

## 事故調査検討結果

## 1. 気象状況について

平成14年9月27日に発生した台風21号は、10月1日夜には中心気圧960hPa、中心付近の最大風速35m/sと強い勢力を保ちながら関東地方に上陸した。

関東地方に上陸した台風としては戦後最大級と言われ、銚子地方気象台では同日21時20分に昭和12年の統計開始以来、観測史上最大となる52.2m/sの最大瞬間風速を記録した。

被災地点近傍の鹿島線No.177鉄塔頂部に設置された風速計では、21時12分に最大瞬間風速56.7m/sを記録した。

## 2. 事故状況について

10月1日21時27分、台風21号の強風により27.5万ボルト「香取線」および6.6万ボルト「湖南線」の鉄塔9基が倒壊・折損、1基が部材変形した。

鉄塔の倒壊・折損状況は資料 - 1 のとおり。

## 3. 事故原因の推定について

### (1) 鉄塔倒壊・折損の推移

アーク痕（電流が通った時にできる痕跡）の存在や目撃者からの情報、鉄塔基礎部の引揚げ変位の発生状況、鉄塔・基礎応力解析の結果などから、最初に倒壊したのは香取線No.22鉄塔と判断される。

香取線No.20、21、23～26鉄塔については、強い風圧に加えてNo.22鉄塔倒壊による電線張力の増加が重なり、二次的に折損・変形した。

また、湖南線No.23鉄塔は、香取線No.20鉄塔の折損により押し潰され、これに伴う電線張力の増加で、湖南線No.22鉄塔が香取線No.19鉄塔側に倒れかかり、同No.19鉄塔の腕金部が折損したものと推定される。

### (2) 香取線No.22鉄塔の倒壊原因

香取線No.22鉄塔は、台風中心部進路の東側約50kmに位置し、事故当時、台風の風が最も強くなる「強風半径」の近傍にあった。また、風上となった南側に水田、湖などが広がっていることから、地上付近での風速の減衰が少なく、観測史上最大の南からの強風をまともに受けた。

この強風による基礎への荷重は、基礎の設計引揚げ耐力より低い荷重と算出されるが、

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ことから風上側の脚が引揚げられた。そして、この基礎の引揚げにより、風下側の脚材根元付近に応力が集中し、その箇所から座屈して、No.22鉄塔全体が倒壊に至ったものと考えられる。

#### <基礎引揚げ耐力が設計耐力を下回っていた原因の推定>

香取線No.22鉄塔は、コンクリート製の筒をつなぎ合わせて基礎材とする「井筒基礎」（資料 - 2 参照）を採用し、昭和46年に建設したものであり、前年に同様な工法を用いて建設した50万ボルト新古河線での実証に基づいた周面摩擦抵抗力で設計した。

設計周面摩擦抵抗力を確保するため、井筒基礎の施工上発生する基礎と地盤の間の隙間をグラウト材（セメントに水を混ぜてペースト状にしたもの）で充填する必要があった。今回の事故原因調査によれば、基礎周面のグラウト材そのものは確認できなかったものの、グラウト材が注入されていたことを示すアルカリ性反応が確認された。また、PCウェルに内蔵されているグラウト孔には十分なグラウト材が確認された。

以上の状況から、グラウト施工の実施が確認されたが、結果として基礎引揚げ耐力が設計耐力を下回っていた原因は、次のとおりと推定される。

グラウト材は、PCウェルに内蔵されているグラウト孔により基礎下部から注入した。この際、吐出口から出たグラウト材が周辺の細砂により塞がれ、グラウト材が十分充填できなかった。

今回現地調査をしたところ、吐出口周辺の地質は細砂であり、自立性が十分でなく、注入したグラウト材の進路を塞ぎやすい状態にあった。当時は地盤の硬さを主体に判断しており、新古河線と香取線の地盤の硬さが良く似ていたことから、同様に基礎と地盤の間にある程度の隙間が生じ、グラウト施工が出来るものと考えていた。

当時のグラウト施工監理は、注入圧力の上昇をもって充填完了の良否を判定しており、注入圧力が規定の値に達したことから充填完了と判断していた。

#### 4. 再発防止対策について

施工時に発生する基礎と地盤の間の隙間にグラウト材が十分に充填されていなかったことが原因と推定されることから、その可能性のある当社に現存する井筒基礎16基すべてについて、地盤の再調査を実施中。

