

危険物事故 関連情報

浮き屋根式屋外タンク貯蔵所 ローリングラダー（可動式梯子）破損事故について

倉敷市消防局 危険物保安課 田中 崇敬

1 はじめに

本事例は、浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の屋根上にあるローリングラダー（可動式梯子）が破損した事案である。

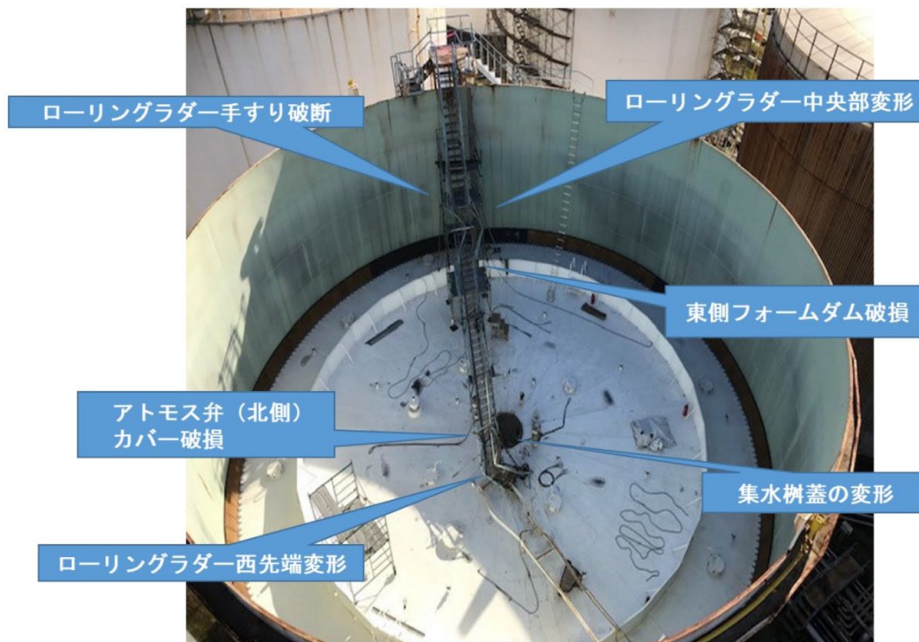
2 事故事例

- (1) 概要 点検中に浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の屋根上にあるローリングラダーが破損しているのを発見したものの。危険物等の漏洩なし。
- (2) 被害状況 人的被害：なし
物的被害：ローリングラダー及び付属品
- (3) 行政措置 緊急使用停止命令（消防法第12条の3）

3 発災タンク概要

- (1) 設置許可年 昭和40年12月
- (2) 貯蔵物 危険物第4類第1石油類（ナフサ）
- (3) 許可容量 5,342KL（事故発見時 約3,000KL）
- (4) タンク形状 縦置円筒型（フローティングルーフ）
- (5) 内径 21.310m
- (6) 高さ 16.473m

現場写真（上空から撮影）



4 時系列

- 令和2年10月24日 タンク内ナフサの移送を開始
- 令和2年10月25日 14時23分 タンク巡回点検時、当該タンク頂部に上がった際、ローリングラダーの破損を発見。直ちに計器室へ連絡
- 令和2年10月25日 14時25分 連絡を受けた計器室から119番通報実施
- 令和2年10月25日 14時29分 当該タンクからの移送を停止

5 現場の状況及び考察（ローリングラダー、ランウェイの変形）

(1) ローリングラダー中央部の変形（写真1、2参照）

- 状況
- ア ローリングラダーの中央部が「くの字」状に変形していた。
 - イ 手すり①部が両側とも破断していた。
 - ウ 手すり破断箇所より上部に変形はなかった。
 - エ ローリングラダーとプラットフォームとの間の接続部のピンに固着・変形はなかった。
 - オ 手すり①部破断箇所より下部は北東方向にねじったように変形していた。

