

## 6章 福島第一以外の発電所で起きた事象の概要

- 6. 1 福島第二原子力発電所の状況
- 6. 2 女川原子力発電所の状況
- 6. 3 東海第二発電所の状況
- 6. 4 各サイト・各プラントの状況の比較
- 6. 5 何が事故進展を分けたのか

松井務 (中部電力)

# 6. 1 福島第二原子力発電所の状況

## 発災後のプラント進展

	1号機	2号機	3号機	4号機
地震発生時の状態	運転中	運転中	運転中	運転中
停止	自動停止 (地震動)	自動停止 (地震動)	自動停止 (地震動)	自動停止(地震動)
地震・津波被害	6. 4 (3/3) 表参照			
冷却・減圧策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・RCICにより原子炉に注水し、SRVにより圧力制御</li> <li>・原子炉圧低下後は、復水補給水系により代替注水</li> <li>・復水補給水系等によるPCVスプレイでPCVを冷却し、時間余裕を確保(併行してPCVベントを準備するも、実施せず)</li> <li>・所外から電源車・電動機を緊急調達、アクセスルート確保、人員によるケーブル敷設等で、各号機のRHRポンプを順次復旧し、原子炉冷却</li> </ul>		津波被害を免れたRHR(B)により原子炉を冷却	1、2号機と同じ
冷温停止	3/14 17:00	3/14 18:00	3/12 12:15	3/15 7:15

## 6. 1 福島第二原子力発電所の状況

### 発電所安全確保の要因(プラント状態、プラント操作)

- 地震直後の点検では、耐震安全上重要な施設には外観上の異常は認められず、耐震B、Cクラスの機器の一部に損傷がある程度だった
- 外部電源4回線のうち、1回線が使用可能だった。→これによりその後の復旧活動が容易になった。
- 3号機B系熱交換器建屋の大物搬入口だけが、津波に破られることなく、3号機だけが津波後も余熱除去系が使用できた。
- 余熱除去機能の喪失により、圧力抑制室の水温が100 を超え、圧力抑制機能が喪失した。  
→ 圧力抑制室の冷却のため、手順に基づき復水補給水系によるS/Pスプレイ、運転員の機転による可燃性ガス処理系の冷却水排水ラインを利用したS/P注水も行い、格納容器圧力・温度の一時的な抑制を行った。
- これらの操作と並行して、除熱機能が長期間回復しない事態に備え、格納容器耐圧ベントのラインを構成し、いつでもベント可能な状態にした。  
(結果的に、ベントは実施せず)

## 6. 1 福島第二原子力発電所の状況

### 発電所安全確保の要因(復旧活動)

- 復旧にあたっては、ウォークダウンにより設備被害状況と作業の優先順位付けを行った。余震・大津波警報が継続し、照明・通信手段が無い中で、待避連絡手段を定め、11日22時頃から実施し、機器の津波被害の程度、電源盤の被害状況等を把握し、復旧計画を立案した。
- 除熱機能の回復のため、電動機、高圧電源車、移動用変圧器、ケーブル等を、柏崎刈羽原発、メーカ工場等から緊急調達した。輸送において、道路の通行不能箇所や、放射能による封鎖エリアへの輸送業者の対入り拒否等の阻害事項が見られた。
- 重機によりアクセスルート確保し、ポンプ等を取替えた。また、電源供給のため、延べ9kmのケーブルを200人で1日で敷設した。
- 400名以上の所員が、限られた食料と非衛生的な環境下で、約10日間隔離状態で作業に従事。
- 中越沖地震の知見を踏まえて設置した免震重要棟の通信・連絡、収納機能等は事故収束対応を円滑にしたと推測。

## 6. 2 女川原子力発電所の状況

### 発災後のプラント進展

	1号機	2号機	3号機
地震発生時の 運転状態	運転中	起動中 (未臨界、 炉水<100 )	運転中
停止	自動停止 (地震動)	自動停止 (地震動)	自動停止 (地震動)
地震・津波被害	6. 4 (3/3) 表参照		
冷却・減圧策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震による起動変圧器の停止に伴い給復水系が使用不可となったためRCICで原子炉への給水を行い、SRVにより圧力制御</li> <li>・RHRにより原子炉冷却</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震後は給復水系、津波後はRCICで原子炉への給水を行い、SRVにより圧力制御</li> <li>・RHRにより原子炉冷却</li> </ul>
冷温停止	3/12 0:58	3/11 14:49	3/12 1:17

