

陸側遮水壁設備における凍結管およびブライン供給配管からの  
冷媒（ブライン）漏えいについての報告

**TEPCO**

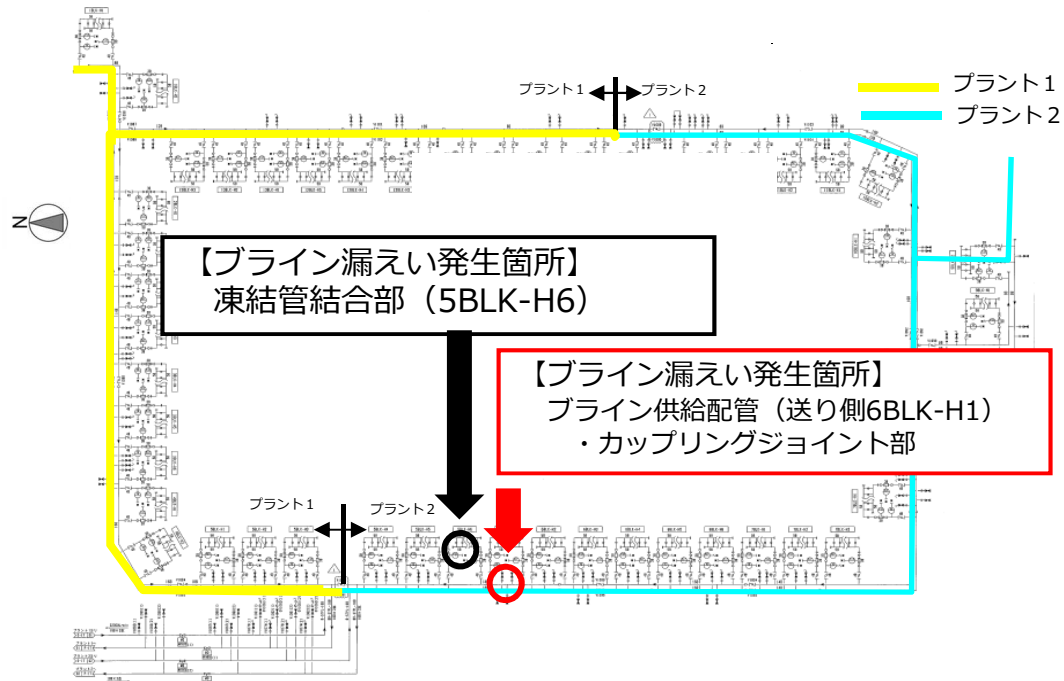
---

2022年3月31日

東京電力ホールディング株式会社

# 1. ブライン漏えい箇所について

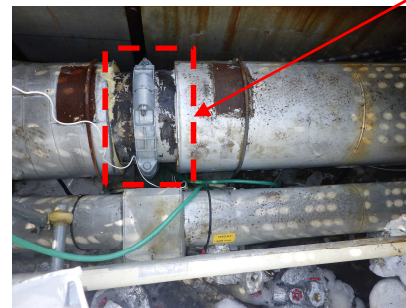
- : 1月16日の凍結管から漏えい発生箇所
- : 2月15日のブライン供給配管からの漏えい発生箇所



提供：日本スペースイメージング（株）2021.4.8撮影  
Product(C)[2021] DigitalGlobe, Inc., a Maxar company.



凍結管継手部 漏えい箇所



ブライン供給配管 ブライン漏えい箇所  
(保温取り外し後)

