

# コンクリート喪失に関する実験等の 検討状況について

2023年9月12日

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

# ○コンクリート試験体の加熱試験等

東京電力ホールディングス株式会社



複数の組織において、情報の共有、試験の分担等を行い、実施可能な試験・分析を優先(先行)して行うことで、令和5年内を目処に先行試験の結果を得ることを目指す。

## ○コンクリート試験体

次の2種類の供試体等を準備予定

①福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋外壁から採取したコアサンプル

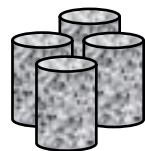
- ✓ 抜き取り箇所: 外壁(外気に触れている箇所)
- ✓ 寸法(例): 直径30mm、高さ60mm
- ✓ 鉄筋は含まれていない
- ✓ 放射性物質による汚染がないように採取したもの

②東京電力HDから提供された調合情報を基に作成する供試体(詳細は次ページ)

- ✓ 提供された調合情報を基に作成
- ✓ 寸法: 直径100mm、高さ200mm
- ✓ 「鉄筋を入れないもの」「中心に1本のみ鉄筋を入れるもの」「コンクリート内部の温度変化を確認するための計器(熱電対等)を入れるもの」を作成

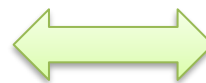


調合情報等



コンクリート供試体

製作した供試体と標準試料  
の成分比較等を実施



標準試料  
(ボーリングコア)

# ○東京電力HDから提供された調合情報を基に作成する供試体

## (1) 調合情報

### 1) 材料

- ✓ 粗骨材: 最大寸法25mm(1号機実機は新田川産の天然骨材)
- ✓ 細骨材: 最大寸法5mm(1号機実機は新田川産、阿武隈川産の天然骨材)
- ✓ セメント: 普通ポルトランドセメント
- ✓ 化学混和剤: AE減水剤(ポゾリスNo.8)

### 2) フレッシュ性状

- ✓ スランプ: 12~15cm(許容範囲は±2%)
- ✓ 空気量: 4.5%(許容範囲は±1%)

### 3) 調合(現在の材料を用いて当時の1号機と近似的な調合を作るための目安値)

- ✓ 設計基準強度: 225 kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ 調合強度: 260 kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ 水セメント比: 50~53%
- ✓ 単位セメント量: 300~320 kg/m<sup>3</sup>
- ✓ 単位水量: 耐久性等を考慮すると175 kg/m<sup>3</sup> 以下が望ましい。

## ○東京電力HDから提供された調合情報を基に作成する供試体

### (2) 寸法・配筋

- ✓ 直径100mm、高さ200mm
- ✓ 鉄筋を入れる場合、中心付近に上下方向に1本配筋する。
  - ※縦方向に複数の鉄筋を配筋するのは困難。
  - ※鉄筋を1本のみ配筋することの意味合いを考える必要がある(複数本の鉄筋がなければ、鉄筋による拘束力は働かない)。

### (3) 作成方法

- ✓ 東電から提供された調合情報に従って作成し、設計基準強度を満たすまで調合を微調整して作成を繰り返す。
- ✓ 養生期間:28日(基礎情報を得るための供試体)
  - ※長期(91日、数ヶ月等)の養生を行う供試体も確保する。
- ✓ 養生方法:標準養生
- ✓ スランプ値/空気量を確認するためのスランプ試験を行う。
- ✓ 設計基準強度を確認するための圧縮試験を行う。

## ○成分分析

### (1) 目的

#### ①加熱前

- ✓ コアサンプルと供試体の組成の相違を把握するために行う。
- ✓ 加熱試験における加熱条件等を検討するための判断材料として用いる。

#### ②加熱後

- ✓ コアサンプル／供試体の加熱後に生じた組成変化等を把握するために行う。

### (2) 分析方法

#### ①加熱前

- ✓ TG(熱重量測定)/DTA(示差熱分析): 熱変化による化学的成分の変化の把握
- ✓ XRD(X線回析): 組成の把握
- ✓ EPMA(電子プローブマイクロアナライザ): 組成の把握

#### ②加熱後

- ✓ XRD(X線回析): 組成の把握
- ✓ EPMA(電子プローブマイクロアナライザ): 組成の把握

### (3) 分析対象

①加熱前: コンクリート、モルタル、骨材(粗骨材)

