

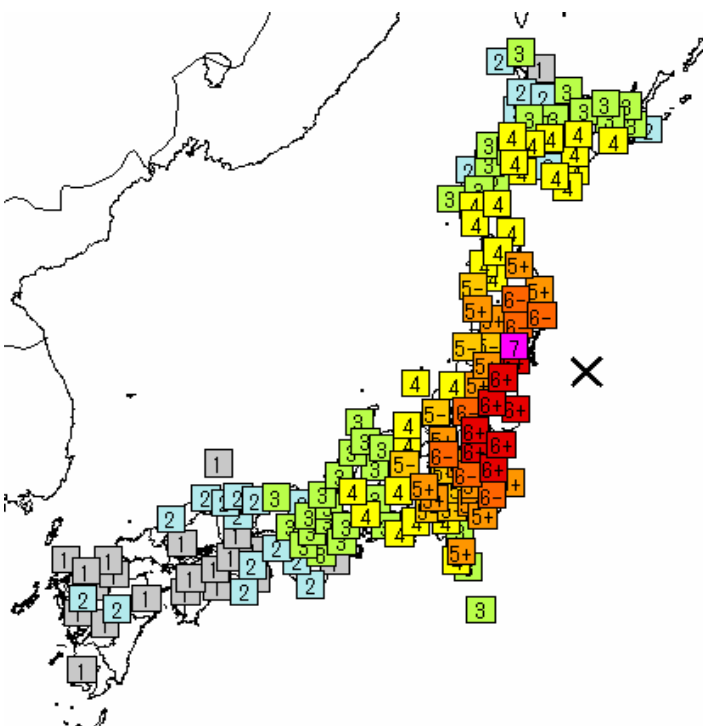
平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震
及びそれに伴い発生した津波による原子力
発電所における被害状況について
(日本原子力発電(株)東海第二発電所)

平成23年9月30日
原子力安全・保安院

東北地方太平洋沖地震の概要と東海第二発電所の状況

1. 地震の概要

- ・発生日時：平成23年3月11日14時46分
- ・場所：三陸沖（牡鹿半島の東南東、約130km付近）
- ・深さ：約24km
- ・規模：Mw9.0
- ・主な震度：最大震度7 宮城県栗原市
震度6弱 東海村



2. 東海第二発電所の状況

3月11日14時46分の本震により「タービン軸受け振動大」により原子炉停止。

原子炉建屋地下2階基礎版上端(EL-4m)では、NS方向 214ガル、EW方向 225ガル（水平方向ベクトル合成値：262ガル）、UD方向 189ガルの最大加速度を記録

同日15時15分に発生した余震については、原子炉建屋基礎版上端では、NS方向 64ガル、EW方向 76ガル、UD方向 74ガルの最大加速度を記録

<参考>

スクラム地震計設置値

- ・水平 基礎版上端：250ガル、EL14m：300ガル
- ・上下 基礎版上端：120ガル

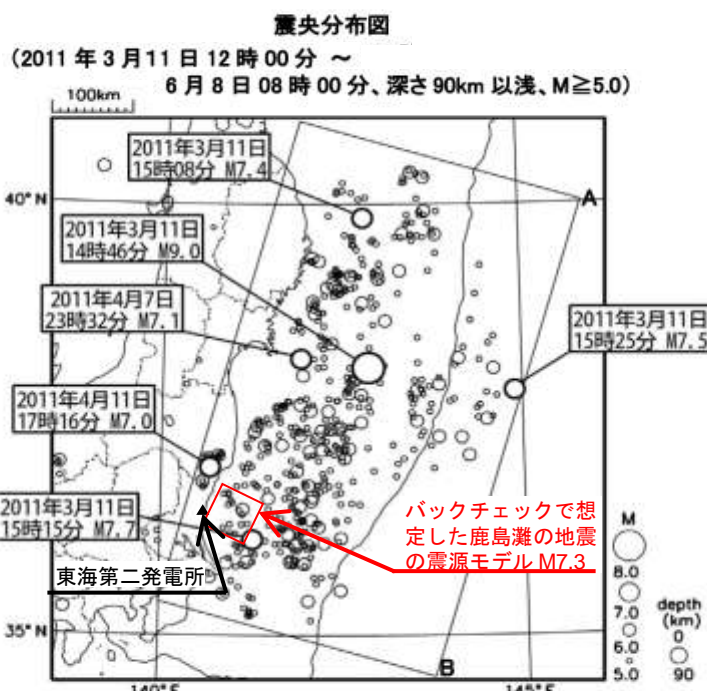
・20世紀以降の主な大地震

<世界>

1. 1960年チリ地震 (Mw9.5)
2. 1964年アラスカ地震 (Mw9.2)
3. 2004年スマトラ沖地震 (Mw9.1)

<日本>

1. 1933年三陸沖地震 (Mw8.4)
2. 1994年北海道東方沖地震 (Mw8.3)
3. 1958年択捉島沖地震 (Mw8.3)



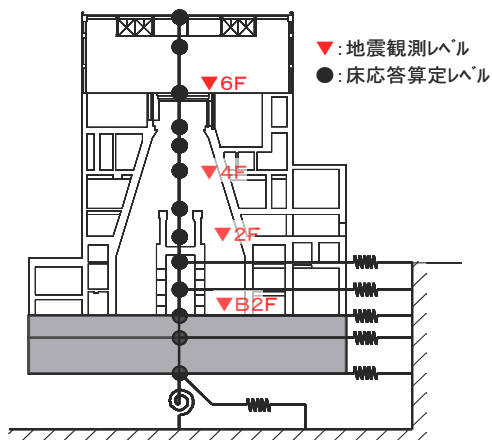
丸の大きさはマグニチュードの大きさを表す。
M7.0以上の地震に吹き出しをつけている。

