

福島県沖地震で停止した主要な発電所の被害状況について

2 0 2 2 年 4 月 2 2 日
東 北 電 力 株 式 会 社

1. 福島県沖地震の概要
2. 被害を受けた主要な発電所の概要
3. 原町火力 1・2 号機および揚炭機の被害状況
4. 仙台火力 4 号機の被害状況
5. 新仙台火力 3 – 1 号機の不具合状況
6. 水力発電設備の点検・被害状況
7. 過去地震との比較
8. まとめ
9. 参考

1. 福島県沖地震の概要

p2

- 2022年3月16日（水）福島県を震源とする最大震度6強の地震が発生
- 最大30cm程度の津波を観測したものの、津波影響・液状化現象など地震の揺れによる二次的被害は無かった

（1）震源地近傍の火力発電所状況

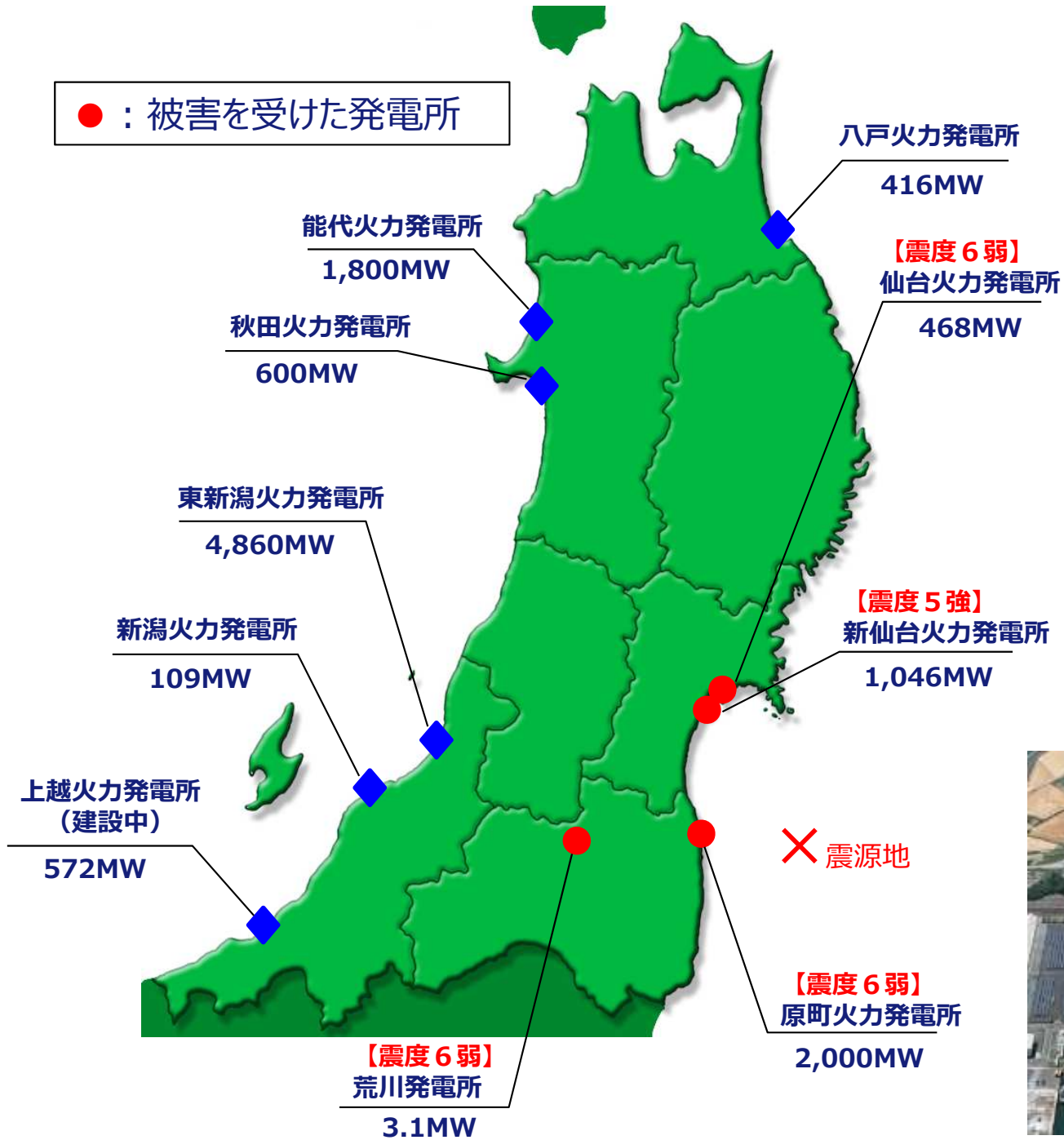
発電所	ユニット	震度	状況	復旧時期
原町火力発電所	1号	6弱	タービン軸振動大による自動停止 (停止後に確認した結果、ボイラー内部の配管に一部変形あり。 水圧試験結果、異常なし。配管支持装置等の補修を実施する。)	5月10日 (予定)
	2号		停止中（定期点検：3月5日～7月3日） (ボイラー内部の配管に一部損傷・変形があったため、補修を実施する。)	当初計画より10日 遅れの7月13日 (予定)
仙台火力発電所	4号	6弱	停止中（予防保全点検：3月3日～4月9日） (蒸気タービン軸受台グラウト部の亀裂を確認したため、補修を実施。 試運転時、蒸気タービン軸受箱の摺動性不良を確認。)	未定
新仙台火力発電所	3-1号	5強	タービン軸振動大による自動停止 (地震被害はなく、翌3月17日起動するも中圧タービンバイパス弁の 動作不良により、ユニット停止し分解点検を実施。)	3月25日
	3-2号		タービン軸振動大による自動停止 (地震被害はなし。)	3月17日

（2）震源地近傍の水力発電所状況

発電所	震度	状況	復旧時期
荒川発電所	6弱	停止中（水車発電機細密点検他： 2021年9月13日～2022年3月25日） (被災時は水車発電機の有水試験実施に向け、水路を充水中で あったため、水槽からの漏水が確認された。)	当初計画より2ヶ月 遅れの5月下旬 (予定)
水力発電所25箇所	6弱以下	系統事故波及※ ¹ などにより停止	3月17日

