太平洋沖地震の被害状況と復旧状況

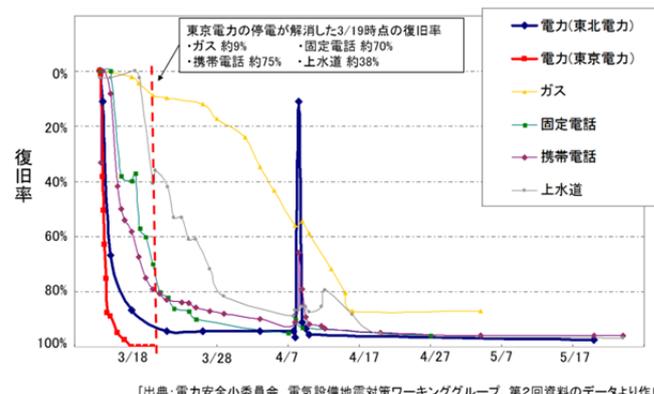
過去発生した兵庫県南部地震および東北地方太平洋沖地震における電気設備の被害状況については、表 1 のとおり。

また、これに伴う供給支障については、兵庫県南部地震で最大 260 万戸、東北地方太平洋沖地震で最大 871 万戸発生している。いずれのケースにおいても、耐震対策等により設備の被害率も小さく、また復旧対策により、概ね 1

週間で全ての供給支障を解消(津波等の影響で復旧作業に入れない区域を除く)している。(図 1)

表 1 過去の大震災での電力設備の被害状況  
Table 1. facility damages caused by large-scale natural disasters

地震名 設備	東北地方太平洋沖地震(地震、津波)		兵庫県南部地震(地震)
	東京電力	東北電力	関西電力
火力発電設備(基)	被害数/設備数	被害数/設備数	被害数/設備数
変電設備	被害数/設備数	被害数/設備数	被害数/設備数
変圧器(台)	17/2,997	30/1,712	—
遮断器(台)	11/3,180	4/4,104	—
断路器(台)	104/8,388	32/6,975	—
架空送電設備 鉄塔(基)	15/30,555	46/28,205	20/10,765
地中送電設備 ケーブル(回線)	30/3,714	20/472	385/5,795(条)



[出典:電力安全小委員会 電気設備地震対策ワーキンググループ、第2回資料のデータより作成]

図 1 東北地方太平洋沖地震におけるインフラ復旧状況  
Fig.1. Comparison with recovery state of other infrastructures caused by Great East Japan Earthquake

## 3. 自然災害WGの概要

### 3-1. 評価内容

数百年から千年程度という期間の中で、電気設備の損壊等が発生させるものであり、

- ①人命に重大な影響を与えるおそれのある事象
- ②著しい(長期的かつ広域的)供給支障が生じるおそれのある事象

のいずれかに該当する事象を評価対象とし、過去の大震災を受け設置された「電気設備防災対策検討会」(平成 7 年 11 月資源エネルギー庁)および「電気設備地震対策ワーキンググループ」(平成 24 年 3 月電力安全小委員会)の考え方を踏襲しつつ、火力発電設備、水力発電設備、17 万 V 以上の基幹送変電設備を対象に耐性評価を実施した。

次項より、大規模災害を踏まえた電力会社の主な取組みを紹介する。なお、表 2 に耐性評価の対象設備と自然災害との関係について示す。

表 2 耐性評価の対象設備と自然災害

Table.2. object facilities and natural disasters of resistance assessment

	南海トラフ 巨大地震		首都直下 地震		その他の 強震動	集中豪雨	大規模 地滑り	暴風	火山噴火	太陽フレ アによる 磁嵐風
	地震	津波	地震	津波						
火力発電設備	○	○	○	○					○	
水力発電設備	ダム (個別評価)		○		○	○	○			
	水路等					○	○			
基幹送電設備 (117万V以上)	○	○	○	○				○	○	
基幹変電設備 (117万V以上)	○	○	○	○					○	○

