

伊方発電所第3号機

補助ボイラ煙突に設置している避雷針の折損について

平成27年3月
四国電力株式会社

1. 件 名

伊方発電所第3号機 補助ボイラ煙突に設置している避雷針の折損について

2. 事象発生の日時

平成26年11月26日 10時10分

3. 事象発生設備

3号機 補助ボイラ煙突避雷針

4. 事象発生時の運転状況

3号機 第13回定期検査中

5. 事象発生状況

伊方発電所第3号機は定期検査中のところ、平成26年11月26日10時10分に補助ボイラの煙突に設置している避雷針支持管が折損していることを確認した。その後、折損した避雷針は安全確保のために撤去した。

撤去した避雷針については、避雷針が取り付けられている上端部と接地線との接続を行っている下端部以外を、既設と同仕様の支持管に取替え、11月27日に取付け復旧した。

なお、本事象によるプラントへの影響および周辺環境への放射能の影響はなかった。

(添付資料－1，2)

6. 事象の時系列

平成26年11月26日

9：20頃 協力会社作業員が3号機補助ボイラ煙突の避雷針が曲がっていることを発見し、中央制御室へ連絡

10：10 係員が避雷針支持管が折損していることを確認

14：10 避雷針の撤去作業開始

15：38 避雷針の撤去作業終了

11月27日

8：40 避雷針の復旧作業開始

17：05 避雷針の復旧作業完了

7. 調査結果

(1) 詳細調査

折損部位の状況を把握するため、支持管の折損部位付近について以下の詳細調査を実施した。

a. 外観調査

支持管の表面は孔食^{※1}と思われる錆が多数点在して発生しており、亀裂が発生している箇所が確認された。一部の亀裂は支持管の内面まで到達しているものもあり、内面側に錆が付着していた。また、内面にも孔食が見られた。

支持管表面は補助ボイラからの噴煙によるものと思われる黒い汚れが付着していた。

支持管の破面は、上端部側および下端部側とも90°の位置付近で段違い形状の亀裂になっており、上端部側と下端部側の破面を突き合わせると、欠落した領域が認められた。欠落領域は周方向約10mm、軸方向約7mmの長方形形状であり、一方の対角は曲線状、もう一方の対角は直角に近い形状であった。

(添付資料－3)

b. 破面観察

折損した支持管の破面観察において、支持管の下端部側の90°の位置付近および上端部側の75°の位置付近に半楕円状の疲労破壊を示すビーチマーク^{※2}が観察された。これらのビーチマークには、外面の中心付近に微小な孔食が認められた。

その他の部位においても、ゆるやかな円弧状のビーチマークが観察された。

(添付資料－4)

c. 金属成分分析

金属成分分析を行った結果、当該材料はJIS規格のSUS304の化学成分を満足しており、設計通りの材料を使用していることが確認できた。

d. 硬さ測定（ビッカース硬さ測定）^{※3}

破面近傍および健全部の硬さ測定を実施した結果、破面近傍では平均213、健全部では平均160であった。SUS304の標準的な値はHv200以下であり、破面近傍で硬化が認められた。これは、折損の進行中に過大な荷重を受けて組織が硬化したものと考えられる。

※1 孔食 : 金属材料の表面に生じる局所的な腐食。

※2 ビーチマーク : 疲労破面に観察される特徴的な破面模様の1つで、破面上において亀裂の進展方向に対して垂直な曲線状の模様である。疲労破面において、繰り返し荷重の作用により亀裂が進展すると、亀裂前縁の位置が破面上に節目として刻まれて縞模様となる。

※3 硬さ測定（ビッカース硬さ測定）

：正四角錐ダイヤモンド圧子を用い、試験片の表面にくぼみをつけたとき、くぼみの対角線の長さを図り表面積を求め、荷重をこの表面積で割った単位面積当たりの荷重をもって硬さとする試験。

（2）設置環境調査

当該避雷針は、伊方発電所構内においても海岸近くの屋外に設置された地上35mの3号機補助ボイラ煙突上の高所に設置されており、風を受けやすく、また、北寄りの海風により海水飛沫を受けやすい厳しい環境で使用されていた。

（3）応力評価調査

避雷針支持管について、風荷重による発生応力は許容応力を下回っていることを設計資料により確認した。

（4）設置状況調査

当該避雷針は、平成6年に設置してから事象発生時までの20年間に取替実績はなかった。

また、伊方発電所構内の避雷針の設置状況を確認した結果、折損した避雷針と同様に支持管にSUS304を用い、設置後20年以上経過した避雷針は、当該避雷針以外に29本設置していることを確認した。

（5）屋外機器の状況調査

屋外に設置している機器について調査した結果、亜鉛めっき炭素鋼や塗装したステンレス鋼が塩害対策として使用されていることを確認した。

亜鉛めっき炭素鋼は、炭素鋼表面に亜鉛皮膜を形成したもので耐食性に優れており、伊方発電所構内の送電鉄塔や一部の避雷針支持管などにおいて使用実績がある。

SUS304などのステンレス鋼は、塗装をすることにより孔食の発生の原因となるステンレス鋼への海水飛沫の付着を防止することができ、伊方発電所の屋外配管において使用実績がある。

