

鉄塔及び電柱の被害状況及び被害発生原因について

2019年11月29日
東京電力パワーグリッド株式会社



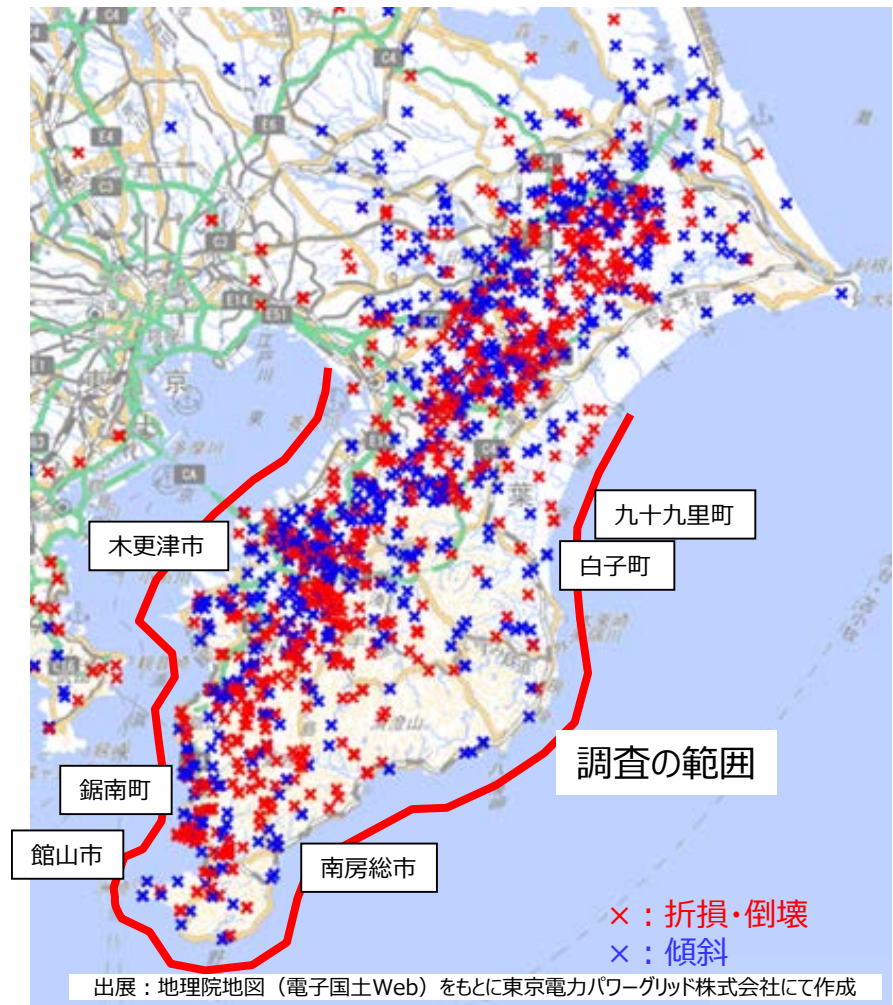
1, 電柱



1-1. 沿岸部で損壊した電柱の周辺状況の調査

- 千葉エリアの海岸付近(海岸線から概ね200m以内)で折損・倒壊した電柱の周辺環境を調査し、損壊した電柱と損壊しなかった電柱の施設環境を比較した。その結果、損壊した電柱は明らかに2次的被害を受けていた一方で、近隣の電柱には被害が見られなかった。

➤ 調査の視点



1-2. 調査の概要

▶現地調査を行った14本の電柱を下記に示す。

	住所	海岸線からの距離	No	標識名	設備番号	設備区分	支社名	損壊の原因
1	長生郡白子町中里	50m	1635	波乗	0650	本柱	木更津	海の家資材が飛来し損壊 (停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
			1636	波乗	3080	本柱	木更津	
			1637	波乗	3080	支柱	木更津	
2	山武郡九十九里町粟生	200m	569	粟生	0530	本柱	成田	家屋の屋根が飛来し損壊 (停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
			763	粟生	1150	本柱	成田	
3	館山市船形	100m	826	川名浜	0880	本柱	木更津	家屋の屋根が飛来し損壊 (停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
			828	川名浜	1180	本柱	木更津	
4	山武郡九十九里町片貝	200m	764	西の下	2740	本柱	成田	海の家資材が飛来し損壊 (停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
			765	西の下	2750	本柱	成田	
5	館山市船形	100m	823	船形	2330	本柱	木更津	樹木が飛来し損壊 (停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断。近隣住民からの情報もあり)
6	南房総市富浦町多田良	100m	816	原岡	4560	本柱	木更津	倒壊した家屋が飛来し損壊 (停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
7	南房総市富浦町原岡	100m	809	原岡	1850	本柱	木更津	倒木による損壊 (停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
8	安房郡鋸南町吉浜	50m	792	吉浜	3160	本柱	木更津	飛来物による損壊 (停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
9	木更津市中島	50m	1029	鯨	3170	本柱	木更津	飛来物による損壊 (停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断。近隣住民からの情報もあり)



①長生郡白子町 海岸線から50m程度

4

- 海の家資材が飛来し、電線に引っ掛かった事による損壊(停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
- 近隣の同じ環境に施設された電柱に被害は無かった

損壊した電柱

波乗0650(No1635)

波乗3080 (No1636)

波乗3080支柱(No1637)



②山武郡九十九里町 海岸線から200m程度

5

- 家屋(レストラン)の屋根材が飛来し、電線に引っ掛かった事による損壊(停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
- 近隣の同じ環境に施設された電柱に被害は無かった

損壊した電柱

栗生0530(No569)

栗生1150(No763)

屋根が損壊した家屋(レストラン)



③館山市船形 海岸線から100m程度

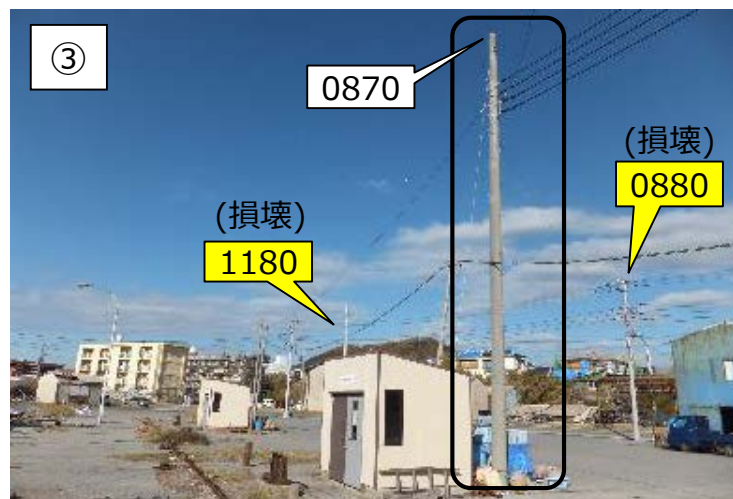
6

- 近隣の家屋の屋根が飛来し、電柱に引っ掛かった事による損壊(停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
- 近隣の同じ環境に施設された電柱に被害は無かった