3-2. 南海トラフ巨大地震・津波に対する耐性評価

南海トラフ巨大地震・津波に対する火力発電設備及び基幹送変電設備の耐性評価について、設備区分Ⅰ（ダム、LNGタンク、油タンク）、設備区分Ⅱ（特に、火力発電設備のボイラ、建屋、煙突、基幹送電設備、基幹変電設備等）に区分し、設備区分Ⅰについては、人命への重大な影響の有無の確認、設備区分Ⅱについては、長期的かつ広域的な供給支障が生じないよう、代替性の確保、多重化等による総合的なシステム機能の確保の有無の確認を行った。評価結果について、以下に示す。

<設備区分Ⅰの地震動に対する耐性評価>

・燃料油タンク、LNGタンク

対象となる電力会社の被害が最も過酷となるケースを集計した結果、燃料油タンクは震度7まで、LNGタンクは震度6強までの地震動を受けると想定されたものの、過去において実績のある震度階までは耐震性を有するものと判断すると、重大な被害は無いものと想定され、重大な人命被害は生じないと考えられる。

<設備区分Ⅰの津波に対する耐性評価>

・燃料油タンク

対象となる電力会社の被害が最も過酷となるケースを集計した結果、浸水が想定される箇所があるものの、浸水しても影響がない又はタンク元弁の緊急閉止対策やタンク本体の移動防止対策により大量の油が漏洩する懸念がない（図2）ことから、重大な人命被害は生じないと考えられる。

・LNGタンク

対象となる電力会社の被害が最も過酷となるケースを想定したとしても、LNG基地のタンクは浸水しないと想定されたことから、重大な人命被害は生じないと考えられる。

被害レベル	レベルA	レベルB
被害の程度	タンク本体の移動等や配管の損傷から、大量の油が漏洩する懸念がある。 	浸水しても影響がない、又はタンク元弁の緊急閉止対策やタンク本体の移動防止対策により大量の油が漏洩する懸念はない。 

図2 燃料油タンクの被害レベル  
Fig.2.damage levels of fuel oil tank

<設備区分Ⅱの地震動に対する耐性評価>

・ボイラ、タービン等発電設備

過去の実績から震度階に応じた被害レベルを設定して評価した結果、対象の電力会社の被害が最も過酷となるケースを集計すると、8割超の発電所が1ヶ月程度以内で順次復旧するものの、約2割の発電所はさらに大きな被害により、1ヶ月程度以上の復旧期間が必要であるため、設備実態並びに被害想定に応じた復旧迅速化策を講じ、可能な限り早期の供給力確保に努める必要がある。

・基幹送変電設備

基幹送変電設備は、多重化・多ルート化（図3）されており、兵庫県南部地震及び東北地方太平洋沖地震に対し、『総合的にシステムの機能は確保』かつ『現行耐震基準は妥当、あるいは、耐震性能は基本的に満足』と評価されている。また、東北地方太平洋沖地震等で震度7の影響を受けた設備においても損傷割合は僅かであり、基本的に耐震性能は満足し、システムとしての機能は確保していると考えられる。こうした過去の被害実績等を踏まえた耐震対策の実施状況の確認を行った結果、基本的な耐震性能は満足していることが確認された。

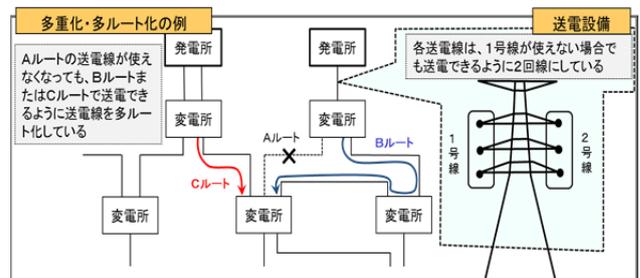


図3 多重化・多ルート化の例

Fig.3.example of multiplexing at transmission and transforming facilities

なお、基幹送変電設備の震度7（地中送電設備パイプ型圧力ケーブルについては震度5）に対する耐震性について、代表設備等を用いて評価した結果、変電設備および架空送電設備については耐震性を有することを確認した。一方、地中送電設備については一部設備に損壊の可能性があるので、系統切替等により、著しい供給支障が発生しないことを確認した。

