

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 1 年 9 月 6 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. 仙台火力 4 号機の設備被害状況
4. 仙台火力 4 号機の復旧工事
5. 原町火力 1・2 号機の設備被害状況
6. 水力発電設備の点検・被害状況
7. まとめ
8. 参考

- 2021年2月13日(土) 23時08分に福島県沖にて地震が発生
- 当社管内の複数地域で最大震度 6 強を記録し、地震の揺れの影響により、宮城・福島県内の火力発電所および福島県内の水力発電所が被災
- 10cm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) 地震の概要

地震の概要	
発生時刻	2021年2月13日(土) 23時08分
マグニチュード	7.3
場所および深さ	福島県沖 深さ 55 k m
震 度	【最大震度 6 強】 宮城県蔵王町，福島県国見町， 相馬市，新地町で最大震度 6 強を 観測した他，北海道から中国地方に かけて震度 6 弱～ 1 を観測



1. 福島県沖地震の概要

(2) 震源地近傍の火力発電所状況

発電所	ユニット	震度	状況	電気事故報告対象
仙台火力発電所	4号	6弱	タービン軸振動大による自動停止	発電支障事故※1
新仙台火力発電所	3-1号	6弱	タービン軸振動大による自動停止 (大きな不具合はなく、翌2月14日発電再開)	—
	3-2号			
原町火力発電所	1号	5強	運転継続するも、翌2月14日に地震影響による健全性確認のため停止。 (停止後に点検した結果、ボイラー内部の配管に一部損傷と広範囲の変形があったため、補修を実施し、5月30日発電再開)	—
	2号		運転継続するも、翌2月14日に地震影響による健全性確認のため停止。 (停止後に点検した結果、ボイラー内部の配管に一部損傷・変形があったため、補修を実施し、3月29日発電再開)	—

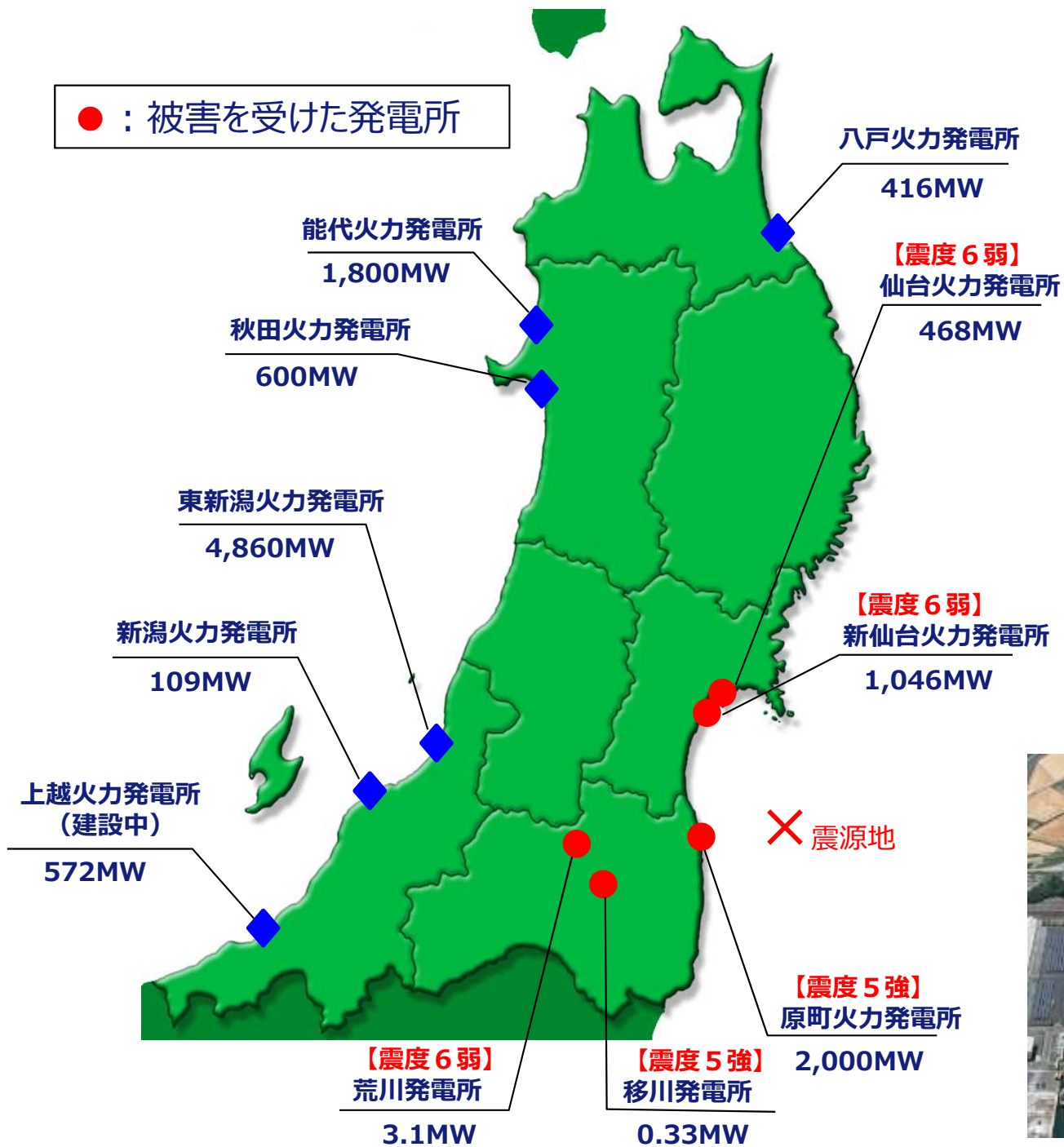
※1：主要電気工作物の損壊ではなく、ガスタービンエンクロージャー換気ファンの損傷状況から、発電停止が7日間以上に及ぶと判断したため、「発電支障事故」として報告を行ったもの。

