

## 輪島風力発電所 2号機 ナセルカバーの一部落下 事故報告（中間報告）

## 1. 輪島風力発電所と事故の概要

## (1) 発電所の概要

- 所在地：石川県輪島市房田町三蛇1番4（2号機：標高364m）
- 定格出力：3,000kW（600kW×5基）
- 運転開始：H14年4月（石川県が建設）  
H22年4月1日 北陸電力㈱が石川県から譲受

## (2) 風力発電設備の概要

- 製造者：NEG-Micon（現 Vestas）
- 種類：水平軸プロペラ式固定翼型、アップウインド式
- 出力：600/150kW（極数切替方式） ・回転数：22.2/14.8rpm
- ロータ直径：48.2m ・ハブ中心高さ：50m

## (3) 事故の概要

## a. 事故発見の経緯

- H28年4月1日 配電線作業で全号機停止
- H28年4月11日 復旧操作時、変電設備不具合発生。  
<以降、全号機停止>
- H28年4月12日 日常巡視点検（異常なし）
- H28年4月17日 低気圧が日本海を通過。  
南～南西向きの暴風が吹いた。  
輪島測候所：最大瞬間風速 35.7m/s（11:50）
- H28年4月18日 暴風後の特別巡視実施  
ナセルカバーの一部落下を発見（15:40）

## b. 電気工作物の被害の程度

- 2号機ナセルカバーの一部が脱落し、構外へ落下  
（公衆被害なし。他物破損なし。）



図1 発電所位置図

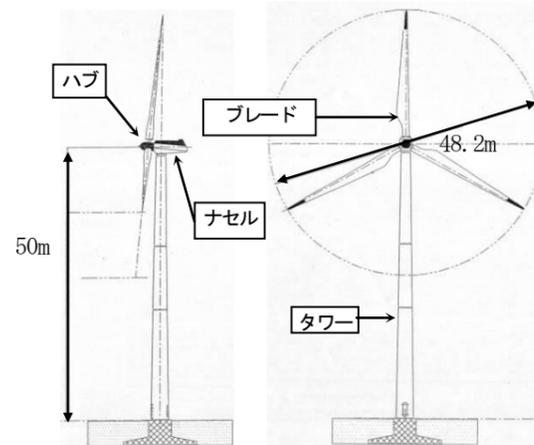


図2 風車外形図

## 2. 事故状況

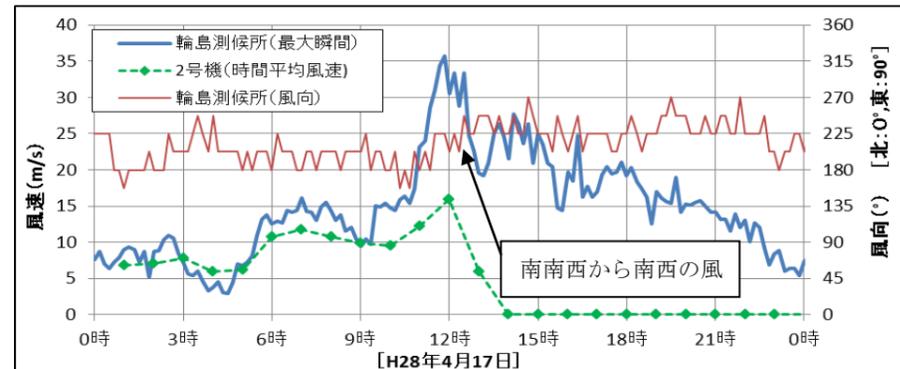
4月12日の日常巡視点検では異常がなかったこと、4月17日に相当な暴風が吹いた事より、4月17日に事故が発生したものと考えられる。