※ 1：連系している送電線（送配電会社設備）の停止などに伴い、発電した電気を送電することができず発電停止したもの。

2. 被害を受けた主要な発電所の概要



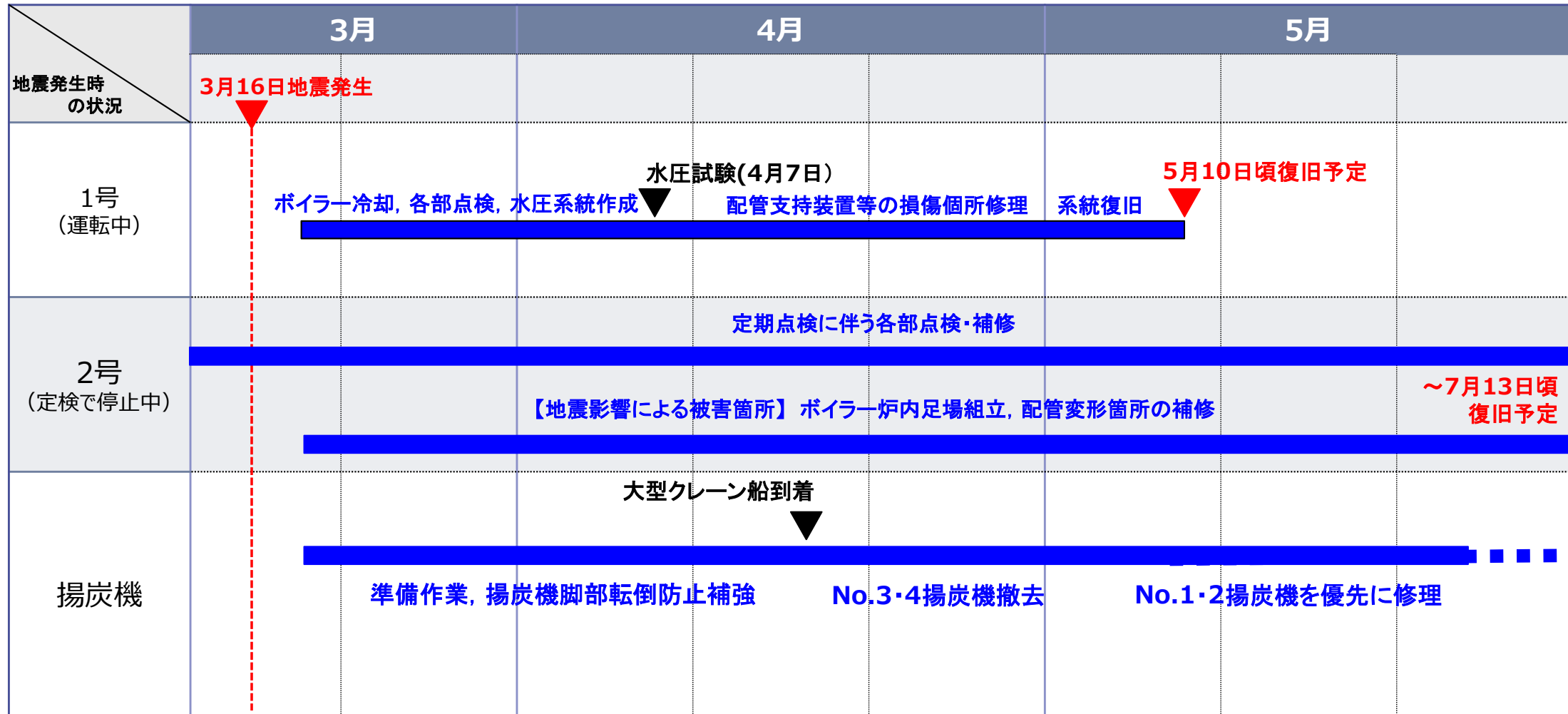
3. 原町火力 1・2号機および揚炭機の被害状況

設備	地震時の状況，被害および点検状況	復旧時期
1号	【地震時の状況】 ● 運転中：タービン軸振動大により自動停止 【被害状況】 ● ボイラー内部の配管に変形あり（火炉上部吊下げ管，後部伝熱部の配管など） 【点検状況】 ● ボイラー水圧試験結果，異常なし。今後，配管支持装置等の補修を実施する	<u>5月10日</u> <u>（予定）</u>
2号	【地震時の状況】 ● 停止中：定期点検（3月5日～7月3日） 【被害状況】 ● ボイラー内部の配管に一部の損傷・変形あり（副側壁管など） 【点検状況】 ● 損傷・変形箇所の補修作業を行い，復旧する見通し	<u>当初計画より</u> <u>10日遅れの</u> <u>7月13日</u> <u>（予定）</u>
【共通】 揚炭機	【被害状況】 ● 揚炭機脚部の変形・脱輪，レールの損傷あり（No.2～4），レールの一部変形（No.1） 【点検状況】 ● 全4台ある揚炭機の損傷程度を比較し，被害軽度のNo.1・2揚炭機を優先復旧する方針 ● 発電設備を2台運転するために必要な最低台数（2台）について，ボイラー等発電設備の復旧時期を踏まえ，順次復旧していく	<u>1・2号機の</u> <u>復旧に合わせ</u> <u>順次復旧</u>

3. 原町火力 1・2号機および揚炭機の被害状況

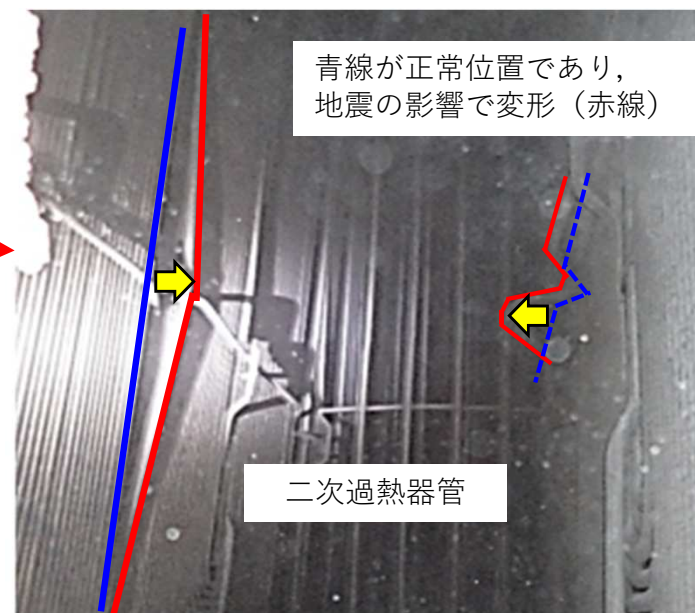
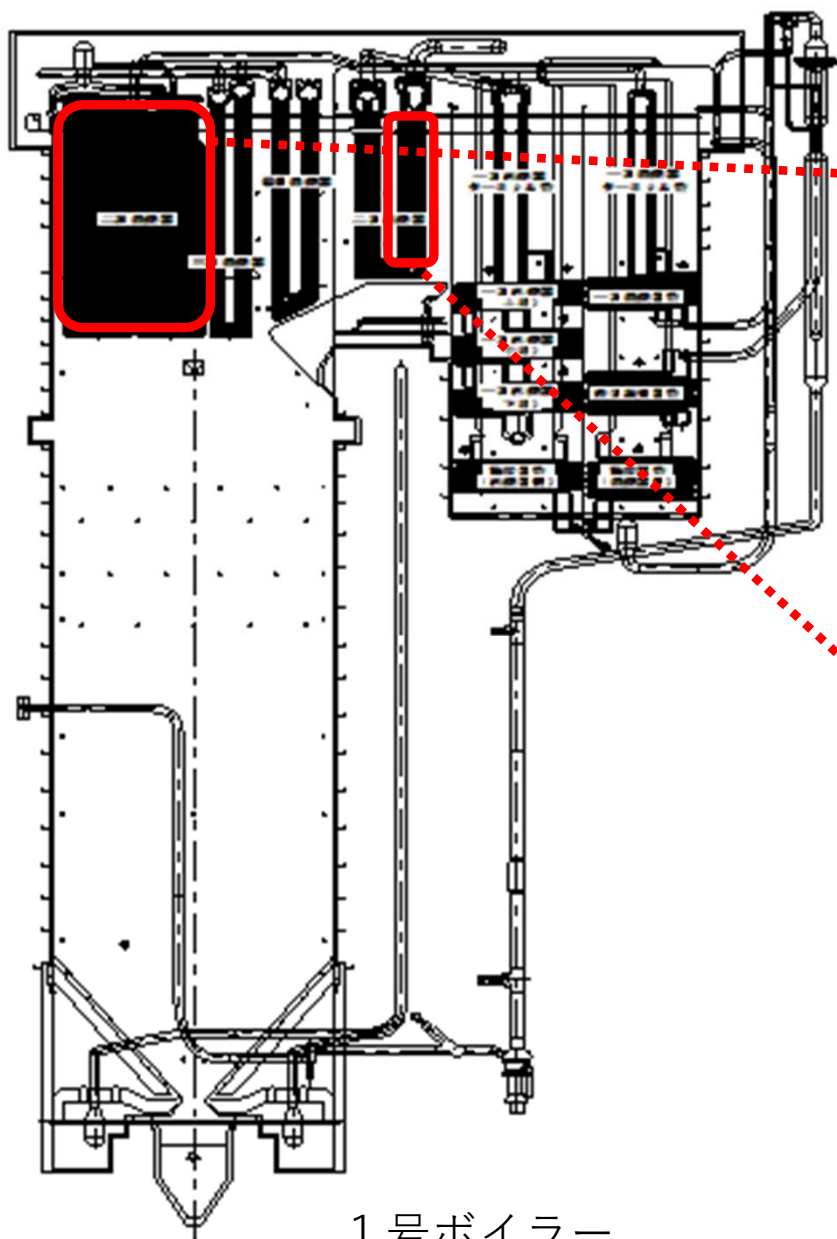
p5

