

圧力容器／格納容器の健全性評価技術の開発

平成24年4月23日

(株)東 芝

日立GEニュークリア・エナジー(株)

三菱重工業(株)

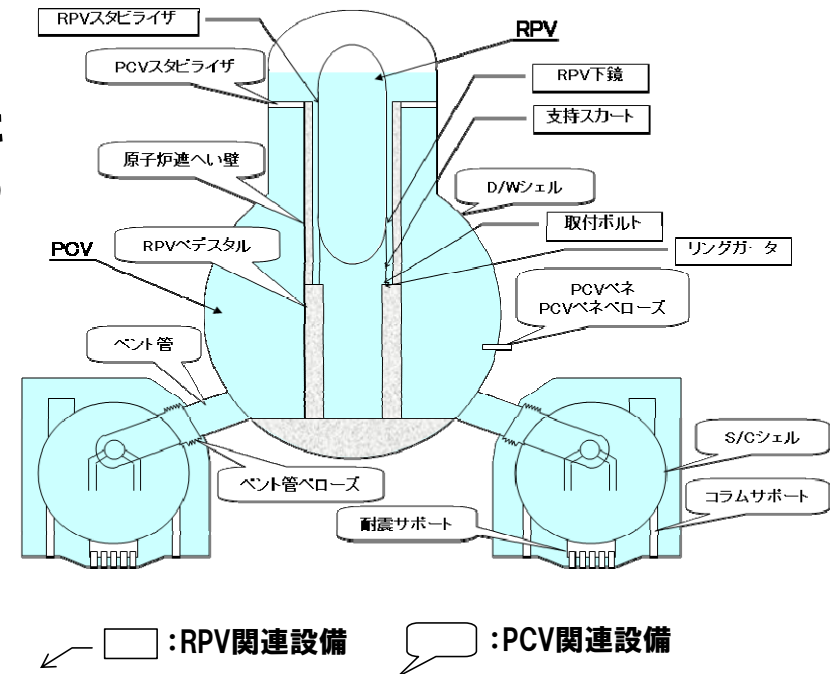
1. 事業目的

プロジェクトの背景・目的

- 圧力容器(RPV)、格納容器(PCV)構造材料及びRPVペDESTALは高温の海水に曝されたことにより、腐食劣化が懸念されており、その健全性、余寿命を評価する。
- 炉心からの燃料取出しまでの長期間、RPV、PCV構造物材料及びRPVペDESTALの健全性確保のための腐食抑制策を確立し、余寿命の延伸を図る。

平成23年度における事業の目標

- 「実事故履歴分析に基づく試験条件の検討」
 - － シビアアクシデント後のプラントデータ等をもとに試験計画を立案する。
- 「原子炉圧力容器の構造材料腐食試験」
 - － 腐食劣化試験に用いる供試材の調達を行う。
- 「RPVペDESTAL鉄筋コンクリート劣化試験」
 - － 腐食劣化試験に用いる供試材の調達を行う。