(3) 震源地近傍の水力発電所状況

発電所	震度	状況	電気事故報告対象
荒川発電所	6弱	2月13日に地震影響による健全性確認のため停止。 (停止後に点検した結果、水槽の打ち継ぎ目に関きがあったため、補修を実施し、5月18日発電再開)	—
移川発電所	5強	2月13日に地震に伴う系統事故波及※2により停止。 (停止後に点検した結果、導水路側壁にクラックがあったため、補修を実施し、3月25日発電再開)	—

※2：連系している配電線（送配電会社設備）の停止に伴い、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



被害および補修状況	復 旧
【被害状況】 1. インクロージャー換気ファン ● インクロージャー換気ファンの転倒・損傷他を確認 ⇒ 「発電支障事故」の要因 2. ガスタービン・蒸気タービン・発電機 ● 軸受メタル端部の金属剥離や摺動傷を確認 ● 蒸気タービン軸受台グラウト部の亀裂，軸受箱・台板の歪みや摺動傷を確認 ● ガスタービン・蒸気タービン・発電機のローター軸封部等の摺動傷を確認 3. タービン建屋関係 ● タービン建屋側壁部仕上材の落下を確認（建屋の構造には問題なし）	
【補修状況】 1. インクロージャー換気ファン ● インクロージャー換気ファンおよび電動機，ダクト（一部）を新製交換 2. ガスタービン・蒸気タービン・発電機 ● 第3～6軸受（蒸気タービン）を交換 ● 第3・4軸受箱・台板の歪み除去のため，工場修理実施 ● 第3・4軸受台グラウト部亀裂個所の補修実施 ● 分解点検結果，軸受部分以外にも摺動傷や摩耗等軽微な損傷個所の補修実施 3. タービン建屋関係 ● タービン建屋側壁部仕上材の補修実施	<u>7月5日</u> <u>発電再開</u>

3. 仙台火力 4 号機の設備被害状況（エンクロージャー換気ファン）

p6

- エンクロージャー換気ファンおよび電動機が転倒し、伸縮継手が破断。変形が著しいため、ファン・電動機・ダクト（一部）の交換を実施。
- タービン建屋を貫通しているダクト周辺の側壁仕上材が破損したため、修理を実施。

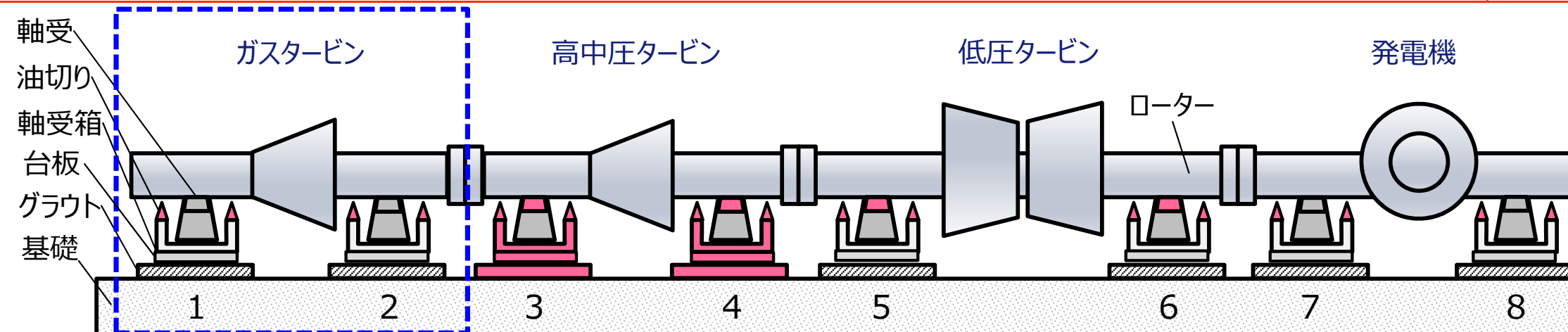
電気事故報告（発電支障事故）の要因



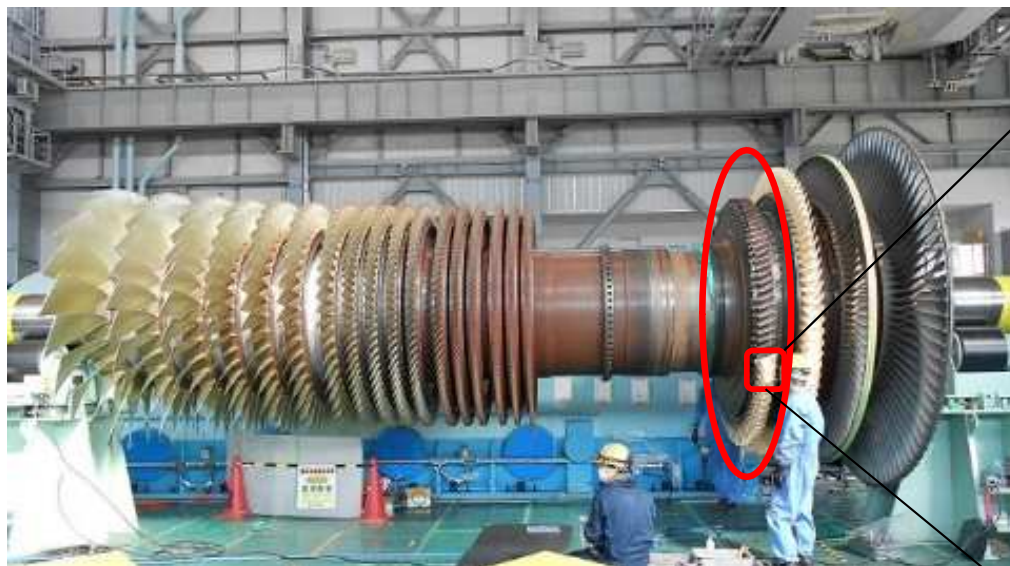
※ダクトの揺れにより側壁仕上材が破損したもの

3. 仙台火力 4 号機の設備被害状況（ガスタービン）

p7



- ガスタービン 1 段動翼先端部の接触傷や冷却穴の閉塞があったため、工場修理を実施
- その他摺動傷や変形・摩耗等軽微な損傷箇所は部品交換や現地手入れを実施



ガスタービンローター全景
(赤枠内がガスタービン 1 段動翼)