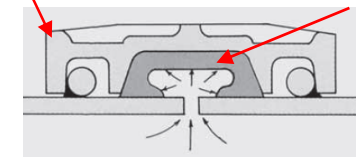
※カップリングジョイント部 上部より撮影



カップリング  
ジョイント

ゴムリング

ゴムリング

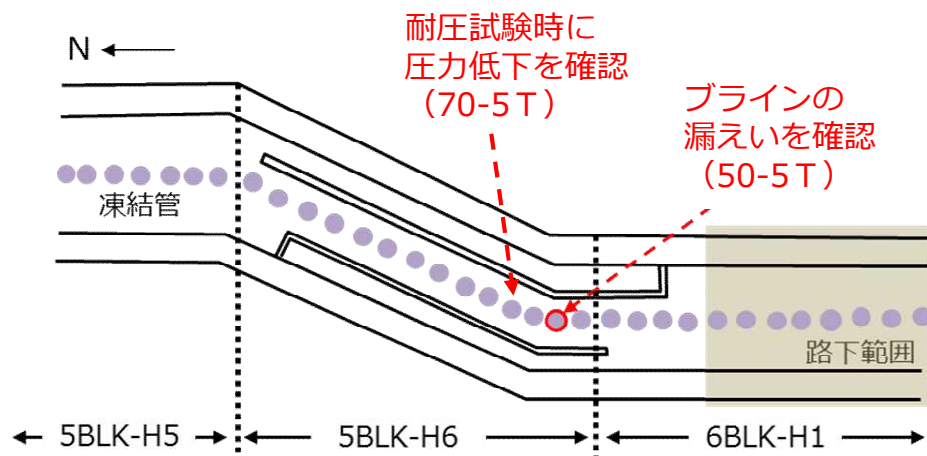


カップリングジョイント断面図

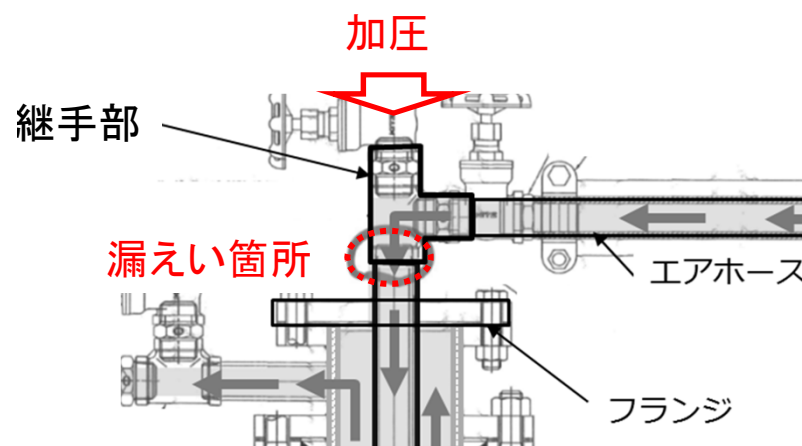
## 2-1. 凍結管からの漏えい原因について

- 1月16日にブライン漏えいが発生した5BLK-H6において、凍結管ごと（14本）に耐圧試験を実施し、14本のうち50-5Tから凍結管継手部からのブライン漏えいが確認され、70-5Tからは圧力低下は確認されたがブライン漏えいは確認されなかった。
- 漏えいが確認された凍結管50-5Tについて部材の損傷原因を確認するため、以下の調査目的に対して、現場調査および精密試験を実施した。

調査	内容	調査目的
・現場調査（1/17～1/22）	①耐圧試験 ②周辺環境の確認	・漏えい個所の特定 ・漏えい箇所周辺の状況確認
・精密調査（～3/25）	③X線CT測定 ④断面ミクロ観察 ⑤破面観察 （走査型電子顕微鏡）	・部材の形状変化、漏れ位置の特定 ・材料中の特異点の確認 ・破壊・損傷要因の推察



【5BLK-H6 概略図】



【耐圧試験概略図】

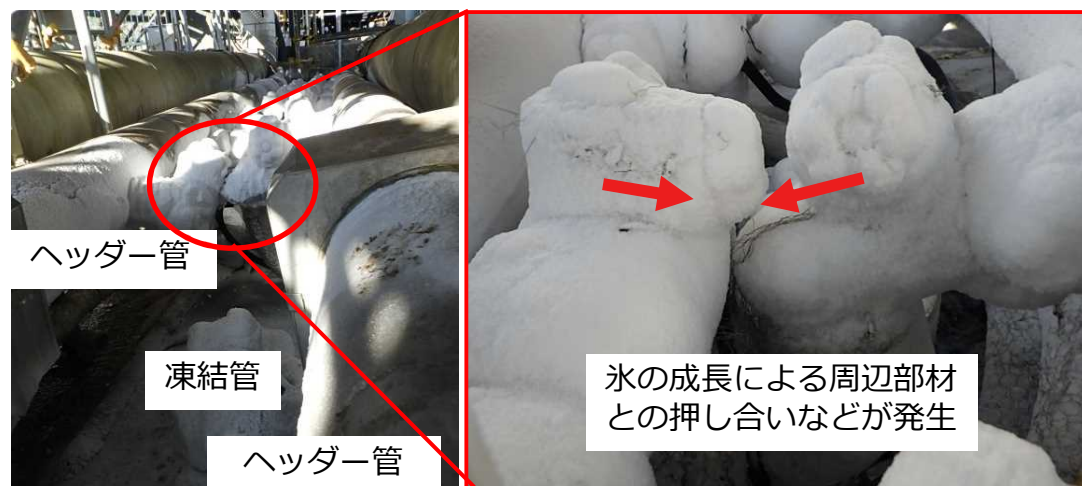
## 2-2. 凍結管損傷の原因調査結果①

調査	内容	調査目的
・現場調査 (1/17～1/22)	①耐圧試験 ②周辺環境の確認	・漏えい個所の特定 ・漏えい箇所周辺の状況確認

- 漏えいが確認された凍結管で凍結管継手部に歪みが確認されたことから、漏えい原因は部材の損傷であると推定した。
- 5BLK-H6は、陸側遮水壁設備の中でもヘッダー管の間に凍結管が配置されていること、凍結管と周辺部材（ヘッダー管等）が密集していることから、着氷により周辺部材との干渉が生じやすい箇所である。



【50-5T 凍結管継手部歪みの目視確認】



【凍結管着氷時の写真】



## 2-3. 凍結管損傷の原因調査結果②

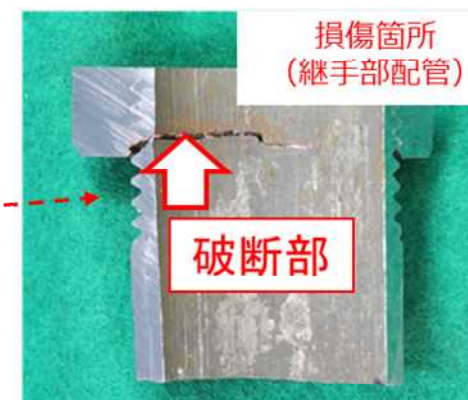
調査	内容	調査目的
・精密調査（～3/25）	③X線CT測定 ④断面ミクロ観察 ⑤破面観察 （走査型電子顕微鏡）	・部材の形状変化、漏れ位置の特定 ・材料中の特異点の確認 ・破壊・損傷要因の推察