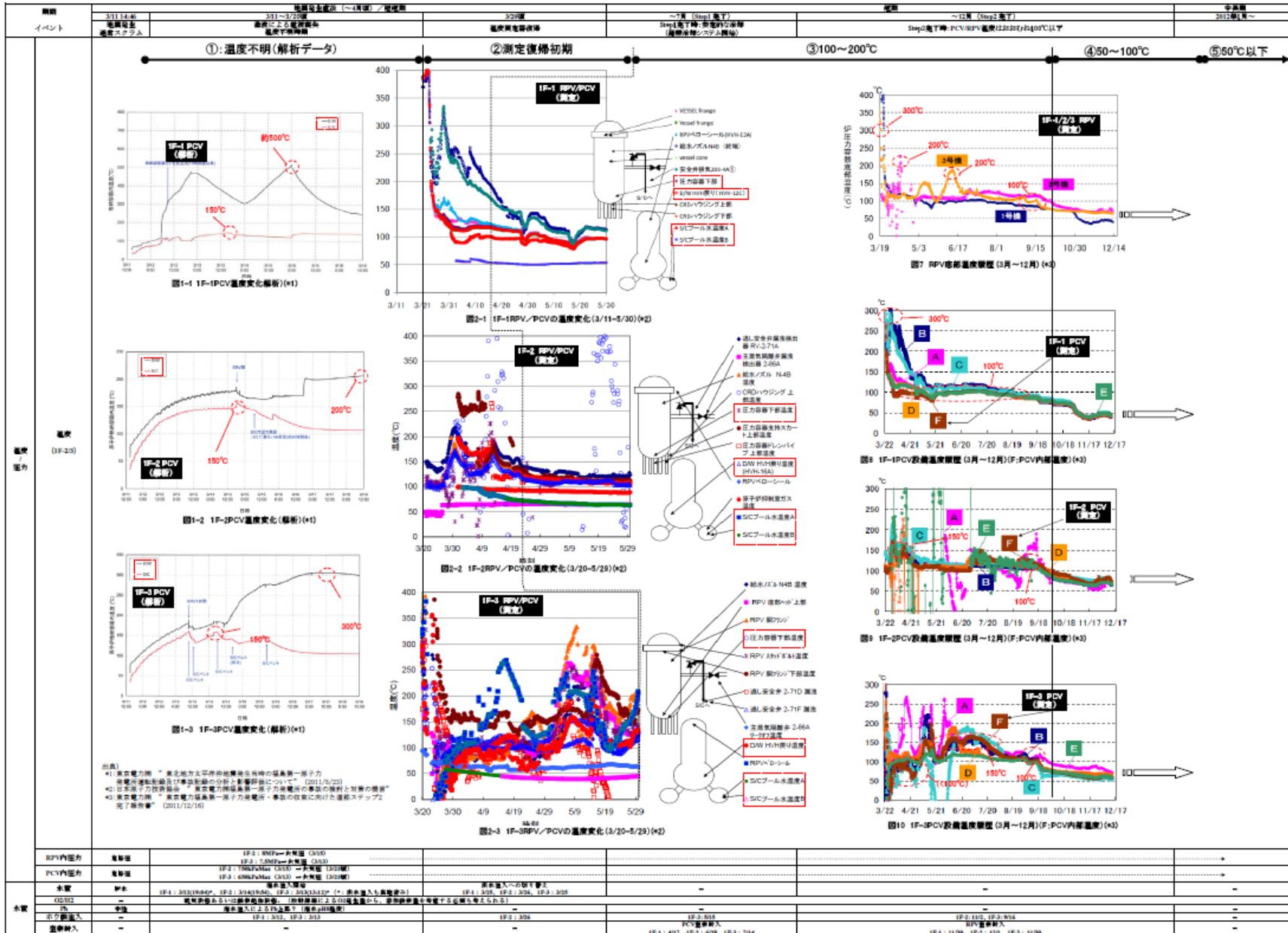


腐食劣化評価対象部位(例)

2. 事業概要

平成23年度におけるプロジェクトの成果 実事故履歴分析に基づく試験条件の検討(1/3)

- シビアアクシデント以降の温度、水質等のプラントデータを調査した。



2. 事業概要

平成23年度におけるプロジェクトの成果

実事故履歴分析に基づく試験条件の検討(2/3)

(1) (2) (3)

影響因子	温度:100~約300℃	温度:50~100℃以下	温度:50℃以下
温度	X (100~200℃の範囲)	X (50~100℃の範囲)	X (50℃以下)
塩化物イオン	X (海水注水)	X (海水影響残)	X (海水影響残)
ホウ酸	X (臨界防止)	X (臨界防止)	X (臨界防止)
pH	X (中性もしくは酸性(ホウ酸の効果による))	X (中性もしくは酸性(ホウ酸の効果による))	X (中性もしくは酸性(ホウ酸の効果による))
溶存酸素濃度	X (温度が高く(大気圧)脱気条件と推定) (試験:脱気,大気飽和)	X (大気開放(大気飽和))	X (大気開放(大気飽和))
塩化物イオン+照射	X (海水注水)	X (海水影響残)	X (海水影響残)
防錆剤	- (添加前)	- (添加前)	X (添加)
防錆剤+照射	- (添加前)	- (添加前)	X (添加)
ヒドラジン	- (添加前)	- (添加前)	X (添加)
ヒドラジン+照射	- (添加前)	- (添加前)	X (添加)