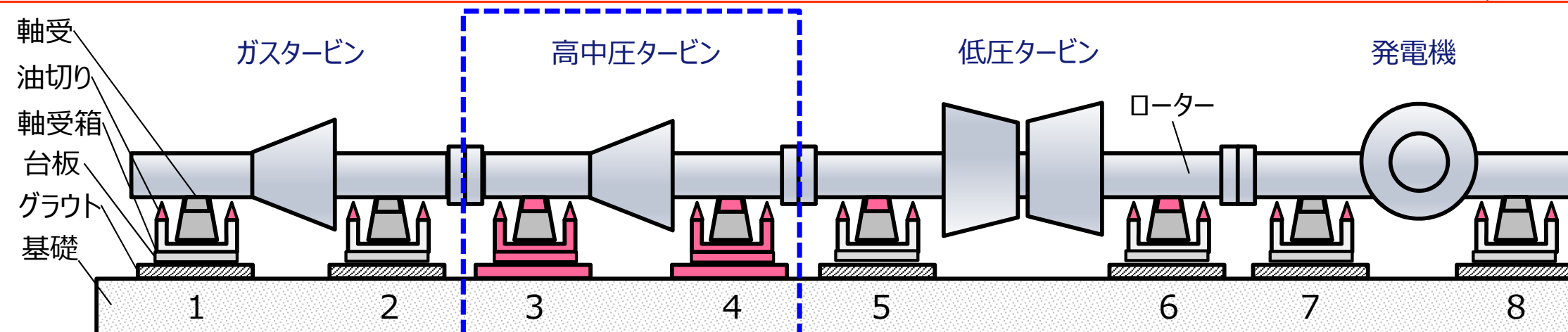
ガスタービン 1 段動翼概略図
(赤枠拡大イメージ)

接触痕

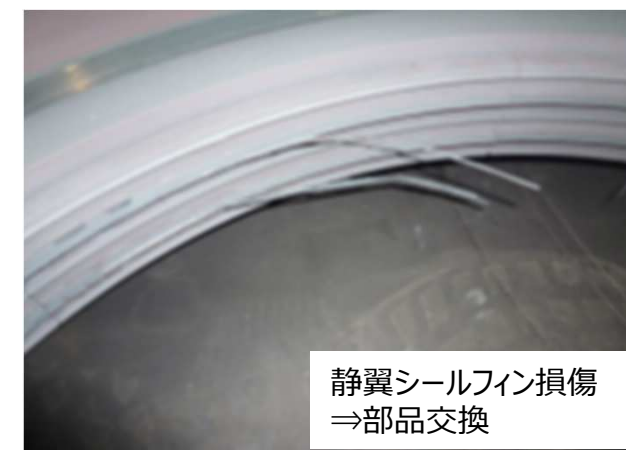
1段動翼損傷
⇒冷却穴閉塞箇所の詰まり個所を除去し、
再使用

3. 仙台火力 4 号機の設備被害状況（高中圧タービン）

p8

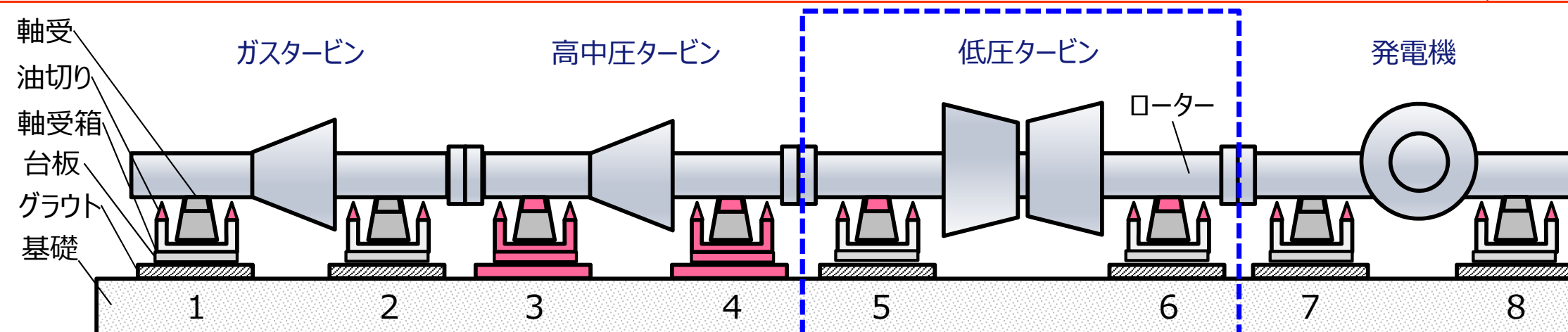


- 第 3・4 軸受箱および台板は撓動傷・歪み除去加工のため、工場修理を実施し、グラウト材をあらためて打設。
- 第 3・4 軸受メタルの撓動傷が確認されたため、軸受を交換。
- その他撓動傷や変形・摩耗等軽微な損傷箇所は部品交換や現地手入れを実施。