(出典：東京大学地震研究所)

東海第二発電所 地震観測記録の概要(原子炉建屋)

今回の地震の観測記録の概要は下記のとおり。

- 観測記録に基づく各階の最大応答加速度は、建設時の当初設計時に用いた最大応答加速及び新耐震指針に基づく耐震BCで設定した基準地震動 S_s の最大応答加速度以下である。
- 原子炉建屋の地震観測記録による床応答スペクトルは、一部の周期帯(約0.65秒から約0.9秒)で建設時の設計に用いた床応答スペクトルを上回っているが、主要な周期帯で地震観測記録が下回っている。

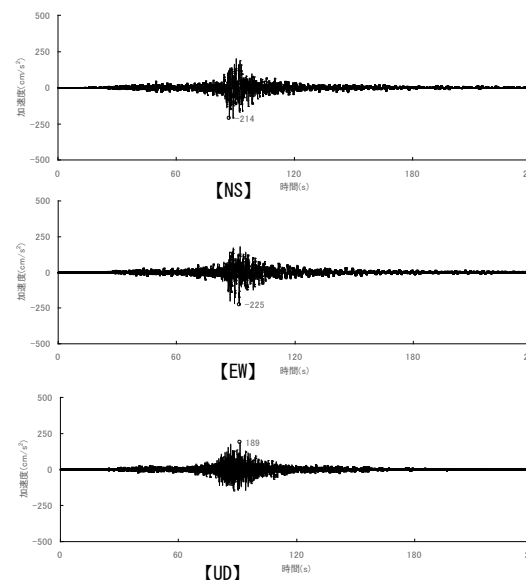


【原子炉建屋の最大加速度】

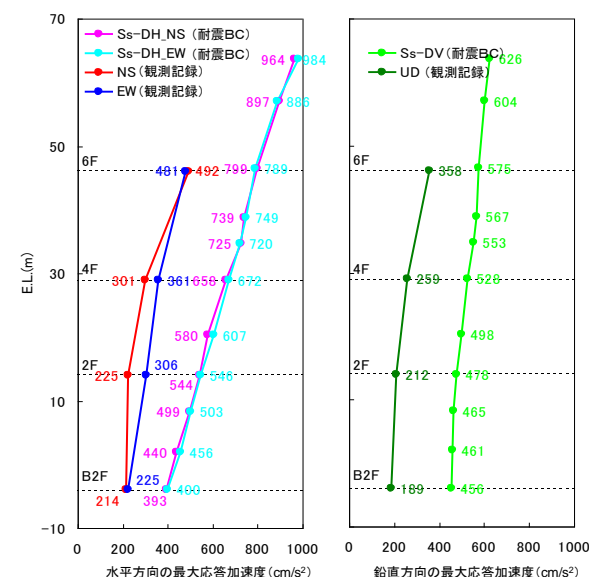
単位:ガル

R/B		地震観測記録			当初設計時		基準地震動 S_s-D		
		NS	EW	UD	NS	EW	NS	EW	UD
	6F	492	481	358	932	951	799	789	575
	4F	301	361	259	612	612	658	672	528
	2F	225	306	212	559	559	544	546	478
	B2F	214	225	189	520	520	393	400	456

【原子炉建屋の加速度時刻歴波形(地下2階)】

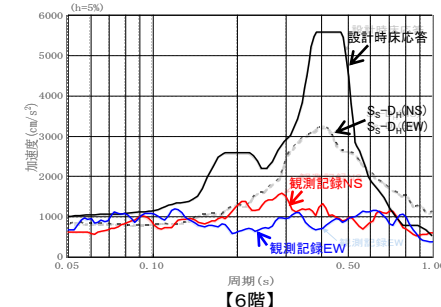


【原子炉建屋の最大加速度分布】

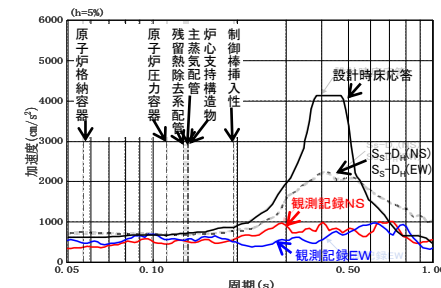


【原子炉建屋の床応答スペクトル

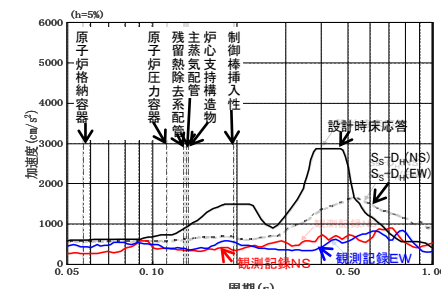
(水平方向、減衰5%)