調査結果にもとづき、個別に基礎耐力の評価を行い、これが設計耐力を下回る場合には、新たに杭を追加することなどの補強措置を行い必要な耐力を確保する。

井筒基礎以外の基礎は、グラウト材充填の必要がない、あるいは、確実にグラウト材が充填されたことが確認できる工法であることから、特に対策の必要はないものと判断する。

## 5. 本復旧について

27.5万ボルト香取線および6.6万ボルト湖南線の本復旧設備の運転開始時期は、来年夏前までを目途とし、夏期の安定供給確保をはかる。

## 6. その他

### (1) 社内検討委員会の検討体制など

10月10日に第1回委員会を開催し、これまで5回にわたり被害状況の調査、発生した風速の推定、設計および施工の妥当性の確認、地盤調査、応力解析などの検討を実施してきた。

・名称：「27.5万ボルト香取線他鉄塔倒壊事故調査検討委員会」

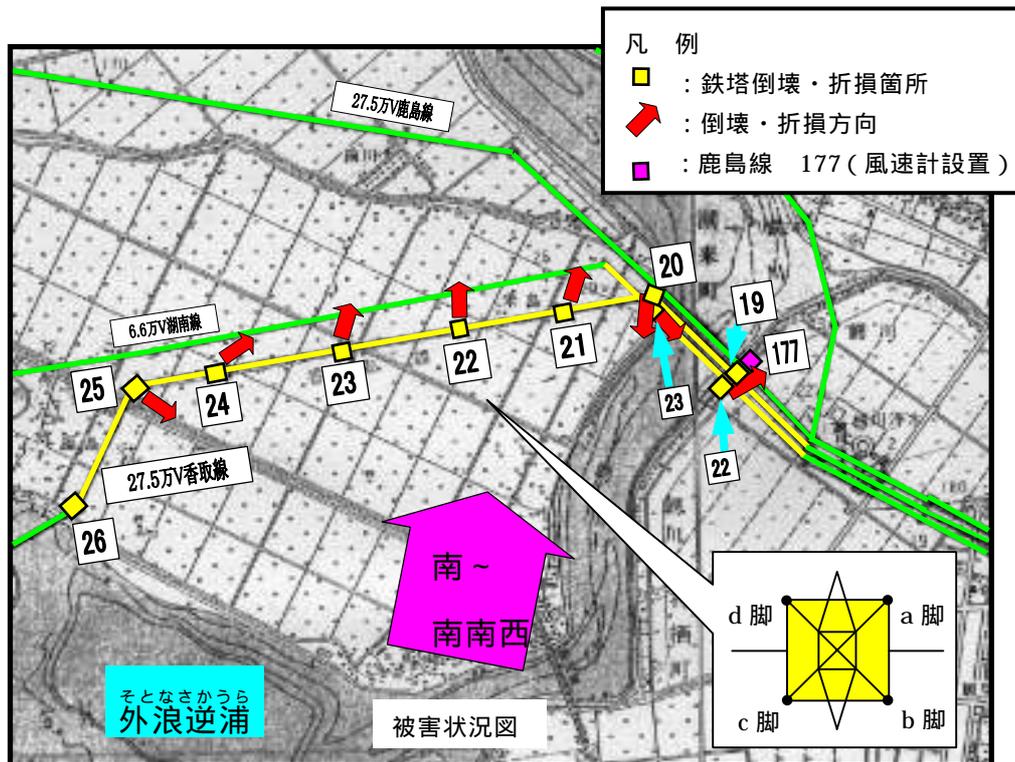
・メンバー：

委員長	副社長	いちだ ゆきのり 市田 行則
副委員長	フェロー	よしおか まさゆき 吉岡 正幸
委員	工務部長	うすだ せいじろう 白田 誠次郎
〃	送変電建設部長	かみやま たかし 神山 隆
〃	技術開発研究所 材料技術グループマネージャー	すずき しゅんいち 鈴木 俊一
〃	茨城支店 副支店長	むらかみ あきら 村上 明
〃	工務部送電技術担当 兼 送変電建設部	いそぎき まさのり 磯崎 正則
〃	送変電建設部 送変電技術センター 鉄塔技術グループマネージャー	ほんごう えいじろう 本郷 栄次郎
〃	送変電建設部 土木・建築グループマネージャー	たなべ しげる 田邊 成
顧問	東京工芸大学 工学部建築学科教授	たむら ゆきお 田村 幸雄 氏
〃	中央大学 理工学部土木工学科教授	こくしょう たけじ 國生 剛治 氏
〃	九州大学 大学院人間環境学研究院教授	まえだ じゅんじ 前田 潤滋 氏
〃	防衛大学校 応用科学群地球海洋学科教授	ないとう げんいち 内藤 玄一 氏
〃	社団法人日本鉄塔協会 顧問	やまぎし ひるとし 山岸 啓利 氏
幹事	工務部 送電グループマネージャー	おおいし ゆうじ 大石 祐司
〃	送変電建設部 送電グループマネージャー	おおた ひろし 太田 浩