### 部材の減肉・腐食確認（③）

- ・ X線CT測定の結果、ブラインの循環による減肉や腐食は確認されなかったが、配管の一部が破断していることが確認された。（P15参照）

### 破断部の詳細確認（④⑤）

- ・ 断面ミクロ観察の結果、配管外側のネジ底の部分から内面側に向けて破断していることが確認された。
- ・ 過去に同様の応力を受けたことでネジ底部に複数の亀裂が発生し、亀裂箇所にも外部応力が加わったことで破壊に至ったと推測された。



【凍結管継手部 損傷箇所破断状況】

- 以上のことから、部材の損傷原因は外部応力による変位であると判断した。
- 現場調査の結果、漏えい箇所は周辺部材が密集した箇所（着氷時には部材が接する箇所も存在）であったことから、凍結管に生じた繰り返しの応力は、部材の密集と着氷によるものと推定した。

## 2-4. 凍結管損傷の想定要因

- 5BLK-H6は、陸側遮水壁設備の中でもヘッダー管の間に凍結管が配置されていること、凍結管と周辺部材（ヘッダー管等）が密集していることから、ブライン循環（凍結時）に周辺部材との干渉が生じやすい箇所である。
- 5BLK-H6と同様に周辺部材との干渉が生じやすい箇所（下図エリア①）として6BLK-H1が挙げられ、これらの箇所については部材の交換を行っている。また、再発防止対策として氷の付着を抑制するための電熱線の設置などを検討している。
- ヘッダー管の間に凍結管が配置されているが、5BLK-H6より離隔距離が離れているような箇所（下図エリア②）も存在するため、当該箇所については部材同士の離隔の変動がないか測量を行うなど監視を強化する。
- 今後、これまでの結果を踏まえた点検方法や保全方法について検討し改定・実施していく。



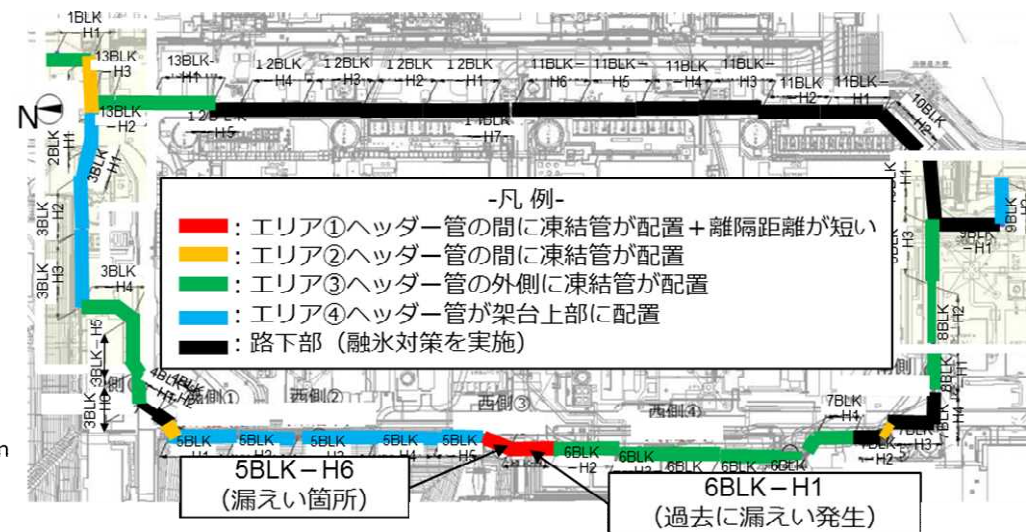
**エリア③**  
 ・ヘッダー管の外側に凍結管が配置  
 ・ヘッダー管/凍結管距離：100cm程度



**エリア①**  
 ・ヘッダー管の間に凍結管が配置  
 ・ヘッダー管/凍結管距離：30～50cm  
 ※ 着氷時には接する箇所あり



**エリア④**  
 ・ヘッダー管は架台上部に配置  
 ・ヘッダー管/凍結管距離：400～500cm



**凍結管配置による陸側遮水壁設備エリア分類**

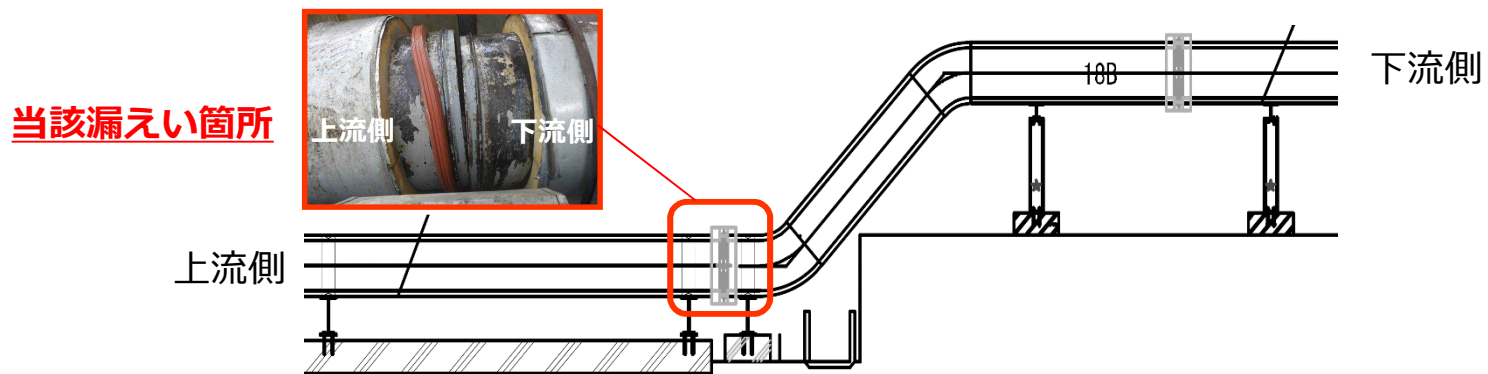
### 3-1. ブライン供給配管の漏えい原因について

#### 現場状況ならびに要因に対する考察

- 当該漏えい箇所のカップリングジョイントを取り外した結果「カップリングジョイント部に**配管ズレ**（現場状況写真）」を確認した。
- カップリングジョイント部にズレが生じた理由としては、カップリングジョイント部に何らかの応力が作用したと推察し以下に要因分析を実施。