- 既存研究データから腐食影響因子を抽出するとともに、シビアアクシデント以降の事故履歴データに基づき、事故後のプラント状態を(1)事故直後の高温の期間、(2)冷温停止状態到達までの中温の期間、(3)冷温停止後の低温の期間に分類し、それぞれの期間における材料劣化を個別に評価するための試験条件を策定した。

記号

X:影響あり、 -:影響なし

:メーカーにて試験を実施
:電中研での試験を検討
:JAEAでの試験を検討

2. 事業概要

平成23年度におけるプロジェクトの成果

実事故履歴分析に基づく試験条件の検討(3/3)

- 温度、海水濃度、ほう酸等をパラメータに試験マトリックス(案)を策定した。

(評価)

当初の計画どおり、シビアアクシデント後のプラントデータ等から、試験計画を策定している。

PCV腐食試験マトリックス(案)(例)

■ :東芝

■ :日立GE

■ :三菱重工

No.	機器	鋼種1	鋼種2	鋼種3	開閉系	DO	温度	海水濃度	pH	流速	ほう素	気液環境	試験時間	N数	試験実施機関	備考
1	PCV	SGV480	母材	塗装①	開放系	大気飽和	中期 <100°C (80°C)	希釈海水①	中性	無	無	①液相	50h,100h,500h	3		高温履歴熱処理について別途検討
2				②気液界面								50h,100h,500h	3			
3				①液相								50h,100h,500h	3			
4				②気液界面								50h,100h,500h	3			
5				①液相								50h,100h,500h	3			
6				②気液界面								50h,100h,500h	3			
7(1)				有								①液相	50h,100h,500h	3		
7(2)				有								②気液界面	50h,100h,500h	3		
7(3)				無								①液相	50h,100h,500h	3		
8				無								②気液界面	50h,100h,500h	3		
9			有	①液相	50h,100h,500h	3										
10			有	②気液界面	50h,100h,500h	3										
11			有	①液相	50h,100h,500h	3										
12			無	①液相	50h,100h,500h	3										
13			有	①液相	50h,100h,500h	3										
14			無	①液相	50h,100h,500h	3										
15			有	①液相	50h,100h,500h	3										
16			無	①液相	50h,100h,500h	3										
17			有	①液相	50h,100h,500h	3										
18			無	①液相	50h,100h,500h	3										
19			有	①液相	50h,100h,500h	3										
20	有	①液相	50h,100h,500h	3												
21	無	①液相	50h,100h,500h	3												
22	PWR二次系主給水配管	未定	母材	塗装無し	開放系	大気飽和	中期<100°C(80°C)	希釈海水①	中性	無	無	①液相	50h,100h,500h	3		・PWR環境下での試験
23							長期<100°C(30°C)	希釈海水②	中性	無	無	①液相	50h,100h,500h	3		

2. 事業概要

平成23年度におけるプロジェクトの成果 原子炉容器の構造材料腐食試験

- 腐食劣化試験に用いる供試材の購入仕様を検討し、本年度調達予定であった供試材(RPV供試材)の調達を完了した。

(評価)

当初の計画どおり、供試材調達を完了している。

原子炉圧力容器供試材の調達物量

RPV母材供試材(T1): 400X1000x t100 (mm)	1体
RPV母材供試材(T2): 500X600x t100 (mm)	1体
RPV母材供試材(T3): 500X600x t100 (mm)	1体
RPV母材供試材(T4): 1000X1000x t100 (mm)	1体



RPV母材供試材(T2)の外観(例)

原子炉圧力容器供試材の化学成分(製品分析)

プラント	材料規格	材質	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	Cu
1F	JIS G 3120	鋼板	0.17	0.25	1.4	0.004	0.011	0.62	0.53	0.02

単位%

原子炉圧力容器供試材の材料特性

プラント	材料仕様	採取位置	0.2%耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	シャルピー吸収エネルギー(N・m) (4.4℃)	
						試験片1-3	平均値
1F	JIS G 3120	Top	482	609	25	210-258	227
		Bot.	495	610	24		