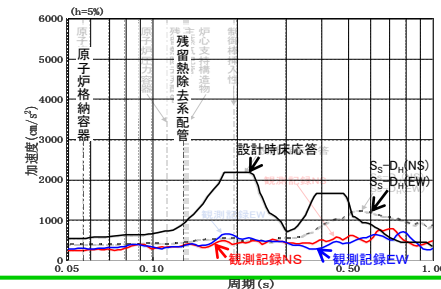
【6階】



【4階】



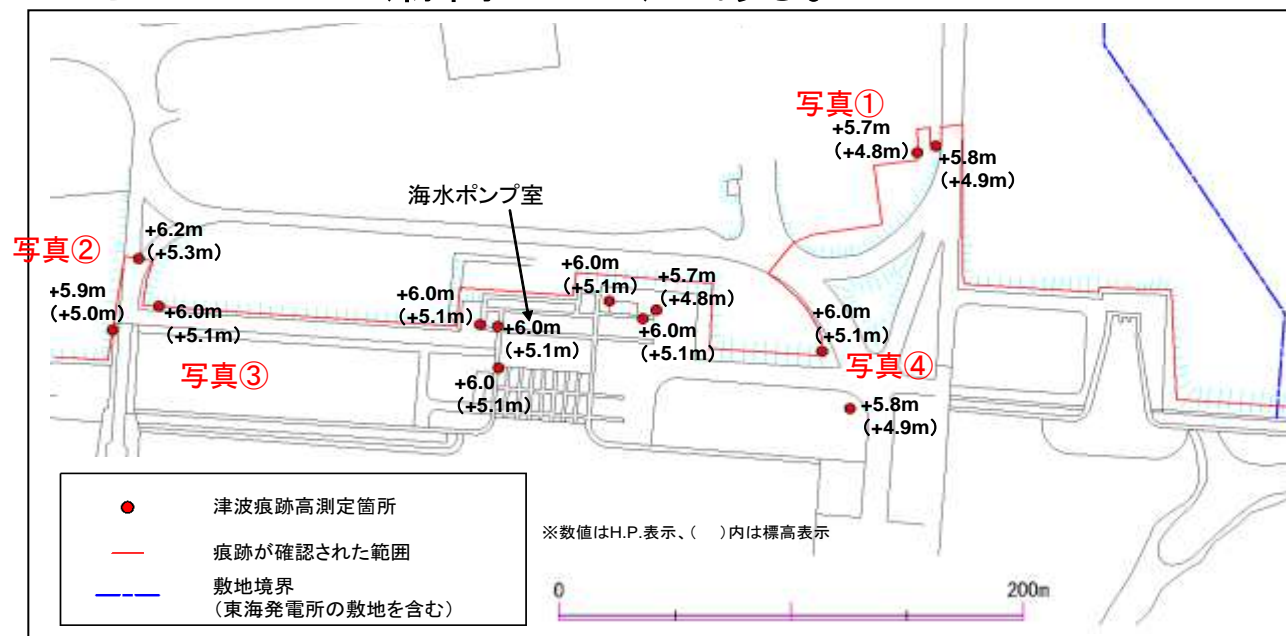
【2階】



【地下2階】

東海第二発電所の津波来襲状況

○今回の津波来襲による発電所敷地内における津波の痕跡高は、H.P.+5.7m(標高+4.8m)からH.P.+6.2m(標高+5.3m)である。



写真①



写真②



写真③



写真④

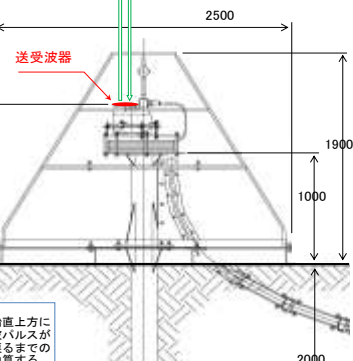
東海第二発電所の津波来襲状況



<波高計設置断面図>

▽ 海面

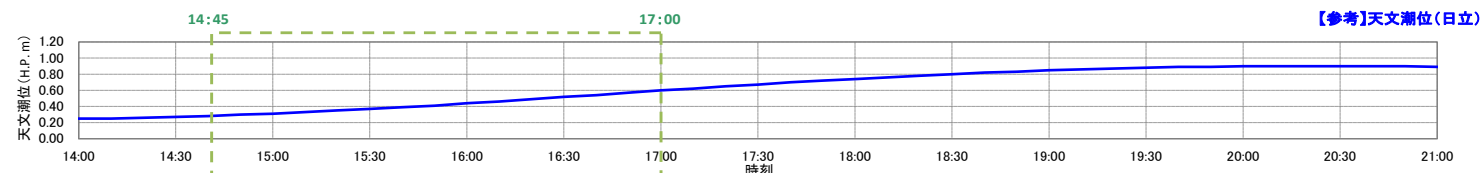
超音波パルス
(イメージ)