## (1) 運転状況

- 全号機停止中（4月1日より）
- 2号機ナセルは南向きで停止（ヨー制御は行っていないためナセルは南向きで固定）

## (2) 風の状況

- 4月17日12時頃に輪島測候所で最大瞬間風速30m/s以上の風速を観測している。
  - 12時過ぎから2号機の風速計データが欠落している。（ナセルカバー落下によりデータ欠落発生したものと想定）
- これらから、停止中の風車に、南西向きの最大瞬間風速30m/s以上の風が吹き、事故が発生したものと想定される。



グラフ1 4月17日の風向・風速

## (3) 風車の破損状況

## a. 2号風車の状況

4月18日、暴風後の特別巡視で2号機ナセルカバーの一部が脱落していることを発見した。  
ブレードから見てナセルの右側部分が脱落している【写真1, 2】。

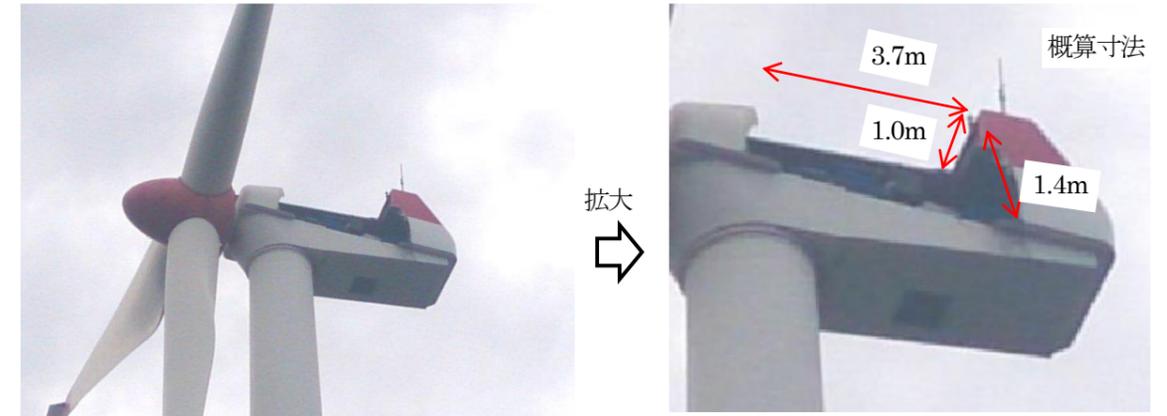


写真1 ナセルカバー脱落状況

写真2 ナセルカバー脱落状況（拡大）

## b. ナセルカバーの落下状況

脱落したナセルカバーを捜索したところ、風車から林道を挟んだ向かい側に落下していることを確認した【写真3】。  
ナセルカバーは、風車から東方向、約42m離れた位置に落下していた【図3, 4】。