（6）保守状況の調査

当該避雷針は1年ごとに外観点検を実施しており、至近の平成26年9月22日における点検では異常は確認できなかった。

8. 推定原因

当該支持管はSUS304を材料に使用しているが、SUS304などのステンレス鋼は付着塩分濃度等の条件により孔食を発生することが知られている。当該避雷針は海岸近くの屋外に設置しており、海水飛沫が付着したことにより孔食が発生したものと考えられる。

さらに、近接した位置に発生した2個の孔食が起点となり、風による繰返し荷重を受けることによって疲労亀裂が進展し、最終的に風荷重を受けて横倒しになったものと考えられる。

9. 対策

- (1) 避雷突針が取付けられている上端部と接地線との接続を行っている下端部以外を、既設と同仕様の健全な支持管に取替え復旧した。
- (2) 折損した避雷針と同様に支持管にステンレス鋼を用い、設置後15年を超える避雷針については、避雷機能に影響のない亜鉛めっき炭素鋼や塗装したステンレス鋼への取替を順次実施する。

また、取替後は、定期的な点検において亜鉛めっきや塗装の状態を確認し、亜鉛めっきなどにはがれや錆が見られた場合は手入れや塗装による補修を実施し、鋼材の腐食を防止する。なお、鋼材が腐食し、手入れや塗装では処置できない場合は取替えを行う。

