

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外火山 08 <u>R 7</u>
提出年月日	<u>令和 4 年 11 月 10 日</u>

設工認に係る補足説明資料

火山防護設計の基本方針に関する  
腐食に対する設計について


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、ヒアリングでの以下のご指摘を踏まえ記載を修正したものである。
  - ・外火山 08-別紙 1-5p の記載にも、外火山 08-別紙 1-9p と同様に注記を記載すること。：外火山 08-別紙 1-5p

## 目 次

1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
2. 降下火碎物による腐食の影響・・・・・・・・・・・・ 1
3. 降下火碎物による腐食に対する設計方針・・・・ 1

別添-1 外壁塗装及び屋上防水について

別添-2 塗装及び構成材の耐食性について

 商業機密の観点から公開できない箇所

## 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回設工認申請のうち、以下に示す添付書類の腐食に対する設計を補足説明するものである。

- ・再処理施設 添付書類「VI-1-1-1-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」
- ・MOX燃料加工施設 添付書類「V-1-1-1-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」

上記添付書類において、降下火砕物による腐食を考慮する建屋及び屋外構築物の機能設計上の性能目標及び性能目標を達成するための機能設計の方針を示しており、本資料では、腐食を考慮する建屋及び屋外構築物における降下火砕物による短期での腐食に対する設計方針について、補足説明するものである。

なお、本資料で示す降下火砕物による短期での腐食に対する設計方針については、再処理施設、MOX燃料加工施設の今回申請対象以外の建屋及び屋外構築物並びに今後申請する廃棄物管理施設に係る建屋及び屋外構築物に対しても適用されるものである。

また、本資料は、第1回申請の対象設備を対象とした記載とした部分があることから、第2回申請以降の申請対象を踏まえて、記載を拡充していく。

## 2. 降下火砕物による腐食の影響

降下火砕物の特性として、二酸化硫黄等を含む腐食性のガスが付着している<sup>(1)</sup>ことが挙げられる。降下火砕物による腐食については、堆積した降下火砕物に雨水などが浸透した際に降下火砕物に付着した二酸化硫黄等が溶出することによって生じる最大でもpH=3<sup>(2)~(9)</sup>程度の酸性の液体（以下「溶出液」という。）による影響が主として考えられる。

## 3. 降下火砕物による腐食に対する設計方針

降下火砕物が堆積することで腐食の影響を受けるおそれのある施設として、第1回申請の対象設備においては、建屋、冷却塔等の屋外構築物及び飛来物防護ネット等の波及的影響を及ぼし得る施設がある。建屋、屋外構築物及び波及的影響を及ぼし得る施設は、防水処理や塗装を施工することにより、降下火砕物による短期での腐食が発生することのない設計としている。加えて、建屋、屋外構築物及び波及的影響を及ぼし得る施設は主にコンクリート、炭素鋼、アルミニウム、ステンレス鋼（以下「腐食し難い材料」という。）で構成しており、それらの構成材については降下火砕物による腐食の影響により短期的に著しい損傷が生じるものではない<sup>(10)~(12)</sup>。

以下に、降下火砕物による腐食の影響を受けるおそれのある建屋、屋外構築物及び波及的影響を及ぼし得る施設について、降下火砕物による腐食に対する設計方針を示す。

### (1) 建屋

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、外壁に防食及び劣化損傷抑制を目的として、コンクリートの躯体に有機系被覆材を塗装する。また、屋根部には浸水防止対策として、防水処理を行う。

上記の外壁及び屋根部に対する防食等のために実施している措置を踏まえると、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は降下火砕物による短期での腐食を防止することができる。

外壁塗装及び屋上防水の詳細については別添－１に示し、塗装及び腐食し難い材料の詳細については別添－２に示す。

### (2) 屋外構築物

腐食の影響を受けるおそれのある屋外構築物としては、冷却塔が対象となる。

当該施設の降下火砕物による腐食に対する設計方針を以下に示す。

#### a. 冷却塔

冷却塔は、支持架構、ファン駆動部、管束及び配管で構成される。

冷却塔は、屋外に設置する設備として防食等を考慮し、支持架構等の主要部位にエポキシ樹脂系等の塗装を行っている。また、冷却塔の管束の伝熱管等は冷却機能に影響するため塗装の措置が実施できないことから、腐食し難い金属(炭素鋼、アルミニウム及びステンレス鋼)を使用している。

上記の防食等のために実施している措置を踏まえると、冷却塔は降下火砕物による短期での腐食を防止することができる。

塗装及び腐食し難い金属の詳細については別添－２に示す。

### (3) 波及的影響を及ぼし得る施設

腐食の影響を受けるおそれのある波及的影響を及ぼし得る施設としては、飛来物防護ネットが対象となる。

当該施設の降下火砕物による腐食に対する設計方針を以下に示す。

#### a. 飛来物防護ネット

飛来物防護ネットは、防護ネット、防護板及び支持架構で構成される。

飛来物防護ネットは、屋外に設置する設備として防食等を考慮し、支持架構等の主要部位にエポキシ樹脂系等の塗装を行っている。また、飛来物防護ネットの防護ネット等の塗装していない部位は腐食し難い金属(炭素鋼及びステンレス鋼)を使用している。

