

2. 3 電気設備関連機器の修復状況

2. 3. 1 電気設備の新たに確認された被害内容

(1) 主変圧器

① 被害内容の概要

電気設備の被害状況は、第一次現地調査（H20.4.16～17）で報告した。

その後、継続実施していた主変圧器の内部点検など詳細点検により確認した被害内容は、表-2.3.1「主変圧器内部の被害内容」のとおり、主変圧器全7台中のうち5台で絶縁物のズレや損傷などが確認された。

表-2.3.1 主変圧器内部の被害内容

1号機	絶縁物のズレ・損傷
2号機	絶縁物のズレ・損傷
3号機	絶縁物のズレ・損傷
4号機	中身全体が15mm移動、巻線固定用絶縁物外れ、構造材固定金具折損、木製ボルト折損、巻線ズレ
5号機	中身全体が15mm移動、構造材固定金具折損、鉄心の歪、巻線ズレ
6号機	異常なし
7号機	異常なし

② 対策

1号機、2号機、4号機、5号機の主変圧器は、いずれも補修又は部分的な取替えにより復旧可能な状態であるが、今後長期に使用することを考慮し新製取替えされる。（参考：3号機の再使用は検討中）

2. 3. 2 被害設備別の対策

(1) 3号機所内変圧器(3B)の2次側接続部火災について

注：電気関係報告規則第3条第1項第3号に基づく報告件名では「3号機所内変圧器3Bにおける火災」で報告されているが、本報告書では火災発生部位を明確にするため2次側接続部火災という表現を追加記述した

① 被害の概要と原因

火災の原因は、第一次現地調査報告のとおりである。すなわち、

- ・地震により変圧器基礎と二次側ダクト部基礎に不等沈下が発生したため相対変位が生じ、落下した二次側ダクト接続部が変圧器二次側ブッシング端子部に接触、この衝撃により変圧器二次側ブッシングが損傷し、漏油した。
- ・落下した二次側ダクト接続部がブッシング端子部と接触し三相地絡・短絡による放電で火災が発生した。さらに二次側ブッシングが損傷開口したため、着火した絶縁

油が基礎面上に流出し延焼した。

と推定される。これは、変圧器と二次側接続母線部のズレ、変圧器二次側ブッシングからの漏油、二次側接続母線部の溶損などが確認されたこと、また所内変圧器内部には火災の痕跡が認められないこと、油中ガス分析結果から異常が認められないこと、などが確認されていることによる。

② 対策

当該変圧器および二次側接続部は、新製交換することとし以下の対策を実施する予定となっている。

- (対策①) 接続部の基礎を杭基礎構造に変更する
- (対策②) 接続部基礎は変圧器基礎と一体化する
- (対策③) 変圧器取合部の変位吸収量を増加する
- (対策④) 接続部位置はブッシングと端子部に接触しない位置に変更する
- (対策⑤) 接続部周辺のダクト内面に絶縁ゴムシートを追加する

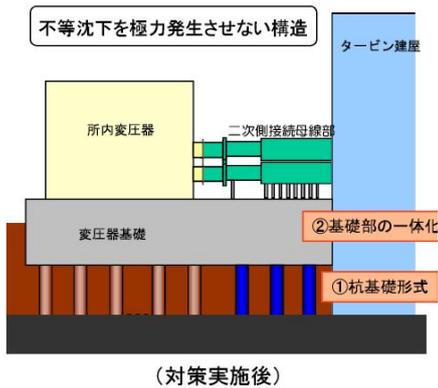


図-2.3.1 対策①②(杭基礎・基礎一体化)
(東電提供)

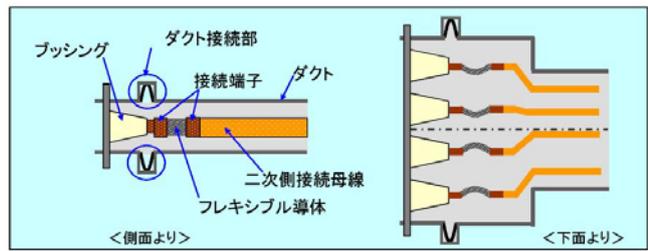


図-2.3.2 対策③(変位吸収量を増加)
(東電提供)