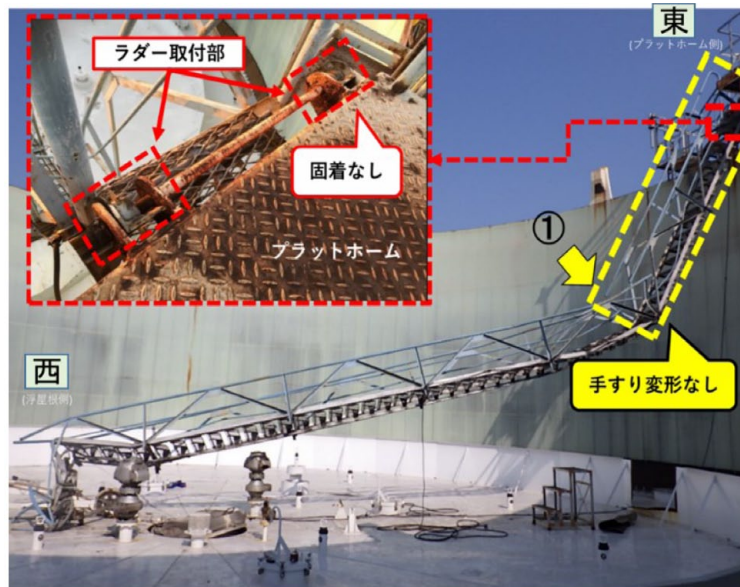


写真1 ローリングラダー変形状況

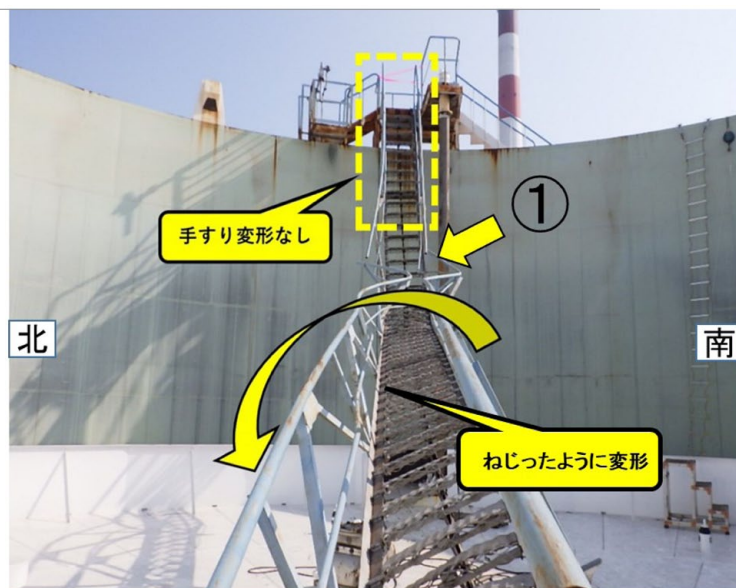


写真2 ローリングラダー変形状況

(2) ローリングラダー中央部手すりの破断（写真3、4参照）

- 状況 ア 手すりは南側、北側ともに破断しており、両方とも手すりの溶接部であった。
イ 強度部材にもかかわらず、手すり破断箇所には、開先加工の跡がなかった。
ウ 破断部分に溶接の溶け込みがほとんど見られなかった。
考察 手すり溶接部に大きな欠陥があったといえる。



写真3 南側手すり破断部



写真4 北側手すり破断部

(3) ローリングラダーの脱輪（図1参照）

- 状況 ア ランウェイの内側にローリングラダーの脱輪跡があった。
イ 脱輪跡の位置を検証した結果、ローリングラダーが「くの字」状に変形した状態でなければ、脱輪跡のあった位置に傷跡が付かないことがわかった。
考察 ローリングラダーが「くの字」状に変形後、脱輪したといえる。