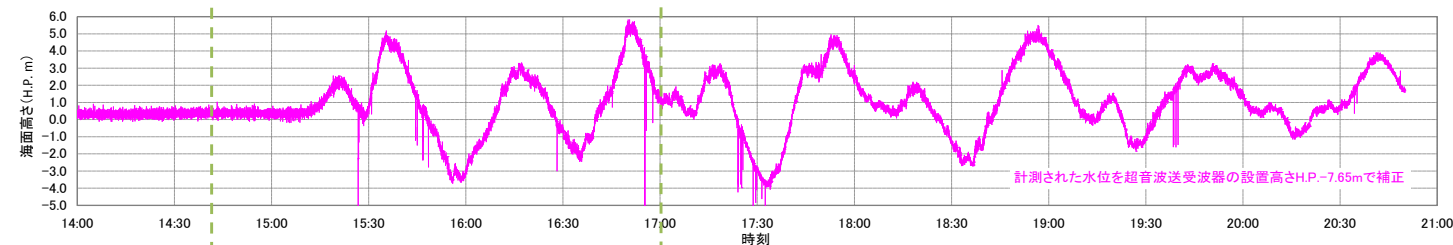
2000

φ 216.3

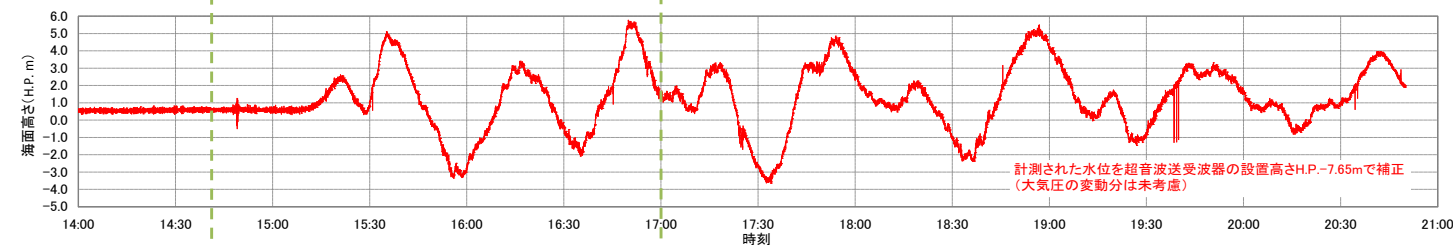
○ 東海港沖合い(東側)約150mの位置の波高計では、3月11日16:50頃に最大水位約H.P.+5.5m(標高+4.6m)が確認されている。



水位変動(超音波式波高計より)



水位変動(水圧式波高計より)



東海第二発電所の地震による影響

- 安全上重要な設備(耐震クラスSクラス)の地震による損傷は認められていない。
- 地震による損傷が認められた設備は、タービン設備等の一部で、耐震クラスB, Cクラスの設備が損傷を受けている。

【蒸気タービン等の損傷状況】

- 低圧タービン及び高圧タービンの動翼と隔板の一部に接触による摺動痕が確認されている。
- 高圧タービンと低圧タービンの中間軸受け基礎グラウト部の割れ、基礎ボルトの緩み(10本中3本)が確認されている。

部位	損傷状況
低圧A	9～11段全数に摺動傷、変色 12～14段全数に摺動傷
低圧B	9～11段全数に軽微な摺動傷
低圧C	摺動傷なし
高圧	軽微な摺動傷
軸受	中間軸受台基礎部損傷

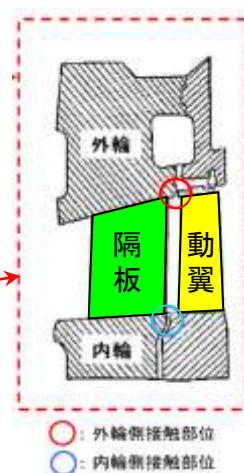
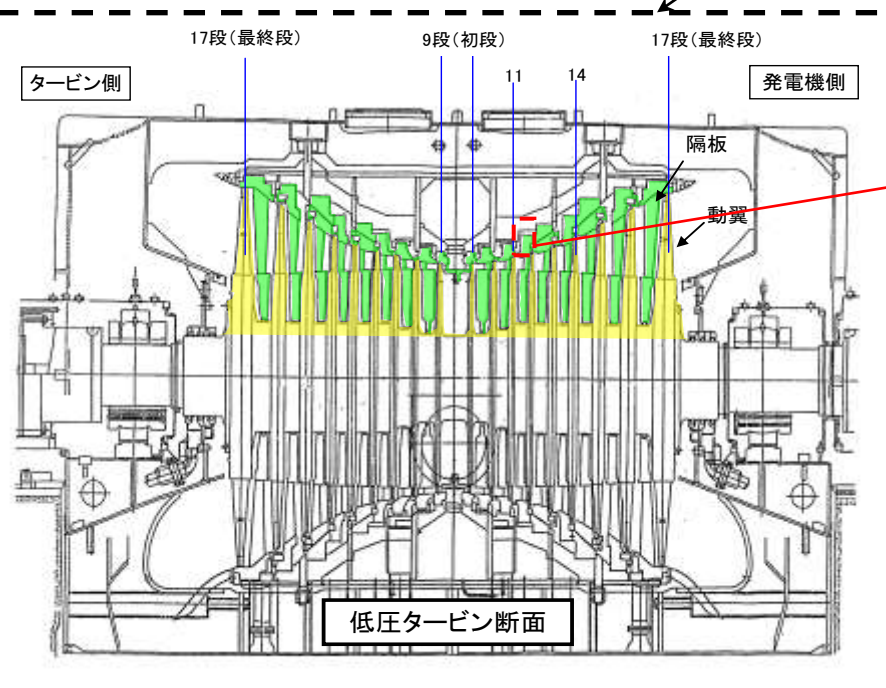
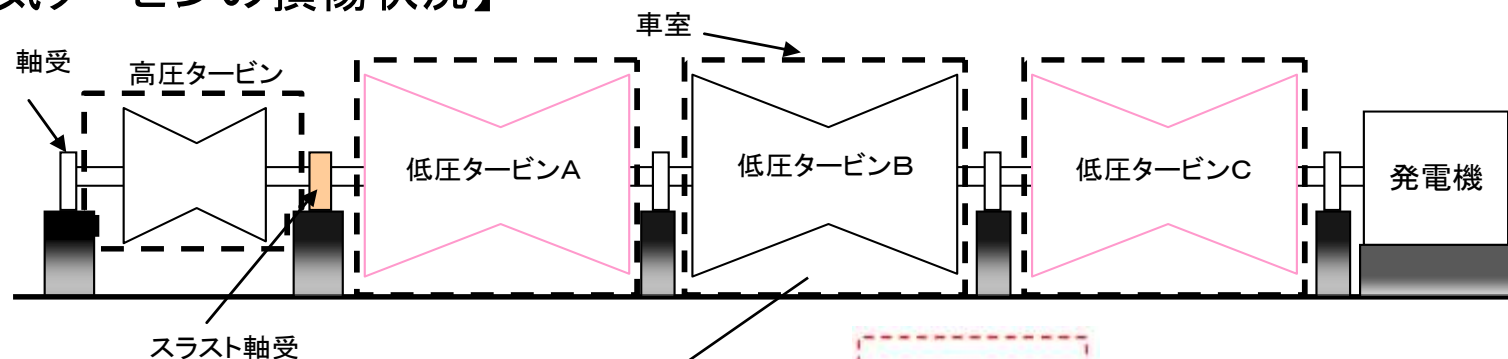
【主発電機関係の損傷状況】