<設備区分Ⅱの津波に対する耐性評価>

・ボイラ、タービン等発電設備

過去の実績から浸水深の目安に応じた被害レベルを設定して評価した結果、対象の電力会社の被害が最も過酷となるケースを集計すると、9割超の発電所が運転継続可能であるが、ユニット稼動に不可欠な機器および電動機等が浸水した発電所は4ヶ月程度以上の復旧期間が必要と想定されるため、設備実態並びに被害想定に応じた復旧迅速化策を講じ、可能な限り早期の供給力確保に努める必要がある。

#### ・基幹送変電設備

変電設備については、個別に浸水が想定される対象変電所の浸水深の確認、架空・地中送電設備については、東北地方太平洋沖地震における被害実績等から個別の被害想定の評価を行った。その結果、被災設備に対して暫定系統対策等による復旧が必要なエリアは4社で8箇所であった。また、浸水深2m以上のエリアは需要が喪失すると仮定し、被災設備の応急補修や清掃、仮設備の設置等により、暫定供給が可能か否かで判断した結果、広範囲の供給支障は1週間程度（道路の啓開、がれき撤去等がなされた後の必要作業期間）で解消する見込みであり、著しい供給支障には至らないと判断した。

#### 3-3. 首都直下地震・津波に対する耐性評価

南海トラフ巨大地震に対する耐性評価と同様に、首都直下地震に対する耐性評価を行った。評価結果について、以下に示す。

##### <設備区分Ⅰの地震動に対する耐性評価>

#### ・燃料油タンク、LNGタンク

対象となる電力会社の被害が最も過酷となるケースを集計した結果、燃料油タンクとLNGタンクは震度7までの地震動を受けると想定されたものの、過去において実績のある震度階までは耐震性を有するものと判断すると、震度6強以下に対しては重大な被害は無いものと想定され、重大な人命被害は生じないと考えられる。なお、震度7エリアにある基地1箇所については、高圧ガス保安法の検討を踏まえ、今後耐震性の評価及びそれに基づく対応を実施する。

##### <設備区分Ⅰの津波に対する耐性評価>

#### ・燃料油タンク、LNGタンク

対象となる電力会社の被害が最も過酷となるケースを想定したとしても、燃料油タンク及びLNG基地のタンクは浸水しないと想定されたことから、重大な人命被害は生じないと考えられる。

##### <設備区分Ⅱの地震動に対する耐性評価>

#### ・ボイラ、タービン等発電設備

過去の実績から震度階に応じた被害レベルを設定して評価した結果、対象の電力会社の被害が最も過酷となるケースを集計すると、9割超の発電所が1ヶ月程度以内で順次復旧するものの、被害範囲やユニット数に応じて更なる復旧期間を要する可能性も考えられるため、設備実態並びに被害想定に応じた復旧迅速化策を講じ、可能な限り早期の供給力確保に努める必要がある。

#### ・基幹送変電設備

前述の南海トラフ巨大地震における、基幹送変電設備の地震動に対する耐性評価と同様である。

##### <設備区分Ⅱの津波に対する耐性評価>

#### ・ボイラ、タービン等発電設備

対象の電力会社の被害が最も過酷となるケースを集計し

た結果、火力発電所は浸水しないと想定されたことから、発電支障は生じないと考えられる。

#### ・基幹送変電設備

対象の電力会社に確認した結果、被害設備が無いことが確認されたことから、基幹送変電設備の被災に起因する著しい供給支障は生じないと考えられる。

#### 3-4. 大規模火山噴火に対する耐性評価

ガスタービン発電設備、17万V以上の送電設備及び変電設備を対象設備として、富士山ハザードマップ検討委員会報告書（平成16年7月内閣府等）に基づく被害想定を活用し、降灰、溶岩流及び火砕流等による被害状況の評価及び対応策を検討した。