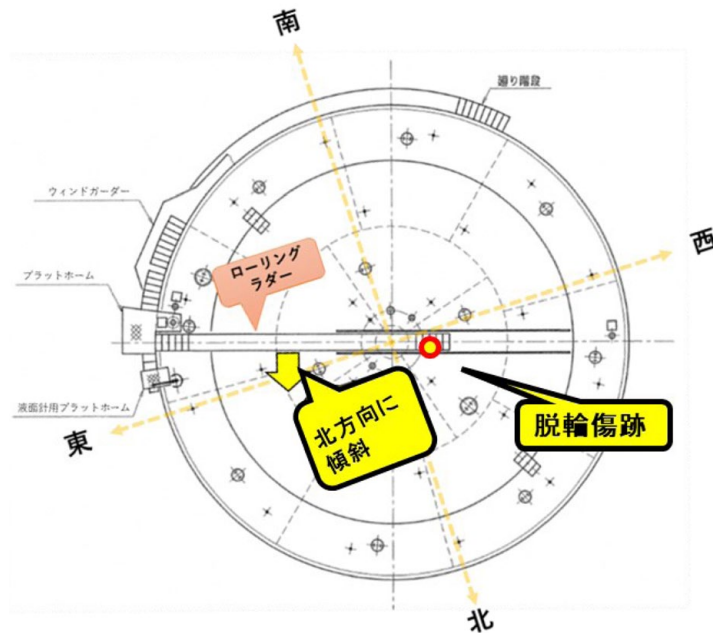


図1 ローリングラダー脱輪跡の位置図

(4) ローリングラダーの許容応力

状況 破断した手すりの位置が今回の場所の場合、ローリングラダーに許容応力をを超える部分が発生し、「くの字」状に変形する可能性があることが計算により、わかった。

考察 ローリングラダーの手すり破断後、「くの字」状に変形したといえる。

(5) ランウェイサポートの変形、ランウェイ西端先端の変形 (写真5、図2、図3参照)

状況 ア ランウェイサポートが東から西方向へ変形していた。

イ ランウェイ西先端が押しつぶされたように変形していた。

考察 ア ローリングラダーが脱輪したことにより、ローリングラダーが直接ランウェイを西方向へ押す形になり、ランウェイサポートが変形したと推定できる。

イ ランウェイ西先端の変形は、西側末端位置にあるランウェイサポート (SP-4) が作用する力に対して軸となり、ランウェイサポートSP-3とSP-4の間で、ランウェイ西先端が押しつぶされたように変形したと推定できる。