## 6.2 女川原子力発電所の状況

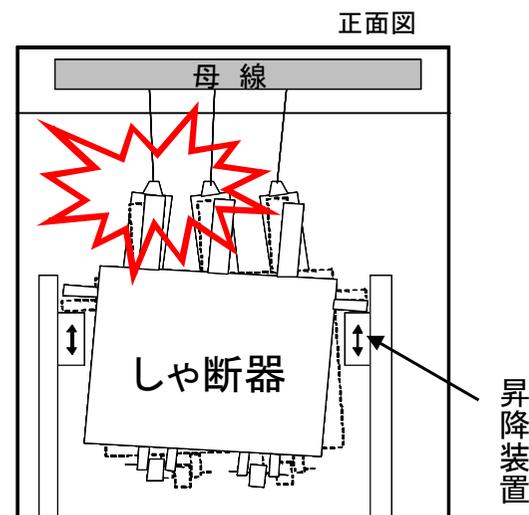
### 主な発電所の被害状況(1/2)

- 1号機高圧電源盤火災

地震により、タービン建屋地下1階の常用系高圧電源盤が損傷し発煙。道路の寸断により、消防署員は到着できず、自衛消防隊による消火活動により消火。



→ 原因は、接続位置に吊り下げられていたしゃ断器が、地震で揺れて断路部が破損し、周囲と接触して発生した火花により、ケーブルの絶縁被覆が溶けたことと推定。



しゃ断器は昇降装置により吊り上げられている

## 6. 2 女川原子力発電所の状況

### 主な発電所の被害状況(2/2)

- 2号機原子炉補機冷却水B系ポンプ、高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ浸水

原子炉建屋地下3階の非管理区域内の補機冷却系海水熱交換器室に海水が流入、原子炉補機冷却水B系ポンプ、高圧炉心スプレイ補機冷却水系ポンプが浸水し、機能喪失。(ただし、A系ポンプは健全であったため冷却機能は維持)

→ 原因は、津波による水位上昇により、海水ポンプ室に設置していた常用の水位計設置箱(後付設備)の上蓋を海水が押上げ、ポンプエリアに流入し、ケーブルトレイおよび配管貫通部を通じ熱交換器室内に流入。

高さ約2.5mまで浸水



## 6.2 女川原子力発電所の状況

### 発電所安全確保の要因(当初設計、その後の対策)

- 敷地高さの安全側の設定

1号機計画当初から津波対策を重要課題と認識。敷地高さをもって津波対策とすることとし、敷地高さをO.P.+14.8mとした(当時の想定津波高は3m)。今回の津波でも、主要構造物が設置されている敷地高さを超えることは無かった。

- 防潮堤の強化

2号機増設時、想定津波高さを9.1mに見直し、津波引き波時の安定性を考慮し、法面に対し防護工事を実施。

- 海水ポンプ室のピット化

海水ポンプを、敷地高さから13m掘り下げたピット内に設置(海面に近い港湾部には設置していない)し、敷地を超えなければ冠水しない構造。

- 耐震裕度向上工事の実施

配管、電路等の補強等の耐震補強工事を実施。

## 6.3 東海第二発電所の状況

### 発災後のプラント進展

	—
地震発生時の状態	運転中
停止	自動停止 (タービントリップ)
地震・津波 被害	6.4(3/3)表参照
冷却・減圧方法	<ul style="list-style-type: none"><li>・地震による自動停止後HPCS,RCIC起動。</li><li>・HPCS, RCICにより原子炉注水(高圧) SRVにより原子炉圧力維持</li><li>・RHR(B)により格納容器冷却</li><li>・外部電源復旧を待って、RHR(A)により冷 温停止に移行</li></ul>
冷温停止	3/15 0:40

## 6.3 東海第二発電所の状況

### 発電所安全確保の要因

#### (地震動)

- 地震に対しては、耐震B,Cクラスタービン設備等の一部に損傷が認められるが、耐震設計上重要な施設(Sクラス)での損傷は認められない。
- 耐震設計上重要な機器・配管の、地震による床応答スペクトルが、一部周期帯で工認設計波の床応答スペクトルを超えているが、重要な設備の固有周期では、工認設計波の床応答スペクトル以下であることを確認。