上記の防食等のために実施している措置を踏まえると、飛来物防護ネットは降下火砕物による短期での腐食を防止することができる。

塗装及び腐食し難い金属の詳細については別添－２に示す。

#### 参考文献

- (1) “「広域的な火山防災対策に係る検討会」(第3回)【大量の降灰への対策(大都市圏/山麓)】”. 内閣府(防災担当). 2012-11-7.
- (2) 清田壽(1942)「阿蘇山噴出物の化学的研究(第二報) 火山灰の化学組成の變化(其一)」『日本化学會誌第六十三巻第七號』p. 786-792
- (3) 小坂丈予, 平林順一, 小沢竹二郎, 君島克憲(1980)「木曾御岳火山 1979 年活動における地球科学的調査・研究(火山ガス・湧泉)」『火山噴火予知連絡会会報 18 号』p. 12-17
- (4) 清水正高, 山本建次, 濱山真吾, 久木崎雅人, 竹田智和(2018)「新燃岳噴火直後に採取した火山灰の性状」『宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告 61 号』p. 1-6
- (5) 若杉幸子, 田中美穂, 前田勝(2003)「三宅島火山灰から水に溶出する硫黄化合物の同定と定量及び環境に及ぼす影響」『分析化学 52 巻 11 号』p. 997-1003
- (6) 三宅泰雄(1938)「火山灰に関する一二の觀察(火山化学第2報)」『氣象集誌第二輯第十六巻第三號』p. 89-91
- (7) 木下篤彦, 大野亮一, 佐藤亜貴夫(2011)「桜島における火山灰の移動・堆積過程と pH 変動について」『平成 23 年度砂防学会研究発表会概要集』p. 76-77
- (8) 佐藤弘和, 山田健四(2001)「有珠山 2000 年噴火当初における火山灰の水溶性イオン濃度(資料)」『北海道立林業試験場研究報告第 38 号』p. 63-65
- (9) 服部修一, 太田岳洋, 木谷日出夫(2003)「酸性水発生に関わる掘削残土の応用地質学的検討—釧山に近接して施工される八甲田トンネルにおける岩石特性評価法—」『応用地質 43 巻 6 号』p. 359-371
- (10) 日本コンクリート工学会(2020)『コンクリート技術診断'20【基礎編】』p. 51
- (11) 出雲茂人, 末吉秀一, 北村一弘, 大園義久“火山環境における金属材料の腐食—火山灰の影響—” 防食技術, 39. 1990-05.
- (12) 安保秀雄, 上田全紀, 野口栄「各種ステンレス鋼の耐硫酸性」 防食技術, 23. 1974

## 別添－ 1

外壁塗装及び屋上防水について

## 1. 外壁塗装について

建物の外壁塗装は、防食及び劣化損傷抑制を目的としており、劣化因子遮断性能が高く耐環境性に優れている有機系被覆材を用いることが一般的<sup>(1)(2)</sup>である。これを踏まえ、再処理施設及び MOX 燃料加工施設の建屋外壁においても、防食及び劣化損傷抑制を目的として、コンクリートの躯体に有機系被覆材である弾性アクリルゴム系の塗料を塗装している。

これにより、火山の噴火により発生した降下火砕物が建屋に到達したとしても、降下火砕物が建屋のコンクリート躯体に直接接触することはない。

弾性アクリルゴム系の塗料の主成分であるアクリルゴム並びに躯体であるコンクリートの耐食性を「別添-2 塗装及び構成材の耐食性について」に示す。

なお、建屋外壁では、鉄筋に対するコンクリートの最小かぶり厚さを 40mm 以上としている。別添-2 で示すとおり、コンクリートを pH=3 の酸で 625 日以上浸漬したとしても腐食深さ（中性化深さ）は 2mm 以下であることから、降下火砕物がコンクリート躯体に直接接触したとしても、降下火砕物による腐食の影響により構造健全性を損なうことは想定されない。

## 2. 屋上防水について

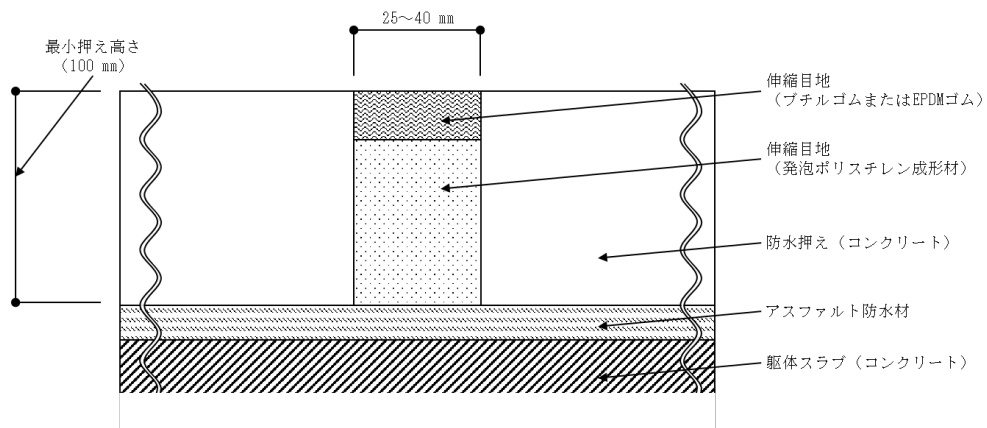
屋根部においてはアスファルト防水外断熱工法・密着保護仕様による防水加工を実施することにより、降下火砕物が屋根部の躯体スラブに直接接触することを防止する。

このアスファルト防水外断熱工法・密着保護仕様は、アスファルト防水材の上に防水層の保護のために押えコンクリートを施工するものであり、防水押えのコンクリートの間には伸縮目地としてブチルゴムまたは EPDM ゴムと発泡ポリスチレン成形材を用いる。アスファルト防水外断熱工法・密着保護仕様の概要図を第 1 図に示す。