写真5 ランウェイサポート、ランウェイ西先端の変形状況

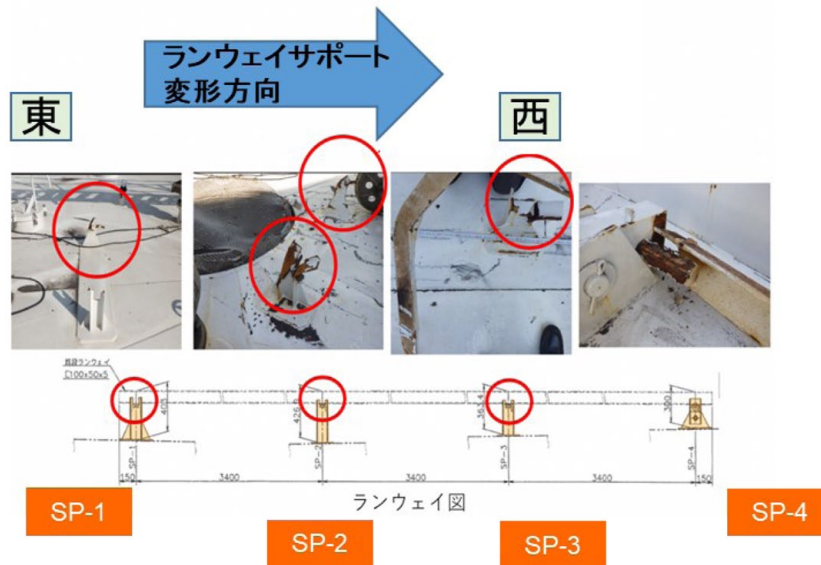


図2 ランウェイサポート変形状況

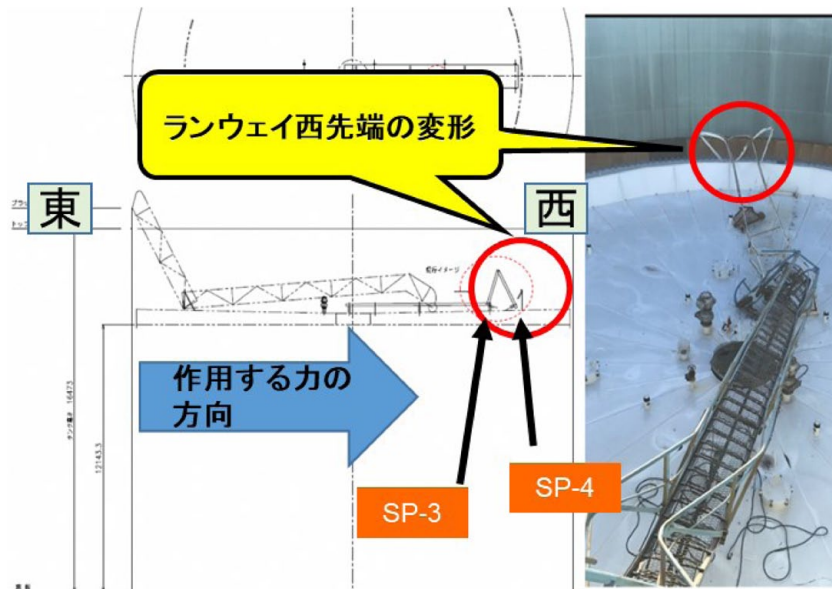


図3 ランウェイ西先端の変形状況

(6) ローリングラダー西先端の変形（写真6、図4参照）

状況 ローリングラダー西先端が前転するように変形していた。

考察 ローリングラダーが脱輪したことにより、ローリングラダーが直接ランウェイを西方向へ押す形になり、ランウェイを押す反力を受け、前転するように変形したものと推定できる。



写真6 ローリングラダー西先端の変形状況

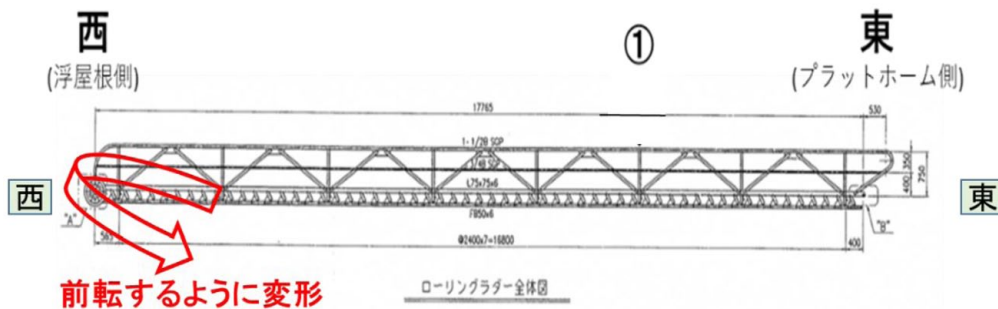


図4 ローリングラダー西先端の変形の考察図

6 ローリングラダー、ランウェイの変形及び発生日時の考察

調査、考察結果をまとめると、ローリングラダーの手すりがまず破断し、その後ローリングラダーの自重により「くの字」状に変形、ランウェイからの脱輪に至ったと推定できる。

ランウェイサポートの変形、ランウェイ西先端及びローリングラダー西先端の変形は、ローリングラダーが脱輪したことにより、ローリングラダーが直接ランウェイを東から西方向へ押す形となり、変形に至ったものである。

当該タンクの構造上、浮き屋根上昇時にローリングラダーは東から西方向へ移動するため、当該事故は浮き屋根上昇時に発生したものと推定できる。

当該タンクのトレンドグラフから、事故発生は、10月7日の法定点検実施時には異常がなかったことから、10月7日の法定点検実施後から、10月13日のタンク内のナフサ移送開始までの間の浮き屋根上昇時に発生したと推定できる。(図5参照)

