

1F-2号機 使用済燃料プール循環冷却設備の 冷却停止試験（二次系通水停止運転）について

2017年8月31日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

1. 目的

TEPCO

【背景】

- ▶ 東北太平洋沖地震から6年が経過し、使用済燃料プール（以下、SFPとする。）に保管している**使用済燃料の崩壊熱は減少を継続**している。
使用済燃料の崩壊熱量（2号機）：震災当初 0.620MW → H29.8.1時点 0.166MW
（3号機）：震災当初 0.541MW → H29.8.1時点 0.143MW
- ▶ 平成29年4月及び7月に実施した1号機冷却停止試験（熱交換器バイパス運転）の結果、**SFP水温が安定すること及び、自然放熱を考慮したSFP水温評価式の妥当性が確認された。**【参考1】
⇒自然放熱を考慮したSFP水温評価式の**2号機、3号機への適用性を確認する。**
- ▶ 自然放熱を考慮したSFP水温評価を行った結果、2号機及び3号機のSFP水温は、**運転上の制限温度（65℃）未満で推移する見込み。**



崩壊熱が大きい2号機を代表とし、夏季に冷却停止試験（二次系通水停止運転）を実施。

【目的】

SFP循環冷却停止時の安全性を確認する。[SFP水温上昇率（時間的な余裕）、及びSFP安定水温]

<確認項目>

- ◆ **自然冷却でも制限温度に達さないこと。**
（自然冷却でも冷却可能なことを確認。）
- ◆ **崩壊熱が大きい号機でのSFP水温評価式の妥当性。**
（崩壊熱が大きい号機においても、評価上と実機の安定水温に大きな差が生じないことを確認。）

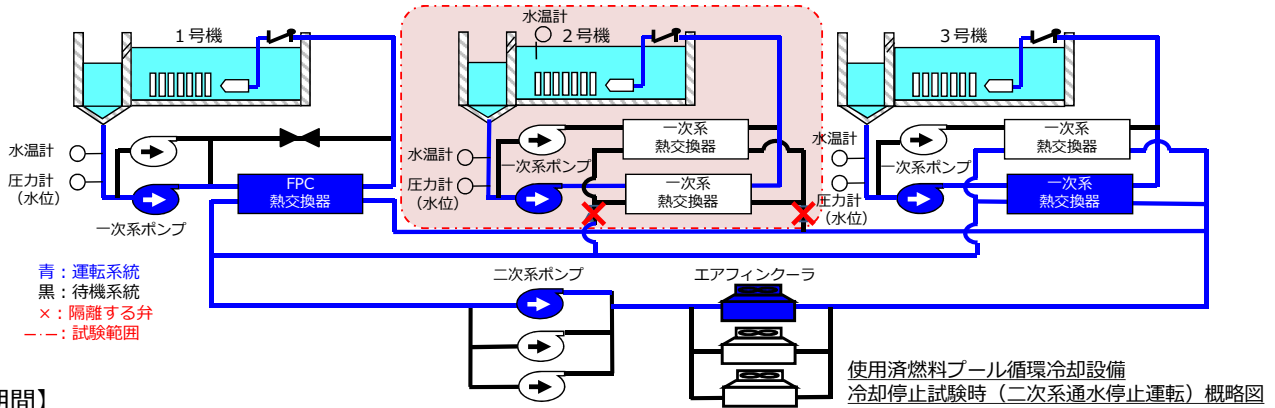
なお、試験後もSFP循環冷却設備の運転は継続する。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【試験方法】

- ✓ SFP循環冷却設備一次系は継続運転とし、二次系の通水を停止する。（冷却を停止）



【期間】

- ✓ 平成29年8月21日～9月下旬（確認項目が確認できるまでの期間）

【自然放熱を考慮したSFP水温評価結果】 [次ページ参照]

