

鉄塔・電柱に係る技術基準をめぐる現状 について

令和元年11月5日
経 済 産 業 省
産業保安グループ

1. 現行の鉄塔・電柱に係る技術基準

- 電気事業法第39条に基づく電気設備の技術基準（以下、単に「技術基準」という。）に基づき、鉄塔・電柱（架空電線路の支持物）の材料及び構造は、引張荷重や風圧荷重等を考慮し、倒壊のおそれがないよう安全なものであることを求めている。

<電気設備の技術基準(抄)>

【支持物の倒壊の防止】

- 第32条 **架空電線路**又は架空電車線路の支持物の材料及び構造（支線を施設する場合は、当該支線に係るものを含む。）は、その支持物が支持する電線等による引張荷重、**風速四十メートル毎秒の風圧荷重**及び当該設置場所において通常想定される気象の変化、振動、衝撃その他の外部環境の影響を考慮し、**倒壊のおそれがないよう、安全なものでなければならない。**ただし、人家が多く連なっている場所に施設する架空電線路にあつては、その施設場所を考慮して施設する場合は、風速四十メートル毎秒の風圧荷重の二分の一の風圧荷重を考慮して施設することができる。
- 2 特別高圧架空電線路の支持物は、構造上安全なものとすること等により連鎖的に倒壊のおそれがないように施設しなければならない。

<電気設備の技術基準の解釈(抄)>

【架空電線路の強度検討に用いる荷重】（省令第32条第1項）

第58条 架空電線路の強度検討に用いる荷重は、次の各号によること。

- 一 風圧荷重 架空電線路の構成材に加わる風圧による荷重であつて、次の規定によるもの

イ 風圧荷重の種類は、次によること。

- (イ) 甲種風圧荷重 58-1表に規定する構成材の垂直投影面に加わる圧力を基礎として計算したもの、又は風速40m/s以上を想定した風洞実験に基づく値より計算したもの（例 鉄塔 2,840Pa等）

1. 現行の鉄塔・電柱に係る技術基準（風圧荷重）

- 現行の技術基準の解釈における風圧荷重の例は、以下のとおり。

58-1表

風圧を受けるものの区分				構成材の垂直投影面 に加わる圧力		
支持物	木柱			780Pa		
	鉄筋コンクリート柱		丸形のもの	780Pa		
			その他のもの	1, 180Pa		
	鉄柱	丸形のもの			780Pa	
		三角形又はひし形のもの			1, 860Pa	
		鋼管により構成される四角形のもの			1, 470Pa	
		その他のもの	腹材が前後面で重なる場合		2, 160Pa	
			その他の場合		2, 350Pa	
	鉄塔	単柱	丸形のもの		780Pa	
			六角形又は八角形のもの		1, 470Pa	
		鋼管により構成されるもの（単柱を除く。）			1, 670Pa	
		その他のもの（腕金類を含む。）			2, 840Pa	
架渉線	多導体（構成する電線が2条ごとに水平に配列され、かつ、当該電線相互間の距離が電線の外径の20倍以下のものに限る。以下この条において同じ。）を構成する電線			880Pa		
	その他のもの			980Pa		
がいし装置（特別高圧電線路用のものに限る。）				1, 370Pa		
腕金類（木柱、鉄筋コンクリート柱及び鉄柱（丸形のものに限る。）に取り付けるものであって、特別高圧電線路用のものに限る。）			単一材として使用する場合		1, 570Pa	
			その他の場合		2, 160Pa	

2. 鉄塔・電柱に係る風圧荷重の技術基準の変遷

- 鉄塔・電柱に係る風圧荷重の技術基準に関しては、1911年（明治44年）に制定された電気工事規程において、「風圧荷重」の概念が初めて導入された。その後、1932年（昭和7年）に改正された電気工作物規程の解説において、風速について記載があり、「基準風速を40m/秒」と定めていることが確認されている。
- その後、1965年（昭和40年）の電気事業法の制定と同時に、電気設備の技術基準（省令）の解説を策定する際に、当時の民間規程（JEC-127（1965））を参考に「40m/秒の風圧荷重」を規定したと推察される。
- さらに、1997年（平成9年）の電気設備の技術基準（省令）の改正において、「風速40m/秒の風圧荷重」が技術基準の本体に明記。

年	1911年 （明治44年）	1919年 （大正8年）	1932年 （昭和7年）	1965年 （昭和40年）	1997年 （平成9年）
規程名	電気工事規程	電気工作物規程	電気工作物規程	電気設備の技術基準	電気設備の技術基準
主な改正内容	鉄塔風圧の規定	着氷荷重の規定等	鉄塔種類の規定 鉄塔風圧の増加	風圧荷重の種別と適用JEC127(1965)の改訂に伴い改正	技術基準の性能規定化（省令で風速40m/sと規定）
鉄塔風圧（山形鋼・高温季）	4貫800匁/平方尺 （196.02kg/m ² ）	40ポンド/平方尺 （197.6kg/m ² ）	300kg/m ²	290kg/m ²	2,840Pa
風速の規定の詳細	—	—	規程の解説に「風圧荷重（基準風速を40m/秒とした場合の値）」と記載	基準の解説に「風速40m/秒の風があるものと仮定した場合に生ずる荷重」と記載	技術基準に「風速40m/秒の風圧荷重」と記載