2. 事業概要

平成23年度におけるプロジェクトの成果 RPVペデスタル鉄筋コンクリート劣化試験

- 劣化試験に用いるRPVペデスタル鉄筋コンクリート試験体用の鉄筋、コンクリート等の材料調達とコンクリート調合計画の策定を完了した。

(評価)

当初の計画どおり、供試材調達を完了している。なお、実機(当時)と同等なコンクリートの入手が困難なこと、研究期間の制限からコンクリートの養生期間を十分確保できないことなど課題があり、本試験体の妥当性確認方法について検討が必要である。

供試材の調達物量

調達した材料	記号	仕様・産地・銘柄	数量
セメント	N	普通ポルトランドセメント、太平洋セメント社製	250kg
フライアッシュ	FA	フライアッシュ、JIS A 6201Ⅱ種品、ジェイベック社製、竹原発電所産	150kg
細骨材	S	山砂、静岡県菊川市河東産、西武建材社製	1000kg
粗骨材	G	砂利、最大寸法25mm、静岡県菊川市河東産、西武建材社製	1000kg
AE剤	ad	AE剤Ⅰ種、ヴィンソル、山宗化学社製	500ml
鉄筋	SR	鉄筋コンクリート棒鋼、JIS G 3112、丸鋼、SR235、径13mm、長さ1000mm	10本



状況写真1 材料搬入状況(普通ポルトランドセメント)



状況写真2 材料搬入状況(フライアッシュ)



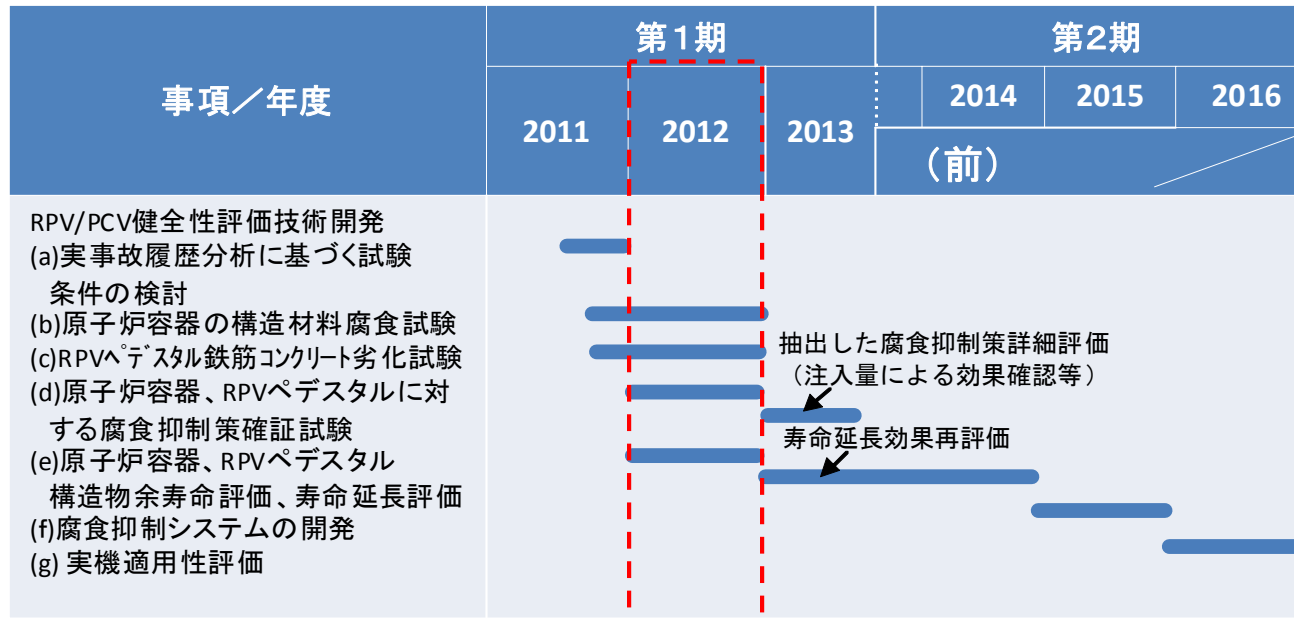
状況写真3 材料搬入状況(細骨材：山砂)



