

## 【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外他 05 R <u>7</u>
提出年月日	令和 4 年 <u>12 月 13 日</u>

### 設工認に係る補足説明資料

#### 外気温度の設定について

1. 文章中の下線部は、R 6 から R 7 への変更箇所を示す。
2. 本資料(R 7)は、令和 4 年 1 1 月 2 2 日に提示した「外気温度の設定について R 6」に対し、凍結に対する設計外気温-15.7℃を下回るおそれがある場合の凍結防止対策の記載を適正化したものである。

## 目 次

1. 概要	1
2. 凍結及び高温に対する考慮	1
2.1 凍結に対する考慮	1
2.2 高温に対する考慮	2
3. 個別施設に対する安全評価に係る外気温度の取り扱い	3
3.1 再処理施設	3
3.2 MOX 燃料加工施設	4
4. 参考文献	5

## 1. 概要

本資料は、再処理施設及びMOX燃料加工施設に対する第1回申請のうち、以下に示す添付書類の補足説明に該当するものである。

- ・再処理施設 添付書類「VI-1-1-1-1 自然現象等への配慮に関する説明書」
- ・MOX燃料加工施設 添付書類「V-1-1-1-1 自然現象等への配慮に関する説明書」

上記添付書類において、想定される自然現象として凍結及び高温を挙げ、それぞれに対する考慮として、敷地周辺で観測された年間を通じての気温変動を参考に設定する設計外気温に対し、外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計としている。

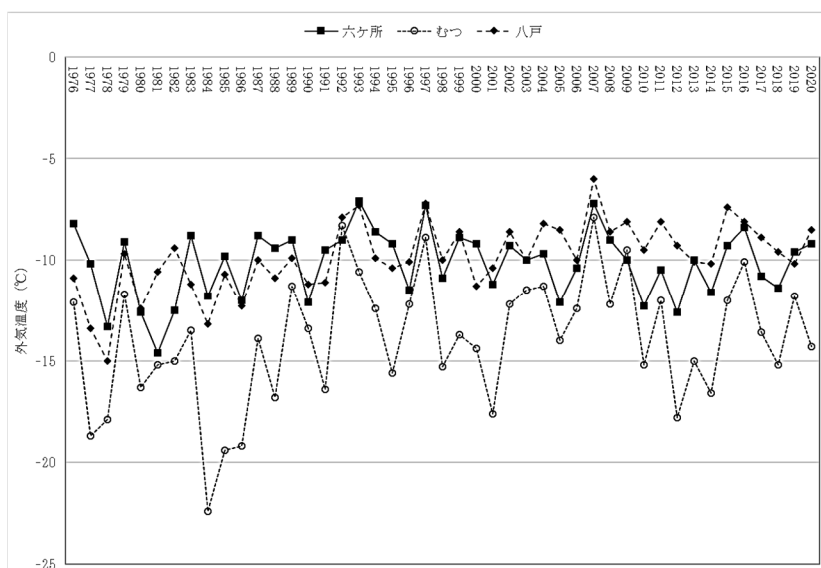
本資料は、想定する凍結及び高温について、具体的な設計外気温の設定方法について補足説明するものである。

## 2. 凍結及び高温に対する考慮

凍結及び高温に関しては、敷地周辺の気象観測所の観測記録を適切に考慮する。考慮にあたっては、1930年代から観測を行っており十分な観測記録を有するむつ特別地域気象観測所及び八戸特別地域気象観測所の観測記録に基づくとともに、これらと六ヶ所地域気象観測所の観測記録を比較することにより、年ごとの日最低気温及び日最高気温の極値の類似性を適切に考慮して設計外気温を設定する。

