

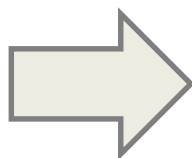
（3） 1 / 2 号機排気筒解体について

2017年6月16日

東京電力ホールディングス株式会社

1.1 1/2号機排気筒解体計画概要

- 排気筒下部が高線量であること、および現在は排気筒としての機能を有していないことから、大型クレーンを使用して上から順番に排気筒を解体し、耐震上の裕度を確保する計画としている。
- 2016.9～10月に実施した線量調査結果から、排気筒の上部は有人作業が可能な線量率であるが、作業時間を短時間にする必要があることが分かっている。(報告済み)
 - 排気筒頂部（地上120m）付近は、0.2～0.5mSv/h、地上30m付近では、0.5～1.5mSv/h程度

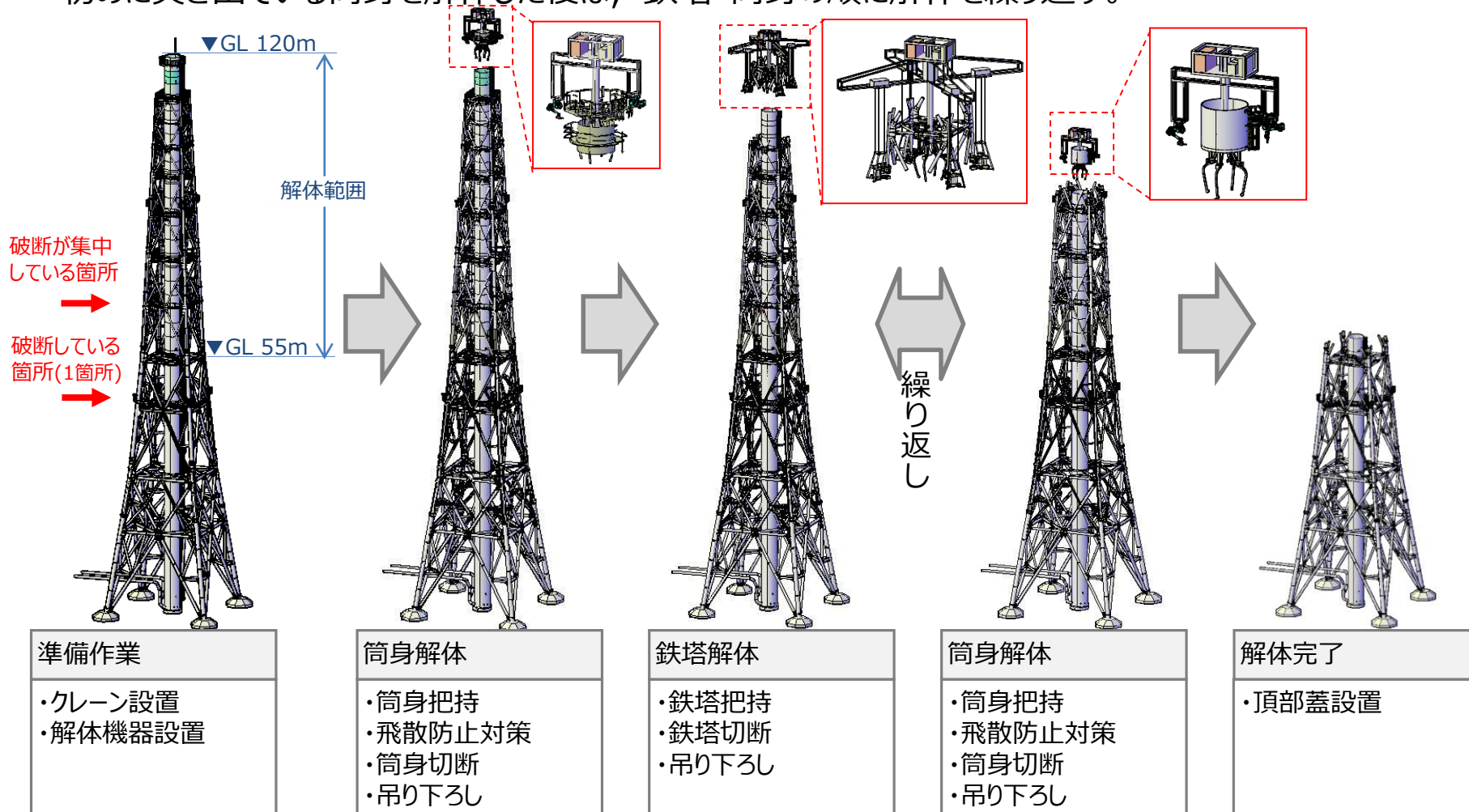


作業員被ばく低減を重視した解体を計画中

- ① 切断や揚重などの作業の省人化
- ② 工数低減のため、部材単位ではなくブロック化して解体

1.2 排気筒解体計画

- 燃料取出工事で使用する大型クレーンを使用し、筒身や鉄塔をブロック単位で解体する（約20ブロック）。
- 筒身と鉄塔のそれぞれについて、切断や把持機能を有する解体装置を使用し、省人化をはかる。
- 初めに突き出ている筒身を解体した後は、鉄塔・筒身の順に解体を繰り返す。