以 上

添 付 資 料

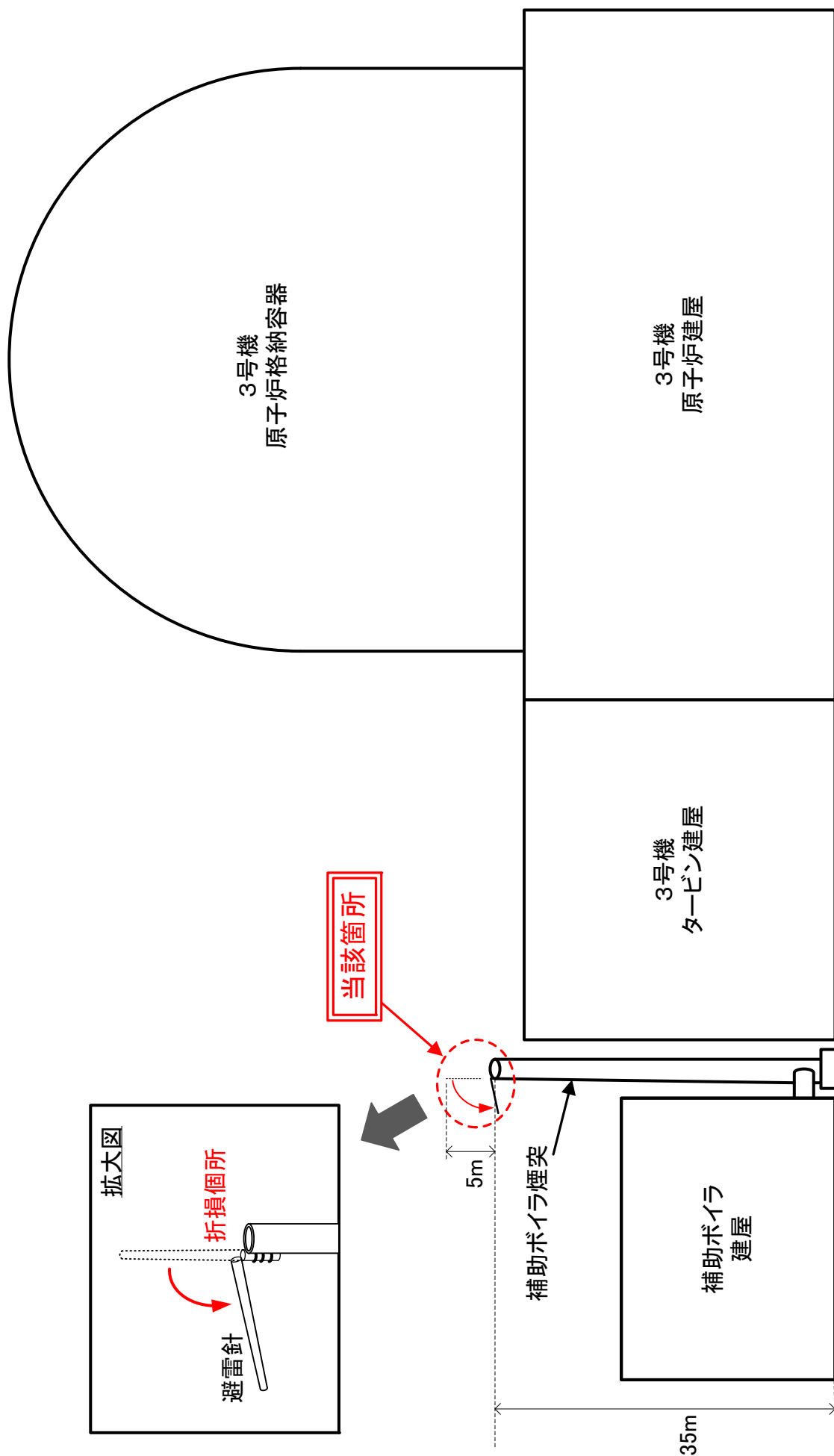
添付資料－ 1 伊方発電所 3 号機 補助ボイラ煙突避雷針 概略図

添付資料－ 2 避雷針取替概要

添付資料－ 3 折損部位付近外観調査

添付資料－ 4 折損部位付近破面観察

伊方発電所3号機 補助ボイラ煙突避雷針概略図