(2) 被災状況(資料 - 1 参照)

以上

## 設備概要および被災状況



国土地理院長の承認（承認番号 平 11 関複、第 152 号）を得た地図を 97% に縮小して使用

## 27.5 万 V 香取線設備概要

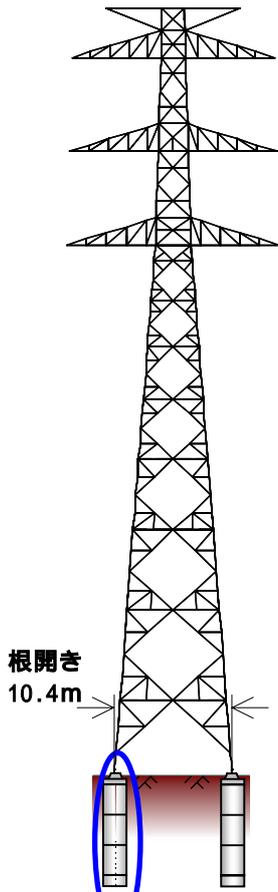
鉄塔番号	26	25	24	23	22	21	20	19	18
鉄塔高(m)	73	71.5	57.5	72.5	68	62	94	60.5	63.1
径間長(m)		556	374	399	528	434	445	499	390
基礎型	井筒基礎	つなぎ梁付杭基礎	つなぎ梁付杭基礎	つなぎ梁付杭基礎	井筒基礎	井筒基礎	つなぎ梁付杭基礎	つなぎ梁付杭基礎	つなぎ梁付杭基礎
設備被害	部材変形	折損	折損	折損	倒壊	折損	折損	腕金折損	異常なし

## 6.6 万 V 湖南線設備概要

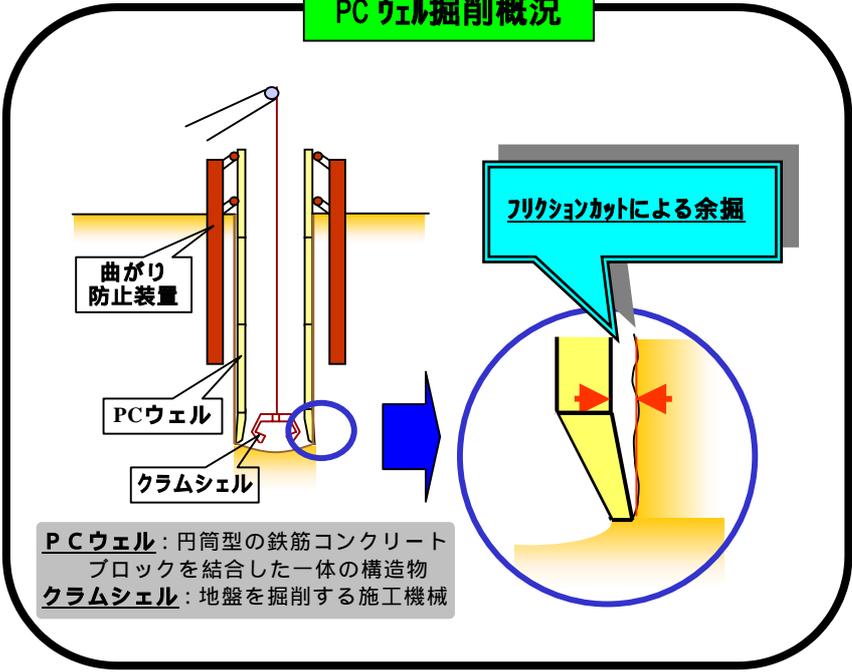
鉄塔番号	24	23	22	21
鉄塔高(m)	39.4	61.3	67.3	40.7
径間長(m)		265	466	397
基礎型	つなぎ梁付杭基礎	逆T字型杭基礎	逆T字型杭基礎	逆T字型杭基礎
設備被害	異常なし	倒壊	折損	異常なし

- ・ 香取線 22 鉄塔は、引揚げ荷重がかかった基礎が b 脚は 477mm, c 脚は 591mm 引揚げられており、根元から倒壊。
- ・ 香取線 19 鉄塔は腕金折損, 20, 21, 23 ~ 25 鉄塔は塔体の腕金下部付近から折損。
- ・ 香取線 26 鉄塔は、腕金の一部が変形。
- ・ 湖南線 23 鉄塔は倒壊, 22 鉄塔は塔体の腕金下部付近から折損。