#### (津波想定と対応)

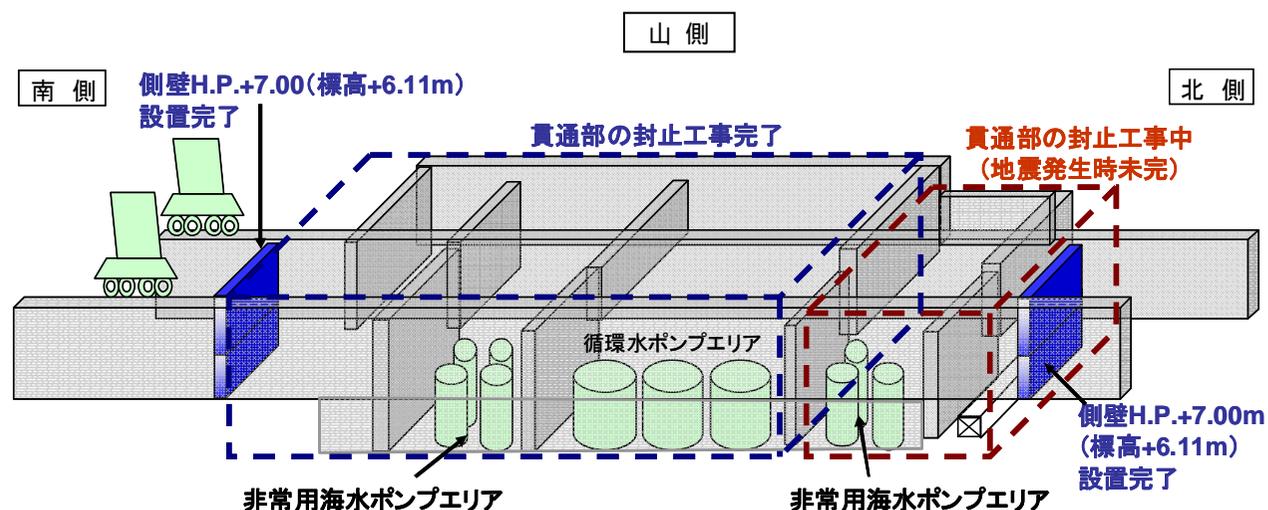
- 建設当時は、津波に関する明確な基準が無く、近隣の最高潮位(H.P.+2.35m)を想定。
- その後、平成14年の土木学会の「原子力発電所の津波評価技術」、平成19年に茨城県が公表した「県沿岸における津波浸水想定区域図等」に用いられた津波規模を、新知見として反映し、津波評価及び対策工事を講じてきた。

## 6.3 東海第二発電所の状況

### 発電所安全確保の要因(津波影響)

- 津波影響による、北側非常用海水ポンプ室の浸水により、非常用D/G冷却水海水ポンプ2Cが停止し、残留熱除去系Aも機能喪失。

発災時は、当該エリアの津波対策として側壁の嵩上げ工事を実施中だったが、壁貫通部の封水工事が未完了だった北側エリアは、貫通部から浸水。(工事完了していたエリアの設備は被害が無かった)