【工事工程】



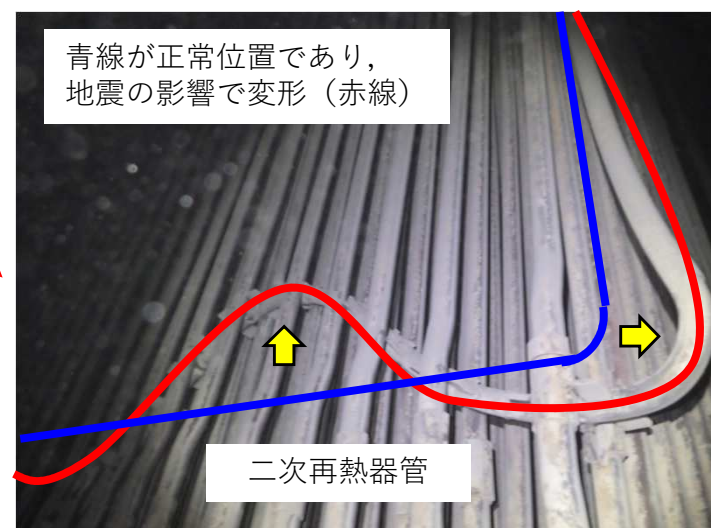
3. 原町火力 1・2 号機および揚炭機の被害状況

【1 号ボイラー炉内点検状況：二次過熱器管およびガードリング管の変形，二次再熱器周辺配管変形】



二次過熱器ガードリング管※変形状況

※過熱器管を整え，左右の揺れを抑制させるための管



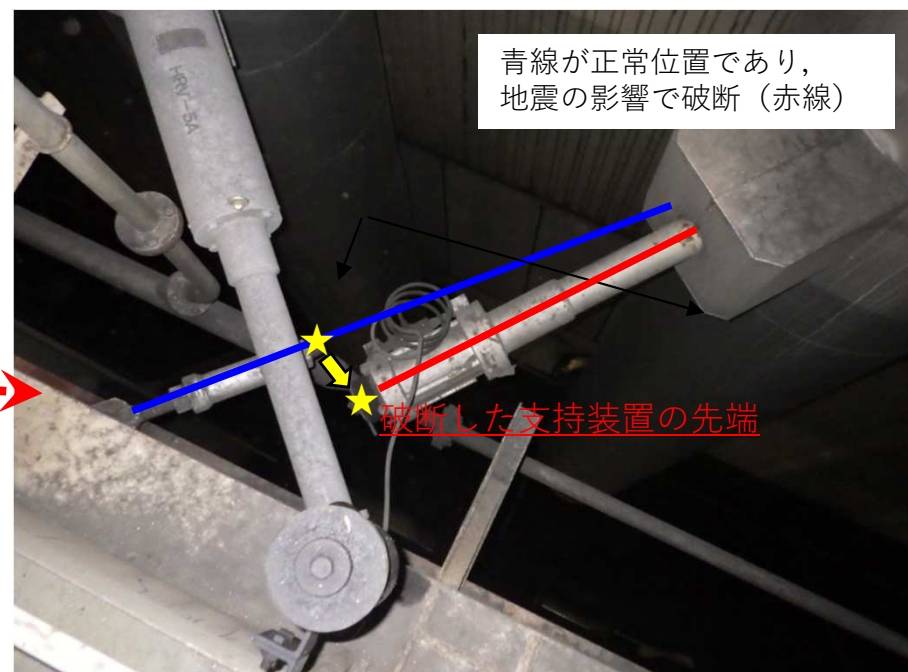
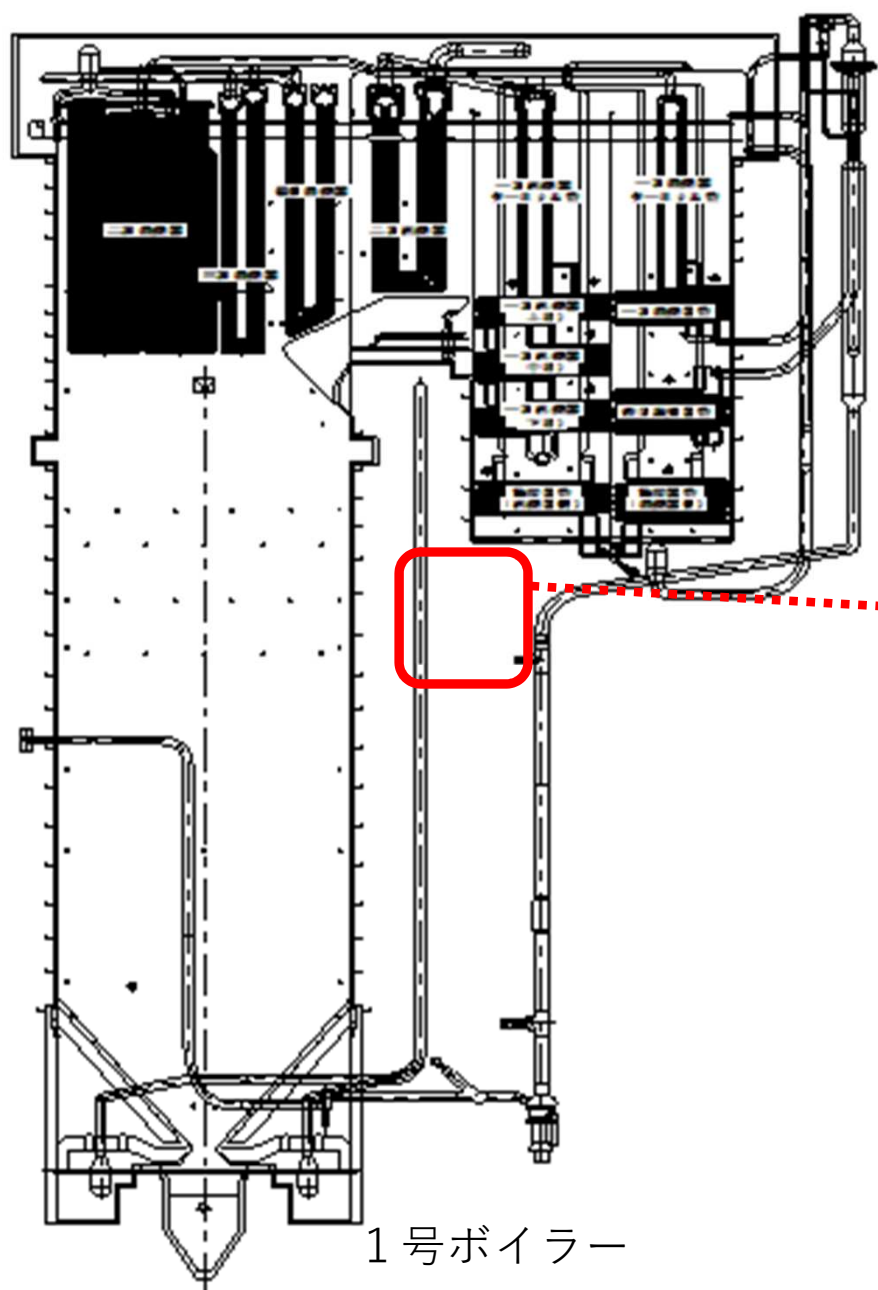
二次再熱器クリーニングスペーサー管※変形状況