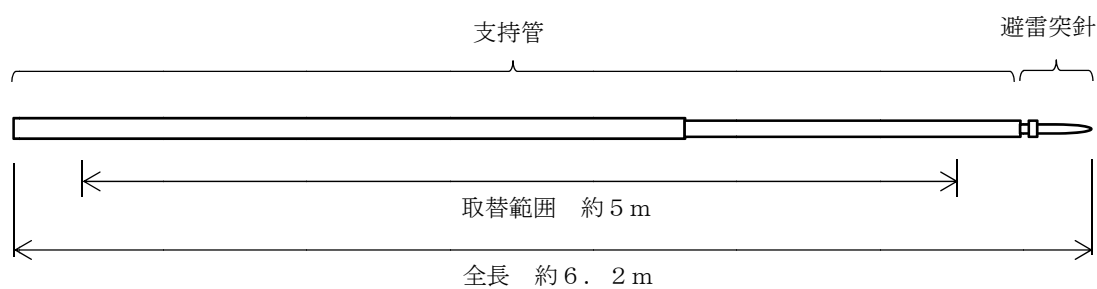
避雷針取替概要



折損した避雷針

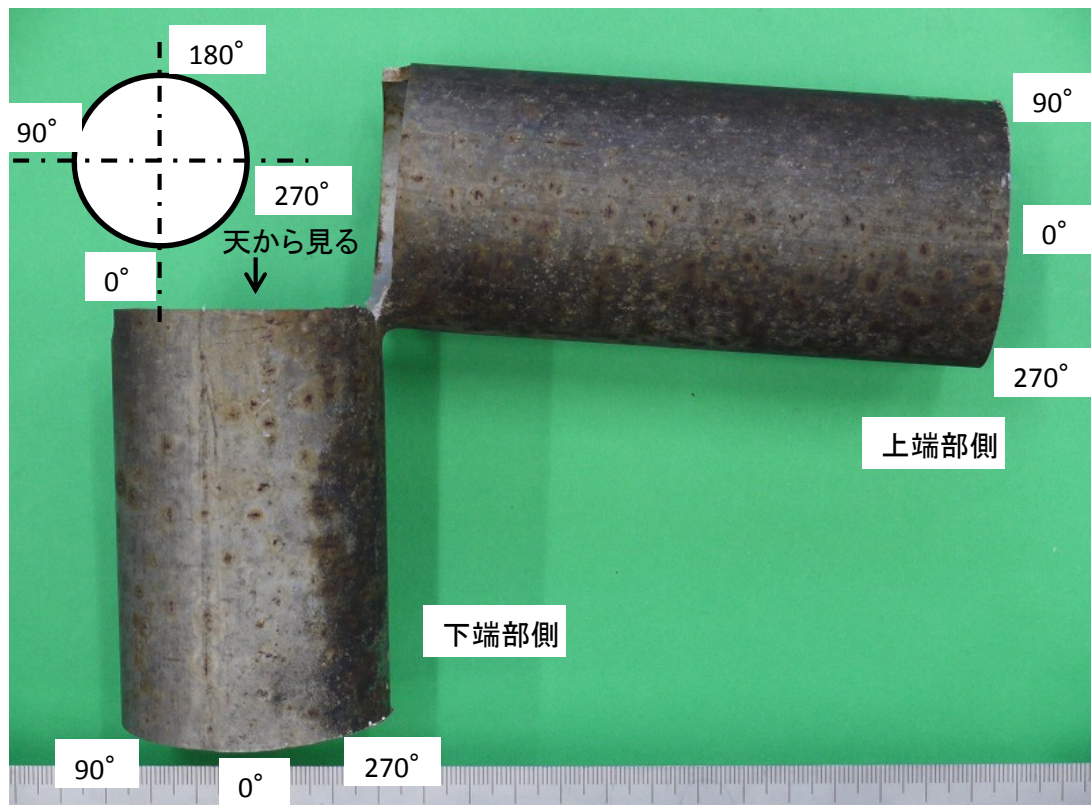


上端部と下端部以外を取替えた避雷針

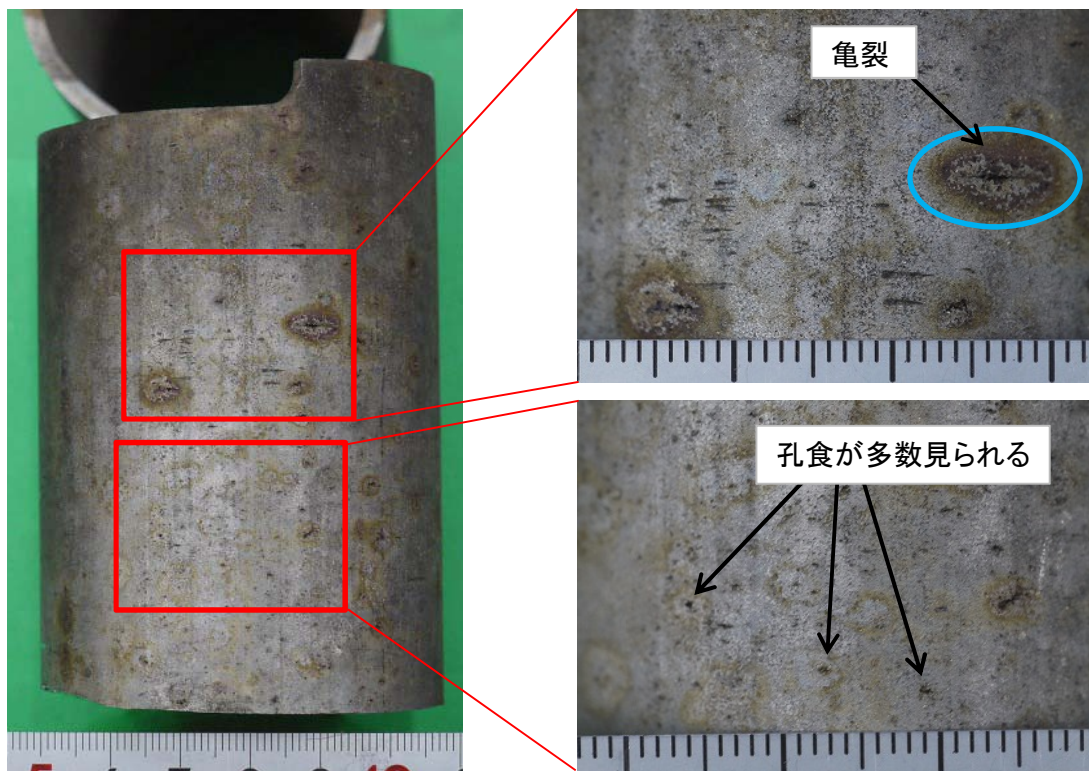