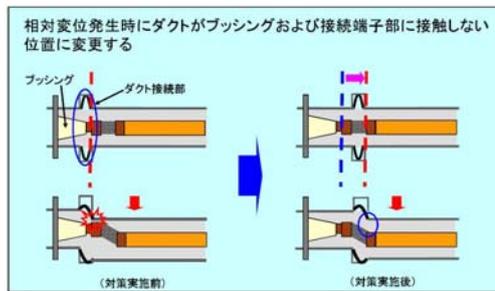


図-2.3.3 対策④(接続部位置の変更)
(東電提供)

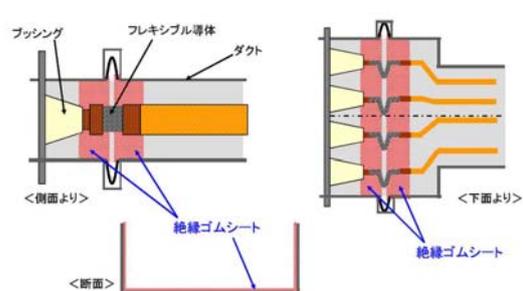


図-2.3.4 対策⑤(絶縁ゴムシート)
(東電提供)

現在、3号機所内変圧器(3B)は、新製品の据付工事中であり、対策実施状況は確認できなかったが、上記対策を行えば十分に評価される。

また、同一設置条件、同タイプ他号機の所内用変圧器に対しても、対策①～⑤を水平展開する計画である。



写真-2.3.5 新製3号機所内変圧器(3B)の据付工事状況(東電提供)

なお、日本技術士会の第一次現地調査では下記のとおり記載している。

発生原因が変圧器基礎と接続ダクト部基礎の不等沈下に起因していることから、当該設備以外の変圧器についても適切な地盤沈下対策を行うことが必要である。

具体的には、杭基礎化、変圧器本体基礎と接続ダクト部基礎の一体化などについて、各々の基礎構造・地盤状況など詳細調査結果を踏まえた対策を行う必要がある。

なお、電気設備は原子炉の安全機能には直接影響しないが、原子力発電所システムの機能（原子力を利用して発電し電気を送る）を確保するため、電気設備についても設計・施工面で細かに配慮すべきである。

(2) 変圧器固定部について

① 被害の概要

変圧器基礎部ボルト折損など被害状況については、第一次現地調査で報告した。

変圧器固定部再点検の結果、被害概要は、表-3.3.2「変圧器固定部の異常有無」のとおり。

表-2.3.2 変圧器固定部の異常有無

	主変圧器	所内変圧器	励磁変圧器
1号機	異常無	A：異常有 B：異常無	異常有
2号機	異常有	A：異常有 B：異常有	異常無
3号機	異常有	A：異常無 B：異常有	異常有
4号機	異常無	異常無	異常無
5号機	異常無	異常無	異常無
6号機	異常無	異常無	—
7号機	異常無	異常無	—

② 対策

基礎ボルト固定タイプの変圧器は、埋込みプレートと脚部を直接溶接する方式を追加で適用する方針とのことであった。

また、ベース部を溶接構造にすることによる剛体構造への対策として、鉄心や巻線などの内部構造物は、本体タンク底辺部の突起物と上部絶縁支持物（突っ張り棒のようなもの）で固定強化する方式を一部採用することにしていました。

なお、第一次現地調査で報告した、阪神・淡路大震災時の知見として得られた基礎ボルトと基礎ベース間の「ギャップ有無による被害程度の差」については、全変圧器がギャップ・レス構造であることを確認していた。

(3) 防油堤の損傷による絶縁油の土壌浸透について

① 被害の概要

第一次現地調査では、一部変圧器の放圧装置動作による油漏れ又は送油管損傷による油漏れが、損傷した防油堤から土壌へ浸透したことを報告した。

防油堤から漏れた絶縁油の土壌浸透は、2号機及び3号機では大量の土壌浸透が確認されたが、1号機、4号機、5号機及び7号機では極少量の土壌浸透であったことを確認した。6号機では防油堤が破損していないので土壌浸透は確認されていない。