※再熱器管の間隔を整列させるための管

3. 原町火力 1・2号機および揚炭機の被害状況

p7

【1号ボイラー周辺設備点検状況：配管支持装置破損】



配管油圧防振器の破断状況

3. 原町火力 1・2号機および揚炭機の被害状況

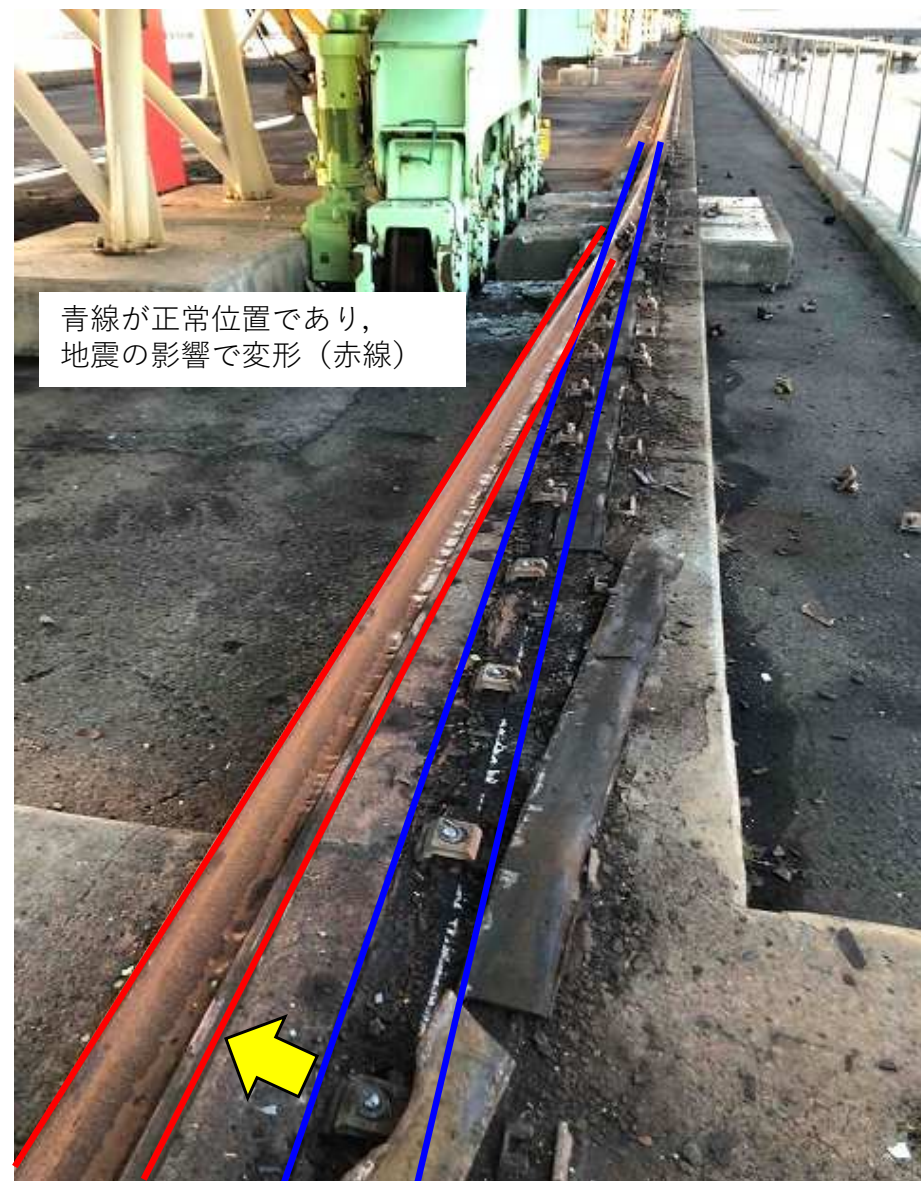
p8

【揚炭機被害状況：No.4アンローダー走行レール損傷】

※No.2・3揚炭機も同様の損傷状況，No.1はレールの浮上がり・変形程度で軽傷



揚炭機脚部損傷状況



揚炭機脱輪・レール損傷状況

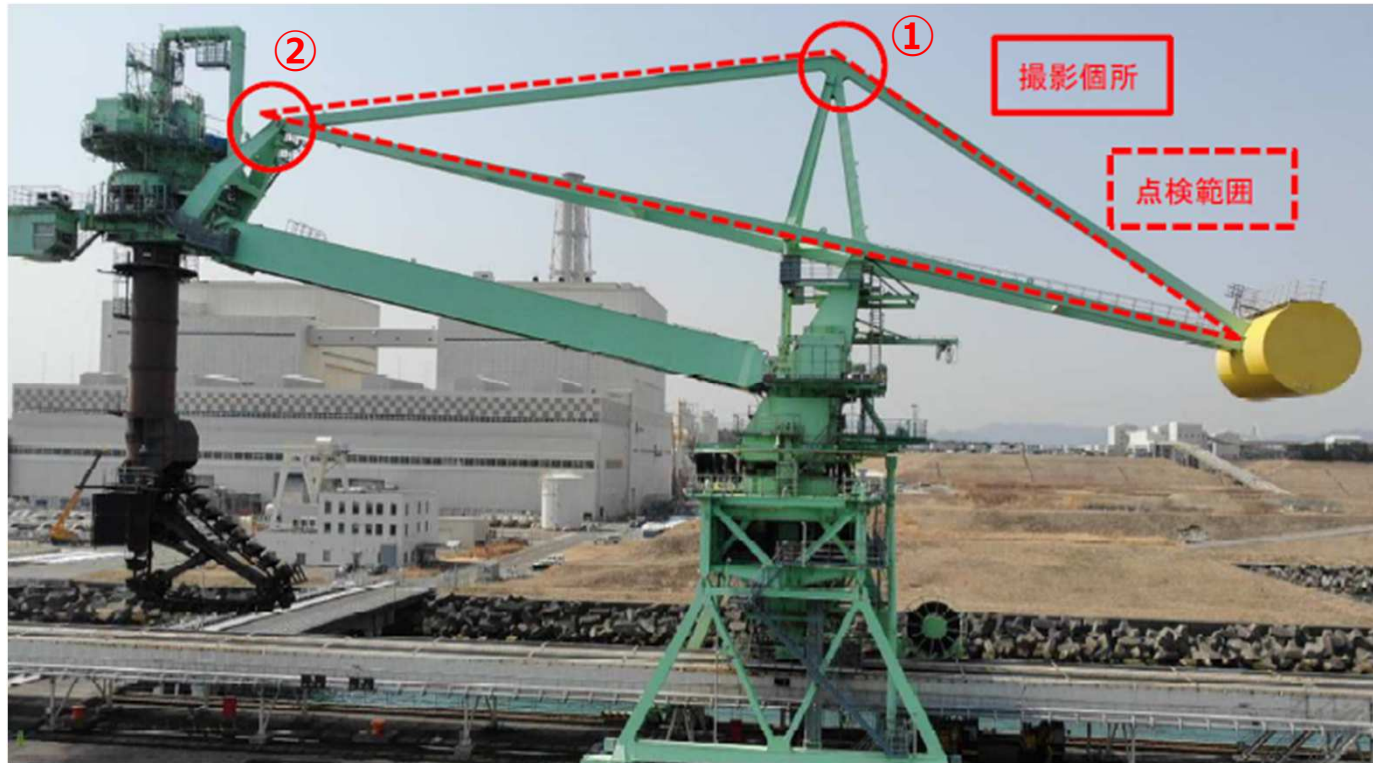
3. 原町火力 1・2号機および揚炭機の被害状況

p9

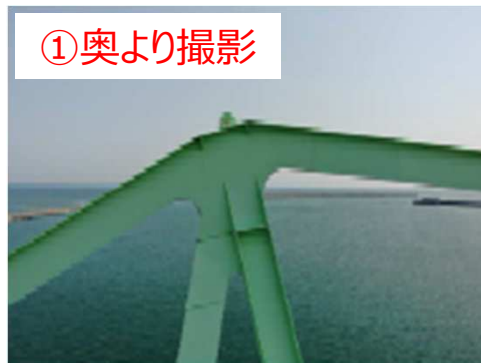
【スマート保安を活用した被害調査の状況：揚炭機上部（写真○部）をドローンにて撮影】