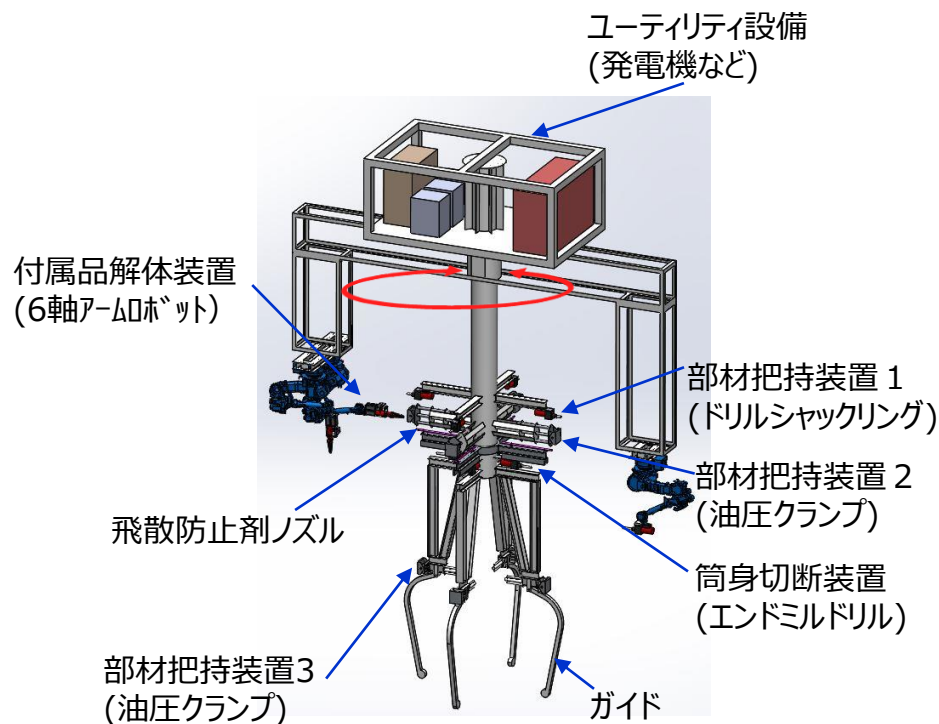


1.3 排気筒解体装置概要

■ 筒身解体装置と鉄塔解体装置の2種類を製作する。

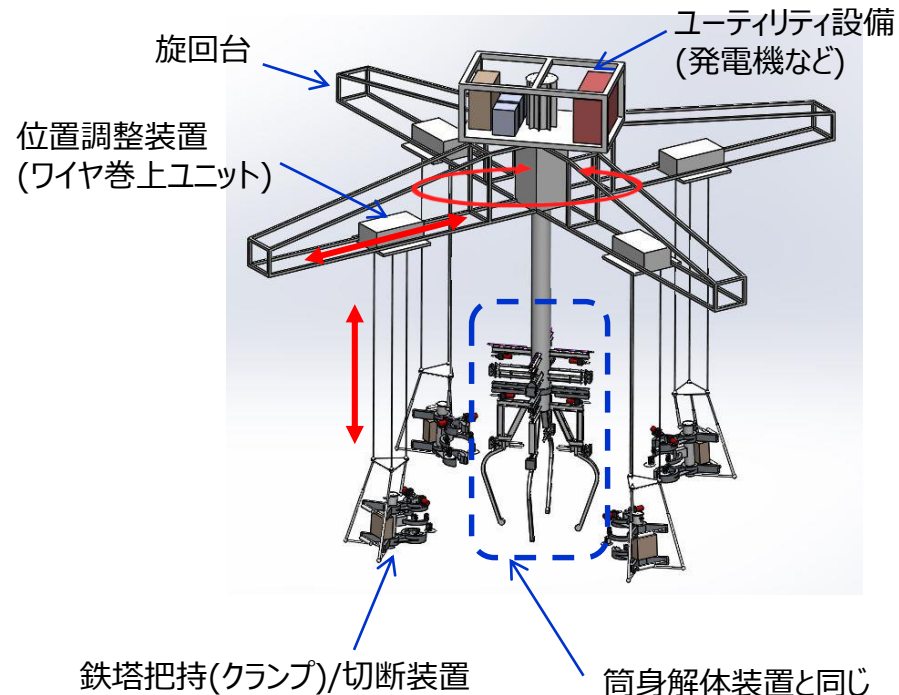
- 排気筒解体作業は無人で施工できる装置とし、クレーンにて吊り下げて使用する。
- 『切断する機能』と『部材を把持する機能』を1台で満足する装置とする。
- 装置製作期間を短縮するために、極力既存技術(汎用品)を組合せる装置構成とする。