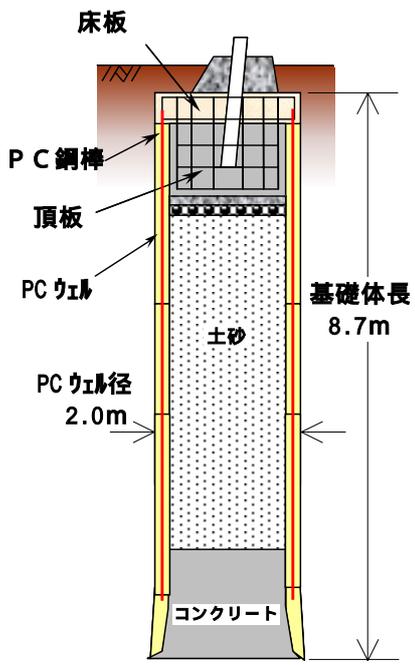
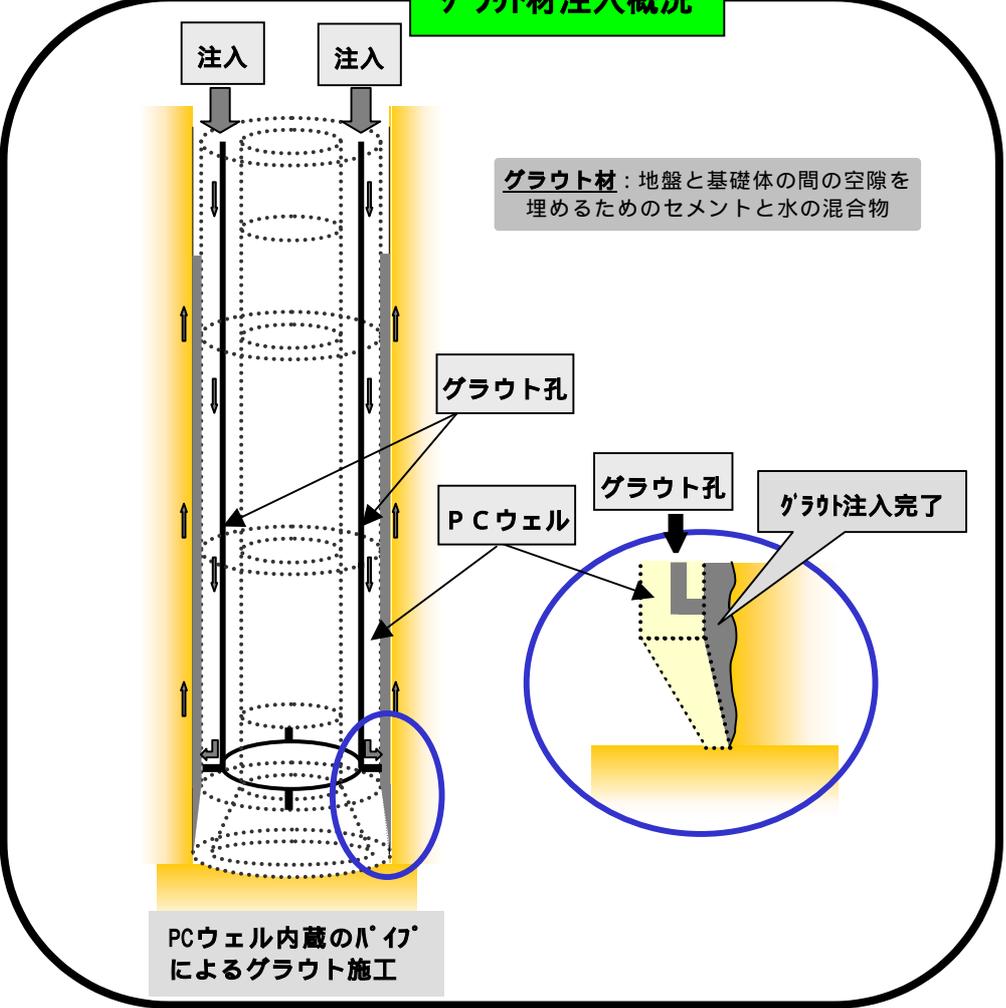
PCウェル工法を用いた井筒基礎の施工概況



PCウェル掘削概況



グラウト材注入概況



上記寸法は、香取線22鉄塔の仕様