

論点説明資料

(論点③：溶融炉心冷却対策への新技術導入
【ドライ型コアキャッチャの導入】)

2025年11月18日

原子力エネルギー協議会

(ATENA : Atomic Energy Association)

➤ 本資料では論点③について詳細説明を実施。

○ 規制の予見性が十分でないと考える事項

【論点①】 常設設備を基本とした重大事故等対応

【論点②】 特重施設の在り方

・重大事故等対処設備（4b;格納容器破損防止）と特重施設の機能統合

【論点③】 溶融炉心冷却対策への新技術導入（ドライ型コアキャッチャの導入）

＜論点③において予見性が十分でないと考えている点＞

- 現状の解釈は、既設炉の構造の利用を前提とした設備の設置要求となっており、ドライ型コアキャッチャ※にも適用して良いか判断できない。
- 溶融炉心落下前に格納容器下部に注水する既設炉とは異なる冷却方式のドライ型コアキャッチャ※において設計上考慮すべき事項が十分か判断できない。
そのため、新技術の適用に設計手戻り等のリスクを感じている。

※：溶融炉心をドライ状態で拡散させた上で、溶融炉心に注水することで冷却する設備。

【既設炉：原子炉下部キャビティに注水（ウェットキャビティ方式）】

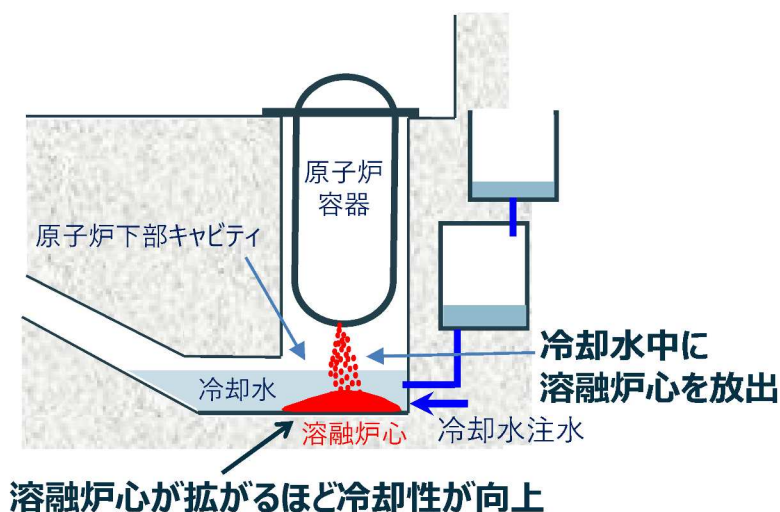
- 既存の構造を活用し原子炉下部キャビティを冠水させ、**冷却水中に溶融炉心を放出**
- 溶融炉心がCV下部に落下する前に、**運転員操作により動的設備を用いて冷却水を注入**

【SRZ-1200：ドライ型コアキャッチャ】

- CV内の構造、系統構成等を**柔軟に設計可能**なことから、**運転員の介在なく**、溶融炉心が拡散槽に到達すると、**重力注水により溶融炉心を冷却可能**なドライ型コアキャッチャを採用
- 溶融炉心の冷却性向上の観点から、**溶融炉心を拡散槽に拡げ、溶融炉心の上下面から冷却できる構造を採用**

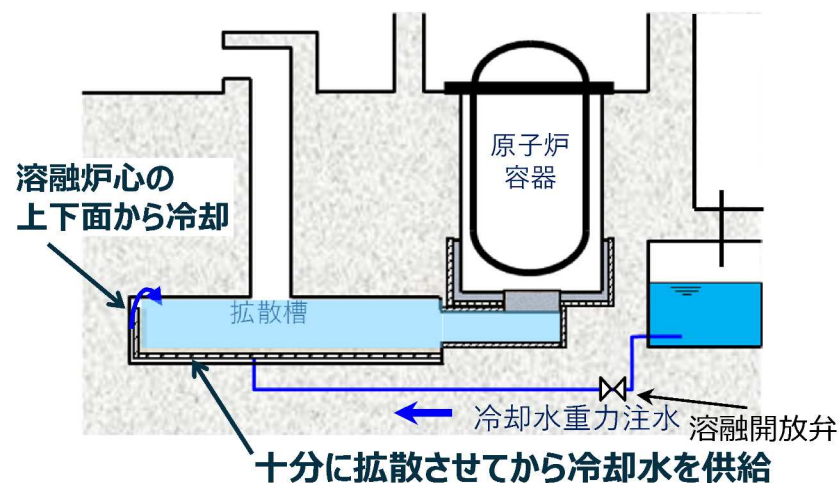
既設炉（原子炉下部キャビティでの冷却）

- ・ 既存の構造を活用し、原子炉下部キャビティを冠水
- ・ 冷却水中に溶融炉心を放出して冷却する設計



SRZ-1200（ドライ型コアキャッチャでの冷却）

- ・ 運転員の介在なく溶融炉心を冷却可能な設計を採用
- ・ 拡散槽で溶融炉心を拡散後、上下面から冷却する設計



- 既設炉の再稼働審査においては、溶融炉心冷却が論点の1つとなり、特にPWRでは**ウェットキャビティ中の溶融炉心の拡がりの不確かさ**が議論となった。
- SRZ-1200では、溶融炉心冷却に関する上記ウェットキャビティ中での不確かさを排除する観点から、**溶融炉心を確実に拡げて冷却が可能となるドライ型コアキャッチャを採用**する方針であり、本設計を採用することで**パッシブ設備による運転員操作の負担低減に資する**と考えている。
- なお、海外の最新軽水炉における溶融炉心冷却対策は、下表のとおりIVR（In Vessel Retention）またはドライ型コアキャッチャいずれかの冷却方式が採用されている。

炉型	電気出力（MWe）	導入実績例（運開年月）	溶融炉心冷却方式
AP1000	1,000	米 Vogtle-3,4 運転中（2023年7月） 中国 三門-1,2 運転中（2018年9月） 中国 海陽-1,2 運転中（2018年10月）	IVR
VVER-1200	1,200	ロシア Leningrad II-1,2 運転中（2018年10月） ベラルーシ Ostrovets-1,2 運転中（2021年6月）	ドライ型コアキャッチャ（るつぼ方式※1）
APR 1400	1,400	韓国 新ハヌル-1,2 運転中（2022年12月） UAE BARAKAH-1,2,3,4 運転中（2021年4月）	IVR※2
EPR	1,600	フィンランド Olkiluoto-3 運転中（2023年5月） フランス Flamanville-3 運転中（2024年12月） 中国 腰古（台山）-1,2 運転中（2018年12月）	ドライ型コアキャッチャ（拡散方式）
SRZ-1200	1,200	開発中	ドライ型コアキャッチャ（拡散方式）

※1 RV直下に配置した鋼製るつぼ型装置で溶融炉心を回収し冷却する方式^[1]

※2 標準設計ではIVRを採用。米国審査では許認可上の溶融炉心対策としては期待せず^[2]、また欧州向けEU-APR1400ではドライ型コアキャッチャを採用^[3]