損壊した電柱

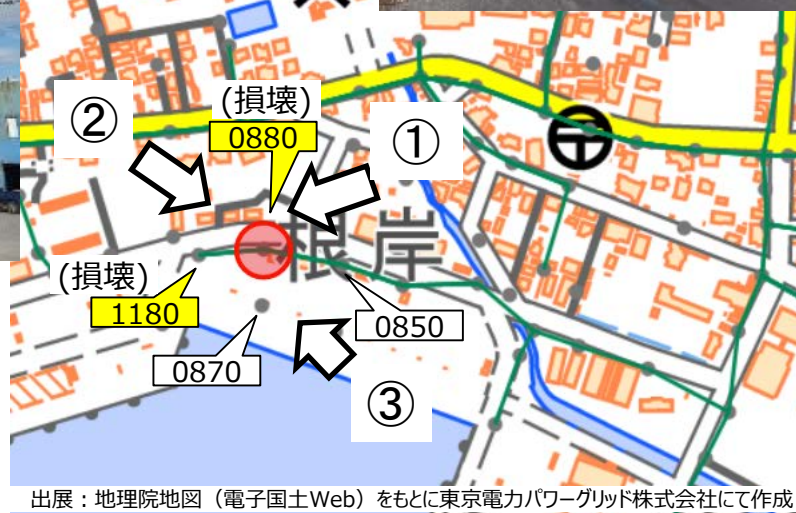
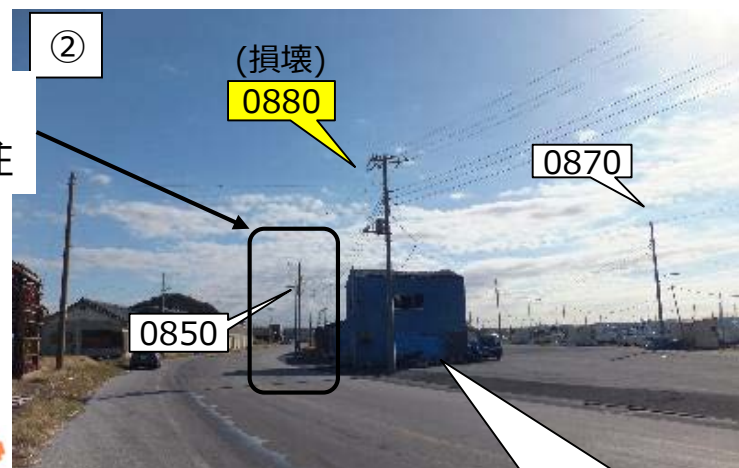
川名浜0880(No826)

川名浜1180(No828)



被害を受けていない近隣の電柱

被害を受けていない近隣の電柱



屋根が損壊した建物

出展：地理院地図（電子国土Web）をもとに東京電力パワーグリッド株式会社にて作成



④山武郡九十九里町 海岸線から200m程度

7

- 海の家資材が飛来し、電線に引っ掛かった事による損壊(停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
- 近隣の同じ環境に施設された電柱に被害は無かった

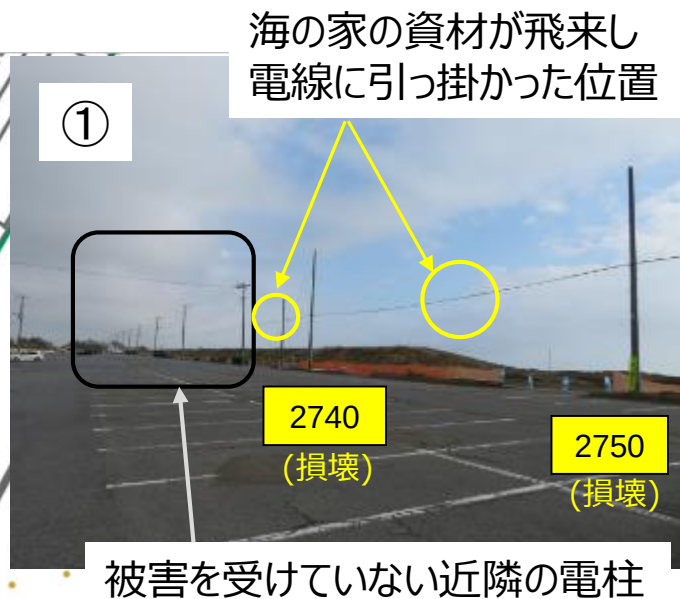
損壊した電柱

西の下2740(No764)

西の下2750(No765)



被害を受けていない近隣の電柱



出展：地理院地図（電子国土Web）をもとに東京電力パワーグリッド株式会社にて作成



⑤館山市船形 海岸線から100m程度

8

- 飛来物による損壊(停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断。近隣住民の方より、樹木が飛来し電線に引っ掛かったとの情報もあり)
- 近隣の同じ環境に施設された電柱に被害は無かった

損壊した電柱
船形2330(No823)



被害を受けていない近隣の電柱

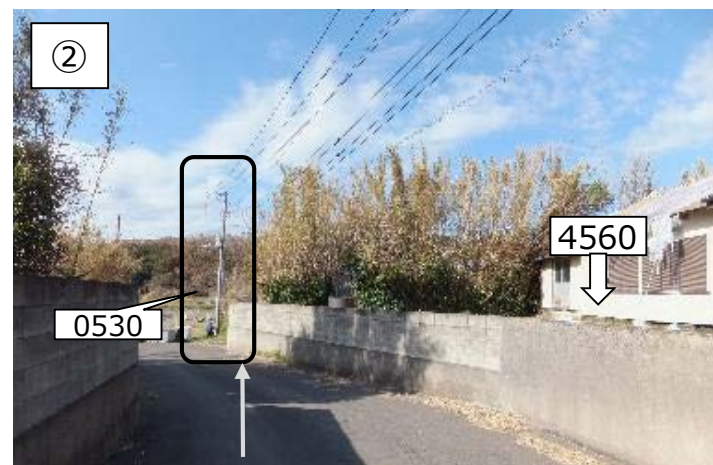
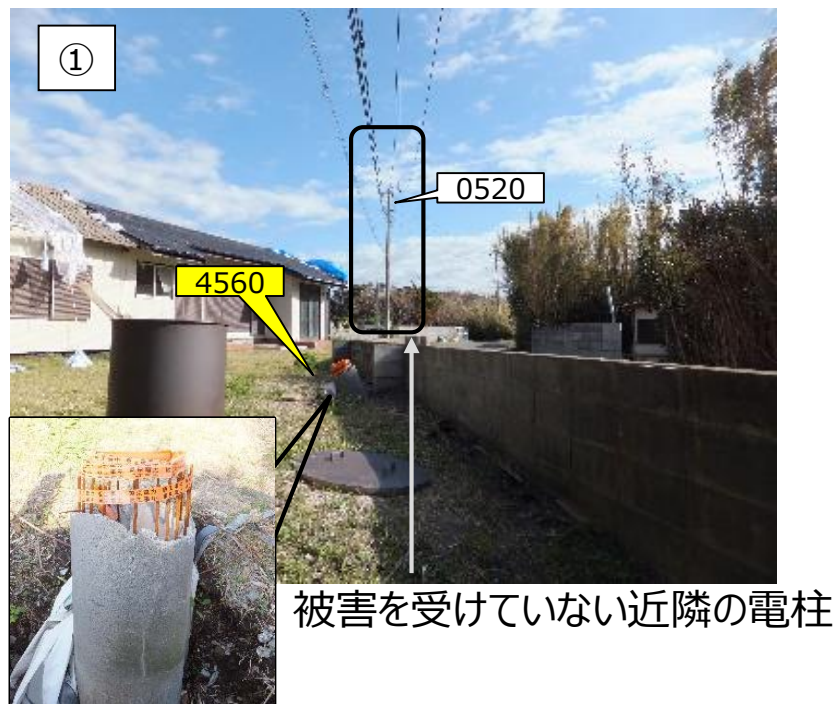


⑥南房総市富浦町 海岸線から100m程度

9

- 近隣の家屋の屋根が飛来し、電柱に引っ掛かった事による損壊(停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
- 近隣の同じ環境に施設された電柱に被害は無かった

損壊した電柱
原岡4560(No816)