伸縮目地のブチルゴム及び EPDM ゴム並びに防水押えのコンクリートの降下火砕物に対する耐食性を「別添-2 塗装及び構成材の耐食性について」に示す。

第 1 図に示すとおり、屋根部の防水押えコンクリートの最小押え高さを 100mm 以上としている。別添-2 で示すとおり、コンクリートを pH=3 の酸で 625 日以上浸漬したとしても腐食深さ（中性化深さ）は 2mm 以下であることから、降下火砕物が防水押えのコンクリートに接触しても、構造健全性を損なうことは想定されない。また、伸縮目地のブチルゴム及び EPDM ゴムについても、別添-2 で示すとおり、耐酸性はいずれも「良」以上とされていることから、降下火砕物が伸縮目地に接触しても、構造健全性を損なうことは想定されない。

なお、燃料加工建屋においては、アスファルト防水外断熱工法・密着保護仕様による防水加工を採用している。再処理施設においては複数の屋上防水の仕様があることから、本項は後次回にて記載を拡充していく。



第1図 アスファルト防水外断熱工法・密着保護仕様の概要図

### 3. 参考文献

- (1) 羽瀨貴士 (2010) 「表面被覆工法によるコンクリート構造物の性能向上」『コンクリート工学 48 巻 5 号』 p. 101-105
- (2) 田邊弘住 (2010) 「コンクリートと塗装」『材料と環境 59 巻 5 号』 p. 169-172

以上



## 別添－ 2

塗装及び構成材の耐食性について

## 1. 塗装の耐食性について

### (1) アクリルゴム、ブチルゴム及びEPDMゴムの耐食性

ここでは、外壁塗装として用いている弾性アクリルゴム系塗料の主成分であるアクリルゴム並びに塗料ではないものの屋根部のアスファルト防水を構成するブチルゴム及びEPDMゴムにおける、降下火砕物による腐食に対する耐食性をまとめて述べる。

降下火砕物によるゴムの腐食については、酸の種類によって腐食の程度が異なる。降下火砕物による腐食については、堆積した降下火砕物に雨水などが浸透した際に降下火砕物に付着した二酸化硫黄等が溶出することによって生じる酸性の液体による影響が主として想定されることから、溶出液は低濃度の無機酸の水溶液であることが推測される。

ゴムの耐化学薬品試験は一般に、各種液体に対して試験片を浸漬し、質量変化、体積変化、寸法変化、表面積変化、硬さ変化及び引張応力-ひずみ特性変化等を測定する。「非金属材料データブック（日本規格協会）」によると、アクリルゴム、ブチルゴム及びEPDMゴムの低濃度無機酸に対する耐酸性はいずれも「良」以上とされている<sup>(1)</sup>ことから、降下火砕物による化学的影響によってアクリルゴム、ブチルゴム及びEPDMゴムが短期的に腐食し、建屋外壁又は屋根部の躯体スラブの構造健全性を損なうことは想定されない。

### (2) エポキシ系樹脂系等の塗料の耐食性

屋外に設置している設備は外気にさらされ、海塩粒子等の腐食性有害物質が付着しやすく、厳しい腐食環境となっているため、耐食性等を考慮したエポキシ樹脂系等の塗料を複数層で塗布している。

エポキシ樹脂系は、耐薬品性が強く\*、酸性物質を帯びた降下火砕物が付着、堆積したとしても、直ちに金属表面等の腐食が進むことはない。また、「高分子材料による腐食防止」（奥田聡）によると、エポキシ樹脂系は pH=2 以上に対して耐酸性があるとされており<sup>(6)</sup>、pH=3 程度を想定している溶出液によって短期での腐食による影響はないと考えられる。

\* 塗装ハンドブック（石塚末豊，中道敏彦 編集）によると、「酸、アルカリなどに水分の加わった強度腐食環境での塗装には、フェノール樹脂塗料，塩化ゴム系塗料，エポキシ樹脂塗料，タールエポキシ樹脂塗料，ウレタン樹脂塗料，シリコーンアルキド樹脂塗料，フッ素樹脂塗料などの耐薬品性のある塗料が使用される。」と記載あり。

### (3) 不飽和ポリエステル樹脂を主成分とする塗料の耐食性

非金属部位には不飽和ポリエステル樹脂を主成分とする塗料を使用しているものがある。不飽和ポリエステル樹脂は、「耐薬品性塗料」（滝村昭夫）によると、60%硫酸（pH=1 以下）に6か月間浸漬した試験（第1図）においても異常なしとされている<sup>(2)</sup>。したがって酸性物質を帯びた降下火砕物が付着、堆積したとしても、直ちに部位表面等の腐食が進むことはない。

市販不飽和ポリエステル樹脂塗料の  
耐薬品浸漬試験の一例

薬品	温度	浸漬期間	結果
水	室温	6ヵ月	異常なし
5%食塩水	〃	〃	〃
塩化アンモン飽和水溶液	〃	〃	〃
60%硫酸	〃	〃	〃
30%塩酸	〃	〃	〃
30%硝酸	〃	〃	〃
50%酢酸	〃	〃	〃
炭酸ソーダ飽和水溶液	〃	〃	〃
石油	〃	〃	〃
ガソリン	〃	〃	〃
36%ホルマリン	〃	〃	〃
グリセリン	〃	〃	〃
植物油	〃	〃	〃
アルコール	〃	2~3日	柔らかくなり少し膨潤するが引上げると復元する
ベンゾール	〃	〃	〃
酢酸ブチル	〃	〃	〃
10~20%苛性ソーダ	〃	〃	ごく表面のみ軟化するが、以後内部までは侵されにくい