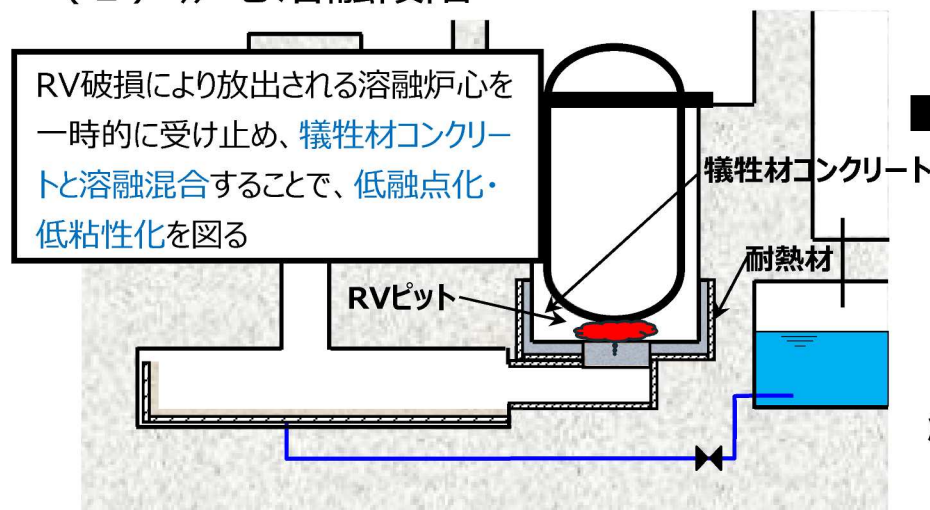
[1] Yu. Zvonarev et. al. "Corium Retention Strategy on VVER under Sever Accident Condtions" Technical Meeting IAEA on Phenomenology and Technologies Relevant to In-Vessel Melt Retention and Ex-Vessel Corium Cooling, China, Shanghai, October 17-21, 2016.

[2] "APR1400 DCD TIER2 Chapter 19-Probabilistic Risk Assessment and Severe Accident Evaluation" APR1400-K-X-FS-14002-NP, Revision3, August 2018.

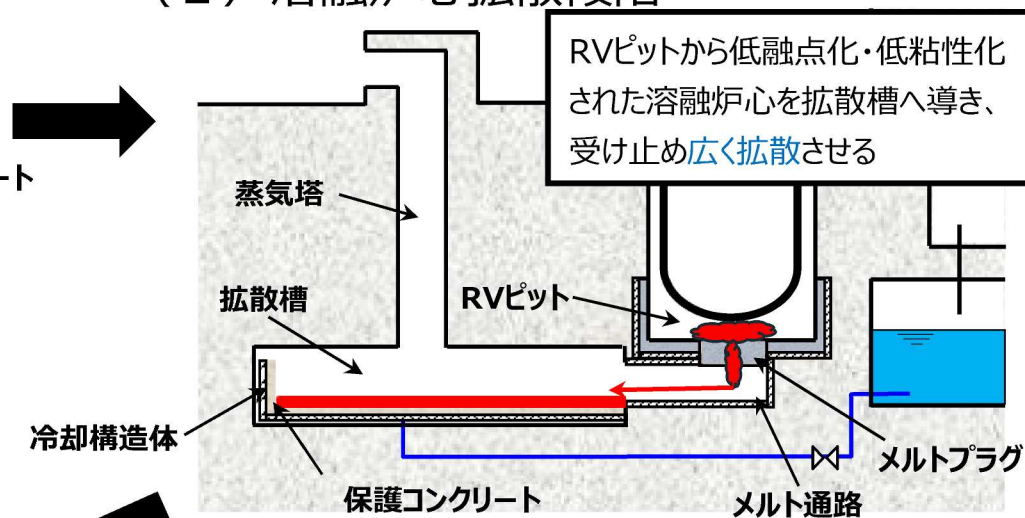
[3] V. S. Granovsky et. al. "Modeling of Melt Retention in EU-APR1400 Ex-Vessel Core Catcher" Proceedings of ICAPP '12 Chicago, USA, June 24-28, 2012 Paper 12348.

