

SRZ-1200を題材とした 革新軽水炉の安全設計の考え方

～SA有効性評価シナリオにおける対応手順～

2025年10月1日
原子力エネルギー協議会
(ATENA : Atomic Energy Association)

- 本資料ではSRZ-1200におけるSA設備/特重施設の系統構成の概要を整理するとともに、SA有効性評価シナリオにおける主な対応手順を既設炉と比較する形で整理した。
- 既設炉では、可搬型設備を主体としたSA対策を講じている一方で、新設ならではの対策を講じているSRZ-1200の特徴を、(a)SA設備の常設、(b)SA時の運転員操作負担軽減、(c)事象発生後早期のプラント収束、(d)新設計の採用、(e)その他設計変更に分類して、SA有効性評価の炉心損傷防止、格納容器破損防止の観点で整理した。

事故シーケンスグループ	重要事故シーケンス	対処設備	
		既設炉（大飯3/4号機）	SRZ-1200(例)
2次冷却系からの除熱機能喪失	主給水流量喪失時に補助給水機能が喪失する事故	①RCSのF&B ・主蒸気逃がし弁 ・高圧注入ポンプ ・加圧器逃がし弁 ・燃料取替用水ピット ②蓄圧注入系作動 ・蓄圧タンク ③再循環切替＋F&B継続 ・燃料取替用水ピット ・格納容器再循環サンプ ・高圧注入ポンプ ・加圧器逃がし弁 ④余熱除去系による炉心冷却 及び蓄圧タンク隔離操作 ・余熱除去ポンプ ・余熱除去冷却器 ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・海水ポンプ ・蓄圧タンク出口弁	①RCSのF&B ・主蒸気逃がし弁 ・安全注入ポンプ ・加圧器逃がし弁 ・燃料取替用水ピット（サンプ） ②蓄圧注入系作動 ・蓄圧タンク ③再循環切替＋F&B継続 ・燃料取替用水ピット（サンプ） 再循環切替操作は不要 (b) 、 (d) （RWSPのCV内設置のため） ・安全注入ポンプ ・加圧器逃がし弁 ④余熱除去系による炉心冷却 及び蓄圧タンク隔離操作 ・格納容器スプレイ／余熱除去ポンプ ・格納容器スプレイ／余熱除去冷却器 ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・海水ポンプ ・蓄圧タンク出口弁

既設炉から変更となっている項目を下線で示す。また、変更の位置づけを以下(a)～(e)で識別する。

(a)：常設、**(b)**：運転員負担軽減、**(c)**：早期のプラント収束、**(d)**：新設計の採用、**(e)**：その他

黒：DB 赤：SA(4a) 緑：SA(4b)/特重

事故シーケンスグループ	重要事故シーケンス	対処設備	
		既設炉（大飯3/4号機）	SRZ-1200(例)
全交流動力電源喪失	外部電源喪失時に非常用 所内交流電源が喪失し、原 子炉補機冷却機能の喪失 及びRCPシールLOCAが発 生する事故	①SG2次側による炉心冷却 ・主蒸気逃がし弁 ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・復水ピット ②蓄圧注入系作動 ・蓄圧タンク ③代替交流電源確立 ・空冷式非常用発電装置 ④蓄圧タンク隔離操作 ・蓄圧タンク出口弁 ⑤SG2次側による炉心冷却再開 ・主蒸気逃がし弁 ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・復水ピット ⑥代替炉心注水 ・恒設代替低圧注水ポンプ ・燃料取替用水ピット ⑦格納容器内自然対流冷却 及び高圧代替再循環運転 ・燃料取替用水ピット ・高圧注入ポンプ（海水冷却） ・格納容器再循環サンプ ・格納容器再循環ユニット ・大容量ポンプ（可搬設備）	①SG2次側による炉心冷却 ・主蒸気逃がし弁 ・ 重大事故制御用窒素ポンベ(b) 、(c)※1 ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・補助給水ピット ②蓄圧注入系作動 ・蓄圧タンク ③蓄圧タンク隔離操作※2 ・蓄圧タンク窒素排気弁(c)※3 ・ 重大事故制御用窒素ポンベ(b) 、(c)※1 ④代替交流電源確立※2 ・ レベル4a発電機 ⑤SG2次側による炉心冷却再開 ・主蒸気逃がし弁 ・ 重大事故制御用窒素ポンベ(b) 、(c)※1 ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・補助給水ピット ⑥代替炉心注水 ・ 代替炉心注入ポンプ ・燃料取替用水ピット（サンプ） ⑦格納容器内自然対流冷却 ・格納容器再循環ユニット ※高圧代替再循環運転は不要(b)、(d) (RWSPのCV内設置のため)