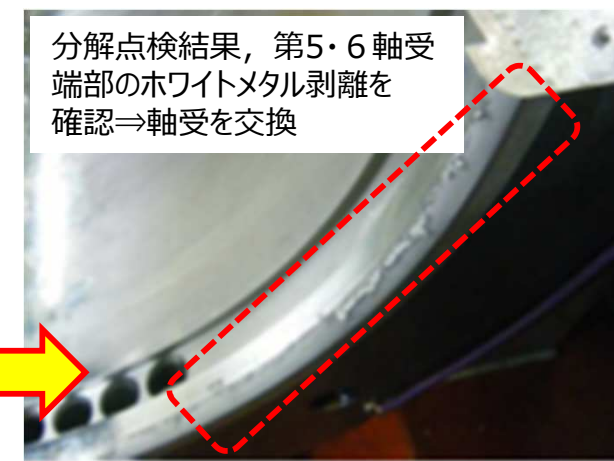
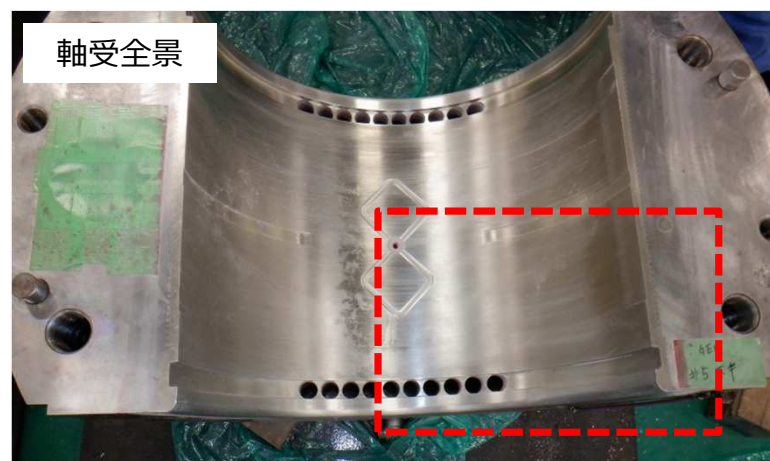


3. 仙台火力 4 号機の設備被害状況（低圧タービン）

p9

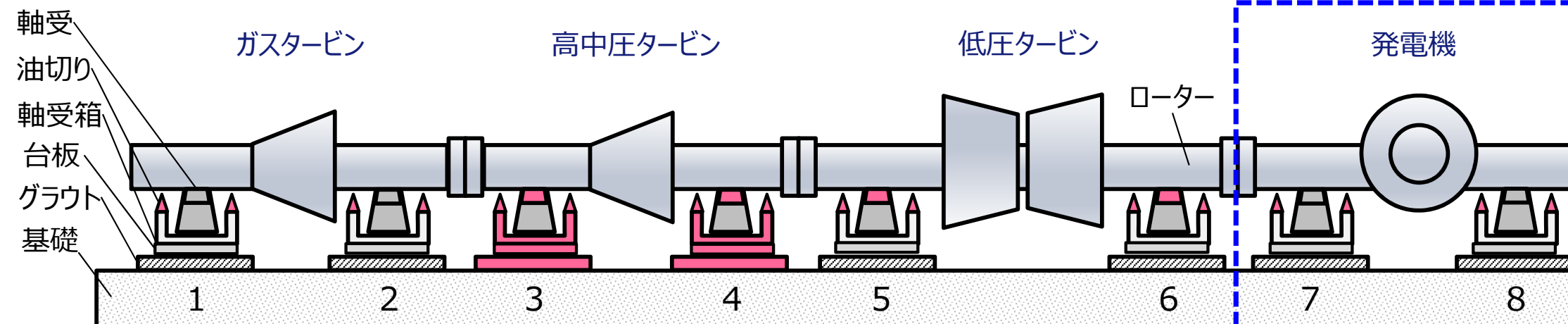


- 軸受分解前に潤滑油系統のストレーナより金属剥離片を確認。分解点検結果，第 5・6 軸受端部のホワイトメタル剥離が確認されたため，軸受を交換。
- その他摺動傷や変形・摩耗等軽微な損傷箇所は部品交換や現地手入れを実施。



3. 仙台火力 4 号機の設備被害状況（発電機）

p10



■ 発電機は摺動傷や変形・摩耗等軽微な損傷が確認されたため、部品交換や現地手入れを実施。



【エンクロージャー換気ファン損傷原因と対策】

損傷原因

- エンクロージャー換気ファンと出入口ダクトは本館基礎とボイラー基礎に跨るように設置されている。

＜本館基礎側＞

エンクロージャー， 入口ダクト

＜ボイラー基礎側＞

ファン， 電動機， 出口ダクト

仙台火力 4 号機の出口ダクトは本館建物鉄骨とファン架台両方から支持されている状況。（地震発生時）

- 今回の地震により，本館建物とファン架台が非同期で揺れたことで，伸縮継手の許容変位を逸脱し，入口ダクトとファンが衝突したため，ファンの据付ボルトへ地震の揺れによる応力に加え，衝突による応力が加わったことで破断に至り，ファン・電動機が転倒したものと推定。