- コアキャッチャは、RVピット、拡散槽、溶融開放弁等から構成され、**溶融炉心を拡散槽に拡げて、伝熱面積を大きくすることで確実に冷却**するシステム。

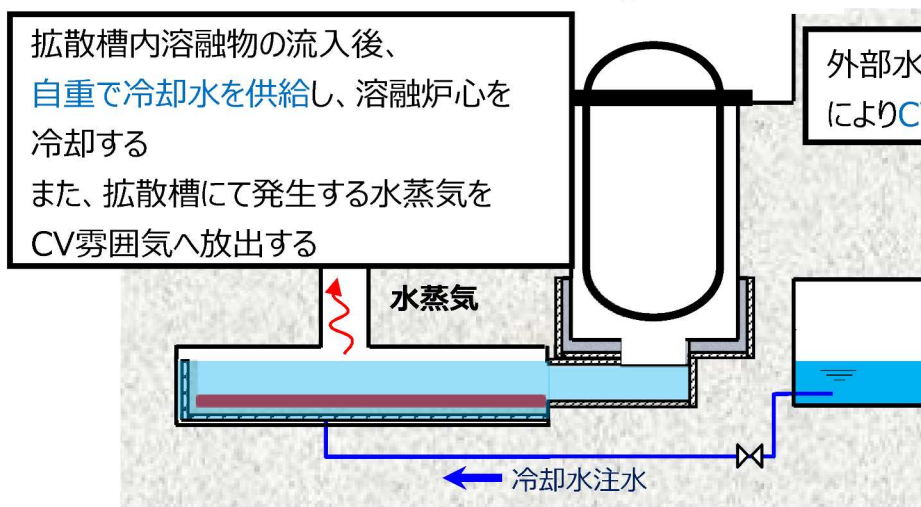
(1) 炉心溶融段階



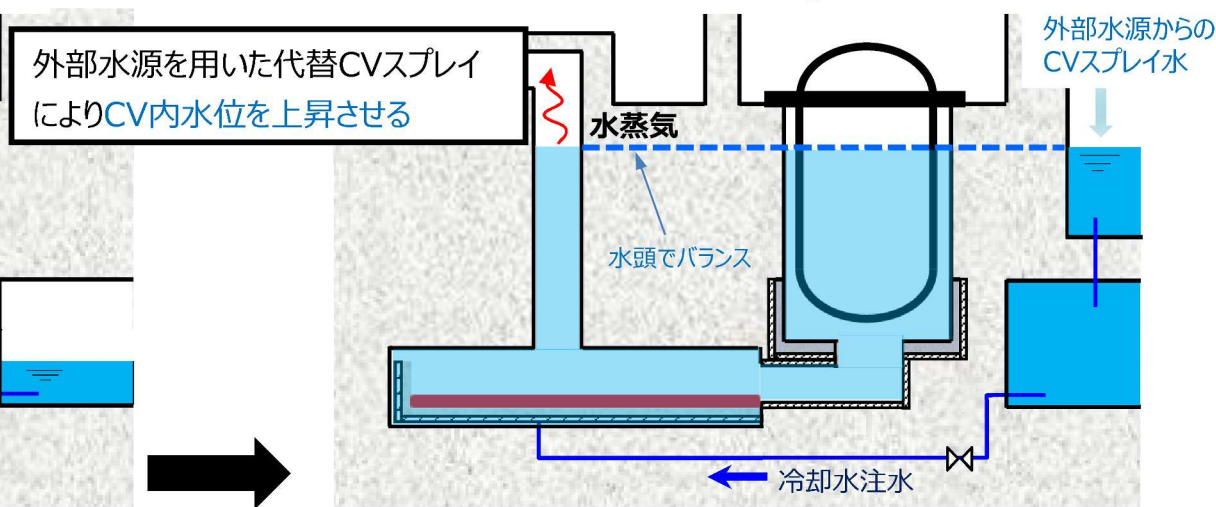
(2) 溶融炉心拡散段階



(3) 溶融炉心冷却段階①



(4) 溶融炉心冷却段階②

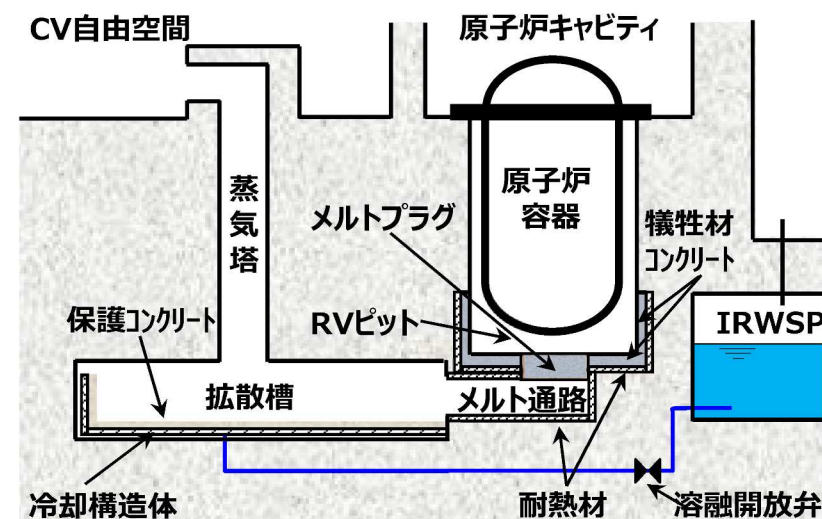


＜主要な設備構成＞

機能	役割	設備
溶融炉心保持と低融点化・低粘性化	RV破損により放出される溶融炉心を 一時的に受け止め 、犠牲材コンクリートと溶融混合することにより、 低融点化・低粘性化 を図る	RVピット 犠牲材コンクリート 耐熱材、メルトプラグ
溶融炉心の拡散・冷却	溶融炉心をRVピットから 拡散槽へ導く	メルト通路 耐熱材
溶融炉心の拡散・冷却 関連	低融点化・低粘性化された溶融物を 広く拡散 させて冷却する。 冷却構造体を介して下面から除熱し、拡散槽の外周部にある燃料取替用水ピット(IRWSP)から注水・冠水 させ、最終的には 溶融炉心を上下面から冷却 する（注水方法は以下の「溶融炉心への注水」を参照。）	拡散槽 冷却構造体 保護コンクリート
	拡散槽にて発生する 水蒸気をCV雰囲気へ放出 する	蒸気塔
溶融炉心への注水	拡散槽内への溶融炉心の流入後にIRWSPから冷却材を 重力注水 する	溶融開放弁
	外部水源に頼らず拡散槽に十分な冷却水を貯蔵する	IRWSP

＜溶融炉心の冷却プロセス＞

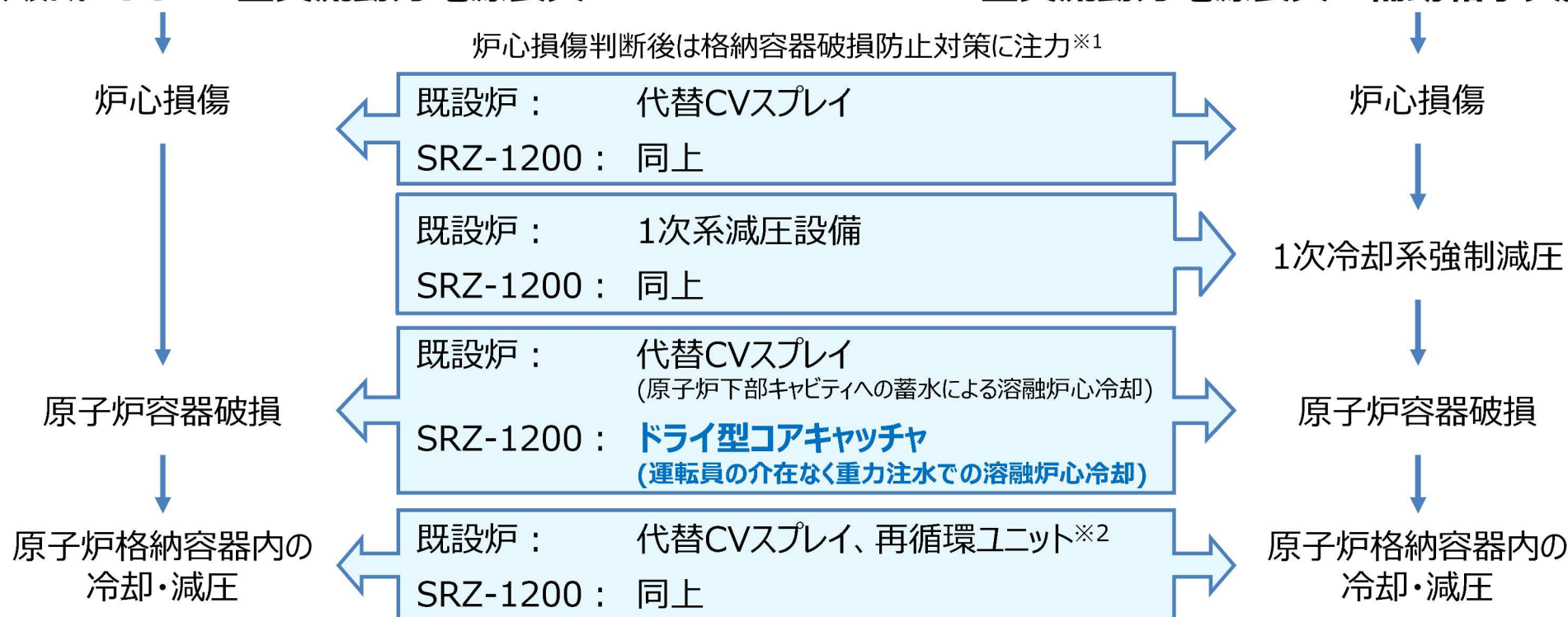
- ①RVピット内での**溶融炉心の保持**と犠牲材コンクリートとの溶融混合
 - 溶融炉心の**低融点化、低粘性化**
- ②拡散槽における**溶融炉心の拡散**
 - RVピット→メルト通路→拡散槽への**移動**
 - 拡散槽内での**拡散**（伝熱面積を大きくし確実に冷却）
- ③**拡散槽への注水・溶融炉心冷却**
 - 拡散槽への注水（運転員操作不要の**重力注入**）
 - 冷却水による溶融炉心冷却（下面：**冷却構造体**、上面：**冠水**）
 - 発生水蒸気の蒸気塔を通じた排出
 - 溶融炉心（固体）の安定化（冷却の継続）



