

令和4年10月27日

原子力規制委員会 殿

静岡県富士市比奈 1286 番地の 2
興亜工業株式会社
代表取締役社長 井上 淳

興亜工業株式会社における放射性同位元素の管理区域内での漏えいについて

標記の件について放射性同位元素等の規制に関する法律第31条の2の規定に基づき、令和4年2月7日付けでご報告した標記の件について原因と対策をとりまとめましたので、別紙の通りご報告いたします。

I. 件名

興亜工業株式会社における放射性同位元素の管理区域内での漏えいについて

II. 事象の内容

1. 報告者

興亜工業株式会社

代表取締役社長 井上 淳

2. 発生場所

興亜工業株式会社 本社工場

静岡県富士市比奈 1286 番地の 2

3. 事象

3. 1 概要

令和4年1月27日午前6時頃、2号抄紙機の測定装置において、 β 線を使用して
いる坪量計の測定値に異常が発生した。故障が疑われる部品を交換するが事象が収束
しなかった。

その後、坪量計の検出装置の信号の出力が65%程度であった事、測定装置から坪量
計を取り外したところ、坪量計がない状態の測定装置から微量ではあるが放射線が検
出された事から、坪量計で使用している放射線源からクリプトンガスの一部が管理区
域内に漏えいし、柵、鎖等を設けて区切られている管理区域境界から管理区域外へ漏
えいしたと判断した。

3. 2 発生経緯および通報の状況

日時	状況
1月27日 6:00	坪量計の測定値に異常が発生した。 キャリブレーションで正常復帰。
8:00	再度異常発生。坪量計異常の調査と復旧のため、メーカーのサービス員が到着して調査を開始。
12:00	故障が疑われる部品を手配。
16:00	該当部品を交換したが改善しないため、メーカーの技術者（放射線取扱主任者）と安全確保のための応急処置に係る対応を開始。 管理区域周辺の放射線量を測定し、正常範囲内であることを確認した。
18:05	事業所の放射線取扱主任者より原子力規制庁の事故対処室担当官に漏えいの可能性があることを電話連絡。
19:00	調査のため測定装置から坪量計を取り外したところ、坪量計がない状態の測定装置から微量ではあるが放射線が検出された。
19:10	上記より事業所の放射線取扱主任者が坪量計の検出装置の信号の出力が65%程度（坪量計にはクリプトンガスが3分の2程度残存と推察）であった事、坪量計がない状態の測定装置から微量ではあるが放射線が検出された事から放射線源のクリプトンガスが一部漏えいと判断した。 当社の作業員が、クリプトンガスの拡散を防止するため放射線源を坪量計に組み込んだ状態のまま密閉し、管理区域内に一時保管とした。 放射線取扱主任者は2号抄紙機管理区域周辺を立入禁止とした。
20:00	放射線取扱主任者が、当該坪量計を一時保管した周囲、および管理区域周辺の放射線量を測定し、放射線量が人体および環境に影響がないことを確認した。
1月28日 13:30	放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則第28条の3第5号放射性同位元素等管理区域内で漏えいしたときに該当すると判断。放射線取扱主任者から原子力規制庁事故対処室へ通報様式にて報告を行った。
15:00	メーカーにて当該坪量計線源の引取を実施し、あわせて管理区域周辺の放射線量を測定し、放射線量が検出されないこと（バックグラウンドと同じであること）も確認、放射線取扱主任者より原子力規制庁事故対処室に漏えい線源を搬出したことを電話連絡。
20:00	メーカーサービス員のTLDバッジを個人線量測定検査会社へ送付。
2月1日 16:30	メーカーサービス員のTLDバッジの測定結果は0.0mSvであり、被ばくが無いことを確認。

3. 3 RI 部品の情報

① RI 部品の詳細

製品名 : 放射線源 (線源カプセルを内蔵)

部品番号 : FS42RI-2

製造会社 : 国内 A 社 (OEM 元 海外 B 社、線源カプセル製造元 海外 C 社)

製造時期 : 2021 年 6 月

放射線源の役割 : 坪量計用の線源

密封されている RI : ^{85}Kr (クリプトン 85、不活性ガス)