※1：事故時の運転員負担軽減等を考慮し、原則事象発生後24時間までの運転員操作は中央制御室で行い、現場操作には期待しない設計方針

※2：SRZ-1200では主蒸気逃がし弁を用いた炉心冷却をMCRから実施可能な設計としており事象進展が既設炉よりも早く、代替交流電源確立以前に蓄圧タンク隔離操作が可能

※3：蓄圧タンク隔離操作を既設炉よりも早期に実施することでRCPシール部からの漏えいを低減させる

※4：格納容器再循環ユニットへの通水手段の変更

既設炉から変更となっている項目を下線で示す。また、変更の位置づけを以下(a)～(e)で識別する。

(a)：常設、(b)：運転員負担軽減、(c)：早期のプラント収束、(d)：新設計の採用、(e)：その他 黒：DB 赤：SA(4a) 緑：SA(4b)/特重

事故シーケンスグループ	重要事故シーケンス	対処設備	
		既設炉（大飯3/4号機）	SRZ-1200(例)
全交流動力電源喪失	外部電源喪失時に非常用 所内交流電源が喪失し、原 子炉補機冷却機能が喪失 する事故	①SG2次側による炉心冷却 ・主蒸気逃がし弁 ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・復水ピット ②蓄圧注入系作動 ・蓄圧タンク ③代替交流電源確立 ・空冷式非常用発電装置 ④蓄圧タンク隔離操作 ・蓄圧タンク出口弁 ⑤SG2次側による炉心冷却再開 ・主蒸気逃がし弁 ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・復水ピット	①SG2次側による炉心冷却 ・主蒸気逃がし弁 ・ 重大事故制御用窒素ポンベ (b)、(c)※1 ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・補助給水ピット ②蓄圧注入系作動 ・蓄圧タンク ③蓄圧タンク隔離操作 ・蓄圧タンク窒素排気弁(c)※2 ・ 重大事故制御用窒素ポンベ (b)、(c)※1 ④SG2次側による炉心冷却再開 ・主蒸気逃がし弁 ・ 重大事故制御用窒素ポンベ (b)、(c)※1 ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・補助給水ピット

※1：事故時の運転員負担軽減等を考慮し、原則事象発生後24時間までの運転員操作は中央制御室で行い、現場操作には期待しない設計方針

※2：代替交流電源及び代替最終ヒートシンクへの熱輸送機能を用いることなくプラントを安定停止移行／維持できる設計方針

そのため、既設炉では代替交流電源確立後に蓄圧タンク隔離操作を実施していたものをSRZ-1200では代替交流電源に因らない操作にて行う

既設炉から変更となっている項目を下線で示す。また、変更の位置づけを以下(a)～(e)で識別する。

(a)：常設、(b)：運転員負担軽減、(c)：早期のプラント収束、(d)：新設計の採用、(e)：その他

黒：DB 赤：SA(4a) 緑：SA(4b)/特重

事故シーケンスグループ	重要事故シーケンス	対処設備	
		既設炉（大飯3/4号機）	SRZ-1200(例)
原子炉格納容器の除熱機能喪失	大破断LOCA時に低圧再循環機能及び格納容器スプレイ注入機能が喪失する事故	①SIシーケンス作動 ・高圧注入ポンプ ・低圧注入ポンプ ・燃料取替用水ピット ②蓄圧注入系作動 ・蓄圧タンク ③再循環切替 ・燃料取替用水ピット ・格納容器再循環サンプ ・高圧注入ポンプ ④格納容器内自然対流冷却 ・格納容器再循環ユニット ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・窒素ボンベ（可搬設備） ・海水ポンプ	①SIシーケンス作動及び充てん／ほう酸注入ポンプ作動 ・安全注入ポンプ ・燃料取替用水ピット（サンプ） ・充てん／ほう酸注入ポンプ(e)※1 ・ほう酸タンク(e) ※1 ②蓄圧注入系作動 ・蓄圧タンク(d)※2 ③再循環切替 再循環切替操作は不要(b)、(d) （RWSPのCV内設置のため） ④格納容器内自然対流冷却 ・格納容器再循環ユニット ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・ <u>重大事故制御用窒素ボンベ(a)</u> ・海水ポンプ