（注）1928年（昭和3年）11月、我が国初の耐風構造に関する規則が警視庁令第27条（強度計算に適用する風圧力）として発布された。

（資料）経済産業省調べ

(参考) 送電用鉄塔設計標準JEC-127 (1965)

- 鉄塔の耐用年数から考えて、再現期間（※）を50年に設定。
（※）一定の強度をもった自然現象（台風・豪雨など）が再び発生するまでの期間
- 4月～11月（高温季）、12月～3月（低温季）に分けて、地上15mにおける各地の風速の等値線をもって図示した風速分布図を参照し、一般地域の基準風速を40m/sと定めた。

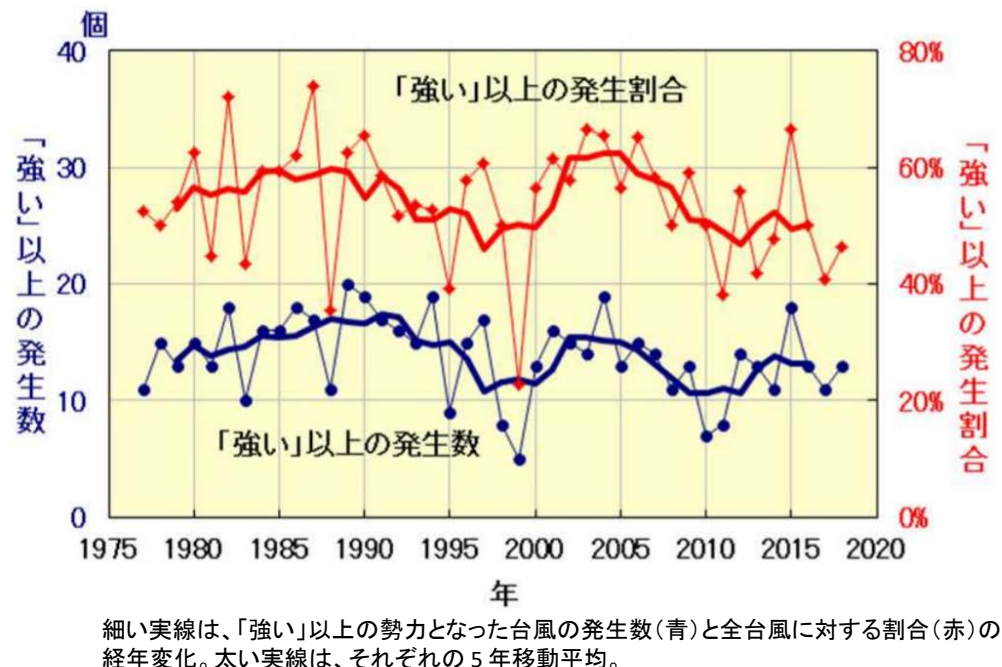
<風速分布図（4月～11月（高温季））>



(参考) 技術基準の制定時との気象の変化について

- (台風を中心付近の最大風速データが揃っている) 1977 年以降の台風の「強さ」を比較すると、強い台風(強風域の風速が33m/s以上)の発生数に変化傾向は見られない。
- 直近10年における強い台風は、一定数上陸。

<1977年以降の「強い」以上の台風の比較>



(資料) 気象庁 気候変動監視レポート2018より引用

<上陸した台風と最大風力> (直近10年間)

年	都道府県	上陸日	最大風速(m/s)	強い台風
2010	秋田県	8月12日	20	0
	福井県	9月8日	18	
2011	徳島県	7月19日	40	2
	高知県	9月3日	25	
	静岡県	9月21日	40	
2012	和歌山県	6月19日	35	2
	愛知県	9月30日	35	
2013	鹿児島県	9月4日	25	0
	愛知県	9月16日	30	
2014	鹿児島県	7月10日	25	3
	高知県	8月10日	35	
	静岡県	10月6日	35	
	鹿児島県	10月13日	35	
2015	高知県	7月16日	35	2
	長崎県	7月26日	20	
	熊本県	8月25日	40	
	愛知県	9月9日	23	
2016	北海道	8月17日	30	3
	千葉県	8月22日	35	
	岩手県	8月30日	35	
	北海道	8月21日	18	
	長崎県	9月5日	18	
	鹿児島県	9月20日	40	
	長崎県	7月4日	30	
2017	和歌山県	8月7日	30	1
	鹿児島県	9月17日	30	
	静岡県	10月23日	40	
	三重県	7月29日	35	
2018	宮崎県	8月15日	20	4
	徳島県	8月23日	40	
	徳島県	9月4日	45	
	和歌山県	9月30日	40	
	三重県	7月27日	18	
2019	宮崎県	8月6日	35	3
	広島県	8月15日	23	
	千葉県	9月9日	40(※)	
	静岡県	10月12日	40(※)	

黄色塗り箇所は、強い台風を指す。(※)は速報値。

(資料) 気象庁からの情報を基に経済産業省作成

(参考) 地域における気象条件（風況）の違い

- 国内では、沖縄県や鹿児島県、高知県などで、他地域と比べ頻繁に台風が上陸。

上陸数が多い都道府県

順位	都道府県	上陸数
1	鹿児島県	41
2	高知県	26
3	和歌山県	24
4	静岡県	20
5	長崎県	17
6	宮崎県	14
7	愛知県	12
8	千葉県 熊本県	8
10	徳島県	7