- 主発電機軸受及び主励磁機・副励磁機廻りに地震の影響による接触痕や間隙拡大等の損傷が認められた。

部 位	事 象
主発電機軸受廻り	①シールケース油切りの接触痕 ②回転子主軸の接触痕
主励磁機・副励磁機廻り	③副励磁機と13番軸受けの接触 ④カップリングボルトと励磁機の接触 ⑤発電機－励磁機間カップリングの接触

蒸気タービン等の損傷状況(1/2)(タービン)

【蒸気タービンの損傷状況】



隔板

○: 損傷部位



低圧タービンA動翼 13段



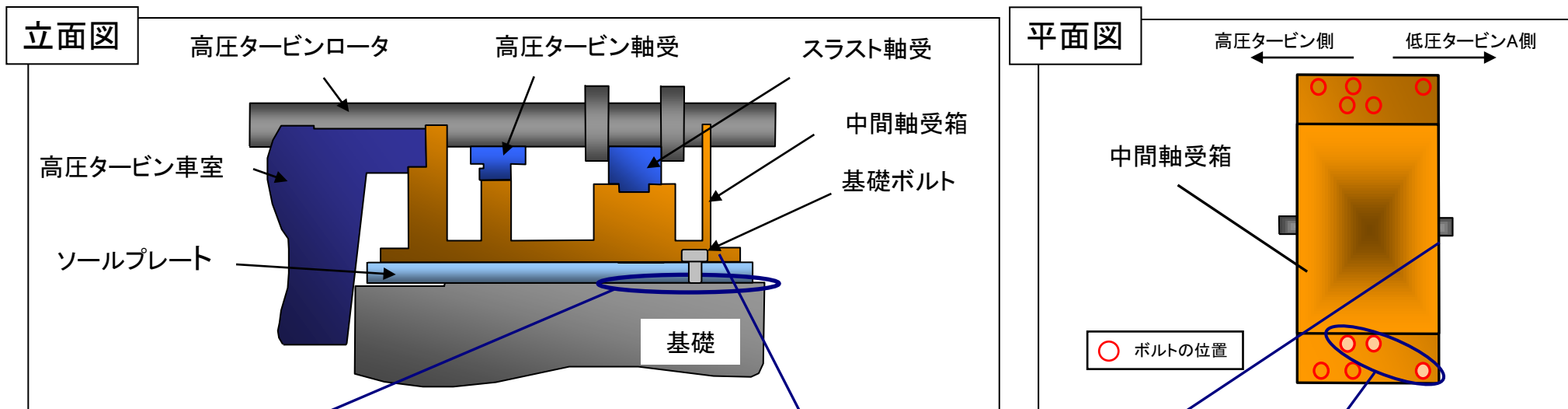
低圧タービンA動翼 14段



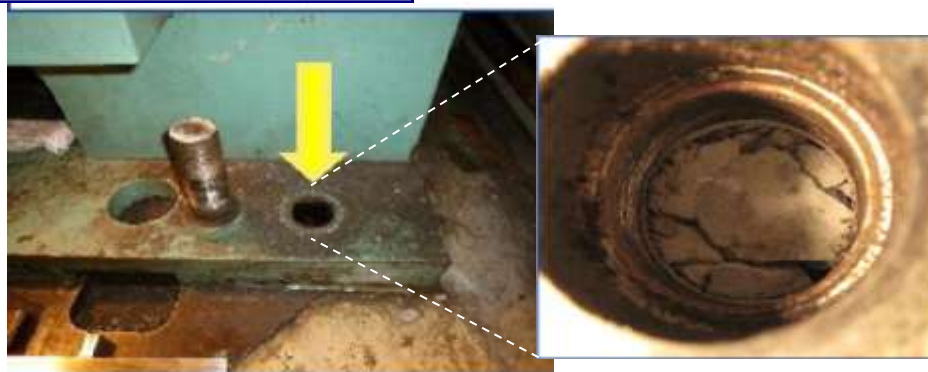
摺動痕の状況

蒸気タービン等の損傷状況(2/2)(タービン)