※1：解析結果を厳しくする観点で動作を考慮（充てん／ほう酸注入ポンプが動作した場合、炉心発生蒸気量が多くなり格納容器圧力/温度が厳しくなる）

※2：蓄圧注入としての機能に加え、低圧注入としての機能にも期待している

既設炉から変更となっている項目を下線で示す。また、変更の位置づけを以下(a)～(e)で識別する。

(a)：常設、(b)：運転員負担軽減、(c)：早期のプラント収束、(d)：新設計の採用、(e)：その他

黒：DB 赤：SA(4a) 緑：SA(4b)/特重

事故シーケンスグループ	重要事故シーケンス	対処設備	
		既設炉（大飯3/4号機）	SRZ-1200(例)
原子炉停止機能喪失	主給水流量喪失時に原子炉トリップ機能が喪失する事故、及び、負荷の喪失時に原子炉トリップ機能が喪失する事故	①ATWS緩和設備の作動 ・主蒸気隔離弁 ・電動補助給水ポンプ ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・復水ピット ・加圧器逃がし弁 ・加圧器安全弁 ・主蒸気逃がし弁 ・主蒸気安全弁	①ATWS緩和設備の作動 ・主蒸気隔離弁 ・電動補助給水ポンプ ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・補助給水ピット ・加圧器逃がし弁 ・加圧器安全弁 ・主蒸気逃がし弁 ・主蒸気安全弁 ・RCPTトリップ(d)※
		②緊急ほう酸濃縮 ・ほう酸タンク ・ほう酸ポンプ ・充てんポンプ ③RCSの減温、減圧 ・主蒸気逃がし弁 ・電動補助給水ポンプ ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・復水ピット ④余熱除去系による炉心冷却 ・余熱除去ポンプ ・余熱除去冷却器 ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・海水ポンプ	②緊急ほう酸濃縮 ・ほう酸タンク ・充てん／ほう酸注入ポンプ ③RCSの減温、減圧 ・主蒸気逃がし弁 ・電動補助給水ポンプ ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・補助給水ピット ④余熱除去系による炉心冷却 ・格納容器スプレイ／余熱除去ポンプ ・格納容器スプレイ／余熱除去冷却器 ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・海水ポンプ

※SRZ-1200では減速材反応度帰還効果の弱い初装荷炉心の特徴を考慮し、既設炉のATWS緩和設備に対して機能拡張を図っている

既設炉から変更となっている項目を下線で示す。また、変更の位置づけを以下(a)～(e)で識別する。

(a)：常設、(b)：運転員負担軽減、(c)：早期のプラント収束、(d)：新設計の採用、(e)：その他

黒：DB 赤：SA(4a) 緑：SA(4b)/特重

事故シーケンスグループ	重要事故シーケンス	対処設備	
		既設炉（大飯3/4号機）	SRZ-1200(例)
ECCS注水機能喪失	中破断LOCA時に高圧注入機能が喪失する事故	①SG2次側による炉心冷却 ・主蒸気逃がし弁 ・電動補助給水ポンプ ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・復水ピット ②蓄圧注入系作動及び蓄圧タンク隔離操作 ・蓄圧タンク ・蓄圧タンク出口弁 ③炉心注水の開始 ・余熱除去ポンプ ・燃料取替用水ピット ④再循環切替 ・格納容器再循環サンプ ・余熱除去ポンプ ・余熱除去冷却器 ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・海水ポンプ	①SG2次側による炉心冷却 ・主蒸気逃がし弁 ・電動補助給水ポンプ ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・補助給水ピット ②蓄圧注入系作動及び蓄圧タンク隔離操作 ・蓄圧タンク ・蓄圧タンク出口弁 ③炉心注水の開始 ・格納容器スプレイ／余熱除去ポンプ ・格納容器スプレイ／余熱除去冷却器 ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・海水ポンプ ・燃料取替用水ピット（サンプ） ④再循環切替 再循環切替操作は不要 (b) 、 (d) （RWSPのCV内設置のため）