避雷針概要図

折損部位付近外観調査

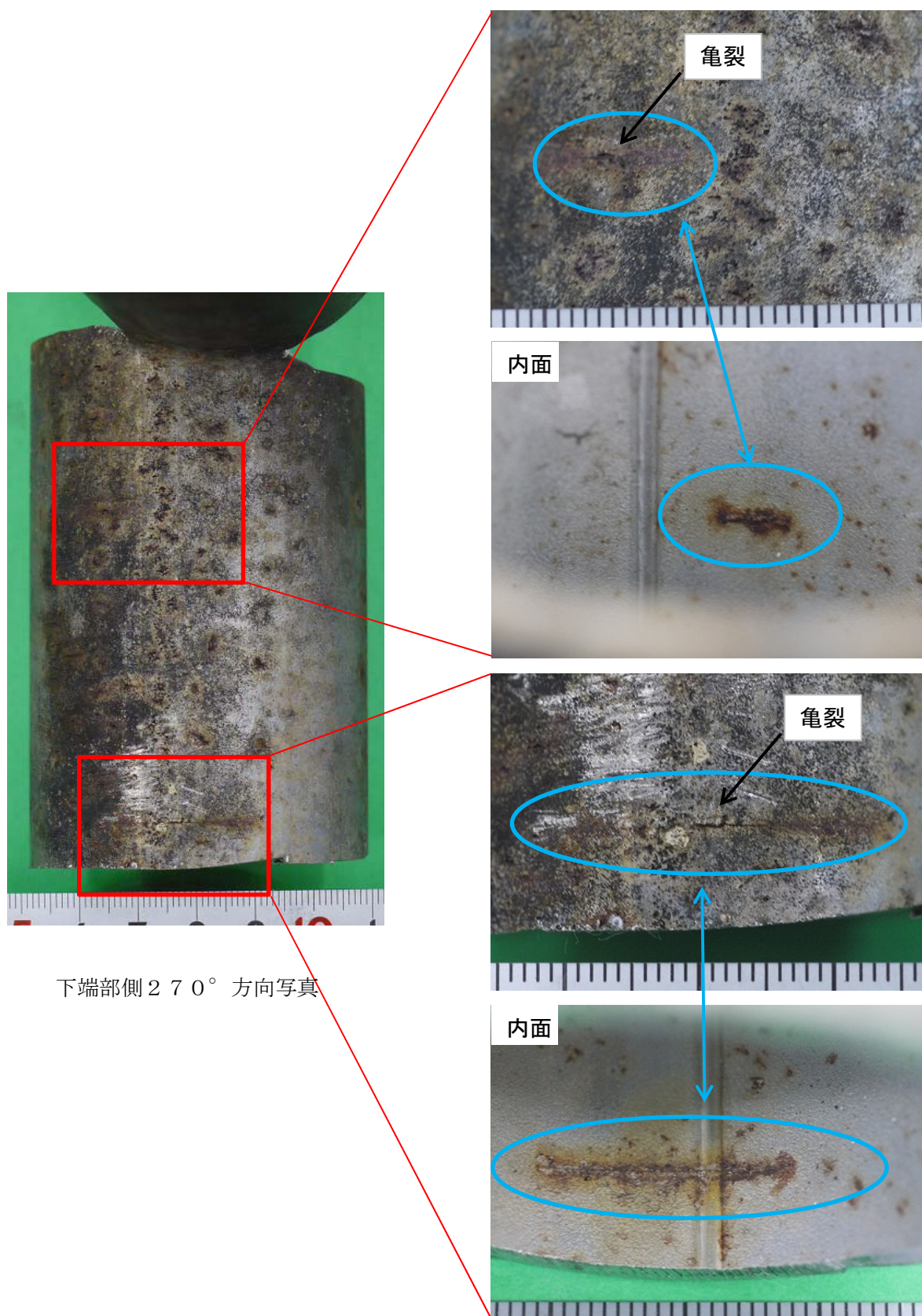


全体写真

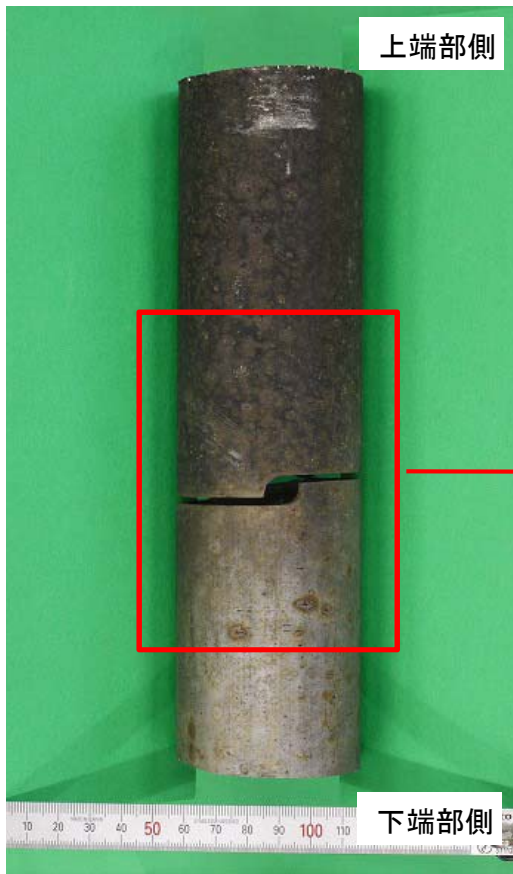


下端部側 90° 方向写真

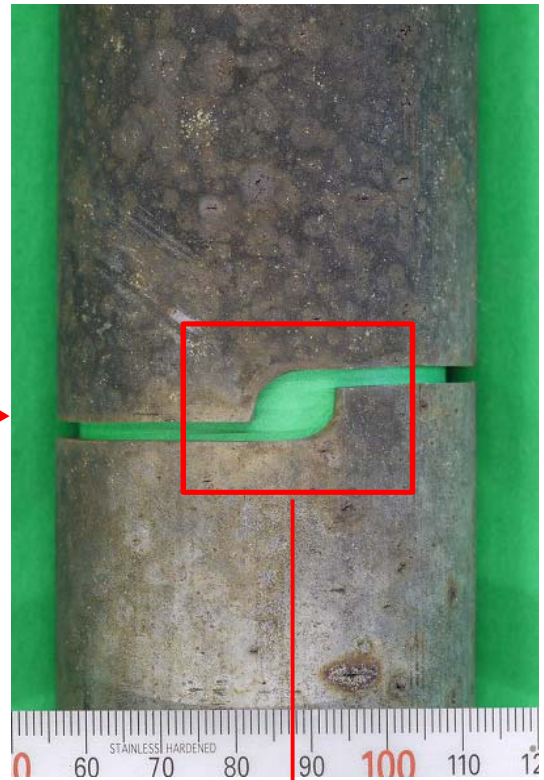
