

東日本大震災時の評価
＜電気設備地震対策WG報告書
(平成24年3月)の概要について＞

平成26年1月22日
商務流通保安グループ
電力安全課

— 目次 —

- ▶ 1. 東日本大震災による設備被害等の概要
- ▶ 2. 地震による設備被害と今後の対応
- ▶ 3. 津波による設備被害と今後の対応
- ▶ 4. 復旧状況と今後の対応



1. 東日本大震災による設備被害等の概要①

(1) 東北地方太平洋沖地震の概要※

発生日時 : 2011年3月11日(金) 14時46分

地震規模 : M9.0(震源深さ 約24km)

震央位置 : 三陸沖

(牡鹿半島の東南東 約130km付近)

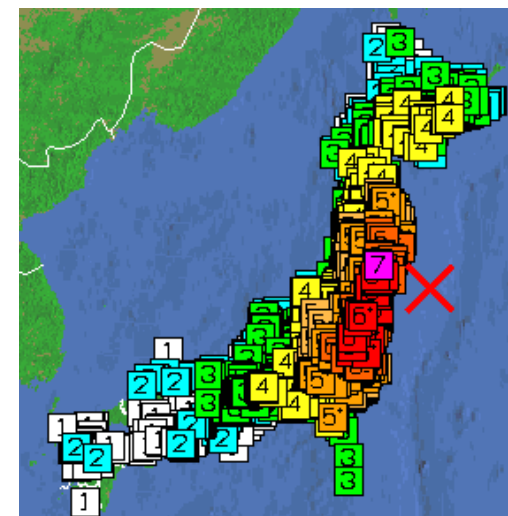
各地の震度: 震度7(宮城県栗原市)

震度6強 宮城県、福島県、茨城県、栃木県

津波の状況: 岩手県 宮古市8.5m以上、大船渡市8.0m以上

宮城県 石巻市7.6m以上

福島県 相馬市7.7m以上 など津波を確認



1. 東日本大震災による設備被害等の概要②

(2) 設備被害の概要(地震・津波による被害)

設備		東京電力		東北電力		(参考)兵庫県南部地震 (関西電力) (地震による被害のみ)	
		被害数/ 設備数※1	被害率	被害数/ 設備数※1	被害率	被害数/ 設備数※1	被害率
火力発電設備 (基)		14/ 81	17%	5/ 20	25%	20/ 64	31%
変電 設備 (配電用含む)	変圧器 (台)	17/ 2,997	0.57%	30/ 1,712	1.8%	—	6.9%※2
架空送 電設備	鉄塔 (基)	15/ 30,555	0.05%	46/ 28,205	0.16%	20/ 10,765	0.19%
地中送 電設備	ケーブル (回線)	30/ 3,714	0.81%	20/ 472	4.2%	385/ 5,795(条)※3	6.6%
架空配 電設備	電柱 (基)	14,288/ 5,818,237	0.25%	36,048/ 3,038,915	1.2%	11,289 (被害数のみ)	0.5%

※1 被害数:被害のあった設備の数(ただし、変電設備は使用不能となった設備の数、架空・地中送電設備は早急復旧を要する設備の数)
設備数:東京電力、東北電力、関西電力が保有する設備の数(変電・架空送電・地中送電設備は、震度5弱以上の地域における設備の数)

※2 被害のあった変電所50カ所の変圧器に対する使用不能となった変圧器の被害率

※3 設備数は平成7年時の調査数であり、また単位は(条)であるため、今回調査と単純な比較はできない。
(例えば、同一回線で5カ所に被害があった場合、今回調査では1(回線)、平成7年時調査では5(条)とカウントされる。)

2. 地震による設備被害と今後の対応①

各電気設備の耐震性区分と確保すべき耐震性

平成7年に発生した兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)を受け、「電気設備防災対策検討会(委員長:関根東京理科大学教授)」が設置・開催され、防災基本計画において示された構造物・施設等の耐震性確保についての基本的考え方に基づき、各電気設備の耐震性区分及び確保すべき耐震性を以下のとおり整理。

耐震性区分Ⅰ

対象設備:一旦機能喪失した場合に人命に重大な影響を与える可能性のある設備
(ダム、LNGタンク(地上式、地下式)、油タンク)

確保すべき耐震性:

- 一般的な地震動に際し個々の設備毎に機能に重大な支障が生じないこと
- 高レベルの地震動に際しても人命に重大な影響を与えないこと

耐震性区分Ⅱ

対象設備:耐震性区分Ⅰ以外の電気設備

(水路等、水タンク、発電所建屋・煙突、ボイラー及び付属設備、護岸、取放水設備、
変電設備、架空・地中送電設備、架空・地中配電設備、給電所、電力保安通信設備)