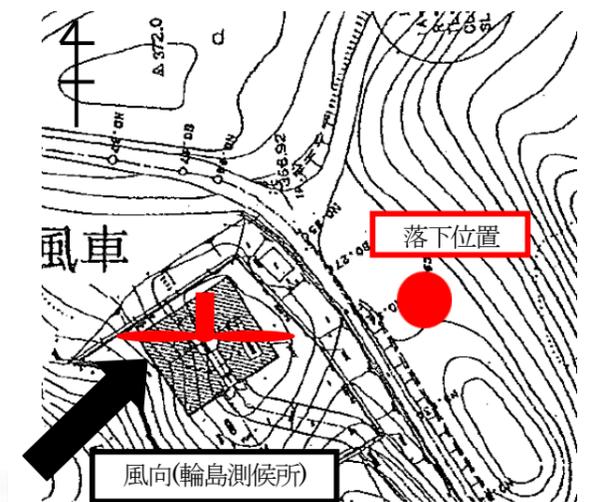
写真3 ナセルカバー落下状況  
（上下逆に落下している）

図3 ナセルカバー落下位置（平面図）

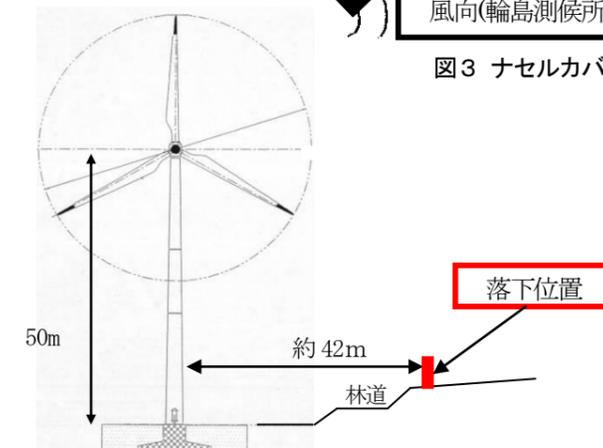


図4 ナセルカバー落下位置

c. 落下したナセルカバー破損状況



写真4 落下したナセルカバー(外側)



写真5 落下したナセルカバー(内側)

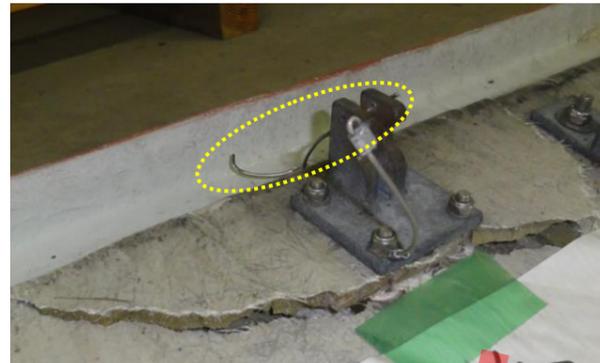


写真6 ①部 ロッド受金具(後方側)  
(周辺FRPが割れている。ロックピンが変形している。)



写真7 ②部 ロッド受金具(前方側)  
(周辺FRPの損傷なし。ロックピンは風車内で発見。)

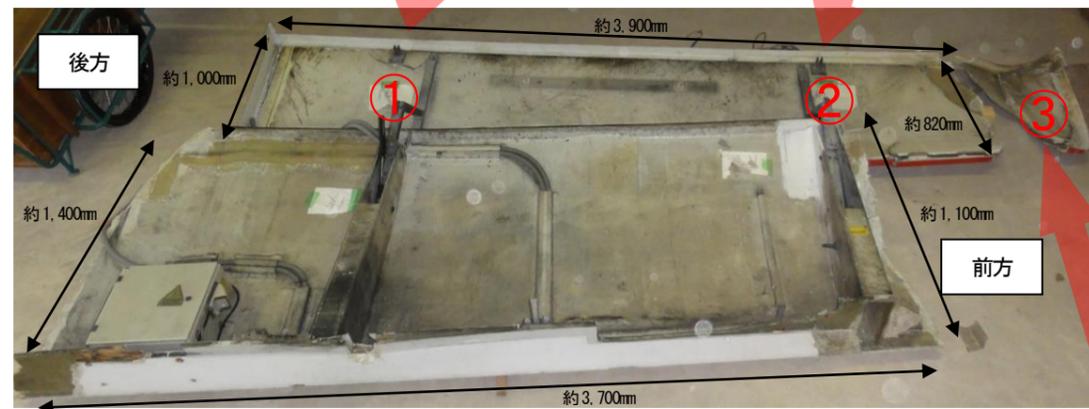


写真8 落下したナセルカバー(全体)