② 対策

防油堤の損傷防止対策として、

(対策①) 防油堤を鉄筋コンクリート構造にて原形復旧した後、

(対策②) 防油堤内面に遮水シート（ポリ塩化ビニール系シート）を敷設することにしており、この対策は妥当と評価できる。

③ 土壌回収工事

第一次現地調査では、絶縁油が浸透し汚染された土壌は、必要に応じて回収する必要があることを提言した。今回の調査時点では、現地において絶縁油の土壌浸透した範囲について土壌回収工事が進められていた。

特に2号機では、タービン建屋の基礎、主変圧器・所内変圧器の杭基礎まで見える大規模な土壌回収工事（地下20数メートル）が行われていた。これは当該変圧器周辺のボーリング調査やシミュレーション結果から決定したものである。



写真-2.3.6 2号機周辺部の掘削状況
(東電提供)

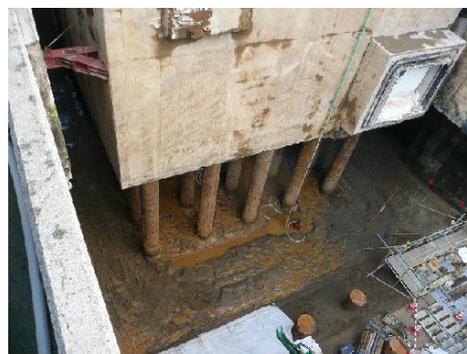


写真-2.3.7 2号機主変圧器基礎部土壌回収工事状況
(東電提供)

土壌回収量の合計概算量は、約 21,500 m³に至っているものと予想される。

表 2.3.3 設備別の概算土壌回収量

1号機	約 1,100 m ³
2号機	約 19,100 m ³
3号機	約 1,500 m ³
4号機	約 80 m ³
5号機	約 40 m ³
6号機	なし
7号機	約 6 m ³
合計	約 21,500 m ³

回収した土壌は、発電所敷地内に設置した専用の洗浄プラントにより、土と油分を分離し洗浄された後、今回掘削した場所の埋戻し土として再利用することになっていた。



写真-2.3.8 土壌洗浄プラント（東電提供）

2. 3. 3 電気設備の復旧状況について

(1) 電気設備の点検実施状況

変圧器は、現地点検を完了後、工場に返送して内部詳細点検を実施した。現在までの状況を以下に示す。

- ・主変圧器は、6、7号機が現地据付を完了している。3号機は内部詳細点検を実施中であるが、再使用するか否かも含め検討中である。なお、1、2、4、5号機は補修により再使用が可能ではあるが、今後の長期運用を考慮し新製品に取り替える。
- ・所内変圧器は、3、6、7号機は内部詳細点検を完了（所内変圧器(3B)は新製）しており、1、2、4、5号機は内部詳細点検を実施中である。
- ・励磁変圧器は、1、2、4、5号機の内部詳細点検を実施中である。（6、7号機は

屋外に該当設備はなし)

(2) プラント（号機別）単位の復旧状況

電気設備の復旧状況は、6号機及び7号機においては、詳細点検を全て完了し、機器据付け後の現地最終確認となる電氣的試験も終了し再使用の準備が完了していた。

ただし、6、7号機以外のプラントは、土壌回収工事や変圧器基礎の再構築などの復旧工事が進められていた。



写真-2.3.9 7号機主変圧器
(東電提供)



写真-2.3.10 7号機所内変圧器(7B)
(東電提供)

(3) まとめ

第一次現地調査（H20.4.16～17）後の現地を訪れ、その後の復旧進捗状況を現地確認したが、電気設備の一部プラント（6,7号機）では既に必要な対策を完了しており、再使用にいつでも対応できる状況にあった。

これから原子炉関係やタービン建屋関係などの設備の健全性が確認され、運転再開する場合に、電気設備の復旧工事遅延により原子力プラント全体への影響が無いよう速やかな復旧工事を全プラントで推進することが肝要である。

電気設備の健全性は現地の主任技術者以下が自主保安の立場から自らが責任を持って復旧完了判断することが求められる。

また、復旧の後工程を十分認識した進捗管理が重要である。