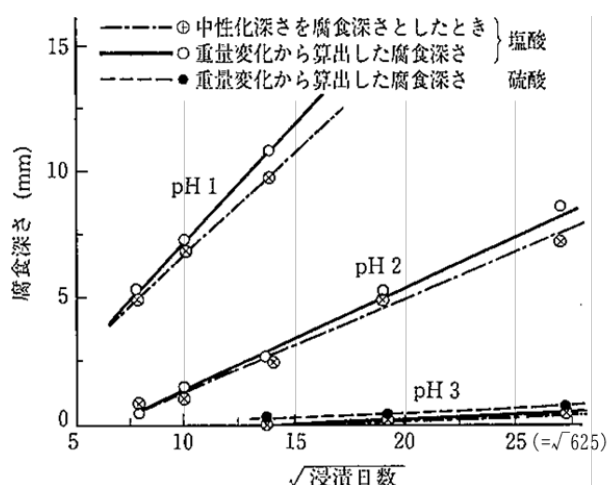
第1図 不飽和ポリエステル樹脂塗料の浸漬試験結果

## 2. 材料の耐食性について

### 2.1 コンクリートの耐食性

降下火砕物によるコンクリートの腐食については、溶出液の酸性度による影響が主として想定される。

「コンクリート技術診断'20【基礎編】（日本コンクリート工学会）」によると、第2図に示すとおり、コンクリートを pH=3 の酸で 625 日以上浸漬したとしても腐食深さ（中性化深さ）は 2mm 以下である<sup>(3)</sup>ことから、降下火砕物による化学的影響によってコンクリートが短期的に腐食し、建屋外壁及び屋根部の躯体スラブの構造健全性を損なうものではない。



第2図 酸によるコンクリートの腐食深さ，日本コンクリート工学会（2020）  
『コンクリート技術診断'20【基礎編】』 p. 51 を引用し一部加筆

### 2.2 金属の耐食性

降下火砕物による金属の腐食は、主として降下火砕物に付着した火山ガス（二酸化硫黄）の影響によるものである。そのため、実際に降下火砕物が金属に堆積した状態を模擬した試験を行っている「火山環境における金属材料の腐食」を参考に、その影響を検討する。また、ステンレス鋼については、同文献の中では扱っていないため、10%硫酸に浸漬させた腐食試験を行っている「各種ステンレス鋼の耐硫酸性」（安保秀雄ほか）を参考に、その影響を検討する。

#### (1) 炭素鋼及びアルミニウムの耐食性

##### a. 試験概要

「火山環境における金属材料の腐食（出雲茂人，末吉秀一他），防食技術 Vol. 39, pp. 247-253, 1990」によると、降下火砕物を水で洗浄し、可溶性の成分を除去した後、炭素鋼及びアルミニウムの金属試験片に堆積させ、高濃度の二酸化硫黄ガス雰囲気（150ppm～200ppm）で、加熱（温度 40℃，湿度 95%を 4 時間），冷却（温度 20℃，湿度 80%を 2 時間）を最大 18 回繰り返すことにより、結露，蒸発を繰り返し，金属試験片の腐食を観察している<sup>(4)</sup>。

## b. 試験結果

第3図及び第4図に示すとおり、降下火砕物の堆積量が多い場合は、降下火砕物の堆積なし又は堆積量が少ない場合と比較して、金属試験片の腐食が促進されるが、腐食量は表面厚さにして十数 $\mu\text{m}$ 程度との結果が得られ、降下火砕物層では結露しやすいこと並びに保水効果が大きいことにより腐食が促進されると結論づけられている。

## c. 試験結果からの考察

降下火砕物による腐食は、主として降下火砕物に付着した火山ガスの影響によるものであり、本研究においては、金属試験片の表面に降下火砕物を堆積させ、実際の火山環境を模擬して高濃度の二酸化硫黄雰囲気中で暴露し、腐食試験を行っている。

本試験は腐食の要因となる火山ガスを常に高濃度の雰囲気に保った状態で行っており、自然環境に存在する降下火砕物よりも厳しい腐食条件\*で金属腐食量を求めており、再処理事業所で考慮する降下火砕物についても十分適用可能である。

試験結果を表面厚さに換算すると、炭素鋼の腐食速度は約0.0018mm/日程度、アルミニウムの腐食速度は約0.00037mm/日程度であり、直ちに腐食が進むことはなく、降下火砕物の影響に対し腐食し難い金属であると言える。

\*・三宅島火山の噴火口付近の観測記：20～30ppm（「三宅島火山ガスに関する検討会報告書」より）

・桜島火山上空の噴煙中火山ガスの観測記録：17～68ppm（「京大防災研究年報」より）

なお、腐食速度は、第3図及び第4図に示すAsh-3、18サイクル時の腐食量から以下の式を用いて算出した。また、腐食速度の算出に用いた値を第1表に示す。

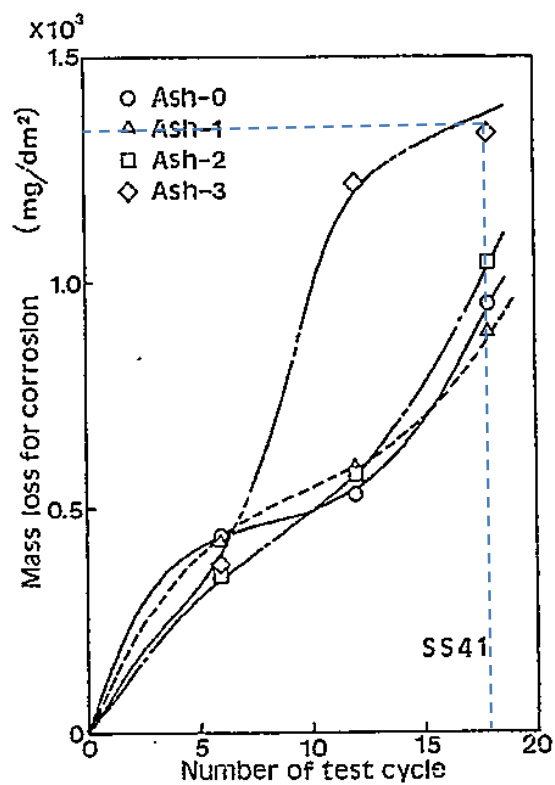
$$\text{腐食速度} [\text{mm}/\text{日}] = \frac{m}{d \times t} \times 24 \times 1000$$

m：腐食量 [g/m<sup>2</sup>]，d：比重 [g/m<sup>3</sup>]，t：試験時間 [h]