(参考) ナセルハッチ開閉イメージ図

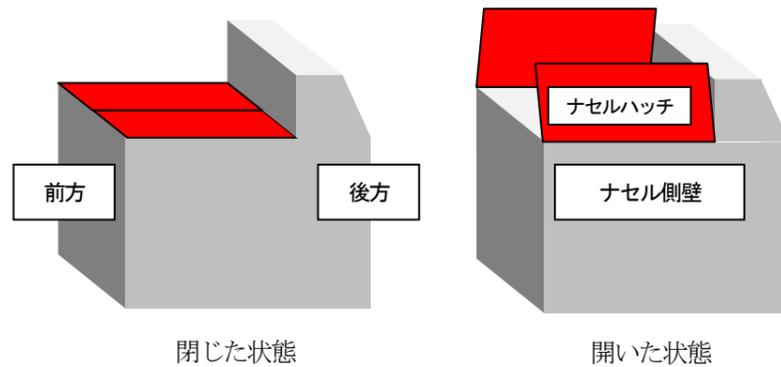


写真9 ③部 ナセルハッチ前方部(内側より)  
ナセルハッチ先端部(写真の右側部)は落下したナセルカバー付近で発見

d. ロックピンの破損状況

前方側のロックピン(受金具側)は、破断した状態で風車内にて発見された。ロックピンの破断箇所付近は、径が細くなっていた。【写真11】

一方、後方側のロックピン(受金具側)は、大きく変形した状態で発見されており【写真12】、ロックピン自体に大きな力が加わったことが想定される。



写真10 ロックピン(正常状態)



写真11 前方側ロックピン(受金具側)



写真12 後方側ロックピン(受金具側)

(4) 状況のまとめ

- ・前方側のロックピン(受金具側)は破断【写真11】、周辺FRPは損傷なし【写真7】。
- ・後方側のロックピン(受金具側)は変形\*【写真12】、周辺FRPは損傷あり【写真6】。
- \* ロックロッドが受金具から強制的に抜き取られたと推定

状況より、破損過程は、次の通りと推察

- ① まずは、前方側のロックピン(受金具側)が破断、暴風によるナセル振動等によりロックロッドが受金具から外れた。
- ② ナセルハッチの前方側が開き、後方側のハッチロック機構は風圧荷重に耐えきれずFRPが破損、ロックロッドが外れナセルハッチは全開状態となり、ナセルカバー側面も破損し落下した。

(参考) ナセルハッチロック機構の構造【写真13】

ナセルハッチは、ロックロッドを受金具に掛け、レバーにて締めこむことにより、開放しないようロックされている。更に受金具側のロックピンでロックロッドが受金具から外れないよう、レバー側のロックピンでレバーが開かないようロックしている。(ナセルハッチの前後2か所に設置)

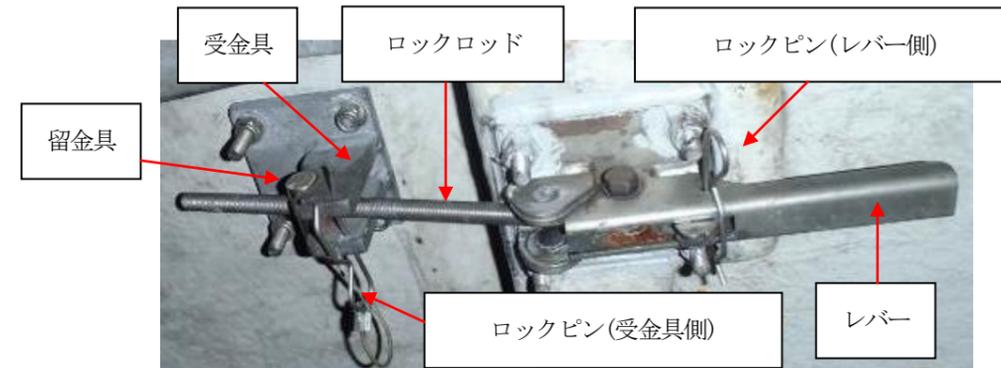
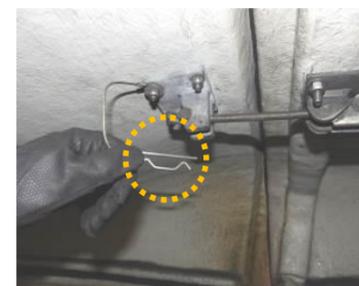