数量 : 37.0GBq

線源寸法 : 幅約 45mm、奥行約 30mm、高さ約 85mm



② RI 部品が使用されているセンサの詳細

製品名 : 坪量計

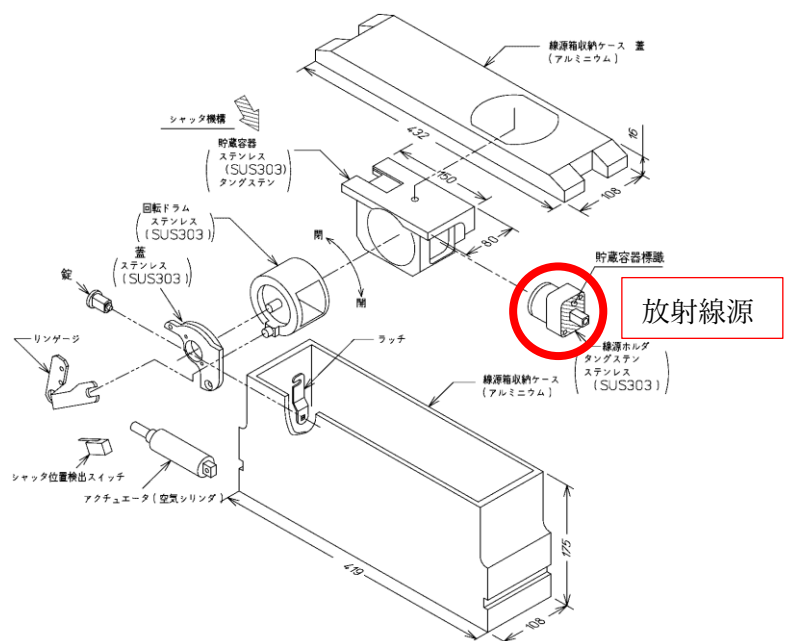
部品番号 : FS4202-2

製造会社 : 国内 A 社 (OEM 元 海外 B 社)

坪量計の役割 : 紙の重量 (坪量) を非接触で測定する。

放射線の透過減衰量より演算。

センサ寸法 : 幅 432mm、奥行 108mm、高さ 191mm (線源側)



③ 測定装置でのセンサ搭載状態

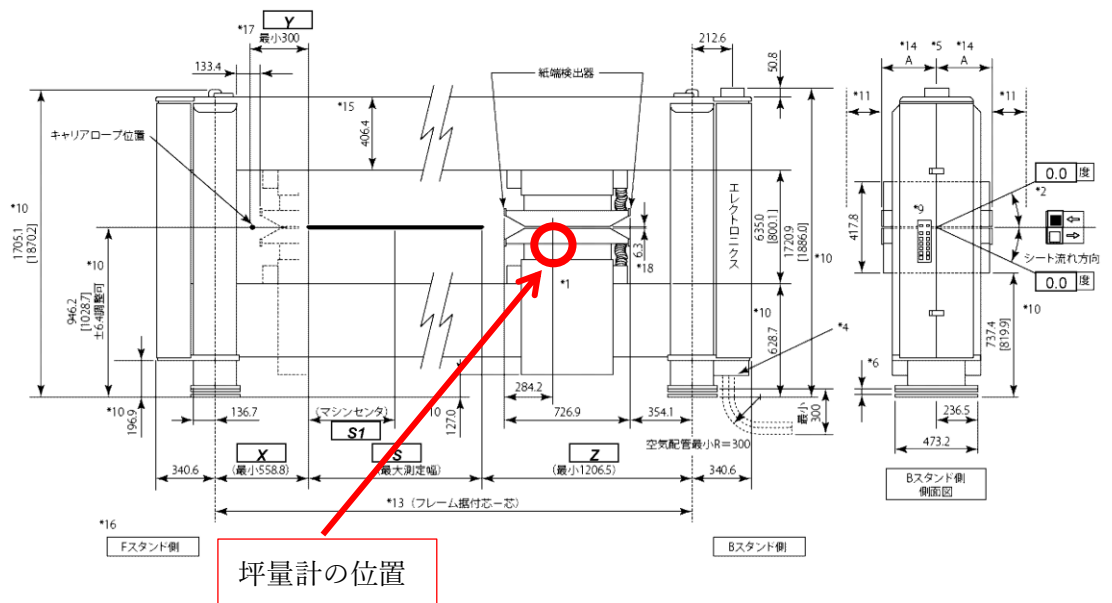
製品名 : 1200 フレーム

部品番号 : FS4600A-060N-01

製造会社 : 国内A社 (OEM元 海外B社)