※統計期間：1951年～2019年第13号まで。

台風の上陸とは、台風の中心が北海道・本州・四国・九州の海岸に達した場合を言う。

(資料) 気象庁HPより引用

地方ごとの台風接近数の平年値 ※平年値は、1981年～2010年の30年平均。

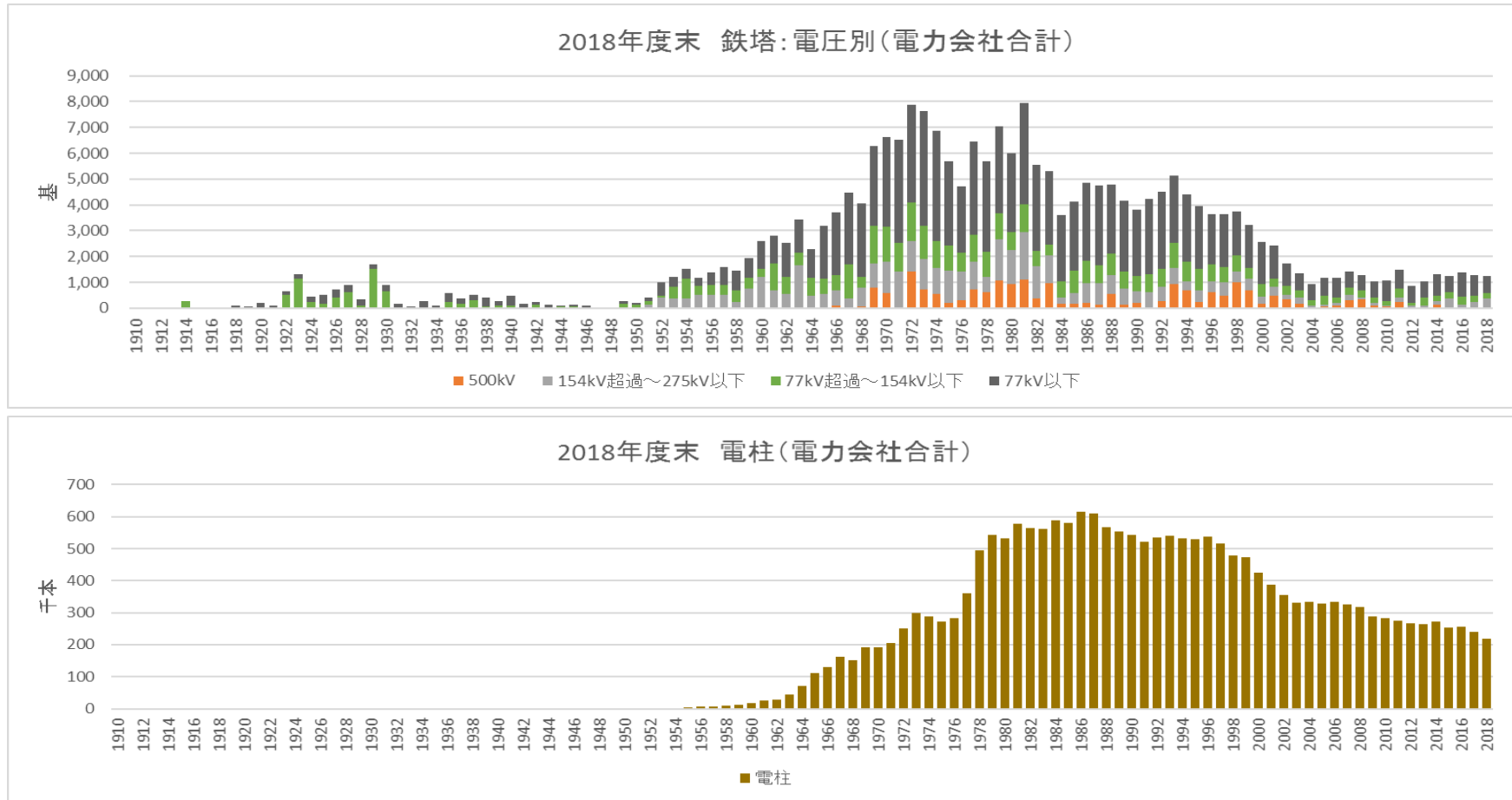
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
沖縄地方				0	0.4	0.6	1.4	2.2	1.7	0.9	0.3	0.1	7.4
九州南部・奄美地方				0	0.1	0.3	0.8	1	1.1	0.6	0		3.8
奄美地方九州南部				0	0	0.4	0.7	0.9	1	0.4	0		3.3
九州北部地方(注1)				0	0	0.3	0.8	1	1	0.3			3.2
四国地方					0	0.3	0.6	1	0.9	0.3	0		3.1
中国地方(注1)					0	0.3	0.5	0.8	0.9	0.2	0		2.6
近畿地方					0	0.3	0.5	1	1	0.5	0		3.2
東海地方					0	0.2	0.5	1	1	0.5	0		3.3
北陸地方						0.2	0.4	0.9	0.8	0.2	0		2.5
関東甲信					0	0.2	0.4	0.9	1.1	0.6	0		3.1
地方				0.1	0.4	0.3	0.8	1.2	1.3	1.1	0.3	0.1	5.4
伊豆諸島、小笠原諸島					0	0.1	0.3	0.8	0.9	0.4			2.6
東北地方						0.1	0.2	0.7	0.7	0.1			1.8
北海道地方													