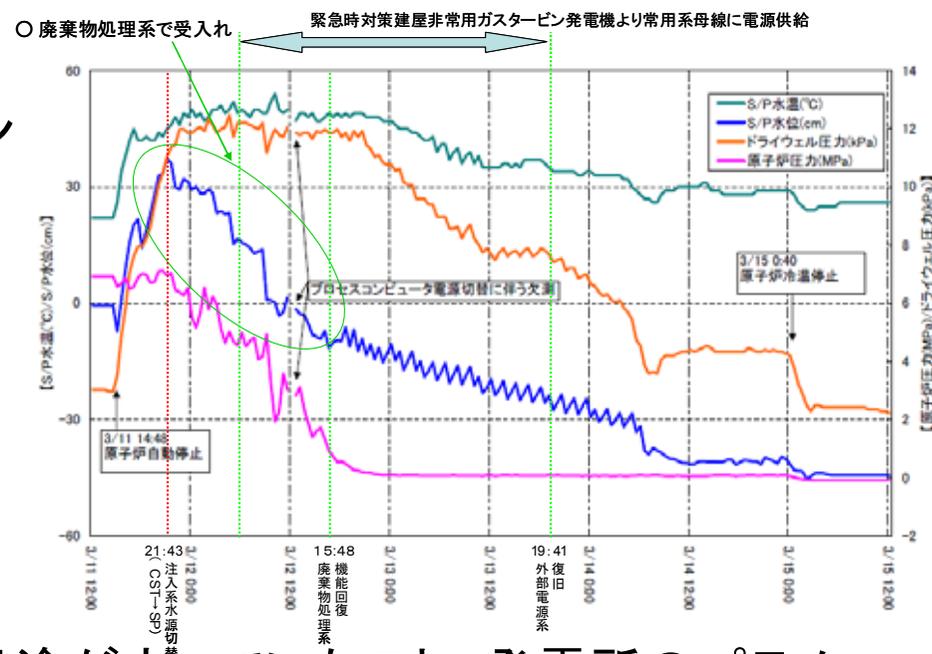


## 6.3 東海第二発電所の状況

### 発電所安全確保の要因(プラント操作)

- 初期段階で、復水貯蔵タンクを水源として原子炉への注水をしたため、サプレッションプール水位が上昇。水は、液体廃棄物処理系で受け入れたが、外部電源喪失のため、処理機能は喪失。

→ 緊急時安全対策所のガスタービン発電機から、既存および仮設設備を經由して、廃棄物処理系の常用電源盤に電力を供給し、処理機能を復活させた。



- 喪失していた外部電源の復旧の目途が立っていたこと、発電所のパラメータが安定していたこと、外部電源喪失状態での非常用D/Gの負荷切り替えや原子炉格納容器の冷却系の停止等のリスクを総合的に考慮し、外部電源の復旧を待って、冷温停止に移行した。

## 6.4 各サイト・各プラントの状況の比較(1/3)

- 地震動

[gal]

観測点 (原子炉建屋再下層)		観測記録			Ssに対する最大応答加速度		
		南北	東西	上下	南北	東西	上下
福島第二	1号機	254	230	305	434	434	512
	2号機	243	196	232	428	429	504
	3号機	277	216	208	428	430	504
	4号機	210	205	288	415	415	504
女川	1号機	<u>540</u>	<u>587</u>	439	532	529	451
	2号機	<u>607</u>	461	389	594	572	490
	3号機	<u>573</u>	458	321	512	497	476
東海第二	一(地下2階)	214	225	189	393	400	456

## 6.4 各サイト・各プラントの状況の比較(2/3)

### ・津波及び関連状況

	敷地高	設置許可申請	その後の想定	3.11津波高観測値	主要建屋 周り浸水高	海水P設置 場所
福島第二	O.P.+12m	1号建設時(1966) O.P.+3.122m 3/4増設(1978) O.P.+3.705m	土木学会手法 (2002) O.P.+5.2m 茨城県想定 (2007) O.P.+4.7m 福島県想定(2007) O.P.+5m 海底地形、遡上条件見直し(2009) O.P.+5.0m	津波高 O.P. +7~8m 浸水高 O.P.+14.5m	約2.5m以下  (1号機周囲以外は殆どゼロ)	湾岸部熱交換器建屋内に設置 (1台を除き浸水)
女川	O.P.+14.8m (地震後の地盤沈下を考慮した場合 O.P.+13.8m)	1号建設(1970) O.P.+2~3m 2号増設(1987) O.P.+9.1m	土木学会手法 (2002) O.P.+13.6m	津波高 O.P. +13.0m	浸水なし	敷地高さからピットを掘り設置(1系統2台浸水、トリン等経由で建屋内に流入)
東海第二	H.P.+8.9m	—	土木学会手法 (2002) H.P.+5.75m 茨城県想定 (2007) H.P.+6.61m	津波高 H.P. +5.5m 遡上高 H.P. +6.2m	浸水なし	湾岸部に設置し、津波対策で設置エリアを側壁で囲む。 (一台浸水)

： O.P.±0.00mは、女川(女川原子力発電所工事用基準面)で東京湾平均海面下方 0.74m、福島(小名浜港工事用基準面)で東京湾平均海面下方 1.77m  
H.P.±0.00mは、日立港工事用基準面で東京湾平均海面下方 0.89m