使用開始時期 : 2021年8月2日

測定装置の役割 : 坪量計を抄紙機内に設置し、かつ紙幅方向に動かすことで製品の品質を流れ方向と幅方向について測定する。



Ⅲ. 事象への対応

1. 人体および環境への影響評価

1. 1 クリプトンガスの漏えい量の確認

坪量計の定周期自動校正データより、クリプトンガスの拡散防止措置を行うまで（1/27 19:10 頃）に漏えいしたクリプトンガスは全体の 1/3（12GBq）と推定され、1/21 0:00 頃より漏えいが発生していたことを確認した。

坪量計の検出器信号は、クリプトンガスの放射能（Bq）に比例する。

放射線源は、納入して1年を経過していないので、安全サイドに考えて半減期による減衰はなしとする。

【参考情報】 ^{85}Kr 37GBq の半減期は、10.76 年

坪量計検出の信号が、6.41V（1/20 正常時）から、4.38V（1/27 異常時）に減少したことより漏えい量は下記の通り。

$$\begin{aligned} & 37.0 \text{ GBq} \times (6.41 \text{ V} - 4.38 \text{ V}) / 6.41 \text{ V} \\ = & 37.0 \text{ GBq} \times 0.317 \\ = & 11.7 \text{ GBq} \approx 12 \text{ GBq} \end{aligned}$$

1. 2 管理区域周辺の線量測定

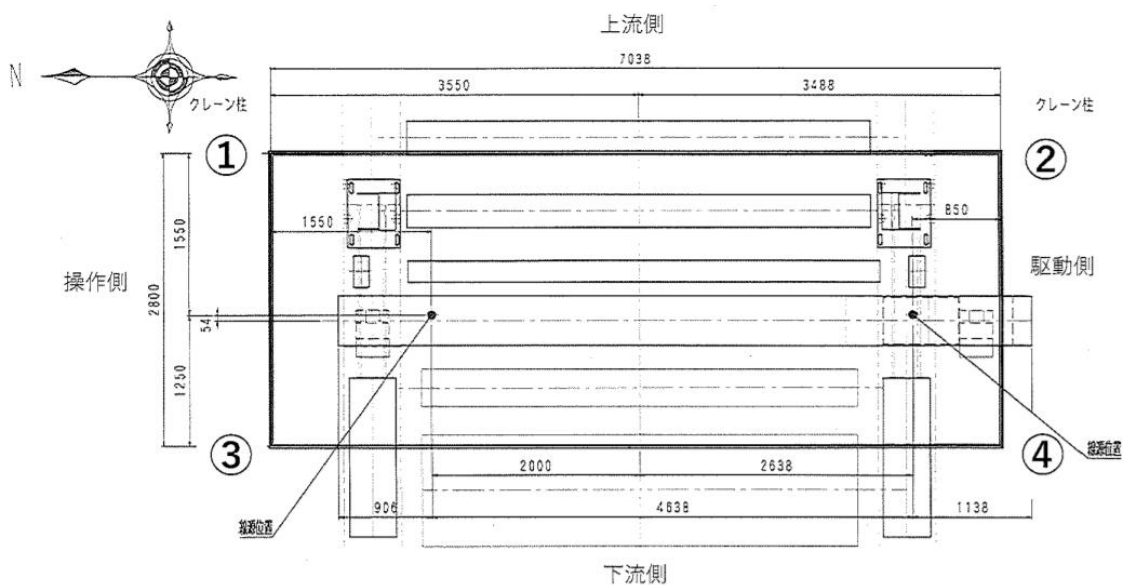
管理区域外の室内の空気中濃度の評価は 1. 3 のとおりであり、かつ、工場建屋内は換気していることにより漏えいしたクリプトンガスは、拡散し希釈されること、坪量計の異常調査時（1/27 20:00）に下記①により管理区域周辺（下記②の図参照。）の線量を測定した結果、バックグラウンドと同等の測定結果（下記②の表参照。）であることから、管理区域外の作業員の被ばくの可能性はないと考えられる。