### 2.1 凍結に対する考慮

むつ特別地域気象観測所、八戸特別地域気象観測所及び六ヶ所地域気象観測所における日最低気温の推移(統計期間1976年～2020年)を第2-1図に示す。



第2-1図 各観測所における日最低気温の推移

むつ特別地域気象観測所の観測値は、六ヶ所地域気象観測所の観測値と比較すると全体的に低い側で推移しており、平均で $-3.7^{\circ}\text{C}$ 、最大で $-10.6^{\circ}\text{C}$ (1984年)の差である。一方、八戸特別地域気象観測所の観測値は、六ヶ所地域気象観測所の観測値に近似しており、その差は平均で $0.4^{\circ}\text{C}$ 、最大で $4.0^{\circ}\text{C}$ (1981年)と小さく、八戸特別地域気象観測所における極値 $-15.7^{\circ}\text{C}$ (1953年1月3日)は、六ヶ所地域気象観測所における極値 $-14.6^{\circ}\text{C}$ (1981年2月27日)より小さい。

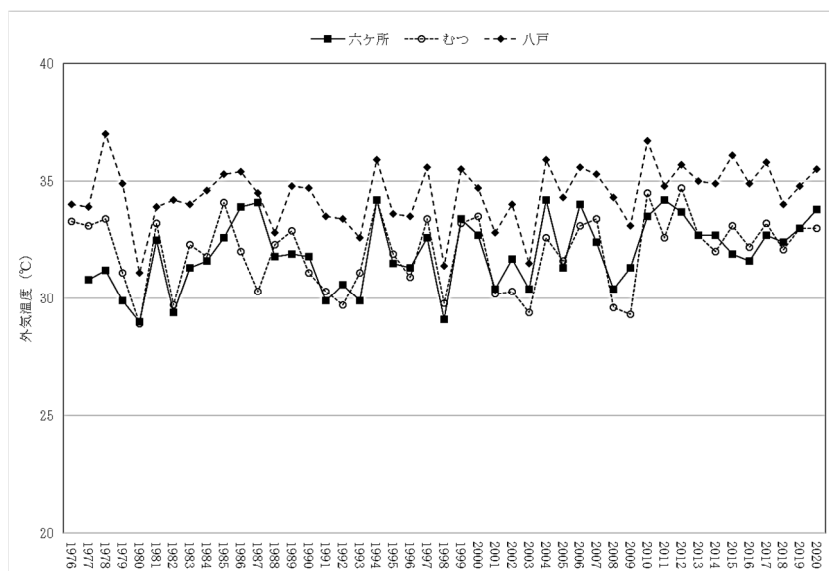
上記のとおり、むつ特別地域気象観測所の観測値を用いた場合には過度に安全側な設定となり敷地の実際の状況を反映したものではないため、凍結に対する考慮としては、六ヶ所地域気象観測所の観測値と近似している八戸特別地域気象観測所の観測値を設計外気温として設定する。

これに基づき、1937年～2020年8月の八戸特別地域気象観測所の観測記録のうち、日最低気温 $-15.7^{\circ}\text{C}$ (1953年1月3日)を、再処理事業所における凍結に対する設計外気温とする。外部事象防護対象施設は、この設計外気温による凍結に対し、安全機能を損なわない設計とする。

仮に外気温が $-15.7^{\circ}\text{C}$ を下回るおそれがある場合は、凍結防止措置を講ずることにより、外気温 $-22.4^{\circ}\text{C}$ に対しても外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

## 2.2 高温に対する考慮

むつ特別地域気象観測所、八戸特別地域気象観測所及び六ヶ所地域気象観測所における日最高気温の推移(統計期間1976年～2020年)を第2-2図に示す。



第2-2図 各観測所における日最高気温の推移

むつ特別地域気象観測所の観測値は、六ヶ所地域気象観測所の観測値に近似しており、その差は平均で $0.0^{\circ}\text{C}$ 、最大で $-3.8^{\circ}\text{C}$ (1987年)と小さい。一方、八戸特別地

域気象観測所の観測値は、六ヶ所地域気象観測所の観測値と比較すると全体的に高い側で推移しており、平均で2.5℃、最大で5.8℃(1978年)の差である。

上記のとおり、むつ特別地域気象観測所と八戸特別地域気象観測所のいずれの観測値であっても六ヶ所地域気象観測所の観測値に近く、敷地の実際の状況を反映するものであるが、高温に対する考慮としては、より厳しい条件となるように、八戸特別地域気象観測所の観測値を設計外気温として設定する。