- ✓ 外気温（夏季）が平年並みの場合、**約53℃で安定する**と評価。

【監視項目】

- ✓ SFP水位・水温（SFP循環冷却設備一次系の計器にて監視）
- ✓ 湯気の発生状況（ウェブカメラにて監視）

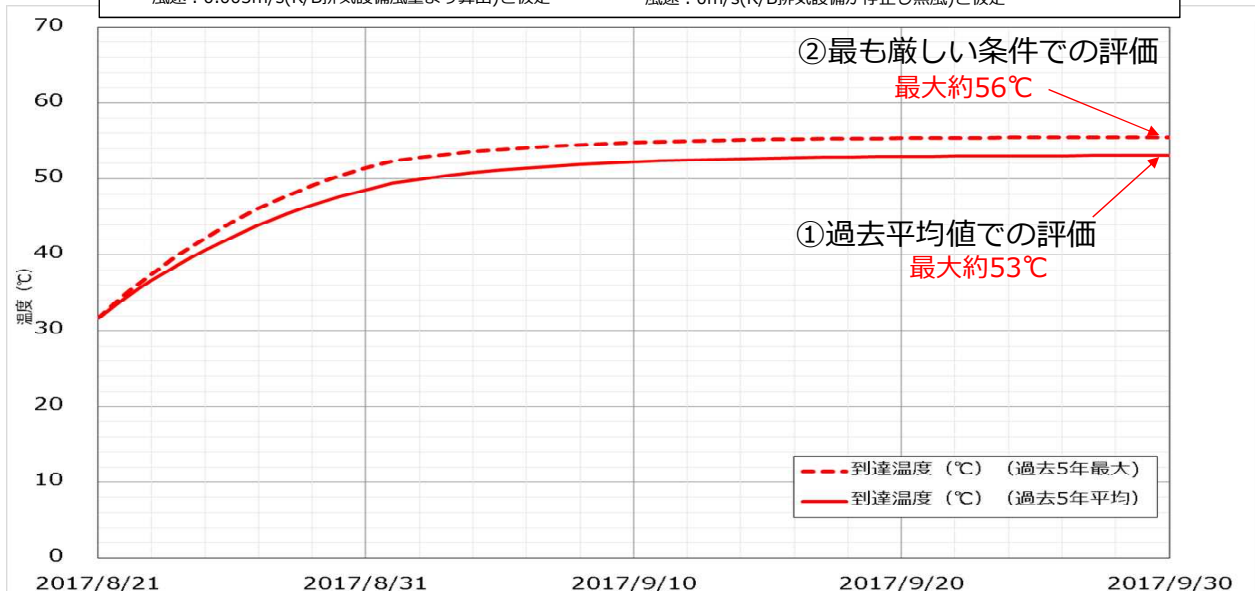
【冷却再開の条件】

- ✓ SFP水温が自然放熱を考慮した水温評価において**最も厳しい評価（約56℃）を超える場合**
- ✓ 湯気の発生により、作業に支障を来す場合

3. 自然放熱を考慮した2号機SFP水温評価

- ◆ 平成29年7月の1号機冷却停止試験結果にて検証済みの評価式を用いて評価を実施
- ◆ 平年並みの気温であれば、SFP水温は**約53℃で安定**する見込み

<評価条件> 初期水温31.7℃(H29年7月31日時点実績値), 過去5年の気象データで評価	
①過去平均値での評価 ・ 気温: 月別平均値(8月:24.5℃,9月:21.6℃) が24時間継続と仮定 ・ 風速: 0.003m/s(R/B排気設備風量より算出)と仮定	②最も厳しい条件での評価 ・ 気温: 月別の日平均最高気温(8月:31.2℃,9月:27.4℃) が24時間継続と仮定 ・ 風速: 0m/s(R/B排気設備が停止し無風)と仮定