- SRZ-1200の原子炉及びプラントの主要構成は既設PWRをベースとしており、**重大事故として抽出される事故シーケンスならびにCV破損モードについても既設PWRと同じ。**
- 代表シナリオに対する対応方針の既設炉(大飯3,4号機)とSRZ-1200の比較を以下に示す。既設炉からの相違点・改良点は溶融炉心・コンクリート相互作用(MCCI)対策、即ち、**設置許可基準規則 第51条「CV下部の溶融炉心を冷却するための設備」として、ドライ型コアキャッチャが採用される点のみ。**

大破断LOCA + 全交流動力電源喪失

全交流動力電源喪失 + 補助給水失敗



※1 原子炉容器破損前は、炉心注水機能の回復状況によっては総合的判断で炉心注水の是非を検討する（既設、SRZ-1200で共通）。原子炉容器破損後は、SRZ-1200ではRVピットへの冷却水の流入を防止するため基本的に炉心注水はしない。

※2 その他に、水素爆発によるCV破損防止の観点では、静的触媒式水素再結合装置により水素濃度を低減する。

- 設置許可基準規則の解釈においては、当該条文を満足する設備として、「**以下に掲げる設備又はこれらと同等以上の効果を有する設備**」を設置することが求められている。
- 「以下に掲げる設備」として具体的に原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心を冷却する設備を要求している条文としては、以下の通りであり、これらの条文の設備として**ドライ型コアキャッチャで対応する場合には、「これらと同等以上の効果を有する設備」であることについて整理が必要**となる。

＜関連する設置許可基準規則の条文＞

✓ 第42条 特定重大事故等対処施設

⇒解釈3(a) iii .において特重施設として、**原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却機能**を有する設備（例えば、原子炉格納容器下部への注水設備）の設置を要求。

✓ 第51条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備

⇒SA設備として、**溶融し、原子炉格納容器の下部に落下した炉心を冷却するために必要な設備**の設置を要求。

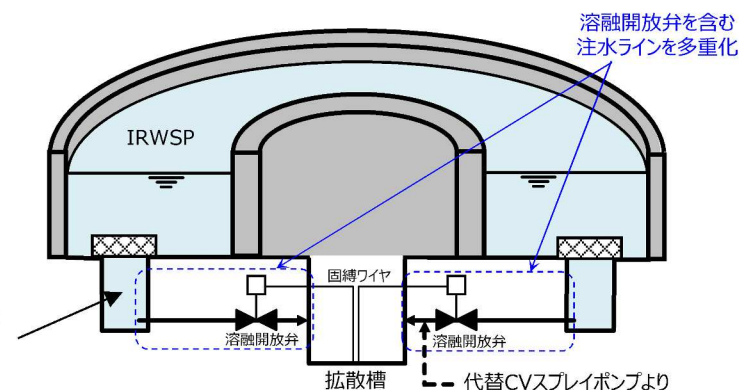
- 設置許可基準規則第51条は、MCCI対策として**CV下部に流出した溶融炉心を冷却するための注水設備を要求しているが、ドライ型コアキャッチャーにおいてもIRWSPを水源とし、溶融開放弁・拡散槽から構成される注水・冷却設備が設置**され、同条項の要求を満足しているものと判断している。

規則条文	規則解釈で求められている事項等	SRZ-1200の設計の考え方(例)	規制予見性	ページ
第51条	解釈1 CV下部の溶融炉心冷却設備	MCCIを抑制すること及び溶融炉心が拡がり、原子炉格納容器バウンダリへの接触防止を図ることを目的に、原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心を冷却するために必要な設備として、ドライ型コアキャッチャーを設置する方針。	—	—
	解釈1 a) i) 原子炉格納容器下部注水設備の設置	ドライ型コアキャッチャーの構成設備の1つである拡散槽には、溶融炉心の流入後、IRWSPから冷却水を重力注水できる恒設型の設備を有する。	▲	3,5,6
	解釈1 a) ii) 原子炉格納容器下部注水設備の独立性等	溶融炉心への注水系は、DB設備及びSA(4a)設備に同等の機能を有する設備がないことから、溶融開放弁を含む専用の注水ラインを多重化する設計方針。(多重性の確保)	○	下図
	解釈1 b) 原子炉格納容器下部注水設備への給電	ドライ型コアキャッチャーに含まれる注水設備は、溶融炉心との接触により固縛ワイヤが溶損し開放する溶融開放弁を経て、重力注水される構成とし、電源を必要としない設計とする方針。	○	3,5,6

【凡例】

- ：既設炉同様の設計等であり、規則等に適合すると考えている事項
 ▲：「同等以上の効果を有する」と考えているが確認が必要な事項
 △：「十分な保安水準の確保が達成できる」と考えているが確認が必要な事項

燃料取替用水ピットの下部には、合計4つの位置的分散を図った取水口を確保しており、溶融開放弁を含む専用の注水ラインは、異なる2つの取水口から供給する設計



- ドライ型コアキャッチャは特定重大事故等対処施設としても使用されるが、APCその他テロに対し必要な機能が損なわれるおそれがない設計とすること等により、設置許可基準規則第42条に準拠した設備と判断している。

規則条文		規則解釈で求められている事項等	SRZ-1200の設計の考え方(例)	規制予見性	ページ
第42条 ※1	1号	解釈1(a) APC耐性	ドライ型コアキャッチャ関連設備はAPC耐性を確保する方針。	○	—
		【関連】規則 第43条1項1号 特重信頼性	ドライ型コアキャッチャ関連設備は、十分な信頼性を有する機器で構成される設計とする方針。	○	—
		解釈2 特重施設の施設群の構成	ドライ型コアキャッチャ関連設備は、設置許可基準規則第三十八条、第三十九条、第四十条を満たす設計とする方針。	○	—
	2号 ※2	解釈3(a) iii . CV下部に落下した溶融炉心冷却機能	CV破損を防止するため、CV下部に落下した溶融炉心を冷却する設備としてコアキャッチャを採用する方針。	▲	3,5,6
		解釈3(c) DB/SA設備との独立性	ドライ型コアキャッチャ関連設備は、SA(4b)/特重統合によりSA(4b)との兼用設備となるが、設置位置および十分な信頼性を有する機器で構成されることを踏まえ、APCその他テロ時に必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする方針。	○	—