出展：地理院地図（電子国土Web）をもとに東京電力パワーグリッド株式会社にて作成



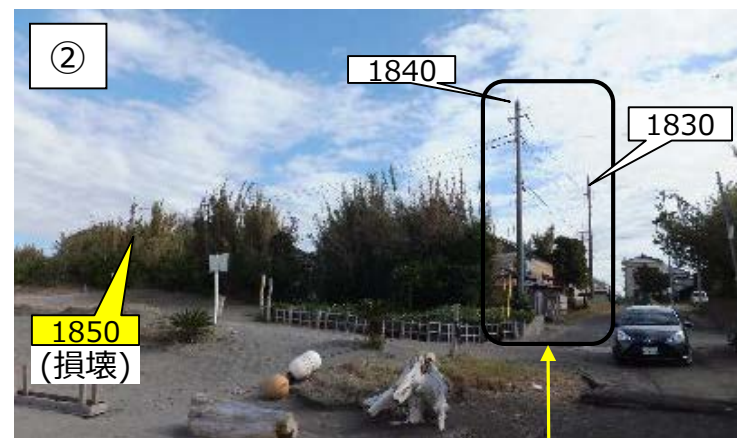
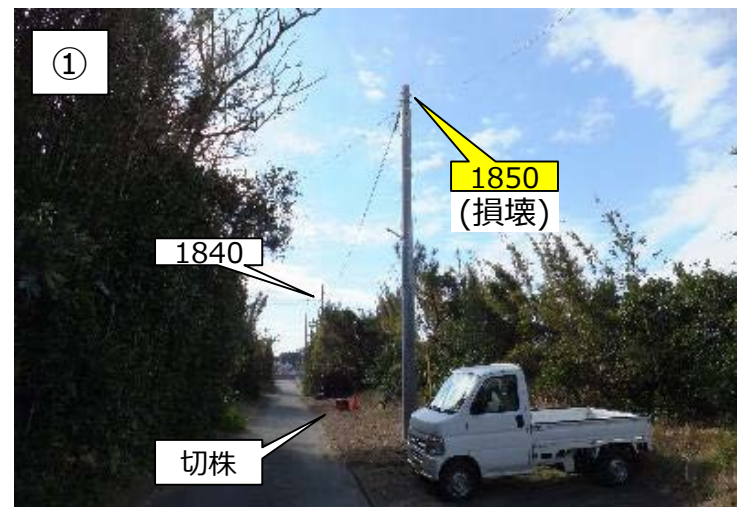
⑦南房総市富浦町 海岸線から100m程度

10

- 倒木による損壊(停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
- 近隣の同じ環境に施設された電柱に被害は無かった

損壊した電柱

原岡1850(No809)



被害を受けていない近隣の電柱

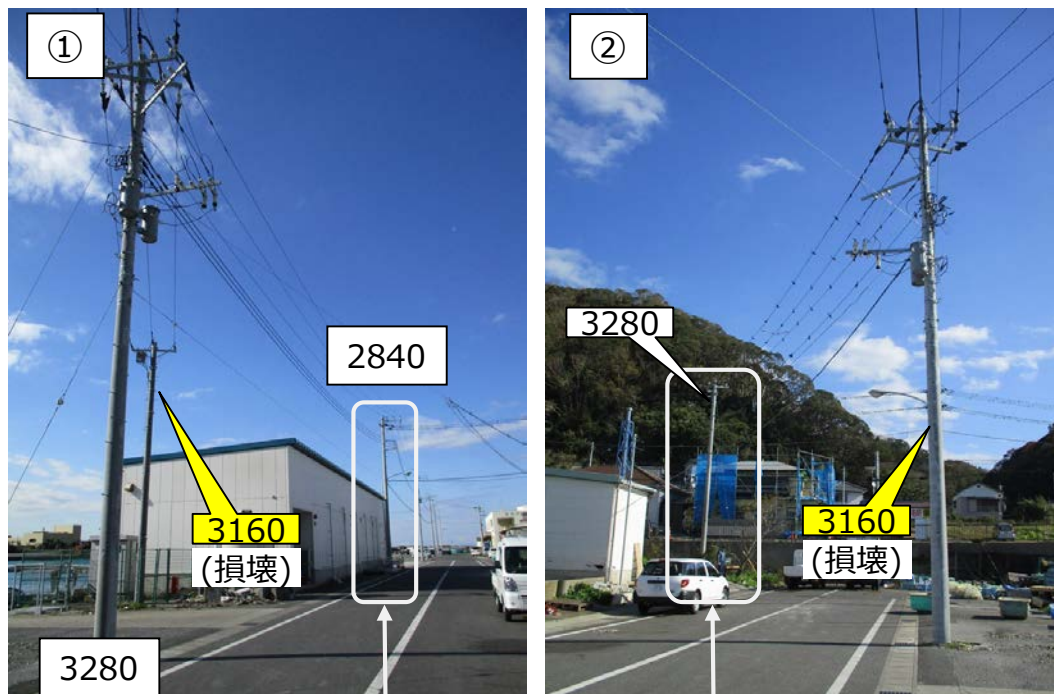


⑧安房郡鋸南町 海岸線から50m程度

11

- 飛来物による損壊(停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断)
- 近隣の同じ環境に施設された電柱に被害は無かった

損壊した電柱
吉浜3160(No792)



被害を受けていない近隣の電柱



⑨木更津市中島 海岸から50m程度

12

- 飛来物による損壊(停電復旧・巡視等を実施した現地出向者が判断。漁協関係者から、トタン屋根が飛来して電線に引っかかり、電柱が損壊したとの情報もあり)
- 近隣の同じ環境に施設された電柱に被害は無かった

損壊した電柱
鯨3170(No1029)



被害を受けていない近隣の電柱



1-3. 台風15号の影響により損壊した1996本の電柱に関する検証結果

13

(第2回WGでご報告)

- 損壊原因は、停電復旧や巡視などを実施した現地出向者が、現場状況より倒木・建物の損壊や飛来物等による2次被害であることを確認した（記録が残されていない電柱は、後日の現場調査により推定）。
- 設備形成は、電気設備の技術基準を反映した社内規程により実施している。
- 電柱の巡視・点検は、保安規程に基づいて適切に実施している。
- 損壊した電柱に特定の年代に集中するような特異性はなかった。
- 損壊した電柱の調査において、鉄筋の錆により強度が低下していた電柱はなかった。

(本日ご報告)

- 沿岸部で損壊した電柱の周囲環境を調査した結果、近隣の同じ環境に施設された電柱には被害が見られなかった。

以上より、1996本の電柱は、倒木・建物の損壊や飛来物、地盤の影響による2次被害であると判断する。

【台風15号の影響による電柱の損壊状況内訳】

電柱本数【本】

エリア		栃木	群馬	茨城	埼玉	千葉	東京 (23区)	多摩	神奈川	山梨	静岡	合計
損壊数		9	0	94	9	1,750	15	3	59	2	55	1,996
電柱損壊の原因(再掲)	倒木・建物の 倒壊	9	0	57	8	1,311	6	3	37	2	44	1,477
	飛来物	0	0	9	0	265	3	0	6	0	0	283
	地盤の影響	0	0	28	1	174	6	0	16	0	11	236