折損部位付近外観調査



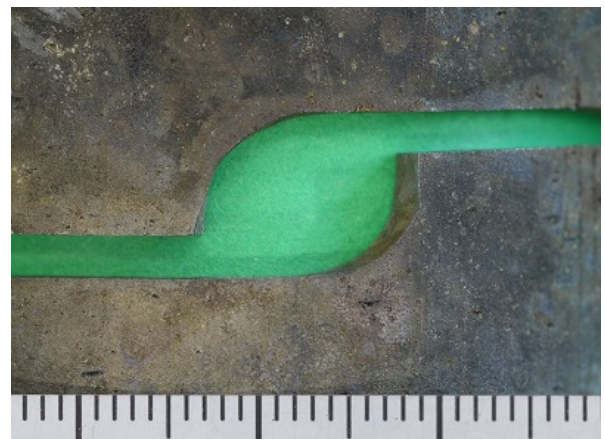
折損部位付近外観調査



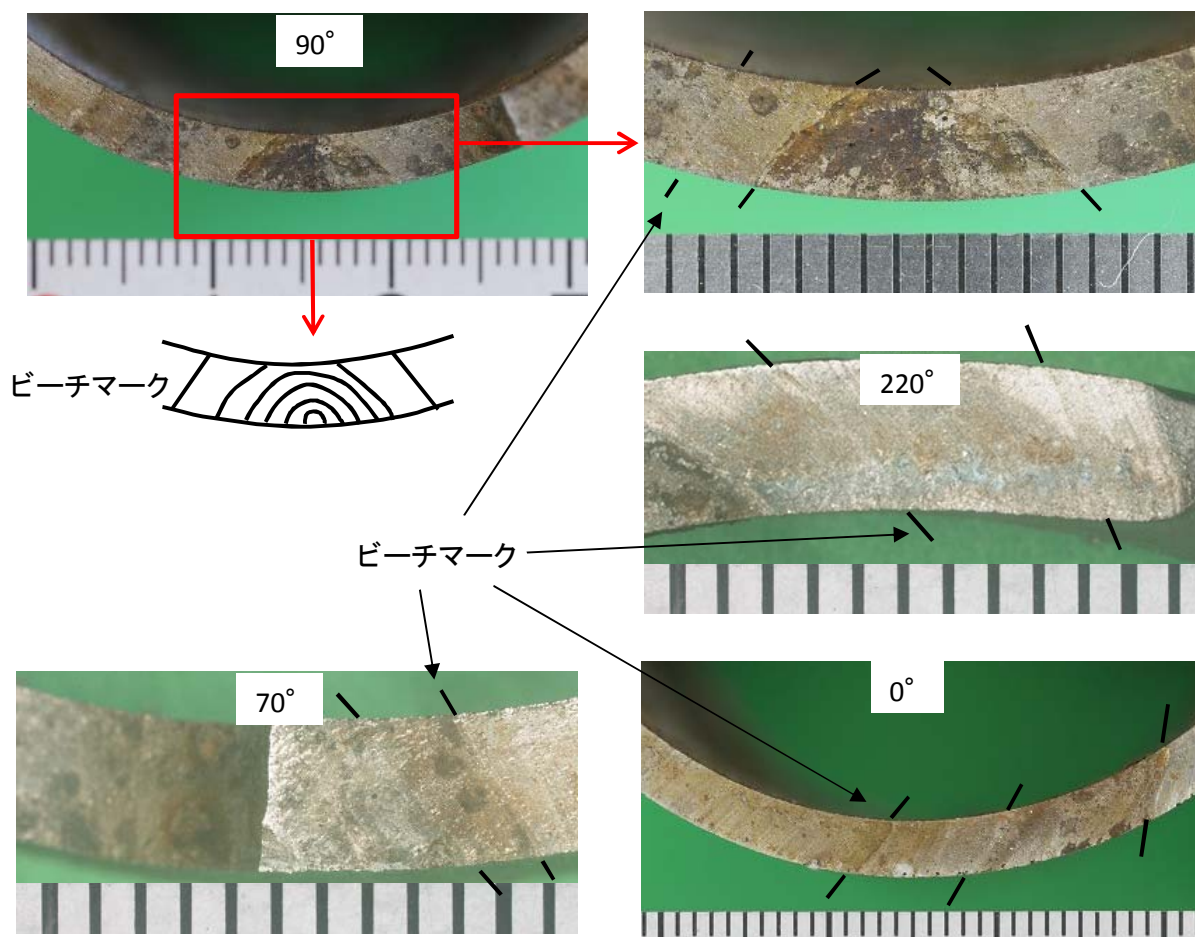
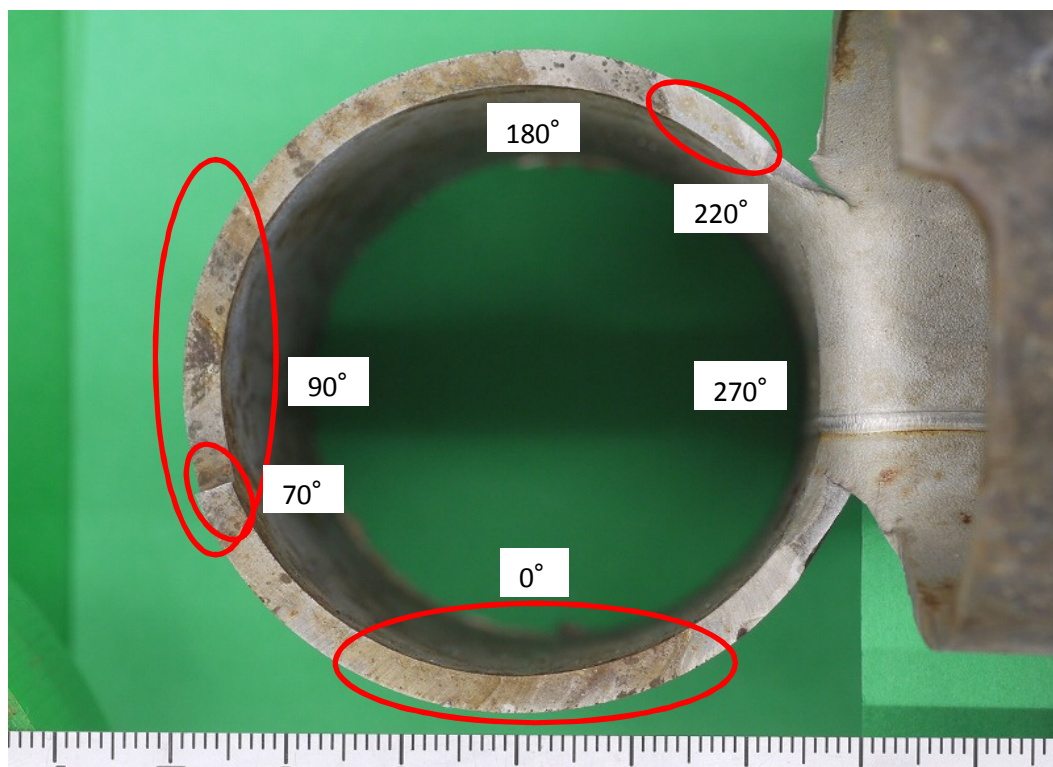
90° 方向写真