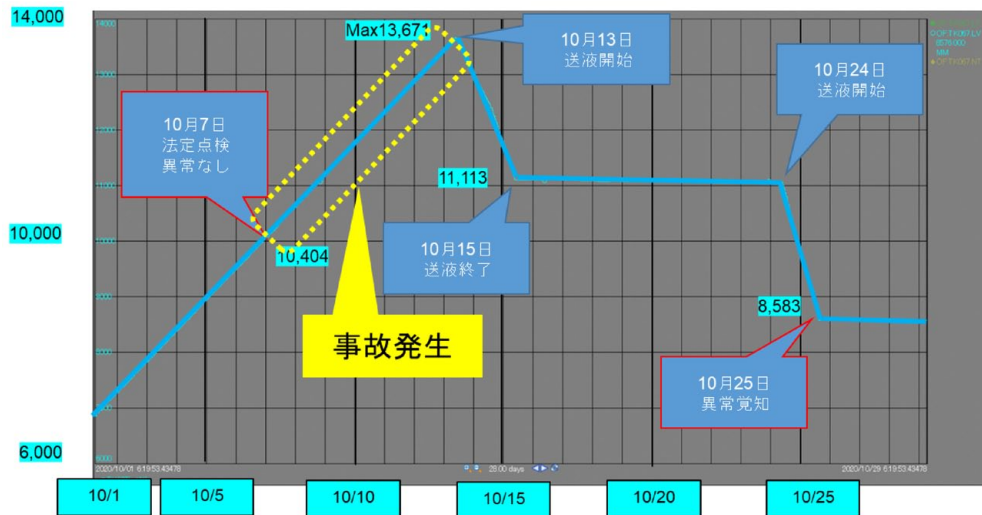


図5 タンクトレンドグラフ

7 その他付属品の破損の考察

(1) アトモス弁の破損 (写真7、図6参照)

ローリングラダーの手すり破断後、ローリングラダーが北東に傾斜した際に接触したことによるものと推定できる。



アトモス弁破損状況



ローリングラダートラスアングル変形/擦り跡
ラダーの上にアトモス弁の破片残存

写真7 アトモス弁の破損状況

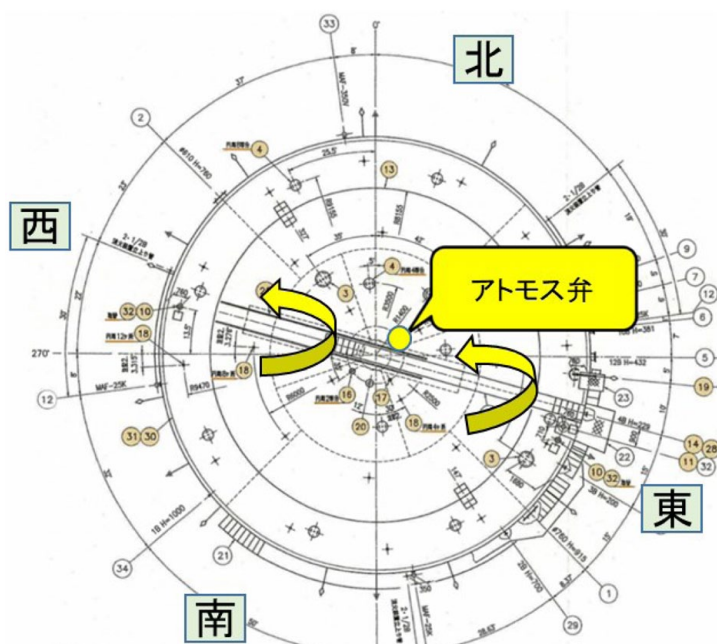


図6 アトモス弁破損状況図

(2) 東側フォームダムの破損（図7参照）

ローリングラダーが「くの字」状に変形し、変形箇所が浮き屋根上昇に伴いフォームダムと接触、さらにその状態で浮き屋根が上昇し続けたため、東側フォームダムが圧迫され、破損したと推定できる。