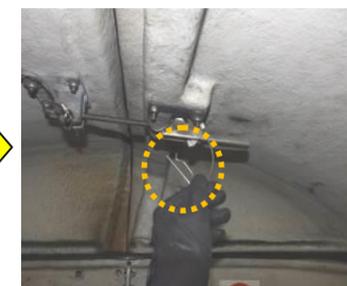
写真13 ナセルハッチロック機構

[ナセルハッチの開放手順]

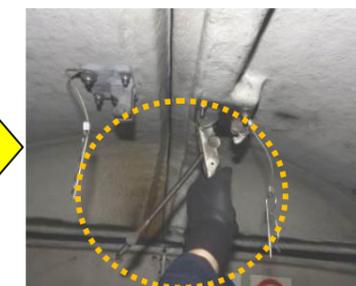
ナセルハッチを開放する場合は、受金具側・レバー側のロックピンを抜き、レバーを下げることによりロックロッドが外れ、ナセルハッチが開放可能となる【写真14】。



①受金具側ロックピンを抜く



②レバー側ロックピンを抜く



③レバーを下げロックロッドを外す

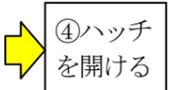


写真14 ナセルハッチ開放手順

### 3. ロックピン破断のメカニズム (推定)

前方側のロックピン (受金具側) が破断したメカニズム (推定) を以下に示す。

#### ① 建設当初

- ・ナセルハッチ (レバー側) は、ナセルカバー前壁上に正しい位置に載っていた。【写真 15】
- ・ロックロッドの留金具は、現在より先端側に取り付けられていた。【図 5】

#### ② ナセルハッチ (レバー側) の落込み

- ナセルハッチ (レバー側) の歪み等により、前方部が落込んだ。落込みにより、ロックロッドとロックピンが接触状態となった。【図 6】【写真 16】
- 受金具とレバー側のハッチに隙間が生じたため、ロックロッド留金具を調整(125mm→117mm)<sup>\*1</sup>した。【図 7】  
<sup>\*1</sup>: ロックロッド留金具の調整については、調整記録が残っていないため、ナセルハッチ外形寸法、ロッドの摩耗状況および摩耗位置から推定した。

#### ③ ロックロッドとロックピンの接触部が溝状に摩耗

- ・ナセルの振動等により、ロックロッド (ロックピンの接触部) が溝状の摩耗 (摩耗A)<sup>\*2</sup>となった。【写真 17】
- <sup>\*2</sup>: 硬度測定 (mHV) の結果、ロックピンは485、ロックロッドは311であった。硬度差によりロックロッド側が著しく摩耗 (溝形状) した。
- ・留金具【写真 17】、受金具 (ロックピン穴含む)【写真 18】にも摩耗が発生した。【図 8】

#### ④ 各部位の摩耗進展によるロッド留金具の調整

- ・摩耗進展によりハッチは再度落込み、ハッチ間に隙間が生じた。  
 ⇒ 留金具調整(117mm→112mm) ⇒ ③の状態を繰り返し、ロッドが溝状に摩耗 (摩耗B)【写真 17】
- ・結果、定常的にロックロッドの摩耗溝にロックピンが嵌り、ナセルの振動によりロックピンに繰返し応力が加わる状態となった。【図 8】【写真 21, 22】

4月17日の暴風

#### ⑤ 疲労限界に達したロックピンが破断【写真 22】、暴風によるナセルの振動等により、ロックロッドが受金具から外れた。【図 9】

#### ⑥ 前方側のナセルハッチが開き、後方側ハッチロック機構が耐えられずカバーの破損に至った。(この破損過程は、調査状況のまとめを参照)

### 4. 今後の予定

- ・確実なナセルハッチ固定方法の検討。  
 (他号機は、ロックロッドの著しい摩耗 (溝形状) および受金具の著しい摩耗がないことを確認済み。【写真 19, 20】)
- ・ナセルハッチロック機構の点検マニュアル見直し。  
 (今迄は、ナセルカバー外観、ナセルハッチレバーを点検箇所として記載。今後、ロックロッド、受金具等を点検箇所に追加し、点検ポイントを具体的に記載)