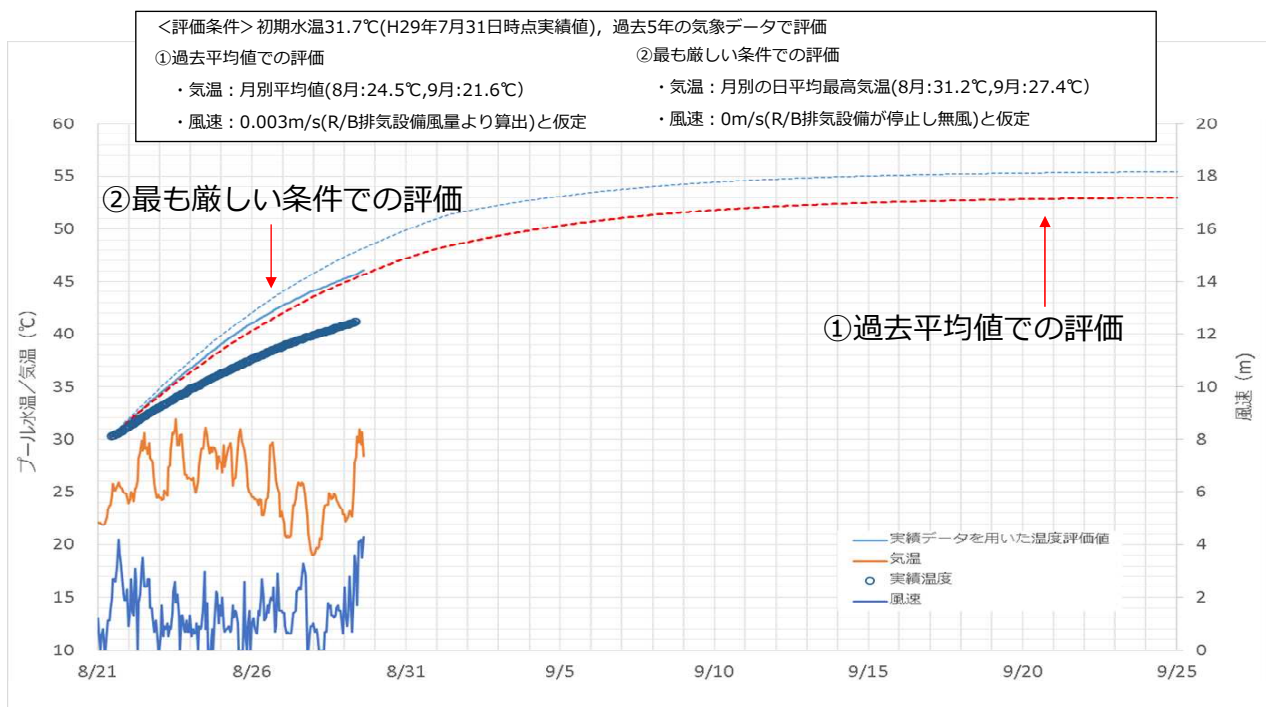
<試験に伴うリスク評価>

- ◆ 湯気の影響について
 - SFP水温が高く **湯気が発生する**が、ウェブカメラにて **原子炉建屋内の湯気発生状況を1日1回監視**
 - 湯気が発生し、原子炉建屋内作業に支障を来した場合、**必要に応じて冷却再開**
- ◆ ダストの影響について
 - SFP表面からの蒸発によるダスト放出量は、原子炉建屋からの気体放射性物質放出量の **管理目標値に比べて十分低い**
 4月実績蒸発量より類推した蒸発量100%/hの場合： $4 \times 10E+1$ [Bq/h]
 追加的放出量の目標値： $1.0 \times 10E+7$ [Bq/h]
 - 2号機原子炉建屋は、原子炉建屋内排気設備により **常時換気を行い、モニタにてダスト状況を常時監視**

⇒ 仮に、2号機原子炉建屋外に湯気が漏れ出ても、湯気に含まれるダストの影響はない
- ◆ SFP水温の上昇
 - SFP水温が自然放熱を考慮した水温評価において **最も厳しい評価（約56℃）を超える場合には試験を終了**する。これにより、運転上の制限温度65℃に対して十分余裕の有る温度で冷却再開が可能。
 - 最も厳しい評価（SFP水温約56℃で試験終了）でも65℃到達までの時間は **自然放熱を加味しない評価で約75時間**有り、**予備機切替等の対応が実施可能**。