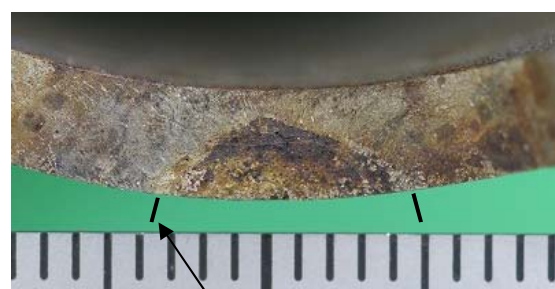
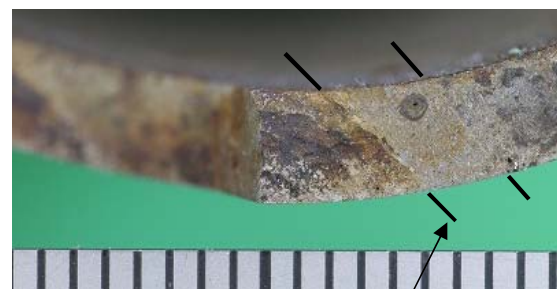
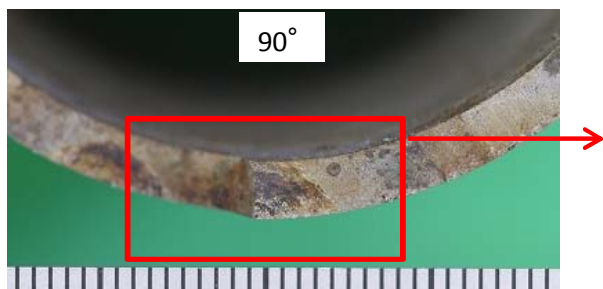
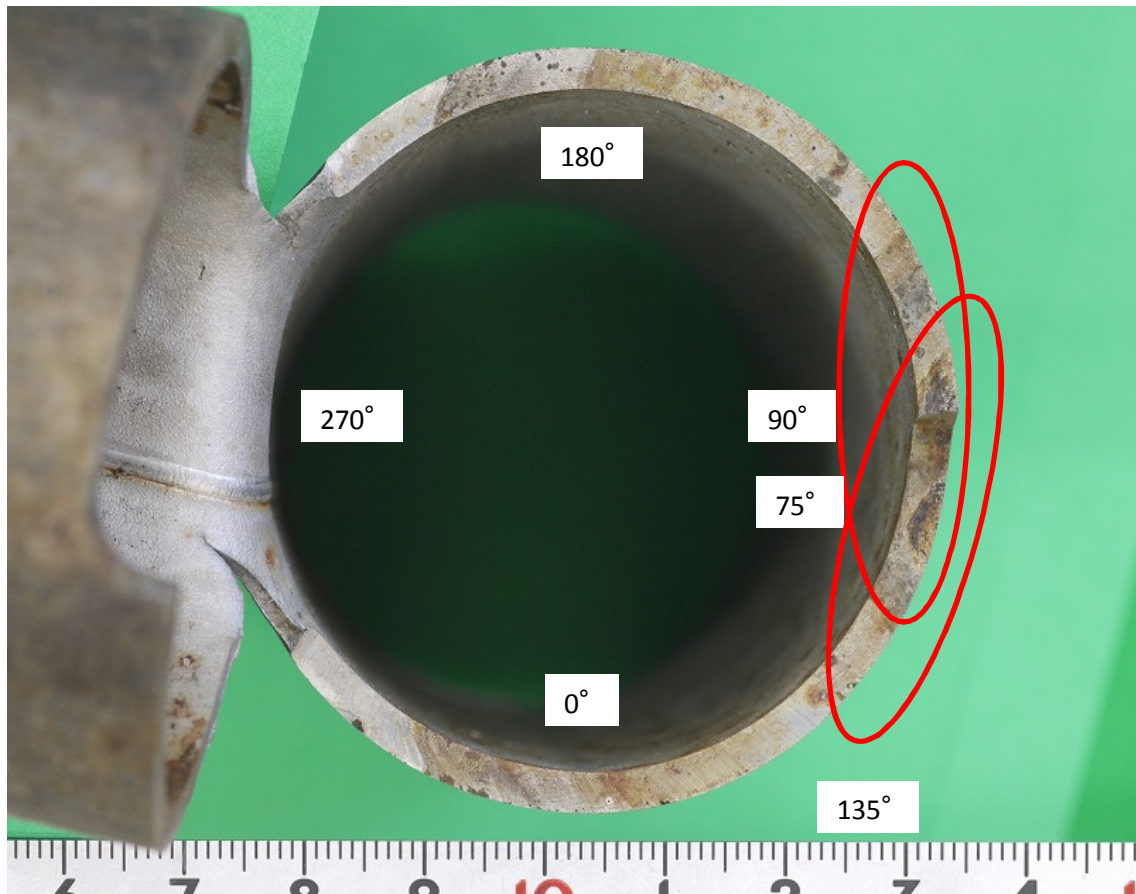
破面写真