【筒身解体装置概念図※】



【鉄塔解体装置概念図※】

鉄塔と筒身が接合している部分は、本装置を用いて一体で解体する



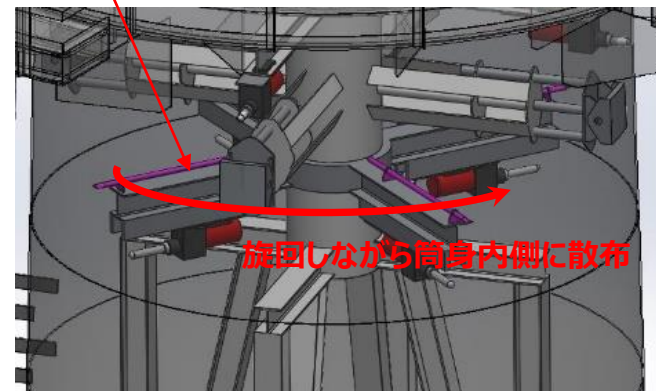
※概念検討段階の図であり、詳細設計で装置構成や形状等は変更となる可能性がある。

1.4 排気筒解体装置の検討項目

■ 設計上考慮すべき項目

- ダスト飛散に対する対応を検討する。
 - 切断前に筒身内部から飛散防止剤を散布できる装置を検討する。(右図)
 - 切断時のダストが敷地境界に与える影響を評価する。
 - 作業時のダスト監視方法を検討する。
 - なお、過去の線量測定の結果から、筒身が高濃度に汚染されている可能性は低いと想定している。
- 解体装置の電源設備や主な制御用ケーブルは2重化を検討する。
- 鋼材の切断において、噛み込みが発生した場合の対処法を検討する。
- 吊り荷落下防止のために、把持方法を多重化した装置構成とする。
- 吊り下ろした後の解体・保管方法を検討する。

飛散防止剤散布用ノズル



ダスト飛散防止対策の概念図

1.5 排気筒解体スケジュール

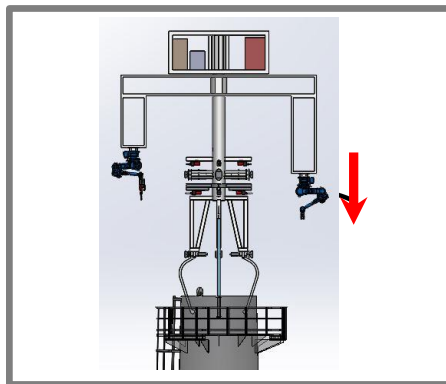
- 現在、2018年度下期の解体着手に向け、解体装置の詳細設計を実施中。
- 排気筒の解体スケジュールを短縮するために、装置組立日数の短縮やモックアップの実施内容などについて検討中。

	2017年度		2018年度		2019年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
解体装置設計	詳細設計 要素試験					
解体装置製作		装置資材(汎用品・ホット)調達 装置組立	動作確認 調整			
モックアップ	モックアップ仕様・施設計画	施設設置(許認可・資材調達・地域説明含)	モックアップ(実機試験・操作訓練)			
工事		施工計画検討		調整	排気筒解体工事	

【参考】筒身解体概念

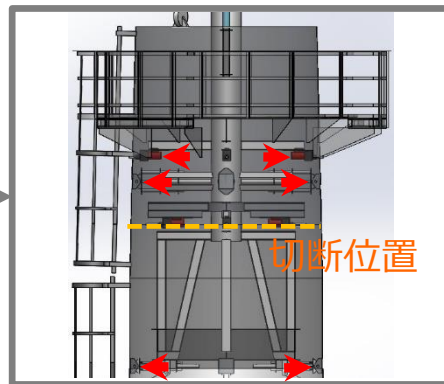
- 筒身は筒身解体装置を用いて切断する。
- 筒身に付属する電線管や梯子などは筒身に付属した状態で切断・吊り下ろしを行う。

①遠隔解体装置設置



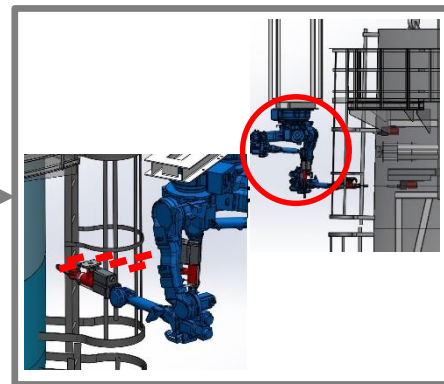
装置を筒身の上から設置

②筒身把持

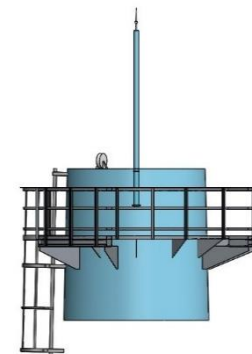


3種類の部材把持装置で筒身を把持:12箇所(3x4)