5. 試験開始後の温度経過

- ◆ 8月21日より冷却停止試験を開始し、SFP水温は運転上の制限温度（65℃）未満で推移している。
- ◆ 過去5年間平均の気象実績データを用いて評価したグラフ（過去平均グラフ）と実績温度に開きが見られるが、評価よりも低い値で推移しており、湯気の発生は確認されていない。
- ◆ 実績温度との開きは、評価条件が保守的であったと推定している。今後データ取得を継続し、評価条件の精度を向上させる。



評価水温と実績温度の開きが保守的であったと推定している要因は以下の通り。

- ◆ 一次系配管表面からの放熱が大きい可能性がある。
- ◆ 風速を0.003m/sと排気設備風量より算出しているが、風速が大きい可能性がある。
- ◆ 建屋内であるため、外気温の変動による影響が少ない可能性がある。

SFP水温予測式

$$\Delta T (\text{°C/h}) = \frac{Q - q}{W (\text{kg}) \times C (\text{kcal/°C/kg})}$$

Q: 入熱 (Q_{in1} + Q_{in2})

Q_{in1}: 崩壊熱 Q_{in2}: ポンプジュール熱 【ポンプ運転中】

W: SFP水量

C: 冷却材の比熱

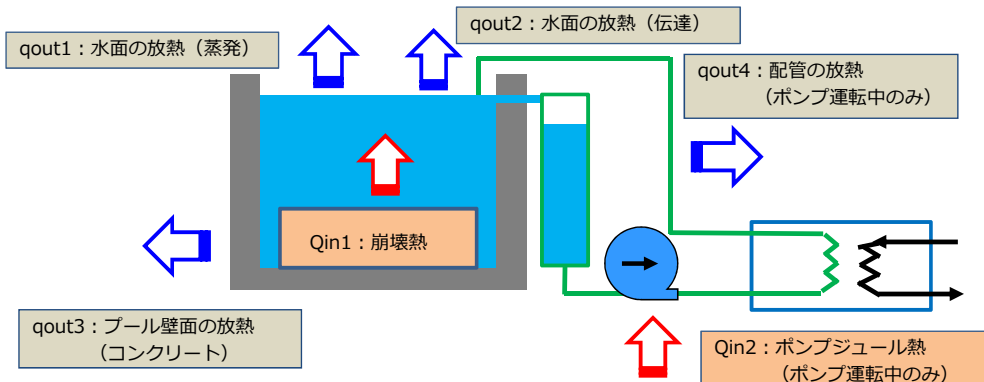
q: 放熱 (q_{out1} + q_{out2} + q_{out3} + q_{out4})

q_{out1}: 水面の放熱 (蒸発) 【気温 + 風速を使用】

q_{out2}: 水面の放熱 (伝熱) 【気温を使用】

q_{out3}: プール壁面の放熱 (コンクリート) 【気温を使用】

q_{out4}: 配管の放熱 【ポンプ運転中】



← 1号機及び2号機の評価では加味していない。

【1号機との相違点】
一次系を構成する配管長が違うため、影響が大きかったと推定。

【参考】

配管長の概略長さ

1号機: 約50m

2号機: 約400m

【参考2】 1号機冷却停止試験実績 (平成29年7月)

- ◆ SFP水温が予想通り推移しており、運転上の制限温度 (60°C) 未満で推移することが確認された。
- ◆ 過去5年間平均の気象実績データを用いて評価したグラフ (過去平均グラフ) と概ね一致している傾向が見られた。
- ◆ また、湯気の発生は確認されなかった。
(試験期間中(7/17~8/29)の気象条件 (1F構内) 平均気温: 23.7°C, 平均風速: 1.9m/s)