想定要因	概要	調査	調査数
1. 凍上現象	凍上現象による土壌の隆起に伴う配管架台への影響	①配管・配管架台のレベル変化 ②カップリングジョイント部のズレ	配管 18 配管架台 22 ジョイント 18
2. 地震	地震による配管架台への影響	地震による地盤沈下の痕跡があるか	当該箇所周辺
3. 振動	車両走行時の振動による伴う配管架台への影響	①車両振動による配管架台の沈下 ②振動によるカップリングジョイント部のゴムの劣化	①今後精査 ②1箇所

- 上記3つの想定要因について調査（類似箇所含む）を実施する。



6BLK-H1 送り側配管 (断面)



## 3-2. 想定要因【1. 凍上現象による影響】（配管・配管架台）

### ➤ 凍上現象による土壌の隆起に伴う配管・配管架台への影響



提供：日本スペースイメージング（株）  
2021.4.8撮影Product(C)[2021]  
DigitalGlobe, Inc., a Maxar company.

#### 調査内容

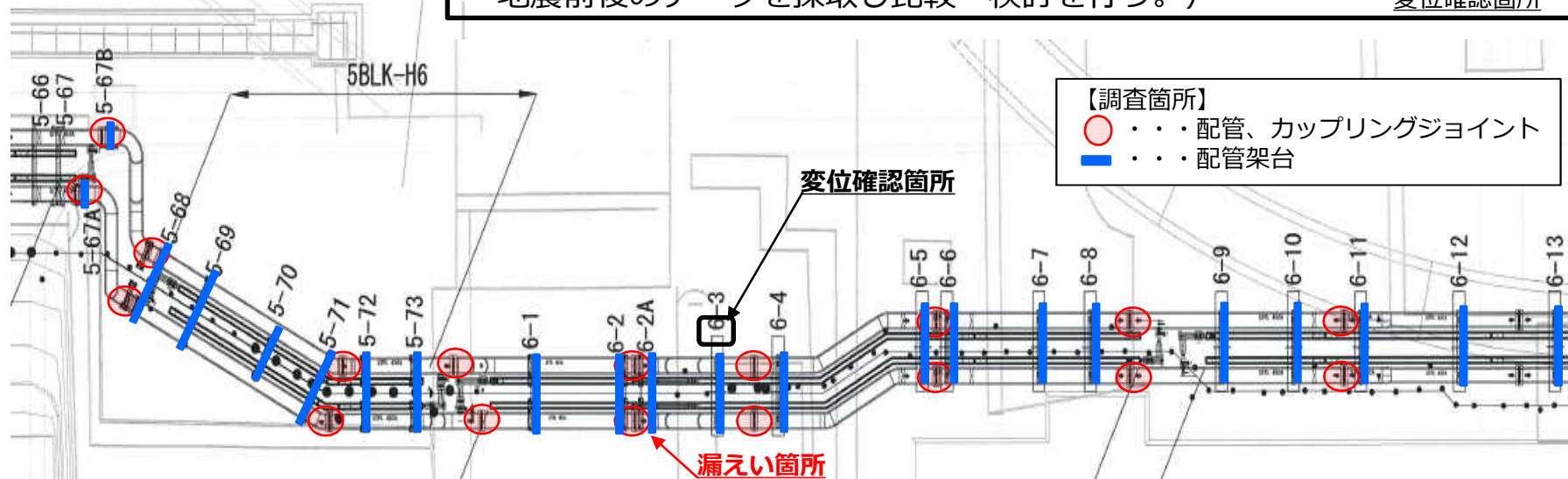
- ・配管・配管架台のレベル計測を行い、配管の変位を調査する。
- ・カップリングジョイント部について外観確認を行う。

#### 調査結果

現場確認を実施した結果配管・架台が  
変位している箇所が確認された。  
今後レベル計測を行い、詳細な配管の動きを調査する。  
(レベル計測については2022年3月16日発生の  
地震前後のデータを採取し比較・検討を行う。)



変位確認箇所





### 3-3. 想定要因【2. 地震による影響】 【3. 振動による影響】



提供：日本スペースイメーシング（株）2021.4.8撮影  
Product(C)[2021] DigitalGlobe, Inc., a Maxar  
company.