【凡例】

○：既設炉同様の設計等であり、規則等に適合すると考えている事項

▲：「同等以上の効果を有する」と考えているが確認が必要な事項

△：「十分な保安水準の確保が達成できる」と考えているが確認が必要な事項

※1：設置許可基準規則 第39条 1項4号の解釈4 特重施設の耐震性、第40条 解釈2(a) 特重施設の耐津波設計については論点②で説明した通り。

※2：第42条2号については、ドライ型コアキャッチャ特有で考慮すべき事項を抜粋する形で整理。

- ドライ型コアキャッチャは、**運転員操作が不要の設備**であり、**操作のための状態監視は不要**であるが、事象進展や物理現象の**不確かさに起因する不測の事態を検知**するために、溶融炉心の挙動や設備の動作状況を把握する。
- 状態監視に係る設計方針は以下の通り。
 - **RV破損による溶融炉心のRVピットへの放出**
 - …RV下部壁面に設置した温度計により、温度上昇を計測することで、RVピットに放出された事を監視。また、同温度の降下を計測することによりメルトプラグが開放されたことを監視する方針
 - **溶融炉心の拡散槽への流入**
 - …拡散槽天井部に設置した温度計により、温度上昇を計測することで、メルトプラグが開放後に溶融炉心が拡散槽に到達したことを監視する方針
 - **拡散槽内における溶融炉心の拡がり**
 - …溶融開放弁のリミットスイッチを監視することにより、溶融炉心が拡散していること、及び溶融開放弁が開放されIRWSPから拡散槽冷却構造体への注水が開始されたことを検知する方針
 - **拡散槽への注水**
 - …拡散槽外周部から注水される冷却水の温度を計測することにより、冷却水が拡散槽へ流入していることを監視する方針
 - **拡散槽内における溶融炉心の冠水、及び冠水状態の維持**
 - …拡散槽の規定水位、及び蒸気塔の規定水位を計測することにより、拡散槽内において溶融炉心が冠水したこと、及び冠水状態の維持を監視する方針

- 前述の通り、ドライ型コアキャッチャでの熔融炉心の冷却プロセスとしては、①RVピット内での熔融炉心の保持と犠牲材コンクリートとの熔融混合 → ②拡散槽における熔融炉心の拡散 → ③拡散槽への注水・熔融炉心冷却、の大きく分けて3つのプロセスで冷却することを考えている。
- ただし、熔融炉心冷却の不確かさへの対応として、以下の不確かさを想定した設計を志向。

■ 不確かさ①：熔融炉心が拡散槽で十分に拡がる前に拡散槽上面への注水が開始されるケース

【対策】

- ✓ RVピット内で一定時間をかけて、熔融炉心及びその他金属を犠牲材コンクリートと混合させることで低融点化・低粘性化し、拡がり易い性状とすることで、熔融炉心の拡がりに係る不確かさを低減
- ✓ 熔融炉心が拡散槽に到達した後で熔融開放弁が作動し、その後拡散槽上面への注水まで一定の時間遅れが生じるが、それまでの期間は拡散槽のドライ環境を維持する設計とすることで、拡がり挙動に係る不確かさを低減

■ 不確かさ②：熔融炉心の一部が拡散槽までの通路間等に残存するケース

【対策】

- ✓ 熔融炉心が残留すると想定される部位には耐熱材を敷設し、構造コンクリート等への影響を防止する設計とする
- ✓ 熔融炉心拡散の過程で、一部がRVピットやメルト通路に残存したとしても、固着している場合は十分に温度が下がっていること、また、温度が上昇した場合には再熔融して拡散槽へ移送されるため問題ない
- ✓ 代替CVスプレイを実施し、外部水源の冷却水をIRWSPに流入させることで、熔融開放弁の作動後から重力注水を継続させ、最終的には炉心上端位置まで水没可能な設計とすることにより、各部に残存する熔融炉心等を冷却（P5「(4)熔融炉心冷却段階②」と同様の対応）

■ 不確かさ③：熔融炉心への注水に失敗するケース

【対策】

- ✓ 熔融炉心注水系は、DB設備及びSA(4a)設備に同等の機能を有する設備がないことから、熔融開放弁を含む注水系を多重化する設計とし、熔融炉心への注水機能に係る信頼性向上を図る方針

- ドライ型コアキャッチャの設置により、CV下部の区画構成が既設PWRから変更となるため、確実にRVピット区画内で溶融炉心を受け止める観点から、高圧溶融物放出(HPMI)／格納容器雰囲気直接加熱(DCH)の安全基準（RV破損時の1次冷却材圧力が2.0MPa[gage]以下）の適用性に対して以下の方針を志向。

…関連：設置許可基準規則 第46条

(対応方針)

- ドライ型コアキャッチャが設置されるプラントのHPMI/DCH挙動を確認すべく、DISCO試験が実施されている。同試験では、噴出ガスによる液体（溶融物）飛散量がKutateladze数(K_u 数)で整理されており、 K_u 数が2～3程度以下であれば、飛散量が十分に小さく抑制されることが確認されている。
- SRZ-1200の安全設計では、 K_u 数で約1程度（RV胴とキャビティ壁の隙間における流速換算）に相当する設計目標として、RV破損時の原子炉冷却材圧力に十分低い値※¹を設定し、**原子炉冷却材圧力を十分減圧可能な容量を有する1次系減圧設備をSA(4b) / 特重施設専用**に設置する方針。

※¹：標準プラントの基本設計においてDCH発生そのものを防止する十分に保守的な設定として仮定したクライテリア（論点②で説明済）

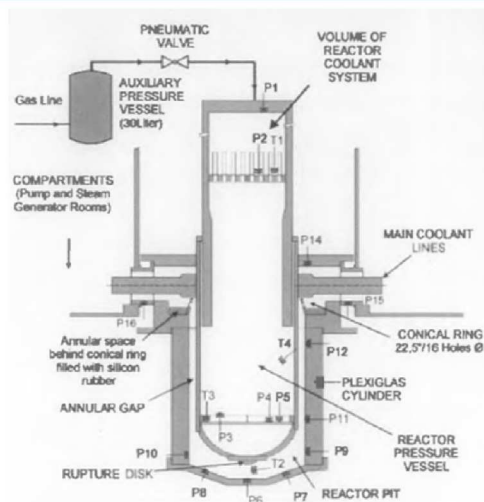
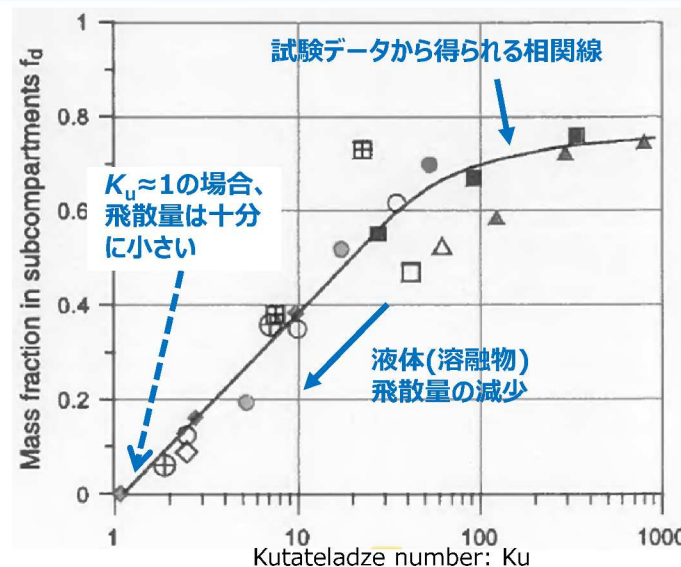


Fig. 2. Pressure vessel, cavity, and instrumentation.