① 使用検出器（GM サーベイメーター）



アロカ株式会社製
型式 TGS-121

② 測定地点・結果



測定場所	B.G 値	①	②	③	④
測定値 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

1. 3 管理区域外の室内の空气中濃度の評価

坪量計が設置されている2号抄紙室は、南北方向に20m、東西方向に125m、天井の高さは11.5mあり、 $28,750\text{m}^3$ の容積がある。

漏えいしたクリプトンガスが工場建屋内に均一に拡散した場合の空气中濃度を計算により求める。

$$12\text{GBq} / 28,750\text{m}^3 = 0.42\text{Bq/cm}^3$$

となり、クリプトンガスの放射線施設の人が常時立ち入る場所における空气中濃度限度： 30Bq/cm^3 以下になる。

1. 4 事象発生時(1/27,28)に作業を実施した作業員の被ばくの評価

①1/27に管理区域で作業した従業員3名の外部被ばく

個人線量計(型式:PDM-112)の測定結果:

0.0mSvであり、被ばくしていないことを確認した。

産業医に状況報告し、健康診断を受診した結果、人体及び健康に問題はなく、特段の処置を要しないと診断された。

②メーカーサービス員 2 名の外部被ばく（1/28 に線源引き取りのため作業）

個人線量計の測定結果：

0.0mSv であり、被ばくしていないことを確認した。

産業医に状況報告し、健康診断を受診した結果、人体及び健康に問題はなく、特段の処置を要しないと診断された。

③内部被ばく

クリプトン 85 は、サブマージョン核種であることから、内部被ばくによる影響はない。

1. 5 まとめ

以上のことから、人体および環境への影響はないと評価した。

2 調査結果と原因

2. 1 当社内の調査

当該の RI 部品を搭載した坪量計は、国内 A 社から購入し使用開始後 6 カ月であった。機器の設置および当社の取扱いは、国内 A 社作成のマニュアルに従って適切に行われていることを確認した。また納入後に分解点検などの作業もおこなっていないことを確認した。坪量計の定周期自動校正データおよび測定データから、使用開始以後、2022 年 1 月 21 日 0:00 頃までの間は放射線源の漏えいがなかったことも確認した。

2. 2 製造会社（国内 A 社）との共同調査

線源カプセルに外傷が認められなかったことから、漏えいは、納入後の取扱い上の問題ではなく RI 部品または坪量計の製造上の不具合が漏洩の原因であると見て、国内 A 社と連携（国内 A 社は海外 B 社及び海外線源カプセル製造元 C 社と共同で調査）して原因究明を行った。

調査の結果、RI 部品内の線源カプセルの照射膜を押さえるリング内輪のエッジ部の加工に鋭利な部分があり、線源カプセルに封入された 400kPa のクリプトンガスの内圧によってこの部分で照射膜にかかる応力が過剰となったことで破損したものと特定した（下図参照）。