第1表 炭素鋼及びアルミニウムの腐食速度 算出条件

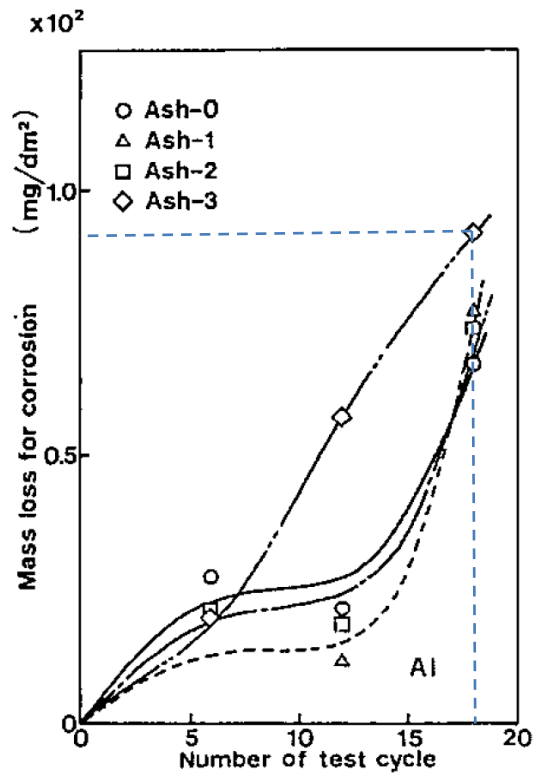
素材	腐食量 [g/m <sup>2</sup> ]	比重 [g/m <sup>3</sup> ]	試験時間 [h]	腐食速度 [mm/日]
炭素鋼	130	7,850,000	216*	0.00184
アルミニウム	9	2,700,000	216*	0.00037

\*：18サイクル分



- Ash-0 : 降下火砕物のない状態
- Ash-1 : 表面が見える程度に積もった状態
- Ash-2 : 表面が見えなくなる程度に積もった状態
- Ash-3 : 約 0.8mm の厚さに積もった状態

第3図 炭素鋼の腐食による質量変化



- Ash-0 : 降下火砕物のない状態
- Ash-1 : 表面が見える程度に積もった状態
- Ash-2 : 表面が見えなくなる程度に積もった状態
- Ash-3 : 約 0.8mm の厚さに積もった状態

第4図 アルミニウムの腐食による質量変化

(2) ステンレス鋼の耐食性

ステンレス鋼の耐食性については、「各種ステンレス鋼の耐硫酸性」(安保秀雄ほか)による10%硫酸(pH=1以下)に24時間浸漬した試験の結果により示す<sup>(5)</sup>。降下火砕物による溶出液はpH=3以上と想定しており、本試験の結果は十分適用可能である。試験結果(抜粋)を第5図に示す。試験結果を表面厚さに換算すると、腐食速度は約0.021mm/日程度であり、直ちに腐食が進むことはなく、降下火砕物の影響に対し腐食し難い金属であると言える。

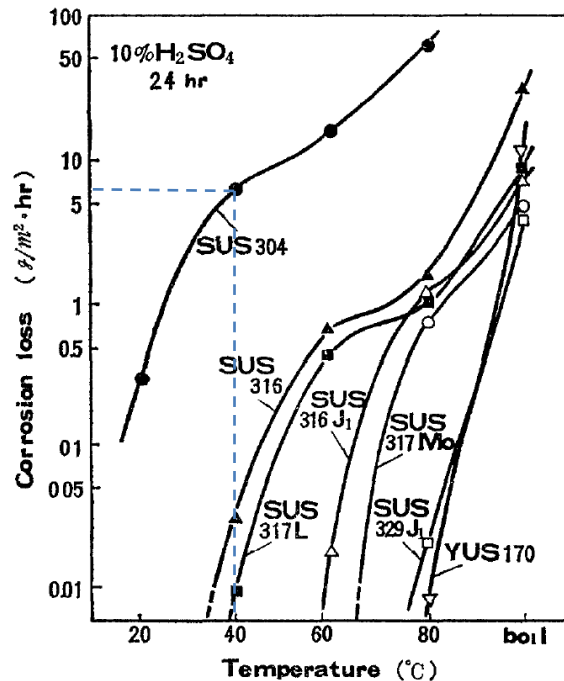
なお、腐食速度は、第5図に示すSUS304、40℃時の腐食速度を以下の式を用いてmm/日表記となるよう単位換算した。また、単位換算に用いた値を第2表に示す。

$$\text{腐食速度 [mm/日]} = \frac{Cl}{d} \times 24 \times 1000$$

Cl : 腐食速度 [g/m<sup>2</sup>・hr], d : 比重 [g/m<sup>3</sup>]

第2表 ステンレス鋼の腐食速度 単位換算条件

素材	腐食速度 [g/m <sup>2</sup> ・hr]	比重 [g/m <sup>3</sup> ]	腐食速度 [mm/日]
ステンレス鋼	7	7,930,000	0.02119