既設炉から変更となっている項目を下線で示す。また、変更の位置づけを以下(a)～(e)で識別する。

(a)：常設、**(b)**：運転員負担軽減、**(c)**：早期のプラント収束、**(d)**：新設計の採用、**(e)**：その他

黒：DB 赤：SA(4a) 緑：SA(4b)/特重

事故シーケンスグループ	重要事故シーケンス	対処設備	
		既設炉（大飯3/4号機）	SRZ-1200(例)
ECCS再循環機能喪失	大破断LOCA時に高圧再循環機能及び低圧再循環機能が喪失する事故	①SIシーケンス作動 ・燃料取替用水ピット ・余熱除去ポンプ ・高圧注入ポンプ ②蓄圧注入系作動 ・蓄圧タンク ③格納容器スプレイ作動 ・燃料取替用水ピット ・格納容器スプレイポンプ ④代替再循環運転による炉心冷却 ・格納容器スプレイポンプ(RHRS-CSS連絡ライン使用) ・格納容器スプレイ冷却器 ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・海水ポンプ ・格納容器再循環サンプ ⑤原子炉格納容器の健全性維持 ・格納容器スプレイポンプ ・格納容器スプレイ冷却器 ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・海水ポンプ ・格納容器再循環サンプ	以下の理由から本事象を想定する必要はない。 本事象は原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管の破断が発生し、燃料取替用水ピットを水源とした非常用炉心冷却設備による炉心への注水後に、格納容器再循環サンプを水源とする非常用炉心冷却設備の再循環機能が喪失することを想定するが、SRZ-1200では、格納容器内に燃料取替用水ピットが設置されており、原理的に再循環切替が不要のため。(d)

既設炉から変更となっている項目を下線で示す。また、変更の位置づけを以下(a)～(e)で識別する。

(a)：常設、(b)：運転員負担軽減、(c)：早期のプラント収束、(d)：新設計の採用、(e)：その他

黒：DB 赤：SA(4a) 緑：SA(4b)/特重

事故シーケンスグループ	重要事故シーケンス	対処設備	
		既設炉（大飯3/4号機）	SRZ-1200(例)
格納容器バイパス	インターフェイスシステムLOCA	①SIシーケンス作動 ・燃料取替用水ピット ・余熱除去ポンプ ・高圧注入ポンプ ②蓄圧注入系作動 ・蓄圧タンク ③SG2次側による炉心冷却 ・主蒸気逃がし弁 ・電動補助給水ポンプ ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・復水ピット ④RCS強制減圧 ・加圧器逃がし弁 ⑤充てん系によるインベントリ確保 ・充てんポンプ ⑥蓄圧タンク出口弁閉止操作 ・蓄圧タンク出口弁 ⑦余熱除去系統の隔離及び余熱除去系統からの漏えい停止 ・余熱除去ポンプ入口弁 ⑧健全側余熱除去系によるRCS冷却 ・余熱除去ポンプ ・余熱除去冷却器 ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・海水ポンプ	以下の理由から本事象を想定する必要はない。 本事象は、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器が破損し、さらに1次冷却材が原子炉格納容器外へ漏えいする事象である。既設炉においては余熱除去系統を対象としているが、SRZ-1200においてはIS-LOCA対策（余熱除去系統の耐圧化等）を講じており、CV外での系外漏えいの懸念はないため。(d)

既設炉から変更となっている項目を下線で示す。また、変更の位置づけを以下(a)～(e)で識別する。

(a)：常設、(b)：運転員負担軽減、(c)：早期のプラント収束、(d)：新設計の採用、(e)：その他

黒：DB 赤：SA(4a) 緑：SA(4b)/特重

事故シーケンスグループ	重要事故シーケンス	対処設備	
		既設炉（大飯3/4号機）	SRZ-1200(例)
格納容器バイパス	蒸気発生器伝熱管破損時に破損側蒸気発生器の隔離に失敗する事故	①SIシーケンス作動 ・燃料取替用水ピット ・余熱除去ポンプ ・高圧注入ポンプ ②補助給水ポンプ起動及び流量確立 ・電動補助給水ポンプ ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・復水ピット ③破損側SGの隔離 ・主蒸気隔離弁 ④破損側SG圧力の減圧継続時対応 ・主蒸気逃がし弁 ・電動補助給水ポンプ ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・復水ピット ⑤RCS強制減圧 ・加圧器逃がし弁 ⑥蓄圧タンク隔離操作 ・蓄圧タンク出口弁 ⑦充てん系によるインベントリ確保 ・充てんポンプ ⑧余熱除去系による炉心冷却 ・余熱除去ポンプ ・余熱除去冷却器 ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・海水ポンプ ⑨RCSと破損側SG均圧操作 ・加圧器逃がし弁	①SIシーケンス作動及び充てん／ほう酸注入ポンプ作動 ・燃料取替用水ピット（サンプ） ・安全注入ポンプ ・充てん／ほう酸注入ポンプ(e)※ ・ほう酸タンク(e)※ ②補助給水ポンプ起動及び流量確立 ・電動補助給水ポンプ ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・補助給水ピット ③破損側SGの隔離 ・主蒸気隔離弁 ④破損側SG圧力の減圧継続時対応 ・主蒸気逃がし弁 ・電動補助給水ポンプ ・タービン動補助給水ポンプ ・蒸気発生器 ・補助給水ピット ⑤RCS強制減圧 ・加圧器逃がし弁 ⑥蓄圧タンク隔離操作 ・蓄圧タンク出口弁 ⑦充てん系によるインベントリ確保 ・充てんポンプまたは充てん／ほう酸注入ポンプ ⑧余熱除去系による炉心冷却 ・格納容器スプレイ／余熱除去ポンプ ・格納容器スプレイ／余熱除去冷却器 ・原子炉補機冷却水ポンプ ・原子炉補機冷却水冷却器 ・原子炉補機冷却水サージタンク ・海水ポンプ ⑨RCSと破損側SG均圧操作 ・加圧器逃がし弁