【中間軸受台の損傷状況】



基礎グラウト部割れ



軸受箱底部位置ずれ

軸受台の発電機側が約5mm持ち上がっている。

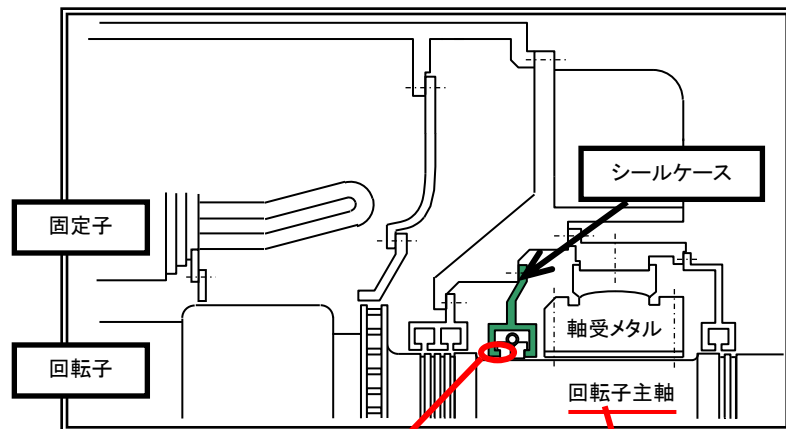
基礎ボルトの緩み

10本ある基礎ボルトのうち3本に緩みが生じていた。

主発電機の不具合概要

【発電機関係の損傷状況】

主発電機軸受廻り概要図

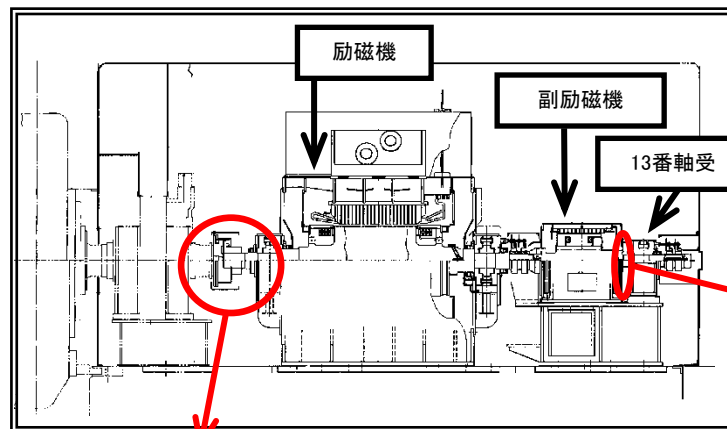


①シールケース油切り
接触痕有り



②回転子主軸
接触痕有り

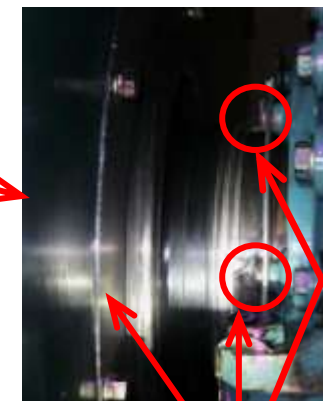
励磁機・副励磁機廻り概要図