#### 3-① 振動による影響

- 車両振動による配管架台への影響があるかどうか調査を実施

##### 調査内容

- 1、振動データの採取
- 2、車両台数の調査

##### 調査結果

- 1、調査中
- 2、〈1日あたりの車両通行量〉※参考値  
2020年：約300台  
2022年：約25台  
車両台数については2020年と比較して減少しているが、今後振動データを採取・比較することで、当該箇所への影響有無を確認する。

#### 2 地震による影響

- 地震により地盤に与える影響について調査を実施

##### 調査内容

漏えい箇所の周辺エリアについて現場調査を実施

##### 調査結果

2022年3月16日発生地震前後の現場状況を確認し、地震影響と思われるような顕著な陥没・隆起・割れといった痕跡が無いことを確認した。

#### 3-② 振動による影響

- 振動によるカップリングジョイント部のゴム損傷有無を外観目視検査にて確認。

##### 調査内容

- 1、外観目視検査
- 2、今後所外へ搬出し引っ張り試験・伸び硬さ試験といった詳細検査を実施する。

##### 調査結果

- 1、異常なし
- 2、調査中



当該漏えい箇所のゴムリング

## 4. 今後の対応について

---

### 【凍結管からの漏えい】

#### ■ 対策・水平展開・今後について

- 凍結管については、これまで「事後保全」としていたが、今後は、氷の付着を抑制するための設備を設置するなどの「予防保全」を検討している。また、エリア毎の特性なども考慮して、点検計画の更新・拡充も検討している。

#### ■ 予備品確保について

- 凍結管継手部の部材および内管については確保済み。
- 今後は更に予備品の品目・数量拡充に向けた検討・対応を図っていく。

### 【ブライン配管からの漏えい】

#### ■ 対策・水平展開・今後について

- カップリングジョイント部にズレが生じた要因について継続調査中であるが、現場状況を踏まえ配管や配管架台の変位によるものと推測される。（今後漏えい箇所周辺の配管について調整を行う。）
- 想定要因にかかわらずブライン漏えいリスクを有しているカップリングジョイント部について、これまで「事後保全」としていたが、継続してデータ採取を行い「予防保全」を検討する。（保全方式については調査結果を踏まえ検討）
- 調査結果を踏まえ、他エリアについても調査範囲・方法について検討する。

#### ■ 予備品確保について

- ブライン液（40m3）、カップリングジョイントは確保済み。
- 今後は更に予備品の品目・数量拡充に向けた検討・対応を図っていく。

## 5-1. スケジュール（凍結管）

	2021年度			2022年度								
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	～	3月
凍結管からの漏えい		16日 漏えい発生（プラント停止） 17日～20日 漏えい箇所の特定作業、健全な箇所は循環再開 20日～22日 部材交換 22日 循環再開 ～3月下旬 損傷部材の詳細分析 ～4月中旬 予防的対策として継手部の交換実施（5BLK-H6, 6BLK-H1）										
対策・水平展開・今後について					エリア毎の特性なども考慮した今後の保全方針についての検討							

※今後の調査結果に応じて適宜スケジュールについては見直しを行う。



## 5-2. スケジュール（ブライン供給配管）

	2021年度		2022年度								
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	～	3月
ブライン供給配管からの漏えい	15日 漏えい発生（プラント停止） 16日～20日 漏えい箇所修理 21日 運転再開 2月25日・3月2日 ブライン投入 調査内容の検討・調整 2日～ 原因調査（現場）										
対策・水平展開・今後について			ゴムリング外部調査 振動データ採取 漏えい箇所周辺の配管調整 他エリアへの水平展開および今後の保全方針についての検討								

※今後の調査結果に応じて適宜スケジュールについては見直しを行う。

## 【参考資料1】 ブライン漏えいおよび対応の経緯

### <凍結管>

- 1月16日 ブラインタンク液位の低下を確認。凍結管からの漏えいが疑われ、5B L K-H6のヘッダー管を閉塞し、ブラインの漏えいを停止。
- 1月17日  
～20日 ブライン漏えい箇所の詳細調査を実施。漏えい箇所を特定し、健全性が確認された箇所はブラインの循環を再開。
- 1月20日 損傷箇所の交換を実施。22日に循環再開。
- 2月～ 予防的対応として周囲の凍結管の継手部の交換作業を実施。