確保すべき耐震性

- 一般的な地震動に際し個々の設備毎に機能に重大な支障が生じないこと
- 高レベルの地震動に際しても著しい(長期的かつ広域的)供給支障が生じないよう、
代替性の確保、多重化等により総合的にシステムの機能が確保されること

※ 一般的な地震動: 供用期間中に1~2度程度発生する確率を持つ一般的な地震動

※ 高レベルの地震動: 発生確率は低いが高レベルの地震動

2. 地震による設備被害と今後の対応②

耐震性区分	設備	被害概要	今後の対応
区分Ⅰ	ダム LNGタンク 油タンク	<ul style="list-style-type: none"> 油タンクの浮屋根上への油の飛散が確認されたが、火災、タンク外への油の溢流などの発生はなし。その他は特段の被害なし。 	<ul style="list-style-type: none"> 人命に影響を与える被害は発生しておらず、求められている耐震性は確保されている。
区分Ⅱ	水力発電設備 (水路、取放水設備等)	<ul style="list-style-type: none"> 導水路の損傷等が発生。 	<ul style="list-style-type: none"> 総合的にシステムの機能は確保されており、耐震性区分に応じた耐震性能は基本的に満足していると判断され、現行の確保すべき耐震性について変更の必要はないものと考えられる。 今回得られた知見を、今後、新增設・更新される設備の設計に反映。
	火力発電設備 (発電所建屋、ボイラー等)	<ul style="list-style-type: none"> ボイラー内のチューブ等の損傷等が発生。 	
	変電設備 (配電用含む)	<ul style="list-style-type: none"> 一部の停電した変電所においても設備の多重化により、数日で機能復旧が図られた。 一部の変圧器、開閉器等に損傷が発生。 	
	送電設備 (送電鉄塔、碍子等)	<ul style="list-style-type: none"> 地震動による鉄塔の倒壊はなかった。 支持碍子の折損等が発生。 	
	配電設備 (配電柱、配電線等)	<ul style="list-style-type: none"> 地盤の液状化による電柱の傾斜等が発生。 	
	電力保安通信設備	<ul style="list-style-type: none"> 電力線搬送に用いる屋外機器の一部折損等が発生。 	

3. 津波による設備被害と今後の対応①

中央防災会議における津波対応の基本的考え方

中央防災会議の下に設置された「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会(平成23年4月27日設置)」では、想定津波を「頻度の高い津波」と「最大クラスの津波」の2種類とし、対応の基本的考え方を報告(同年9月28日)。

頻度の高い津波(供用期間中に1~2度程度発生する津波)

頻度の高い津波に対する対策は、引き続き、海岸保全施設等の整備を進める。

最大クラスの津波(発生が極めてまれである最大クラスの津波)

住民の避難を軸に、土地利用、避難施設、防災施設などを組み合わせて、ソフト・ハードの取り得る手段を尽くした総合的な津波対策を確立することを基本とする。

上記報告の考え方を踏まえ、電気設備の津波への対応の基本的考え方は、以下のとおりとすることが適当。

電気設備の津波への対応の基本的考え方

頻度の高い津波(供用期間中に1~2度程度発生する津波)

需要地(市街地等)への津波の浸水は、海岸保全設備等により防がれることが期待される。

ただし、一旦機能喪失した場合人命に重大な影響を与える可能性のある設備については、個々の設備毎に機能に重大な支障が生じないように対策を施すことが基本。

最大クラスの津波(発生が極めてまれである最大クラスの津波)

このクラスの津波については、被害を防ぐような設備とすることは、費用の観点から現実的ではない。

今回の津波被害や復旧の実績を踏まえ、設備の被害が電力の供給に与える影響の程度を考慮し、可能な範囲で被害を減じ、或いは、復旧を容易とするような津波の影響の軽減対策が基本。