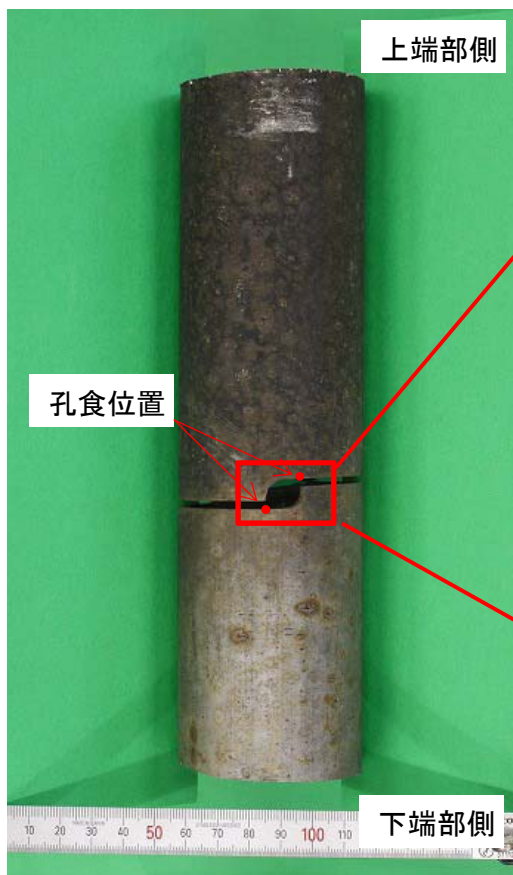
折損部位付近破面観察
（下端部側破面）



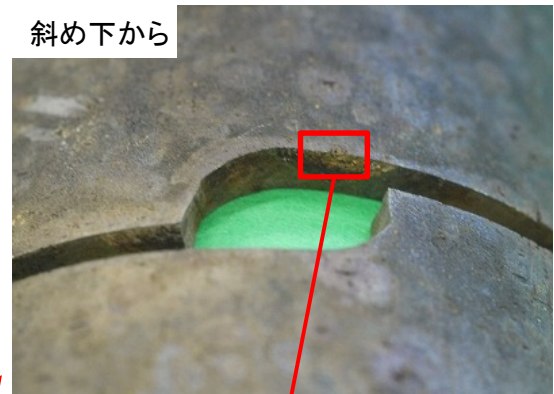
折損部位付近破面観察
（上端部側破面）



折損部位付近破面観察
（欠落領域付近破面）



斜め下から



斜め上から