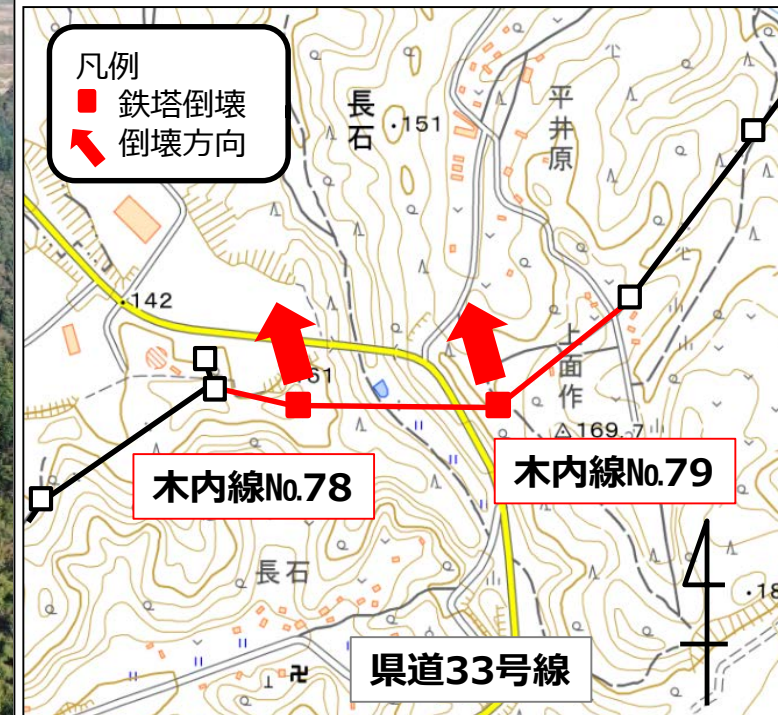
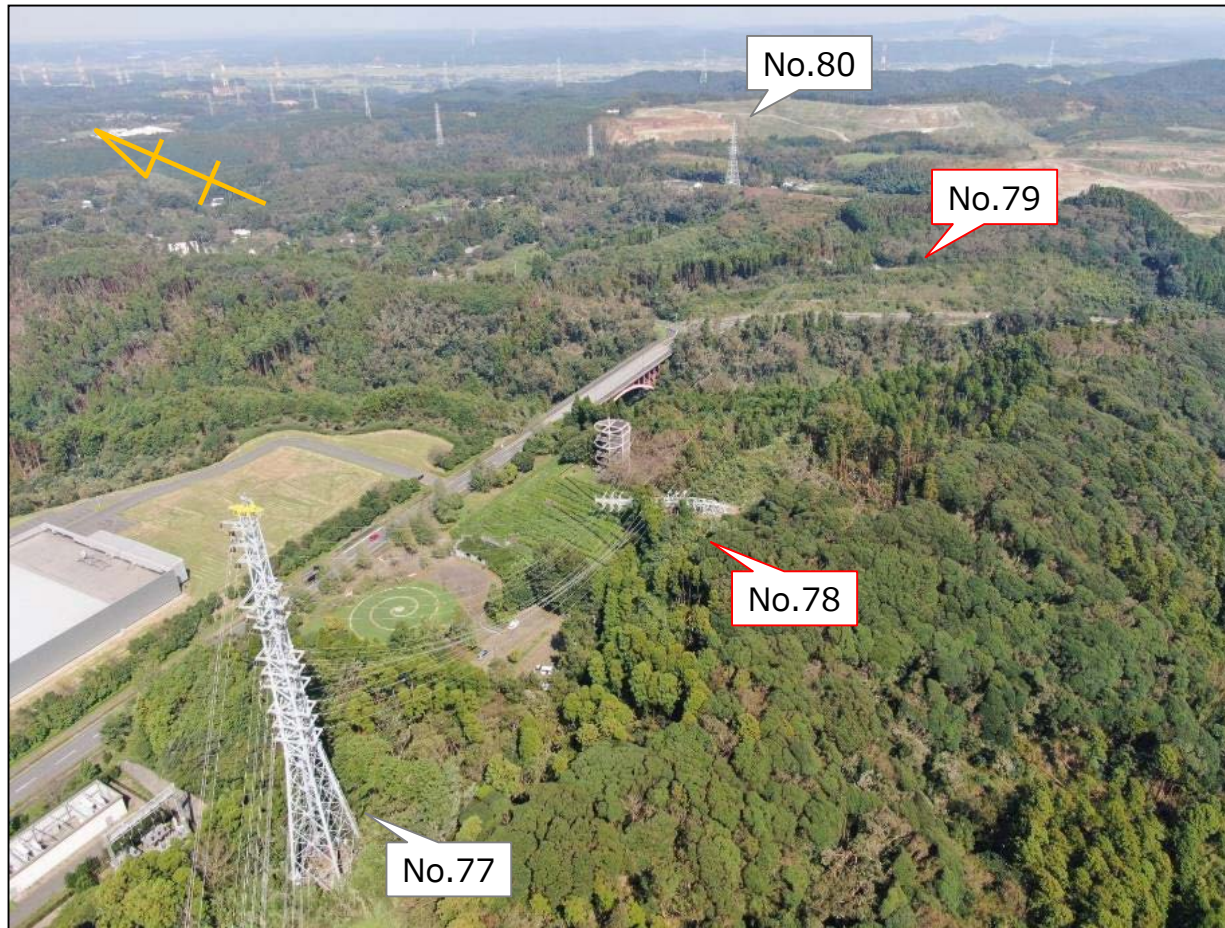
2, 鉄塔



2-1. 鉄塔損壊状況について

15

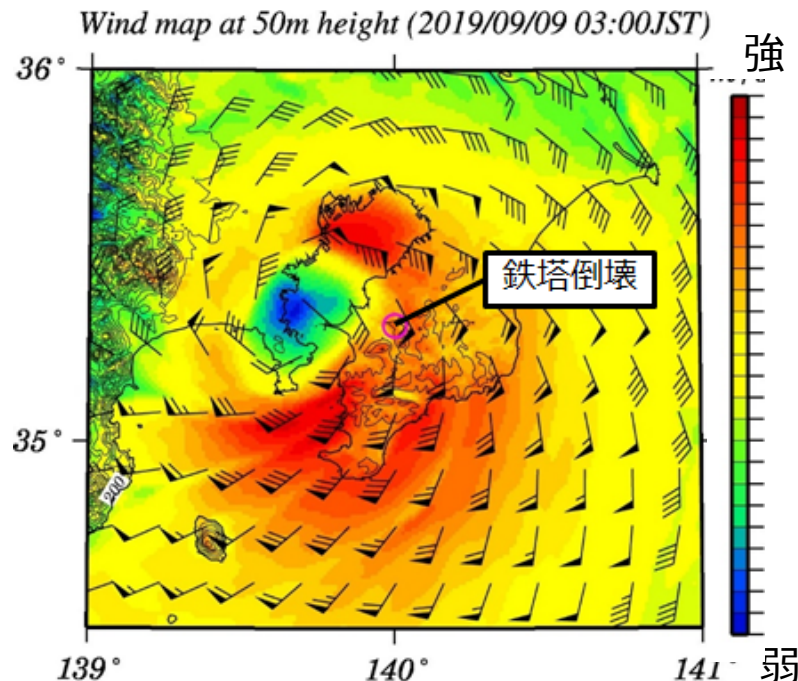
- 66kV木内線No.78、No.79は、台風15号により2基とも北北西の方向に倒壊。
- 当該鉄塔2基は、南方の風を受ける東西ルートで、6回線（6つの3相回路を支持している）鉄塔。



- 関東全体をカバーした領域で気象シミュレーションを実施し、更に倒壊箇所から風上側6kmを領域とした気流シミュレーションを行い、局地的な地形の影響を計算した。
- 結果、南南東の風においてNo.77～No.78付近で顕著な増速を確認。