容易に近づけない上部の状況をドローンにて確認し、亀裂・変形等地震被害がないことを確認した。

足場組立（10日～2週間程度必要）後の外観点検と比較すると、ドローンによる外観点検で早期の調査完了が可能となった。



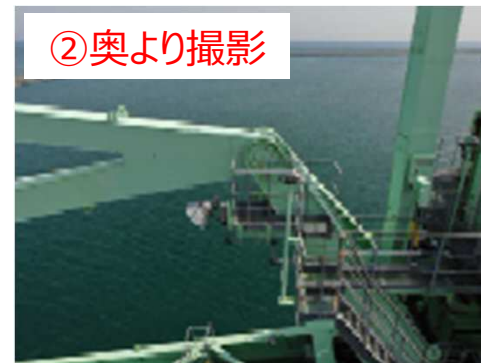
揚炭機全景
No.1～4揚炭機全台
ドローン点検を実施



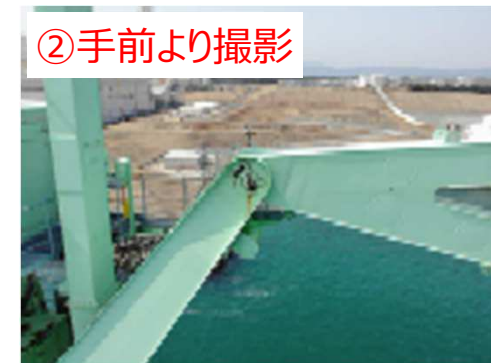
①奥より撮影



①手前より撮影



②奥より撮影

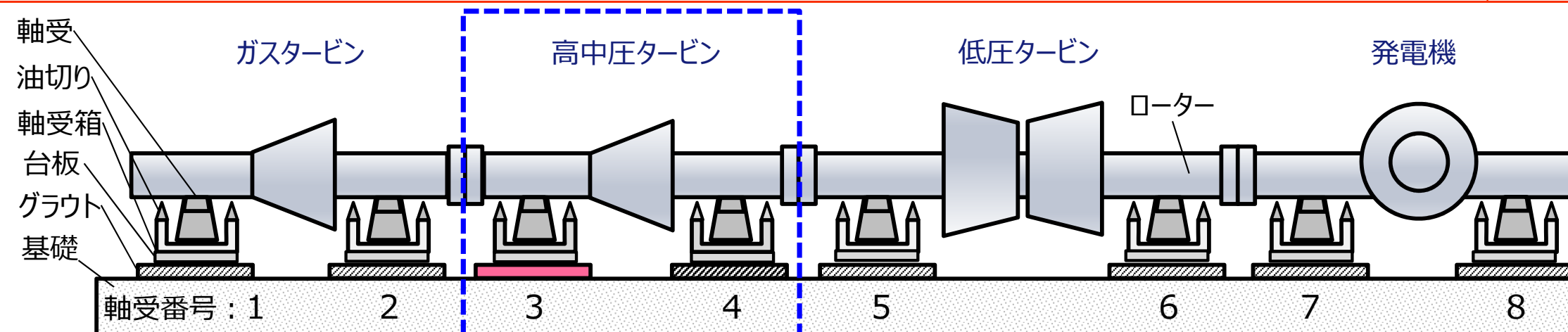


②手前より撮影

設備	地震時の状況，被害および補修状況	復旧時期
4 号	【地震時の状況】 ● 停止中：予防保全点検（3月3日～4月9日） 【被害状況】 ● 蒸気タービン第3軸受台グラウト部の亀裂を確認 ● 試運転時（4月7日）に蒸気タービン第4軸受箱の摺動性不良を確認し，発電を停止 【補修状況】 ● 蒸気タービン第 3 軸受台グラウト部亀裂個所の補修実施 ● 4月7日より再度停止し，蒸気タービンを分解後に第4軸受箱等の補修を実施予定	未定
	【補足情報】 <u>エンクロージャー換気ファン</u> ● 予防保全点検期間で分解点検を実施しており，ファン本体・電動機は取り外されている状況。シート養生，固縛による転倒防止措置を施しており，地震影響による転倒・損傷などの被害はなかった。 ※2021.2.13福島県沖地震によって，ファン本体・電動機の転倒やダクトの変形，建屋貫通部側壁仕上材の破損があり，建築・機械設備両面で地震対策（ダクト支持箇所の変更・追加，据付ボルト強度向上，伸縮継手仕様変更）を実施済み。	

4. 仙台火力 4号機の被害状況

p11



【蒸気タービン第3軸受台グラウト部の割れ状況】

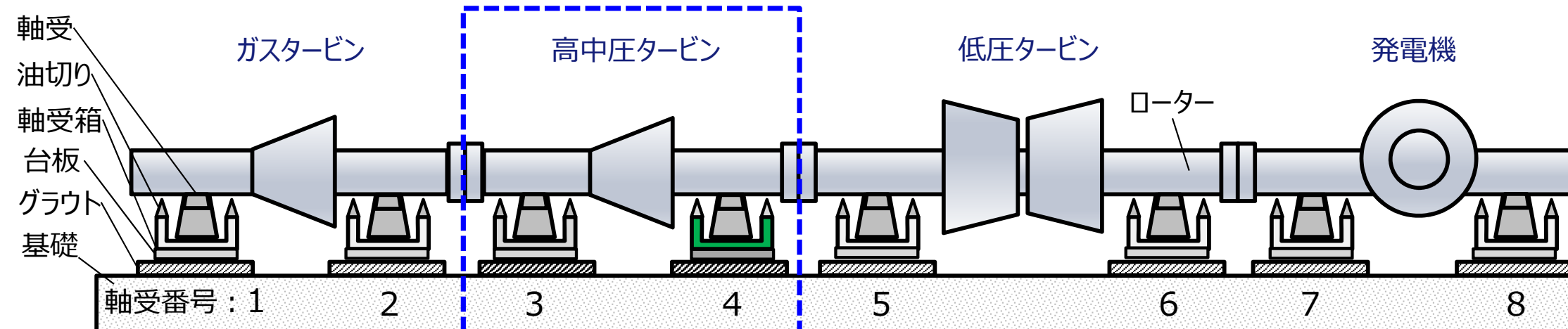
グラウト部の割れは表面のみであり、深部の埋込金物の変形はないものと推定される。表面をはつり、グラウト補修を行っている。（前回地震時の割れ状況と大差なし）



上図，蒸気タービン
第3軸受台グラウト部
割れ写真

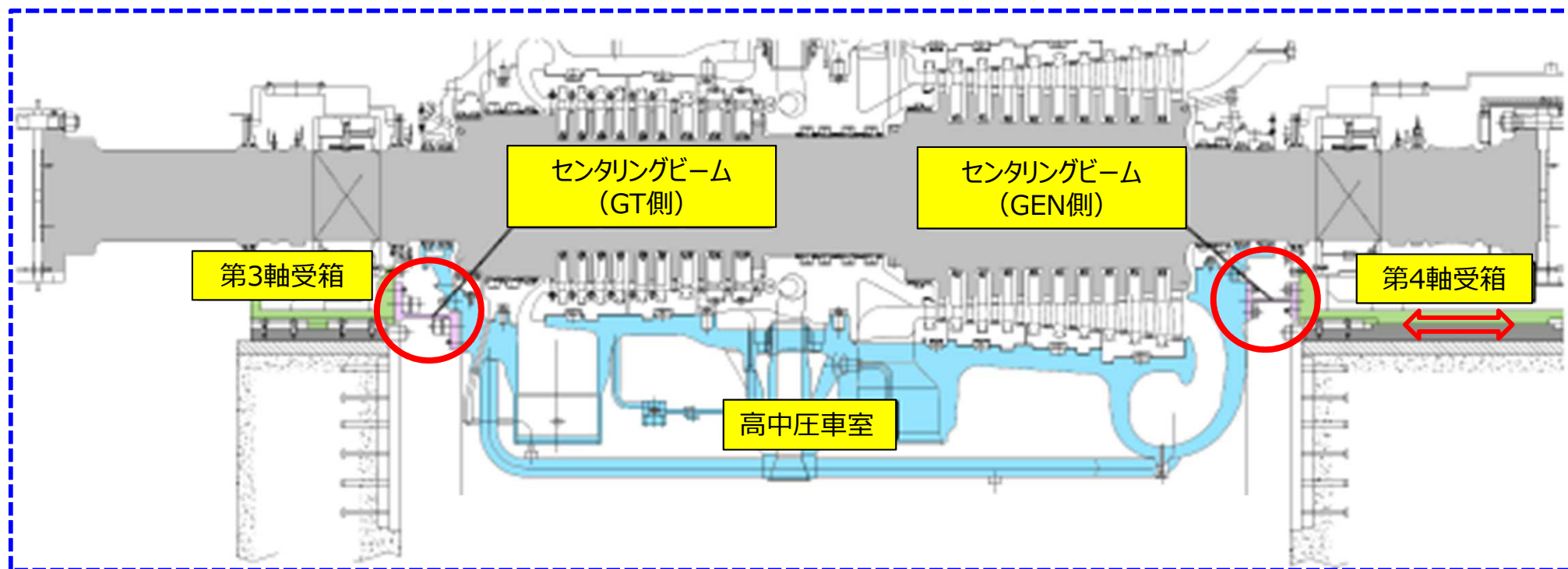
4. 仙台火力 4号機の被害状況

p12



【蒸気タービン第4軸受箱摺動性不良の状況】

本来、高中圧車室（下図水色）の熱伸びが第4軸受箱（下図緑色）に伝達され摺動する個所が、拘束されている。軸受箱摺動面の固着やセンタリングビーム（下図桃色）の変形が生じていると推定。



4. 仙台火力 4号機の被害状況

【エンクロージャー換気ファン状況：地震被害なし】

今回の地震発生時、仙台火力 4号は予防保全点検中によりユニット停止しており、エンクロージャー換気ファンは分解点検中（写真1のシート養生部）であった。転倒防止措置もしており、転倒被害はなし。ダクトの変形や建屋貫通部側壁仕上材の破損もなかった。