K_u : Kutateladze数

$$K_u = \frac{u}{\left\{ \frac{g\sigma(\rho_l - \rho_g)}{\rho_g^2} \right\}^{\frac{1}{4}}}$$

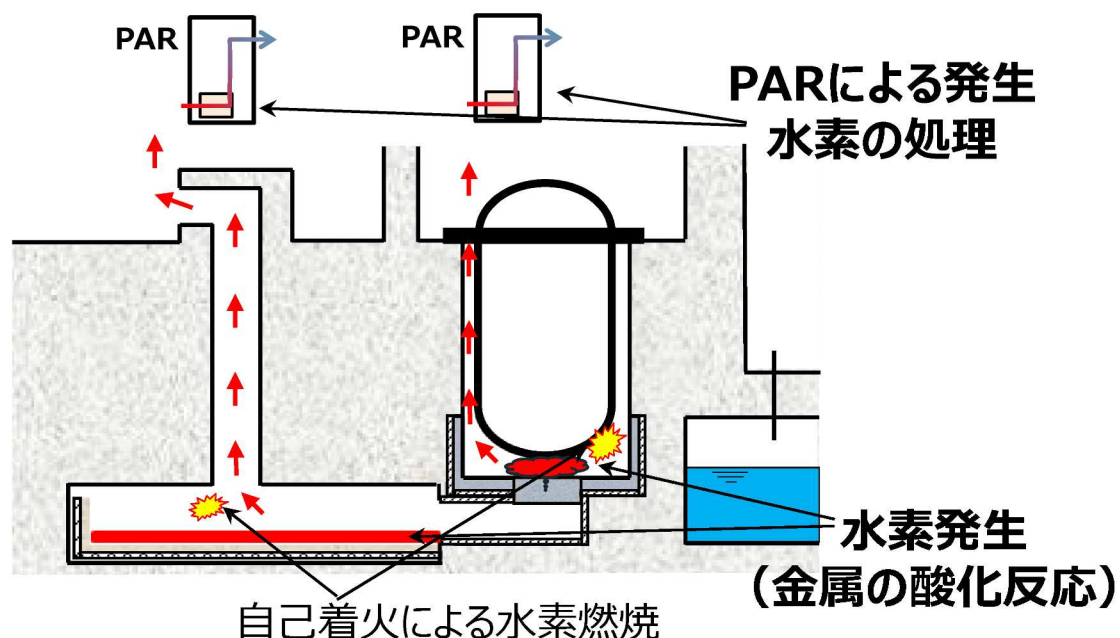
u : 流速
 g : 重力加速度
 σ : 表面張力
 ρ_l : 液相密度
 ρ_g : 気相密度

ドライ型コアキャッチャ設置を想定したHPMI/DCH試験の例^[1]

- RVピットにおける溶融炉心－犠牲材コンクリートの混合過程や拡散槽における保護コンクリートの侵食過程において、溶融炉心に含まれるZr金属等がコンクリート中の水分と酸化反応することで水素が発生するが、以下のとおり処理する設計方針としている。・・・関連基準：設置許可基準規則 第52条

(水素処理に関する設計方針)

- 各種経路を通じてCV自由空間に放出された水素は、**PARにより処理されるよう設計する**
- なお、RVピット及び注水前の拡散槽内は溶融炉心等により高温となっているため、**発生した水素は自己着火※1により燃焼する**と考えられ、RVピット及び拡散槽の構造物は、RV破損により放出する溶融炉心の影響に加え、**発生する水素の燃焼による影響を考慮して設計する**



※1：可燃性ガスの自己着火

- ✓ 外部からの点火源（火花や高温面等）がなくとも、自然に発火する現象
- ✓ 自己の温度が自らの発火点に達することによって発生し、温度、圧力、濃度等の要因に依存する
- ✓ 水素の自己着火温度は約500～600℃であり^[2]、RVピットや拡散槽での溶融炉心(2,000℃程度)から発生する高温の水素は速やかに燃焼すると考えられる

[2]：越 光男「水素安全の基礎：水素の燃焼・爆発の化学反応機構」水素エネルギーシステム Vol. 36, No. 3 (2011)

- 原子炉容器から流出する溶融炉心を確実に冷却すべく、ドライ型コアキャッチャには「溶融炉心保持と低融点化・低粘性化」、「溶融炉心の拡散・冷却」、「溶融炉心への注水」の各機能が要求される。
- 各機能について、溶融炉心挙動等に係る不確かさを考慮した上で、下表の通り、その構成設備の設計方針、ならびに各機能の妥当性確認の方法を定め、事故時にドライ型コアキャッチャに要求される機能が達成されることを確認する。

機能	設備	設計方針（概要）	妥当性確認の方法
溶融炉心保持と低融点化・低粘性化	RVピット(P21)	①溶融炉心の全量に対して、十分な余裕を考慮した容積を確保 ②RVピットに接続する開口部を通じたCVスプレイ水等の流入を防止	・RVピット等で生じる物理現象等を再現可能な計算コードを用いた解析・評価により確認。 ・犠牲材コンクリートや耐熱材に関わる物性データ等による確認。
	犠牲材コンクリート(P22)	①RVピットの底部・側面に敷設し、溶融炉心全量と混合 ②溶融炉心と混合させることで溶融炉心を低融点化・低粘性化	
	耐熱材(P24)	①RVピットの底部及び側面に敷設し、溶融炉心を保持	
	メルトプラグ(P26)	①犠牲材コンクリート用い、貫通後、溶融炉心をメルト通路へ流出	
溶融炉心の拡散・冷却	メルト通路(P32)	①RVピットと拡散槽を接続し、耐熱材により構造コンクリートを保護	・拡散槽等で生じる物理現象等を再現可能な計算コードを用いた解析・評価により確認。 ・冷却構造体に関わる流動データ等による確認。
	拡散槽(P33) 冷却構造体 保護コンクリート	①溶融炉心を拡げ、注水後上下面から除熱可能な冷却構造体を敷設 ②注水開始以前の溶融炉心保持のため、保護コンクリートを敷設	
	蒸気塔(P34)	①出口部をラビリンス構造等にして、CVスプレイ水等の流入を防止 ②溶融炉心冷却により発生する蒸気をCV上部へ放出する形状	
溶融炉心への注水	溶融開放弁(P41)	①溶融炉心との接触により固縛ワイヤが溶損し、開弁する機構	・溶融開放弁の機能を試験等により確認。
	IRWSP(P42)	①開弁後に、重力注水によって溶融炉心が冠水するまで注水が継続	

- 以下の点について、規制者である原子力規制庁として規制上の論点等を整理いただき、本日の説明内容とあわせて、原子力規制委員会に報告し、規制上の取扱いに係る原子力規制委員会の議論を進めていただきたい。

●ドライ型コアキャッチャを用いたMCCI対策について

- ✓ SRZ-1200の安全設計においては、CV破損防止対策のうち**MCCI対策については、新たにドライ型コアキャッチャを導入。**
- ✓ ドライ型コアキャッチャは、**RVピットにおいて溶融炉心を低融点化・低粘性化した後、拡散槽に広げ、上下の両面より冷却・除熱**することで、**確実に溶融炉心を冷却する技術**である。
- ✓ 冷却水はCV内に設置されるIRWSPより、**溶融開放弁**を経て重力注水されることから、事故初期の運転員負担が軽減される点でもメリットがある。