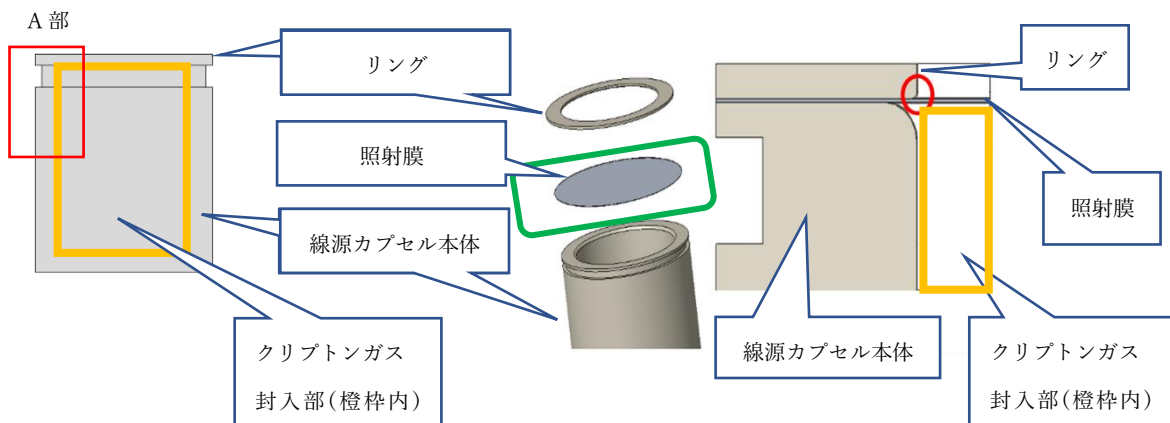


図1：線源カプセルと構成部品

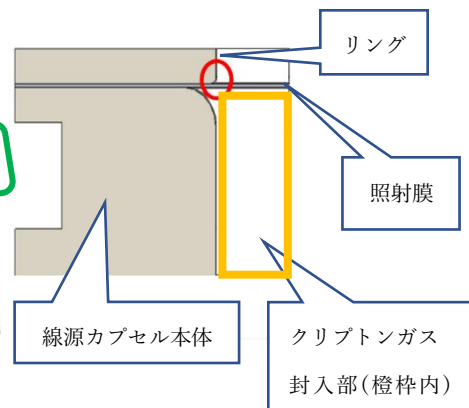


図2：線源カプセル A 部断面

2. 3 原因

線源カプセルのリングは、照射膜と接触する側に R 加工の基準があるが、反対面には明確な基準がない。海外 C 社において、このリングを表裏逆に溶接したことが原因であった。

2. 4 波及性

国内 A 社から、海外 C 社での線源カプセル製造時不良は特定のロットで生じたものであるとの報告を受けた。現在当社で使用中の坪量計については、すべて対象の生産ロット品ではないことを確認した。なお、A 社からの報告によると、該当ロットの線源カプセルを使用した坪量計が国内において 1 台稼働していたが、すでに回収済みであるとの報告も受けた。また、本問題は同型の坪量計で使用される線源カプセル（容量が 37GBq のものと 9.25GBq のもの）のうち容量が 37GBq のものに限られるとの報告もあった。

3. 対策

3. 1 製造会社の対策

製造会社は下記の対策と確認を行うことを確認した。

- ・海外 B 社が設計変更を実施し、海外 C 社が製造変更を実施する。
 - ①リング内輪の R 加工を両面に施し表裏の形状差をなくし、組立工程の誤作業リスクを排除する設計変更
 - ②照射膜の膜厚を現在の 2 倍にすることで破損しにくい構造に変更
(変更前：25 μ m 変更後：50 μ m)

- ・国内 A 社は海外 B 社より以下のエビデンスを今後全ての購入品に対して入手し内容を確認、検査する。
 - ・リング製造時の加工チェックシート
 - ・線源カプセル組立作業時のチェックシート
 - ・出荷検査時のデータシート
- ・国内 A 社は各種エビデンスと放射線源のシリアルナンバーを現品により全数突合確認する。尚、対策済み製品は特定のシリアルナンバーに変更し未対策品と識別できるよう変更する。

3. 2 当社の対策

国内 A 社以外の製造会社製の坪量計も線源カプセルの製造元は、同一であると認識していることから、今後納入する放射線源について、下記項目の確認を行う。

- ・製造会社に加工チェックシート、組立チェックシートの提出を求め、これにより対策が施された部品を使用している事を確認
- ・チェックシートのシリアルナンバーと納入された放射線源のシリアルナンバーを確認

また、使用開始後は、当社設備担当者の日常点検において、ディテクタの電圧トレンドにて異常の有無を確認する。異常が確認された場合は、坪量計の使用を停止し、放射線取扱主任者の指示のもと坪量計周辺の立入禁止措置及びメーカーに連絡し、原因調査を行う。

以上