⑤カップリング
設計値以上の変移



④ボルト及び油切り
接触痕有り

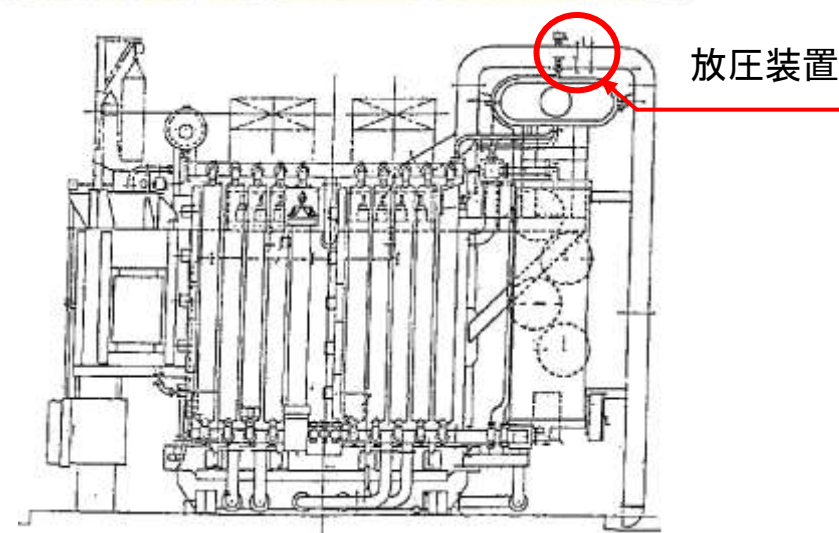
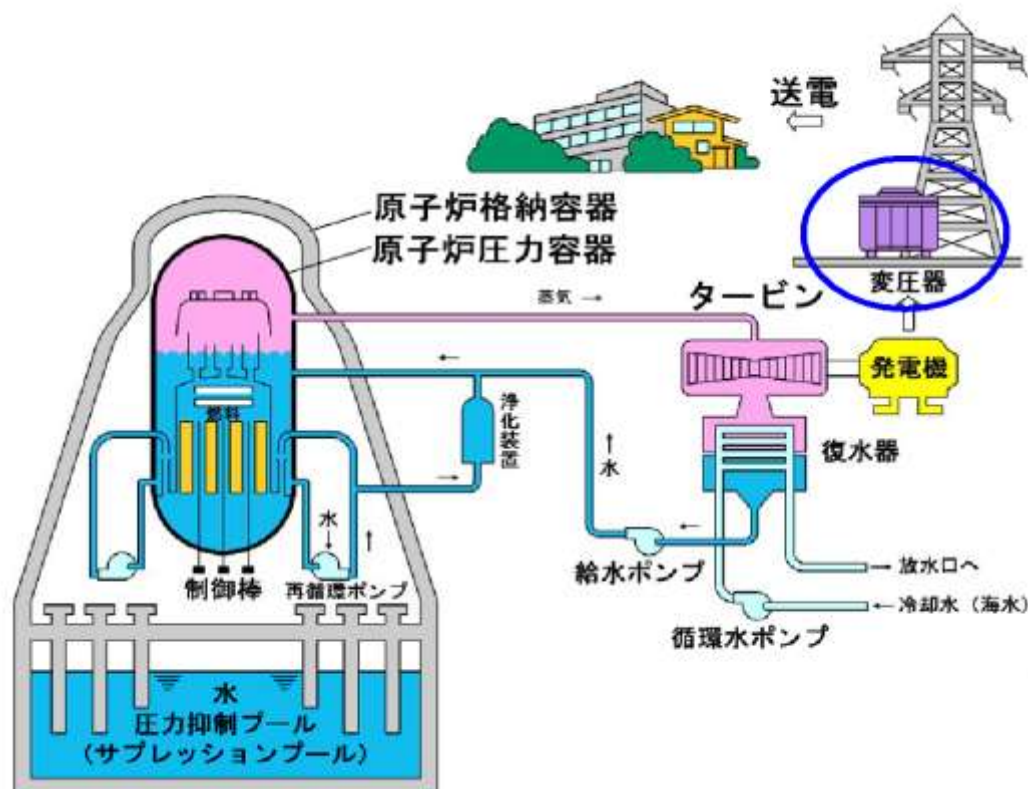


③副励磁機ジャーナル及び
13番軸受のボルト
接触痕有り

主変圧器・起動用変圧器からの絶縁油漏れ状況

変圧器の液面が変動したことにより、絶縁油が僅かに放圧管より排出が認められました。

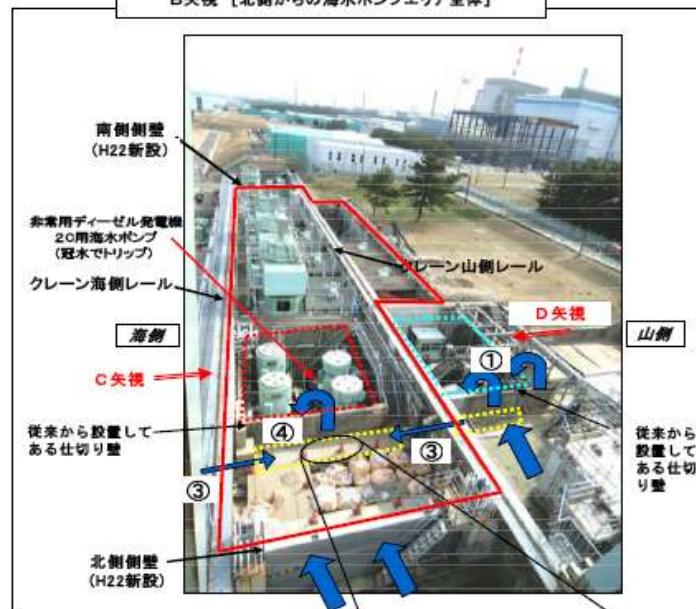
- 主変圧器:1台
送電用の昇圧用変圧器。
- 起動変圧器:2台
受電し、所内動力用電源として使用するための降圧用変圧器。