●ドライ型コアキャッチャの導入に係る設置許可基準規則への適合性について

- ✓ 設置許可基準規則第51条は、MCCI対策として**CV下部に流出した溶融炉心を冷却するための注水設備を要求しているが**、ドライ型コアキャッチャにおいても**IRWSPを水源とし、溶融開放弁・拡散槽から構成される注水・冷却設備が設置**され、同条項の要求を満足しているものと考えている。
- ✓ 関係設備の全ては、APCその他テロに対し必要な機能が損なわれるおそれがない設計とすること等により、設置許可基準規則**第42条の特重施設としても使用できるもの**と考えている。

- ドライ型コアキャッチャは溶融炉心冷却対策への新技術導入であるため、下記3つの観点については、規制の適合性を判断するにあたり、**考慮が必要な観点の有無等についても、議論したい**と考えている。
- また、今後の審査の円滑な実施を目的とし、設計の進捗に応じて、**論点の立証に必要な技術的なデータの内容や範囲等、より専門的な議論についても実施したい**と考えている。
- **本意見交換の形で議論を継続するのか、もしくは、別途体制・仕組み等を検討するのも含め、原子力規制委員会での議論を進めていただきたい**。なお、ドライ型コアキャッチャに限らず、事業者の新技術の導入に当たっては規制予見性の確保は重要と考えている。

●溶融炉心冷却に係る不確かさへの対応について

- ✓ 溶融炉心の移行挙動等の不確かさにより、設計通りの溶融炉心冷却ができない可能性もあり、溶融炉心冷却の不確かさを考慮した設計を志向している。特に、溶融炉心の各部への残存については、耐熱材の敷設によりプラント構造物を保護し、原子炉格納容器下部から炉心上部までを冠水して安定冷却の継続が可能な設計とする。
- ✓ 今回想定した溶融炉心冷却の不確かさへの対策を講じることで、基本的に溶融炉心冷却を確実に実施できると考えている。

●ドライ型コアキャッチャ導入に伴うMCCI以外の対策への考慮について

- ✓ ドライ型コアキャッチャの設置により、HPMI/DCH対策（設置許可基準規則 第46条）ならびに水素燃焼対策（設置許可基準規則 第52条）に影響が現れるが、各々、既設PWRに設置される対策設備の容量を適切に拡張することにより、対処が可能であると考えている。

●ドライ型コアキャッチャの設計方針・妥当性確認方法の十分性について

- ✓ ドライ型コアキャッチャの機能別に構成設備を整理し、各設備の設計方針、ならびにその妥当性の確認方法について、現時点の検討内容を示した。

【別添】ドライ型コアキャッチャの設計方針について

➤ 本資料では、以下の3つの溶融炉心の冷却の各機能（役割）に着目して、設計に必要となる項目を整理する。

- ① 溶融炉心の保持と低融点化・低粘性化
- ② 溶融炉心の拡散・冷却
- ③ 溶融炉心への注水

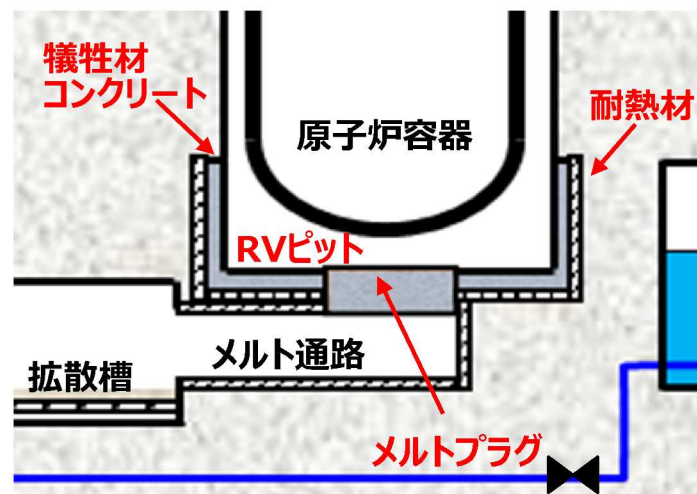
【設計に必要となる項目】

- 主要な構成設備に対する設計要件
 - ・・・各機能を実現するために各構成設備に求められる要求事項
- 主要な構成設備に対する設計方針
 - ・・・設計要件を満足する設計の考え方
- 妥当性確認の方針
 - ・・・各機能の成立性を検証・確認する方法

熔融炉心の保持と低融点化・低粘性化

- 溶融炉心の保持と低融点化・低粘性化に係る主要な構成設備の機能は、RV破損により放出される**溶融炉心を一時的に受け止め**、犠牲材コンクリートと溶融混合することにより、**低融点化・低粘性化を図る**ことである。
- 上記を達成するべく主要な構成設備に対して、それぞれ設計要件を定める。

主要な構成設備	設計要件
RVピット	①原子炉容器から溶融炉心が全量流出するまでの間、 溶融炉心の全量を保持できる十分な容積 をもたせること ② CVスプレイ水等がRVピットに流入しない構造 とすること
犠牲材コンクリート	①溶融炉心と混合すること ② 溶融炉心を低融点化・低粘性化 すること
耐熱材	①溶融炉心と構造材コンクリートを接触させることなく 溶融炉心を保持 できること
メルトプラグ	①溶融炉心がメルト通路経由で 拡散槽に流出するための流出口 となること



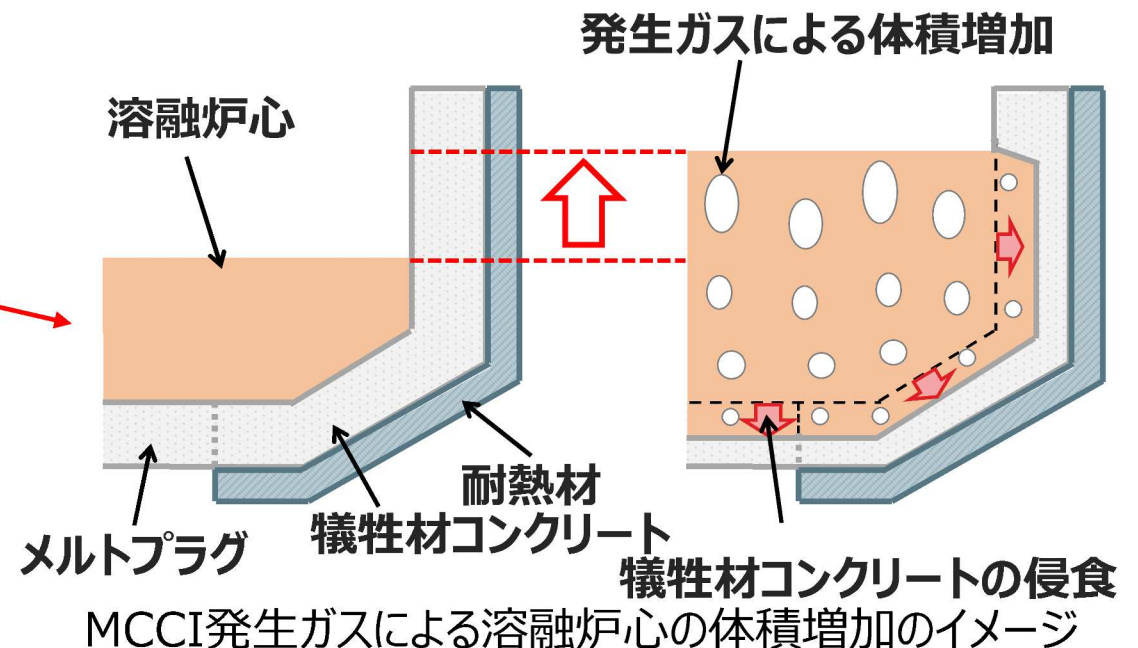
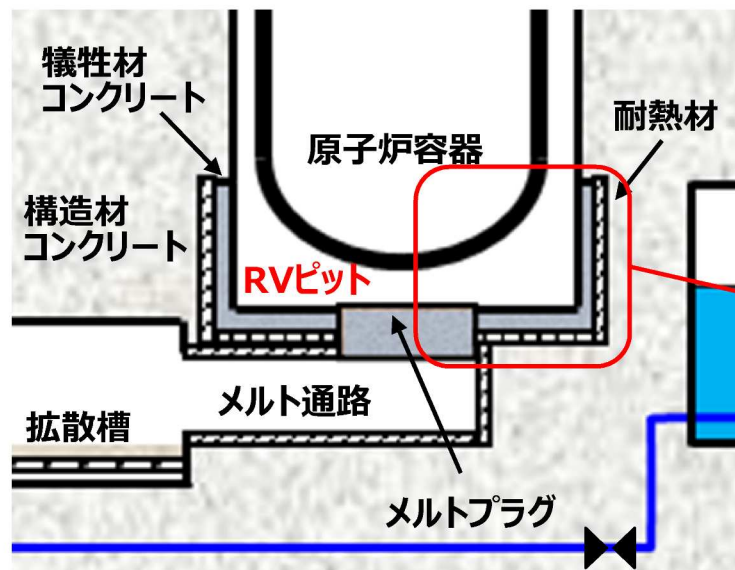
- RVピットの設計要件に対する設計方針は以下の通り。