(注1) 「九州北部地方」は山口県を含み、「中国地方」は山口県を含みません。

(注2) 「関東地方」は伊豆諸島および小笠原諸島を含みません。

(参考) 全国の鉄塔・電柱の数と建設費用

- 日本全国で、鉄塔は約24万基、電柱は約2,186万本。
- 建設費用は、66/77kV鉄塔で約4,261万円／基、電柱で約38万円／本。



(資料) 電気事業便覧、電力・ガス取引監視等委員会第34回料金審査専門会合資料より引用

4. 過去の鉄塔倒壊の事例

- 平成（1989年）以降、一般送配電事業者（旧一般電気事業者）の鉄塔が台風により倒壊した件数は11件。鉄塔の倒壊事故後には、専門家による検討チームが設置され、事故の原因調査や再発防止策の検討が行われてきたところ。

<台風>

	年	地域 (電力会社)	事故概要	事故原因	主な対策	委員会の開催状況
①	1991年 (平成3年)	島原・佐賀・久留米地区 (九州電力)	台風17号 鉄塔倒壊:3基(110kV:1基、66kV:2基)	・被害箇所は、ある方向からの風が強められるような <u>地形的特徴</u> を有し、その方向が <u>台風時の強風の方向と一致しやすい地形</u> にあり、送電線の走向が強風をまともに受ける方向であったことから、 <u>設計を超える風圧荷重が作用し損壊した。</u>	・JEAC6001「架空送電規程」において、「台風による強風が局地的に強められる特殊箇所に施設する鉄塔の強風時荷重等」を追加し、 <u>風速が増加する特殊地形箇所に對して耐風設計を強化することとした。</u>	・資源エネルギー庁「電力設備台風被害対策検討委員会」
②	1991年 (平成3年)	長崎・島原地区、大牟田・久留米地区 (九州電力)	台風19号 鉄塔倒壊:14基(110kV:2基、66kV:12基)	・被害箇所は、ある方向からの風が強められるような <u>地形的特徴</u> を有し、その方向が <u>台風時の強風の方向と一致しやすい地形</u> にあり、送電線の走向が強風をまともに受ける方向であったことから、 <u>設計を超える風圧荷重が作用し損壊した。</u>	・JEAC6001「架空送電規程」において、「台風による強風が局地的に強められる特殊箇所に施設する鉄塔の強風時荷重等」を追加し、 <u>風速が増加する特殊地形箇所に對して耐風設計を強化することとした。</u>	・資源エネルギー庁「電力設備台風被害対策検討委員会」

4. 過去の鉄塔倒壊の事例

<台風>

	年	地域 (電力会社)	事故概要	事故原因	主な対策	委員会の開催状況
③	1991年 (平成3年)	伊予三島地区 (四国電力)	台風19号 鉄塔倒壊:13基(187kV(500kV 設計):12基、187kV:1基)	・被害箇所は、台風による強風が地形により局地的に強まる稜線上にあったこと、また線路方向が南からの強風を受けやすい東西の走向であったことの2つの要因が重なって、設計を超える風圧荷重が作用し損壊した。	・JEAC6001「架空送電規程」において、「台風による強風が局地的に強められる特殊箇所に施設する鉄塔の強風時荷重等」を追加し、風速が増加する特殊地形箇所に対して耐風設計を強化することとした。	・資源エネルギー庁「電力設備台風被害対策検討委員会」
④	1991年 (平成3年)	防府・周南地区、 広島地区 (中国電力)	台風19号 鉄塔倒壊:9基(220kV:2基、 110kV:6基、66kV:1基)	・被害箇所のうち7基は、ある方向からの風が強められるような地形的特徴を有し、その方向が台風時の強風の方方向と一致しやすい地形にあり、送電線の走向が強風をまともに受ける方向であったことから、設計を超える風圧荷重が作用し損壊した。 ・被害箇所のうち2基は、飛来物による断線に伴う不平均張力が作用し損壊した。	・JEAC6001「架空送電規程」において、「台風による強風が局地的に強められる特殊箇所に施設する鉄塔の強風時荷重等」を追加し、風速が増加する特殊地形箇所に対して耐風設計を強化することとした。	・資源エネルギー庁「電力設備台風被害対策検討委員会」
⑤	1993年 (平成5年)	大隅半島南部、 薩摩半島南部 (九州電力)	台風13号 鉄塔倒壊:18基(66kV:18基)	・台風が強い勢力を保ったまま上陸し、設計を超える風圧荷重が作用し損壊した。	・鹿児島県南端部を強風地域とし、この地域については、気象官署の観測値、送電線の走向及び地形等を勘案のうえ、個別にチェックし、強化を図ることとした。	・九州電力「送電線耐風対策検討委員会」