## 6.4 各サイト・各プラントの状況の比較(3/3)

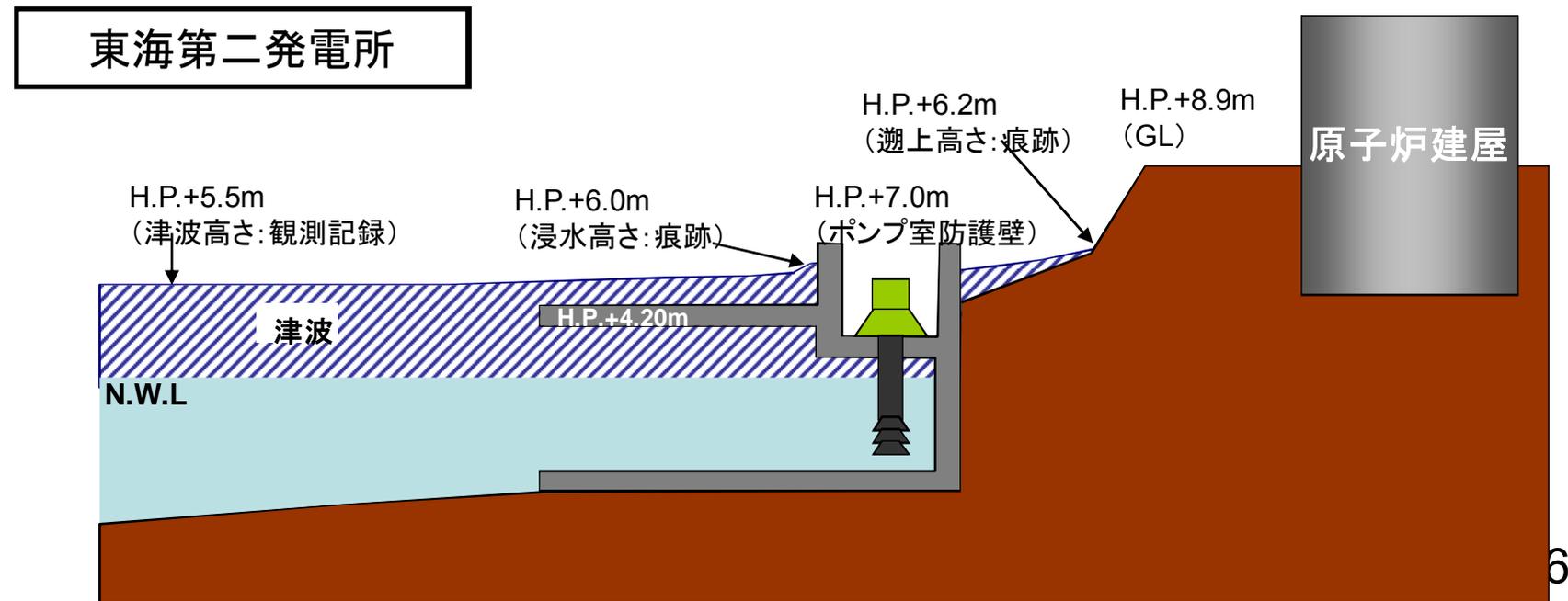
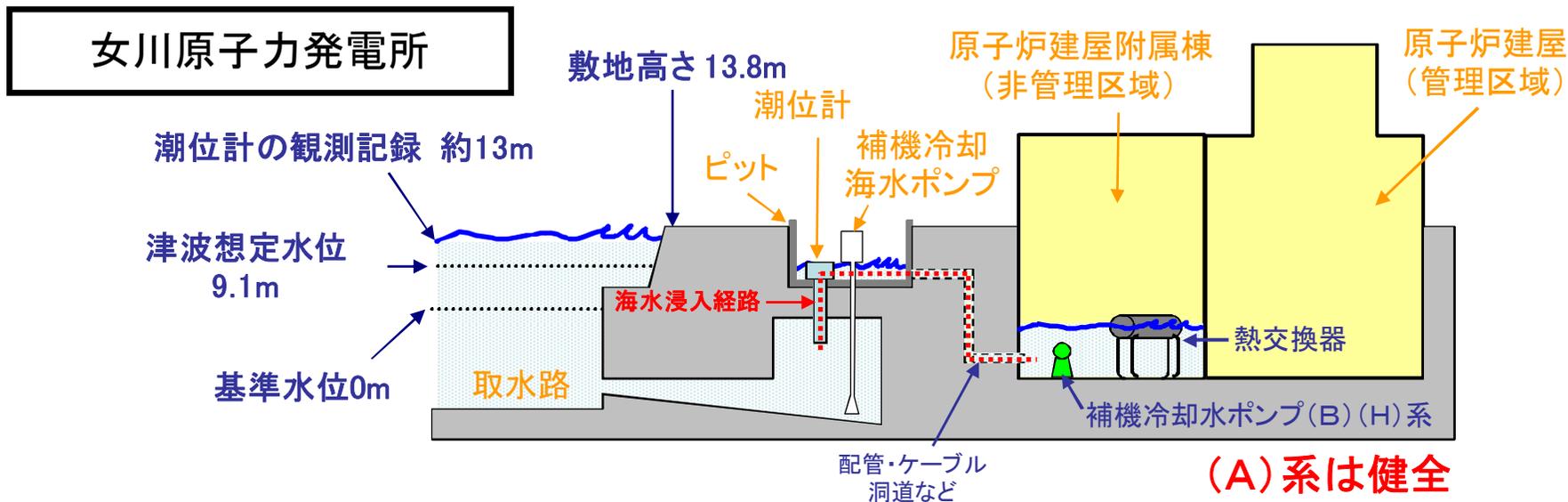
### 地震・津波によるサポート系設備被害状況