要件①：原子炉容器から溶融炉心が全量流出するまでの間、**溶融炉心の全量を保持できる十分なRVピット容積を確保**すること

・・・溶融炉心の全量は**燃料集合体、炉心下部構造物、RV下部鏡を考慮**し、またMCCIによる発生ガス混合による体積増加を考慮しても問題ない**RVピット容積を確保**する方針。

要件②：**CVスプレイ水等がRVピットに流入しない構造**とすること

・・・RVピットに接続する開口部を通じてCVスプレイ水等が流入しないように、開口端の高さは事故時水没レベルよりも高い位置とし、また開口端に堰を設ける等の流入を防止する設計とする方針。



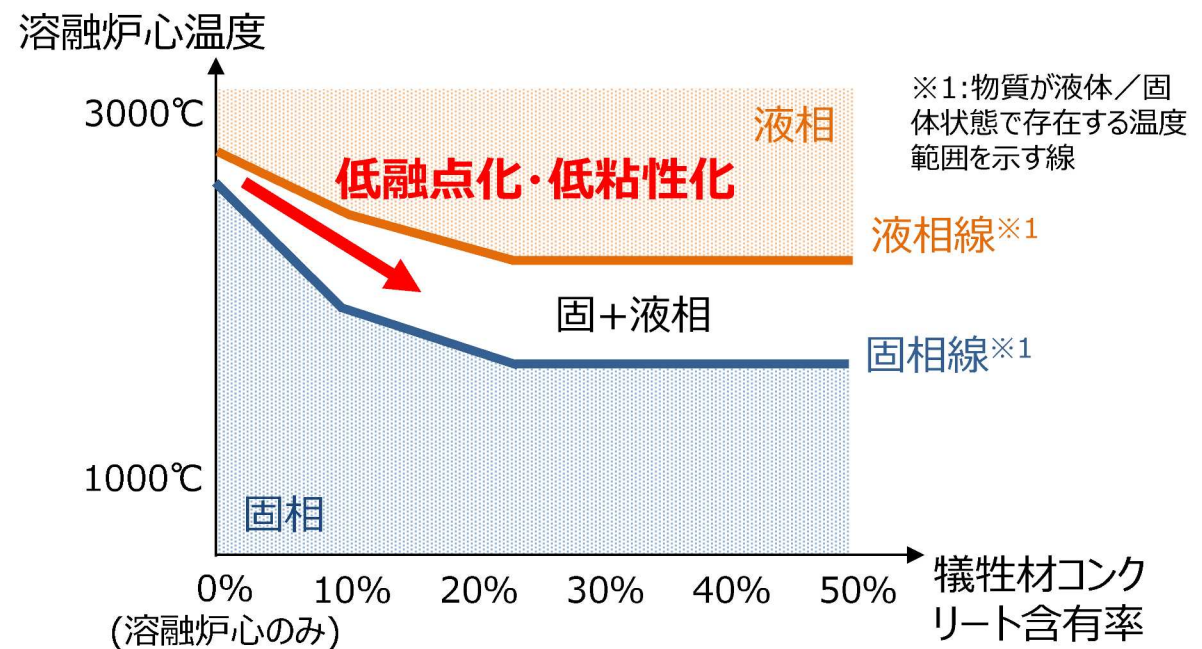
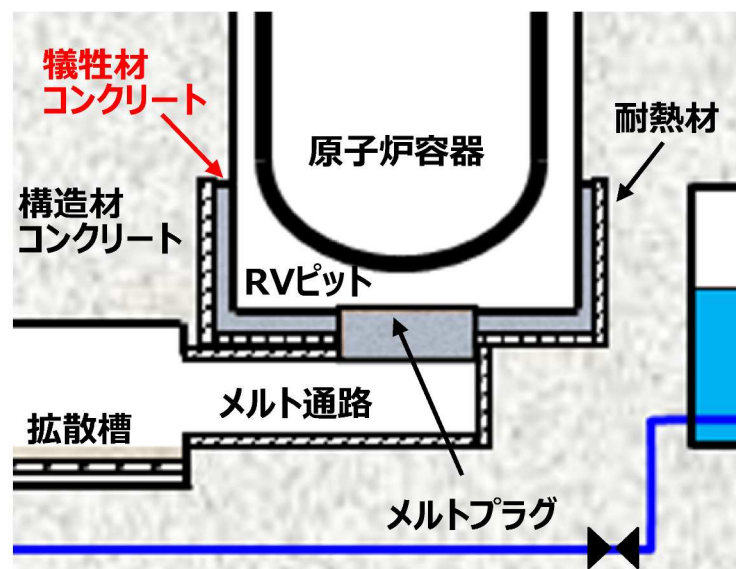
- 犠牲材コンクリートの設計要件に対する設計方針は以下の通り。

要件①：溶融炉心と混合すること

・・・犠牲材コンクリートをRVピットの底部・側面に敷設し、**溶融炉心の全量と混合**させる方針。

要件②：溶融炉心を低融点化・低粘性化すること

・・・骨材に酸化鉄を用いることで、溶融炉心（ UO_2 と ZrO_2 ）を酸化鉄と混合させることで溶融炉心の**低融点化・低粘性化**を図る。これにより溶融炉心の固化を抑制し、かつ、拡散槽への拡散が適切に行えるように**犠牲材コンクリートの組成や必要な物量を設計**する方針。



犠牲材コンクリートによる低融点化・低粘性化の概念図