※：解析結果を厳しくする観点で動作を考慮（充てん／ほう酸注入ポンプが動作した場合、炉心注水量が多くなり、1次系から2次系への漏えい量が増加する）

既設炉から変更となっている項目を下線で示す。また、変更の位置づけを以下(a)～(e)で識別する。

(a)：常設、(b)：運転員負担軽減、(c)：早期のプラント収束、(d)：新設計の採用、(e)：その他

格納容器破損モード	評価事故シーケンス	対処設備	
		既設炉（大飯3/4号機）	SRZ-1200(例)
雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧）	大破断LOCA時に高圧注入機能、低圧注入機能及び格納容器スプレイ注入機能が喪失する事故	①代替格納容器スプレイ ・恒設代替低圧注水ポンプ、及び、可搬式代替低圧注水ポンプ・送水車 ・空冷式非常用発電装置 ・燃料取替用水ピット ②原子炉格納容器下部の熔融炉心冷却 ・恒設代替低圧注水ポンプ、及び、可搬式代替低圧注水ポンプ・送水車 ・空冷式非常用発電装置 ・燃料取替用水ピット ③格納容器内自然対流冷却 ・格納容器再循環ユニット ・大容量ポンプ	
原子炉圧力容器外の熔融燃料－冷却材相互作用	同上	同上	
熔融炉心・コンクリート相互作用	同上	同上	

※1：代替格納容器スプレイ実施手順の変更

※2：原子炉格納容器下部に落下した熔融炉心の冷却として、コアキャッチャを採用

※3：格納容器再循環ユニットへの通水手段の変更

既設炉から変更となっている項目を下線で示す。また、変更の位置づけを以下(a)～(e)で識別する。

(a)：常設、(b)：運転員負担軽減、(c)：早期のプラント収束、(d)：新設計の採用、(e)：その他

黒：DB 赤：SA(4a) 緑：SA(4b)/特重

格納容器破損モード	評価事故シーケンス	対処設備	
		既設炉（大飯3/4号機）	SRZ-1200(例)
雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温）	外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失し、補助給水機能が喪失する事故	① 1次冷却系強制減圧 ・加圧器逃がし弁 ・窒素ポンプ（代替制御用空気供給用） ② 代替格納容器スプレイ ・恒設代替低圧注水ポンプ、及び、可搬式代替低圧注水ポンプ・送水車 ・空冷式非常用発電装置 ・燃料取替用水ピット ③ 原子炉格納容器下部の溶融炉心冷却 ・恒設代替低圧注水ポンプ、及び、可搬式代替低圧注水ポンプ・送水車 ・空冷式非常用発電装置 ・燃料取替用水ピット ④ 格納容器内自然対流冷却 ・格納容器再循環ユニット ・大容量ポンプ	
高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱	同上	同上	
水素燃焼	大破断LOCA時に高圧注入機能及び低圧注入機能が喪失する事故	① 水素燃焼装置の起動 ・原子炉格納容器水素燃焼装置 ・空冷式非常用発電装置 ② 静的触媒式水素再結合装置の動作 ・静的触媒式水素再結合装置	

※1：DB/SA(4a)用の加圧器逃がし弁に加え、SA(4b)/特重用の [] を設置

※2：代替格納容器スプレイ実施手順の変更

※3：原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却として、コアキャッチャを採用

※4：格納容器再循環ユニットへの通水手段の変更

既設炉から変更となっている項目を下線で示す。また、変更の位置づけを以下(a)～(e)で識別する。

(a)：常設、(b)：運転員負担軽減、(c)：早期のプラント収束、(d)：新設計の採用、(e)：その他

黒：DB 赤：SA(4a) 緑：SA(4b)/特重