状況写真4 材料搬入状況(粗骨材：砂利)

3. 今後の計画

平成24年度事業計画における見直しの方向



- 平成24年度は、当初の計画どおり、RPV、PCV、RPVペDESTALの腐食劣化試験を実施する。
- 以下の2点について、当初計画からの見直し要否を検討中。
 - － RPVペDESTAL試験体：
試験体代替材料を選定したうえで、高温強度評価試験の実施要否を早急に検討し、必要に応じて評価を実施する。
 - － RPVペDESTALコンクリート高温損傷評価：
高温の燃料デブリ落下に伴うコンクリート損傷の影響評価が課題として認識されており、評価実施主体を含め、平成24年度からの検討開始を計画する。

3. 今後の計画

平成24年度事業目標(アウトプット)

実施項目	平成24年度事業目標(アウトプット)
(b) 原子炉容器の構造材料腐食試験	RPV、PCVの余寿命評価に資するため、高温海水及び希釈海水中腐食速度データ及び高温履歴強度データを取得する。
(c) RPVペデスタル鉄筋コンクリート劣化試験	RPVペデスタルの余寿命評価に資するため、高温海水浸漬コンクリート中塩化物イオン等浸透速度データ、コンクリート中鉄筋の腐食速度データ及び高温履歴強度データを取得する。
(d) 原子炉容器、RPVペデスタルに対する腐食抑制策確証試験	RPV、PCV、RPVペデスタルの寿命延長評価に資するため、腐食抑制策(脱酸、防錆剤等)による腐食速度データを取得する。
(e) 原子炉容器、RPVペデスタル構造物余寿命評価、寿命延長評価	(b)、(c)の結果を用いた構造健全性評価により、各設備の現状の余寿命を評価する。また(d)の結果を用いた構造健全評価により、寿命延長効果の認められる腐食抑制策を抽出する。

4. 圧力容器/格納容器の健全性評価技術の開発体制

機器・装置開発サブワーキング

報告 ↑ ↓ 管理

圧力容器/格納容器の健全性評価技術の開発

(幹事会社: 東芝)

実事故履歴分析に基づく試験条件の検討

- シビアアクシデント後のプラントデータ調査 東芝、日立GE
- 海水腐食等に関する既存研究データ調査 東芝、日立GE、三菱重工
- 腐食抑制策の検討と候補抽出 東芝、日立GE、三菱重工
- 腐食抑制策の照射影響評価 東芝、日立GE、三菱重工
- 試験条件の策定 東芝、日立GE、三菱重工

原子炉容器の構造材料腐食試験

- RPV試験体製作 ◎東芝
- PCV試験体製作 ◎日立GE
- 高温海水/希釈海水中の腐食試験 東芝、日立GE、三菱重工/JAEA※1、電中研※2

RPVペDESTAL鉄筋コンクリート劣化試験

- ペDESTAL試験体製作 東芝、日立GE/ゼネコン
- 高温海水浸漬コンクリート中塩化物イオン拡散速度評価試験/高温強度データ取得 ◎東芝/ゼネコン
- コンクリート中鉄筋の腐食速度 ◎日立GE/ゼネコン

原子炉容器、RPVペDESTALに対する腐食抑制策確証試験

- 試験詳細計画立案 東芝、日立GE、三菱重工/ゼネコン
- 腐食抑制策の確証試験 東芝、日立GE/JAEA※1、ゼネコン

原子炉容器、RPVペDESTAL構造物余寿命評価、寿命延長評価

- 評価条件の検討・知見調査、評価の実施 東芝、日立GE、三菱重工/ゼネコン

腐食抑制システムの開発および実機適用性評価

- 腐食抑制システムの開発、実機への腐食抑制策試運用 東芝、日立GE

※1: 照射環境下腐食試験(高崎地区)

※2: 高温腐食試験(横須賀地区)