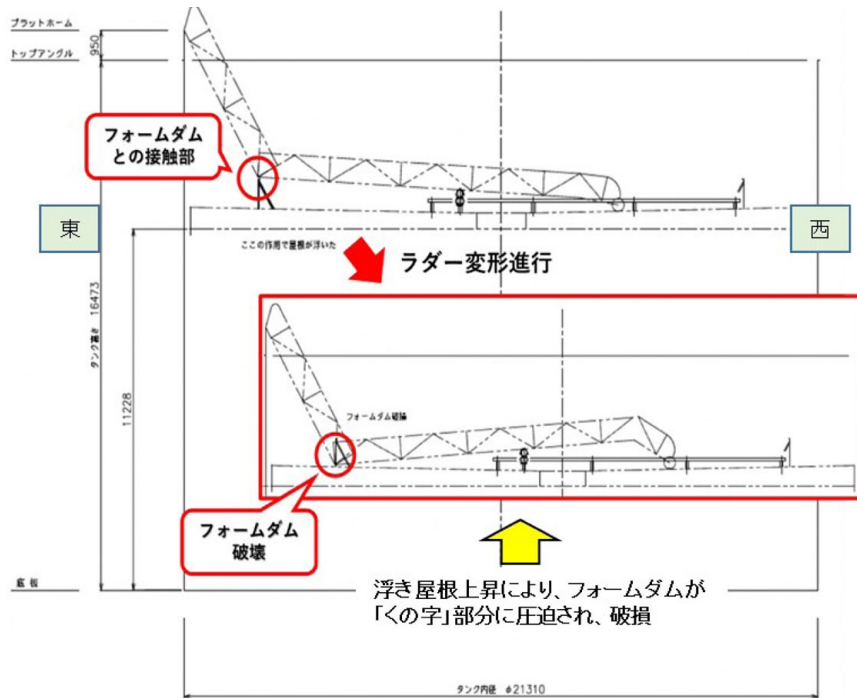


図7 東側フォームダムの破損状況図

(3) 集水桝の蓋変形（図8参照）

ローリングラダーがランウェイから脱輪し、浮き屋根に接触しながら移動したことから、ローリングラダーが集水桝の蓋に接触し、変形したと推定できる。

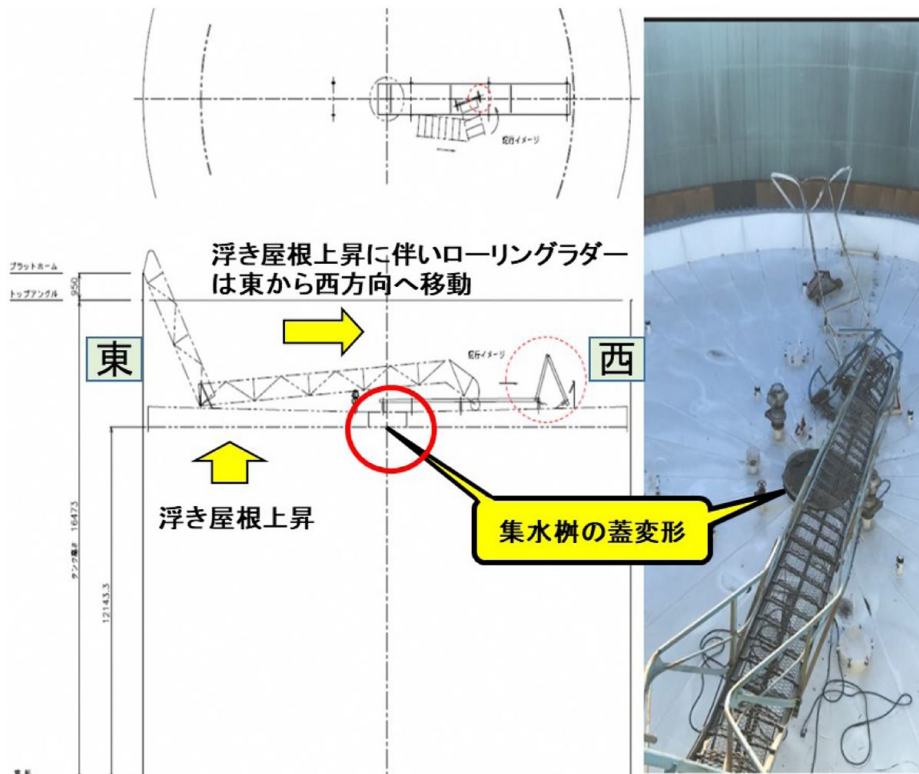


図8 集水桝の蓋変形状況図

(4) ランウェイ西先端と西側フォームダムの位置関係 (図9参照)

ローリングラダーの脱輪によって、直接ローリングラダーがランウェイを西方向へ押す形となり、ローリングラダーの西先端がランウェイの反力を受けて前転するように変形したことにより、ローリングラダーとランウェイが固着した状態となった。その状態で浮き屋根が上昇し続けたため、当該タンクの構造上、ローリングラダーが東から西方向へ移動、ローリングラダー西先端が上昇する動きになったことにより、固着したランウェイを抱き上げるように西側フォームダムを破壊することなく、乗り越えたと推定できる。