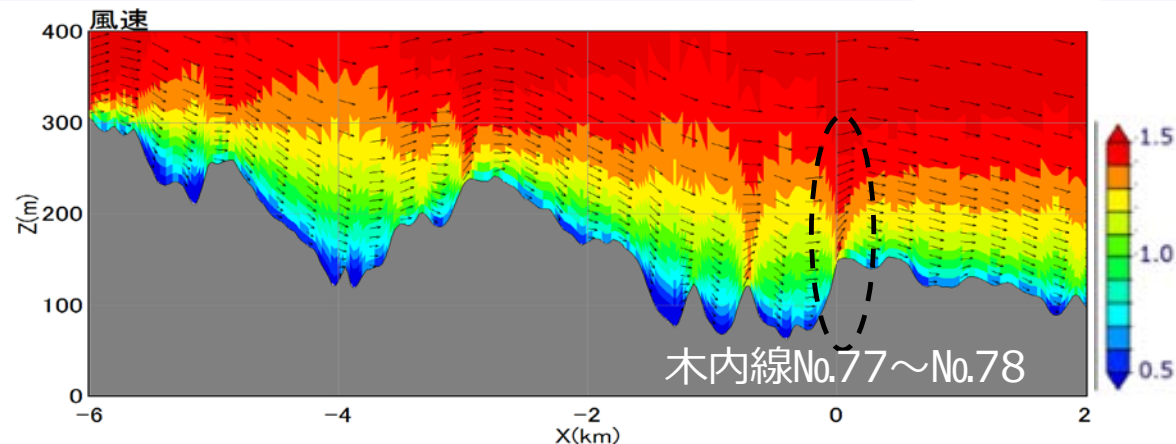
気象シミュレーション結果

9/9 3時の風向・風速分布図



気流シミュレーション結果

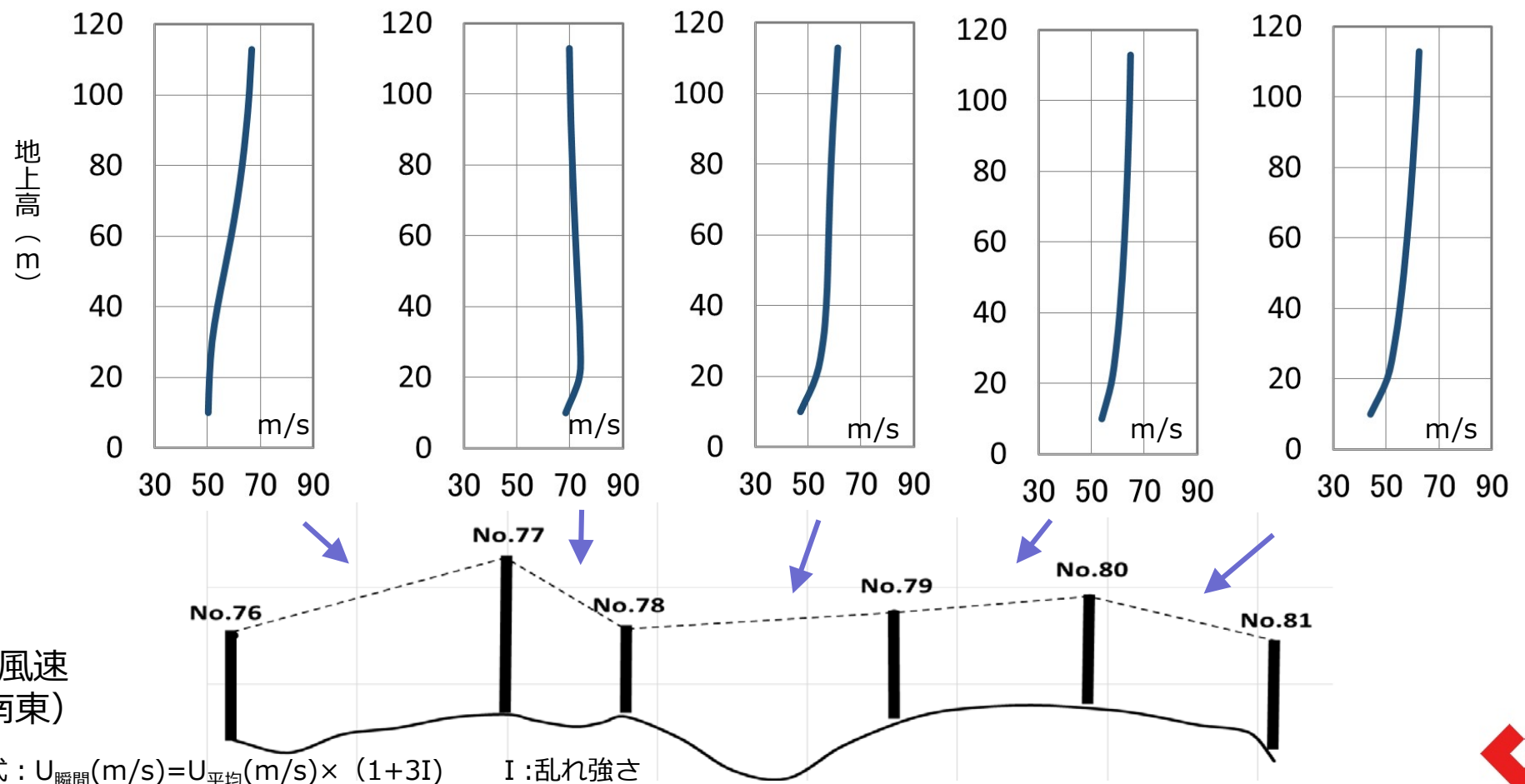
鉄塔倒壊箇所から南南東の風の鉛直分布図
(風上-8km、地上50mの流入風を1.0とした時の
各点の風速比率)



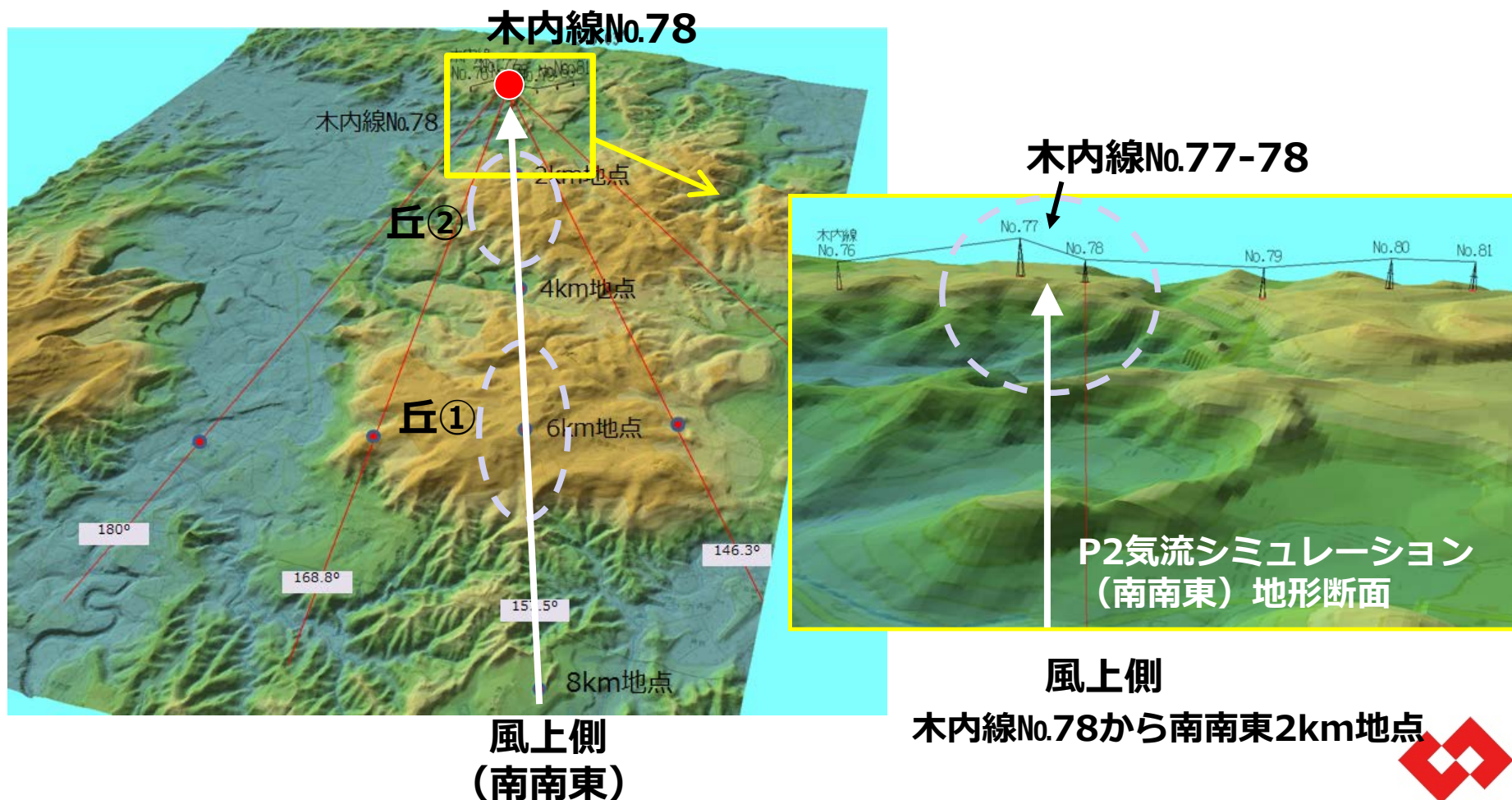
- ※ X=0はNo.77～No.78径間の中央
- ※ グレー部分は南南東方向に切り出した断面地形 (P18参照)
- ※ 南南東以外の風向では顕著な増速は無かった。
(参考資料P22参照)