4. 過去の鉄塔倒壊の事例

<台風>

	年	地域 (電力会社)	事故概要	事故原因	主な対策	委員会の開催状況
⑥	1993年 (平成5年)	徳島県三好郡 (四国電力)	台風13号 鉄塔倒壊:1基(187kV:1基)	・梅雨期からの大雨と台風13号の <u>豪雨により、基礎が変位し</u> 支持物の耐力が低下したところに、風圧荷重が作用し倒壊した。	・鉄塔建設では、地盤調査等を通じて可能な限り <u>強固な地盤を建設位置に選定</u> することとした。	-
⑦	1998年 (平成10年)	和歌山・周参見 (関西電力)	台風7号 鉄塔倒壊:1基(33kV:1基)	・線路直角方向では特殊地形に該当しないが、ごく限られた風向に対しては、 <u>特殊地形に該当する箇所であったことから、設計を超える風圧荷重が作用し倒壊した。</u>	・特殊地形箇所の抽出に際しては、鉄塔位置における線路直角方向だけではなく、 <u>特殊地形に該当する風向を慎重に配慮して、判定することとした。</u>	・関西電力「西日本双子山線鉄塔損壊事故調査検討委員会」
⑧	1999年 (平成11年)	八代、水俣 (九州電力)	台風18号 鉄塔倒壊:13基(220kV(500kV設計):4基、110kV:8基、66kV:1基)	・220kV線路は、台風による強風が局所的に特に強まる「<u>湾岸付近の特殊箇所</u>」にあり、さらに線路方向が南からの強風を受けやすい東西の走向であったことから、<u>設計を超える風圧荷重が作用し損壊した。</u> ・110kV以下の線路は、台風の<u>局所的な強風</u>に加え、その強風をまともに受けやすい線路走向であったことなどから、<u>設計を超える風圧荷重が作用し損壊した。</u>	・「<u>海岸周辺の特設箇所</u>」判定方法を見直し、<u>増速影響を考慮した設計を行うこととした。</u>	・九州電力「送電線耐風対策検討委員会」

4．過去の鉄塔倒壊の事例

<台風>

	年	地域 (電力会社)	事故概要	事故原因	主な対策	委員会の開催状況
⑨	2002年 (平成14年)	茨城県東南部 (東京電力)	台風21号 鉄塔倒壊:2基(275kV:1基、66kV:1基)	・最初に倒壊した鉄塔への荷重は、基礎の設計引揚げ耐力より低い値であったが、<u>基礎の実耐力が設計引揚げ耐力を下回っており、実耐力以上の荷重が加わった</u>ことから、風上側の基礎が引き揚げられた。 ・他鉄塔は、二次的に損壊・折損した。	・<u>井筒基礎を用いた送電線鉄塔を新設する場合には、井筒基礎の特徴を十分踏まえ、安全かつ合理的な設計、施工、管理の徹底を図ることとした。</u>	・原子力安全・保安院 電力安全小委員会「送電線鉄塔倒壊事故調査ワーキンググループ」 ・東京電力「275kV香取線他鉄塔倒壊事故調査検討委員会」
⑩	2004年 (平成16年)	山口県下松市 (中国電力)	台風18号 鉄塔倒壊:1基(66kV:1基)	・島嶼部における特殊箇所(海岸近くで突出している斜面傾度の大きな山の頂部等、海からの風が強められる箇所)であったため、<u>局地的な強風が作用し倒壊した。</u>	・島嶼部における類似箇所を再度精査し、必要により既設設備の<u>耐風性能強化対策</u>を図ることとした。	・中国電力「台風18号による鉄塔倒壊事故調査検討委員会」
⑪	2019年 (令和元年)	千葉県 (東京電力PG)	台風15号 鉄塔倒壊:2基(66kV:2基)	・調査中	・検討中	・経済産業省「令和元年台風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」 ・東京電力「66kV木内線鉄塔倒壊事故調査検討委員会」

4. 過去の鉄塔倒壊の事例

<地震>

	年	地域 (電力会社)	事故概要	事故原因	主な対策
①	1995年 (平成7年)	神戸、淡路島 (関西電力)	兵庫県南部地震 鉄塔倒壊:1基(154kV:1基)	・送電用鉄塔の被害はいずれも<u>地震動による直接的被害ではなく、地盤変状による基礎の不同変位が要因</u>であった。 ・また、倒壊した鉄塔は、現行の方式(ブライヒ構造)とは異なる特殊片継脚構造(傾斜地に対応して脚間を部材で直接結合している構造)であったため、不同変位に対する柔軟性が現行の方式と比べて乏しかった。	・一般的電圧階級における代表型を対象に、動的な地震応答解析を実施し、送電用支持物は、兵庫県南部地震で観測された地震動に対しても耐え得ることを確認され、電気設備の技術基準の解釈第58条の解説にその旨記載された。 ・特殊片継脚構造を有する鉄塔については、必要に応じて鉄塔補強等の対策を実施した。
②	2004年 (平成16年)	新潟県 (東北電力)	新潟県中越地震 鉄塔倒壊:1基(66kV:1基)	・送電用鉄塔の被害はいずれも<u>地滑り、地割れなどの二次的な要因</u>によるものであった。	—
③	2011年 (平成23年)	福島県 (東京電力)	東北地方太平洋沖地震 鉄塔倒壊:1基(66kV:1基)	・送電用鉄塔の被害は<u>鉄塔敷地の土砂崩れ</u>による。	・「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、基幹送変電設備は基本的な耐震性能は満足している。」と整理された。
④	2018年 (平成30年)	北海道 (北海道電力)	北海道胆振東部地震 鉄塔倒壊:2基(66kV:2基)	・地震動そのもので鉄塔が倒壊・折損したものはなかったが、<u>大規模な土砂崩れにより鉄塔2基が倒壊した。</u>	—