③電線管・梯子切断

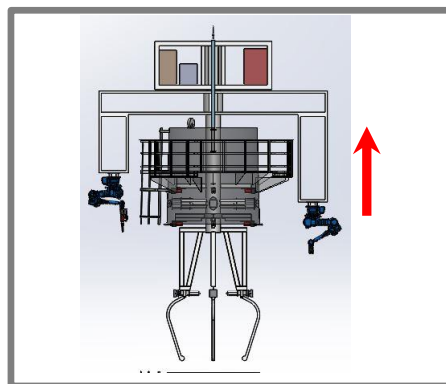


6軸アームボットで梯子等を切断



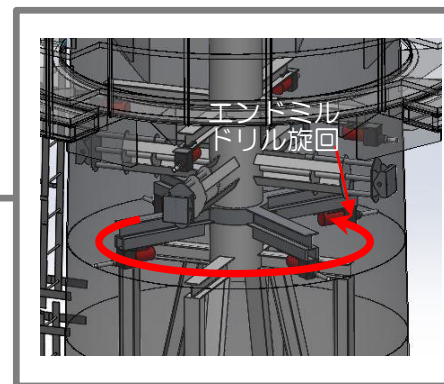
解体部材
最大重量約5t
高さ3m程度

⑥解体部材吊上げ



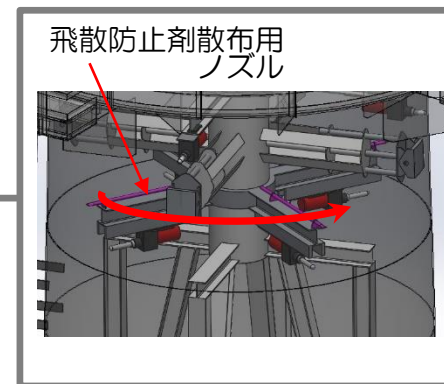
一番下の部材把持装置4箇所を解放して吊上げ

⑤筒身切削切断

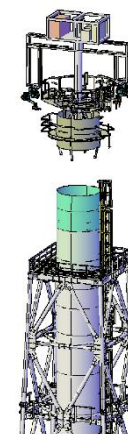


筒身内側からエンドミルドリルを使用して切削しながら切断

④飛散防止剤散布



筒身内側に飛散防止剤を散布

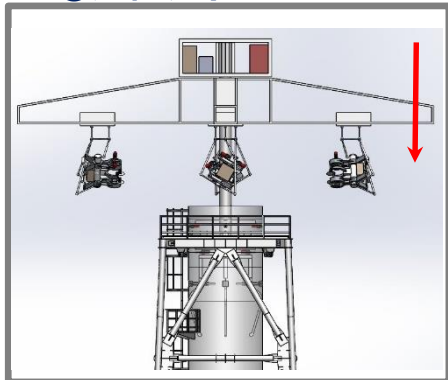


吊上げイメージ

【参考】 鉄塔切断概念 (鉄塔と筒身一体の場合)

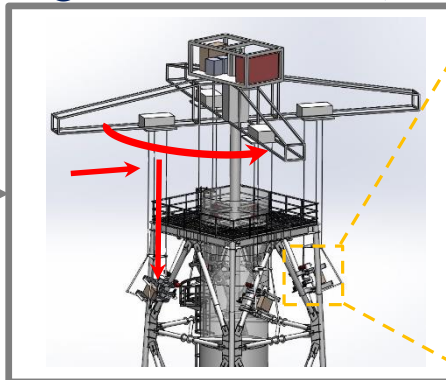
- 鉄塔は、鉄塔解体装置を用いて切断する。鉄塔と筒身が接合している部分は、鉄塔と筒身をそれぞれを切断し一体で吊り下ろす。
- 鉄塔に付属する歩廊などは鉄塔に付属した状態で切断・吊下しを行う。

①遠隔解体装置設置



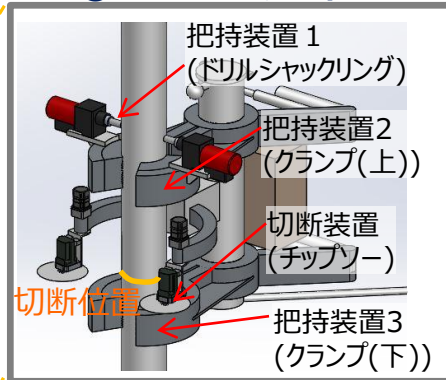
装置を上からセットする

②鉄塔斜材把持・切断



鉄塔斜材の位置に合わせて部材を把持し切断する

②把持・切断詳細



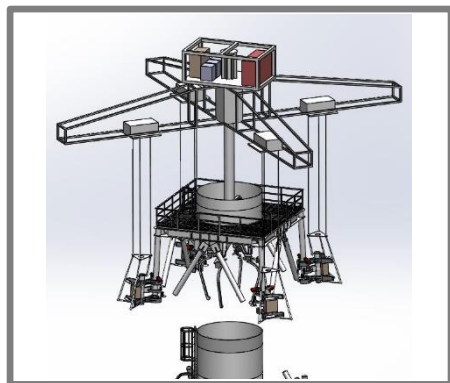
3種類の部材把持装置で筒身を把持しチップソーで切断



解体部材

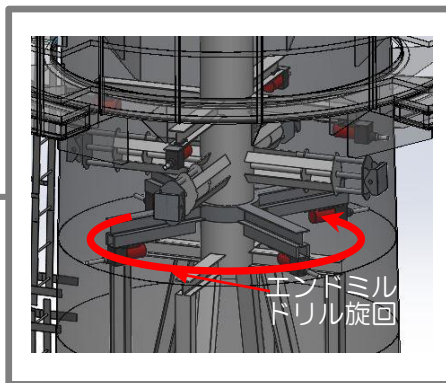
最大重量約20t
最大高さ10m程度

⑤解体物吊り出し



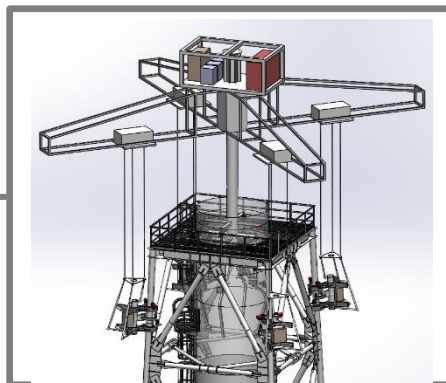
鉄塔支柱材と筒身を把持して吊上げ

④筒身切削切断



飛散防止剤を散布し、筒身を切断(前頁同様)