復旧工期への影響

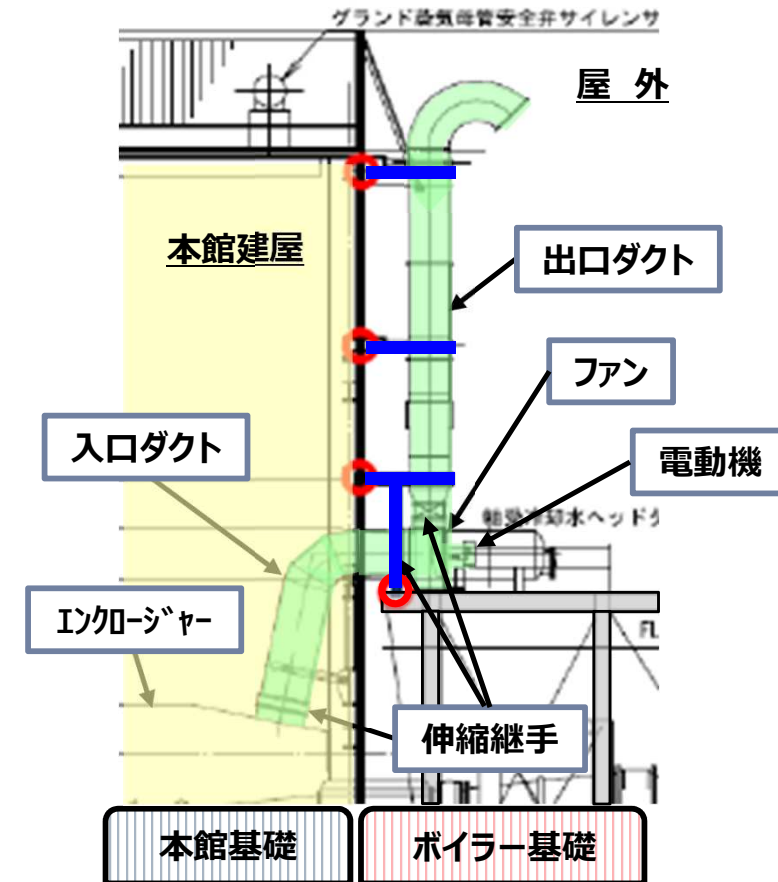
当初，修理による既設流用での復旧を考えたものの，点検結果，著しい損傷が確認されたため，流用不可と判断。