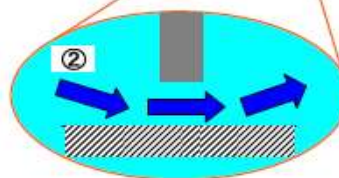
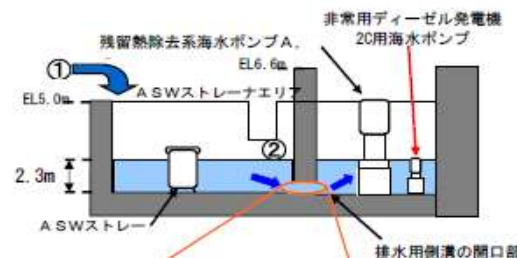
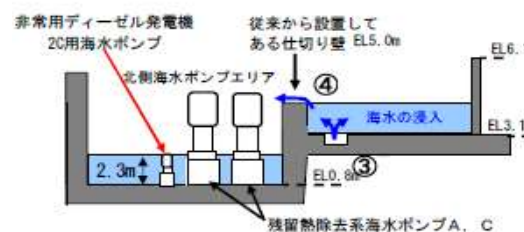
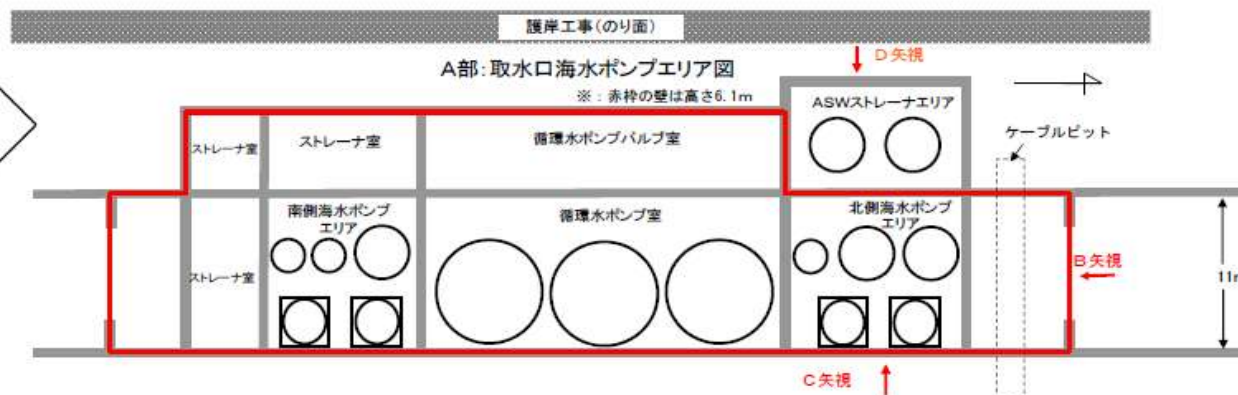
津波による海水ポンプ室の浸水状況



B矢視【北側からの海水ポンプエリア全体】



- 高さ6.1mエリア
- 北側海水ポンプエリア
- ASWストレナエリア
- ケーブルピット



○北側海水ポンプ室に海水が浸水し、3台ある非常用ディーゼル発電機用海水ポンプのうち1台が自動停止した。

○海水ポンプ室については、津波対策として側壁の嵩上げ工事を実施しており、標高+6.11mの側壁の新設が完了していた。

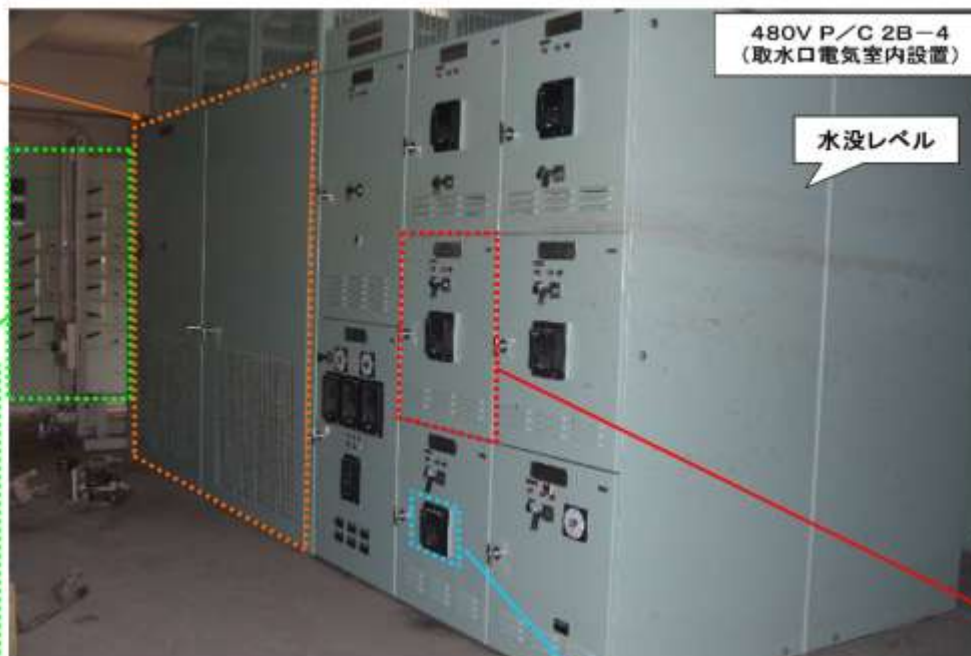
○しかし、ポンプ室北側の壁貫通部の止水工事が一部未完となっていたことから貫通部を通して海水が海水ポンプ室へ流入した。

○海水の浸水により、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ1台の電動機が冠水し、ポンプが自動停止した。

(※:地殻変動による地盤の沈下は考慮していない。)

津波による取水口電気室の浸水状況

動力変圧器(6.9kV/480V)
絶縁抵抗:0MΩ
洗浄・乾燥により絶縁の回復は困難
(類似品で回復した実績なし)



主水口回りの常用系機器の
電源盤の被水状況



MCCユニット内部



電磁接触器端子部

480V MCC 2B4-1, 2, 3



負荷保護用継電器
(プリント基板被水)



気中遮断器(中段)

津波対策実施状況

海水ポンプ室については、津波対策として側壁の嵩上げ工事(H.P.+5.80m(標高+4.91m)までであった側壁の外側にH.P.+7.00m(標高+6.11m)までの側壁を新たに設置)や、壁の貫通部(電気ケーブル等を通すための小さな穴)の封止(浸水を防ぐ)工事を実施してきており、側壁の嵩上げ工事は完了していたが、地震が発生した時点では壁の貫通部の封止工事については北側が完了していない状況であった。(※:地殻変動による地盤の沈下は考慮していない。)