③鉄塔支柱材把持・切断



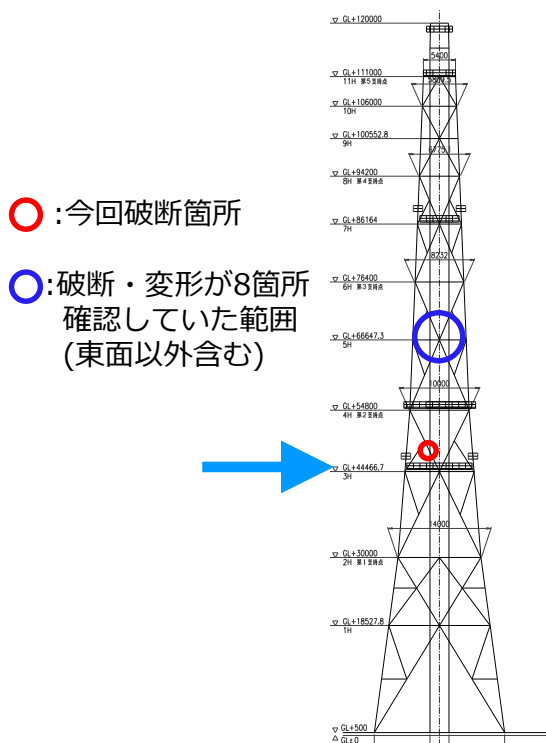
鉄塔支柱材の位置に合わせて部材を把持し切断する



鉄塔単体の解体ブロック例
※鉄塔単体の場合も同じ装置を使用

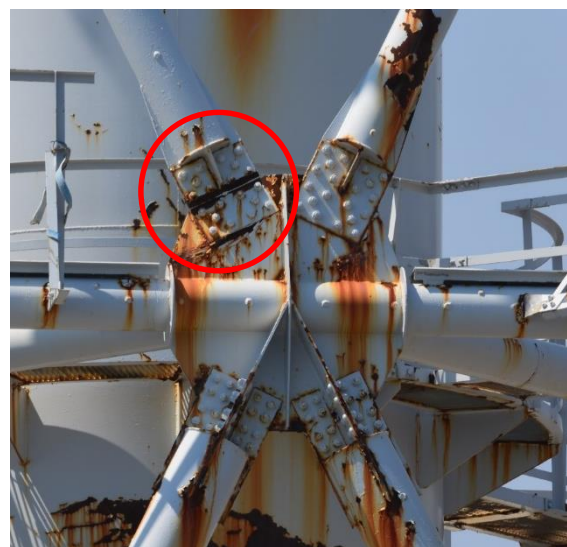
2.1 1/2号機排気筒点検について

- これまでの点検により地上66m付近に8か所の破断・変形箇所を確認していたが、東面の地上約50m以下は、タービン建屋との干渉により詳細な点検が出来ていなかった。
- 作業環境の改善により1/2号機タービン建屋屋上からの点検が可能となったため、社外からの指摘も踏まえ、4月6日に東面の地上約50m以下の点検を実施した。
- その結果、東面45m付近において斜材接合部の1か所に新たな破断箇所を確認した。
- 今回新たに確認した破断箇所を踏まえた耐震安全性の再評価を実施し、基準地震動Ss-1について評価結果を報告するものである。



写真撮影位置(東面立面)