新規製作期間が必要となったため，復旧が長期化した。

- ファン本体および電動機：納期 3 ヶ月
- 伸縮継手，ダクトの一部：納期 2 ～ 3 ヶ月

【地震発生時の支持構造】

※立面図（横からの視野）



【凡例】

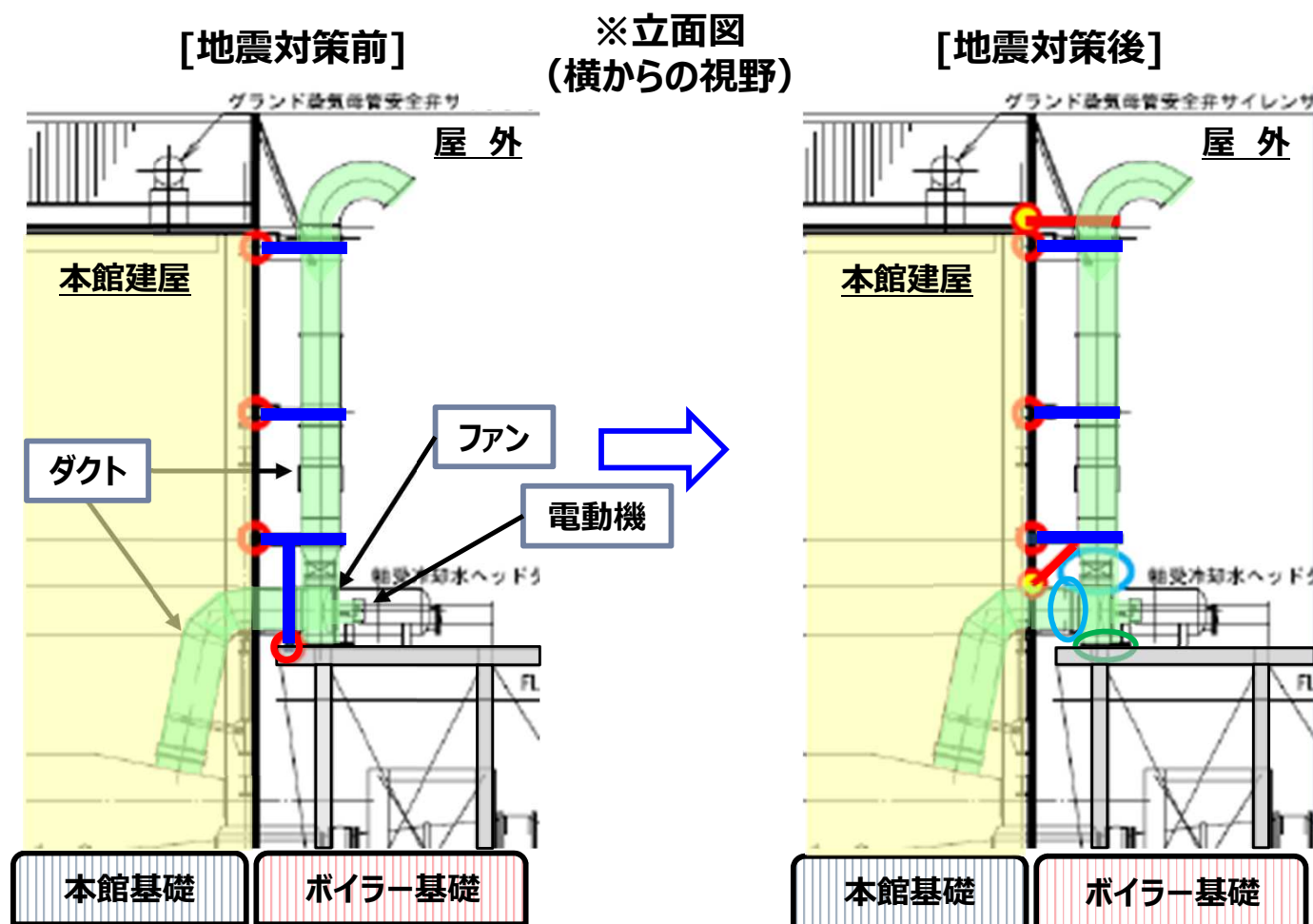
○— ダクト支持箇所

【エンクロージャー換気ファン損傷原因と対策】

今後、同レベルの地震が発生しても、ファンの転倒や建物側壁仕上材の損傷を防止するため、建築・機械設備両面で対策を実施した。

今回の地震による被害を踏まえた対策

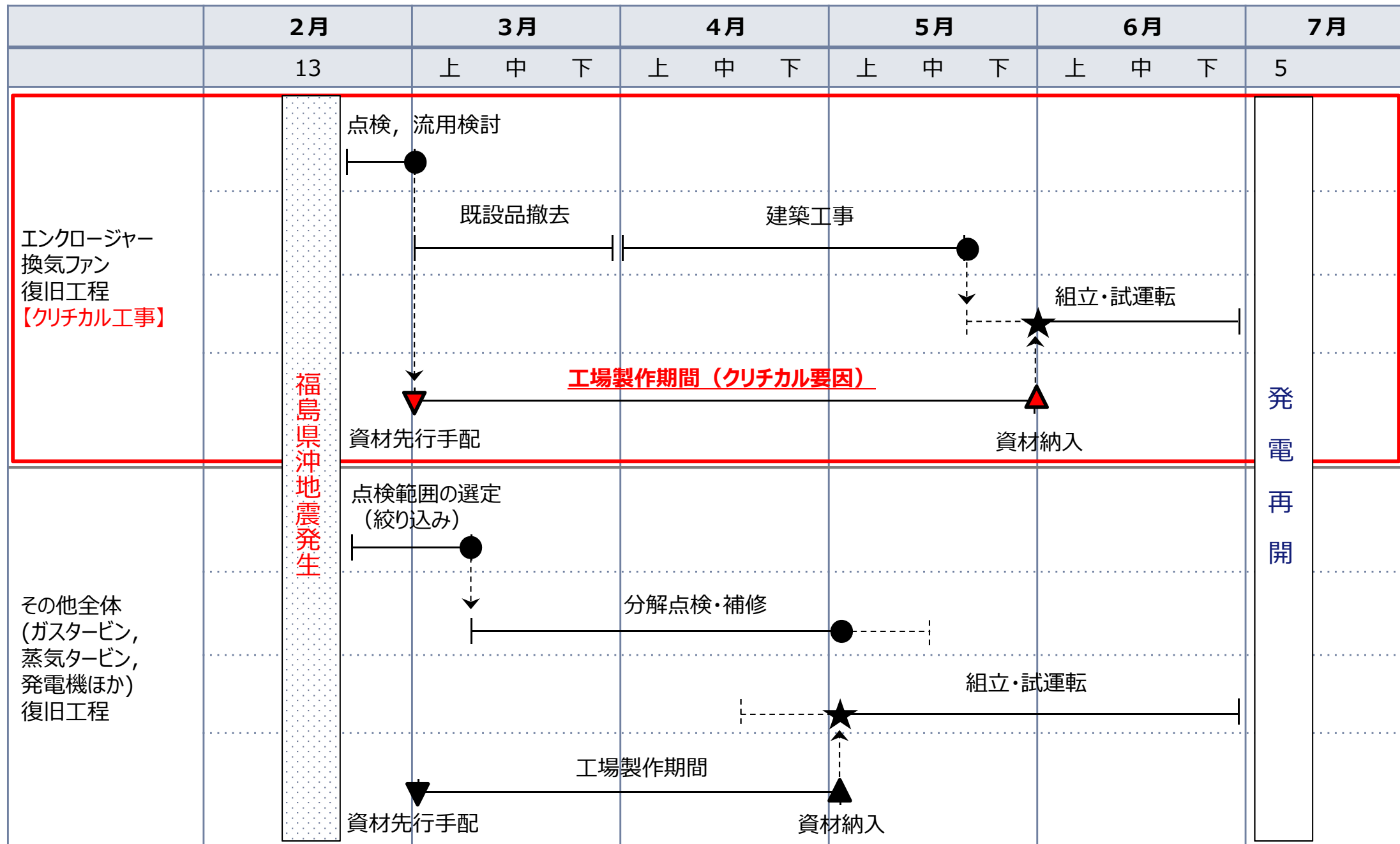
- ・建築対策：ダクト支持箇所の変更および追加
- ・機械設備対策：ファン本体において、据付ボルト材質変更による強度向上、伸縮継手伸縮量の向上と拘束力低減



4. 仙台火力 4 号機の復旧工事

p13

【工事工程】



火力 発電所	被害および点検状況	復 旧
原町1号	【被害状況】 ● ボイラー内部の配管に一部損傷と広範囲の変形あり（火炉上部吊下げ管，後部伝熱部の配管など） 【点検状況】 ● 損傷・変形箇所（火炉上部吊下げ管，後部伝熱部の配管，配管支持装置・金物他）の補修作業を行い，5月30日（日）に発電を再開した	<u>5月30日</u> <u>発電再開</u>
原町2号	【被害状況】 ● ボイラー内部の配管に一部に損傷・変形あり（副側壁管など） 【点検状況】 ● 損傷・変形箇所（ボイラー副側壁管，配管支持装置・金物他）の補修作業を行い，3月29日（金）に発電を再開した	<u>3月29日</u> <u>発電再開</u>

【復旧にあたっての留意点】

●ボイラー内部配管の広範囲な変形や金物外れ等が確認されたため，ボイラーを全体的に点検するために，内部の堆積灰やクリンカを除去した上で，広範囲に足場を組み立てる必要があり，時間を要した。

●広範囲かつ狭隘な部分で配管の変形度合いや非破壊検査を行っていくにあたっては，不具合の状況に応じて検査の優先順位を定め，配管の取替を含む補修の要否判断を迅速に行い，早期復旧に努めた。