4. 過去の鉄塔倒壊の事例（電力設備台風被害対策検討委員会 報告書）

- 1991年（平成3年）9月に発生した台風19号によって西日本を中心に鉄塔や電柱の損壊など大規模な被害が発生。資源エネルギー庁公益事業部長の私的検討会である「電力設備台風被害対策検討委員会」（委員長：塚本修巳 横浜国立大学教授）において事故原因や対策等の検討が行われ、1992年（平成4年）2月に報告書を取りまとめ。

＜平成4年2月の報告書＞

＜被害規模＞

鉄塔39基 損壊（倒壊36、折損3）、電柱35,298本 損壊（傾斜22,301、折損9,702、倒壊3,278、減失17）

＜倒壊原因及び対策について（鉄塔）＞

- ① 台風による風が地形により特に強まる特種箇所があり、かつ、強風を受けやすい線路方向であった2つの要因により設計で考慮した荷重を上回る風圧荷重が作用した。
- ② 鉄塔・電線への飛来物の付着
- ③ ①の原因での倒壊の影響で不平均張力が増大、連鎖倒壊した。
- ④ ①、③の倒壊により、下部を交差する送電線鉄塔が倒壊。

その対策として、①復旧にあたり耐風性を十分に有する設備設計を行うこと ②民間自主基準の改定、整備 ③既設線の点検及び必要な対策の実施 ④新設送電線のルート選定にあたって強風が著しく収束する地形の把握、同箇所への建設の回避

＜倒壊原因及び対策について（電柱）＞

- ① 飛来物によるもの（43.1%）
- ② 樹木倒壊による被害（25.9%）
- ③ 風圧による被害（22.5%）。

なお、風圧による被害の原因は地形的に風速が強まったと考えられる湾、入り江等両側に高い山や島がある地域、大河川の河口、川沿いの地域で多く発生。その対策として、

- ① 飛来物、樹木倒壊へは従来から講じられているルート選定時における配慮に加え、建設省、農林水産省等関係諸機関への働きかけによるトタン屋根、ビニールハウスの飛来防止対策等を促すこと
- ② 風圧に対しては、過去の台風の風速記録を参考とした強風地域の設定、強風地域に留意した支持物、支線等への設計及び施工への反映

＜技術基準見直しに対する見解＞

今回のような強風を伴う台風であっても、特殊な地形、場所を除き、風圧による設備に対する被害はほとんど生じていないことから、そのような場所については、現行の技術基準に基づき設置された設備が十分な耐風性能を有していることが立証されたと解釈される。そのため、今後の対策の検討の方向としては、全国一律に最低限守るべき技術基準を改定するのではなく、民間の自主基準等の整備、改定等を行うとともに、…（中略）…現行の技術基準の適用において、特殊な地形、設置状況に対する配慮を十分行うように規定することで対応することが合理的であると判断される。



4. 過去の鉄塔倒壊の事例（送電線鉄塔倒壊事故WG 報告書）

- 2002年（平成14年）10月に関東地方を通過した台風21号により、茨城県潮来市及び鹿嶋市の鉄塔10基が損壊する事故が発生。電力安全小委員会「送電線鉄塔倒壊事故ワーキンググループ」（主査：横山明彦 東京大学大学院工学系研究科教授）において事故原因や対策等の検討が行われ、同年11月に報告書を取りまとめ。

<平成14年11月の報告書>

<被害規模>

鉄塔10基 損壊（倒壊2、折損7、変形1）

<倒壊原因及び対策について>

損壊した鉄塔のうち、香取線No.22鉄塔基礎が大きく引き揚げられていることが確認されたことから、当該基礎（井筒基礎）の施工時に井筒基礎に行うグラウトが十分に行われなかったため、設計どおりの引き揚げ耐力が得られず、当該鉄塔が倒壊し、この影響を受けて他の鉄塔も倒壊、折損等が発生。その対策として、同様の地盤であり井筒基礎を用いて設置されている既設鉄塔に対する点検及び必要な補強、今後新設される鉄塔に対する安全かつ合理的な設計、施工、管理の徹底を図ることとした。

<技術基準見直しに対する見解>

設計時に期待していた基礎の耐力が実現されていれば、鉄塔は倒壊に至らなかったと考えられるため、**電気設備の技術基準を見直す必要はないが**、送電線鉄塔については、合理的な設計と適切な施工、管理を行うことにより、電力の安定供給と安全確保に万全を期すことが必要とされた。