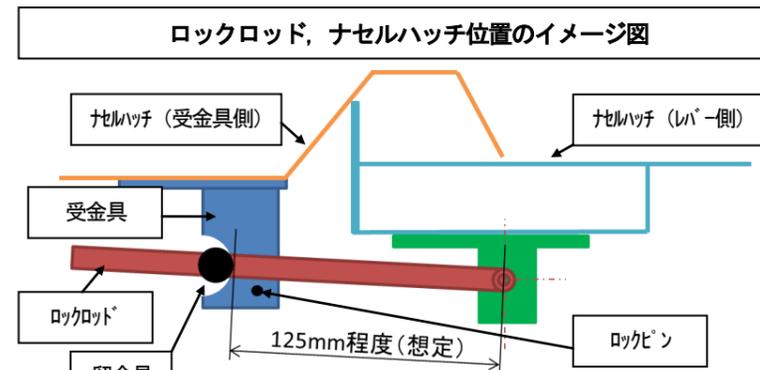


図5 建設当初のイメージ (①)

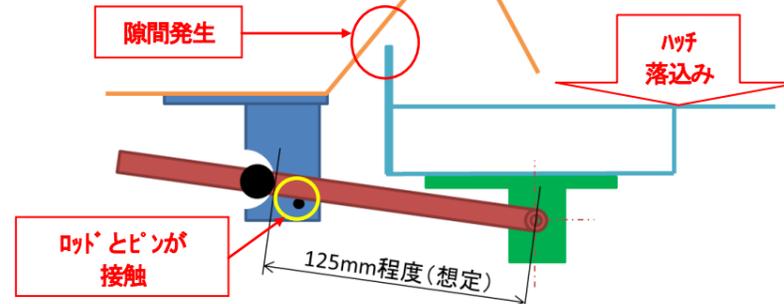


図6 ナセルハッチ (レバー側) の落込みのイメージ (②-a)

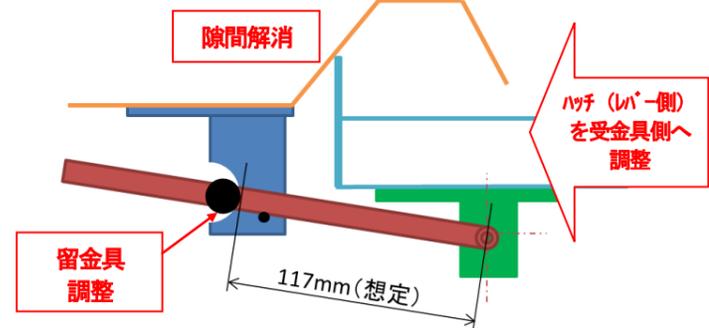


図7 ロックロッド調整後のイメージ (②-b)

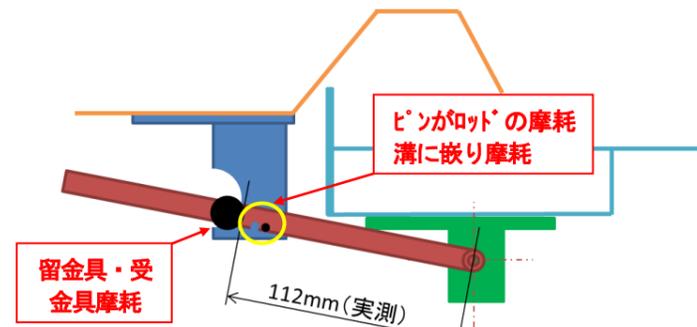


図8 ナセル破損前状態のイメージ (④)