### <ブライン供給配管>

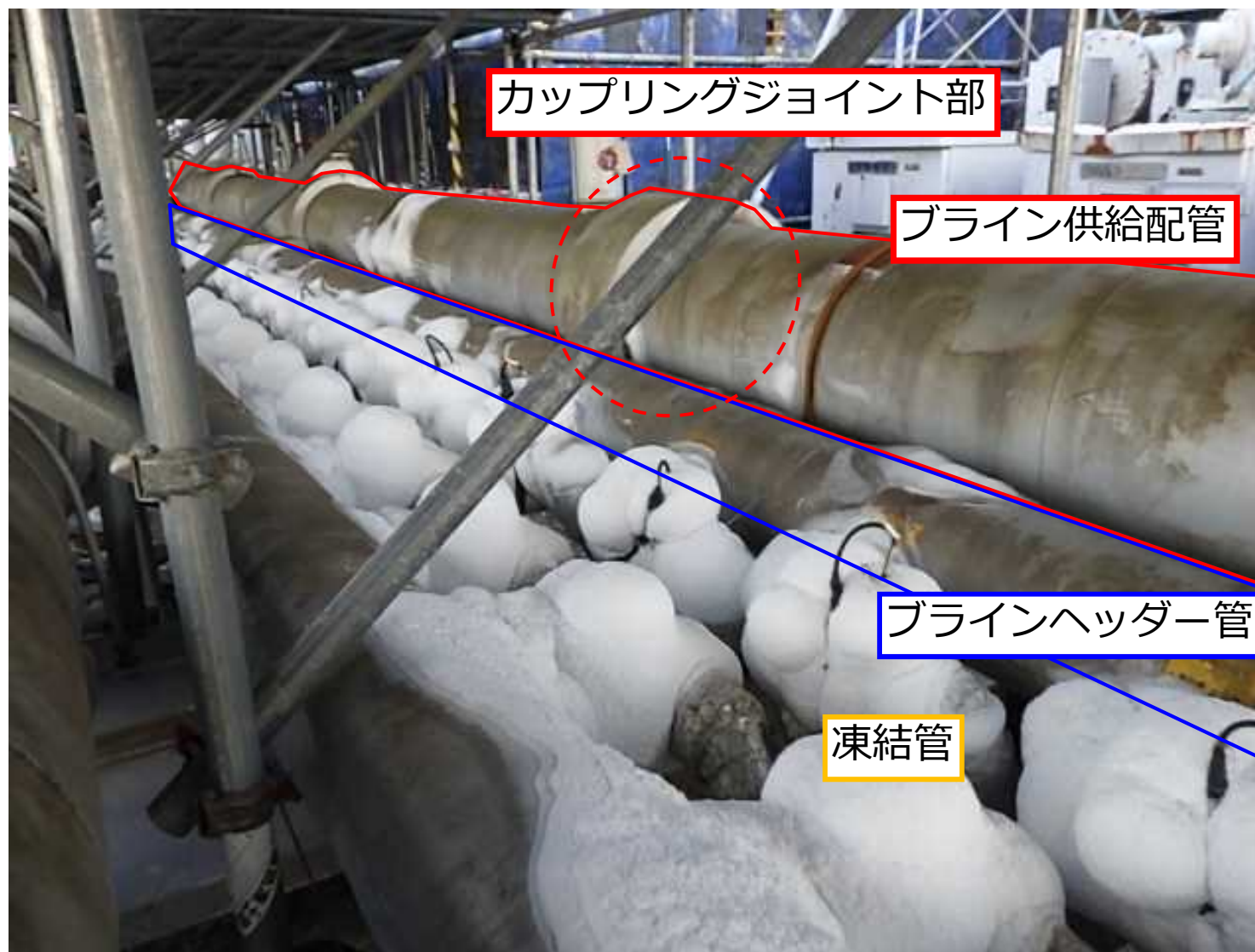
- 2月15日 陸側遮水壁設備プラント2系統のブラインタンクのタンクレベル低下(警報発生)を確認。
- 2月15日 プラント2系統のブラインタンクからブラインを陸側遮水壁設備へ送り出す弁を閉操作したところブラインタンクの液位低下は停止。
- 2月15日 目視による現場調査を実施したところ、2号機山側のブライン供給配管（送り側6BLK-H1）の接合部（カップリングジョイント）付近からの漏えいを確認したため、当該漏えい箇所を含んだ範囲を隔離。
- 2月21日 当該漏えい箇所を含んで隔離していたプラント2系統へブライン供給を再開。
- 3月～ 漏えい原因について現場調査を実施。