3. 津波による設備被害と今後の対応②

区分※	設備	被害概要	今後の対応	
			頻度の高い津波	最大クラスの津波
区分Ⅰ	LNGタンク	・特段の被害なし。	<ul style="list-style-type: none"> ・個々の設備毎に機能に重大な支障が生じないように対策を施す。 ・現行の敷地高さ、防潮堤の有効性の確認を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・人命に重大な影響を与えないよう類似の石油コンビナート等との整合をとった対策を行う。
	油タンク	・がれき等の流入による設備損壊。		
区分Ⅱ	火力発電設備 (発電所建屋、ボイラー等)	<ul style="list-style-type: none"> ・がれき等の流入による設備損壊。 	<ul style="list-style-type: none"> ・被害の想定を踏まえ、従来の対策の有効性を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・供給力確保の観点から、個々の設備の重要度や地域毎の被害想定を踏まえ、復旧の迅速化を図るための対応を進める。
	変電設備 (送電用)		<ul style="list-style-type: none"> ・需要地である市街地への浸水は、海岸保全施設等により防がれる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・損壊すると広範囲かつ長期にわたる供給支障を及ぼすような著しい影響を与える場合、170kV以上の主要基幹変電所・送電線路(電源線を除く。)については、津波の影響がある海岸部に設置しないことが重要である。 ・こうしたおそれのある既設設備については、被災時に系統操作等を行っても、電力供給に著しい支障を及ぼすことが予想される場合には、減災対策等の津波の影響を緩和する取組みが必要である。
	送電設備 (送電鉄塔等)		<ul style="list-style-type: none"> ・地域の防災計画、浸水後の需要の有無等との整合を図り、地域と協調して、被害を減じ又は復旧を容易とする設備形成を進める。 	
	変電設備 (配電用)		<ul style="list-style-type: none"> ・沿岸部に通信ルートがある場合には、多重化などを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・津波による被害を受け、電力需要が喪失するエリアについては、被災後の復旧で対応する。
	配電設備 (配電柱、配電線等)			<ul style="list-style-type: none"> ・応急復旧で対応する(可搬型衛星通信システムの活用等)。
	電力保安通信設備			

▶ ※ 耐震性区分Ⅰ、Ⅱと同様の区分とする(ただし、水力発電所は津波の影響を受けないため除外)。

4. 復旧状況と今後の対応①

復旧活動の状況

事業者	最大停電戸数	復旧の状況
東北電力	約466万戸	・発災後3日で約80%※の停電を解消 ・発災後8日で約94%※の停電を解消
東京電力	約405万戸	・発災後7日ですべての停電を解消

- 阪神・淡路大震災の経験で得られた教訓は、有効に機能した(応援側が当面必要な食料・車両の燃料等を持参する自己完結型の応援、50Hz/60Hz発電機車の活用など)。
- 発電所の迅速な復旧のため、損傷した機器の代わりに移動用機器、仮設の設備、設備の流用による復旧、浸水した機器の洗浄による再使用による復旧など様々な工夫が行われた。
- 送電線の巡視におけるヘリコプターの活用は、被災地域が広大、立入困難であったため有効であった。
- 変電所における変圧器の漏油状況・磁器のずれ等を指標化することにより迅速な運転継続可否の判断が行われた。
- 配電柱の位置をGPS座標で登録することで、土地に不案内な復旧作業員が、カーナビゲーションシステム等で迅速に到着できた。

〈参考〉震災8日後(3月19日時点)の他ライフラインの復旧状況

分野	復旧状況
ガス(都市ガス)	約4万戸／約46万戸(約9%)が復旧
通信	固定電話回線 約70万回線／約100万回線(約70%)が復旧 携帯電話基地局 約9,000局／約12,000局(約75%)が復旧
上水道	約62万戸／約162万戸(約38%)が復旧
下水道	4施設／48施設(約8%)が復旧

※ 復旧作業に着手不可能な地域(家屋流失地域、福島県内の立入制限区域など)を含む。

4. 復旧状況と今後の対応②

津波による被害の復旧に関する新たな知見

- 浸水による被害を受けた電動機、制御基盤等は、洗浄により再使用できるものもあり、早期復旧に寄与したが、上水、工業用水などのインフラ設備復旧が必要となった。
- 津波による設備被害の復旧にあたっては、がれき類の撤去、排水作業等に時間を要したとともに、周辺地域も含め広範囲で被災したため、食料・宿泊施設・ガソリンなどが不足したことへの対応が必要であった。

復旧に関する課題への対応

- 阪神・淡路大震災の経験で得られた教訓は有効に機能した。
- 被災（津波）後の復旧を迅速化するため、今回の知見等を踏まえたマニュアルの検証・整備。
- 今後、復旧迅速化のため関係機関との連携強化が必要。
 - ・協力会社社員を含めた緊急通行の協議
 - ・現場へ到着するための道路情報の入手
 - ・車両燃料の確保
 - ・衛星写真の活用
 - ・工業用水等の早急な確保