1号ボイラー



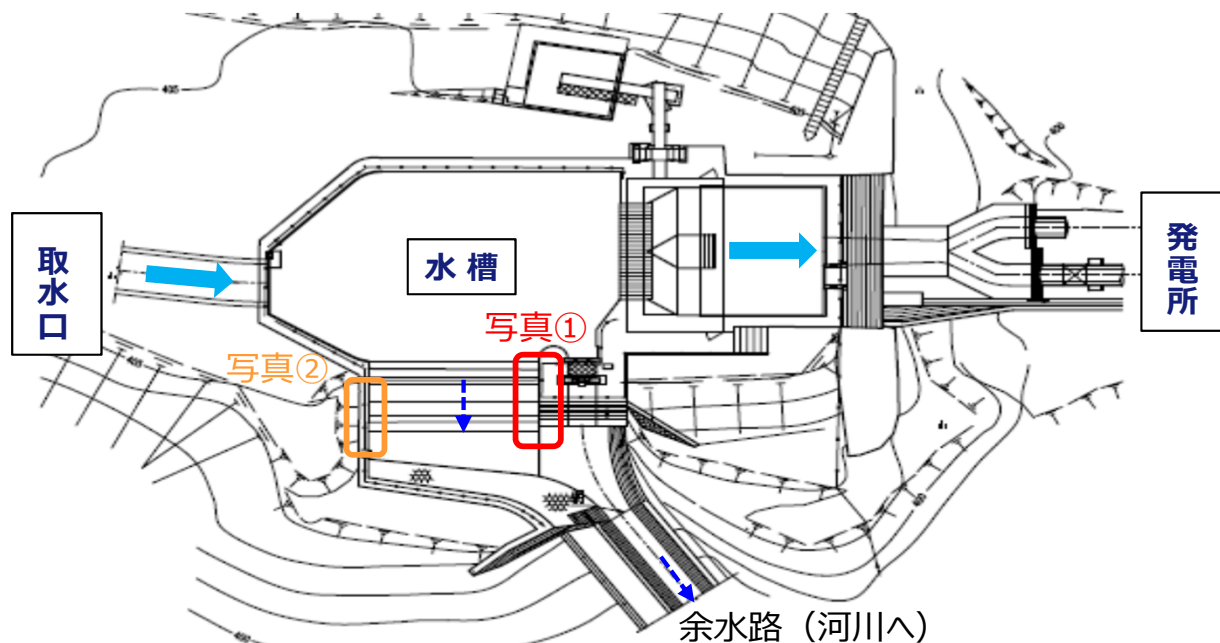
水力 発電設備	点検・被害状況	復 旧
発電所	【点検状況】 ・経済産業省事務連絡に基づき、最寄りの地震観測点において震度 5 弱以上を観測した<u>52発電所</u>において臨時点検を実施。 ※当社所有水力発電所数 205発電所 【点検結果】 ・2 発電所において導水路等からの漏水を確認。その他発電所は異常なし。 【被害状況】 ・荒川発電所（福島県福島市，1939年運開，発電出力 3,100 k W） 水槽からの漏水を確認。コンクリート工作物の打ち継ぎ目に関きが確認されたことから補修を実施。 ・移川発電所（福島県三春町，1926年運開，発電出力 330 k W） 導水路からの少量の漏水を確認。側壁にクラックが確認されたことから補修を実施。	荒川発電所 <u>5月18日</u> <u>発電再開</u> 移川発電所 <u>3月25日</u> <u>発電再開</u>
ダム (高さ15m以上)	【点検状況】 ・国土交通省の通知に基づき、ダム周辺の地震観測点において震度 4 以上を観測した<u>19ダム</u>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	—

6. 水力発電設備の点検・被害状況

p17

【荒川発電所（水槽）被害状況】

水槽からの漏水 2 箇所 ⇒ 打ち継ぎ目の補修を実施



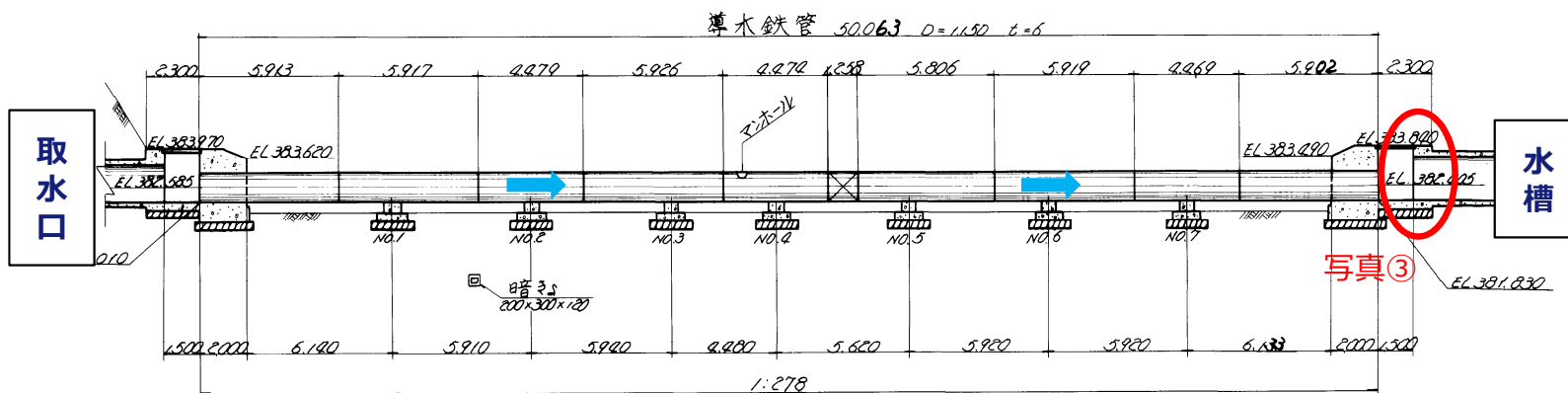
写真① 漏水状況



写真② 漏水状況

【移川発電所（導水路）被害状況】

導水路側壁から少量の漏水 1 箇所 ⇒ クラックの補修を実施



写真③ クラック状況（導水路内面）

【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. 東日本大震災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。