一部被害:(健全な数)/(全数)

		外部電源	非常用DG	非常用M/C	常用M/C	非常用P/C	常用P/C	直流電源	海水ポンプ
福島第二	1号機	500kV:	×	1/3	○	1/4	○	3/4	×
	2号機	1/2 66kV:	×	○	○	2/4	○	○	×
	3号機	×	2/3	○	○	3/4	○	○	1/2
	4号機		1/3	○	○	2/4	○	○	×
女川	1号機	275kV:	○	○	1/2	○	○	○	○
	2号機	1/4 66kV:	1/3	○	○	○	○	○	2/4
	3号機	×	○	○	○	○	○	○	○
東海第二	—	275kV: × 154kV: ×	2/3	○	○	○	○	○	D/G用: 2/3 RHR用: ○(4/4)

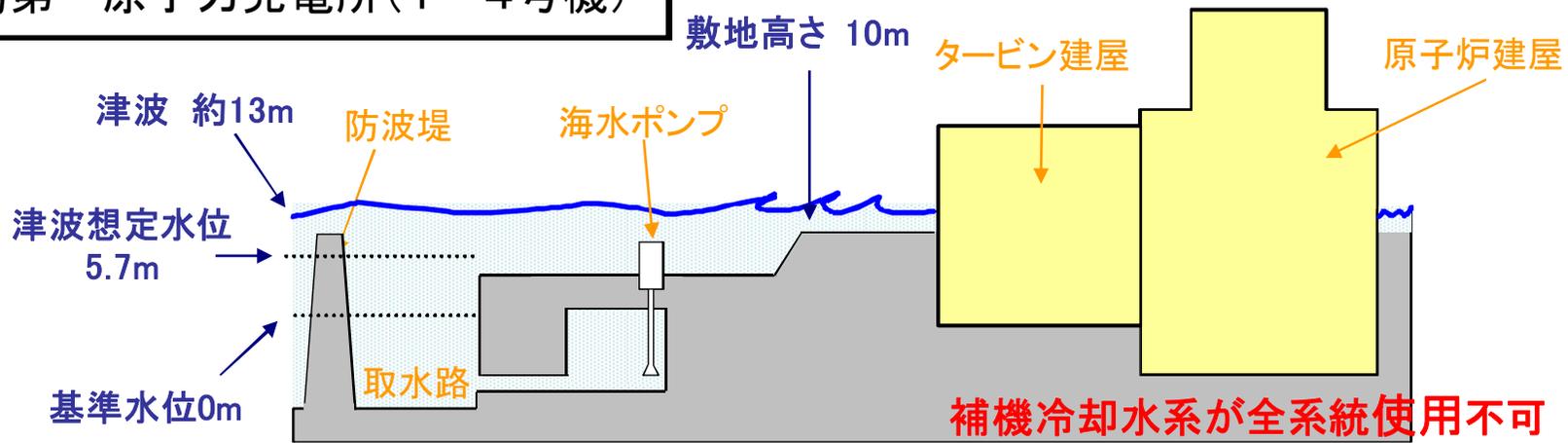
D/G:ディーゼル発電機 M/C: 高圧電源盤 P/C: 低圧用電源盤

# 参考



# 参考

## 福島第一原子力発電所(1~4号機)



## 福島第二原子力発電所