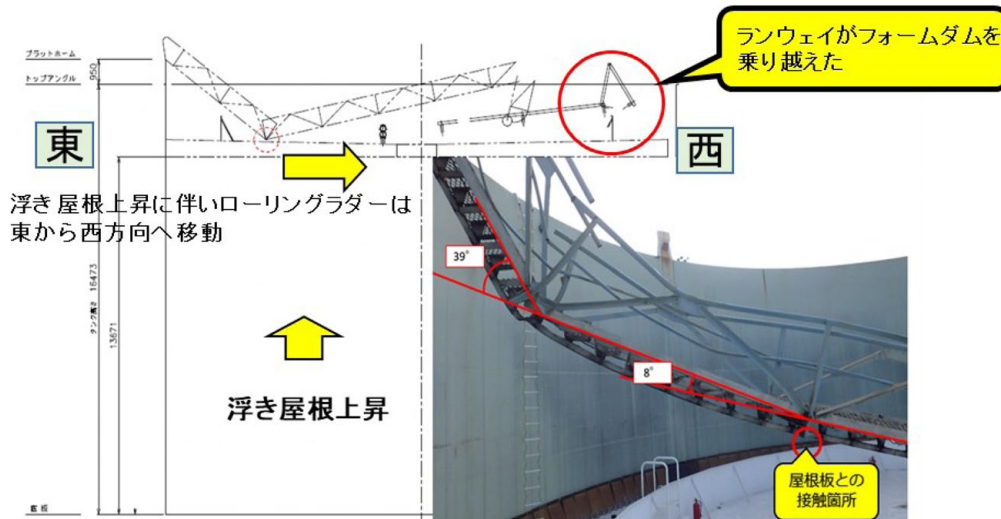


図9 ランウェイ西先端と西側フォームダムの位置関係図

8 調査結果（事故発生の過程・まとめ）

調査の結果、以下の過程で、事故に至ったと推定した。

- ① 浮き屋根上昇による上方向に作用する力によって、高経年化したローリングラダー北側手すりの溶接欠陥部が破断、ローリングラダーが北東方向に傾斜
- ② ローリングラダーが北東方向に傾斜した状態で浮き屋根が上昇し続けたため、許容応力を超えたローリングラダー南側手すりの溶接部が破断
- ③ ローリングラダーの自重及び浮き屋根上昇による上方向に作用する力によって、ローリングラダーが「くの字」状及び北東方向にねじったように変形
- ④ ローリングラダーがランウェイから脱輪
- ⑤ ローリングラダーが浮き屋根及びランウェイに接触し、さらに浮き屋根が上昇し続けることに伴い、ローリングラダーが西方向へ移動し、ローリングラダー西先端及び各付属品が変形、破損

9 直接原因

- (1) 建設当時（昭和40年）のローリングラダー手すりの溶接欠陥（製作時の図面に溶接に関する仕様の記載がなかった）
- (2) ローリングラダー手すり溶接部の高経年化（タンク開放点検時に手すり溶接線は未確認）

10 再発防止対策

- (1) 新規に製作するローリングラダーの手すり部は、図面に溶接記号を図示するとともに、非破壊検査を行い、溶接品質を確認する。
- (2) 他のタンクの既設ローリングラダー手すり溶接部を目視確認し、溶接欠陥が認められたもの、疑われるものはクランプ材で補強した。（応急処置）
- (3) クランプ材で応急処置した補強部は、次回タンク開放点検時に溶接にて補修する。
- (4) タンク開放点検時の点検項目に「ローリングラダー手すり溶接部の目視点検」を追加した。
- (5) 手すり以外のローリングラダー強度部材について、健全性を確認した。

11 所感

今回の事件事例から、改めて目視検査や高経年化対策の重要性を感じた。また、今回、事故の起因となったのは、ローリングラダーの手すりの溶接部の破断であるが、このような点検、施工基準が定められていない部材・箇所が事故の起因となり得ることを改めて再認識させられた。さらに、ローリングラダーのみならず、点検、施工基準が定められていない部材・箇所が起因となる類似の事故防止対策の意識を事業所・消防ともに高く持たなければならないと思った。そして、その意識だけ高く持つのではなく、事業所は、設計、施工、点検の質の向上を、消防は、審査や検査の質の向上を図り、お互い事故防止に取り組まなければならないと強く感じた。