【復旧工事における課題と対応策】

課 題	対 応 策
✓ 補修部品調達 ・メーカーの部品在庫が少ない ・補修部品の中には受注生産品のものがあり、納期が長期化	・外観での不具合状況や東日本大震災時の地震被害実績より、損傷部品を想定し、先行調達 ・メーカーの協力を得て、納期短縮を実現 ・短期での製作が困難な部材については、損傷程度を確認し、一部を工場修理へ切替 ・長納期部品を今後は予備品で保有
✓ 作業員の確保 ・複数の他発電所が定期補修のために停止計画をしている時期に、復旧工事が重複し、作業員が不足	・他発電所の定期補修時期を調整することにより、自社管内から社員および作業員を確保 ・メーカーの協力を得て、取引実績のある工事会社からの応援により、全国規模で作業員を確保

【耐震性に係る自己評価】

仙台火力4号機および原町火力1号機・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おらず、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。

停止後の復旧工事期間中は、他電源の稼働や市場調達等により代替的に供給力を確保することで、電気の供給に著しい支障を及ぼすことはなかったことから、総合的には電力システムの機能が確保される耐震性を有しているものと判断する。

【東日本大震災との比較】

- ・仙台火力 4 号機を対象として、福島県沖地震と東日本大震災との被害状況について比較した。
- ・今回の福島県沖地震を 10 年前の東日本大震災と比較すると、地震規模は地表面観測の最大加速度から見ても、少々小さい地震であった。そのため、地震による被害は東日本大震災以上のものはなく、同等もしくは軽微な状況に留まっている。また、東日本大震災では津波被害が甚大であったのに対し、福島県沖地震では津波や二次的被害がなく、全体的な被害としては、かなり軽微な状況であった。

仙台火力発電所	福島県沖地震 (2021.2.13)	東日本大震災 (2011.3.11)
震度	震度 6 弱	震度 6 弱
地表面観測 最大加速度(瞬時値)	521ガル(水平南北方向)	745ガル(水平南北方向)
復旧期間	4.5ヶ月	11ヶ月
地震被害 (主な被害は <u>下線部</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】	✓ <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>ボイラー内部配管の変形【修理】</u> ✓ タービン建屋屋上換気口点検歩廊のグレーチング落下【修理】
津波被害	なし	✓ 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】
二次的被害 (液状化現象)	なし	✓ 発電所構内道路等の陥没や波打ちが発生【修理】

【東日本大震災を踏まえた対策】

1. ハード面

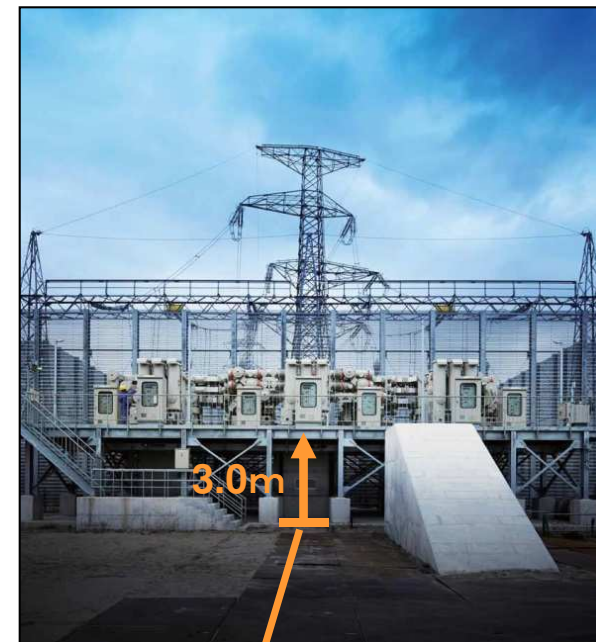
- (1) 仙台火力発電所
 - ・防潮堤を整備
- (2) 原町火力発電所
 - ・防潮堤を整備
 - ・燃料タンクを高台へ移設
- (3) 新仙台火力発電所（東日本大震災後に建設）
 - 主な地震対策
 - ・排熱回収ボイラーの鉄骨サイズアップ 【写真1】
 - ・ガスタービン圧縮機架台の鉄板巻き
 - ・ファンやポンプ等の補機類の基礎ボルトサイズアップ 等
 - 主な津波対策
 - ・主要な電気・制御設備を原則 2 階以上に設置
 - ・屋外開閉所設備の嵩上げ 【写真2】
 - ・防潮堤，盛土，植栽を整備 【写真3】 等

2. ソフト面

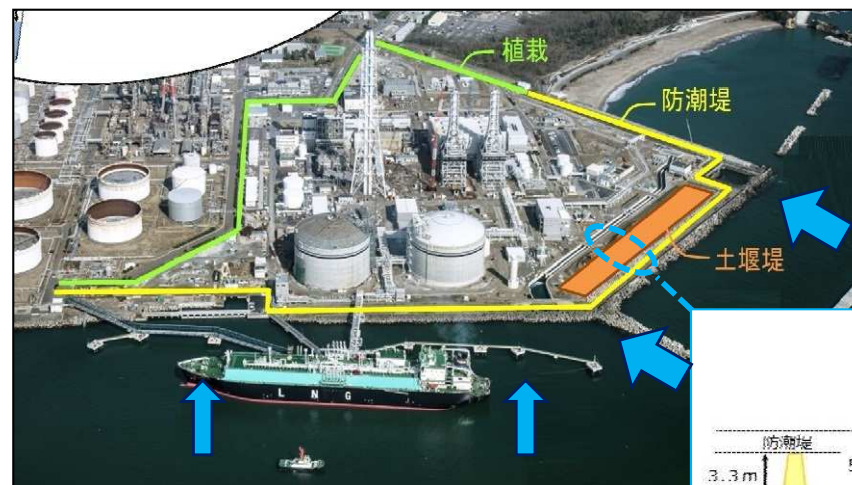
- ・運転マニュアルの見直し（津波襲来時の循環水ポンプ停止の判断基準を明確化）
- ・非常災害対策実施マニュアルの見直し（指定避難場所の追加，避難経路表示の設置他）
- ・津波避難訓練の実施 等



【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



【写真3】防潮堤，盛土，
植栽の整備状況