4. 過去の鉄塔倒壊の事例（電気設備地震対策WG 報告書）

- 1995年（平成7年）1月に発生した兵庫県南部地震を受け、鉄塔や電柱の損壊など大規模な被害が発生。資源エネルギー庁長官の私的検討会である「電気設備防災対策検討会」（委員長：関根泰次 東京理科大学教授）において事故原因や対策等の検討が行われ、同年7月に報告書を取りまとめ。

<平成7年10月の報告書>

<被害規模>

鉄塔20基 損壊（倒壊1、傾斜及び部材損傷19）、電柱4,500本 折損・焼失

<倒壊原因及び対策について>

倒壊した鉄塔の1基は、傾斜地に対応した特殊な片継脚構造の鉄塔であり、不同変位に対する柔軟性が乏しい構造を有していたことが原因であるものと判断された（本方式のものは昭和21年以降用いられていない）。このような構造を有する鉄塔に対しては建築物等との第1次接近にある場合及び当該送電線の経間が鉄道・国道等の重要施設を横断する場合のいずれかの要件に該当する鉄塔（14基）については3年以内を目途に補強等の対策を行うことが必要とされた。また、電柱については折損被害原因が建物損壊によるものが多数（約80%）であり、地震動による直接的な被害は僅少であった。

<技術基準等見直しに対する見解>

現行の風圧荷重基準により設計された鉄塔は、一般的な地震動及び高レベルの地震動に対して耐震性を有しており、**現行の風圧荷重基準は耐震基準としても妥当であると評価された（40m/sの風圧荷重は、一般的な地震動による荷重を上回るものとして評価された）。**

電柱についても風圧荷重は一般的な地震動による荷重を上回るものとして評価され、今回の地震動に対しても著しい供給支障とならなかったこと、また第三者被害をもたらしていないことから、相当程度の耐震性を有しているものと評価し、現行の風圧荷重基準は、配電線の多重性も踏まえ耐震基準としても妥当であると評価される。



4. 過去の鉄塔倒壊の事例（電気設備地震対策WG 報告書）

- 2011年（平成23年）3月に発生した東北地方太平洋沖地震を受け、鉄塔や電柱の損壊など大規模な被害が発生。電力安全小委員会「電気設備地震対策WG」（主査：横山明彦 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授）において事故原因や対策等の検討が行われ、2012年（平成24年）3月に報告書を取りまとめた。

<平成24年3月の報告書>

<被害規模>

鉄塔21基損壊（倒壊1、傾斜2、部材損傷18）、電柱22,805基損壊（倒壊58、傾斜等22,747）

<倒壊原因及び対策について>

架空送電設備については、地震動により、倒壊・折損等の送電機能を喪失する鉄塔被害はなく、倒壊した鉄塔については鉄塔近傍の盛土の土砂崩壊によるものとされ、耐震性区分に応じた耐震性は基本的に満足していると判断されている。ただし、最大クラスの津波に対する今後の対応として、170kV以上の主要基幹送電線路（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り、…（中略）…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り組みが重要との結論を得た。

配電設備についても、津波及び地盤被害によるものであり、地震動による被害は発生していない。

<技術基準等見直しに対する見解>

上記により現行の確保すべき耐震性の考え方について変更の必要性はないものと考えられる。



鉄塔の倒壊状況



液状化に伴う電柱傾斜（茨城県潮来市）

4. 過去の鉄塔倒壊の事例（平成28年熊本地震を受けた電気設備自然災害等対策WGとりまとめ）

- 2016年（平成28年）4月に発生した熊本地震により鉄塔や電柱の損壊事故が発生。電力安全小委員会「電気設備自然災害等対策WG」（座長：横山明彦 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授）において事故原因や対策等の検討が行われ、2017年（平成29年）3月にとりまとめを行った。

<平成29年3月のとりまとめ>

<被害規模>

鉄塔16基損壊（倒壊なし、傾斜1、部材損傷15）、電柱35本折損・倒壊

<倒壊原因及び対策について>

傾斜が生じた鉄塔1基については、傾斜の原因は地震動ではなく、土砂崩れにあると考えられる。また、電柱35本についても地盤の影響もしくは建物倒壊に伴う2次被害であった。

電気事業者は、今後鉄塔等の送電設備を建設する際、地盤調査等を通じて可能な限り強固な地盤を選択するとともに、地すべり等のリスクも勘案した上で建設地点を決定することが重要である。

<技術基準等見直しに対する見解>

耐震性や供給支障時のバックアップについては、これまでの**地震対策が有効に機能している**と評価できることから、**取組を継続実施することが有効**である。



〔熊本県阿蘇地方〕
地盤の影響（崖崩れ等）



（写真参考）第9回電気設備自然災害等WG資料2より抜粋

台風15号及び台風19号の対応を踏まえ、国民生活を支える安定的な電力供給、停電の早期復旧を実現する観点から、以下の論点を中心に引き続き検討を行い、政府全体の検証に報告を行うこととする。

オペレーション改善等

(1) 迅速な情報収集・発信を通じた初動の迅速化、国民生活の見通しの明確化

- 要員を逐次投入せず、初動から現場確認等のための最大限の体制を構築（他部門や関連会社含め動員）
- 巡視効率化のためのカメラ付きドローン、ヘリ等の活用拡大、情報の一元管理のためのシステムの導入
- 停電復旧情報のビッグデータ化と衛星画像やAI等を用いた迅速な被害予測