第5図 ステンレス鋼の腐食による質量変化



### 3. 参考文献

- (1) 日本規格協会 (1985) 『非金属材料データブック』 p. 419
- (2) 滝村昭夫 『耐薬品性塗料』 材料試験, 8. 1959
- (3) 日本コンクリート工学会 (2020) 『コンクリート技術診断'20【基礎編】』 p. 51
- (4) 出雲茂人, 末吉秀一, 北村一弘, 大園義久 『火山環境における金属材料の腐食 —火山灰の影響—』 防食技術, 39. 1990-05.
- (5) 安保秀雄, 上田全紀, 野口栄 『各種ステンレス鋼の耐硫酸性』 防食技術, 23. 1974
- (6) 奥田聡 『高分子材料による腐食防止』 材料, 27. 1978

以 上

# 別紙

外火山 08 【火山防護設計の基本方針に関する腐食に対する設計について】

別紙				備考
資料 No.	名称	提出日	Rev	
別紙-1	安全冷却水B冷却塔及び飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B）の腐食に対する設計について	<u>11/10</u>	<u>5</u>	
別紙-2	安全冷却水A冷却塔及び飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A）の腐食に対する設計について			後次回で示す範囲
別紙-3	安全冷却水系冷却塔A及び飛来物防護ネット（使用済燃料の受入れ施設用 安全冷却水系冷却塔A）の腐食に対する設計について			後次回で示す範囲
別紙-4	安全冷却水系冷却塔B及び飛来物防護ネット（使用済燃料の受入れ施設用 安全冷却水系冷却塔B）の腐食に対する設計について			後次回で示す範囲
別紙-5	冷却塔A及び飛来物防護ネット（第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A）の腐食に対する設計について			後次回で示す範囲
別紙-6	冷却塔B及び飛来物防護ネット（第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔B）の腐食に対する設計について			後次回で示す範囲
別紙-7	主排気筒の腐食に対する設計について			後次回で示す範囲
別紙-8	制御建屋中央制御室換気設備の腐食に対する設計について			後次回で示す範囲
別紙-9	収納管及び通風管の腐食に対する設計について			後次回で示す範囲
別紙-10	第1非常用ディーゼル発電機の腐食に対する設計について			後次回で示す範囲
別紙-11	第2非常用ディーゼル発電機の腐食に対する設計について			後次回で示す範囲
別紙-12	安全圧縮空気系空気圧縮機の腐食に対する設計について			後次回で示す範囲

別紙－1

安全冷却水 B 冷却塔及び  
飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水  
系冷却塔 B）の  
腐食に対する設計について

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 評価対象の選定について.....	1
3. 短期での腐食の影響について.....	9

## 1. 概要

安全冷却水 B 冷却塔は塗装又は腐食し難い金属の使用により、短期での腐食が発生しない設計とすることで、安全機能を損なわない設計としている。また、飛来物防護ネット（再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B）（以下「飛来物防護ネット（A4B）」という。）は塗装又は腐食し難い金属の使用により、短期での腐食が発生しない設計とすることで、安全冷却水 B 冷却塔の安全機能を損なわない設計としている。本資料は、主要構造、部位毎の設計及び使用塗料について整理し、短期での腐食が発生しないことを確認した結果を示すものである。

## 2. 評価対象の選定について

### (1) 安全冷却水 B 冷却塔

安全冷却水 B 冷却塔は、再処理施設内の各施設を冷却した後の冷却水を、空気と熱交換することで冷却するための設備である。そのため、安全冷却水 B 冷却塔は崩壊熱により溶液が沸騰するおそれのある機器の崩壊熱を除去するための冷却能力を有しており、その冷却機能の維持に必要な機器として、支持架構、ファン駆動部、管束及び配管により構成される。概要図を第 1 図～第 3 図に示す。

安全冷却水 B 冷却塔の評価対象機器は、降下火砕物が直接接触する機器のうち、冷却機能への影響を踏まえて選定する。選定結果を第 1 表に示す。

選定した機器に対しては短期での腐食の影響に対して評価を行う。

安全冷却水 B 冷却塔の表面仕様を第 2 表、使用塗料を第 3 表に示す。

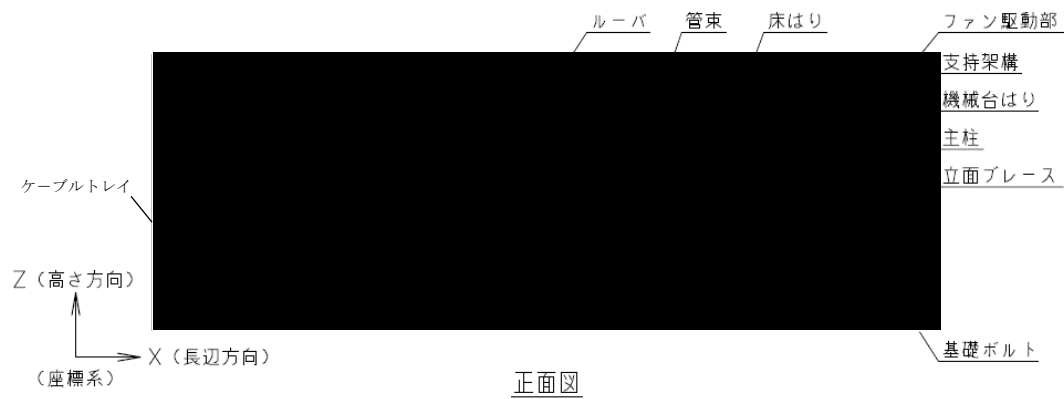
### (2) 飛来物防護ネット(A4B)