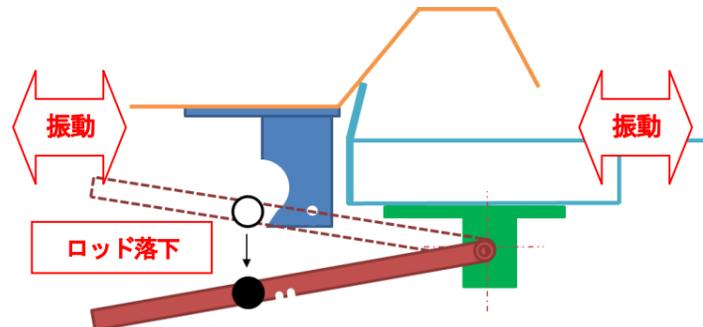


図9 ロックロッド脱落のイメージ (⑤)

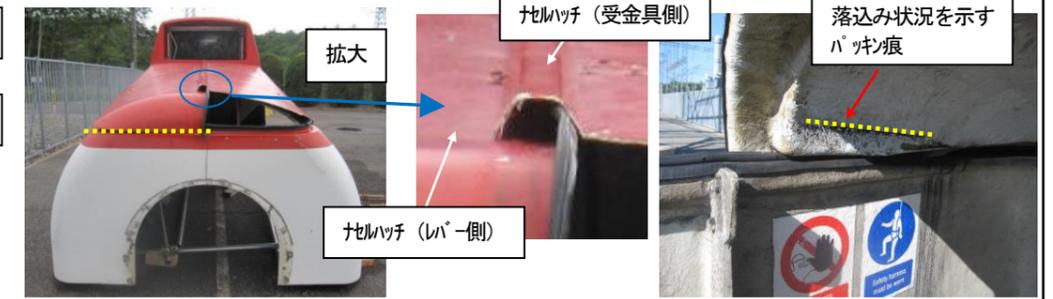


写真 15 建設当初のナセルハッチ位置 (左: 前方表, 右: 前方裏)



写真 16 ナセルハッチ落込み状態

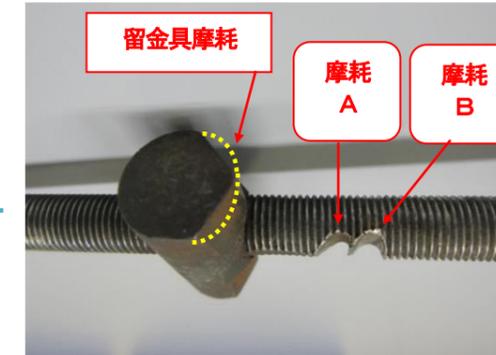


写真 17 留金具およびロックロッドの摩耗状態



写真 18 受金具の摩耗状態

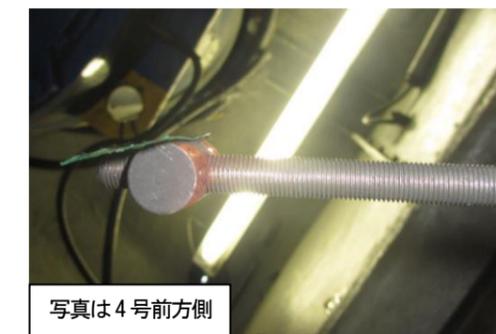


写真 19 ロックロッド (摩耗なし)



写真 20 受金具 (摩耗なし)



写真 21 ロッド溝へのピンの嵌り状況

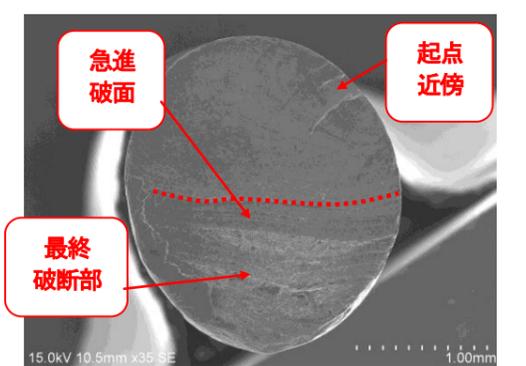


写真 22 ピンの破断面 (典型的な疲労破面)