(2) 被害発生時の関係者の連携強化による早期復旧

- 電源車派遣の効率化や復旧手法・設備仕様の統一化などを通じた復旧作業の迅速化（電力会社による災害時連携の強化）
- 設備の完全復旧よりも早期の停電解消を最優先する「仮復旧」方式の徹底
- 電力供給を担う全ての事業者が協調し復旧活動等に従事するための仕組みづくり
- 電力会社による個別情報の自治体等への提供
- 電力会社と自治体・自衛隊との連携を通じた倒木処理・伐採の迅速化
- 災害復旧費用の相互扶助

インフラ投資等

(3) 電力ネットワークの強靱化によるレジリエンス強化

- 鉄塔・電柱の技術基準見直しを含めた検討
- レジリエンス強化のための無電柱化推進（関係省庁との連携）
- 災害に強い分散型グリッドの推進
- 老朽化・需給動向等を見据えた次世代型ネットワーク転換のための送配電網の強靱化・スマート化(計画的な更新投資)とコスト効率化の両立（それを支える電気(託送)料金制度改革）

(参考) 電力レジリエンスWGにおける委員からの主なご意見

- 電力レジリエンスWGにおいて、鉄塔・電柱の技術基準等に関する委員からの主な御意見は、以下のとおり。
- 鉄塔や電柱の強度について、飛来物や倒木にまで耐えうる強度は現実的でないため、しっかり原因を把握してから必要な基準を検討することが必要。
- 鉄塔は、風で倒壊したと見受けられるが、特殊ケースで倒壊した可能性。鉄塔が台風の度に倒壊のおそれがあると不安に思うこと自体が大きな影響になると考えられるため、丁寧な原因究明が必要。
- 送変電設備と配電設備で扱いが変わってくるため、その設備の耐久レベルに合わせた対応策を考えるべき。
- 今後の設備のリプレイスの際にどの程度特殊ケースを考慮し、設備の強度を確保すべきかといった長期的な観点からの強度基準や規制の引き上げといった検討が必要。
- 鉄塔の倒壊や太陽光パネルの発火も報道されている。社会の不安材料になるので、原因をしっかりと検証して対応すべき。
- 鉄塔等の基準見直しに関しては、まずしっかり事故の原因究明をすることが必要。また、当該設備が被害を受けた時の停電への寄与度等の影響も併せて考える必要がある。
- 技術基準の見直しについては、費用対効果と、そこが壊れた場合の影響を丁寧に議論し、技術的に見直しの必要性を議論すべき。

6. 本WGで御議論いただきたいポイント（案）

- 令和元年台風15号による鉄塔の倒壊や多数の電柱の損壊等の事故原因の調査について、技術的な観点から御議論いただきたい。

<鉄塔倒壊・電柱損壊等の事故原因の調査の進め方（案）>

	鉄塔の倒壊原因の調査のポイント	電柱の損壊原因の調査のポイント
①東京電力PGによる調査	○調査の手法・進め方 ○確認すべきポイント ・鉄塔倒壊時の気象データ（風の強さ・風向） ・巡視・点検の記録 ・倒壊した鉄塔の強度（部材の強度、基礎部分の損壊状況、地盤の状況等） ・電線による影響（径間長、回線数等）	○調査の手法・進め方 ○確認すべきポイント ・損壊した電柱の配電線図 ・巡視・点検の記録 ・倒壊した電柱の損壊箇所等、原因が分かるもの ・品質管理の状況（建替基準、経年対策等）
②本WGによる現地調査	○鉄塔倒壊時の写真 ○送電線路図 ○鉄塔の保全工事を行っている工事業者へのヒアリング	○損壊した電柱の写真 ○配電線路図 ○電柱の取替え工事を実施した工事業者へのヒアリング
③本WGによる検討	○東京電力PGの調査手法の妥当性 ○風速シミュレーションの妥当性 ○事故原因の妥当性 ○今後の対策の妥当性	○東京電力PGの調査手法の妥当性 ○損壊した電柱の原因分析（倒木、飛来物、地盤の影響等）の妥当性 ○今後の対策の妥当性

6. 本WGで御議論いただきたいポイント（案）

- 鉄塔や電柱の損壊等の事故原因の調査を踏まえ、現行の技術基準の妥当性の検討や今後の対策の検討の進め方について、技術的な観点から御議論いただきたい。

（１）鉄塔・電柱に係る技術基準の妥当性について

- 鉄塔・電柱に係る技術基準における風圧荷重の数値について、近年の自然災害の頻発化・激甚化に照らし、現行の技術基準の妥当性をどのように考えるか。
- 風圧荷重の数値（40m/s）について、沖縄県や鹿児島県、高知県等の台風頻発エリアなど地域の実態に応じた風の強さも考慮すべきではないか。

（２）今後の対策（案）について

- 今回の事象の検討に加え、台風頻発エリアにおける一般送配電事業者の鉄塔・電柱の強度アップに向けた取組についても調査し、それも参考に対策を検討すべきではないか。
- 特に、電柱の損壊対策については、一般送配電事業者だけでなく、事前伐採など自治体等との協力としてどのようなことが考えられるか。