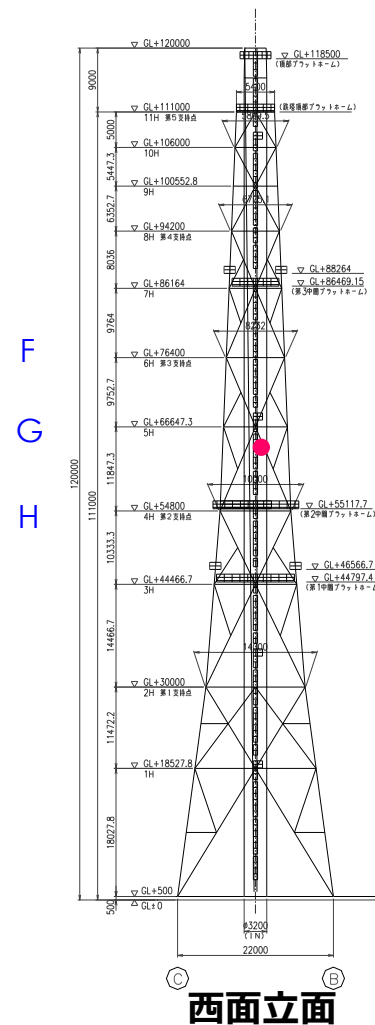
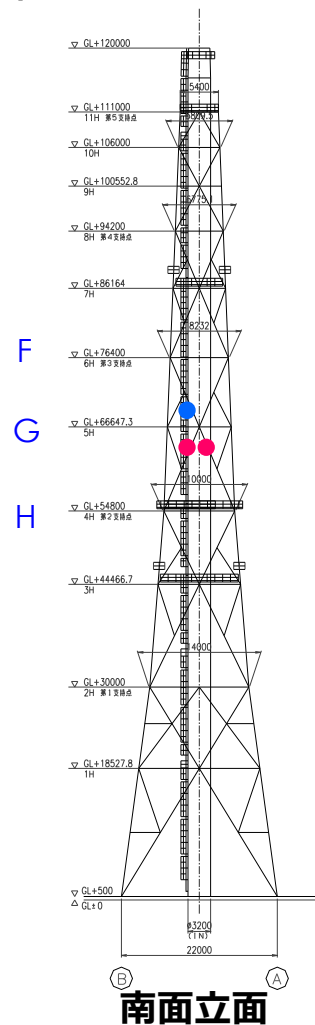
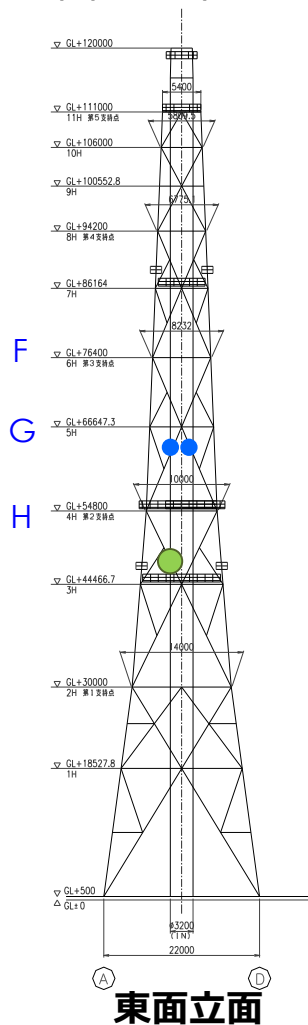
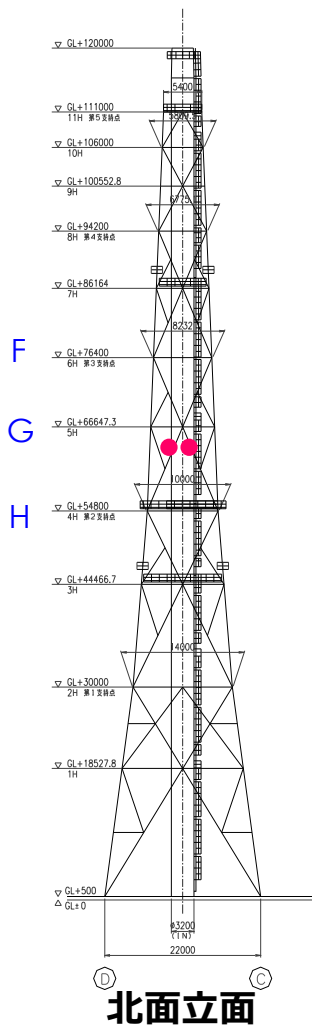
○: 破断箇所
GL+45m(O.P.+55m) 付近の斜材接合部



東面(GL+45m付近)

2.2 点検結果のまとめ

- 破断箇所：5箇所（北面：2箇所 南面：2箇所 西面：1箇所）
- 変形箇所：3箇所（東面：2箇所 南面：1箇所）
- 今回確認した破断箇所：1箇所（東面：1箇所）



2.3 解析概要

- 1/2号機排気筒については、2013年10月7日に、9本の斜材（FG間：1部材，GH間：8部材※，右図の青色）を取り除いた解析モデルで地震応答解析を実施し，耐震安全性が確保されていることを確認している。

※GH間については、破断および変形が確認された斜材は7本であるが、解析ではGH間に存在する残りの1本も取り除いている。

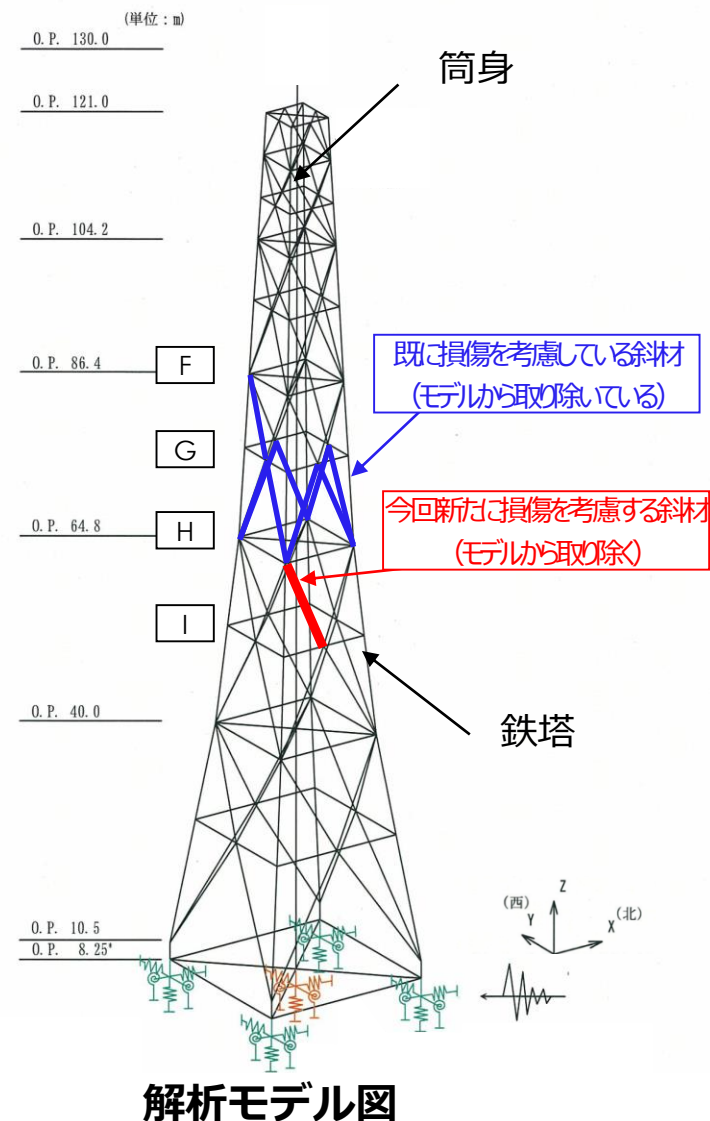
- 今回、2017年4月6日の点検結果を反映し，新たにH-I間の1本の斜材（合計10本，右図の赤色）を取り除いた解析モデルで地震応答解析を実施し，耐震安全性の再評価を実施した。

