

# 小丸川発電所 4号発電電動機破損事故の原因と対策

## 1. 主な損傷状況

### ガイド軸受支持ボルトの圧縮変形

【回転軸（主軸）】  
【ガイド軸受】

【回転軸】  
【ガイド軸受】

回転軸・ガイド軸受の間隙増大

【ガイド軸受】

上部・下部ガイド軸受支持ボルトの全数が圧縮変形  
・上部ガイド: 14個  
・下部ガイド: 16個

発電電動機部

ポンプ水車部

①上部ガイド軸受 ②上部軸 ③固定子

①下部ガイド軸受 ③回転子

水車軸受 鉄管 入口弁

ケーシング ポンプ水車 ドラフト

ポンプ水車は異常なし

### 上部軸と回転子の連結ボルトの変形

上部軸 口開き

回転子

上部軸と回転子連結部に口開き発生

連結ボルトの全数が変形(12本)

### 固定子の損傷

回転子との接触箇所

【固定子】

回転子が固定子と接触し、固定子鉄心表面が損傷

## 2. 事故原因と対策

	事故に至った過程	対策
事故原因	<h3>主軸とガイド軸受間の油膜厚さ減少</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 所内停電による軸受潤滑油給油ポンプ停止(油の供給停止)</li> <li>② 発電電動機の非常停止に伴う回転速度上昇(600⇒748回転/分)</li> <li>③ ①、②による軸受油槽中心部の油面低下</li> <li>④ 主軸とガイド軸受間の油膜厚さ減少</li> </ol> <p>給油ありの場合の油面(600回転/分)</p> <p>給油停止時の油面(600回転/分)</p> <p>潤滑油給油ポンプ</p> <p>給油</p> <p>軸受支持ボルト</p> <p>上部ガイド軸受油槽</p> <p>給油停止時の油面(748回転/分)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>上部・下部ガイド軸受油槽内に、油面低下防止板設置</p> <p>油面低下防止板</p> </div>
	<h3>軸受支持ボルトの圧縮変形</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 通常状態では、複数の軸受で荷重を分担</li> <li>② 油膜厚さが減少した場合、1個の軸受(支持ボルト)に荷重が集中</li> <li>③ 軸受支持ボルトが圧縮変形し、主軸とガイド軸受の間隙が増大</li> <li>④ 全周にわたって軸受支持ボルトが圧縮変形</li> </ol> <p>【通常状態】(油膜厚さ正常)</p> <p>【事故時の状態】(油膜厚さ減少)</p> <p>軸受支持ボルト ガイド軸受</p> <p>油膜</p> <p>主軸</p> <p>水平荷重</p> <p>反力</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>軸受支持ボルトの強度向上(サイズアップ)</p> </div>
影響	<h3>過大な軸振れ発生</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li>① ガイド軸受と主軸間の間隙が増大したことで、過大な軸振れが発生</li> <li>② 上部軸と回転子との連結部に口開き(軸曲がり)が発生し、更に軸振れが増大</li> </ol>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>上部軸・回転子連結ボルトの強度向上(材質変更)</p> </div>
	<h3>各部の損傷</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 回転子と固定子の接触による損傷などが発生</li> </ul>	