＜参考＞昨年発生した福島県沖地震（2021.2.13）では、ファン・電動機の転倒やダクトの変形、建屋貫通部側壁仕上材の破損があった。（写真2）

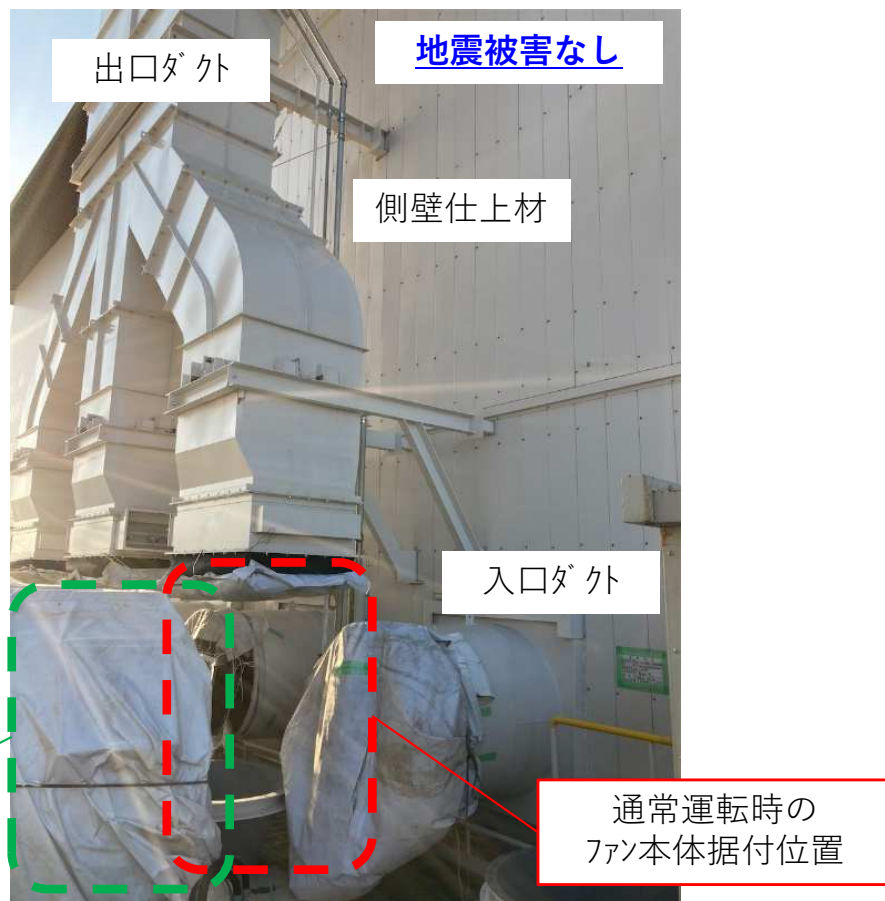


写真1：今回の地震発生後の状況



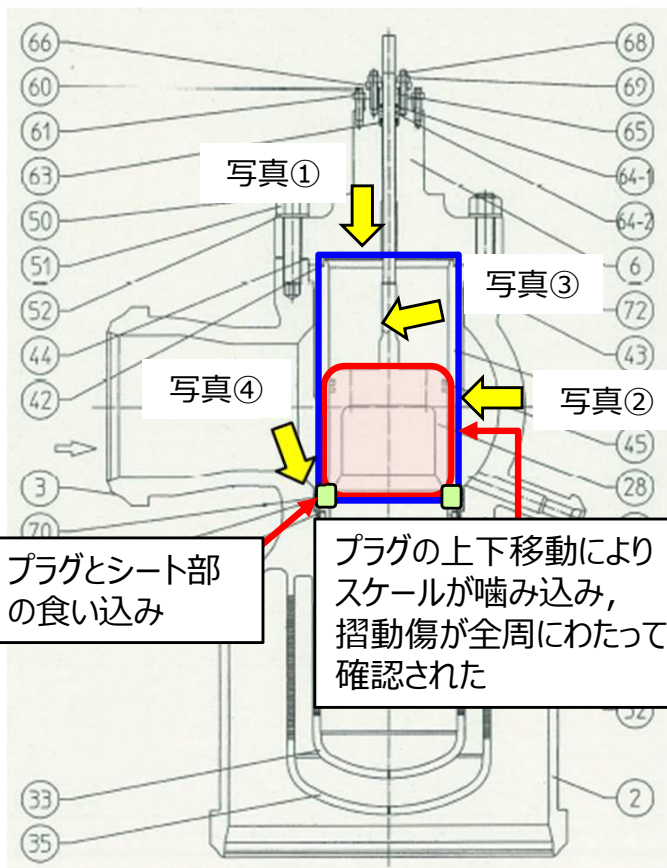
写真2：2021.2.13福島県沖地震での転倒状況

設備	地震時の状況，不具合および補修状況	復旧時期
3-1号	【地震時の状況】 ● 運転中：タービン軸振動大により自動停止 ● 地震による被害はなく，3月17日に再度起動したものの，中圧タービンバイパス弁の開閉不良が発生したため，同日中に保安停止（補修のための計画的な停止）をしたもの 【不具合状況】 ● 中圧タービンバイパス弁のスケール噛み込みによる開閉動作不良を確認 【補修状況】 ● 中圧タービンバイパス弁分解点検し，部品交換を実施 【再発防止策】 ● 点検周期の見直し（3年⇒1.5年） ※スケールの堆積量低減を目的 【早期復旧に向けた対策】 ● 弁分解点検用消耗品の常備（予備品（弁主要構成品）は保有済み）	<u>3月25日</u> <u>発電再開</u>

5. 新仙台火力3 - 1号機の不具合状況

p15

【中圧タービンバイパス弁不具合状況】



写真①

写真③

写真④

写真②

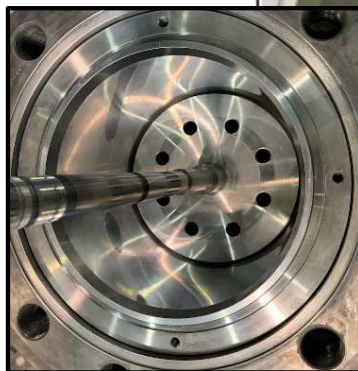
プラグとシート部の食い込み

プラグの上下移動により
スケールが噛み込み、
摺動傷が全周にわたって
確認された

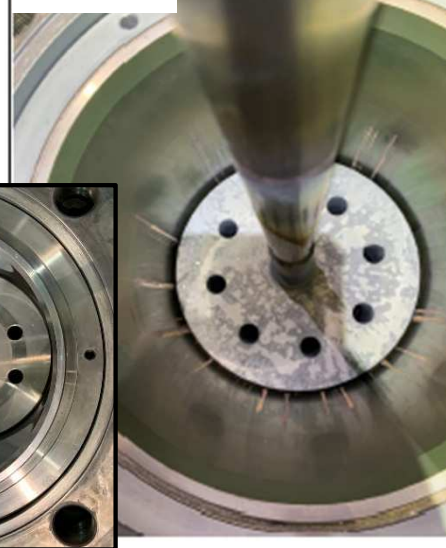
弁構成品の変形や弁棒の曲がり
等はないことから、地震影響による
不具合ではなく、スケール※噛み
込みによる動作不良と推定

※配管自体の腐食により生成されるものや、
給水と共に持ち込まれた不純物が付着、
堆積したもの

正常時



写真①



写真②



正常時

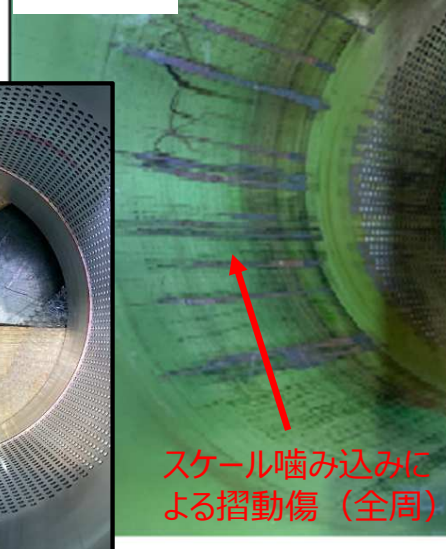


黒い筋状のスケールが
付着（全周）

正常時

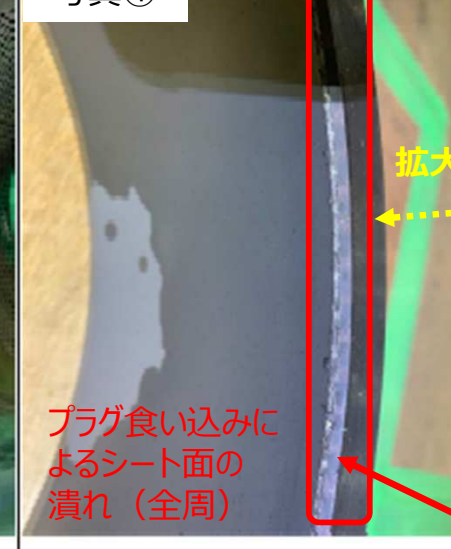


写真③



スケール噛み込みによる
摺動傷（全周）

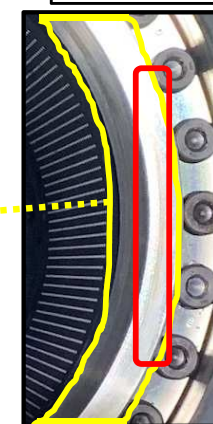
写真④



プラグ食い込みによる
シート面の潰れ（全周）

拡大

正常時



シートリング

プラグ

潰れ

中圧TB弁コントロールスリーブ内壁 摺動傷状態

中圧TB弁シートリングシート面(拡大)