※3月16日発生地震後の現場確認にて凍結管および配管からの漏えいがないことを確認済み。

【用語】ブライン・・・陸側遮水壁設備において、地中を凍結させる為に使用（循環）している冷媒。

冷媒は、塩化カルシウム水溶液（融雪時、道路に散布する融雪剤と同じ成分）。

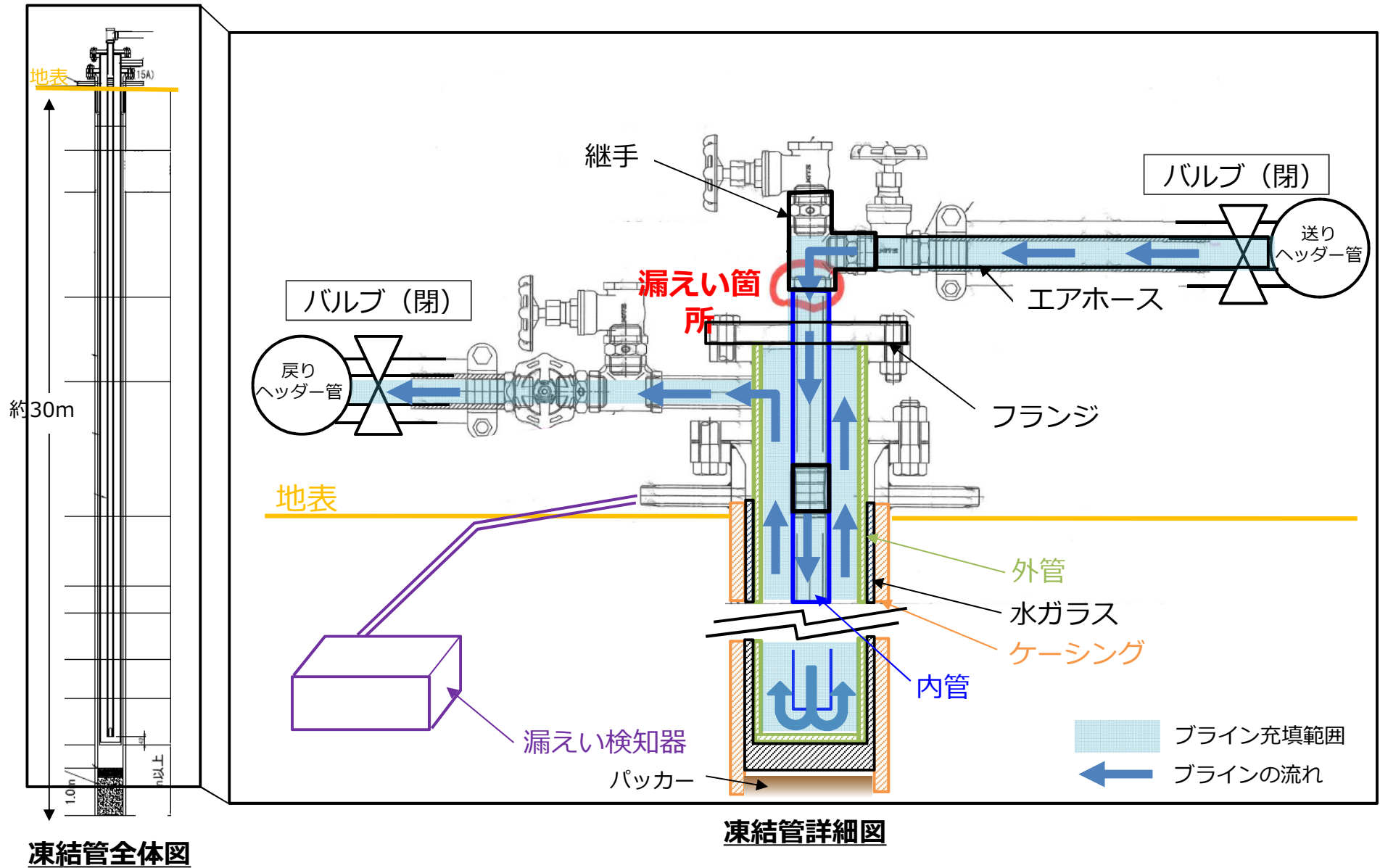
## 【参考資料2】 陸側遮水壁設備 現場写真



写真は参考



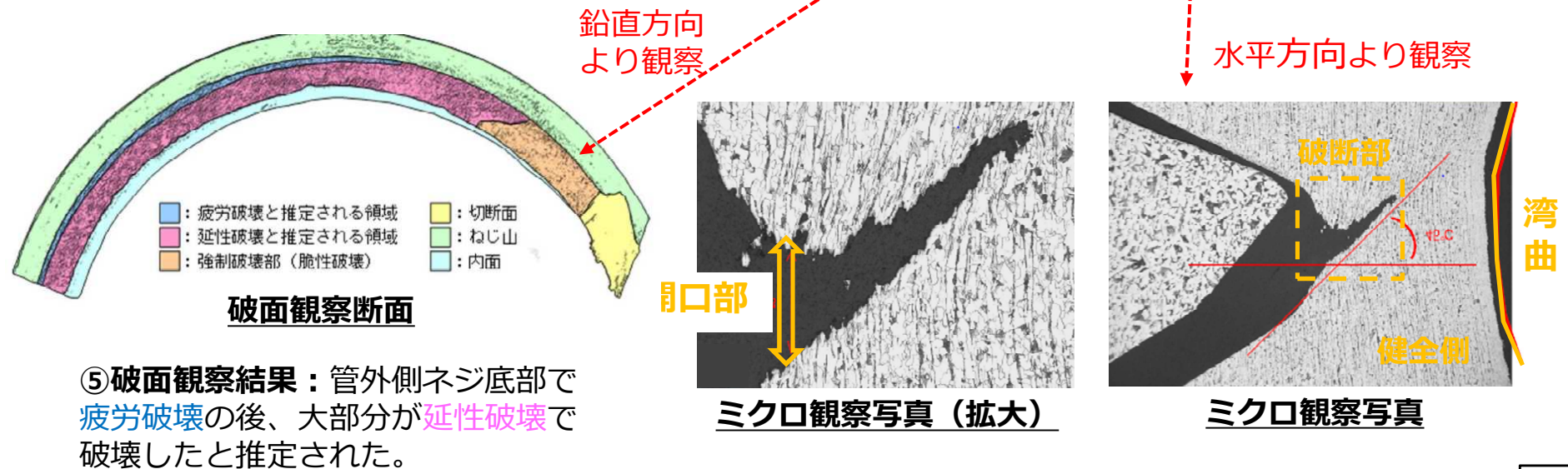
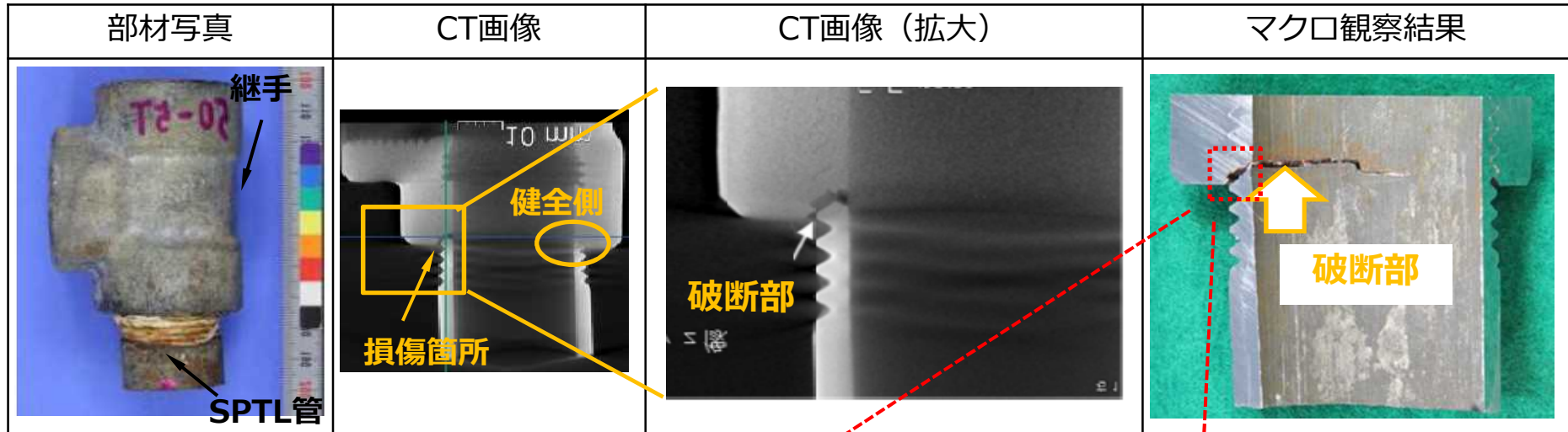
# 【参考資料3】凍結管 全体図・詳細図