②加熱後: コンクリート

## ○加熱試験

### (1) 加熱対象

- ✓ コアサンプル、供試体ともに同条件で加熱する

### (2) 加熱方法

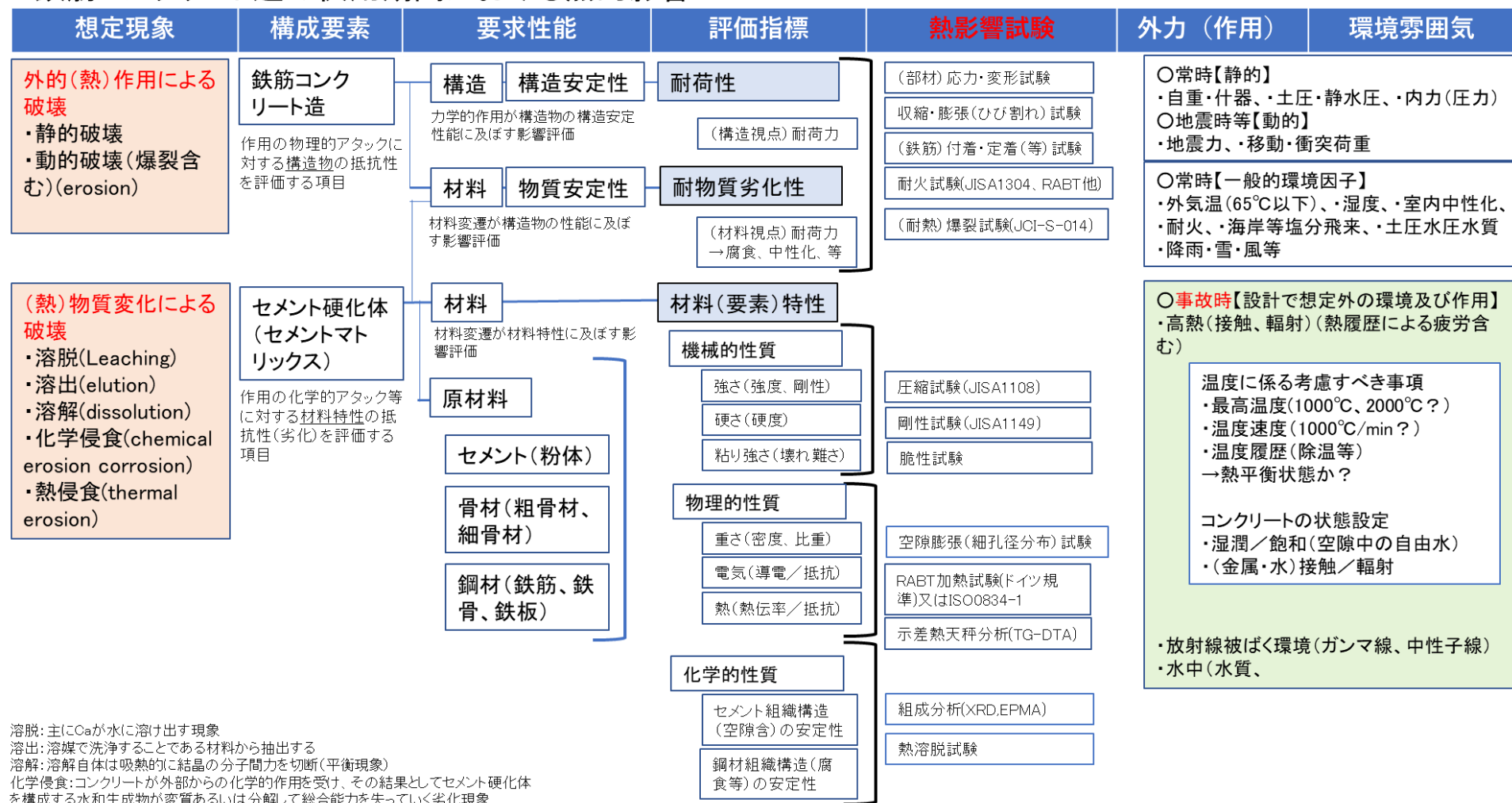
- ✓ 加熱温度、加熱速度等については、成分分析(TG等)の結果等を踏まえて検討する。
- ✓ 加熱方法: 輻射熱による加熱を模擬する。