飛来物防護ネット(A4B)は竜巻により生じる飛来物が安全冷却水 B 冷却塔に衝突することを防止する機能を有しており、防護ネット、防護板及びそれらを支持する支持架構で構成される。概要図を第 4 図に示す。

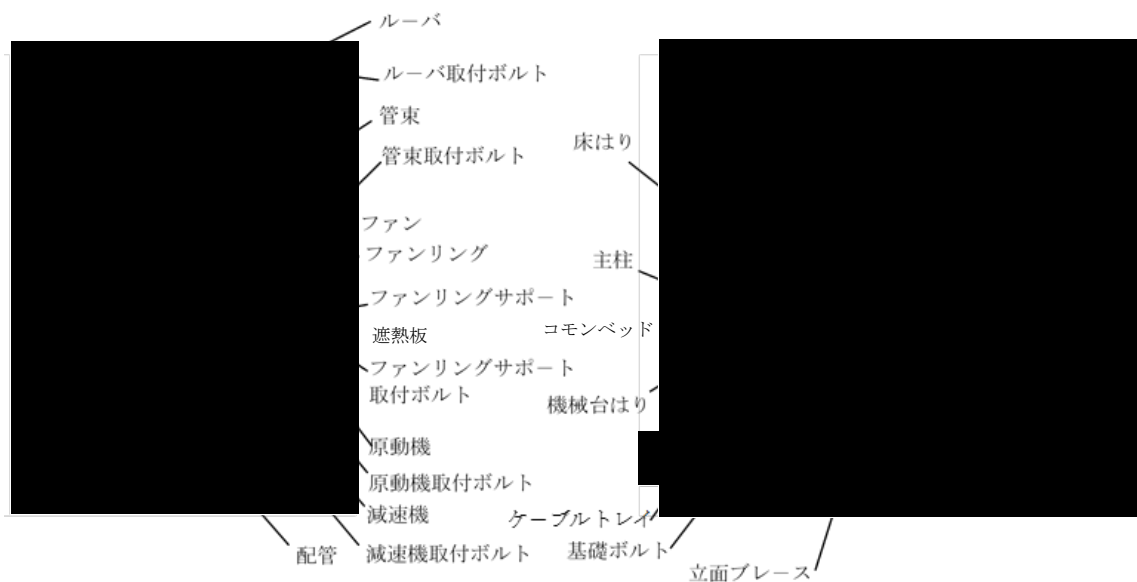
飛来物防護ネット(A4B)の評価対象機器は、降下火砕物が直接接触する機器のうち、安全冷却水 B 冷却塔への波及的影響を踏まえて選定する。選定結果を第 4 表に示す。

選定した機器に対しては短期的な腐食の影響に対して評価を行う。

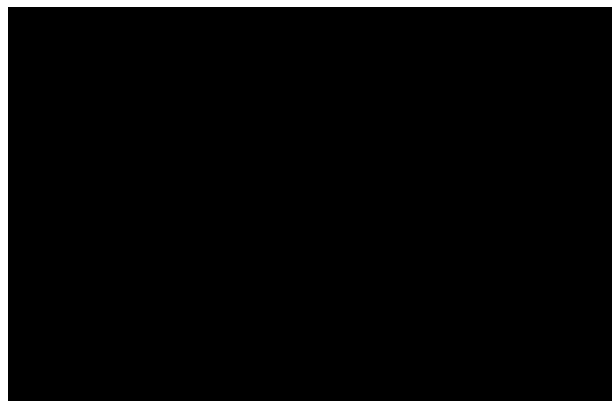
飛来物防護ネット（A4B）の表面仕様を第 5 表、使用塗料を第 6 表に示す。



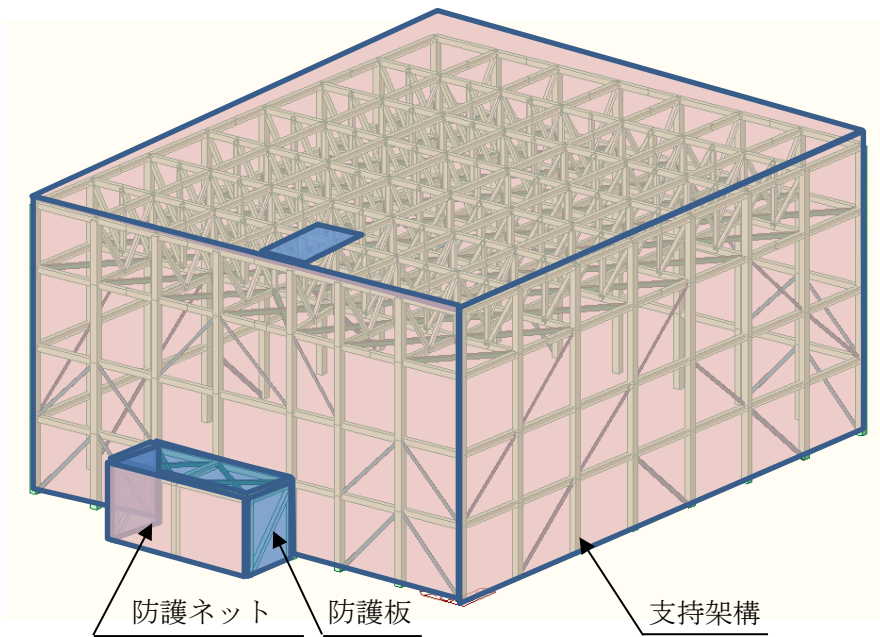
第1図 安全冷却水 B 冷却塔概要図



第2図 安全冷却水 B 冷却塔断面概要図



第3図 安全冷却水 B 冷却塔管束概要図



第4図 飛来物防護ネット(A4B)概要図





第2表 安全冷却水B冷却塔の表面仕様

機器	部位	表面仕様
ルーバ	—	[Redacted]
管束	伝熱管	
	チューブサポート	
	管束フレーム	
	ヘッダー	
	ボルト類	
ファン駆動部	ファン	
	ファンリング	
	原動機	
	減速機	
	ファンリングサポート	
	ケーブルトレイ	
	コモンベッド	
	ボルト類	
支持架構	—	
配管	—	