## 【参考資料4】漏えいした凍結管の精密調査結果

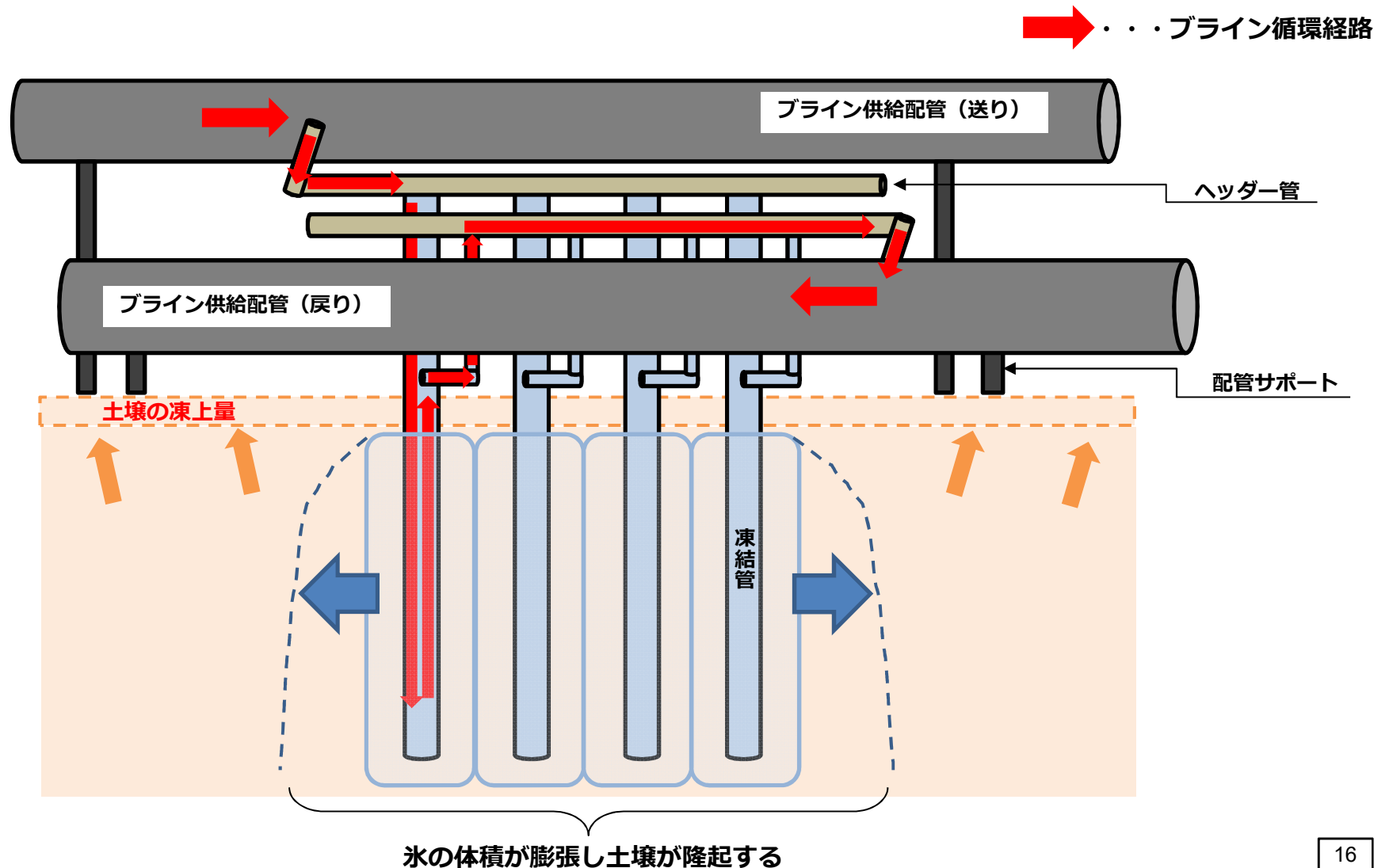
③ X線CT検査：継手部の配管ネジ部（ネジ底部）で亀裂を確認した。

④ 断面ミクロ観察：亀裂の斜め45°方向の進展、亀裂開口部の開き、管内面側で湾曲を確認した。



## 【参考資料5】凍上現象によるイメージ図

- 凍結管にブラインを循環することにより土壌が凍結し氷の層が厚くなることで土壌が隆起する現象





## 【参考資料6】陸側遮水壁設備 概要について

---

- ブライン供給配管全長  
約 1、500 m
- 冷媒  
ブライン液（30%塩化カルシウム水溶液）
- 冷媒総量  
約 1、100 m<sup>3</sup>
- ブライン供給配管 口径・材質（当該漏えい箇所）  
口径 450 A（18 B）  
材質 STPL
- カップリングジョイント数  
458箇所（地上部 233箇所、225箇所）