### (3) 環境条件

以下の観点の条件から、実施可能性等を踏まえて実施内容を選定する。

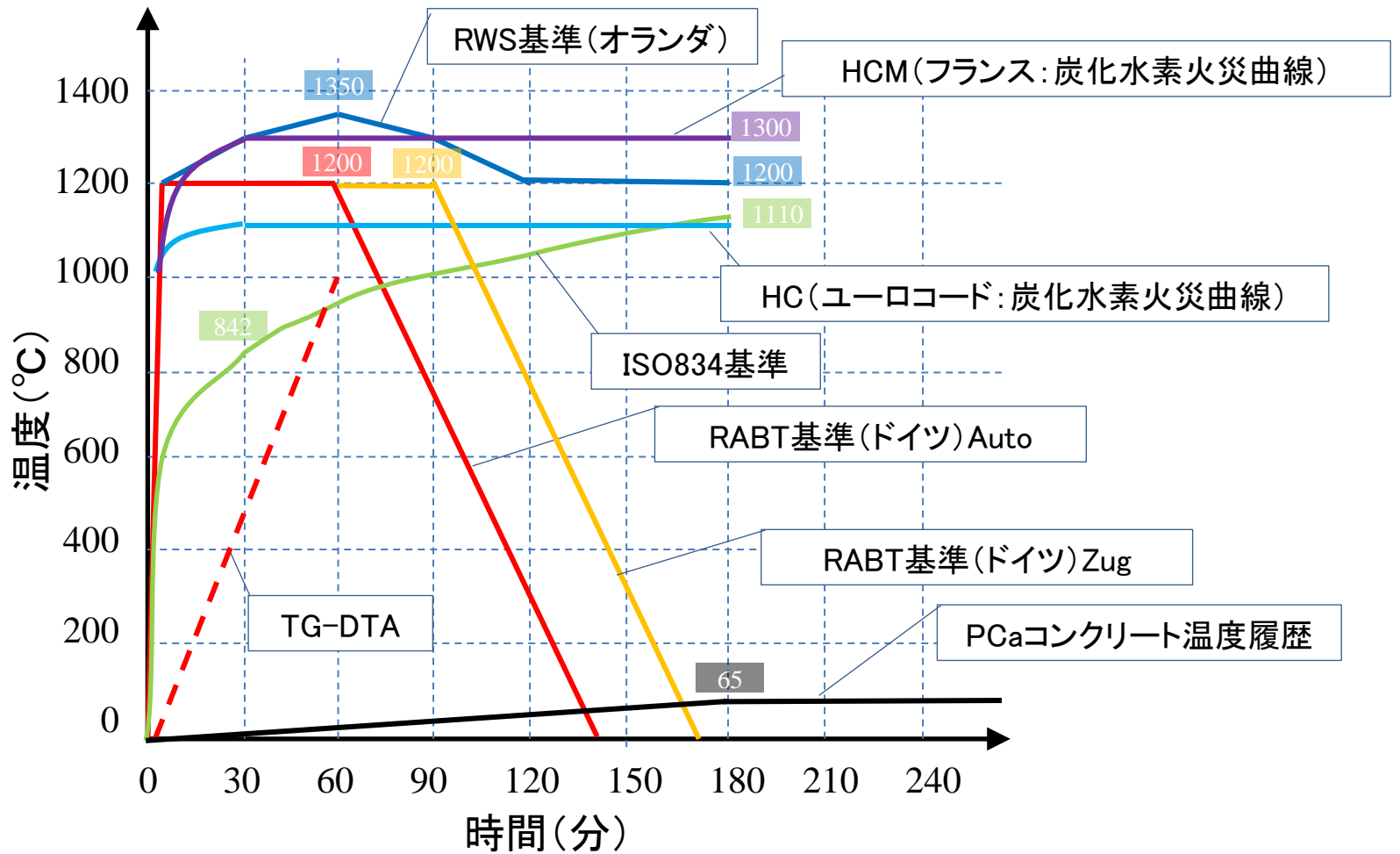
- ✓ 気体環境下: 通常の大気環境、水蒸気雰囲気、窒素雰囲気
- ✓ 水中環境下: 海水、淡水
- ✓ 事故時環境下: 高放射線雰囲気(模擬が困難)
- ✓ 気体/液体の状態: 静止状態、ある流速で流れている状態
- ✓ コンクリートの状態: 乾燥状態、湿潤状態

## 鉄筋コンクリート造の供用期間における熱的影響



溶脱: 主にCaが水に溶け出す現象  
 溶出: 溶媒で洗浄することである材料から抽出する  
 溶解: 溶解自体は吸熱的に結晶の分子間力を切断(平衡現象)  
 化学侵食: コンクリートが外部からの化学的作用を受け、その結果としてセメント硬化体を構成する水和生成物が変質あるいは分解して総合能力を失っていく劣化現象





各種火災加熱曲線

## ポルトランドセメントの熱特性

加熱温度	状態変化
70～100℃	付着水の脱離、エトリンガイトAFt相の脱水(分解)
200℃程度	カルシウムアルミネート系水和物(CSH)が脱水(分解)し、450℃で構造変化
350℃程度～	鉄筋の強度低下
400℃～450℃程度	Ca(OH) <sub>2</sub> が脱水分解 $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \uparrow$
573℃	石英質骨材中の石英の $\alpha \rightarrow \beta$ 相転移による骨材膨張
700℃程度	CaCO <sub>3</sub> (calcite)が脱炭酸(減少) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$
850℃程度	CaCO <sub>3</sub> (calcite)が消失
800℃～1000℃	$\beta$ -C <sub>2</sub> S(ビーライト), C <sub>4</sub> AF(フェライト)などが生成

※TG-DTA,XRD等により分析