\*1 : [Redacted]

\*2 : [Redacted]

\*3 : [Redacted]

\*4 : [Redacted]

\*5 : [Redacted]

[Redacted]

\*6 : [Redacted]

第3表 安全冷却水B冷却塔の使用塗料

設備名称	塗料の種類*						
	一般塗装			耐火被覆			
	下塗り	中塗り	上塗り	下塗り	主材	中塗り	上塗り
安全冷却水B冷却塔							

\*部位により使用塗料に差があるが、XXXXXXXXXXを使用している。

第4表 評価対象機器の選定結果(飛来物防護ネット(A4B))

機器	選定結果	選定理由
支持架構	○	降下火砕物が直接接触する機器であり、防護ネット、防護板を支持しており、倒壊等により安全冷却水 B 冷却塔へ波及的影響を及ぼすことから、評価対象とする。
防護ネット	○	降下火砕物が直接接触する機器であり、落下等により安全冷却水 B 冷却塔へ波及的影響を及ぼすことから、評価対象とする。
防護板及び補助防護板	○	降下火砕物が直接接触する機器であり、落下等により安全冷却水 B 冷却塔へ波及的影響を及ぼすことから、評価対象とする。

<凡例>○：評価対象，×：評価対象外

第5表 飛来物防護ネット(A4B)の表面仕様

機器	部位	表面仕様
支持架構	—	塗装*1
防護ネット	—	炭素鋼
防護板及び補助防護板	(必要離隔距離を満足している範囲)	ステンレス
	(必要離隔距離を満足していない範囲)	塗装*2

\*1：一般塗装並びに航空機墜落火災の評価における必要離隔距離を満足していない範囲及び最外周となる範囲には一般塗装の上に耐火被覆を施工している。

\*2：耐火被覆を施工している。

第6表 飛来物防護ネット(A4B)の使用塗料

設備名称	塗料の種類*						
	一般塗装			耐火被覆			
	下塗り	中塗り	上塗り	下塗り	主材	中塗り	上塗り
飛来物防護ネット	変性エポキシ 樹脂系	変性エポキシ 樹脂系	フッ素樹脂系	変性エポキシ 樹脂系	ポリエーテル 樹脂系	変性エポキシ 樹脂系	フッ素樹脂系

\*部位により使用塗料に差があるが、いずれかの層にはエポキシ樹脂系の塗料を使用している。

### 3. 短期での腐食の影響について

#### (1) 安全冷却水 B 冷却塔

##### a. ルーバ

ルーバは [redacted] 別添-2 に示すとおり炭素鋼の腐食速度は約 0.0018mm/日 程度であり、降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。なお、最小厚さは [redacted] mm である。

##### b. 管束

[redacted] 別添-2 に示すとおりアルミニウムの腐食速度は約 0.00037mm/日 程度、炭素鋼の腐食速度は約 0.0018mm/日 程度であり、降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。最小厚さは順に [redacted] mm 及び [redacted] mm である。

[redacted] 別添-2 に示すとおり炭素鋼の腐食速度は約 0.0018mm/日 程度であり、降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。なお、最小厚さは [redacted] mm である。

[redacted] 降下火砕物と直接接触することはない。また、 [redacted] 別添-2 に示すとおり降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。

##### c. ファン駆動部

[redacted] 別添-2 に示すとおり降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。

[redacted] 降下火砕物と直接接触することはない。また [redacted] 別添-2 に示すとおり降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。

[redacted] 降下火砕物と直接接触することはない。また、 [redacted] 別添-2 に示すとおり降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。

[redacted] 降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。

[redacted] 降下火砕物と直接接触することはない。また、 [redacted] 別添-2 に示すとおり降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。

d. 支持架構

支持架構は

降下火砕物と直接接触することはない。また、別添-2に示すとおり降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。

e. 配管

配管は降下火砕物と直接接触することはない。また、別添-2に示すとおり降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。

(2) 飛来物防護ネット (A4B)

a. 支持架構

支持架構は一般塗装並びに航空機墜落火災の評価における必要離隔距離を満足していない範囲及び最外周となる範囲には一般塗装の上に耐火被覆を施工しており、塗装によって降下火砕物と直接接触することはない。また、塗装はエポキシ樹脂系の塗料を使用しており、別添-2に示すとおり降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。

b. 防護ネット

防護ネットは炭素鋼を用いており、別添-2に示すとおり炭素鋼の腐食速度は約0.0018mm/日程度であり、降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。なお、線径は4mmである。

c. 防護板及び補助防護板

防護板及び補助防護板のうち航空機墜落火災の評価における必要離隔距離を満足している範囲はステンレスを用いており、別添-2に示すとおりステンレスの腐食速度は約0.021mm/日程度であり、降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。なお、厚さは9mmである。

防護板及び補助防護板のうち航空機墜落火災の評価における必要離隔距離を満足していない範囲は耐火被覆を施工しており、塗装によって降下火砕物と直接接触することはない。また、塗装はエポキシ樹脂系の塗料を使用しており、別添-2に示すとおり降下火砕物による短期での腐食が発生することはない。