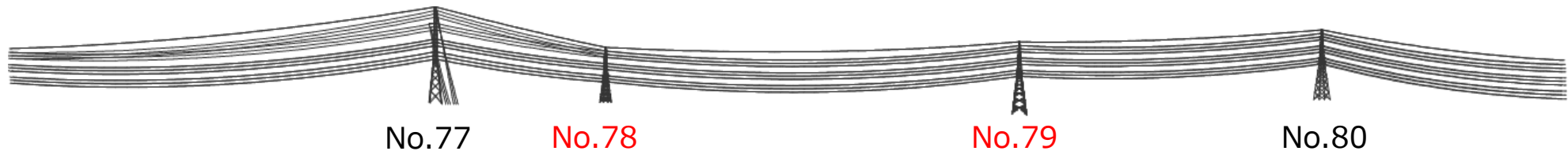
- 現地風速を気象・気流シミュレーションにより計算した結果、南南東の風向に限り、No.77～No.78の箇所で局地的に風が強められた可能性が判明。
- 結果、No.77～No.78間の風は、その他径間の風と比較して著しく増速したと考えられる。



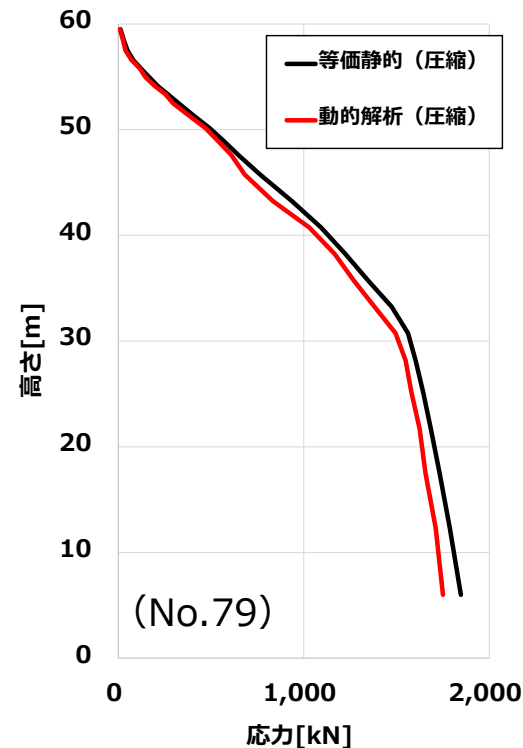
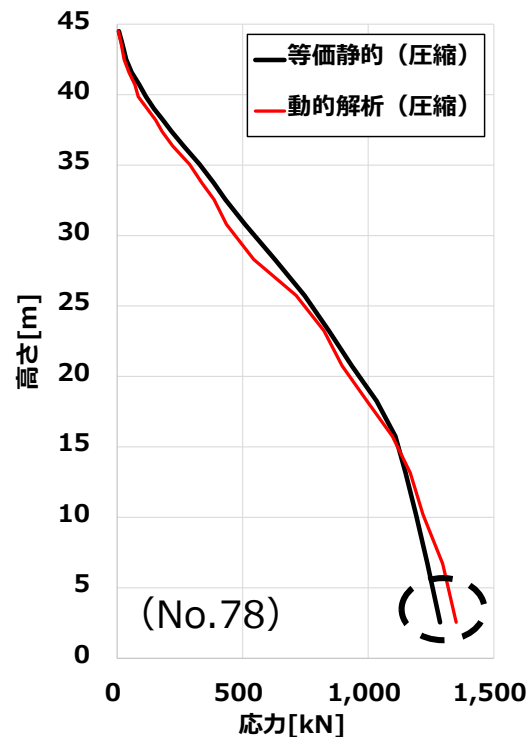
- 顕著な増速が確認された南南東の地形を分析した結果、台風による強い風が風上側にある標高の高い2つの丘で増速され、送電線手前の急斜面により更に増速したものと推定。



- 送電線の動的な最大応答を静的に求める方法(等価静的解析)を動的解析と比較。
- No.79鉄塔は、等価静的解析の応力が動的解析による応力とほぼ同等で包含。
- No.78鉄塔下部の応力は、動的解析の方が等価静的解析より5%程度大きい。



- 使用プログラム
 - ・時刻歴風応答解析 (TC-DAS)
- 解析モデル
 - ・4基5径間 + 1径間
- 風の入力
 - ・No.78の前後径間の風速比を模擬。

