

美浜 1 号機 崩壊熱 108kW における SFP 水抜け時の燃料被覆管表面温度について

最も崩壊熱の大きい燃料集合体を用いて、2018.7.1 時点における燃料被覆管表面温度を算出する。

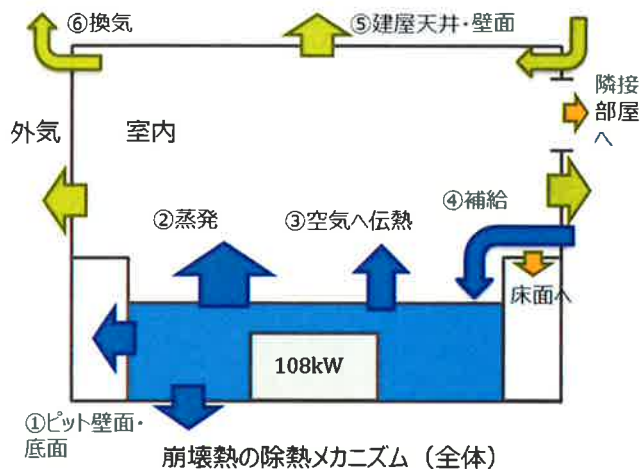
2015.12.1 時点における使用済燃料の崩壊熱 132kW と 2018.7.1 時点における使用済燃料の崩壊熱 108kW の比率、あるいは 2015.12.1 時点と 2018.7.1 時点における燃料集合体最大発熱量の比率から、温度差（建屋内外温度差、燃料出入口温度差、被覆管表面温度上昇）を算出した結果を下表に示す。

表 燃料被覆管表面温度算出結果

			申請書（追補）	今回申請時	備 考
			2015. 12. 1 時点	2018. 7. 1 時点	
崩 壊 熱	総発熱量	kW	132	108	
	燃料集合体 最大発熱量	kW	0.75	0.62	0.75kW を総発熱量の比率 で計算
外気温度		℃	70	70	(=設定値)
建屋内空気温度		℃	107	101	建屋内外の温度差を燃料 集合体最大発熱量の比率 で計算
燃料集合体入口 空気温度		℃	107	101	(=建屋内空気温度)
燃料集合体出口 空気温度		℃	207	183	燃料集合体出入口温度差 を燃料集合体最大発熱量 の比率で計算
燃料集合体出口 空気温度と被覆 管表面温度の差		℃	11	10	燃料集合体出口空気温度 と被覆管表面温度の差を 燃料集合体最大発熱量の 比率で算出
被覆管表面温度		℃	218	193	燃料集合体出口空気温度 + 燃料集合体出口空気温 度と被覆管表面温度の差

使用済燃料ピットの水温計算

水温計算で用いる数式、および8/31時点における水温計算の入力値・計算結果については、以下のとおり。



B) 使用済燃料ピット水⇒使用済燃料ピット壁面 (外部) + 室内 (8月31日時点)

	数 式	伝熱量[kW]
①-1	$\cdot Q_{pwall} = H_{pw}(T_w - T_{room})A_{pw}$	6.2
①-2	$\cdot Q_{pbott} = H_{pb}(T_w - T_c)A_{pb}$	3.2
②	$\cdot Q_{evap} = E_{evap} \cdot A_s \cdot 0.2778 \cdot r$	70.4
③	$\cdot Q_{conv} = h_m(T_w - T_{room}) \cdot A_s$	14.0
④	$\cdot Q_{sply} = m_e \cdot Cp \cdot (T_w - T_s)$	1.8
計		95.6

C) 室内⇒建屋天井・壁面 (外部) + 換気空調 (外部) (8月31日時点)

	数 式	伝熱量[kW]
⑤	$\cdot Q_{wall} = H_w(T_{room} - T_{air})A_w$	35.2
⑥	$\cdot Q_{vent} = m_{air} \cdot C_{p,air} \cdot (T_{room} - T_v)$	27.6
計		62.8

水温計算の入力値 (8月31日時点)

$$\textcircled{1} -1Q_{pwall} = H_{pw}(T_w - T_{room})A_{pw}$$

説明	入力値
H_{pw} : 使用済燃料ピット側壁熱通過率 [W/(m ² ・°C)]	<input type="text"/>
A_{pw} : 使用済燃料ピット側壁面積[m ²]	<input type="text"/>
T_w : 使用済燃料ピット水温[°C]	44.7
T_{room} : 室内の温度[°C]	31.3

$$\textcircled{1} -2Q_{pbott} = H_{pb}(T_w - T_c)A_{pb}$$

説明	入力値
H_{pb} : ピット底面熱通過率[W/(m ² ・°C)]	1.0
A_{pb} : 使用済燃料ピット底面積[m ²]	<input type="text"/>
T_w : 使用済燃料ピット水温[°C]	44.7
T_c : 土壌温度[°C]	16.0

$$\textcircled{2} Q = E \cdot A_s \cdot 0.2778 \cdot r$$

$$E = (0.061V + 0.125)(P_w - \varepsilon \cdot P_r)$$

説明	入力値
A_s : 使用済燃料ピット水面積[m ²]	<input type="text"/>
r : 水の表面温度における潜熱(45°C) [kJ/kg]	2394.5
V : 水面上の風速[m/s]	0.34
ε : 湿度[-]	0.788
P_w : 水面近傍の飽和蒸気圧(45°C) [kPa]	95.820
P_r : 室内の飽和蒸気圧(30°C) [kPa]	42.415

$$\textcircled{3} Q_{\text{conv}} = h_m(T_w - T_{\text{room}}) \cdot A_s$$

説明	入力値
h_m : 水面の熱伝達率 [$W/(m^2 \cdot K)$]	9
T_w : 使用済燃料ピット水温 [$^{\circ}C$]	44.7
T_{room} : 室内の温度 [$^{\circ}C$]	31.3
A_s : 使用済燃料ピット水面積 [m^2]	<input type="text"/>

$$\textcircled{4} Q_{\text{sply}} = m_e \cdot C_p \cdot (T_w - T_s)$$

説明	入力値
C_p : 補給水の比熱 ($30^{\circ}C$) [$kJ/(kg \cdot K)$]	4.180
T_w : 使用済燃料ピット水温 [$^{\circ}C$]	44.7
T_s : 補給水の水温 [$^{\circ}C$]	30.3

$$\cdot m_e = Q_{\text{evap}}/r$$

説明	入力値
r : 水の表面温度における潜熱 ($45^{\circ}C$) [kJ/kg]	2394.5

$$\textcircled{5} Q_{\text{wall}} = H_w(T_{\text{room}} - T_a)A_w$$

説明	入力値
H_w : 建屋熱通過率 [$W/(m^2 \cdot ^{\circ}C)$]	<input type="text"/>
A_w : 建屋面積 [m^2]	<input type="text"/>
T_{room} : 室内の温度 [$^{\circ}C$]	31.3
T_a : 外気の温度 [$^{\circ}C$]	25.7

$$\textcircled{6} Q_{\text{vent}} = m_{\text{air}} \cdot C_{p,\text{air}} \cdot (T_{\text{room}} - T_v)$$

説明	入力値
$C_{p,\text{air}}$: 送気の比熱(30°C) [kJ/(kg · K)]	1.007
T_{room} : 室内の温度[°C]	31.3
T_v : 送気の温度[°C]	29.1

$$\bullet m_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \cdot V/60$$

説明	入力値
ρ_{air} : 送気の密度(30°C) [kg/m ³]	1.15
V : 換気流量[m ³ /min]	<input style="border: 2px solid black;" type="text"/>