水力 発電設備	点検・被害状況	復旧時期
発電所	【点検状況】 ・最寄りの地震観測点において震度 5 弱以上を観測した69発電所において臨時点検を実施（道路状況，巡視路状況から点検対象の全設備で目視点検が可能であったことから，今回はドローン点検未実施） ※当社所有水力発電所数 205箇所 ・運転中発電所 172箇所 ・停止中発電所（点検作業中等） 33箇所 （荒川発電所細密点検工事：2021年9月13日～2022年3月25日停止中） 【点検結果】 ・荒川発電所において水槽からの漏水を確認 ・その他68発電所は異常なし 【被害状況】 ・荒川発電所（福島県福島市，1939年運開，発電出力 3,100 k W）水槽において過去に実施したクラック補修箇所の剥離を確認	<u>5月下旬</u> <u>発電開始</u> <u>（予定）</u>
ダム (高さ15m以上)	【点検状況】 ・ダム周辺の地震観測点において震度 4 以上を観測した21ダムにおいて臨時点検を実施 ※当社所有ダム数 30ダム 【点検結果】 ・異常なし	—

【荒川発電所（水槽）被害状況】

水槽からの漏水（クラック補修箇所の剥離）

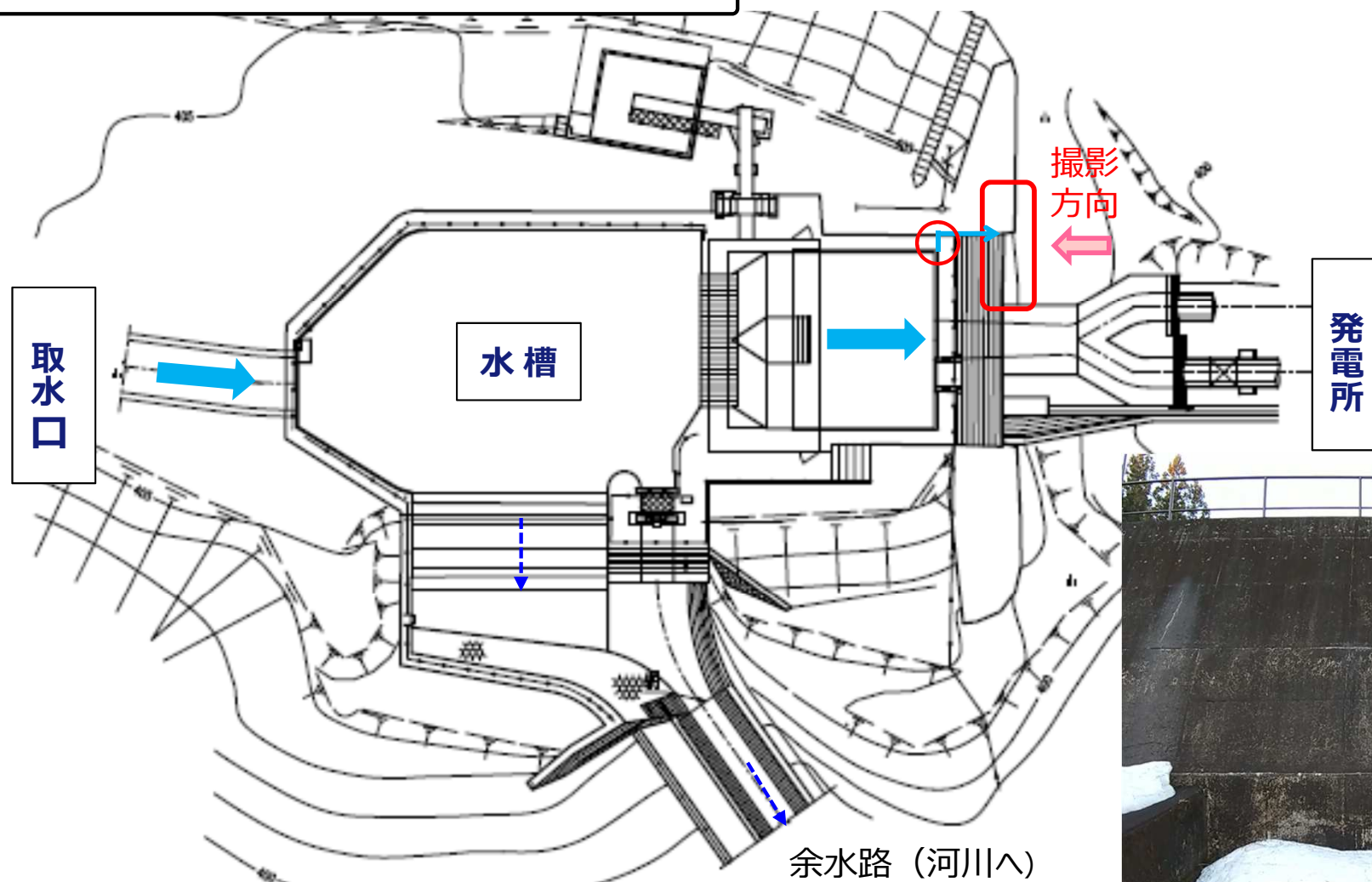


写真 漏水状況

7. 過去地震との比較

【東日本大震災との比較（原町火力発電所）】

- ・今回の福島県沖地震を過去地震と比較すると、地震規模は地表面観測の最大加速度から見て、最も大きい地震であった。また、これまで地震被害は主にボイラー設備だったが、今回は揚炭機にまで被害が広がっている。

原町火力発電所	東日本大震災 (2011.3.11)	福島県沖地震 (2021.2.13)	福島県沖地震 (2022.3.16)
震度	震度 6 弱	震度 5 強	震度 6 弱
地表面観測 最大加速度 (瞬時値)	257ガル(水平南北方向)	201ガル(水平南北方向)	479.9ガル (水平南北方向)
復旧期間	1号：2年1ヶ月 2号：2年	1号：3.5ヶ月 2号：1.5ヶ月	1号：約2ヶ月（予定） 2号：－（定期点検4ヶ月）
地震被害 (主な被害は 下線部)	✓ <u>ボイラー内部配管の一部損傷・変形【修理】</u> ✓ <u>ベルトコンベアの損傷（津波漂流物の衝突による被害を含む）【部分的に取替・修理】</u>	✓ <u>ボイラー内部配管の一部損傷・変形【修理】</u>	✓ <u>ボイラー内部配管の一部損傷・変形【修理】</u> ✓ <u>揚炭機脚部の変形や脱輪，レールの損傷【修理】</u>
津波被害	✓ 発電所構内で 約18mの浸水 ✓ タービン建屋2階およびボイラー建屋2階，屋外に設置されている すべての機器が冠水【取替】	なし	なし
二次的被害 (液状化現象)	✓ 発電所構内道路等の 陥没や波打ちが発生【修理】	なし	なし
前回地震を受けての対策		✓ 防潮堤設置 ✓ 燃料タンクを高台に移設 ✓ 社員執務フロアの変更（3⇒5階） ✓ 津波襲来を想定したマニュアル類整備 ✓ 津波避難訓練の定期的実施	✓ ボイラー設備地震対策工事計画 1号：2023年度（ボイラー内部配管の位置改良） 2号：2023年度（ボイラー防震装置の追設） ✓ 地震被害設備の点検・補修記録整備

7. 過去地震との比較

【東日本大震災との比較（仙台火力発電所）】

- ・今回の福島県沖地震を過去地震と比較すると、地震規模は地表面観測の最大加速度から見ても、最も小さい地震であった。
- また、予防保全点検につきユニット停止中であったことから、軽微な被害に留まっている。