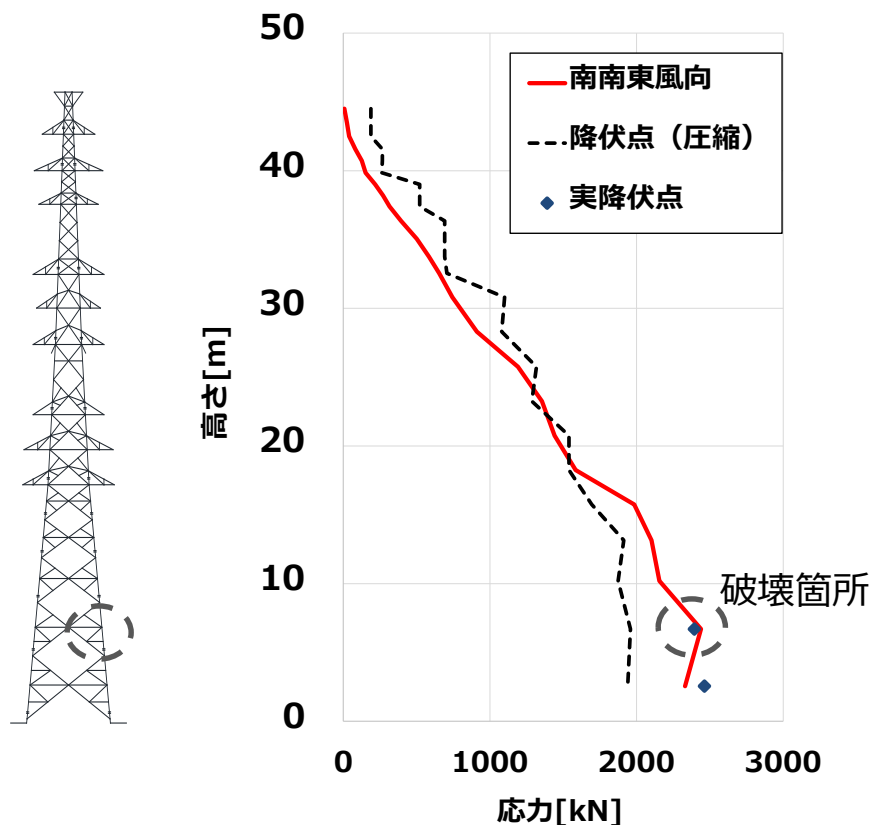


2-5. 鉄塔の倒壊メカニズムについて

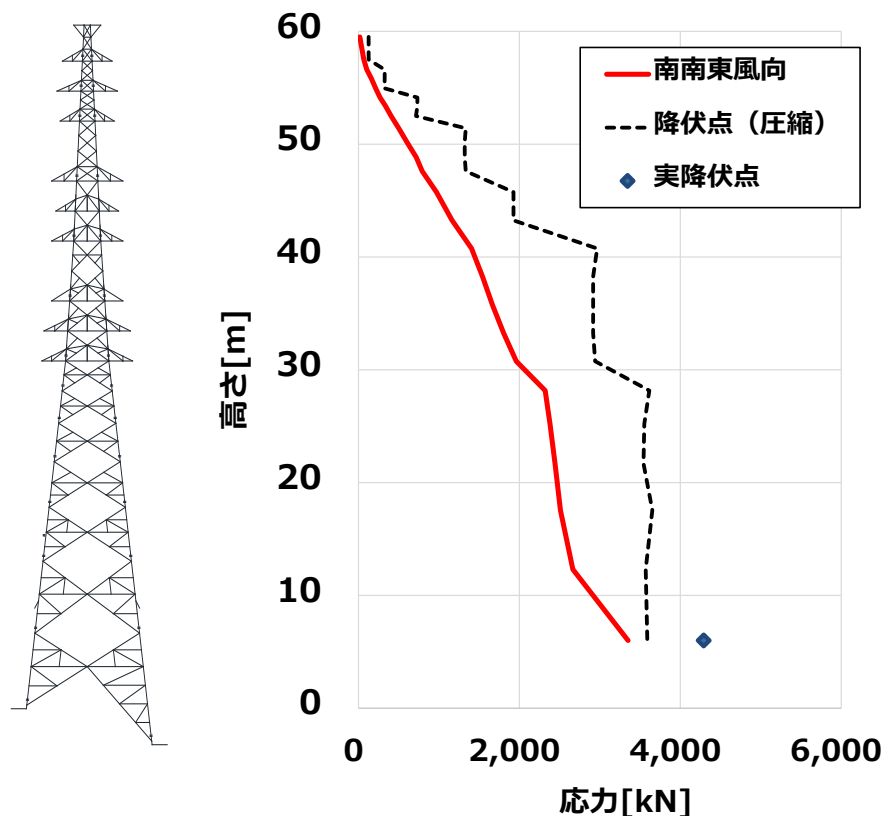
20

- 等価静的解析を用いて応力計算を実施。No.78は動的解析を踏まえて応力を5%割増。
- 結果、No.78鉄塔は、南南東の風において下部の主柱材応力が降伏点を上回り座屈が発生した可能性が高い。No.79の発生応力は降伏点以下。

主柱材応力 (No. 7 8)



主柱材応力 (No. 7 9)



実降伏点・・・撤去材の材料試験結果を反映した降伏点。

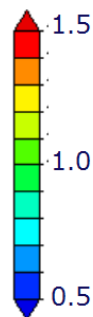


- 木内線No.78鉄塔は、No.77～No.78の急斜面で風が著しく増速したことにより、応力が降伏点を上回り部材が座屈し、その後No.79を引き倒しながら倒壊したものと推定。

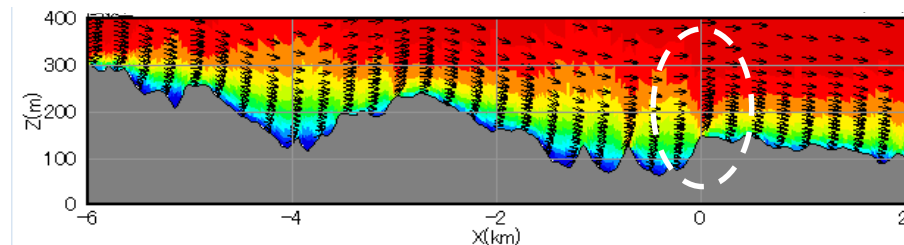


- 倒壊地点は、南南東の風向以外では顕著な増速は見られなかった。

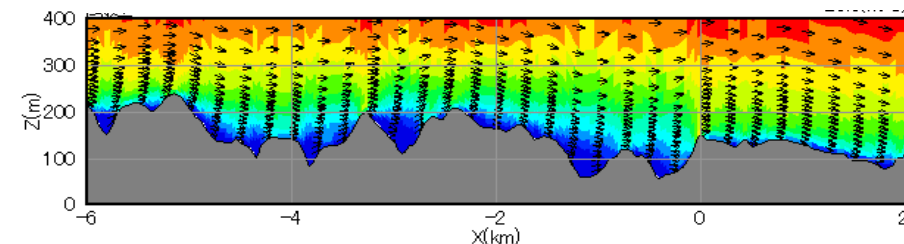
- ・ 増速率：
流入風（風上-8km、地上50m）
を1.0とした時の各点の風速比率
- ・ 倒壊鉄塔
横軸X=0の地点