これに基づき、1937年～2020年8月の八戸特別地域気象観測所の観測記録のうち、日最高気温の極値37.0℃(1978年8月3日)を、再処理事業所における高温に対する設計外気温とする。外部事象防護対象施設は、この設計外気温に対して、安全機能を損なわない設計とする。

### 3. 個別施設に対する安全評価に係る外気温度の取り扱い

「2. 凍結及び高温に対する考慮」に示したように外部事象防護対象施設の高温に対する考慮としては、日最高気温の極値37.0℃を用いて安全機能を損なわない設計とするが、個別施設の安全機能に係る安全設計(評価)においては、安全機能の特徴等を踏まえて、外気温度を設定する。

具体的には、個別施設を設置する六ヶ所地域の気象条件をもとに安全設計(評価)を行うこととし、六ヶ所地域気象観測所における夏季(6月～9月)の日平均気温の極値28.5℃を超える29℃を設計上の外気温度として設定する。

上述のように個別施設の安全機能に係る安全設計(評価)においては、29℃を設計上の外気温度として設定するが、「2. 凍結及び高温に対する考慮」に示す外部事象防護対象施設の高温に対する考慮で用いる日最高気温の極値37.0℃に対して安全機能への影響を検討した結果を以下に示す。

#### 3.1 再処理施設

##### (1) 安全冷却水系冷却塔

安全冷却水系冷却塔は、溶解液等を内包する機器の崩壊熱を冷却した安全冷却水を外気により冷却するための設備である。万一この設備の機能が喪失した場合でも溶解液等が沸騰に至るまでに時間的な余裕があり、連続的に運転する設備で通常管理している冷却水の温度と崩壊熱を除去するという観点で必要な冷却水の温度に差があり、一時的な温度変動が設備の冷却機能に与える影響は小さい。この設備の特徴を踏まえると、外気温が日最高気温の極値に一時的に達した場合ではなく、長期的な温度変動を考慮して、本設備の冷却機能の設計にあたっては、崩壊熱により発生する熱量の除去に必要な伝熱面積の算出のために外気温度29℃を設計上の外気温度として設定している。

外気温度が一時的に高温に対する設計外気温37℃になったとしても、崩壊熱除去の安全機能が損なわれない外気温度の上限温度は47.7℃であることから、高温に対する設計外気温37℃になったとしても安全機能を損なうことはない。

また、凍結の影響に対しては、冷却水の凍結を想定し、平成11年1月29日付け10安(核規)第538号にて認可を受けた第7回の設工認申請書の「添付-13 安全冷却水系の屋外設備の凍結防止に関する説明書」に記載の不凍液を添加した冷却水を

用いる等により、設計外気温 $-15.7^{\circ}\text{C}$ で安全機能を損なわない設計とする。仮に、外気温が $-15.7^{\circ}\text{C}$ を下回るおそれがある場合は、放熱量を低減するためにファン運転を停止すること、冷却塔の通水流量を減らすこと等の運用による凍結防止措置を講ずることにより、外気温がむつ特別地域気象観測所の観測値である $-22.4^{\circ}\text{C}$  (1984年2月18日)まで低下したとしても、機能を維持することが可能である。

## (2) ガラス固化体貯蔵設備

ガラス固化体貯蔵設備は、貯蔵ピットの収納管内に保管されるガラス固化体の発熱量に応じて生じる通風力で、ガラス固化体周囲の円環流路を空気が自然対流することで冷却する、間接自然空冷貯蔵方式による崩壊熱除去機能を期待する設備である。冷却に駆動部を要しないという、この設備の特徴を踏まえると、一時的な温度変動が設備の冷却機能に与える影響は小さいことから、日最高気温の極値が一時的に発生した場合ではなく、長期的な温度変動を考慮して、 $29^{\circ}\text{C}$ を設計上の外気温度として設定している。