仙台火力発電所	東日本大震災 (2011.3.11)	福島県沖地震 (2021.2.13)	福島県沖地震 (2022.3.16)
震度	震度 6 弱	震度 6 弱	震度 6 弱
地表面観測 最大加速度 (瞬時値)	745ガル (水平南北方向)	521ガル(水平南北方向)	459ガル(水平南北方向)
復旧期間	11ヶ月	4.5ヶ月	未定 (当初計画の予防保全点検期間 (3月3日～4月9日)での補修は完了)
地震被害 (主な被害は 下線部)	✓ <u>エンクロージャー換気ファンのダクト伸縮継手損傷【修理】</u> ✓ ガスタービン・蒸気タービン・発電機の各部摺動傷や変形等の軽微な損傷【修理】 ✓ <u>タービン建屋側壁仕上材の広範囲落下【修理】</u> ✓ <u>ボイラー吊り金具・防振装置等の破損変形【修理】</u>	✓ <u>エンクロージャー換気ファンの転倒・損傷【取替】</u> ✓ ガスタービン・蒸気タービン・発電機の各部摺動傷や変形等の軽微な損傷【修理】 ✓ タービン建屋側壁仕上材の落下【修理】 ✓ ボイラー吊り金具・防振装置の軽微な損傷【修理】	✓ 蒸気タービン第3軸受台グラウト部表面割れ【修理】 ✓ <u>蒸気タービン第4軸受箱の摺動性不良【修理】</u>
津波被害	✓ 発電所構内で約 5 mの浸水 ✓ タービン建屋 1 階および屋外に設置されているすべての機器が冠水【取替】	なし	なし
二次的被害 (液状化現象)	✓ 発電所構内道路等の陥没や波打ちが発生【修理】	なし	なし
前回地震を受けての対策		✓ 防潮堤設置 ✓ 津波襲来を想定したマニュアル類整備 ✓ 津波避難訓練の定期的実施	✓ エンクロージャー換気ファン地震対策 ✓ 地震被害設備の点検・補修記録整備

【復旧方針】

1. 早期復旧を最優先とし、地震発生前の原状復帰を基本とする。
2. 2011年東日本大震災・2021年福島県沖地震での被害実績をもとに、損傷部位をあらかじめ想定し、点検範囲の絞り込みや資機材の早期手配を行うことで、速やかな復旧工事に移行する。

【前回地震（2021年福島県沖地震）を受けての対策とその効果】

前回地震を受けての対策	効 果
✓ 地震被害設備の点検・補修記録整備【共通】 ・2011年東日本大震災，2021年福島県沖地震いずれも同じような設備・箇所が被害を受けていたことに注目し，点検・補修記録をアップデート	・外観での不具合状況や過去地震の記録により，損傷部位を想定し，点検範囲の絞り込みや先行調達を実施 ・過去地震の記録と最大加速度比較および外観状況と各部計測結果により，被害程度を見極め，開放点検の省略により，復旧工期の短縮を実現
✓ ボイラー設備地震対策工事（計画中）【原町火力】 ・1号：2023年度（ボイラー内部配管の位置改良） ・2号：2023年度（ボイラー防震装置の追設）	・設備被害の低減により，復旧工期の短縮に期待
✓ エンクロージャー換気ファン地震対策【仙台火力】 ・ダクト支持箇所の変更および追加 ・据付ボルト材質変更による強度向上 ・伸縮継手伸縮量の向上と拘束力低減 ・伸縮継手の予備品保有	・予防保全点検（停止中）時の地震発生であり，ファン本体は取り外されていた状況 ・設計どおりであれば，今回地震ではエンクロージャー換気ファンは転倒しなかったものと想定 ・据付状態だったダクトや建屋貫通部側壁仕上材の破損なし

【耐震性に係る自己評価】

原町火力 1・2 号機および仙台火力 4 号機，新仙台火力 3-1・3-2 号機は，ボイラーやタービン等の主要電気工作物は損壊してなく（支持鉄骨の変形，基礎ボルトの破断等なし），技術基準の適合性（耐震性の確保）を有しているものと判断する。

至近過去 2 回の地震を経験していることで，様々な地震対策を打っており，これまでの地震被害による復旧期間と比較して，短縮できる見込み。また，新仙台火力 3-1 号は，地震被害はなかったものの，弁の開閉不良のため発電停止を余儀なくされたが，今後は点検周期の短縮化を図り，早期復旧・安定供給に万全を期したい。

【情報発信のあり方】

これまで一般公開している情報発信（地震により被災した発電所状況や復旧見通し）の実績は、以下のとおり。
今後も復旧見通しの変更や運転再開の報告など、必要なタイミングで情報発信を行う。

➤当社ホームページ、Twitter

- ・3月17日（1時時点）地震発生による当社発電設備の状況（火力、水力、地熱、太陽光）
- ・同日（8時時点）同上
- ・同日（14時時点）同上
- ・3月22日 地震により被害を受けた当社火力発電所の復旧見通し（新仙台火力3-1号、原町火力1号）
- ・3月25日 新仙台火力3-1号の運転再開
- ・3月30日 定例社長記者会見（新仙台火力3-1号運転再開報告、原町火力1号復旧見通し）

➤発電情報公開システム（HJKS）

- ・3月16日 地震により停止した発電所情報を登録（新仙台火力3-1号・3-2号、原町火力1号）
- ・3月17日 新仙台火力3-2号の運転再開を更新
- ・3月23日 原町火力1号の復旧見通しを更新
- ・3月25日 新仙台火力3-1号の運転再開を更新



ホームページ画面
※3月17日発信



Twitter画面
※3月17日発信

【過去地震（2011年東日本大震災・2021年福島県沖地震）を踏まえた対策】

1. ハード面

- (1) 原町火力発電所
 - ・防潮堤を整備
 - ・燃料タンクを高台へ移設
- (2) 仙台火力発電所
 - ・**エンクロージャー換気ファン地震対策**
 - ・防潮堤を整備
- (3) 新仙台火力発電所（東日本大震災後に建設）
 - 主な地震対策
 - ・排熱回収ボイラーの鉄骨サイズアップ 【写真1】
 - ・ガスタービン圧縮機架台の鉄板巻き
 - ・ファンやポンプ等の補機類の基礎ボルトサイズアップ 等
 - 主な津波対策
 - ・主要な電気・制御設備を原則 2 階以上に設置
 - ・屋外開閉所設備の嵩上げ 【写真2】
 - ・防潮堤、盛土、植栽を整備 【写真3】 等



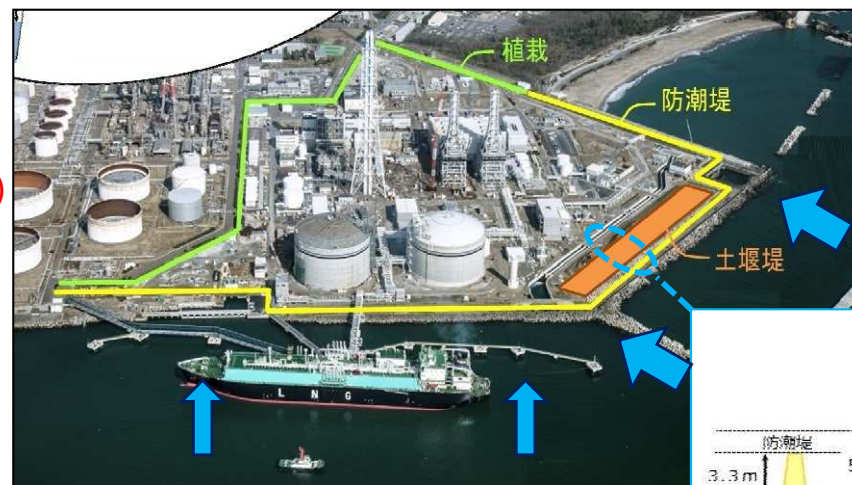
【写真1】排熱回収ボイラー
支持鉄骨の太さ2.6m



【写真2】屋外開閉所
設備を3.0m嵩上げ

2. ソフト面

- (1) 資材調達【モノ】
 - ・地震被害設備の点検・補修記録整備（アップデート）
 - ・損傷部位を想定した早期手配による工期短縮
 - ・予備品の追加保有
- (2) 人員確保【ヒト】
 - ・自社エリア外を含めた作業員確保による工期短縮
- (3) 安全確保【ヒト】
 - ・指定避難場所の追加や避難経路表示の設置
 - ・津波襲来を想定したマニュアル類整備（アップデート）
 - ・社員執務フロアの変更（原町火力）



【写真3】防潮堤、盛土、
植栽の整備状況