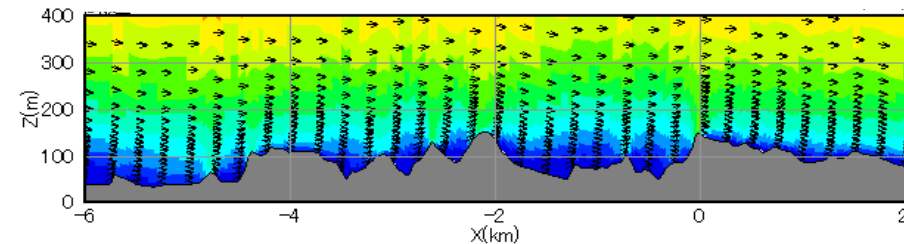
風向157.5度（南南東）



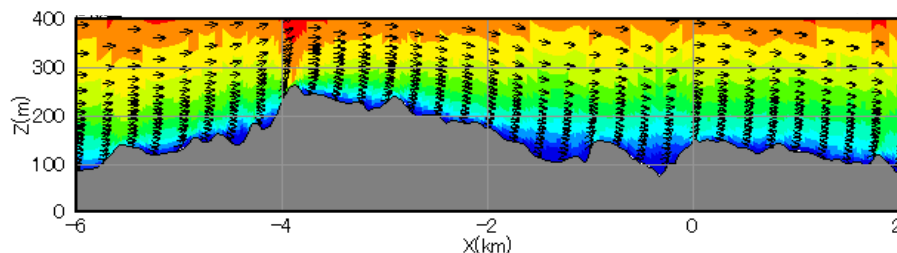
風向168.8度



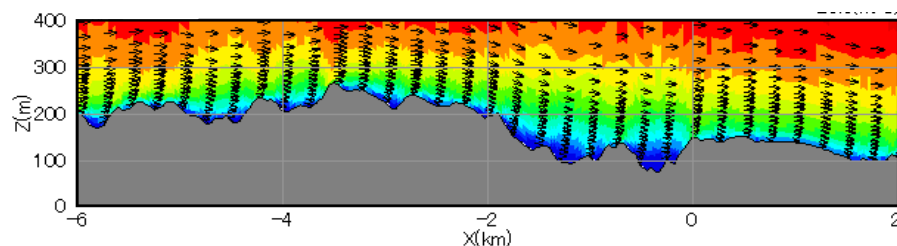
風向180度（南）



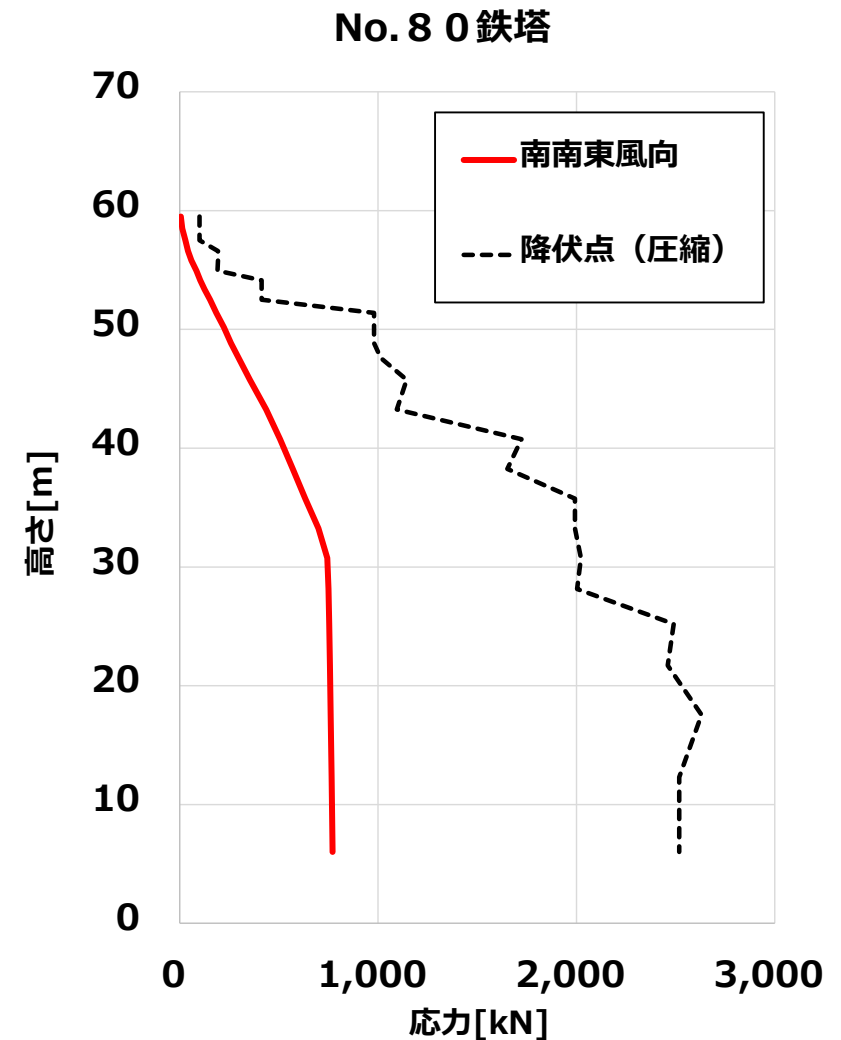
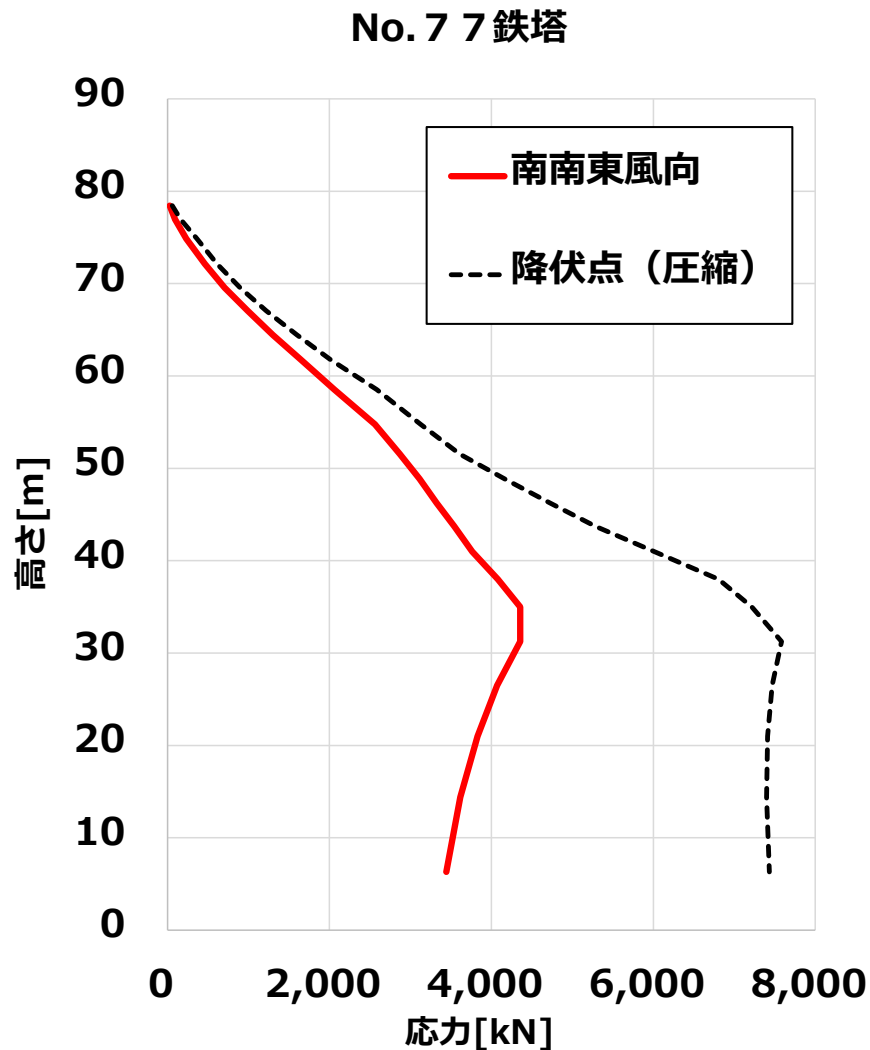
風向135度（南東）



風向146.3度



- 倒壊鉄塔の隣接鉄塔（No.77,80）は、両鉄塔共に部材応力が耐力を下回った。



1. 設置目的

2019年9月9日に発生した台風15号による66kV木内線の鉄塔倒壊事故を受け、事故原因の解明および再発防止対策を検討するために、社外専門家を交えた委員会を設置する。

2. 検討事項とスケジュール

下記事項を実施し、進捗に応じて委員会を開催する。

- (1) 事故状況の把握 2019年10月 (目途)
- (2) 事故原因の解明 2019年11月 (目途)
- (3) 再発防止対策の確立 2019年12月 (目途)

3. 委員会構成

顧問	大熊 武司	神奈川大学 名誉教授
	加藤 央之	日本大学 文理学部地球科学科教授
	高橋 徹	千葉大学 構造安全計画教育研究領域教授
委員長	塩川 和幸	P G 技監
委員	龍岡 照久	H D 経営技術戦略研究所
	瀬戸 晴彦	P G 工務部長
	赤木 康之	P G 工務部送変電建設センター所長
	北嶋 知樹	P G 工務部 送電技術担当
	吉本 正浩	P G 工務部 土木技術担当
	山崎 智之	P G 工務部 送電グループ送電設備保全担当
	飯尾 真	P G 木更津支社長
	河原 章夫	P G 工務部 送電グループマネージャー
幹事	足立 倫海	P G 工務部 流通土木グループマネージャー