- 対象地震

基準地震動Ss-1（水平450Gal 鉛直300Gal）

- 評価対象

鉄塔（支柱材，斜材，水平材），筒身，基礎部



2.4 評価結果① 鉄塔および筒身

- 1/2号機排気筒の耐震安全性評価では、以下の手順で倒壊の可能性を評価している。
 - ① 各部材について、弾性限界に対する評価を実施
 - ② 弾性限界を超える部材について、塑性設計手法のひとつである全塑性モーメント※に対する評価を実施
- 今回、支柱材の一部で弾性限界を超えるものの、全塑性モーメント以下であるため、倒壊に至らないことを確認した。なお、斜材、水平材、筒身は弾性範囲内であることを確認した。

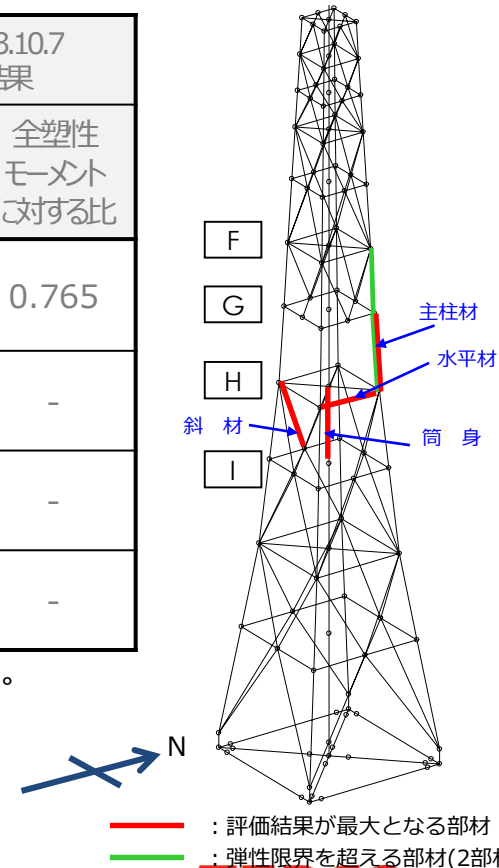
箇所	部材	発生応力		評価結果				【参考】2013.10.7 の評価結果	
		N(kN)	M(kNm)	弾性限界 に対する比	全塑性 モーメント に対する比	判定		弾性限界 に対する比	全塑性 モーメント に対する比
鉄塔	支柱材	3,161	281	1.079	0.851	≤ 1	OK	0.981	0.765
	斜材	1,135	-	0.923	-	≤ 1	OK	0.687	-
	水平材	159	-	0.161	-	≤ 1	OK	0.148	-
筒身		1,096	10,448	0.784	-	≤ 1	OK	0.769	-

※ 全塑性モーメントとは、対象部材の全断面が塑性化（降伏状態となる）するモーメントのことである。

【鋼構造塑性設計指針（日本建築学会）】

なお、当該柱の全断面が塑性化したからといって、直ちに排気筒が倒壊するものではない。

鋼構造塑性設計指針：きわめてまれに起こる地震などに対して、構造物が倒壊しないことを保証する設計手法であり、構造物の塑性挙動を考慮に入れた設計手法。



2.5 評価結果② 基礎部

- 基礎部の支持力については発生応力が評価基準値以内であることを確認した。

鉛直支持力等の確認（鉄塔部）

検討項目	発生応力	評価基準値 (抵抗力)	検定比 (発生応力/評価基準値)	判定	
				≤1	OK
全体引抜き力の確認 (kN/脚)	788 (最大引抜き力)	3,911 (ピア基礎重量)	0.202	≤1	OK
支持力の確認 (kN/m ²)	1,134 (最大圧縮力)	3,923※ (短期許容鉛直支持力)	0.290	≤1	OK

鉛直支持力等の確認（筒身部）

検討項目	発生応力	評価基準値 (抵抗力)	検定比 (発生応力/評価基準値)	判定	
				≤1	OK
全体引抜き力の確認 (kN/脚)	引抜き力は 生じない	—	—	—	OK
支持力の確認 (kN/m ²)	306 (最大圧縮力)	3,923※ (短期許容鉛直支持力)	0.079	≤1	OK