本設備の崩壊熱除去の設計においては、設計の前提として冷却空気入口温度を設計上の外気温度 $29^{\circ}\text{C}$ に設定した上で、通常時のコンクリートの温度制限値 $65^{\circ}\text{C}^{*1}$ 以下となるような設計としている。また、ガラス固化体の中心温度については、ガラスの性状を維持するためガラスが再結晶化する温度である約 $600^{\circ}\text{C}$ より低い $500^{\circ}\text{C}$ 以下となるように貯蔵設備を設計しており、外気温度が $69^{\circ}\text{C}$ 未満であればガラス固化体中心温度を $500^{\circ}\text{C}$ 以下に維持できる。

冷却空気入口温度が一時的に高温に対する設計外気温 $37^{\circ}\text{C}$ になったとしてもガラス固化体中心温度が $500^{\circ}\text{C}$ を超えることはなく、安全機能を損なうことはない。

冷却空気入口温度が一時的に高温に対する設計外気温 $37^{\circ}\text{C}$ になった場合のコンクリート温度についても、 $75^{\circ}\text{C}$ 程度まで上昇することが考えられるが、 $110^{\circ}\text{C}^{*1}$ 以下であればコンクリートの健全性は維持できることから、ガラス固化体貯蔵設備の健全性に影響を与えるものではないと考えられる。

## 3.2 MOX燃料加工施設

### (1) 貯蔵施設

貯蔵施設は、核燃料物質を貯蔵し、建屋排気設備及びグローブボックス排気設備で換気することにより核燃料物質の崩壊熱を除去する設計であり、崩壊熱が小さいことから、換気が停止した場合においても閉じ込め機能の不全に至るまでに時間的な余裕がある。この特徴を踏まえると、一時的な温度変動が設備に与える影響は小さいことから、日最高気温の極値が一時的に発生した場合ではなく、長期的な温度変動を考慮して、 $29^{\circ}\text{C}$ を設計上の外気温度として設定している。

貯蔵施設における崩壊熱除去の設計においては、外気温度が設計上の外気温度 $29^{\circ}\text{C}$ の場合において、室内のコンクリート表面温度が通常時のコンクリートの温度制限値 $65^{\circ}\text{C}^{*1}$ を下回るよう換気する設計 $^{*2}$ (換気風量の設定)としている。

また、万一換気が停止した場合について、設計上の外気温度 $29^{\circ}\text{C}$ を考慮して外壁

表面温度を設定し、崩壊熱による設備等への影響を評価した結果、燃料集合体貯蔵設備を設置する室内のコンクリート表面温度は、換気停止時から徐々に温度が上昇し、2週間後に86℃に達してほぼ平衡状態になることを確認している。外気温度が一時的に高温に対する設計外気温37℃になったとしても、設計上の外気温度29℃の場合と比較しても8℃程度の温度上昇であり、110℃\*1以下であることからコンクリートの健全性に影響はなく、設備の健全性に影響を与えるものではないと考えられる。

\*1：コンクリートの温度制限値として設定している温度。詳細は第3-1表のとおり。

\*2：MOX燃料加工施設の貯蔵施設のうち、核物質の貯蔵量が最も多い燃料集合体貯蔵設備において、換気風量を約40000m<sup>3</sup>/hとして設計した際の崩壊熱による室温の上昇は最大22℃程度と評価している。

第3-1表 コンクリートの温度制限値と設定根拠

設定値	設定根拠
65℃	原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説((社)日本建築学会、2005)にて規定されている、「定常状態、その他の部分」でのコンクリートの温度制限値。ここで、定常状態とは通常運転時及び異常時を除く長時間(24時間以上)継続する状態であり、「その他の部分」は貫通部以外を表す。なお、「定常状態、貫通部」でのコンクリートの温度制限値は90℃である。
110℃	文献 <sup>(1)(2)</sup> で示されている、この温度で3.5年の長期加熱してもコンクリートの強度が保たれる温度。上記の温度制限値65℃を超える温度であるが、この温度に達してもすぐさまコンクリートの強度に影響を与えることはないとする温度。

#### 4. 参考文献

- (1)長尾覚博，鈴木智巳，田渕正昭：熱影響場におけるコンクリートの劣化に関する研究，セメント・コンクリート論文集No. 48，1994
- (2)長尾覚博，中根淳：高温履歴を受けるコンクリートの物性に関する実験的研究，日本建築学会構造系論文集，第457号，1994年3月

以上