降灰によるガスタービン発電設備の吸気フィルタへの影響については、火山灰の詰まりにより急激な差圧の上昇と、通常よりも早期の取替管理値への到達が懸念されることから、フィルタ取替頻度は降灰量とフィルタ粉塵捕集性能から平均約10日毎と想定し、噴火が発生した場合には、火山情報を把握しながら、事前に交換用のフィルタの早期調達をする等の対策を実施し、供給力の確保に努めるとした。

送電設備、変電設備への影響については、富士山噴火により、過去九州地方で発生した火山噴火による最大降灰量を超過する可能性が確認された。しかし、降灰が予想される範囲にある17万V以上の全設備で電気事故が発生した場合でも、電力供給に必要な1ルートを確保するための最小限の設備に対して、灰を除去できる体制を有していることを確認できたことから、著しい供給支障は発生しないと評価した。

溶岩流及び火砕流等による送電設備、変電設備への影響については、被害想定範囲にある設備が損壊すると仮定した場合、送電線2線路について被災の可能性があるが、系統切替により供給支障の解消もしくは回避が可能である。また、土石流による影響については、被害エリアに該当する変電所はないこと、送電線は被害エリアを経過するものの溪流や谷地形の箇所に鉄塔を建設していないことを確認しており、万一、降雨量の影響等により電気設備に影響を与える土石流に発展したとしても、電力供給システムの多重化・多ルート化により被害は限定的であると評価した。

また、その他の活火山（噴火警戒レベル2以上）による火力発電所への影響については、火山の活動状況に応じ、連絡体制や運転監視体制の強化により対応できることを確認した。

#### 3-5. その他耐性評価

自然災害WGで検討した主な自然災害について述べたが、本WGにおいては、集中豪雨、暴風および太陽フレアについても検討を行っており、電力システムが有する多重化・多ルート化の特性により、著しい供給支障発生の可能性は極めて低いと評価した。

### 3-6. 復旧迅速化策

災害対策基本法第 39 条 2 項に則り、「防災業務計画」に非常災害（台風、風雪、洪水、地震、塩害等）発生時における復旧体制や実施事項を定め、人身安全の確保を最優先に被害設備の早期復旧と早期停電解消を目的として、以下の取組みを実施している（図 4）。また、前述の耐性評価を踏まえ、新たな復旧迅速化策についても実施していく。

- ①復旧迅速化に係るマニュアル類の整備
- ②各種訓練及び教育の実施
- ③緊急通行に係る自治体・警察等との連携
- ④災害時の工事請負会社等との連携
- ⑤発電機車の保有
- ⑥自衛隊との連携
- ⑦火力発電設備の耐性評価（弱点部位等）を踏まえた更なる復旧迅速化策



図 4 復旧迅速化策の例  
Fig.4.example of measures of faster recovery

なお、電力会社による対策のみならず、更なる復旧迅速化策として、以下の国によるサポート等も必要である。

- ①航空写真・画像等の提供の円滑化
- ②道路復旧予定時期の一元的な公開
- ③燃料優先供給に対する理解浸透活動
- ④遺失物の撤去等に関する環境整備
- ⑤応急復旧に向けた公共用地の提供

## 4. まとめ

今回は、主に自然災害WGの内容を中心に紹介したが、自然現象は多種多様である一方、電力システムは、面的な広がりを持ち、施設環境も異なっているため、日常的な備えと万一の被害発生時の復旧迅速化の観点が重要である。そのため、各電力会社は自主的に自然災害に備えて、対策の検討と実施を進めている。

また、東北地方太平洋沖地震に類する未曾有の災害時には事業者のみの取り組みでは限界があり、行政機関等との連携の必要性が再認識された。

以上のことから、今後も引き続き、新たな知見を踏まえて課題解決に努めていく。

## 文 献

- (1) 産業構造審議会保安分科会電力安全小委員会 電気設備  
自然災害等対策ワーキンググループ 中間報告書（平成  
26年7月）