※ 短期許容鉛直支持力については、建設時第4回工事計画認可申請書に基づき設定。

2.6 評価結果のまとめ

- 2017年4月6日の点検結果を反映し、新たにH-I間の1本の斜材を取り除いた解析モデルで地震応答解析を実施し、耐震安全性の再評価を実施した。
- 再評価の結果、1/2号機排気筒については、基準地震動 Ss-1に対し、倒壊には至らないことを確認した。
- 引き続き、基準地震動Ss-2,3について耐震安全性の再評価を実施する。

【参考】1/2号機排気筒の概要

- 本排気筒は、高さ120.0m、内径3.2mの筒身を鋼管四角形鉄塔で支えた鉄塔支持型共用排気筒である。
- 鉄塔部は主に支柱材、斜材、水平材により構成されている。

■ 筒身

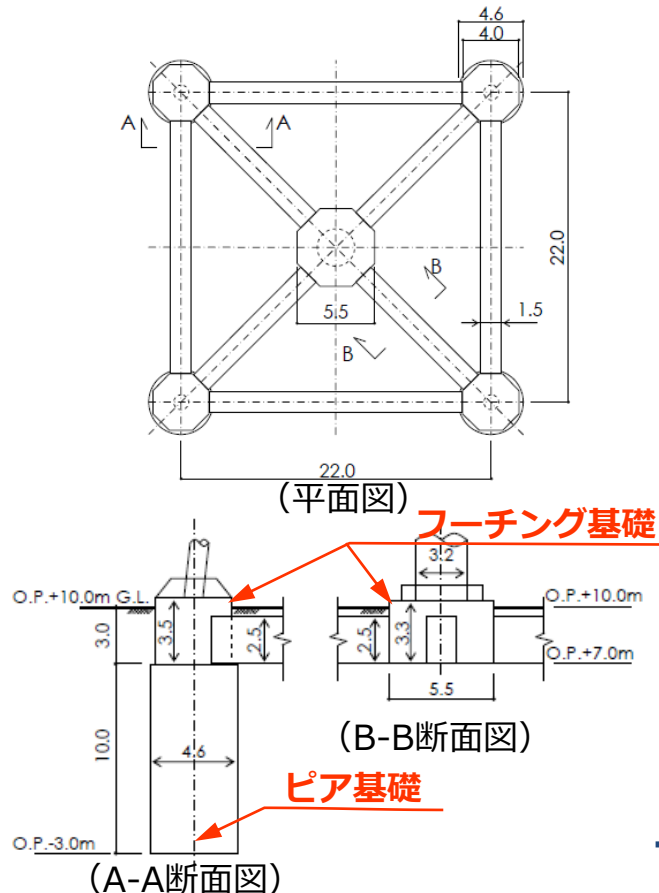
- 地上高さ：120m
- 筒身内径：φ3.2m

■ 鉄塔

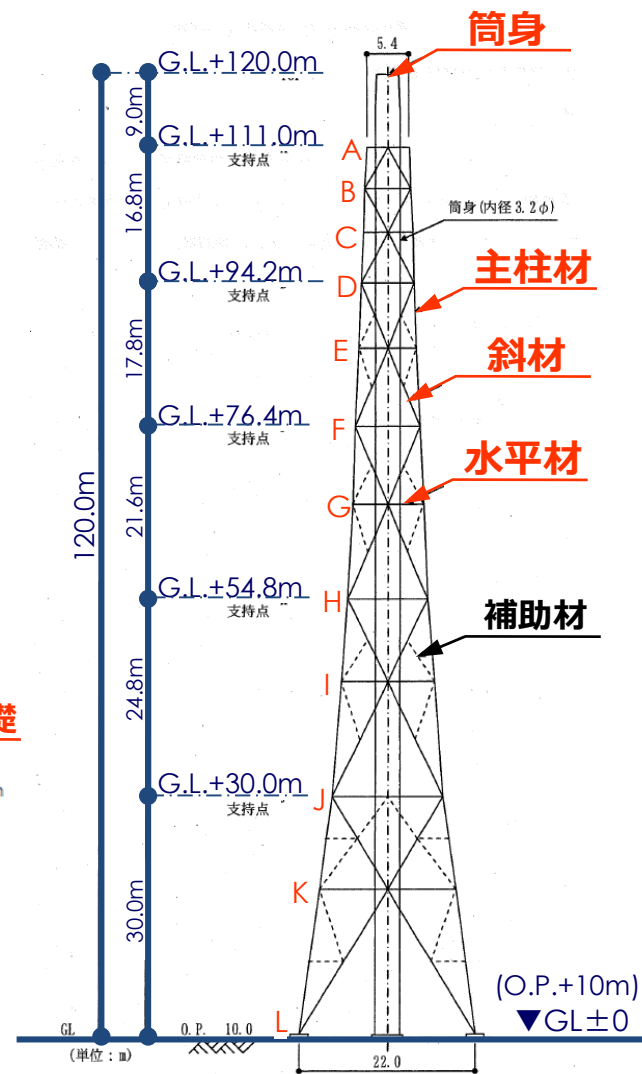
- 高さ：111m
- 鉄塔幅：5.4m（頂部），
22.0m（脚部）

■ 基礎

- 筒身部
フーチング基礎
- 鉄塔部
フーチング基礎+ピア基礎
ピア基礎径：φ4.6m
ピア基礎長：約10m



基礎部概要図



地上部概要図

※ピア基礎とは…

構造物の荷重を地盤に伝えるための柱状の基礎。